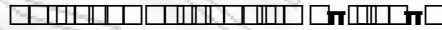


Ημερομηνία Παράδοσης **2012**

ΓΑΛΕΡΙΣΤΗΜΟ ΠΕΡΑΙΑ

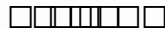
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ



(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)



Η παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρεί τη δημιουργία ευφύων εικονικών πρακτόρων με συναισθηματική συμπεριφορά. Η ενσωμάτωση συναισθημάτων σε εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας είναι απαραίτητη εάν επιθυμείται προσομοίωση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, καθώς οι αποφάσεις και ενέργειες των ανθρώπων επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη συναισθηματική τους κατάσταση.

Αρχικά γίνεται μια ανασκόπηση των υπολογιστικών θεωριών και μοντέλων συναισθημάτων, τα οποία ήρθαν να αντικαταστήσουν τις παραδοσιακές θεωρίες συναισθημάτων, καθώς είναι κατάλληλα για υπολογιστικές εφαρμογές. Στη συνέχεια ακολουθεί ανάλυση των βασικών συστατικών του μοντέλου ALMA, το οποίο επιλέχθηκε μεταξύ των διαφόρων υπολογιστικών μοντέλων ως το καταλληλότερο για να εφαρμοστεί στην παρούσα εργασία. Στην ίδια ενότητα παρουσιάζονται κάποιες σημαντικές σχεδιαστικές αποφάσεις οι οποίες ήταν απαραίτητο να ληφθούν ώστε να καλύψουν τα αδιευκρίνιστα και μη δημοσιευμένα σημεία του μοντέλου ALMA, καθώς και των διαφόρων συναισθηματικών θεωριών που λαμβάνουν μέρος στον υπολογισμό των συναισθημάτων, διαθέσεων και προσωπικότητας. Η συγκεκριμένη ενότητα κλείνει με την παρουσίαση του μηχανισμού παραγωγής συναισθημάτων, μεταβολής διαθέσεων και επιλογής ενεργειών που προέκυψε από το συνδυασμό του μοντέλου ALMA και των σημαντικών σχεδιαστικών αποφάσεων που ελήφθησαν.

Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά ο τρόπος με τον οποίο έγινε η υλοποίηση του μηχανισμού παραγωγής συναισθημάτων, μεταβολής διαθέσεων και επιλογής ενεργειών στην πλατφόρμα REVE Worlds. Στην ενότητα «Γραφική Απεικόνιση» παρουσιάζονται οι προσθήκες που έγιναν στην πλατφόρμα REVE Worlds, ώστε να υποστηρίξει την οπτικοποίηση συναισθημάτων, διαθέσεων, προσωπικότητας, ομιλίας και ενεργειών. Τέλος, παρουσιάζεται το ενδεικτικό σενάριο που υλοποιήθηκε, συνοδευόμενο από χαρακτηριστικά παραδείγματα εκτέλεσης. Η εργασία κλείνει με την εξαγωγή συμπερασμάτων και προτάσεων βελτίωσης της υλοποίησης.

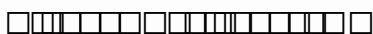
Abstract

The current thesis is an attempt to create intelligent virtual agents with emotion-driven behavior. Integrating emotions on virtual reality applications is necessary in order to succeed human behavior simulation, as humans' decisions and actions are greatly affected by their emotional state.

The thesis begins by presenting an overview of the computational models and theories of emotion, which were developed in order to replace traditional emotion theories, as they are suitable for computational applications. The ALMA model was selected as the most appropriate for the current implementation, so a short presentation of its basic elements follows next. In the same unit the important implementation decisions are presented, which were taken in order to cover the obscure and unpublished spots of ALMA model, and of the diverse emotional theories which compute emotions, mood and personality. The specific unit ends by presenting the emotion creation, mood change and action selection mechanism that emerged by the combination of ALMA model and the important implementation decisions taken.

To continue, the implementation of the emotion creation, mood change and action selection mechanism on REVE Worlds platform is described in detail. "Graphical Display" unit

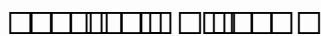
presents the extensions made on REVE Worlds platform in order to support emotions, mood, personality, speech and action display. Finally, the indicative implemented scenario is presented, followed by some characteristic execution examples. The thesis comes to an end by concluding and proposing ways of improving implementation.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΩΝ	15
Υπολογιστική θεωρία Συναισθημάτων (Computational Emotion theory)	16
Βασιζόμενα στη θεωρία Αποτίμησης (Appraisal theory)	16
OCC model	17
Scherer theory	19
PSI Model.....	22
Βασιζόμενα σε θεωρίες Διαστάσεων (Dimensional theories).....	25
PAD Model.....	26
Βασιζόμενα σε θεωρίες Αποτίμησης και Διαστάσεων (Appraisal and Dimensional theories)	28
ALMA Model.....	28
WASABI Model	34
Βασιζόμενα σε Φυσιολογικές / Ανατομικές θεωρίες (Anatomic Theories) 36	
Cathexis Model	36
ΑΝΑΛΥΣΗ	38
Επιλογή Μοντέλου ALMA.....	38
Υλοποίηση Δημοσιευμένων Στοιχείων Μοντέλου ALMA	40
Συναισθήματα (Μοντέλο OCC)	40
Διαθέσεις (Μοντέλο PAD)	40
Προσωπικότητα (OCEAN model)	41
Υλοποίηση Αδιευκρίνιστων Στοιχείων Μοντέλου ALMA – Σημαντικές Σχεδιαστικές Αποφάσεις.....	42
Ένταση Συναισθημάτων (Μεταβλητή defaultMoodFactor)	42
Χρόνος Εξασθένησης Συναισθημάτων	47
Σταδιακή Εξασθένηση Συναισθημάτων	48
Action Back	48
Πράξεις που δημιουργούν συναισθήματα στον agent actor	55

Μηχανισμός Παραγωγής Συναισθημάτων, Μεταβολής Διαθέσεων και Επιλογής Ενεργειών	62
ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	63
Πλατφόρμα REVE Worlds	63
Virtual Model	64
Μυαλό και Συμπεριφορά Πρακτόρων	67
Αναπαράσταση Γνώσης.....	67
Διάγραμμα Κλάσεων	67
Κλάση Υλοποίησης Μοντέλου ALMA.....	69
Κλάσεις Επικοινωνίας Πρακτόρων	71
Κλάσεις παραγωγής Συναισθημάτων και Ενεργειών.....	72
Κλάσεις Enum	80
Κλάσεις Πρακτόρων	81
Αρχικό Αρχείο Ιδιοτήτων του πράκτορα (<i>AgentNameOriginal.properties</i>)	90
Γενικό Αρχείο Ιστορικού πράκτορα (<i>historyFileAgentName.txt</i>)	92
ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ.....	94
Εικονικός Κόσμος (Σκηνικό).....	94
Ευφυείς Εικονικοί Πράκτορες.....	96
Πλήθος και Φύλο Πρακτόρων	96
Διάκριση Πρακτόρων	96
Πράκτορας Tony	97
Πράκτορας Emma.....	97
Σταθερές Έναρξης Εκτέλεσης.....	97
Προσωπικότητα	98
Προτιμήσεις.....	98
Αρχικά Συναισθήματα	98
Δυνατές Ενέργειες Πρακτόρων	98
Συναισθήματα και Διαθέσεις	101

Απεικόνιση Συναισθημάτων και Διαθέσεων.....	101
Απεικόνιση Έντασης Συναισθημάτων.....	103
Default Διάθεση.....	103
Ομιλία και Ενέργειες	105
Φράσεις Ομιλίας.....	105
Αναγραφή Εκτυλισσόμενη Ενέργειας	106
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ	108
Παραμετροποίηση Αρχείων Ιδιοτήτων.....	108
Εκκίνηση Εκτέλεσης	110
Πράκτορας Tony	110
Πράκτορας Emma.....	113
Έναρξη Επικοινωνίας	113
Παράδειγμα Εκτέλεσης με Θετική Κατάληξη (Happy End)	116
Παράδειγμα Εκτέλεσης με Αρνητική Κατάληξη.....	120
Παράγοντες Επηρεασμού Εκτέλεσης	123
Επήρεια Αρχικών Συναισθημάτων στην Εκτέλεση	123
Επήρεια Προτιμήσεων στην Εκτέλεση.....	128
Επήρεια Προσωπικότητας στην Εκτέλεση.....	135
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	140
Συμπεράσματα	140
Προτάσεις Βελτίωσης Υλοποίησης	141
Ένταση Διάθεσης – Mood Intensity	141
Ομαλή Αλλαγή Διάθεσης.....	142
Πολλαπλή Επικοινωνία.....	142
Συγχρονισμός Threads	142
Κίνητρα Πράκτορα	143
Προτάσεις Επέκτασης Πλατφόρμας REVE Worlds	143

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 146

Πίνακας 1: Υποσυστήματα του μοντέλου Scherer και αρμοδιότητες

Πίνακας 2: Έλεγχοι εκτίμησης ερεθίσματος (SECs) του μοντέλου Scherer

Πίνακας 3: Οι 8 διαθέσεις του διαστήματος PAD

Πίνακας 4: Χαρτογράφηση Συναισθημάτων στο διάστημα PAD

Πίνακας 5: Χαρτογράφηση Εντάσεων Συναισθημάτων ανάλογα με Action και Agent Actor

Πίνακας 6: Τιμές Μεταβλητής defaultMoodFactor

Πίνακας 7: Χρόνοι Εξασθένησης Συναισθημάτων

Πίνακας 8: Χαρτογράφηση Action Back

Πίνακας 9: Βαθμός Σημαντικότητας Ενεργειών

Πίνακας 10: Βαθμός Ενίσχυσης Συναισθημάτων ανά Τρέχουσα Διάθεση

Πίνακας 11: Συναρτήσεις Υπολογισμού Εντάσεων Συναισθημάτων (ανάλογα με Action Received, Action Back και Current Mood)

Πίνακας 12: Εντάσεις Συναισθημάτων σύμφωνα με τις Συναρτήσεις του Πίνακα 7

Πίνακας 13: Δήλωση συναισθημάτων και αντίστοιχου χρόνου εξασθένησης (σε ms)

Πίνακας 14: Δήλωση διαθέσεων και αντίστοιχου αντιπροσωπευτικού χρώματος (σε μορφή RGB)

Πίνακας 15: Σύνολο Δυνατών Ενεργειών Πρακτόρων

Πίνακας 16: Χαρτογράφηση Διαθέσεων και Συναισθημάτων σε Χρώματα και Εικονίδια αντίστοιχα

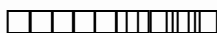
Πίνακας 17: Φράσεις Ομιλίας Πρακτόρων και Επεξήγηση



Εικόνα 1: Κατηγοριοποίηση τύπων συναισθημάτων στο μοντέλο OCC	18
Εικόνα 2: Περιγραφή τύπων συναισθημάτων μοντέλου OCC	18
Εικόνα 3: Τετράεδρο αναπαράστασης συναισθημάτων του Scherer	20
Εικόνα 4: Αρχιτεκτονική Μοντέλου PSI	23
Εικόνα 5: Το Διάστημα PAD με σημειωμένο (σε μορφή κύβου) το θετικό όγδοο (+P+A+D)	26
Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική Μοντέλου WASABI	35
Εικόνα 7: Αρχιτεκτονική μοντέλου Cathexis	37
Εικόνα 8: Μηχανισμός Παραγωγής Συναισθημάτων και Επιλογής Ενεργειών	62
Εικόνα 9: Συνολική Άποψη Εικονικού Κόσμου	65
Εικόνα 10: Κοντινή Άποψη Σιντριβανιού και Λαμπών	66
Εικόνα 11: Διάγραμμα Συσχέτισης Κλάσεων	68
Εικόνα 12: Αρχικό Αρχείο Ιδιοτήτων Πράκτορα Tony	91
Εικόνα 13: Γενικό Αρχείο Ιστορικού Πράκτορα Tony	93
Εικόνα 14: Γενικό Αρχείο Ιστορικού Πράκτορα Emma	93
Εικόνα 15: Ενδεικτικό Σκηνικό Εικονικού Κόσμου	95
Εικόνα 16: Λεπτομέρειες Σιντριβανιού Εικονικού Κόσμου	96
Εικόνα 17: Ο πράκτορας Tony στο περιβάλλον REVE Worlds	97
Εικόνα 18: Πλαίσιο Συναισθημάτων Πράκτορα με Ενεργά Συναισθήματα	103
Εικόνα 19: Πλαίσιο Συναισθημάτων με τη default Διάθεση του πράκτορα κατά την εκκίνηση	104
Εικόνα 20: Πλαίσια Συναισθημάτων πρακτόρων κατά τη λήξη επικοινωνίας (τα χρώματα των πλαισίων παραπέμπουν στην default διάθεση των πρακτόρων)	105
Εικόνα 21: Χαιρετισμός του Tony προς την Emma	106
Εικόνα 22: Ονόματα Ενεργειών που Εμφανίζονται στο Πλαίσιο Ομιλίας του πράκτορα	107
Εικόνα 23: Εκτέλεση Ενέργειας WAVE από τον πράκτορα Tony	107
Εικόνα 24: Αρχείο Ιδιοτήτων πράκτορα Tony	109
Εικόνα 25: Αρχείο Ιδιοτήτων πράκτορα Emma	110

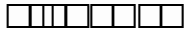
Εικόνα 26: Εκκίνηση πράκτορα Tony (θετικά αρχικά συναισθήματα, τρέχουσα διάθεση EXUBERANT και αναζήτηση της Emma)	111
Εικόνα 27: Εξασθένιση Αρχικών Συναισθημάτων του πράκτορα Tony	112
Εικόνα 28: Απογοήτευση του Tony εάν καθυστερεί να βρει την Emma	112
Εικόνα 29: Αύξηση Απογοήτευσης του Tony όσο δεν βρίσκει την Emma	113
Εικόνα 30: Η Emma ξεκινά με default διάθεση ANXIOUS	113
Εικόνα 31: Αίτηση Επικοινωνίας (ο Tony χαιρετά την Emma)	114
Εικόνα 32: Ο Tony κινείται προς την Emma (Coming...)	115
Εικόνα 33: Ο Tony φτάνει στο σημείο όπου βρίσκεται η Emma (Found_you!)	115
Εικόνα 34: Έναρξη Επικοινωνίας (ο Tony εκτελεί την ενέργεια WAVE)	116
Εικόνα 35: Ο Tony κάνει κομπλιμέντο στην Emma (ενέργεια COMPLIMENT)	117
Εικόνα 36: Η Emma δέχεται το κομπλιμέντο (ενέργεια ACCEPT)	117
Εικόνα 37: Εκτέλεση Ενέργειας KISS από τον πράκτορα Tony	118
Εικόνα 38: Ανταπόδοση Ενέργειας KISS από την Emma	118
Εικόνα 39: Θετική Κατάληξη Σεναρίου (οι πράκτορες είναι μαζί)	119
Εικόνα 40: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Tony	119
Εικόνα 41: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Emma	120
Εικόνα 42: Η Emma αποφεύγει τον Tony (ενέργεια AVOID)	120
Εικόνα 43: Ο Tony ανταποδίδει την ενέργεια AVOID (αρνητικά συναισθήματα, τρέχουσα διάθεση BORED)	121
Εικόνα 44: Η Emma εκτελεί και πάλι την ενέργεια AVOID	122
Εικόνα 45: Ο Tony απαντά με τη μη εκτέλεση καμίας ενέργειας (NOTHING_BACK)	122
Εικόνα 46: Αρνητική Λήξη της Εκτέλεσης	123
Εικόνα 47: Τροποποίηση Αρχείου Ιδιοτήτων της Emma, ώστε να έχει αρχικά συναισθήματα	124
Εικόνα 48: Η Emma ξεκινά με τα αρχικά συναισθήματα ANGER & HATE (τρέχουσα διάθεση HOSTILE)	125
Εικόνα 49: Η Emma λόγω της τρέχουσας διάθεσης HOSTILE αποφεύγει τον Tony (ενέργεια AVOID)	126
Εικόνα 50: Ο Tony αποφεύγει επίσης την Emma (τρέχουσα διάθεση ANXIOUS)	127

Εικόνα 51: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Tony	127
Εικόνα 52: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Emma	128
Εικόνα 53: Τροποποίηση Αρχείου Ιδιοτήτων της Emma, ώστε ο πράκτορας Tony να ανήκει μόνο στη λίστα γνωστών πρακτόρων	129
Εικόνα 54: Η Emma επιλέγει ως Action Back την ενέργεια WAVE	130
Εικόνα 55: Η Emma σε τρέχουσα διάθεση ANXIOUS εκτελεί την ενέργεια CURSE	131
Εικόνα 56: Ο Tony σε διάθεση DISDAINFUL απαντά επίσης με την ενέργεια CURSE	131
Εικόνα 57: Η Emma ξεσπά σε κλάματα (ενέργεια CRY).....	132
Εικόνα 58: Ο Tony κάνει κομπλιμέντο στην Emma (ενέργεια COMPLIMENT).....	133
Εικόνα 59: Η Emma αρνείται το κομπλιμέντο του Tony (ενέργεια DECLINE).....	133
Εικόνα 60: Έπειτα από ενέργεια CURSE από τον Tony, η Emma κλαίει και πάλι (ενέργεια CRY).....	134
Εικόνα 61: Λήξη Επικοινωνίας με τον Tony να μην εκτελεί καμία ενέργεια (NO_ACTION)	134
Εικόνα 62: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Tony	135
Εικόνα 63: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Emma	135
Εικόνα 64: Τροποποίηση Αρχείου Ιδιοτήτων της Emma, ώστε η προσωπικότητά της να δίνει default διάθεση HOSTILE	136
Εικόνα 65: Η Emma ξεκινά με default διάθεση HOSTILE (κόκκινο πλαίσιο συναισθημάτων)	137
Εικόνα 66: Εκτέλεση ενέργειας CURSE από την Emma (τρέχουσα διάθεση ANXIOUS). 138	
Εικόνα 67: Εκτέλεση Ενέργειας HIT από την Emma (αρνητικά συναισθήματα και διάθεση Hostile)	139
Εικόνα 68: Μη εκτέλεση ενέργειας (NO_ACTION) από τον Tony - Λήξη Επικοινωνίας... 139	
Εικόνα 69: Αρχείο Ιστορικού Πράκτορα Tony.....	140
Εικόνα 70: Αρχείο Ιστορικού Πράκτορα Emma	140
Εικόνα 71: Προτεινόμενη μορφή πλαισίου συναισθημάτων ως σύννεφου.....	144
Εικόνα 72: Υπόμνημα επεξήγησης Συναισθημάτων και Διαθέσεων	145



Κατ' αρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Θέμη Παναγιωτόπουλο, ο οποίος μου έδωσε τη δυνατότητα εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας και παρέιχε την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της υλοποίησης. Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω τους Γιώργο Αναστασάκη και Νίκο Αβραντινή, από το Εργαστήριο Τεχνολογίας Γνώσης του Πανεπιστημίου Πειραιώς, χωρίς την πολύτιμη βοήθεια των οποίων δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υποστήριξη και υπομονή τους καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Η παρούσα διπλωματική εργασία δημοσιεύθηκε και παρουσιάστηκε στο 4^ο Συνέδριο Πληροφορικής στην Εκπαίδευση (CIE2012 – 4th Conference of Informatics in Education), μια διοργάνωση του Πανεπιστημίου Πειραιώς, του Ιονίου Πανεπιστημίου και της Ελληνικής εταιρίας Επιστημόνων και Επαγγελματιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΕΠΥ). Το αντίστοιχο paper μπορεί να βρεθεί στα πρακτικά του συνεδρίου υπό την ονομασία «Emotion-driven behavior for REVE intelligent virtual agents» (T. Panayiotopoulos, E. Papaggeli, N. Avradinis, G. Anastassakis).



Στον κόσμο της εικονικής πραγματικότητας και των ευφυών εικονικών πρακτόρων, ο τομέας που βρίσκεται ακόμα υπό εξέλιξη και παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον είναι η ενσωμάτωση συναισθημάτων στους εικονικούς πράκτορες. Η δημιουργία ευφυών εικονικών πρακτόρων με συναισθήματα είναι απαραίτητη εάν επιθυμείται προσομοίωση της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Κι αυτό γιατί κάθε άνθρωπος αντιδρά λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο το μυαλό και τη λογική, αλλά επηρεαζόμενος και από την «καρδιά», δηλαδή τη συναισθηματική του κατάσταση. Στην πλειοψηφία των προσομοιώσεων συμπεριφοράς, όπου παραλείπεται η ενσωμάτωση συναισθημάτων, τα αποτελέσματα είναι μεν λογικά, αλλά πλησιάζουν περισσότερο τη συμπεριφορά ενός άψυχου ρομπότ, παρά την πολύπλοκη ανθρώπινη συμπεριφορά, η οποία βασίζεται τόσο στη λογική όσο και στο συναίσθημα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η υλοποίηση ενός μηχανισμού παραγωγής συναισθημάτων, αλλαγής διαθέσεων και επιλογής ενεργειών προς εκτέλεση, ο οποίος θα προσεγγίζει στο μέγιστο την αντίστοιχη ανθρώπινη συμπεριφορά στον πραγματικό κόσμο, θα προσδίδει δηλαδή στη συμπεριφορά των εικονικών πρακτόρων αληθοφάνεια. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, θα επιχειρηθεί η υλοποίηση ενός όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένου μηχανισμού, ο οποίος θα έχει ως βάση ήδη υπάρχουσες θεωρίες συναισθημάτων, διαθέσεων και προσωπικότητας, αλλά θα λαμβάνει υπόψη και εμπειρικούς κανόνες και παράγοντες επηρεασμού των παραπάνω μεταβλητών (συναισθήματα, διαθέσεις, ενέργειες προς εκτέλεση).

Ο μηχανισμός παραγωγής συναισθημάτων, αλλαγής διαθέσεων και επιλογής ενεργειών θα ενσωματωθεί στην πλατφόρμα REVE Worlds, ένα ολοκληρωμένο εικονικό περιβάλλον οπτικοποίησης και διαχείρισης εικονικών κόσμων και ευφυών εικονικών πρακτόρων, το οποίο όμως ως τώρα δεν λάμβανε υπόψη συναισθήματα. Συνεπώς, στο σκοπό της παρούσας εργασίας συμπεριλαμβάνεται και η εύρεση του κατάλληλου τρόπου εξωτερίκευσης των συναισθημάτων, της διάθεσης και της προσωπικότητας του πράκτορα, ώστε να είναι ορατά στον εξωτερικό παρατηρητή και ταυτόχρονα να βοηθούν και όχι να δυσκολεύουν την παρακολούθηση και κατανόηση του εκάστοτε σεναρίου.



Από της αρχές εμφάνισης του τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης, στόχος των επιστημόνων ήταν η επίτευξη της αληθοφάνειας. Δηλαδή η δημιουργία Ευφυών Εικονικών Πρακτόρων (Artificial Intelligent Agents) οι οποίοι θα προσομοίωναν στο μέγιστο την ανθρώπινη συμπεριφορά. Ο στόχος αυτός επετεύχθη εν μέρει, με τη δημιουργία πρακτόρων οι οποίοι ενεργούν παρόμοια με τον τρόπο που θα ενεργούσε ένας άνθρωπος, ίσως και με καλύτερη απόδοση, σε διάφορες πρακτικές καταστάσεις, όπως για παράδειγμα: εύρεση εξόδου σε λαβύρινθο, μετακίνηση με συγκεκριμένο τρόπο από μια περιοχή σε μία άλλη κοκ.

Από νωρίς βέβαια, οι επιστήμονες διαπίστωσαν ότι για την επίτευξη της αληθοφάνειας, εκτός από τη λογική, η οποία είχε ήδη συμπεριληφθεί στους πράκτορες ώστε να προσομοιώνει τον ανθρώπινο εγκέφαλο, σπουδαίο ρόλο παίζουν και τα συναισθήματα. Είναι ευρέως γνωστό ότι ο άνθρωπος είναι συναισθηματικό ον. Αυτό σημαίνει ότι εξωτερικά ερεθίσματα μεταβάλλουν τη συναισθηματική του κατάσταση, δημιουργούν δηλαδή τα ανάλογα συναισθήματα, και η μετέπειτα συμπεριφορά του επηρεάζεται κατά κύριο λόγο από αυτά. Συνεπώς, για την ολοκληρωμένη επίτευξη της αληθοφάνειας, κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία Συναισθηματικών Ευφυών Εικονικών Πρακτόρων (Emotional Artificial Intelligent Agents).

Υπάρχουν διάφορες θεωρίες συναισθημάτων, οι οποίες όμως είναι πολύπλοκες και δυσνόητες, για κάποιον που δεν ασχολείται με τον τομέα της Συναισθηματικής Ψυχολογίας. Επιπλέον, λόγω του γεγονότος ότι οι συγκεκριμένες θεωρίες, παρ' όλο που αναλύουν εις βάθος τη θεωρία, είναι μη μετρήσιμες, καθίσταται δύσκολη έως αδύνατη η παραμετροποίησή τους, ώστε να βρουν εφαρμογή στον τομέα των Ευφύων Εικονικών Πρακτόρων. Συνεπώς, για την διεύρυνση των εφαρμογών των Θεωριών Συναισθημάτων πέρα από τον τομέα της Ψυχολογίας, κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία μιας Συναισθηματικής Θεωρίας νέου τύπου, ή οποία θα διατηρεί όλα τα χαρακτηριστικά των μη υπολογιστικών Θεωριών Συναισθημάτων και ταυτόχρονα θα είναι μετρήσιμη και παραμετροποιήσιμη (Marsella et al., 2010).

□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□ (Computational Emotion theory)

Η Υπολογιστική Θεωρία Συναισθημάτων είναι το αποτέλεσμα συνεργασίας μεταξύ Συναισθηματικής Ψυχολογίας και Υπολογιστικής Επιστήμης. Έχει αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι μετρήσιμη και να επιτρέπει την παραμετροποίηση. Τα πλεονεκτήματά της είναι από τη μία ότι διευκολύνει την κατανόηση των πολύπλοκων συναισθηματικών εννοιών για κάποιον εκτός του τομέα της Συναισθηματικής Ψυχολογίας και από την άλλη ότι καθιστά δυνατή τη μελέτη, εκτίμηση και σύγκριση των διαφόρων υπολογιστικών θεωριών και μοντέλων συναισθημάτων (Marsella et al., 2010).

Η Υπολογιστική Θεωρία Συναισθημάτων βρίσκει εφαρμογές σε ποικίλους τομείς, όπως είναι ο τομέας της Ψυχολογικής έρευνας, της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου Υπολογιστή και ασφαλώς της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Ρομποτικής.

Για την καλύτερη μελέτη και κατανόηση των ανθρωπίνων συναισθημάτων γεννήθηκαν ποικίλες Υπολογιστικές Θεωρίες και Μοντέλα Συναισθημάτων (Computational Emotional Theories / Models), οι αντιπροσωπευτικότερες των οποίων παρουσιάζονται στη συνέχεια της παρούσας ενότητας. Οι κύριες διακρίσεις των θεωριών και μοντέλων συναισθημάτων είναι τέσσερις:

1. βασιζόμενα στη θεωρία Αποτίμησης (Appraisal Theory),
2. βασιζόμενα σε θεωρίες Διαστάσεων (Dimensional Theories) και
3. βασιζόμενα σε θεωρίες Αποτίμησης και Διαστάσεων (Appraisal & Dimensional theories)
4. βασιζόμενα σε Φυσιολογικές / Ανατομικές θεωρίες (Anatomical theories)

Οι συναισθηματικές θεωρίες της τρίτης κατηγορίας, όπως υποδεικνύει και η αντίστοιχη ονομασία, συνδυάζουν στοιχεία των θεωριών που ανήκουν στις δύο προηγούμενες κατηγορίες.

□□□□□□□□ □□□ □□□ □□□ □□□□□□□□ (Appraisal theory)

Η θεωρία Αποτίμησης (Appraisal theory) είναι η κυρίαρχη και πιο αποδοτική μεταξύ των ψυχολογικών θεωριών που αφορούν τα συναισθήματα. Δίνει έμφαση στο συναίσθημα (emotion) και τη γνώση (cognition), ερμηνεύοντας τη μεταξύ τους σχέση. Πήρε το όνομά της από τον τρόπο που αντιλαμβάνεται τα συναισθήματα, δηλαδή ως απόρροια υποκειμενικών εκτιμήσεων (αποτιμήσεων) διαφόρων γεγονότων, οι οποίες προκαλούν διαφορετικές αντιδράσεις σε κάθε άτομο. Ο χαρακτηρισμός των εκτιμήσεων ως «υποκειμενικές» δεν είναι τυχαίος, αλλά αναφέρεται στο ότι κάθε άτομο αξιολογεί ένα γεγονός σύμφωνα με τις πεποιθήσεις (beliefs),

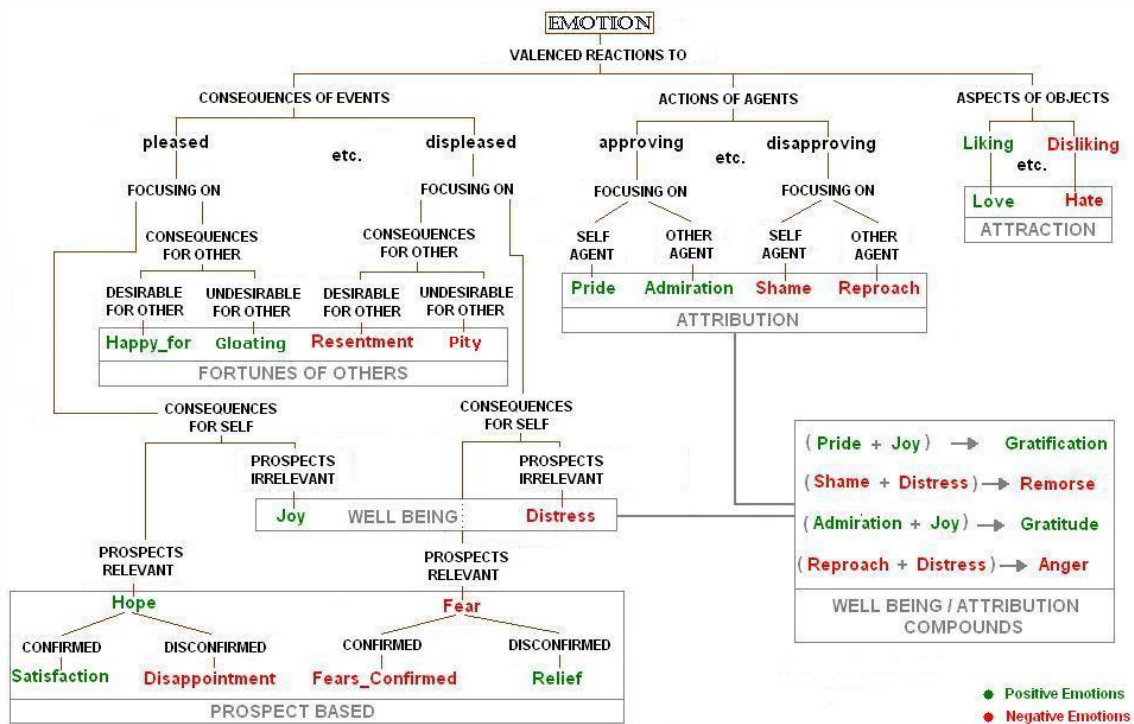
επιθυμίες (desires) και προθέσεις (intentions) του. Βασική αρχή δηλαδή της θεωρίας Αποτίμησης είναι ότι τα συναισθήματα, προκύπτουν από την εκτίμηση της σχέσης μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος (Marsella et al., 2010).

OCC model

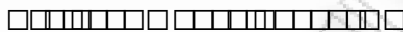
Το δημοφιλέστερο μοντέλο συναισθημάτων, όχι μόνο στην κατηγορία των βασιζόμενων στη θεωρία αποτίμησης (appraisal theory), αλλά και γενικότερα στο χώρο των επιστημόνων πληροφορικής που έχουν ως αντικείμενο τη μοντελοποίηση ή τη λογική (εκλογίκευση) των συναισθημάτων, είναι αυτό που προτάθηκε από τους Ortony, Clore και Collins το 1988 και πήρε το όνομά του από τα αρχικά τους: OCC (Steunebrink et al., 2009). Το μοντέλο OCC θεωρεί ότι η αποτίμηση (appraisal), η οποία μεταφράζεται ως η υποκειμενική αξιολόγηση ενός γεγονότος, σύμφωνα με τους στόχους, τα πρότυπα σύγκρισης (standards) και τις πεπειθήσεις του συγκεκριμένου χαρακτήρα, έχει ως αποτέλεσμα ένα ορισμένο σύνολο από ποιοτικά διαφορετικά συναισθήματα (Enz et al., 2009). Ανάλογα με τη σημαντικότητα του εκάστοτε γεγονότος ορίζεται μια μεταβλητή έντασης (intensity), η οποία διαμορφώνει το μέγεθος επίδρασης του γεγονότος στο χαρακτήρα (Ortony et al., 1988).

□□□□□□□□ □□□□□□□□ **OCC (4 π.π.□□□□ □□□□□□□□π□□□□□□)**

Το μοντέλο OCC ακολουθεί δενδρική ιεραρχία, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 1** (Ortony et al., 1988). Αναγνωρίζει 11 ζευγάρια αντίθετων συναισθημάτων (π.χ. (αγάπη) love ≠ hate (μίσος), (έπαρση) pride ≠ shame (ντροπή)), δηλαδή συνολικά 22 τύπους συναισθημάτων (περικλείονται στα ορθογώνια), τα οποία ομαδοποιεί, ανάλογα με το που αναφέρονται, σε 6 συναισθηματικές κατηγορίες (τίτλος ορθογωνίου). Στη δομή του μοντέλου OCC διακρίνονται τέσσερα επίπεδα κατηγοριοποίησης: Η αρχική κατηγοριοποίηση γίνεται ανάλογα με το αν τα συναισθήματα οφείλονται σε συνέπειες γεγονότων, πράξεις πρακτόρων ή πτυχές αντικειμένων. Στην τρίτη κατηγορία συναισθημάτων (πτυχές αντικειμένων) δεν πραγματοποιείται περαιτέρω διαχωρισμός. Αντίθετα, οι δύο πρώτες κατηγορίες υπόκεινται σε περαιτέρω κατηγοριοποίηση. Έτσι, σε δεύτερο επίπεδο, ο διαχωρισμός των συναισθημάτων που οφείλονται σε συνέπειες γεγονότων ή πράξεις πρακτόρων, γίνεται σύμφωνα με το αν η εστίαση είναι στον ίδιο ή σε άλλο πράκτορα. Σε αυτό το σημείο τερματίζεται και η κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων της δεύτερης ομάδας (πράξεις πρακτόρων). Αν η εστίαση είναι στις συνέπειες για κάποιον άλλο πράκτορα, τότε, σε τρίτο επίπεδο, τα συναισθήματα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το αν οι συνέπειες των γεγονότων είναι επιθυμητές ή ανεπιθυμητές για αυτόν. Από την άλλη, αν η εστίαση είναι στις συνέπειες για τον ίδιο τον πράκτορα, τότε, τα συναισθήματα διαχωρίζονται σύμφωνα με τη σχετικότητα τους ή μη με τις προσδοκίες του. Στην τελευταία περίπτωση ακολουθεί και τέταρτο επίπεδο κατηγοριοποίησης, στο οποίο, αν τα συναισθήματα είναι σχετικά με τις προσδοκίες του πράκτορα, τότε διαχωρίζονται περαιτέρω, σε αυτά που επιβεβαιώνουν ή διαψεύδουν τις προσδοκίες του. Τα συναισθήματα που είναι άσχετα με τις προσδοκίες του πράκτορα, δεν μεταβαίνουν σε επιπλέον επίπεδο ταξινόμησης, αλλά συνδυάζονται με τα συναισθήματα που προέκυψαν από τις πράξεις του ίδιου ή άλλων πρακτόρων, προκαλώντας σύνθετου τύπου συναισθήματα (π.χ. gratitude (ευγνωμοσύνη), anger (θυμός)).



Εικόνα 1: Κατηγοριοποίηση τύπων συναισθημάτων στο μοντέλο OCC



Κάθε ένας από τους 22 τύπους συναισθημάτων που ορίζεται στο μοντέλο OCC συνοδεύεται από αναλυτική περιγραφή (ερμηνεία τύπου συναισθήματος, σημάδια ένδειξης ύπαρξής του, μεταβλητές που επηρεάζουν την έντασή του) και παρουσίαση (χαρακτηριστικό παράδειγμα), ώστε να αποφευχθούν οι παρερμηνείες. Στην **Εικόνα 2** είναι συγκεντρωμένες οι περιγραφές όλων των τύπων συναισθημάτων.

Joy: (pleased about) a desirable event Distress: (displeased about) an undesirable event Happy-for: (pleased about) an event presumed to be desirable for someone else Pity: (displeased about) an event presumed to be undesirable for someone else Gloating: (pleased about) an event presumed to be undesirable for someone else Resentment: (displeased about) an event presumed to be desirable for someone else Hope: (pleased about) the prospect of a desirable event Fear: (displeased about) the prospect of an undesirable event Satisfaction: (pleased about) the confirmation of the prospect of a desirable event Fears-confirmed: (displeased about) the confirmation of the prospect of an undesirable event Relief: (pleased about) the disconfirmation of the prospect of an undesirable event Disappointment: (displeased about) the disconfirmation of the prospect of a desirable event Pride: (approving of) one's own praiseworthy action Shame: (disapproving of) one's own blameworthy action Admiration: (approving of) someone else's praiseworthy action Reproach: (disapproving of) someone else's blameworthy action Gratification: (approving of) one's own praiseworthy action and (being pleased about) the related desirable event Remorse: (disapproving of) one's own blameworthy action and (being displeased about) the related undesirable event Gratitude: (approving of) someone else's praiseworthy action and (being pleased about) the related desirable event Anger: (disapproving of) someone else's blameworthy action and (being displeased about) the related undesirable event Love: (liking) an appealing object Hate: (disliking) an unappealing object
--

Εικόνα 2: Περιγραφή τύπων συναισθημάτων μοντέλου OCC

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (Intensity)

Σε όσον αφορά τον επηρεασμό της έντασης των συναισθημάτων, οι Ortony, Clore και Collins έχουν καθορίσει ένα σύνολο τοπικών και γενικών μεταβλητών. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι τέσσερις γενικές μεταβλητές επηρεασμού της έντασης των συναισθημάτων (global intensity variables), οι οποίες ισχύουν για το σύνολο του μοντέλου OCC και είναι: α). αίσθηση της πραγματικότητας (sense of reality), β). εγγύτητα (proximity), γ). μη προσδοκώμενο (unexpectedness) και δ). αφύπνιση (arousal) (Ruebenstrunk, 1998).

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ OCC

Το μοντέλο OCC όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, αποδεικνύεται εξαιρετικά χρήσιμο για τη μοντελοποίηση πρακτόρων με δυνατότητα έκφρασης συναισθημάτων (Ortony et al., 1988). Τα στοιχεία που το κάνουν να ξεχωρίζει είναι η ξεκάθαρη ταξινόμηση των τύπων συναισθημάτων, οι περιεκτικές περιγραφές των συνθηκών που προκαλούν τα συναισθήματα και οι καλά μελετημένες και σχετικά απλές στην υλοποίηση έννοιες που ενσωματώνει (Steunebrink et al., 2010). Το συγκεκριμένο μοντέλο αποτέλεσε τη βάση για περαιτέρω έρευνα στον τομέα της συναισθηματικής υπολογιστικής (affective computing) και έδωσε έναυσμα για την ανάπτυξη μεταγενέστερων μοντέλων συναισθημάτων (Ortony et al., 1988). Παρ' όλα αυτά, στην προσπάθειά του να συμπεριλάβει όσο το δυνατόν περισσότερους τύπους συναισθημάτων, ώστε να περιγράψει με μεγάλη λεπτομέρεια τη συναισθηματική κατάσταση των χαρακτήρων, το μοντέλο OCC υστερεί σε λειτουργικότητα. Οι περισσότερες, αν όχι όλες οι εφαρμογές εικονικών πρακτόρων με συναισθήματα απαιτούν μικρότερο εύρος τύπων συναισθημάτων, ώστε να μειώσουν την πολυπλοκότητα, συνεπώς, μεγάλο μέρος της δομής του μοντέλου μένει ανεκμετάλλευτο. Έτσι, καθώς το μοντέλο των Ortony, Clore και Collins κρίνεται εξαιρετικά πολύπλοκο και δύσχρηστο, συνήθως χρησιμοποιούνται απλοποιήσεις του για εφαρμογή σε εικονικούς συναισθηματικούς πράκτορες (Enz et al., 2009) (Steunebrink et al., 2009). Ακόμα και ο ίδιος ο Ortony αναγνώρισε το μέγεθος της πολυπλοκότητας του μοντέλου OCC και πρότεινε μια απλοποίησή του, στην οποία συμπεριλαμβάνονται μόνο 5 θετικά (χαρά, ελπίδα, ανακούφιση, ευγνωμοσύνη, αγάπη) και 5 αρνητικά (άγχος, φόβος, απογοήτευση, θυμός, μίσος) συναισθήματα (Bartneck, 2002). Επιπρόσθετα αδύναμα σημεία του μοντέλου OCC είναι η απουσία του χαρακτηριστικού της προσωπικότητας, η μη ύπαρξη ιστορικού συναισθημάτων (δηλαδή, για την έκφραση μιας συναισθηματικής κατάστασης δε λαμβάνονται υπόψη τα συναισθήματα που προηγήθηκαν), καθώς και η έλλειψη αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφορετικών τύπων συναισθημάτων (Bartneck, 2002). Έτσι, για πλήρεις εφαρμογές συναισθηματικής υπολογιστικής, το μοντέλο OCC χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με κατάλληλα μοντέλα, τα οποία καλύπτουν τα προαναφερθέντα κενά.

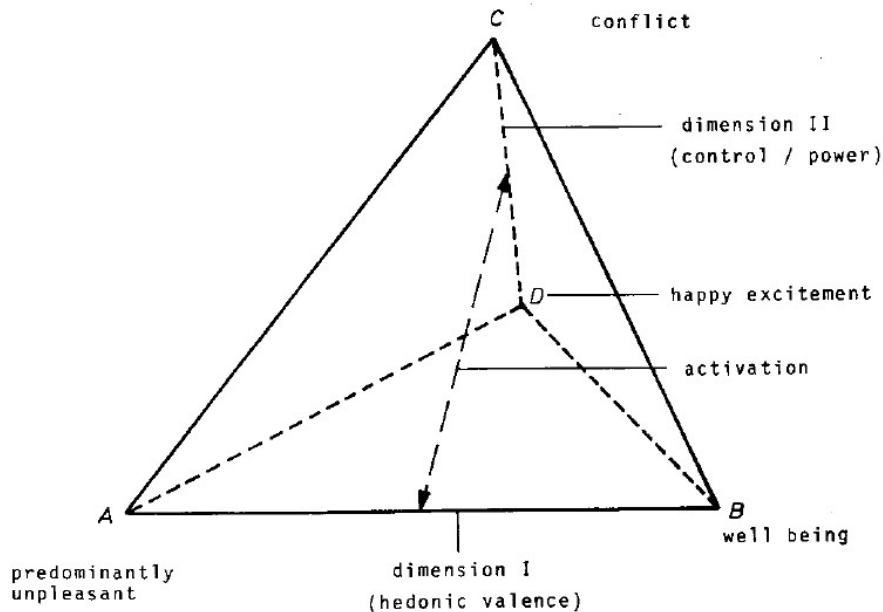
Scherer theory

Μια άλλη θεωρία αποτίμησης συναισθημάτων (appraisal theory) που αξίζει να αναφερθεί είναι αυτή του Klaus Scherer (1988). Το Component Process Model (CPM), όπως αυτό ονομάζεται, ερμηνεύει τη θεωρία αποτίμησης ως μια διαδικασία πολυεπίπεδου ακολουθιακού ελέγχου και τα συναισθήματα ως το συγχρονισμό πολλών διαφορετικών γνωστικών και ψυχολογικών συστατικών (Scherer, 2001). Συνεπώς, μέσω της θεωρίας συναισθημάτων που ανέπτυξε, ο Scherer προσπαθεί να εξηγήσει τη διαφοροποίηση των συναισθηματικών καταστάσεων ως αποτέλεσμα μιας ακολουθίας ελέγχων, εξειδικευμένων στην εκτίμηση των ερεθισμάτων. Επιπρόσθετα, κάνει προβλέψεις που αφορούν το επόμενο μοτίβο αντίδρασης σε αρκετά σχετικά με τον οργανισμό υποσυστήματα (Scherer, 2001). Μέχρι τώρα,

το συγκεκριμένο μοντέλο έχει υποστηριχθεί από αρκετές εμπειρικές μελέτες (Ruebenstrunk, 1998).

□□□□□□□□□□

Το μοντέλο του Scherer υποστηρίζει ότι η αποτίμηση γίνεται σε ένα συνεχόμενο φάσμα. Εντός του φάσματος εντοπίζονται ενδιάμεσα σημεία, τα οποία συμβολίζουν διακριτά συναισθηματικά σημεία, που προέκυψαν από την αποτίμηση και σχετίζονται θετικά με αυτή. Συγκεκριμένα, οι Gehm και Scherer, το 1988, πρότειναν ένα τετράεδρο, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3**, το οποίο αποτελείται από δύο διαστάσεις: σθένος ηδονής (hedonic valence) και έλεγχος/δύναμη (control/power) και μία τρίτη διάσταση ενεργοποίησης (activation), η οποία συνενώνει τις δύο προηγούμενες (Gehm & Scherer, 1988).



Εικόνα 3: Τετράεδρο αναπαράστασης συναισθημάτων του Scherer

Ο Scherer είναι αντίθετος με την κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων, χαρακτηρίζοντας την ως άτεχνο και άδικο περιορισμό των ποικίλων και πολυεπίπεδων συναισθηματικών εμπειριών. Προτείνει τον ορισμό διακριτών συναισθηματικών κατηγοριών (π.χ. χαρά, λύπη κοκ), με τις διάφορες ποικιλίες, τα στυλ και τα επίπεδα τους να προσδιορίζονται από τα συνεχόμενα μοντέλα συναισθημάτων (Scherer, 2001).

Έτσι, ο Scherer περιγράφει τα συναισθήματα ως έναν εξελισσόμενο, ψυχογενετικά συνεχή μηχανισμό, ο οποίος επιτρέπει ευέλικτη προσαρμογή στα απρόοπτα ενδεχόμενα του περιβάλλοντος. Διαχωρίζει το ερέθισμα από την αντίδραση, δημιουργώντας έτσι μια λανθάνουσα, αδρανή περίοδο μεταξύ τους, βελτιστοποιώντας κατ' αυτό τον τρόπο την αντίδραση. Επιπλέον, δεν είναι η μοναδική θεωρία που υποστηρίζει ότι το συναίσθημα αλληλεπιδρά με παλαιότερους ψυχογενετικά μηχανισμούς αντίδρασης, όπως είναι τα αντανακλαστικά και τα σταθερά μοτίβα ενεργειών (Scherer, 2001).

□□□□□□□□□□ □□□□□□□□

Γενικά, στο μοντέλο του Scherer, η συναισθηματική διαδικασία αντιμετωπίζεται ως σύστημα, όπου τα συναισθήματα προκύπτουν έπειτα από μια πολύπλοκη ακολουθία ενδιάμεσων εκτιμήσεων (Fellous, 2007). Στο σύστημα αυτό λαμβάνουν μέρος πέντε λειτουργικά

επεξεργασία, αφού, θεωρητικά, όλα τα είδη ελέγχων εκτελούνται ταυτόχρονα (Scherer, 2001). Διακρίνονται πέντε ουσιαστικοί και πλήρεις SECs, οι τέσσερις από τους οποίους υποδιαιρούνται σε περεταίρω υπό-ελέγχους (Ruebenstrunk, 1998):

Όνομασία ελέγχου	Περιεχόμενο ελέγχου	Υπό-έλεγχοι
Καινοτομίας (novelty check)	Αποφασίζει εάν έχουν μεταβληθεί εσωτερικά ή εξωτερικά ερεθίσματα	Αιφνιδιασμού (suddenness) Εμπιστοσύνης (confidence) Προβλεψιμότητας (predictability)
Εγγενούς Ευχαρίστησης (intrinsic pleasantness)	Καθορίζει αν το θέαμα είναι ευχάριστο ή δυσάρεστο και προκαλεί κατάλληλες τάσεις προσέγγισης ή αποφυγής	-
Σπουδαιότητας Στόχου (goal significance)	Αποφασίζει εάν το γεγονός υποστηρίζει ή εμποδίζει του στόχους του ατόμου	Σχετικότητας με το στόχο (goal relevance) Πιθανότητας αποτελέσματος (probability of result) Προσδοκίας (expectation) Υποστήριξης του χαρακτήρα (support character) Επιτακτικότητας (urgency)
Ενδεχομένου Επιτυχούς Αντιμετώπισης (coping potential)	Καθορίζει σε τι βαθμό το άτομο πιστεύει ότι έχει τα γεγονότα υπό έλεγχο	Πράκτορα (agent) Κινήτρου (motive) Ελέγχου (control) Δύναμης (power) Προσαρμοστικότητας (adaptability)
Συμβατότητας (compatibility)	Συγκρίνει το γεγονός με εσωτερικά και εξωτερικά κριτήρια (πρότυπα)	Εξωτερικότητας (externality) Εσωτερικότητας (internality)

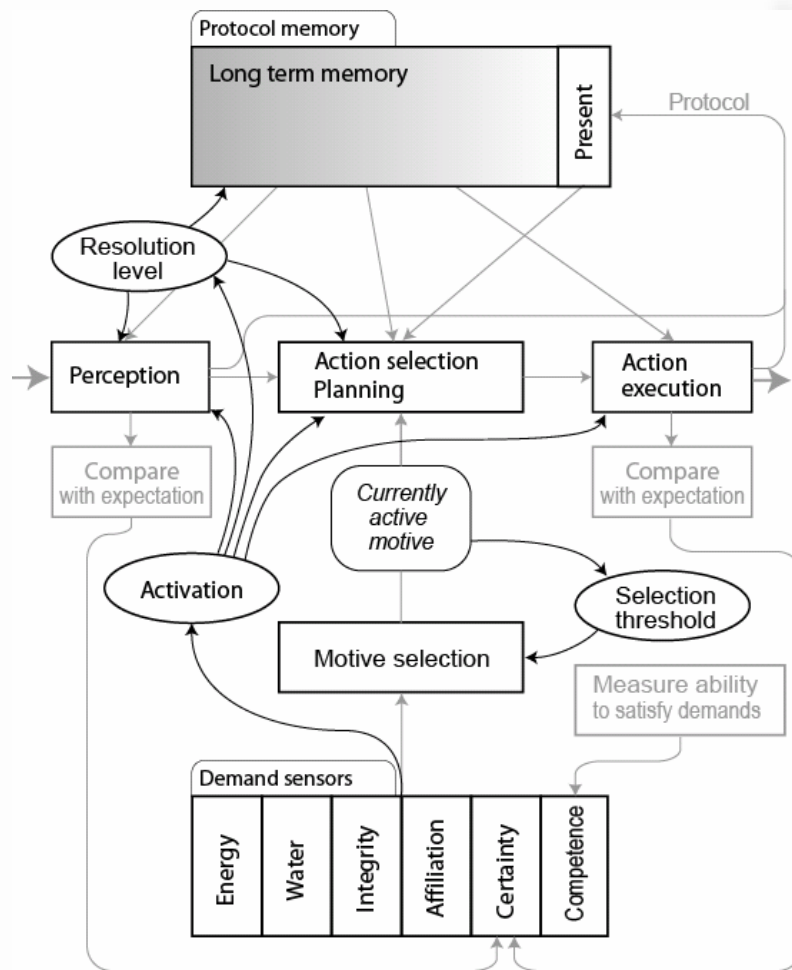
Πίνακας 2: Έλεγχοι εκτίμησης ερεθίσματος (SECs) του μοντέλου Scherer

Το μοντέλο αξιολόγησης συναισθήματος που ανέπτυξε ο Scherer υποστηρίζει ότι κάθε συναίσθημα είναι δυνατό να προκύψει έπειτα από συνδυασμό των SECs και των υπό-ελέγχων που παρουσιάστηκαν παραπάνω (Ruebenstrunk, 1998).

PSI Model

Το PSI είναι ένα γενικής χρήσης μοντέλο, το οποίο δημιουργήθηκε από τον Dietrich Dörner, και αναφέρεται στην ανθρώπινη ψυχική λειτουργία (Enz et al., 2009). Αποτελεί μια προσπάθεια δημιουργίας ενός δεσμού σώματος-μυαλού για εικονικούς πράκτορες, και στοχεύει στην επιτυχή ενσωμάτωση γνωστικών διαδικασιών, συναισθημάτων και κινήτρου (Aylett, 2004). Η αρχιτεκτονική PSI (Εικόνα 4, (Bach, 2006)) εντάσσεται στη γενικότερη ψυχολογική έρευνα (Dörner et Starker, 2004) και περιγράφει το πώς η γνώση, το κίνητρο και το συναίσθημα ενσωματώνονται για τη ρύθμιση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, σε πολύπλοκους και δυναμικούς τομείς της πραγματικότητας (Aylett, 2004). Συγκεκριμένα, επιτρέπει τη

μοντελοποίηση ψυχικών διαδικασιών, αντίληψης, συναισθήματος, κινήτρου και δράσης, μέσω ενός μοντέλου κανονισμού δράσης ("action regulation") (Enz et al., 2009).



Εικόνα 4: Αρχιτεκτονική Μοντέλου PSI

Το μοντέλο PSI μπορεί να αγνοεί την αναγνώριση και ταξινόμηση των συναισθημάτων, αλλά καλύπτει θέματα όπως οι συγκινήσεις, δηλαδή οι έντονες αντιδράσεις σε συγκεκριμένα γεγονότα, οι διαθέσεις, οι οποίες επιδρούν στη γνωστική διαδικασία, οι συναισθηματικές μεταβολές, οι οποίες επηρεάζουν την επιλογή δράσης, και τέλος η συναισθηματική έκφραση (Bach, 2006). Έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε διαφορετικές προσομοιώσεις εικονικών πρακτόρων και διαφορετικά είδη περιβαλλόντων και έχει αποδειχθεί μια πολλά υποσχόμενη θεωρία για τη δημιουργία βιολογικά αληθοφανών πρακτόρων (Aylett, 2004).

□□□□□□□□□□

Οι βασικές αρχές της θεωρίας PSI συνοψίζονται στο κίνητρο, τον κανονισμό δράσης και το συναίσθημα. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι το κίνητρο και το συναίσθημα θεωρούνται διεργασίες πληροφοριών και γενικότερα υπολογισμοί (Dörner et Starker, 2004). Ακολουθεί σύντομη παρουσίαση των προαναφερθέντων αρχών.

□□□□□□□□

Η συμπεριφορά ενός ατόμου θεωρείται καθοδηγούμενη από κάποιες βασικές ανάγκες, σύμφωνα με τις οποίες διαμορφώνονται και οι αντίστοιχες προθέσεις του. Οι ανάγκες αυτές κατατάσσονται σε πέντε βασικές κατηγορίες:

- Ανάγκες διατήρησης της ύπαρξης (π.χ. φαγητό, νερό)
- Ανάγκες διατήρησης του είδους (π.χ. σεξουαλικότητα)
- Ανάγκη για δεσμό (π.χ. ανάγκη του να ανήκει κάποιος σε μια ομάδα)
- Ανάγκη για βεβαιότητα/σιγουριά/σταθερότητα (certainty) (π.χ. προβλεψιμότητα των γεγονότων και των συνεπειών τους)
- Ανάγκη για επάρκεια (competence) (π.χ. δυνατότητα του να φέρνει κάποιος εις πέρας προβλήματα και αποστολές, τα οποία ικανοποιούν τις ανάγκες του)

Αρχικά, καθορίζεται για κάθε ανάγκη ένα συγκεκριμένο επίπεδο, και τυχών απόκλιση από το επίπεδο αυτό μεταφράζεται ως ισχύς της ανάγκης. Έτσι, μια ανάγκη αυξάνεται μέσω δραστηριοτήτων του πράκτορα κατά μήκος του χρόνου, και μειώνεται μέσω πράξεων που ικανοποιούν τη συγκεκριμένη ανάγκη.

Η τρέχουσα κατάσταση των βασικών αναγκών οδηγεί στον υπολογισμό των αντίστοιχων προθέσεων (Dörner et Starker, 2004). Οι ανταγωνιζόμενες μεταξύ τους προθέσεις διαθέτουν ένα μέτρο έντασης, το οποίο κυμαίνεται ανάλογα με την πιθανότητα επιτυχίας, η οποία προέρχεται από προηγούμενες εμπειρίες και την αναγκαιότητα εκπλήρωσης της εκάστοτε ανάγκης (Enz et al., 2009). Επιπλέον πληροφορίες για το στόχο προσδίδουν μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό της έντασης της κάθε πρόθεσης, ο οποίος δίνεται από τον τύπο:

$$\text{Πρόθεση} = \Sigma (\text{ανάγκες} * \text{στόχος}) * \text{πιθανότητα επιτυχίας} * \text{επιτακτικότητα}$$

□□□□□□□□□□□□□□□□

Οι προθέσεις αποθηκεύονται στη μνήμη, όπου ανταγωνίζονται η μία με την άλλη. Η πρόθεση που τελικά επιλέγεται (η επιλογή γίνεται με βάση τον τύπο έντασής της, που παρουσιάστηκε παραπάνω) δίνει έναυσμα για επιλογή ενέργειας και εκτέλεση. Σε όσον αφορά την προτεραιότητα των ενεργειών, αρχικά εκτελούνται οι αυτόματες («μηχανικές») και εξαιρετικά τελεουργικές πράξεις. Αν τέτοιου είδους πράξεις δεν είναι διαθέσιμες, τότε λαμβάνουν δράση μηχανισμοί σχεδιασμού, όπως αυτοί που συνδυάζουν νέες ακολουθίες ενεργειών από συνήθεις (οικείες) ενέργειες. Αν ούτε αυτό είναι δυνατό, τότε το σύστημα είτε χρησιμοποιεί τη μέθοδο δοκιμής και σφάλματος (trial and error), είτε εξερευνά το περιβάλλον με στόχο τη συγκέντρωση επιπλέον πληροφοριών (Dörner et Starker, 2004).

□□□□□□□□□□□□□□□□

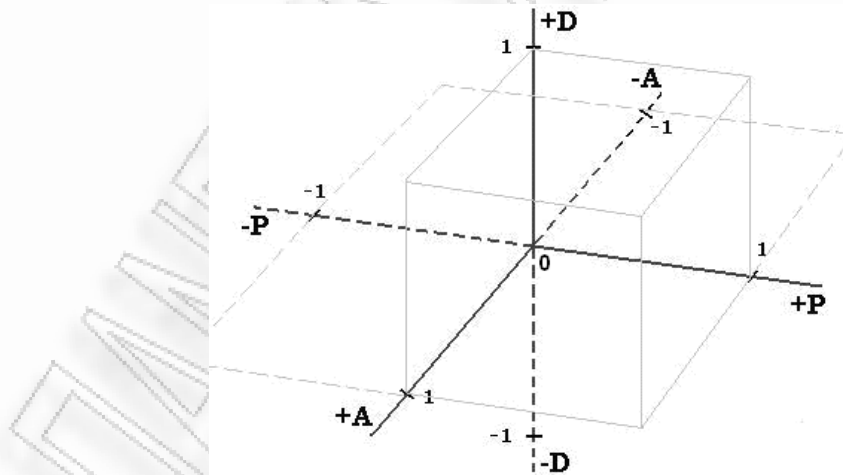
Ένα από τα μοναδικά χαρακτηριστικά της θεωρίας PSI (Enz et al., 2009), το οποίο την ξεχωρίζει από τις συνήθεις θεωρίες του τομέα της γνωστικής ψυχολογίας, έγκειται στην αντίληψη σχετικά με τα συναισθήματα (Aylett, 2004). Η θεωρία PSI ενσωματώνει ένα μοντέλο συναισθημάτων, όχι σαφώς ορισμένων, αλλά αναδυόμενων από μεταβολές στην επεξεργασία πληροφοριών (Enz et al., 2009), δηλαδή στην αντίληψη, την επιλογή δράσης, το σχεδιασμό και την πρόσβαση στη μνήμη (Aylett, 2004). Τα συναισθήματα θεωρούνται έμφυτη αντίδραση του γνωστικού συστήματος στην εμφάνιση συγκεκριμένων συνδυασμών τοπικών και εσωτερικών (υποκινητικών) συνθηκών (Enz et al., 2009), οι οποίοι προκύπτουν έπειτα από αλληλεπίδραση των πρακτόρων με το περιβάλλον (Aylett, 2004). Η αντίδραση των πρακτόρων στο περιβάλλον οδηγεί στη δημιουργία αναμνήσεων, προσδοκιών και άμεσων εκτιμήσεων (Aylett, 2004). Έτσι, τα συναισθήματα χρησιμεύουν στη γρήγορη προσαρμογή του οργανισμού σε μια συγκεκριμένη κατάσταση. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό του συναισθήματος φόβου. Το συγκεκριμένο συναίσθημα δημιουργείται υπό συνθήκες οι οποίες προκαλούν μεγάλη ανάγκη για

συνολική κατάσταση του ατόμου. Στις θεωρίες Διαστάσεων, ο πυρήνας επηρεασμού θεωρείται ως μια συνεχή, χρονικά μεταβαλλόμενη διαδικασία και αναπαριστάται ως ένα σημείο στο δισδιάστατο ή τρισδιάστατο χώρο, το οποίο ωθείται εξαιτίας συγκεκριμένων γεγονότων (Marsella et al., 2010).

PAD Model

Το μοντέλο PAD, το οποίο δημιούργησε ο Mehrabian το 1996, είναι το μόνο γνωστό μοντέλο στην κατηγορία των θεωριών διαστάσεων (Marsella et al., 2010). Ο ίδιος ο δημιουργός του το ονομάζει μοντέλο ψυχοσύνθεσης (PAD Temperament Model) και το χαρακτηρίζει ως ένα σύστημα γενικής περιγραφής, το οποίο στοχεύει στη μελέτη της ψυχοσύνθεσης και της προσωπικότητας (Mehrabian, 1996).

Ο Mehrabian, βασιζόμενος σε στοιχεία που έχει συλλέξει, υποστηρίζει ότι υπάρχουν τρία χαρακτηριστικά, σχεδόν ανεξάρτητα μεταξύ τους, τα οποία μπορούν να περιγράψουν επαρκώς και εύστοχα μια συναισθηματική κατάσταση (Mehrabian, 1996). Τα χαρακτηριστικά αυτά, από τα αρχικά των οποίων προκύπτει και το όνομα του μοντέλου, είναι: ευχαρίστηση (Pleasure), αφύπνιση (Arousal) και κυριαρχία (Dominance). Αυτό που περιγράφουν, με τη σειρά που αναφέρονται, είναι το κατά πόσο η συναισθηματική κατάσταση ενός ατόμου θεωρείται θετική ή αρνητική, το επίπεδο ετοιμότητας στο οποίο βρίσκεται και το κατά πόσο ο ίδιος έχει τον έλεγχο της κατάστασής του (Mehrabian, 1996). Κάθε ένα από αυτά τα χαρακτηριστικά – μαζί με το αντίθετό του – αποτελεί μία διάσταση, δηλαδή έναν άξονα με εύρος από 1 έως -1 (Gebhard, 2005). Το διάστημα από 0 έως 1 αντιστοιχεί στα χαρακτηριστικά που παρουσιάστηκαν παραπάνω (Pleasure (+P), Arousal (+A), Dominance (+D)), ενώ το διάστημα από 0 έως -1 στα αντίθετά τους (Displeasure (-P), Non-arousal (-A), Submissiveness (-D)). Η σύνθεση των τριών αξόνων, σχηματίζει έναν τρισδιάστατο χώρο, ο οποίος ονομάζεται διάστημα PAD (PAD space). Ο τρισδιάστατος αυτός χώρος διαιρείται αυτόματα σε οκτώ όγδοα και παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα με σημειωμένο σε μορφή κύβου το θετικό όγδοο (+P+A+D).



Εικόνα 5: Το Διάστημα PAD με σημειωμένο (σε μορφή κύβου) το θετικό όγδοο (+P+A+D)

Από τη σύνθεση αυτή των αξόνων αυτομάτως προκύπτουν τέσσερις διαθέσεις και οι αντίθετές τους (δηλαδή συνολικά οκτώ), μία σε κάθε όγδοο του τρισδιάστατου χώρου, οι οποίες παρουσιάζονται και περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3):

PAD χαρτο-	Διάθεση	Περιγραφή	PAD χαρτο-	Διάθεση	Περιγραφή
---------------	---------	-----------	---------------	---------	-----------

γράφηση			vs.	γράφηση		
+P+A+D	Exuberant (πρόσχαρος)	Εξωστρεφής, Φιλικός, Χαρούμενος, Κοινωνικός	vs.	-P-A-D	Bored (σε πλήξη)	Μελαγχολικός, Μοναχικός, Εσωστρεφής, Ψυχικά Ανενεργός
+P+A-D	Dependent (εξαρτημένος)	Προσκολλημένος σε άλλους, Ανάγκη από άλλα άτομα και τη βοήθειά τους, Διαπροσωπικά Θετικός και Κοινωνικός	vs.	-P-A+D	Disdainful (καταφρο- νητικός)	Περιφρονητικός, Μοναχικός από επιλογή, Ακοινωνητός, κάποιες φορές Αντικοινωνικός
+P-A+D	Relaxed (χαλαρός)	Άνετος, Ασφαλής, με Αυτοπεποίθηση, Ανεπηρέαστος από το άγχος	vs.	-P+A-D	Anxious (ανήσυχος)	Ανυπόμονος, Νευρικός, Ανασφαλής, σε Υπερένταση, Άτυχος, έχων προδιάθεση αρρώστιας
+P-A-D	Docile (πειθήνιος)	Ευχάριστος, Απαθής, Υπάκουος, Ευάρεστος, Συμβιβαστικός	vs.	-P+A+D	Hostile (εχθρικός)	Θυμωμένος, φορτισμένος με Αρνητικά Συναισθήματα, πιθανά Βίαιος

Πίνακας 3: Οι 8 διαθέσεις του διαστήματος PAD

Για την καλύτερη κατανόηση του πίνακα, παρατίθεται ένα παράδειγμα: Έστω ότι η διάθεση κάποιου χαρακτηρίζεται ως “relaxed” (χαλαρή), τότε, η συναισθηματική του κατάσταση στο διάστημα PAD περιγράφεται ως ευχάριστη (+P), μη αφυπνιστική (-A) και κυριαρχική (+D). Βέβαια, το επίπεδο χαλάρωσης, δηλαδή η ένταση της συγκεκριμένης διάθεσης, εξαρτάται από τις ακριβείς τιμές των τριών χαρακτηριστικών στους άξονες του τρισδιάστατου διαστήματος PAD, και συγκεκριμένα, από την απόσταση των τιμών από το μηδέν, όπου βρίσκεται η τομή των αξόνων.

Για μεγαλύτερη ευκολία στην κατανόηση της έντασης των PAD χαρακτηριστικών χρησιμοποιούνται λεκτικά, έναντι των αριθμητικών τιμών. Αυτό επιτυγχάνεται διαχωρίζοντας τη μεγαλύτερη απόσταση στο κάθε όγδοο, η οποία είναι $\sqrt{3}$, σε τρία υπό-διαστήματα (Gebhard, 2005). Το υπό-διάστημα που βρίσκεται πιο κοντά στο μηδέν χαρακτηρίζει την τιμή ως «ελαφρώς» (slightly), το μεσαίο διάστημα ως «μέτρια» (moderate) και το υπό-διάστημα που βρίσκεται μακρύτερα από το μηδέν, ως «εξαιρετικά» (extremely) (Mehrabian, 1996). Στο μοντέλο PAD, η διάθεση είναι στην ουσία ένα σημείο στον τρισδιάστατο χώρο. Έτσι, μπορεί κατά παρόμοιο τρόπο να αποδοθεί χαρακτηρισμός και στη διάθεση. Για παράδειγμα, εάν οι τιμές των χαρακτηριστικών είναι 0.25 ευχαρίστηση (pleasure), -0.18 αφύπνιση (arousal) και 0.12 κυριαρχία (dominance), δηλαδή όλα στο επίπεδο «ελαφρώς», τότε και η διάθεση του ατόμου χαρακτηρίζεται ελαφρώς χαλαρή (Gebhard, 2005).

□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ (Appraisal and Dimensional theories)

Τα μοντέλα της συγκεκριμένης κατηγορίας, τα σπουδαιότερα εκ των οποίων παρουσιάζονται στην παρούσα ενότητα, βασίζονται τόσο σε θεωρίες Αποτίμησης όσο και σε θεωρίες Διαστάσεων.

ALMA Model

Το ALMA – A Layered Model of Affect, δηλαδή ένα μοντέλο συναισθήματος με διαδοχικά επίπεδα, είναι ένα υπολογιστικό μοντέλο, το οποίο προτάθηκε από τον Patrick Gebhard (2005) και αποτελεί μέρος του έργου VirtualHuman, το οποίο ασχολείται με την ανάπτυξη ανθρωπόμορφων συναισθηματικών εικονικών πρακτόρων με δυνατότητα συνομιλίας (Gebhard, 2005). Χρησιμοποιείται για προσομοίωση σε πραγματικό χρόνο, υποστηρίζοντας αρκετές μεθόδους για την παραγωγή, αλλά και την ανάμειξη διαφορετικών τύπων συναισθημάτων. Ο χαρακτηρισμός του ως “Layered” (διαδοχικών επιπέδων), οφείλεται στην ιεραρχική διαδικασία παραγωγής διαφορετικών τύπων συναισθημάτων που ακολουθεί, η οποία βασίζεται σε ένα είδος γνωστικής εκτίμησης. Το ALMA ενσωματώνει τους τρεις βασικούς τύπους έκφρασης που είναι δυνατό να παρουσιάσει ένας άνθρωπος: συναισθήματα (emotions), διαθέσεις (moods) και προσωπικότητα (personality). Τα συναισθηματικά αυτά χαρακτηριστικά διαφέρουν ως προς τον τρόπο που προκαλούνται, τη χρονική διάρκειά τους, καθώς και το πώς επηρεάζουν τη συμπεριφορά του ατόμου. Ο λόγος για τον οποίο λαμβάνονται υπόψη και τα τρία αυτά χαρακτηριστικά (Gebhard, 2005), και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον τρόπο με τον οποίο αυτά αλληλεπιδρούν (Klesen et Gebhard, 2007), είναι η πληρότητα του μοντέλου, σε μια προσπάθεια να καλυφθούν όλες οι πτυχές των συναισθηματικών εκφράσεων ενός ατόμου. Κύριος στόχος είναι η όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική και φυσική συμπεριφορά των εικονικών πρακτόρων (Gebhard, 2005).

□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□

Τα **συναισθήματα** αποτελούν βραχυπρόθεσμο τύπο έκφρασης, προκαλούνται συνήθως εξαιτίας ενός γεγονότος, πράξης ή αντικειμένου και συνδέονται με αυτό (Gebhard, 2005). Εξωτερικεύονται μέσω των εκφράσεων και της χροιάς (π.χ. κοκκίνισμα) του προσώπου, καθώς και μέσω χειρονομιών κατά τη διάρκεια της συνομιλίας (Klesen et Gebhard, 2007). Μετά την εμφάνισή τους σταδιακά εξασθενούν, ώσπου εξαφανίζονται εντελώς από τις βλέψεις του ατόμου. Οι **διαθέσεις** αντανακλούν μεσοπρόθεσμη έκφραση, είναι δηλαδή μεγαλύτερης διάρκειας σταθερές συναισθηματικές καταστάσεις, με μεγάλη επιρροή στις ανθρώπινες γνωστικές λειτουργίες. Αντίθετα με τα συναισθήματα, οι διαθέσεις δε σχετίζονται με κάποιο συγκεκριμένο γεγονός, ενέργεια ή αντικείμενο, αλλά προκαλούνται υπό άλλες συνθήκες. Στο συγκεκριμένο μοντέλο, γίνεται η παραδοχή ότι τα συναισθήματα ευθύνονται για την αλλαγή των διαθέσεων, έτσι ώστε να απλοποιηθεί η μοντελοποίησή τους. Τέλος, η **προσωπικότητα** αποτελεί μακροπρόθεσμο τύπο έκφρασης και χρησιμοποιείται για τη διάκριση των ατόμων, σε όσον αφορά τα διανοητικά χαρακτηριστικά τους. Δίνει δηλαδή μια γενική εικόνα του χαρακτήρα ενός ατόμου χρησιμοποιώντας ως μέτρο σύγκρισης κάποια γενικά και θεμελιώδη χαρακτηριστικά της προσωπικότητας (Gebhard, 2005).

□□□□□□□□ □□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□□□ **ALMA**

Το μοντέλο ALMA βασίζεται σε γνωστές θεωρίες, οι οποίες περιγράφηκαν σε προηγούμενη ενότητα. Για την υλοποίηση των συναισθημάτων, χρησιμοποιείται το δημοφιλές

μοντέλο συναισθημάτων **OCC**, των Ortony, Clore και Collins. Το μοντέλο αυτό κατηγοριοποιεί τα συναισθήματα, καταλήγοντας σε 22 τύπους συναισθημάτων (βλ. **Εικόνα 1: Κατηγοριοποίηση τύπων συναισθημάτων στο μοντέλο OCC**). Δίνει έμφαση στην εκτίμηση και την ένταση των συναισθημάτων, γι' αυτό το λόγο συνδυάζεται με το μοντέλο προσωπικότητας των πέντε παραγόντων, **Big Five**, το οποίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του υπολογισμού της έντασης των συναισθημάτων. Το Big Five είναι το πιο διαδεδομένο μοντέλο προσωπικότητας, και προδιαγράφει τη γενική συναισθηματική συμπεριφορά μέσω των χαρακτηριστικών: openness (ειλικρίνεια), conscientiousness (ευσυνειδησία), extraversion (εξωστρέφεια), agreeableness (τερπνότητα) και neuroticism (νευρωτικό επίπεδο). Από τα αρχικά των χαρακτηριστικών που μόλις παρουσιάστηκαν, το μοντέλο Big Five είναι γνωστό και ως μοντέλο **OCEAN**. Για τη μοντελοποίηση των διαθέσεων χρησιμοποιείται το τρισδιάστατο διάστημα **PAD**, το οποίο προτάθηκε από τον Mehrabian και περιγράφει τις διαθέσεις μέσω των τριών χαρακτηριστικών που συνθέτουν το όνομά του: Pleasure (ευχαρίστηση), Arousal (αφύπνιση) και Dominance (κυριαρχία) (βλ. **Πίνακας 3: Οι 8 διαθέσεις του διαστήματος PAD**) (Gebhard, 2005).

□□□□□□□□ □□□□□□□□ **(Big Five)** □□□□□□□□□□□□□□ **(OCC)**

Η προσωπικότητα έχει συνήθως ισχυρή επιρροή στην ένταση των συναισθημάτων. Συγκεκριμένα, τα πέντε χαρακτηριστικά διαμόρφωσης προσωπικότητας του μοντέλου Big Five, επηρεάζουν κατά διαφορετικό τρόπο την ένταση των διαφορετικών τύπων συναισθημάτων που ορίζονται από το μοντέλο OCC. Για παράδειγμα, οι εξωστρεφείς χαρακτήρες βιώνουν εντονότερα τα θετικά συναισθήματα, παρά τα αρνητικά. Στο υπολογιστικό μοντέλο συναισθημάτων, με την ονομασία EmotionEngine (που ενσωματώνεται στο μοντέλο ALMA και περιγράφεται αναλυτικότερα στη συνέχεια), για κάθε συναίσθημα ορίζεται και μια βασική ένταση (emotion intensity bias), η οποία αποτελεί και το κατώτερο επίπεδο έντασης. Έτσι, η επίδραση της προσωπικότητας στην ένταση των συναισθημάτων προσομοιώνεται μέσω αύξησης της βασικής τους έντασης. Το μέγεθος της αύξησης είναι διαφορετικό για κάθε συναίσθημα (Klesien et Gebhard, 2007).

□□□□□□□□ □□□□□□□□ **(PAD)** □□□□□□□□□□□□□□ **(Big Five)**

Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζεται ο τρόπος συσχέτισης των τριών χαρακτηριστικών του διαστήματος PAD (Pleasure, Arousal, Dominance) με τους πέντε παράγοντες προσωπικότητας του μοντέλου Big Five (Extraversion, Agreeableness, Neuroticism, Openness και Conscientiousness). Η συγκεκριμένη συσχέτιση, δείχνει ότι ένας χαρακτήρας, ανάλογα με την προσωπικότητά του (μοντέλο Big Five) έχει και μια προκαθορισμένη διάθεση (μοντέλο PAD) (Gebhard, 2005). Οι συναρτήσεις που ορίζουν τη διάθεση σε σχέση με την προσωπικότητα του ατόμου είναι οι ακόλουθες (Mehrabian, 1996b):

$$\text{Pleasure} := 0.21 * \text{Extraversion} + 0.59 * \text{Agreeableness} + 0.19 * \text{Neuroticism}$$

$$\text{Arousal} := 0.15 * \text{Openness} + 0.30 * \text{Agreeableness} - 0.57 * \text{Neuroticism}$$

$$\text{Dominance} := 0.25 * \text{Openness} + 0.17 * \text{Conscientiousness} + 0.60 * \text{Extraversion} - 0.32 * \text{Agreeableness}$$

□□□□□□□□ □□□□□□□□ (PAD) □□□□□□□□□□□□ (OCC)

Αναφέρθηκε ήδη παραπάνω, ότι στο μοντέλο ALMA γίνεται η παραδοχή πως η αλλαγή διάθεσης ενός ατόμου επηρεάζεται από τα συναισθήματα του. Συνεπώς, στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται ο τρόπος συσχέτισης συναισθημάτων και διαθέσεων, δηλαδή των μοντέλων OCC και PAD. Η χαρτογράφηση των συναισθημάτων στον τρισδιάστατο χώρο PAD γίνεται με τον τρόπο που φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα (**Πίνακας 4**) (Mehrabian, 1996b) (Gebhard, 2005). Κάθε συναίσθημα αντιστοιχίζεται σε μία τιμή των αξόνων ευχαρίστησης, αφύπνισης και κυριαρχίας, έτσι ανάλογα με το όγδοο του τρισδιάστατου χώρου στο οποίο καταλήγει το σημείο, προκύπτει και η ανάλογη αλλαγή διάθεσης. Κάποια συναισθήματα ήταν ήδη χαρτογραφημένα από τον Mehrabian, ενώ τα υπολειπόμενα προστέθηκαν από τον Gebhard και τους συνεργάτες του.

Συναίσθημα	Χαρτογράφηση PAD			Όγδοο Διάθεσης
	P	A	D	
Admiration (Θαυμασμός)	0.5	0.3	-0.2	+P+A-D Dependent (Εξαρτημένος)
Gratitude (Ευγνωμοσύνη)	0.4	0.2	-0.3	
Hope (Ελπίδα)	0.2	0.2	-0.1	
Liking (Συμπάθεια)	0.4	0.16	-0.24	
Anger (Θυμός)	-0.51	0.59	0.25	-P+A+D Hostile (Εχθρικός)
Disliking (Αντιπάθεια)	-0.4	0.2	0.1	
Hate (Μίσος)	-0.6	0.6	0.3	
Gloating (Χαιρεκακία)	0.3	-0.3	-0.1	+P-A-D Docile (Πειθήνιος)
Disappointment (Απογοήτευση)	-0.3	0.1	-0.4	-P+A-D Anxious (Ανήσυχος)
Fear (Φόβος)	-0.64	0.6	-0.43	
Remorse (Μετάνοια)	-0.3	0.1	-0.6	
Shame (Ντροπή)	-0.3	0.1	-0.6	
Distress (Θλίψη)	-0.4	-0.2	-0.5	-P-A-D Bored (Σε πλήξη)
Fears Confirmed (Επιβεβαίωση Φόβων)	-0.5	-0.3	-0.7	
Pity (Οίκτος)	-0.4	-0.2	-0.5	
Resentment (Δυσανασχέτηση)	-0.2	-0.3	-0.2	

Gratification (Ευχαρίστηση/Ικανοποίηση)	0.6	0.5	0.4	+P+A+D Exuberant (Πρόσχαρος)
HappyFor (Χαρούμενος για)	0.4	0.2	0.2	
Joy (Χαρά)	0.4	0.2	0.1	
Love (Αγάπη)	0.3	0.1	0.2	
Pride (Περηφάνια)	0.4	0.3	0.3	
Reproach (Επικρίση)	-0.3	-0.1	0.4	-P-A+D Disdainful (Καταφρονητικός)
Relief (Ανακούφιση)	0.2	-0.3	0.4	+P-A+D Relaxed (Χαλαρός)
Satisfaction (Ικανοποίηση)	0.3	-0.2	0.4	

Πίνακας 4: Χαρτογράφηση Συναισθημάτων στο διάστημα PAD

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τους κατασκευαστές του μοντέλου ALMA έγκειται στον τρόπο κατά τον οποίο η ένταση των συναισθημάτων επηρεάζει την αλλαγή της τρέχουσας διάθεσης. Πιο συγκεκριμένα, κάθε διάθεση εξαρτάται από συγκεκριμένα συναισθήματα. Οπότε, όσο περισσότερα από τα συναισθήματα που υποστηρίζουν μια συγκεκριμένη διάθεση βιώνει ένα άτομο, τόσο πιο έντονη γίνεται η διάθεση αυτή. Για παράδειγμα, έστω ότι ένα άτομο είναι σε διάθεση ελαφρώς ανήσυχη και βιώνει γεγονότα που του προκαλούν το αίσθημα του φόβου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της διάθεσής του σε εξαιρετικά ανήσυχη¹ (Gebhard, 2005).

Όμως η σχέση διαθέσεων και συναισθημάτων ισχύει και αντίστροφα, δηλαδή η διάθεση ενός ατόμου μπορεί να επηρεάσει την ένταση των συναισθημάτων του. Αυτό συμβαίνει έμμεσα, αντιστρέφοντας τη σχέση διαθέσεων προσωπικότητας και ξεχωρίζοντας κατ' αυτό τον τρόπο το κυρίαρχο χαρακτηριστικό προσωπικότητας που αντιστοιχεί στην τρέχουσα διάθεση, το οποίο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, επηρεάζει άμεσα την ένταση των συναισθημάτων. Για παράδειγμα, όταν κάποιος είναι σε πρόσχαρη διάθεση, τότε αυξάνεται η ένταση του συναισθήματος της χαράς και μειώνεται η ένταση του συναισθήματος θλίψης. Η συσχέτιση αυτή λαμβάνεται υπόψη και αποτελεί καινοτομία του μοντέλου ALMA (Klesen et Gebhard, 2007).

Pull and Push Mood Change Function - EmotionEngine

Οι αλλαγές διάθεσης υπολογίζονται μέσω μιας συνάρτησης που ονομάζεται “pull and push”, δηλαδή «έλξη και απώθηση». Η συνάρτηση αυτή δέχεται ως είσοδο όλα τα τρέχοντα ενεργά συναισθήματα και προκαλεί ανάλογη μεταβολή της τρέχουσας διάθεσης. Τα συναισθήματα παράγονται με τη βοήθεια της μηχανής παραγωγής συναισθημάτων EmotionEngine, η οποία αποτελεί προηγούμενη δουλειά του Gebhard και των συνεργατών του. Το έναυσμα για την παραγωγή είναι κάθε γεγονός, ενέργεια ή αντικείμενο, το οποίο εκτιμάται

¹ Στο σημείο αυτό εντοπίζεται και η έμμεση επιρροή της προσωπικότητας στη αλλαγή της διάθεσης ενός ατόμου. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η προσωπικότητα διαμορφώνει σε μεγάλο βαθμό την ένταση των συναισθημάτων. Έτσι, αφού η ένταση των συναισθημάτων επηρεάζει άμεσα την αλλαγή της διάθεσης, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η προσωπικότητα να την επηρεάζει έμμεσα.

από την EmotionEngine. Ως αποτέλεσμα παράγεται ένα ενεργό συναίσθημα, με ορισμένη διάρκεια ζωής, αφού εξασθενεί σταδιακά εντός ορισμένου χρονικού διαστήματος (συνήθως του ενός λεπτού). Υπολογίζεται το εικονικό συναισθηματικό κέντρο όλων των τρεχόντων ενεργών συναισθημάτων, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα (**Πίνακας 4**), το οποίο αναπαριστάται από ένα σημείο στον τρισδιάστατο χώρο PAD. Η ένταση του εικονικού συναισθηματικού κέντρου είναι ο μέσος όρος των εντάσεων όλων των ενεργών συναισθημάτων και η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει είναι το 1.0. Αν δεν υπάρχουν ενεργά συναισθήματα, τότε δεν μπορεί να προκύψει και εικονικό συναισθηματικό κέντρο, συνεπώς, η διάθεση μένει αμετάβλητη (Gebhard, 2005).

□□□□□□□□□□□□□□□□ **Pull and Push**

Το εικονικό συναισθηματικό κέντρο δεν αντανακλά άμεσα την αλλαγή της διάθεσης, καθώς μεταπηδά πολύ συχνά από το ένα όγδοο του χώρου PAD στο άλλο. Χρησιμοποιείται όμως από τη συνάρτηση “pull and push” για την προσομοίωση ομαλών και σταθερών αλλαγών διάθεσης. Συγκεκριμένα, λαμβάνοντας ως μέτρο αναφοράς τον τρισδιάστατο χώρο PAD, αν η τρέχουσα διάθεση είναι μεταξύ του μηδενός (δηλαδή του κέντρου των αξόνων) και του εικονικού συναισθηματικού κέντρου, τότε έλκεται προς το συναισθηματικό εικονικό κέντρο (“pull phase” – φάση έλξης) (Gebhard, 2005), αλλάζοντας συνήθως όγδοο διάθεσης (Klesen et Gebhard, 2007). Αντίθετα, αν η τρέχουσα διάθεση βρίσκεται μακρύτερα από το εικονικό συναισθηματικό κέντρο, ή συμπίπτει με αυτό, τότε απωθείται ακόμα παραπέρα, αλλά πάντα μέσα στο ίδιο όγδοο του χώρου PAD (“push phase” – φάση απώθησης²) (Gebhard, 2005). Η ακριβής θέση στην οποία μετακινείται η τρέχουσα διάθεση προσδιορίζεται από τον υπολογισμό του διανύσματος μεταβολής διάθεσης (mood transition vector – MTV) (Klesen et Gebhard, 2007). Η δύναμη με την οποία έλκεται ή απωθείται η τρέχουσα διάθεση εξαρτάται από την ένταση του εικονικού συναισθηματικού κέντρου (Gebhard, 2005).

Μια σημαντική παρατήρηση σε όσον αφορά την πρώτη περίπτωση, όπου η τρέχουσα διάθεση εντοπίζεται μεταξύ εικονικού συναισθηματικού κέντρου και μηδενός, είναι ότι η τρέχουσα διάθεση αρχικά έλκεται από το εικονικό συναισθηματικό κέντρο, και μόλις φτάνει στην ίδια θέση με αυτό, τότε αυτόματα απωθείται ακόμα μακρύτερα. Δηλαδή, στη συγκεκριμένη περίπτωση, εκτελούνται και οι δύο φάσεις της συνάρτησης “pull and push” διαδοχικά (Gebhard, 2005).

Για την απόδοση ευελιξίας στις αλλαγές διάθεσης, ορίζεται ένα χρονικό διάστημα (συνήθως 10 λεπτά), το οποίο απαιτείται για να μετακινηθεί η τρέχουσα διάθεση από ένα όγδοο του διαστήματος PAD σε ένα άλλο, δηλαδή να συμβεί η αλλαγή της διάθεσης. Επιπλέον, προκαθορίζεται μία διάθεση για κάθε χαρακτήρα, στην οποία τείνει να επιστρέφει σταδιακά η τρέχουσα διάθεση, σε χρόνο ανάλογο της μεταξύ τους απόστασης (20 λεπτά για τη μέγιστη απόσταση) (Gebhard, 2005).

□□□□□□□□□□□□□□□□ **ALMA**

Το μοντέλο ALMA απαιτεί δύο φάσεις, ώστε να λειτουργήσει ορθά: την φάση προετοιμασίας (preparation phase) και τη φάση εκτέλεσης (runtime phase).

Φάση Προετοιμασίας (Preparation Phase)

² Η φάση απώθησης (“push phase”) αποδεικνύει το γεγονός που αναφέρθηκε παραπάνω, ότι η διάθεση ενός ατόμου γίνεται πιο έντονη, όσο συμβαίνουν γεγονότα που την ενισχύουν.

Κατά τη **φάση προετοιμασίας** προδιαγράφονται οι γενικές παράμετροι υπολογισμού, οι οποίες καθορίζουν πώς θα παράγονται τα συναισθήματα και οι διαθέσεις (π.χ. παράμετροι εξασθένησης συναισθημάτων), καθώς και τα προφίλ προσωπικότητας, δηλαδή ο ορισμός της προσωπικότητας και οι υποκειμενικοί κανόνες εκτίμησης του περιβάλλοντος, των χαρακτήρων που θα λάβουν μέρος στην προσομοίωση. Οι κανόνες εκτίμησης διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες, οι οποίες δηλώνουν πώς ένας χαρακτήρας εκτιμά: γεγονότα, πράξεις και αντικείμενα που σχετίζονται με αυτόν (Βασικοί κανόνες εκτίμησης), πράξεις δικές του και άλλων (κανόνες εκτίμησης Δράσης), την οπτικοποίηση συναισθημάτων είτε του ίδιου είτε άλλων πρακτόρων (κανόνες Επίδειξης Συναισθήματος) και την οπτικοποίηση της διάθεσής του ίδιου ή άλλων (κανόνες Επίδειξης Διάθεσης). Η όλη διαδικασία γίνεται σε σύνταξη AffectML, μια γλώσσα μοντελοποίησης βασισμένη στην XML, και με τη βοήθεια του εργαλείου CharacterBuilder, το οποίο συμπεριλαμβάνεται στο πακέτο του μοντέλου ALMA (Gebhard, 2005).

Φάση Εκτέλεσης (Runtime Phase)

Στη **φάση εκτέλεσης**, χρησιμοποιούνται οι κανόνες εκτίμησης που ορίστηκαν στην προηγούμενη φάση, ώστε να υπολογιστούν σε πραγματικό χρόνο συναισθήματα και διαθέσεις. Ο υπολογισμός γίνεται περιοδικά (κάθε 500ms), ανανεώνοντας τη συναισθηματική κατάσταση όλων των χαρακτήρων. Συγκεκριμένα, ανάλογα με τους υποκειμενικούς κανόνες εκτίμησης κάθε χαρακτήρα, εκτιμώνται τα αντίστοιχα δεδομένα εισόδου και προκύπτει ένα σύνολο συνθηκών παραγωγής συναισθημάτων, το οποίο χρησιμοποιείται για να ανανεώσει τα συναισθήματα και τη διάθεση του αντίστοιχου χαρακτήρα. Παράλληλα, σε μια γραφική διεπιφάνεια με την ονομασία AffectMonitor, απεικονίζεται η ακριβής εσωτερική κατάσταση του κάθε χαρακτήρα. Για την αναπαράσταση των συναισθηματικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιείται και εδώ η γλώσσα μοντελοποίησης AffectML, την οποία επεξεργάζονται διαδοχικές υπό-μονάδες, υπεύθυνες για τον έλεγχο των γνωστικών διεργασιών και της φυσικής συμπεριφοράς των εικονικών πρακτόρων (Gebhard, 2005).

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ **ALMA**

Η αληθοφάνεια των συναισθημάτων και διαθέσεων που προκύπτουν σύμφωνα με το μοντέλο ALMA επιβεβαιώνεται από μια έρευνα που διεξήχθη από τον Gebhard και τους συνεργάτες του. Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος άνθρωποι διαφόρων ηλικιών, οι οποίοι, αφού παρακολούθησαν διαλόγους μεταξύ εικονικών συναισθηματικών πρακτόρων, βαθμολόγησαν τις συναισθηματικές εκφράσεις τους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, και τα συναισθήματα και οι διαθέσεις κρίθηκαν αληθοφανή (με εξαίρεση τα συναισθήματα φόβου και μίσους και τη διάθεση εξάρτησης (Dependant)), με μεγαλύτερη αληθοφάνεια να προσδίδεται στα συναισθήματα έναντι των διαθέσεων (Klesen et Gebhard, 2007).

WASABI Model

Θέτοντας ως στόχο τη δημιουργία μιας υπολογιστικής αρχιτεκτονικής η οποία θα προσδίδει στους πράκτορες ρεαλιστική συναισθηματική συμπεριφορά, ο Christian Becker-Asano κατασκεύασε το μοντέλο WASABI, από τα αρχικά Affect Simulation for Agents with Believable Interactivity, δηλαδή Προσομοίωση Συναισθήματος για Πράκτορες με Ρεαλιστική Αλληλεπιδραστικότητα. Η αρχιτεκτονική του μοντέλου βασίζεται σε αποδεδειγμένες θεωρίες και εμπειρικά στοιχεία από τον τομέα των συναισθηματικών επιστημών (Becker-Asano, 2008). Συγκεκριμένα, στηρίζεται στις θεωρίες αποτίμησης (appraisal theories) των Ortony, Clore, Collins (OCC model) και Scherer και στο μοντέλο τριών διαστάσεων PAD του Mehrabian (Marsella et al., 2010). Έχει δανειστεί επίσης στοιχεία από τις ανατομικές θεωρίες των Damasio και LeDoux (Becker-Asano, 2008).

□□□□□□□□□□, □□□□□□ □□□□□□ π□□□□□□□

Στο μοντέλο WASABI, τα **συναισθήματα** θεωρούνται απόρροιας πολύπλοκων νευροφυσιολογικών διαδικασιών (δηλαδή διαδικασιών που περιλαμβάνουν τόσο νοητική δραστηριότητα όσο και σωματικές αντιδράσεις), στα οποία προσδίδονται κάποιες λεκτικές ταμπέλες, που από τη φύση τους είναι πολυσήμαντες. Εντοπίζονται μόλις η δραστηριότητά τους ξεπεράσει ένα ορισμένο κατώφλι, χαρακτηρίζονται ως θετικά ή αρνητικά, συνοδεύονται από μια συγκεκριμένη ένταση και εξασθενούν σταδιακά. Ο Becker-Asano ταξινομεί τα συναισθήματα σε κύρια (primary emotions) – θυμός, ενόχληση, πλήξη, συγκέντρωση, (κατά)θλιψη, φόβος, χαρά, λύπη, έκπληξη – και δευτερεύοντα (secondary emotions) – ελπίδα, επιβεβαίωση φόβων και ανακούφιση. Για κάθε ένα από αυτά έχει ορίσει ένα συγκεκριμένο τρόπο χαρτογράφησης στο διάστημα PAD και ανάλογες εκφράσεις προσώπου (Becker-Asano, 2008).

Από την άλλη, η **διάθεση** νοείται ως μια πολύ απλούστερη συναισθηματική κατάσταση που επικρατεί στο υπόβαθρο και είναι αδρανής, μέχρι κάποιος να επικεντρωθεί σε αυτήν. Έχει μεγαλύτερη διάρκεια από τα συναισθήματα, επηρεάζεται από αυτά, αλλά και τα επηρεάζει. Η διάθεση στο μοντέλο WASABI αναπαριστάται ως ακέραια τιμή μεταξύ -100 και +100, δηλαδή ως μια μη διαφοροποιημένη κατάσταση ισχύος (Becker-Asano, 2008).

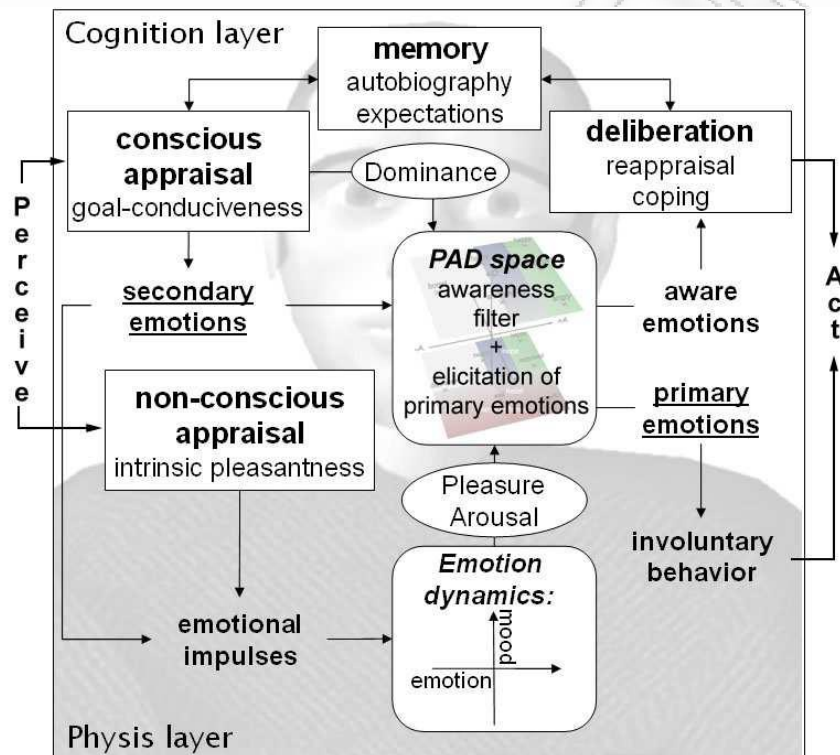
Σε όσον αφορά τα χαρακτηριστικά της **προσωπικότητας**, ερμηνεύονται ως οι στατικές διαρρυθμίσεις ενός χαρακτήρα, σύμφωνα με τις οποίες εκτιμά τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος και αντιδρά περισσότερο ή λιγότερο συναισθηματικά σε αυτά. Για παράδειγμα, αν μια συναισθηματική αντίδραση ενός ατόμου προκαλείται εύκολα, τότε το άτομο αυτό χαρακτηρίζεται ως θερμόαιμο (temperamental). Αντίθετα, κάποιος θεωρείται ληθαργικός (lethargic), ή ακόμα και μη-συναισθηματικός (unemotional), εάν απαιτούνται πολλά συναισθηματικά γεγονότα, ώστε να προκαλέσουν μια συναισθηματική αντίδραση (Becker-Asano, 2008).

□□□□□□□□□□ **WASABI**

Κεντρική ιδέα της αρχιτεκτονικής WASABI είναι ο δισδιάστατος χώρος που ονομάζεται δυναμική των συναισθημάτων (emotion dynamics), και προκύπτει από τη σύνθεση δύο διαστάσεων, μία που αντιπροσωπεύει την ισχύ των συναισθημάτων και μία την ισχύ των διαθέσεων. Οι δύο αυτές διαστάσεις αλληλοεπηρεάζονται, δημιουργώντας μια συνεχώς μεταβαλλόμενη κατάσταση εσωτερικής ισορροπίας, η οποία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ουσιώδης βραχυπρόθεσμη συναισθηματική μνήμη. Κάθε φορά που κάποιο εσωτερικό ή εξωτερικό γεγονός εκτιμάται να έχει συναισθηματικό αντίκτυπο, τότε αυτό μεταφράζεται ως κίνητρο συναισθηματικής ισχύος (emotional impulses), το οποίο εν συνεχεία διαταράσσει την εσωτερική δυναμική των συναισθημάτων. Ταυτόχρονα, η εσωτερική γνωστική λογική (Cognition

layer) αναλύει περαιτέρω το συγκεκριμένο γεγονός, ώστε να αποφασίσει εάν είναι πιθανό ερέθισμα για την παραγωγή συναισθήματος. Η αναπαράσταση των παραγόμενων συναισθημάτων γίνεται στο τρισδιάστατο διάστημα PAD (Becker-Asano et Wachsmuth, 2010).

Η αρχιτεκτονική του μοντέλου WASABI, με το σαφή διαχωρισμό γνωστικού και συναισθηματικό-κινητικού επιπέδου (εδώ με την ονομασία Physis layer), παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 6, (Becker-Asano, 2008)). Σημαντικό στοιχείο, το οποίο διαφοροποιεί τη συγκεκριμένη αρχιτεκτονική από τις συνηθισμένες, είναι η μοντελοποίηση της σωματικής ανάδρασης (Becker-Asano, 2008), η αλληλεπίδραση της οποίας με τις γνωστικές διεργασίες, θεωρείται ότι οδηγεί στην παραγωγή των συναισθημάτων (Becker-Asano et Wachsmuth, 2010).



Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική Μοντέλου WASABI

□□□□□□□□□□

Με το μοντέλο WASABI, ο Becker-Asano κατορθώνει να αυξήσει το ρεαλισμό στην κοινωνική αλληλεπίδραση των πρακτόρων. Το παραγόμενο αποτέλεσμα, φαίνεται πιο ρεαλιστικό, όχι μόνο σε απλούς χρήστες που αλληλεπιδρούν με έναν πράκτορα, αλλά και σε επιστήμονες που σχετίζονται με το χώρο των συναισθημάτων. Το μοντέλο WASABI έχει γερές βάσεις πάνω στους τομείς της γνωστικής επιστήμης, της ψυχολογίας, της νευροβιολογίας και της επιστήμης των υπολογιστών. Από τους τομείς αυτούς ενσωματώνει στοιχεία, έπειτα από διεξαγωγή εμπειριστατωμένης έρευνας, και προσπαθεί να δημιουργήσει ισχυρούς δεσμούς μεταξύ τους (Becker-Asano, 2008). Γενικότερος στόχος της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής είναι από τη μία η προσφορά στην κατανόηση του ανθρώπινου συστήματος παραγωγής συναισθημάτων και από την άλλη η επίδειξη ενός αποτελεσματικού τρόπου αύξησης της συνδιαλεκτικής (συνομιλητικής) ικανότητας των συναισθηματικών πρακτόρων (Becker-Asano et Wachsmuth, 2010).

□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□ / □□□□□□□□ □□□□□□ (**Anatomic Theories**)

Η προσπάθεια αναδόμησης των νευρικών συνδέσμων και διαδικασιών που βρίσκονται κάτω από τις συναισθηματικές αντιδράσεις του οργανισμού οδήγησε στην εμφάνιση των Φυσιολογικών / Ανατομικών θεωριών (Anatomic theories). Αποτελούν ίσως την πιο πολύπλοκη και δυσνόητη κατηγορία θεωριών συναισθημάτων, με κυρίαρχες τις Ανατομικές θεωρίες των Damasio και LeDoux. Οι Ανατομικές θεωρίες αντιλαμβάνονται τα συναισθήματα ως διαφορετικά και διακριτά νευρικά κυκλώματα, συνεπώς δίνουν έμφαση σε διαδικασίες και συστήματα που σχετίζονται με αυτά. Δεν καλύπτουν μεγάλο εύρος συναισθημάτων, όπως τα υπόλοιπα είδη θεωριών, αλλά επικεντρώνονται συνήθως σε ένα συγκεκριμένο συναίσθημα, το οποίο αναλύουν περαιτέρω (Marsella et al., 2010).

Cathexis Model

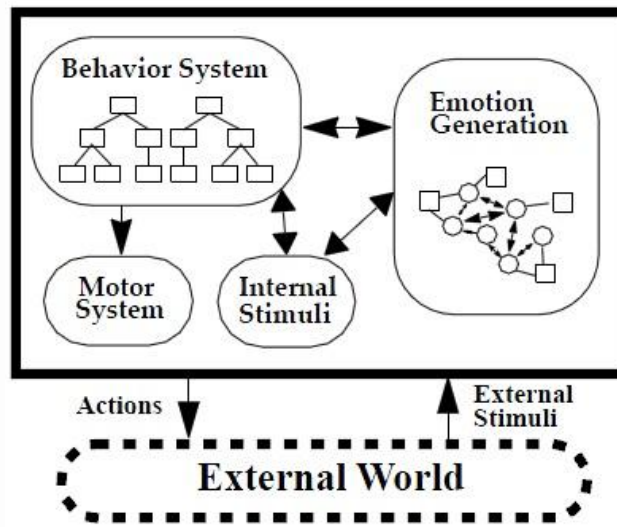
Ένα υπολογιστικό μοντέλο συναισθημάτων, το οποίο βασίζεται σε ανατομικές θεωρίες, όπως αυτές των Damasio και LeDoux, είναι το Cathexis του Velasquez. Το Cathexis αποτελεί ένα καταμεμημένο μοντέλο παραγωγής συναισθημάτων και μελέτης της επίδρασής τους στη συμπεριφορά αυτόνομων πρακτόρων. Συγκεντρώνει στοιχεία από διάφορους τομείς έρευνας, όπως είναι η Ψυχολογία, η Ηθολογία και η Νευροβιολογία. Δημιουργήθηκε ώστε να γεμίσει τα κενά και να διορθώσει τις ατέλειες των μέχρι τότε υπάρχοντων συστημάτων (Velasquez, 1997).

□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□

Το συγκεκριμένο μοντέλο ασχολείται με φλέγοντα θέματα του τομέα δημιουργίας Υπολογιστικών Συναισθηματικών Μοντέλων, όπως είναι: η ανάγκη για μοντέλα εξαρτώμενα από το χρόνο (time-dependent models), τα οποία θα περιλαμβάνουν τα βασικά, αλλά και περισσότερο πολύπλοκα και ανάμεικτα συναισθήματα δυναμικής φύσης, η ανάγκη θεώρησης γνωστικών και μη παραγόντων ενεργοποίησης των συναισθημάτων, η ανάγκη διαφοροποίησης των συναισθημάτων από άλλα συναισθηματικά (affective) φαινόμενα, όπως είναι η διάθεση, και το βασικότερο όλων, η ανάγκη ενός ευέλικτου τρόπου μοντελοποίησης της επιρροής και των αποτελεσμάτων που έχουν τα συναισθήματα στην υποκίνηση και τη συμπεριφορά των πρακτόρων, λαμβάνοντας υπόψη τόσο εκφραστικά όσο και εμπειρικά συστατικά του συναισθήματος (Velasquez, 1997).

□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□

Παρακάτω παρουσιάζεται μια γενική εικόνα της αρχιτεκτονικής του μοντέλου Cathexis (**Εικόνα 7**(Velasquez, 1997))



Εικόνα 7: Αρχιτεκτονική μοντέλου Cathexis

□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□

Το σύστημα Παραγωγής Συναισθημάτων του μοντέλου Cathexis, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη μοντελοποίηση συναισθημάτων, διάθεσης και ιδιοσυγκρασίας/ ψυχοσύνθεσης, διαθέτει αρχιτεκτονική δικτύου, αποτελούμενου από ειδικά συναισθηματικά υποσυστήματα, τα οποία ονομάζονται proto-specialists (από τους “proto-specialist” πράκτορες του Minsky). Κάθε proto-specialist, το οποίο αντιστοιχεί και σε μια διαφορετική οικογένεια βασικών ή πρωτογενών συναισθημάτων (Θυμός, Φόβος, Στενοχώρια/Λύπη, Απόλαυση/Χαρά, Αηδία και Έκπληξη), με τη βοήθεια ειδικών αισθητήρων που διαθέτει, παρακολουθεί εσωτερικά και εξωτερικά ερεθίσματα, προσπαθώντας να εντοπίσει τυχών συνθήκες που προκαλούν το συναίσθημα το οποίο αντιπροσωπεύει. Σε όσον αφορά τους αισθητήρες, διακρίνονται σε γνωστικοί και μη γνωστικοί, αντιστοιχιζόμενοι στα τέσσερα είδη συστημάτων ενεργοποίησης συναισθήματος του Izard (Νευρικό, Αισθητικοκινητικό, Υποκινητικό και Γνωστικό) και έχουν τη δυνατότητα αύξησης ή μείωσης της έντασης του συναισθήματος του proto-specialist στο οποίο ανήκουν (Velasquez, 1997).

Σε κάθε proto-specialist αντιστοιχίζονται δύο τιμές κατωφλιού: α , για τον έλεγχο της ενεργοποίησης (αν η ένταση ξεπεράσει τη συγκεκριμένη τιμή κατωφλιού, τότε το συναίσθημα θεωρείται ενεργό, και απελευθερώνει το σήμα του στους υπόλοιπους proto-specialists, είτε αναστέλλοντας είτε διεγείροντάς τους), και ω , για τον καθορισμό του επιπέδου κορεσμού του συναισθήματος. Επιπλέον, ορίζεται μια συνάρτηση εξασθένησης ($\Psi()$), για τον προσδιορισμό της διάρκειας ενός ενεργού συναισθήματος (Velasquez, 1997).

Τα ειδικά συναισθηματικά υποσυστήματα (proto-specialists) λειτουργούν παράλληλα και ανανεώνουν συνεχώς τις εντάσεις τους, χωρίς όμως να υπερισχύει κάποιος στον έλεγχο του συστήματος. Στην ουσία, είναι δυνατή η συνύπαρξη περισσότερων του ενός συναισθημάτων ταυτόχρονα. Τα ενεργά αυτά βασικά συναισθήματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, και ανάλογα με το επίπεδο έντασης και τις επιρροές τους (εκφραστικές και εμπειρικές) προκαλούνται τα δευτερεύοντα, ανάμεικτα και πολύπλοκα συναισθήματα (Velasquez, 1997).

□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □- □□□□□□□□ □- □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Σύμφωνα με το μοντέλο Cathexis, η διάκριση μεταξύ συναισθημάτων και διαθέσεων γίνεται βάση επιπέδου αφύπνισης. Τα **συναισθήματα** χαρακτηρίζονται από υψηλό επίπεδο αφύπνισης, το οποίο αναστέλλει τη λειτουργία των υπολοίπων proto-specialists, περιορίζοντας

Έπειτα από εκτενή μελέτη των υπολογιστικών μοντέλων και θεωριών συναισθημάτων που περιγράφηκαν στο θεωρητικό τμήμα της παρούσας εργασίας, επιλέχθηκε για την παρούσα υλοποίηση το μοντέλο ALMA, το οποίο προτάθηκε από τον Patrick Gebhard. Το ALMA (A Layered Model of Affect) είναι ένα υπολογιστικό μοντέλο συναισθημάτων το οποίο εντάσσεται στην κατηγορία μοντέλων που συνδυάζουν θεωρίες Αποτίμησης και Διαστάσεων.

Το συγκεκριμένο μοντέλο προτιμήθηκε κυρίως λόγω της πληρότητάς του, καθώς συμπεριλαμβάνει και τους τρεις βασικούς τύπους έκφρασης που είναι δυνατό να παρουσιάσει ένας άνθρωπος: συναισθήματα (emotions), διαθέσεις (moods), προσωπικότητα (personality). Συνεπώς, η χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου είναι πιο πιθανό να προσεγγίζει στο μέγιστο την ανθρώπινη συναισθηματική συμπεριφορά, προσδίδοντας αληθοφάνεια στους εικονικούς συναισθηματικούς πράκτορες. Για την ενσωμάτωση των προαναφερθέντων τύπων έκφρασης το μοντέλο ALMA βασίζεται στις ακόλουθες θεμελιώδεις θεωρίες συναισθημάτων: το μοντέλο OCC για την υλοποίηση των συναισθημάτων, το τρισδιάστατο διάστημα PAD για τις διαθέσεις και το OCEAN ή αλλιώς Big Five μοντέλο για την αναπαράσταση της προσωπικότητας. Το γεγονός αυτό προσδίδει ιδιαίτερο κύρος στο μοντέλο ALMA και συντελεί ακόμα περισσότερο στην επιλογή του μεταξύ των ποικίλων θεωριών συναισθημάτων. Επιπρόσθετα, η θεωρία του μοντέλου ALMA είναι σχετικά απλή, με αποτέλεσμα να γίνεται πιο εύκολα κατανοητή, και να οδηγεί στην υπόθεση ότι θα είναι απλούστερη και στην υλοποίηση. Εξαιτίας όλων των παραπάνω παραγόντων, το μοντέλο ALMA κρίθηκε ως καταλληλότερο για την εκπλήρωση του σκοπού της παρούσας εργασίας, δηλαδή τη δημιουργία ευφυών εικονικών πρακτόρων με επίτευξη όσο το δυνατόν πιο αληθοφανούς συναισθηματικής συμπεριφοράς.

Το αρχικό σενάριο είχε ως εξής: Εύρεση της υλοποιημένης έκδοσης του μοντέλου ALMA, με όλες τις νόμιμες διαδικασίες, μέσω του δημιουργού του, ενσωμάτωσή του στην πλατφόρμα REVE Worlds, η οποία χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία, και έναρξη της υλοποίησης πάνω σε αυτή τη βάση. Έτσι, η διαδικασία υλοποίησης θα εστιαζόταν αποκλειστικά στα συναισθήματα και τη αληθοφανή παραγωγή τους. Έπειτα όμως από αποτυχημένη προσπάθεια επικοινωνίας με τον δημιουργό του μοντέλου ALMA, Patrick Gebhard, η υλοποιημένη έκδοση του μοντέλου κατέστη αδύνατο να βρεθεί. Το γεγονός αυτό, αυτομάτως καθιστά την υλοποίηση της παρούσας εργασίας δυσκολότερη, αφού τα μόνα καταγεγραμμένα στοιχεία στα οποία μπορεί να βασιστεί είναι αποκλειστικά η δημοσιευμένη έως τώρα θεωρία του μοντέλου ALMA. Στην θεωρία αυτή, αναφέρονται όλοι οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία συναισθημάτων, τον υπολογισμό διαθέσεων και προσωπικότητας, αλλά μόνο μερικοί εξ αυτών παρουσιάζονται και περιγράφονται αναλυτικά. Έτσι, έγινε προσπάθεια υλοποίησης του μοντέλου ALMA ακολουθώντας τη θεωρία που περιγράφεται στα αντίστοιχα papers, είτε κατά γράμμα, είτε όσο το δυνατόν πλησιέστερα. Για τα υπόλοιπα καίρια αλλά αδιευκρίνιστα σημεία της θεωρίας ελήφθησαν κάποιες σημαντικές σχεδιαστικές αποφάσεις, οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια της παρούσας ενότητας.

□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ **ALMA**

□□□□□□□□□□ (□□□□□□□□ **OCC**)

Για την υλοποίηση των συναισθημάτων το μοντέλο ALMA βασίζεται στο κυρίαρχο μοντέλο συναισθημάτων OCC. Το συγκεκριμένο μοντέλο, προσπαθώντας να περιγράψει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια τη συναισθηματική κατάσταση των χαρακτήρων, προτείνει 22 διαφορετικούς τύπους συναισθημάτων. Παρόλο που στις περισσότερες εφαρμογές εικονικών συναισθηματικών πρακτόρων, για λόγους μείωσης της πολυπλοκότητας χρησιμοποιείται μόνο ένα μικρό μέρος του μοντέλου OCC, στην παρούσα εργασία, όπως και στο μοντέλο ALMA, δεν συμβαίνει αυτό. Εδώ συμπεριλαμβάνονται όλα τα συναισθήματα που προτείνει το μοντέλο OCC (22 στο σύνολο), γιατί θεωρείται ότι μόνο έτσι θα επιτευχθεί αληθοφάνεια των εικονικών πρακτόρων, αφού και οι άνθρωποι νιώθουν όλα τα συναισθήματα και όχι μόνο ένα μέρος αυτών.

Διευκρίνιση: Στα 22 συναισθήματα που ορίζει το μοντέλο OCC, προστίθενται δύο επιπλέον, τα LIKING και DISLIKING, τα οποία παρουσιάζονται ως απλά κριτήρια στην κατηγοριοποίηση του μοντέλου OCC, αλλά ορίζονται ως συναισθήματα στην χαρτογράφηση συναισθημάτων στο διάστημα PAD που παρουσιάζεται από το μοντέλο ALMA. Άρα συνολικά συμπεριλαμβάνονται 24 τύποι συναισθημάτων.

Στη θεωρία του μοντέλου OCC, ως μειονεκτήματα αναφέρονται η απουσία προσωπικότητας, διαθέσεων (αλληλεπίδρασης μεταξύ διαφορετικών τύπων συναισθημάτων) και ιστορικού συναισθημάτων. Όμως όλα αυτά συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα εργασία, με τη χρήση των μοντέλων OCEAN (για την προσωπικότητα) και PAD (για τις διαθέσεις), όπως ακριβώς προτείνεται από το μοντέλο ALMA. Επιπλέον, διατηρείται ιστορικό συναισθημάτων, μέχρι και την εξασθένησή τους.

Αυτό το οποίο έχει τροποποιηθεί στην παρούσα υλοποίηση είναι ο υπολογισμός της έντασης συναισθημάτων. Ενώ στο μοντέλο OCC η ένταση των συναισθημάτων επηρεάζεται από κάποιες γενικές μεταβλητές (αίσθηση πραγματικότητας, εγγύτητα, μη προσδοκώμενο, αφύπνιση), στη συγκεκριμένη εργασία η ένταση των συναισθημάτων εξαρτάται από το είδος της ενέργειας που έλαβε ο πράκτορας, τη συμπάθεια ή αντιπάθειά του προς τον πράκτορα που εκτέλεσε την ενέργεια, και την προσωπικότητά του.

□□□□□□□□ (□□□□□□□□ **PAD**)

Για την υλοποίηση των διαθέσεων, το μοντέλο ALMA χρησιμοποιεί το βασιζόμενο σε θεωρίες διαστάσεων μοντέλο PAD του Mehrabian. Το μοντέλο PAD χρησιμοποιεί τις τρεις μεταβλητές Pleasure (Ευχαρίστηση), Arousal (Αφύπνιση) και Dominance (Κυριαρχία), από τα αρχικά των οποίων προκύπτει και το όνομα του μοντέλου, υποστηρίζοντας ότι μέσω αυτών περιγράφεται επαρκώς και εύστοχα μια συναισθηματική κατάσταση. Ως αποτέλεσμα προκύπτουν οκτώ διαφορετικές διαθέσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται και στην παρούσα εργασία. Επιπλέον, ο Mehrabian έχει χωρίσει το διάστημα PAD με τέτοιο τρόπο, ώστε να προκύπτουν τρεις χαρακτηρισμοί / εντάσεις για κάθε διάθεση: ελαφρώς, μέτρια, εξαιρετικά. Η ένταση διάθεσης χρησιμοποιείται και στο μοντέλο ALMA, όμως έχει σκόπιμα παραλειφθεί στην παρούσα εργασία, ώστε να μειώσει την πολυπλοκότητα της υλοποίησης.

Στη θεωρία του μοντέλου ALMA αναφέρεται ότι οι διαθέσεις έχουν μεγάλη επιρροή στις ανθρώπινες γνωστικές λειτουργίες. Αυτό έχει ληφθεί υπόψη και εφαρμόζεται στην παρούσα υλοποίηση, καθώς η τρέχουσα διάθεση καθορίζει ποια θα είναι η ενέργεια που θα επιλεγεί και θα εκτελεστεί ως απάντηση (Action Back) σε ενέργεια που έλαβε ο πράκτορας.

Η παραδοχή του μοντέλου ALMA ότι τα συναισθήματα είναι υπεύθυνα για την αλλαγή των διαθέσεων, έτσι ώστε να απλοποιηθεί η μοντελοποίησή τους, ακολουθείται και στην υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Τα 22 συναισθήματα του μοντέλου OCC, συν τα 2 επιπλέον LIKING και DISLIKING που ορίζονται ως συναισθήματα από το μοντέλο ALMA, χαρτογραφούνται στο διάστημα PAD (**Πίνακας 4 προηγούμενης ενότητας**) οδηγώντας με αυτό τον τρόπο στη δημιουργία της αντίστοιχης διάθεσης. Η τρέχουσα διάθεση προκύπτει από το εικονικό συναισθηματικό κέντρο, δηλαδή το μέσο όρο όλων των ενεργών συναισθημάτων.

Ένα ακόμα στοιχείο σχετικά με τις διαθέσεις, το οποίο δεν έχει συμπεριληφθεί για λόγους απλοποίησης στην παρούσα εργασία, είναι η ομαλή αλλαγή διάθεσης. Στο μοντέλο ALMA χρησιμοποιείται μια συνάρτηση με την ονομασία «Pull and Push», η οποία προσομοιώνει ομαλές και σταθερές αλλαγές διάθεσης (μέσω φάσεων έλξης και απώθησης). Στην παρούσα εργασία παρ' όλα αυτά, αφού δεν υπήρχε κάπου καταγεγραμμένη η ακριβής μορφή της συνάρτησης «Pull and Push» και εφόσον η εστίαση είναι στα συναισθήματα και όχι στις διαθέσεις, επιλέχθηκε η μη ενσωμάτωση μηχανισμού για ομαλή αλλαγή διάθεσης.

□□□□□□□□ (OCEAN model)

Το τρίτο χαρακτηριστικό το οποίο λαμβάνεται υπόψη στο μοντέλο ALMA κάνοντάς το όσο το δυνατόν πληρέστερο είναι η προσωπικότητα, η οποία δηλώνει τον χαρακτήρα ενός ατόμου. Η προσωπικότητα, σύμφωνα με το μοντέλο πέντε παραγόντων Big Five το οποίο είναι γνωστό και ως μοντέλο OCEAN από τα αρχικά των πέντε παραγόντων, ορίζεται μέσω των μεταβλητών openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness και neuroticism. Οι τιμές των μεταβλητών αυτών, οι οποίες κυμαίνονται από -1 έως 1, ορίζονται ξεχωριστά για κάθε πράκτορα που παίρνει μέρος στο σενάριο, πριν την έναρξη της εκτέλεσης, μέσω του αντίστοιχου αρχείου ιδιοτήτων.

Το μοντέλο ALMA παρουσιάζει επίσης τρεις συναρτήσεις οι οποίες συσχετίζουν την προσωπικότητα με τη διάθεση. Συγκεκριμένα, από το συνδυασμό των πέντε παραγόντων προσωπικότητας προκύπτει μία τιμή για κάθε μία από τις μεταβλητές του μοντέλου PAD. Η διάθεση που προκύπτει από την προσωπικότητα του πράκτορα θεωρείται ως η default διάθεσή του. Στην παρούσα υλοποίηση ενσωματώνονται οι τρεις συναρτήσεις υπολογίζοντας την default διάθεση του πράκτορα, στην οποία επιστρέφει όταν έχουν εξασθενήσει όλα τα ενεργά του συναισθήματα.

Επιπλέον, σύμφωνα με τη θεωρία του μοντέλου ALMA, η προσωπικότητα έχει ισχυρή επιρροή στην ένταση των συναισθημάτων του πράκτορα. Τα πέντε χαρακτηριστικά του μοντέλου OCEAN δηλαδή, επηρεάζουν κατά διαφορετικό τρόπο την ένταση των διαφορετικών τύπων συναισθημάτων του μοντέλου OCC. Στην παρούσα εργασία αυτό έχει υλοποιηθεί ως εξής: Σύμφωνα με την default διάθεση του πράκτορα, η οποία προκύπτει από την προσωπικότητά του, ορίζεται το μέγεθος ενίσχυσης ή όχι του κάθε συναισθήματος (βλ. αντίστοιχη ενότητα παρακάτω «Ένταση Συναισθημάτων»).

περιγραφή του τρόπου επηρεασμού της έντασης των συναισθημάτων από την προσωπικότητα (αναφέρεται ότι υπάρχει στο υπολογιστικό μοντέλο συναισθημάτων EmotionEngine του μοντέλου ALMA), ώστε να υλοποιηθεί ακολουθώντας κατά γράμμα τη θεωρία του μοντέλου Big Five. Οπότε, λήφθηκε η σχεδιαστική απόφαση, το ιστορικό της οποίας περιγράφεται αναλυτικά στη συνέχεια.

Κατά την αρχική υλοποίηση της παρούσας εργασίας, είχε ληφθεί η απόφαση η ένταση των συναισθημάτων ενός πράκτορα να καθορίζεται από έναν συνδυασμό των ακολούθων δύο παραγόντων: της πράξης που εκτελείται προς αυτόν και της συμπάθειας που τρέφει προς τον πράκτορα που εκτέλεσε τη συγκεκριμένη πράξη³. Δηλαδή, εάν η πράξη που εκτελέστηκε προς τον πράκτορα ήταν η αγκαλιά (HUG_BY) και ο πράκτορας που εκτέλεσε την πράξη συμπεριλαμβάνεται στη λίστα αυτών που συμπαθεί (agentLikes) ο πράκτορας αποδέκτης, τότε η ένταση του συναισθήματος της χαράς (JOY) στον πράκτορα αποδέκτη έχει την τιμή 2 (joyIntensity = 2). Αν εκτελεστεί η ίδια πράξη, αλλά από πράκτορα που είναι απλά γνωστός (familiarAgents) του πράκτορα αποδέκτη, τότε η ένταση του συναισθήματος της χαράς (JOY) στον πράκτορα αποδέκτη έχει την τιμή 1 (joyIntensity = 1). Αντίστοιχα, εάν η πράξη, αντί για αγκαλιά είναι φιλή (KISS_BY) και ο πράκτορας που την εκτέλεσε αρέσει (agentLikes) στον πράκτορα αποδέκτη, τότε η ένταση του συναισθήματος χαράς (JOY) είναι 3 (joyIntensity = 3).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται αναλυτικά η χαρτογράφηση των εντάσεων συναισθημάτων ανάλογα με την πράξη που εκτελείται και την κατηγορία στην οποία ανήκει ο πράκτορας που την εκτελεί.

Action	Agent Actor category	Emotions Created to Target Agent																	
		JOY	DISLIKE	LOVE	DISPLEAS	DISPLEAS	AMOUR	HATE	DISPLEAS	DISPLEASION	NEGLI	TEARS_DISPLEAS	DISPLEASION	PITY	GLOATING	REMORSE	GRATIFICATION	HAPPY FOR	RESENTMENT
HUG	Likes	2	2	1															
	Dislikes				2	2													
	Familiar	1																	
	Unfamiliar				1														
KISS	Likes	3	3	2															
	Dislikes				3	3													
	Familiar				1														
	Unfamiliar				2														
HIT	Likes				1	1	1												
	Dislikes				3	3	3	1											
	Familiar				2	2	2												
	Unfamiliar				2	2	2												
WAVE	Likes	2																	
	Dislikes				2														

³ Επεξήγηση κατηγορίας πράκτορα actor:

Likes: κατηγορία πράκτορα που αρέσει στον τρέχον agent

Dislikes: κατηγορία πράκτορα που ο τρέχον agent αντιπαθεί

Familiar: πράκτορας γνωστός στον τρέχον agent, αλλά για τον οποίο τρέφει ουδέτερα συναισθήματα, δηλαδή δεν ανήκει ούτε στην κατηγορία Likes, ούτε στην Dislikes

Unfamiliar / Stranger: πράκτορας άγνωστος στον τρέχον agent

	Familiar	1																		
	Unfamiliar			1																
COMPLIMENT	Likes	2	2					1												
	Dislikes	1	1																	
	Familiar	1	1																	
	Unfamiliar	1	1																	
CURSE	Likes			1	1	1														
	Dislikes			3	3	3														
	Familiar			2	2	2														
	Unfamiliar			2	2	2														
FLOWER / PRESENT	Likes	2	2	1																
	Dislikes	1	1																	
	Familiar	2	2																	
	Unfamiliar	1	1																	
ACCEPT	Likes	2						1	1											
DECLINE	Likes			2						1	1									
AVOID	All			3	2							1								
IGNORE	Likes			1	1	1														
	Dislikes			2	2	2														
	Familiar			1	1	1														
	Unfamiliar			1	1	1														
CRY (because of	Likes											3		3						
	Dislikes												1							
	Familiar											2		2						
	Unfamiliar											1		1						
LAUGH (because of	Likes														3	3				
	Dislikes																		1	
	Familiar															2	2			
	Unfamiliar															1	1			

Πίνακας 5: Χαρτογράφηση Εντάσεων Συναισθημάτων ανάλογα με Action και Agent Actor

Σημείωση για τις ενέργειες CRY και LAUGH: Οι ενέργειες CRY και LAUGH ανήκουν στην κατηγορία ατομικών ενεργειών, το οποίο σημαίνει ότι δεν έχουν κάποιον αποδέκτη. Παρόλα αυτά, συμπεριλαμβάνονται στον παραπάνω πίνακα, καθώς δημιουργούνται εξαιτίας κάποιου άλλου πράκτορα. Έστω για παράδειγμα ότι ο τρέχον πράκτορας εκτελεί μια ενέργεια προς έναν άλλο πράκτορα, προκαλώντας του αρνητικά συναισθήματα. Εάν ο πράκτορας που δέχτηκε τη ενέργεια είναι αδύναμος χαρακτήρας, ή απλά βρεθεί σε μια στιγμή αδυναμίας, μπορεί να φτάσει στο σημείο να βάλει τα κλάματα (CRY). Οπότε, για να μη διακοπεί η ροή του σεναρίου, ο τρέχον πράκτορας εκλαμβάνει την πράξη αυτή ως ενέργεια προς αυτόν (αφού δημιουργήθηκε εξαιτίας του και υποτίθεται ότι βλέπει κιόλας τον άλλο πράκτορα να κλαίει), έτσι ανάλογα με την τρέχουσα διάθεσή του, τη συμπάθειά του προς τον agent actor και την προσωπικότητά του, του δημιουργούνται τα ανάλογα συναισθήματα.

Σημείωση για τα ACCEPT και DECLINE (γιατί έχουν μόνο κατηγορία Likes): Για να προσέφερε αρχικά ο agent λουλούδι ή δώρο στον πράκτορα που τώρα το αποδέχτηκε, σημαίνει ότι ανήκε στους πράκτορες οι οποίοι του αρέσουν (λίστα agentLikes). Άρα, εδώ συναντάμε μόνο μία περίπτωση, αφού είναι σίγουρο ότι ο agent που κάνει accept ανήκει στους πράκτορες που ο τρέχον agent συμπαθεί.

Σημείωση για το AVOID: Τα συναισθήματα που παράγονται στον agent που είναι ανεπιθύμητος είναι τα ίδια, ανεξαρτήτως σε ποια κατηγορία ανήκει ο agent που τον απέφυγε. Συνεπώς, και εδώ συναντάται μόνο μία περίπτωση παραγωγής συναισθημάτων.

Ο λόγος για τον οποίο είχε παραλειφθεί αρχικά η προσωπικότητα από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ένταση των συναισθημάτων, ήταν η απλοποίηση του τρόπου υλοποίησης

της εργασίας. Όμως, δε χρειάστηκαν παρά μόνο μερικές εκτελέσεις του προγράμματος για να διαπιστωθεί ότι τελικά είχε παραλειφθεί ο σημαντικότερος παράγοντας της έντασης των συναισθημάτων. Ο παραπάνω τρόπος καθορισμού της έντασης των συναισθημάτων, ο οποίος λαμβάνει υπόψη μόνο την πράξη που εκτελέστηκε και τον πράκτορα που την εκτέλεσε, δεν ήταν επαρκής ώστε να δημιουργήσει μια αληθοφανή συμπεριφορά. Σύμφωνα με αυτό τον τρόπο υλοποίησης, όλοι οι πράκτορες, ανεξαρτήτως προσωπικότητας βίωναν τα ίδια συναισθήματα με την ίδια ένταση, πράγμα το οποίο δεν ισχύει στον πραγματικό κόσμο. Έτσι, δημιουργήθηκε η ανάγκη να συμπεριληφθεί ο σημαντικός αυτός παράγοντας της προσωπικότητας στον υπολογισμό της έντασης των συναισθημάτων.

Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε η μεταβλητή `defaultMoodFactor`, η οποία συσχετίζει την `default` διάθεση (προσωπικότητα) ενός πράκτορα με τα συναισθήματα. Για την ακρίβεια, η συγκεκριμένη μεταβλητή ορίζει το βαθμό ενίσχυσης της έντασης με την οποία βιώνει ο πράκτορας ένα συναίσθημα, σύμφωνα με την προσωπικότητά του, στην περίπτωση μας, τη `default` διάθεσή του. Για τον καθορισμό των τιμών της μεταβλητής `defaultMoodFactor` ακολουθήθηκε περίπου η αντίστροφη διαδικασία της χαρτογράφησης του μοντέλου PAD. Δηλαδή, για κάθε `default` διάθεση, στα συναισθήματα που την ενισχύουν (προκαλούν) τίθεται η τιμή 3, στα υπόλοιπα συναισθήματα της ίδιας κατηγορίας (θετικά ή αρνητικά) τίθεται η τιμή 2 και σε όλα τα αντίθετα συναισθήματα η τιμή 1. Κατ' αυτό τον τρόπο προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας τιμών της μεταβλητής `defaultMoodFactor`. (Με πράσινο χρώμα σημειώνονται τα θετικά συναισθήματα ενώ με κόκκινο τα αρνητικά.)

Συναισθήματα	Διαθέσεις							
	EXUBERANT	DEPENDENT	RELAXED	DOCILE	BORED	DISDAINFUL	ANXIOUS	HOSTILE
HAPPY-FOR	3	2	2	2	1	1	1	1
GLOATING	2	2	2	3	1	1	1	1
JOY	3	2	2	2	1	1	1	1
PRIDE	3	2	2	2	1	1	1	1
ADMIRATION	2	3	2	2	1	1	1	1
LIKING	2	3	2	2	1	1	1	1
LOVE	3	2	2	2	1	1	1	1
HOPE	2	3	2	2	1	1	1	1
SATISFACTION	2	2	3	2	1	1	1	1
RELIEF	2	2	3	2	1	1	1	1
GRATIFICATION	3	2	2	2	1	1	1	1
GRATITUDE	2	3	2	2	1	1	1	1
RESENTMENT	1	1	1	1	3	2	2	2
PITY	1	1	1	1	3	2	2	2
DISTRESS	1	1	1	1	3	2	2	2
SHAME	1	1	1	1	2	2	3	2
REPROACH	1	1	1	1	2	3	2	2
DISLIKING	1	1	1	1	2	2	2	3
HATE	1	1	1	1	2	2	2	3
FEAR	1	1	1	1	2	2	3	2
FEARS-CONFIRMED	1	1	1	1	3	2	2	2
DISAPPOINTMENT	1	1	1	1	2	2	3	2

REMORSE	1	1	1	1	2	2	3	2
ANGER	1	1	1	1	2	2	2	3

Πίνακας 6: Τιμές Μεταβλητής defaultMoodFactor

Η συνολική (τελική) τιμή έντασης ενός συναισθήματος προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της έντασης που οφείλεται στην πράξη που εκτελέστηκε και τον πράκτορα που την εκτέλεσε με την ένταση που προκύπτει από την default διάθεση (προσωπικότητα). Για παράδειγμα: Έστω ότι για την πράξη που έχει εκτελεστεί και την κατηγορία στην οποία ανήκει ο agent actor, η ένταση του συναισθήματος JOY είναι joyIntensity = 2. Εάν η default διάθεση (προσωπικότητα) του πράκτορα αποδέκτη είναι EXUBERANT, σύμφωνα με την χαρτογράφηση του παραπάνω πίνακα, η μεταβλητή defaultMoodFactor έχει την τιμή 3. Οπότε, η τελική τιμή έντασης του συναισθήματος JOY προκύπτει ως ακολούθως:

$$\text{totalJoyIntensity} = \text{joyIntensity} * \text{defaultMoodFactor} = 2 * 3 = 6.$$

Η ένταση του που προκύπτει από την πράξη που εκτελέστηκε και τον πράκτορα που την εκτέλεσε μπορεί να πάρει τις τιμές 1, 2, ή 3. Ομοίως και η ένταση που προκύπτει από την default διάθεση μπορεί να πάρει τις τιμές 1, 2, ή 3. Συνεπώς, η συνολική ένταση ενός συναισθήματος είναι δυνατό να κυμαίνεται από 1 ($1*1=1$) έως 9 ($3*3=9$).

Σημείωση: Η ένταση ενός συναισθήματος στον κώδικα της παρούσας εργασίας δεν εκφράζεται ως αριθμός, αλλά ως ταυτόχρονη εμφάνιση του συναισθήματος τόσες φορές όσες η έντασή του. Για παράδειγμα, εάν η ένταση του συναισθήματος JOY είναι 3, τότε εμφανίζεται και καταγράφεται το συναίσθημα JOY 3 φορές.

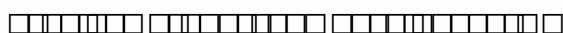


Όπως αναφέρεται και στο θεωρητικό μέρος της εργασίας, τα συναισθήματα αποτελούν βραχυπρόθεσμο τύπο έκφρασης. Μετά την εμφάνισή τους σταδιακά εξασθενούν, ώσπου εξαφανίζονται εντελώς από τις βλέψεις του ατόμου. Για να επιτευχθεί αυτό, για κάθε συναίσθημα ορίστηκε και ένας χρόνος εξασθένησης (decay time), ο οποίος, με τη δημιουργία του αντίστοιχου συναισθήματος ξεκινά να μετρά αντίστροφα, έως ότου μηδενιστεί. Η χαρτογράφηση των χρόνων εξασθένησης έγινε λαμβάνοντας υπόψη το πόσο πρόσκαιρο ή μακροχρόνιο (επιφανειακό ή «βαθύ») θεωρείται το κάθε συναίσθημα. Επίσης, για τα αντίθετα συναισθήματα ορίστηκε ο ίδιος χρόνος εξασθένησης. Οπότε, στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται στην αριστερή στήλη τα θετικά συναισθήματα, στη δεξιά στήλη τα αρνητικά συναισθήματα και στην κεντρική στήλη ο χρόνος εξασθένησης του αντίστοιχου θετικού και αρνητικού συναισθήματος σε δευτερόλεπτα. Στην πραγματικότητα οι χρόνοι εξασθένησης των συναισθημάτων είναι αρκετά μεγαλύτεροι, αλλά για λόγους σύντομης εκτέλεσης και εναλλαγής (ροής) του προγράμματος, έχουν οριστεί μικρότεροι χρόνοι εξασθένησης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται κατά αύξουσα σειρά οι χρόνοι εξασθένησης που έχουν αντιστοιχηθεί στα συναισθήματα που λαμβάνουν μέρος στο σενάριο της παρούσας εργασίας.

Positive Emotions	Decay Time (seconds)	Negative Emotions
LIKING	3	DISLIKING
HAPPY_FOR	4	RESENTMENT
SATISFACTION	5	FEARS_CONFIRMED
GLOATING	6	PITY
GRATIFICATION	8	REMORSE

PRIDE	9	SHAME
JOY	10	DISTRESS
ADMIRATION	12	REPROACH
HOPE	15	FEAR
GRATITUDE	18	ANGER
RELIEF	20	DISAPPOINTMENT
LOVE	30	HATE

Πίνακας 7: Χρόνοι Εξασθένησης Συναισθημάτων



Η σταδιακή εξασθένηση των συναισθημάτων είναι πολύ σημαντική για την επίτευξη αληθοφάνειας στο μηχανισμό συναισθημάτων του πράκτορα. Χωρίς αυτήν, ο πράκτορας θα βίωνε κάθε συναίσθημα στο μέγιστο, δηλαδή σε όλη του την ένταση, από την αρχή μέχρι το τέλος του χρόνου εξασθένησής του. Οπότε, μόλις ο χρόνος εξασθένησης έφτανε εις πέρας, το συναίσθημα, ενώ πριν ένα δευτερόλεπτο ήταν ενεργό και σε πλήρη ένταση, θα εξαφανιζόταν ξαφνικά από τη λίστα ενεργών συναισθημάτων του πράκτορα, δηλαδή θα εξασθενούσε απότομα.

Η σταδιακή εξασθένηση ενός συναισθήματος είναι δυνατό να επιτευχθεί, λαμβάνοντας υπόψη την ένταση του συναισθήματος, σε συνδυασμό με το συνολικό χρόνο που έχει οριστεί για την εξασθένησή του. Έτσι και έγινε στην παρούσα εργασία: Με τη δημιουργία κάθε συναισθήματος δημιουργείται και το αντίστοιχο Thread εξασθένησης, στο οποίο εισάγεται επίσης η ένταση του παραγόμενου συναισθήματος, σε μορφή ακεραίου (int). Από εκεί και πέρα, ο συνολικός χρόνος εξασθένησης του ενεργού συναισθήματος χωρίζεται σε τρία ίσα υπό-διαστήματα. Με κάθε πέρας ενός χρονικού υπό-διαστήματος μειώνεται κατά τον αντίστοιχο βαθμό και η συνολική ένταση του συναισθήματος⁴. Συγκεκριμένα, μόλις ο χρόνος εξασθένησης φτάσει στα 2/3 τότε και η ένταση του παραχθέντος συναισθήματος μειώνεται στα 2/3. Μόλις ο χρόνος εξασθένησης φτάσει στο 1/3 τότε η ένταση του συναισθήματος μειώνεται για ακόμα μία φορά, φτάνοντας στο 1/3. Τέλος, μόλις συμπληρωθεί ο χρόνος εξασθένησης του συναισθήματος, τότε το συναίσθημα εξαφανίζεται εξολοκλήρου από τη λίστα τρεχόντων συναισθημάτων. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται σταδιακή και όχι απότομη εξασθένηση του ενεργού συναισθήματος. Αυτό σημαίνει ότι όσο περνάει η ώρα, ο πράκτορας αρχίζει να νιώθει το συγκεκριμένο συναίσθημα όλο και λιγότερο, έως ότου αυτό εξαφανίζεται εντελώς από τη λίστα ενεργών συναισθημάτων του.

Action Back

Σύμφωνα με τους νόμους της Φυσικής, σε κάθε δράση υπάρχει και αντίδραση. Ομοίως και στο μηχανισμό δημιουργίας συναισθημάτων, η επίτευξη και διατήρηση της επικοινωνίας μεταξύ δύο ή περισσότερων πρακτόρων και η αμοιβαία παραγωγή συναισθημάτων, γίνεται μέσω της αντίδρασης. Πιο συγκεκριμένα: Ένας πράκτορας (agent actor) εκτελεί μια ενέργεια προς κάποιον άλλο πράκτορα (agent receiver). Στον πράκτορα αποδέκτη της ενέργειας δημιουργούνται τα ανάλογα συναισθήματα, από τα οποία προκύπτει η αλλαγή της τρέχουσας

⁴ Η μείωση της έντασης του συναισθήματος γίνεται αφαιρώντας τον αντίστοιχο αριθμό εμφανίσεων του συγκεκριμένου συναισθήματος από τη λίστα τρεχόντων συναισθημάτων.

διάθεσής του. Έχοντας ως σημείο αναφοράς τη νέα τρέχουσα διάθεσή του, ο πράκτορας αποδέκτης (agent receiver) επιλέγει και εκτελεί μια ενέργεια προς τον agent actor. Οπότε αυτομάτως οι ρόλοι αντιστρέφονται, ο πράκτορας που πριν ήταν αποδέκτης γίνεται τώρα agent actor και αντίστοιχα ο τότε agent actor γίνεται agent receiver. Στο μηχανισμό αυτό δράσης και αντίδρασης που μόλις περιγράφηκε, ο οποίος μπορεί να φαίνεται απλός αλλά κρύβει μεγάλο συλλογισμό πίσω από το ποια θα είναι η επόμενη ενέργεια που θα επιλεχθεί ώστε η ακολουθία ενεργειών να είναι όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική / πιο κοντά στην πραγματικότητα, οφείλεται η ροή και εναλλαγή του σεναρίου της παρούσας εργασίας.

Στην πραγματικότητα, οι πράξεις που μπορεί να εκτελέσει ένας άνθρωπος ως αντίδραση σε ενέργεια που έχει δεχτεί είναι αμέτρητες και εξαρτώνται από ποικίλους παράγοντες, τόσο εξωτερικούς (περιβαλλοντικούς), όσο και εσωτερικούς. Πολλές φορές μάλιστα οι ενέργειες αυτές είναι εντελώς τυχαίες και δεν έχουν κάποια λογική ή συναισθηματική εξήγηση. Επειδή όμως η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στα συναισθήματα και όχι στην επιλογή ενέργειας αντίδρασης, έγινε προσπάθεια απλοποίησης του μηχανισμού επιλογής της λεγόμενης Action Back, με ταυτόχρονη διατήρηση της ρεαλιστικότητάς του.

Αρχικά ορίστηκαν δύο τυπικά μοτίβα ενεργειών (ένα για τις θετικές και ένα για τις αρνητικές ενέργειες), τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια. Όλες οι πράξεις εκτελούνται διαδοχικά μόνο μία φορά, εκτός από τις ενέργειες HUG, DECLINE, CURSE που μπορούν να εκτελεστούν μέχρι δύο φορές συνεχόμενα και τις ενέργειες KISS και HIT, οι οποίες μπορούν να εκτελεστούν μέχρι τρεις φορές συνεχόμενα. Η ένδειξη αυτή εμφανίζεται αριθμητικά μέσα σε παρένθεση δίπλα στην αντίστοιχη ενέργεια. Αφού εκτελεστεί η αρνητική ενέργεια HIT τρεις συνεχόμενες φορές μεταξύ δύο πρακτόρων, τότε η επόμενη ενέργεια ορίστηκε να είναι το AVOID, το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση σημαίνει ότι ο πράκτορας actor αφού χτυπήσει τον πράκτορα αποδέκτη τρεις φορές, τον παρατάει και φεύγει. Το τέλος του σεναρίου (The End) σηματοδοτείται όταν ο θηλυκός πράκτορας (Emma) φιλήσει τρεις φορές κάποιον αρσενικό, το οποίο σημαίνει ότι τον επέλεξε.

Μοτίβο/Ακολουθία θετικών ενεργειών:

WAVE → COMPLIMENT → GIVE_PRESENT/FLOWER → HUG (2) → KISS (3) → The End

Μοτίβο/Ακολουθία αρνητικών ενεργειών:

DECLINE (2) → CURSE (2) → HIT (3) → AVOID

Ο ορισμός βασικών μοτίβων ενεργειών δε σημαίνει ότι αυτά ακολουθούνται πάντα κατά γράμμα. Οι παραπάνω ακολουθίες ενεργειών είναι δυνατό να συναντηθούν σε αρκετές παραλλαγές, ανάλογα με την τρέχουσα διάθεση στην οποία βρίσκεται ο πράκτορας που αντιδρά. Αυτό συμβαίνει γιατί στην παρούσα εργασία, η τρέχουσα διάθεση του πράκτορα (η οποία προκύπτει από τα τρέχοντα συναισθήματά του) έχει οριστεί ως ο κύριος παράγοντας για την επιλογή της Action Back.

Πιο αναλυτικά, η βασική μέθοδος της κλάσης SelectActionBack δέχεται ως είσοδο την ενέργεια που εκτελέστηκε προς τον τρέχοντα πράκτορα, από κάποιον άλλο πράκτορα, και λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα διάθεση του, επιλέγει ποια πράξη θα εκτελέσει ως απάντηση (έχοντας ως σημείο αναφοράς τα προαναφερθέντα μοτίβα θετικών και αρνητικών ενεργειών). Κατά την έναρξη αλλά και μόλις εξασθενήσουν τα τρέχοντα συναισθήματα, οπότε και δε μπορεί να υπολογιστεί τρέχουσα διάθεση, η διάθεση του πράκτορα επιστρέφει στη default τιμή της, δηλαδή αυτή που προκύπτει σύμφωνα με την προσωπικότητα του πράκτορα. Επίσης, μια σημαντική σχεδιαστική απόφαση ήταν η διατήρηση ιστορικού ενεργειών, δηλαδή πράξης που εκτελέστηκε και όνομα του πράκτορα αποδέκτη. Αυτό γίνεται ώστε να μην εκτελούνται οι ίδιες πράξεις μεταξύ των ιδίων πρακτόρων συνεχώς, καθώς έτσι δημιουργείται βρόγχος, αλλά να υπάρχει ομαλή ροή και αλληλουχία ενεργειών.

Στον πίνακα που ακολουθεί γίνεται χαρτογράφηση της ενέργειας που επιλέγει να εκτελέσει ο πράκτορας αποδέκτης, ανάλογα με την ενέργεια που δέχτηκε και την τρέχουσα διάθεσή του. Στην πρώτη στήλη του πίνακα (Action Received) αναγράφεται η ενέργεια που δέχτηκε ο πράκτορας, στη δεύτερη στήλη (Current Mood) καταγράφεται η τρέχουσα διάθεσή του, η οποία έχει προκύψει από τα τρέχοντα συναισθήματά του, και στην τρίτη στήλη (Action Back) η ενέργεια που επιλέγει να εκτελέσει ως αντίδραση (σύμφωνα με τα μοτίβα ενεργειών που παρουσιάστηκαν παραπάνω). Εάν η ενέργεια που αναγράφεται στη στήλη Action Back έχει ήδη εκτελεστεί από το συγκεκριμένο πράκτορα (συγκεκριμένα ήταν η τελευταία ενέργεια που εκτέλεσε ο πράκτορας) και είχε τον ίδιο πράκτορα αποδέκτη, τότε εκτελείται η επόμενη ενέργεια σύμφωνα με τη λογική ακολουθία ενεργειών, η οποία αναγράφεται στην τέταρτη στήλη (Alternative Action Back).

Για τις ανάγκες της επιλογής ενέργειας αντίδρασης (Action Back) προστέθηκε και μια επιπλέον ενέργεια, με την ονομασία NOTHING_BACK. Η ενέργεια αυτή υποδηλώνει στην ουσία την απουσία ενέργειας, καθώς σημαίνει ότι ο πράκτορας που ήταν αποδέκτης μιας οποιασδήποτε ενέργειας δεν αντιδρά, δηλαδή δεν επιλέγει καμία ενέργεια ως απάντηση στον agent actor. Η διαφορά του NOTHING_BACK από την ενέργεια IGNORE, η οποία έχει παρουσιαστεί σε προηγούμενη ενότητα είναι ότι το IGNORE μπορεί να επιλεγεί ως απάντηση μόνο στην ενέργεια ASK_ABOUT, ενώ το NOTHING_BACK απευθύνεται σε όλες τις υπόλοιπες ενέργειες. Το σημαντικό είναι ότι έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα ώστε οι πράκτορες να αντιλαμβάνονται το NOTHING_BACK όπως όλες τις υπόλοιπες ενέργειες, άρα να καταλαβαίνουν πότε κάποιος πράκτορας σκοπίμως δεν έχει απαντήσει στην ενέργεια που εκτέλεσαν προς αυτόν και να αντιδρούν αναλόγως.

Στη στήλη Action Back, παρατηρείται ότι κάποιες ενέργειες συνοδεύονται από έναν αριθμό μέσα σε παρένθεση. Ο αριθμός αυτός υποδηλώνει πόσες φορές επιτρέπεται να εκτελεστεί η Action Back συνεχόμενα προς τον ίδιο αποδέκτη, έως ότου να επιλεγεί η εναλλακτική Action Back. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ακόλουθη γραμμή του πίνακα:

Action Received	Current Mood	Action Back	Alternative Action Back
HUG	RELAXED	HUG (2)	KISS

Η παραπάνω χαρτογράφηση μεταφράζεται ως εξής: Εάν ο πράκτορας είναι αποδέκτης της ενέργειας HUG και η τρέχουσα διάθεσή του είναι RELAXED, τότε η πρώτη ενέργεια που επιλέγει να εκτελέσει (Action Back) είναι το HUG. Η ενέργεια αυτή μπορεί να εκτελεστεί μόνο μέχρι 2 φορές συνεχόμενα προς τον ίδιο πράκτορα και μετά επιλέγεται η εναλλακτική ενέργεια KISS. Δηλαδή τη δεύτερη συνεχόμενη φορά που θα δεχτεί την ενέργεια HUG από τον ίδιο πράκτορα, θα επιλέξει να εκτελέσει πάλι την ενέργεια της στήλης Action Back (HUG), αλλά την τρίτη συνεχόμενη φορά που θα δεχτεί την ίδια ενέργεια, θα αντιδράσει με την εναλλακτική Action Back (KISS).

Οι ενέργειες της στήλης Action Back, οι οποίες δεν συνοδεύονται από αριθμητική τιμή, θεωρείται ότι μπορούν να εκτελεστούν μόνο μέχρι μία φορά συνεχόμενα προς τον ίδιο πράκτορα. Την επόμενη φορά, επιλέγεται η εναλλακτική Action Back.

Σημείωση: Εναλλακτική Action Back υπάρχει μόνο στις ενέργειες όπου ήταν δυνατό να δημιουργηθεί βρόγχος. Για τις υπόλοιπες ενέργειες, όπως προέκυψε έπειτα από αλληπάλληλες εκτελέσεις του σεναρίου, δεν υπάρχει τέτοιου είδους φόβος, γι' αυτό και η στήλη Alternative Action Back δεν είναι συμπληρωμένη για κάθε περίπτωση.

Ειδική περίπτωση ενέργειας αντίδρασης (Action Back) είναι το DECLINE. Η ενέργεια DECLINE μπορεί να ήταν απόκριση σε δύο ειδών ενέργειες: COMPLIMENT ή GIVE_PRESENT/FLOWER. Το γεγονός αυτό πρέπει οπωσδήποτε να ληφθεί υπόψη στην επιλογή ενέργειας αντίδρασης, έτσι ώστε να μη δημιουργηθεί σύγχυση. Για παράδειγμα, έστω ότι ένας πράκτορας εκτελεί την ενέργεια COMPLIMENT προς έναν άλλο πράκτορα και αυτός με τη σειρά του την απορρίπτει, δηλαδή επιλέγει την ενέργεια DECLINE. Τώρα είναι ξανά η σειρά του πρώτου πράκτορα να επιλέξει ενέργεια αντίδρασης στην ενέργεια DECLINE. Εάν η τρέχουσα διάθεσή του είναι EXUBERANT, οπότε είναι επίμονος και δεν το βάζει εύκολα κάτω, θα επιλέξει να εκτελέσει και δεύτερη φορά την ενέργεια την οποία απέρριψε ο δεύτερος πράκτορας. Εάν στο σημείο αυτό δε γίνει διάκριση σχετικά με το εάν η προηγούμενη ενέργεια ήταν COMPLIMENT ή GIVE_PRESENT/FLOWER, τότε ο πράκτορας μπορεί να επιλέξει άλλη ενέργεια, αντί γι' αυτήν που είχε εκτελέσει πριν. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα ήταν δυνατό να επιλέξει την ενέργεια GIVE_PRESENT/FLOWER, ενώ η αρχική ενέργεια που είχε εκτελέσει ήταν το COMPLIMENT, και κατ' αυτό τον τρόπο θα δημιουργούνταν σύγχυση. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η δομή του πίνακα στο σημείο όπου αναφέρεται στη συγκεκριμένη ενέργεια είναι διαφορετική από η δομή του συνόλου του πίνακα.

Μια ακόμα ειδική περίπτωση αποτελεί η επιλογή ενέργειας απόκρισης (Action Back) στη μη εκτέλεση ενέργειας NOTHING_BACK. Έστω ότι ο τρέχον πράκτορας έλαβε την ενέργεια NOTHING_BACK, το οποίο σημαίνει ότι ο πράκτορας προς τον οποίο είχε εκτελέσει προηγουμένως ενέργεια δεν του αποκρίθηκε. Τότε ανάλογα με την τρέχουσα διάθεσή του, η οποία δείχνει και το πόσο επίμονος είναι, επιλέγει αν θα εκτελέσει πάλι την προηγούμενη ενέργεια, αν δεν θα κάνει τίποτα, ή αν θα νευριάσει από τη στάση αυτή του άλλου πράκτορα και θα γίνει βίαιος κοκ.

Η Action Back για την ενέργεια NOTHING_BACK χαρτογραφείται στον παρακάτω πίνακα για τις διαθέσεις: EXUBERANT, RELAXED, ANXIOUS και HOSTILE. Για παράδειγμα, έστω ότι η τρέχουσα διάθεση του πράκτορα που δέχτηκε την ενέργεια NOTHING_BACK είναι EXUBERANT. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να εκτελέσει την προηγούμενη ενέργεια προς τον πράκτορα που αρνήθηκε να του αποκρίθει έως τρεις φορές, λαμβάνοντας την ίδια αρνητική απάντηση, μέχρι να κουραστεί και να σταματήσει να προσπαθεί (NO_ACTION). Οι πιθανές προηγούμενες ενέργειες, οι οποίες έχουν ως δυνατή απάντηση το NOTHING_BACK, για τις διαθέσεις EXUBERANT και RELAXED είναι οι ακόλουθες:

Previous Actions (positive) = WAVE, COMPLIMENT, HUG, KISS

Αντίστοιχα, για τις διαθέσεις ANXIOUS και HOSTILE, οι πιθανές προηγούμενες ενέργειες, οι οποίες έχουν ως δυνατή απάντηση το NOTHING_BACK, είναι οι:

Previous Actions (negative) = HIT, CURSE

Η ένδειξη NO_ACTION, η οποία αναφέρθηκε παραπάνω, χρησιμοποιείται αντί ενέργειας αντίδρασης (Action Back) όταν ο πράκτορας κουραστεί ή βαρεθεί να επιμένει και σταματήσει να προσπαθεί. Σκόπιμα στο σημείο αυτό χρησιμοποιήθηκε η ενέργεια – ή καλύτερα η απουσία ενέργειας – NO_ACTION αντί για τη χαρτογραφημένη NOTHING_BACK, για να μη συνεχίσει και αποκρίθει και ο πράκτορας συνομιλητής επαναλαμβάνοντας την τελευταία του ενέργεια, δηλαδή το NOTHING_BACK, και δημιουργηθεί βρόγχος.

Action Received	Current Mood	Action Back	Alternative Action Back
WAVE	EXUBERANT	WAVE	COMPLIMENT
	DEPENDENT	WAVE	COMPLIMENT
	RELAXED	WAVE	COMPLIMENT

	DOCILE	NOTHING_BACK	
	BORED	NOTHING_BACK	
	DISDAINFUL	NOTHING_BACK	
	ANXIOUS	AVOID	
	HOSTILE	AVOID	
COMPLIMENT	EXUBERANT	FLOWER/PRESENT	HUG
	DEPENDENT	ACCEPT	COMPLIMENT
	RELAXED	COMPLIMENT	FLOWER/PRESENT
	DOCILE	NOTHING_BACK	
	BORED	NOTHING_BACK	
	DISDAINFUL	NOTHING_BACK	
	ANXIOUS	NOTHING_BACK	
FLOWER / PRESENT	EXUBERANT	DECLINE (3)	CURSE
	DEPENDENT	KISS (3)	The End
	RELAXED	ACCEPT	
	DOCILE	HUG (2)	KISS
	BORED	ACCEPT	
	DISDAINFUL	NOTHING_BACK	
	ANXIOUS	ACCEPT	
HUG	EXUBERANT	DECLINE (3)	CURSE
	DEPENDENT	KISS (3)	The End
	RELAXED	HUG (2)	KISS
	DOCILE	ACCEPT	
	BORED	ACCEPT	
	DISDAINFUL	NOTHING_BACK	
	ANXIOUS	ACCEPT	
KISS	EXUBERANT	DECLINE (3)	CURSE
	DEPENDENT	KISS (3)	The End
	RELAXED	HUG (2)	KISS
	DOCILE	ACCEPT	
	BORED	ACCEPT	
	DISDAINFUL	NOTHING_BACK	
	ANXIOUS	ACCEPT	
HIT	EXUBERANT	NOTHING_BACK	
	DEPENDENT	CRY	
	RELAXED	NOTHING_BACK	
	DOCILE	NOTHING_BACK	
	BORED	NOTHING_BACK	
	DISDAINFUL	NOTHING_BACK	
	ANXIOUS	CURSE (2)	HIT
HOSTILE	HIT (3)	AVOID	

CURSE	EXUBERANT	NOTHING_BACK			
	DEPENDENT	CRY			
	RELAXED	NOTHING_BACK			
	DOCILE	NOTHING_BACK			
	BORED	NOTHING_BACK			
	DISDAINFUL	CURSE (2)	HIT		
	ANXIOUS	CRY			
	HOSTILE	HIT (3)	AVOID		
ACCEPT	EXUBERANT	KISS (3)	The End		
	DEPENDENT	HUG (2)	KISS		
	RELAXED	LAUGH			
	DOCILE	LAUGH			
	BORED	LAUGH			
	DISDAINFUL	LAUGH			
	ANXIOUS	LAUGH			
	HOSTILE	LAUGH			
DECLINE	Previous Action towards same agent				
		<u>Compliment</u>		<u>Flower / Present</u>	
		Action Back	Alternative Action Back	Action Back	Alternative Action Back
	EXUBERANT	COMPLIMENT (3)	AVOID	FLOWER / PRESENT (3)	AVOID
	DEPENDENT	CRY		CRY	
	RELAXED	COMPLIMENT (2)	AVOID	FLOWER / PRESENT (2)	AVOID
	DOCILE	NOTHING_BACK		NOTHING_BACK	
	BORED	NOTHING_BACK		NOTHING_BACK	
	DISDAINFUL	NOTHING_BACK		NOTHING_BACK	
	ANXIOUS	CURSE (2)	HIT	CURSE (2)	HIT
	HOSTILE	CURSE (2)	HIT	CURSE (2)	HIT
AVOID	EXUBERANT	WAVE (3)	AVOID		
	DEPENDENT	CRY			
	RELAXED	WAVE (2)	AVOID		
	DOCILE	NOTHING_BACK			
	BORED	AVOID			
	DISDAINFUL	NOTHING_BACK			
	ANXIOUS	NOTHING_BACK			
	HOSTILE	CURSE (2)	HIT		
IGNORE	EXUBERANT	ASK_ABOUT (3)	AVOID		
	DEPENDENT	NOTHING_BACK			

	RELAXED	ASK_ABOUT (2)	AVOID
	DOCILE	NOTHING_BACK	
	BORED	NOTHING_BACK	
	DISDAINFUL	CURSE (2)	HIT
	ANXIOUS	NOTHING_BACK	
	HOSTILE	CURSE (2)	HIT
NOTHING_BAC K	EXUBERANT	Previous action (WAVE, COMPLIMENT, HUG, KISS) (3)	NO_ACTION
	RELAXED	Previous action (WAVE, COMPLIMENT, HUG, KISS) (2)	NO_ACTION
	ANXIOUS	Previous action (HIT, CURSE) (2)	NO_ACTION
	HOSTILE	Previous action (HIT, CURSE) (3)	NO_ACTION
CRY	EXUBERANT	HUG	
	DEPENDENT	COMPLIMENT	
	RELAXED	COMPLIMENT	
	DOCILE	NO_ACTION	
	BORED	NO_ACTION	
	DISDAINFUL	NO_ACTION	
	ANXIOUS	COMPLIMENT	
	HOSTILE	NO_ACTION	
LAUGH	EXUBERANT	FLOWER/PRESENT	
	DEPENDENT	COMPLIMENT	
	RELAXED	COMPLIMENT	
	DOCILE	LAUGH	NO_ACTION
	BORED	LAUGH	NO_ACTION
	DISDAINFUL	NO_ACTION	
	ANXIOUS	NO_ACTION	
	HOSTILE	NO_ACTION	

Ένας γενικός κανόνας, ο οποίος όμως ισχύει μόνο για τις θετικές ενέργειες, είναι ότι εάν η ενέργεια που επιλέγει και εκτελεί ο πράκτορας (action back) είναι ίσης σημαντικότητας με την ενέργεια που έλαβε (action received), τότε η ένταση των συναισθημάτων που του δημιουργούνται κατά την εκτέλεση είναι σχετικά μικρή. Ενώ εάν η action back είναι μεγαλύτερης σημαντικότητας από την action received, το οποίο σημαίνει ότι ο πράκτορας επιχειρεί μια πιο τολμηρή ενέργεια, η οποία είναι ένα βήμα παραπέρα από την ενέργεια που δέχτηκε, τότε τα συναισθήματα που του δημιουργούνται κατά την εκτέλεση είναι μεγαλύτερης έντασης.

Ένα παράδειγμα, στο οποίο φαίνεται το πώς η πράξη που δέχτηκε ο πράκτορας (Action Received) επηρεάζει την ένταση του συναισθήματος που του δημιουργείται ενώ εκτελεί την Action Back είναι το ακόλουθο:

Action Received	Current Mood	Action Back	Emotions Created to Agent Actor	Emotion Intensity
Compliment	Hostile	Decline	Gloating	8
Flower/Present				9

Εδώ έχουμε την περίπτωση που ο πράκτορας δέχεται την ενέργεια Compliment ή την ενέργεια give Flower/Present. Εάν η τρέχουσα διάθεσή του είναι Hostile, τότε σε κάθε περίπτωση επιλέγει και εκτελεί ως Action Back τη μη αποδοχή (Decline) και του δημιουργείται το συναίσθημα Gloating. Το συγκεκριμένο συναίσθημα δημιουργείται καθώς (σύμφωνα με την τρέχουσα διάθεσή του) δε νιώθει ούτε ίχνος τύψεων, αντίθετα χαιρέται για την πράξη του αυτή η οποία αναμένεται να δημιουργήσει δυσάρεστα συναισθήματα στον πράκτορα αποδέκτη. Η μόνη διαφορά έγκειται στην ένταση του συναισθήματος σε κάθε περίπτωση, η οποία είναι απόρροια της σημαντικότητας της πράξης που έλαβε ο πράκτορας και την οποία απέρριψε. Για παράδειγμα, το να προσφέρει κάποιος λουλούδι ή δώρο (Flower/Present) είναι σαφώς πιο σημαντικό (μεγαλύτερο και πιο τολμηρό βήμα) από το να κάνει απλά ένα κομπλιμέντο (Compliment). Συνεπώς, και η απογοήτευση που θα λάβει αν η ενέργεια του δε γίνει αποδεκτή θα είναι αντίστοιχου μεγέθους. Παρομοίως και στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο εχθρικός πράκτορας (Hostile) νιώθει μεγαλύτερη χαιρεκακία (Gloating) όταν απορρίπτει ενέργεια μεγαλύτερης σημαντικότητας.

□□□□□□□□ □□□□□□□□

Στον τρόπο που η τρέχουσα διάθεση επηρεάζει την ένταση των παραγόμενων συναισθημάτων του agent actor έγιναν ορισμένες παραδοχές, με σκοπό την υποβοήθηση της ροής και την αύξηση ενδιαφέροντος του σεναρίου. Αρχικά, για λόγους μείωσης της πολυπλοκότητας, σε αυτή την ειδική περίπτωση δημιουργίας συναισθημάτων δεν λαμβάνεται υπόψη η default διάθεση (προσωπικότητα) στον υπολογισμό της έντασης. Επίσης, δεν ακολουθήθηκε ο πίνακας της συνάρτησης defaultMoodFactor, ο οποίος παρουσιάστηκε σε προηγούμενη ενότητα και δημιουργήθηκε με αντίστροφη χαρτογράφηση από αυτή του PAD model, καθώς σε αυτόν περιλαμβάνονται όλες οι πιθανές διαθέσεις. Αντίθετα, στη συγκεκριμένη περίπτωση προτιμήθηκε η δημιουργία ενός νέου πίνακα, στον οποίο συμπεριλαμβάνονται μόνο οι τρέχουσες διαθέσεις και τα παραγόμενα συναισθήματα που παίρνουν μέρος σε κάθε περίπτωση. Οι τιμές (Βαθμός Ενίσχυσης Συναισθήματος) που αποδίδονται σε κάθε τρέχουσα διάθεση μπορεί να μην ανταποκρίνονται επακριβώς στην πραγματικότητα, αλλά βοηθούν στην ανάδειξη της αντίθεσης μεταξύ των διαθέσεων, οι οποίες επηρεάζουν σε διαφορετικό βαθμό την ένταση των συναισθημάτων.

Οι τρέχουσες διαθέσεις και ο βαθμός κατά τον οποίο ενισχύουν την ένταση συγκεκριμένων θετικών ή αρνητικών συναισθημάτων παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί⁶:

⁶ Τονίζεται για ακόμα μία φορά ότι δε γίνεται υπολογισμός για όλες τις τρέχουσες διαθέσεις και τα πιθανά συναισθήματα, αλλά μόνο για τις περιπτώσεις που εμφανίζονται στο τρέχον σενάριο.

- c) ο βαθμός ενίσχυσης του παραχθέντος συναισθήματος σύμφωνα με την τρέχουσα διάθεση (Current Mood)

Οι συναρτήσεις υπολογισμού των εντάσεων των συναισθημάτων καταγράφονται στον ακόλουθο πίνακα:

Action Received	Action Back	Συνάρτηση
+ (<)	+ (>)	Action Back – Action Received + Current Mood
+ (>)	+ (<)	Action Received – Action Back + Current Mood
-	+	Action Back –(-Action Received) + Current Mood = Action Back + Action Received + Current Mood
+	-	-(-Action Back) + Action Received + Current Mood = Action Back + Action Received + Current Mood

Πίνακας 11: Συναρτήσεις Υπολογισμού Εντάσεων Συναισθημάτων (ανάλογα με Action Received, Action Back και Current Mood)

Επεξήγηση Συμβόλων και μεταβλητών:

+ : θετική ενέργεια

- : αρνητική ενέργεια

> : ενέργεια μεγαλύτερης σημαντικότητας

< : ενέργεια μικρότερης σημαντικότητας

Action Back: Βαθμός Σημαντικότητας Action Back

Action Received: Βαθμός Σημαντικότητας Action Received

Current Mood: Βαθμός Ενίσχυσης Συναισθήματος σύμφωνα με την Current Mood

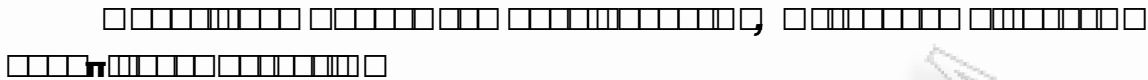
Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι και οι τρεις παράμετροι που λαμβάνουν μέρος στον υπολογισμό της συνάρτησης μπορούν να πάρουν τιμές από 1 έως 3, η ένταση του συναισθήματος που προκύπτει είναι δυνατό να κυμαίνεται από 1 (1-1+1) έως 9 (3+3+3).

Εφαρμόζοντας τις παραπάνω συναρτήσεις στον ακόλουθο πίνακα, προέκυψαν οι εντάσεις συναισθημάτων που φαίνονται στην τελευταία στήλη.

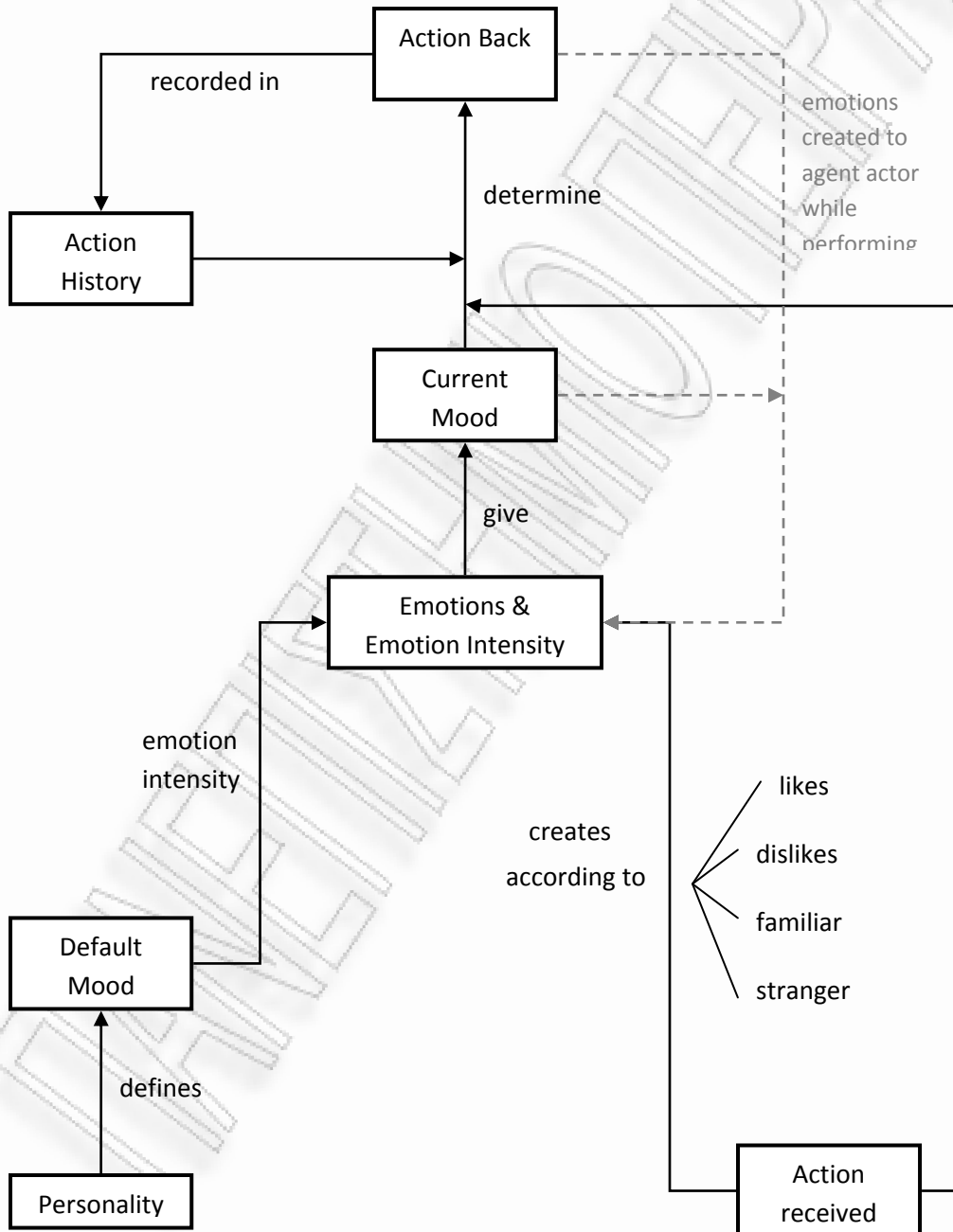
Action Received	Current Mood	Action Back	Emotions Created to Agent Actor	Emotion Intensity	
Laugh	Exuberant	Flower/Present	Hope	5	
Compliment	Exuberant		Hope	4	
	Relaxed		Hope	3	
Decline	Exuberant		Hope Fear	9 7	
	Relaxed		Hope Fear	8 8	
Wave	Exuberant		Hope	4	
	Dependent	Hope Fear	2 4		
	Relaxed	Hope	3		
Laugh	Dependent	Compliment	Hope Fear	2 4	
	Relaxed		Hope	3	
Compliment	Dependent		Hope Fear	1 3	
	Relaxed		Hope	2	
Cry	Dependent		Hope Fear	4 6	
	Relaxed		Hope Fear	5 5	
	Anxious		Hope Fear	4 6	
Decline	Exuberant		Hope Fear	8 6	
	Relaxed		Hope Fear	7 7	
Nothing_Back	Exuberant		Hope Fear	7 5	
	Relaxed		Hope Fear	6 6	
Compliment	Dependent		Accept	Happy_For	3
Flower/Present				Gratification	3
				Happy_For	4
		Gratification		4	
		Happy_For		3	
		Gratification		3	
		Happy_For		3	
		Gratification		3	
	Happy_For	3			
Compliment	Hostile	Decline	Gloating	8	
Flower/Present				9	
	Disdainful	Nothing_Back		6	

Πίνακας 12: Εντάσεις Συναισθημάτων σύμφωνα με τις Συναρτήσεις του Πίνακα 7

Τα συναισθήματα που προκύπτουν από πράξεις του ίδιου του πράκτορα θα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια, καθώς θα αναμένουν την απάντηση του πράκτορα αποδέκτη. Για παράδειγμα: Η διάρκεια εξασθένησης των συναισθημάτων HOPE και FEAR έχει καθοριστεί σε 15sec (βλ. **Πίνακας 7: Χρόνοι Εξασθένησης Συναισθημάτων**). Ο χρόνος αυτός είναι αρκετά μεγάλος ώστε τα συναισθήματα HOPE και FEAR να παραμείνουν ενεργά έως ότου ο πράκτορας που εκτέλεσε την πράξη λάβει την απάντηση του πράκτορα αποδέκτη. Οπότε, υπολογίζονται και αυτά τα συναισθήματα (HOPE, FEAR) στη διαμόρφωση της τρέχουσας διάθεσής του πράκτορα και συνεπώς στην επιλογή επόμενης action back.



Οι παραπάνω αποφάσεις σε όσον αφορά τα δημοσιευμένα στοιχεία του μοντέλου ALMA, καθώς και οι σημαντικές σχεδιαστικές αποφάσεις που ελήφθησαν στα πλαίσια της παρούσας υλοποίησης σε όσον αφορά τα αδιευκρίνιστα στοιχεία του μοντέλου, οδήγησαν στη δημιουργία του μηχανισμού παραγωγής συναισθημάτων, μεταβολής διαθέσεων και επιλογής ενεργειών που παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Εικόνα 8: Μηχανισμός Παραγωγής Συναισθημάτων και Επιλογής Ενεργειών

Εν συντομία, ο μηχανισμός αυτός, ο οποίος δημιουργήθηκε και χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία, περιγράφεται ως εξής: Αρχικά ένας πράκτορας λαμβάνει μια ενέργεια (Action Received). Ανάλογα με τον τύπο της ενέργειας και τη συμπάθειά του προς τον πράκτορα που την εκτέλεσε δημιουργεί τα αντίστοιχα συναισθήματα (Emotions) με συγκεκριμένη ένταση (Emotion Intensity). Η ένταση των παραχθέντων συναισθημάτων ενισχύεται και διαφοροποιείται ανάλογα με την προκαθορισμένη διάθεση (Default Mood) του πράκτορα αποδέκτη, η οποία προκύπτει από την προσωπικότητά του (Personality). Τα παραχθέντα συναισθήματα χαρτογραφούνται στο διάστημα PAD και έτσι προκύπτει η τρέχουσα διάθεση του πράκτορα. Η τρέχουσα διάθεση (Current Mood), σε συνδυασμό με τον τύπο της ενέργειας που έλαβε ο πράκτορας (Action Received) και το ιστορικό ενεργειών του (Action History), καθορίζουν την ενέργεια που θα εκτελέσει ως απάντηση (Action Back). Κάθε ενέργεια που εκτελεί ο πράκτορας καταγράφεται στο ιστορικό ενεργειών του, ώστε να αποτραπεί η δημιουργία βρόγχων εξαιτίας επαναλαμβανόμενης εκτέλεσης των ίδιων ενεργειών. Υπάρχει και μία ειδική περίπτωση παραγωγής συναισθημάτων, η οποία περιγράφεται με διακεκομμένα βέλη στον παραπάνω διάγραμμα. Η περίπτωση αυτή περιγράφει την παραγωγή συναισθημάτων στον πράκτορα που εκτελεί συγκεκριμένη ενέργεια. Ο τύπος της ενέργειας που εκτελεί (Action Back) σε συνδυασμό με την τρέχουσα διάθεσή του (Current Mood), αλλά και την ενέργεια που έλαβε (Action Received), καθορίζουν τα παραγόμενα στον πράκτορα συναισθήματα. Η ένταση των παραγόμενων συναισθημάτων προκύπτει από ειδική συνάρτηση, στην οποία παίρνουν για ακόμα μία φορά μέρος οι τρεις παράμετροι που προαναφέρθηκαν.

□□□□□□□□

Η παρούσα διπλωματική εργασία υλοποιήθηκε στην πλατφόρμα εικονικών πρακτόρων REVE Worlds, συνεπώς έκανε χρήση των δομών δεδομένων και αναπαράστασης γνώσης, καθώς και των έτοιμων αλγορίθμων και μεθοδολογιών που διαθέτει το συγκεκριμένο εικονικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, για τη δημιουργία του εικονικού περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα Veri, η οποία βασίζεται στη γλώσσα περιγραφής τρισδιάστατων αντικειμένων VRML (Virtual Reality Modeling Language), ενώ για τους εικονικούς πράκτορες και την υλοποίηση της συμπεριφοράς και των συναισθημάτων τους χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Java. Η επικοινωνία μεταξύ των εικονικών πρακτόρων επιτυγχάνεται μέσω Sockets και γίνεται εκτεταμένη χρήση αρχείων ιδιοτήτων για την αποθήκευση χρήσιμων μεταβλητών καθώς και τον ορισμό των μεταβλητών εκκίνησης.

Στην παρούσα ενότητα γίνεται μια σύντομη εισαγωγή στην πλατφόρμα REVE Worlds και στη συνέχεια περιγράφονται λεπτομερώς τα κυριότερα σημεία των κλάσεων που υλοποιούν τη θεωρία του μοντέλου ALMA, καθώς και τα αδιευκρίνιστα στοιχεία του, τα οποία καλύφθηκαν από τις σημαντικές σχεδιαστικές αποφάσεις της αμέσως προηγούμενης ενότητας.

□□□□□□□□ **REVE Worlds**

Η πλατφόρμα REVE Worlds (Anastassakis, 2012), η οποία χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι ένα ολοκληρωμένο εικονικό περιβάλλον, το οποίο βασίζεται στην αναπαράσταση REVE⁷. Αποτελεί το κυριότερο

⁷ Η αναπαράσταση REVE είναι μια νέα προσέγγιση για την αντιμετώπιση δυσχερειών που προκύπτουν εξαιτίας της πολυμορφίας των αναγκών του χώρου των ευφυών εικονικών περιβαλλόντων. Έχει συγκεκριμένη θεωρητική βάση με Ευφυείς Πράκτορες με Συναισθήματα

παράδειγμα αξιοποίησης της πλατφόρμας jREVE⁸, συνεπώς χρησιμοποιεί X3D για τη φυσική αναπαράσταση των εικονικών αντικειμένων. Χρησιμοποιείται για τη διαχείριση εικονικών κόσμων, καθώς και εικονικών σωμάτων. Συγκεκριμένα, διαθέτει προηγμένες δυνατότητες οπτικοποίησης εικονικών κόσμων, υποστήριξης πολλαπλών εικονικών πρακτόρων, κατανομημένης λειτουργίας, επέκτασης και ανάπτυξης εφαρμογών. Βασίζεται στο πρωτόκολλο AIP, το οποίο χρησιμοποιείται για τη σύνδεση εικονικών σωμάτων με συστατικά παραγωγής συμπεριφοράς και γνωστικής λειτουργίας (cognition), υποστηρίζοντας έτσι ποικιλία μέσων ελέγχου των ορισμών και των σωμάτων. Επιτρέπει τη σύνδεση στην πλατφόρμα εξωτερικών εφαρμογών παραγωγής συμπεριφοράς μέσω πρωτοκόλλου TCP/IP και καθιστά δυνατή την παρακολούθηση της εκτέλεσης σε πραγματικό χρόνο.

Για τον ορισμό εικονικών κόσμων, ως συνόλων εικονικών αντικειμένων χρησιμοποιείται η βασιζόμενη σε XML γλώσσα VERL (Virtual Environment Representation Language). Η γλώσσα VERL χρησιμοποιεί δεδομένα X3D σε κωδικοποίηση VRML και εφαρμόζει σε αυτά χωρικούς μετασχηματισμούς.

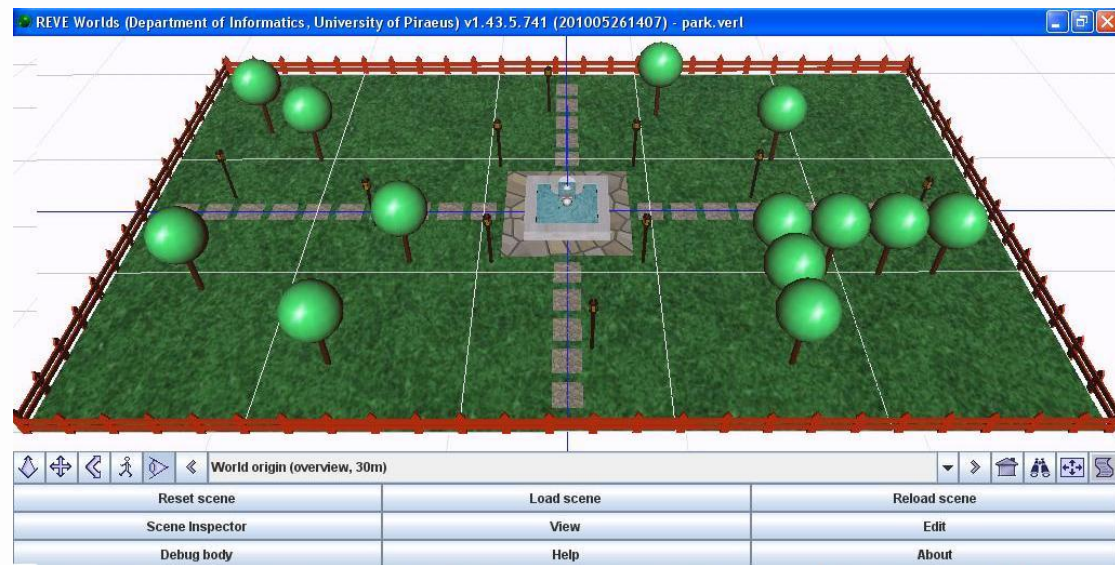
Σε όσον αφορά το πλαίσιο ανάπτυξης λογισμικού ευφυών εικονικών πρακτόρων, χρησιμοποιείται η βιβλιοθήκη SARA. Η SARA είναι ένα απλό API για πράκτορες REVE, το οποίο βασίζεται σε Java και μπορεί να απλοποιήσει σε σημαντικό βαθμό την υλοποίηση των εφαρμογών πρακτόρων για εικονικά περιβάλλοντα βασισμένα στην αναπαράσταση REVE. Επιπλέον, προσφέρει πολλαπλά επίπεδα επαναχρησιμοποιήσιμης λειτουργικότητας. Παρέχει αρκετές υλοποιήσεις base agent, η κάθε μία με διαφορετικά χαρακτηριστικά, τα οποία ποικίλουν από απλές, γενικού σκοπού λειτουργίες όπως είναι η αίσθηση (sensing), η εκτέλεση ενέργειας (acting) και η πρόσβαση σε μια συμβολική βάση γνώσης, έως προχωρημένες διευκολύνσεις χωρικές-χαρτογραφικές (spatial-mapping), εύρεση διαδρομής (pathfinding) και έλεγχο συμπεριφοράς βασισμένο σε γεγονότα.

Virtual Model

Ο εικονικός κόσμος, δηλαδή το Virtual model της εφαρμογής, μια συνολική άποψη του οποίου παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα, δημιουργήθηκε στη γλώσσα VERL, η οποία απαιτείται για την απεικόνιση κόσμων στην πλατφόρμα REVE Worlds.

έμφαση στην υποστήριξη ευφυών εικονικών πρακτόρων, είναι ευέλικτη, επεκτάσιμη και έχει τη δυνατότητα να εφαρμοστεί άμεσα και συστηματικά σε πλήθος εφαρμογών.

⁸ Η πλατφόρμα jREVE είναι μία ολοκληρωμένη, τεκμηριωμένη και πλήρως λειτουργική υλοποίηση της αναπαράστασης REVE, συνοδευόμενη από ένα σύνολο συστατικών και εργαλείων ανάπτυξης λογισμικού.



Εικόνα 9: Συνολική Άποψη Εικονικού Κόσμου

Το αρχείο park.verl αποτελείται από τα ακόλουθα itemGroups, τα οποία συνιστούν το εικονικό περιβάλλον: φράχτης (Fence), σιντριβάνι (Fountain), στύλοι με φαναράκι (Street_Lamps), γραζόν (Grass), πέτρινα μονοπάτια (Stone_Paths) και δέντρα (Trees). Το κάθε itemGroup αποτελείται από μικρότερα τμήματα αντικειμένων (items), τα οποία στο σύνολό τους συνιστούν το τελικό εμφανιζόμενο αντικείμενο. Για παράδειγμα, το σύνολο αντικειμένων φράχτης (itemGroup Fence) αποτελείται από πολλά μικρότερα τμήματα (items), τα οποία αναπαριστούν τα ξύλινα κάγκελα που συνιστούν το φράχτη.

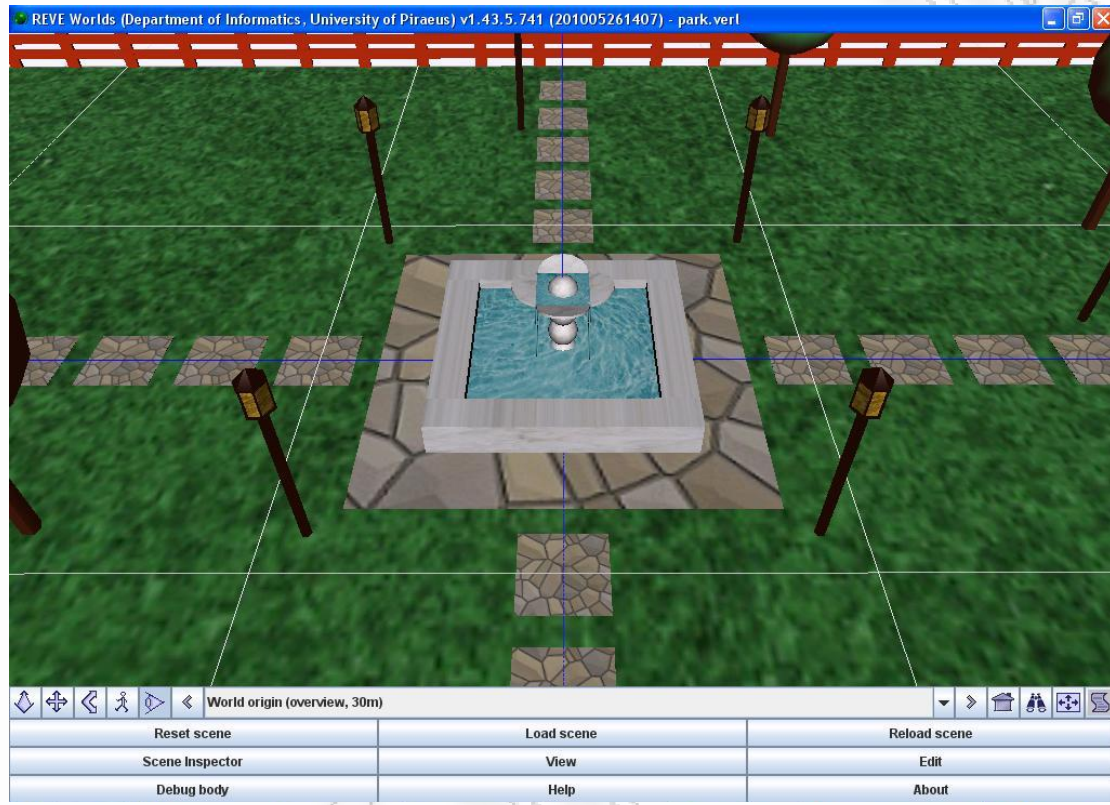
Ο φράχτης, το σιντριβάνι, οι λάμπες και τα δέντρα είναι αντικείμενα ορατά στον εικονικό πράκτορα (κλάση real), έτσι ώστε να αντιλαμβάνεται την παρουσία τους και να τα αποφεύγει, δηλαδή να μη μπορεί να τα διαπεράσει, όπως και στον πραγματικό κόσμο. Αντίθετα, το γρασίδι και τα πέτρινα μονοπάτια πάνω σε αυτό, τα οποία έχουν προστεθεί αποκλειστικά για τον παρατηρητή, για λόγους αισθητικής, είναι μη ορατά στον εικονικό πράκτορα (κλάση unreal), έτσι ώστε να μπορεί να τα διασχίσει. Όλα τα αντικείμενα προσαρμόζονται στο σύστημα συντεταγμένων του εικονικού κόσμου (fit="true") και δεν εμφανίζουν κάποια ιδιαίτερη συμπεριφορά (behaviours="false").

Ως είσοδος στο αρχείο park.verl δίνεται το αντίστοιχο αρχείο park.wrl, στο οποίο ορίζονται τα αρχικά τρισδιάστατα μοντέλα αντικειμένων σε γλώσσα VRML, τα οποία αποτελούν τη βάση κατασκευής των τελικών εμφανιζόμενων αντικειμένων του εικονικού κόσμου. Εδώ χρειάζεται προσοχή, καθώς όλα τα αντικείμενα τα οποία έχει οριστεί να αναγνωρίζει ο πράκτορας και δεν πρέπει να διαπερνά είναι απαραίτητο να έχουν γεωμετρία τύπου IndexedFaceSet, ώστε να δημιουργούνται σωστά τα bounding boxes των εικονικών αντικειμένων⁹. Τα τρισδιάστατα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του φράχτη είναι ένας μοναδιαίος κύβος (UnitCube) για τα μεγάλα οριζόντια κάγκελα του φράχτη και ένα παραλληλόγραμμο σχήμα, μτυρό στην πάνω πλευρά (fence_mat) για τα μικρά κάθετα κάγκελα του φράχτη. Για τα δέντρα χρησιμοποιείται μια σφαίρα για το φύλλωμα και ένα τρισδιάστατο

⁹ Η μέθοδος των bounding boxes, δηλαδή της δημιουργίας νοητών περιβλημάτων γύρω από τα αντικείμενα του εικονικού κόσμου, χρησιμοποιείται από την πλατφόρμα REVE Worlds έτσι ώστε να αποτρέψει τους πράκτορες από το να κινούνται πάρα πολύ κοντά στα αντικείμενα που εντοπίζουν, αποδίδοντας έτσι μεγαλύτερο ρεαλισμό στην εκτέλεση.

πολύγωνο για τον κορμό (αντικείμενο Tree), ενώ για το γρασίδι και τα πέτρινα μονοπάτια χρησιμοποιούνται παραλληλόγραμμα με αντίστοιχη υφή γρασιδιού (Grass) και πέτρας (Stone).

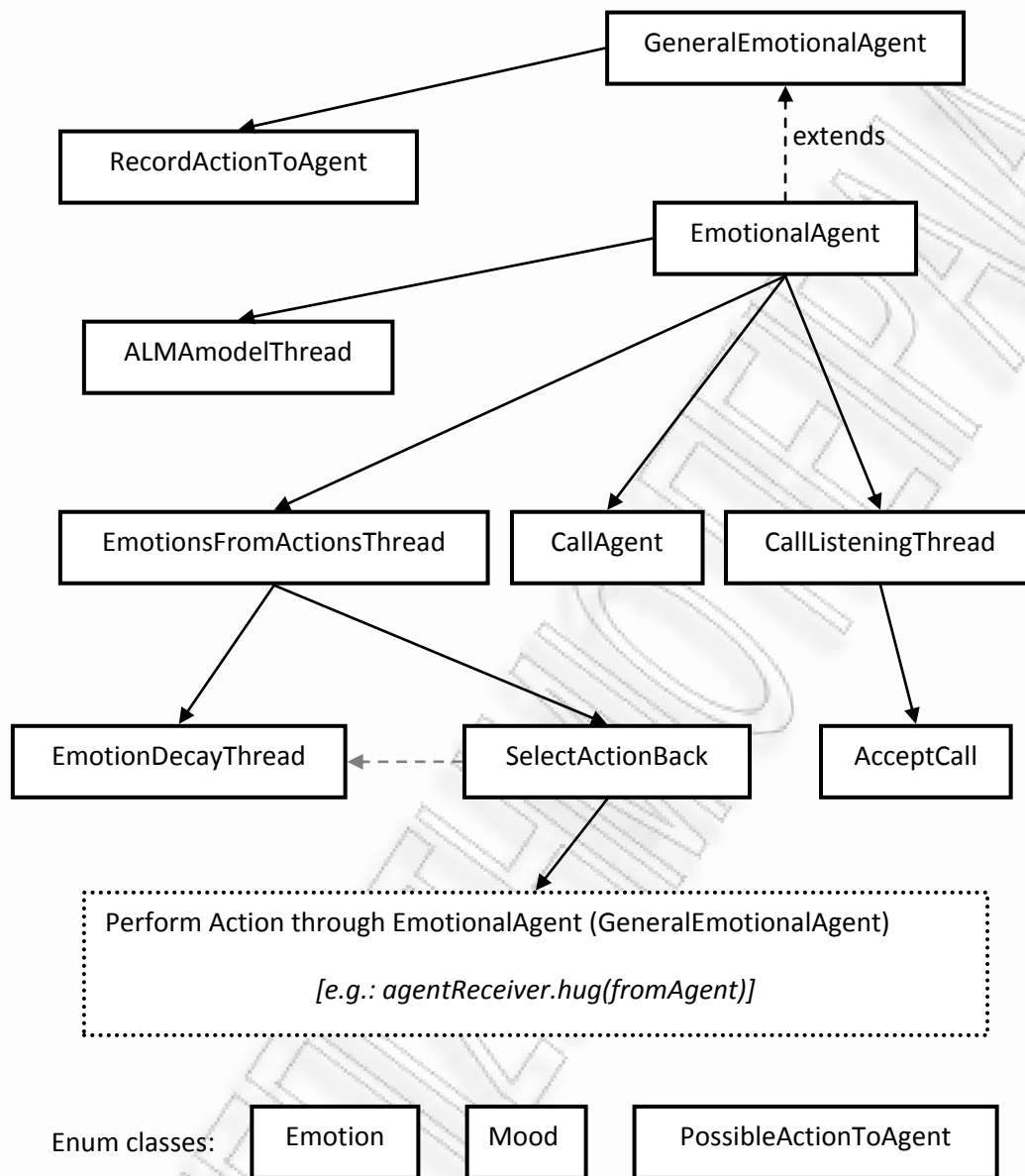
Περισσότερο πολύπλοκα σχήματα είναι οι λάμπες και το σιντριβάνι, μια κοντινότερη άποψη των οποίων εμφανίζεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 10: Κοντινή Άποψη Σιντριβανιού και Λαμπών

Η λάμπα αποτελείται αρχικά από ένα πολύγωνο το οποίο αναπαριστά τον στύλο όπου στηρίζεται το φαναράκι. Το φαναράκι συνιστούν μία πολύγωνη βάση, μία πολύπλευρη σκεπή και μικρές κυλινδρικές στήλες που συνδέουν τα προαναφερόμενα μεταξύ τους. Για την αναπαράσταση του φωτός, χρησιμοποιούνται παραλληλόγραμμα με την αντίστοιχη υφή. Ο στύλος με το φαναράκι ορίζονται από το αρχείο wrl ως ένα τρισδιάστατο σχήμα (Lamp), οπότε στη συνέχεια απλά εισάγεται ο επιθυμητός αριθμός των συγκεκριμένων αντικειμένων στην κατάλληλη θέση. Το σιντριβάνι από την άλλη, είναι αυτό που χρησιμοποιεί τα περισσότερα τρισδιάστατα μοντέλα για την απεικόνισή του. Σε όσον αφορά το περιβάλλον του σιντριβανιού χρησιμοποιείται ένας μοναδιαίος κύβος με υφή μαρμάρου (GreyCube), ενώ για το εσωτερικό διακοσμητικό του σιντριβανιού, το οποίο εμφανίζει τη μεγαλύτερη πολυπλοκότητα, χρησιμοποιούνται τρισδιάστατα μοντέλα σφαίρας (GreySphere), επίσης με μαρμαρίνη υφή, για τον κορμό του διακοσμητικού και κυλίνδρου (GreyCylinder) για τα μαρμαρίνα διακοσμητικά του επάνω μέρους του. Για την αναπαράσταση του στάσιμου νερού εντός της κεντρικής δεξαμενής του σιντριβανιού, αλλά και στο επάνω μέρος του, χρησιμοποιούνται παραλληλόγραμμα με την αντίστοιχη υφή (SquareTextureWater), ενώ για το τρεχούμενο νερό από το πάνω μέρος του διακοσμητικού του σιντριβανιού προς την κεντρική δεξαμενή του, χρησιμοποιούνται κύλινδροι με υφή νερού (CylinderTextureWater).

Στα παραπάνω τρισδιάστατα μοντέλα αντικειμένων σε γλώσσα VRML, που μόλις παρουσιάστηκαν, εφαρμόζονται στη συνέχεια, μέσω της γλώσσας VERL, οι κατάλληλες



Εικόνα 11: Διάγραμμα Συσχέτισης Κλάσεων

Ο ορισμός του πράκτορα καθώς και το σύνολο ενεργειών που δύναται να εκτελέσει συμπεριλαμβάνονται στην αφηρημένη (abstract) κλάση `GeneralEmotionalAgent`. Η μόνη κλάση που καλείται απευθείας από την προαναφερθείσα, έπειτα από κάθε εκτέλεση ενέργειας του πράκτορα, είναι η `RecordActionToAgent`, η οποία καταγράφει την ενέργεια που εκτελέστηκε και το όνομα του πράκτορα που την εκτέλεσε στο αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα αποδέκτη. Αυτό γίνεται με σκοπό ο πράκτορας αποδέκτης να καταλάβει ποια ενέργεια εκτυλίχθηκε προς αυτόν και από ποιον πράκτορα, έτσι ώστε να ακολουθήσει η δημιουργία των ανάλογων συναισθημάτων.

Η κλάση `EmotionalAgent`, η οποία αποτελεί και την εκτελέσιμη κλάση του προγράμματος, προσομοιάζει τον πράκτορα και κληρονομεί από την αφηρημένη κλάση `GeneralEmotionalAgent`. Για τη δημιουργία περισσότερων του ενός πρακτόρων με διαφορετική συμπεριφορά, δημιουργείται ο αντίστοιχος αριθμός κλάσεων με διαφορετική ονομασία (π.χ.

Η συγκεκριμένη κλάση ονομάζεται έτσι καθώς ακολουθεί κατά γράμμα (ή τουλάχιστον, όσο το δυνατόν πλησιέστερα) το μοντέλο ALMA (A Layered Model of Affect), το οποίο προτάθηκε από τον Patrick Gebhard το 2005. Λαμβάνει υπόψη και τους τρεις διαφορετικούς τρόπους έκφρασης που είναι δυνατό να παρουσιάζει ένας άνθρωπος, δηλαδή τα συναισθήματα (emotions), τη διάθεση (mood) και την προσωπικότητα (personality). Για την ακρίβεια, το συγκεκριμένο Thread δέχεται ως είσοδο τις μεταβλητές προσωπικότητας του agent (openness, conscientiousness, extraversion, agreeableness και neuroticism – OCEAN ή Big Five ή Five Factor model), οι οποίες παραμένουν σταθερές από την αρχή έως το τέλος της εκτέλεσης, και μέσω αυτών υπολογίζει τη default διάθεση του πράκτορα. Στη συνέχεια, το Thread εκτελείται συνεχώς, ελέγχοντας τη λίστα τρεχόντων συναισθημάτων του agent, και υπολογίζοντας την αντίστοιχη τρέχουσα διάθεσή του, με τη βοήθεια των παραμέτρων Pleasure, Arousal και Dominance, του μοντέλου PAD. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα υπολογίζεται η τρέχουσα διάθεση του πράκτορα και αν εντοπιστεί μεταβολή (δηλαδή εάν η τρέχουσα διάθεση διαφέρει από την προηγούμενη), τότε γίνεται καταγραφή της νέας διάθεσης στο αρχείο ιδιοτήτων (agentNameCurrentMood.properties) με τη βοήθεια των μεθόδων writeProperty & writeToProperties.

Μέθοδος computeMood

Η συγκεκριμένη μέθοδος, όπως φανερώνει και το όνομά της, υπολογίζει την τρέχουσα διάθεση του πράκτορα. Δέχεται ως είσοδο τις τρεις μεταβλητές που ορίζονται από μοντέλο PAD – pleasure, arousal και dominance, εντοπίζει το τεταρτημόριο στο οποίο αντιστοιχούν οι τιμές τους και επιστρέφει την αντίστοιχη διάθεση σε μορφή Enum. Στην ουσία, η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί την υλοποίηση του **Πίνακας 3** της θεωρίας του μοντέλου PAD, στον οποίο χαρτογραφούνται οι 8 διαθέσεις που διακρίνονται στην ανθρώπινη συμπεριφορά, ανά τεταρτημόριο PAD. Αυτό που δεν έχει συμπεριληφθεί στην παρούσα υλοποίηση, και το οποίο αναφέρεται στο μοντέλο PAD, είναι η ένταση της διάθεσης, η οποία καθορίζεται από τις ακριβείς τιμές των τριών μεταβλητών pleasure, arousal και dominance. Η πρωτοβουλία που έχει ληφθεί στη συγκεκριμένη μέθοδο είναι ο ορισμός της τρέχουσας διάθεσης ως την default διάθεση του πράκτορα (δηλαδή τη διάθεση που ορίζεται από τις τιμές των μεταβλητών προσωπικότητας του agent) όταν οι τιμές των τριών μεταβλητών (pleasure, arousal και dominance) είναι διάφορες των τιμών που χαρτογραφούνται στον προαναφερθέντα πίνακα. Για παράδειγμα, όταν οι τιμές των μεταβλητών του μοντέλου PAD είναι μηδενικές, το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχουν τρέχοντα συναισθήματα, τότε η διάθεση του πράκτορα επιστρέφει στη default τιμή της. Η παραπάνω παραδοχή βέβαια, δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, καθώς πάντα κάτι αισθανόμαστε, ακόμα κι αν δεν το συνειδητοποιούμε. Η τρέχουσα διάθεση του πράκτορα καταγράφεται σε μορφή String στο αντίστοιχο κλειδί του ομώνυμου αρχείου ιδιοτήτων.

Μέθοδος moodFromPersonality

Η συγκεκριμένη μέθοδος, όπως υποδεικνύει και η ονομασία της, υπολογίζει τις τιμές των χαρακτηριστικών διάθεσης του πράκτορα, με βάση τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητάς του, τα οποία δέχεται ως είσοδο. Αποτελεί δηλαδή τη συσχέτιση του μοντέλου PAD με το μοντέλο Big Five, όπως αυτή ορίζεται στο μοντέλο ALMA, μέσω των παρακάτω συναρτήσεων:

// Συνάρτηση που υπολογίζει την παράμετρο διάθεσης pleasure:

$pleasure = 0.21 * extraversion + 0.59 * agreeableness + 0.19 * neuroticism;$

// Συνάρτηση που υπολογίζει την παράμετρο διάθεσης arousal:

$arousal = 0.15 * openness + 0.30 * agreeableness - 0.57 * neuroticism;$

// Συνάρτηση που υπολογίζει την παράμετρο διάθεσης dominance:

τον τρέχοντα¹¹. Αν αυτό έχει συμβεί, παράγονται τα αντίστοιχα συναισθήματα στον πράκτορα που δέχτηκε την πράξη, προστίθενται στη λίστα ενεργών συναισθημάτων και καταγράφονται επίσης στο αντίστοιχο αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα.

Σημαντικό σημείο είναι το εξής: Μόλις το Thread EmotionsFromActionsThread εντοπίσει νέα ενέργεια στο αρχείο ιδιοτήτων, αφού την καταχωρήσει, στη συνέχεια θέτει την τιμή της αντίστοιχης μεταβλητής σε «**NO_ACTION**». Με αυτό τον τρόπο αποτρέπεται η δημιουργία βρόγχου, ο οποίος θα δημιουργούνταν εξαιτίας της συνεχόμενης (πολλαπλής) ανάγνωσης της ίδιας ενέργειας. Η σταθερά enum «**NO_ACTION**»¹² χρησιμοποιείται για να δηλώσει την απουσία ενέργειας, δηλαδή να δηλώσει ότι τη συγκεκριμένη στιγμή ο πράκτορας δεν δέχεται καμία ενέργεια από άλλο πράκτορα. Αμέσως μετά διαβάζεται και το όνομα του πράκτορα που εκτέλεσε την ενέργεια, το οποίο είναι απαραίτητο, καθώς επηρεάζει άμεσα τη δημιουργία των συναισθημάτων στον τρέχοντα πράκτορα.

Στη συγκεκριμένη κλάση, επιλέχθηκε η δημιουργία τόσων μεθόδων, όσες και οι δυνατές ενέργειες προς τον πράκτορα. Έτσι, συναντώνται οι παρακάτω μέθοδοι:

hug_by, kiss_by, hit_by, wave_by, compliment_by, curse_by, flower_by, present_by, accept_by, decline_by, avoid_by, ignore_by, cry, laugh, nothing_back

Ανάλογα με τον τύπο ενέργειας που εντοπίζεται στο αρχείο ιδιοτήτων, δηλαδή ανάλογα με την πράξη που εκτελέστηκε προς τον πράκτορα (οποιαδήποτε εκτός της «**NO_ACTION**»), καλείται και η αντίστοιχη μέθοδος από τις παραπάνω, έτσι ώστε να ανανεώσει κατάλληλα τη λίστα τρεχόντων συναισθημάτων.

Στο σημείο αυτό, ενδεικτικά, ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των αντιπροσωπευτικότερων από τις παραπάνω μεθόδους:

Μέθοδος hug_by

Η μέθοδος hug_by, όπως φαίνεται και από την ονομασία της, δηλώνει ότι ο συγκεκριμένος πράκτορας έλαβε αγκαλιά από άλλο πράκτορα. Καλείται μόλις εντοπιστεί στο αρχείο ιδιοτήτων με τις ενέργειες που δέχεται ο πράκτορας, η ενέργεια «**HUG**». Ως παράμετροι στη συγκεκριμένη μέθοδο εισάγονται: το όνομα του πράκτορα ο οποίος εκτέλεσε την ενέργεια, ώστε να ξέρει ο πράκτορας αποδέκτης της ενέργειας ποιος τον αγκάλιασε, η λίστα ενεργών συναισθημάτων του πράκτορα, οι λίστες προτιμήσεων του σε όσον αφορά άλλους πράκτορες (likes, dislikes και familiar agents), καθώς και το αρχείο ιδιοτήτων όπου καταγράφονται τα συναισθήματα του πράκτορα. Η μέθοδος επιστρέφει τη λίστα ενεργών συναισθημάτων του πράκτορα, ανανεωμένη με τα νέα συναισθήματα που έχουν δημιουργηθεί εξαιτίας της ενέργειας «**HUG**».

Πιο αναλυτικά, σε όσον αφορά τη δημιουργία των συναισθημάτων, ο τύπος και η αρχική ένταση των παραγόμενων συναισθημάτων, στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, εξαρτώνται από την ενέργεια που έλαβε ο πράκτορας και τη συμπάθεια που τρέφει προς τον πράκτορα που την εκτέλεσε. Αυτός είναι και ο λόγος που εισάγονται στη μέθοδο οι λίστες με τα ονόματα των πρακτόρων που ο συγκεκριμένος agent συμπαθεί (agentLikes), αντιπαθεί (agentDislikes), ή απλά γνωρίζει (familiarAgents). Ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει ο πράκτορας που εκτέλεσε την ενέργεια, παράγονται και τα ανάλογα συναισθήματα. Εάν ο

¹¹ Η καταγραφή της εκτυλιχθείσας πράξης στο αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα, γίνεται μέσω της κλάσης RecordActionToAgent, η οποία περιγράφεται παρακάτω.

¹² (βλ. κλάση τύπου Enum «PossibleActionToAgent»)

πράκτορας δεν ανήκει σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες, αυτό σημαίνει πώς του είναι άγνωστος, οπότε ακολουθεί δημιουργία αντίστοιχων συναισθημάτων.

Επιπλέον ενίσχυση ή όχι των παραγόμενων συναισθημάτων, προκαλεί η προσωπικότητα του πράκτορα, η οποία χαρακτηρίζεται από τη default διάθεσή του. Έτσι, στη συγκεκριμένη κλάση συμπεριλαμβάνεται ακόμα μία μέθοδος, με την ονομασία **defMoodEmotionIntensity**. Η μέθοδος αυτή αποτελείται από ένα switch, μέσω του οποίου ορίζει το πόσο επηρεάζεται η ένταση των συναισθημάτων, ανάλογα με την default διάθεση του πράκτορα. Δέχεται ως είσοδο το εκάστοτε συναίσθημα και τη default διάθεση του πράκτορα και επιστρέφει μια ακέραια τιμή από 1 έως 3, η οποία αποτελεί τον παράγοντα επηρεασμού της έντασης του συναισθήματος από την default διάθεση (βλ. **Πίνακας 6: Τιμές Μεταβλητής defaultMoodFactor**).

Έστω για παράδειγμα ότι ο πράκτορας που αγάλιασε τον τρέχοντα πράκτορα ανήκει σε αυτούς που συμπαθεί. Τότε, το πρώτο συναίσθημα προς δημιουργία είναι το συναίσθημα της χαράς (JOY). Η αρχική του ένταση, εφόσον ο πράκτορας που εκτέλεσε την ενέργεια ανήκει στη λίστα agentLikes, είναι 2. Σύμφωνα με την προσωπικότητα του πράκτορα αποδέκτη της ενέργειας, δηλαδή τη default διάθεσή του, η αρχική ένταση πολλαπλασιάζεται με την τιμή που επιστρέφει η μέθοδος defMoodEmotionIntensity, που περιγράφηκε παραπάνω. Έτσι δημιουργείται η τελική, συνολική ένταση του συναισθήματος, και ακολουθεί η δημιουργία του, δηλαδή η προσθήκη του στη λίστα ενεργών συναισθημάτων, τόσες φορές όσες η έντασή του. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και με τα συναισθήματα αρέσκειας (LIKING) και αγάπης (LOVE), που δημιουργούνται επίσης μόλις ο πράκτορας λάβει αγκαλιά από κάποιον που συμπαθεί. Αμέσως μετά, μέσω του πράκτορα, καλείται η συνάρτηση γραφικής απεικόνισης των συναισθημάτων (η οποία βρίσκεται στην κλάση GeneralEmotionalAgent), έτσι ώστε να απεικονιστούν τα νεοδημιουργηθέντα συναισθήματα. Ακολουθεί η καταγραφή της ανανεωμένης λίστας ενεργών συναισθημάτων στο αντίστοιχο αρχείο ιδιοτήτων (εδώ καλούνται οι απαραίτητες μέθοδοι εγγραφής σε αρχεία ιδιοτήτων). Με τη δημιουργία κάθε συναισθήματος, δημιουργείται και ένα νέο Thread (EmotionDecayThread, το οποίο περιγράφεται αμέσως μετά), στο οποίο εισάγεται το όνομα του συναισθήματος, η έντασή του (δηλαδή το πόσες φορές αυτό εμφανίζεται στη λίστα ενεργών συναισθημάτων) και ο χρόνος που χρειάζεται για να εξασθενήσει¹³. Συνεπώς, δημιουργούνται τα αντίστοιχα Threads υπολογισμού εξασθένησης των συναισθημάτων και ξεκινά η εκτέλεσή τους. Τέλος, δημιουργείται νέο αντικείμενο της μεθόδου SelectActionBack, μέσω της οποίας, ο πράκτορας ο οποίος ήταν αποδέκτης της ενέργειας, επιλέγει ποια ενέργεια θα εκτελέσει πίσω στον πράκτορα που την προκάλεσε, και καλείται η βασική της μέθοδος (actionBackSelection).¹⁴ Η μέθοδος hug_by κλείνει επιστρέφοντας την ανανεωμένη λίστα ενεργών συναισθημάτων.

Σε κάποιες ειδικές περιπτώσεις, μπορεί να γίνει και προσθήκη ενός πράκτορα σε μία εκ των λιστών προτιμήσεων (agentLikes ή agentDislikes) του τρέχοντος πράκτορα, ανάλογα με την ενέργεια που εκτέλεσε προς αυτόν. Αυτό συμβαίνει για παράδειγμα όταν ένας πράκτορας που είναι απλά γνωστός του τρέχοντος πράκτορα, τον χτυπήσει (μέθοδος «hit_by»), οπότε και προστίθεται αυτόματα στη λίστα των πρακτόρων που ο τρέχον πράκτορας αντιπαθεί (agentDislikes).

¹³ Σε κάθε συναίσθημα έχει αντιστοιχηθεί και ένας χρόνος εξασθένησης (βλ. Κλάση «Emotion», μέθοδος «decayTime»)

¹⁴ Κάποιες από τις μεταβλητές που εισάγονται στον κατασκευαστή του EmotionsFromActionsThread, δεν χρησιμοποιούνται από το ίδιο το Thread, αλλά μεταβιβάζονται απευθείας στην κλάση SelectActionBack (π.χ. οι λίστες ιστορικού ενεργειών του πράκτορα).

Παρόμοια με την `hug_by` λειτουργούν και οι υπόλοιπες μέθοδοι της κλάσης `EmotionsFromActionsThread`, με εξαίρεση τις ακόλουθες, οι οποίες παρουσιάζουν κάποιες ιδιαιτερότητες:

Μέθοδοι `accept_by` και `decline_by`

Οι συγκεκριμένες μέθοδοι υποδηλώνουν ότι κάποιος άλλος πράκτορας δέχτηκε (ACCEPT) ή αρνήθηκε (DECLINE) αντίστοιχα λουλούδι, δώρο ή κομπλιμέντο από τον τρέχοντα πράκτορα. Για να προσέφερε αρχικά ο τρέχον πράκτορας λουλούδι ή δώρο ή να έκανε κομπλιμέντο στον πράκτορα που τώρα το αποδέχτηκε ή το αρνήθηκε, σημαίνει ότι ανήκει στους πράκτορες οι οποίοι του αρέσουν (λίστα `agentLikes`). Άρα, στις συγκεκριμένες μεθόδους συναντάμε μόνο μία περίπτωση δημιουργίας συναισθημάτων, αφού είναι σίγουρο ότι ο `agent` που κάνει ACCEPT ή DECLINE ανήκει στους πράκτορες που ο τρέχον `agent` συμπαθεί. Για το λόγο αυτό απουσιάζουν από την κλήση των συγκεκριμένων μεθόδων όλες οι λίστες προτιμήσεων του πράκτορα.

Μέθοδος `avoid_by`

Μέθοδος, η οποία δείχνει ότι κάποιος πράκτορας αποφεύγει το συγκεκριμένο `agent`. Τα συναισθήματα που παράγονται στον πράκτορα που είναι ανεπιθύμητος είναι τα ίδια, ανεξαρτήτως σε ποια κατηγορία ανήκει ο `agent` που τον απέφυγε. Συνεπώς, και εδώ συναντάται μόνο μία περίπτωση παραγωγής συναισθημάτων, άρα επίσης απουσιάζουν από την κλήση της μεθόδου όλες οι λίστες προτιμήσεων του πράκτορα.

Μέθοδος `ignore_by`

Μέθοδος η οποία δείχνει ότι κάποιος πράκτορας αγνοεί την ερώτηση που του απευθύνει ο τρέχον πράκτορας. Εδώ διακρίνονται δύο περιπτώσεις παραγωγής συναισθημάτων: όταν ο πράκτορας που αγνόησε τον τρέχοντα `agent` ανήκει στη λίστα πρακτόρων που αντιπαθεί, και όταν ανήκει σε οποιαδήποτε άλλη κατηγορία (`agentLikes`, `familiarAgents` & `strangers`). Γι' αυτό και δεν δέχεται ως είσοδο όλες τις λίστες προτιμήσεων του πράκτορα, παρά μόνο τη λίστα με τους πράκτορες που αντιπαθεί.

Μέθοδος `nothing_back`

Η συγκεκριμένη μέθοδος υποδηλώνει στην ουσία την απουσία ενέργειας, δηλαδή το ότι ο τρέχον πράκτορας εκτέλεσε μια ενέργεια προς άλλο πράκτορα και ο δεύτερος δεν αντέδρασε, δηλαδή δεν εκτέλεσε καμία ενέργεια ως απάντηση. Στην παρούσα εργασία γίνεται η παραδοχή ότι δεν δημιουργούνται συναισθήματα στον πράκτορα που έλαβε την ενέργεια `nothing_back`. Συνεπώς, εφόσον δεν έχει νόημα, στην κλήση της δεν εισάγεται καμία από τις λίστες προτιμήσεων του.

□□□□ `EmotionDecayThread`

Η κλάση `EmotionDecayThread`, η οποία είναι τύπου `Thread`, καλείται κάθε φορά που δημιουργείται ένα νέο συναίσθημα, και μετρά αντίστροφα ως την εξασθένησή του. Η κλήση του συγκεκριμένου `Thread` γίνεται από την κλάση `EmotionsFromActionsThread` και σε ορισμένες περιπτώσεις και από την κλάση `SelectActionBack`. Αποτελεί στην ουσία έναν τύπο αντίστροφης χρονομέτρησης προκαλώντας την εξασθένηση του συναισθήματος. Δέχεται ως είσοδο το όνομα του νεοδημιουργηθέντος συναισθήματος, την έντασή του (η οποία μεταφράζεται με αντίστοιχο αριθμό εμφανίσεων του συναισθήματος στη λίστα ενεργών συναισθημάτων) και το χρόνο που αυτό χρειάζεται για να εξασθενήσει. Επιπλέον, εισάγεται η λίστα με τα ενεργά συναισθήματα, καθώς και το όνομα του αρχείου ιδιοτήτων όπου αυτά καταγράφονται, ώστε να γίνει η αφαίρεση

των αντίστοιχων εγγραφών. Εισάγεται επίσης ο ίδιος ο πράκτορας, έτσι ώστε να κληθεί η σχετική συνάρτηση για τη γραφική απεικόνιση, μετά την εξασθένηση των συναισθημάτων.

Το σημαντικό επίτευγμα του μηχανισμού που χρησιμοποιεί το `EmotionDecayThread`, είναι ότι επιτυγχάνει **σταδιακή** εξασθένηση του ενεργού συναισθήματος για το οποίο δημιουργήθηκε. Συγκεκριμένα, χωρίζει το συνολικό χρόνο εξασθένησης σε τρία ίσα υπό-διαστήματα και με κάθε πέρασ ενός χρονικού υπό-διαστήματος μειώνει κατά 1/3 την ένταση του συναισθήματος, επιτυγχάνοντας έτσι τη σταδιακή και όχι απότομη εξασθένησή του. Η μείωση της έντασης του συναισθήματος γίνεται αφαιρώντας τον αντίστοιχο αριθμό εμφανίσεων του συγκεκριμένου συναισθήματος από τη λίστα τρεχόντων συναισθημάτων του πράκτορα. Με κάθε αφαίρεση συναισθημάτων καλείται και η αντίστοιχη συνάρτηση για τη γραφική απεικόνισή της ανανεωμένης συναισθηματικής κατάστασης του πράκτορα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται τακτική ενημέρωση του γραφικού περιβάλλοντος, το οποίο είναι αυτό που ενδιαφέρει τον τελικό παρατηρητή της εφαρμογής. Η ανανεωμένη λίστα συναισθημάτων μετά από κάθε εξασθένηση καταγράφεται επίσης στο αντίστοιχο αρχείο ιδιοτήτων, με τη βοήθεια ειδικών μεθόδων εγγραφής σε αρχεία ιδιοτήτων. Μόλις το `Thread` ολοκληρώσει την αποστολή του, το οποίο σημαίνει ότι το συναίσθημα για το οποίο δημιουργήθηκε εξασθένησε πλήρως, παύει να εκτελείται.

□□□□ **SelectActionBack**

Η `SelectActionBack` είναι η αμέσως επόμενη σημαντικότερη κλάση μετά την `EmotionsFromActionsThread`. Συγκεκριμένα, εάν θεωρηθεί ότι το `Thread EmotionsFromActionsThread` αποτελεί το μηχανισμό παραγωγής συναισθημάτων του πράκτορα, τότε η συγκεκριμένη κλάση αποτελεί το μηχανισμό επιλογής (και εκτέλεσης) ενέργειας αντίδρασης (`Action Back`). Θα μπορούσε να σημειώσει κάποιος ότι η κλάση `EmotionsFromActionsThread` ασχολείται με την εσωτερική, συναισθηματική κατάσταση του πράκτορα, ενώ η `SelectActionBack` εξωτερικεύει την κατάσταση αυτή υπό τη μορφή εκτέλεσης ενέργειας. Η αλληλεξάρτηση των δύο κλάσεων φαίνεται και από το γεγονός ότι η `SelectActionBack` καλείται μέσω της `EmotionsFromActionThread`, κάθε φορά που δημιουργούνται συναισθήματα στον πράκτορα μέσω ενέργειας που έλαβε.

Η κλάση `SelectActionBack` δέχεται ως κύρια είσοδο την ενέργεια που εκτελέστηκε προς τον τρέχοντα πράκτορα από κάποιον άλλο πράκτορα, και λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα διάθεσή του (η οποία προκύπτει από τα ενεργά συναισθήματα του και διαβάζεται από το σχετικό αρχείο ιδιοτήτων), επιλέγει ποια πράξη θα εκτελέσει ως απάντηση. Ως είσοδο επίσης δέχεται τις λίστες ιστορικού ενεργειών του πράκτορα. Το ιστορικό ενεργειών λαμβάνεται υπόψη, έτσι ώστε να μην εκτελούνται οι ίδιες πράξεις μεταξύ των ίδιων πρακτόρων συνεχώς, αλλά να υπάρχει ροή ενεργειών. Στις μεταβλητές εισόδου συμπεριλαμβάνονται επίσης: ο πράκτορας που έλαβε την ενέργεια (ο οποίος ετοιμάζεται να επιλέξει `Action Back`), το όνομα του πράκτορα που εκτέλεσε την ενέργεια η οποία πυροδότησε τον τρέχοντα πράκτορα (ώστε να ξέρει σε ποιον θα απευθυνθεί), η `default` διάθεση του πράκτορα (για την αρχικοποίηση της μεταβλητής τρέχουσας διάθεσής του), το αρχείο ιδιοτήτων του (για καταγραφή τυχών συναισθημάτων που δημιουργήθηκαν στον ίδιο τον πράκτορα με την εκτέλεση της επιλεχθείσας ενέργειας) και το γενικό αρχείο ιστορικού του, το οποίο εισάγεται σαν παράμετρος στη κλήση της επιλεχθείσας ενέργειας, για να γίνει η καταγραφή της.

Πρέπει να σημειωθεί ότι μέσω της κλάσης `SelectActionBack` υλοποιείται η ειδική περίπτωση δημιουργίας συναισθημάτων στον πράκτορα που εκτελεί μια συγκεκριμένη ενέργεια (`agent actor`). Για το λόγο αυτό συμπεριλαμβάνεται στον κατασκευαστή της κλάσης `SelectActionBack` η λίστα τρεχόντων συναισθημάτων του πράκτορα που εκτελεί την ενέργεια καθώς και το αντίστοιχο αρχείο ιδιοτήτων, τα οποία παρέχονται από την κλάση `EmotionsFromActionsThread`, η οποία καλεί την `SelectActionBack`. Συνεπώς, γίνεται και από

την κλάση `SelectActionBack`, μετά την προσθήκη του νέου συναισθήματος στη λίστα τρεχόντων συναισθημάτων, κλήση στην `EmotionDecayThread`, η οποία προσομοιάζει την εξασθένηση του συναισθήματος.

Μέθοδος `actionBackSelection`

Η `actionBackSelection` είναι η βασική μέθοδος της κλάσης `SelectActionBack`, καθώς, όχι απλά επιλέγει, αλλά και εκτελεί την ενέργεια απόκρισης (`Action Back`). Αποτελείται από διπλό `switch`, καθώς πρέπει να λάβει υπόψη και τον τύπο της ενέργειας που έλαβε ο πράκτορας αλλά και την τρέχουσα διάθεσή του. Αρχικά, διαβάζει την τρέχουσα διάθεση του πράκτορα από το αντίστοιχο αρχείο ιδιοτήτων. Ο τύπος της ενέργειας έχει ήδη εισαχθεί στην κλάση `SelectActionBack` κατά την κλήση της από το `Thread EmotionsFromActionsThread`. Έτσι, ανάλογα με την ενέργεια που έλαβε ο πράκτορας και σε συνδυασμό με την τρέχουσα διάθεσή του, προχωρά στην επιλογή ενέργειας απόκρισης (`Action Back`).

Σημαντικό στοιχείο, το οποίο αποτρέπει τη δημιουργία βρόγχων εξαιτίας της εκτέλεσης της ίδια ενέργειας επανειλημμένα, είναι το ότι λαμβάνεται υπόψη το ιστορικό ενεργειών που έχει εκτελέσει ο πράκτορας. Με αυτό τον τρόπο ο πράκτορας ανακαλεί τις ενέργειες που έχει εκτελέσει πρόσφατα και το όνομα του πράκτορα αποδέκτη της κάθε μίας από αυτές, έτσι ώστε να μην εκτελέσει πάλι την ίδια ενέργεια προς τον ίδιο πράκτορα.

Έστω για παράδειγμα ότι η ενέργεια που δέχτηκε ο πράκτορας είναι χαιρετισμός (`WAVE`) και ότι η τρέχουσα διάθεσή του είναι `EXUBERANT`. Σύμφωνα με τον **Πίνακας 8: Χαρτογράφηση `Action Back`** της αντίστοιχης παραγράφου στην ενότητα «Σημαντικές Σχεδιαστικές Αποφάσεις», η αναμενόμενη ενέργεια απόκρισης θα ήταν επίσης χαιρετισμός (`WAVE`). Όμως, για λόγους αποφυγής βρόγχου, ελέγχεται αρχικά η λίστα ιστορικού ενεργειών του πράκτορα. Εφόσον η συγκεκριμένη λίστα δεν είναι κενή (δηλαδή εφόσον ο πράκτορας έχει ήδη εκτελέσει κι άλλες ενέργειες), πραγματοποιείται έλεγχος εάν η τελευταία ενέργεια που εκτέλεσε ο πράκτορας είχε τον ίδιο αποδέκτη και ήταν ίδια με την ενέργεια που επιχειρεί να εκτελέσει και τώρα. Εάν αυτό ισχύει, τότε επιλέγεται η εναλλακτική ενέργεια από την αντίστοιχη στήλη του ίδιου πίνακα (στη συγκεκριμένη περίπτωση η ενέργεια `COMPLIMENT`) και εκτελείται καλώντας απευθείας την αντίστοιχη μέθοδο, μέσω του ίδιου του πράκτορα. Η ενέργεια `COMPLIMENT` ανήκει στην ειδική κατηγορία ενεργειών οι οποίες κατά την εκτέλεσή τους δημιουργούν συναισθήματα και στον πράκτορα που τις εκτελεί (`Agent Actor`). Σύμφωνα με το τρέχον παράδειγμα, δημιουργείται το συναίσθημα της ελπίδας (`HOPE`) στον πράκτορα που εκτελεί την ενέργεια `COMPLIMENT`, καλώντας τη μέθοδο `agentActorEmotionCreated`, η οποία περιγράφεται αμέσως παρακάτω. Εάν από την άλλη, σύμφωνα με το ιστορικό ενεργειών δεν έχει εκτελεστεί πρόσφατα η ενέργεια `WAVE` προς τον ίδιο πράκτορα, τότε επιλέγεται και εκτελείται μέσω της κατάλληλης μεθόδου του ίδιου του πράκτορα.

Το παραπάνω αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα επιλογής ενέργειας απόκρισης και η διαδικασία που περιγράφηκε ακολουθείται στους περισσότερους συνδυασμούς ενέργειας που έλαβε ο πράκτορας και τρέχουσας διάθεσής του. Η διαφορά είναι ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, όπου μία ενέργεια επιτρέπεται να εκτελεστεί περισσότερες της μίας φορές συνεχόμενα προς τον ίδιο αποδέκτη, δεν ελέγχεται μόνο η τελευταία ενέργεια του ιστορικού ενεργειών, αλλά ο αντίστοιχος αριθμός τελευταίων καταχωρήσεων. Παραδείγματος χάριν, η ενέργεια `DECLINE` επιτρέπεται να εκτελεστεί μέχρι και 3 φορές συνεχόμενα προς τον ίδιο αποδέκτη. Οπότε, στην περίπτωση αυτή, ελέγχονται οι τρεις τελευταίες καταχωρήσεις του ιστορικού ενεργειών. Αν και οι τρεις τελευταίες ενέργειες που έχει εκτελέσει ο πράκτορας είναι `DECLINE` και έχουν τον ίδιο αποδέκτη, τότε εκτελείται η εναλλακτική ενέργεια. Μια άλλη περίπτωση είναι για ένα συνδυασμό ενέργειας που δέχτηκε ο πράκτορας και τρέχουσας διάθεσής του, να μην υπάρχει εναλλακτική

ενέργεια (καθώς δεν υπάρχει φόβος δημιουργίας βρόγχου), οπότε εκτελείται απευθείας η επιλεγμένη ενέργεια, χωρίς να ελέγχεται η λίστα ιστορικού.

Διαφορετική δομή συναντάται στην περίπτωση που ο πράκτορας δεχτεί την ενέργεια NOTHING_BACK, το οποίο σημαίνει ότι ο πράκτορας προς τον οποίο είχε εκτελέσει προηγουμένως ενέργεια δεν του αποκρίθηκε. Στην περίπτωση αυτή, ανάλογα με την τρέχουσα διάθεσή του επιλέγει αν θα εκτελέσει πάλι την ίδια ενέργεια (δηλαδή την τελευταία ενέργεια που υπάρχει στο ιστορικό του), αν δεν θα κάνει τίποτα, ή αν θα νευριάσει από τη στάση αυτή του άλλου πράκτορα και θα γίνει εχθρικός κοκ. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης περίπτωσης χρησιμοποιείται τριπλό switch, αφού, εκτός από την πράξη που έλαβε ο πράκτορας και την τρέχουσα διάθεσή του, πρέπει να ελέγχει και το ποια ήταν η τελευταία πράξη που εκτέλεσε προς το συγκεκριμένο αποδέκτη. Για παράδειγμα, έστω ότι ένας πράκτορας δέχεται την ενέργεια NOTHING_BACK, δηλαδή μη αντίδραση στην ενέργεια που πριν είχε εκτελέσει προς το συγκεκριμένο αποδέκτη. Εάν η τρέχουσα διάθεσή του είναι EXUBERANT και η πράξη που είχε εκτελέσει προς τον πράκτορα αποδέκτη (δηλαδή η τελευταία πράξη του ιστορικού ενεργειών του), για την οποία δεν έλαβε απόκριση, είναι ο χαιρετισμός (WAVE), τότε εκτελούνται τα ακόλουθα: Επειδή η πράξη WAVE για πράκτορα με τρέχουσα διάθεση EXUBERANT επιτρέπεται να εκτελεστεί μέχρι τρεις φορές συνεχόμενα, ελέγχονται οι τρεις τελευταίες εγγραφές της λίστας ιστορικού ενεργειών. Εάν όντως η πράξη WAVE έχει ήδη εκτελεστεί τρεις φορές προς τον ίδιο πράκτορα αποδέκτη, τότε επιλέγεται η εναλλακτική ενέργεια, η οποία στην περίπτωση αυτή είναι NO_ACTION, δηλαδή απουσία ενέργειας. Οπότε, δεν εκτελείται καμία ενέργεια. Κατά κάποιον τρόπο θεωρείται ότι ο πράκτορας κουράζεται και σταματάει. Εδώ σκόπιμα χρησιμοποιείται η ενέργεια NO_ACTION έναντι της NOTHING_BACK, για να μην εντοπίσει ο πράκτορας συνομιλητής μέσω του αντίστοιχου αρχείου ιδιοτήτων του ότι δέχτηκε κι άλλη ενέργεια. Εάν συνέβαινε αυτό, θα συνέχιζε, επαναλαμβάνοντας την τελευταία του ενέργεια, δηλαδή το NOTHING_BACK, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί βρόγχος. Καθώς η ενέργεια NO_ACTION σηματοδοτεί το τέλος της επικοινωνίας μεταξύ των δύο πρακτόρων, αλλά δεν είναι εκτελέσιμη όπως οι υπόλοιπες ενέργειες, καταγράφεται στο αρχείο γενικού ιστορικού του πράκτορα (**historyFile** – παρουσιάζεται αναλυτικότερα στην περιγραφή της κλάσης GeneralEmotionalAgent) μέσω της συγκεκριμένης μεθόδου και στη συνέχεια γίνεται κλείσιμο του αρχείου. Επιπλέον, γίνεται και γραφική απεικόνισή της στο πλαίσιο ομιλίας του πράκτορα, έτσι ώστε να αντιληφθεί και ο παρατηρητής τη λήξη της επικοινωνίας μεταξύ των πρακτόρων. Στην αντίθετη περίπτωση που ο πράκτορας δεν έχει ήδη εκτελέσει τρεις φορές συνεχόμενα την ενέργεια WAVE προς τον ίδιο πράκτορα αποδέκτη, προχωρά στην επιλογή και εκτέλεσή της.

Το τέλος της επικοινωνίας μεταξύ των δύο πρακτόρων, με θετική όμως κατάληξη, σηματοδοτεί και η τέσσερις φορές συνεχόμενη εκτέλεση της ενέργειας KISS από τον ένα πράκτορα στον άλλο. Στην περίπτωση αυτή, δηλαδή, εάν ελεγχθεί το ιστορικό και εντοπιστεί ότι οι τρεις τελευταίες ενέργειες είναι KISS και η πράξη που ετοιμάζεται να εκτελέσει τώρα ο πράκτορας είναι πάλι KISS, τότε θεωρείται ότι η επικοινωνία μεταξύ των πρακτόρων έχει λήξει αισίως (Happy End). Η τέταρτη ενέργεια KISS τελικά δεν εκτελείται. Αντί για αυτήν, αναγράφεται στην κονσόλα και στο γενικό αρχείο ιστορικού (historyFile) του πράκτορα χαρακτηριστική φράση που υποδεικνύει τη θετική κατάληξη της επικοινωνίας και στη συνέχεια προκαλείται κλείσιμο του αρχείου. Επιπλέον, γίνεται και γραφική απεικόνιση ανάλογης φράσης στο γραφικό περιβάλλον REVE Worlds, έτσι ώστε να αντιληφθεί ο παρατηρητής την ευτυχή κατάληξη (Happy End) της επικοινωνίας.

Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί επίσης η λήψη της ενέργειας απόρριψης (DECLINE), καθώς η συγκεκριμένη ενέργεια είναι δυνατή απόκριση σε παραπάνω από μία ενέργειες: COMPLIMENT & FLOWER/PRESENT. Συνεπώς, για να αποφασίσει ο πράκτορας ποια ενέργεια θα εκτελέσει ως απάντηση, πρέπει αρχικά να γίνει διάκριση ανάλογα με το ποια ήταν η

προηγούμενη ενέργεια που εκτέλεσε προς το συγκεκριμένο αποδέκτη, η οποία απορρίφθηκε. Στη συνέχεια, ανάλογα με την τρέχουσα διάθεσή του, ο πράκτορας επιλέγει ποια ενέργεια θα εκτελέσει ως Action Back. Για παράδειγμα, έστω ότι ο πράκτορας δέχεται την ενέργεια DECLINE, ως απάντηση στην ενέργεια COMPLIMENT που είχε εκτελέσει προς τον πράκτορα συνομιλητή, και ότι η τρέχουσα διάθεσή του είναι HOSTILE. Τότε, αναμενόμενη ενέργεια προς εκτέλεση είναι η ενέργεια CURSE, η οποία, στη συγκεκριμένη περίπτωση, επιτρέπεται να εκτελεστεί μέχρι δύο φορές συνεχόμενα προς τον ίδιο πράκτορα. Ελέγχεται το ιστορικό ενεργειών και εάν οι δύο τελευταίες εγγραφές δεν είναι CURSE, τότε εκτελείται η ενέργεια CURSE. Διαφορετικά, επιλέγεται και εκτελείται η εναλλακτική ενέργεια HIT (βλ. **Πίνακας 8: Χαρτογράφηση Action Back**).

Μέθοδος agentActorEmotionCreated

Η συγκεκριμένη μέθοδος καλείται μέσω της μεθόδου actionBackSelection στην περίπτωση που δημιουργείται κάποιο συναίσθημα στον πράκτορα που εκτελεί την ενέργεια Action Back (δηλαδή τον agent actor). Το νεοδημιουργηθέν συναίσθημα προστίθεται στη λίστα τρεχόντων συναισθημάτων του πράκτορα τόσες φορές όσες η έντασή του. Η μέθοδος δέχεται ως είσοδο το συναίσθημα (Emotion), την αντίστοιχη ένταση (intensity) και το χρόνο εξασθένησής του. Εισάγει το νέο συναίσθημα στη λίστα ενεργών συναισθημάτων και το καταγράφει επίσης στο αντίστοιχο αρχείο ιδιοτήτων (κάνοντας χρήση των βοηθητικών μεθόδων εγγραφής σε αρχεία ιδιοτήτων). Για τη γραφική απεικόνιση της ανανεωμένης λίστας συναισθημάτων του πράκτορα, καλεί την κατάλληλη συνάρτηση γραφικής απεικόνισης, μέσω του ίδιου του πράκτορα. Τέλος, δημιουργεί νέο αντικείμενο της κλάσης EmotionDecayThread, για τον υπολογισμό της εξασθένησής του συναισθήματος, και εκκινεί την εκτέλεσή του.

RecordActionToAgent

Αντικείμενο της συγκεκριμένης κλάσης δημιουργεί ένας πράκτορας, έπειτα από κάθε εκτέλεση ενέργειας προς κάποιον άλλο πράκτορα. Βασική μέθοδος της κλάσης είναι η **registerAction**, η οποία καταγράφει την ενέργεια που μόλις εκτελέστηκε, καθώς και το όνομα του πράκτορα που την εκτέλεσε, στο αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα αποδέκτη, κάνοντας χρήση βοηθητικών μεθόδων εγγραφής σε αρχεία ιδιοτήτων. Η καταγραφή του ονόματος της εκτυλισσόμενης ενέργειας στο αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα που δέχεται την ενέργεια (κλειδί «newActionToAgent»), γίνεται με σκοπό αυτός να αντιληφθεί ποια ενέργεια εκτυλίχθηκε, έτσι ώστε να ακολουθήσει η δημιουργία των ανάλογων συναισθημάτων. Η επιπρόσθετη καταγραφή του ονόματος του πράκτορα που εκτέλεσε την ενέργεια, είναι απαραίτητη, καθώς αυτό επηρεάζει τα συναισθήματα του agent αποδέκτη. Η συγκεκριμένη κλάση δέχεται ως είσοδο το όνομα της ενέργειας, το όνομα του πράκτορα που την εκτελεί, ώστε να το καταγράψει στο αντίστοιχο αρχείο ιδιοτήτων, αλλά και το όνομα του πράκτορα αποδέκτη της ενέργειας, ώστε να είναι ξεκάθαρο σε ποιο αρχείο ιδιοτήτων θα γίνει η καταγραφή.

Προσοχή: Ο agent αποδέκτης, έχει σαν σημείο αναφοράς για το αν εκτελέστηκε ενέργεια προς αυτόν, την τιμή του κλειδιού «newActionToAgent», δηλαδή του ονόματος της ενέργειας, από το αρχείο ιδιοτήτων. Έτσι, στο αρχείο ιδιοτήτων, γίνεται πρώτα καταγραφή του ονόματος του πράκτορα που εκτέλεσε την ενέργεια και μετά της ίδιας της ενέργειας, για να μην προλάβει να διαβαστεί από τον πράκτορα αποδέκτη το όνομα του πράκτορα που εκτέλεσε την ενέργεια πριν αυτό ανανεωθεί.

Σημείωση: Η κλήση της RecordActionToAgent γίνεται μέσω των μεθόδων εκτέλεσης ενεργειών της αφηρημένης κλάσης GeneralEmotionalAgent.

□□□□□ Enum

Κάποιες μεταβλητές οι οποίες χρησιμοποιούνται πάρα πολύ συχνά στην παρούσα εργασία, επιλέχθηκε να πάρουν τη μορφή Enum. Με αυτό τον τρόπο οι μεταβλητές μετατρέπονται σε σταθερές και δηλώνονται μόνο σε ένα σημείο¹⁵. Έτσι, συναντώνται οι ακόλουθες κλάσεις Enum: Emotion, Mood, PossibleActionToAgent.

□□□□ Emotion

Καταγραφή σε μορφή Enum των Συναισθημάτων που μπορεί να εκδηλώσει ένας πράκτορας, σύμφωνα με το μοντέλο OCC (Ortony, Clore & Collins). Για κάθε συναίσθημα ορίζεται και ένας χρόνος εξασθένησης, ο οποίος καλείται μέσω της μεθόδου **decayTime**. Ο χρόνος εξασθένησης έχει οριστεί σύμφωνα με το κατά πόσο το συναίσθημα θεωρείται πρόσκαιρο ή μακροχρόνιο (βλ. θεωρητικό μέρος εργασίας). Τα συναισθήματα, τα οποία διακρίνονται σε θετικά και αρνητικά, συνοδεύονται από το χρόνο εξασθένησής τους (μέσα σε παρένθεση δίπλα σε κάθε συναίσθημα σε milli seconds), παρουσιάζονται στη συνέχεια:

Θετικά Συναισθήματα	Αρνητικά Συναισθήματα
LIKING (3000)	DISLIKING (3000)
HAPPY_FOR (4000)	RESENTMENT (4000)
SATISFACTION (5000)	FEARS_CONFIRMED (5000)
GLOATING (6000)	PITY (6000)
GRATIFICATION (8000)	REMORSE (8000)
JOY (10000)	DISTRESS (10000)
HOPE (15000)	FEAR (15000)
GRATITUDE (18000)	ANGER (18000)
RELIEF (20000)	DISAPPOINTMENT (20000)
LOVE (30000)	HATE (30000)
ADMIRATION (12000)	REPROACH (12000)
PRIDE (9000)	SHAME (9000)

Πίνακας 13: Δήλωση συναισθημάτων και αντίστοιχου χρόνου εξασθένησης (σε ms)

□□□□ Mood

Καταγραφή σε μορφή Enum, των διαθέσεων που μπορεί να έχει ένας πράκτορας, σύμφωνα με το PAD model. Σε κάθε διάθεση αντιστοιχίζεται ένα χρώμα στο διάστημα RGB, για

¹⁵ Η συγκεκριμένη δήλωση, εφόσον βρίσκεται στο ίδιο πακέτο με τις υπόλοιπες κλάσεις, δε χρειάζεται να αναγράφεται κάπου αλλού.

τη γραφική απεικόνιση, το οποίο καλείται μέσω της μεθόδου **rgbColor**. Οι οκτώ διαθέσεις, συνοδευόμενες από το αντίστοιχο χρώμα (εμφανίζεται μέσα σε παρένθεση δίπλα σε κάθε διάθεση σε μορφή RGB: 3 αριθμοί, σε μορφή String, χωρισμένοι με κόμματα), παρουσιάζονται στη συνέχεια. Δίπλα σε κάθε διάθεση, σε μορφή σχολίου αναγράφεται το όνομα του αντίστοιχου χρώματος και η κανονική RGB μορφή του:

EXUBERANT ("0,1,0"),	// green (0,255,0)
DEPENDENT ("0,0,1"),	// blue (0,0,255)
RELAXED ("1,1,1"),	// white (255,255,255)
DOCILE ("1,0,1"),	// pink (255,0,255)
BORED ("0.5,0.5,0.5"),	// grey (128,128,128)
DISDAINFUL ("1,0.5,0"),	// orange (255,128,0)
ANXIOUS ("1,1,0"),	// yellow (255,255,0)
HOSTILE ("1,0,0");	// red (255,0,0)

Πίνακας 14: Δήλωση διαθέσεων και αντίστοιχου αντιπροσωπευτικού χρώματος (σε μορφή RGB)

□□□□ **PossibleActionToAgent**

Στην παρούσα κλάση καταγράφονται σε μορφή Enum όλες οι πράξεις τις οποίες δύναται να εκτελέσει ένας πράκτορας στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Μια περαιτέρω διάκριση των πράξεων φαίνεται παρακάτω:

- ✓ *Ενέργειες που εκτελούνται από έναν πράκτορα προς κάποιον άλλο:*
HUG, KISS, HIT, WAVE, COMPLIMENT,
CURSE, FLOWER, PRESENT, ACCEPT, DECLINE,
AVOID, IGNORE, ASK_ABOUT, ANSWER_YES, ANSWER_NO,
- ✓ *Ενέργειες που εκτελούνται από κάποιον πράκτορα εξαιτίας κάποιου άλλου συνήθως, αλλά δεν απευθύνονται σε κάποιον:*
CRY, LAUGH,
- ✓ *Όταν ο πράκτορας δεν αποκρίνεται (δηλαδή δεν κάνει τίποτα ως Action Back):*
NOTHING_BACK,
- ✓ *Καμία ενέργεια:*
NO_ACTION

Σημείωση σχετικά με τις δύο τελευταίες ενέργειες:

NOTHING_BACK: θεωρείται ότι ο πράκτορας αντιδρά, μη εκτελώντας ενέργεια ως Action Back. Κατά έναν παράδοξο τρόπο δηλαδή, το NOTHING_BACK θεωρείται ενέργεια, παρόλο που δηλώνει τη μη εκτέλεση ενέργειας.

NO_ACTION: χρησιμοποιείται για να δηλώσει την απουσία ενέργειας, και σημαίνει ότι τη συγκεκριμένη στιγμή ο πράκτορας δεν δέχεται καμία ενέργεια από άλλο πράκτορα

□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□□□□□ **GeneralEmotionalAgent**

Η αφηρημένη κλάση `GeneralEmotionalAgent` είναι αυτή που συμπεριλαμβάνει τον ορισμό του πράκτορα, τα χαρακτηριστικά του, καθώς και το σύνολο ενεργειών που αυτός μπορεί να εκτελέσει.

Μεταβλητές Κλάσης

Στη συγκεκριμένη κλάση δηλώνεται ένα σημαντικό πλήθος μεταβλητών που αφορούν τον πράκτορα: Αρχικά δηλώνονται οι μεταβλητές τύπου `double` που ορίζουν την προσωπικότητα του πράκτορα. Η τιμή τους ορίζεται σε ένα αρχείο ιδιοτήτων (δηλαδή τύπου `properties`)¹⁶, το οποίο φέρει το όνομα του συγκεκριμένου πράκτορα. Οι τιμές των μεταβλητών προσωπικότητας μένουν αμετάβλητες καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης, καθώς η προσωπικότητα ενός ατόμου είναι σταθερή. Στη συνέχεια δημιουργείται μια λίστα (`ArrayList`) όπου θα αποθηκεύονται τα ενεργά συναισθήματα του πράκτορα. Ακολουθεί η δημιουργία τριών αλληλένδετων λιστών, όπου θα αποθηκεύονται οι ενέργειες που εκτελεί ένας πράκτορας, το όνομα του πράκτορα αποδέκτη των ενεργειών και η ώρα εκτέλεσης της κάθε ενέργειας αντίστοιχα. Οι τρεις αυτές λίστες αποτελούν στην ουσία το ιστορικό ενεργειών του πράκτορα. Σειρά έχει δημιουργία των λιστών προτιμήσεων του πράκτορα, δηλαδή των λιστών οι οποίες περιλαμβάνουν τους πράκτορες που ο τρέχον `agent` συμπαθεί (`agentsLike`), αντιπαθεί (`agentsDislike`), ή είναι απλά γνωστοί του (`familiarAgents`). Οι συγκεκριμένες λίστες προτιμήσεων (καθώς και όλες οι προηγούμενες μεταβλητές τύπου `ArrayList` που περιγράφηκαν παραπάνω) μπορούν να μεταβληθούν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, εξαιτίας ενεργειών των αντίστοιχων πρακτόρων προς τον τρέχοντα πράκτορα. Τέλος, για τις ανάγκες της επικοινωνίας μεταξύ των πρακτόρων, δηλώνονται δύο πίνακες: ένας πίνακας τύπου `String`, ο οποίος πρέπει αναγκαστικά να περιλαμβάνει τα ονόματα όλων των πρακτόρων που θα λάβουν μέρος στην εκτέλεση, και ένας πίνακας τύπου `int`, ίδιου μεγέθους, στον οποίο περιέχονται τα `listening ports` των πρακτόρων, στην αντίστοιχη θέση με αυτήν που βρίσκεται το όνομά τους στον προηγούμενο πίνακα.

Μέθοδος Κατασκευαστής `GeneralEmotionalAgent`

Η μέθοδος κατασκευαστής της αφηρημένης κλάσης `GeneralEmotionalAgent` αρχικοποιεί (εκκινεί) τον πράκτορα, και ενεργοποιεί τους αισθητήρες κινήσεών του, ώστε να μπορεί να εκτελεί όλες τις κινήσεις που υποστηρίζει η πλατφόρμα REVE Worlds (δηλαδή μετακίνηση και περιστροφή του πράκτορα καθώς και σήκωμα και κατέβασμα των χεριών του). Δέχεται ως είσοδο το όνομα του πράκτορα, το οποίο ορίζεται στο εκτελέσιμο αρχείο του αντίστοιχου προγράμματος (`run_emotionalAgent.cmd` & `run_emotionalAgent2.cmd`).

Μέθοδοι Επεξεργασίας Αρχείων Ιδιοτήτων

Η συγκεκριμένη υλοποίηση κάνει ευρεία χρήση αρχείων ιδιοτήτων για καταγραφή σημαντικών χαρακτηριστικών και ενεργειών των πρακτόρων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται περιληπτικά οι μέθοδοι που βοηθούν στην επεξεργασία των αρχείων ιδιοτήτων:

`subStringsToArrayList`: Μέθοδος η οποία διαβάζει ένα `String`, το οποίο αποτελείται από υπό-`Strings` χωρισμένα μεταξύ τους με κενό. Τα υπό-`Strings` ξεχωρίζονται και καταγράφονται με τη σειρά σε μια `ArrayList`. Δέχεται ως είσοδο το `String` και επιστρέφει τα υπό-`Strings` που αυτό περιέχει σε μορφή `ArrayList`.

¹⁶ Χρησιμοποιείται αρχείο τύπου `properties`, ώστε να έχει πιο εύκολα ο χρήστης πρόσβαση στις τιμές των χαρακτηριστικών προσωπικότητας, χωρίς να χρειαστεί να εμπλακεί με κώδικα.

readOriginalProperties: Μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται για ανάγνωση του αρχικού αρχείου ιδιοτήτων του πράκτορα και αποθήκευση των χαρακτηριστικών προσωπικότητας, τυχών αρχικών ενεργών συναισθημάτων και προτιμήσεων του πράκτορα, στις αντίστοιχες μεταβλητές, οι οποίες παρουσιάστηκαν στην παράγραφο «*Μεταβλητές Κλάσης*». Δέχεται ως είσοδο το αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα. Στη συγκεκριμένη μέθοδο δε χρειάζεται έλεγχος για το εάν το αρχείο είναι υπό εγγραφή, καθώς δεν επιτρέπεται καμία αλλαγή του συγκεκριμένου Properties file από το πρόγραμμα. Το αρχικό αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα μπορεί να αλλαχθεί μόνο χειροκίνητα από το χρήστη, πριν την έναρξη της εκτέλεσης.

copyCurrentEmotions¹⁷: Μέθοδος, η οποία αντιγράφει σε ένα νέο αρχείο ιδιοτήτων, τα τρέχοντα συναισθήματα του πράκτορα, ώστε αυτά να μπορούν να ανανεωθούν αφήνοντας ανέπαφο το original αρχείο ιδιοτήτων. Δέχεται ως είσοδο το αρχικό αρχείο ιδιοτήτων, από όπου αντιγράφει μόνο την ιδιότητα που αφορά τα τρέχοντα συναισθήματα.

copyCurrentMood: Μέθοδος, η οποία αντιγράφει σε ένα νέο αρχείο ιδιοτήτων την τρέχουσα διάθεση του πράκτορα, ώστε να την ανανεώνει αφήνοντας ανέπαφο το original αρχείο ιδιοτήτων. Δέχεται ως είσοδο το αρχικό αρχείο ιδιοτήτων, από όπου αντιγράφει μόνο την ιδιότητα που αφορά την τρέχουσα διάθεση του πράκτορα.

copyAgentPreferences: Μέθοδος, η οποία αντιγράφει σε ένα νέο αρχείο ιδιοτήτων, τις προτιμήσεις του πράκτορα σε όσον αφορά άλλους πράκτορες (δηλαδή ποιους πράκτορες γνωρίζει, ποιους συμπαθεί, ποιους αντιπαθεί), ώστε αυτές να μπορούν να ανανεωθούν αφήνοντας ανέπαφο το original αρχείο ιδιοτήτων. Δέχεται ως είσοδο το αρχικό αρχείο ιδιοτήτων, από όπου αντιγράφει τις ιδιότητες που αφορούν τις προτιμήσεις του πράκτορα.

copyActionToAgent: Μέθοδος, η οποία αντιγράφει σε ένα νέο αρχείο ιδιοτήτων, την πράξη που εκτελείται με αποδέκτη το συγκεκριμένο πράκτορα, ώστε να την ανανεώνει αφήνοντας ανέπαφο το original αρχείο ιδιοτήτων. Δέχεται ως είσοδο το αρχικό αρχείο ιδιοτήτων, από όπου αντιγράφει μόνο την ιδιότητα που αφορά την πράξη που εκτελείται προς τον τρέχοντα agent.

copyKeyProperty: Βοηθητική μέθοδος αντιγραφής, η οποία δέχεται ως είσοδο δύο αρχεία Properties και ένα κλειδί (key), και αντιγράφει την τιμή του συγκεκριμένου κλειδιού από το πρώτο αρχείο στο δεύτερο.

writeProperty: Βοηθητική μέθοδος εγγραφής, η οποία γράφει στο επιθυμητό αρχείο ιδιοτήτων το κλειδί και την τιμή που δίνονται ως είσοδος.

writeToProperties: Μέθοδος η οποία καταγράφει στο αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα την επιθυμητή ιδιότητα και την τιμή της, κάνοντας χρήση της βοηθητικής μεθόδου writeProperty. Δέχεται ως είσοδο το αρχείο ιδιοτήτων, το κλειδί και την τιμή του. Για να αποφεύγει προβλήματα συγχρονισμού ταυτόχρονων διεργασιών χρησιμοποιεί δύο ιδιότητες (nowWriting & nowReading) ως σημαίες, για να φαίνεται τότε το αρχείο ιδιοτήτων βρίσκεται υπό εγγραφή ή ανάγνωση αντίστοιχα. Λειτουργεί δηλαδή με δέσμευση και αποδέσμευση του αρχείου Properties.

removeChar: Βοηθητική μέθοδος αφαίρεσης των εμφανίσεων ενός ανεπιθύμητου χαρακτήρα από ένα αλφαριθμητικό (String).

¹⁷ Αρχικά είχε αποφασιστεί να δημιουργηθεί ένα αντίγραφο του αρχικού αρχείου ιδιοτήτων, στο οποίο θα περιέχονταν όλες οι προς επεξεργασία ιδιότητες του πράκτορα. Όμως τελικά, θεωρήθηκε καλύτερη λύση ο διαχωρισμός του αρχικού αρχείου ιδιοτήτων σε περισσότερα του ενός αρχεία, ώστε διαφορετικές ιδιότητες να μπορούν να μεταβληθούν ταυτόχρονα, χωρίς να περιμένουν οι διαδικασίες. Έτσι, προκύπτουν τόσα αρχεία ιδιοτήτων, όσες και οι ιδιότητες που ορίζονται προς επεξεργασία.

Μέθοδοι γραφικής απεικόνισης ενεργειών, συναισθημάτων και διάθεσης**Μέθοδος displayText**

Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι υπεύθυνη για τη γραφική απεικόνιση της ομιλίας ή ενέργειας του πράκτορα, υπό μορφή κειμένου. Δέχεται ως είσοδο το προς εμφάνιση κείμενο ή όνομα ενέργειας που εκτελεί ο πράκτορας (σε μορφή String), καθώς και το επιθυμητό μέγεθος του πλαισίου ομιλίας, επίσης σε μορφή String (π.χ. '2,1'). Προσαρμόζει το μέγεθος του πλαισίου σύμφωνα με την εισαχθείσα τιμή, ώστε να ταιριάζει στην προς εμφάνιση φράση, αναγράφει την επιθυμητή φράση εντός του πλαισίου και εμφανίζει το πλαίσιο ομιλίας στο γραφικό περιβάλλον, πάνω και αριστερά από τον πράκτορα στον οποίο αντιστοιχεί.

Κάθε κλάση που επιθυμεί να καλέσει την παρούσα μέθοδο, την καλεί μέσω της αφηρημένης κλάσης GeneralEmotionalAgent, δηλαδή μέσω του εκάστοτε πράκτορα. Καλείται κυρίως από τις μεθόδους εκτέλεσης ενεργειών της τρέχουσας κλάσης και σε ορισμένες περιπτώσεις από άλλες κλάσεις (π.χ. SelectActionBack) για τυχών εμφάνιση μηνυμάτων.

Μέθοδος displayEmotions

Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι υπεύθυνη για τη γραφική απεικόνιση των συναισθημάτων του πράκτορα. Συνεπώς, καλείται μέσω του εκάστοτε πράκτορα από τις κλάσεις: EmotionsFromActionsThread, EmotionDecayThread και SelectactionBack. Η μέθοδος displayEmotions εμφανίζει μεγαλύτερη πολυπλοκότητα από τις υπόλοιπες κλάσεις γραφικής απεικόνισης (δηλαδή displayText και displayMood). Οι ενέργειες με τις οποίες ασχολείται είναι δύο: αλλαγή περιεχομένου και αλλαγή μεγέθους του πλαισίου συναισθημάτων.

Διαστάσεις πλαισίου συναισθημάτων

Για λόγους αισθητικής, δηλαδή για καλύτερη γραφική απεικόνιση, το μέγεθος του πλαισίου συναισθημάτων διαμορφώνεται ανάλογα με το πλήθος των τρεχόντων συναισθημάτων. Συγκεκριμένα, το πλήθος γραμμών του πλαισίου συναισθημάτων, καθορίζεται από το πλήθος ενεργών συναισθημάτων του πράκτορα¹⁸. Στον προσδιορισμό των γραμμών του πλαισίου, διακρίνονται οι ακόλουθες τρεις περιπτώσεις:

1. εάν τα τρέχοντα συναισθήματα είναι από 0 έως και 5, τότε το γραφικό πλαίσιο συναισθημάτων θα έχει 1 μόνο γραμμή
2. εάν τα τρέχοντα συναισθήματα είναι από 6 έως και 10, τότε το γραφικό πλαίσιο συναισθημάτων θα έχει 2 γραμμές
3. εάν τα τρέχοντα συναισθήματα είναι πάνω από 10, τότε το γραφικό πλαίσιο συναισθημάτων θα έχει 3 γραμμές

Αφού λοιπόν προσδιοριστεί ο αριθμός γραμμών του πλαισίου, πρέπει με κάποιον τρόπο να υπολογιστεί και ο αντίστοιχος αριθμός στηλών, ώστε να εισαχθεί κι αυτός στην εντολή διαμόρφωσης του πλαισίου. Ο αριθμός στηλών του πλαισίου συναισθημάτων υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$\text{emotColumns} = (\text{int}) \text{Math.ceil}(\text{activeEmotions.size()} / \text{emotLines});$$

¹⁸ Επισημαίνεται ότι στο πλήθος ενεργών συναισθημάτων προσμετράται και η ένταση κάθε συναισθήματος. Δηλαδή εάν ένας πράκτορας νιώθει JOY με ένταση 3 και LOVE με ένταση 2, τότε το πλήθος ενεργών συναισθημάτων του θεωρείται 5, αφού κάθε συναίσθημα δημιουργείται και καταγράφεται τόσες φορές, όση είναι η έντασή του.

Η εξίσωση αυτή στην ουσία διαμοιράζει τα ενεργά συναισθήματα του πράκτορα στις γραμμές του πλαισίου, ο αριθμός των οποίων προσδιορίστηκε στο προηγούμενο βήμα. Με αυτό τον τρόπο, βρίσκει το βέλτιστο αριθμό στηλών του πλαισίου.¹⁹

Διαμόρφωση περιεχομένου πλαισίου συναισθημάτων

Τα συναισθήματα εμφανίζονται στο γραφικό πλαίσιο συναισθημάτων με τη μορφή εικόνων. Η εικόνα κάθε συναισθήματος έχει το όνομα του αντίστοιχου συναισθήματος και την ανάλογη επέκταση σύμφωνα με το format στο οποίο βρίσκεται. Η επέκταση, η οποία υποδηλώνει το format των εικόνων συναισθημάτων, αποθηκεύεται σε μία μεταβλητή εντός της συγκεκριμένης μεθόδου, έτσι ώστε να αλλάζει εύκολα, από ένα σημείο, αν χρειαστεί. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, οι εικόνες συναισθημάτων είναι τύπου PNG.

Στη συνέχεια, σκανάρεται η λίστα συναισθημάτων και ένα ένα τα τρέχοντα συναισθήματα, αφού μετατραπούν σε μορφή String, προστεθεί στην αρχή τους ένα κόμμα και στο τέλος η επέκταση του format, ώστε να πάρουν την επιθυμητή για την κλήση του πλαισίου συναισθημάτων μορφή, αποθηκεύονται σε ένα String. Από το String συναισθημάτων που μόλις δημιουργήθηκε, αφαιρούνται τυχόν κενά, ώστε να είναι έτοιμο για εισαγωγή στην κλήση της κατάλληλης εντολής. Ακολουθούν οι εντολές που αφορούν τη διαμόρφωση και εμφάνιση του πλαισίου συναισθημάτων. Αρχικά γίνεται απόκρυψη του πλαισίου συναισθημάτων, ώστε να μην φαίνονται οι αλλαγές σταδιακά, αλλά μετά την ολοκλήρωσή τους. Έπειτα, γίνεται αλλαγή των διαστάσεων του πλαισίου, εισάγοντας τις τιμές που υπολογίστηκαν σύμφωνα με το πλήθος τρεχόντων συναισθημάτων (βλ. *Διαστάσεις πλαισίου συναισθημάτων*). Στη συνέχεια εκτελείται η βασικότερη εντολή, που είναι η απεικόνιση των ενεργών συναισθημάτων του πράκτορα εντός του πλαισίου (εισάγεται δηλαδή το String συναισθημάτων που υπολογίστηκε παραπάνω). Τέλος, αφού είναι πια ολοκληρωμένο, εμφανίζεται το πλαίσιο συναισθημάτων στο γραφικό περιβάλλον.

Μέθοδος displayMood

Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι υπεύθυνη για τη γραφική απεικόνιση της τρέχουσας διάθεσης του πράκτορα, συνεπώς καλείται από τη σχετική μέθοδο υπολογισμού τρέχουσας διάθεσης της κλάσης ALMAmodelThread. Δέχεται ως είσοδο την τρέχουσα διάθεση και δίνει στο πλαίσιο συναισθημάτων το χρώμα που αντιστοιχεί σε αυτήν (σύμφωνα με τη μέθοδο rgbColor της enum κλάσης Mood). Τέλος εμφανίζει το πλαίσιο συναισθημάτων στο γραφικό περιβάλλον (πάνω και δεξιά από τον πράκτορα), ανανεωμένο με το νέο χρώμα που χαρακτηρίζει την τρέχουσα διάθεση του.

Μέθοδοι Ενεργειών Πράκτορα

Στην αφηρημένη κλάση GeneralEmotionalAgent ορίζονται επίσης όλες οι μέθοδοι που αφορούν ενέργειες που δύναται να εκτελέσει ο πράκτορας. Οι ενέργειες διακρίνονται σε τριών ειδών: τις ενέργειες μετακίνησης, κάποιες βοηθητικές ενέργειες και τέλος τις ενέργειες που μπορούν να εκτελεστούν προς άλλο πράκτορα ως Action Back.

Ενέργειες μετακίνησης

¹⁹ Αν βγαίνει δεκαδικός αριθμός στρογγυλοποιείται προς τα πάνω (ceil), έτσι ώστε να δημιουργηθούν όλες οι απαραίτητες στήλες και όχι μία λιγότερη. [π.χ. έστω ότι $activeEmotions.size = 9$. Από τη διαίρεση $9 / 2 = 4,5$. Εάν αυτό στρογγυλοποιηθεί προς τα κάτω (floor), τότε δημιουργούνται μόνο 4 στήλες, οι οποίες δεν χωράνε όλα τα συναισθήματα (αφού $4 * 2 = 8$). Ενώ, κάνοντας τη στρογγυλοποίηση προς τα πάνω, δημιουργούνται 5 στήλες, οπότε στην πρώτη γραμμή εμφανίζονται 5 συναισθήματα και στην δεύτερη 4]

Στις ενέργειες μετακίνησης ανήκει η **μέθοδος start**, η οποία προκαλεί εκκίνηση περιπλάνησης του πράκτορα, το οποίο σημαίνει: μετακίνηση σε τυχαίες θέσεις εντός των ορίων του εικονικού κόσμου (`startWandering`), ανίχνευση του περιβάλλοντος (`sense`) και ενημέρωση της βάσης γνώσης του (`update`). Στη συνέχεια γίνονται Override οι μέθοδοι δήλωσης ολοκλήρωσης κάποιων κινήσεων, όπως είναι η μετακίνηση (**`translationCompleted`**), η περιστροφή (**`rotationCompleted`**), η διάσχιση μονοπατιού (**`pathCompleted`**), ώστε να ακολουθούνται από `sense()` και αντίστοιχο `update()` της βάσης του πράκτορα.

Βοηθητικές ενέργειες

Στη συγκεκριμένη κατηγορία, δηλαδή την κατηγορία ενεργειών που χρησιμοποιούνται συνήθως ως βοηθητικές από άλλες, πιο σύνθετες ενέργειες, ανήκουν οι μέθοδοι `back_to_idle` και `do_nothing_for`. Η μέθοδος **`back_to_idle`**, όπως υποδεικνύει και η ονομασία της είναι μέθοδος επιστροφής του πράκτορα στην `idle` θέση. Δηλαδή ο πράκτορας κατεβάζει και τα δύο του χέρια (εφόσον, σύμφωνα με την παρούσα έκδοση της πλατφόρμας REVE Worlds, είναι τα μόνα μέλη του σώματός του τα οποία μπορεί να κινήσει), ώστε να βρεθεί σε στάση προσοχής, η οποία θεωρείται η `idle` θέση. Η μέθοδος **`do_nothing_for`** είναι στην ουσία ένας μετρητής, ο οποίος αδρανοποιεί τον πράκτορα για τόσα `milliseconds` όσα οριστούν στην κλήση της συνάρτησης.

Actions Back

Οι Actions Back, δηλαδή οι ενέργειες που εκτελεί ένας πράκτορας ως απάντηση σε ενέργεια που έλαβε από άλλο πράκτορα, αποτελούν τη βασική κατηγορία ενεργειών της παρούσας διπλωματικής, καθώς αποτελούν τον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των πρακτόρων. Οι ενέργειες που έχουν οριστεί στην παρούσα υλοποίηση, κάθε μία από τις οποίες αποτελεί ξεχωριστή μέθοδο, είναι οι ακόλουθες: **`wave`**, **`hit`**, **`hug`**, **`give_present_flower`**²⁰, **`kiss`**, **`compliment`**, **`curse`**, **`accept`**, **`decline`**, **`avoid`**, **`ask`**, **`answer_yes`**, **`answer_no`**, **`ignore`**, **`cry`**, **`laugh`**, **`nothing`**²¹. Οι μόνες διαφορές των μεθόδων ενεργειών Action Back εντοπίζονται σε τυχών κινήσεις χεριών του πράκτορα από τις οποίες συνοδεύονται. Ενδεικτικά, παρουσιάζεται στη συνέχεια η μέθοδος εναγκαλισμού (`hug`):

Μέθοδος hug

Μέθοδος κατά την οποία ο πράκτορας προτείνει και τα δύο του χέρια, ώστε να εκτελέσει την ενέργεια εναγκαλισμού (`HUG`). Δέχεται ως είσοδο το όνομα του πράκτορα αποδέκτη της ενέργειας, την τρέχουσα διάθεση του πράκτορα που εκτελεί την ενέργεια, καθώς και το αρχείο ιστορικού του, ώστε να γίνουν οι σχετικές καταγραφές.

Κατά την έναρξη της μεθόδου, καλείται η μέθοδος `stopWandering`, ώστε ο πράκτορας να ακινητοποιηθεί, σε περίπτωση που περιπλανιέται. Στη συνέχεια, καλείται η μέθοδος `displayText` (η οποία περιγράφηκε παραπάνω), για τη γραφική απεικόνιση του πλαισίου ομιλίας του πράκτορα (πάνω και αριστερά του) στο γραφικό περιβάλλον. Η μέθοδος `displayText` καλείται με παραμέτρους το όνομα της ενέργειας που εκτελεί ο πράκτορας, το οποίο θα εμφανιστεί εντός του πλαισίου, και τις επιθυμητές διαστάσεις του πλαισίου σε μορφή `String`.

Η ενέργεια `hug`, όπως προαναφέρθηκε, συνοδεύεται και από κίνηση των χεριών του πράκτορα. Συνεπώς, εκτελούνται οι κατάλληλες εντολές ώστε ο πράκτορας να προτείνει και τα δύο του χέρια, προσομοιάζοντας την αγκαλιά προς τον πράκτορα με τον οποίο επικοινωνεί. Στο

²⁰ Ο τρόπος υλοποίησης και των δύο ενεργειών είναι πανομοιότυπος, συνεπώς συμπύσσονται σε μία μέθοδο.

²¹ Αντιστοιχεί στην ενέργεια `NOTHING_BACK`

σημείο αυτό καλείται η βοηθητική μέθοδος `do_nothing_for` με όρισμα 5000, ώστε ο πράκτορας να μείνει με προτεταμένα χέρια για 5 δευτερόλεπτα, θεωρώντας ότι τόσο διαρκεί η αγκαλιά του προς τον άλλο πράκτορα. Αμέσως μετά καλείται η δεύτερη βοηθητική μέθοδος, `back_to_idle`, ώστε ο πράκτορας να επιστρέψει στην αρχική του κατάσταση, δηλαδή να κατεβάσει τα χέρια.

Ακολουθεί καταγραφή της ενέργειας που μόλις εκτελέστηκε στο ιστορικό του πράκτορα που την εκτέλεσε (δηλαδή στις 3 `ArrayLists` `historyAction`, `historyReceiver` και `historyTime`), έτσι ώστε να θυμάται ποιες ενέργειες έχει εκτελέσει, προς ποιόν πράκτορα αποδέκτη και πότε, ώστε να μην εκτελεί επανειλημμένα τις ίδιες ενέργειες.

Για ενημερωτικούς λόγους, γίνεται καταγραφή της εκτυλιχθείσας ενέργειας συνοδευόμενη από τα απαραίτητα στοιχεία στο γενικό αρχείο ιστορικού του τρέχοντος πράκτορα.²² Στο τέλος της εκτέλεσης, μέσω του συγκεκριμένου αρχείου, φαίνεται η ακολουθία ενεργειών και διαθέσεων του πράκτορα, καθώς και το όνομα του πράκτορα αποδέκτη της κάθε ενέργειας.

Σε όσον αφορά τον πράκτορα αποδέκτη της ενέργειας, ενημερώνεται για την ενέργεια που έχει εκτελεστεί προς αυτόν, μέσω της κλάσης `RecordActionToAgent`. Συγκεκριμένα, ο πράκτορας που εκτέλεσε την ενέργεια δημιουργεί νέο αντικείμενο της κλάσης `RecordActionToagent`, εισάγοντας, μεταξύ των άλλων παραμέτρων, το όνομα του πράκτορα αποδέκτη, για τον οποίο θα γίνει η καταγραφή. Στη συνέχεια, καλεί τη βασική μέθοδο της κλάσης, `registerAction`, για να καταγράψει το όνομα της ενέργειας που μόλις εκτέλεσε, καθώς και το δικό του όνομα, στο αντίστοιχο αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα αποδέκτη της ενέργειας.

Στην ουσία, ως λήξη της ενέργειας θεωρείται η ολοκλήρωση όλων των παραπάνω ενεργειών, οπότε και καλείται η εντολή η απόκρυψης το πλαισίου ομιλίας, όπου αναγραφόταν το όνομα της εκτυλισσόμενης ενέργειας. Έτσι ο παρατηρητής της εκτέλεσης του προγράμματος καταλαβαίνει ότι μόλις έληξε η εκτέλεση της συγκεκριμένης ενέργειας.

Μέθοδος hit

Μεταξύ των μεθόδων ενεργειών `Action Back`, υπάρχουν και ενέργειες οι οποίες συνοδεύονται από επαναλαμβανόμενη κίνηση των χεριών του πράκτορα. Για παράδειγμα, για την προσομοίωση της ενέργειας χτυπήματος (HIT), ο πράκτορας σηκώνει ψηλά το δεξί του χέρι, στο ύψος του προσώπου του πράκτορα που θέλει να χτυπήσει (όλοι οι πράκτορες θεωρείται ότι έχουν το ίδιο ύψος) και το κατεβάζει γρήγορα στην αρχική θέση. Η ενέργεια αυτή εκτελείται 3 φορές συνεχόμενα.

***Σημείωση:** Το είδος της κίνησης που συνοδεύει κάθε ενέργεια, περιγράφεται αναλυτικά στον Πίνακα 15: Σύνολο Δυνατών Ενεργειών Πρακτόρων ο οποίος παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα «Γραφική Απεικόνιση».*

Μέθοδοι Τοποθεσίας και Δρομολόγησης Πράκτορα

Μέθοδος getLocation

Συνάρτηση η οποία δέχεται ως είσοδο το όνομα ενός αντικειμένου ή πράκτορα, το οποίο υπάρχει στη βάση γνώσης του τρέχοντος πράκτορα, και επιστρέφει την τοποθεσία του. Η τοποθεσία του πράκτορα ή αντικειμένου λαμβάνεται επίσης από τη βάση γνώσης του πράκτορα και επιστρέφεται υπό τη μορφή πίνακα συντεταγμένων X και Z τύπου float.

²² Μετά από κάθε εντολή εγγραφής στο αρχείο ιστορικού, είναι απαραίτητο να κληθεί η εντολή `flush()`, ώστε να πραγματοποιηθεί αποθήκευση.

Μέθοδος `selectAndExecutePath`

Μέθοδος η οποία λαμβάνει τη θέση του αντικειμένου (ή πράκτορα) στόχου, καθώς και έναν πίνακα μιας σειράς πιθανών αποκλίσεων από τη θέση αυτή. Στη συνέχεια συνδυάζει τη θέση του στόχου με κάθε μία από τις πιθανές αποκλίσεις, έως ότου εντοπίσει μια θέση η οποία είναι διαθέσιμη. Τότε, δημιουργεί μια διαδρομή (path) προς τη θέση αυτή και την εκτελεί. Χρησιμοποιείται η μέθοδος `Pathfind` για να μην περνάει ο πράκτορας μέσα από αντικείμενα. Οι πιθανές αποκλίσεις εισάγονται στη συγκεκριμένη μέθοδο υπό τη μορφή δισδιάστατου πίνακα ακεραίων. Ο πίνακας αυτός περιέχει ζευγάρια X,Z τα οποία προστίθενται στις αντίστοιχες συντεταγμένες όπου εντοπίστηκε ο στόχος, ώστε να δημιουργηθούν οι εναλλακτικοί προορισμοί. Οι αποκλίσεις εισάγονται έτσι ώστε ο πράκτορας να μην «πέσει» ακριβώς πάνω στον στόχο, αλλά να φτάσει δίπλα σε αυτόν.

Μέθοδος `checkIfReachedGoal`

Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για να ελέγξει αν ο πράκτορας έφτασε στον προορισμό του. Δέχεται ως είσοδο την τρέχουσα τοποθεσία του πράκτορα, την τοποθεσία του προορισμού του, καθώς και δύο μεταβλητές τύπου `double`. Οι μεταβλητές αυτές καθορίζουν ένα περιθώριο πίσω και μπροστά από το στόχο αντίστοιχα. Εάν ο πράκτορας βρεθεί εντός του καθορισμένου περιθωρίου, θεωρείται ότι έχει φτάσει στον προορισμό του, οπότε και πραγματοποιείται έξοδος από τη συγκεκριμένη μέθοδο.

Διάφορες μέθοδοι

`findPort`

Μέθοδος στην οποία εισάγεται το όνομα ενός πράκτορα και επιστρέφεται το port στο οποίο αυτός ακούει. Χρησιμοποιούνται οι δύο πίνακες (ονομάτων πρακτόρων και αντίστοιχων ports) που παρουσιάστηκαν στο τμήμα δήλωσης μεταβλητών.

`EmotionalAgentx`

Για την υλοποίηση των ίδιων των πρακτόρων του προγράμματος, δημιουργείται ο αντίστοιχος αριθμός εκτελέσιμων κλάσεων τύπου `EmotionalAgentx`, οι οποίες κληρονομούν την αφηρημένη κλάση `GeneralEmotionalAgent`. Κάθε κλάση `EmotionalAgentx` που εκκινεί, δημιουργεί και αρχικοποιεί ένα νέο πράκτορα, ο οποίος λαμβάνει το όνομά του από την αναγραφή στο αντίστοιχο εκτελέσιμο αρχείο²³. Κάθε πράκτορας αρχικοποιείται ως `free`, δηλαδή εισάγεται στη βάση γνώσης του το αντίστοιχο κλειδί, το οποίο δείχνει ότι ο πράκτορας δεν απασχολείται από κάποιον άλλο, είναι δηλαδή διαθέσιμος για επικοινωνία. Επίσης, για κάθε πράκτορα δημιουργείται στο αντίστοιχο port και ξεκινά να εκτελείται ένα `CallListeningThread`, το οποίο αποτελεί την ακοή του, δηλαδή εντοπίζει αιτήσεις επικοινωνίας από άλλο πράκτορα.

Στη συνέχεια, καλούνται οι σχετικές με αρχεία ιδιοτήτων μέθοδοι που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο βήμα (`readOriginalProperties`, `copyCurrentEmotions`, `copyCurrentMood`, `copyAgentPreferences` και `copyActionToAgent`), για την ανάγνωση, αποθήκευση και αντιγραφή των αρχικών ιδιοτήτων του πράκτορα.

Ακολουθεί η δημιουργία και εκκίνηση του Thread `ALMAmodelThread`, το οποίο, όπως έχει περιγραφεί παραπάνω, υλοποιεί τη θεωρία το μοντέλου ALMA. Αρχικά, σύμφωνα με την προσωπικότητα του πράκτορα, υπολογίζει τη default διάθεσή του και στη συνέχεια εκτελείται συνεχώς, εντοπίζοντας τα τρέχοντα ενεργά συναισθήματα και εξάγοντας από αυτά την τρέχουσα διάθεση του πράκτορα. Η **default διάθεση** του πράκτορα αποθηκεύεται σε μια

²³ Τα ονόματα των πρακτόρων θεωρούνται μοναδικά.

μεταβλητή τύπου String, καθώς είναι απαραίτητη στη συνέχεια, για την προσαρμογή του χρώματος του πλαισίου συναισθημάτων, αλλά και τον υπολογισμό της Action Back (από την κλάση SelectActionBack).

Κατά την εκκίνηση του πράκτορα, καλούνται και οι ανάλογες εντολές, για την εμφάνιση του πλαισίου συναισθημάτων, με το χρώμα της default διάθεσης του πράκτορα και τυχών αρχικά συναισθήματα. Επιπλέον, δημιουργείται και αρχικοποιείται το γενικό αρχείο ιστορικού του πράκτορα.

Αν τυχών υπάρχουν αρχικά συναισθήματα (τα οποία ορίζονται πριν την εκκίνηση, μέσα στο αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα, μαζί με την προσωπικότητα και τις προτιμήσεις του), δημιουργούνται και εκκινούν τα decayThreads τους, ώστε να εξασθενούν και αυτά σταδιακά, όπως όλα τα υπόλοιπα συναισθήματα.

Τέλος, δημιουργείται και ξεκινά να εκτελείται το Thread **EmotionsFromActionsThread**, το οποίο ελέγχει εάν εκτελέστηκε προς τον τρέχοντα πράκτορα κάποια νέα ενέργεια από άλλο πράκτορα. Εάν αυτό έχει συμβεί, τότε δημιουργεί νέα συναισθήματα στον πράκτορα αποδέκτη της ενέργειας. Εδώ χρειάζονται όλες οι ιδιότητες, οπότε διαβάζονται όλα τα αντιγραμμένα αρχεία ιδιοτήτων.

Στο σενάριο της παρούσας εργασίας λαμβάνουν μέρος δύο πράκτορες, ο Tony (αρσενικού γένους) και η Emma (θηλυκού γένους). Συνεπώς, δημιουργήθηκαν δύο κλάσεις τύπου EmotionalAgentx, οι οποίες κληρονομούν την αφηρημένη κλάση GeneralEmotionalAgent, υλοποιούν αναγκαστικά όλες τις μεθόδους που μόλις περιγράψαμε και παρουσιάζονται στη συνέχεια:

Εκτελέσιμη κλάση EmotionalAgent

Η συγκεκριμένη κλάση είναι εκτελέσιμο πρόγραμμα, το οποίο υλοποιεί τον πράκτορα Tony. Ο Tony αποτελεί χαρακτηριστική περίπτωση πράκτορα που ξεκινά έχοντας κάποιο στόχο. Ο αρχικός του στόχος είναι να βρει τον πράκτορα θηλυκού γένους που ονομάζεται Emma και να ξεκινήσει επικοινωνία μαζί του. Απώτερος σκοπός του είναι να δημιουργήσει σχέση με την Emma, πράγμα το οποίο επιτυγχάνεται εάν η Emma φιλήσει τον Tony τρεις φορές. Συνεπώς, η συγκεκριμένη κλάση, εκτός από τις standard μεθόδους των κλάσεων πρακτόρων, χρησιμοποιεί επίσης μεθόδους για εντοπισμό στόχου και μετακίνηση στο σημείο αυτό.

Ο πράκτορας Tony ξεκινά ψάχνοντας απεγνωσμένα για την Emma, δηλαδή έχοντας ως μοναδικό του στόχο (προς το παρόν) να την εντοπίσει. Όσο περνά η ώρα και ο πράκτορας Tony δεν έχει πετύχει το στόχο του, απογοητεύεται. Ένα flag με την ονομασία **disappointmentFlag** χρησιμοποιείται για να υπολογίσει το μέγεθος απογοήτευσης του πράκτορα. Όσο ο πράκτορας Tony ψάχνει την Emma, η απογοήτευσή του σταδιακά αυξάνεται, οπότε το disappointmentFlag αυξάνεται κατά ένα. Μόλις φτάσει στην τιμή 100, τότε θεωρείται ότι ο πράκτορας νιώθει το συναίσθημα της απογοήτευσης με ένταση 1. Οπότε δημιουργείται το αντίστοιχο συναίσθημα DISAPPOINTMENT μία φορά, προστίθεται στη λίστα ενεργών συναισθημάτων του πράκτορα, καλείται η συνάρτηση γραφικής απεικόνισης της ανανεωμένης λίστας συναισθημάτων και δημιουργείται και εκκινεί το Thread εξασθένησής του συναισθήματος. Το disappointmentFlag μηδενίζεται ώστε να ξαναρχίσει να μετράει από την αρχή μέχρι το 100. Οπότε, σε περίπτωση που αργήσει κι άλλο ο πράκτορας Tony να βρει την Emma, το συναίσθημα απογοήτευσης θα δημιουργηθεί και δεύτερη φορά κοκ.

Μόλις ο πράκτορας Tony εντοπίσει την Emma, δημιουργεί ένα νέο αντικείμενο της κλάσης CallAgent, για να την καλέσει. Βρίσκει το port στο οποίο ακούει ο πράκτορας Emma, με τη βοήθεια της μεθόδου findPort, και τελικά καλεί τη μέθοδο clientSocket της κλάσης CallAgent,

αιτώντας επικοινωνία με την Emma. Το αποτέλεσμα της μεθόδου `clientSocket` αποθηκεύεται σε μια `boolean` μεταβλητή, έτσι ώστε να ελεγχθεί η έκβαση της κλήσης. Εάν η κλήση ολοκληρωθεί επιτυχώς, αυτό σημαίνει ότι ο πράκτορας που κλήθηκε περιμένει στη θέση του για να τον πλησιάσει ο καλών πράκτορας.

Συνεπώς, ο πράκτορας Tony, με τη βοήθεια των κατάλληλων μεθόδων εύρεσης τοποθεσίας και διαδρομής προς τον πράκτορα στόχο, οι οποίες παρουσιάστηκαν παραπάνω, εντοπίζει την τοποθεσία της Emma και δημιουργεί την κατάλληλη διαδρομή προς αυτήν. Για την ακρίβεια, δημιουργείται `path` λίγο παραδίπλα από την ακριβή τοποθεσία της Emma, από τη μία για να μην «πέσει» ο Tony ακριβώς πάνω στην Emma, και από την άλλη, για να έχουν οι πράκτορες μεταξύ του όση απόσταση χρειάζεται, ώστε να μην πέφτουν τα πλαίσια ενεργειών και συναισθημάτων τους το ένα πάνω στο άλλο και καθιστούν δυσδιάκριτα τα περιεχόμενά τους. Αφού ο Tony έχει ξεκινήσει τη διαδρομή προς την Emma, καλείται η μέθοδος `checkIfReachedGoal`, η οποία εκτελείται συνεχώς, ελέγχοντας εάν ο πράκτορας έφτασε στο στόχο του. Η συγκεκριμένη μέθοδος δέχεται ως όρισμα και το πεδίο ανοχής γύρω από το στόχο, εντός του οποίου, εάν βρίσκεται ο πράκτορας, θεωρείται ότι έφτασε στον προορισμό του.

Καθ' όλη τη διάρκεια που ο πράκτορας Tony ψάχνει την Emma, αιτείται επικοινωνία μαζί της και μετακινείται προς αυτήν, εμφανίζονται στο γραφικό περιβάλλον, εντός του πλαισίου ομιλίας, οι ανάλογες φράσεις, ώστε να αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής τη ροή της εκτέλεσης.

Μόλις τελικά ο πράκτορας Tony φτάσει στην Emma, ξεκινά την επικοινωνία μαζί της χαιρετώντας την (WAVE). Η συνέχεια της έκβασης του σεναρίου είναι αποκλειστικά στην κρίση των πρακτόρων.

Εκτελέσιμη κλάση `EmotionalAgent2`

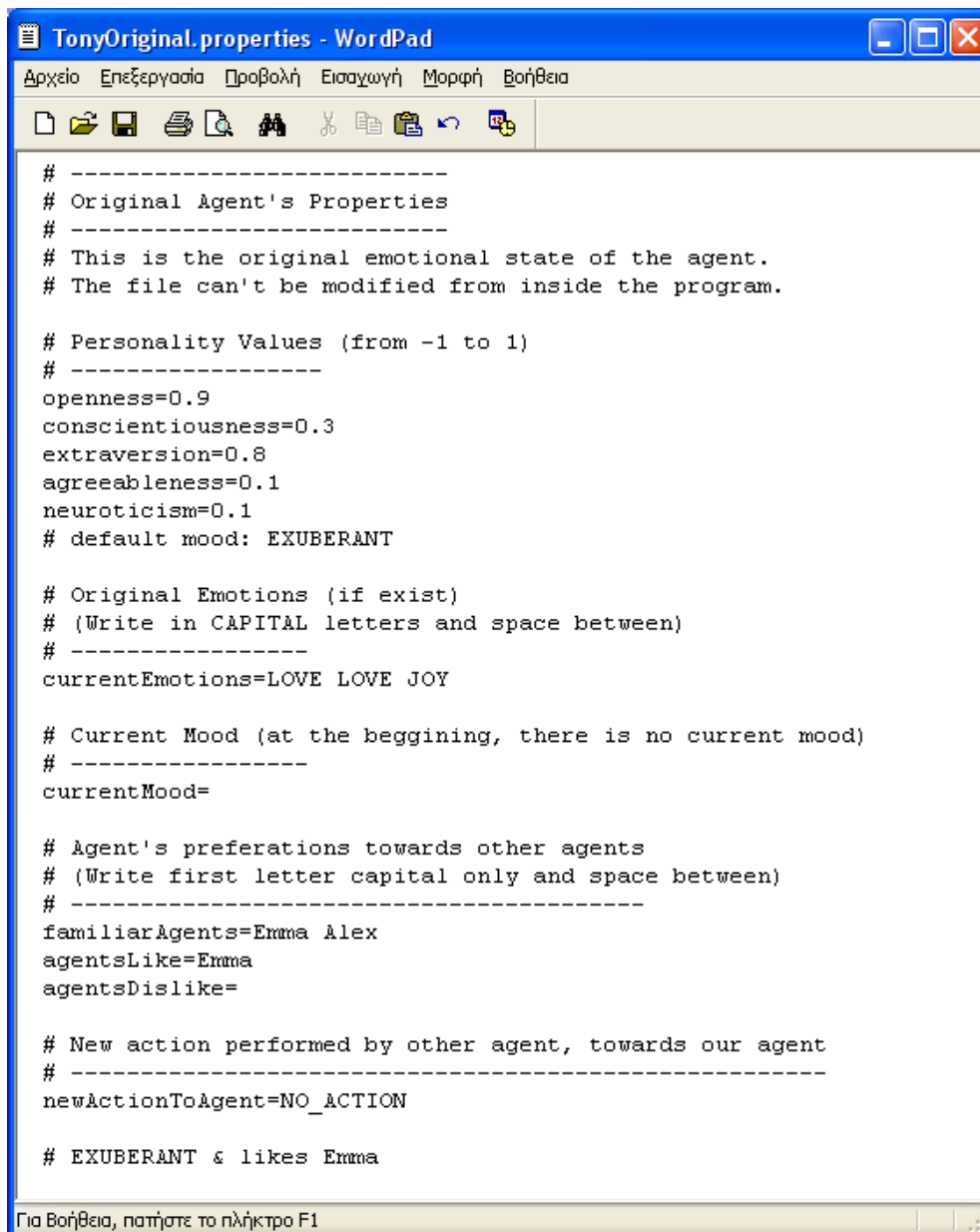
Η δεύτερη εκτελέσιμη κλάση της παρούσας εργασίας, η οποία υλοποιεί τον πράκτορα θηλυκού γένους Emma. Ο πράκτορας Emma δεν έχει κάποιο στόχο, απλά ξεκινά να περιφέρεται στον εικονικό κόσμο. Ο μόνος τρόπος να επικοινωνήσει είναι εάν δεχτεί αίτηση επικοινωνίας από άλλο πράκτορα. Διαφορετικά, δεν επιχειρεί να ξεκινήσει από μόνη της επικοινωνία. Συνεπώς, δε διαθέτει άλλες μεθόδους εκτός των `standard` μεθόδων που πρέπει να έχουν όλες οι κλάσεις τύπου `EmotionalAgentx`.

`□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□ π□□□□□□ (AgentNameOriginal.properties)`

Το αρχικό αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα, είναι καθοριστικό για την επιτυχή εκτέλεση του προγράμματος, καθώς περιέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν την αρχική συναισθηματική κατάσταση του πράκτορα. Το αρχείο παίρνει το όνομά του από τον πράκτορα στον οποίο αναφέρεται και είναι της μορφής «*όνομαΠράκτοραOriginal.properties*» (π.χ. «*TonyOriginal.properties*»). Συνεπώς, εφόσον κάθε πράκτορας έχει μοναδικό όνομα, άρα και τα ονόματά των αρχείων ιδιοτήτων θα είναι μοναδικά.

Το αρχικό αρχείο ιδιοτήτων είναι αδύνατο να τροποποιηθεί κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος. Ο μόνος τρόπος επεξεργασίας του συγκεκριμένου αρχείου είναι χειροκίνητα, από το χρήστη, πριν την έναρξη της εκτέλεσης, έτσι ώστε να διαμορφώσει την προσωπικότητα και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του πράκτορα, όπως επιθυμεί.

Η μορφή του αρχικού αρχείου ιδιοτήτων του πράκτορα φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί:



```

# -----
# Original Agent's Properties
# -----
# This is the original emotional state of the agent.
# The file can't be modified from inside the program.

# Personality Values (from -1 to 1)
# -----
openness=0.9
conscientiousness=0.3
extraversion=0.8
agreeableness=0.1
neuroticism=0.1
# default mood: EXUBERANT

# Original Emotions (if exist)
# (Write in CAPITAL letters and space between)
# -----
currentEmotions=LOVE LOVE JOY

# Current Mood (at the beggining, there is no current mood)
# -----
currentMood=

# Agent's preferations towards other agents
# (Write first letter capital only and space between)
# -----
familiarAgents=Emma Alex
agentsLike=Emma
agentsDislike=

# New action performed by other agent, towards our agent
# -----
newActionToAgent=NO_ACTION

# EXUBERANT & likes Emma

```

Εικόνα 12: Αρχικό Αρχείο Ιδιοτήτων Πράκτορα Tony

Αρχικά, ο χρήστης ορίζει τις πέντε μεταβλητές **openness**, **conscientiousness**, **extraversion**, **agreeableness** και **neuroticism**, οι οποίες χαρακτηρίζουν την προσωπικότητα του πράκτορα, η οποία παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης. Από την προσωπικότητα προκύπτει η default διάθεση, η οποία, για διευκόλυνση, συμπεριλαμβάνεται στο αρχείο υπό τη μορφή σχολίου. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η default διάθεση που προκύπτει σύμφωνα με τις εισαχθείσες τιμές είναι EXUBERANT.

Στη συνέχεια, στην ιδιότητα **currentEmotions**, ορίζονται τυχών αρχικά συναισθήματα του πράκτορα. Η αναγραφή των συναισθημάτων πρέπει να γίνει με κεφαλαίους λατινικούς χαρακτήρες και κενό ανάμεσα. Στο τρέχον παράδειγμα, ο πράκτορας Tony έχει οριστεί να έχει τα αρχικά συναισθήματα LOVE (με ένταση 2) και JOY (με ένταση 1).

Τέλος ορίζονται οι λίστες προτιμήσεων του πράκτορα, σε όσον αφορά άλλους πράκτορες: **familiarAgents**, **agentsLike**, **agentsDislike**. Τα ονόματα των πρακτόρων πρέπει να γραφούν με κενό μεταξύ τους, λατινικούς χαρακτήρες και κεφαλαίο το πρώτο γράμμα, αφού έτσι ορίζονται και στα αντίστοιχα εκτελέσιμα αρχεία. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, παρατηρείται ότι ο πράκτορας Tony έχει δύο γνωστούς πράκτορες, την Emma και τον Alex, και ότι του αρέσει ο πράκτορας Emma. Η λίστα πρακτόρων που αντιπαθεί είναι κενή, το οποίο σημαίνει ότι προς το παρόν ο πράκτορας Tony δεν αντιπαθεί κάποιον agent.

Η ιδιότητα **currentMood** δεν ορίζεται από την αρχή, αλλά συμπεριλαμβάνεται στο συγκεκριμένο αρχείο, ώστε να γίνει η αντιγραφή της στο βοηθητικό αρχείο, από όπου μπορεί να μεταβληθεί κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης.

Ομοίως και η ιδιότητα **newActionToAgent**, συμπεριλαμβάνεται απλά για να γίνει η αντιγραφή της στο αντίστοιχο βοηθητικό αρχείο, από όπου μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, ανάλογα με την εκάστοτε ενέργεια που δέχεται ο πράκτορας. Έτσι, στο αρχικό αρχείο ιδιοτήτων η συγκεκριμένη ιδιότητα ορίζεται ως NO_ACTION, υποδηλώνοντας πως ο πράκτορας δεν έχει δεχτεί ακόμα καμία ενέργεια.

□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□□ (historyFileAgentName.txt)

Στο γενικό αρχείο ιστορικού του πράκτορα καταγράφονται αρχικά κάποια εισαγωγικά στοιχεία που αφορούν τον πράκτορα, όπως είναι: το όνομά του, η default διάθεσή του (η οποία χαρακτηρίζει την προσωπικότητά του), τυχόν αρχικά συναισθήματα που μπορεί να έχει κατά την εκκίνηση της εκτέλεσης και οι λίστες προτιμήσεών του, σε όσον αφορά άλλους πράκτορες.

Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, καταγράφονται οι ενέργειες που επιλέγει και εκτελεί ο πράκτορας, η τρέχουσα διάθεσή του, η οποία τον ώθησε στην εκτέλεση της εκάστοτε πράξης, το όνομα του πράκτορα αποδέκτη κάθε ενέργειας, καθώς και η ώρα εκτέλεσής της. Επιπλέον, μεταξύ των ενεργειών που εκτέλεσε ο πράκτορας, καταγράφεται η ανανεωμένη λίστα ενεργών συναισθημάτων του έπειτα από ενέργεια που έλαβε από τον πράκτορα συνομιλητή.

Ακολουθεί παρουσίαση των γενικών αρχείων ιδιοτήτων των πρακτόρων Tony και Emma, έπειτα από μια ολοκληρωμένη εκτέλεση:

Για παράδειγμα, διαβάζοντας εναλλάξ (από το σημείο έναρξης εκτέλεσης ενεργειών και έπειτα) τα δύο παραπάνω αρχεία ιστορικού, τα οποία ανήκουν στους πράκτορες Tony και Emma, παρατηρούμε την ακόλουθη ροή ενεργειών²⁴:

1. Ο πράκτορας Tony, έχοντας τρέχουσα διάθεση EXUBERANT, ξεκινά εκτελώντας την ενέργεια WAVE προς την Emma.
2. Στην Emma δημιουργείται το συναίσθημα JOY με ένταση 6, εξαιτίας της ενέργειας που έλαβε.
3. Οπότε αυτή με τη σειρά της, έχοντας τρέχουσα διάθεση EXUBERANT, εξαιτίας των ενεργών συναισθημάτων της, ανταποδίδει την ενέργεια WAVE στον Tony.
4. Εξαιτίας της ενέργειας που έλαβε, αλλά και των αρχικών συναισθημάτων που είχε, η ανανεωμένη λίστα ενεργών συναισθημάτων του Tony έχει τα συναισθήματα LOVE (με ένταση 2) και JOY (με ένταση 6).
5. Η τρέχουσα διάθεσή του παραμένει EXUBERANT και εκτελεί την ενέργεια COMPLIMENT προς την Emma.
6. Η λίστα ενεργών συναισθημάτων της Emma ανανεώνεται αναλόγως, εξαιτίας της ενέργειας COMPLIMENT που έλαβε από τον Tony.
7. Η τρέχουσα διάθεσή της διαμορφώνεται σε DEPENDENT και εκτελεί την ενέργεια ACCEPT προς τον Tony.

Συνεχίζοντας το διάβασμα των δύο αρχείων ιστορικού με παρόμοιο τρόπο, ζετυλίγεται ολόκληρη η αλληλουχία ενεργειών των δύο πρακτόρων. Η κατάληξη της επικοινωνίας μεταξύ των πρακτόρων, δηλαδή εάν αυτή είχε ευτυχές ή ατυχές τέλος, φαίνεται από την τελευταία ενέργεια της ακολουθίας ενεργειών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η τελευταία ενέργεια εκτελείται από τον πράκτορα Tony, και είναι στην ουσία επικύρωση του ευτυχούς τέλους (Happy End), καθώς δηλώνει ότι ο πράκτορας Tony είναι μαζί (δηλαδή είναι ζευγάρι) με την Emma.

Σε περίπτωση ατυχούς κατάληξης της επικοινωνίας μεταξύ των πρακτόρων, η τελευταία ενέργεια η οποία θα εκτελούνταν θα ήταν η απουσία ενέργειας (δηλαδή ο πράκτορας δεν θα αντιδρούσε καν στην ενέργεια που δέχτηκε από τον άλλο πράκτορα), οπότε στην αντίστοιχη στήλη θα αναγραφόταν η φράση NO_ACTION.

□□□□□□□ □□□□□□□□□□

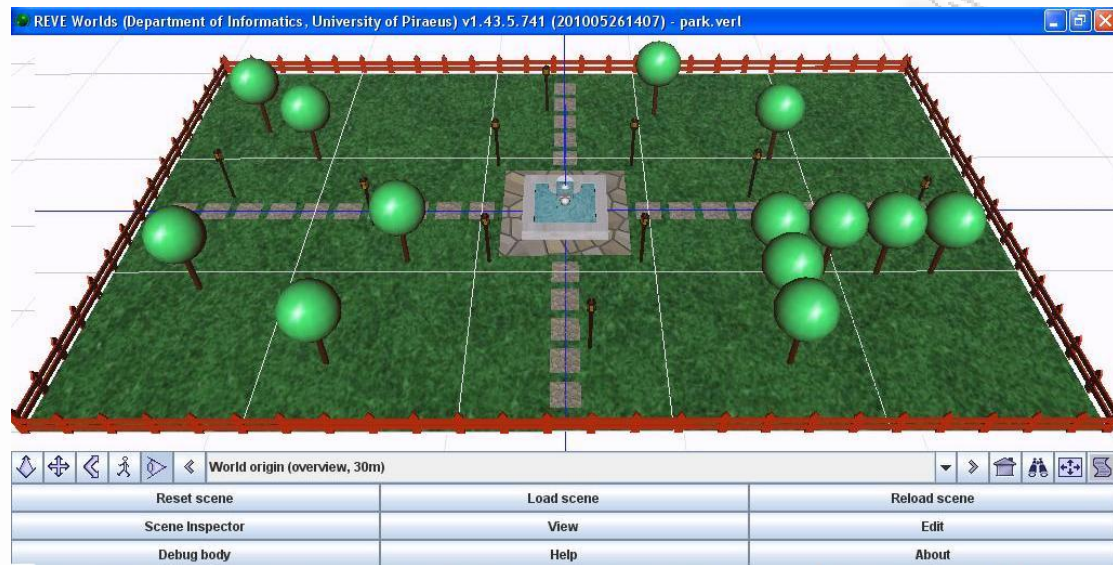
Στην παρούσα ενότητα περιγράφονται όλα τα στοιχεία που απεικονίζονται στην πλατφόρμα REVE Worlds και είναι ορατά σε έναν εξωτερικό παρατηρητή της εφαρμογής, όπως είναι ο εικονικός κόσμος (σκηνικό), τα σώματα των πρακτόρων, τα συναισθήματα, η διάθεσή τους, η ομιλία και οι ενέργειές τους. Ο τρόπος υλοποίησής τους έχει περιγραφεί στην προηγούμενη ενότητα, συνεπώς εδώ γίνεται εστίαση στο πώς γίνεται η γραφική απεικόνιση και πώς αυτή ερμηνεύεται.

□□□□□□□□□□□□□□(□□□□□□□)

Ένα ενδεικτικό σκηνικό, τα συστατικά του οποίου έχουν κατασκευαστεί σε VRML κάνοντας χρήση μερικών έτοιμων textures (π.χ. για το γρασίδι, το φως από τα φαναράκια, τις

²⁴ Η αλληλουχία των ενεργειών που εκτελέστηκαν και των συναισθημάτων που δημιουργήθηκαν φαίνεται και από την ώρα συστήματος, η οποία καταγράφεται στην πρώτη στήλη.

πέτρες, το νερό στο σιντριβάνι), και το οποίο, με τη βοήθεια της γλώσσας VERL έχει προσαρμοστεί στο εικονικό περιβάλλον REVE Worlds, παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 15: Ενδεικτικό Σκηνικό Εικονικού Κόσμου

Ο συγκεκριμένος εικονικός κόσμος αναπαριστά ένα πάρκο, το οποίο υποτίθεται ότι βρίσκεται στο κέντρο μιας μικρής πόλης. Οι πράκτορες μπορούν να κινηθούν μόνο εντός του πάρκου, το οποίο είναι ορθογωνίου σχήματος και έχει έκταση – στον εικονικό κόσμο – περίπου 150τ.μ. Το σκηνικό που μόλις παρουσιάστηκε είναι αρκετά λιτό, παρ' όλα αυτά υπάρχει δυνατότητα εμπλουτισμού του με νέα αντικείμενα. Προς το παρόν, αποτελείται από ένα πάρκο, περιφραγμένο με χαμηλό φράχτη, ώστε οι πράκτορες να μη μπορούν να βγουν από αυτό, αλλά να έχουν τη δυνατότητα να δουν οτιδήποτε μπορεί να βρίσκεται εκτός του πάρκου. Το έδαφος στο μεγαλύτερο ποσοστό του είναι καλυμμένο με γρασίδι, εκτός από μερικά πέτρινα μονοπάτια που ξεκινούν από το κέντρο και διασχίζουν και τις τέσσερις πλευρές του πάρκου. Διάσπαρτα εντός της πλατείας βρίσκονται αρκετά δέντρα και στύλοι με φαναράκια. Το στοιχείο που κάνει την πλατεία να ξεχωρίζει, είναι το κεντρικό σιντριβάνι, οι λεπτομέρειες του οποίου διακρίνονται καλύτερα στην ακόλουθη εικόνα:

□□□□□π□□□□□□□□

Κάθε πράκτορας ξεκινά με μια καθορισμένη προσωπικότητα, η οποία είναι δυνατό να οριστεί από τον εξωτερικό παρατηρητή πριν την έναρξη της εκτέλεσης μέσω αρχείου ιδιοτήτων και παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος. Η προσωπικότητα υποδηλώνει τον χαρακτήρα του συγκεκριμένου πράκτορα και ορίζει ποια θα είναι η default διάθεσή του. Επιπλέον, καθορίζει την συνολική ένταση (intensity) με την οποία βιώνει ο πράκτορας το κάθε συναίσθημα.

□□□□□□□□□□

Οι προτιμήσεις του πράκτορα, είναι στην ουσία τρεις λίστες που ορίζουν τους πράκτορες που ο τρέχον agent συμπαθεί, αντιπαθεί, ή απλά γνωρίζει και είναι δυνατό επίσης να οριστούν από το αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα πριν την έναρξη της εκτέλεσης. Οι προτιμήσεις του πράκτορα επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ερμηνεύει ενέργειες άλλων πρακτόρων και ως συνέπεια καθορίζουν τον τύπο συναισθημάτων που δημιουργούνται σε αυτόν ανάλογα με τη λίστα στην οποία ανήκει ο πράκτορας που εκτέλεσε την ενέργεια.

□□□□□□□□□□□□□□□□

Από το αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα, πριν την έναρξη της εκτέλεσης, ορίζονται επίσης τυχών αρχικά συναισθήματα που μπορεί να έχει ο πράκτορας. Τα αρχικά αυτά συναισθήματα καθορίζουν την τρέχουσα διάθεση με την οποία θα εκκινήσει και ανάλογα με το χρόνο εξασθένησής τους μπορεί να καθορίσουν τις αρχικές ενέργειες που θα εκτελέσει ο πράκτορας.

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Στην παράγραφο αυτή καταγράφονται οι ενέργειες που δύνανται να εκτελέσουν οι πράκτορες σύμφωνα με το παρόν σενάριο. Μια αρχική διάκριση των ενεργειών μπορεί να γίνει ανάλογα με το αν η ενέργεια απευθύνεται σε άλλο πράκτορα ή όχι και αν θεωρείται ή όχι εκτέλεση ενέργειας. Έτσι, προκύπτουν τρεις κατηγορίες δυνατών ενεργειών:

- 1) **Ατομικές Ενέργειες (που προκαλούνται εξαιτίας άλλου πράκτορα)** – κανονικά, ατομικές είναι οι ενέργειες που εκτελεί ένας πράκτορας και αφορούν μόνο τον ίδιο, δεν απευθύνονται δηλαδή σε άλλον πράκτορα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση όμως, επειδή, όπως αναφέρεται και στην ονομασία της κατηγορίας, οι ενέργειες αυτές προκαλούνται εξαιτίας άλλου πράκτορα, λαμβάνονται υπόψη ως απάντηση (Action Back) και θεωρούνται κατά κάποιον τρόπο ως ενέργειες με αποδέκτη τον πράκτορα που τις προκάλεσε
- 2) **Ενέργειες προς άλλον** – τις εκτελεί ένας πράκτορας και απευθύνονται σε κάποιον άλλο πράκτορα
- 3) **Μη εκτελέσιμες ενέργειες** – οι ενέργειες της συγκεκριμένης κατηγορίας αποτελούν ειδική περίπτωση, καθώς στην πραγματικότητα δεν λαμβάνονται υπόψη ως ενέργειες, αλλά θεωρείται ότι ο πράκτορας που τις επέλεξε δεν έκανε καμία ενέργεια

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται όλες οι δυνατές ενέργειες των πρακτόρων ανά κατηγορία, συνοδευόμενες από σύντομη ερμηνεία. Σε περίπτωση που μια ενέργεια συνοδεύεται

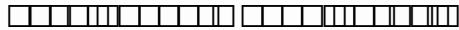
από κίνηση ή χειρονομία του πράκτορα, ο τρόπος εξωτερίκευσής της περιγράφεται αναλυτικά στη στήλη του πίνακα με την ονομασία «Εξωτερίκευση με κίνηση/χειρονομία». Τέλος, στη στήλη «Φράση Πλαισίου Ομιλίας», αναγράφεται η φράση που εμφανίζεται στο πλαίσιο ομιλίας του πράκτορα κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Για λόγους διευκόλυνσης παρακολούθησης της ροής του σεναρίου από οποιονδήποτε εξωτερικό παρατηρητή, όλες οι ενέργειες, ανεξαρτήτως εξωτερίκευσης με κίνηση/χειρονομία ή όχι, συνοδεύονται αναγραφή της ονομασίας τους στο πλαίσιο ομιλίας του πράκτορα. Για παράδειγμα, η ενέργεια χαιρετισμού (WAVE) εξωτερικεύεται μέσω ανασήκωματος του χεριού του πράκτορα και σύγχρονος η ονομασία της (WAVE) αναγράφεται στο πλαίσιο ομιλίας του.²⁵ Από την άλλη, η ενέργεια γέλιου (LAUGH) δεν εξωτερικεύεται με κίνηση ή χειρονομία του πράκτορα, έτσι απλά αναγράφεται η ονομασία της στο πλαίσιο ομιλίας του.

Κατηγορία Ενέργειών	Ενέργεια	Ερμηνεία	Εξωτερίκευση με κίνηση/χειρονομία	Φράση Πλαισίου Ομιλίας
Ατομικές Ενέργειες (που προκαλούνται εξαιτίας άλλου πράκτορα)	Cry	Κλάμα	–	CRY
	Laugh	Γέλιο	–	LAUGH
Μη εκτελέσιμες ενέργειες	Nothing_Back	Απάντηση με μη εκτέλεση καμίας ενέργειας	–	NOTHING_BACK
	No_Action	Απουσία ενέργειας	–	NO_ACTION
Ενέργειες προς άλλον	Wave	Χαιρετισμός	Ανασήκωμα δεξιού χεριού	WAVE
	Compliment	Αναφώνηση θετικού σχολίου	Ανασήκωμα και των δύο χεριών του πράκτορα, ως ένδειξη θαυμασμού	COMPLIMENT
	Give_Present	Προσφορά δώρου	Πρόταση δεξιού χεριού, στο οποίο υποτίθεται ότι κρατάει δώρο με σκοπό να το προσφέρει	PRESENT
	Give_Flower	Προσφορά λουλουδιού	Πρόταση δεξιού χεριού, στο οποίο υποτίθεται ότι κρατάει λουλούδι με σκοπό να το προσφέρει	FLOWER
	Accept	Αποδοχή προσφερόμενου αντικειμένου	Πρόταση αριστερού χεριού (εφόσον η προσφορά γίνεται με το δεξί και οι πράκτορες υποτίθεται ότι βρίσκονται απέναντι) για λήψη	ACCEPT

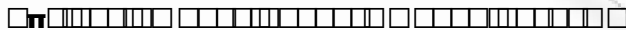
²⁵ Θεωρείται σαν ο πράκτορας κατά κάποιον τρόπο να «εκφωνεί» την ενέργεια που εκτελεί προς τον πράκτορα αποδέκτη.

			προσφερόμενου αντικειμένου (Στην περίπτωση που το ACCEPT είναι απάντηση σε κομπλιμέντο, θεωρείται ότι η κίνηση του χεριού του πράκτορα είναι κίνηση ευγνωμοσύνης)	
Decline	Απόρριψη προσφερόμενου αντικειμένου		Χαρακτηριστική κίνηση του αριστερού χεριού του πράκτορα, η οποία μοιάζει σαν να διώχνει τον πράκτορα που έκανε την προσφορά	DECLINE
Ignore	Αγνόηση πράκτορα		Περιστροφή σώματος πράκτορα κατά 90 μοίρες, δείχνοντας έτσι ότι αγνοεί τον πράκτορα που του απευθύνει το λόγο (κανονικά, εάν υποστηριζόταν η συγκεκριμένη πράξη, τότε θα γινόταν απλά περιστροφή του κεφαλιού του πράκτορα κατά 90 μοίρες)	IGNORE
Avoid	Αποφυγή πράκτορα		Αναστροφή σώματος πράκτορα προς την αντίθετη κατεύθυνση του πράκτορα προς αποφυγή (σαν να γυρνάει την πλάτη στον άλλο πράκτορα). [Μετά το τέλος της ενέργειας AVOID, ο πράκτορας επιστρέφει στην αρχική του στάση.]	AVOID
Hug	Αγκαλιά Ερωτική		Πρόταση και των δύο χεριών το πράκτορα, ώστε να αγκαλιάσει τον άλλο πράκτορα	HUG
Kiss	Φιλί αμοιβαίο		Ανασήκωμα και των δύο χεριών του πράκτορα στο ύψος του κεφαλιού του πράκτορα που επιθυμεί να φιλήσει (θεωρείται δηλαδή ότι κρατά το κεφάλι του άλλου πράκτορα ώστε να τον φιλήσει)	KISS
Curse	Βρίσιμο πράκτορα στόχου		Ανασήκωμα και των δύο χεριών και νευρική κίνηση τους πέρα δώθε στον αέρα, ως ένδειξη αγανάκτησης	CURSE
Hit	Άσκηση Χτυπήματος σε κάποιον		Ανασήκωμα δεξιού χεριού στο ύψος του προσώπου του πράκτορα που θέλει να χτυπήσει (όλοι οι πράκτορες θεωρείται ότι έχουν το ίδιο ύψος) και γρήγορο κατέβασμα στην αρχική θέση. Η κίνηση αυτή εκτελείται 3 φορές συνεχόμενα.	HIT

Πίνακας 15: Σύνολο Δυνατών Ενεργειών Πρακτόρων



























Στον πραγματικό κόσμο, τα συναισθήματα και οι διαθέσεις των ανθρώπων χαρακτηρίζουν αποκλειστικά την εσωτερική τους συναισθηματική κατάσταση. Δεν αναπαριστώνται γραφικά, αλλά εξωτερικεύονται έμμεσα, μέσω εκφράσεων του προσώπου, χειρονομιών και ιδιοτήτων του σώματος (π.χ. κοκκίνισμα προσώπου, ιδρώτας, αύξηση παλμών, στάση σώματος κοκ.) που προκαλούνται εξαιτίας των ενεργών συναισθημάτων και της τρέχουσας διάθεσής τους. Η πλατφόρμα REVE Worlds, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση, δεν υποστηρίζει εκφράσεις προσώπου του πράκτορα, ούτε ιδιότητες του σώματος και οι κινήσεις των χεριών του πράκτορα είναι πολύ περιορισμένες, ώστε να εξωτερικεύσει τα συναισθήματα και τη διάθεσή του μέσω χειρονομιών. Συνεπώς, επειδή στην παρούσα υλοποίηση η εστίαση είναι στα συναισθήματα και τις διαθέσεις, κρίθηκε απαραίτητη η εύρεση ενός άλλου τρόπου απεικόνισης της εσωτερικής συναισθηματικής κατάστασης του πράκτορα.



Έπειτα από προσεκτική μελέτη, αποφασίστηκε η αντιστοίχιση μοναδικού χρώματος σε κάθε διάθεση και χαρακτηριστικού εικονιδίου σε κάθε συναίσθημα. Η επιλογή χρώματος και εικονιδίου έγινε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να απεικονίζει όσο το δυνατόν πιο πιστά την τρέχουσα διάθεση ή το ενεργό συναίσθημα αντίστοιχα. Για παράδειγμα, η διάθεση EXUBERANT απεικονίζεται με πράσινο χρώμα, η διάθεση HOSTILE με κόκκινο, ενώ η διάθεση RELAXED που είναι ουδέτερη, με άσπρο. Αντίστοιχα, το συναίσθημα της αγάπης (LOVE) απεικονίζεται με μία καρδιά, του μίσους (HATE) με μια νεκροκεφαλή, της χαράς (JOY) με ένα χαμογελαστό πρόσωπο και της ανησυχίας (DISTRESS) με ένα κατσουφιασμένο πρόσωπο.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται αναλυτικά η χαρτογράφηση όλων των διαθέσεων και συναισθημάτων σε χαρακτηριστικά χρώματα και σύμβολα αντίστοιχα. Στην πρώτη στήλη παρουσιάζονται τα ονόματα των οκτώ διαθέσεων και το κάθε κελί του πίνακα είναι βαμμένο με το χρώμα που αντιστοιχεί στην εκάστοτε διάθεση. Στη δεύτερη στήλη καταγράφονται τα 24 συναισθήματα, τα οποία είναι κατηγοριοποιημένα ανά διάθεση την οποία ενισχύουν. Τέλος, στην τρίτη στήλη παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά σύμβολα (εικονίδια) στα οποία αντιστοιχεί το κάθε συναίσθημα:

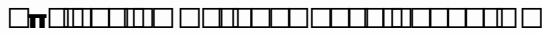
<i>Mood Color</i>	<i>Emotion</i>	<i>Icon</i>
EXUBERANT	Joy	
	Love	
	Gratification	
	Happy_For	
	Pride	
DEPENDENT	Liking	

	Hope	
	Admiration	
	Gratitude	
RELAXED	Satisfaction	
	Relief	
DOCILE	Gloating	
BORED	Distress	
	Fears_Confirmed	
	Pity	
	Resentment	
DISDAINFUL	Reproach	
ANXIOUS	Fear	
	Disappointment	
	Remorse	
	Shame	
HOSTILE	Hate	
	Anger	
	Disliking	

Πίνακας 16: Χαρτογράφηση Διαθέσεων και Συναισθημάτων σε Χρώματα και Εικονίδια αντίστοιχα

Για τη γραφική απεικόνιση των χρωμάτων που αντιστοιχούν στις διαθέσεις και των εικονιδίων που αντιστοιχούν στα συναισθήματα, έγιναν κάποιες προσθήκες στην πλατφόρμα REVE Worlds. Συγκεκριμένα, προστέθηκε ένα πλαίσιο πάνω και δεξιά από το σώμα του πράκτορα, το πλαίσιο συναισθημάτων, το οποίο απεικονίζει συνεχώς την εσωτερική συναισθηματική κατάσταση του πράκτορα. Το χρώμα του πλαισίου συναισθημάτων

υποδηλώνει την τρέχουσα διάθεση του πράκτορα, ενώ εντός του πλαισίου εμφανίζονται τα εικονίδια που αντιστοιχούν στα τρέχοντα συναισθήματα του. Το μέγεθος του πλαισίου συναισθημάτων είναι μεταβλητό, και προσαρμόζεται με ειδικό τρόπο μέσω κώδικα ανάλογα με το πλήθος των ενεργών συναισθημάτων του πράκτορα.



Η **ένταση** ενός συναισθήματος υπολογίζεται από τον αριθμό εμφανίσεών του αντίστοιχου εικονιδίου εντός του πλαισίου συναισθημάτων.

Παραδείγματος χάριν, ο πράκτορας που φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα νιώθει με σειρά εμφάνισης τα ακόλουθα συναισθήματα:

JOY (*intensity=6*)

LOVE (*intensity=3*)

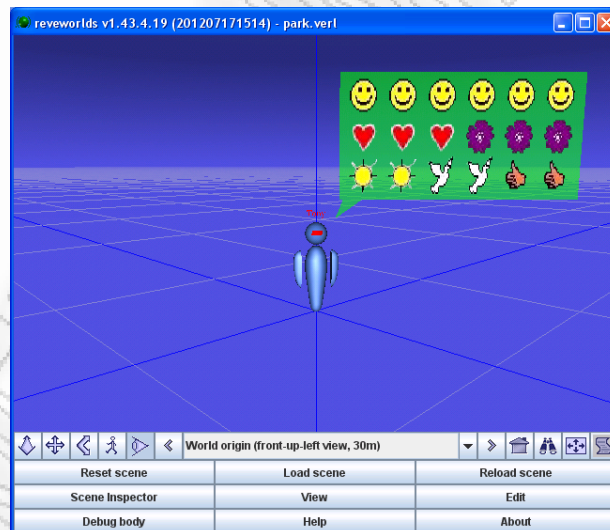
SATISFACTION (*intensity=3*)

HOPE (*intensity=2*)

RELIEF (*intensity=2*)

LIKING (*intensity=2*)

Από τα παραπάνω συναισθήματα προκύπτει η τρέχουσα διάθεση του πράκτορα, η οποία είναι **EXUBERANT** και απεικονίζεται μέσω του **πράσινου χρώματος** του πλαισίου συναισθημάτων.



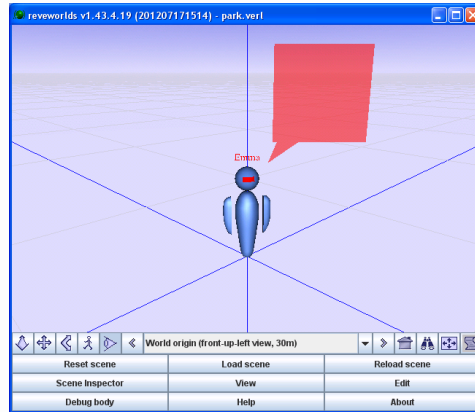
Εικόνα 18: Πλαίσιο Συναισθημάτων Πράκτορα με Ενεργά Συναισθήματα

Το πλαίσιο συναισθημάτων είναι δισδιάστατο και έχει υλοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι πάντα ορατή η μπροστινή του πλευρά, ανεξαρτήτως οπτικής γωνίας του παρατηρητή. Δηλαδή, ακόμα και να στρίβει ο πράκτορας, το πλαίσιο συναισθημάτων του προσαρμόζεται ανάλογα, ώστε να είναι πάντα ορατό.

Default

Στο πλαίσιο συναισθημάτων, εκτός από την τρέχουσα διάθεση απεικονίζεται και η default διάθεση του πράκτορα. Αυτό συμβαίνει κατά την εκκίνηση εκτέλεσής του, όταν η λίστα

αρχικών ενεργών συναισθημάτων του πράκτορα είναι ακόμα κενή. Τότε εμφανίζεται το πλαίσιο συναισθημάτων, χωρίς περιεχόμενα, εφόσον δεν υπάρχουν ακόμα ενεργά συναισθήματα, αλλά με το χρώμα που αντιστοιχεί στη default διάθεση του πράκτορα. Για παράδειγμα, στην παρακάτω εικόνα, παρουσιάζεται ένας πράκτορας του οποίου η default διάθεση είναι HOSTILE (κόκκινο χρώμα πλαισίου συναισθημάτων):



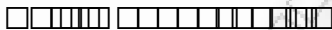
Εικόνα 19: Πλαίσιο Συναισθημάτων με τη default Διάθεση του πράκτορα κατά την εκκίνηση

***Σημείωση:** Εάν ο πράκτορας εκκινήσει έχοντας αρχικά συναισθήματα, τότε το χρώμα που αντιστοιχεί στη default διάθεσή του απεικονίζεται μόνο για μερικά δευτερόλεπτα, έως ότου γίνει ο υπολογισμός της τρέχουσας διάθεσης που προκύπτει από τα ενεργά συναισθήματα. Μόλις ολοκληρωθεί ο υπολογισμός, το χρώμα του πλαισίου συναισθημάτων αλλάζει στο χρώμα που αντιστοιχεί στην τρέχουσα διάθεση του πράκτορα.*

Το χρώμα της default διάθεσης είναι επίσης ορατό κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, εάν τύχει και εξασθενήσουν όλα τα ενεργά συναισθήματα πριν προλάβουν να δημιουργηθούν νέα. Τότε η λίστα ενεργών συναισθημάτων παραμένει κενή, οπότε ως τρέχουσα διάθεση του πράκτορα τίθεται η default διάθεσή του. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα λήξης της επικοινωνίας μεταξύ δύο πρακτόρων. Οι λίστες ενεργών συναισθημάτων τους έχουν αδειάσει, δηλαδή όλα τα συναισθήματα έχουν εξασθενήσει, οπότε το χρώμα των πλαισίων συναισθημάτων αντιστοιχεί στη default διάθεση κάθε πράκτορα. Το πράσινο χρώμα υποδηλώνει τη default διάθεση EXUBERANT, ενώ το κίτρινο χρώμα τη default διάθεση ANXIOUS:



Εικόνα 20: Πλαίσια Συναισθημάτων πρακτόρων κατά τη λήξη επικοινωνίας (τα χρώματα των πλαισίων παραπέμπουν στην default διάθεση των πρακτόρων)



Για τη γραφική απεικόνιση της ομιλίας και των ενεργειών που εκτελεί ο κάθε πράκτορας χρησιμοποιείται ένα ποιο απλοποιημένο πλαίσιο, το οποίο επίσης προστέθηκε στην πλατφόρμα REVE Words ειδικά για την παρούσα υλοποίηση. Το νέο πλαίσιο, το οποίο εμφανίζεται πάνω και αριστερά του πράκτορα, ονομάζεται πλαίσιο ομιλίας. Αντίθετα με το πλαίσιο συναισθημάτων που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο, το πλαίσιο ομιλίας δεν είναι συνεχώς ορατό, αλλά εμφανίζεται μόνο όταν ο πράκτορας θέλει να μιλήσει ή να εκτελέσει κάποια ενέργεια. Παρ’ όλα αυτά, το μέγεθός του μεταβάλλεται επίσης, μέσω κώδικα, ώστε να προσαρμόζεται στο μέγεθος της εμφανιζόμενης φράσης. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα μεταβολής του μεγέθους και του χρώματος της αναγραφόμενης εντός του πλαισίου γραμματοσειράς.



Οι φράσεις ομιλίας στην παρούσα υλοποίηση, χρησιμοποιούνται ώστε να γνωστοποιηθεί στον παρατηρητή η εξέλιξη της εκτέλεσης και παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα, συνοδευόμενες από την ερμηνεία τους:

Phrase	Meaning
Emma...?	Ο πράκτορας Tony ψάχνει την Emma
Hi_Emma!	Ο Tony βρήκε την Emma και αιτείται επικοινωνία μαζί της
Coming...	Η Emma δέχτηκε την επικοινωνία και ο Tony κατευθύνεται προς το μέρος της

Found_you!	Ο Tony φτάνει στο σημείο που βρίσκεται η Emma
We_are_together!!	Φράση που εκφωνείται συνήθως από τον πράκτορα Tony και υποδηλώνει το ευτυχές τέλος της έκβασης του σεναρίου, ότι δηλαδή οι δύο πράκτορες είναι μαζί

Πίνακας 17: Φράσεις Ομιλίας Πρακτόρων και Επεξήγηση

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο τρόπος γραφικής απεικόνισης της φράσης χαιρετισμού του Tony προς την Emma ("Hi_Emma!"):



Εικόνα 21: Χαιρετισμός του Tony προς την Emma



Η ενέργεια που εκτελεί ένας πράκτορας προς κάποιον άλλο, όπως έχει παρουσιαστεί σε προηγούμενη παράγραφο, μπορεί να συνοδεύεται ή όχι από κίνηση των χεριών και του σώματός του. Σε κάθε περίπτωση πάντως, το όνομα της εκτυλισσόμενης ενέργειας αναγράφεται στο πλαίσιο ομιλίας του πράκτορα που την εκτελεί, έτσι ώστε να διευκρινίζεται και στον παρατηρητή (εάν τυχόν δεν είναι ξεκάθαρο) ποια είναι η ενέργεια που εκτελείται.

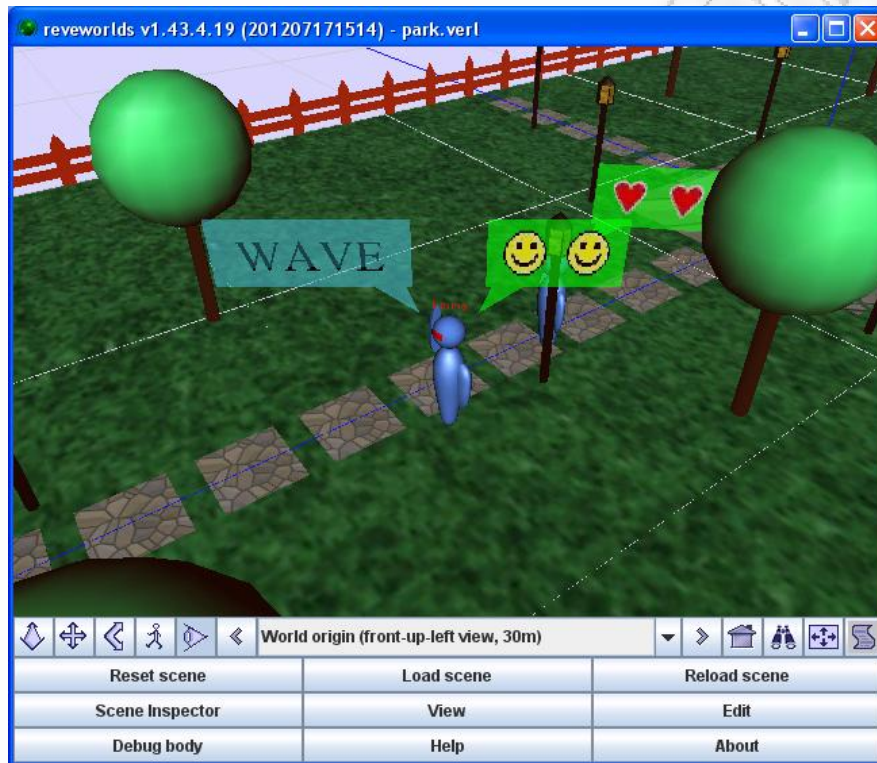
Τα ονόματα ενεργειών που είναι δυνατό να εμφανιστούν στο πλαίσιο ομιλίας, σύμφωνα με την παρούσα εκτέλεση, είναι αυτά που παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Θετικές Ενέργειες	Αρνητικές Ενέργειες	Τρόποι Απόκρισης
WAVE	CURSE	ACCEPT
COMPLIMENT	HIT	DECLINE
FLOWER	Ατομικές Ενέργειες (που θεωρούνται ως ενέργειες προς άλλον)	AVOID
PRESENT		IGNORE

HUG	CRY	NOTHING_BACK
KISS	LAUGH	NO_ACTION

Εικόνα 22: Ονόματα Ενέργειών που Εμφανίζονται στο Πλαίσιο Ομιλίας του πράκτορα

Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται το πλαίσιο ομιλίας του πράκτορα Tony, την ώρα που εκτελεί την ενέργεια WAVE. Η συγκεκριμένη ενέργεια συνοδεύεται από ανασήκωμα του χεριού του:



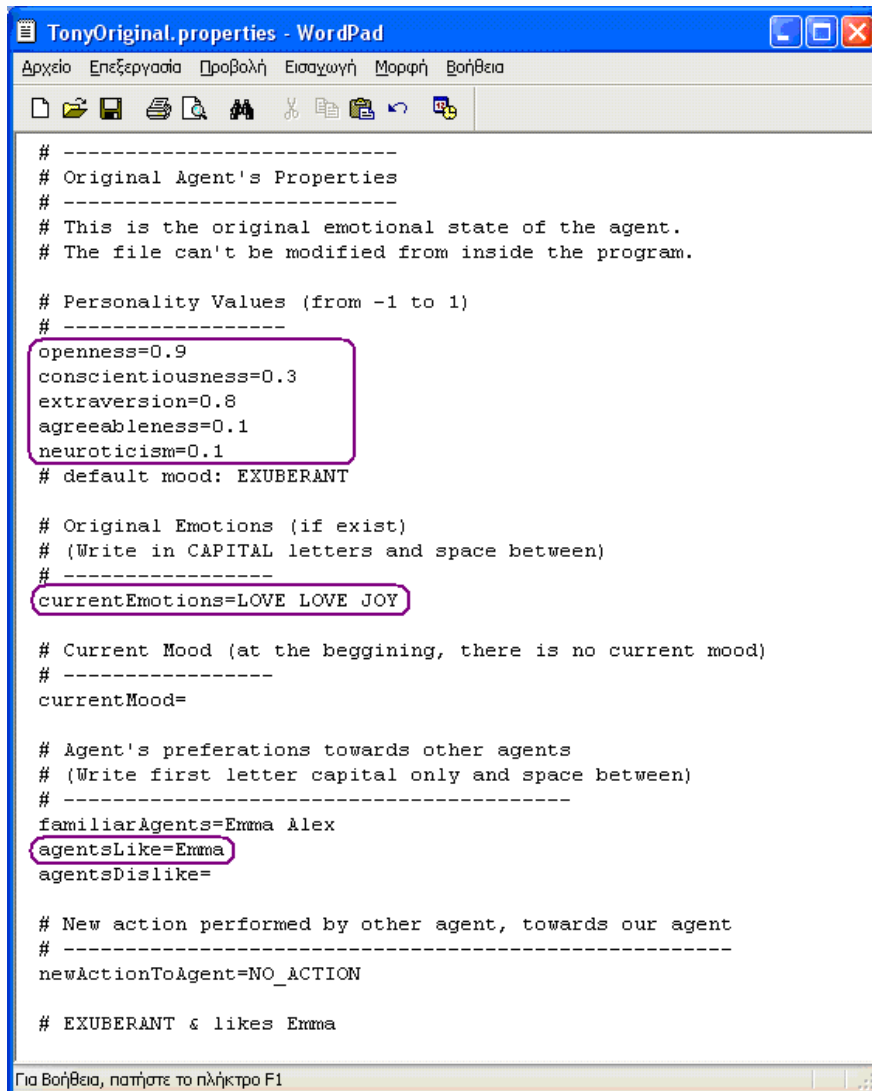
Εικόνα 23: Εκτέλεση Ενέργειας WAVE από τον πράκτορα Tony

□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□

Στην παρούσα ενότητα περιγράφονται μέσω screenshots από στιγμιότυπα εκτέλεσης του προγράμματος, κάποια χαρακτηριστικά σενάρια που είναι δυνατό να προκύψουν σύμφωνα με την παρούσα υλοποίηση. Οι ενέργειες που εκτελούν οι πράκτορες δεν είναι αυστηρά καθορισμένες, αλλά εξαρτώνται από την προσωπικότητα, τη διάθεση, τις προτιμήσεις τους και τυχών αρχικά συναισθήματα που μπορεί να έχουν κατά την εκκίνηση. Αυτό σημαίνει ότι η έκβαση και κατάληξη του σεναρίου δύναται να διαφέρει κάθε φορά, ανάλογα με τον ορισμό των παραπάνω στοιχείων και τις τιμές που μπορεί να λάβουν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης. Με άλλα λόγια, έχουμε ως ένα βαθμό αναδυόμενη αφήγηση.

□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□ □

Έστω ότι το αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα Tony ορίζεται ως ακολούθως, δηλαδή με τιμές μεταβλητών προσωπικότητας οι οποίες δίνουν την default διάθεση EXUBERANT, με αρχικά συναισθήματα LOVE (ένταση 2) και JOY (ένταση 1) και με την Emma να ανήκει στη λίστα πρακτόρων που του αρέσουν (agentLikes):



```

# -----
# Original Agent's Properties
# -----
# This is the original emotional state of the agent.
# The file can't be modified from inside the program.

# Personality Values (from -1 to 1)
# -----
openness=0.9
conscientiousness=0.3
extraversion=0.8
agreeableness=0.1
neuroticism=0.1
# default mood: EXUBERANT

# Original Emotions (if exist)
# (Write in CAPITAL letters and space between)
# -----
currentEmotions=LOVE LOVE JOY

# Current Mood (at the beginning, there is no current mood)
# -----
currentMood=

# Agent's preferations towards other agents
# (Write first letter capital only and space between)
# -----
familiarAgents=Emma Alex
agentsLike=Emma
agentsDislike=

# New action performed by other agent, towards our agent
# -----
newActionToAgent=NO_ACTION

# EXUBERANT & likes Emma

```

Εικόνα 24: Αρχείο Ιδιοτήτων πράκτορα Tony

Από την άλλη, ο πράκτορας Emma ξεκινά με τιμές μεταβλητών προσωπικότητας από τις οποίες προκύπτει default διάθεση ANXIOUS, χωρίς αρχικά συναισθήματα και με τον πράκτορα Tony επίσης να ανήκει στη λίστα με τους πράκτορες που συμπαθεί (agentLikes):

```

# -----
# This is the original emotional state of the agent.
# The file can't be modified from inside the program.

# Personality Values (from -1 to 1)
# -----
openness=-0.8
conscientiousness=0.3
extraversion=-0.9
agreeableness=0.2
neuroticism=-0.3
# default mood: ANXIOUS

# Original Emotions (if exist)
# (Write in CAPITAL letters and space between)
# -----
currentEmotions=

# Current Mood (at the beggining, there is no current mood)
# -----
currentMood=

# Agent's preferations towards other agents
# (Write first letter capital only and space between)
# -----
familiarAgents=Alex Tony
agentsLike=Tony
agentsDislike=

# New action performed by other agent, towards our agent
# -----
newActionToAgent=NO_ACTION

# Default mood: ANXIOUS & likes Tony

```

Εικόνα 25: Αρχείο Ιδιοτήτων πράκτορα Emma

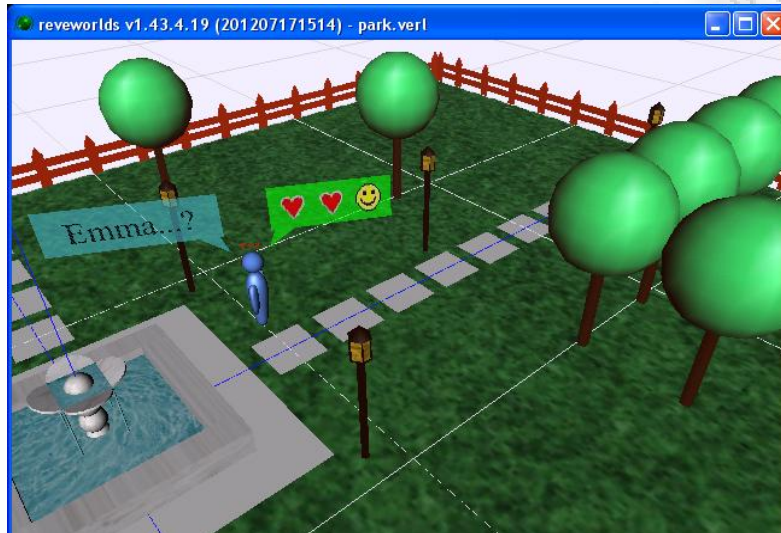
□□□□□□□□ □□□□□□□□

Αφού έχει ολοκληρωθεί η παραμετροποίηση των αρχείων ιδιοτήτων των πρακτόρων που θα λάβουν μέρος στην εκτέλεση του σεναρίου, ξεκινά η εκτέλεσή των αντίστοιχων προγραμμάτων. Η εκτέλεση των πρακτόρων μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε επιθυμητή σειρά. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, εκτελείται πρώτα ο πράκτορας Tony.

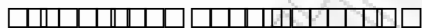
□□□□□□□□ **Tony**

Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει την κατάσταση του πράκτορα Tony κατά την εκκίνηση εκτέλεσής του. Αρχικός στόχος του Tony, μέσω του προγράμματος, έχει οριστεί η αναζήτηση της Emma, συνεπώς ξεκινά την περιπλάνησή του στον εικονικό κόσμο ψάχνοντας για την Emma. Αυτό απεικονίζεται στο γραφικό περιβάλλον με την αναγραφή αντίστοιχης φράσης

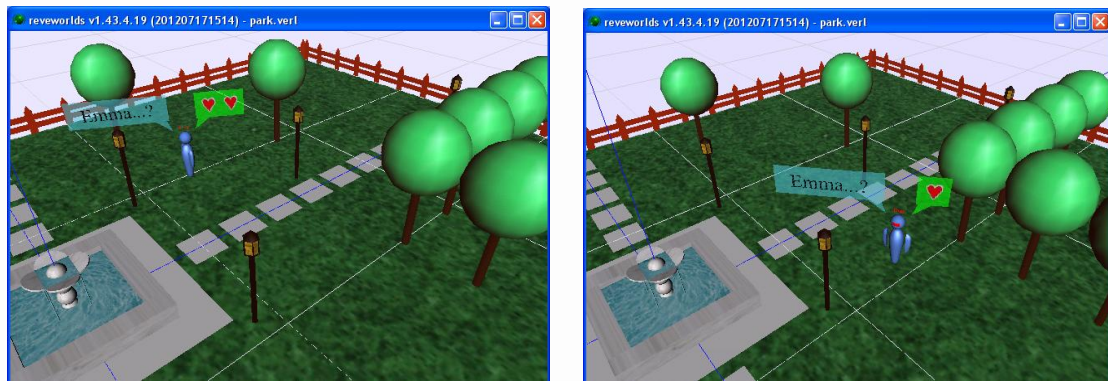
(“Emma...?”) στο πλαίσιο ομιλίας, στα αριστερά του πράκτορα. Το πλαίσιο που εμφανίζεται στα δεξιά του πράκτορα είναι το πλαίσιο συναισθημάτων του. Στο συγκεκριμένο πλαίσιο απεικονίζονται σε μορφή εικονιδίων, τα αρχικά συναισθήματα του πράκτορα Tony, τα οποία όπως προαναφέρθηκε είναι LOVE (με ένταση 2) και JOY (με ένταση 1). Το πράσινο χρώμα του πλαισίου συναισθημάτων αντιστοιχεί στην τρέχουσα διάθεση του πράκτορα, η οποία, στη συγκεκριμένη περίπτωση, λόγω των αρχικών συναισθημάτων του, είναι EXUBERANT.



Εικόνα 26: Εκκίνηση πράκτορα Tony (θετικά αρχικά συναισθήματα, τρέχουσα διάθεση EXUBERANT και αναζήτηση της Emma)



Τα τυχών αρχικά συναισθήματα ενός πράκτορα, έχει οριστεί να εξασθενούν επίσης, όπως ακριβώς και τα συναισθήματα που εμφανίζονται στη συνέχεια, λόγω ενεργειών που λαμβάνει ο πράκτορας. Έτσι, μετά από μερικά δευτερόλεπτα, τα οποία αντιστοιχούν στο χρόνο εξασθένησης που έχει οριστεί για το συναίσθημα JOY, ο Tony παύει να νιώθει το συγκεκριμένο συναίσθημα. Αυτό απεικονίζεται στον εικονικό κόσμο με εξαφάνιση του αντίστοιχου εικονιδίου από το πλαίσιο συναισθημάτων του πράκτορα (βλ. **Εικόνα 27** αριστερά). Το συναίσθημα LOVE είναι πιο μακροχρόνιο, έχει δηλαδή μεγαλύτερο χρόνο εξασθένησης, γι' αυτό και εμφανίζεται ακόμα στη λίστα ενεργών συναισθημάτων του Tony. Στη δεύτερη εικόνα όμως, παρατηρείται ότι στο πλαίσιο συναισθημάτων του πράκτορα Tony εμφανίζεται μόνο ένα εικονίδιο το οποίο αντιστοιχεί στο συναίσθημα LOVE. Αυτό σημαίνει ότι το χρονικό διάστημα που πέρασε οδήγησε στη σταδιακή εξασθένηση του συναισθήματος LOVE, με αποτέλεσμα η έντασή του να έχει μειωθεί στο 1 (βλ. **Εικόνα 27** δεξιά).



Εικόνα 27: Εξασθένηση Αρχικών Συναισθημάτων του πράκτορα Tony

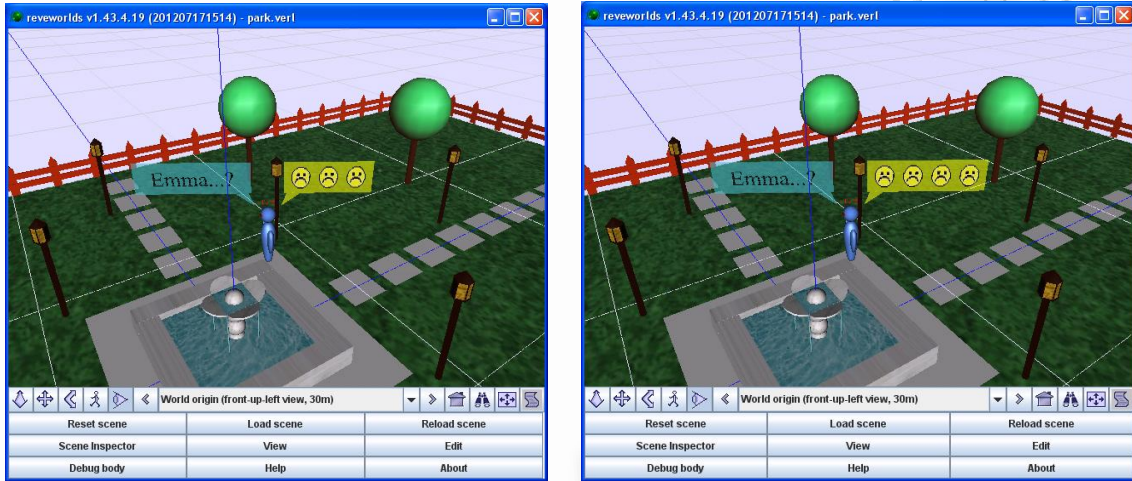
□□□□□□□□□□□□□□□□□□ Tony

Εάν ο πράκτορας Tony αργήσει να βρει την Emma, σύμφωνα με τα όσα έχουν οριστεί στο αντίστοιχο πρόγραμμα, αρχίζει να απογοητεύεται. Δηλαδή, νιώθει το συναίσθημα DISAPPOINTMENT, αρχικά με ένταση 1 και όσο περνά η ώρα η ένταση του συναίσθηματος αυξάνεται. Αυτό απεικονίζεται γραφικά με την εμφάνιση των εικονιδίων που αντιστοιχούν στο συναίσθημα DISAPPOINTMENT. Ο αριθμός των εικονιδίων που εμφανίζονται εντός του πλαισίου συναισθημάτων εξαρτάται από την ένταση του αντίστοιχου συναίσθηματος. Η ακόλουθη εικόνα απεικονίζει τον πράκτορα Tony να ψάχνει ακόμα για την Emma και το συναίσθημα απογοήτευσής του να έχει φτάσει σε ένταση 2. Τα αρχικά συναίσθημα του πράκτορα έχουν ήδη εξασθενήσει πλήρως, συνεπώς η τρέχουσα διάθεσή του εξαρτάται τώρα μόνο από το συναίσθημα DISAPPOINTMENT. Ως αποτέλεσμα, η τρέχουσα διάθεση του πράκτορα μεταβάλλεται σε ANXIOUS και απεικονίζεται μέσω του κίτρινου χρώματος του πλαισίου συναισθημάτων του.



Εικόνα 28: Απογοήτευση του Tony εάν καθυστερεί να βρει την Emma

Εάν μεσολαβήσει επιπλέον χρονικό διάστημα και ο πράκτορας Tony δεν έχει εντοπίσει ακόμα την Emma, η απογοήτευσή του συνεχίζει να αυξάνεται, όπως φαίνεται στις ακόλουθες δύο εικόνες:



Εικόνα 29: Αύξηση Απογοήτευσης του Tony όσο δεν βρίσκει την Emma

□□□□□□□□ **Emma**

Σε όσον αφορά τον πράκτορα θηλυκού γένους Emma, ξεκινά όπως έχει οριστεί εντός του προγράμματος, χωρίς κανένα αρχικό στόχο, και όπως έχει οριστεί στο αντίστοιχο αρχείο ιδιοτήτων, χωρίς αρχικά συναισθήματα. Συνεπώς, κατά την εκκίνησή της η Emma εμφανίζεται όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα, δηλαδή με ένα κενό πλαίσιο συναισθημάτων, στο χρώμα που αντιστοιχεί στην default διάθεσή της. Το κίτρινο χρώμα υποδηλώνει τη διάθεση ANXIOUS.



Εικόνα 30: Η Emma ξεκινά με default διάθεση ANXIOUS

□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□

Μόλις ο πράκτορας Tony εντοπίσει την Emma, αιτείται επικοινωνία μαζί της. Αυτό απεικονίζεται στο γραφικό περιβάλλον με φράση χαιρετισμού του Tony προς την Emma

("Hi_Emma!"), η οποία αναγράφεται εντός του πλαισίου ομιλίας, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



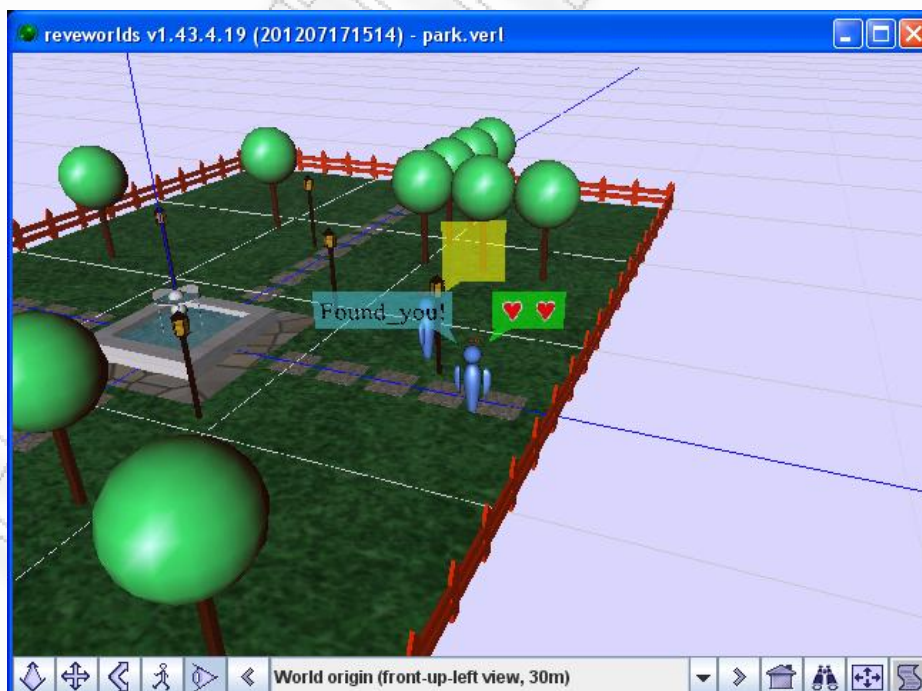
Εικόνα 31: Αίτηση Επικοινωνίας (ο Tony χαιρετά την Emma)

Εάν η Emma δεχτεί την επικοινωνία, αυτομάτως ακινητοποιείται και περιμένει τον πράκτορα Tony να φτάσει σε αυτήν, ώστε να ξεκινήσει η εκτέλεση των ενεργειών. Καθώς ο Tony μετακινείται προς την Emma, εμφανίζεται στο πλαίσιο ομιλίας του η φράση "Coming...":



Εικόνα 32: Ο Tony κινείται προς την Emma (Coming...)

Μόλις ο Tony φτάσει κοντά στην Emma (τόσο ώστε να υπάρχει αρκετό κενό περιθώριο γύρω από τους πράκτορες για την εμφάνιση των πλαισίων ομιλίας και συναισθημάτων τους) εμφανίζει στο πλαίσιο ομιλίας του τη φράση "Found_you!":



Εικόνα 33: Ο Tony φτάνει στο σημείο όπου βρίσκεται η Emma (Found_you!)

Στη συνέχεια εκτελεί την πρώτη ενέργεια με την οποία γίνεται πάντα η εκκίνηση της επικοινωνίας, ανεξαρτήτως χαρακτηριστικών πρακτόρων, την ενέργεια WAVE. Η συγκεκριμένη ενέργεια συνοδεύεται από ανασήκωμα του χεριού του πράκτορα, ώστε να προσομοιώσει το χαιρετισμό:



Εικόνα 34: Έναρξη Επικοινωνίας (ο Tony εκτελεί την ενέργεια WAVE)

Το πώς θα συνεχιστεί η επικοινωνία και το αν θα έχει θετική ή αρνητική κατάληξη, αυτό εξαρτάται από την προσωπικότητα, τις διαθέσεις και τις προτιμήσεις των πρακτόρων που λαμβάνουν μέρος στην επικοινωνία.

□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□ (Happy End)

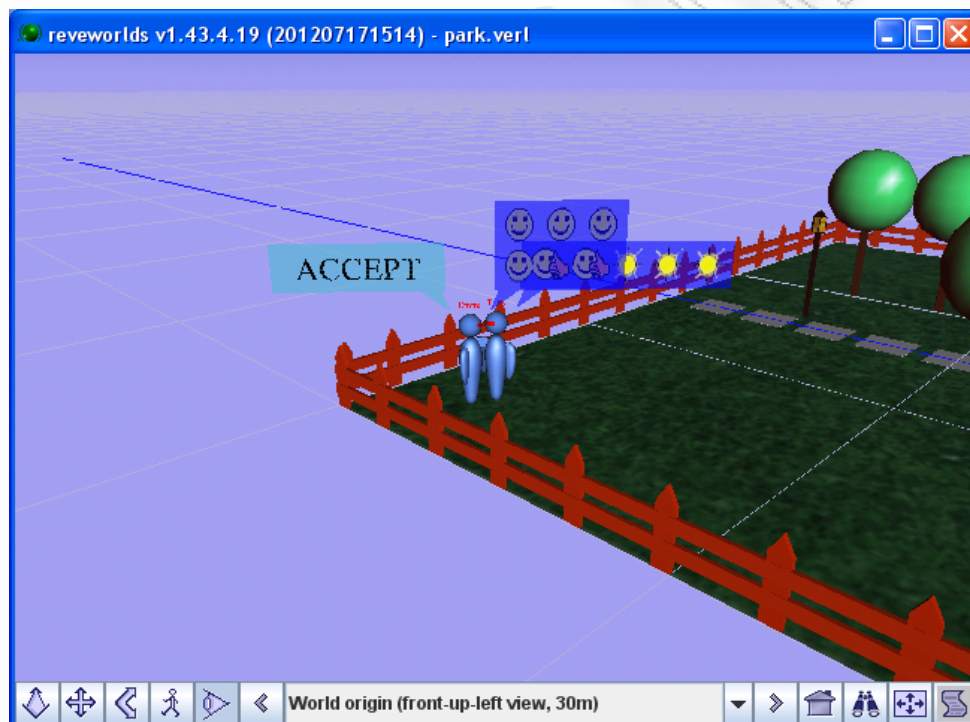
Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εκτέλεσης το οποίο έχει ευτυχές τέλος (Happy End). Τα αρχεία ιδιοτήτων των πρακτόρων παραμένουν όπως παρουσιάστηκαν στην εισαγωγική παράγραφο. Στην ουσία, παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εκτέλεσης, όπως αυτό εξελίσσεται μετά την εκτέλεση της αρχικής ενέργειας WAVE από τον πράκτορα Tony.

Αφού η Emma ανταποδώσει το χαιρετισμό στον Tony, εκείνος όντας σε τρέχουσα διάθεση EXUBERANT, απαντά κάνοντάς της κομπλιμέντο (ενέργεια COMPLIMENT). Η εκτέλεση της ενέργειας COMPLIMENT συνοδεύεται από ανασήκωμα των χεριών του πράκτορα, ως ένδειξη θαυμασμού:



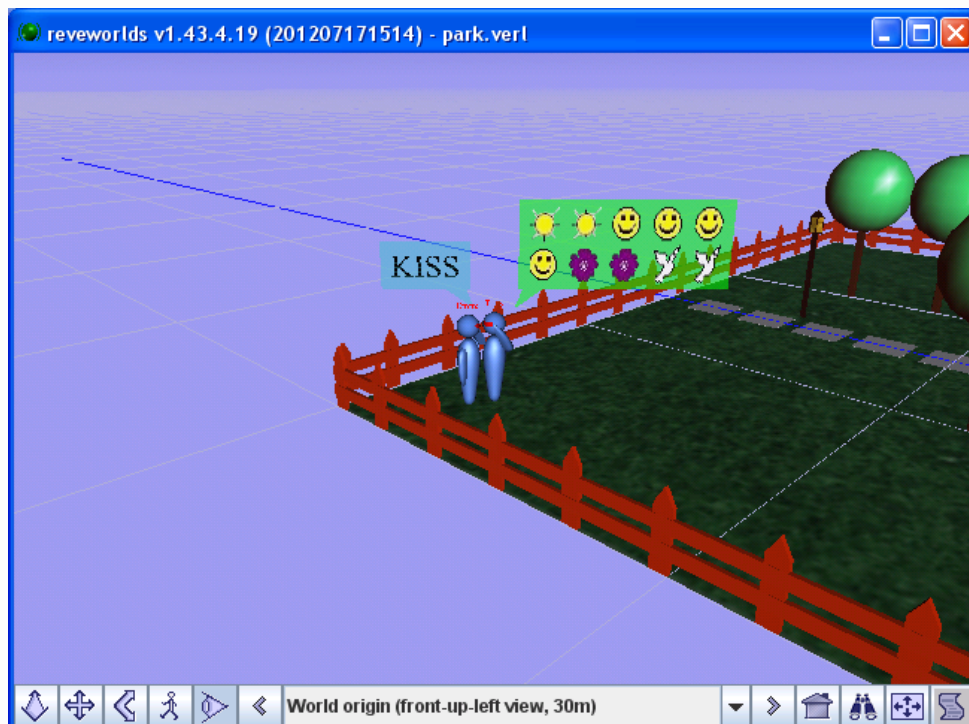
Εικόνα 35: Ο Tony κάνει κομπλιμέντο στην Emma (ενέργεια COMPLIMENT)

Ο πράκτορας Emma, έχοντας τρέχουσα διάθεση DEPENDENT, δέχεται το κομπλιμέντο (ενέργεια ACCEPT):



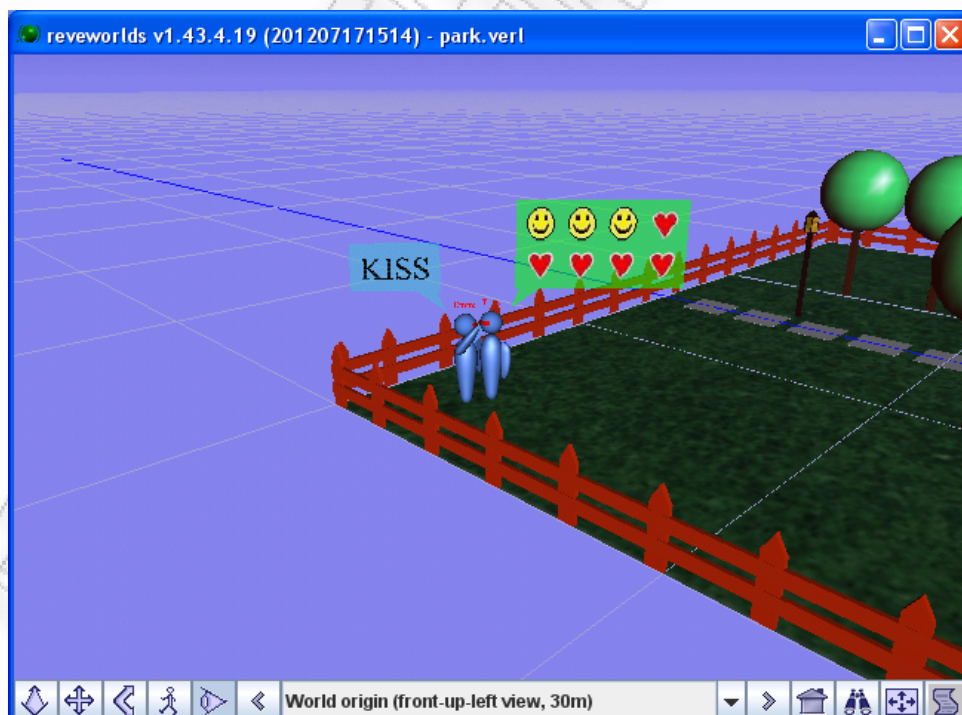
Εικόνα 36: Η Emma δέχεται το κομπλιμέντο (ενέργεια ACCEPT)

Η αποδοχή του κομπλιμέντου ενθουσιάζει (EXUBERANT) και δίνει θάρρος στον πράκτορα Tony, ο οποίος απαντά φιλώντας την Emma, προχωρά δηλαδή κατευθείαν στην ενέργεια KISS:

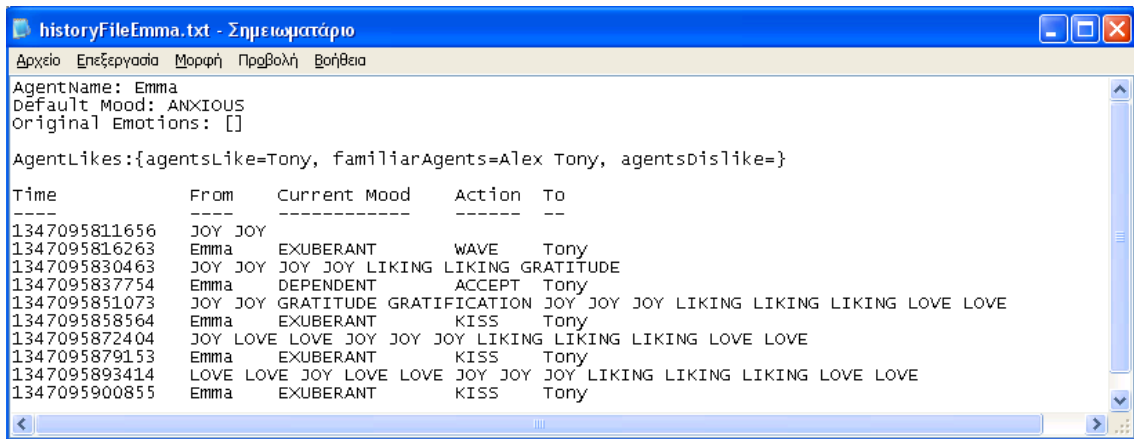


Εικόνα 37: Εκτέλεση Ενέργειας KISS από τον πράκτορα Tony

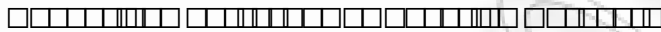
Η Emma ανταποδίδει το φιλί (ενέργεια KISS):



Εικόνα 38: Ανταπόδοση Ενέργειας KISS από την Emma



Εικόνα 41: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Emma



Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εκτέλεσης όπου η κατάληξη δεν είναι θετική. Τα αρχεία ιδιοτήτων των πρακτόρων είναι αυτά που παρουσιάστηκαν στο εισαγωγικό μέρος. Από αυτό προκύπτει ότι ακόμα και με τα ίδια δεδομένα εισόδου, είναι δυνατό να υπάρχει ποικιλία εκτελέσεων. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στο μη βελτιστοποιημένο συγχρονισμό των Threads δημιουργίας συναισθημάτων, ανανέωσης τρέχουσας διάθεσης και επιλογής ενεργειών.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η Emma αντιδρά στην ενέργεια WAVE του πράκτορα Tony αποφεύγοντάς τον, δηλαδή εκτελώντας την ενέργεια AVOID:



Εικόνα 42: Η Emma αποφεύγει τον Tony (ενέργεια AVOID)

Στον πράκτορα Tony δημιουργούνται αρνητικά συναισθήματα εξαιτίας της ενέργειας AVOID που έλαβε από την Emma, με αποτέλεσμα η τρέχουσα διάθεσή του να αλλάζει σε BORED και να ανταποδίδει την ενέργεια AVOID:



Εικόνα 43: Ο Tony ανταποδίδει την ενέργεια AVOID (αρνητικά συναισθήματα, τρέχουσα διάθεση BORED)

Η αρνητική τρέχουσα διάθεση της Emma (BORED) ενισχύεται από την ενέργεια που έλαβε από τον Tony, με αποτέλεσμα να εκτελεί και πάλι την ενέργεια AVOID:



Εικόνα 44: Η Emma εκτελεί και πάλι την ενέργεια AVOID

Ο Tony εκτελεί ως Action Back την ενέργεια NOTHING_BACK, δηλαδή απαντά με μη εκτέλεση ενέργειας, καθώς η τρέχουσα διάθεσή του έχει μεταβληθεί σε ANXIOUS:



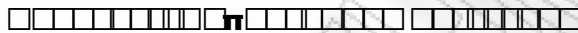
Εικόνα 45: Ο Tony απαντά με τη μη εκτέλεση καμίας ενέργειας (NOTHING_BACK)

Η παραπάνω ενέργεια σηματοδοτεί και τη λήξη της εκτέλεσης, με αρνητικό τρόπο, δηλαδή χωρίς να καταλήξουν μαζί οι δύο πράκτορες. Οι πράκτορες δεν εκτελούν καμία άλλη

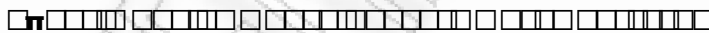
ενέργεια και οι λίστες ενεργών συναισθημάτων τους σταδιακά αδειάζουν, ώσπου εξασθενούν εντελώς όλα τα συναισθήματα:



Εικόνα 46: Αρνητική Λήξη της Εκτέλεσης

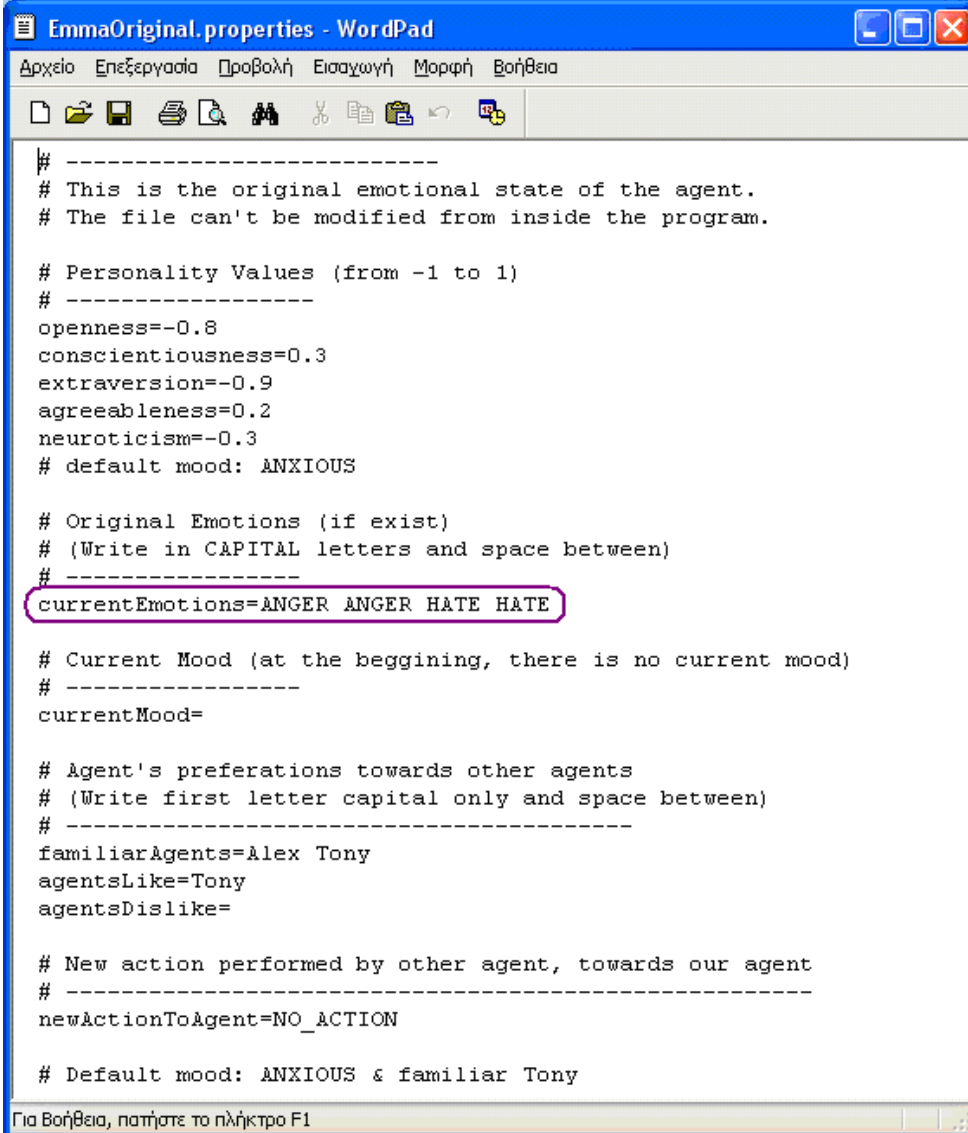


Υπάρχουν συγκεκριμένοι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη ροή του σεναρίου, καθώς διαμορφώνουν με διάφορους τρόπους την τρέχουσα διάθεση του πράκτορα, η οποία είναι καθοριστική για την επιλογή ενέργειας αντίδρασης (Action Back). Οι παράγοντες αυτοί, οι οποίοι επηρεάζουν άμεσα είτε τον τύπο των συναισθημάτων που δημιουργούνται, είτε την έντασή τους, είτε την αρχική τρέχουσα διάθεση του πράκτορα, παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους.



Η ύπαρξη ή όχι αρχικών συναισθημάτων κατά την εκκίνηση, καθώς και ο τύπος των συναισθημάτων εφόσον υπάρχουν, επηρεάζει και μπορεί να μεταβάλει τη ροή της εκτέλεσης. Αυτό συμβαίνει γιατί, όπως είναι γνωστό από τη θεωρία, τα συναισθήματα καθορίζουν την τρέχουσα διάθεση. Επίσης, στην παρούσα υλοποίηση, ο τύπος της ενέργειας που επιλέγεται ως απόκριση σε ενέργεια που έλαβε ο πράκτορας εξαρτάται από την τρέχουσα διάθεσή του. Συνεπώς, εφόσον τα αρχικά συναισθήματα του πράκτορα δεν έχουν εξασθενήσει, αλλά είναι ακόμα ενεργά την ώρα που αυτός επιχειρεί να επιλέξει Action Back, η ενέργεια που επιλέγεται θα είναι ανάλογη της τρέχουσας διάθεσης που διαμορφώνεται λόγω των συναισθημάτων αυτών. Εξαιτίας αυτής της μοναδικής ενέργειας που εκτελέστηκε επηρεαζόμενη από τα αρχικά συναισθήματα του πράκτορα, είναι δυνατό να αλλάξει ολόκληρη η μετέπειτα ροή ενεργειών του σεναρίου.

Για παράδειγμα, έστω ότι στο αρχικό αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα Emma, το μόνο που αλλάζει είναι η λίστα αρχικών συναισθημάτων²⁶. Αντί για κενή λίστα αρχικών συναισθημάτων, ορίζονται τα συναισθήματα ANGER (με ένταση 2) και HATE (με ένταση επίσης 2), όπως φαίνεται παρακάτω:



```

# -----
# This is the original emotional state of the agent.
# The file can't be modified from inside the program.

# Personality Values (from -1 to 1)
# -----
openness=-0.8
conscientiousness=0.3
extraversion=-0.9
agreeableness=0.2
neuroticism=-0.3
# default mood: ANXIOUS

# Original Emotions (if exist)
# (Write in CAPITAL letters and space between)
# -----
currentEmotions=ANGER ANGER HATE HATE

# Current Mood (at the beggining, there is no current mood)
# -----
currentMood=

# Agent's preferations towards other agents
# (Write first letter capital only and space between)
# -----
familiarAgents=Alex Tony
agentsLike=Tony
agentsDislike=

# New action performed by other agent, towards our agent
# -----
newActionToAgent=NO_ACTION

# Default mood: ANXIOUS & familiar Tony

```

Εικόνα 47: Τροποποίηση Αρχείου Ιδιοτήτων της Emma, ώστε να έχει αρχικά συναισθήματα

Σύμφωνα με το παραπάνω αρχείο ιδιοτήτων λοιπόν, ο πράκτορας Emma ξεκινά έχοντας τα αρχικά συναισθήματα ANGER (ένταση 2) και HATE (ένταση 2), τα οποία δίνουν την τρέχουσα διάθεση HOSTILE. Οπότε, κατά την εκκίνηση της Emma, εμφανίζονται στο πλαίσιο συναισθημάτων της τα αντίστοιχα εικονίδια συναισθημάτων και το κόκκινο χρώμα που χαρακτηρίζει τη διάθεση που προκύπτει από αυτά:

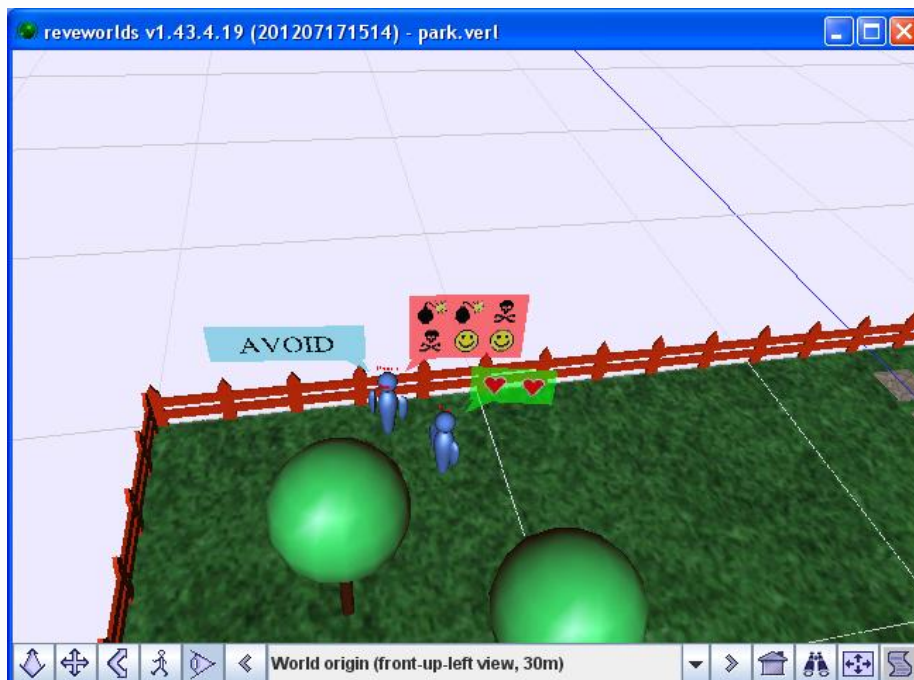
²⁶ Το αρχείο ιδιοτήτων του πράκτορα Tony παραμένει ως έχει.



Εικόνα 48: Η Emma ξεκινά με τα αρχικά συναισθήματα ANGER & HATE (τρέχουσα διάθεση HOSTILE)

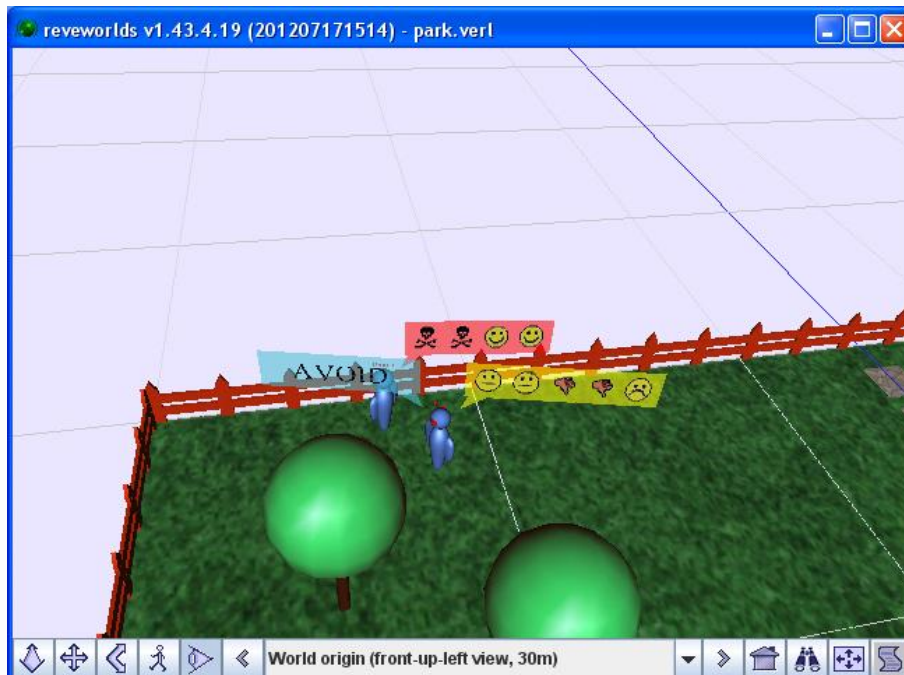
Ο πράκτορας Tony (εφόσον δεν έχει διενεργηθεί κάποια αλλαγή στο αρχείο ιδιοτήτων του ή στον τρόπο προγραμματισμού του) προχωρά σε όλες τις εισαγωγικές ενέργειες που παρουσιάστηκαν προηγουμένως, έως ότου φτάνει στην εκτέλεση της ενέργειας WAVE, ή οποία σηματοδοτεί πάντα την έναρξη της επικοινωνίας.

Στον πράκτορα Emma, εξαιτίας της ενέργειας χαιρετισμού (WAVE) που έλαβε δημιουργείται και προστίθεται στη λίστα ενεργών συναισθημάτων το συναίσθημα JOY με ένταση 2. Όμως, επειδή ακόμα δεν έχουν εξασθενήσει τα αρχικά συναισθήματα ANGER και HATE, η τρέχουσα διάθεση προκύπτει από το σύνολο των ενεργών συναισθημάτων. Συνεπώς, η διάθεση που προκύπτει είναι HOSTILE και απεικονίζεται μέσω του κόκκινου χρώματος στο πλαίσιο συναισθημάτων του πράκτορα Emma. Η τρέχουσα διάθεση HOSTILE οδηγεί τον πράκτορα Emma στην επιλογή της ενέργειας AVOID ως απάντηση στην ενέργεια WAVE που έλαβε. Όλα αυτά απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα:



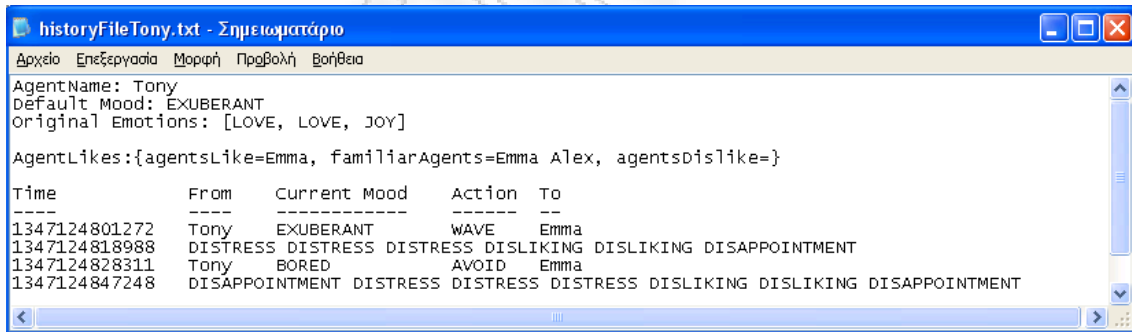
Εικόνα 49: Η Emma λόγω της τρέχουσας διάθεσης HOSTILE αποφεύγει τον Tony (ενέργεια AVOID)

Λαμβάνοντας ο πράκτορας Tony ως απάντηση στο χαιρετισμό του την ενέργεια AVOID, νιώθει ανησυχία (DISTRESS – ένταση 2), δεν του αρέσει (DISLIKING – ένταση 2) και απογοητεύεται (DISAPPOINTMENT – ένταση 1). Ως αποτέλεσμα, η τρέχουσα διάθεσή του αλλάζει σε ANXIOUS (κίτρινο χρώμα πλαισίου συναισθημάτων) και η ενέργεια που επιλέγει να εκτελέσει ως απάντηση είναι επίσης AVOID. Τα αντίστοιχα εικονίδια συναισθημάτων και το χρώμα που αντιστοιχεί στην τρέχουσα διάθεση απεικονίζονται στο πλαίσιο συναισθημάτων, δεξιά του πράκτορα Tony. Η πράξη που επιλέγει ως απάντηση απεικονίζεται εντός του πλαισίου ομιλίας, αριστερά του πράκτορα Tony. Όλα τα παραπάνω είναι ορατά στην εικόνα που ακολουθεί:



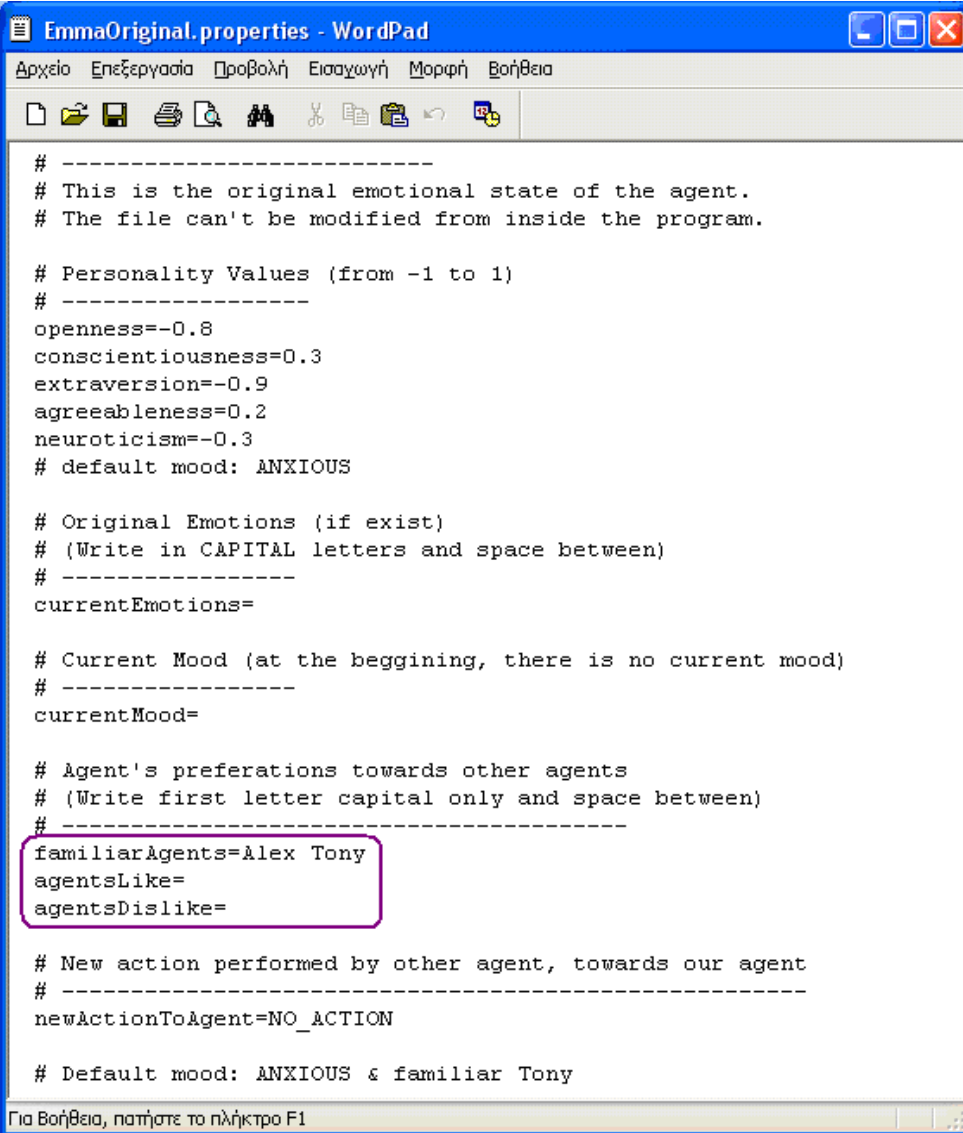
Εικόνα 50: Ο Tony αποφεύγει επίσης την Emma (τρέχουσα διάθεση ANXIOUS)

Κατά παρόμοιο τρόπο συνεχίζεται η ροή του σεναρίου και τελικά λήγει χωρίς να γίνει κάτι μεταξύ των δύο πρακτόρων. Αναλυτική παρουσίαση των ενεργειών που εκτυλίχθηκαν, των συναισθημάτων που δημιουργήθηκαν και των διαθέσεων που προέκυψαν, γίνεται στα αρχεία ιστορικού των πρακτόρων, τα οποία παρατίθενται στη συνέχεια²⁷:



Εικόνα 51: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Tony

²⁷ Ο τρόπος διαβάσματος των αρχείων ιστορικού έχει περιγραφεί στην υποενότητα **Ο πράκτορας Tony, έχοντας** τρέχουσα διάθεση EXUBERANT, ξεκινά εκτελώντας την ενέργεια WAVE προς την Emma. της ενότητας Υλοποίηση.



```

# -----
# This is the original emotional state of the agent.
# The file can't be modified from inside the program.

# Personality Values (from -1 to 1)
# -----
openness=-0.8
conscientiousness=0.3
extraversion=-0.9
agreeableness=0.2
neuroticism=-0.3
# default mood: ANXIOUS

# Original Emotions (if exist)
# (Write in CAPITAL letters and space between)
# -----
currentEmotions=

# Current Mood (at the beggining, there is no current mood)
# -----
currentMood=

# Agent's preferations towards other agents
# (Write first letter capital only and space between)
# -----
familiarAgents=Alex Tony
agentsLike=
agentsDislike=

# New action performed by other agent, towards our agent
# -----
newActionToAgent=NO_ACTION

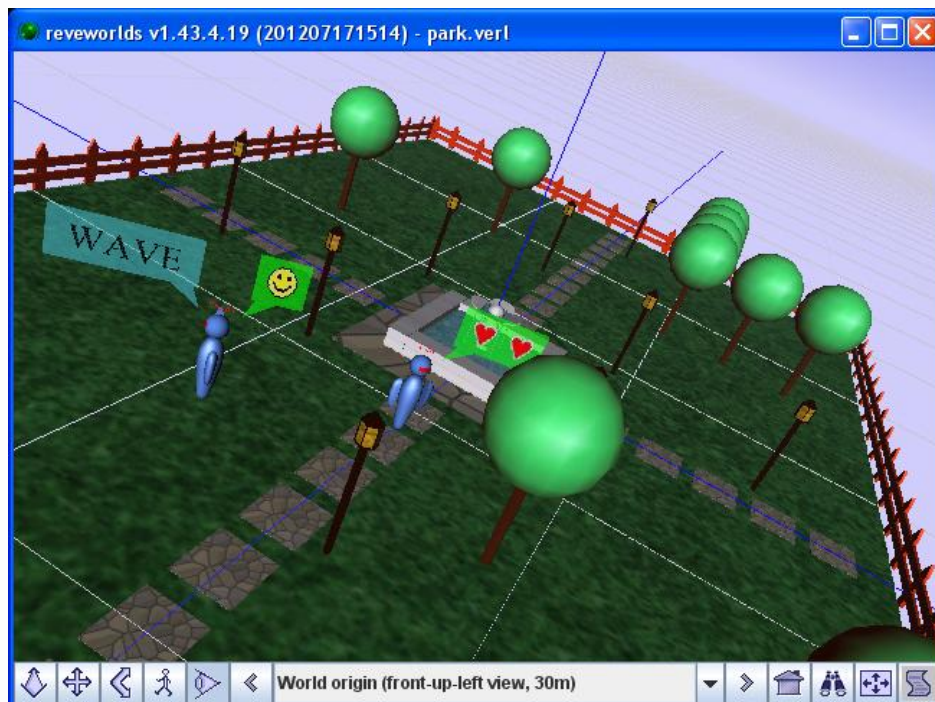
# Default mood: ANXIOUS & familiar Tony

```

Εικόνα 53: Τροποποίηση Αρχείου Ιδιοτήτων της Emma, ώστε ο πράκτορας Tony να ανήκει μόνο στη λίστα γνωστών πρακτόρων

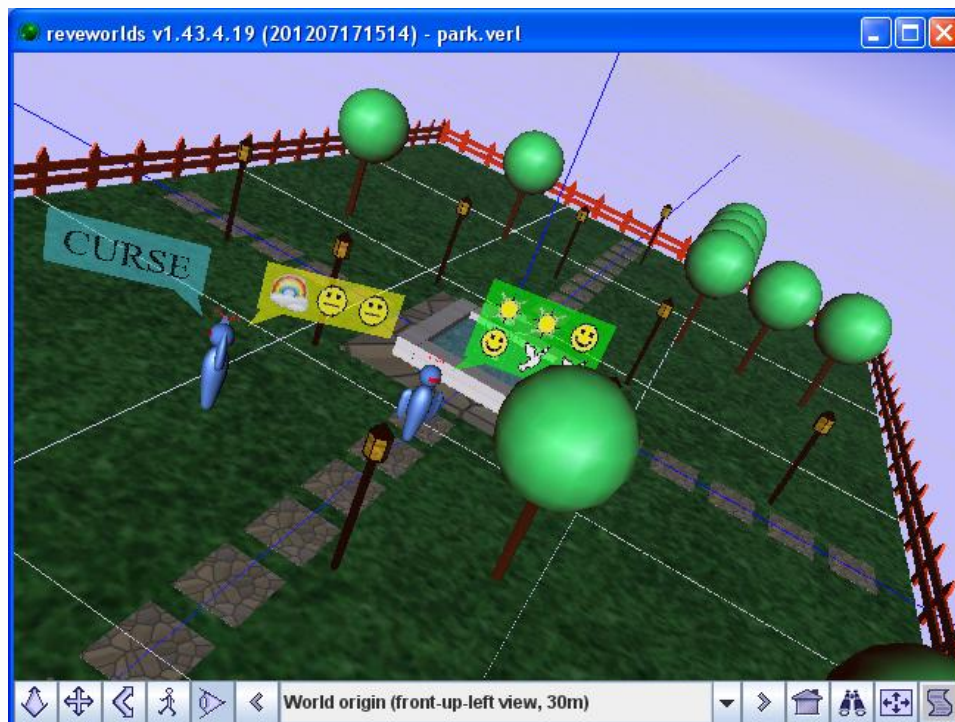
Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του τύπου και της έντασης των συναισθημάτων που δημιουργούνται στον πράκτορα Emma, καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος.

Παραδείγματος χάριν, αφού δέχεται την αρχική ενέργεια WAVE από τον πράκτορα Tony, νιώθει το συναίσθημα JOY, αλλά με ένταση 1, και όχι δύο που ήταν όταν ο πράκτορας ανήκε σε αυτούς που η Emma συμπαθεί. Παρ' όλα αυτά, η τρέχουσα διάθεση της Emma διαμορφώνεται και πάλι σε EXUBERANT (πράσινο χρώμα πλαισίου συναισθημάτων, οπότε επιλέγει ως Action Back την ενέργεια WAVE, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα:



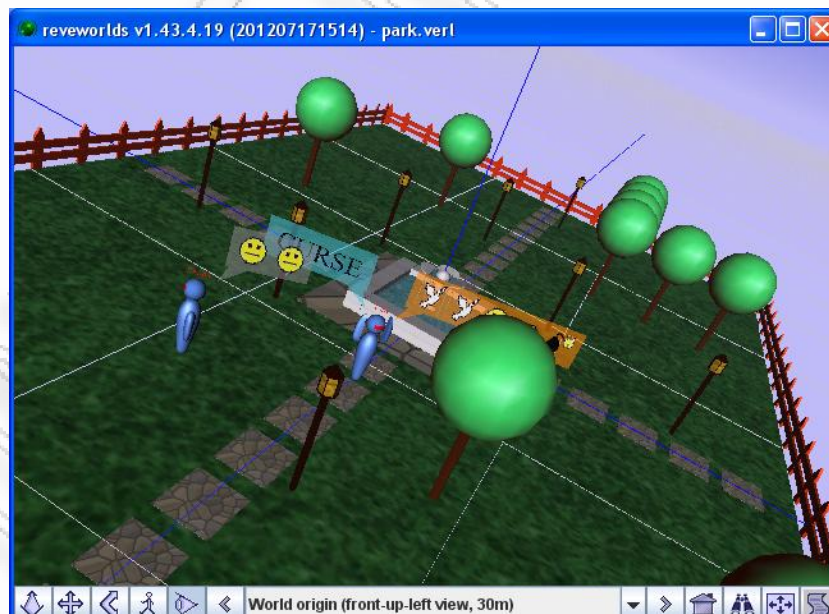
Εικόνα 54: Η Emma επιλέγει ως Action Back την ενέργεια WAVE

Σε επόμενο σημείο της εκτέλεσης, ο πράκτορας Emma, αφού δέχεται την ενέργεια KISS από τον πράκτορα Tony, ανηδρά βρίζοντάς τον, δηλαδή εκτελώντας την ενέργεια CURSE. Αυτό συμβαίνει γιατί στην Emma δημιουργούνται αρνητικά συναισθήματα, εφόσον τη φιλάει ένας πράκτορας που είναι απλά γνωστός της, οπότε η τρέχουσα διάθεσή της διαμορφώνεται σε ANXIOUS (κίτρινο χρώμα πλαισίου συναισθημάτων):



Εικόνα 55: Η Emma σε τρέχουσα διάθεση ANXIOUS εκτελεί την ενέργεια CURSE

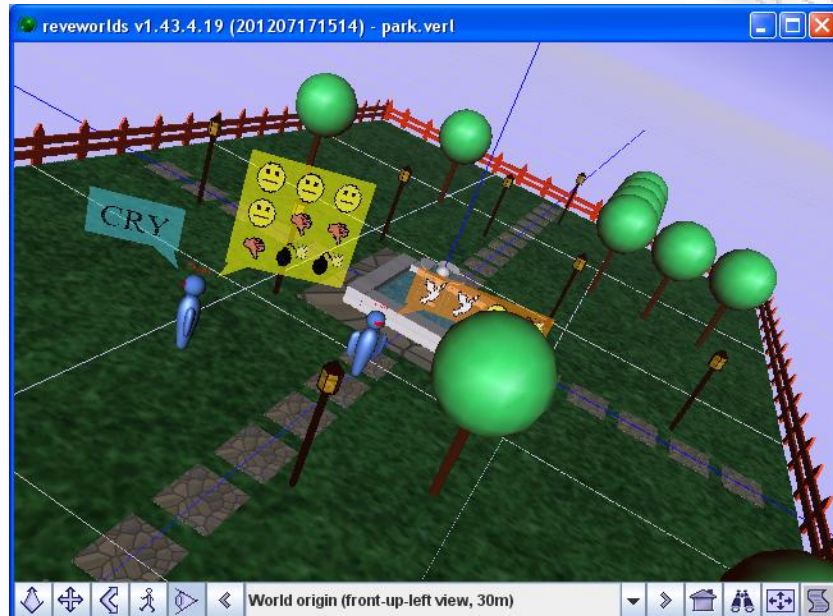
Δεχόμενος την ενέργεια CURSE, ο πράκτορας Tony αντιδρά και αυτός με τη σειρά του βρίζοντας την Emma, δηλαδή επιλέγοντας ως Action Back την ενέργεια CURSE. Αυτό συμβαίνει καθώς λόγω των ενεργών συναισθημάτων του, η τρέχουσα διάθεσή του αλλάζει σε DISDAINFUL (πορτοκαλί χρώμα πλαίσιο συναισθημάτων):



Εικόνα 56: Ο Tony σε διάθεση DISDAINFUL απαντά επίσης με την ενέργεια CURSE

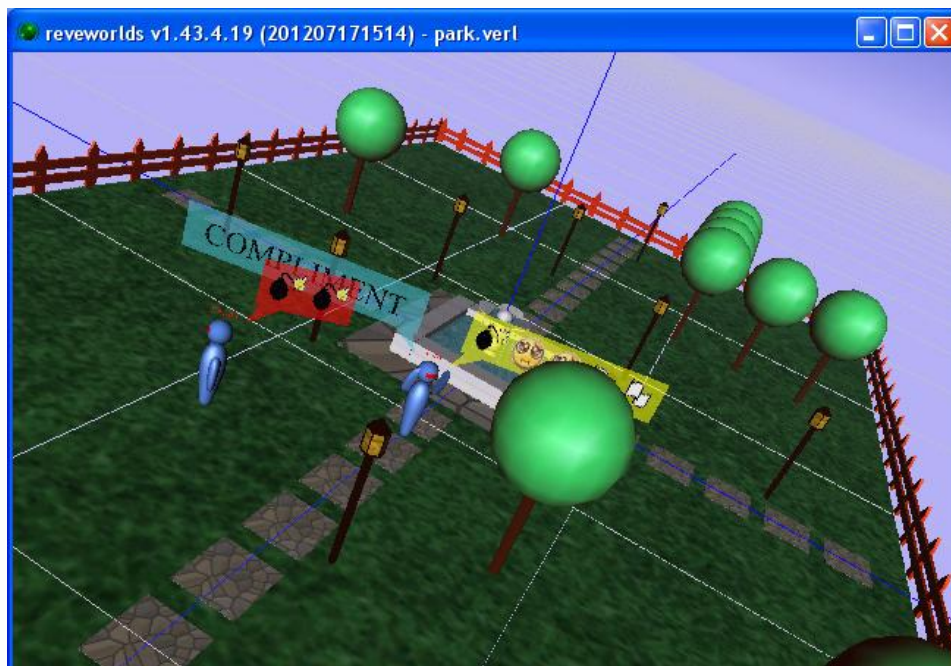
Η τρέχουσα διάθεση της Emma έπειτα από την εκτέλεση της ενέργειας CURSE προς αυτήν παραμένει ANXIOUS (κίτρινο χρώμα πλαίσιο συναισθημάτων), αλλά ενισχύεται με Ευφείς Πράκτορες με Συναισθήματα

επιπλέον αρνητικά συναισθήματα. Η τρέχουσα λίστα ενεργών συναισθημάτων της Emma τώρα, με τη σειρά που εμφανίζονται τα αντίστοιχα εικονίδια στο πλαίσιο συναισθημάτων, διαμορφώνεται ως εξής: DISTRESS – ένταση 4, DISLIKING – ένταση 3, ANGER – ένταση 2. Η ενέργεια που επιλέγει να εκτελέσει σύμφωνα με την τρέχουσα διάθεσή της, είναι CRY, το οποίο σημαίνει ότι ο πράκτορας Emma ξεσπά σε κλάματα, εξαιτίας της ενέργειας που έλαβε από τον πράκτορα Tony. Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στην εικόνα που ακολουθεί:



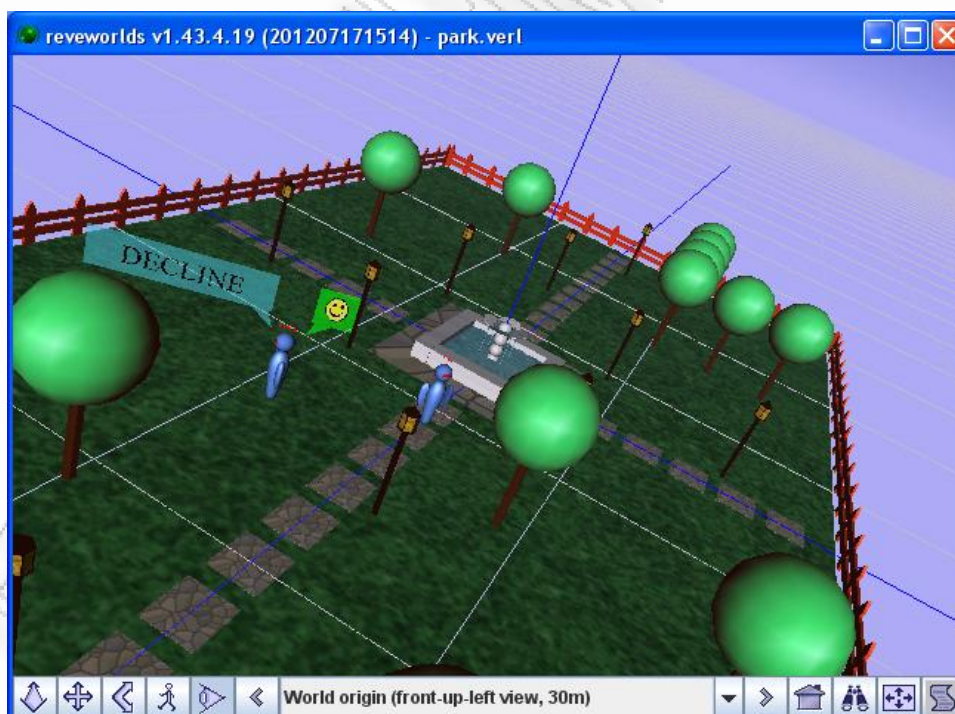
Εικόνα 57: Η Emma ξεσπά σε κλάματα (ενέργεια CRY)

Βλέποντας ο πράκτορας Tony την Emma να κλαίει (CRY), μεταξύ άλλων του δημιουργούνται τα συναισθήματα PITY και REMORSE, τα οποία οδηγούν την τρέχουσα διάθεσή του σε ANXIOUS (κίτρινο χρώμα πλαισίου συναισθημάτων). Συνεπώς, νιώθοντας ένοχος για το ξέσπασμα σε κλάματα της Emma, μετανιώνει και της κάνει κομπλιμέντο (ενέργεια COMPLIMENT):



Εικόνα 58: Ο Tony κάνει κομπλιμέντο στην Emma (ενέργεια COMPLIMENT)

Παρ' όλη την μεταμέλεια του Tony, η Emma έχει πληγωθεί τόσο που αρνείται το COMPLIMENT, δηλαδή εκτελεί ως Action Back την ενέργεια DECLINE:



Εικόνα 59: Η Emma αρνείται το κομπλιμέντο του Tony (ενέργεια DECLINE)

Έτσι προκαλεί και πάλι τον πράκτορα Tony, ο οποίος εκτελεί την ενέργεια CURSE για δεύτερη φορά, κάνοντας και πάλι την Emma να κλαίει:



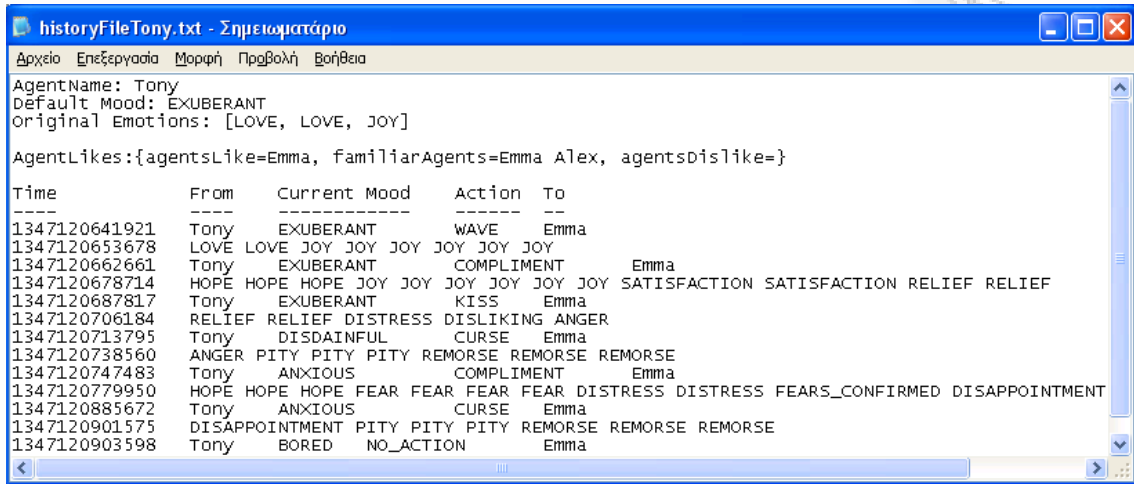
Εικόνα 60: Έπειτα από ενέργεια CURSE από τον Tony, η Emma κλαίει και πάλι (ενέργεια CRY)

Τελικά η εκτέλεση ολοκληρώνεται με τον πράκτορα Tony να μην εκτελεί καμία ενέργεια ως Action Back, και τις λίστες ενεργών συναισθημάτων των πρακτόρων να αδειάζουν, αφού έχουν εξασθενήσει πια όλα τα ενεργά τους συναισθήματα:

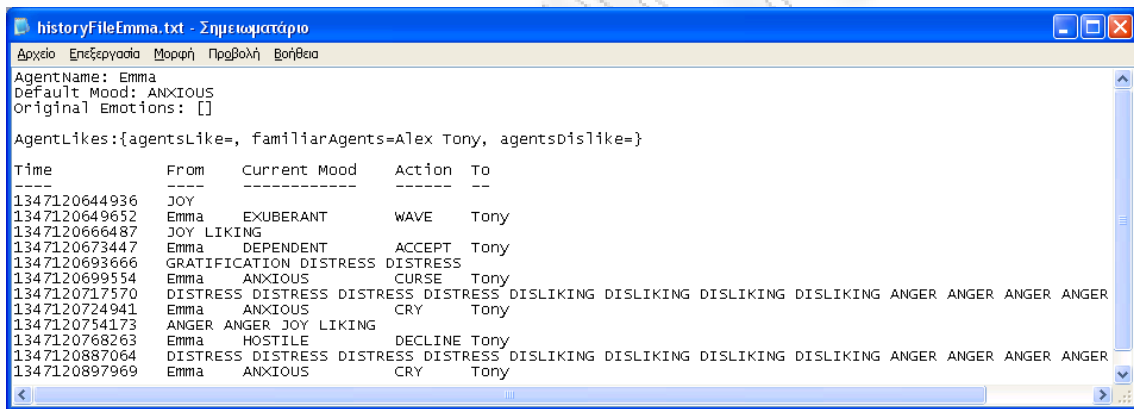


Εικόνα 61: Λήξη Επικοινωνίας με τον Tony να μην εκτελεί καμία ενέργεια (NO_ACTION)

Η πλήρης ροή ενεργειών του σεναρίου περιγράφεται αναλυτικά διαβάζοντας εναλλάξ τα ακόλουθα δύο αρχεία ιστορικού των πρακτόρων:



Εικόνα 62: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Tony



Εικόνα 63: Αρχείο Ιστορικού πράκτορα Emma



Η προσωπικότητα του πράκτορα παίζει σημαντικό ρόλο στην έκβαση της εκτέλεσης του σεναρίου. Οι τιμές που εισάγονται στις πέντε ιδιότητες που ορίζουν την προσωπικότητα του πράκτορα, καθορίζουν (όπως έχει ήδη αναλυθεί στο θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας) την default διάθεσή του. Η default διάθεση του πράκτορα συμβάλει στην ενίσχυση ή όχι της έντασης των παραγόμενων συναισθημάτων. Συνεπώς, εμμέσως επηρεάζει τη διαμόρφωση της τρέχουσας διάθεσης, η οποία οδηγεί στην επιλογή της Action Back. Για την ακρίβεια, αλλαγές στην προσωπικότητα προκαλούν αλλαγές στην ένταση των παραγόμενων συναισθημάτων, αλλά μπορεί να μην επηρεάσουν τελικά την τρέχουσα διάθεση, καθώς στην ουσία μεταβάλλουν μόνο την έντασή της. Και εφόσον στην παρούσα υλοποίηση δεν έχει συμπεριληφθεί για λόγους απλοποίησης ένταση συναισθημάτων, υπάρχει περίπτωση να προκληθεί αμελητέα ή καθόλου μεταβολή στις εκτυλισσόμενες ενέργειες.

Έστω ότι σε σχέση με το προηγούμενο παράδειγμα εκτέλεσης, όπου παρουσιάστηκε πώς επηρεάζει την εκτέλεση η μεταβολή των προτιμήσεων του πράκτορα, μεταβάλλονται οι

τιμές προσωπικότητας του πράκτορα Emma, ώστε να δίνουν default διάθεση HOSTILE. Ο πράκτορας Tony παραμένει μόνο στη λίστα γνωστών πρακτόρων της Emma (familiarAgents):

```

# -----
# This is the original emotional state of the agent.
# The file can't be modified from inside the program.

# Personality Values (from -1 to 1)
# -----
openness=0.1
conscientiousness=0.3
extraversion=0.2
agreeableness=-0.2
neuroticism=-0.9
# default mood: HOSTILE

# Original Emotions (if exist)
# (Write in CAPITAL letters and space between)
# -----
currentEmotions=

# Current Mood (at the beggining, there is no current mood)
# -----
currentMood=

# Agent's preferations towards other agents
# (Write first letter capital only and space between)
# -----
familiarAgents=Alex Tony
agentsLike=
agentsDislike=

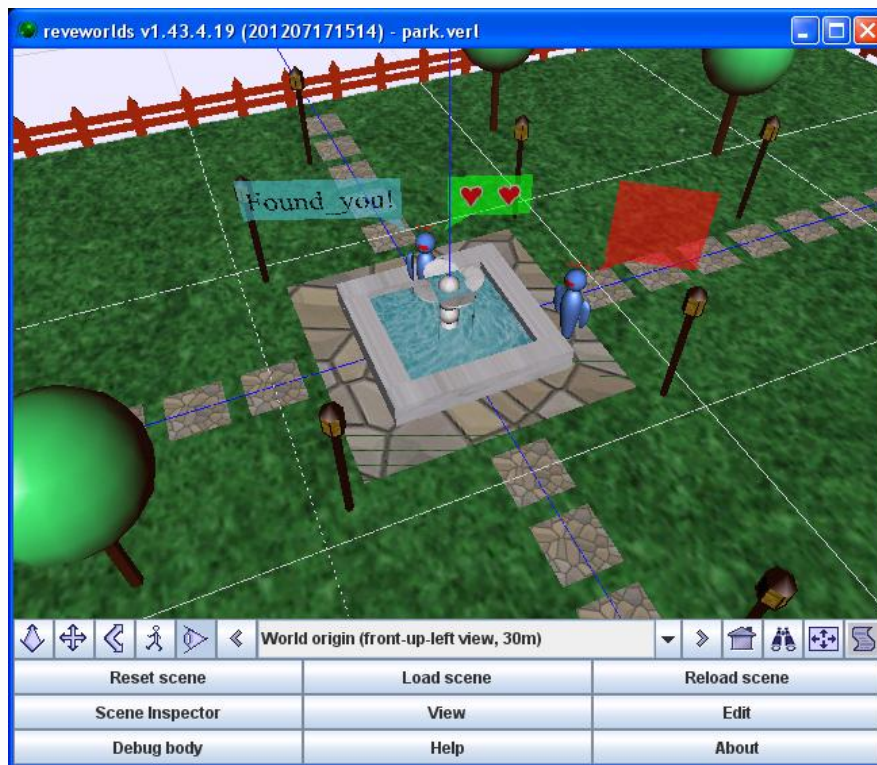
# New action performed by other agent, towards our agent
# -----
newActionToAgent=NO_ACTION

# Default mood: HOSTILE & familiar Tony

```

Εικόνα 64: Τροποποίηση Αρχείου Ιδιοτήτων της Emma, ώστε η προσωπικότητά της να δίνει default διάθεση HOSTILE

Κατά την έναρξη της εκτέλεσης, ο πράκτορας Emma έχει κόκκινο πλαίσιο συναισθημάτων, το οποίο αντιστοιχεί στη default διάθεση της HOSTILE:



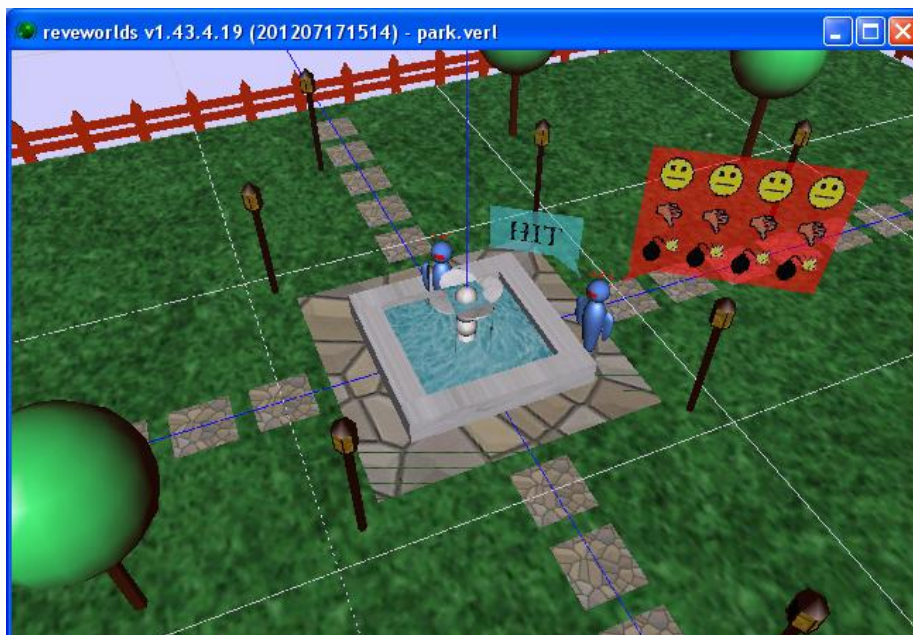
Εικόνα 65: Η Emma ξεκινά με default διάθεση HOSTILE (κόκκινο πλαίσιο συναισθημάτων)

Μετά την εκτέλεση της ενέργειας KISS από τον πράκτορα Tony προς αυτήν, η Emma εκτελεί την ενέργεια CURSE, όπως είχε κάνει και στην προηγούμενη περίπτωση, όπου η default διάθεσή της ήταν ANXIOUS:



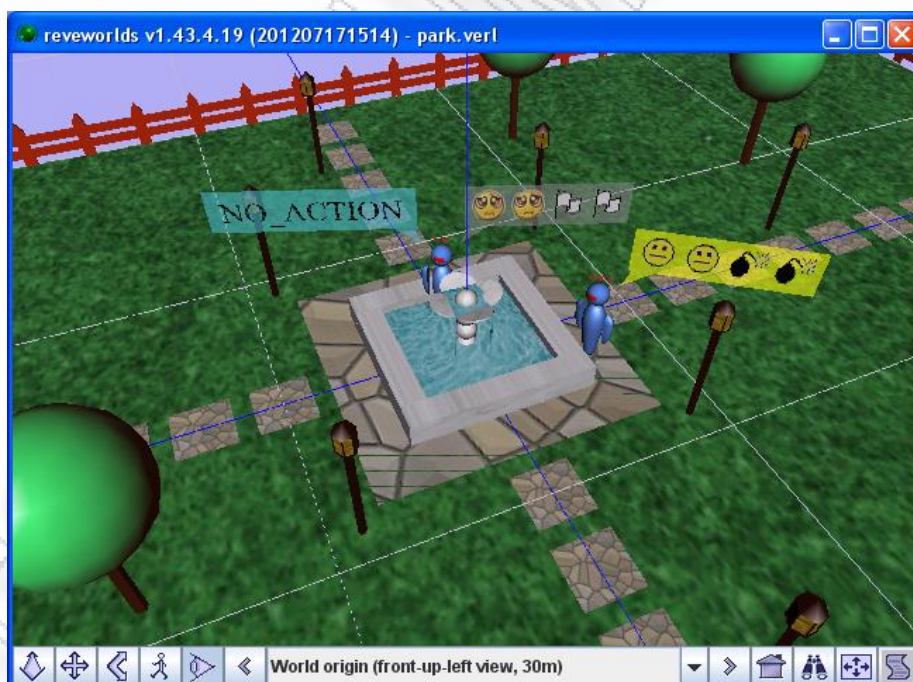
Εικόνα 66: Εκτέλεση ενέργειας CURSE από την Emma (τρέχουσα διάθεση ANXIOUS)

Στη συνέχεια της εκτέλεσης, και αφού ο πράκτορας Tony έχει ανταποδώσει την ενέργεια CURSE, η Emma, λόγω της εχθρικής προσωπικότητάς της, εξοργίζεται τόσο που και η τρέχουσα διάθεσή της γίνεται HOSTILE (κόκκινο χρώμα πλαισίου συναισθημάτων). Τα συναισθήματα που την οδήγησαν στη διαμόρφωση της τρέχουσας διάθεσης HOSTILE, με τη σειρά κατά την οποία παρουσιάζονται τα εικονίδια τους στην παρακάτω εικόνα, είναι: DISTRESS (ένταση 4), DISLIKING (ένταση 4), ANGER (ένταση 4). Ως αποτέλεσμα, εκτελεί την ακραία πράξη HIT ως Action Back:



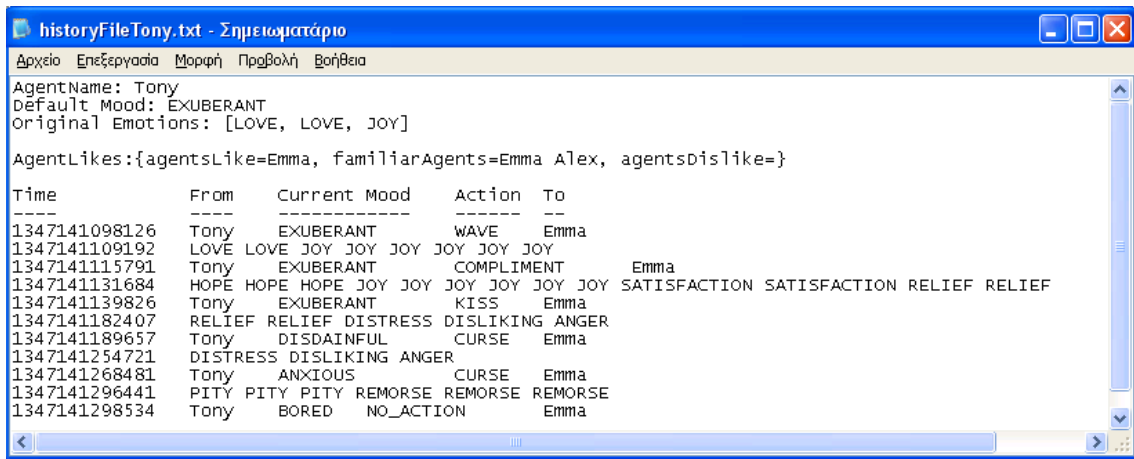
Εικόνα 67: Εκτέλεση Ενέργειας HIT από την Emma (αρνητικά συναισθήματα και διάθεση Hostile)

Κατά τα άλλα, η ροή ενεργειών συνεχίζεται παρόμοια με την προηγούμενη περίπτωση, και τελικά ο πράκτορας Tony δεν εκτελεί καμία ενέργεια (NO_ACTION), δίνοντας έτσι τέλος στην επικοινωνία των δύο πρακτόρων:

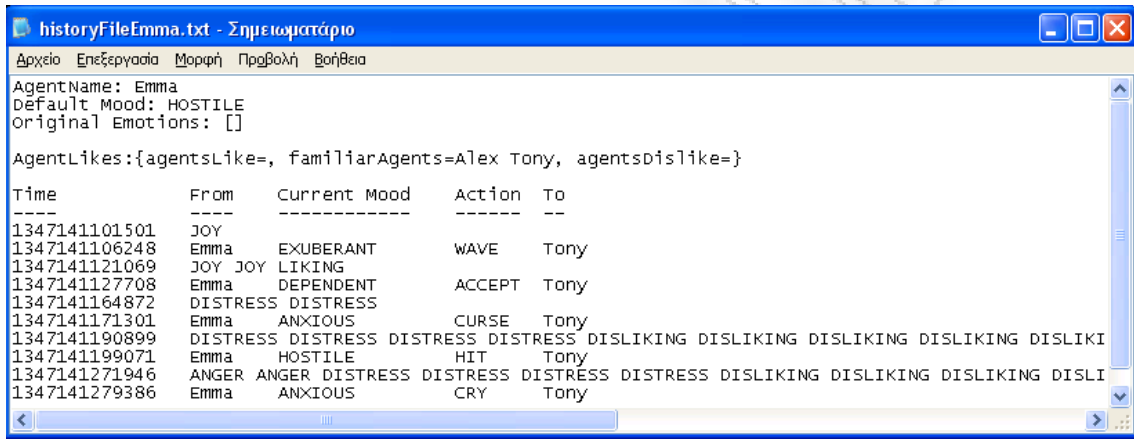


Εικόνα 68: Μη εκτέλεση ενέργειας (NO_ACTION) από τον Tony - Λήξη Επικοινωνίας

Τα αναλυτικά αρχεία ιστορικού των δύο πρακτόρων παρουσιάζονται στη συνέχεια:



Εικόνα 69: Αρχείο Ιστορικού Πράκτορα Tony



Εικόνα 70: Αρχείο Ιστορικού Πράκτορα Emma

□□□□□□□□□□ & □□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□□□□□

Στην τελευταία ενότητα της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά τη διάρκεια της ανάλυσης των μοντέλων συναισθημάτων και της διεξαγωγής της υλοποίησης, αλλά και μετά την ολοκλήρωσή της υλοποίησης, αφού μελετήθηκαν και εκτιμήθηκαν τα παραγόμενα σενάρια εκτέλεσης. Παρατίθενται επίσης προτάσεις για βελτιστοποίηση του μηχανισμού παραγωγής συναισθημάτων, μεταβολής διαθέσεων και επιλογής ενεργειών που δημιουργήθηκε και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα υλοποίηση καθώς και βελτίωσης της γραφικής απεικόνισης μέσω επιπλέον προσθηκών στην πλατφόρμα REVE Worlds.

□□□□□□□□□□

Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης δεν ήταν πολύ θετικά, σε όσον αφορά την ευκολία ενσωμάτωσης συναισθηματικής συμπεριφοράς σε εικονικά περιβάλλοντα. Διαπιστώθηκε ότι η μοντελοποίηση συναισθημάτων σε ευφείς εικονικούς πράκτορες, δεν είναι καθόλου απλή υπόθεση. Υπάρχουν ποικίλοι παράγοντες που παίζουν ρόλο και κατά συνέπεια πρέπει να ληφθούν υπόψη στη μοντελοποίηση συναισθηματικής Ευφείς Πράκτορες με Συναισθήματα

συμπεριφοράς, αλλά, ακόμα κι αν συμπεριληφθούν όλοι οι απαραίτητοι παράγοντες, και πάλι η συγκεκριμένη μοντελοποίηση θα απέχει αρκετά από την πραγματικότητα. Αυτό συμβαίνει γιατί η δημιουργία των συναισθημάτων και ο τρόπος που αντιδρά ο κάθε άνθρωπος σύμφωνα με αυτά δεν εξαρτάται αποκλειστικά από το χαρακτήρα και τη διάθεσή του, αλλά είναι πολλές φορές απρόβλεπτος. Δηλαδή παίζουν ρόλο και κάποιοι αστάθμητοι και μη μετρήσιμοι παράγοντες, όπως είναι το απρόβλεπτο. Χωρίς αυτό να ακουστεί απαισιόδοξο, ένα γενικό συμπέρασμα το οποίο εξήχθη κατά τη διάρκεια υλοποίησης της παρούσας εργασίας είναι ότι: Όσο καλά κι αν νομίζεις ότι έχεις μοντελοποιήσει τα συναισθήματα και τη συμπεριφορά των πρακτόρων σου, ποτέ δε θα μπορέσει το μοντέλο αυτό να απεικονίσει με ακρίβεια την ανθρώπινη συμπεριφορά. Κι αυτό γιατί: συναισθήματα: μυαλό + "καρδιά". Και καθώς ο προγραμματισμός βασίζεται στη λογική, μπορεί να προσεγγίσει καλύτερα τη σκέψη παρά τη συναισθηματική κατάσταση, η οποία κρύβει και το απρόβλεπτο.

Παρόλα τα αρχικά συμπεράσματα όμως, στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια να συμπεριληφθούν όσο το δυνατόν περισσότεροι παράγοντες μοντελοποίησης των συναισθημάτων, ώστε να επιτευχθεί ένα αποτέλεσμα που θα προσεγγίζει την πραγματικότητα. Και πράγματι, με την ολοκλήρωση της υλοποίησης και την εκτέλεση αρκετών σεναρίων, προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο αρχικός σκοπός της εργασίας, δηλαδή η αληθοφάνεια της συμπεριφοράς των ευφυών εικονικών συναισθηματικών πρακτόρων, έχει επιτευχθεί έως ένα βαθμό. Η συναισθηματική συμπεριφορά των πρακτόρων, δηλαδή τα παραγόμενα συναισθήματα ανάλογα με τις ενέργειες που δέχονται, τη συμπάθεια ή αντιπάθεια προς τον πράκτορα με τον οποίο επικοινωνούν και την προσωπικότητά τους, αλλά και η επιλογή ενέργειας απάντησης ανάλογα με την τρέχουσα διάθεσή τους φαίνεται αρκετά φυσική, προσεγγίζοντας την ανθρώπινη συναισθηματική συμπεριφορά. Επιπλέον, ο τρόπος που επιλέχθηκε για την οπτικοποίηση στην πλατφόρμα REVE Worlds των συναισθημάτων (μέσω χαρακτηριστικού εικονιδίου) και διαθέσεων (μέσω μοναδικού χρώματος), αλλά και για την εξωτερική της ομιλίας και των ενεργειών του πράκτορα (μέσω αναγραφής αντίστοιχης φράσης), δεν εμποδίζει τον εξωτερικό παρατηρητή, αντίθετα τον βοηθά να παρακολουθήσει και να κατανοήσει τη ροή του σεναρίου και συμβάλει στην εμπύθισή του στον εικονικό κόσμο.



Στην παρούσα παράγραφο παρατίθενται κάποιες προτάσεις σε όσον αφορά το μηχανισμό παραγωγής συναισθημάτων, μεταβολής διαθέσεων και επιλογής ενεργειών, αλλά και την αντίστοιχη γραφική απεικόνισή τους στην πλατφόρμα REVE Worlds, οι οποίες εάν υλοποιηθούν μπορούν να προσδώσουν ακόμα μεγαλύτερη αληθοφάνεια στη συμπεριφορά των ευφυών εικονικών πρακτόρων.

- **Mood Intensity**

Για λόγους απλοποίησης της παρούσας εργασίας παραλείπεται ο υπολογισμός της έντασης της τρέχουσας διάθεσης του πράκτορα. Εντοπίζεται απλά το όγδοο του χώρου PAD στο οποίο εμφανίζεται το εικονικό συναισθηματικό κέντρο, επιστρέφοντας την αντίστοιχη διάθεση, χωρίς ωστόσο να αποδίδεται σε αυτήν ένταση. Η ένταση της τρέχουσας διάθεσης θα μπορούσε να προσδώσει μεγαλύτερη αληθοφάνεια στη συμπεριφορά των πρακτόρων δημιουργώντας περισσότερες διαβαθμίσεις προσωπικότητας καθώς και περισσότερες περιπτώσεις επιλογής ενέργειας απάντησης (Action Back). Αυτό βέβαια θα αύξανε κατά πολύ την πολυπλοκότητα της υλοποίησης, καθώς ενώ τώρα η ενέργεια απάντησης επιλέγεται σύμφωνα με την τρέχουσα διάθεση (μία περίπτωση), εάν συμπεριλαμβανόταν και η ένταση της

τρέχουσας διάθεσης, θα υπήρχαν τόσες περιπτώσεις επιλογής ενέργειας απάντησης, όσες οι δυνατές εντάσεις της τρέχουσας διάθεσης (ν περιπτώσεις). Επιπλέον, εάν συμπεριλαμβανόταν ένταση διάθεσης, αυτό θα αφορούσε και την default διάθεση, η οποία προκύπτει από την προσωπικότητα. Αυτομάτως, εφόσον η default διάθεση επηρεάζει την ένταση των συναισθημάτων (βλ. **Πίνακας 6: Τιμές Μεταβλητής defaultMoodFactor**), τότε θα έπρεπε να οριστεί ο παράγοντας επηρεασμού ξεχωριστά για κάθε ένταση default διάθεσης, δημιουργώντας τριπλάσιες περιπτώσεις στον αντίστοιχο πίνακα. Μελλοντικά, αυτό που θα μπορούσε να γίνει ώστε να συμπεριληφθεί και η ένταση των διαθέσεων είναι να ακολουθηθεί η πρόταση του μοντέλου PAD. Δηλαδή, να διαχωριστεί το κάθε όγδοο του χώρου PAD σε τρία μικρότερα διαστήματα, κάθε ένα από τα οποία θα αντιστοιχεί σε μία ένταση της τρέχουσας διάθεσης: Ελαφρώς, Μέτρια, Εξαιρετικά.

□□□□ □□□□□ □□□□□□

Πάλι για λόγους απλοποίησης, στην παρούσα εργασία δεν εκτελείται ομαλή αλλαγή της διάθεσης ενός πράκτορα, όπως προτείνεται από τη συνάρτηση «pull & push» του μοντέλου ALMA. Αντίθετα, χρησιμοποιείται απότομη αλλαγή διάθεσης, η οποία βασίζεται στο τρέχον εικονικό συναισθηματικό κέντρο. Σύμφωνα με τα όσα υποστηρίζει η θεωρία του μοντέλου ALMA, με αυτό τον τρόπο δεν αντανακλάται άμεσα η αλλαγή διάθεσης, καθώς το εικονικό συναισθηματικό κέντρο μεταπηδά συχνά από το ένα όγδοο του χώρου PAD στο άλλο. Παρόλα αυτά, στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας, ο χρησιμοποιούμενος τρόπος αλλαγής διάθεσης είναι αρκετά ικανοποιητικός.

□□□□□□□□ □□□□□□□□

Το σενάριο που υλοποιήθηκε εκτυλίσσεται μεταξύ δύο πρακτόρων, ενός πράκτορα ανδρικού φύλου και ενός γυναικείου. Παρόλα αυτά θα μπορούσε να επεκταθεί συμπεριλαμβάνοντας περισσότερους των δύο πρακτόρων, διαφορετικών φύλων και δημιουργώντας κατά συνέπεια περισσότερα πιθανά σενάρια. Το δύσκολο σημείο σε αυτή την περίπτωση όμως θα ήταν η επίτευξη επικοινωνίας μεταξύ όλων των πρακτόρων, καθώς η παρούσα υλοποίηση υποστηρίζει επικοινωνία μόνο μεταξύ δύο πρακτόρων. Εκεί θα ήταν απαραίτητη η χρήση Multithreading. Επίσης, θα ήταν απαραίτητη η εισαγωγή περιορισμών, καθώς κάποιες από τις ήδη υπάρχουσες ενέργειες όπως αγκαλιά και φιλή δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεταξύ πρακτόρων του ίδιου φύλου. Κατά συνέπεια θα χρειαζόταν εμπλουτισμός της λίστας ενεργειών, αφού κάποιες από τις ήδη υπάρχουσες ενέργειες θα αποκλείονταν.

□□□□□□□□□□ **Threads**

Χρειάζεται τελειοποίηση ο συγχρονισμός των Threads, καθώς τώρα σε κάποιες περιπτώσεις δεν προλαβαίνει να καταγραφεί η αλλαγή διάθεσης πριν επιλέξει ο πράκτορας Action Back. Συγκεκριμένα, τα Threads τα οποία αλληλεξαρτώνται και των οποίων ο συγχρονισμός χρειάζεται βελτίωση, είναι το ALMAmodelThread, που υπολογίζει την αλλαγή διάθεσης από τα παραγόμενα συναισθήματα, και το EmotionsFromActionsThread, το οποίο παράγει τα τρέχοντα συναισθήματα και καλεί την κλάση SelectActionBack για την επιλογή ενέργειας απάντησης σύμφωνα με την τρέχουσα διάθεση. Δηλαδή, μεταξύ της παραγωγής των συναισθημάτων (EmotionsFromActionsThread) και της επιλογής ενέργειας απάντησης (SelectActionBack), πρέπει να μεσολαβήσει η αλλαγή διάθεσης (ALMAmodelThread). Στην



Anastassakis G. & Panayiotopoulos, T. (2012) *A Unified Model for Representing Objects with Physical Properties, Semantics and Functionality in Virtual Environments*, Intelligent Decision Technologies, 6(N2), pp. 123-137.

Avradinis, N., Anastassakis, G., Panayiotopoulos, T. (2012) *Motivated Agents in Virtual Worlds*, Knowledge Based Software Engineering, Virvou, M., Matsuura, S., (Eds) IOS Press, pp. 276-285.

Aylett, R. (2004) *The PSI model of emotion, personality and action*, School of Maths and Computer Science, Heriot-Watt University, Edinburgh.

Bach, J. (2006) *The Dörner Model of Emotion*, Presentation for workshop Emotion & Computation KI.

Bartneck, C. (2002) *Integrating the OCC Model of Emotions in Embodied Characters*, In Proceedings of the Workshop on Virtual Conversational Characters, pp. 39-48.

Becker-Asano, C. (2008) *WASABI: Affect simulation for agents with believable interactivity*. PhD thesis, Faculty of Technology, University of Bielefeld, IOS Press (DISKI 319).

Becker-Asano, C., Wachsmuth, I. (2010), *WASABI as a case study of how misattribution of emotion can be modelled computationally*, Blueprint for Affective Computing: A Sourcebook, Oxford University Press, pp. 179-193.

Dörner, D., Starker, U., (2004) *Should successful agents have emotions? The role of emotions is problem solving*. In: The proceedings of the sixth international conference on cognitive modelling, Mahwah, NJ, pp 344-345.

Enz, S., Zoll, C., Diruf, M. (2009) *Concepts and Evaluation of Psychological Models of Empathy*, AAMAS 09 Conference, International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, Budapest, Hungary.

Fellous, J-M. (2007) *Models of Emotion*, Scholarpedia, 2(11):1453.

Gebhard, P. (2005) *ALMA – A Layered Model of Affect*, In Proceedings of the fourth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems, ACM Press, pp. 29-36.

Gehm, T., Scherer, K. R., (1988), *Factors determining the dimensions of subjective emotional space*. In K. R. Scherer (Ed.), Facets of emotion: Recent research (pp. 99-114). Hillsdale: NJ: Erlbaum.

Klesen, M., Gebhard, P. (2007) *Affective multimodal control of virtual characters*. The International Journal of Virtual Reality 6(4), pp. 43-54.

Marsella, S., Gratch, J., Petta, P. (2010) *Computational Models of Emotion*. In in Scherer, K.R., Bänziger, T., & Roesch, E. (Eds.) A blueprint for a affective computing: A sourcebook and manual. Oxford: Oxford University Press.

Mehrabian A. (1996) *Pleasure-arousal-dominance: A general framework for describing and measuring individual differences in temperament*. Current Psychology, vol. 14, 1996, pp. 261-292.

Mehrabian A. (1996b) *Analysis of the Big-five Personality Factors in Terms of the PAD Temperament Model*. Australian Journal of Psychology, vol. 48, 2, 1996, pp. 86-92.

Ortony, A., Clore, G.L., Collins, A. (1988) *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Ruebenstrunk, G. (1998) *Emotional Computers, Computer models of emotions and their meaning for emotion-psychological research*, Chapter 4: Theoretical Foundations, November.

Scherer, K. R. (2001) *Appraisal considered as a process of multi-level sequential checking*. In K. R. Scherer, A. Schorr, & T. Johnstone (Eds.), *Appraisal processes in emotion: Theory, Methods, Research* (pp. 92-120). New York and Oxford: Oxford University Press.

Steunebrink, B., Dastani, M., Meyer, J.-J. (2009) *The OCC Model Revisited*. In D. Reichardt (Ed.), *Proceedings of the 4th Workshop on Emotion and Computing - Current Research and Future Impact*. Paderborn, Germany.

Steunebrink, B., Dastani, M., Meyer, J.-J. (2010) *Emotions to Control Agent Deliberation*, Proc. of 9th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2010), van der Hoek, Kaminka, Lespérance, Luck and Sen (eds.), May, 10–14, Toronto, Canada, pp. 973-980.

Velasquez, J. (1997) *Modeling emotions and other motivations in synthetic agents*. In: *Proceedings of the 1997 National Conference on Artificial Intelligence (AAAI97)*. Providence, RI, pp. 10-15.