

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΓΙΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΑΣΤΥΝΟΜΙΚΩΝ**

Σκεύη Ματσεντίδου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2012

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Δημιουργία Τρισδιάστατου Προσομοιωτή Για Εκπαίδευση Αστρονομικών

Σκεύη Ματσεντίδου

Επιβλέπων Καθηγητής

Γιώργος Χρυσάνθου

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2012

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Γιώργο Χρυσάνθου για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε καθώς και για τις καθοριστικές συμβουλές του, χωρίς τις οποίες δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί η διπλωματική μου εργασία.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Στάθη Σταυράκη για την πολύτιμη βοήθεια και τις καθοριστικές συμβουλές που μου παρείχε όλον αυτόν τον καιρό, χωρίς τις οποίες δεν θα μπορούσα να ολοκληρώσω αυτή την διπλωματική εργασία. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διδακτορικό φοιτητή Παναγιώτη Χαραλάμπους για την βοήθεια που μας παρείχε όταν τον χρειαστήκαμε.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τόσο την οικογένειά μου όσο και τους φίλους μου που ήταν δίπλα μου όλον αυτό τον καιρό, που με υποστήριζαν και μου έδιναν δύναμη με την αγάπη τους. Τους ευχαριστώ ακόμα για τις πολύτιμες συμβουλές τους και για την βοήθειά που μου παρείχαν όποτε τους χρειαζόμουν.

Περίληψη

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν η δημιουργία τρισδιάστατου προσομοιωτή για την εκπαίδευση αστυνομικών. Ένα σημαντικό κομμάτι και η επιτυχής ολοκλήρωσή του, η οποία κρίνεται κομβικής σημασίας για την εργασία αυτή, είναι η εισαγωγή ανταποκρινόμενων χαρακτήρων (responsive characters) στους εκπαιδευτικούς προσομοιωτές, κάτι το οποίο συνήθως παραβλέπεται κατά την υλοποίηση τέτοιων συστημάτων. Οι ανταποκρινόμενοι χαρακτήρες παρέχουν στους χρήστες νύξεις οι οποίες δημιουργούν έντονο το συναίσθημα της παρουσίας του χρήστη στον εικονικό χώρο και αυξάνουν τον ρεαλισμό τόσο των χαρακτήρων, όσο και συνολικά της προσομοίωσης. Σε ποιο βαθμό μπορεί αυτό να βελτιώσει την ποιότητα εκπαίδευσης στους προσομοιωτές; Κατά πόσο μπορεί να επηρεαστεί, προς το καλύτερο, η απόδοση του εκπαιδευόμενου μετά από αυτή την παρέμβαση;

Οι νύξεις συμπεριφοράς χαρακτήρων που προτείνονται σε αυτή την εργασία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία έχει να κάνει με την συμπεριφορά πλήθους των χαρακτήρων στο χώρο όπου διαδραματίζεται η εκπαίδευση. Θέλουμε οι χαρακτήρες στη σκηνή να συμπεριφέρονται σαν ένα πλήθος και όχι σαν αυτόνομες μονάδες. Η δεύτερη κατηγορία έχει να κάνει με το κατά πόσο οι χαρακτήρες του πλήθους της σκηνής, ανταποκρίνονται σε μεταβολές του πραγματικού χώρου. Συμπεριλαμβανομένου και της δυνατότητας το πλήθος να αλληλεπιδρά με τον εκπαιδευόμενο και να ανταποκρίνεται στην παρούσα κατάσταση του στον πραγματικό χώρο.

Επιπρόσθετα, ένα κομμάτι το οποίο μελετήθηκε σε αυτή την εργασία, ήταν η αναπαράσταση σε πραγματικό χρόνο διάφορων σεναρίων που θα βοηθούσαν στην εκπαίδευση αστυνομικών. Κάποια σενάρια τα οποία θα παρουσιάζονται στον εκπαιδευόμενο και αυτός θα πρέπει να αντιδράσει ανάλογα. Με αυτό τον τρόπο έχουμε τόσο την δυνατότητα της ασφαλούς εκπαίδευσης του αστυνομικού όσο και της εκπαίδευσής του σε καταστάσεις όπου ο εκπαιδευτής κρίνει απαραίτητες καθώς επιλέγει αυτός το κάθε σενάριο.

Για την διεκπεραίωση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας χρειάστηκε η μελέτη των εργαλείων Panda3D, Autodesk 3ds Max 2011 και η εκμάθηση της γλώσσας Python.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	vi
Περίληψη.....	iv
Περιεχόμενα.....	vi
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Εισαγωγή στα Γραφικά.....	1
1.3 Σκοπός και κίνητρο Διπλωματικής Εργασίας.....	3
1.4 Περίληψη κεφαλαίων.....	8
Κεφάλαιο 2 Σχετικές Εργασίες.....	9
2.1 Εισαγωγή.....	9
2.2 Προσομοιωτές.....	9
2.3 Προηγούμενη Διπλωματική Εργασία.....	10
Κεφάλαιο 3 Αρχιτεκτονική Προσομοιωτή.....	11
3.1 Εισαγωγή.....	11
3.2 Αρχιτεκτονική Προσομοιωτή.....	11
3.3 Προσαρμογή και Υλοποίηση Αρχιτεκτονικής στο Προσομοιωτή.....	12
3.3.1 Υλοποίηση Trainee Interface.....	14
3.3.2 Υλοποίηση Trainer Interface.....	16
3.3.3 Υλοποίηση Police Simulator (Model).....	17
Κεφάλαιο 4 Υλοποίηση Προσομοιωτή.....	19
4.1 Εισαγωγή.....	19
4.2 Εργαλεία και γλώσσα προγραμματισμού.....	20
4.3 Χρήση εργαλείου Autodesk 3ds Max 2011.....	21

4.3.1	Εξαγωγή μοντέλου σε μορφή αποδεκτή από το Panda3d	21
4.3.2	Φόρτωση animation στο μοντέλο	23
4.3.3	Εξαγωγή animation σε μορφή αποδεκτή από το Panda3d	25
4.3.4	Επίλυση προβλημάτων κατά την εξαγωγή από .max σε .egg μορφή .	26
4.4	Εισαγωγή χαρακτήρων οι οποίοι παρέχουν νύξεις.....	27
4.4.1	Υλοποίηση βάση της βιβλιοθήκης PandaSteer.....	27
4.4.2	Υλοποίηση Συμπεριφοράς πλήθους – Crowd behavior	30
4.4.3	Ανταποκρινόμενοι Χαρακτήρες - Responsive characters	33
4.5	Υπολογισμός ταχύτητας χαρακτήρων.....	36
4.6	Διαχείριση των animations	38
4.7	Διαχείριση collision μεταξύ mouse και 3d object	39
4.8	Υλοποίηση σεναρίων	41
4.8.1	Δυνατότητα επιλογής σεναρίων μέσω πληκτρολογίου	41
4.8.2	Δυνατότητα επιλογής σεναρίων μέσω γραφικού μενού επιλογών	42
4.9	Υλοποίηση στατικών συμπεριφορών.....	43
4.10	Υλοποίηση βάση του Motion Capture System.....	44
4.10.1	Υλοποίηση κίνησης μπρος - πίσω με το Motion Capture System	46
4.10.2	Υλοποίηση περιστροφής κάμερας δεξιά - αριστερά με το Motion Capture System.....	47
4.10.3	Υλοποίηση στόχευσης με το όπλο	50
Κεφάλαιο 5	Τελική Εφαρμογή.....	52
5.1	Εισαγωγή	52
5.2	Παράμετροι προγράμματος	52
5.3	Δυνατότητες τελικής εφαρμογής	54
5.4	Εφαρμογή	55

Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα.....	60
6.1 Εισαγωγή	60
6.2 Συμπεράσματα Αρχιτεκτονικής.....	60
6.3 Μελλοντική Εργασία.....	61
Βιβλιογραφία.....	63

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

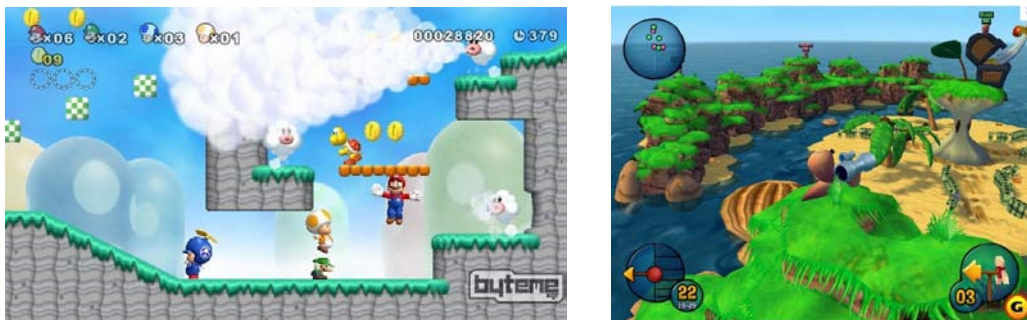
- 1.1 Εισαγωγή
 - 1.2 Εισαγωγή στα Γραφικά
 - 1.3 Σκοπός και κίνητρο Διπλωματικής Εργασίας
 - 1.4 Περίληψη κεφαλαίων
-

1.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια μικρή εισαγωγή στα γραφικά υπολογιστών. Τι ακριβώς είναι τα γραφικά και ποιος ο ρόλος τους σήμερα στον σύγχρονο κόσμο. Ποιες εφαρμογές βρίσκουν και σε ποιους τομείς έχουν βοηθήσει με τις δυνατότητες που προσφέρουν. Επιπρόσθετα θα δοθεί μια μικρή αναφορά στον σκοπό και στόχο αυτής της διπλωματικής εργασίας και στα κίνητρα που μας οδήγησαν σε αυτή καθώς και μια μικρή αναφορά για το τι υλοποιήθηκε.

1.2 Εισαγωγή στα Γραφικά

Τα Γραφικά Υπολογιστών είναι ο κλάδος της Πληροφορικής που ασχολείται με τη θεωρία, την τεχνολογία και την διαδικασία δημιουργίας εικόνων με ψηφιακά μέσα. Τα γραφικά μπορούμε να τα διαχωρίσουμε σε διαφορές κατηγορίες όσον αφορά τον αριθμό των διαστάσεων αλλά και του χρόνου απόδοσης των εικόνων. Για παράδειγμα χωρίζουμε τα γραφικά υπολογιστών σε δισδιάστατα αλλά και σε τρισδιάστατα γραφικά (βλ. Σχήμα 1.1). Όπως και σε γραφικά πραγματικού χρόνου αλλά και στατικά γραφικά.



Σχήμα 1.1: Αριστερά – Παιχνίδι δύο διαστάσεων, Δεξιά – Παιχνίδι τριών διαστάσεων

Στις μέρες μας τα γραφικά χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σε ποικίλους και διαφορετικούς τομείς. Βρίσκουν εφαρμογή σε τομείς όπως:

- Η βιομηχανία ανάπτυξης ηλεκτρονικών παιχνιδιών, κινουμένων σχεδίων και ταινιών. Τομείς οι οποίοι εξελίχθηκαν πάρα πολύ από τα πρώτα βήματά τους μέχρι και σήμερα λόγω της πολύτιμης βοήθειας των γραφικών. Τα γραφικά υπολογιστών δίνουν εξαιρετικά αποτελέσματα, βοηθούν στην δημιουργία προσώπων ή πλασμάτων που δεν υπάρχουν στην πραγματικότητα. Δίνουν την δυνατότητα δημιουργίας σκηνών που στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν, ή παρεμβάλουν σκηνές με αντικείμενα και πρόσωπα όταν χρειάζεται. Ακόμα σκηνές οι οποίες μπορεί να έφερναν σε κίνδυνο την σωματική ακεραιότητα των ηθοποιών πλέον γίνονται με τη βοήθεια ψηφιακών γραφικών.
- Η ιατρική όπου τα γραφικά βοηθούν εξαιρετικά τόσο στη εκπαίδευση των ιατρών όσο και στην μελέτη του τρόπου αντιμετώπισης συγκεκριμένων ασθενειών. Γενικότερα τα γραφικά κατάφεραν να απεικονίσουν τον ανθρώπινο οργανισμό με εξαιρετική λεπτομέρεια με σκοπό την περαιτέρω μελέτη αυτού για την αντιμετώπιση ασθενειών και παθήσεων.
- Η βιομηχανία ανάπτυξης και σχεδίασης προϊόντων. Μέσω των γραφικών δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας και σχεδίασης πρωτοτύπων των προϊόντων πριν αυτά καταλήξουν στο τελικό τους σχέδιο έτσι ώστε να πετύχουν όσο το δυνατό περισσότερες βελτιστοποιήσεις. Με αυτό τον τρόπο πετυχαίνουν περισσότερο εντυπωσιακά αποτελέσματα και λειτουργικότερα προϊόντα με χαμηλότερο κόστος παραγωγής.
- Η επιστήμη, όσον αφορά τομείς όπως η φυσική, η βιολογία, η χημεία. Γενικότερα βοηθάει μέσω της γραφικής απεικόνισης σε διάφορες επιστημονικές μελέτες και

μελέτη φυσικών φαινομένων. Κατάφερε να οπτικοποιήσει την κίνηση των μορίων, των ατόμων σε ένα οργανισμό, την κίνηση των ανέμων, της θάλασσας είτε ενός ανεμοστρόβιλου.

- Η αρχιτεκτονική, όπου μέσω των γραφικών βελτιώθηκε ο τρόπος σχεδίασης και ανάπτυξης κτιρίων, πόλεων και οτιδήποτε άλλο αφορά αυτό τον τομέα. Καταφέρνοντας έτσι να χαρίσουν ένα πιο εύκολο, γρήγορο και αποδοτικό τρόπο σχεδίασης και κατασκευής αυτών. Δίνουν επίσης την δυνατότητα καλύτερης μελέτης και ελέγχου για πιο αποδοτική και βέλτιστη ανάπτυξη των έργων αυτών.
- Η εκπαίδευση, όπου τα γραφικά κατάφεραν να δώσουν την δυνατότητα ανάπτυξης εικονικού περιβάλλοντος που προσομοιώνουν το πραγματικό περιβάλλον, με σκοπό την ευκολότερη και αποδοτικότερη εκπαίδευση των ατόμων στα οποία αναφέρεται ο συγκεκριμένος προσομοιωτής. Μέσω αυτών των προσομοιωτών δίνεται η δυνατότητα εκπαίδευσης χωρίς να φέρνουμε σε κίνδυνο την σωματική ακεραιότητα των ατόμων που εκπαιδεύονται, όπως η εκπαίδευση αστυνομικών, αστροναυτών, πιλότων αεροσκαφών και στρατιωτικών. Επιπρόσθετα με αυτό τον τρόπο μειώνεται εξαιρετικά το κόστος εκπαίδευσης σε τέτοιες περιπτώσεις.

1.3 Σκοπός και κίνητρο Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός αυτής της Διπλωματικής Εργασίας είναι η ανάπτυξη τρισδιάστατου προσομοιωτή για την εκπαίδευση αστυνομικών. Μέσω αυτού του προσομοιωτή θα δίνεται η δυνατότητα εκπαίδευσης χωρίς να έρχεται σε κίνδυνο η σωματική ακεραιότητα των αστυνομικών καθώς επίσης θα μειωθεί και το κόστος εκπαίδευσής τους. Επιπρόσθετα ένα σημείο κομβικής σημασίας για αυτή την Διπλωματική Εργασία ήταν η εισαγωγή ανταποκρινόμενων χαρακτήρων (responsive characters) στους εκπαιδευτικούς προσομοιωτές, κάτι το οποίο συνήθως παραβλέπεται κατά την υλοποίηση τέτοιων συστημάτων. Οι ανταποκρινόμενοι χαρακτήρες παρέχουν στους χρήστες νύξεις οι οποίες δημιουργούν έντονο το συναίσθημα της παρουσίας του χρήστη στον εικονικό χώρο και αυξάνουν τον ρεαλισμό τόσο των χαρακτήρων, όσο και συνολικά της προσομοίωσης. Όταν μιλάμε για νύξεις εννοούμε χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στους χαρακτήρες και βοηθούν το χρήστη στη διάδρασή του με τον εικονικό κόσμο. Σε ποιο βαθμό μπορεί αυτό να βελτιώσει την ποιότητα εκπαίδευσης

στους προσομοιωτές; Κατά πόσο μπορεί να επηρεαστεί, προς το καλύτερο, η απόδοση του εκπαιδευόμενου μετά από αυτή την παρέμβαση;

Κίνητρο για αυτή την Διπλωματική Εργασία είναι οι περιορισμένες δυνατότητες που έχουν και προσφέρονται σήμερα στην Αστυνομία της Κυπριακής Δημοκρατίας για την εκπαίδευση των αστυνομικών με τέτοιου είδους συστήματα. Συγκεκριμένα ο προσομοιωτής ο οποίος χρησιμοποιείται σήμερα χρησιμοποιεί βιντεοσκοπημένες ταινίες μικρού μήκους οι οποίες είναι γυρισμένες με πραγματικούς ανθρώπους. Για την δημιουργία οποιουδήποτε καινούριου σεναρίου χρειάζεται να βιντεοσκοπήσουν από την αρχή το καινούριο σενάριο με την βοήθεια σκηνοθέτη, ηθοποιών, τεχνικών επεξεργασίας εικόνας και ήχου και μετά από την επεξεργασία και την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας να το εισάγουν στο σύστημα. Όλη αυτή η διαδικασία είναι και χρονοβόρα αλλά και αρκετά δαπανηρή.

Ακόμα ένα κομμάτι το οποίο θεωρείται μειονέκτημα για το είδη υπάρχον σύστημα εκπαίδευσης είναι ότι δεν δίνεται η δυνατότητα διάδρασης του εκπαιδευόμενου σε πραγματικό χρόνο με το περιβάλλον το οποίο του παρουσιάζεται. Υπάρχει περιορισμός στην κίνηση του εκπαιδευόμενου. Η κίνηση βασίζεται αποκλειστικά στην θέση της κάμερας και ο εκπαιδευόμενος δεν μπορεί να αλλάξει κάτι παρά μόνο να παρακολουθεί. Ο εκπαιδευόμενος δεν μπορεί να κινηθεί στον χώρο ελεύθερα και μπορεί να διαδράσει μόνο σε κάποιες καταστάσεις (π.χ. να πυροβολήσει). Ακόμα δεν μπορεί να ελέγξει το χώρο όπως θα έκανε στην πραγματικότητα που μειώνει το βαθμό ρεαλισμού του συστήματος. Επιπλέον δεν μπορεί να αλληλεπιδρά με τους ανθρώπους τις σκηνής ούτε να νιώσει πως αυτοί αντιλαμβάνονται την παρουσία του στο χώρο.

Είναι προφανές η ανάγκη για υλοποίηση ενός προσομοιωτή που θα επιλύσει όλα αυτά τα προβλήματα, θα βελτιώσει και θα διευκολύνει την εκπαίδευση των αστυνομικών σήμερα. Στον προσομοιωτή που αναπτύχθηκε ο εκπαιδευόμενος έχει την δυνατότητα να κινείται μέσα σε αυτόν τον τρισδιάστατο χώρο, να παρατηρεί το πλήθος, τις αντιδράσεις αυτού και να προσπαθεί να εντοπίσει τον ύποπτο. Επιπρόσθετα υπάρχει η δυνατότητα αναπαράστασης διαφορετικών σεναρίων, όπου ανάλογα με το κάθε σενάριο ο εκπαιδευόμενος θα πρέπει να αντιδράσει ανάλογα σε κάθε περίπτωση για να επιτύχει τον στόχο που έχει. Δηλαδή για παράδειγμα είτε να εντοπίσει τον ύποπτο πριν

διαπράξει οποιοδήποτε έγκλημα και να τον αποτρέψει από τον αρχικό του σκοπό. Είτε για παράδειγμα αν ο ύποπτος διαπράξει κάποιο έγκλημα εκείνη την στιγμή πριν ο εκπαιδευόμενος προλάβει να τον εντοπίσει θα πρέπει ο εκπαιδευόμενος να αντιδράσει ανάλογα.

Οι νύξεις, που αναφέρθηκαν και πιο πάνω, ορίζουν χαρακτηριστικά και συμπεριφορές που προστίθενται στους εικονικούς χαρακτήρες. Μπορούν να προσφέρουν το συναίσθημα στο χρήστη ότι ο εικονικός κόσμος τον εμπεριέχει και ότι οι άλλοι χαρακτήρες τον λαμβάνουν υπόψη, αυξάνοντας έτσι το ρεαλισμό της προσομοίωσης. Μπορούμε να διαχωρίσουμε τις νύξεις σε δύο κατηγορίες:

(α) Συμπεριφορά Πλήθους (Crowd Behavior): Το οποίο αναφέρεται στο πώς συμπεριφέρεται το πλήθος σε μια σκηνή, αν αυτό είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα, πιο ρεαλιστικό. Είναι η δυνατότητα να ορίζουμε χαρακτηριστικά και ιδιαιτερότητες στους χαρακτήρες μας που αντιστοιχούν σε συμπεριφορές πραγματικού πλήθους.

Για παράδειγμα η κίνηση των χαρακτήρων στο χώρο να είναι πιο ομαλή, πιο ρεαλιστική, οι χαρακτήρες να φαίνονται ότι περιπλανώνται στο χώρο και όχι ότι ακολουθούν επανειλημμένα την ίδια διαδρομή πολύ στατικά και ρομποτικά. Επίσης, να αντιλαμβάνονται την παρουσία ο ένας του άλλου.

(β) Ανταποκρινόμενοι Χαρακτήρες (Responsive Characters): Εδώ αναφερόμαστε στην δυνατότητα να προσθέτουμε στους χαρακτήρες μας το χαρακτηριστικό ότι μπορούν να ανταποκρίνονται σε διάφορες ενέργειες που γίνονται στη σκηνή, έτσι ώστε και πάλι να δίνεται η εντύπωση του πιο ρεαλιστικού και πραγματικού σεναρίου.

Για παράδειγμα αν κάθε χαρακτήρας που υπάρχει στην σκηνή μπορεί να ανταποκριθεί σε έναν άλλο χαρακτήρα για παράδειγμα αν δύο χαρακτήρες πάνε να συγκρουστούν καθώς περπατούν και ο ένας μπορέσει να αποφύγει τον άλλο, δηλαδή να αντιδρούν σε διάφορες καταστάσεις όπως θα αντιδρούσαν στην πραγματικότητα οι άνθρωποι. Επιπρόσθετα, αν το πλήθος μπορεί να αντιδράσει όταν ο αστυνομικός κινείται δίπλα τους όπως για παράδειγμα να γυρίζουν το κεφάλι και να τον δουν. Ακόμα αν ο αστυνομικός γυρίζει το όπλο πάνω σε κάποιο χαρακτήρα τότε αυτό να σηκώνει τα χέρια πάνω, ενώ ο ύποπτος σε τέτοια περίπτωση ίσως να μην γυρνάει τα χέρια πάνω. Επιπλέον ο αστυνομικός να μπορεί να

σταματήσει κάποιο χαρακτήρα στην σκηνή και να συζητήσει μαζί του. Επίσης αν ο ύποπτος πυροβολήσει τότε το πλήθος θα αντιδράσει σε αυτό δηλαδή θα απομακρυνθεί.

Όλα αυτά θα βοηθούσαν τον εκπαιδευόμενο να αποδώσει καλύτερα ή να εντοπίσει πιο γρήγορα τον ύποπτο ; Αυτό θα εξεταστεί καθώς θα τρέξουμε την μια φορά στο εκπαιδευόμενο τα σενάρια όπου οι χαρακτήρες δεν ανταποκρίνονται σε αυτόν, και την δεύτερη φορά με τους χαρακτήρες που ανταποκρίνονται και θα ρωτήσουμε τον ίδιο ποια από τις δύο προτιμά και κατά πόσο τον επηρέασε.

Ένα κομμάτι το οποίο υλοποιήθηκε σε αυτή την εργασία πέρα της εισαγωγής νύξεων στους χαρακτήρες είναι η δυνατότητα μετακίνησης και αλληλεπίδρασης του εκπαιδευόμενου μέσα στο εικονικό περιβάλλον του προσομοιωτή σε πραγματικό χρόνο μέσω της καταγραφής της κίνησης του με σύστημα Motion Tracking. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να κινείται και να ενεργεί μέσα στο περιβάλλον του προσομοιωτή όχι απλά με το πληκτρολόγιο αλλά μέσω του σώματός του. Όταν κινείται να μπορεί ο χαρακτήρας στο εικονικό περιβάλλον να κινείται και αυτός, να γυρίζει και να βλέπει γύρω του. Ακόμα να στοχεύει και να πυροβολεί κάποιο χαρακτήρα στη σκηνή με το όπλο. Με αυτό τον τρόπο καταφέρνουμε να κάνουμε τον εκπαιδευόμενο να νιώσει πιο κοντά στην πραγματικότητα και να κάνουμε το προσομοιωτή πιο ρεαλιστικό. Επιπλέον, ο προσομοιωτής προβάλλεται σε 3 επιφάνειες προβολής και σε χώρο με δυνατότητα κίνησης του εκπαιδευόμενου. Ως αποτέλεσμα δίνεται στον χρήστη η αίσθηση του χώρου και η εντύπωση ότι βρίσκεται μέσα στον εικονικό τρισδιάστατο κόσμο του προσομοιωτή. (Βλ. Σχήμα 1.2) [5]

Επιπρόσθετα ένα σημαντικό κομμάτι το οποίο υλοποιήθηκε είναι η δυνατότητα εισαγωγής και χρήσης δυναμικών σεναρίων χωρίς το κόστος και το χρόνο που χρειάζεται το σύστημα βασισμένο σε βίντεο. Στον εκπαιδευόμενο δίνεται η δυνατότητα προβολής διάφορων σεναρίων στα οποία πρέπει να αντιδρά ανάλογα για την καλύτερη εκπαίδευσή του. Σενάρια στα οποία ο ύποπτος πυροβολεί, παλεύει ή τρέχει για να ξεφύγει και αυτός πρέπει να αντιδράσει ανάλογα. Για αυτά τα σενάρια χρειάζεται να υπάρχουν τα κατάλληλα τρισδιάστατα μοντέλα και animations.

Δίνεται επιπλέον η δυνατότητα στον εκπαιδευτή να επιλέγει σε πραγματικό χρόνο οποιαδήποτε στιγμή το θελήσει όποιον χαρακτήρα θέλει αυτός από την σκηνή για να

είναι ο ύποπτος. Ακόμα ο εκπαιδευτής ουσιαστικά χειρίζεται τον ύποπτο καθώς μπορεί να στέλνει εντολές σε αυτόν για το πιο από τα σενάρια που έχουν αναπτυχθεί θα εκτελέσει εκείνη τη στιγμή. Αυτό μπορεί να το κάνει είτε μέσω του πληκτρολογίου είτε μέσω ενός γραφικού περιβάλλοντος χρήστη που δημιουργήθηκε. Όσον αφορά αυτό υπάρχει ένα γραφικό περιβάλλον με κουμπιά που αναγράφουν την κάθε ενέργεια που μπορεί να εκτελέσει ο ύποπτος και κάθε φορά που ο εκπαιδευτής επιλέγει ένα από αυτά τα κουμπιά τότε ο ύποπτος εκτελεί την αντίστοιχη ενέργεια. Δίνεται η δυνατότητα αυτό το γραφικό περιβάλλον να το τρέχουμε τόσο στον ίδιο υπολογιστή που τρέχει και ο προσομοιωτής όσο και σε έναν άλλο υπολογιστή, έτσι ώστε να μπορεί ο εκπαιδευτής με έναν άλλο υπολογιστή, πιθανότατα φορητό, να επιλέγει τις ενέργειες αυτές. Έτσι του δίνεται η δυνατότητα εύκολα να εκπαιδεύει τον αστυνομικό όπως αυτός θέλει και να χειρίζεται την εξέλιξη των σεναρίων.

Ο τρισδιάστατος προσομοιωτής υλοποιήθηκε σε Panda3D και σε γλώσσα Python. Έχει χρησιμοποιηθεί η βιβλιοθήκη PandaSteer, μια επαναχρησιμοποιήσιμη εφαρμογή που υλοποιεί την συμπεριφορά αυτόνομων χαρακτήρων για τη μηχανή Panda3D. Χρησιμοποιείται αυτή η βιβλιοθήκη για να προσθέσουμε αυτόνομα χαρακτηριστικά και συμπεριφορές στους χαρακτήρες μας έτσι ώστε να φαίνονται πιο ρεαλιστικά τα σενάρια μας. Ακόμα χρειάστηκε η μελέτη του εργαλείου 3ds Max 2011 έτσι ώστε να μπορούμε να κάνουμε export τα διάφορα μοντέλα και τα animation αυτών σε μορφή που θα τα αναγνωρίζει το Panda3D, έτσι ώστε όταν τα φορτώσουμε στο πρόγραμμα να φαίνονται σωστά, χωρίς οποιαδήποτε προβλήματα.



Σχήμα 1.2: Προβολή προσομοιωτή σε 3 επιφάνειες προβολής και σε χώρο με δυνατότητα κίνησης

1.4 Περίληψη κεφαλαίων

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρει λεπτομερώς την έρευνα, την μελέτη και την διαδικασία γύρω από την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού προσομοιωτή για την εκπαίδευση των αστυνομικών. Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα αναφερθούν τα εξής:

Στο 2^ο κεφάλαιο θα αναφερθούμε γενικά στους προσομοιωτές και που ακριβώς χρησιμοποιούνται και ακόμα θα αναφερθούμε σε παρόμοια διπλωματική εργασία και που ακριβώς στόχευε.

Στο 3^ο κεφάλαιο θα αναφερθούμε στην αρχιτεκτονική που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του προσομοιωτή. Καθώς και πως προσαρμόστηκε και υλοποιήθηκε στον δικό μας προσομοιωτή.

Στο 4^ο κεφάλαιο θα γίνει λεπτομερής περιγραφή όσον αφορά τα κομμάτια που υλοποιήθηκαν σε αυτή την διπλωματική εργασία. Ακόμα θα αναφέρουμε τα εργαλεία και την γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε.

Στο 5^ο κεφάλαιο θα αναφέρουμε τις παραμέτρους που είναι απαραίτητες για να μπορέσουμε να τρέξουμε τον προσομοιωτή, ακόμα θα αναφέρουμε συνοπτικά τις δυνατότητες της εφαρμογής που αναπτύχτηκε και θα γίνει μια μικρή επίδειξη του προσομοιωτή μέσω διάφορων screen shots.

Στο 6^ο κεφάλαιο θα αναφέρουμε τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν από την παρούσα διπλωματική εργασία καθώς και τι θα μπορούσε να γίνει σε μια μελλοντική εργασία γύρω από το ίδιο θέμα.

Κεφάλαιο 2

Σχετικές Εργασίες

2.1 Εισαγωγή

2.2 Προσομοιωτές

2.3 Προηγούμενη Διπλωματική Εργασία

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε το ν ορισμό της προσομοίωσης, θα δούμε τους σημαντικότερους τομείς στους οποίους υλοποιούνται προσομοιωτές και για ποιο σκοπό. Παράλληλα θα δούμε παρόμοια διπλωματική εργασία που έχει αναπτυχθεί.

2.2 Προσομοιωτές

Ο όρος προσομοίωση αναφέρεται στην διαδικασία απομίμησης ενός αντικειμένου, μιας λειτουργίας, ενέργειας, κατάστασης ή διαδικασίας του πραγματικού κόσμου στον εικονικό κόσμο. Η προσομοίωση συνεπάγεται καταρχάς την μελέτη της συμπεριφοράς και των χαρακτηριστικών αυτού που ζητείται να προσομοιωθεί με σκοπό την ορθή και ολοκληρωμένη απομίμηση αυτού. Η προσομοίωση χρησιμοποιείται στην μοντελοποίηση φυσικών, αφηρημένων ή ανθρώπινων συστημάτων με στόχο την συλλογή πληροφοριών σε σχέση με την λειτουργικότητά τους. Επιπρόσθετα βρίσκει εφαρμογές σε ποικίλους τομείς όπως το ν τομέα της τεχνολογίας για να πετύχει βελτιστοποιήσεις στην απόδοση, ασφάλεια και επιτυχής δοκιμές και ελέγχους. Ακόμα στον τομέα της εκπαίδευσης, και των ηλεκτρονικών παιχνιδιών.

Όσον αφορά τους εκπαιδευτικούς προσομοιωτές χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση αστυνομικών, στρατιωτικών, πιλότων αεροσκαφών (βλ. Σχήμα 2.1). Σε τέτοιες περιπτώσεις με οποιοδήποτε άλλο τρόπο πέραν της προσομοίωσης, ο τρόπος εκπαίδευσης κρίνεται ως επικίνδυνος, χρονοβόρος και αρκετά δαπανηρός. Μέσω του

προσομοιωτή δίνεται η δυνατότητα εκπαίδευσης σε ένα ασφαλές περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας που μειώνει ταυτόχρονα και το κόστος εκπαίδευσης.



Σχήμα 2.1: Πάνω αριστερά - προσομοιωτής για εκπαίδευση πιλότων αεροσκαφών, πάνω δεξιά – προσομοιωτής εκπαίδευση στρατιωτικών, κάτω μέση – προσομοιωτής εκπαίδευσης αστυνομικών.

2.3 Προηγούμενη Διπλωματική Εργασία

Σε προηγούμενη παρόμοια διπλωματική εργασία η οποία είχε στόχο την δημιουργία τρισδιάστατου προσομοιωτή για την εκπαίδευση αστυνομικών, έχουν υλοποιηθεί σενάρια ούτως ώστε ο αστυνομικός να μην γνωρίζει την αντίδραση του υπόπτου και να πρέπει να ενεργήσει ανάλογα. Ακόμα η αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου αστυνομικού με τον προσομοιωτή γινόταν μέσω του μαγνητικού συστήματος Polhemus Fastrak 3D Tracker που ήταν συνδεδεμένο με τον προσομοιωτή. Η αλληλεπίδραση του εκπαιδευτή γινόταν μέσω ενός δεύτερου προγράμματος με τον οποίο επικοινωνούσε ο προσομοιωτής. Επίσης είχε γίνει χρήση και του απτικού γαντιού 5DT Glove για να εντοπίζεται τότε ο εκπαιδευόμενος πυροβολούσε. Για την υλοποίηση του προσομοιωτή χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Panda3D και η γλώσσα Python. [4]

Κεφάλαιο 3

Αρχιτεκτονική Προσομοιωτή

3.1 Εισαγωγή

3.2 Αρχιτεκτονική Προσομοιωτή

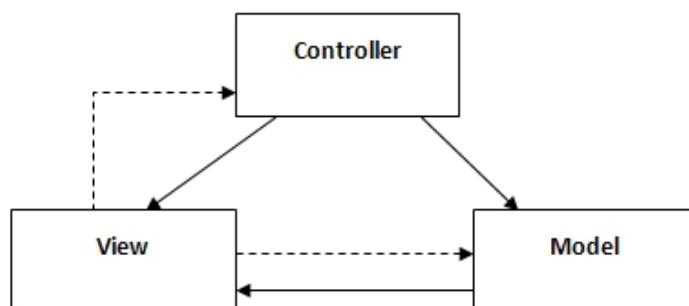
3.3 Προσαρμογή και Υλοποίηση Αρχιτεκτονικής στο Προσομοιωτή

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε την αρχιτεκτονική που χρησιμοποιήθηκε κατά την υλοποίηση του προσομοιωτή και πως ακριβώς υλοποιήθηκε βάση του προσομοιωτή μας.

3.2 Αρχιτεκτονική Προσομοιωτή

Η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιήθηκε κατά την υλοποίηση του εκπαιδευτικού προσομοιωτή είναι της μορφής Model – View – Controller, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1. Οι διακεκομμένες γραμμές υπονοούν έμμεση επικοινωνία μεταξύ των κομματιών και οι μη διακεκομμένες άμεση επικοινωνία μεταξύ τους.



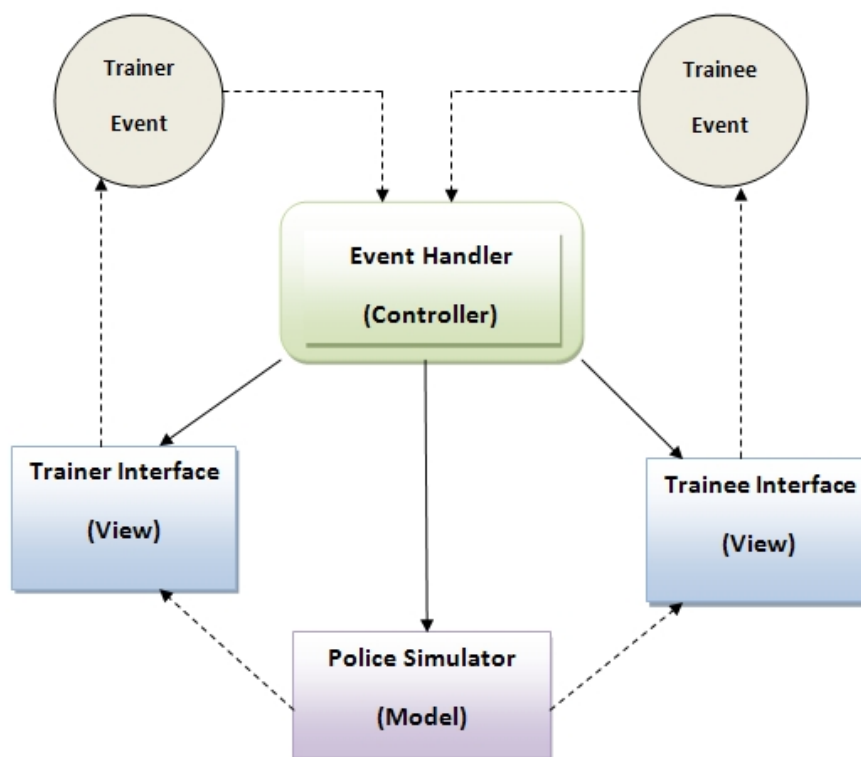
Σχήμα 3.1:
Μορφή
αρχιτεκτονικής
προσομοιωτή

Όσον αφορά τα διάφορα κομμάτια που υπάρχουν, το αντικείμενο Model είναι το αντικείμενο που αντιπροσωπεύει ουσιαστικά το κυρίως πρόγραμμα δηλαδή τον προσομοιωτή στην δική μας περίπτωση. Το αντικείμενο View είναι το αντικείμενο στο οποίο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του προγράμματός μας και το αντικείμενο Controller είναι το αντικείμενο το οποίο ελέγχει την μεταξύ τους επικοινωνία και συντονίζει την όλη κατάσταση. Επιπλέον όσον αφορά την επικοινωνία μεταξύ των αντικειμένων το αντικείμενο Model έχει άμεση σχέση με το αντικείμενο View γιατί είναι αυτό που στέλνει οποιαδήποτε εντολή χρειάζεται για να εμφανιστεί στην οθόνη δηλαδή στην κατάσταση View. Τώρα από το View στο Model υπάρχει έμμεση επικοινωνία θέλοντας να δείξουμε πως ότι γίνεται στην κατάσταση View ουσιαστικά το γνωρίζει το Model. Μεταξύ του View και του Controller υπάρχει έμμεση επικοινωνία καθώς μπορούμε από το View να στέλνουμε εντολές που θέλουμε να εκτελεστούν και να εμφανιστούν έτσι ώστε αυτός να τις στείλει στο Model και να αναλάβει αυτό να τις εμφανίσει στο View. Ο Controller έχει άμεση επικοινωνία με το View και το Model γιατί είναι υπεύθυνος να στέλνει εντολές μεταξύ τους για να επικοινωνούν και ακόμα στέλνει εντολές στο Model για να τις εκτελέσει και στο View για να τις εμφανίσει.

3.3 Προσαρμογή και Υλοποίηση Αρχιτεκτονικής στον Προσομοιωτή

Η μορφή που έχει αυτό το είδος αρχιτεκτονικής στο δικό μας προσομοιωτή είναι αυτή που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.2. Συγκεκριμένα το αντικείμενο Model στη δική μας περίπτωση είναι το κυρίως πρόγραμμα δηλαδή ο προσομοιωτής για την εκπαίδευση αστυνομικών (Police Simulator). Υπάρχει το αντικείμενο View για τη διεπαφή του εκπαιδευτή (Trainer Interface) και το View για την διεπαφή του εκπαιδευόμενου (Trainee Interface). Το αντικείμενο Controller είναι ο Event Handler ο οποίος διαχειρίζεται την μεταξύ τους επικοινωνία και ελέγχει όλες τις παραμέτρους έτσι ώστε όλες οι λειτουργίες να εκτελούνται σωστά.

Το Model - Police Simulator είναι το κυρίως πρόγραμμα, εδώ υπάρχουν όλα τα δεδομένα, τα μοντέλα, τα animations, η κάμερα, οι εντολές, οι λογικές εκφράσεις γενικά ολόκληρη η λογική του προγράμματος. Ακόμα συμπεριλαμβάνονται οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν και γενικά ολόκληρο το λογισμικό που είναι απαραίτητο για την υλοποίηση του εκπαιδευτικού προσομοιωτή.



Σχήμα 3.2: Μορφή αρχιτεκτονικής στον προσομοιωτή

Στη διεπαφή του εκπαιδευτή (Trainer Interface), είναι το κομμάτι της υλοποίησης που προβάλλεται στον εκπαιδευτή και είναι σε θέση αυτός να χειρίζεται. Συμπεριλαμβάνονται όλες οι δυνατότητες που προσφέρονται στον εκπαιδευτή καθώς και ο τρόπος που υλοποιήθηκαν όλα αυτά. Ο εκπαιδευτής έχει την δυνατότητα να παρακολουθεί και εκείνος τα όσα διαδραματίζονται στον εικονικό χώρο καθώς και να αλλάζει και να χειρίζεται την όλη πορεία και εξέλιξη της εκπαίδευσης. Δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτή να επιλέγει αυτός πιο σενάριο θα εκτελεστεί από τον ύποπτο αυτή την φορά και επίσης μπορεί να επιλέξει οποιαδήποτε στιγμή οποιοδήποτε χαρακτήρα θέλει αυτός για να είναι ο ύποπτος. Η αλληλεπίδραση του εκπαιδευτή με το σύστημα μπορεί να γίνει είτε μέσω του πληκτρολογίου είτε μέσω ενός άλλου προγράμματος με μενού επιλογών. Μόλις πατήσει ένα κουμπί από το μενού ή από το πληκτρολόγιο στέλνονται εντολές στο πρόγραμμα για το τι πρέπει να εκτελεστεί. Συγκεκριμένα οι εντολές στέλνονται στον Event Handler – Controller και εκείνος στέλνει τις εντολές στο Model - Police Simulator για να κάνει τις απαραίτητες ενέργειες

έτσι ώστε να εκτελεστούν και να εμφανιστούν και στις δύο καταστάσεις View και στη διεπαφή του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου.

Στη διεπαφή του εκπαιδευόμενου (Trainee Interface), είναι το κομμάτι όπου προβάλλεται στον εκπαιδευόμενο και προσφέρει όλες τις δυνατότητες που έχουν υλοποιηθεί για αυτόν. Ο εκπαιδευόμενος έχει την δυνατότητα να παρακολουθεί τα όσα συμβαίνουν στο χώρο και να εκτελεί όλες τις απαραίτητες ενέργειες για να εκπαιδευτεί, του δίνεται η δυνατότητα να αλληλεπιδρά με τους χαρακτήρες στην σκηνή και να αλλάζει την πορεία των πραγμάτων. Ο εκπαιδευόμενος έχει την δυνατότητα να αλληλεπιδρά με το σύστημα είτε μέσω του πληκτρολογίου είτε μέσω των κινήσεων του σώματός του. Μια δυνατότητα που επιτεύχθηκε μέσω του συστήματος Motion Tracking. Ο εκπαιδευόμενος μπορεί να κινηθεί στο χώρο, να παρατηρεί το πλήθος, να αλληλεπιδρά μαζί του, μπορεί να σταματά κάποιο από το πλήθος, να γυρίζει το όπλο ή mouse πάνω τους και αυτοί να σηκώνουν τα χέρια, μπορεί να τους σημαδεύει και να πυροβολεί. Μόλις ο εκπαιδευόμενος εκτελέσει μια ενέργεια τότε στέλνεται εντολή στον Event Handler – Controller και αυτός είναι υπεύθυνος να ενημερώσει όλα τα κομμάτια που σχετίζονται. Ενημερώνει το Model - Police Simulator έτσι ώστε να εκτελέσει όλα όσα χρειάζονται για να έχουμε στις δύο καταστάσεις View τα σωστά και κατάλληλα αποτελέσματα.

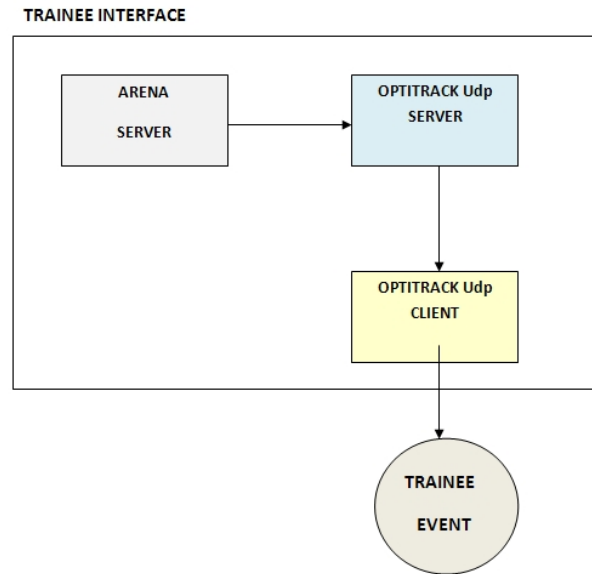
Το αντικείμενο Controller είναι ο Event Handler, όπως αναφέρθηκε και στις πιο πάνω παραγράφους συντονίζει την μεταξύ επικοινωνία όλων των αντικειμένων. Παίρνει εντολές και από τα δύο interfaces και στέλνει τις απαραίτητες εντολές και στο Model και στο View για να εμφανιστούν και να εκτελεστούν οι κατάλληλες ενέργειες.

3.3.1 Υλοποίηση Trainee Interface

Όσον αφορά την υλοποίηση του Trainee Interface έχει γίνει τόσο σε πληκτρολόγιο και mouse όσο και στην κίνηση του εκπαιδευόμενου με χρήση του σώματός του, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω. Για την κίνηση με χρήση του πληκτρολογίου ή mouse τα πράγματα είναι απλά, μέσω του προγραμματισμού χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες συναρτήσεις σε Panda3D. Ανάλογα με το πλήκτρο που πατάει ο χρήστης, ή το κλικ στο mouse στέλνονται τα events στον Event Handler - Controller και αυτός

αναλαμβάνει να ενημερώσει το Model - Police Simulator έτσι ώστε να εκτελέσει τις κατάλληλες ενέργειες για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα στην οθόνη δηλαδή στο View.

Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να στέλνουμε δεδομένα με βάση την κίνηση του σώματος του χρήστη στο δικό μας πρόγραμμα έτσι ώστε αυτά να λαμβάνονται ως events για να καταλήξουν με τη γνωστή διαδικασία στην οθόνη, στο View. Για τον εντοπισμό της κίνησης του σώματος χρησιμοποιούμε το Motion Capture System το οποίο με την βοήθεια του προγράμματος Arena μας προσέφερε την δυνατότητα να δημιουργήσουμε rigid bodies (gun, head, left leg, right leg) τα οποία μας χρειάζονται για να εντοπίζουμε την κίνηση ή κάποια άλλη ενέργεια του εκπαιδευόμενου με τρόπο ο οποίος θα επεξηγηθεί καλύτερα σε μεταγενέστερο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 4.10). Σε αυτό το κεφάλαιο μπορείτε να βρείτε ορισμούς, επεξηγήσεις και φωτογραφίες για το όσα αναφέρονται (βλ. Σχήματα 4.12/13/14/15). Το Arena εντοπίζει τις συντεταγμένες της θέσης των rigid bodies και τις στέλνει στο Tracking Server – optitrackUdpServer. Οι clients που χρειάζονται αυτές τις συντεταγμένες μπορούν να συνδεθούν με τον Tracking Server και να ζητήσουν τις συντεταγμένες που θέλουν. Η κλάση optitrackUdpClient επιτρέπει την επικοινωνία με τον Server. Αυτή με την σειρά της μπορεί να δώσει στο δικό μας πρόγραμμα μέσω κατάλληλων συναρτήσεων τις συντεταγμένες της θέσης και της κατεύθυνσης του rigid body, που ζητήθηκε. Αυτές οι συντεταγμένες δηλαδή τα δεδομένα που πήραμε από τον tracker, μετά από κατάλληλη επεξεργασία στέλνουν events στον Event Handler – Controller. Στη συνέχεια αυτός ενημερώνει το Model - Police Simulator με αυτά τα events, γίνεται η κατάλληλη επεξεργασία για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα στο View. (βλ. Σχήμα 3.3)



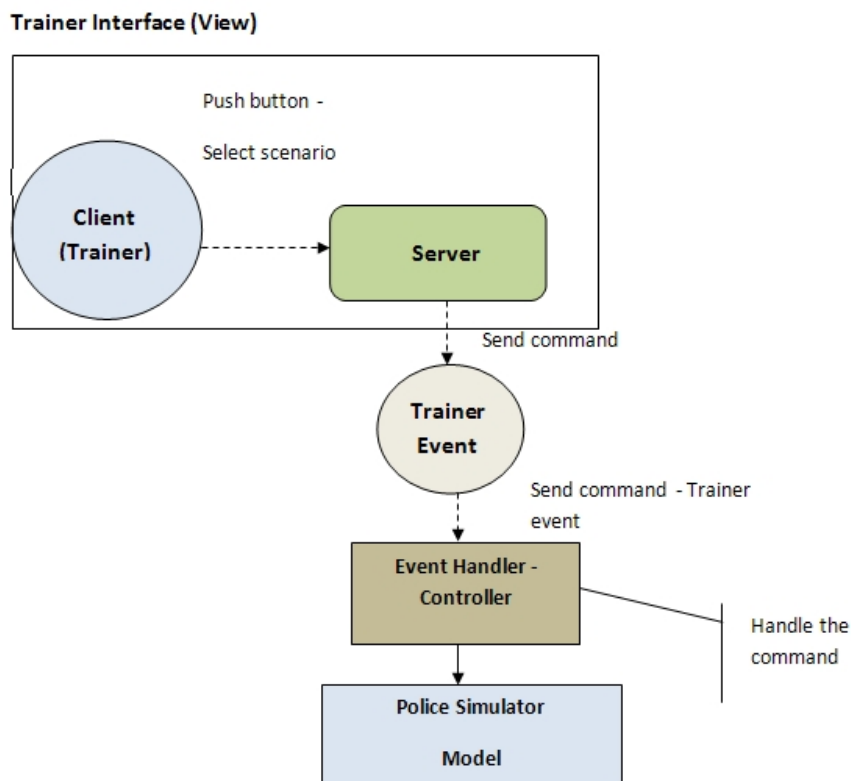
Σχήμα 3.3: Διαδικασία για να σταλεί από το Motion Capture System Trainee Event.

3.3.2 Υλοποίηση Trainer Interface

Όσον αφορά την υλοποίηση του Trainer Interface, ο εκπαιδευτής έχει την δυνατότητα να επιλέγει αυτός τον υπόπτο και την επόμενη του κίνηση, ποια δηλαδή ενέργεια του υπόπτου να εκτελεστεί. Έτσι ώστε να καθορίζει αυτός πως θέλει να γίνει η εκπαίδευση. Για την επιλογή του υπόπτου χρησιμοποιείται το mouse. Για την επιλογή της επόμενης κίνησης του υπόπτου δίνεται η δυνατότητα πατώντας κάποια συγκεκριμένα πλήκτρα από το πληκτρολόγιο να στέλνει εντολές για να εκτελεστεί το σενάριο που επιλέγηκε. Ακόμα αυτό γίνεται και από ένα μενού επιλογών με γραφικό περιβάλλον για ευκολότερη χρήση είτε από τον ίδιο είτε από διαφορετικό υπολογιστή.

Για την επιλογή του υπόπτου μέσω του mouse ή του σεναρίου με χρήση του πληκτρολογίου τα πράγματα είναι απλά μέσω του προγραμματισμού χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες συναρτήσεις σε Panda3D. Ανάλογα με το πλήκτρο που πατάει ο χρήστης ή το κλικ στο mouse στέλνονται τα events στον Event Handler - Controller και αυτός αναλαμβάνει να ενημερώσει το Model - Police Simulator έτσι ώστε να εκτελέσει τις κατάλληλες ενέργειες για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα στην οθόνη δηλαδή στο View.

Στην περίπτωση που έχουμε στον ίδιο ή σε έναν άλλο υπολογιστή ένα μενού επιλογών με τα σενάρια που μπορεί να εκτελέσει ο ύποπτος, τότε μόλις ο εκπαιδευτής κάνει την επιλογή του θα στέλνεται αυτή η επιλογή μέσω του server στο δικό μας πρόγραμμα, ως ένα Trainer Event και θα ακολουθεί η διαδικασία που ξέρουμε. Δηλαδή στέλνονται τα trainer events στον Event Handler - Controller και αυτός αναλαμβάνει να ενημερώσει το Model - Police Simulator έτσι ώστε να εκτελέσει τις κατάλληλες ενέργειες για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα στην οθόνη (βλ. Σχήμα 3.4)

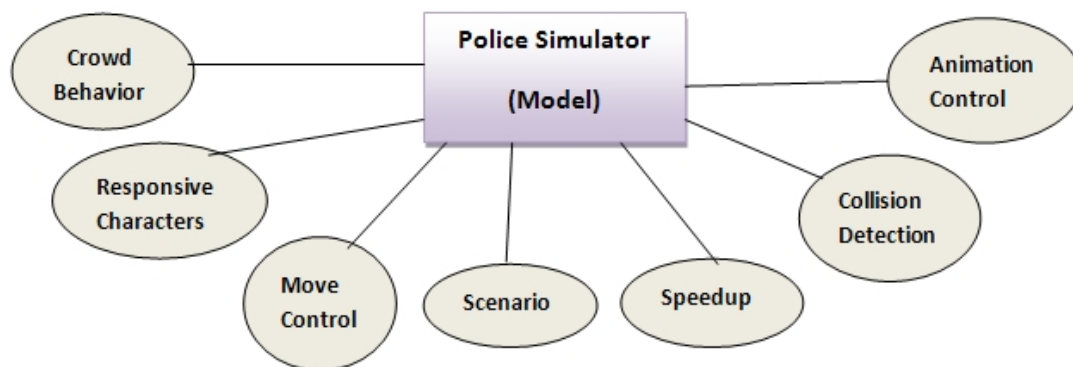


Σχήμα 3.4: Διαδικασία αποστολής και διαχείρισης του trainer event, για το ανάλογο αποτέλεσμα

3.3.3 Υλοποίηση Police Simulator (Model)

Όσον αφορά την υλοποίηση στο Police Simulator (Model), αναφερόμαστε ουσιαστικά στην υλοποίηση του προγράμματος, του προσομοιωτή. Όλα τα κομμάτια που επιτεύχθηκαν και πραγματοποιήθηκαν. Για αυτά τα κομμάτια θα γίνει λεπτομερής περιγραφή στο επόμενο κεφάλαιο, που αφορά την υλοποίηση του προσομοιωτή.

Απλά να αναφέρουμε εδώ κάποια σημαντικά κομμάτια που υλοποιήθηκαν και ορίζονται ως υποσυστήματα του προγράμματος μας. Ένα υποσύστημα του προγράμματος είναι η δυνατότητα ορισμού χαρακτηριστικών συμπεριφοράς πραγματικού πλήθους από εξομοιωτή πλήθους μέσω της βιβλιοθήκης PandaSteer στους χαρακτήρες του δικού μας προσομοιωτή. Ας το ονομάσουμε αυτό το υποσύστημα Crowd Behavior. Επιπρόσθετα ένα άλλο υποσύστημα του προγράμματος είναι η δυνατότητα που έχουν οι χαρακτήρες μας να ανταποκρίνονται και να αντιλαμβάνονται την παρουσία του χρήστη αστυνομικού στο χώρο, όπως και να αντιδρούν σε διάφορες καταστάσεις που εξελίσσονται με σκοπό να φαίνονται πιο ρεαλιστικοί. Ας ονομάσουμε αυτό το υποσύστημα Responsive Characters. Επιπρόσθετα υπάρχει το υποσύστημα που διαχειρίζεται την κατάσταση του χρήστη, δηλαδή πως κινείται, αν γυρνάει, ή αν σημαδεύει κάποιο από το πλήθος, αν πυροβολεί κάποιον. Όσον αφορά την κίνησή του το υποσύστημα ονομάζεται Move control ενώ το σύστημα που διαχειρίζεται τον εντοπισμό του χαρακτήρα που σημαδεύεται ή πυροβολείται ονομάζεται Collision Detection. Η υλοποίηση όλων αυτών των υποσυστημάτων καθώς είναι μέρος της υλοποίησης του προσομοιωτή θα επεξηγηθούν στο επόμενο κεφάλαιο. Περισσότερα υποσυστήματα που αφορούν την υλοποίηση φαίνονται στο σχήμα. (βλ. Σχήμα 3.5)



Σχήμα 3.5: Υποσυστήματα προσομοιωτή

Κεφάλαιο 4

Υλοποίηση Προσομοιωτή

- 4.1 Εισαγωγή
 - 4.2 Εργαλεία και γλώσσα προγραμματισμού
 - 4.3 Χρήση εργαλείου Autodesk 3ds Max 2011
 - 4.4 Εισαγωγή χαρακτήρων οι οποίοι παρέχουν νύξεις
 - 4.5 Υπολογισμός ταχύτητας χαρακτήρων
 - 4.6 Διαχείριση των animations
 - 4.7 Διαχείριση collision μεταξύ mouse και 3d object
 - 4.8 Υλοποίηση σεναρίων
 - 4.9 Υλοποίηση στατικών συμπεριφορών
 - 4.10 Υλοποίηση βάση του Motion Capture System
-

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα επεξηγηθούν λεπτομερώς όλα τα κομμάτια που υλοποιήθηκαν. Θα αναφερθούν όλα τα εργαλεία και η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν. Επιπλέον θα αναφέρουμε πως χρησιμοποιούμε το 3ds Max 2011, πως εξάγουμε τα μοντέλα και τα animation από αυτό. Ακόμα θα αναλύσουμε λεπτομερώς όλες τις νύξεις συμπεριφορών των χαρακτήρων, τόσο για τις διαφορετικές συμπεριφορές που υλοποιήθηκαν όσο και σε όλα τα στοιχεία που υλοποιήθηκαν για να ανταποκρίνονται και να αλληλεπιδρούν οι χαρακτήρες με τον εκπαιδευόμενο. Επίσης θα εξηγήσουμε πως υπολογίζεται η ταχύτητα στους χαρακτήρες, πως διαχειριζόμαστε τα animations, πως γίνεται το collision του mouse με τα αντικείμενα στο χώρο. Θα αναφέρουμε όλα τα σενάρια που υλοποιήθηκαν, και τις στατικές συμπεριφορές στους χαρακτήρες που είχαν υλοποιηθεί σε αρχικά στάδια της εργασίας. Επιπρόσθετα θα αναφερθούμε σε όλα τα στοιχεία που χρειάζονται για την κατανόηση της υλοποίησης των κομματιών στο Motion Capture System, για την κίνηση και τις ενέργειες του χρήστη.

4.2 Εργαλεία και γλώσσα προγραμματισμού

Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε κατά την υλοποίηση του τρισδιάστατου προσομοιωτή εκπαίδευσης αστυνομικών είναι η μηχανή Panda3D. Το Panda3D είναι μια μηχανή για 3D rendering και για ανάπτυξη παιχνιδιών σε γλώσσες προγραμματισμού Python και C++. Κατά την υλοποίηση αυτού του προσομοιωτή χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα Python. [3], [10],[11]

Επιπρόσθετα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι και το Autodesk 3ds Max 2011. Αυτό το εργαλείο είναι απαραίτητο για την εξαγωγή των μοντέλων και των animations που χρειάστηκαν στον προσομοιωτή. Η εξαγωγή τους γίνεται βάση συγκεκριμένης διαδικασίας έτσι ώστε τόσο τα μοντέλα να εμφανίζονται όσο και τα animations να παίζουν ορθά στο πρόγραμμά.

Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε το Motion Capture System έτσι ώστε να γίνεται καταγραφή της θέσης και κίνησης του χρήστη, σε αυτή την περίπτωση του εκπαιδευόμενου. Στόχος είναι να στέλνονται στον προσομοιωτή τα δεδομένα της κίνησης άλλα και της θέσης του εκπαιδευόμενου έτσι ώστε ο χαρακτήρας στο εικονικό περιβάλλον του προσομοιωτή να αντιδρά με βάση τις κινήσεις του πραγματικού αστυνομικού. Συγκεκριμένα αν ο εκπαιδευόμενος κινηθεί μπροστά ή πίσω με βάση μίαν απόσταση στην περιοχή όπου δικαιούται να κινείται, τότε και ο χαρακτήρας που του αντιστοιχεί, ουσιαστικά η κάμερα στο εικονικό περιβάλλον, θα κινηθεί μπροστά ή πίσω. Επιπλέον, αν ο εκπαιδευόμενος φέρει το δεξί πόδι του μπροστά στο όριο της περιοχής που δικαιούται να κινείται τότε η κάμερα στην σκηνή θα περιστραφεί προς τα δεξιά και αντίστοιχα αν το αριστερό πόδι του εκπαιδευόμενου έρθει μπροστά τότε η κάμερα θα γυρίσει προς τα αριστερά. Επιπλέον αν ο εκπαιδευόμενος στοχεύσει με το όπλο σε συγκεκριμένο σημείο τότε αυτό το σημείο πρέπει να αντιστοιχηθεί σε μια περιοχή στο εικονικό περιβάλλον. Αν το σημείο όπου έχει στοχεύσει ουσιαστικά είναι σε κάποιο χαρακτήρα στην σκηνή τότε σημαίνει πως έχει κτυπήσει τον χαρακτήρα αυτό και έτσι αυτός πρέπει να αντιδράσει ανάλογα. Αν δεν κτυπήσει τον χαρακτήρα και απλά γυρίσει το όπλο προς την κατεύθυνσή του τότε αυτός πρέπει να σηκώσει τα χέρια προς τα πάνω.

4.3 Χρήση εργαλείου Autodesk 3ds Max 2011

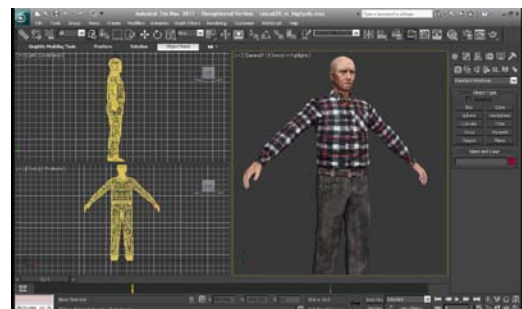
Το εργαλείο Autodesk 3ds Max 2011 χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή των μοντέλων και των animations που χρειάστηκαν στον προσομοιωτή. Η εξαγωγή τους γίνεται βάση συγκεκριμένης διαδικασίας έτσι ώστε τόσο τα μοντέλα όσο και τα animations να εμφανίζονται και να παίζουν ορθά στο πρόγραμμα.

Έχει γίνει εγκατάσταση στον υπολογιστή του προγράμματος 3ds Max 2011 και των plugins του. Έτσι μπορώ να ανοίγω μοντέλα, να φορτώνω σε αυτά animations, να κάνω export σε κατάλληλη μορφή αυτά τα δύο ξεχωριστά ή μαζί έτσι ώστε να παίζουν στο πρόγραμμα ορθά.

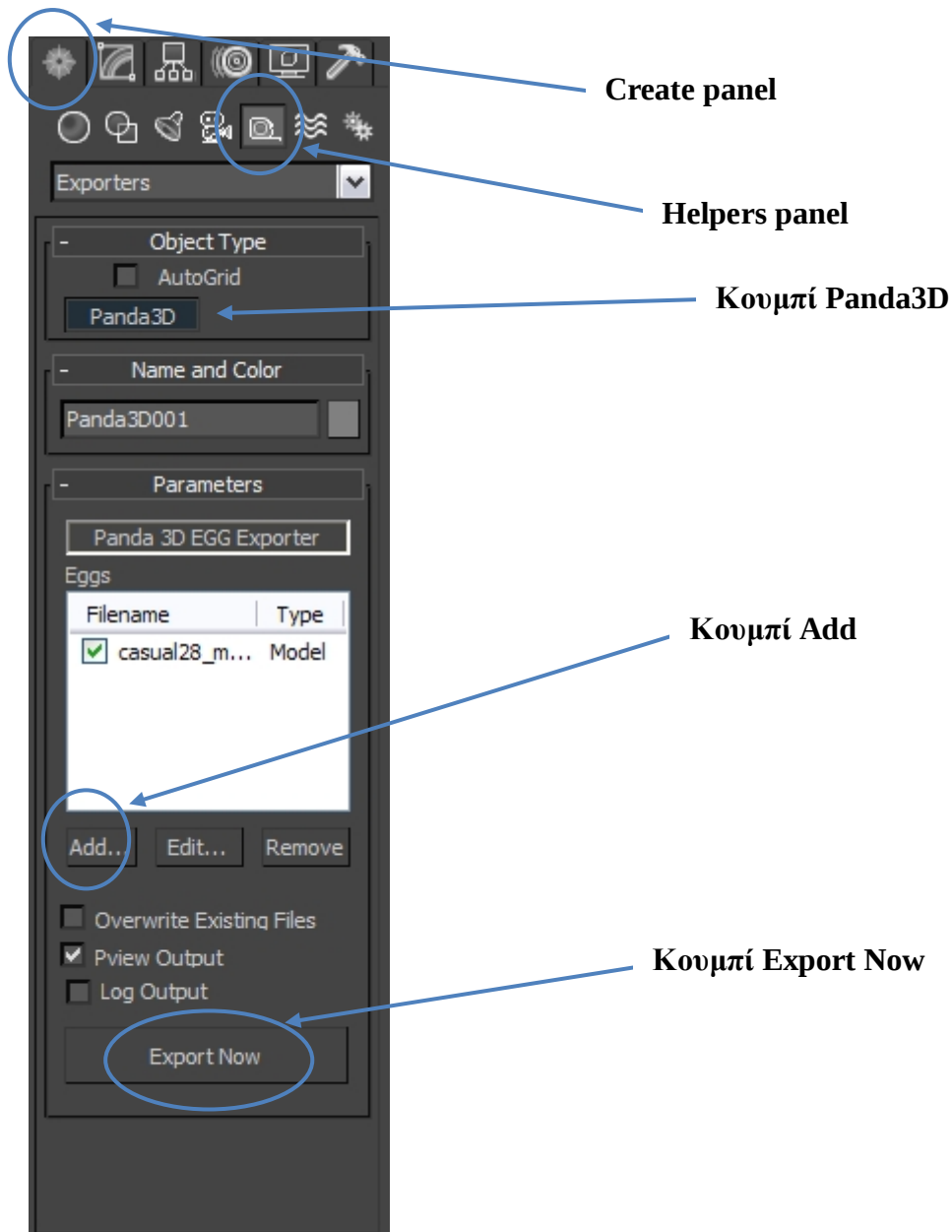
4.3.1 Εξαγωγή μοντέλου σε μορφή αποδεκτή από το Panda3D

Για να τα μετατρέψω τα μοντέλα από την μορφή .max, που είναι η μορφή των αρχείων που υποστηρίζει το 3ds Max στην μορφή .egg έτσι ώστε να γίνονται δεκτά από το Panda3D, ακολουθώ την πιο κάτω διαδικασία:

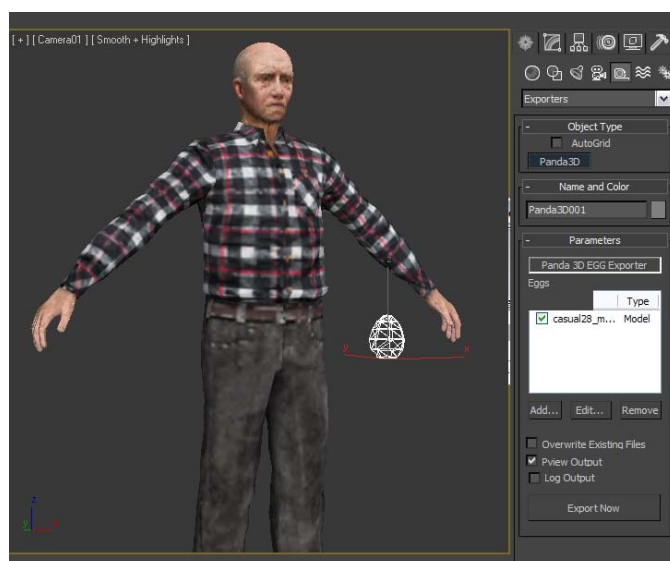
1. Ανοίγω το 3ds Max 2011
2. Ανοίγω το αρχείο .max που αντιστοιχεί στο μοντέλο που θέλω να κάνω export σε μορφή .egg (File → Open → file.max) (βλ. Σχήμα 4.1)
3. Επιλέγω το create panel → helpers panel → επιλέγω exporters (βλ. Σχήμα 4.2)
4. Επιλέγω το κουμπί Panda3D (βλ. Σχήμα 4.2) κάνοντας κλικ στην οθόνη στην περιοχή κοντά στο μοντέλο τοποθετώ ένα αυγό (βλ. Σχήμα 4.3)
5. Επιλέγω το κουμπί Add (βλ. Σχήμα 4.2)
6. Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγω: model → Browse στο πλαίσιο Filename για να επιλέξεις όνομα και τοποθεσία αποθήκευσης του . egg αρχείου. → export meshes →add → select all → select → ok (βλ. Σχήμα 4.4)
7. Export Now (βλ. Σχήμα 4.2)



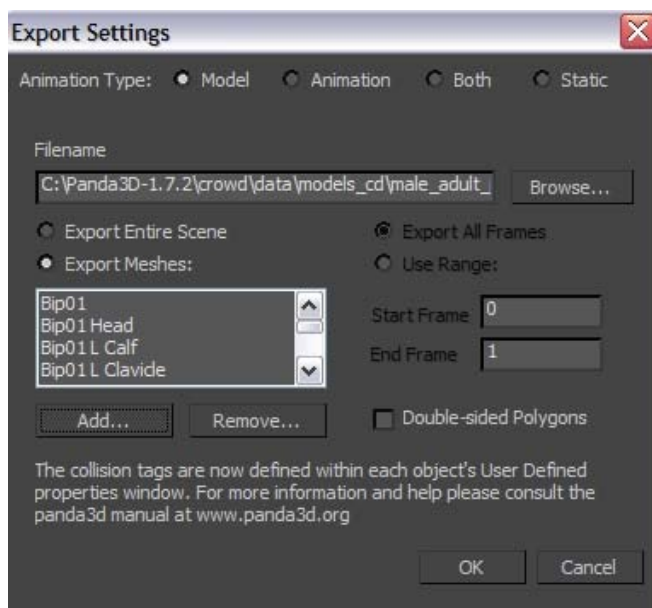
Σχήμα 4.1 : Παράθυρο στο 3ds Max 2011 αφού φορτώσουμε το μοντέλο



Σχήμα 4.2 : Παράθυρο στο 3ds Max 2011 για διαδικασία export



Σχήμα 4.3 : Κάνοντας κλικ σε αυτή την περιοχή εμφανίζεται ένα αυγό



Σχήμα 4.4 : Παράθυρο export setting

4.3.2 Φόρτωση animation στο μοντέλο

Για να μπορέσουμε στον προσομοιωτή να χρησιμοποιήσουμε animations στους χαρακτήρες τα οποία θα παίζουν σωστά, πρέπει πρώτα με το 3ds Max 2011 να φορτώσω στο μοντέλο το animation και στη συνέχεια αφού φορτωθεί να γίνει export με τρόπο παρόμοιο με την διαδικασία που εξηγήσαμε πιο πάνω πως κάνουμε export το μοντέλο.

Η διαδικασία η οποία χρειάζεται να ακολουθηθεί για να φορτώσουμε animations της μορφής .bip αρχείων σε ένα μοντέλο για να γίνει δεκτό από το Panda3D είναι η ακόλουθη:

1. Επιλέγω την οθόνη πρόσοψη, δηλαδή εκεί όπου το μοντέλο εμφανίζεται σε πρόσοψη
2. Εκεί επιλέγω το wireframe (βλ. Σχήμα 4.5)
3. Δεξί κλικ στο μοντέλο → freeze selection
4. Με mapped select επιλέγω όλο το μοντέλο
5. Δεξί κλικ στο μοντέλο → object properties → φεύγουμε την επιλογή Renderable
6. Δεξί κλικ στο μοντέλο → unfreeze all
7. Επιλέγω το Motion tab (motion panel) (βλ. Σχήμα 4.6)

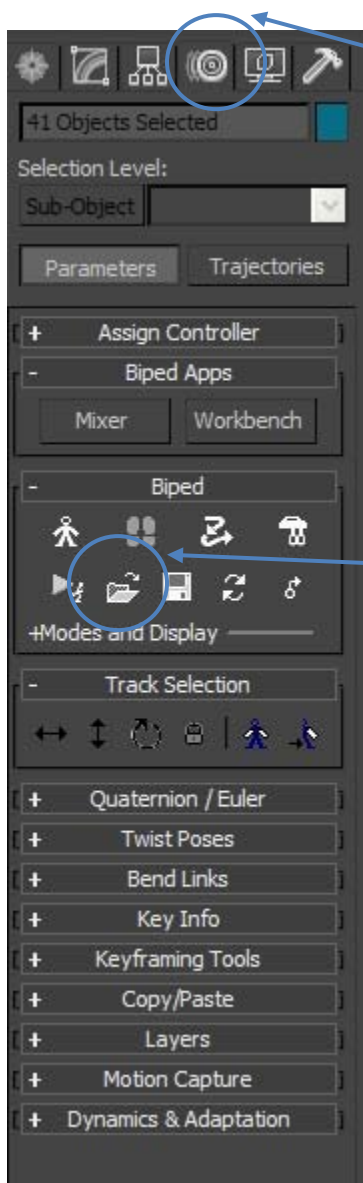
8. Κάνοντας zoom στο μοντέλο προς το κέντρο του επιλέγουμε το bone στο μοντέλο που έχει σχήμα διαμάντι, αυτό είναι το κεντρικό bone και έτσι επιλέγει όλο το μοντέλο
9. Αν έχει επιλεγεί σωστά μπορώ τώρα να επιλέξω το Load file(βλ. Σχήμα 4.6)
10. Από το παράθυρο επιλέγω το .bip αρχείο που θέλω να φορτωθεί στο μοντέλο → ok

Πλέον στο μοντέλο έχει φορτωθεί το animation (βλ. Σχήμα 4.7) και μπορούμε τώρα να κάνουμε export το animation είτε μόνο του είτε μαζί με τον μοντέλο. [1]



Wireframe

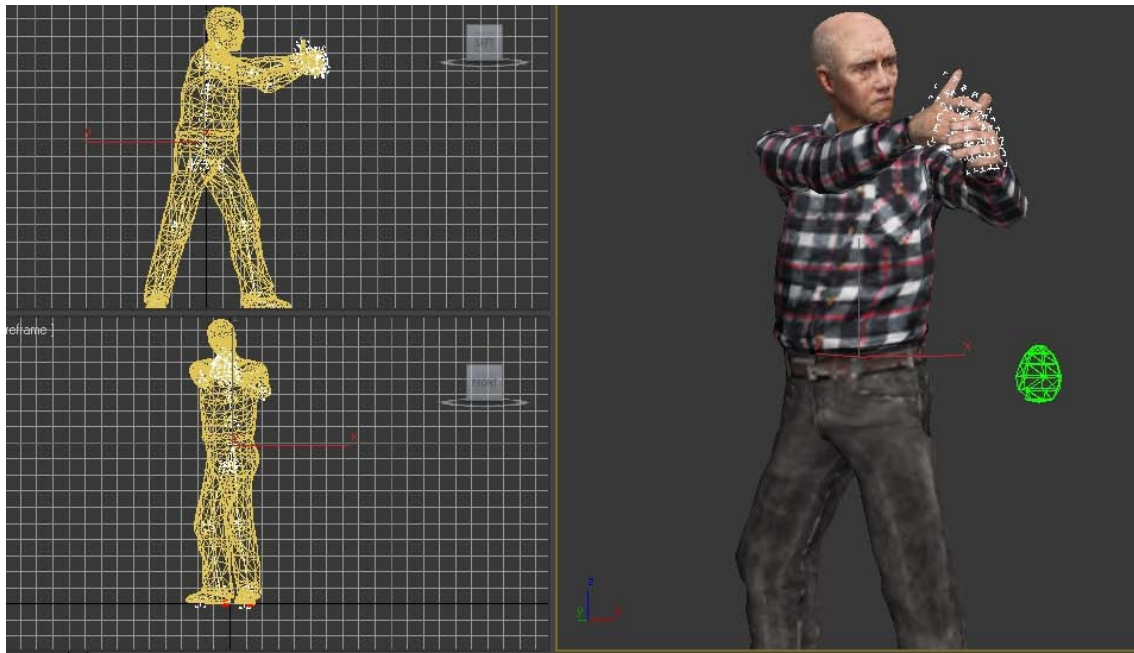
Σχήμα 4.5: Επιλέγω wireframe



Motion Tab

Load file

Σχήμα 4.6: Παράθυρο για διαδικασία load file .bip, για animation



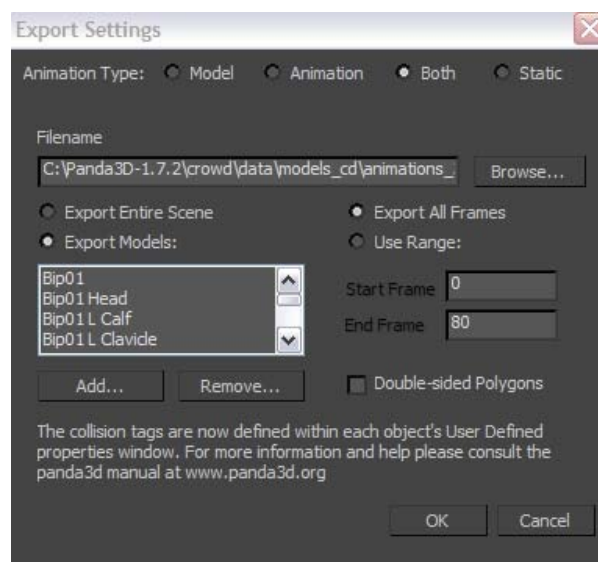
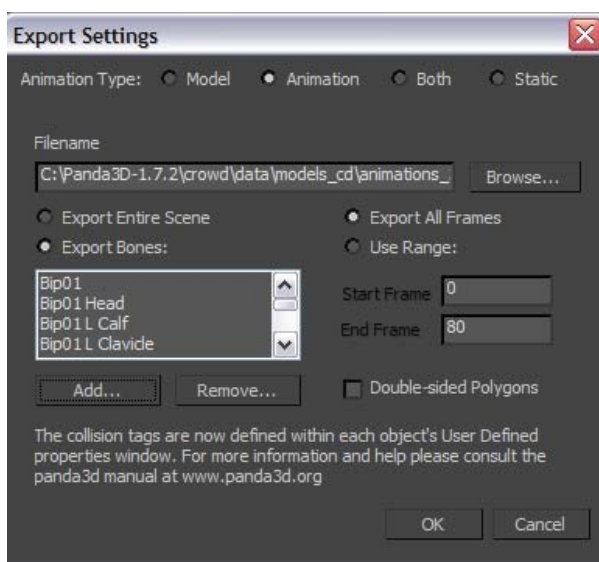
Σχήμα 4.7: Στο μοντέλο έχει φορτωθεί το animation

4.3.3 Εξαγωγή animation σε μορφή αποδεκτή από το Panda3d

Η διαδικασία εξαγωγής του animation σε αποδεκτή μορφή από το Panda3D ακολουθεί τα ίδια βήματα με την εξαγωγή του μοντέλου η μόνη διαφορά βρίσκεται στο παράθυρο export setting το οποίο εμφανίζεται μετά την επιλογή του κουμπιού Add (βλ. Σχήμα 4.2).

Διαδικασία στο παράθυρο export setting: (βλ. Σχήμα 4.8)

1. Επιλέγουμε είτε animation είτε both. Το πρώτο εν θέλουμε να εξάγουμε μόνο το animation και το δεύτερο αν θέλουμε να εξάγουμε το animation μαζί με το μοντέλο.
2. Filename → Browse, επιλέγουμε όνομα και τοποθεσία
3. export bones/models → add → select all → select
4. Export all frames εδώ δίνεται η δυνατότητα να εξάγουμε όλα τα frames του animation. Ενώ αν επιλέξουμε use range έχουμε την δυνατότητα να επιλέξουμε συγκεκριμένο εύρος frames που θέλουμε να εξάγουμε.
5. ok



Σχήμα 4.8: Αριστερά: export μόνο το animation, Δεξιά: export animation μαζί με το model

4.3.4 Επίλυση προβλημάτων κατά την εξαγωγή από .max σε .egg μορφή

Κατά την εξαγωγή ενός μοντέλου από την μορφή .max στην μορφή .egg παρατηρήθηκε το πρόβλημα ότι απουσίαζαν τα textures από το μοντέλο και έτσι το μοντέλο ήταν άσπρο. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος ακολουθούμε τα εξής βήματα. Βρίσκουμε το .tga αρχείο που αντιστοιχεί στο μοντέλο που υπάρχει το πρόβλημα και μετακινούμε αυτό το αρχείο στον φάκελο όπου έχουμε αποθηκεύσει το μοντέλο που έχουμε εξάγει δηλαδή το αρχείο με την .egg μορφή. Ανοίγουμε το αρχείο με την .egg μορφή, και αφαιρούμε τη διαδρομή από τα textures ώστε να αναζητούνται αυτά στον ίδιο κατάλογο με το αρχείο .egg, και όχι στην απόλυτη διαδρομή που αρχικά είχε και πιθανόν να είναι λανθασμένη όταν μετακινήσουμε τα αρχεία μας σε άλλο κατάλογο. (βλ. Σχήμα 4.9)

```
<CoordinateSystem> { Z-Up }

<Texture> Tex1 {
    "casual28_m_70.tga"
```

Σχήμα 4.9: Μετατροπή αρχείου

4.4 Εισαγωγή χαρακτήρων οι οποίοι παρέχουν νύξεις

Ένα σημαντικό κομμάτι στο οποίο επικεντρωθήκαμε κατά την παρούσα Διπλωματική Εργασία με σκοπό την επιτυχή ολοκλήρωσή του ήταν η δυνατότητα εισαγωγής στον εκπαιδευτικό προσομοιωτή χαρακτήρων οι οποίοι παρέχουν νύξεις συμπεριφορών. Κίνητρο αυτού ήταν καταρχάς το ότι αυτό το χαρακτηριστικό απουσιάζει από τους χαρακτήρες σε παρόμοια συστήματα δηλαδή σε εκπαιδευτικούς προσομοιωτές. Καθώς και το γεγονός ότι θέλαμε να διαπιστώσουμε αν μια τέτοια αλλαγή στους εκπαιδευτικούς προσομοιωτές θα μπορούσε να αλλάξει τα δεδομένα της σημερινής εκπαίδευσης με το να κάνει τον προσομοιωτή πιο προσιτό και ρεαλιστικό. Μια τέτοια αλλαγή στους εκπαιδευτικούς προσομοιωτές θα μπορούσε να βοηθήσει στην βελτίωση της εκπαίδευσης, να την έκανε πιο αποδοτική και ο εκπαιδευόμενος να είχε καλύτερα αποτελέσματα. [2], [7]

Όταν μιλάμε για χαρακτήρες που παρέχουν νύξεις όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο εννοούμε ουσιαστικά τους χαρακτήρες στους οποίους προστέθηκαν δύο κατηγορίες χαρακτηριστικών. Οι δύο κατηγορίες είναι:

- Συμπεριφορά πλήθους – Crowd behavior
- Ανταποκρινόμενοι Χαρακτήρες - Responsive characters

Για την υλοποίηση αυτών των κομματιών χρειάστηκε να συμπεριλάβουμε την βιβλιοθήκη PandaSteer. Αυτή η βιβλιοθήκη είναι μια επαναχρησιμοποιήσιμη εφαρμογή που υλοποιεί την συμπεριφορά αυτόνομων χαρακτήρων για μηχανές Panda3D. Χρησιμοποιείται αυτή η βιβλιοθήκη για να προσθέσουμε αυτόνομα χαρακτηριστικά και συμπεριφορές στους χαρακτήρες μας έτσι ώστε να φαίνονται πιο ρεαλιστικά τα σενάρια μας.

4.4.1 Υλοποίηση βάση της βιβλιοθήκης PandaSteer

Για να μπορέσει κανείς να προσθέσει στους χαρακτήρες αυτόνομα χαρακτηριστικά χρειάζεται καταρχάς να κατεβάσει από την επίσημη ιστοσελίδα του PandaSteer (<http://seanh.sdf.eu.org/pandasteer/>), την βιβλιοθήκη αυτή και έτσι να την κάνει install στον υπολογιστή του. [6], [9]

Από αυτή μπορεί να τρέξει το αρχείο PandaSteer.py και να δει σε demo της δυνατότητες που δίνει αυτή η βιβλιοθήκη όσον αφορά τις αυτόνομες συμπεριφορές που μπορούν να προστεθούν στους χαρακτήρες.

Για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε τις δυνατότητες που προσφέρει πρέπει να συμπεριλάβουμε την βιβλιοθήκη αυτή στο πρόγραμμά μας. Στην συνέχεια πρέπει να δημιουργήσουμε τους χαρακτήρες μας έτσι ώστε να κληρονομούν χαρακτηριστικά από τους δικούς της χαρακτήρες.

Συγκεκριμένα στην βιβλιοθήκη PandaSteer υπάρχει η κλάση Vehicle όπου υλοποιεί ουσιαστικά τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για ένα αυτόνομο χαρακτήρα. Ορίζει την θέση του χαρακτήρα, την δύναμη η οποία τον ωθεί προς την κίνηση, την ταχύτητα με την οποία κινείται. Ορίζει αν ο χαρακτήρας πρέπει να αποφεύγει τους άλλους χαρακτήρες ή γενικά άλλα αντικείμενα στη σκηνή έτσι ώστε να μην συγκρούονται μεταξύ τους. Επιπρόσθετα προσφέρεται η δυνατότητα κλήσης μιας πλειάδας συναρτήσεων που ορίζουν αυτόνομα χαρακτηριστικά στους χαρακτήρες. Για παράδειγμα κάποια από τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν και στους δικούς μας χαρακτήρες είναι:

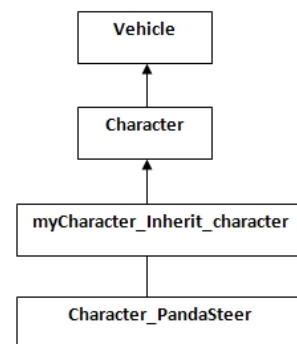
- Wander για περιπλάνηση
- Follow για ακολουθία μιας συγκεκριμένης διαδρομής
- Flee για φυγή από κάποια περιοχή
- Arrive για να φτάσει ο χαρακτήρας σε ένα συγκεκριμένο σημείο

Επιπρόσθετα μια άλλη κλάση της βιβλιοθήκης αυτής είναι η Character, αυτή ουσιαστικά ορίζει και χειρίζεται τον κεντρικό χαρακτήρα, στον οποίο θα προστεθούν οι συμπεριφορές που προσφέρονται από την προηγούμενη κλάση. Η κλάση Character κληρονομεί από την κλάση Vehicle (βλ. Σχήμα 4.10). Σε αυτή την κλάση ορίζεται ο χαρακτήρας, η θέση, η κατεύθυνσή του, το μέγεθός του, το μοντέλο και τα animations που του αντιστοιχούν. Επιπλέον ορίζεται η συνάρτηση που χειρίζεται τον βηματισμό του χαρακτήρα βάση της ταχύτητας που έχει οποιαδήποτε στιγμή στο πρόγραμμα. Συγκεκριμένα αν θα παραμένει ακίνητος, αν θα περπατάει ή αν αυξηθεί η ταχύτητά του που σημαίνει πως πρέπει να αρχίσει να τρέχει.

Αυτό που χρειάζεται να γίνει εκ μέρους μας, έτσι ώστε να μπορέσουμε να ορίσουμε στους δικούς μας χαρακτήρες αυτές τις δυνατότητες που προσφέρει η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη είναι να ορίσουμε κλάσεις οι οποίες θα ορίζουν τον χαρακτήρα μας και θα κληρονομούν από την κλάση `Character` της βιβλιοθήκης. Συγκεκριμένα αυτό που έχει γίνει είναι η δημιουργία της κλάσης `Character_PandaSteer` (βλ. Σχήμα 4.10), αυτή η κλάση ορίζει τον δικό μας χαρακτήρα. Σε αυτή δίνουμε ως παραμέτρους στην συνάρτηση αρχικοποίησης το μοντέλο που αντιστοιχεί στον χαρακτήρα, τα `animations` που θέλουμε να του προστεθούν, και αυτή με την σειρά της δίνει αυτά τα δεδομένα στην συνάρτηση αρχικοποίησης της κλάσης `myCharacter_Inherit_character` η οποία της επιστρέφει τον χαρακτήρα πίσω για να τον χειρίζεται.

Η κλάση `myCharacter_Inherit_character` είναι η κλάση η οποία κληρονομεί από την κλάση `Character` της βιβλιοθήκης `PandaSteer` (βλ. Σχήμα 4.10), και είναι υπεύθυνη να δώσει στην `Character` το μοντέλο, τα `animations`, τη θέση του χαρακτήρα, της μεταβλητές που αντιστοιχούν στο αν πρέπει να αποφεύγει τα εμπόδια ή τους άλλους χαρακτήρες στην σκηνή. Επίσης αυτή η κλάση κάνει `overwrite` κάποιες από της συναρτήσεις των κλάσεων που κληρονομεί, στις περιπτώσεις όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο έτσι ώστε να ορίζονται και να λαμβάνονται υπόψη κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των δικών μας χαρακτήρων, που διαφέρουν από τα χαρακτηριστικά των χαρακτήρων που χρησιμοποιούσε η βιβλιοθήκη αυτή. Συγκεκριμένα για παράδειγμα ένα πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε ήταν το ότι σε κάποιες από τις συναρτήσεις οι ταχύτητα των χαρακτήρων οριζόταν με σταθερή τιμή πράγμα που αυτό είχε πρόβλημα με τους δικούς μας χαρακτήρες γιατί οι χαρακτήρες μας είναι διαφορετικοί και η ταχύτητα αυτή δεν τους αντιστοιχεί. Έτσι εμείς για την ταχύτητα αυτή στην `overwrite` συνάρτηση δεν την δίνουμε ως σταθερή τιμή αλλά την παίρνουμε με την κλήση μιας συνάρτησης που μας επιστρέφει την ταχύτητα του συγκεκριμένου χαρακτήρα, βάση συγκεκριμένων υπολογισμών που θα εξηγηθούν περαιτέρω στην συνέχεια.

Σχήμα 4.10: Δομή κλάσεων στο πρόγραμμα.



4.4.2 Υλοποίηση Συμπεριφοράς πλήθους – Crowd behavior

Έτσι λοιπόν αφού καταφέραμε να ορίσουμε τον χαρακτήρα που θα μπορεί να χρησιμοποιεί τις δυνατότητες που προσφέρει αυτή την βιβλιοθήκη, στη συνέχεια υλοποιήσαμε τις όσα ήταν απαραίτητα για να προσθέσουμε συμπεριφορά πλήθους στο πλήθος του εικονικού περιβάλλοντος.

Σε αυτό το κομμάτι επίκεντρο ήταν η προσπάθεια έτσι ώστε να ορίζουμε χαρακτηριστικά και ιδιαιτερότητες στους χαρακτήρες που αντιστοιχούν σε συμπεριφορές πραγματικού πλήθους. Η κίνησή τους πρέπει να είναι ομαλή, οι χαρακτήρες να περιπλανούνται στο χώρο ή να ακολουθούν μια συγκεκριμένη διαδρομή όπως έναν πραγματικό άνθρωπο χωρίς αυτό να μοιάζει στατικό και ρομποτικό.

Επιτεύχθηκε η δυνατότητα να προσθέτουμε συμπεριφορές στους χαρακτήρες όπως είναι η περιπλάνηση στο χώρο, η ακολούθια μιας συγκεκριμένης διαδρομής και η προσπάθεια να φτάσει ο χαρακτήρας σε ένα συγκεκριμένο σημείο που του επιδεικνύεται.

4.4.2.1 Περιπλάνηση στο χώρο (Wander Behavior)

Έχει δημιουργηθεί η κλάση Wander όπου με αυτή μας δίνεται η δυνατότητα με χρήση των συναρτήσεων που προσφέρει να δημιουργούμε χαρακτήρες ή ομάδες χαρακτήρων διαφορετικών ή ίδιων μοντέλων στους οποίους θα προστίθεται η συμπεριφορά wander. Δηλαδή αυτοί οι χαρακτήρες στην σκηνή θα περιπλανώνται στο χώρο όπως έναν πραγματικό άνθρωπο, με ομαλή κίνηση, να αποφεύγει τα εμπόδια και την σύγκρουση με άλλους ανθρώπους.

Καταρχάς καλούμε τις απαραίτητες συναρτήσεις για την δημιουργία του χαρακτήρα βάση των κλάσεων που αναφέρθηκαν πιο πάνω, δηλαδή καλούμε την συνάρτηση αρχικοποίησης της κλάσης Character_PandaSteer που στη συνέχεια με την σειρά της θα καλέσει την myCharacter_Inherit_character, και αυτή θα κληρονομήσει από την Character και άρα και από την Vehicle, επειδή η Character κληρονομεί από την Vehicle. Στη συνέχεια στον χαρακτήρα που επιστρέφεται υπολογίζεται η ταχύτητα που

πρέπει να έχει έτσι ώστε η κίνηση του να είναι ορθή, να φαίνεται ομαλή και ρεαλιστική. Ο τρόπος υπολογισμού της ταχύτητάς του θα επεξηγηθεί στην συνέχεια. Ακόμα δίνεται στον χαρακτήρα ή συμπεριφορά wander της βιβλιοθήκης. Χρειάζεται να ορίσουμε την ακτίνα στην οποία ο χαρακτήρας δικαιούται να κινείται στην σκηνή. Δηλαδή ορίζεται ουσιαστικά ένας κύκλος μέσα στα όρια του οποίου δικαιούται να κινείται ο αυτόνομος χαρακτήρας.

Η συμπεριφορά wander καθορίζεται με την συνάρτηση `_steerForWander` της βιβλιοθήκης η οποία υλοποιείται βάση της ταχύτητας του χαρακτήρα, της κατεύθυνσης που έχει τη δεδομένη στιγμή και της κατεύθυνσης στην οποία θα κινηθεί.

4.4.2.2 Ακολουθία συγκεκριμένης διαδρομής (Path Following)

Έχει δημιουργηθεί η κλάση `Path_Following` παρόμοια με την `Wander` μας δίνεται η δυνατότητα να δημιουργούμε χαρακτήρες ή ομάδες χαρακτήρων διαφορετικών ή ίδιων μοντέλων στους οποίους θα προστίθεται η συμπεριφορά path following. Δηλαδή αυτοί οι χαρακτήρες στην σκηνή θα ακολουθούν μια συγκεκριμένη διαδρομή στο χώρο όπως έναν πραγματικό άνθρωπο, με ομαλή κίνηση, να αποφεύγει τα εμπόδια και την σύγκρουση με άλλους ανθρώπους. Η διαφορά με κάποιο απλό χαρακτήρα που θα του δινόταν η εντολή ακολουθίας της ίδιας διαδρομής είναι ότι ο απλός χαρακτήρας θα πήγαινε επανειλημμένα πάνω κάτω στην διαδρομή. Αυτό δεν μοιάζει καθόλου φυσικό και με κάτι που θα έκανε ένα πραγματικός άνθρωπος. Σε αντίθεση ο δικός μας χαρακτήρας δεν πηγαίνει πάνω κάτω στη διαδρομή αλλά περπατάει στην περιοχή γύρω από αυτή τη διαδρομή και για να την επαναλάβει πρώτα περνάει και από άλλα σημεία κάτι που φαίνεται πιο ρεαλιστικό.

Αφού δημιουργηθεί ο χαρακτήρας με κλήση της συνάρτησης αρχικοποίησης της κλάσης `Character_PandaSteer`, και όλων όσων ακολουθούν όπως επεξηγήθηκαν και στην προηγούμενη κλάση που μελετήθηκε (`Wander`) υπολογίζεται η ταχύτητα που πρέπει να έχει έτσι ώστε η κίνηση του να είναι ορθή, να φαίνεται ομαλή και ρεαλιστική. Ο τρόπος υπολογισμού της ταχύτητάς του θα επεξηγηθεί στην συνέχεια. Ακόμα δίνεται στον χαρακτήρα ή συμπεριφορά path following της βιβλιοθήκης. Χρειάζεται να

ορίσουμε την διαδρομή την οποία θα ακολουθήσει, κάθε χαρακτήρας στη σκηνή μπορεί να έχει διαφορετική διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει.

Η συμπεριφορά path following καθορίζεται με την συνάρτηση `_steerForFollowPath` της βιβλιοθήκης η οποία υλοποιείται βάση της θέσης που βρίσκεται ο χαρακτήρας τη δεδομένη στιγμή, της επόμενης θέσης που πρέπει να φτάσει με βάση την διαδρομή και εκτελώντας και άλλες ενέργειες όπως η προσπάθεια να φτάσει σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή η αναζήτηση κάποιου σημείου.

4.4.2.3 Προσπάθεια να φτάσει σε ένα συγκεκριμένο σημείο στο χώρο (Arrive)

Έχει δημιουργηθεί η κλάση `Arrival` παρόμοια με τις δύο άλλες `Wander` και `Path_Following` μας δίνεται η δυνατότητα να δημιουργούμε χαρακτήρες διαφορετικών μοντέλων στους οποίους θα προστίθεται η συμπεριφορά `arrive`. Δηλαδή αυτοί οι χαρακτήρες στην σκηνή θα προσπαθούν να φτάσουν σε ένα συγκεκριμένο σημείο στο χώρο όπως έναν πραγματικό άνθρωπο, με ομαλή κίνηση, να αποφεύγει τα εμπόδια και την σύγκρουση με άλλους ανθρώπους, και μόλις φτάσει σε αυτό το σημείο να σταματήσει την πορεία του. Ο χαρακτήρας με έξυπνο τρόπο προσπαθεί να φτάσει στον τελικό του στόχο και να ολοκληρώσει την πορεία του.

Αφού δημιουργηθεί ο χαρακτήρας με κλήση της συνάρτησης αρχικοποίησης της κλάσης `Character_PandaSteer`, και όλων όσων ακολουθούν όπως επεξηγήθηκαν και στις προηγούμενες κλάσεις που μελετήθηκαν υπολογίζεται η ταχύτητα που πρέπει να έχει έτσι ώστε η κίνηση του να είναι ορθή, να φαίνεται ομαλή και ρεαλιστική. Ο τρόπος υπολογισμού της ταχύτητάς του θα επεξηγηθεί στην συνέχεια. Ακόμα δίνεται στον χαρακτήρα ή συμπεριφορά `arrive` της βιβλιοθήκης. Χρειάζεται να καθορίσουμε το σημείο που ορίζεται ως ο τελικός του στόχος, κάθε χαρακτήρας στη σκηνή μπορεί να έχει διαφορετικό σημείο τερματισμού της πορείας του.

Η συμπεριφορά `arrive` καθορίζεται με την συνάρτηση `_steerForArrive` της βιβλιοθήκης η οποία υλοποιείται βάση της θέσης που βρίσκεται ο χαρακτήρας τη δεδομένη στιγμή, του σημείου που ορίζεται ως ο στόχος του και της απόστασης μεταξύ αυτών των δύο. Σε σχέση με την απόσταση αυτή υπολογίζεται και η ταχύτητα η οποία πρέπει να έχει το

χαρακτήρας. Λόγω του ότι αν δεν έχει φτάσει στον στόχο του πρέπει να συνεχίσει με την ίδια ταχύτητα καθώς πλησιάζει πρέπει να ελαττώνει ταχύτητα και μόλις φτάσει να σταματήσει εντελώς.

4.4.3 Ανταποκρινόμενοι Χαρακτήρες - Responsive characters

Σε αυτό το κομμάτι επίκεντρο ήταν η προσπάθεια να προστεθούν στους χαρακτήρες που αντιστοιχούν στο πλήθος του εικονικού περιβάλλοντος του προσομοιωτή, χαρακτηριστικά που δείχνουν ότι ανταποκρίνονται σε διάφορες ενέργειες και καταστάσεις στη σκηνή, δηλαδή κάτι που θα έκανε και ένα πραγματικό πλήθος στην καθημερινότητα. Επιπλέον να μπορούν να αλληλεπιδρούν, να ανταποκρίνονται και να αντιλαμβάνονται την παρουσία του αστυνομικού στην σκηνή.

Συγκεκριμένα το πλήθος καθώς κινείται δίπλα του ο αστυνομικός θα γυρίσει το κεφάλι να κοιτάξει τον αστυνομικό, μια αντίδραση που είναι φυσιολογική και συνήθως παρατηρείται στην πραγματικότητα. Ακόμα ένα χαρακτηριστικό είναι ότι αν ο ύποπτος πυροβολήσει τότε το πλήθος πρέπει να αντιδράσει, κάτι που θα έκανε ο οποιοσδήποτε στον πραγματικό κόσμο. Αυτό που έχει υλοποιηθεί είναι σε τέτοια περίπτωση το πλήθος να τρέξει προς φυγή μακριά από τον ύποπτο. Επίσης ένα χαρακτηριστικό που παρατηρείται είναι αν ο αστυνομικός γυρίσει το πιστόλι πάνω σε κάποιο αθώο από το πλήθος τότε αυτοί συνήθως σηκώνουν τα χέρια πάνω για να παραδοθούν ενώ αν γύριζε το πιστόλι προς το μέρος του υπόπτου τότε αυτός μάλλον δεν θα σήκωνε τα χέρια ψηλά. Αυτά έχουν προστεθεί και στους δικούς μας χαρακτήρες. Επιπρόσθετα κάτι που έχει υλοποιηθεί είναι η δυνατότητα του αστυνομικού να σταματάει οποιοδήποτε χαρακτήρα από το πλήθος της σκηνής, με σκοπό να συζητήσει μαζί του και να δει αν αυτός είναι ο ύποπτος. Επιπλέον, υπάρχουν χαρακτήρες στη σκηνή που έχουν στόχο να σταματήσουν όλοι στην ίδια περιοχή και μετά να γυρίσει ο ένας να κοιτάξει τον άλλο και να συζητούν κάτι που παρατηρείται στην πραγματικότητα από τους ανθρώπους.

4.4.3.1 Υλοποίηση χαρακτήρων που γυρνούν το κεφάλι

Οποιαδήποτε στιγμή στον εκπαιδευτικό προσομοιωτή γίνεται έλεγχος αν ο αστυνομικός πλησίασε σε μια κοντινή απόσταση από οποιοδήποτε χαρακτήρα. Στην περίπτωση όπου αυτό ισχύει τότε ο χαρακτήρας πρέπει να γυρίσει το κεφάλι είτε δεξιά είτε αριστερά ανάλογα με τη θέση του αστυνομικού ως προς αυτόν. Συγκεκριμένα αυτό που γίνεται είναι να υπολογίζουμε το εξωτερικό γινόμενο σε σχέση με το χαρακτήρα και με τον αστυνομικό. Εάν το εξωτερικό γινόμενο είναι αρνητικό τότε αυτό σημαίνει πως ο αστυνομικός βρίσκεται προς τα δεξιά του χαρακτήρα ενώ αν το εξωτερικό γινόμενο είναι θετικό τότε σημαίνει πως ο αστυνομικός βρίσκεται στα αριστερά του χαρακτήρα. Στην περίπτωση όπου ο αστυνομικός είναι στα δεξιά επιλέγεται το εύρος των frames του animation με όνομα look around όπου ο χαρακτήρας γυρνάει το κεφάλι προς τα δεξιά και στην περίπτωση όπου ο αστυνομικός βρίσκεται στα αριστερά του χαρακτήρα επιλέγεται το αντίστοιχο εύρος frames του animation. Αφού εξακριβωθούν τα frames που πρέπει να παίζουμε το animation, καλούμε την κατάλληλη συνάρτηση που παίζει το animation με βάση ένα εύρος τιμών όσων αφορά τα frames.

4.4.3.2 Προσπάθεια φυγής από το χώρο (Flee)

Στην περίπτωση όπου ο ύποπτος πυροβολήσει τότε θα περίμενε κανείς το πλήθος να αντιδράσει σε αυτό. Πράγματι αν ο ύποπτος πυροβολήσει τότε το πλήθος αρχίζει να τρέχει προς φυγή από την περιοχή του υπόπτου. Συγκεκριμένα σε περίπτωση που πυροβολήσει κάθε χαρακτήρας στην σκηνή μεταβάλλει την συμπεριφορά που έχει προηγουμένως σε συμπεριφορά διαφυγής. Δηλαδή οι χαρακτήρες αρχικά όπως είπαμε και πιο πάνω έχουν συμπεριφορές όπως περιπλάνηση στο χώρο (wander), ακολουθίας μιας συγκεκριμένης διαδρομής (path following), ή προσπάθεια να φτάσει σε ένα συγκεκριμένο σημείο (arrive), αυτές θα τις μεταβάλλουμε σε συμπεριφορά φυγής δηλαδή flee. Αυτή η συμπεριφορά είναι ακόμη μια συμπεριφορά η οποία προσφέρεται από την βιβλιοθήκη PandaSteer.

Για να μπορέσουμε να αλλάξουμε την συμπεριφορά του χαρακτήρα δίνεται στον χαρακτήρα ή συμπεριφορά flee. Χρειάζεται να καθορίσουμε τη θέση που βρίσκεται ο ύποπτος έτσι ώστε να ξέρουν πως αυτό είναι το σημείο από το οποίο προσπαθούν να

ξεφύγουν. Ακόμα χρειάζεται να δοθεί μια νέα ταχύτητα μεγαλύτερη από την προηγούμενη κατάλληλη για να αλλάξει τον βηματισμό του χαρακτήρα από περπάτημα σε τρέξιμο.

Η συμπεριφορά flee καθορίζεται με την συνάρτηση `_steerForFlee` της βιβλιοθήκης `PandaSteer` η οποία υλοποιείται βάση της θέσης που βρίσκεται ο χαρακτήρας τη δεδομένη στιγμή και του σημείου που πρέπει να αποφύγει ο χαρακτήρας. Αυτό που γίνεται είναι να αλλάξει η κατεύθυνση του χαρακτήρα με βάση το σημείο που πρέπει να αποφύγει.

4.4.3.3 Οι χαρακτήρες σηκώνουν τα χέρια ψηλά

Σε μια πραγματική σκηνή αν ο αστυνομικός έστρεφε το πιστόλι πάνω σε κάποιο αθώο από το πλήθος τότε αυτός θα σήκωνε τα χέρια ψηλά. Ενώ αν είναι ο ύποπτος αυτό δεν γίνεται. Με βάση το collision detection που γίνεται μεταξύ των χαρακτήρων που βρίσκονται στην σκηνή και της ακτίνας που αντιστοιχεί στο mouse, υπολογίζεται αν η ακτίνα αυτή κτύπησε κάποιο από τους χαρακτήρες. Η διαδικασία αυτή όσον αφορά το collision detection θα επεξηγηθεί αναλυτικότερα στη συνέχεια. Σε περίπτωση που η ακτίνα κτύπησε κάποιο από τους χαρακτήρες στην σκηνή τότε εξακριβώνουμε ποιος είναι και στη συνέχεια ελέγχουμε αν αυτός είναι ο ύποπτος ή όχι. Αν δεν είναι ο ύποπτος τότε αυτό που πρέπει να γίνει είναι ο χαρακτήρας να σταματήσει τις προηγούμενες του κινήσεις ή ενέργειες, να παραμείνει ακίνητος και στη συνέχεια να αλλάξει το animation που παίζει σε αυτό που σηκώνει τα χέρια πάνω για να δείξει την θέληση παράδοσης. Εάν ο εκπαιδευόμενος απομακρύνει το πιστόλι από πάνω του τότε ο χαρακτήρας επανέρχεται στην προηγούμενή του ενέργεια και συνεχίζει κανονικά την πορεία του.

4.4.3.4 Δυνατότητα αστυνομικού να σταματά χαρακτήρα από το πλήθος

Ένα ακόμα κομμάτι που προσφέρει αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου με το πλήθος είναι η δυνατότητα που έχει ο εκπαιδευόμενος να σταματήσει οποιοδήποτε χαρακτήρα από το πλήθος ακόμα και τον ύποπτο με σκοπό να διαδράσει μαζί του.

Συγκεκριμένα αυτό που υλοποιήθηκε είναι αν ο εκπαιδευόμενος βρίσκεται σε μια κοντινή απόσταση από κάποιο χαρακτήρα τότε ο χαρακτήρας αυτός πρέπει να σταματήσει αν του ζητηθεί από τον εκπαιδευόμενο. Στην κατάσταση χειρισμού από το πληκτρολόγιο ο εκπαιδευόμενος πρέπει να πατήσει ένα συγκεκριμένο κουμπί για να ζητήσει από τον χαρακτήρα να σταματήσει. Στην κατάσταση χειρισμού με βάση το Motion Tracking πρέπει να στρέψει το όπλο προς τα πάνω. Ο χαρακτήρας σταματάει στην θέση στην οποία βρίσκεται, σταματά οποιαδήποτε άλλη ενέργεια έκανε και σταθεροποιείται, αλλάζει η ταχύτητά του και η συμπεριφορά του, προσπαθεί να γυρίσει προς την κατεύθυνση του εκπαιδευόμενου και να τον κοιτάξει. Στην συνέχεια όταν ο εκπαιδευόμενος απομακρυνθεί από αυτόν τότε ο χαρακτήρας επιστρέφει στην προηγούμενή του κατάσταση και ενέργεια και συνεχίζει κανονικά την πορεία του όπως και πριν αλλάζοντας και πάλι ταχύτητα.

4.4.3.5 Χαρακτήρες που σταματούν σε μια περιοχή για συζήτηση

Σε τρεις χαρακτήρες στην σκηνή έχει δοθεί η εντολή να έχουν στόχο να φτάσουν ο καθένας σε ένα σημείο τα σημεία αυτά βρίσκονται κοντά το ένα με το άλλο έτσι ώστε οι χαρακτήρες να σταματήσουν σε μια περιοχή. Αυτή η εντολή με βάση ένα στόχο καθορίζεται με την συμπεριφορά arrive η οποία αναλύθηκε προηγουμένως. Μόλις ο χαρακτήρας φτάσει στο στόχο του πρέπει να σταματήσει την προηγούμενη πορεία του και ενέργειά του, να αλλάξει ταχύτητα, να παραμείνει ακίνητος και να ενημερώσει ότι έχει φτάσει στον στόχο του. Αν και κάποιος άλλος έχει σταματήσει πρέπει να αλλάξει την κατεύθυνσή του προς την κατεύθυνση που είναι αυτός έτσι ώστε να τον κοιτάξει και έτσι να δοθεί η εντύπωση ότι αντιλαμβάνεται ο ένας την παρουσία του άλλου.

4.5 Υπολογισμός ταχύτητας χαρακτήρων

Ο υπολογισμός της απαραίτητης ταχύτητας που χρειάζεται να έχει ο κάθε χαρακτήρας είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στην υλοποίηση έτσι ώστε η κίνηση των χαρακτήρων να φαίνεται ομαλή και όσο πιο κοντά στην πραγματικότητα γίνεται. Αν η ταχύτητα δεν υπολογιστεί σωστά τότε οι χαρακτήρες είτε θα κινούνται πολύ πιο γρήγορα ή πολύ πιο αργά σε σύγκριση με την κανονική κίνηση που πρέπει να έχουν. Είτε θα φαίνεται πως γλιστράνε στο πάτωμα είτε ότι πετάνε πάνω σε αυτό, πράγματα

που δεν μοιάζουν φυσιολογικά. Ο χαρακτήρας πρέπει να φαίνεται ότι πατάει καλά στη γη και ότι ολοκληρώνει όλη την κίνηση που χρειάζεται για ένα βηματισμό.

Ο υπολογισμός της ταχύτητας στους χαρακτήρες υλοποιήθηκε με δύο διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τον τύπο του χαρακτήρα μας. Ο πρώτος τύπος χαρακτήρων είναι οι χαρακτήρες που ακολουθούν μια διαδρομή στατικά και ρομποτικά, δηλαδή οι χαρακτήρες που δεν έχουν αυτόνομα χαρακτηριστικά και συμπεριφορές από πραγματικό πλήθος ούτε ανταποκρίνονται στον εκπαιδευόμενο. Είναι οι χαρακτήρες που δεν κληρονομούν χαρακτηριστικά από την βιβλιοθήκη PandaSteer. Αυτοί οι χαρακτήρες χρησιμοποιήθηκαν σε αρχικά στάδια της εργασίας σε στατικά σενάρια που αναπτύχθηκαν. Ο δεύτερος τύπος χαρακτήρων είναι οι χαρακτήρες που κληρονομούν χαρακτηριστικά από την βιβλιοθήκη PandaSteer. Χαρακτήρες ανταποκρινόμενοι, με αυτόνομα χαρακτηριστικά και συμπεριφορές πραγματικού πλήθους.

Η διαφορά μεταξύ τους κατά τον υπολογισμό της ταχύτητας οφείλεται στο γεγονός ότι στον πρώτο τύπο γνωρίζαμε το αρχικό και τελικό σημείο της διαδρομής, που η απόσταση μεταξύ του ήταν μεγάλη και δινόταν και ως παράμετρος και ο χρόνος που θέλαμε να γίνει αυτή η διαδρομή. Στον δεύτερο τύπο η διαφορά είναι ότι γνωρίζουμε την θέση που βρίσκεται τώρα ο χαρακτήρας και την επόμενη θέση που θα βρεθεί η οποία διαφέρει ελάχιστα μεταξύ της προηγούμενης θέσης και υπολογίζεται σε κάθε κύκλο. Εδώ μάλιστα δεν δίνουμε χρόνο για να καλυφθεί αυτή η απόσταση επειδή αυτός είναι απειροελάχιστος καθώς μιλάμε για ελάχιστη διαφορά μεταξύ των θέσεων.

Έτσι λοιπόν για τον υπολογισμό της ταχύτητας για τον πρώτο τύπο πρώτα βρίσκουμε την απόσταση μεταξύ των σημείων, μετά παίρνουμε το μέγεθος του βήματος του χαρακτήρα, διαιρούμε το μέγεθος αυτό με τον αριθμό των frames του animation και έτσι υπολογίζουμε την απόσταση που καλύπτεται ανά frame. Διαιρώ την απόσταση με την απόσταση που καλύπτεται ανά frame και έτσι βρίσκω τον αριθμό των frames που χρειάζονται για να καλυφθεί η απόσταση. Διαιρούμε μετά αυτό το αποτέλεσμα με τον χρόνο και μετά και πάλι με τον αριθμό των frames, έτσι ώστε να δοθεί η ταχύτητα για κάθε ένα frame. Και έτσι έχει υπολογιστεί η ταχύτητα.

Για τον υπολογισμό της ταχύτητας του δεύτερου τύπου καταρχάς υπολογίζουμε την απόσταση μεταξύ των σημείων που δίνονται. Διαιρώ το μέγεθος του βήματος με τον αριθμό των frames του animation και έτσι παίρνω την απόσταση που καλύπτεται ανά frame. Διαιρώ την απόσταση με την απόσταση που καλύπτεται ανά frame και βρίσκω τον αριθμό των frames. Μετά διαιρώ αυτό το αποτέλεσμα με τον αριθμό των frames και αυτό μου δίνει την ταχύτητα.

4.6 Διαχείριση των animations

Απαραίτητη ήταν η δημιουργία μιας κλάσης όπου θα διαχειριζόταν ότι αφορά τα animations. Σε αυτή υπάρχουν συναρτήσεις που δίνουν την δυνατότητα να παίζουμε διάφορα animations με συγκεκριμένη σειρά και η εναλλαγή μεταξύ αυτών να γίνεται ομαλά για ένα πιο ορθό αποτέλεσμα. Ακόμα δίνει την δυνατότητα να παίζουμε περισσότερα από ένα animations μαζί, και να φαίνεται ορθό και ρεαλιστικό χωρίς προβλήματα. Επίσης δίνει την δυνατότητα διαχείρισης και σε ότι άλλο αφορά τα animations, όπως να δίνει τον αριθμό των frames αυτού και να επιστρέφει αντικείμενο απαραίτητα για τον έλεγχο του animation. [8], [5]

Αυτές οι συναρτήσεις για τον έλεγχο των animations ήταν απαραίτητες και χρειάστηκαν σε πάρα πολλές περιπτώσεις κατά την διάρκεια όλου του προγράμματος. Όπως για παράδειγμα για την κίνηση των χαρακτήρων στη σκηνή έτσι ώστε και να περπατούν και να κοιτάζω γύρω τους ή να γυρνούν το κεφάλι. Ακόμα για την εναλλαγή μεταξύ των animations από περπάτημα για παράδειγμα να παίζει κάποιο άλλο animation, όπως να μιλήσει, να παλέψει, να πυροβολήσει, να τρέξει και μετά και πάλι να επιστρέψει στην κατάσταση όπου ήταν πριν.

Η συνάρτηση η οποία μπο ρί να παίζει τα animations με μια σειρά είναι η `playAnimation_in_Sequence(self, actor, loop, animations)` η οποία παίρνει animations και τα παίζει σε μια συγκεκριμένη σειρά για κάποιον actor. Η `playAnimation_in_Sequence` παίρνει ως παραμέτρους τον actor στον οποίο θα βάλουμε animations, το loop που λέει αν αυτό το animation θα παίζει με επανάληψη ή όχι και την λίστα animations που φυλάει τα animations με την σειρά που θέλουμε να τα παίζουμε. Στη λίστα αυτή κάθε αντικείμενό της έχει δύο με τέσσερα χαρακτηριστικά,

το όνομα του animation, τον αριθμό των επαναλήψεων που θα παίζει το animation αυτό και σε περίπτωση που θέλουμε ένα animation να παίζει σε ένα συγκεκριμένο εύρος frames τότε δίνουμε το frame στο οποίο ξεκινά και τελειώνει. Για να μπορέσουν τα animations να παίζουν με μια συγκεκριμένη σειρά για κάθε animation δημιουργώ Interval με το όνομα του animation, το frame στο οποίο θα ξεκινήσει να παίζει και το frame στο οποίο θα τελειώσει. Κάθε Interval που δημιουργείται γίνεται append σε ένα sequence. Στο τέλος μετά που δημιουργήθηκαν όλα τα Interval για κάθε animation, κάνουμε loop το sequence αυτό. Έτσι τα animations παίζουν με μια συγκεκριμένη σειρά το ένα μετά το άλλο.

Η συνάρτηση crossBlend είναι υπεύθυνη για την ομαλή εναλλαγή μεταξύ δύο animations. Παίρνει ως παραμέτρους το fadeInAnim που είναι το animation με το οποίο θα τελειώσουμε και το fadeOutAnim που είναι το animation, με το οποίο ξεκινάμε. Η εναλλαγή μεταξύ των δύο animation γίνεται σε χρόνο duration.

Η συνάρτηση next_item μας δίνει το επόμενο αντικείμενο του animation με όνομα anim_name από την λίστα animations.

Όσον αφορά τη συνάρτηση που κάνει blending τα animations, δηλαδή η συνάρτηση που μας δίνει την δυνατότητα να παίζουμε πάνω από ένα animations τη φορά ονομάζεται blend_animations. Αυτή η συνάρτηση δίνει την δυνατότητα σε περισσότερα από ένα animations να παίζουν στον ίδιο χαρακτήρα, βάση ενός ποσοστού. Σε κάθε ένα από αυτά τα animations δίνεται ένα διαφορετικό ποσοστό, ανάλογα με το αποτέλεσμα που θέλουμε να έχουμε. Το animation που θέλουμε να είναι το πρωτεύον δίνουμε ένα μεγαλύτερο ποσοστό ενώ στα δευτερεύον δίνουμε μικρότερα ποσοστά.

4.7 Διαχείριση collision μεταξύ mouse και 3d object

Ο εντοπισμός των collisions μεταξύ του mouse και των 3d objects στη σκηνή ήταν απαραίτητος κατά την υλοποίηση του προσομοιωτή καθώς χρειάστηκε σε αρκετές περιπτώσεις. Η πρώτη περίπτωση είναι στην κατάσταση του εκπαιδευτή όπου θέλουμε να έχει την δυνατότητα να επιλέγει σε οποιαδήποτε στιγμή κατά την διάρκεια της

εκτέλεσης του προγράμματος τον χαρακτήρα που αντιστοιχεί στον ύποπτο. Αρχικά υπάρχει ορισμένος ένας συγκεκριμένος χαρακτήρας ως ο ύποπτος καθ' όλη την διάρκεια όμως αυτό μπορεί να αλλάξει δυναμικά. Η δεύτερη περίπτωση που χρειάστηκε είναι στην κατάσταση του εκπαιδευόμενου. Θέλουμε όταν ο εκπαιδευόμενος μετακινήσει το mouse και κατά επέκταση το όπλο πάνω σε κάποιον χαρακτήρα από το πλήθος αυτός να σηκώσει τα χέρια. Ενώ αν ο εκπαιδευόμενος κάνει κλικ πάνω σε αυτόν τον χαρακτήρα τότε σημαίνει πως τον έχει πυροβολήσει και τότε αυτός πεθαίνει.

Όλα αυτά υλοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας collision ray, δηλαδή μια ακτίνα η οποία ξεκινάει από την θέση που βρίσκεται το mouse και κατευθύνεται προς την σκηνή. Εκεί ελέγχει αν συγκρούεται με κάτι που βρίσκεται στην σκηνή, όπως 3d αντικείμενα και εδώ συγκεκριμένα με τους χαρακτήρες μας.

Για την υλοποίηση του collision detection μεταξύ του mouse και των χαρακτήρων στην σκηνή χρειάστηκαν, το Collision Traverse και το Collision Handler. Το Collision Handler καθορίζει το τι πρέπει να γίνει όταν εντοπιστεί ένα collision event, δηλαδή ένα γεγονός σύγκρουσης. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το Collision Handler Queue για αυτό τον σκοπό. Το Collision Traverse εκτελεί όλες τις εργασίες που χρειάζονται για τον έλεγχο όλων των αντικειμένων στην σκηνή για το αν υπάρχει σε αυτά σύγκρουση (collision). Και από αυτά επιλέγουμε το αντικείμενο με το κοντινότερο collision. [12]

Για να μπορέσουμε να εντοπίζουμε συγκρούσεις μεταξύ των αντικειμένων, δηλαδή των χαρακτήρων και του mouse πρέπει να γίνει καταρχάς μια προεργασία πάνω στα αντικείμενα που θέλουμε να εντοπίζεται η σύγκρουση. Κατά την δημιουργία του χαρακτήρα χρειάστηκε να δημιουργηθεί και μια σφαίρα σύγκρουσης (collision sphere), η οποία ορίζεται γύρω από τον χαρακτήρα, έτσι ώστε να εντοπίζεται πότε ακριβώς αυτός ο χαρακτήρας συγκρούεται με κάτι άλλο, σε αυτή την περίπτωση με το mouse. Στη σφαίρα αυτή προστέθηκε ένα tag με μια συγκεκριμένη ονομασία. Έτσι κάθε χαρακτήρας τώρα έχει ένα tag έτσι ώστε στη συνέχεια όταν θα ψάχνουμε για τα αντικείμενα που γίνονται collided με το mouse να ξέρουμε για πιο ακριβώς όνομα tag να ψάχνουμε. Μόλις εντοπιστεί αυτό το όνομα tag σημαίνει ότι εντοπίσαμε ένα χαρακτήρα.

4.8 Υλοποίηση σεναρίων

Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η σωστή εκπαίδευση του αστυνομικού απαραίτητη ήταν και η ανάπτυξη διαφορετικών σεναρίων στα οποία ο εκπαιδευόμενος πρέπει να αντιδράσει ανάλογα σε κάθε περίπτωση. Η επιλογή του κάθε σεναρίου γίνεται από τον εκπαιδευτή έτσι ώστε αυτός να αποφασίζει πως θα εξελίχθη η εκπαίδευση. Δηλαδή αυτός αποφασίζει σε τι θέλει να εξετάσει τον εκπαιδευόμενο.

Οι επιλογές σεναρίων που έχουν υλοποιηθεί είναι οι εξής:

- Ο ύποπτος παλεύει
- Ο ύποπτος πυροβολεί
- Ο ύποπτος τρέχει για να διαφύγει
- Ο ύποπτος παραδίνεται ψηλώνοντας τα χέρια πάνω
- Ο ύποπτος μιλάει
- Ο ύποπτος πεθαίνει

Ο τρόπος με τον οποίο υλοποιήθηκαν τα σενάρια είναι ότι αρχικά αλλάζουμε την κατάσταση του υπόπτου από εκεί όπου περπατούσε αλλάζει η ταχύτητά του, σταματά εκεί που είναι και αλλάζει η ενέργεια που έκανε πριν. Μπαίνει σε κατάσταση ανάλογα με το σενάριο που επιλέγηκε και μετά παίζει τα animations που αντιστοιχούν στο σενάριο αυτό. Για να φαίνεται αυτό ρεαλιστικό η αλλαγή μεταξύ των animations πρέπει να γίνει ομαλά μέσω της κατάλληλης συνάρτησης, που όπως εξηγήθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο αυτή είναι η συνάρτηση crossBlend.

4.8.1 Δυνατότητα επιλογής σεναρίων μέσω πληκτρολογίου

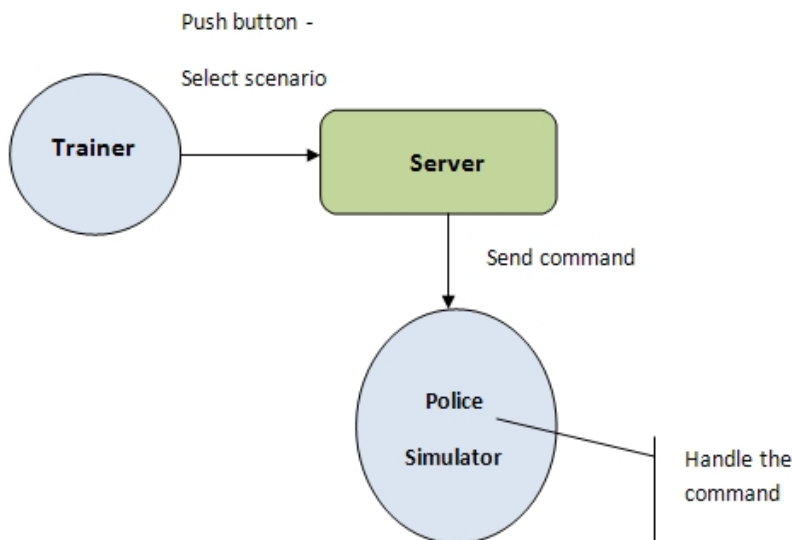
Ο εκπαιδευτής έχει την δυνατότητα να επιλέγει το σενάριο δηλαδή την ενέργεια που θα εκτελέσει ο ύποπτος μέσω του πληκτρολογίου. Το Panda3D υποστηρίζει διάφορες ενέργειες που μπορούν να εκτελεστούν μέσω του πληκτρολογίου. Παρέχει ειδική συνάρτηση που ορίζουμε ανάλογα με το πιο κουμπί να πατηθεί να εκτελεστεί μια συγκεκριμένη ενέργεια, δηλαδή για παράδειγμα να καλέσουμε μια συνάρτηση που θέλουμε εμείς. Έτσι ανάλογα με το κουμπί στο πληκτρολόγιο που πατάει ο

εκπαιδευτής καλούμε την ανάλογη συνάρτηση που θα κάνει τον ύποπτο να εκτελέσει το αντίστοιχο σενάριο, την κατάλληλη ενέργεια από αυτές που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

4.8.2 Δυνατότητα επιλογής σεναρίων μέσω γραφικού μενού επιλογών

Για μια πιο εύκολη και εύχρηστη διαχείριση και επιλογή των σεναρίων που υπάρχουν και που εκτελεί ο ύποπτος, δημιουργήθηκε μενού επιλογών με γραφικό περιβάλλον χρήστη. Το μενού επιλογών μπορεί να τρέχει στον ίδιο αλλά και σε διαφορετικό υπολογιστή από αυτών που εκτελούμε το πρόγραμμα του προσομοιωτή. Έτσι εύκολα μπορεί ο εκπαιδευτής ο οποίος παρακολουθεί την εξέλιξη της εκπαίδευσης σε πραγματικό χρόνο από έναν άλλο πιο μικρό υπολογιστή που θα κρατάει στα χέρια του να στέλνει εντολές στον προσομοιωτή και ο ύποπτος να τις εκτελεί. Με αυτόν τον τρόπο ο εκπαιδευτής μπορεί και διαχειρίζεται όπως θέλει αυτός την εξέλιξη της εκπαίδευσης του αστυνομικού.

Η εφαρμογή για το μενού επιλογών ήταν ήδη υλοποιημένη από μια πιο παλιά εργασία, αυτό που χρειάστηκε να γίνει ήταν να καταφέρουμε να την ενώσουμε με το δικό μας πρόγραμμα. Χρειάστηκε να προστεθούν κουμπιά στο μενού επιλογών με τις επιλογές που έχει ο ύποπτος στο δικό μας προσομοιωτή. Καταρχάς ενωνόμαστε με τον Server ο οποίος θα μας βοηθήσει με την ένωση με το σημείο και την εφαρμογή που τρέχει το γραφικό περιβάλλον για το μενού επιλογών. Μόλις πατήσουμε ένα από τα κουμπιά στο μενού επιλογών ο Server στέλνει σε όλους τους Client οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με αυτόν, στην δική μας περίπτωση είναι ο υπολογιστής που τρέχουμε τον προσομοιωτή, την ανάλογη εντολή που αντιστοιχεί στην ενέργεια που πρέπει να εκτελέσει ο ύποπτος. Το πρόγραμμά μας παίρνει αυτή την εντολή και μέσω μιας κατάλληλης κλάσης που δημιουργήθηκε (NetworkCmdHandler) διαχειρίζεται την εντολή και καλεί την συνάρτηση που αντιστοιχεί σε αυτή. Έτσι ο ύποπτος εκτελεί την ενέργεια, δηλαδή το σενάριο που επιλέγηκε. (βλ. Σχήμα 4.11)



Σχήμα 4.11 : Διαδικασία αποστολής και διαχείρισης εντολής

4.9 Υλοποίηση στατικών συμπεριφορών

Στα αρχικά στάδια της εργασίας οι χαρακτήρες στη σκηνή είχαν στατικές συμπεριφορές. Δηλαδή οι χαρακτήρες δεν είχαν συμπεριφορές από πραγματικό πλήθος ούτε ανταποκρίνονταν, είχαν περισσότερο ρομποτική κίνηση και δεν αλληλεπιδρούσαν καθόλου με τον χρήστη. Δεν αντιλαμβάνονταν την παρουσία του και δεν γυρνούσαν το κεφάλι όταν τους πλησίαζε. Ακόμα η διαδρομή που ακολουθούσαν ήταν συγκεκριμένη και πηγαινοέρχονταν πάνω σε αυτή την διαδρομή. Πράγματα που δεν βοηθούσαν τον προσομοιωτή να φαίνεται ρεαλιστικός. Ακόμα στην σκηνή υπήρχαν κάποιοι που ήταν σταματημένοι σε κάποια περιοχή και μιλούσαν και άλλοι που περπατούσαν μαζί, όμως δεν έδινε την εντύπωση να αντιλαμβάνονται την παρουσία ο ένας του άλλου. Για να μπορέσει να φαίνεται πιο κοντά στην πραγματικότητα το σκηνικό αυτά άλλαξαν και έτσι οδηγηθήκαμε στο να προσθέσουμε χαρακτηριστικά και συμπεριφορές στους χαρακτήρες από πραγματικό πλήθος.

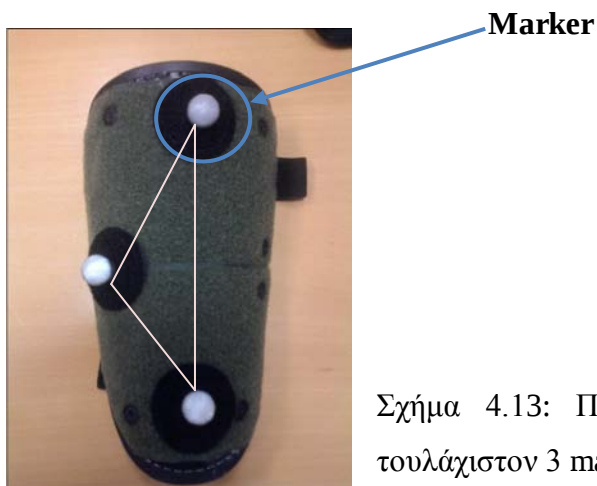
4.10 Υλοποίηση βάση του Motion Capture System

Με χρήση του Motion Capture System (Motion Tracking) υλοποιήθηκε η κίνηση του εκπαιδευόμενου στο χώρο του εικονικού περιβάλλοντος του προσομοιωτή, χωρίς την χρήση του πληκτρολογίου αλλά με την χρήση του σώματός του. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να νιώθει πιο κοντά στο εικονικό περιβάλλον, ότι αποτελεί μέρος αυτού και έτσι να νιώθει πιο κοντά στην πραγματικότητα. Επιπρόσθετα κάτι που βοήθησε σε αυτό είναι το ότι το εικονικό περιβάλλον του προσομοιωτή προβάλλεται σε τρεις οθόνες με χρήση τριών προβολέων. (βλ. Σχήμα 4.12)



Σχήμα 4.12: Χώρος με το σύστημα Motion Tracking, προβολή του προσομοιωτή σε τρεις οθόνες με χρήση τριών προβολέων

Το Motion Capture System με την βοήθεια του προγράμματος Arena μας προσφέρει την δυνατότητα να δημιουργήσουμε rigid bodies τα οποία μας χρειάζονται για να εντοπίζουμε την κίνηση ή κάποια άλλη ενέργεια του εκπαιδευόμενου. Πάνω στα rigid bodies που δημιουργούνται πρέπει να τοποθετηθούν τουλάχιστον τρεις markers. Χρειάζονται τουλάχιστον τρεις markers έτσι ώστε να σχηματίζουν ένα πολύγωνο σε κάθε rigid body, έτσι ώστε το Arena να αναγνωρίσει μόλις «δει» τους markers αυτούς που είναι τοποθετημένοι σε συγκεκριμένη θέση ότι αυτοί οι markers αντιστοιχούν στο συγκεκριμένο πολύγωνο που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο rigid body (βλ. Σχήμα 4.13).



Σχήμα 4.13: Παράδειγμα rigid body. Επάνω του τουλάχιστον 3 markers για σχηματισμό πολυγώνου

Το Arena εντοπίζει τις συντεταγμένες της θέσης των rigid bodies και των markers και τις στέλνει στο Tracking Server – optitrackUdpServer. Οι clients που χρειάζονται αυτές τις συντεταγμένες μπορούν να συνδεθούν με τον Tracking Server και να ζητήσουν τις συντεταγμένες που θέλουν. Η κλάση optitrackUdpClient επιτρέπει την επικοινωνία με τον Server. Τα δεδομένα στο δικό μας πρόγραμμα τα παίρνουμε μέσω της συνάρτησης `cmd(message)` που επιστρέφει μια λίστα με τις συντεταγμένες της θέση και της κατεύθυνσης του rigid body ή του marker, που ζητήθηκε. Το message στην συνάρτηση αντιστοιχεί στο όνομα ή αλλιώς στον κωδικό που αντιστοιχεί στο rigid body ή στο marker. Για παράδειγμα η `cmd` μπορεί να καλεστεί ως εξής `cmd("X0")` όπου το X0 είναι ο κωδικός που αντιστοιχεί στο πρώτο rigid body. Αν το πρώτο rigid body στο σύστημα είναι το όπλο, τότε αυτή η κλήση θα μας επιστρέψει μια λίστα με τη θέση και κατεύθυνση του όπλου.

Εμείς έχουμε δημιουργήσει rigid bodies όπως είναι το gun, το head, το left leg και το right leg (βλ. Σχήμα 4.14, 4.15). Αντίστοιχα όπως πήραμε τις συντεταγμένες του gun παίρνουμε και τις συντεταγμένες όλων των rigid bodies.



Σχήμα 4.14: Rigid Body - Gun



Σχήμα 4.15: Αριστερά: Rigid Body – Head, Δεξιά: Rigid Body – Left Leg, Right Leg

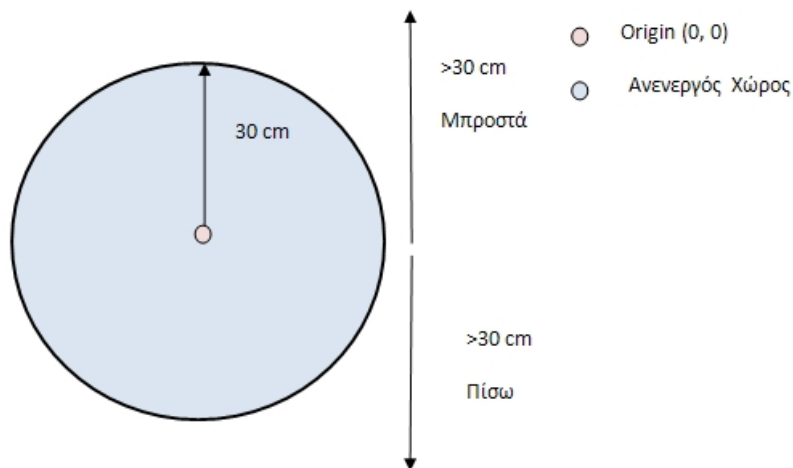
4.10.1 Υλοποίηση κίνησης μπρος - πίσω με το Motion Capture System

Με κάποιο τρόπο πρέπει να δώσουμε την δυνατότητα στον χρήστη να δείχνει με τις ενέργειές του ότι θέλει να κινηθεί και προς ποια κατεύθυνση ακριβώς θέλει να κινηθεί. Γύρω από τον χρήστη υπάρχει μια νοητή περιοχή σε σχήμα κύκλου, όπου αν ο χρήστης βρίσκεται μέσα σε αυτή την περιοχή τότε σημαίνει πως δεν θέλει να κινηθεί. Αν θέλει να κινηθεί θα πρέπει να περάσει έξω από αυτή την περιοχή. Συγκεκριμένα για να μπορέσει ο χρήστης να κινηθεί προς τα μπροστά ή προς τα πίσω τότε θα πρέπει το κεφάλι του να περάσει έξω από την περιοχή στην οποία θεωρείται ανενεργή. Η ακτίνα του νοητού κύκλου που ορίζει την ανενεργή περιοχή, δηλαδή εκεί όπου ο χρήστης δεν μπορεί να κινηθεί είναι περίπου τριάντα εκατοστόμετρα (βλ. Σχήμα 4.16). Το κέντρο του κύκλου αυτού θεωρείται η αρχή των αξόνων στο δωμάτιο που βρίσκεται το σύστημα, η οποία είναι συγκεκριμένη σε ένα σημείο του δωματίου.

Το πρώτο πράγμα που ελέγχουμε για να δούμε την κίνηση του εκπαιδευόμενου, είναι πρώτα αν θέλει να κινηθεί και στη συνέχεια εντοπίζουμε που ακριβώς θέλει να κινηθεί. Προς τα πίσω ή προς τα μπροστά.

Για να ελέγξουμε αν θέλει να κινηθεί ελέγχουμε την απόσταση του κεφαλιού του με την αρχή των αξόνων του δωματίου. Εάν αυτή ξεπέρασε τα τριάντα εκατοστόμετρα τότε σημαίνει πως ο χρήστης θέλει να κινηθεί. Για να ελέγχουμε προς τα πού θέλει να κινηθεί ο χρήστης ελέγχουμε την κατεύθυνση που κινείται το κεφάλι. Ουσιαστικά αν

το κεφάλι κινηθεί προς τα πίσω τότε επειδή κινείται στον αρνητικό άξονα του z ο πίνακας που μας δείχνει το direction του θα δώσει αρνητική τιμή, ενώ αν κινείται προς τα μπρός, ουσιαστικά κινείται προς τον θετικό άξονα του z και έτσι ο πίνακας που μας δίνει το direction του θα δώσει θετική τιμή. Στην περίπτωση όπου η τιμή είναι αρνητική ο χαρακτήρας που αντιστοιχεί στον εκπαιδευόμενο ουσιαστικά η κάμερα στο εικονικό περιβάλλον, θα κινηθεί προς τα πίσω ενώ αν η τιμή είναι θετική θα κινηθεί προς τα μπροστά.

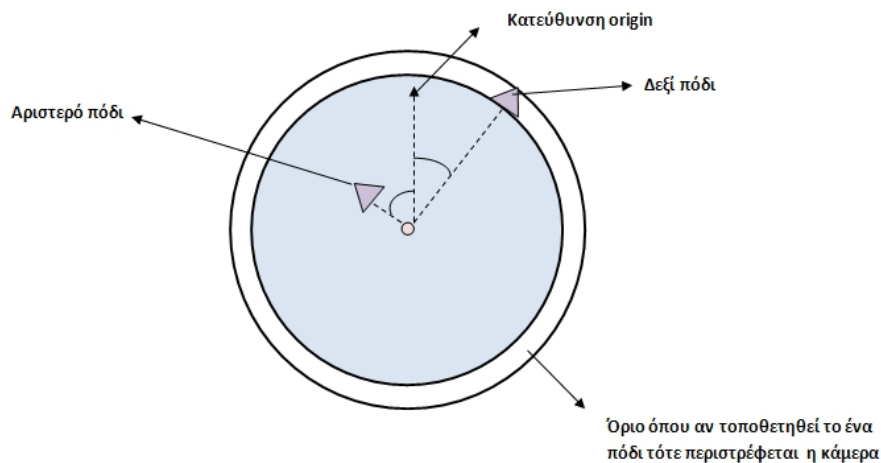


Σχήμα 4.16: Κίνηση μπροστά και πίσω

4.10.2 Υλοποίηση περιστροφής κάμερας δεξιά - αριστερά με το Motion Capture System

Πρέπει να δοθεί στον χρήστη η δυνατότητα να γυρίζει την κάμερα δεξιά και αριστερά στο εικονικό περιβάλλον όποτε το θέλει αυτός έτσι ώστε να μπορεί να γυρίζει μέσα στο χώρο, να μπορεί να τον βλέπει όλο και να τον αντιλαμβάνεται καλύτερα. Δεν θα ήταν επιθυμητό όποτε γυρνούσε το κεφάλι του να γυρνούσε και η κάμερα γιατί αυτό θα προκαλούσε προβλήματα γιατί ο εκπαιδευόμενος μπορεί να γυρνούσε το κεφάλι απλά για να κοιτάξει σε μια άλλη οθόνη ή να παρατηρήσει κάποιους χαρακτήρες από το πλήθος και αντί να μπορέσει να το κάνει αυτό η κάμερα να γυρνούσε συνεχώς και να μην μπορούσε να παρατηρήσει αυτό που ήθελα. Κάτι τέτοιο δεν θα ήταν εύχρηστο και επιθυμητό.

Έτσι λοιπόν η ιδέα για την υλοποίηση αυτής της ενέργειας του χρήστη έχει ως εξής. Εάν ένα από τα δύο πόδια η απόστασή του από την αρχή των αξόνων του δωματίου είναι ανάμεσα σε κάποια όρια τότε σημαίνει πως ο χρήστης επιθυμεί να γυρίσει η κάμερα προς την κατεύθυνση που αντιστοιχεί στο πόδι όπου έφερε μπροστά. Δηλαδή εάν έφερε μπροστά το δεξί πόδι τότε θέλει να γυρίσει προς τα δεξιά, εάν έφερε το αριστερό πόδι τότε θέλει να γυρίσει την κάμερα προς τα αριστερά. Εάν και τα δύο πόδια βρίσκονται μέσα στα όρια αυτά, δηλαδή και τα δύο πόδια ήρθαν μπροστά τότε η κάμερα δεν γυρνάει. Επίσης αν και τα δύο ποδιά είναι εκτός των ορίων αυτών, είτε πιο μπροστά είτε πιο πίσω από αυτά τα όρια τότε και πάλι δεν γυρνάει η κάμερα. Για να γυρίσει η κάμερα πρέπει μόνο το ένα από τα δύο πόδια να έρθει μπροστά και πρέπει να είναι εντός των ορίων. (βλ. Σχήμα 4.17)

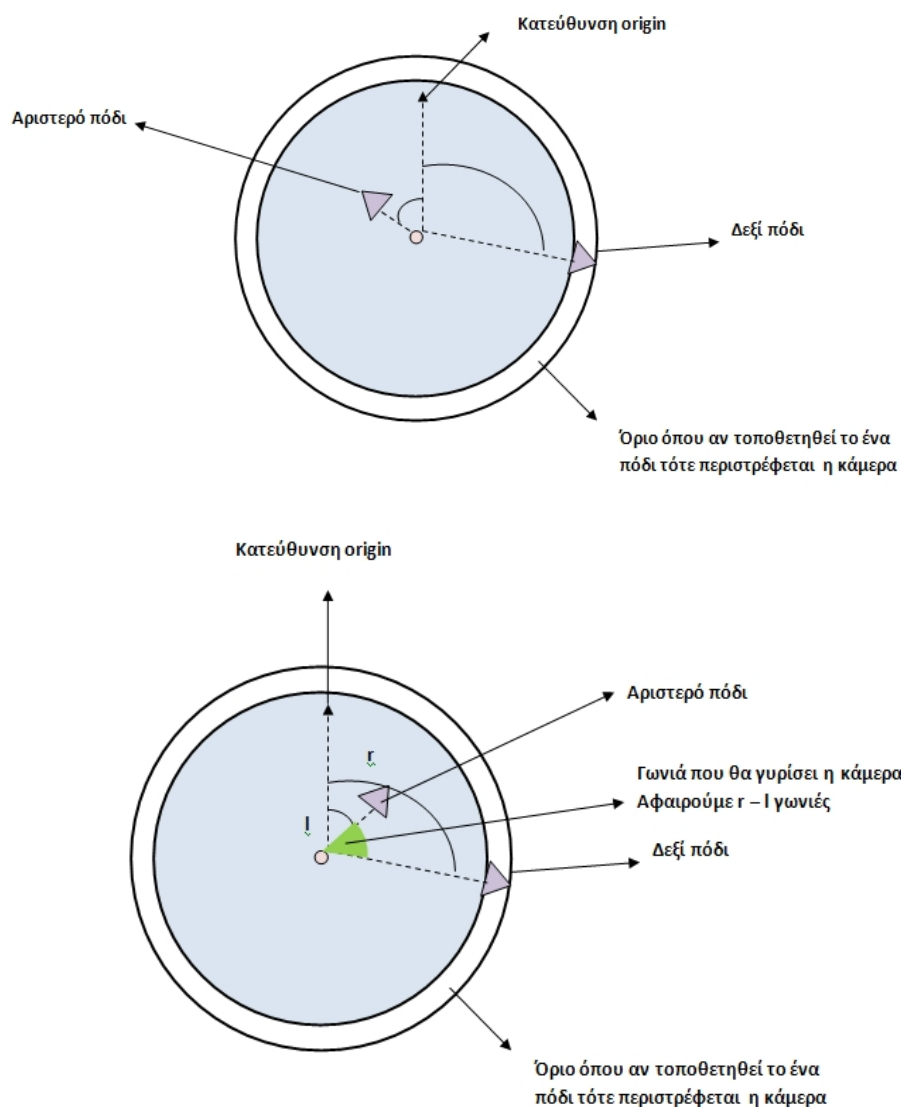


Σχήμα 4.17: Λογική για να γυρνάει η κάμερα – εδώ γυρνάει δεξιά

Αφού εξακριβώθηκε που επιθυμεί ο χρήστης να γυρίσει η κάμερα πρέπει να υπολογιστεί πόσο να γυρίσει η κάμερα. Γιατί ο χρήστης μπορεί να θέλει η κάμερα να γυρίσει ελάχιστα και άλλοτε περισσότερο. Εάν φέρει το πόδι μπροστά και πιο κοντά στην ευθεία του σώματός του, δηλαδή από εκεί που στέκεται, τότε σημαίνει η γωνία βάση της οποίας θα γυρίσει η κάμερα είναι μικρότερη, ενώ η γωνία μεγαλώνει όσο το πόδι απομακρύνεται από την ευθεία του σώματός του (βλ. Σχήμα 4.18) .

Για τον υπολογισμό της γωνιάς βάση της οποίας θα υπολογιστεί πόσο θα γυρίσει η κάμερα γίνεται ως εξής. Πρώτα υπολογίζουμε τη γωνιά που σχηματίζει τόσο το δεξί όσο και το αριστερό πόδι με την αρχή των αξόνων. Στη συνέχεια εάν ο χρήστης

επιθυμεί να γυρίσει προς τα δεξιά τότε αφαιρούμε την γωνία του δεξιού ποδιού με την αρχή των αξόνων με την γωνιά που σχηματίζει το αριστερό πόδι με την αρχή των αξόνων. Ενώ αν επιθυμεί να γυρίσει η κάμερα αριστερά αφαιρώ την γωνιά του αριστερού ποδιού με την γωνιά του δεξιού ποδιού. Η γωνιά που θα δοθεί ως αποτέλεσμα είναι η γωνιά που θα περιστραφεί η κάμερα. Αυτή η αφαίρεση γίνεται έτσι ώστε οπουδήποτε είμαστε μέσα στον ανενεργό κύκλο η γωνιά που θα γυρίσει η κάμερα να γυρίσει βάση της θέσης του σώματος του χρήστη και όχι σε σχέση μόνο με την αρχή των αξόνων. Γιατί κάτι τέτοιο θα οδηγούσε στο ότι σε κάποια σημεία θα γυρνούσε πιο πολύ η κάμερα σε σχέση με την επιθυμητή γωνιά. (βλ. Σχήμα 4.18)



Σχήμα 4.18: Παραδείγματα γωνιάς που περιστρέφεται. Πάνω – μεγαλύτερη γωνιά
Κάτω – Μικρότερη γωνιά ενώ η θέση του δεξιού ποδιού είναι η ίδια.

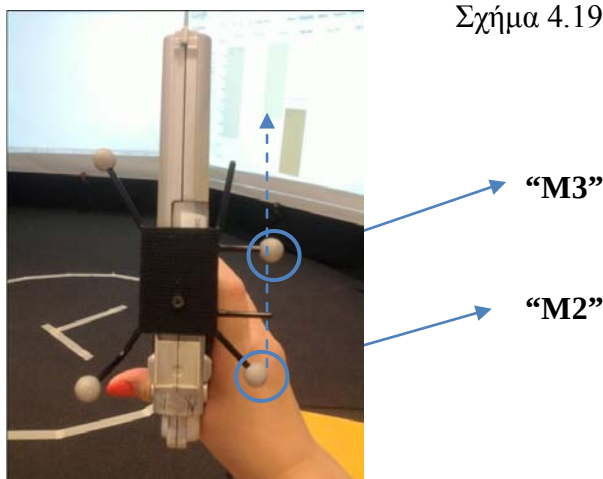
Στο σχήμα 4.18 παρατηρούμε την διαφορά μεταξύ της επιθυμητής γωνιάς που θέλει να γυρίσει ο χρήστης. Στην πρώτη περίπτωση η κατεύθυνση του σώματος του χρήστη είναι περίπου ίδια με αυτή της αρχής των αξόνων έτσι μόλις βάλει το πόδι του κάτω δεξιά όπως φαίνεται στο σχήμα σημαίνει θέλει να γυρίσει η κάμερα κατά μια μεγάλη γωνιά. Ενώ στο δεύτερο σχήμα ενώ το σημείο όπου πατάει το δεξί πόδι είναι το ίδιο η γωνιά είναι διαφορετική με πριν καθώς το σώμα του χρήστη δεν είναι γυρισμένο προς την ίδια κατεύθυνση με πριν. Το σώμα είναι πιο κοντά στο δεξί πόδι έτσι και η γωνιά βάση της οποίας θα γυρίσει η κάμερα θα είναι μικρότερη.

4.10.3 Υλοποίηση στόχευσης με το όπλο

Θέλουμε να δώσουμε την δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να στοχεύει και να πυροβολεί οποιοδήποτε χαρακτήρα χρειαστεί από τη σκηνή χρησιμοποιώντας το όπλο που υπάρχει στο εργαστήριο. Όπως αναφέραμε και πιο πάνω έχουμε δημιουργήσει ένα rigid body που αφορά το όπλο έτσι ώστε το πρόγραμμα Arena να μπορεί να εντοπίζει τις συντεταγμένες της θέσης του rigid body και των markers που είναι τοποθετημένοι πάνω σε αυτό. Το πρόγραμμα μας μπορεί να παίρνει αυτές τις συντεταγμένες όταν τις ζητήσει και να τις επεξεργάζεται.

Αυτό που γίνεται είναι ότι παίρνουμε τις συντεταγμένες των θέσεων των δύο από τους τέσσερις markers που βρίσκονται πάνω στο όπλο. Συγκεκριμένα τους markers με κωδικό “M2” και “M3” (βλ. Σχήμα 4.19). Οι συντεταγμένες της θέσης του M2, θα ορίζουν τη θέση ουσιαστικά του όπλου και το M3 θα ορίζει την κατεύθυνση του όπλου. Με βάση αυτά τα δύο δημιουργούμε μια ακτίνα που αντιστοιχεί στην ακτίνα που φεύγει από το όπλο και κτυπάει σε μια από τις επιφάνειες προβολής.

Σχήμα 4.19: Markers με κωδικό “M2” και “M3”



Με βάση αυτή την ακτίνα, δηλαδή με βάση τη θέση και την κατεύθυνση του όπλου, ελέγχουμε αν αυτή η ακτίνα προσπίπτει δηλαδή τέμνει σε κάποιο σημείο μια από τις τρεις οθόνες προβολής. Εάν τέμνει σε κάποιο σημείο κάποια από τις τρεις οθόνες τότε παίρνουμε αυτό το σημείο και εφαρμόζουμε σε αυτό κανονικοποίηση. Αυτό το σημείο ορίζει τη θέση που ξεκινάει μια άλλη ακτίνα η οποία κατευθύνεται προς την σκηνή και είναι επιθυμητό να ελεγχθεί αν συγκρούεται με κάποιο αντικείμενο σε αυτή. Ο τρόπος με τον οποίο θα γίνει ο έλεγχος αν υπάρχει collision detection μεταξύ αυτής της ακτίνας και κάποιου χαρακτήρα από την σκηνή είναι ο ίδιος με τον τρόπο που επεξηγήθηκε σε προηγούμενη ενότητα για τον εντοπισμό των collision μεταξύ του mouse και των τρισδιάστατων χαρακτήρων στο χώρο.

Αν υπάρχει πράγματι σύγκρουση μεταξύ της ακτίνας που φεύγει από το όπλο και κάποιου χαρακτήρα από την σκηνή τότε σημαίνει ότι ο εκπαιδευόμενος στοχεύει σε κάποιο χαρακτήρα. Αν το θελήσει μπορεί να τον πυροβολήσει πατώντας την σκανδάλη του όπλου που αντιστοιχεί σε mouse κλικ.

Κεφάλαιο 5

Τελική Εφαρμογή

5.1 Εισαγωγή

5.2 Παράμετροι προγράμματος

5.3 Δυνατότητες τελικής εφαρμογής

5.4 Εφαρμογή

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε τους παραμέτρους που είναι απαραίτητοι για να τρέξει η εφαρμογή. Ακόμα θα δούμε τις δυνατότητες που παρέχει η τελική εφαρμογή που αναπτύχθηκε και συνοπτικά τι έχει υλοποιηθεί, πράγματα δηλαδή που τα έχουμε περιγράψει λεπτομερώς στα προηγούμενα κεφάλαια. Επιπρόσθετα θα δούμε διάφορα παραδείγματα εκτέλεσης της εφαρμογής μέσω διάφορων screen shots που πάρθηκαν.

5.2 Παράμετροι προγράμματος

Η κλήση του προγράμματος γίνεται ως ακολούθως:

```
>python -O CrowdVizApp.py <tracking> <behavior#> <reactivity> <TrainerGUI>
```

```
>python -O CrowdVizApp.py True/False Number (1-8) True/False True/False
```

Η πρώτη παράμετρος που παίρνει το πρόγραμμα True/False, ορίζει αν αυτή τη φορά που τρέχουμε το πρόγραμμα, αυτό είναι συνδεδεμένο με τον Tracker. Εάν δώσουμε τιμή True τότε θέλουμε να δείξουμε ότι είναι συνδεδεμένο με τον Tracker και η κίνηση του χρήστη θα γίνεται με βάση το Motion Capture System. Ενώ αν η τιμή είναι False η κίνηση θα βασίζεται πάνω στο πληκτρολόγιο γιατί δεν είμαστε συνδεδεμένοι με τον Tracker.

Η δεύτερη παράμετρος είναι ένας αριθμός από το ένα μέχρι και το οκτώ. Αυτός ο αριθμός αντιστοιχεί στο σενάριο το οποίο είναι επιθυμητό να τρέξουμε αυτή τη φορά το πρόγραμμα. Με αυτά τα σενάρια αυτό που αλλάζει είναι η συμπεριφορά του πλήθους. Υπάρχει η επιλογή σεναρίου όπου οι χαρακτήρες και οι συμπεριφορές τους είναι στατικές και όχι όπως η συμπεριφορά πραγματικού πλήθους. Ακόμα υπάρχουν τα σενάρια όπου το πλήθος παίρνει χαρακτηριστικά από πραγματικό πλήθος όπως η περιπλάνηση, η ακολουθία μιας συγκεκριμένης πορείας, η προσπάθεια να φτάσουν σε κάποιο σημείο και αυτό ορίζεται σε ομάδες πλήθους ίδιου ή διαφορετικού μοντέλου, είτε από κάθε ένα μοντέλο ξεχωριστά. Το τελευταίο σενάριο το οποίο αναπτύχθηκε και χρησιμοποιείται πιο πολύ είναι αυτό με τον αριθμό 8. Το οποίο έχει χαρακτήρες με όλες τις κατηγορίες χαρακτηριστικών και συμπεριφορών. Συγκεκριμένα τα σενάρια τα οποία αντιστοιχούν σε κάθε αριθμό είναι τα εξής:

1. Ομάδα χαρακτήρων, ίδιου μοντέλου που φτάνουν στο ίδιο σημείο στη σκηνή
2. Στατικές συμπεριφορές χαρακτήρων
3. Ομάδα χαρακτήρων, ίδιου μοντέλου, με συμπεριφορά περιπλάνησης
4. Ομάδα χαρακτήρων, ίδιου μοντέλου, με συμπεριφορά ακολουθίας μονοπατιού
5. Διαφορετικά μοντέλα με συμπεριφορές είτε περιπλάνησης, είτε ακολουθίας μονοπατιού
6. Διαφορετικά μοντέλα με συμπεριφορά περιπλάνησης
7. Διαφορετικά μοντέλα με συμπεριφορά ακολουθίας μονοπατιού
8. Διαφορετικά μοντέλα με συμπεριφορές περιπλάνησης, ακολουθίας μονοπατιού, προσπάθεια να φτάσουν σε ένα σημείο

Η τρίτη παράμετρος True/False ορίζει αν θέλουμε οι χαρακτήρες στο πρόγραμμα να αντιλαμβάνονται την παρουσία του χρήστη στο χώρο και να αντιδρούν σε αυτή όπως για παράδειγμα με το να γυρίζουν το κεφάλι προς το μέρος του και να τον βλέπουν. Εάν επιλεγεί True σημαίνει πως θέλουμε να υπάρχει αυτό το χαρακτηριστικό αν επιλεγεί False σημαίνει πως δεν θέλουμε.

Η τελευταία παράμετρος True/False ορίζει εάν θέλουμε να εμφανίζεται στον εκπαιδευτή το menu επιλογών για τις ενέργειες, τα σενάρια που μπορεί να εκτελέσει ο ύποπτος ή εάν θέλουμε αυτή η επιλογή να γίνεται μέσω του πληκτρολογίου χωρίς το γραφικό περιβάλλον του menu.

5.3 Δυνατότητες τελικής εφαρμογής

Με βάση τα όσο αναπτύχθηκαν συνοπτικά οι δυνατότητες που προσφέρει το σύστημα έχουν ως εξής. Από πλευράς του εκπαιδευόμενου μπορεί να κινείται στο χώρο, και να γυρίζει την κάμερα είτε μέσω του πληκτρολογίου είτε χρησιμοποιώντας το σώμα του, όταν βρισκόμαστε στο δωμάτιο με το Motion Capture System, έτσι ώστε να νιώθει πιο κοντά στο εικονικό περιβάλλον και ότι είναι μέρος αυτού. Επιπρόσθετα μπορεί να αλληλεπιδρά με το πλήθος στο περιβάλλον, αυτοί να αντιλαμβάνονται την παρουσία του και όταν έρχονται σε κοντινή απόσταση από αυτόν να γυρίζουν το κεφάλι να τον βλέπουν. Ακόμα μπορεί να τους σταματάει για να συζητήσουν, όταν γυρίσει το όπλο προς το μέρος τους τότε αυτοί να σηκώνουν τα χέρια πάνω, όταν πυροβολήσει κάποιο από το πλήθος ή τον ύποπτο τότε αυτοί πεθαίνουν. Σκοπός του εκπαιδευόμενου είναι να εντοπίσει τον ύποπτο και αν αυτός κάνει κάτι τότε μπορεί να τον πυροβολήσει.

Από πλευράς του εκπαιδευτή του δίνεται η δυνατότητα να επιλέγει πως θα εξελίχθη η πορεία του σεναρίου. Αυτός επιλέγει και χειρίζεται ουσιαστικά τον ύποπτο. Μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να αλλάξει το άτομο που είναι ο ύποπτος, ακόμα και όταν αυτός πεθάνει από πυροβολισμό του εκπαιδευόμενου, υπάρχει η δυνατότητα κάποιος άλλος να γίνει τώρα ο ύποπτος. Επίσης ο εκπαιδευτής χειρίζεται τις ενέργειες του υπόπτου, επιλέγει αν ο ύποπτος θα πυροβολήσει, θα τρέξει προς φυγή, θα παλέψει, θα παραδοθεί ή να συζητήσει.

Από πλευράς του πλήθους έχουμε καταφέρει το πλήθος να μην έχει στατικές και ρομποτικές συμπεριφορές, όπως συμβαίνει συνήθως σε τέτοιες εφαρμογές. Σε εκπαιδευτικούς προσομοιωτές συνήθως το πλήθος δεν αντιλαμβάνεται την παρουσία του χρήστη και δεν αλληλεπιδρά μεταξύ του. Όμως εδώ το πλήθος αντιλαμβάνεται την παρουσία του, γυρίζει το κεφάλι και τον βλέπει, μπορεί να σταματήσει και να συζητήσει μαζί του. Επιπρόσθετα η κίνηση και η συμπεριφορά του πλήθους αντιστοιχεί σε συμπεριφορές πραγματικού πλήθους από προσομοιωτή πλήθους. Η κίνησή του είναι ομαλή, πιο φυσιολογική και κοντά στην πραγματικότητα. Υπάρχει η δυνατότητα τέτοιων συμπεριφορών σε ενέργειες όπως η περιπλάνηση, η ακολουθία μιας συγκεκριμένης διαδρομής και η προσπάθεια να φτάσουμε σε ένα συγκεκριμένο

σημείο. Επιπρόσθετα το πλήθος σε περίπτωση που ο ύποπτος πυροβολήσει τότε αντιδρά και κινείται προς φυγή.

5.4 Εφαρμογή

Θα προχωρήσουμε σε μια μικρή επίδειξη της εφαρμογής. Πιο κάτω θα δούμε κάποιες από τις βασικές λειτουργίες που υλοποιήθηκαν μέσω κάποιων screen shots που πάρθηκαν.

Στο Σχήμα 5.1 παρατηρούμε μια μικρή εικόνα μιας μικρής γενικής επίδειξης της σκηνής στο εικονικό περιβάλλον του προσομοιωτή. Οι χαρακτήρες έχουν συμπεριφορές από χαρακτήρες πραγματικού πλήθους.

Στο Σχήμα 5.2 παρατηρούμε το χαρακτηριστικό που προστέθηκε στους χαρακτήρες του πλήθους έτσι ώστε να δείχνουν ότι ανταποκρίνονται και αντιλαμβάνονται την παρουσία του χρήστη. Συγκεκριμένα ο χαρακτήρας καθώς περπατάει γυρίζει ταυτόχρονα και το κεφάλι και βλέπει τον εκπαιδευόμενο.



Σχήμα 5.1: Γενική άποψη του εικονικού περιβάλλοντος του προσομοιωτή



Σχήμα 5.2: Ο χαρακτήρας γυρνάει το κεφάλι και βλέπει τον εκπαιδευόμενο

Στο Σχήμα 5.3 παρατηρούμε την δυνατότητα που έχει ο εκπαιδευόμενος να σταματήσει κάποιο χαρακτήρα από την σκηνή, με σκοπό να συζητήσει μαζί του.



Σχήμα 5.3: Ο εκπαιδευόμενος σταμάτησε τον χαρακτήρα

Στο Σχήμα 5.4 (α) ο χαρακτήρας σηκώνει τα χέρια ψηλά μόλις ο εκπαιδευόμενος γυρίσει το όπλο προς το μέρος του. Το όπλο είναι είτε το mouse στην περίπτωση που ο χειρισμός γίνεται μέσω του υπολογιστή, είτε το όπλο που έχουμε στο εργαστήριο στην περίπτωση που ο χειρισμός γίνεται με το Motion Capture System.

Στο Σχήμα 5.4 (β) ο χαρακτήρας πεθαίνει μόλις τον πυροβολήσει ο εκπαιδευόμενος.



Σχήμα 5.4: (α) Ο χαρακτήρας σηκώνει τα χέρια ψηλά, (β) Ο χαρακτήρας πεθαίνει

Στο Σχήμα 5.5 παρατηρούμε την δυνατότητα του υπόπτου να παλεύει



Σχήμα 5.5: Ο ύποπτος παλεύει

Στο Σχήμα 5.6 ο ύποπτος πυροβολεί και έτσι παρατηρούμε το πλήθος από πίσω ότι αντιδρά σε αυτή την ενέργεια και τρέχει μακριά να ξεφύγει από τον ύποπτο.



Σχήμα 5.6: Ο ύποπτος πυροβολεί, το πλήθος τρέχει προς φυγή

Στο Σχήμα 5.7 ο ύποπτος τρέχει για να ξεφύγει από τον αστυνομικό και στο Σχήμα 5.8 ο ύποπτος παραδίνεται.

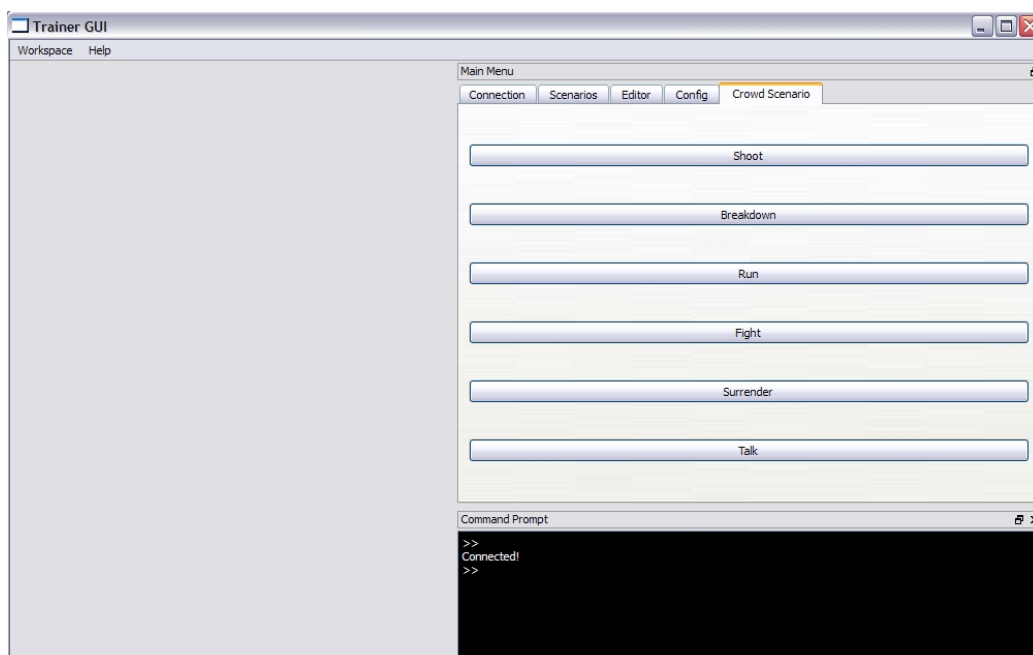


Σχήμα 5.7: ο ύποπτος τρέχει να ξεφύγει από τον αστυνομικό



Σχήμα 5.8: ο ύποπτος παραδίνεται

Στο Σχήμα 5.9 βλέπουμε τη γραφική διεπαφή του εκπαιδευτή, που έχει δημιουργηθεί. Περιέχει επάνω το menu επιλογών, με τις ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει ο ύποπτος.



Σχήμα 5.9: Γραφική διεπαφή χρήστη (εκπαιδευτή) - μενού επιλογών

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

6.1 Εισαγωγή

6.2 Συμπεράσματα Αρχιτεκτονικής

6.3 Μελλοντική Εργασία

6.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε σε όλα τα συμπεράσματα που εξάγονται από αυτήν την διπλωματική εργασία. Επιπλέον θα αναφερθούμε σε πράγματα που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν σε μια μελλοντική εργασία για την επέκταση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Με σκοπό να γίνει μια ακόμα καλύτερη και αποδοτικότερη εκπαίδευση των αστυνομικών.

6.2 Συμπεράσματα Αρχιτεκτονικής

Η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιήθηκε είναι της μορφής Model – View – Controller. Αυτή η αρχιτεκτονική ήταν αρκετά βοηθητική καθώς μπορούμε με βάση αυτή την αρχιτεκτονική να διαχωρίζουμε τα επιμέρους κομμάτια του προγράμματος έτσι ώστε να δουλεύουν ανεξάρτητα αλλά και παράλληλα και να επικοινωνούν και να συντονίζονται μεταξύ τους μέσω του Controller. Μας δίνει την δυνατότητα τα διάφορα κομμάτια που εκτελούν διαφορετικές διεργασίες να δουλεύουν ανεξάρτητα και να μην εμπλέκεται το ένα με το άλλο και να επηρεάζει το ένα την δουλειά του άλλου. Ο βαθμός επικοινωνίας μεταξύ τους ορίζεται μέσω του Controller και έτσι αλληλεπιδρούν κάθε φορά όσο χρειάζεται και πρέπει για να μην επηρεάζει το ένα το άλλο.

Όσον αφορά τώρα τα δύο View, Trainer Interface και Trainee Interface, ο διαχωρισμός αυτός μας έδωσε την δυνατότητα να δουλεύουμε ανεξάρτητα την διεπαφή του

εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου. Έτσι όλες οι εργασίες που χρειάζονται να γίνουν για το ένα δεν επηρεάζουν και δεν εμπλέκονται στις εργασίες του άλλου. Επιπρόσθετα αυτός ο διαχωρισμός βοήθησε και στην πιο εύκολη υλοποίηση του όλου συστήματος. Ο εκπαιδευτής μπορεί να επιλέγει τις ενέργειες του υπόπτου ή τον ίδιο τον ύποπτο χωρίς να επηρεάζει κάπου την κατάσταση του εκπαιδευόμενου. Αυτός μόνο θα δει τα αποτελέσματα στην οθόνη και θα ενεργήσει ανάλογα, άρα δεν τον επηρεάζει άμεσα αλλά έμμεσα. Η ενημέρωση μεταξύ του γίνεται μέσω του Controller. Επιπρόσθετα με τον ίδιο τρόπο οι εργασίες που εκτελεί ο εκπαιδευόμενος όπως το να πυροβολεί δεν επηρεάζουν τις διεργασίες του εκπαιδευτή απλά αυτός ενημερώνεται και βλέπει τα αποτελέσματα.

Προχωρώντας στο τελευταίο κομμάτι της αρχιτεκτονικής στο Model, οι δυνατότητες αυτού αξιοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό. Έχουν υλοποιηθεί πολλά κομμάτια στον προσομοιωτή, τα οποία συνεργάζονται μεταξύ τους με σωστά αποτελέσματα. Επιπλέον η επικοινωνία του Model με τα άλλα κομμάτια της αρχιτεκτονικής είναι αποδοτική καθώς οποιαδήποτε αλλαγή γίνεται εμφανίζεται στα View, οποιοδήποτε event παρατηρηθεί από τα δύο View στέλνονται στον Controller και αυτός ενημερώνει το Model για να εκτελέσει τις κατάλληλες εργασίες που χρειάζονται και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στα View.

6.3 Μελλοντική Εργασία

Σε κάποια μελλοντική εργασία πάνω σε αυτή τη λογική, θα μπορούσε να επεκταθεί η εφαρμογή που αναπτύχθηκε και υλοποιήθηκε μέχρι τώρα έτσι ώστε να είναι ακόμα πιο αποδοτική και να παρέχει μια πολύ καλή ποιότητα εκπαίδευσης.

Καταρχάς θα μπορούσαν να αναπτυχθούν ακόμα περισσότερα σενάρια. Δηλαδή να δινόταν η δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να εκτελεί και άλλες ενέργειες, όπως για παράδειγμα να ληστεύει κάποιον ή να απειλεί κάποιον με το όπλο του. Οι λόγοι που δεν έγιναν μέχρι τώρα κάποια από αυτά ήταν λόγω απουσίας κάποιων από των απαραίτητων animations. Ακόμα επειδή σε αυτή την διπλωματική εργασία επικεντρωθήκαμε κυρίως στο να προσθέσουμε ανταποκρινόμενους χαρακτήρες με

χαρακτηριστικά και συμπεριφορές πραγματικού πλήθους, για να ενισχυθεί ο ρεαλισμός έτσι δεν υλοποιήθηκαν τόσο πολλά σενάρια.

Σε μια μελλοντική εργασία θα μπορούσε στο σημείο όπου ο εκπαιδευόμενος σταματάει κάποιο από το πλήθος να μπορούσε να του ζητήσει και την ταυτότητά του. Για αυτό χρειάζεται να υπάρχει το κατάλληλο animation.

Ακόμα θα μπορούσαμε να τρέχουμε ταυτόχρονα το πρόγραμμα και σε έναν άλλο υπολογιστή, που θα τον χειρίζεται ο εκπαιδευτής. Σε αυτόν τον υπολογιστή θα είμαστε στην κατάσταση του εκπαιδευτή. Θα υπάρχει το γραφικό περιβάλλον με το μενού επιλογών αλλά και σε ένα μέρος αυτού θα προβάλλεται και το πρόγραμμα του προσομοιωτή εκπαίδευσης που τρέχει εκείνη την στιγμή. Επειδή εδώ είμαστε σε κατάσταση εκπαιδευτή με ένα mouse κλικ θα επιλέγεται ένας χαρακτήρας για να είναι ο ύποπτος. Ενώ στον άλλο υπολογιστή θα είμαστε σε κατάσταση εκπαιδευόμενου και έτσι με mouse κλικ θα σημαίνει ότι πυροβολεί κάποιον χαρακτήρα. Το πρόβλημα αν τρέχουν στον ίδιο υπολογιστή είναι ότι δεν μπορούμε να είμαστε ταυτόχρονα σε δύο καταστάσεις, εκπαιδευτή και εκπαιδευόμενου γιατί με mouse κλικ δεν γνωρίζει τι πρέπει να εκτελεστεί. Να πυροβολήσει κάποιον χαρακτήρα ή να επιλέξει κάποιον για να είναι ο ύποπτος.

Επιπρόσθετα κάτι που θα μπορούσε να γίνει είναι να παρέχονται από το σύστημα κάποιου είδους στατιστικά όσον αφορά την εκπαίδευση του αστυνομικού, την βελτίωση που επιτεύχθηκε σε σύγκριση με τις πρώτες φορές που χρησιμοποίησε το σύστημα. Για παράδειγμα θα μπορούσε να παρέχονται στατιστικά σε σχέση με τον χρόνο αντίδρασης του εκπαιδευόμενου στα διάφορα σενάρια, στατιστικά πόσο καλά πετυχαίνει ένα συγκεκριμένο στόχο. Ακόμα για κάθε εκπαιδευόμενο να βγαίνουν στατιστικά αποτελέσματα κατά πόσο βελτιώθηκε μέσω αυτής της εκπαίδευσης.

Επίσης θα μπορούσε να αναπτυχθεί ένα σενάριο που θα είχε ως στόχο την εκπαίδευση όσων αφορά της βολές. Δηλαδή θα παρουσιάζονταν στο χώρο διάφορα σημεία που πρέπει να πετύχει και να δινόταν βαθμολογία για τις βολές και πόσο καλά πετυχαίνει το στόχο.

Βιβλιογραφία

- [1] Adding .bip files to Character – 3DS MAX. 2010. 05-05-2012
<<http://www.youtube.com/watch?v=JskMl840REM>>
- [2] Branislav Ulicny and Daniel Thalmann, “Crowd simulation for interactive virtual environments and VR training systems”, Computer Graphics Lab (LIG), Swiss Federal Institute of Technology EPFL, DI-LIG, CH 1015 Lausanne, Switzerland
- [3] Carnegie Mellon, Entertainment Technology Center. Panda3D. 2010. 05-05-2012 <<http://www.panda3d.org/>>
- [4] Γεώργιος Κολοκοτρώνης, «Δημιουργία τρισδιάστατου προσομοιωτή για εκπαίδευση αστυνομικών», Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2010
- [5] David J. Sturman, “A Brief History of Motion Capture for Computer Character Animation”, MEDIALAB 104, av. Du President Kennedy 75016, Paris France, 1999
- [6] Hammond, Sean. PandaSteer. 05-05-2012 <<http://seanh.sdfeu.org/pandasteer/>>
- [7] Mankyu Sung, Michael Gleicher and Stephen Chenney, “Scalable behaviors for crowd simulation”, Department of Computer Sciences, University of Wisconsin-Madison, vol. 23, 2004
- [8] Panda3D Manual: Actor Animations, 05-05-2012
<http://www.panda3d.org/manual/index.php/Actor_Animations>
- [9] PandaSteer 2 – Panda3d. Feb 27, 2007. 05-05-2012
<<http://www.panda3d.org/forums/viewtopic.php?t=2431>>

- [10] Python Software Foundation. Python. 1990-2012. 05-05-2012
<<http://docs.python.org/index.html>>
- [11] Rafaela V. Rocha, Rodrigo V. Rocha, Regina B. Araújo, “Selecting the Best Open Source 3D Games Engines”, Federal University of São Carlos, Department of Computer Science, Brazil, 2010.
- [12] Return the object under mouse – Panda3D Forum. Mar 30, 2010. 05-05-2012
<<https://www.panda3d.org/forums/viewtopic.php?p=55267&sid=0fc1ac8e815f7b248031cb0af95994f0>>