



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΣΚΗΝΩΝ ΒΑΣΕΙ ΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ



Του φοιτητή

Γκίκα Στυλιανού

Αρ. Μητρώου: 063123

Επιβλέπων καθηγητής

Αμπατζόγλου Απόστολος

Θεσσαλονίκη 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τρισδιάστατα γραφικά υπολογιστών αποτελούν προσπάθειες απεικόνισης γραφικών τριών διαστάσεων στην οθόνη μιας ψηφιακής συσκευής (π.χ. ενός υπολογιστή) η οποία πραγματοποιεί απεικόνιση δύο διαστάσεων. Το γεγονός ότι η απεικόνιση χρησιμοποιεί τρεις διαστάσεις τα καθιστά ιδιαίτερα ρεαλιστικά και εντυπωσιακά. Τέτοιου είδους γραφικά χρησιμοποιούνται συνήθως από προγράμματα όπως τα παιχνίδια υπολογιστών και οι εικονικοί κόσμοι. Τα τρισδιάστατα γραφικά βρίσκουν επίσης τα τελευταία χρόνια ευρεία εφαρμογή στον κινηματογράφο, για τη δημιουργία σκηνών εικονικών κόσμων (χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι ταινίες “MATRIX” και “AVATAR”) αλλά και ειδικών εφέ, που είναι πρακτικά αδύνατον να γυριστούν ως πραγματικές σκηνές. Επίσης, τα τελευταία χρόνια τα γραφικά χρησιμοποιούνται στον τομέα της αρχιτεκτονικής για την αναπαράσταση κτιρίων και υλικών, αντικαθιστώντας τις μακέτες, για πιο ρεαλιστική και ακριβέστερη απεικόνιση. Τέλος, η πιο πρόσφατη χρήση τους είναι αυτή στον τομέα της Ιατρικής. Επιτυγχάνεται η διάγνωση μιας ασθένειας (π.χ. καρκίνος) ή η απεικόνιση ενός κυοφορούμενου βρέφους.

Η ανάπτυξη και η σχεδίαση γραφικών είναι το δυσκολότερο, αλλά το σημαντικότερο μέρος, έτσι ώστε να επιτευχθεί η όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική απεικόνιση οποιουδήποτε αντικειμένου του πραγματικού ή ενός φανταστικού κόσμου. Όσο καλύτερη η απεικόνιση τόσο μεγαλύτερη είναι η **ικανοποίηση των χρηστών**. Ο κύριος στόχος των γραφικών είναι να ικανοποιήσουν το “μάτι” των θεατών. Για αυτό το λόγο τα γραφικά, το λογισμικό και το hardware, βελτιώνονται συνεχώς για να αναπαριστούν όλο και περισσότερη λεπτομέρεια. Ως γνωστόν, η λεπτομέρεια είναι αυτή που μετράει περισσότερο στην απεικόνιση, άρα θα πρέπει να δοθεί μεγάλη βαρύτητα και αρκετός χρόνος σε αυτή. Η βελτίωση των γραφικών επιτυγχάνεται μέσω ερευνών και πειραμάτων με αυτά και την αλληλεπίδρασή τους με τους χρήστες. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι ιδιαίτερης σημασίας, γιατί αποκαλύπτονται τα αδύναμα σημεία τους, τα οποία πρέπει να διορθωθούν και επιπλέον οι προτιμήσεις των χρηστών στην απόδοση και την ποιότητα τους.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τη σχεδίαση τρισδιάστατων σκηνών, τη μέτρηση της ποιότητάς τους με τη βοήθεια μετρικών και τη διεξαγωγή μιας έρευνας για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων ικανοποίησης των χρηστών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία αύξηση στην ανάπτυξη, την έρευνα και τη βελτίωση των τρισδιάστατων γραφικών, τόσο στα παιχνίδια/εφαρμογές όσο και στις κινηματογραφικές ταινίες. Η συνεχής βελτίωση είναι ένα απαραίτητο κομμάτι το οποίο επιτυγχάνεται μέσω της έρευνας για την εκτίμηση του βαθμού ικανοποίησης των χρηστών από την ποιότητα και την απόδοση των γραφικών. Η συγκεκριμένη έρευνα διαπραγματεύεται ορισμένα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των τρισδιάστατων γραφικών, τα οποία υπολογίζονται με τη βοήθεια των μετρικών. Αφού έχουν σχεδιαστεί τρισδιάστατες σκηνές που διαπραγματεύονται το ίδιο θέμα σε διαφορετικές εκδόσεις τεχνικών χαρακτηριστικών, υπολογίζονται οι αντίστοιχες, για κάθε έκδοση, μετρικές και διεξάγεται μια έρευνα σε ένα πλήθος χρηστών. Τα αποτελέσματα της έρευνας θα καταστούν χρήσιμα για τη βιομηχανία των γραφικών.

ABSTRACT

During the last years, it is remarkable that a rapid increase in the development, research and progress of 3D graphics, both in videogames/software and in films. The continuous improvement is a necessary part, which is succeeded through research for the evaluation of the degree that the users are satisfied from the quality and the performance of graphics. This research contains some the technical characteristics of 3D graphics which are calculated with metrics. After the design of 3D scenes with the same subject in different versions of characteristics, the metrics are calculated for each one of them and a research takes place at a number of users. The results will be useful for the industry of graphics.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΦΟΡΩΝ.....	9
1.2 ΙΔΕΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗ.....	12
1.3 ΕΞΑΣΚΗΣΗ.....	12
1.4 Η ΠΡΩΤΗ ΔΟΚΙΜΗ	12
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ	15
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
2.1 ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ.....	16
2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΑ.....	17
2.3 ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΝΗΜΗΣ.....	18
2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	20
2.5 TEXTURES.....	37
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΚΗΝΩΝ	49
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	49
3.1 TERRAIN.....	49
3.2 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΚΙΑ	50
3.3 ΕΙΔΗ ΦΩΤΙΣΜΩΝ ΣΕ 3D.....	52
3.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	54
3.5 ΕΦΕ ΟΜΙΧΛΗΣ	56
3.6 ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΘΟΛΟΣ.....	58
3.7 ΚΑΜΕΡΑ	60
3.8 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ANIMATION	65
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΜΕΤΡΙΚΕΣ	67

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	67
4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΡΙΚΩΝ	67
4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΙΚΩΝ	70
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΠΕΙΡΑΜΑ	79
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	79
5.1 ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	80
5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	81
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	87
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	88
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	91

Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1 "Παράμετροι Πειράματος"	80
---	----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ανέκαθεν η πιο ισχυρή αίσθηση του ανθρώπου ήταν η όραση του. Όσο πιο ελκυστική ήταν η εικόνα που αντίκριζε, τόσο μεγαλύτερο ήταν το ενδιαφέρον και η ικανοποίηση του. Με την εμφάνιση των γραφικών άρχισαν να σχεδιάζονται αντικείμενα του πραγματικού ή ενός φανταστικού κόσμου. Έτσι, εμφανίστηκε η δυνατότητα δημιουργίας οποιασδήποτε εικόνας ή σκηνής χωρίς να υπάρχουν τα όρια του πραγματικού κόσμου που περιορίζουν τα δεδομένα. Ο μόνος περιορισμός είναι η τεχνολογία που περιορίζει το βαθμό λεπτομέρειας και ποιότητας της απεικόνισης. Μεγάλο ενδιαφέρον προκαλούν τα ολοένα και πιο ρεαλιστικά και ποιοτικά γραφικά, κυρίως τα τελευταία χρόνια, στους περισσότερους τομείς. Ειδικά για τις εμπορικές εφαρμογές που εμπλέκουν τρισδιάστατες σκηνές, το ενδιαφέρον που θα προκαλέσουν στους χρήστες είναι σημαντικό για την επιτυχία της εκάστοτε εταιρίας. Αυτή επιφέρει κέρδη που μπορούν να επενδυθούν για ακόμη καλύτερες προοπτικές. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι οι περισσότερες εταιρίες και οργανισμοί δαπανούν μεγάλα ποσά για να ερευνήσουν την τάση ικανοποίησης των χρηστών και να εξελίξουν τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούν, έτσι ώστε να παράγουν το καλύτερο αποτέλεσμα. Χρειάζεται δημιουργικότητα, φαντασία και κατάλληλη αξιοποίηση τεχνολογίας και εξοπλισμού. Πρόκειται λοιπόν για τέχνη. Μια ευκαιρία για δημιουργία ρεαλιστικών αντικειμένων που εξυπηρετούν ψυχαγωγικούς ή μη σκοπούς.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο να εξετάσει και να υπολογίσει το βαθμό ικανοποίησης των χρηστών από τα γραφικά. Η ικανοποίηση αποτελεί ένα υπό-χαρακτηριστικό της χρησιμότητας λογισμικού. Συμπέρασμα, είναι ότι η ικανοποίηση μπορεί να θεωρηθεί παράγοντας της ποιότητας λογισμικού [1]. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των γραφικών αναλύονται και περιγράφονται με τη βοήθεια συγκεκριμένων μετρικών. Ο υπολογισμός των μετρικών είναι ιδιαίτερα χρήσιμος γιατί αποτελεί το κύριο κλειδί για τη διεξαγωγή του πειράματος. Βαθμολογούνται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των γραφικών και μέσω του πειράματος, εξετάζεται ποια είναι αυτά που ικανοποιούν περισσότερο το χρήστη, ώστε να εστιάσει το κομμάτι της βελτίωσης σε εκείνα. Το πείραμα αφορά χρήστες κάθε ηλικίας, ανεξάρτητα από το επίπεδο γνώσης τους πάνω στους υπολογιστές και τα γραφικά. Έτσι, τα αποτελέσματα του πειράματος θα καλύπτουν όλο το “φάσμα των ανθρώπων” που έρχονται σε επαφή με τα γραφικά (παιχνίδια, κινηματογράφος κλπ), καθιστώντας τα χρήσιμα για τη βιομηχανία των γραφικών.

Το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας είναι η “Εισαγωγή”, στο οποίο περιγράφονται κάποιες βασικές ενέργειες που πρέπει να γίνουν για να ακολουθήσει και να ολοκληρωθεί επιτυχώς η διαδικασία σχεδίασης μιας οποιασδήποτε τρισδιάστατης σκηνής και συγκεκριμένα της σκηνής που θα χρησιμοποιηθεί στο πείραμα. Είναι στην ουσία το στάδιο που πρέπει να φέρει σε πέρας ένας σχεδιαστής γραφικών για να έχει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στη

συνέχεια, το δεύτερο κεφάλαιο είναι η “Δημιουργία Αντικειμένων” από τα οποία θα αποτελείται η σκηνή. Η σχεδίαση πραγματοποιείται σε 7 φάσεις μία για κάθε έκδοση, συμπεριλαμβανομένης και της 8^{ης}, με βελτιωμένα τεχνικά χαρακτηριστικά. Περιγράφονται οι τεχνικές και τα βασικά σημεία της σχεδίασης με φωτογραφίες. Το επόμενο κεφάλαιο είναι η “Δημιουργία Σκηνών”, όπου αναλύεται η διαδικασία τοποθέτησης των αντικειμένων και όλων των υπόλοιπων στοιχείων που θα απαρτίζουν τη σκηνή με κατάλληλες επεξηγηματικές φωτογραφίες, όπως για παράδειγμα ο φωτισμός. Επιπλέον, περιγράφεται η δημιουργία των animations. Το τέταρτο κεφάλαιο ονομάζεται “Μετρικές” και περιέχει τις μετρικές για κάθε έκδοση, καθώς και τις ενέργειες που εκτελέστηκαν για τον υπολογισμό τους. Το κεφάλαιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη διεξαγωγή και την καταγραφή των αποτελεσμάτων του πειράματος που ακολουθεί στη συνέχεια. Τέλος, το πέμπτο κεφάλαιο είναι το “Πείραμα”, όπου αναφέρεται η διαδικασία αξιολόγησης από τους χρήστες και αυτή συνδέεται με τις μετρικές. Καταγράφονται επίσης τα αποτελέσματα. Ακολουθούν τα συμπεράσματα και το τελικό πόρισμα, δηλαδή ο βαθμός ικανοποίησης των χρηστών από τα γραφικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πριν ξεκινήσει μια σχεδίαση χρειάζεται πάντοτε η κατάλληλη προεργασία. Πρέπει να συλληφθούν και να οργανωθούν οι ιδέες καθώς και να συλλεχθούν κάποιες αναφορές/στοιχεία που θα διευκολύνουν τη διαδικασία της σχεδίασης, προσδίδοντας ρεαλιστικότητα αναπαράστασης των λεπτομερειών. Οι αναφορές είναι ιδιαίτερα σημαντικές αφού καθοδηγούν τη σχεδίαση των αντικειμένων και διευκολύνουν τη δημιουργία των τρισδιάστατων σκηνών.

1.1 ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΦΟΡΩΝ

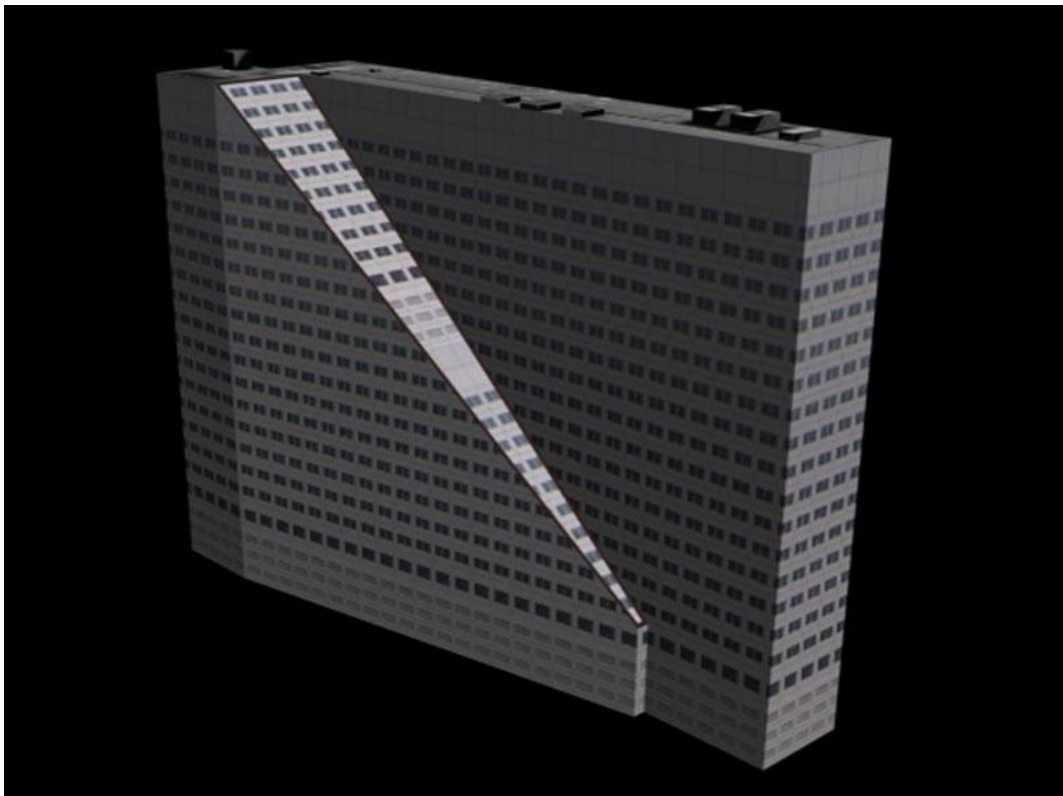
Οι αναφορές αρκετές φορές είναι το “κλειδί” για μια άψογη σχεδίαση [2]. Η αναζήτηση και η άντλησή τους μπορεί να γίνει από οπουδήποτε, αφού ο κόσμος είναι γεμάτος από αυτές. Ένας απλός και πολύ διαδεδομένος στις μέρες μας τρόπος εύρεσης είναι το Internet, το οποίο παρέχει αμέτρητες πηγές πληροφορίας. Άλλος τρόπος είναι τα βιβλία και τα περιοδικά, τα οποία περιέχουν κείμενο και εικόνες που αναπαριστούν ενδιαφέροντα πράγματα και πάντοτε ξυπνούν τη φαντασία του αναγνώστη. Κάθε αναγνώστης σχηματίζει τις δικές του εικόνες και σκέφτεται εναλλακτικούς τρόπους χρησιμοποίησής τους. Τέλος, ο πιο σημαντικός τρόπος θεωρείται η εμπειρία που έχει ζήσει κάποιος. Η εμπειρία “χαράσσεται” στη μνήμη του ανθρώπου ο οποίος την κουβαλάει σε όλη του τη ζωή. Η παρουσία του σε ένα οποιοδήποτε μέρος, χρησιμοποιώντας όλες τις αισθήσεις του μπορεί να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζει ένα θέμα προς σχεδίαση.

Είναι σαφές και ευρέως γνωστό ότι όσο περισσότερες αναφορές συλλέγει κάποιος που ετοιμάζεται να σχεδιάσει μια τρισδιάστατη σκηνή, τόσο μεγαλύτερη δυνατότητα έχει να καθιερώσει ένα υψηλό επίπεδο λεπτομέρειας. Βέβαια αυτό απαιτεί χρόνο και αρκετές φορές οικονομικό κόστος. Επομένως, ποτέ δεν μπορεί να έχει ένας σχεδιαστής πάρα πολλές αναφορές σαν καλλιτέχνης [2]. Σημασία λοιπόν έχει η όσο το δυνατόν καλύτερη εκμετάλλευσή τους. Πολλές φορές μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ρεαλιστικό και όμορφο τρισδιάστατο αντικείμενο που προέκυψε από αναφορά, αλλά να τοποθετηθεί σε μια σκηνή που να μη δένει καλά δημιουργώντας μια μειωμένη ικανοποίηση στον παρατηρητή - χρήστη.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκαν αναφορές οι οποίες ήταν ιδιαίτερα χρήσιμες και αρκετές φορές απλοποιούσαν τη διαδικασία της σχεδίασης. Παρακάτω αναφέρονται παραδείγματα.



Εικόνα 1.1 Μια αναφορά που χρησιμοποιήθηκε για τη σχεδίαση ενός ψηλού κτιρίου.



Εικόνα 1.2 Η αντίστοιχη τρισδιάστατη αναπαράσταση.



Εικόνα 1.3 Αναφορά που χρησιμοποιήθηκε για τη σχεδίαση ενός μικρού κτιρίου.



Εικόνα 1.4 Τρισδιάστατη αναπαράσταση. Η φωτογραφία χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του όγκου του κτιρίου και για τη θέση των χαρακτηριστικών του.

1.2 ΙΔΕΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗ

Η σχεδίαση είναι μια τέχνη και όπως όλες οι τέχνες απαιτούν την εύρεση καινοτόμων και επιτυχημένων ιδεών, έτσι και η σχεδίαση, η οποία μάλιστα έχει αυξημένες απαιτήσεις έμπνευσης. Πριν τη διαδικασία λοιπόν, της σχεδίασης πρέπει να βρεθεί μια βασική ιδέα (concept) που θα μπορεί να υλοποιηθεί χωρίς ιδιαίτερες επιβαρύνσεις χρόνου και κόστους και πάντοτε με τα επιθυμητά αποτελέσματα. Η προεπισκόπηση των εικόνων που έχει ο σχεδιαστής στο μυαλό του είναι πολύ χρήσιμη πριν τη σχεδίαση στον υπολογιστή [2]. Διευκολύνει τη σχεδίαση και μειώνει τις πιθανότητες λάθους.

Η παραδοσιακή τεχνική είναι η σχεδίαση στο χαρτί. Είναι μια καλή αρχή για την εφαρμογή μιας ιδέας. Το κύριο πλεονέκτημα είναι ότι αναπαράγονται πολύπλοκα αντικείμενα χωρίς τη μεσολάβηση του υπολογιστή. Είναι σημαντικές πολλές φορές οι δοκιμές πριν την όλη διαδικασία και προσδίδουν πλεονέκτημα στο χρόνο και στην ενασχόληση με την αναπαράσταση λεπτομερειών αφού έχει προετοιμαστεί πλέον ο κύριος όγκος του αντικειμένου.

Η ιδέα με την τέχνη συνδυάζονται και έχουν ως αποτέλεσμα τη γενική εικόνα και αίσθηση της όλης διαδικασίας. Είναι σαν μια μικρή ιστορία η οποία περιγραφεί την ιδέα και με τη βοήθεια της τέχνης επιτυγχάνει την ψυχαγωγία και την ικανοποίηση.

1.3 ΕΞΑΣΚΗΣΗ

Η εξάσκηση καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το τελικό αποτέλεσμα. Η εμπειρία με τη σχεδίαση αποκτάται μετά από συνεχή δουλειά και πολλές δοκιμές. Η θέληση για συνεχή βελτίωση τόσο των ικανοτήτων σχεδίασης όσο και για καλύτερα γραφικά οδηγούν σε αποτελέσματα που ικανοποιούν ακόμη και τους πιο απαιτητικούς.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών συνεχώς βελτιώνονται και οι απαιτήσεις και οι προσδοκίες αυξάνονται. Με την εξάσκηση, την ανάπτυξη μιας συμπεριφοράς και στάσης απέναντι σε αυτή τη διαδικασία βελτιώνεται η παραγωγή της δουλειάς.

1.4 Η ΠΡΩΤΗ ΔΟΚΙΜΗ

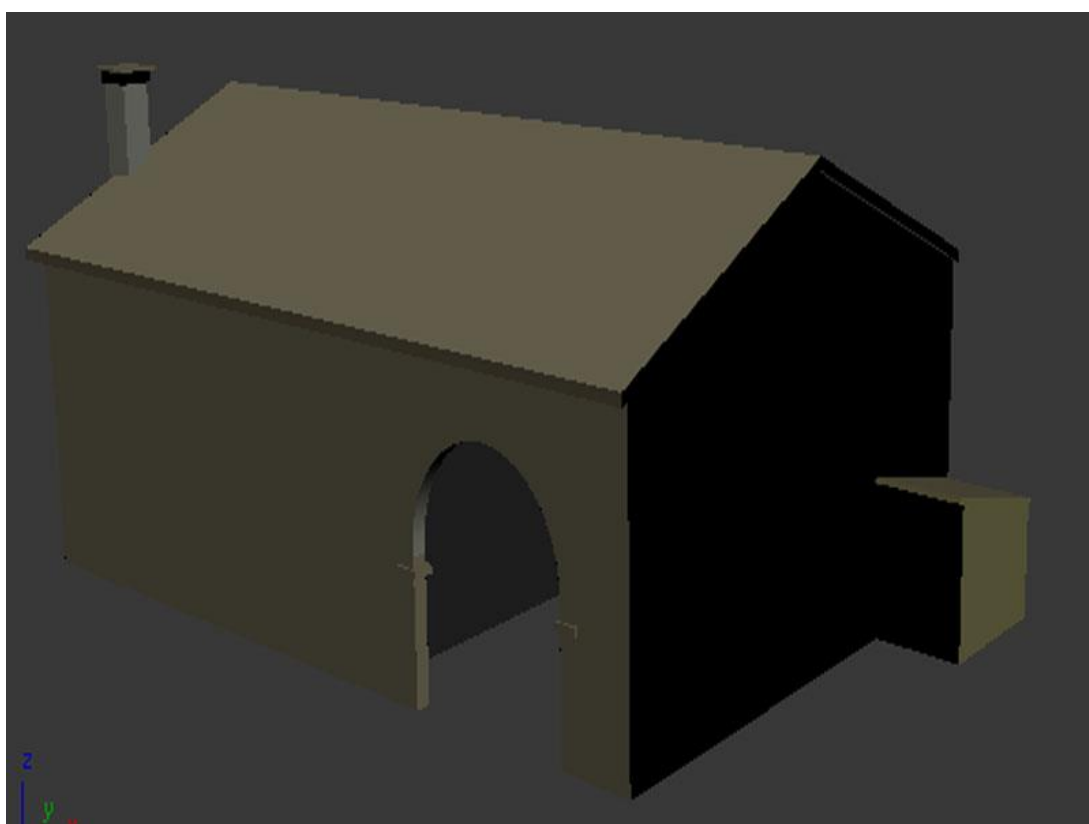
Μια πρώτη δοκιμή για το πώς φαίνεται ένα αντικείμενο που σχεδιάστηκε πρέπει να γίνεται πάντοτε. Στην αρχή τα αντικείμενα σχεδιάζονται όσο το δυνατόν πιο απλά (κύριος όγκος και κεντρικά χαρακτηριστικά) και στη συνέχεια προσθέτονται σιγά – σιγά οι λεπτομέρειες οι οποίες το απαρτίζουν. Πρέπει λοιπόν να διαπιστωθεί με την πρώτη δοκιμή ότι ο όγκος είναι ρεαλιστικός και επομένως σωστός και επιθυμητός. Το ίδιο ισχύει και με τα κεντρικά χαρακτηριστικά στα

οποία όμως πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη επιμέλεια. Έτσι, δοκιμάζονται τα αντικείμενα που θα συμμετέχουν στη σκηνή και διορθώνονται άμεσα.

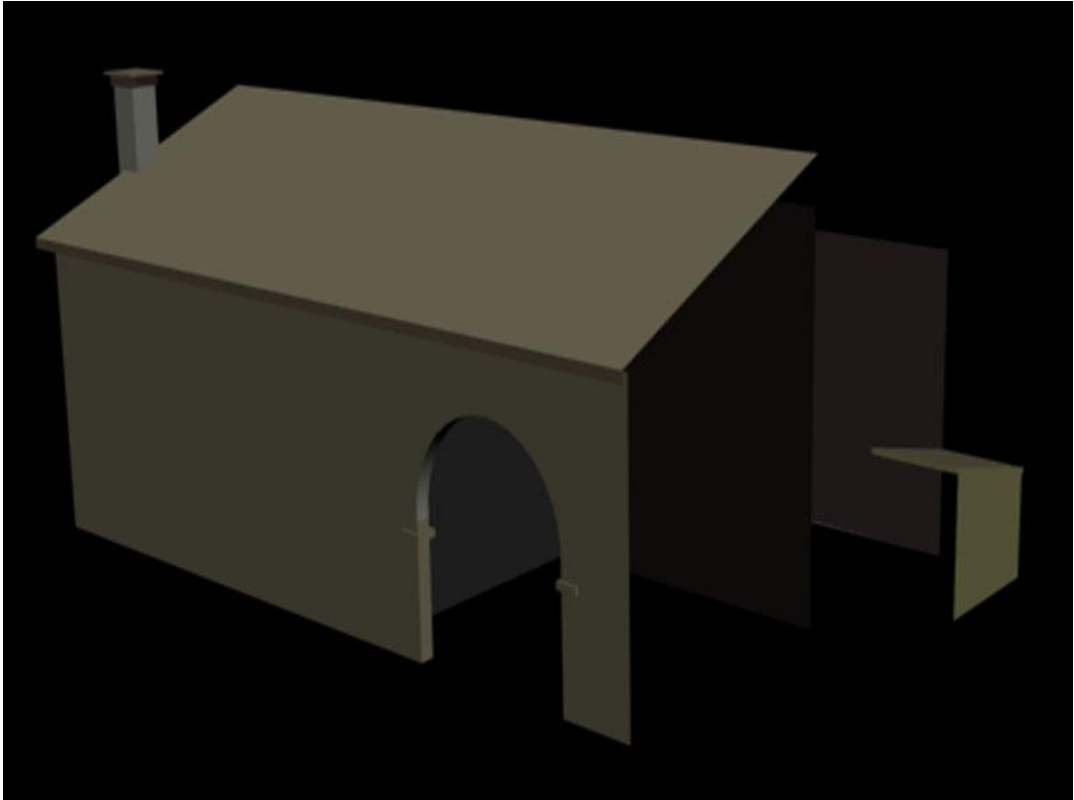
Επιπλέον, με τη χρήση φωτισμού και άλλων εφέ και τη χρήση textures φαίνεται η εικόνα που θα έχει ο τελικός χρήστης. Παριστάνοντας τη θέση του θεατή που έχει ο χρήστης, διορθώνονται τυχόν λάθη ή αλλάζει ελαφρώς η ιδέα της σχεδίασης λόγω αστοχίας υλικών ή/και φωτισμού ή/και συνδυασμού χρωμάτων.

Στη συνέχεια, προστίθεται λεπτομέρεια σταδιακά μέχρι να ολοκληρωθεί ένα αντικείμενο.

Οι εικόνες που ακολουθούν αποτελούν παραδείγματα.



Εικόνα 1.5 Οι μαύρες επιφάνειες είναι λάθη στο σχεδιασμό και είναι αόρατες κατά το rendering.



Εικόνα 1.6 Οι επιφάνειες παρουσιάζονται αόρατες κατά το rendering. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με το “reverse faces” (sketchup) ή το “flip” (3ds max).



Εικόνα 1.7 Τρισδιάστατη αναπαράσταση ποδοσφαιρικού γηπέδου με φωτισμό και textures.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Κάνοντας σωστή προετοιμασία, δηλαδή προεργασία μιας τρισδιάστατης σχεδίασης, υιοθετώντας μια βασική ιδέα, συλλέγοντας αναφορές από κάθε δυνατή πηγή πληροφορίας και θέτοντας ένα επιθυμητό αποτέλεσμα, θα επιτρέψει την αποτελεσματική εργασία. Με την εξάσκηση και τις συνεχείς δοκιμές η διαδικασία συνεχώς απλοποιείται και δίνεται περισσότερο προσοχή στη βελτίωση. Η επιτυχημένη προετοιμασία είναι αυτό που λέμε, “μπήκε το νερό στο αυλάκι”. Μετά ακολουθεί το κύριο κομμάτι που δεν είναι άλλο από τη δημιουργία αντικείμενων και οτιδήποτε εμπλέκεται με αυτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα γραφικά χρειάζεται να παραστήσουμε κυρίως δύο πράγματα:

- Το σύνολο των αντικείμενων που αποτελούν το συνθετικό κόσμο
- Τις εικόνες που θα έβλεπε ένας παρατηρητής αν βρισκόταν στο συνθετικό κόσμο.

Το επικρατέστερο μοντέλο αναπαράστασης είναι το πολυγωνικό. Οι μέθοδοι και οι διαδικασίες σχεδίασης βασίζονται στο πολυγωνικό μοντέλο και ποικίλουν. Ανάλογα με το αντικείμενο και το επιθυμητό αποτέλεσμα χρησιμοποιείται η πιο αποτελεσματική και λιγότερο χρονοβόρα μέθοδος. Ένα αντικείμενο όμως χρειάζεται textures για να γίνει ρεαλιστικό. Τα textures είναι από τα βασικότερα κεφάλαια στη βιομηχανία των γραφικών και χρειάζονται ειδική μελέτη καθώς η σωστή χρήση τους μπορεί να αλλάξει δραματικά το τελικό αποτέλεσμα.

Για τη σχεδίαση γραφικών έχουν αναπτυχθεί πολλά προγράμματα, κάθε ένα από τα οποία δίνει έμφαση σε συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά. Όλα έχουν ένα στόχο, ο οποίος δεν είναι άλλος από τη ρεαλιστική απεικόνιση αντικείμενων που αναπαριστούν αντίστοιχα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου.

Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα:

- Google Sketchup 8
- 3ds Max 2011
- Adobe Photoshop CS5

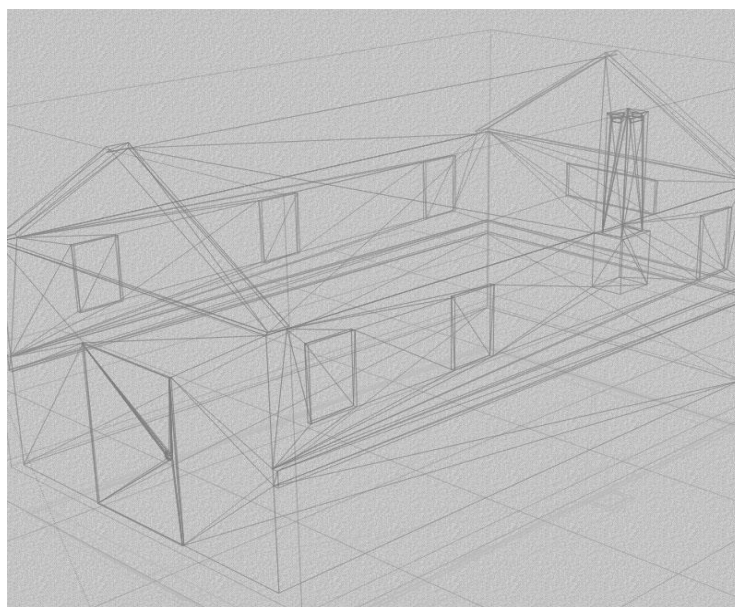
2.1 ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Η αναπαράσταση αντικειμένων με τη χρήση πολυγώνων αποτελεί την πιο παλιά και πιο διαδεδομένη μέθοδο. Τα πολύγωνα είναι ένα εύχρηστο συστατικό για την αναπαράσταση της επιφάνειας αντικειμένων, ιδιαίτερα όταν τα αντικείμενα αυτά έχουν λίγες επίπεδες επιφάνειες π.χ. ο κύβος [3]. Όσο πιο πολύπλοκα είναι τα αντικείμενα τόσο μεγαλύτερη γίνεται η δυσκολία αναπαράστασης. Οι επιφάνειές τους πρέπει να προσεγγισθούν από ένα σύνολο πολυγώνων. Γενικά ισχύουν τα εξής:

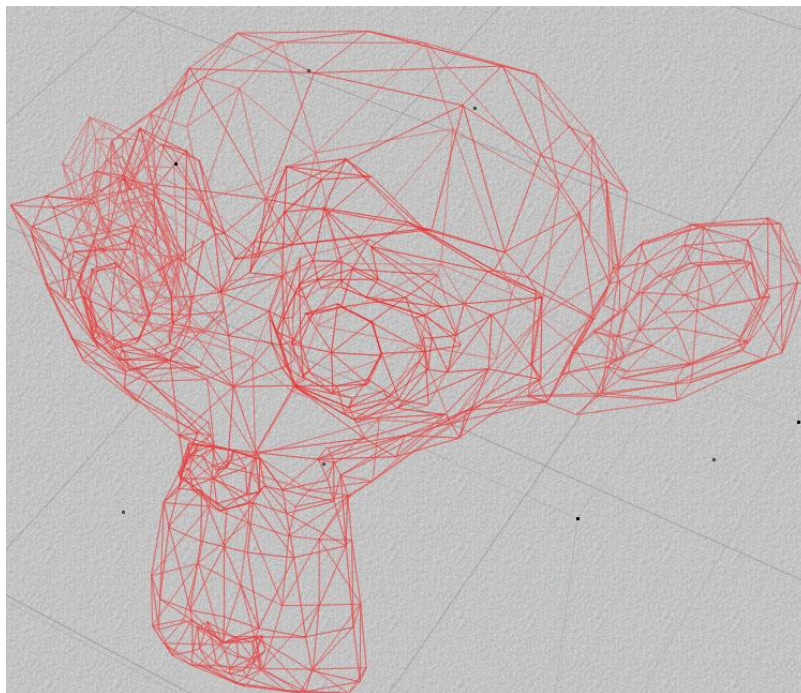
- Περιοχές με μεγάλη κοιλότητα πρέπει να έχουν μεγαλύτερο αριθμό πολυγώνων ανά μονάδα επιφάνειας από περισσότερο επίπεδες περιοχές.
- Το σύνολο των πολυγώνων ενός αντικειμένου πρέπει να είναι συνάρτηση του τελικού μεγέθους του αντικειμένου στην εικόνα.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του πολυγωνικού μοντέλου είναι η ευκολία δημιουργίας του (βέβαια ο όγκος εργασιών μπορεί να είναι μεγάλος για πολύπλοκα αντικείμενα), καθώς επίσης και το μεγάλο εύρος αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία εικόνων από πολυγωνικά μοντέλα (rendering).

Το βασικό μειονέκτημα είναι ότι για την αναπαράσταση πολύπλοκων αντικειμένων απαιτείται ένα μεγάλο πλήθος από πολύγωνα, πράγμα που σημαίνει απώλεια στη μνήμη. Επομένως, κάθε σχεδιαστής έχει ένα όριο στον αριθμό πολυγώνων που μπορεί να χρησιμοποιήσει.



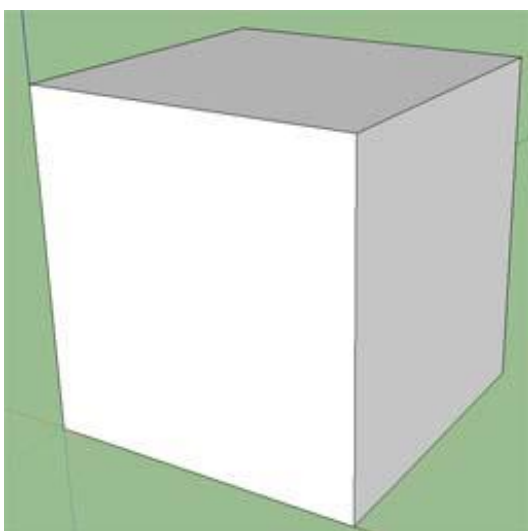
Εικόνα 2.1 Ένα απλό πολυγωνικό αντικείμενο που αποτελείται από 416 πολύγωνα.



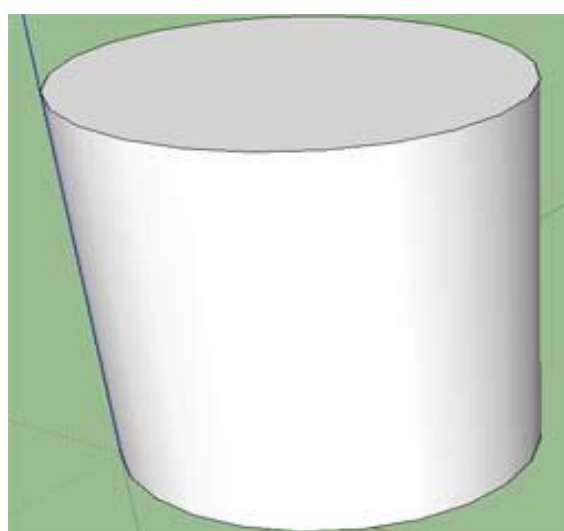
Εικόνα 2.2 Ένα πολύπλοκο πολυγωνικό αντικείμενο με 968 πολύγωνα.

2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΑ

Τα περισσότερα προγράμματα τρισδιάστατης σχεδίασης παρέχουν πάνω κάτω τα ίδια βασικά σχήματα. Από τα βασικά σχήματα προκύπτει οποιοδήποτε αντικείμενο, ξεκινώντας με τη κύρια μορφή και προσθέτοντας σταδιακά τις λεπτομέρειες. Αυτό βοηθάει στην κατανόηση των όγκων των αντικειμένων και στην ακριβή αναπαράστασή τους.



Εικόνα 2.3 Κύβος



Εικόνα 2.4 Κύλινδρος

Τα βασικά στοιχεία που απαρτίζουν τα σχήματα δίνουν τη δυνατότητα μορφοποίησης και επεξεργασίας τους. Οι κορυφές, οι πλευρές, τα τρίγωνα και οι επιφάνειες είναι όλα στοιχεία του μοντέλου που επιλέγονται και χειρίζονται, δίνοντας στο χρήστη πλήρη έλεγχο κατά τη δημιουργία αντικειμένων. Ένα παράδειγμα επεξεργασίας των στοιχείων είναι το εργαλείο “extrude” (στο Sketchup ο όρος που χρησιμοποιείται είναι “push/pull”), το οποίο προεκτείνει ή μικραίνει ένα αντικείμενο ή ένα μέρος του. Γενικά υπάρχουν αρκετά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των σχημάτων, τα οποία διαφέρουν εννοιολογικά και μερικές φορές λειτουργικά από πρόγραμμα σε πρόγραμμα.

2.3 ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

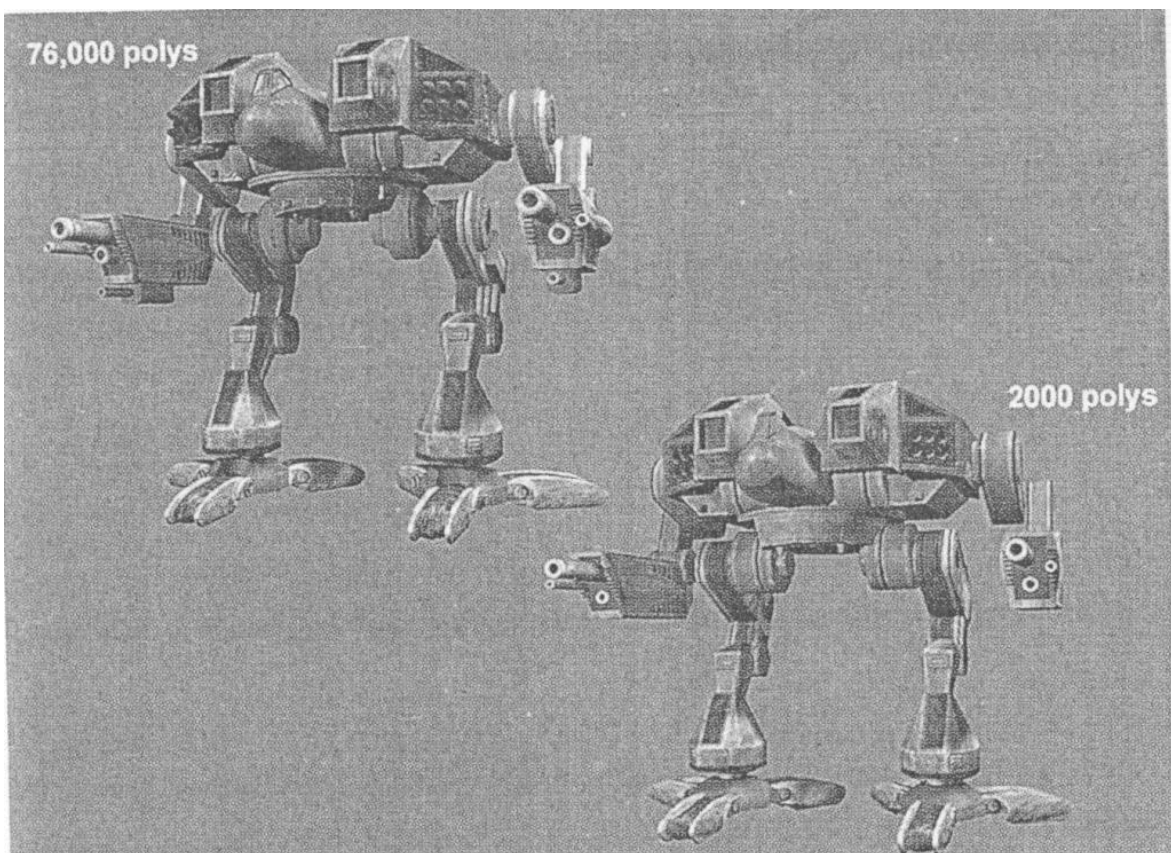
Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα για τη σχεδίαση είναι η σωστή διαχείριση πολυγώνων και μνήμης.

Τα πολύγωνα είναι τα πιο διαδεδομένα στον τομέα των γραφικών, ειδικά στα βιντεοπαιχνίδια και κάθε ένα από αυτά αποτελείται από δύο τρίγωνα που μοιράζονται τις κορυφές. Ο κύριος λόγος της ευρείας χρήσης τους είναι ότι φέρουν τρεις τιμές που αφορούν το μήκος, το πλάτος και το ύψος του αντικειμένου. Έτσι είναι πιο απλά από ότι τα “nurbs” που είναι σύνθετα και απαρτίζονται από μαθηματικές καμπύλες. Τα τελευταία δημιουργούν αντικείμενα με περισσότερες λεπτομέρειες και χρησιμοποιούνται σε κινηματογραφικές ταινίες και γενικά σε εφαρμογές με πολύ υψηλές απαιτήσεις γραφικών.

Η διαχείριση των πολυγώνων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με βάση τη μνήμη πρέπει να γίνεται σε λογικά πλαίσια, έτσι ώστε τα αντικείμενα που απαρτίζουν την εκάστοτε σκηνή να είναι όσο το δυνατό πιο ρεαλιστικά και παράλληλα να τηρούνται τα όρια του μέγιστου αριθμού χρήσης των πολυγώνων. Κατά την προετοιμασία πρέπει να καθοριστεί πόσο ρεαλιστική θα είναι η σκηνή, πόσα πολύγωνα κατά μέσο όρο θα απαρτίζουν τα βασικά αντικείμενα που συμμετέχουν, πόσο μεγάλο θα είναι το “περιβάλλον” και περισσότερα βασικά θέματα. Δοκιμάζοντας τις σκηνές μέσω rendering βγαίνουν συμπεράσματα για το κατά πόσο αξιοποιήθηκαν κατάλληλα τα πολύγωνα. Σε περίπτωση που παρατηρηθούν υπερβάσεις του ορίου, μειώνονται πολύγωνα χωρίς να μεταβάλλεται δραματικά ο κύριος όγκος, το σχήμα και οι λεπτομέρειες των αντικειμένων.

Η σχεδίαση χωρίς την αλόγιστη σπατάλη πολυγώνων απαιτεί χρόνο και εξάσκηση. Η βασική αρχή είναι η κατανόηση του γεγονότος ότι ένας αριθμός πολυγώνων δεν είναι αναγκαίος. Πιο συγκεκριμένα οι επιφάνειες που δε γίνονται ορατές από τους χρήστες, όπως για παράδειγμα η κάτω επιφάνεια ενός κουτιού που ακουμπάει στο έδαφος, δεν είναι απαραίτητες για τη σωστή έκβαση της σκηνής και επομένως μπορούν να αφαιρεθούν. Τα κυλινδρικά αντικείμενα μπορούν να αντικατασταθούν με αντίστοιχα που έχουν λιγότερες επιφάνειες,

τόσες ώστε να μην επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα. Επίσης, κάποιες επιφάνειες που δεν είναι καθόλου επίπεδες είναι δυνατό να αντικατασταθούν με κάποιες που έχουν λιγότερες καμπύλες καθώς, όπως προαναφέρθηκε, περιοχές με πολλές καμπύλες έχουν μεγαλύτερο αριθμό πολυγώνων ανά μονάδα επιφάνειας. Μόλις ένας σχεδιαστής κατανοήσει πως και πότε να μειώνει τα πολύγωνα, θα παράγει πιο ποιοτικές σκηνές και ποιοτικά γραφικά. Η εικόνα 2.5 αποτελεί ένα καλό παράδειγμα για το πώς πρέπει να ελαττώνονται τα πολύγωνα χωρίς να χάνονται σημαντικά στοιχεία όπως ο όγκος και οι λεπτομέρειες που τον απαρτίζουν. Ο στόχος ήταν να φαίνεται το αντικείμενο όσο το δυνατό καλύτερα χωρίς υπερβολικό αριθμό πολυγώνων. Ο αρχικός αριθμός μειώθηκε κατά 38 φορές!



Εικόνα 2.5 Σύγκριση ενός αντικειμένου πριν και μετά την αφαίρεση πολυγώνων.

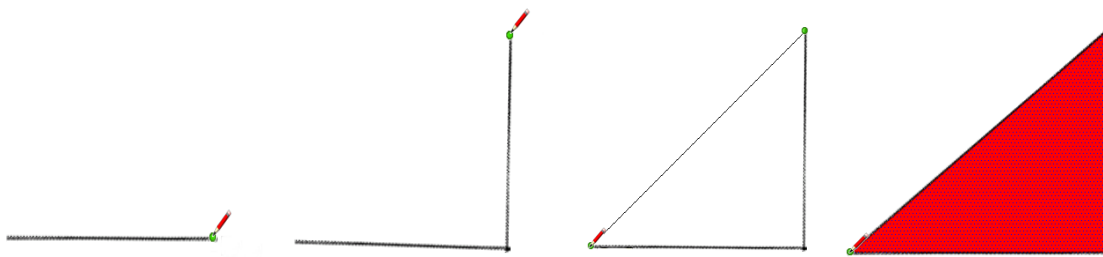
Κάθε σχεδιαστής οφείλει να παρακολουθεί και να δοκιμάζει κατά πόσο είναι λειτουργική η τρισδιάστατη σκηνή που δημιουργεί, γιατί όσο ρεαλιστική και αν είναι δεν έχει καμία σημασία αν δε μπορεί να προβληθεί χωρίς προβλήματα και δεν εκπληρώνει το σκοπό της, που δεν είναι άλλος από την ικανοποίηση των χρηστών.

2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Υπάρχουν πολλά εργαλεία και τεχνικές σχεδίασης και ανεξάρτητα από το λογισμικό, παρέχουν όλες τις δυνατότητες για την αναπαράσταση οποιασδήποτε σκηνής. Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν από τα προγράμματα Google Sketchup και στη συνέχεια Autodesk 3ds max.

2.4.1 Το εργαλείο Line

Το εργαλείο **Line** του Sketchup είναι ένα πολύ χρήσιμο και απλό εργαλείο με το οποίο σχεδιάζονται όλες οι επίπεδες επιφάνειες των αντικειμένων. Μια επιφάνεια σχηματίζεται από 3 ή περισσότερες γραμμές.



Εικόνα 2.6 Μια τρίγωνη επιφάνεια σχεδιασμένη με τρεις γραμμές

Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χωρίσει επιφάνειες και καθορίσει νέα σχήματα.



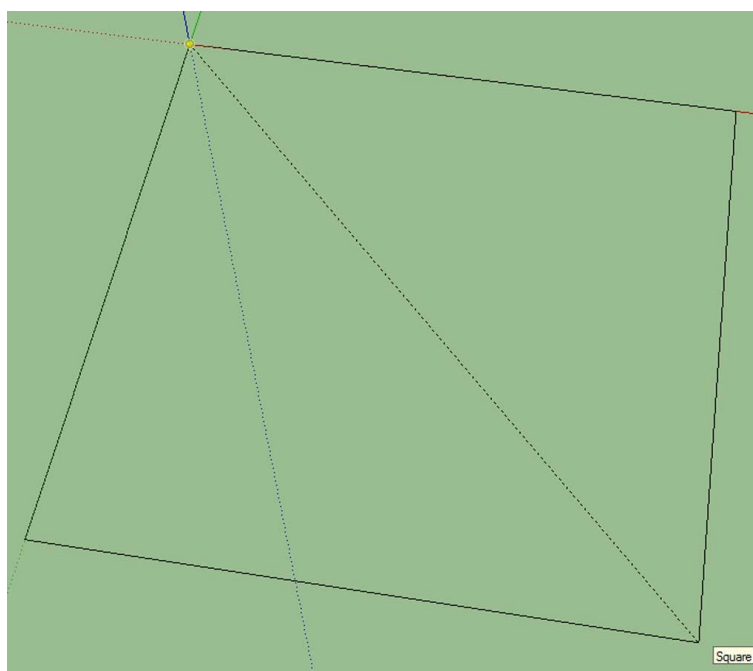
Εικόνα 2.7 Η γραμμή χωρίζει την τετράγωνη επιφάνεια σε δύο παραλληλόγραμμα.

Δίνοντας μια τιμή από το πληκτρολόγιο τη στιγμή που σχεδιάζεται μια γραμμή, καθορίζεται το μήκος της ανάλογα με τη μονάδα μέτρησης που έχει ρυθμιστεί από το χρήστη π.χ. μέτρα. Μερικές φορές κατά τη σχεδίαση επιφανειών χρειάζεται προσοχή, καθώς κάποια γραμμή/πλευρά μπορεί να μην έχει “κλείσει” σωστά

πράγμα που σημαίνει ότι η επιφάνεια δεν υφίσταται. Αυτό μπορεί να διορθωθεί πολύ απλά με το Line ξανασχεδιάζοντας τις γραμμές που σχηματίζουν τη συγκεκριμένη επιφάνεια. Κρατώντας πατημένο το πλήκτρο <<Shift>> κλειδώνεται η κατεύθυνση (x, y, z) προς την οποία θα σχεδιαστεί μια γραμμή. Τέλος, μια γραμμή μπορεί να χωριστεί σε περισσότερα τμήματα με την επιλογή **Divide** και δίνοντας την επιθυμητή τιμή, η γραμμή χωρίζεται σε τόσα τμήματα.

2.4.2 Το εργαλείο Rectangle

Χρησιμοποιείται για να σχεδιάζονται τετράγωνα και παραλληλόγραμμα επιφάνειες (ορθογώνια). Καθορίζεται κάνοντας κλικ σε δύο αντίθετες γωνίες ανάλογα με το επιθυμητό σχήμα. Τα ορθογώνια μπορούν να τοποθετηθούν σε υπάρχουσες επιφάνειες ή χωριστά ως προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Το Sketchup παρέχει μια χρήσιμη λειτουργία κατά την οποία τη στιγμή που σχεδιάζεται ένα ορθογώνιο και το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι ένα τετράγωνο, εμφανίζεται μια διαγώνια διακεκομμένη γραμμή ως ένδειξη ότι είναι τετράγωνο.

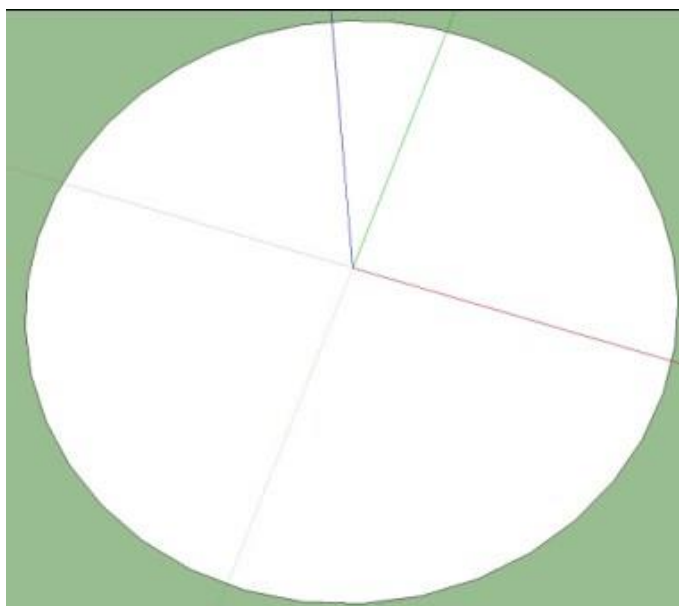


Εικόνα 2.8 Η διακεκομμένη γραμμή και η ένδειξη *Square* δηλώνουν τη σχεδίαση τετράγωνου.

Οι διαστάσεις του ορθογωνίου, το μήκος και το πλάτος, μπορούν να οριστούν από το πληκτρολόγιο κατά τη σχεδίαση. Πατώντας το <<Shift>> κλειδώνεται τη σχεδίαση προς έναν εκ των τριών αξόνων. Γενικά, το τελευταίο ισχύει για όλα τα εργαλεία του προγράμματος.

2.4.3 Το εργαλείο Circle

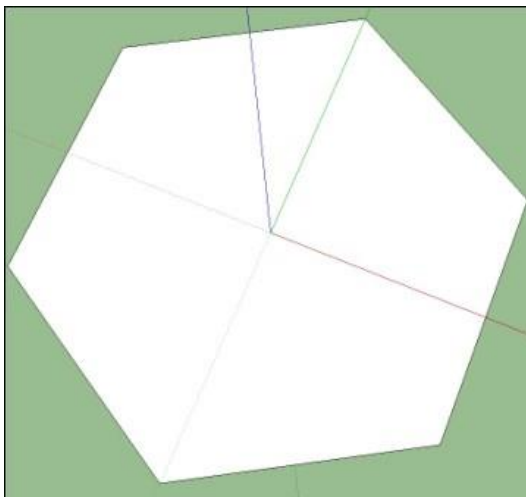
Το εργαλείο αυτό παράγει κύκλους με δύο δεδομένα, τις πλευρές και την ακτίνα. Ο κύκλος αναπαρίσταται με συγκεκριμένο αριθμό πλευρών, καθώς η μνήμη του υπολογιστή είναι πεπερασμένη και δεν υφίσταται η γνωστή θεωρία του κύκλου που ισχυρίζεται ότι είναι ένα σύνολο άπειρων σημείων που απέχουν από ένα συγκεκριμένο σημείο. Ο προκαθορισμένος αριθμός πλευρών είναι 24. Δίνοντας λοιπόν τον αριθμό των πλευρών και την ακτίνα του μέσω του πληκτρολόγιου σχηματίζεται ένας κύκλος.



Εικόνα 2.9 Κύκλος με 40 πλευρές και ακτίνα 1m.

2.4.4 Το εργαλείο Polygon

Το **Polygon** έχει την ίδια χρησιμότητα με το Circle, με τη διαφορά ότι ο προκαθορισμένος αριθμός πλευρών είναι 6 και γενικά χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση πολυγωνικών οντοτήτων. Στην ουσία τα δύο αυτά εργαλεία κάνουν την ίδια δουλειά, πράγμα που είναι εύκολο να διαπιστωθεί αν δώσουμε την ίδια τιμή για τις πλευρές του έκαστου.



Εικόνα 2.10 Ένα 6-γωνο πολύγωνο.

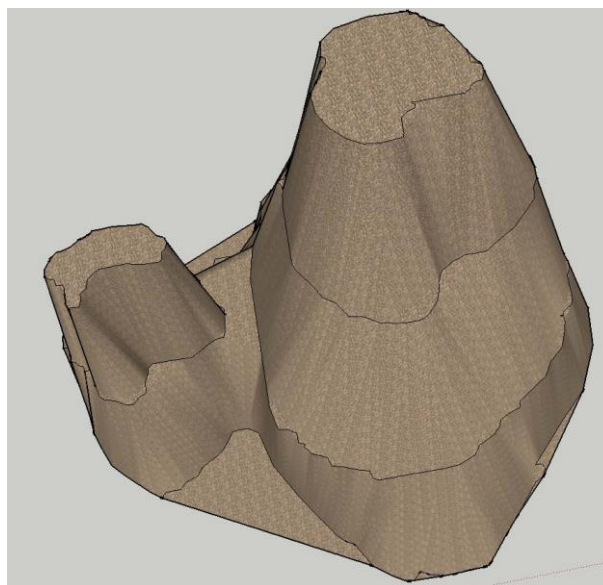
2.4.5 Το εργαλείο Arc

Δημιουργεί τόξα/καμπύλες, τα οποία αποτελούνται από πολλαπλά συνδεδεμένα ευθύγραμμα τμήματα. Τα τόξα απαρτίζονται από τρία μέρη: το σημείο αρχής, το τελικό σημείο και την απόσταση κύρτωσης. Η απόσταση μεταξύ του αρχικού και του τελικού σημείου είναι γνωστό ως χορδή. Κατά τη σχεδίαση ο χρήστης δίνει από το πληκτρολόγιο το μήκος της χορδής και στη συνέχεια με το ποντίκι καθορίζει την κατεύθυνση ή ακόμη και την απόσταση κύρτωσης (εναλλακτικός τρόπος απόδοσης τιμών όπως και σε όλα τα υπόλοιπα εργαλεία αποτελεί το πληκτρολόγιο). Ακόμη μια χρησιμότητα αυτού του εργαλείου είναι η σχεδίαση ημικύκλιων. Φυσικά, για να επιτευχθεί αυτό πρέπει η απόσταση κύρτωσης να είναι ίση με τη μισό της χορδής.

Τόξα με περισσότερες πλευρές φαίνεται να έχουν πιο ομαλή καμπυλότητα από τόξα με λιγότερες. Ωστόσο, περισσότερες πλευρές αυξάνουν το μέγεθος του μοντέλου και μειώνει την τελική απόδοση της σκηνής, καθώς αναλώνει πολύγωνα και επομένως μνήμη. Μπορούν να επιτευχθούν αποδεκτά αποτελέσματα με μικρή κατάτμηση και τις τεχνικές *smooth* και *edge softening*, οι οποίες θα περιγραφούν στη συνέχεια, δημιουργώντας την εντύπωση της ομαλότητας.

2.4.6 Το εργαλείο Freehand

Χρησιμοποιώντας το εργαλείο **Freehand** σχεδιάζονται ελεύθερες, ακανόνιστες γραμμές και καμπύλες. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την αναπαράσταση περιγραμμάτων της κατατομής εδάφους καθώς και αντικειμένων του πραγματικού κόσμου με ιδιαιτερότητες στις καμπύλες και τις λεπτομέρειες. Τα σχέδια που προκύπτουν μπορούν να τοποθετηθούν σε υπάρχουσες επιφάνειες ή χωριστά ως προς οποιαδήποτε κατεύθυνση.

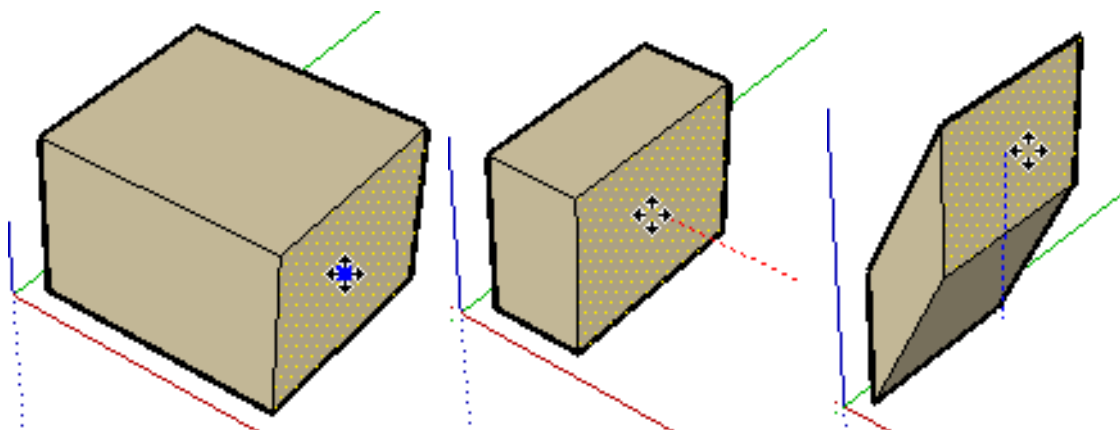


Εικόνα 2.11 Αναπαράσταση κορυφής βουνού με τη χρήση του Freehand.

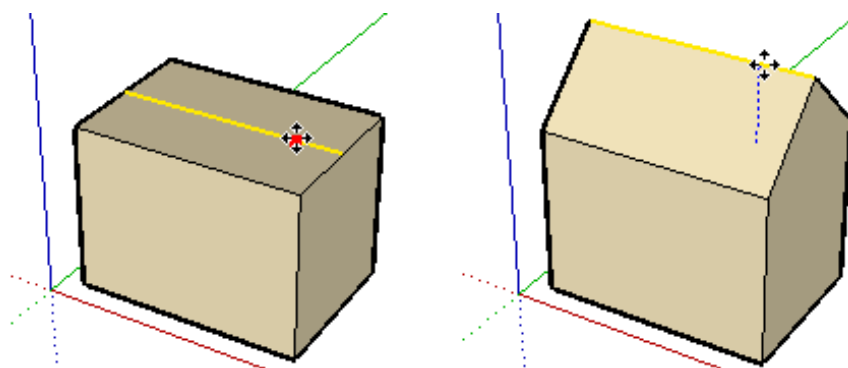
2.4.7 Το εργαλείο Move

Το εργαλείο **Move** χρησιμοποιείται για τη μετακίνηση, την αντιγραφή και την προέκταση των στοιχείων και των αντικειμένων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την περιστροφή ενός ή περισσότερων στοιχείων. Κατά τη μετακίνηση υπάρχει η δυνατότητα επιλογής κατεύθυνσης αξιοποιώντας τα βέλη του πληκτρολογίου. Έτσι, το πάνω βέλος αντιστοιχεί στον μπλε άξονα (z), το αριστερό βέλος στον πράσινο (y) και το δεξί βέλος στον κόκκινο άξονα (x). Δίνοντας μια τιμή από το πληκτρολόγιο κατά τη διάρκεια χρήσης του Move καθορίζεται σε ποιο μέγεθος θα γίνει η ενέργεια.

Όταν μετακινείται ένα στοιχείο που είναι συνδεδεμένο με άλλα, το σχήμα θα τεντωθεί κατάλληλα όσο χρειάζεται. Είναι δυνατό να μετακινηθούν σημεία, κορυφές, πλευρές, επιφάνειες με αυτόν τον τρόπο.

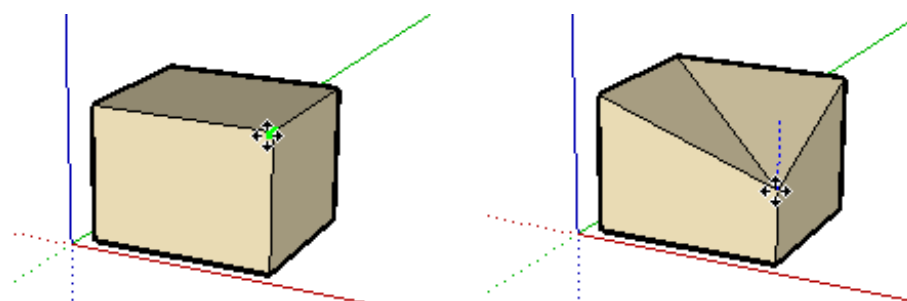


Εικόνα 2.12 Επεξεργασία αντικειμένου μετακινώντας στοιχεία του.



Εικόνα 2.13 Η γραμμή επιλέγεται και μετακινείται προς τα πάνω (άξονας z) σχηματίζοντας μια κεκλιμένη σκεπή.

Το Sketchup, σε περίπτωση που δημιουργούνται μη επίπεδες επιφάνειες λόγω μετακίνησης ή προέκτασης, αναδιπλώνει τις αντίστοιχες επιφάνειες.



Εικόνα 2.14 Η πάνω επιφάνεια του σχήματος αναδιπλώνεται κατά τη μετακίνηση μιας εκ των κορυφών του.

Μια πολύ χρήσιμη λειτουργία που γλιτώνει τους σχεδιαστές από θέμα χρόνου, είναι η αντιγραφή αντικειμένων. Πατώντας μια φορά το <<Ctrl>> κατά τη χρήση του Move, παράγεται ένα αντίγραφο του επιλεγμένου αντικειμένου. Οι δυνατότητες της λειτουργίας της αντιγραφής όμως δε σταματάει εδώ. Ο σχεδιαστής έχει την ευχέρεια να αντιγράψει τα αντικείμενα όσες φορές επιθυμεί. Αυτό γίνεται απλά, πληκτρολογώντας έναν αριθμό ακολουθούμενο από το σύμβολο x (επί), αφού επιλεγθεί το σημείο προορισμού. Για παράδειγμα, αν δοθεί 2x, τότε το αντικείμενο αντιγράφεται δύο φορές.

Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα διαίρεσης της απόστασης ανάμεσα στο αντίγραφο και στο πρωτότυπο, πληκτρολογώντας μια τιμή μαζί με το σύμβολο /. Για παράδειγμα, αν δοθεί 5/ ή /5, θα δημιουργηθούν πέντε αντίγραφα ομοιόμορφα κατανομημένα μεταξύ του πρωτότυπου και του αντίγραφου.

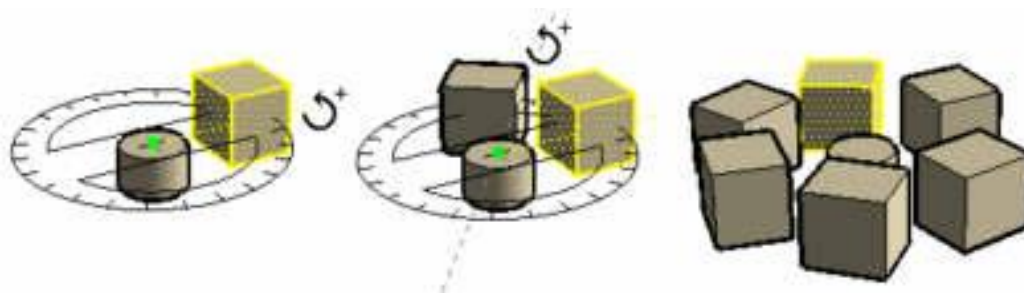
Η αντιγραφή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στη σχεδίαση αντικειμένων, όπως φράχτες, σκάλες και γέφυρες.

Φυσικά, το εργαλείο Move μπορεί να επεξεργαστεί μια ομάδα επιλεγμένων αντικειμένων ή στοιχείων. Τα αντικείμενα είναι πιο εύκολα σε επεξεργασία από ότι τα στοιχεία, καθώς τα τελευταία προκαλούν τις περισσότερες φορές τροποποιήσεις στον όγκο και το σχήμα των αντικειμένων.

2.4.8 Το εργαλείο Rotate

Χρησιμοποιείται για να περιστρέφει, να προεκτείνει και να παραμορφώνει αντικείμενα. Η περιστροφή μπορεί να γίνει ως προς τους τρεις άξονες με τη βοήθεια ενός μοιρογνωμονίου με το οποίο υπολογίζεται κατά πόσες μοίρες θα γίνει. Δίνοντας για παράδειγμα την τιμή 70, η περιστροφή θα γίνει κατά 70 μοίρες. Το εργαλείο Rotate μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να προεκτείνει το σχήμα με την επιλογή και την περιστροφή ενός τμήματος. Οποιαδήποτε περιστροφική κίνηση που θα μπορούσε να προκαλέσει τη στροφή μιας επιφάνειας ως προς τον εαυτό της ή διαφορετικά να γίνει μη επίπεδη, ενεργοποιεί τη λειτουργία αναδίπλωσης της επιφάνειας.

Επιπλέον, επιτυγχάνεται η αντιγραφή και παράλληλα η περιστροφή στοιχείων και αντικειμένων, ακόμα και γύρω από ένα διαφορετικό με το πρωτότυπο. Η ιδέα πίσω από αυτή τη λειτουργία είναι παρόμοια με αυτή της αντιγραφής του εργαλείου Move.



Εικόνα 2.15 Δημιουργία 5 αντίγραφων γύρω από ένα αντικείμενο.

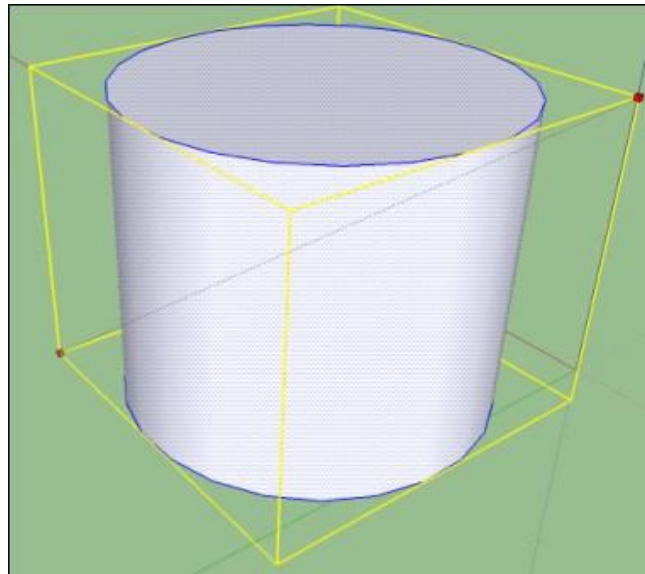
2.4.9 Το εργαλείο Scale

Χρησιμοποιώντας το εργαλείο **Scale**, πραγματοποιείται η αλλαγή μεγέθους και η προέκταση των στοιχείων και των αντικειμένων. Με την ενεργοποίηση του εργαλείου και την επιλογή των στοιχείων που προορίζονται για τροποποίηση, εμφανίζονται όλες οι λαβές (grips) που είναι διαθέσιμες. Υπάρχουν τρία είδη λαβών:

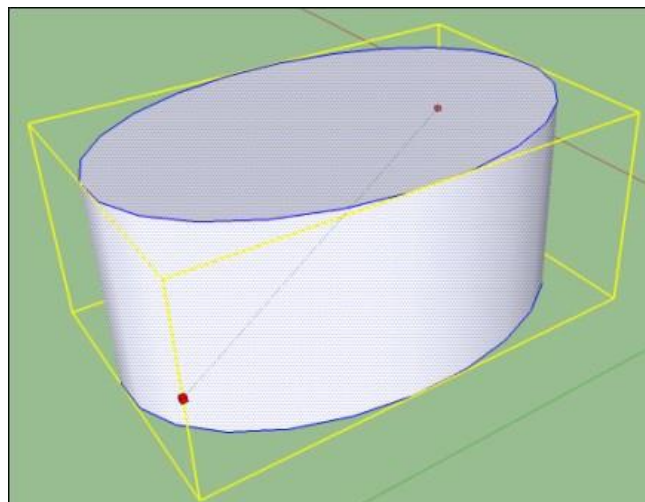
- **Corner grips.** Τα corner grips μεταβάλλουν το μέγεθος από την αντίθετη γωνία/κορυφή. Η προεπιλεγμένη ενέργεια είναι μια ενιαία μεταβολή, έτσι ώστε οι αναλογίες να μείνουν άθικτες, χωρίς να παραμορφώνεται το σχήμα και όγκος. Δίνεται μια τιμή που αφορά την κλιμάκωση.
- **Edge grips.** Τα edge grips μεταβάλλουν το μέγεθος από την αντίθετη πλευρά, σε δύο διαστάσεις ταυτόχρονα. Η προεπιλεγμένη ενέργεια είναι η

μη ενιαία μεταβολή, πράγμα που σημαίνει ότι οι αναλογίες δεν παραμένουν ίδιες, παράγοντας παραμόρφωση. Δίνονται δύο τιμές που αφορούν την κλιμάκωση.

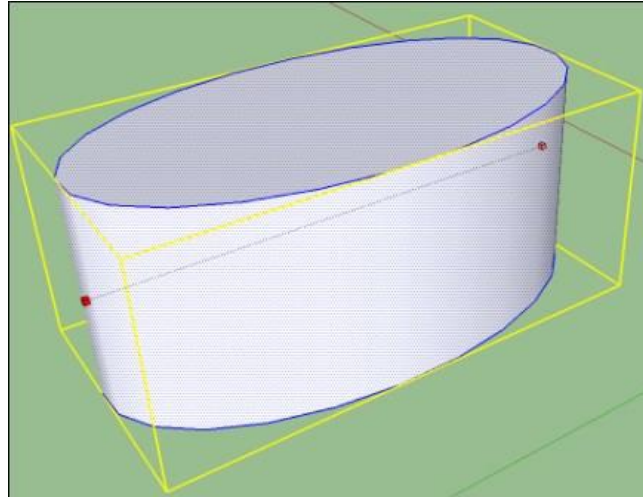
- **Face grips.** Τα edge grips μεταβάλλουν το μέγεθος από την αντίθετη επιφάνεια, σε μια μόνο διάσταση. Η προεπιλεγμένη ενέργεια είναι η μη ενιαία μεταβολή, πράγμα που σημαίνει ότι οι αναλογίες δεν παραμένουν ίδιες, παράγοντας παραμόρφωση. Δίνονται μια τιμή που αφορά την κλιμάκωση.



Εικόνα 2.16 Χρήση των corner grips.



Εικόνα 2.17 Χρήση των edge grips.

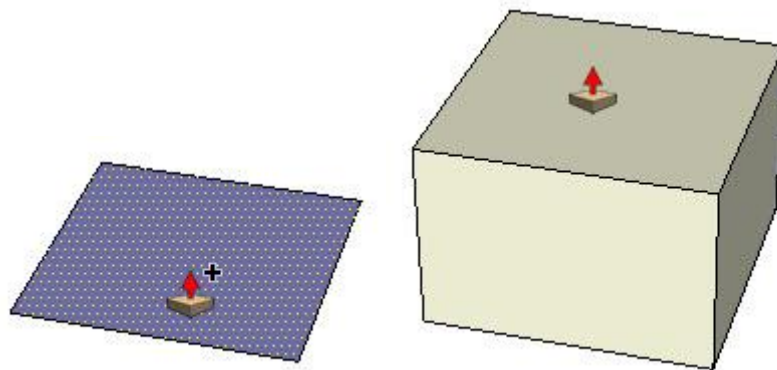


Εικόνα 2.18 Χρήση των face grips.

Το εργαλείο αυτό επιτρέπει επιπλέον την αλλαγή μεγέθους ενός αντικειμένου ως προς το κέντρο του. Το τελευταίο γίνεται κρατώντας πατημένο το <<Ctrl>> και επιλέγοντας οποιαδήποτε λαβή. Μερικές φορές, ίσως χρειαστεί να διατηρηθεί η ομοιομορφία της γεωμετρίας, καθώς μεταβάλλεται το μέγεθος παρά την εκτέλεση μη ομοιόμορφης κλιμάκωσης. Το κουμπί <<Shift>> μετατρέπει τη λειτουργία ομοιόμορφης κλιμάκωσης σε μη ομοιόμορφη και το αντίστροφο.

2.4.10 Το εργαλείο Push/Pull

Το **Push/Pull** προσθέτει και αφαιρεί όγκο στις επιφάνειες, μετατρέποντας τις οντότητες από δισδιάστατες σε τρισδιάστατες και αντίστροφα. Έτσι μεταβάλλεται μια εκ των τριών διαστάσεων (μήκος, πλάτος, ύψος), δίνοντας στο σχεδιαστή ευχέρεια στην εύκολη διαχείριση των όγκων, όλων των αντικειμένων που συμμετέχουν σε μια σκηνή.



Εικόνα 2.19 Μετατροπή δισδιάστατης οντότητας σε τρισδιάστατη.

Μια χρήσιμη λειτουργία είναι αυτή, της κατά κάποιο τρόπο συντόμευσης, που επιτρέπει την επανάληψη της τελευταίας ενέργειας Push/Pull σε διαφορετική επιφάνεια του ίδιου αντικειμένου, απλά κάνοντας διπλό κλικ πάνω στην επιφάνεια. Η πλευρά της επιφάνειας που γίνεται το διπλό κλικ επηρεάζει την κατεύθυνση των επανειλημμένων Push/Pull. Εάν η τελευταία ήταν σε μια μπροστινή επιφάνεια και στη συνέχεια γίνει διπλό κλικ στην πίσω επιφάνεια, τότε το Push/Pull θα συμβεί στην αντίθετη κατεύθυνση.

Όταν χρησιμοποιείται σε ένα σχήμα που είναι μέρος ενός άλλου όγκου, το Sketchup αφαιρεί το σχήμα ένα τρισδιάστατο κενό, αν το σχήμα έχει τοποθετηθεί σωστά έξω από το πίσω μέρος του όγκου.

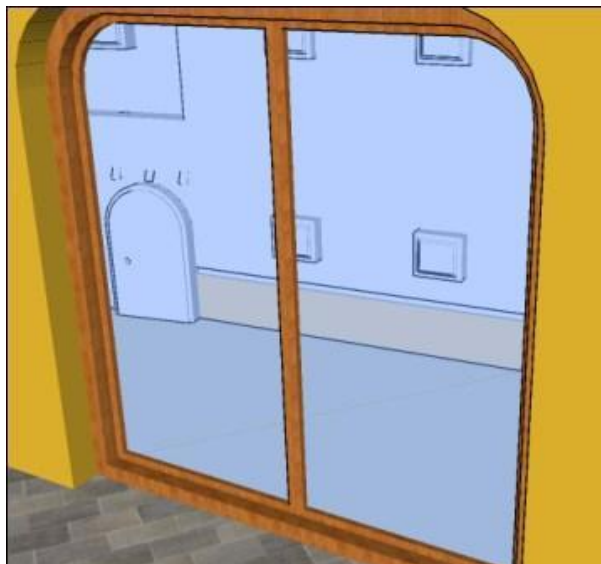
Μια χρήσιμη τεχνική είναι η δημιουργία μια νέας επιφάνειας εκκίνησης για αυξομείωση όγκου. Αυτό επιτυγχάνεται πατώντας μια φορά <<Ctrl>> μετά από μια ενέργεια push/pull και πριν από μια ακόμη. Οι γραμμές που αντιπροσωπεύουν τις πλευρές της ανώτερης επιφάνειας, θα παραμείνουν ως το σημείο εκκίνησης για μια νέα push/pull λειτουργία. Η τεχνική αυτή είναι χρήσιμη για τη γρήγορη σχεδίαση πολυώροφων κτιρίων.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί η χρήση του στις επιφάνειες που έχουν ένα τόξο για πλευρά, η οποία είναι παρόμοια με εκείνη στις κανονικές επιφάνειες. Η κυρτή επιφάνεια που προκύπτει ως αποτέλεσμα από αυτή τη λειτουργία ονομάζεται οντότητα επιφάνειας (surface entity).

2.4.11 Το εργαλείο Offset

Το εργαλείο **Offset** δημιουργεί αντίγραφα γραμμών και επιφανειών με μια ομοιόμορφη απόσταση από τα πρωτότυπα. Η χρήση του παράγει τόσο εξωτερικά όσο και εσωτερικά αντίγραφα των πρωτότυπων. Η τελευταία λειτουργία που εκτελέστηκε μπορεί να επαναληφθεί κάνοντας αμέσως μετά διπλό κλικ πάνω στην ίδια επιφάνεια ή σε διαφορετική επιφάνεια. Η χρησιμότητα του είναι καταλυτική για τη σχεδίαση αντικειμένων που έχουν συμμετρίες και πολλά στοιχεία που επαναλαμβάνονται σε διαφορετικά μεγέθη. Εξοικονομείται έτσι χρόνος για την όλη διαδικασία της σχεδίασης, δίνοντας στο σχεδιαστή την ευκαιρία να αναθεωρήσει και την πολυτέλεια να διορθώσει τα αντικείμενα, τελειοποιώντας όσο το δυνατό τη σκηνή του.

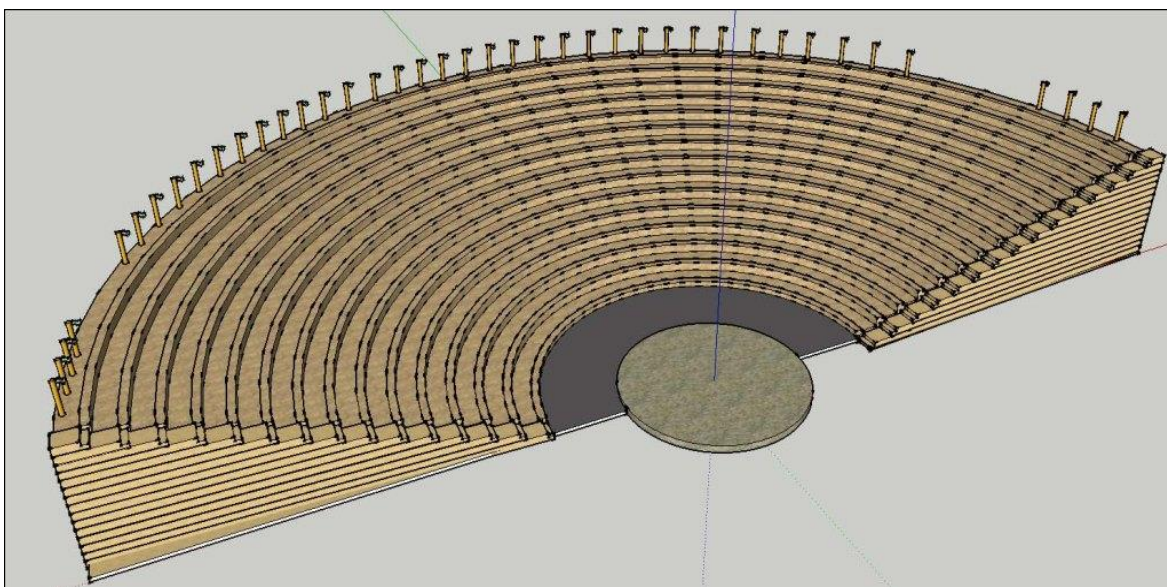
Το Offset σε συνδυασμό με το Push/Pull παράγει αυξομειωμένα αντίγραφα επιφανειών και γραμμών κάτι που είναι εξαιρετικά χρήσιμο για το σχεδιασμό των βασικών στοιχείων κτιρίων, όπως τα παράθυρα, οι πόρτες, καθώς και πολλών άλλων πολύπλοκων αντικειμένων. Το πλεονέκτημα είναι ότι σχεδιάζονται σχετικά εύκολα και απλά πολύπλοκα αντικείμενα.



Εικόνα 2.20 Παράθυρο σχεδιασμένο με το εργαλείο Offset.

2.4.12 Το εργαλείο Follow Me

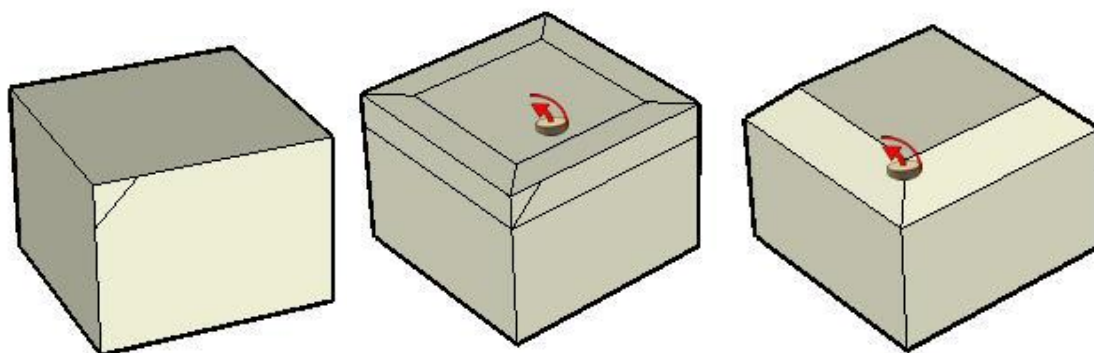
Αντιγράφει το προφίλ μιας επιφάνειας κατά μήκος μιας διαδρομής. Αυτό το εργαλείο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν γίνεται προσπάθεια για προσθήκη λεπτομέρειας σε ένα μοντέλο, όπως για παράδειγμα ένα αμφιθέατρο, επειδή αφού σχεδιασθεί το προφίλ των σκαλοπατιών του αμφιθέατρου στο ένα άκρο της διαδρομής στο μοντέλο, με το Follow Me προεκτείνεται αυτή η λεπτομέρεια κατά μήκος της διαδρομής. Η διαδρομή και η επιφάνεια πρέπει να είναι συναφή. Η εξαγωγή μιας επιφάνειας, δηλαδή η αντιγραφή του προφίλ της, μπορεί να γίνει αυτόματα ή χειροκίνητα χρησιμοποιώντας το Follow Me.



Εικόνα 2.21 Αναπαράσταση αμφιθέατρου.

Η χειροκίνητη μέθοδος εξαγωγής επιφάνειας κατά μήκος μιας διαδρομής επιτρέπει τον έλεγχο της κατεύθυνσης που θα διαγράψει η επιφάνεια. Αρχικά σχεδιάζεται ή επιλέγεται η επιφάνεια προς τροποποίηση. Θα πρέπει όμως να διασφαλιστεί ότι το προφίλ της επιφάνειας είναι όσο το δυνατόν πιο κάθετο στη διαδρομή. Στη συνέχεια, με το εργαλείο σέρνουμε την επιφάνεια κατά μήκος της διαδρομής μέχρι το επιθυμητό σημείο.

Η πιο απλή και ακριβής μέθοδος για την εξαγωγή επιφάνειας κατά μήκος μιας διαδρομής είναι η αυτόματη που γίνεται σε μια ενιαία συνεπίπεδη επιφάνεια. Αφού, σχεδιασθεί ή επιλεγθεί η επιφάνεια, κρατώντας πατημένο το πλήκτρο <<Alt>>, κάνοντας κλικ στην επιφάνεια και μετακινώντας τον κέρσορα στην επιφάνεια γύρω από την οποία θα γίνει η εξαγωγή, το αποτέλεσμα θα γίνει αυτόματα.



Εικόνα 2.22 Αυτόματη μέθοδος εξαγωγής επιφάνειας κατά μήκος διαδρομής.

2.4.13 Το εργαλείο Tape Measure

Χρήσιμο εργαλείο, το οποίο μετρά αποστάσεις και δημιουργεί βοηθητικά σημεία ή γραμμές που καθοδηγούν το σχεδιαστή να αποδίδει λεπτομέρειες με μεγάλη ακρίβεια. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη μέτρηση αποστάσεων μεταξύ δύο σημείων. Όταν η μέτρηση ξεκινάει από ένα οποιοδήποτε σημείο μιας πλευράς ή από μια κορυφή με κατεύθυνση διαφορετική από αυτή που έχουν οι πλευρές, τότε δημιουργείται μια παράλληλη διακεκομμένη γραμμή (βοηθητική γραμμή). Αντίθετα, όταν η μέτρηση έχει ως σημείο εκκίνησης μια κορυφή, τότε δημιουργείται ένα βοηθητικό σημείο.

Μια ακόμη χρησιμότητα του εργαλείου αυτού είναι ο επαναπροσδιορισμός μεγέθους αντικειμένων σε μια πιο ακριβή διάσταση, πληκτρολογώντας την επιθυμητή τιμή κατά τη μέτρηση της απόστασης μεταξύ δύο σημείων μιας πλευράς. Αυτή η πλευρά είναι γνωστή ως γραμμή αναφοράς (reference line). Μια σημαντική παρατήρηση είναι ότι μόνο στοιχεία που έχουν δημιουργηθεί μαζί με το αντικείμενο και όχι εκείνα που έχουν εισαχθεί από εξωτερικά αρχεία, μπορούν να τροποποιηθούν όσο αφορά το μέγεθος τους.

Για να κλειδωθεί η κατεύθυνση προς την οποία θα πραγματοποιηθεί η μέτρηση, πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα βελάκια του πληκτρολογίου. Έτσι έχουμε:

- Πάνω βέλος: Μπλε άξονας, ύψος (z)
- Αριστερό βέλος: Πράσινος άξονας, πλάτος (y)
- Δεξί βέλος: Κόκκινος άξονας, μήκος (x)

2.4.14 Το εργαλείο Protractor

Μετράει γωνίες και δημιουργεί βοηθητικές γραμμές. Οι γραμμές αυτές είναι χρήσιμες στη σχεδίαση κεκλιμένων επιφανειών, όπως οι σκεπές των κτιρίων. Ο βαθμός γωνίας, που έχει εισαχθεί από το σχεδιαστή, εμφανίζεται σε γωνιακές μοίρες κατά τη μέτρηση και δημιουργία βοηθητικών γραμμών. Το εργαλείο απεικονίζεται με ένα μοιρογνωμόνιο.

2.4.15 Το εργαλείο Axes

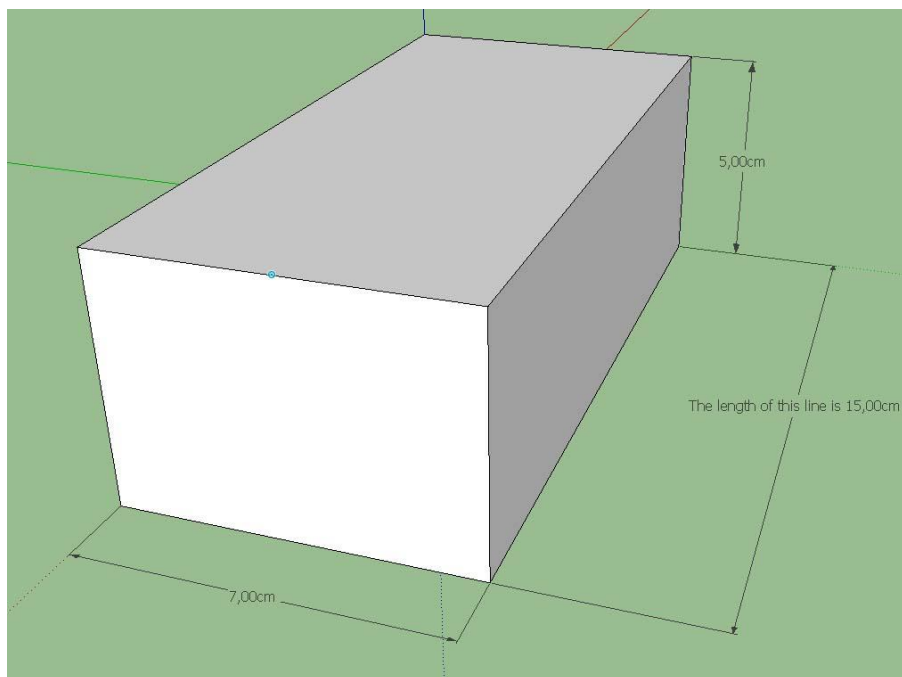
Το εργαλείο **Axes** μετακινεί και επαναπροσδιορίζει τους άξονες σχεδίασης. Για παράδειγμα, μπορεί να χρειαστεί η μετακίνηση των αξόνων, όταν κατασκευάζονται ορθογώνια αντικείμενα που είναι ασύμμετρα σε σχέση με κάποια άλλα. Μπορεί, επιπλέον να καταστεί δυνατή η πιο ακριβής κλιμάκωση των αντικειμένων που δεν έχουν τον ίδιο προσανατολισμό.

2.4.16 Το εργαλείο Dimension

Το εργαλείο αυτό τοποθετεί ενδείξεις διαστάσεων στο μοντέλο. Πλευρές και σημεία χρησιμοποιούνται για τη λήψη διαστάσεων. Κατάλληλα σημεία αποτελούν: τα τελικά σημεία, τα σημεία που βρίσκονται στη μέση των πλευρών, σε σημεία αιχμής (κορυφές), διασταυρώσεις γραμμών και σχημάτων, τα τόξα και τα κέντρα των κύκλων. Επιπλέον, μπορούν να ληφθούν διαστάσεις από διάφορα εδάφη (terrain/planes).

Το εργαλείο αυτό καθίσταται ιδιαίτερα χρήσιμο σε αρχιτέκτονες, μηχανικούς και γενικά σε όλους όσους επιθυμούν να γνωρίζουν ακριβώς τις διαστάσεις των αντικειμένων που σχεδιάζουν. Η ακρίβεια πολλές φορές είναι επιτακτική ανάγκη, ειδικά αν κρίνονται από αυτήν πολύ σοβαρά θέματα, όπως η υγεία, η ζωή και η κάλυψη βασικών αναγκών.

Οι οντότητες διαστάσεων που δημιουργούνται, είναι ευθύγραμμα τμήματα που φέρουν πληροφορίες, οι οποίες είναι προκαθορισμένες και δεν είναι άλλες από μια τιμή και τη μονάδα μέτρησης. Μπορούν φυσικά να γραφούν επιπλέον πληροφορίες, όπως κείμενο. Έτσι, επιτρέπει τη γρήγορη και αποτελεσματική επικοινωνία των διαστάσεων με το μοντέλο. Οι διαστάσεις μπορούν να μετακινηθούν και να μεταβάλλονται αυτόματα σε περίπτωση που μεταβληθεί το μέγεθος.



Εικόνα 2.23 Χρήση του Dimension για την ένδειξη διαστάσεων.

2.4.17 Το εργαλείο 3D Text

Δημιουργεί τρισδιάστατα σχήματα (πλευρές, επιφάνειες) που αναπαριστούν κείμενο. Για τη διαχείριση του κειμένου δίνονται οι ακόλουθες επιλογές:

- **Font:** Επιλογή γραμματοσειράς από μια drop-down λίστα και όλες οι σχετικές ρυθμίσεις, όπως η έντονη (bold) γραφή.
- **Height:** Αποδίδει το ύψος το κειμένου.
- **Align:** Επιλογή εκ των Left, Center ή Right από μια drop-down λίστα, για τη στοίχιση κειμένου που αποτελείται από δύο ή περισσότερες γραμμές, αριστερά, στο κέντρο ή δεξιά αντίστοιχα.
- **Filled:** Το 3D Text επιτρέπει τη δημιουργία επιφανειών για τρισδιάστατο κείμενο. Αν το Filled δεν είναι επιλεγμένο δημιουργείται δισδιάστατο κείμενο

με απλές γραμμές/πλευρές. Το συμπέρασμα είναι ότι το Filled πρέπει να είναι επιλεγμένο για να παραχθεί 3D κείμενο.

- **Extruded:** Έχει παρόμοια λειτουργία με το Filled. Αν το Filled δεν είναι επιλεγμένο, τότε το Extruded είναι ανενεργό. Το αντίστροφο δεν ισχύει.

Αυτά είναι τα βασικά εργαλεία που προσφέρει το Sketchup και τα οποία χρησιμοποιηθήκαν ευρέως στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία. Η εξοικείωση με τα εργαλεία είναι απαραίτητη για τη σωστή σχεδίαση τρισδιάστατων γραφικών και την πιστή αναπαράσταση των αντικειμένων.

Βεβαίως υπάρχουν και άλλα εργαλεία όπως είναι το **Text**, το οποίο παράγει δισδιάστατο κείμενο, τα εργαλεία **Sandbox**, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή εδάφους και το **Paint Bucket**, το οποίο έχει να κάνει με την τοποθέτηση textures και materials στο μοντέλο. Το τελευταίο θα περιγραφεί στη συνέχεια, στο μέρος που έχει να κάνει με τα textures.

Αντίστοιχα, το 3ds max παρέχει ισχυρά εργαλεία και τεχνικές, η γνώση των οποίων επιτρέπει σε κάθε σχεδιαστή να αναπαραστήσει οτιδήποτε φανταστεί.

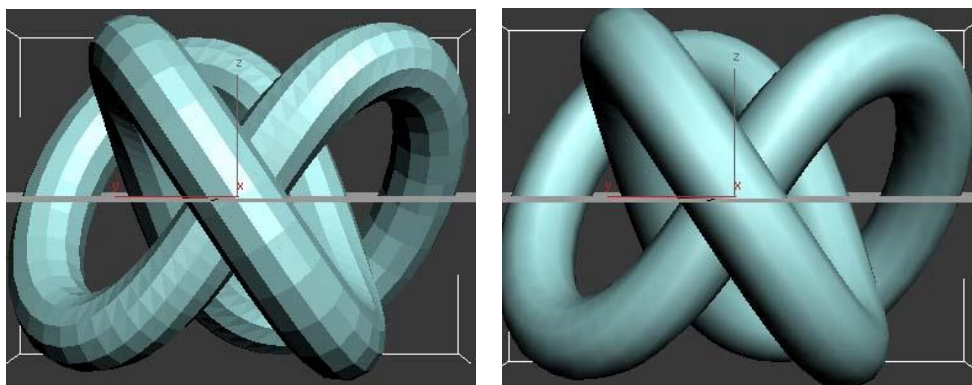
Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο εργαλείο είναι το **Extrude**. Είναι πολύ-εργαλείο καθώς αντιγράφει, προεκτείνει και γενικά μεταμορφώνει κάθε στοιχείο. Η σχεδίαση ξεκινάει με τα βασικά σχήματα και με τη βοήθεια του Extrude προκύπτουν τα επιθυμητά αντικείμενα. Είναι ιδανικό για τη σχεδίαση παραθύρων, κογχών και άλλων στοιχείων που απαρτίζουν τα κτίρια.

Το εργαλείο **Line** είναι εξαιρετικά χρήσιμο και φιλικό προς το χρήστη, επειδή του επιτρέπει να σχεδιάζει το περίγραμμα ενός αντικειμένου και έπειτα να το κάνει extrude σε τρισδιάστατο σχήμα [2]. Το κύριο πλεονέκτημά του είναι η παραγωγή πίστης αναπαράστασης πραγματικών αντικειμένων, κάτι που προσδίδει ρεαλισμό. Ωστόσο, προκαλεί ρίσκο που αφορά τη χρήση πολυγώνων και μνήμης, γιατί πολλές φορές σχεδιάζονται κορυφές και επιφάνειες που δεν είναι απαραίτητες. Ένα καλό παράδειγμα χρήσης του, είναι η σχεδίαση οχημάτων.

Το πρώτο εργαλείο συνίσταται περισσότερο για σχεδίαση, καθώς ο σχεδιαστής ξεκινάει με ένα σταθερό, βασικό σχήμα το οποίο αποτελείται από καθορισμένα πολύγωνα, καθιστώντας έτσι την ακεραιότητα του μοντέλου πιο σίγουρη και κατανοητή.

Μια από τις πιο κοινές τεχνικές σχεδίασης είναι το **Smoothing**. Η διαδικασία αρχίζει με ένα βασικό σχήμα από το οποίο, με κατάλληλη επεξεργασία, προκύπτει ένα λίγο πιο οργανικό σχήμα. Με την έννοια πιο οργανικό σχήμα, αναφέρεται ένα σχήμα που μοιάζει περισσότερο με φυσικό, έχει περισσότερες

καμπύλες και είναι πιο πολύπλοκο στη δομή του. Στη συνέχεια, μια λειτουργία που λειαίνει τα πολύγωνα, κάνει το σχήμα-αντικείμενο ακόμη πιο οργανικό, χωρίς απότομες και τετραγωνισμένες επιφάνειες. Το **Smooth** και το **MeshSmooth** είναι τα εργαλεία που παρέχει το 3ds max για αυτή τη δουλειά και η κύρια διαφορά τους είναι ότι ενώ το πρώτο κάνει πιο ομαλές τις επιφάνειες, το δεύτερο τις διαιρεί σε επιπλέον, αυξάνοντας σε μεγάλο βαθμό τον αριθμό των πολυγώνων. Αυτό είναι ένα μεγάλο ρίσκο γιατί αυτή η τεχνική παράγει πολύ καλά αποτελέσματα και ο έλεγχος του αριθμού των πολυγώνων είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την αντιμετώπιση του.



Εικόνα 2.24 Η τεχνική smoothing προσδίδει στα αντικείμενα μια πιο φυσική εμφάνιση (δεξιά).

Με την τεχνολογία των υπολογιστών και την ποιότητα των γραφικών να εξελίσσεται συνεχώς, μια τεχνική που παίζει τα τελευταία χρόνια και θα παίζει στο μέλλον ακόμη μεγαλύτερο ρόλο στην τρισδιάστατη σχεδίαση είναι η υποδιαίρεση επιφανειών **Subdivision (SubD ή Subdiv)**. Χρησιμοποιείται συχνά για τη δημιουργία πολύπλοκων οντοτήτων και στη συνέχεια μετατρέπονται εύκολα σε πολύγωνα. Ισχύει επίσης και η αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή η μετατροπή από πολύγωνα σε SubD. Η απόδοση λεπτομερειών γίνεται με μεγαλύτερη ευκολία από ότι με τη χρήση πολυγώνων, η οποία μπορεί να αποδειχθεί χρονοβόρα.

Η ιδιαιτερότητα της υποδιαίρεσης επιφανειών είναι ότι συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των nurbs, που όπως είχε αναφερθεί σε προηγούμενη παράγραφο χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες απαιτήσεις στην απόδοση των γραφικών και του πολυγωνικού μοντέλου σε ένα ισχυρό και χρήσιμο σετ εργαλείων.

Η διαδικασία της μετατροπής από SubD σε πολύγωνα είναι γενικά απλή, ωστόσο ορισμένοι τύποι σχημάτων τείνουν να μετατρέπονται όπως ακριβώς το φαντάζονται αρχικά οι σχεδιαστές.

Ένα ακόμη εργαλείο σχεδίασης είναι το **Turn**. Δίνει τη δυνατότητα του αναποδογυρίσματος επιφανειών πολυγώνων. Αυτό είναι ευεργετικό για διάφορους λόγους. Ο χειρισμός επιφανειών που δε μπορούν να γίνουν ορατές, λόγω ιδιομορφίας σχήματος, αποτελεί έναν από αυτούς. Υπό άλλες συνθήκες δε θα μπορούσε ο σχεδιαστής να τις τροποποιήσει χωρίς τη χρήση του Turn.

Όταν η σχεδίαση ενός αντικειμένου ολοκληρωθεί, είναι έτοιμο για να εισαχθεί και να τοποθετηθεί στη σκηνή. Πριν όμως τοποθετηθεί στη σκηνή θα πρέπει να ελεγχθεί μέσω *rendering* για να διαπιστωθεί κατά πόσο είναι λειτουργικά και οπτικά άρτιο. Πολλές φορές παρουσιάζονται μαύρες ή αόρατες επιφάνειες, αστάθεια σχήματος και άλλα σφάλματα. Μπορεί οι λόγοι που προκλήθηκαν να είναι πολλοί και άγνωστοι, όμως είναι υποχρέωση του σχεδιαστή να τα εκμηδενίσει.

Ένας αποτελεσματικός τρόπος είναι η διαγραφή του ιστορικού του αντικειμένου. Στο 3ds max αποκαλείται “Collapsing the Stack” ή “Convert to Editable Mesh”. Το ιστορικό δεν είναι τίποτα άλλο από μια λίστα του συνόλου των ενεργειών που έχουν εφαρμοσθεί στο αντικείμενο κατά τη διάρκεια της σχεδίασής του. Όσο μεγαλύτερη είναι η λίστα, τόσο πιο ασταθές προκύπτει το σχήμα. Άρα, συνίσταται μετά την ολοκλήρωση ενός αντικειμένου να διαγράφεται το ιστορικό.

Καλό είναι κάθε αντικείμενο να τοποθετείται στην αρχή των αξόνων για να καταλαβαίνει το λογισμικό τη θέση του αντικειμένου σε σχέση με τον εικονικό κόσμο. Στο Sketchup, αυτό πραγματοποιείται με το εργαλείο Axes που έχει περιγραφεί πιο πάνω, ενώ στο 3ds max, στην καρτέλα *Hierarchy > Adjust Transform*, με το κουμπί *Reset Transform*. Μια εναλλακτική και παρόμοια λειτουργία εκτελεί το *Center to Object*. Το τελευταίο κεντράρει πάνω στο αντικείμενο μετά από αλληπάλληλες μετακινήσεις και διαγραφές στοιχείων.

Τέλος, κατά τη σχεδίαση προκύπτουν συνήθως μεμονωμένες αχρείαστες πλευρές ή κορυφές. Καλή ιδέα αποτελεί η συγχώνευση κορυφών με όσο το δυνατό χαμηλό κατώφλι (*threshold*). Αν το κατώφλι ορισθεί με μεγάλη τιμή, τότε το σχήμα θα καταρρεύσει στην κυριολεξία. Με τη συγχώνευση κορυφών, εξαλείφονται τυχόν αιωρούμενες επιφάνειες και κορυφές, καθαρίζοντας το τελικό αντικείμενο.

Αφού ολοκληρωθεί η δημιουργία των αντικειμένων που θα συμμετέχουν σε μια σκηνή, ακολουθεί η δημιουργία και η τοποθέτηση εικόνων (*textures*), τα οποία θα δώσουν πνοή στα αντικείμενα, τα οποία καθιστούν λειτουργικά, ενδιαφέροντα και έτοιμα να ικανοποιήσουν ακόμη και τον πιο απαιτητικό θεατή-χρήστη.

2.5 TEXTURES

Η δημιουργία και η επιλογή textures σε μια τρισδιάστατη σκηνή είναι απαιτητική και χρειάζεται κατάλληλο χειρισμό, αλλά το αποτέλεσμα ανταμείβει τους σχεδιαστές. Οι σχεδιαστές είναι υπεύθυνοι για τις λεπτομέρειες που θα απαρτίζουν τα αντικείμενα, οι οποίες απεικονίζονται κυρίως μέσω των textures. Πρακτικά, αυτό που επιτυγχάνεται είναι να “τυλιχθεί” ένα αντικείμενο του τρισδιάστατου χώρου με μια δισδιάστατη εικόνα που έχει προετοιμαστεί από το σχεδιαστή [3]. Τα textures εκτός από το να εισάγονται αυτούσια στα αντικείμενα, μπορούν να τροποποιηθούν, έτσι ώστε να περιέχουν περισσότερη λεπτομέρεια, αποφεύγοντας τη χρήση πλεοναζόντων πολυγώνων. Για αυτό το λόγο, η χρήση και διαχείριση τους θέλει επιπλέον φαντασία και δημιουργικότητα.

Το κλειδί για τη δημιουργία κατάλληλων textures είναι η ανάθεση μιας λειτουργίας ή ιστορίας γενικότερα, πίσω από τα αντικείμενα που συμμετέχουν στη σκηνή. Ο ρόλος που έχουν, πόσο επηρεάζουν τη σκηνή και την έκβαση της, το μήνυμα που περνούν στους χρήστες είναι ορισμένα από τα βασικά ζητήματα τα οποία ωθούν το χρήστη στην κατάλληλη επιλογή και δημιουργία textures. Επιπλέον η συλλογή αναφορών που έχει προηγηθεί στην προετοιμασία είναι θεμελιώδες κομμάτι.

Γενικά, τα textures χρειάζονται επεξεργασία έτσι ώστε να περιέχουν όσο το δυνατό περισσότερες λεπτομέρειες. Το Photoshop αποτελεί ένα χαρακτηριστικό πρόγραμμα για την επεξεργασία εικόνων. Από την πιο απλή αλλαγή, όπως είναι αυτή της φωτεινότητας και της αντίθεσης μέχρι την προσθήκη βάθους και χρωμάτων, αρκούν για την ποιοτική επεξεργασία των textures, προσδίδοντας ενδιαφέρον στους θεατές.



Εικόνα 2.25 Το παράθυρο στα δεξιά έχει περισσότερο βάθος και αποσπά την προσοχή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εξαιτίας της προστιθέμενης λεπτομέρειας.

Όλα τα αντικείμενα μιας σκηνής, θα πρέπει να δείχνουν όσο το δυνατόν πιο όμοια με αυτά του πραγματικού κόσμου. Θα πρέπει να δένουν αρμονικά με το γύρω περιβάλλον.

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι αρχείων για textures και κάθε ένας είναι σχεδιασμένος για συγκεκριμένους λόγους, με τα αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα [2]. Οι εικόνες χωρίζονται σε δύο είδη, τα bitmaps και τα vectors. Τα bitmaps απαρτίζονται από pixels, δηλαδή μικρές χρωματικές κουκκίδες οι οποίες συνθέτουν την εικόνα. Χρησιμοποιείται ευρέως στα προγράμματα, όπως για παράδειγμα το Photoshop και το Corel. Η ποιότητα της εικόνας εξαρτάται από την ανάλυση της (resolution) και αναπαριστά με μεγάλη ακρίβεια κάθε εικόνα ακόμα και τις ψηφιακές φωτογραφίες. Γνωστοί τύποι bitmap εικόνων είναι το JPEG (Joint Photographic Experts Group), το GIF (Graphics Interchange Format), το PNG (Portable Network Graphics) και το TIFF (Tagged Image File Format). Οι εικόνες vector είναι χρώματα και σχήματα τα οποία προκύπτουν από ειδικούς μαθηματικούς τύπους. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της σε αντίθεση με την bitmap εικόνα είναι η ανεξαρτησία της ποιότητάς της σε σχέση με την ανάλυση της. Όσο και αν γίνει zoom, η εικόνα δεν υποβαθμίζεται ποτέ. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι παράγει μικρά σε μέγεθος αρχεία. Το μεγάλο μειονέκτημα είναι ότι λόγω των μαθηματικών τύπων, είναι δύσκολο να αναπαρασταθούν ρεαλιστικές εικόνες και φωτογραφίες. Γενικά, και τα δύο είδη εικόνων εισάγονται στα περισσότερα προγράμματα σχεδίασης σε 3D και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως textures ή materials στα αντικείμενα.

Εκτός από την ανάλυση που καθορίζει την ποιότητα μιας εικόνας, ένας άλλος παράγοντας αποτελεί βάθος χρώματος (color depth). Η μέγιστη δυνατή ανάλυση και το μέγιστο δυνατό βάθος χρώματος δίνουν την καλύτερη ποιοτικά εικόνα, αλλά χαμηλή απόδοση κατά την εξέλιξη της τρισδιάστατης σκηνής. Η καλύτερη περίπτωση είναι η επιλογή μιας μέσης λύσης και ισορροπίας ανάμεσα στην ανάλυση και το βάθος χρώματος. Ακολουθεί μια λίστα με τα βάρη.

1 bit = 2 χρώματα

2 bit = 4 χρώματα

3 bit = 8 χρώματα

4 bit = 16 χρώματα

5 bit = 32 χρώματα

6 bit = 64 χρώματα

7 bit = 128 χρώματα

8 bit = 256 χρώματα

16 bit = 65.536 χρώματα

24 bit = 16.777.215 χρώματα

32 bit = 16.777.215 χρώματα + ένα 8-bit alpha channel (alpha κανάλι)

Αυτά που είναι με έντονα γράμματα, είναι αυτά που χρησιμοποιούνται περισσότερο, ενώ βάθη όπως 3, 5, 6 και 7 bit, δεν αποδίδουν από άποψη μνήμης.

Ακολουθεί λίστα με τις πιο συχνές αναλύσεις των textures που χρησιμοποιούνται.

32 x 32 pixels

64 x 32 pixels

64 x 64 pixels

128 x 64 pixels

128 x 128 pixels

256 x 128 pixels

256 x 256 pixels

512 x 256 pixels

512 x 512 pixels

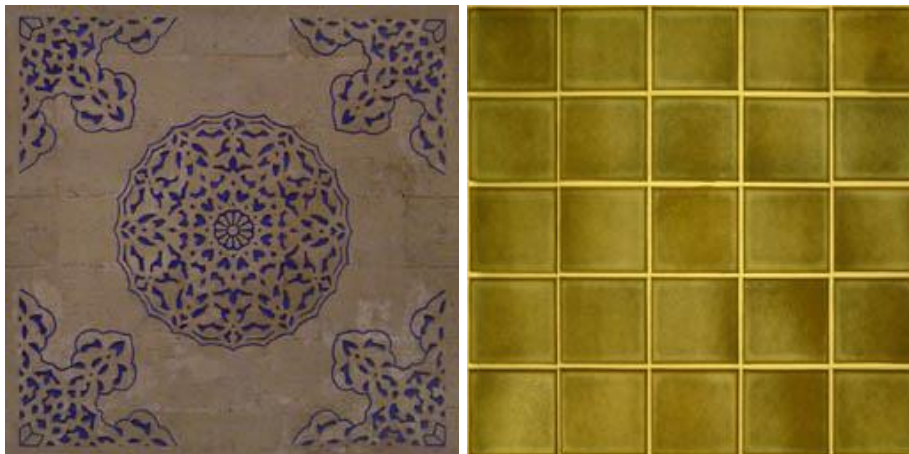
1024 x 1024 pixels

Σημαντική παρατήρηση είναι η χρήση άρτιων αριθμών, γιατί οι περιπτοί δεν αποδίδουν με βάση τη λειτουργία της μνήμης. Όσο μεγαλύτερη η ανάλυση, τόσο περισσότερες οι λεπτομέρειες που απεικονίζει μια εικόνα ή φωτογραφία και τόσο καλύτερη η ποιότητα τους. Ένα καλό παράδειγμα για την κατανόηση του τι ακριβώς είναι η ανάλυση και τι ρόλο παίζει, θα ήταν η σύγκριση του να ζωγραφίζει κανείς ένα τοπίο σε ένα χαρτί A4 και το ίδιο σε έναν τοίχο δωματίου. Η ποσότητα της λεπτομέρειας που μπορεί να αποδοθεί στη δεύτερη περίπτωση αυξάνεται δραματικά. Βέβαια, όπως προαναφέρθηκε πρέπει να υπάρχει ένα μέτρο στη χρήση ανάλυσης, καθώς αναλώνει μνήμη και μειώνει την απόδοση.

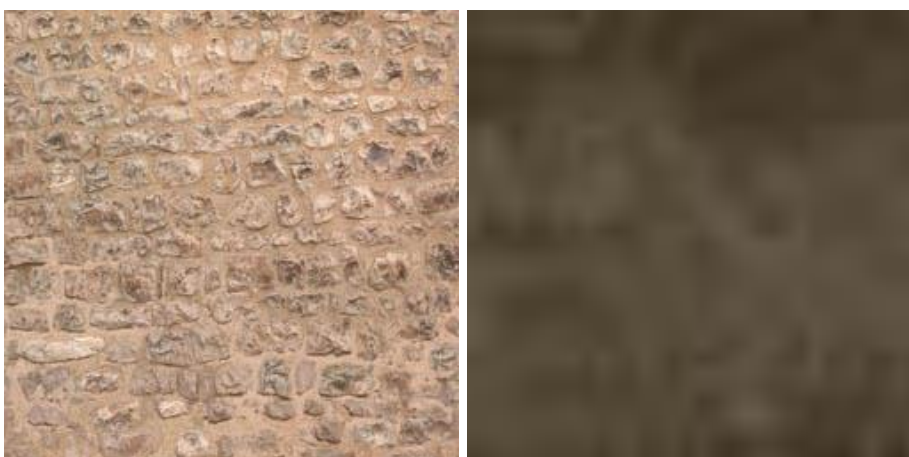
Δυο βασικά ζητήματα που θέλουν σκέψη και επηρεάζουν το πόσο σωστά έχει γίνει η σχεδίαση της σκηνής, όταν επιλέγεται η ανάλυση που θα έχει κάποιο texture είναι:

- Η απόσταση: Το πόσο μακριά είναι το αντικείμενο, καθώς και το πόσο κοντά φτάνει η κάμερα σε αυτό.
- Το μέγεθος: Το χώρο και τον όγκο που καταλαμβάνει το αντικείμενο στη σκηνή.

Στη συγκεκριμένη εργασία, λόγω του ότι σχεδιάσθηκε η ίδια σκηνή σε πολλές εκδόσεις με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά, η ανάλυση των textures βελτιώνεται προσδίδοντας καλύτερη ποιότητα στη σκηνή.



Εικόνα 2.26 Δύο textures με ίδια ανάλυση.



Εικόνα 2.27 Δύο textures με διαφορετική ανάλυση.

Οι δύο παραπάνω εικόνες δείχνουν πόσο μεγάλη είναι η σημασία της εναρμόνισης κατά κάποιο τρόπο της ανάλυσης μεταξύ των textures που θα χρησιμοποιηθούν. Αυτό είναι πολύ σημαντικό τόσο για την συνολική εικόνα που θα έχει η τελική σκηνή όσο και για τη διαδικασία του rendering, το οποίο γίνεται γρηγορότερα. Επιπλέον, η διαχείριση και αναπαραγωγή της γίνονται αποτελεσματικότερες.

Η τροποποίηση του βάθους χρώματος αποτελεί έναν ακόμη σημαντικό παράγοντα στη διαχείριση των textures. Για παράδειγμα, μια εικόνα με 256

χρώματα (8 bit) αναλώνει πολύ μικρότερο ποσοστό μνήμης από ότι μια αντίστοιχη με 16.777.215 χρώματα (24 bit). Στη συγκεκριμένη εργασία, τα textures έχουν 256 χρώματα, δηλαδή βάθος χρώματος 8 bit.

Η αλλαγή του βάθους χρώματος μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ένας πολύ απλός είναι η αποθήκευση μιας εικόνας ως TGA ή TIFF, όπου εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου για την επιλογή βάθους χρώματος. Ο πιο συνηθής τρόπος είναι από το μενού *Εικόνα > Κατάσταση > Χρώμα από πίνακα*. Στην τελευταία ο χρήστης μπορεί να δώσει από το πληκτρολόγιο όποια τιμή χρώματος επιθυμεί.

Ανάλογα με την υπόθεση της σκηνής και τα αντικείμενα που συμμετέχουν σε αυτήν, ο σχεδιαστής θα επιλέξει το κατάλληλο βάθος χρώματος. Για παράδειγμα, αν η σκηνή εξιστορεί κάτι που υποτίθεται ότι έγινε στο μακρινό παρελθόν, τότε το βάθος χρώματος θα είναι 4 bit.

Αφού αναλύθηκαν τα βασικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά που χαρακτηρίζουν μια εικόνα, θα περιγραφούν βασικά εργαλεία διαχείρισης και τροποποίησής τους με τη βοήθεια προγράμματος. Το Photoshop, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο πρόγραμμα για την επεξεργασία εικόνων. Παρέχει πολλά εργαλεία και επιλογές, με τα οποία ο κάθε ενδιαφερόμενος είναι καλό να εξασκηθεί, έτσι ώστε να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή ποιο θα του δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Το μενού *Εικόνα* δίνει πλήρη έλεγχο στα χαρακτηριστική εμφάνισης μιας εικόνας. Μερικά από τα εργαλεία που περιέχει είναι:

- **Μενού Κατάσταση**. Παρέχει τις αλλαγές χρώματος που μπορούν να πραγματοποιηθούν. Η επιλογή κλίμακα του γκρι έχει ως αποτέλεσμα την αφαίρεση χρωμάτων, καθιστώντας την εικόνα ασπρόμαυρη.
- **Μενού Ρυθμίσεις**. Οι ρυθμίσεις είναι ισχυρά εργαλεία για την τελειοποίηση των εικόνων [4].
 - **Φωτεινότητα/Αντίθεση**. Χρησιμοποιείται για την ισορρόπηση του φωτισμού.
 - **Ισορροπία Χρωμάτων**. Χρήσιμο για τον έλεγχο των χρωμάτων της εικόνας. Τροποποιώντας τις τιμές χρωμάτων ανάμεσα του κυανού και του κόκκινου, του ματζέντα και του πράσινου, του κίτρινου και του μπλε, καθώς και τους τόνους αυτών, ο χρήστης επαναχρωματίζει εύκολα μια εικόνα.
 - **Απόχρωση/Κορεσμός**. Αυτό το εργαλείο, επιτρέπει τη γρήγορη αλλαγή των υπαρχόντων χρωμάτων και την αύξηση ή μείωση του κορεσμού.

- **Μέγεθος Εικόνας.** Εργαλείο ρύθμισης της ανάλυσης που θα έχει η εικόνα.

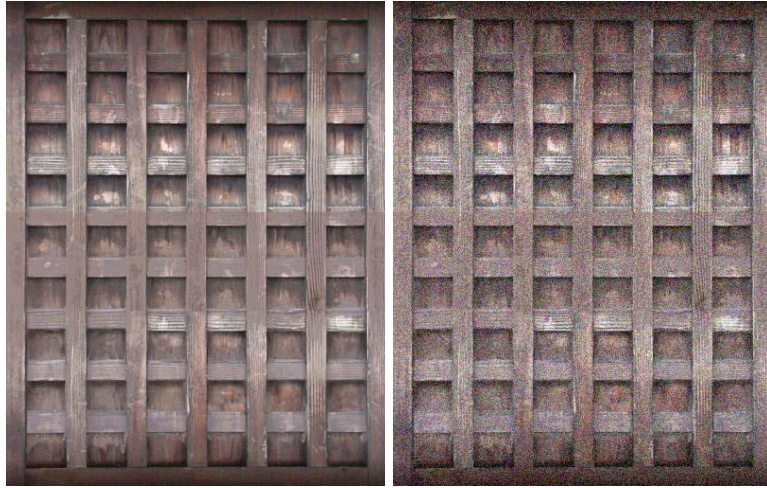
Το μενού *Φίλτρα* παρέχει επιπλέον εργαλεία παραμόρφωσης της εικόνας. Δε χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία, παρόλα αυτά αξίζει να αναφερθούν ορισμένα από αυτά καθώς προσδίδουν στα textures μια ξεχωριστή εμφάνιση καθιστώντας τα ρεαλιστικότερα και πιο ενδιαφέροντα για το μάτι.

- **Πλαστική Αναδίπλωση** (*Φίλτρα > Καλλιτεχνικό > Πλαστική Αναδίπλωση*). Προσδίδει στο αντικείμενο μια γυαλάδα, σαν να είναι βρεγμένο. Στην ουσία είναι σαν να “τυλίγει” την εικόνα με ένα σελοφάν. Εξαιρετικά χρήσιμο για τη δημιουργία επιφανειών που δείχνουν λείες και φωτεινές.



Εικόνα 2.28 Χρήση του φίλτρου πλαστική αναδίπλωση.

- **Γκαουσιανό Θόλωμα** (*Φίλτρα > Θόλωμα > Γκαουσιανό Θόλωμα*). Το Photoshop έχει αρκετά εργαλεία που θολώνουν την εικόνα κάθε μια με διαφορετικές ρυθμίσεις και αποτελέσματα. Το Γκαουσιανό (Gaussian) είναι αυτό με τα πιο εύκολα διαχειρίσιμα αποτελέσματα.
- **Προσθήκη Θορύβου** (*Φίλτρα > Θόρυβος > Προσθήκη Θορύβου*). Ένα από τα πλεονεκτήματα της προσθήκης θορύβου, είναι η μετατροπή μιας καθαρής εικόνας, η οποία φαίνεται ότι προέρχεται από υπολογιστή, σε μια πιο οργανική και ρεαλιστική. Εφαρμόζει τυχαία pixels σε μια εικόνα, προσομοιώνοντας την επίδραση της λήψης φωτογραφιών σε ταινίες υψηλής ταχύτητας.



Εικόνα 2.29 Η προσθήκη θορύβου προσδίδει μια πιο ρεαλιστική όψη.

- **Όξυνση (Φίλτρα > Όξυνση > Όξυνση).** Η όξυνση προκαλεί το αντίθετο αποτέλεσμα από το θόλωμα. Κάνει πιο ευδιάκριτες τις λεπτομέρειες της εικόνας και παράλληλα προσθέτει αντίθεση. Είναι χρήσιμο όταν αυξάνεται η ανάλυση μιας εικόνας και σε συνδυασμό με το Γκαουσιανό θόλωμα επανακτά κατά κάποιο τρόπο την ποιότητα της.



Εικόνα 2.30 Χρήση του φίλτρου όξυνση.

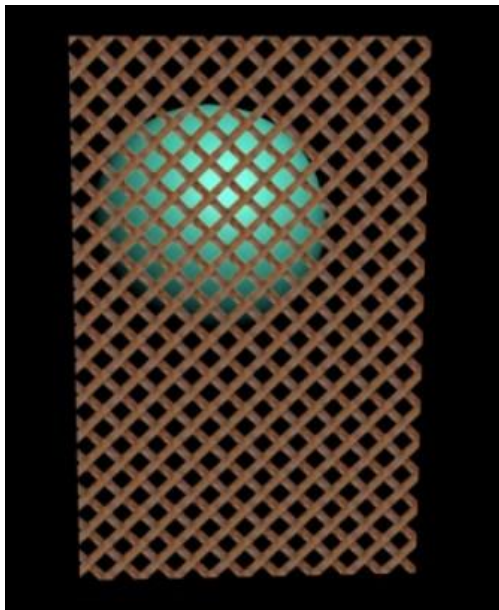
Τα εργαλεία αυτά είναι πολύ χρήσιμα για κάθε σχεδιαστή που επιθυμεί να προσδώσει στα texture, που έχει σχεδιάσει ή ήδη διαθέτει, πιο ρεαλιστικά χαρακτηριστικά. Χρειάζεται προσοχή όμως κατά τη χρήση των φίλτρων καθώς, ενώ μπορούν να του εξοικονομήσουν χρόνο, το αποτέλεσμα καλό είναι να μην ξεφεύγει πέρα από τα λογικά πλαίσια και έτσι δεν πρέπει να εξαρτάται τελείως από αυτά.

Εν συνεχεία, ο σχεδιαστής έχει στη διάθεση του ένα πολύ χρήσιμο στοιχείο, το οποίο ονομάζεται alpha κανάλι. Ένα alpha κανάλι είναι μια ασπρόμαυρη εικόνα η οποία έχει πολλές χρησιμότητες, όπως η διαφάνεια (transparency) και η αντανάκλαση (reflection). Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα είναι:

- Transparency
- Bump maps
- Specularity

2.5.1 Transparency

Το transparency προσδίδει την ιδιότητα της διαφάνειας σε αντικείμενα και επιφάνειες. Εφαρμόζεται σε πολλά σχέδια, όπως παράθυρα, νερό και οτιδήποτε είναι διαφανές.



Εικόνα 2.31 Ένας φράχτης στον οποίο ανατέθηκε alpha transparency.

Αποτελεί έναν καλό τρόπο αντικατάστασης πολύπλοκων σχημάτων, τα οποία αναλώνουν μνήμη. Για παράδειγμα, για να σχεδιασθεί ο φράχτης της εικόνας 2.30, χωρίς transparency, χρειάζεται ένας μεγάλος αριθμός από πολύγωνα, ενώ στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι μόλις 2, αφού είναι μια επιφάνεια στην οποία ανατέθηκε ένα texture με alpha transparency. Συνεπώς, είναι ένα ισχυρό εργαλείο και βοηθάει στο να κάνει μια απλή σε λεπτομέρειες σκηνή, να μοιάζει σε μεγάλο βαθμό λεπτομερέστατη.

Ένα σημαντικό ζήτημα κατά τη δημιουργία εικόνων για transparency είναι το χρώμα που έχει το φόντο. Πρέπει να γίνει κατανοητό, ότι μια ή δυο γραμμές από pixels απεικονίζονται πολλές φορές γύρω από την άκρη της εξωτερικής πλευράς. Όταν δημιουργούνται alpha εικόνες, τα pixels προκύπτουν ως μια μαύρη οριακή γραμμή γύρω από την πλευρά, η οποία μπορεί να εξαλείψει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η λύση είναι να ταιριάζει το χρώμα του φόντου με αυτό της άκρης της εικόνας.

2.5.2 Bump Maps

Το bump mapping χρησιμοποιεί την πληροφορία μιας ασπρόμαυρης εικόνας για να δημιουργήσει την εντύπωση ότι οι επιφάνειες έχουν διακυμάνσεις κατά μήκος τους. Η ασπρόμαυρη πληροφορία δίνει βάθος στις επιφάνειες, με τις σκούρες περιοχές να κλίνουν προς τα πίσω και τις ανοιχτές να προεξέχουν [5].



Εικόνα 2.32 Το bump map δίνει τη ψευδαίσθηση επιφανειών με λεπτομέρειες βάθους.

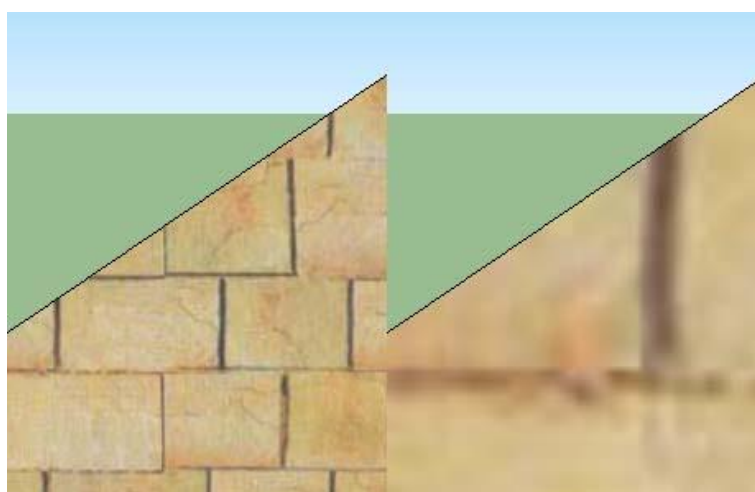
2.5.3 Specularity

Μια ακόμη μεγάλη χρησιμότητα του alpha καναλιού είναι ο προσδιορισμός του βαθμού κατά τον οποίο θα αντανakλάει ένα αντικείμενο/μοντέλο το φως που προσπίπτει πάνω του. Δίνει επιπλέον έλεγχο στην εμφάνιση που θα έχει το αντικείμενο κατά το rendering, βελτιώνοντας την ποιότητα του. Μια πολύ συχνή χρήση του είναι αυτή σε αντικείμενα όπως σε μέταλλα, στο νερό και στο ανθρώπινο πρόσωπο. Ένα κατάλληλο specular map τονίζει τα επιθυμητά αντικείμενα έτσι ώστε το φως να ανακλά περισσότερο πάνω τους. Συνήθως, το χρώμα του αντικειμένου ανακλά το χρώμα της φωτεινής πηγής. Ωστόσο, με τη χρήση του specular color, προδίδεται μια όψη, σαν ένα χρωματισμένο φως να φωτίζει το μοντέλο. Όταν ανατίθεται ένα texture στο specular color κανάλι, το χρώμα του χρησιμοποιείται ως το specular color.

Αφού αναλύθηκε η διαδικασία δημιουργίας ρεαλιστικών και ποιοτικών textures, έρχεται το κομμάτι της εφαρμογής τους. Σε αυτό το σημείο πρέπει να ξεκαθαριστεί ότι τα materials δεν είναι ίδια με τα textures. Το material παρέχει την ποιότητα και όλα τα χαρακτηριστικά που εμπλέκονται με αυτήν, όπως το βάθος και ο βαθμός αντανάκλασης του φωτός. Αντίθετα, το texture είναι αυτό που πραγματικά δίνει σε ένα αντικείμενο την εμφάνιση. Στη συνέχεια, θα περιγραφεί η διαδικασία εφαρμογής τους τόσο στο Sketchup, όσο και στο 3ds Max.

2.5.4 Το εργαλείο Paint Bucket

Είναι εργαλείο του Sketchup που χρησιμοποιείται για την ανάθεση των textures και των materials στις οντότητες της σκηνής. Παρέχει μια βιβλιοθήκη έτοιμων textures οργανωμένα ανά κατηγορίες, μερικά παραδείγματα αποτελούν η κατηγορία Roofing, τα οποία είναι textures που αφορούν τις στέγες κτιρίων, η κατηγορία Wood, τα οποία αφορούν ξύλινες επιφάνειες και η Metal που περιέχει textures μεταλλικών αντικειμένων. Επιπλέον, υπάρχει μια μεγάλη λίστα χρωμάτων τα οποία αποτελούν τα materials της σκηνής. Εκτός, όμως από τα έτοιμα textures, ο κάθε χρήστης-σχεδιαστής μπορεί να εισάγει αυτά που επιθυμεί και να τα επεξεργαστεί ώστε να τα προσαρμόσει όσο γίνεται κατάλληλα στις αντίστοιχες υπάρχουσες οντότητες. Η επεξεργασία έχει να κάνει με το πόσο φωτεινά θα είναι τα χρώματα που συνθέτουν τις εικόνες και ποια απόχρωση θα υπερισχύει, με την ανάλυση που θα έχουν πάνω σε μια οντότητα (μήκος, πλάτος) και με το πόσο διαφανές θα είναι (0-100). Η ανάλυση είναι αυτή που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί αν δε ρυθμιστεί σωστά ανάλογα με την περίπτωση, το texture ή θα επαναλαμβάνεται σε μεγάλο βαθμό καλύπτοντας όλη την επιφάνεια ή θα είναι παραμορφωμένο εξαλείφοντας το ρεαλισμό.



Εικόνα 3.33 Το αριστερό κομμάτι παρουσιάζει μια σωστή χρήση ανάλυσης, ενώ το δεξί μια παραμορφωμένη εικόνα.

Όλα τα materials και τα textures που έχουν τοποθετηθεί στο μοντέλο υπάρχουν σε μια ειδική κατηγορία του εργαλείου που ονομάζεται In Model. Σε αυτή την κατηγορία βρίσκονται ακόμα και εικόνες οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν αλλά στη συνέχεια αντικαταστάθηκαν αλληλεπάλληλα από το σχεδιαστή με κάποια ή κάποιες άλλες. Όσες περισσότερες μαζεύονται στο μοντέλο τόσο μεγαλύτερο είναι το αρχείο που προκύπτει και τόσο μεγαλύτερο ποσοστό μνήμης χρησιμοποιεί. Για αυτό το λόγο, καλό είναι ο σχεδιαστής να διαγράφει αυτές που δε χρησιμοποιούνται καθόλου στο μοντέλο αλλά το επιβαρύνουν.

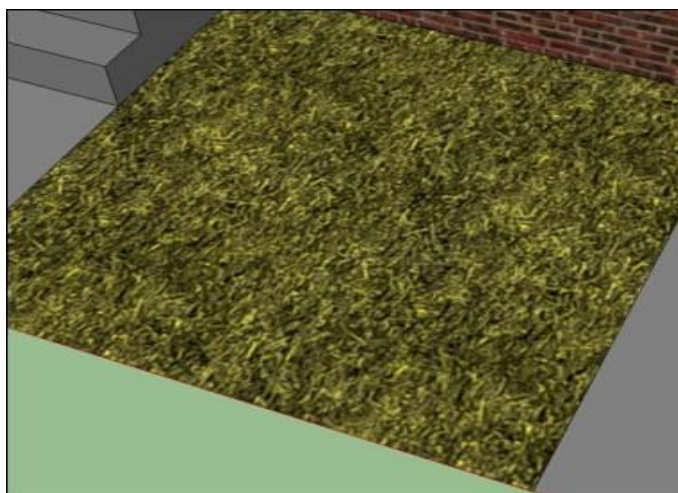
Το Paint Bucket μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το πληκτρολόγιο για να εκτελέσει διάφορες λειτουργίες “βαψίματος”. Το εργαλείο βάφει ξεχωριστά μία-μία τις επιφάνειες, αλλά με τη βοήθεια του πλήκτρου <<Shift>> μπορούν να επιλεχθούν πολλές ταυτόχρονα και ένα κλικ βάφονται όλες. Κρατώντας πατημένο το <<Ctrl>> και κάνοντας κλικ σε μια επιφάνεια κάποιου αντικειμένου, καλύπτεται όλο το αντικείμενο με το επιλεγμένο texture ή material. Τέλος, κρατώντας πατημένα ταυτόχρονα το <<Ctrl>> και το <<Shift>>, αντικαθίσταται το υλικό στην επιφάνεια εντός των ορίων του σχήματος που συνδέεται με την επιφάνεια.

2.5.5 3DS MAX Material Editor

Στο 3ds Max, η ανάθεση των materials και των textures γίνεται μέσω του Material Editor. Έχει περισσότερες δυνατότητες και επιλογές από το Paint Bucket που αναλύθηκε προηγουμένως. Ένα pull-down μενού δίνει επιλογές για το αν το material θα είναι Blinn, Phong, Strauss κλπ. Επιπλέον, παρέχει τα κανάλια στα οποία τοποθετούνται οι εικόνες από τις οποίες αντλούνται οι κατάλληλες πληροφορίες. Έτσι έχουμε το Diffuse Color, όπου επιλέγεται το texture που θα καθορίσει την εμφάνιση του αντικειμένου, το Bump, όπου επιλέγεται το bump map για τη πρόκληση ψευδαίσθησης επιφανειών με λεπτομέρειες βάθους, το Specular για το βαθμό ανάκλασης του φωτός από το αντικείμενο και αρκετά ακόμα.

Τα κανάλια βρίσκονται στο μενού *Maps* και φαίνονται αν προεκταθεί κάνοντας κλικ στο μενού. Επιλέγοντας ένα κανάλι, εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο, ο Material/Map Browser. Ο σχεδιαστής έχει την πολυτέλεια να επιλέξει ένα texture εκ των βιβλιοθηκών που του προσφέρει το 3ds Max ή πατώντας στο *Bitmap*, να φορτώσει το δικό του. Η ίδια λογική ισχύει και για τα υπόλοιπα κανάλια με τη διαφορά ότι κάθε κανάλι εκμεταλλεύεται διαφορετικά την πληροφορία της εικόνας. Σε κάθε κανάλι αποδίδεται ένα πεδίο στο οποίο δίνεται μια τιμή και ρυθμίζει το ποσοστό που αυτό επιδρά στην εμφάνιση του αντικειμένου. Η ανάθεση του texture είναι απλή και γίνεται με δύο τρόπους, είτε με drag and drop πάνω στο αντικείμενο είτε με το κουμπί *Assign Material To Selection*. Για να παρουσιασθεί το ολοκληρωμένο αποτέλεσμα πρέπει να γίνει rendering.

Μια πολύ χρήσιμη τεχνική όσο αφορά την τοποθέτηση textures είναι το tiling. Το κύριο πλεονέκτημα είναι ότι εξοικονομείται μνήμη, καθώς μια εικόνα μικρής ανάλυσης μπορεί να καλύψει μια επιφάνεια, που κανονικά θα ήθελε μια μεγαλύτερη. Το μικρό texture επαναλαμβάνεται έτσι ώστε να καλυφθεί η συνολική έκταση. Το μειονέκτημα είναι η επανάληψη σε πολύ μεγάλο βαθμό της ίδιας εικόνας, κάτι που είναι δυσάρεστο στο θεατή, δημιουργώντας κάθε άλλο παρά μια ρεαλιστική εικόνα. Ένας αποτελεσματικός τρόπος για να αποφευχθεί αυτό, είναι η εξάλειψη επιφανών χαρακτηριστικών ή σημαδιών, για να παραμείνει η εικόνα ενδιαφέρουσα. Χρειάζεται σύνεση στη χρήση του tiling, έτσι ώστε να μην επηρεαστεί το γενικό σύνολο αρνητικά. Καλά παραδείγματα για tiling αποτελούν οι τοίχοι, το έδαφος και ο ουρανός. Το συμπέρασμα είναι ότι όσο περισσότερο tiling μπορεί να επιτευχθεί, τόσο μεγαλύτερη καθίσταται η εξοικονόμηση μνήμης, δίνοντας έτσι το προνόμιο στο σχεδιαστή να δώσει περισσότερη λεπτομέρεια στα σημεία που επιθυμεί.



Εικόνα 2.34 Χαρακτηριστική χρήση tiling στο γρασίδι.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Όντας το βασικότερο κομμάτι της όλης διαδικασίας, η δημιουργία αντικειμένων συνοπτικά περιλαμβάνει αρχικά τη σχεδίαση με τη βοήθεια των βασικών σχημάτων και τα εργαλεία που παρέχουν τα εκάστοτε προγράμματα. Στη συνέχεια, ακολουθεί η παραγωγή των textures και materials, τα οποία θα κοσμούν τα αντικείμενα προσδίδοντας τους λεπτομέρεια. Αφού σχεδιάστηκαν τα αντικείμενα για κάθε έκδοση σκηνής, με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά, εξάχθηκαν σε μορφή .3ds. Μετά, σειρά έχει η δημιουργία σκηνών, στην οποία εισάγονται τα αντικείμενα κάθε έκδοσης μαζί με όλα τα υπόλοιπα βασικά στοιχεία που έχει μια σκηνή, όπως το έδαφος και ο φωτισμός, αξιοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία και ρυθμίσεις για τη δημιουργία των animations.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΚΗΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για τη δημιουργία των τρισδιάστατων σκηνών χρειάζονται τα αντικείμενα που έχουν εξαχθεί σε μορφή 3ds, εφτά terrain τα οποία αναπαριστούν διαφορετικές μορφολογίες εδάφους, πάνω στα οποία τοποθετούνται τα αντικείμενα, ο φωτισμός, που παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην έκβαση της σκηνής (ρεαλισμός), η προθήκη ενός εφέ ομίχλης σε κάποιες από τις εκδόσεις της σκηνής, η κάμερα μέσα από την οποία θα προβάλλεται η σκηνή και τέλος ένας θόλος που αναπαριστά τον ουρανό. Συνολικά, οι σκηνές είναι οχτώ (8) και καθεμία έχει διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά. Αυτό σημαίνει ότι καθεμία προσεγγίστηκε διαφορετικά. Τα κύρια στοιχεία όμως, δηλαδή η θέση και οι διαστάσεις των αντικειμένων, των terrain και της κάμερας και η χρονική διάρκεια των animations είναι κοινά. Το θέμα που διαπραγματεύονται οι σκηνές, είναι η σύγκριση και η εξέλιξη των κτιρίων αλλά και των υπόλοιπων αντικειμένων μεταξύ του χωριού, της κωμόπολης και της πόλης.

3.1 TERRAIN

Τα terrain στην ουσία αναπαριστούν το έδαφος, πιο απλά την επιφάνεια της Γης. Τα τέσσερα από τα εφτά αναπαριστούν ουδέτερο έδαφος το οποίο προστέθηκε για δύο λόγους, πρώτον για να κάνει καλύτερη την αισθητική της σκηνής και δεύτερον για να αξιοποιήσει το χώρο που ο θόλος καθορίζει, αλλά μένει ανεκμετάλλετος εξαιτίας της διαμόρφωσης των τριών κύριων terrain. Το υλικό που τους έχει δοθεί έχει ουδέτερο χρώμα για να μην αποσπά την προσοχή του θεατή, καθώς αυτή θα πρέπει να επικεντρώνεται στα κύρια αντικείμενα της σκηνής. Τα υπόλοιπα τρία κύρια terrain έχουν τοποθετηθεί στο κέντρο της σκηνής στοιχισμένα το ένα δίπλα στο άλλο. Έχουν το ίδιο πλάτος, αλλά διαφορετικό μήκος, το οποίο αυξάνεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό μεταξύ τους και αυτό γιατί αναπαριστούν διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.

Το πιο μικρό αναπαριστά ένα χωριό. Έχει τα περισσότερα αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν τη φύση, και δεν είναι άλλα από γρασίδι και δέντρα και του έχουν αποδοθεί περιοχές που παρουσιάζουν καμπυλότητα, συμβολίζοντας την ανωμαλία του εδάφους, συχνό φαινόμενο στις αγροτικές περιοχές. Τα κτίρια είναι μικρά σε όγκο και ολιγάριθμα. Ανάμεσα στα κτίρια υπάρχει και ένα πηγάδι, σήμα κατατεθέν των χωριών. Στις σκηνές με χαμηλότερη ποιότητα, φέρει ένα υλικό, το χρώμα του οποίου μοιάζει με αυτό της άμμου, ενώ στις υπόλοιπες φέρει ένα texture που απεικονίζει χώμα και πέτρες. Στις τρεις εκδόσεις με την καλύτερη ποιότητα του έχει ανατεθεί bump map.

Το δεύτερο, αναπαριστά μια κωμόπολη. Έχει λιγότερα αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν τη φύση σε σχέση με το προηγούμενο και φέρει ένα δρόμο. Τα κτίρια είναι μεγαλύτερα σε όγκο, ο πληθυσμός τους επίσης και η απόσταση μεταξύ τους έχει προφανώς αυξηθεί. Υπάρχει μια μικρή πλατεία περίπου κοντά στο κέντρο του. Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε είναι αντίστοιχο με αυτό που έχει το έδαφος μιας μικρής σε έκταση πόλης και είναι συνήθως ανοιχτόχρωμο. Το texture που το αντικατέστησε είναι παρόμοιου χρώματος με τη διαφορά ότι περιέχει λεπτομέρειες που το καθιστούν ενδιαφέρον προς το θεατή σε σύγκριση με το αρχικό υλικό. Στις τρεις εκδόσεις με την καλύτερη ποιότητα του έχει ανατεθεί specular map.

Το τρίτο κύριο terrain αναπαριστά μια πόλη, με τα κτίρια που την απαρτίζουν να είναι μεγαλοπρεπή. Δεν περιέχει κανένα αντικείμενο που να αντιπροσωπεύει τη φύση. Ο δρόμος που περιβάλλει τα κτίρια είναι μεγαλύτερος σε πλάτος από αυτόν που σχεδιάστηκε για το terrain της κωμόπολης. Το υλικό είναι σκούρο γκρι και συμβολίζει το μπετόν που κυριαρχεί στις πόλεις. Στις τρεις εκδόσεις με την καλύτερη ποιότητα του έχει ανατεθεί specular map.

Γενικά, τα terrain και τα στοιχεία που είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με αυτά σχεδιάστηκαν ώστε να αναπαριστούν γεωγραφικές περιοχές με ευδιάκριτα τα χαρακτηριστικά που τις αντιπροσωπεύουν.

3.2 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΚΙΑ

3.2.1 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Οι διαδικασίες και οι τεχνικές που εμπλέκονται με το φωτισμό είναι αρκετά πολύπλοκες και προσεγγίζονται με προσοχή από το σχεδιαστή. Ο φωτισμός είναι το βασικότερο κομμάτι της ζωής μας, καθώς δίχως φως δε θα βλέπαμε τα αντικείμενα που μας περιτριγυρίζουν. Ο φωτισμός λοιπόν παίζει καθοριστικό ρόλο στην εικόνα και τα μηνύματα που περνάει μέσω της σκηνής. Εκπέμπει συναισθήματα, δρώντας στην “ιστορία” που αφηγείται μια σκηνή.

Είναι αναγκαίο ο φωτισμός να φανερώνει με τον κατάλληλο τρόπο τις λεπτομέρειες των αντικειμένων καθώς και τον όγκο τους. Επιπλέον, είναι το μέσο το οποίο αφηγείται κατά κάποιο τρόπο την ιστορία της σκηνής, διαμορφώνει τη διάθεση και τα συναισθήματα των θεατών δίνοντας έναν ιδιαίτερο τόνο στα χρώματα και τις κινήσεις που αναπτύσσονται. Το χρώμα για παράδειγμα είναι βασικό κομμάτι της ζωής μας.

Το χρώμα συγκινεί και εκφράζει τους ανθρώπους. Αναμφίβολα, δεν μπορούμε να ζήσουμε χωρίς αυτό. Μπορούμε να πούμε ότι το χρώμα είναι ταυτόχρονα μια θετική και μια αρνητική δύναμη. Για παράδειγμα, το γαλάζιο είναι το χρώμα της ηρεμίας και της απελευθέρωσης. Το πράσινο θεωρείται χρήσιμο, δυνατό και φιλικό. Έχει να κάνει με τη φύση και την αίσθηση της ισορροπίας και

ικανότητας. Το κόκκινο είναι ένας κραδασμός ώθησης που συνδέεται με την επιθετικότητα, την κατάκτηση και το αίσθημα ότι κάτι είναι επείγον και καθιστά άμεσα την προσοχή μας. Είναι ένα ερεθιστικό χρώμα [6].

Βεβαίως, πρέπει να υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ των χρωμάτων που συμμετέχουν σε μια σκηνή. Πολλά δυνατά χρώματα προκαλούν μια εικόνα χαοτική και κουραστική για το θεατή. Αντίθετα, πολύ ασθενή χρώματα κάνουν την εικόνα πληκτική, δίχως ενδιαφέρον.



Εικόνα 3.1 Ισορροπία χρωμάτων και σωστή χρήση φωτισμού.

Όπως προαναφέρθηκε, το φως επηρεάζει τη διάθεση. Η ένταση, η κατεύθυνση, η γωνία πρόσπτωσης, ο αριθμός των φώτων καθώς και οι σκιές, όλα παίζουν θεμελιώδη ρόλο στον καθορισμό της διάθεσης που εκπέμπει η σκηνή [2].

3.2.2 ΣΚΙΑ

Γενικά σκιά ονομάζεται η περιοχή του χώρου πίσω από ένα αντικείμενο εμπόδιο (υλικό και αδιαφανές) που διακόπτει την πορεία του φωτός. Συνήθως διακρίνονται δύο είδη σκιάς: η *κύρια σκιά* και η *παρασκιά*. Η κύρια σκιά προκύπτει από τον ολοκληρωτικό αποκλεισμό του φωτός ενώ η παρασκιά από το μερικό, πράγμα που την κάνει σε μικρό ή μεγάλο βαθμό (εξαρτάται από το γύρω περιβάλλον) λιγότερο έντονη.

Έτσι λοιπόν, όπου υπάρχει φως και αντικείμενα υπάρχει και η σκιά ανεξάρτητα από τις συνθήκες φωτισμού. Ο κόσμος είναι γεμάτος από άφθονο φως, αντικείμενα και σκιές. Είναι όλα αναπόσπαστα και αλληλένδετα μεταξύ τους. Είναι πρακτικά αδύνατο να φανταστεί κάποιος αντικείμενα χωρίς σκιά.

Στα τρισδιάστατα γραφικά, αν τα αντικείμενα δεν παράγουν σκιές, η όλη εικόνα δε φαίνεται φυσιολογική και σωστή με τα δεδομένα του πραγματικού κόσμου. Αντίθετα, φαίνονται σαν να αιωρούνται, κάνοντας ασαφή τον προσδιορισμό της θέσης τους και χάνουν στην ουσία το ρόλο που παίζουν στη σκηνή. Άρα, ο σχεδιαστής θα πρέπει να είναι σίγουρος ότι όλα τα αντικείμενα φωτίζονται και παράγουν σκιές, εκτός από κάποιες σπάνιες περιπτώσεις.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι όσο πιο μεγάλη είναι η απόσταση μεταξύ μιας φωτεινής πηγής και ενός αντικειμένου τόσο περισσότερο διαφάνεια έχει η σκιά του. Είναι εύκολο να συμπεράνει κανείς ότι τρόπος τοποθέτησης φωτισμών επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις σκιές και την όλη εικόνα που παρουσιάζεται στο θεατή.



Εικόνα 3.2 Σωστή χρήση φωτισμού και παραγωγή σκιών έχουν πολύ ικανοποιητικό αποτέλεσμα.

3.3 ΕΙΔΗ ΦΩΤΙΣΜΩΝ ΣΕ 3D

Τα περισσότερα προγράμματα σχεδίασης σε 3D παρέχουν τα ίδια είδη και ρυθμίσεις φωτισμού. Στην ουσία αντιπροσωπεύουν τα αντίστοιχα του πραγματικού κόσμου. Παρακάτω περιγράφονται τα βασικότερα από αυτά.

3.3.1 Directional Lights

Τα Directional Lights χρησιμοποιούνται συνήθως για να παίξουν το ρόλο του ήλιου. Παρέχουν ελεγχόμενο και προβλέψιμο φωτισμό. Λέγεται και

παράλληλος φωτισμός λόγω του φαινομένου κατά το οποίο οι ακτίνες του ήλιου που φτάνουν στη Γη είναι σχεδόν παράλληλες μεταξύ τους, λόγω της μεγάλης απόστασης. Όσο μεγαλύτερη λοιπόν είναι η απόσταση της πηγής από τα αντικείμενα, τόσο παράλληλες είναι οι ακτίνες. Κύριο χαρακτηριστικό αποτελεί το γεγονός ότι η ένταση του φωτός δε μειώνεται λόγω της απόστασης, αλλά φωτίζει όλη τη σκηνή ομοιόμορφα.

3.3.2 Spotlights

Φωτίζουν μια περιοχή μέσα σε έναν κώνο έχοντας ένα συγκεκριμένο στόχο. Λειτουργούν σαν το φως που πέφτει σε έναν ηθοποιό ή τραγουδιστή για να προσελκύσει πάνω του την προσοχή. Γενικά, παρέχουν λύσεις φωτισμού σε αρκετές περιπτώσεις.

3.3.3 Omni Lights

Είναι φωτεινά σημεία που εκπέμπουν φως προς όλες τις κατευθύνσεις. Είναι ιδανικό για λάμπες, κεριά και τα συναφή. Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι η ευελιξία που παρέχουν στο σχεδιαστή και τα αποτελέσματα που παράγουν για τα αντικείμενα που προαναφέρθηκαν είναι κάτι παραπάνω από ικανοποιητικά.

Εκτός από τα βασικά είδη φωτισμού, είναι διαθέσιμα και επιπρόσθετα, όπως τα skylights και τα volume lights. Τα skylights παρέχουν καθολικό ρεαλιστικό φωτισμό (φωτίζουν όλη τη σκηνή), αλλά το κύριο μειονέκτημα τους και ο λόγος που αποφεύγονται σε κάποιες περιπτώσεις είναι ότι ο χρόνος κατά τον οποίο πραγματοποιείται το rendering αυξάνεται δραματικά. Ο καθολικός φωτισμός μιας σκηνής επιχειρεί να αναπαραστήσει τον πραγματικό φωτισμό υπολογίζοντας το ανακλώμενο φως από όλες τις επιφάνειες. Στην πραγματικότητα, το φως δεν εκπέμπεται μόνο από πηγές, όπως λάμπες, κεριά ή από τον ήλιο, αλλά επιπλέον, κάθε αντικείμενο του περιβάλλοντος το αντανάκλα και εκπέμπουν το “δικό τους” φως, προσδίδοντας ένταση στον καθολικό φωτισμό της σκηνής [2]. Ένας αποτελεσματικός αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για καθολικό φωτισμό και παράγει πολύ ρεαλιστικές σκηνές, είναι αυτός του Radiosity. Επιπλέον, ένας ακόμη που χρησιμοποιείται ευρύτατα είναι ο Light Tracer. Οι δύο κύριες ρυθμίσεις του είναι το “Rays/Sample” και το “Bounces”. Το πρώτο παράγει “λεία” καρέ όσο περισσότερο αυξάνεται η τιμή του και το δεύτερο αντιπροσωπεύει την ικανότητα των ανακλάσεων του φωτός. Όσο μεγαλύτερες είναι οι τιμές τόσο καλύτερη γίνεται η ποιότητα.

Μια αρκετά χρήσιμη λειτουργία που παρέχουν τα περισσότερα είδη φωτισμού είναι το Falloff ή Attenuation. Περιορίζει την απόσταση που διανύει το φως, με σκοπό να επηρεάζει μόνο τα γύρω αντικείμενα κοντινά αντικείμενα

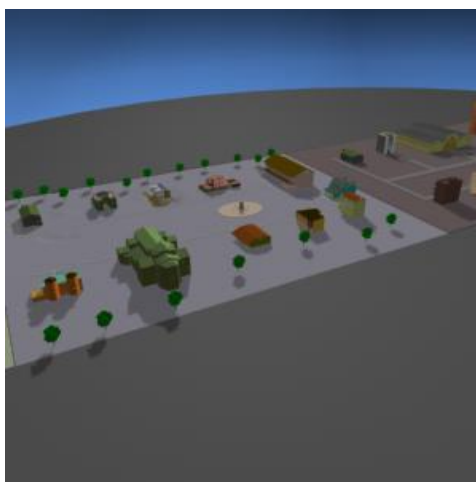
ελέγχοντας το. Σε συνδυασμό με το Intensity που ρυθμίζει την ένταση δίνει στο σχεδιαστή τη δυνατότητα να έχει τον απόλυτο έλεγχο στο στην απόσταση στην οποία εκπέμπεται το φως και στον τρόπο με τον οποίο πέφτει πάνω στα αντικείμενα.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκε το **Final Gather** σε συνδυασμό με το **Global Illumination** για την προσομοίωση του πραγματικού φωτισμού. Τα τελευταία αποτελούν ρυθμίσεις του Mental Ray Renderer και ο κύριος λόγος που χρησιμοποιήθηκαν είναι για τη μείωση του συνολικού χρόνου για το rendering. Αξίζει να σημειωθεί ότι δύο σκηνές προέκυψαν με το Final Gather ενώ η σκηνή με την καλύτερη ποιότητα έγινε σε συνδυασμό με το Global Illumination. Έτσι η σκηνή έγινε πιο φωτεινή και αποκαλύπτονται περισσότερες λεπτομέρειες των αντικειμένων και τέλος το φως έχει μια πιο “φυσιολογική” συμπεριφορά.

Απαιτείται αρκετός χρόνος ενασχόλησης και πειραματισμών με όλα τα είδη φωτισμού και τις δυνατότητές τους σε συνδυασμό με τους διαθέσιμους renderers, έτσι ώστε να μπορεί ο σχεδιαστής να ξέρει ανά πάσα στιγμή ποια θα χρησιμοποιήσει για να έχει το καλύτερο δυνατό επιθυμητό αποτέλεσμα.

3.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Στις δύο σκηνές με τη χαμηλότερη ποιότητα χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα φώτα omni, τα οποία τοποθετήθηκαν έτσι ώστε να φωτίζουν όλη τη σκηνή. Το ένα από αυτά έχει ρυθμιστεί να παράγει σκιές τύπου *Area Shadows* αντιπροσωπεύοντας τον ήλιο και εκπέμπει μεγαλύτερη ισχύ φωτός από τα υπόλοιπα.



Εικόνα 3.3 Φωτισμός σκηνής με τέσσερα omni lights και area shadows.

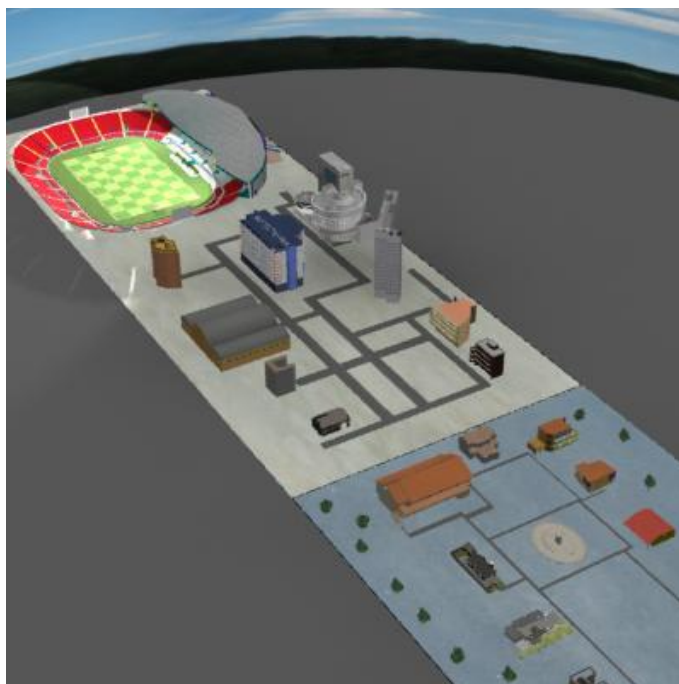
Στις επόμενες τρεις σκηνές στις οποίες αυξάνεται σταδιακά η ποιότητα, χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον δύο spotlights στο στάδιο, που βρίσκεται στο μεγαλύτερο από τα τρία κύρια terrain. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται ο φωτισμός

στο συγκεκριμένο αντικείμενο δίνοντας έτσι μια πιο ρεαλιστική άποψη ενός ποδοσφαιρικού γηπέδου. Επιπλέον και στα δύο spotlights ενεργοποιήθηκε η επιλογή για την παραγωγή σκιών *area shadows*.



Εικόνα 3.4 Φωτισμός σκηνής με τέσσερα omni lights και δύο spotlights.

Στις σκηνές με την καλύτερη ποιότητα τα φώτα omni αντικαθίστανται από ένα skylight και ένα spotlight. Το skylight παράγει πιο ρεαλιστικό φωτισμό δίνοντας έτσι διαφορετική “πνοή” στα αντικείμενα. Οι λεπτομέρειες γίνονται σαφώς περισσότερο ευδιάκριτες γιατί το φως μοιράζεται εξίσου σε όλες τις επιφάνειες. Το spotlight χρησιμοποιήθηκε για να φωτίσει τον ουρανό ο οποίος λόγω του Final Gather εμπόδιζε το φωτισμό των αντικειμένων και έγινε κατάλληλη ρύθμιση για να μην συμμετέχει στο φωτισμό. Έτσι με το spotlight φωτίζεται και ο ουρανός και η όλη εικόνα γίνεται πιο φυσική. Προσθέτονται επιπλέον δύο spotlights στο στάδιο όπως έχει πραγματοποιηθεί στις προηγούμενες εκδόσεις. Όπως προαναφέρθηκε, στην έκδοση με την καλύτερη ποιότητα χρησιμοποιείται καθολικός φωτισμός (global illumination), όπου οι λεπτομέρειες γίνονται ακόμη πιο ευδιάκριτες, όπως τις διακυμάνσεις κατά μήκος των επιφανειών που προκαλούν τα bump maps.



Εικόνα 3.5 Φωτισμός με Global Illumination.

Η εφαρμογή φωτισμού θέλει ιδιαίτερη προσοχή, γιατί δύο συχνά και ακραία μεταξύ τους λάθη, είναι η σκηνή να είναι σκοτεινή ή να παρά είναι φωτισμένη. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι η ένταση των φώτων αυξάνεται εκθετικά όσο προστίθενται ολοένα και περισσότερα. Η καλύτερη μέση λύση είναι, η σκηνή να φωτίζεται με όσο το δυνατό λιγότερους φωτισμούς, επιτυγχάνοντας το επιθυμητό αποτέλεσμα. Το τελευταίο βοηθάει και στην καλύτερη οργάνωσή τους. Επιπλέον, η εφαρμογή απαιτεί εξάσκηση και συνεχείς δοκιμές για το καλύτερο αποτέλεσμα. Με όλη την ποικιλία λύσεων φωτισμού που είναι διαθέσιμη, μπορεί να προκύψει μια πρόκληση στην τελική επιλογή για το ποια είδη θα παράγουν το καλύτερο αποτέλεσμα [2]. Το σίγουρο είναι ότι τις περισσότερες φορές πρέπει να συνδυάζονται.

3.5 ΕΦΕ ΟΜΙΧΛΗΣ

Το εφέ ομίχλης χρησιμοποιήθηκε σε τρεις από τις 8 συνολικά εκδόσεις. Με το εφέ αυτό τα αντικείμενα τείνουν να γίνονται ολοένα και λιγότερο φανερά όσο αυξάνεται η απόσταση από την κάμερα. Πρέπει να τονιστεί ότι το rendering της ομίχλης πραγματοποιείται μόνο από τις οπτικές γωνίες της κάμερας και της προοπτικής. Οι βασικοί λόγοι χρήσης του εφέ ομίχλης είναι από τη μία πλευρά για να γίνει πιο ενδιαφέρουσα η σκηνή, “σπάζοντας” την επανάληψη, όπως γίνεται σε κινηματογραφικές ταινίες και σε παιχνίδια δηλώνοντας μυστήριο και τονώνοντας το ενδιαφέρον των θεατών και από την άλλη για να αποδειχθεί στην έρευνα που ακολουθεί κατά πόσο επηρεάζει ένα απλό εφέ την ικανοποίηση των χρηστών. Συγκεκριμένα, όπως θα περιγραφεί και στο επόμενο κεφάλαιο, όπου αναλύονται

οι μετρικές των σκηνών, η ομίχλη συμμετέχει στη μετρική που σχετίζεται με τα εφέ του περιβάλλοντος.

Στο 3ds Max υπάρχουν δύο τύποι ομίχλης. Ο πρώτος και πιο απλός είναι ο *Standard* κατά τον οποίο δίνονται οι επιλογές για το πόσο έντονη θα φαίνεται στις κοντινές και στις μακρινές αποστάσεις και για το αν θα περιορίζεται στο φόντο. Υπάρχει επίσης και η δυνατότητα να οριστεί το χρώμα της. Ο δεύτερος τύπος ο *Layered* είναι λίγο πιο σύνθετος αρχικά, μέχρι ο χρήστης να μάθει πως να θέτει τις τιμές για να έχει καλό αποτέλεσμα. Τρεις είναι οι βασικές τιμές που πρέπει να δώσει ο χρήστης για τη δημιουργία *Layered Fog*. Το *Top*, το οποίο καθορίζει το πάνω άκρο της ομίχλης, δηλαδή μέχρι ποιο ύψος θα φτάνει. Το *Bottom* το οποίο καθορίζει το κάτω άκρο της ομίχλης, δηλαδή το ύψος από το οποίο θα ξεκινάει. Το *Density* το οποίο ρυθμίζει την ένταση της ομίχλης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ένταση της ομίχλης επηρεάζεται άμεσα από τις τιμές που έχουν δοθεί στο πάνω και κάτω άκρο της ομίχλης. Για παράδειγμα αν η απόσταση μεταξύ του πάνω και κάτω άκρου είναι μικρή, τότε η ένταση της ομίχλης είναι αυξημένη σε σχέση με μια μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Βεβαίως, οι δυνατότητες επιλογής χρώματος και ο περιορισμός της στο φόντο είναι ίδιες με του *Standard* τρόπου. Τέλος, μια ακόμη παράμετρος είναι αυτή του *Falloff*, έχοντας παρόμοια λειτουργία με αυτή που προαναφέρθηκε για τους φωτισμούς, δηλαδή θέτει την ένταση στο μηδέν είτε στο πάνω άκρο, είτε στο κάτω άκρο ή ακόμη και δε κανένα. Στις σκηνές που περιέχουν το εφέ ομίχλης, ο τύπος που προτιμήθηκε είναι ο *Layered*.



Εικόνα 3.6 Εφέ ομίχλης.

3.6 ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΘΟΛΟΣ

Ο τύπος και το θέμα της σκηνής καθορίζουν το αν ο σχεδιαστής θα επιλέξει να φτιάξει ουρανό. Ο ουρανός συνεισφέρει με το δικό του ιδιαίτερο τρόπο στο συναίσθημα, τη ψυχολογία και την ικανοποίηση των χρηστών. Για παράδειγμα ένας καθαρός και ηλιόλουστος ουρανός προκαλεί καλή διάθεση και ηρεμία, ενώ ένας συννεφιασμένος, σκοτεινός και με ομίχλη ουρανός έχει μια μυστηριώδη φύση που μπορεί να προκαλέσει ενδιαφέρον σε συνδυασμό με το θέμα που διαπραγματεύεται η σκηνή, όπως στα βιντεοπαιχνίδια τρόμου.

Η ορολογία που επικρατεί στον τομέα των γραφικών είναι **Skydome** ή **Skybox**, ανάλογα με το αν ο ουρανός είναι σφαιρικός (θόλος) ή τετραγωνικός αντίστοιχα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δημιουργήθηκε Skydome ή πιο απλά ουράνιος θόλος.

Η δημιουργία του είναι αρκετά απλή. Αφού έχουν στηθεί τα terrain και όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα που συμμετέχουν στη σκηνή, σχεδιάζεται μια σφαίρα η οποία εσωκλείει τα παραπάνω. Πρέπει να διασφαλισθεί ότι δεν υπάρχουν κενά μεταξύ του θόλου και των terrain, διότι η σκηνή θα χάσει τη φυσικότητά της. Στη συνέχεια, αφαιρείται το κάτω μισό της σφαίρας αφού δε έχει καμία χρησιμότητα για την έκβαση της σκηνής. Για να υπάρχει η δυνατότητα θέασης των αντικειμένων εντός του θόλου καθώς και του υλικού ή του texture που θα του ανατεθεί, γίνεται flip σε αυτόν και από τις ιδιότητές του (*Object Properties*) ενεργοποιείται η επιλογή "Backface Cull". Επιπλέον, από τις ιδιότητες είναι απαραίτητο να απενεργοποιηθούν οι επιλογές "Receive Shadows" και "Cast Shadows", αφού ο ουρανός ούτε λαμβάνει ούτε εκπέμπει σκιές. Ακολουθεί η διαμόρφωση των διαστάσεων του θόλου ανάλογα με τις προτιμήσεις του κάθε σχεδιαστή. Τέλος, σειρά έχει η ανάθεση ενός material ή texture. Βέβαια, η ανάθεση ενός texture χρειάζεται προσοχή για να μην αλλοιωθεί το αποτέλεσμα και να δείχνει όσο το δυνατό πιο φυσιολογικό.

Στις δύο σκηνές με τη χαμηλότερη ποιότητα, φέρει ένα υλικό, το χρώμα του οποίου είναι γαλάζιο. Στις υπόλοιπες, το υλικό αυτό έχει αντικατασταθεί από ένα texture που απεικονίζει έναν ουρανό με σύννεφα και κάτω χαμηλά μια δασώδη περιοχή. Για τη σωστή τοποθέτηση του ανατέθηκε το εργαλείο μορφοποίησης **UVW Mapping** και στη συνέχεια επιλέχθηκε από τις παραμέτρους το *Cylindrical Mapping*, το οποίο διπλώνει την εικόνα σαν την μετατρέπει σε κύλινδρο. Με αυτόν τον τρόπο η εικόνα δεν παραμορφώνεται, διατηρώντας τη φυσικότητά της και αποδίδοντας στον ουρανό σαφώς διαφορετική άποψη. Μια επιπρόσθετη ενέργεια η οποία όμως δεν πραγματοποιήθηκε στην παρούσα εργασία αλλά αποτελεί μια αξιόλογη τεχνική είναι η τοποθέτηση ενός texture που να κάνει τα σύννεφα που υπάρχουν πιο διάφανα.

Ένα σημείο που απαιτεί επιμέλεια είναι ο επαρκής φωτισμός του θόλου. Στις περισσότερες των περιπτώσεων (εκτός των νυχτερινών ωρών ή λόγω πολύ συννεφιασμένου καιρού) ο ουρανός είναι ιδιαίτερα φωτεινός και θα πρέπει να του

αποδοθεί ο αντίστοιχος φωτισμός. Ένας αποτελεσματικός τρόπος για να επιτευχθεί το παραπάνω είναι να χρησιμοποιηθεί Skylight με Global Illumination. Ένας ακόμα είναι η χρήση κάποιου εκ των φωτισμών πάνω του, ακόμη και σε συνδυασμό με τον προαναφερθέντα, όπως έγινε σε τρεις εκ των σκηνών με τη βοήθεια ενός spotlight, όπου οι δύο δεν είχαν Global Illumination. Επιπλέον, με τον Mental Ray Renderer, χρειάστηκε ο θόλος να ρυθμιστεί έτσι ώστε να επιτρέπει το φωτισμό με το Final Gather να τον διαπερνάει, διότι διαφορετικά εμπόδιζε το φωτισμό στο εσωτερικό του με αποτέλεσμα τα αντικείμενα να μη φαίνονται καθόλου. Αυτό βέβαια είχε σαν απόρροια ο θόλος να φαίνεται πολύ σκοτεινός και για αυτό το λόγο προστέθηκε το spotlight.



Εικόνα 3.7 Το texture που χρησιμοποιήθηκε για τον ουρανό. Οι πραγματικές διαστάσεις είναι 3096x1410.



Εικόνα 3.8 Συνεισφορά ουρανού στη σκηνή σημαίνει ρεαλισμός.

3.7 ΚΑΜΕΡΑ

Όπως είναι γνωστό, η κάμερα είναι ένα μέσο για τη σύλληψη μιας εικόνας ή ενός βίντεο. Οι σωστές ρυθμίσεις των λειτουργιών της παίζουν καταλυτικό ρόλο στην απεικόνιση των δρώντων. Η οπτική γωνία και η τοποθέτησή της είναι από τα πιο βασικά.

Η οπτική γωνία περιγράφει την γωνιακή έκταση μιας σκηνής που απεικονίζεται μέσω της κάμερας [8]. Η οπτική γωνία εξαρτάται από τον τύπο φακού που χρησιμοποιείται. Όσο μεγαλύτερα τα χιλιοστά (mm) τόσο μικρή είναι η οπτική γωνία.

3.7.1 Τύποι Φακού

Υπάρχουν διάφοροι τύποι φακού ανάλογα με τη λεπτομέρεια και το θέμα που φέρει μια εικόνα:

- **Normal:** Προσφέρει το μεγαλύτερο διάφραγμα σε σχέση με τους υπόλοιπους.
- **Ευρυγώνιος:** Είναι ένας φακός μικρής εστιακής απόστασης κατασκευασμένος να καλύπτει μια μεγάλη οπτική γωνία.
- **Τηλεφακός:** Προσφέρει μακρά εστίαση έχοντας προς την πλευρά της κάμερας κάποια στοιχεία απόκλισης. Τα τελευταία έχουν την ικανότητα να κάνουν την απόσταση του ειδώλου από το φακό μικρότερη.
- **Φακοί μακράς εστίασης:** Δίνει είδωλο υψηλής ποιότητας καλύπτοντας μια στενή οπτική γωνία.
- **Κατοπτρικός:** Είναι εξαιρετικά μεγάλης εστιακής απόστασης (500mm και πάνω).
- **Zoom:** Οι φακοί zoom είναι σχεδιασμένοι για να έχουν μεταβλητή εστιακή απόσταση. Καλύπτουν συνήθως εστιακές αποστάσεις από 100-300mm ή 70-150mm ή 35-105mm.
- **Fisheye υπερευρυγώνιος:** Οι περισσότεροι εκ των ευρυγώνιων φακών είναι σχεδιασμένοι για να καταγράφουν τις οριζόντιες και κάθετες γραμμές του αντικειμένου, σαν οριζόντιες και κάθετες στο είδωλο. Αντίθετα, οι fisheye, καταγράφουν τις ευθείες γραμμές σαν καμπύλες και δίνουν σε όλο το είδωλο μια όψη ανάκλασης κυρτού κατόπτρου ή ματιού ψαριού. Από το τελευταίο προήλθε και το όνομα fisheye. Τυπικοί φακοί για κάμερες 35mm προσφέρουν εστιακές αποστάσεις από 6 μέχρι 16mm.
- **Φακοί ειδικής χρήσης:** Οι φακοί UV είναι διορθωμένοι σε ότι αφορά το υπεριώδες φως. Τέτοιοι φακοί προορίζονται για επιστημονικές εργασίες, όπου συνήθως χρησιμοποιείται τέτοιου είδους φωτισμός. Η κατασκευή του

φακού soft focus προκαλεί προμελετημένα το σφάλμα της “σφαιρικής εκτροπής”. Αυτό δίνει περαιτέρω ένταση στα φωτεινά μέρη και γενικά μια απαλότητα στα περιγράμματα.

- **Macro:** Είναι περισσότερο κατασκευασμένοι για αντικείμενα των οποίων η απόσταση από το φακό είναι πολύ μικρή. Μπορούν επιπρόσθετα να χρησιμοποιηθούν και για μακρινά αντικείμενα, τα οποία όμως δε θα φαίνονται το ίδιο καθαρά με ένα φακό γενικής χρήσης.

Για μια συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ κάμερας και αντικειμένου, μακρύτεροι φακοί μεγεθύνουν το θέμα περισσότερο. Έχουν μικρότερο βάθος πεδίου και φαίνεται σαν να συμπιέζουν την απόσταση. Ευρύτεροι φακοί επεκτείνουν την απόσταση μεταξύ των αντικειμένων. Ένα άλλο αποτέλεσμα της χρήσης ευρυγώνιου φακού, είναι η μεγαλύτερη εμφανής παραμόρφωση της προοπτικής στην περίπτωση που η κάμερα δεν είναι ευθυγραμμισμένη κάθετα ως προς το θέμα. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι παράλληλες γραμμές συγκλίνουν με τον ίδιο ρυθμό όπως με ένα κανονικό φακό, αλλά συγκλίνουν σε μεγαλύτερο βαθμό λόγω του ευρύτερου τομέα συνολικά. Για παράδειγμα, τα κτίρια φαίνονται σαν να γέρνουν προς τα πίσω σε μεγαλύτερο βαθμό όταν η κάμερα είναι γυρισμένη προς τα πάνω από ότι θα ήταν αν είχαν συλληφθεί από έναν κανονικό φακό στην ίδια απόσταση από το/α αντικείμενο/α. Για το λόγο του ότι διαφορετικοί φακοί απαιτούν διαφορετική απόσταση κάμερας-αντικειμένων έτσι ώστε να διατηρήσουν τα αντικείμενα την αναλογία του μεγέθους τους, η μεταβολή της οπτικής γωνίας μπορεί να στρεβλώσει την προοπτική, αλλάζοντας το σχετικό μέγεθος των αντικειμένων και του προσκήνιου.

3.7.2 Τοποθέτηση και κίνηση κάμερας

Η θέση λήψης της κάμερας παίζει καθοριστικό ρόλο στην παρουσίαση της σκηνής. Η σαφήνεια ενός κινούμενου αντικειμένου εξαρτιέται από τη διεύθυνση και την ταχύτητα με την οποία κινείται καθώς και την απόστασή του από την κάμερα [7]. Κοντινά αντικείμενα παρουσιάζονται σαν να κινούνται πιο γρήγορα από εκείνα που βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση. Η θέση θα πρέπει να δίνει καλή θέα σε όλη τη δράση και παράλληλα να μην παραλείπει τις λεπτομέρειες. Θα πρέπει να επιλεγθούν οι κύριες περιοχές δράσης και οι θέσεις λήψης που θα τοποθετηθεί η κάμερα. Μερικές δοκιμές επιβάλλονται πάντα. Για παράδειγμα, μια θέση λήψης από το επίπεδο του εδάφους (terrain) επικεντρώνεται στα αντικείμενα και τα διαχωρίζει από το φόντο.

Όσον αφορά την κίνηση της κάμερας, αυτή θα πρέπει να πραγματοποιείται σε κατάλληλο βαθμό, ανάλογα με το πόσο γρήγορα εξελίσσεται η σκηνή. Η κάμερα θα πρέπει να ακολουθεί τα κινούμενα αντικείμενα με ανάλογη ταχύτητα αλλά και οπτική γωνία, έτσι ώστε να μη χάσει ο θεατής τη συνοχή των κινήσεων

και ταυτόχρονα να μην κουράζεται από τις τυχόν απότομες αλλαγές κατευθύνσεων ιδιαίτερα στα πολύ κοντινά πλάνα. Κάθε μεταβολή του ύψους σχηματίζει τη δική της άποψη. Με τη χρήση των μεταβολών αυτών μπορεί να επιτευχθεί η διακοπή ομοιότητας των καρέ (frames), προσδίδοντας ενδιαφέρον. Οι υψηλές θέσεις λήψης δίνουν έμφαση στις πλευρές των αντικειμένων (edges) οι οποίες συγκλίνουν προς το έδαφος. Η αλλαγή κατεύθυνσης γενικά κάνει τα αντικείμενα να φαίνονται διαφορετικά.

3.7.3 Κάμερα και Φωτισμός

Όπως έχει προαναφερθεί, ο φωτισμός είναι βασικό στοιχείο στην οπτική αναπαράσταση της μορφής. Το τρισδιάστατο των αντικειμένων υποδηλώνεται σε μεγάλο βαθμό με τη διαβάθμιση των τόνων. Ο πλάγιος φωτισμός κάνει έντονη την αίσθηση του όγκου και του βάθους, τονίζοντας τις καμπύλες και τη φυσικότητα. Τα αποτελέσματα είναι σαφώς πιο ικανοποιητικά με τη σκιά. Αυτό ισχύει τόσο για τη σκιά μέσα στο ίδιο το θέμα όσο και για τη σκιά που πέφτει σε άλλες επιφάνειες όπως το φόντο. Σε μερικές ακραίες περιπτώσεις η σκιά δίνει περισσότερες πληροφορίες από όσες θα πρόσφερε μια απευθείας άποψη του ίδιου του αντικειμένου. Συχνά η σκιά κάνει πιο δραματική και έντονη μια σκηνή, καθλώνοντας στην ουσία το θεατή. Πάντως, ο κίνδυνος μιας δραματικής σκιάς είναι ότι συγχέεται το αληθινό σχήμα και η μορφή του αντικειμένου. Έτσι, χρειάζεται προσοχή η ένταση και η διεύθυνση του φωτισμού σε σχέση με τη θέση λήψης της κάμερας. Κενές μαύρες περιοχές είναι πιθανό να χρειαστούν απαλό φωτισμό.

3.7.4 Σημασία Προοπτικής

Η προοπτική είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος απόδοσης των τρισδιάστατων γραφικών. Με τη συνετή χρήση της θέσης λήψης και της εστιακής απόστασης του φακού επιτυγχάνεται πλήρη χρήση της σύγκλισης των γραμμών προς το κέντρο της εικόνας. Καλό είναι βεβαία να αποφεύγεται η απόλυτη συμμετρία, διότι είναι μονότονη λόγω επανάληψης των στοιχείων. Η κίνηση με προοπτική γίνεται εντονότερη, πράγμα ιδιαίτερα χρήσιμο για τη δημιουργία βάθους. Οι πιο δυναμικές μορφές σύνθεσης χρησιμοποιούν περισσότερο τις πλάγιες και διαγώνιες γραμμές/πλευρές παρά τις κάθετες και οριζόντιες. Διαλέγοντας θέση λήψης και φακό με προοπτική τέτοια ώστε να δημιουργούν ισχυρά κεκλιμένες και ακτινωτές γραμμές, ακόμα και αν το ίδιο το θέμα απαρτίζεται κυρίως από ορθογώνια σχήματα παράγονται δυναμικά εφέ. Η καλύτερη δυνατή λύση σε αυτήν την περίπτωση είναι η κίνηση της κάμερας όσο πιο γίνεται στο αντικείμενο. Ακόμη και αν μια σκηνή διαθέτει μικρή γραμμική προοπτική, το βάθος μπορεί να αναπαρασταθεί με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες ή αλλιώς τα εφέ περιβάλλοντος που διαχωρίζουν τα αντικείμενα σε διαφορετικές αποστάσεις με

διαφορετικούς τόνους. Το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ή αέρινης προοπτικής είναι περισσότερο φανερό όταν τα αντικείμενα είναι τοποθετημένα σε μεγάλα διαστήματα μεταξύ τους, όπως τα υψώματα των λόφων (terrain χωριού). Η ομίχλη επιπρόσθετα προκαλεί τη διάχυση του φωτός, εντείνοντας την προοπτική. Το τελευταίο αποτελεί έναν επιπρόσθετο λόγο για τον οποίο επιλέχθηκε η προσθήκη του εφέ ομίχλης σε μερικές από τις σκηνές.

3.7.5 Έμφαση Συγκεκριμένων Περιοχών Και Συσχετισμός Επιπέδων

Ανάλογα με το φωτισμό, τη θέση λήψης και τη διάταξη της σκηνής μπορεί ο σχεδιαστής να δώσει έμφαση σε συγκεκριμένες περιοχές. Η υποεκφώτιση του προσκήνιου και της μέσης απόστασης, βοηθούν στη συγκέντρωση του ενδιαφέροντος στο πίσω σκηνικό. Ρηχό βάθος πεδίου και τοπικός φωτισμός, δίνουν έμφαση στο μπροστά σκηνικό. Μια μακρινή θέση λήψης και ένας κανονικός φωτισμός παράγουν επίπεδη προοπτική και βοηθούν να τοποθετηθεί το αντικείμενο σε μέση απόσταση από την κάμερα στην τελική εικόνα.

Μερικές φορές το ενδιαφέρον μιας σκηνής εκτείνεται από το μπροστά σκηνικό μέχρι το φόντο. Αν και όλα τα στοιχεία μπορούν να σχετίζονται ή να δημιουργούν ένα εκλεπτυσμένο σχέδιο, είναι απαραίτητο να ρυθμιστούν σταθερά σημεία σύνθεσης είτε στο προσκήνιο είτε στο φόντο ή και στα δύο. Αυτό το είδος σκηνής επιτρέπει να δοθεί η εντύπωση επιπλέον βάθους με μεταβολή της κλίμακας [7]. Διαφορετικά, υπάρχει η εναλλακτική της επιλογής θέσης λήψης που να συσχετίζει το μπροστά με το πίσω σκηνικό χωρίς την παρεμβολή της μέσης απόστασης. Αυτό ίσως επιτρέψει την απευθείας σύγκριση ανάμεσα σε μια μικρή, κοντινή λεπτομέρεια και ένα μεγάλο μακρινό στοιχείο.

3.7.6 3ds Max Camera

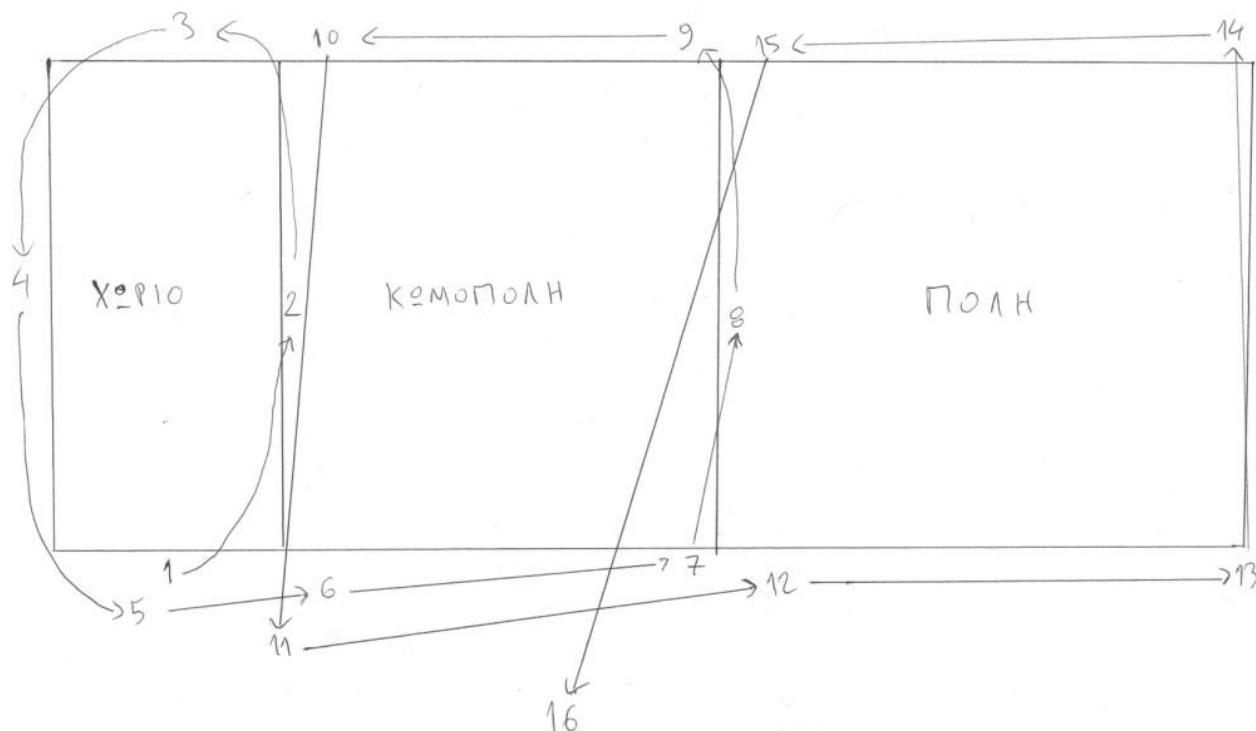
Το 3ds max διαθέτει δύο ειδών κάμερες:

- Την **Target Camera**, η οποία εστιάζει σε μια περιοχή γύρω από ένα στόχο, ο οποίος στις περισσότερες περιπτώσεις αποτελεί ένα αντικείμενο. Ο στόχος της κάμερας αναπαρίσταται από ένα τετράγωνο. Η κάμερα και ο στόχος μπορούν να κινούνται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.
- Την **Free Camera**, η οποία εστιάζει σε μια περιοχή ανάλογα με την κατεύθυνση στην οποία κοιτάει ο φακός. Προτιμάται στην περίπτωση που η κάμερα θα έχει τη δυνατότητα μετακίνησης κατά τη διάρκεια της εξέλιξης της σκηνής.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση το είδος κάμερας που χρησιμοποιήθηκε είναι η Free Camera.

Όπως ισχύει και για τις πραγματικές κάμερες, τα κύρια χαρακτηριστικά της είναι το μήκος εστίασης (φακός) και το οπτικό πεδίο (οπτική γωνία). Το εστιακό μήκος επηρεάζει το ποσοστό του θέματος που εμφανίζεται στην εικόνα. Μικρή εστιακή απόσταση περιλαμβάνει περισσότερα αντικείμενα της σκηνής. Μεγάλη εστιακή απόσταση περιλαμβάνει μικρό κομμάτι της σκηνής και περισσότερες λεπτομέρειες των αντικειμένων. Όπως προαναφέρθηκε η μονάδα μέτρησης του μήκους εστίασης είναι τα mm. Το 3ds max παρέχει κάποια προεπιλεγμένα μήκη εστίασης τα οποία είναι 15mm, 20mm, 24mm, 28mm, 35mm, 50mm, 85mm, 135mm και 200mm. Η οπτική γωνία καθορίζει το πόσο πλατιά θα είναι η περιοχή στην οποία εστιάζει η κάμερα. Η μονάδα μέτρησης είναι οι μοίρες. Στις σκηνές που δημιουργήθηκαν τα δύο αυτά χαρακτηριστικά μεταβάλλονταν κατά την εξέλιξη της σκηνής και την κίνηση της κάμερας ανάλογα με τη θέση της τελευταίας.

Η θέση της κάμερας μεταβάλλεται με το εργαλείο **Move**, με το οποίο ο χρήστης μετακινεί την κάμερα ως προς τους τρεις άξονες (x,y,z). Ο προσανατολισμός της μεταβάλλεται με το εργαλείο **Rotate**. Έτσι η κάμερα περιστρέφεται ως προς έναν άξονα και αλλάζει την κατεύθυνση λήψης. Η χρήση του Rotate είναι ευκολότερη για τη Free Camera, καθώς η άλλη περιορίζεται από το στόχο που φέρει. Η κίνηση της κάμερας στις σκηνές επετεύχθη με το συνδυασμό αυτών των εργαλείων. Η παρακάτω εικόνα περιγράφει την κίνηση της κάμερας γύρω από τα terrain.



Εικόνα 3.9 Συνοπτική απεικόνιση κίνησης κάμερας. Οι αριθμοί αναπαριστούν τις θέσεις με το 1 να εκφράζει την αρχική, το 16 την τελική και τα βελάκια την πορεία που ακολουθεί.

3.8 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ANIMATION

Αφού έχουν τοποθετηθεί όλα τα αντικείμενα στα terrain με τον θόλο από πάνω, έχει ρυθμιστεί ο φωτισμός και τέλος η κάμερα σε κάθε σκηνή, ακολουθεί το τελευταίο στάδιο σε ότι έχει να κάνει με τη σχεδίαση σε 3D που δεν είναι άλλο από τη δημιουργία του video animation με το τη διαδικασία rendering (post-production).

Κάθε κίνηση των αντικειμένων γίνεται με βάση τα καρτέ (frames). Συνήθως, όσο περισσότερα καρτέ παράγονται τόσο μεγαλύτερη διάρκεια θα έχει το animation και πιο ομαλές θα διαγράφονται οι κινήσεις των αντικειμένων. Ο σχεδιαστής εισάγει το πλήθος των καρτέ που επιθυμεί και ρυθμίζει την κίνηση των οντοτήτων με βάση αυτό.

Τρεις renderers παρέχονται με το 3ds Max. Επιπρόσθετοι είναι διαθέσιμοι μέσω plug-ins. Οι εγκατεστημένοι στο 3ds Max είναι οι:

- **Default scanline renderer:** Είναι ενεργοποιημένος από προεπιλογή. Κάνει rendering σε μια σειρά από οριζόντιες γραμμές. Για το Global Illumination παρέχει το Light Tracer και το Radiosity. Χρησιμοποιήθηκε για το rendering πέντε εκ των οχτώ σκηνών.
- **Mental ray renderer:** Κάνει render τη σκηνή σε μια σειρά από τετράγωνα περιοχές. Παρέχει τη δική του μέθοδο για Global Illumination και επιπλέον παράγει ειδικά εφέ αντανάκλασης φωτισμού, όπως για παράδειγμα στα διαμάντια. Χρησιμοποιήθηκε για το rendering των υπόλοιπων τριών σκηνών.
- **Quicksilver Hardware renderer:** Παρέχει γρήγορο rendering το hardware των γραφικών. Τα εφέ που παράγει είναι συγκρίσιμα με του δύο προηγούμενους.
- **VUE file renderer:** Αποτελεί έναν renderer ειδικού σκοπού που παράγει ένα κείμενο περιγραφής σε Ascii. Έχει τη δυνατότητα να συμπεριλάβει πολλαπλά καρτέ και ορίζει τροποποιήσεις σχημάτων, φωτισμού και οπτική γωνίας.

Η επιλογή του επιθυμητού renderer μπορεί να γίνει από το μενού **Assign Renderer** που βρίσκεται στην καρτέλα *Common*.

Ανάλογα με τις ρυθμίσεις που γίνονται σε κάθε renderer, επηρεάζεται το βάθος χρώματος και η ποιότητα (λεπτομέρειες και ρεαλισμός). Στις κοινές παραμέτρους (καρτέλα *Common*) ρυθμίζεται αν θα γίνει rendering όλης της σκηνής ή μεμονωμένων κομματιών. Επιπλέον, σημαντικό παράγοντα παίζει η ανάλυση. Όσο μεγαλύτερη η ανάλυση τόσο περισσότερη λεπτομέρεια απεικονίζεται. Το πρόγραμμα διαθέτει ως προεπιλεγμένες τις 320x240, 640x480, 720x486 και 800x600, οι οποίες αποτελούν τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες σε

καθημερινές συσκευές όπως η τηλεόραση, το κινητό κλπ. Οι σκηνές έχουν γίνει με 400x400, 450x450, 600x600, 800x800 και 1024x1024.

Η καρτέλα *Renderer* παρέχει επιπρόσθετες επιλογές για τα εφέ που θα ενσωματωθούν.

Όσον αφορά τον *mental ray renderer*, υπάρχει μια καρτέλα *Indirect Illumination* στην οποία είναι διαθέσιμες όλες οι παράμετροι που έχουν να κάνουν με τη “συμπεριφορά” που θα έχει το φως απέναντι στα αντικείμενα. Για να ενεργοποιηθούν οι σκιές θα πρέπει να έχει επιλεγθεί το *Final Gather*. Οι τρεις βασικές παράμετροι του *Final Gather* είναι το ***Initial FG Point Density***, το ***Rays per FG Point*** και το ***Interpolate Over Num. FG Points***. Το πρώτο ελέγχει την πυκνότητα (ποιότητα) των *final gather* σημείων. Η αύξησή του κάνει τα σημεία πιο κοντινά μεταξύ τους και περισσότερα σε πλήθος. Το δεύτερο θέτει τις ακτίνες που θα συμμετέχουν στο φωτισμό. Όσο περισσότερες είναι τόσο πιο καθαρή φαίνεται η τελική εικόνα. Το τελευταίο ελέγχει τον αριθμό των *final gather* σημείων.

Αφού ολοκληρωθούν οι επιθυμητές ρυθμίσεις, στο πεδίο *Render Output* πραγματοποιείται η επιλογή του φακέλου εξαγωγής, του ονόματος και του τύπου του/των αρχείου/ων όπως *jpeg* ή *avi* και το ποσοστό συμπίεσης του τελικού αποτελέσματος. Το τελευταίο επηρεάζει την ποιότητα και το χρόνο που θα αναλωθεί στο να πραγματοποιηθεί η διαδικασία του *rendering*.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συνοψίζοντας, τα στάδια για τη δημιουργία των σκηνών ήταν η δημιουργία των *terrain* και η εισαγωγή των *meshes*, η εισαγωγή φωτισμών, η τοποθέτηση του θόλου περικλείοντας τα *terrain* και τα *meshes*, η ρύθμιση της κάμερας και τέλος η δημιουργία των *animations*. Γενικά, η διαδικασία δημιουργίας των σκηνών, απαιτεί μεθοδικές και σωστές κινήσεις σε κάθε στάδιο. Πρέπει ο χρήστης να είναι εξοικειωμένος με τα εργαλεία που του παρέχει το πρόγραμμα που χειρίζεται. Έτσι ανάλογα με το βαθμό ποιότητας τον οποίο θέλει να προσδώσει στη σκηνή, κάνει και τις ανάλογες ρυθμίσεις στις οντότητες και στο αποτέλεσμα που θα παραχθεί μετά το *rendering*. Στην περίπτωση αυτή δημιουργήθηκαν οχτώ (8) σκηνές με διαφορετικά χαρακτηριστικά ποιότητας γραφικών. Αυτά τα χαρακτηριστικά αντικατοπτρίζουν μη λειτουργικές απαιτήσεις που έχουν να κάνουν με την απόδοση των γραφικών. Έτσι κάθε *animation* έχει τη δική του ανάλυση, το δικό του αριθμό οντοτήτων και γενικά το δικό του βαθμό λεπτομέρειας και ρεαλισμού. Στο επόμενο κεφάλαιο, αναλύονται οι μαθηματικοί τύποι (μετρικές) που μετράνε αυτά τα χαρακτηριστικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΜΕΤΡΙΚΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πριν αναλυθούν και υπολογισθούν οι μετρικές που εκτιμούν την ποιότητα των γραφικών θα πρέπει να γίνει μια αναφορά για το τι ακριβώς είναι. Αποτελούν μαθηματικούς τύπους που εκτιμούν τεχνικά χαρακτηριστικά. Με τη μελέτη και την έρευνα αυτών μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την ποιότητα και την απόδοση του "αντικειμένου" για το οποίο υπολογίζονται. Περιγράφονται λοιπόν οι μετρικές για τα τεχνικά χαρακτηριστικά των γραφικών για κάθε σκηνή που δημιουργήθηκε και στη συνέχεια υπολογίζονται. Καθίστανται ιδιαίτερα σημαντικές για το περαιτέρω κομμάτι του πειράματος/έρευνας.

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΡΙΚΩΝ

Με βάση τα ερεθίσματα που παράγονται κατά την εμπειρία με τα 3D γραφικά, τα μετρήσιμα τεχνικά χαρακτηριστικά (μετρικές) που εκτιμούν την ποιότητα τους είναι:

- **Number of Entities (NE) - Αριθμός Οντοτήτων**
- **Average Size of Triangles (ST) - Μέσος Όρος Μεγέθους Τριγώνων (Πολυγώνων)**
- **Average Texture Size (TS) - Μέσος Όρος Μεγέθους των Textures**
- **Average Texture Effects (TE) - Μέσος Όρος των Texture Εφέ**
- **Number of Materials (NM) - Πλήθος των Materials**
- **Number of Lights (NL) - Πλήθος των Φωτισμών**
- **Environmental Effects (EE) - Εφέ Περιβάλλοντος**
- **Average Resolution Width (RW) – Μέσο Πλάτος Ανάλυσης**
- **Average Resolution Height (RH) – Μέσο Ύψους Ανάλυσης**

Κάθε σκηνή απαρτίζεται από ένα σύνολο οντοτήτων. Αυτές είναι τα 3D αντικείμενα, τα textures, τα materials και οι φωτισμοί. Το πλήθος των προαναφερθέντων σε κάθε μια σκηνή περιγράφεται από τη μετρική **NE**. Έτσι ο τύπος είναι:

$$NE = \# \text{ Textures} + \# \text{ Materials} + \# \text{ Lights} + \# \text{ Meshes} \quad (4.1)$$

Όπως αναλύθηκε στο δεύτερο κεφάλαιο τα meshes είναι ένα σύνολο πολυγώνων που αναπαριστούν τη μορφή, το σχήμα και τον όγκο των αντικειμένων. Όσο πιο μικρό είναι το μέγεθος των πολυγώνων τόσο περισσότερη λεπτομέρεια και ακρίβεια φέρει η αναπαράσταση του αντικειμένου. Η μετρική **ST** υπολογίζεται μέσω του ποσοστού των πολυγώνων ανά αντικείμενο. Δηλαδή:

$$ST = \frac{\sum_{i \in \Theta} \# \text{ polygons}_{i \in \Theta}}{\# \text{ objects}} \quad (4.2)$$

Τα textures δίνουν στα αντικείμενα περισσότερες λεπτομέρειες από ότι τα materials. Όσο περισσότερα συμμετέχουν στη σκηνή και όσο μεγαλύτερη ανάλυση τους τόσο πιο ρεαλιστική γίνεται η τελική εικόνα. Η μετρική **TS** υπολογίζεται με αθροίζοντας τα γινόμενα των αναλύσεων κάθε ενός texture και διαιρώντας το αποτέλεσμα με το γινόμενο του πλήθους των textures με τον αριθμό 262144, το οποίο προκύπτει από την ανάλυση 512x512. Ισχύει:

$$TS = \frac{\sum_{i \in \Theta} \# \text{ textures}_{i \in \Theta} \cdot \text{resolution}_{i \in \Theta}}{\# \text{ textures} \cdot 262144} \quad (4.3)$$

Στο κεφάλαιο 2 αναλύθηκε το γεγονός ότι οι τεχνικές που προσδίδουν εφέ στα υλικά των αντικειμένων παρέχουν ρεαλισμό. Τέτοιες τεχνικές είναι το bump mapping, το specularity και το opacity. Επομένως, αν ένα αντικείμενο φέρει έστω και ένα από αυτά τότε θεωρείται ότι χρησιμοποιεί texture effect και προσμετράται στη μετρική **TE**. Ισχύει λοιπόν ο τύπος:

$$TE = \frac{\# \text{ objects with texture effect}}{\# \text{ objects}} \quad (4.4)$$

Τα materials είναι υπεύθυνα για τον υπολογισμό της αντανάκλασης του φωτός. Έτσι, κάθε mesh στη σκηνή πρέπει να ανταποκρίνεται τουλάχιστον σε ένα material σύμφωνα με το [1]. Η **NM** υπολογίζεται με το κλάσμα του πλήθους των materials προς το συνολικό αριθμό των αντικειμένων. Ο τύπος της είναι:

$$NM = \frac{\#materials}{\#meshes} \quad (4.5)$$

Σύμφωνα με το [2] μια 3D σκηνή μπορεί να κάνει χρήση φωτισμού, ομίχλης και σκιών σαν εφέ έτσι ώστε να ενισχύσει την ποιότητα των γραφικών. Σε ότι αφορά το φωτισμό υπεύθυνα είναι η μετρική **NL**, η οποία μετράει το πλήθος των φωτισμών. Επιπρόσθετα, η **EE**, υπολογίζεται με τον αν το global illumination, η ομίχλη και η σκιά είναι *true* ή *false*, δηλαδή αν έχουν χρησιμοποιηθεί στη σκηνή ή όχι αντίστοιχα. Όταν είναι *true* παίρνουν την τιμή 1, ενώ όταν είναι *false* την τιμή 0. Άρα, η **EE** παίρνει γενικά τιμές από μηδέν έως τρία. Πρακτικά:

$$NL = \# \text{ Lights} \quad (4.6)$$

$$EE = \text{Global Illumination} + \text{Fog} + \text{Shadows} \quad (4.7)$$

Επιπλέον, η ανάλυση του video που απεικονίζει τη σκηνή μπορεί να παίξει ρόλο στην ικανοποίηση του χρήστη. Έτσι οι μετρικές **RW** και **RH** συμμετέχουν στην εκτίμηση της ποιότητας των animations. Οι τύποι που τις υπολογίζουν είναι:

$$RW = \frac{\text{redtion_vid}}{40} \quad (4.8)$$

$$RH = \frac{\text{redtion_high}}{40} \quad (4.9)$$



Εικόνα 4.1 Ο υπολογισμός των μετρικών είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τη διεξαγωγή πολύ χρήσιμων συμπερασμάτων.

4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΙΚΩΝ

Σε αυτό το σημείο θα υπολογισθούν οι μετρικές για κάθε σκηνή χρησιμοποιώντας τους τύπους που περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

4.2.1 Μετρικές 1^{ης} Έκδοσης

1.) **$NE = 0 + 109 + 4 + 122 = 235$**

Όπου, τα textures είναι 0, τα materials 109, τα lights 4 και τα meshes 122.

2.) **$ST = 8,28$**

3.) **$TS = 0$**

Δεν έχει χρησιμοποιηθεί κανένα texture.

4.) **$TE = \frac{2}{122} = 0,016$**

Όπου, τα meshes με texture εφέ είναι 2.

5.) **$NM = \frac{109}{122} = 0,893$**

6.) **$NL = 4$**

7.) **$EE = 0 + 0 + 1 = 1$**

Global Illumination = false (Δε χρησιμοποιείται Global Illumination)

Fog = false (Δε χρησιμοποιείται το εφέ ομίχλης)

Shadow = true (Παράγονται σκιές)

$$8.) \text{RW} = \frac{400}{640} = \mathbf{0,625}$$

Όπου, το πλάτος ανάλυσης ισούται με 400.

$$9.) \text{RH} = \frac{400}{480} = \mathbf{0,833}$$

Όπου, το ύψος ανάλυσης ισούται με 400.

4.2.2 Μετρικές 2^{ης} Έκδοσης

$$1.) \text{NE} = \mathbf{0 + 109 + 4 + 122 = 235}$$

Όπου, τα textures είναι 0, τα materials 109, τα lights 4 και τα meshes 122.

$$2.) \text{ST} = \mathbf{7}$$

$$3.) \text{TS} = \mathbf{0}$$

Δεν έχει χρησιμοποιηθεί κανένα texture.

$$4.) \text{TE} = \frac{12}{122} = \mathbf{0,098}$$

Όπου, τα meshes με texture εφέ είναι 12.

$$5.) \text{NM} = \frac{109}{122} = \mathbf{0,893}$$

$$6.) \text{NL} = \mathbf{4}$$

$$7.) \mathbf{EE} = \mathbf{0 + 1 + 1 = 2}$$

Global Illumination = false (Δε χρησιμοποιείται Global Illumination)

Fog = true (Χρησιμοποιείται το εφέ ομίχλης)

Shadow = true (Παράγονται σκιάς)

$$8.) \mathbf{RW} = \frac{600}{640} = \mathbf{0,937}$$

$$9.) \mathbf{RH} = \frac{600}{480} = \mathbf{1,25}$$

4.2.3 Μετρικές 3^{ης} Έκδοσης

$$1.) \mathbf{NE} = \mathbf{50 + 81 + 6 + 126 = 263}$$

Όπου, τα textures είναι 50, τα materials 81, τα lights 6 και τα meshes 126.

$$2.) \mathbf{ST} = \mathbf{5,22}$$

$$3.) \mathbf{TS} = \frac{17063306}{50 \cdot 512 \cdot 512} = \frac{17063306}{50 \cdot 262144} = \frac{17063306}{13107200} = \mathbf{1,301}$$

Το άθροισμα των αναλύσεων των textures είναι 17063306.

$$4.) \mathbf{TE} = \frac{23}{126} = \mathbf{0,182}$$

Τα meshes με texture εφέ είναι 23.

$$5.) \mathbf{NM} = \frac{81}{126} = \mathbf{0,642}$$

$$6.) \mathbf{NL} = \mathbf{6}$$

$$7.) \mathbf{EE} = \mathbf{0 + 0 + 1 = 1}$$

Global Illumination = false (Δε χρησιμοποιείται Global Illumination)

Fog = false (Δε χρησιμοποιείται το εφέ ομίχλης)

Shadow = true (Παράγονται σκιές)

$$8.) \mathbf{RW} = \frac{800}{640} = \mathbf{1,25}$$

$$9.) \mathbf{RH} = \frac{800}{480} = \mathbf{1,66}$$

4.2.4 Μετρικές 4^{ης} Έκδοσης

$$1.) \mathbf{NE} = \mathbf{106 + 72 + 6 + 126 = 310}$$

Όπου, τα textures είναι 106, τα materials 72, τα lights 6 και τα meshes 126.

$$2.) \mathbf{ST} = \mathbf{5,06}$$

$$3.) \mathbf{TS} = \frac{23267313}{106 \cdot 512 \cdot 512} = \frac{23267313}{106 \cdot 262144} = \frac{23267313}{27787264} = \mathbf{0,837}$$

Το άθροισμα των αναλύσεων των textures είναι 23267313.

$$4.) \text{TE} = \frac{24}{126} = \mathbf{0,19}$$

Τα meshes με texture εφέ είναι 24.

$$5.) \text{NM} = \frac{72}{126} = \mathbf{0,571}$$

$$6.) \text{NL} = \mathbf{6}$$

$$7.) \text{EE} = \mathbf{0 + 1 + 1 = 2}$$

Global Illumination = false (Δε χρησιμοποιείται Global Illumination)

Fog = true (Χρησιμοποιείται το εφέ ομίχλης)

Shadow = true (Παράγονται σκιές)

$$8.) \text{RW} = \frac{450}{640} = \mathbf{0,703}$$

$$9.) \text{RH} = \frac{450}{480} = \mathbf{0,937}$$

4.2.5 Μετρικές 5^{ης} Έκδοσης

$$1.) \text{NE} = \mathbf{194 + 56 + 6 + 126 = 382}$$

Όπου, τα textures είναι 194, τα materials 56, τα lights 6 και τα meshes 126.

$$2.) \text{ST} = \mathbf{4,9}$$

$$3.) \text{TS} = \frac{28126463}{194 \cdot 512 \cdot 512} = \frac{28126463}{194 \cdot 262144} = 0,553$$

Το άθροισμα των αναλύσεων των textures είναι 28126463.

$$4.) \text{TE} = \frac{23}{126} = 0,182$$

Τα meshes με texture εφέ είναι 24.

$$5.) \text{NM} = \frac{56}{126} = 0,444$$

$$6.) \text{NL} = 6$$

$$7.) \text{EE} = 0 + 0 + 1 = 1$$

Global Illumination = false (Δε χρησιμοποιείται Global Illumination)

Fog = false (Δε χρησιμοποιείται το εφέ ομίχλης)

Shadow = true (Παράγονται σκιάς)

$$8.) \text{RW} = \frac{720}{640} = 1,125$$

$$9.) \text{RH} = \frac{720}{480} = 1,5$$

4.2.6 Μετρικές 6^{ης} Έκδοσης

$$1.) \text{NE} = 198 + 50 + 2 + 126 = 376$$

Όπου, τα textures είναι 198, τα materials 50, τα lights 2 και τα meshes 126.

2.) **ST = 4,74**

$$3.) \text{TS} = \frac{32731749}{198 \cdot 512 \cdot 512} = \frac{32731749}{198 \cdot 262144} = 0,63$$

Το άθροισμα των αναλύσεων των textures είναι 32731749.

$$4.) \text{TE} = \frac{35}{126} = 0,277$$

Τα meshes με texture εφέ είναι 35.

$$5.) \text{NM} = \frac{50}{126} = 0,396$$

6.) **NL = 2**

7.) **EE = 0 + 1 + 1 = 2**

Global Illumination = false (Δε χρησιμοποιείται Global Illumination)

Fog = true (Χρησιμοποιείται το εφέ ομίχλης)

Shadow = true (Παράγονται σκιές)

$$8.) \text{RW} = \frac{1024}{640} = 1,6$$

$$9.) \text{RH} = \frac{1024}{480} = 2,133$$

4.2.7 Μετρικές 7^{ης} Έκδοσης

1.) **NE = 201 + 49 + 4 + 126 = 380**

Όπου, τα textures είναι 201, τα materials 49, τα lights 4 και τα meshes 126.

2.) **ST = 4,58**

3.) **TS = $\frac{4622660}{201 \cdot 512 \cdot 512} = \frac{4622660}{201 \cdot 262144} = 0,877$**

Το άθροισμα των αναλύσεων των textures είναι 46226600.

4.) **TE = $\frac{36}{126} = 0,285$**

Τα meshes με texture εφέ είναι 36.

5.) **NM = $\frac{49}{126} = 0,388$**

6.) **NL = 4**

7.) **EE = 0 + 0 + 1 = 1**

Global Illumination = false (Δε χρησιμοποιείται Global Illumination)

Fog = false (Δε χρησιμοποιείται το εφέ ομίχλης)

Shadow = true (Παράγονται σκιάς)

8.) **RW = $\frac{800}{640} = 1,25$**

$$9.) \text{RH} = \frac{800}{480} = 1,66$$

4.2.8 Μετρικές 8^{ης} Έκδοσης

$$1.) \text{NE} = 201 + 49 + 4 + 126 = 380$$

Όπου, τα textures είναι 201, τα materials 49, τα lights 4 και τα meshes 126.

$$2.) \text{ST} = 4,58$$

$$3.) \text{TS} = \frac{4622660}{201 \cdot 512 \cdot 512} = \frac{4622660}{201 \cdot 262144} = 0,877$$

Το άθροισμα των αναλύσεων των textures είναι 46226600.

$$4.) \text{TE} = \frac{36}{126} = 0,285$$

Τα meshes με texture εφέ είναι 36.

$$5.) \text{NM} = \frac{49}{126} = 0,388$$

$$6.) \text{NL} = 4$$

$$7.) \text{EE} = 1 + 0 + 1 = 2$$

Global Illumination = true (**Χρησιμοποιείται Global Illumination**)

Fog = false (Δε χρησιμοποιείται το εφέ ομίχλης)

Shadow = true (Παράγονται σκιάς)

$$8.) \text{RW} = \frac{1024}{640} = 1,6$$

$$9.) \text{RH} = \frac{1024}{480} = 2,133$$

Έτσι, λοιπόν κάθε έκδοση έχει τα δικά της χαρακτηριστικά τα οποία είναι σε κάποιες περιπτώσεις ίδια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σύγκριση των μετρικών μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} καθώς και της 7^{ης} με την 8^η έκδοση, όπου στην πρώτη περίπτωση οι *NE*, *TS*, *NM* και *NL* έχουν ίδιες τιμές, ενώ στη δεύτερη οι *NE*, *ST*, *TS*, *TE*, *NM* και *NL*. Όσον αφορά τη μετρική *NE*, η μικρότερη τιμή της είναι 235 (1^η και 2^η) και η μεγαλύτερη 382 (5^η). Η 6^η έκδοση έχει το λιγότερο αριθμό φωτισμών, οι οποίοι είναι μόλις δύο (*NL* = 2). Τέλος, όπως τονίσθηκε κατά τον υπολογισμό της μετρικής *EE* στην έκδοση 8, το Global Illumination είναι true, πράγμα που ισχύει αποκλειστικά σε αυτήν.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Κάθε σκηνή σχεδιάζεται με τέτοια τεχνικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να εξυπηρετούν το σκοπό τους. Στην παρούσα εργασία οι οχτώ (8) σκηνές που σχεδιάσθηκαν έχουν διαφορετικό βαθμό λεπτομέρειας και ρεαλισμού. Για να εκτιμηθούν τα τελευταία, χρησιμοποιήθηκαν μετρικές, που δεν είναι άλλο από απλούς μαθηματικούς τύπους. Οι μετρικές καθίστανται χρήσιμες για τη διεξαγωγή του πειράματος που ακολουθεί στη συνέχεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΠΕΙΡΑΜΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αυτό το κεφάλαιο αποσκοπεί στην περιγραφή και ανάλυση του πειράματος που διεξήχθη με σκοπό να γίνει έλεγχος εγκυρότητας των μετρικών που έχουν υπολογισθεί. Ζητήθηκε λοιπόν από ένα σύνολο χρηστών, να αξιολογήσουν τις σκηνές. Τα αποτελέσματα του πειράματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως

ενδείξεις για τα τεχνικά χαρακτηριστικά και σαν οδηγός της τελικής αξιολόγησης των σκηνών.

5.1 ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για τη διεξαγωγή του πειράματος στάλθηκαν, σε διάφορους χρήστες ανεξαρτήτου ηλικίας και εμπειρίας με 3D γραφικά, μέσω email πέντε (5) links από τα video των εκδόσεων της σκηνής, έτσι ώστε να τα αξιολογήσουν με βάση την ποιότητα των γραφικών. Από αυτούς σαράντα (40) ανταποκρίθηκαν στέλνοντας τη βαθμολογία τους από το ένα μέχρι το είκοσι (1-20). Επιπλέον, το ερωτηματολόγιο ζητούσε να τα τοποθετήσουν σε σειρά από το καλύτερο προς το χειρότερο, κάνοντας μια ανασκόπηση των απαντήσεων τους πριν τις καταθέσουν. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύχθηκαν τυχόν λάθη στη σύγκριση των video. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί το γεγονός ότι τα αρχικά links αντικαταστάθηκαν με νέα διότι αναλώθηκε το bandwidth του server. Τα νέα links αναφέρονται στα Παραρτήματα. Αφού συγκεντρώθηκαν οι απαντήσεις, υπολογίσθηκε το άθροισμα και διαιρέθηκε με το πλήθος, με σκοπό να υπολογισθεί η τιμή μιας ακόμη μετρικής για κάθε video που δεν είναι άλλη από την **Average Perceived Graphical Quality (PGQ)**. Συγκεντρωτικά, ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις παραμέτρους που υπολογίσθηκαν και προέκυψαν μέσω του πειράματος, οι οποίες στο σύνολο είναι δέκα (10). Οι εννιά από αυτές είναι ανεξάρτητες και η PGQ είναι εξαρτημένη. Στο πεδίο *Εύρος* αναφέρεται το εύρος των τιμών των παραμέτρων στο συγκεκριμένο υπολογισμό.

Πίνακας 1 "Παράμετροι Πειράματος"

ID	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΕΥΡΟΣ
1	Number of Entities (NE)	235 - 382
2	Average Size of Triangles (ST)	4,58 - 8,28
3	Average Texture Size (TS)	0 - 1,301
4	Average Texture Effects (TE)	0,016 - 0,285
5	Number of Materials (NM)	0,388 - 0,893
6	Number of Lights (NL)	2 - 6
7	Environmental Effects (EE)	1 - 2
8	Average Resolution Width (RW)	0,625 - 1,6
9	Average Resolution Height (RH)	0,833 - 2,133
10	Average Perceived Graphical Quality (PGQ)	1 - 20

Σύμφωνα με το [1], το εύρος των παραμέτρων 3, 5, 6, 8 και 9, αν και θεωρητικά είναι απεριόριστα, περιορίζονται λόγω της τεχνολογίας του υλικού (hardware) για rendering σε πραγματικό χρόνο. Οι τιμές των RW και RH περιορίζονται μέχρι το 5, γιατί οι συσκευές απεικόνισης σπάνια έχουν ανάλυση μεγαλύτερη από 3200x2400. Παρόμοια, οι TS και NL περιορίζονται μέχρι 16 και 8 αντίστοιχα, καθώς textures μεγαλύτερα από 8192x8192 και σκηνές με περισσότερους από 8 φωτισμούς δεν μπορούν να παραχθούν κανονικά από κοινές συσκευές απεικόνισης γραφικών σε πραγματικό χρόνο [1].

Τέλος, η μετρική ST , που είναι πολύ δύσκολο και απίθανο να υπολογισθεί με το χέρι όπως έγινε και με τις υπόλοιπες, καταγράφηκε μέσω μιας διαδικασίας που πραγματοποιήθηκε με το σχεδιαστικό πρόγραμμα open source (ανοιχτού κώδικα) Blender, όπου φορτώθηκαν οι σκηνές αφού έγιναν export σε 3ds μέσω του 3DS Max.

5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, το πείραμα στοχεύει στην ένδειξη της σημαντικότητας των μετρικών στον υπολογισμό της ποιότητας των γραφικών. Έτσι ώστε να επιτευχθεί τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με στατιστικές μεθόδους. Οι δύο τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν είναι το Bivariate Correlation και τα Boxplots.

Αφού συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία αξιολόγησης, αφαιρέθηκαν οι μεγαλύτερες και μικρότερες βαθμολογίες για κάθε video και υπολογίσθηκαν οι μέσοι όροι για κάθε ένα.

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα.

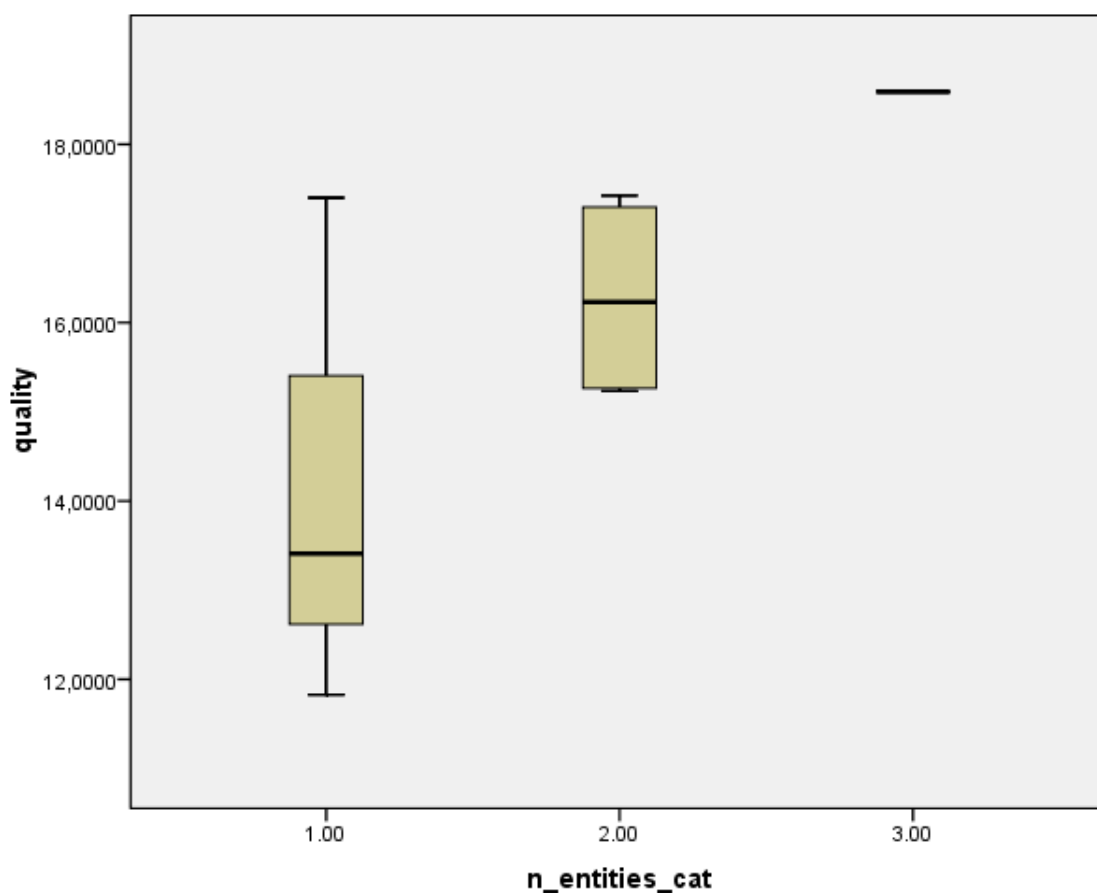
Πίνακας 2 “Bivariate Correlation”

Ανεξάρτητη Μεταβλητή	Pearson Correlation	sig
Number of Entities	0,807**	0,008
Average Size of Triangles	-0,575*	0,068
Average Texture Size	0,590*	0,062
Average Texture Effects	0,458	0,127
Number of Materials	-0,590*	0,062
Number of Lights	0,509*	0,099
Environmental Effects	-0,327	0,214
Average Resolution Width	0,446	0,134
Average Resolution Height	0,446	0,134

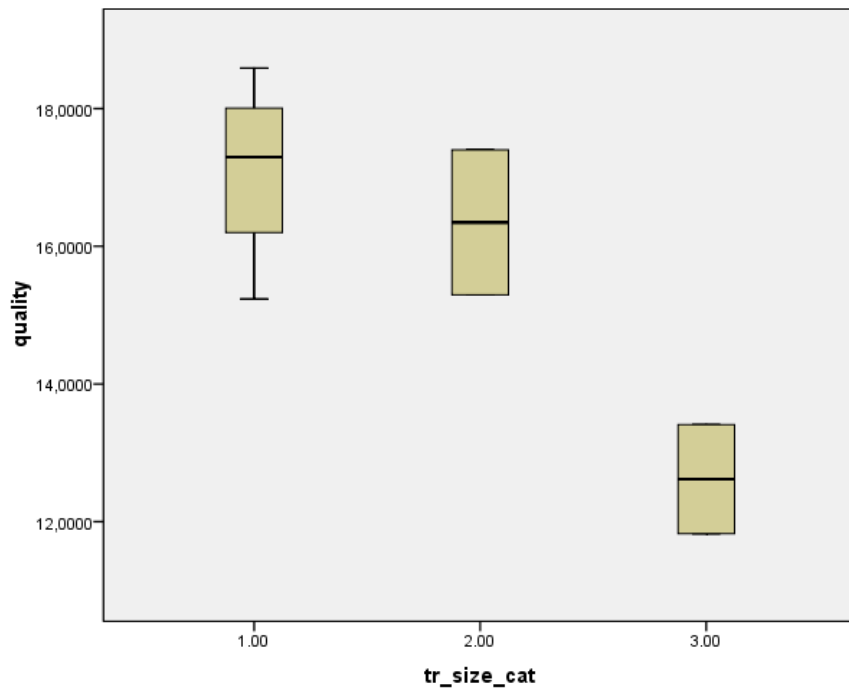
Σύμφωνα με τη στατιστική, η μετρική με τη μεγαλύτερη επιρροή είναι η *NE* (Number of Entities) και ακολουθούν, οι *TS*, *NM* και *ST* με μικρή διαφορά μεταξύ τους, γιατί το *sig* είναι μικρότερο από 0,1, ενώ η επιρροή της *NL* είναι οριακά στατιστικά σημαντική και θεωρείται ότι δεν επηρεάζει. Από την άλλη πλευρά, οι *EE*, *RW* και *RH* θεωρούνται λιγότερο σημαντικές.

Στον πίνακα 2, οι μετρικές *NE*, *TS*, *TE*, *NL*, *RW* και *RH* επηρεάζουν θετικά την ποιότητα των γραφικών. Οι αρνητικές τιμές σημαίνουν πως η μετρική είναι αρνητικά συσχετισμένη, δηλαδή όσο η τιμή της μετρικής αυξάνεται, η ποιότητα μειώνεται.

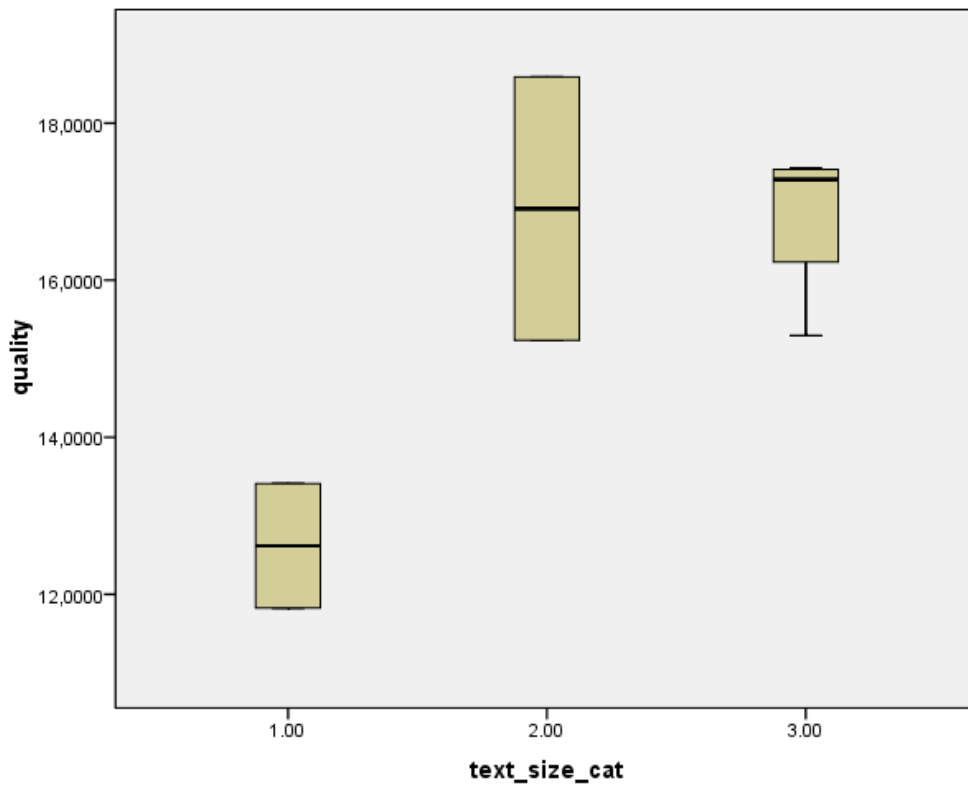
Ακολουθούν τα Boxplots. Τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το εύρος του κάθε video και τη μέση τιμή τους.



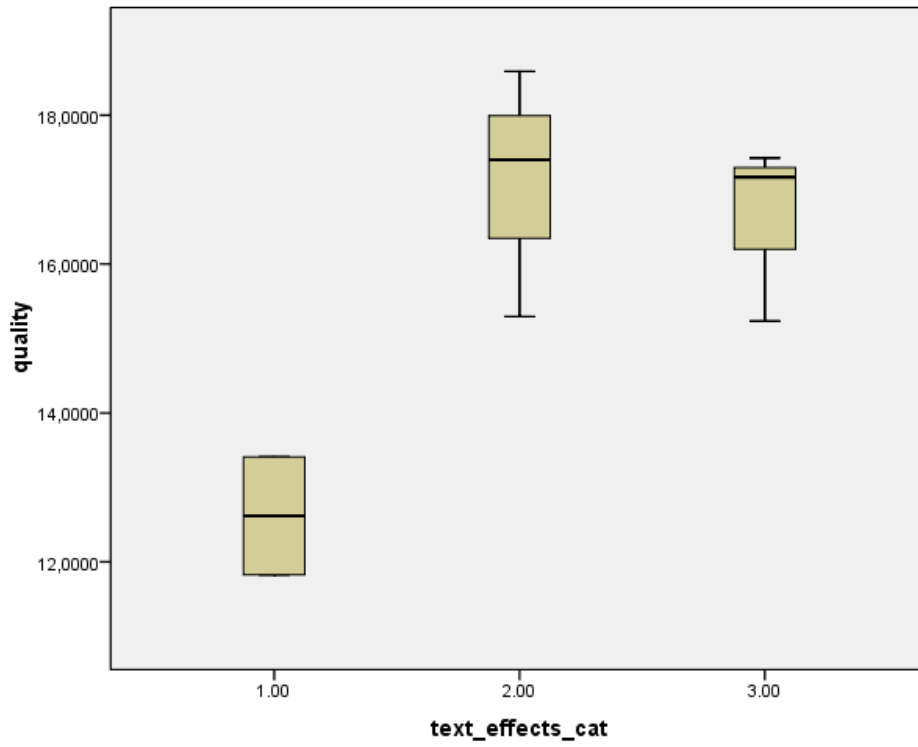
Σχήμα 1 NE Boxplot



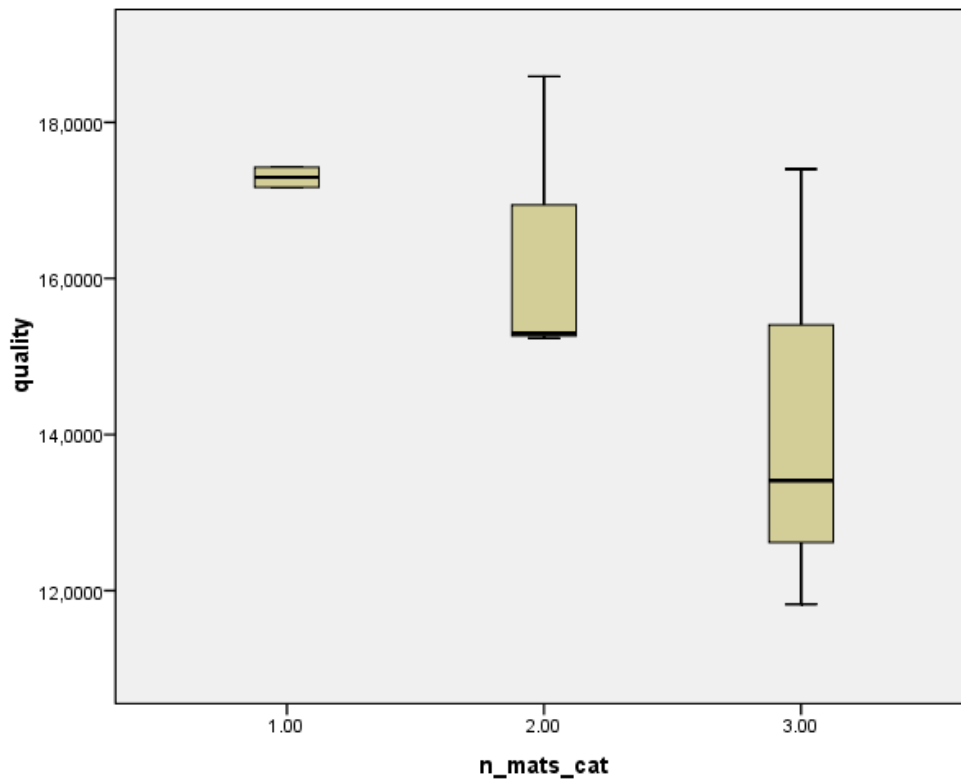
Σχήμα 2 TS Boxplot



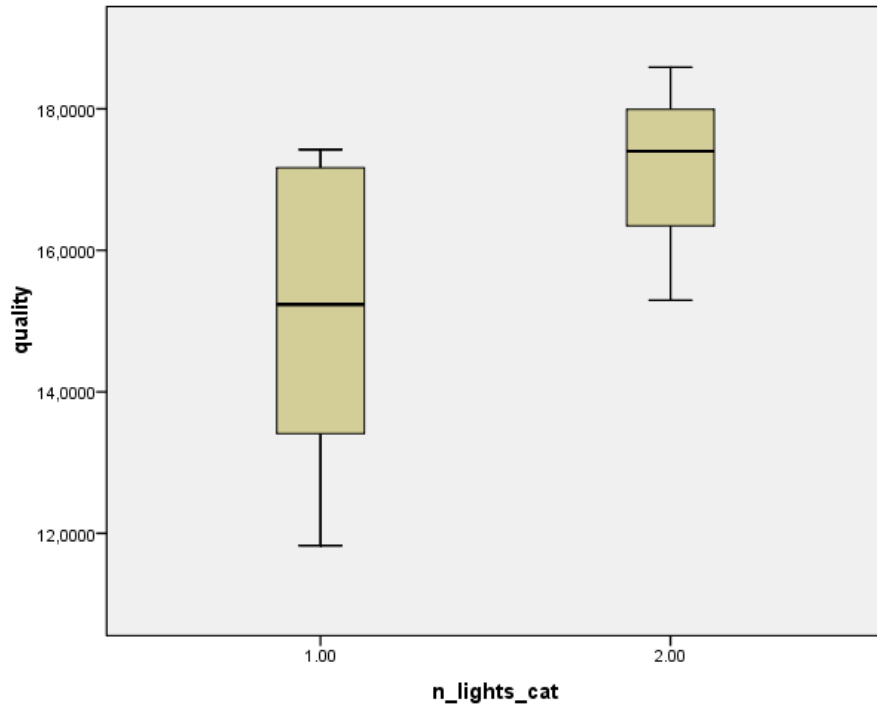
Σχήμα 3 TE Boxplot



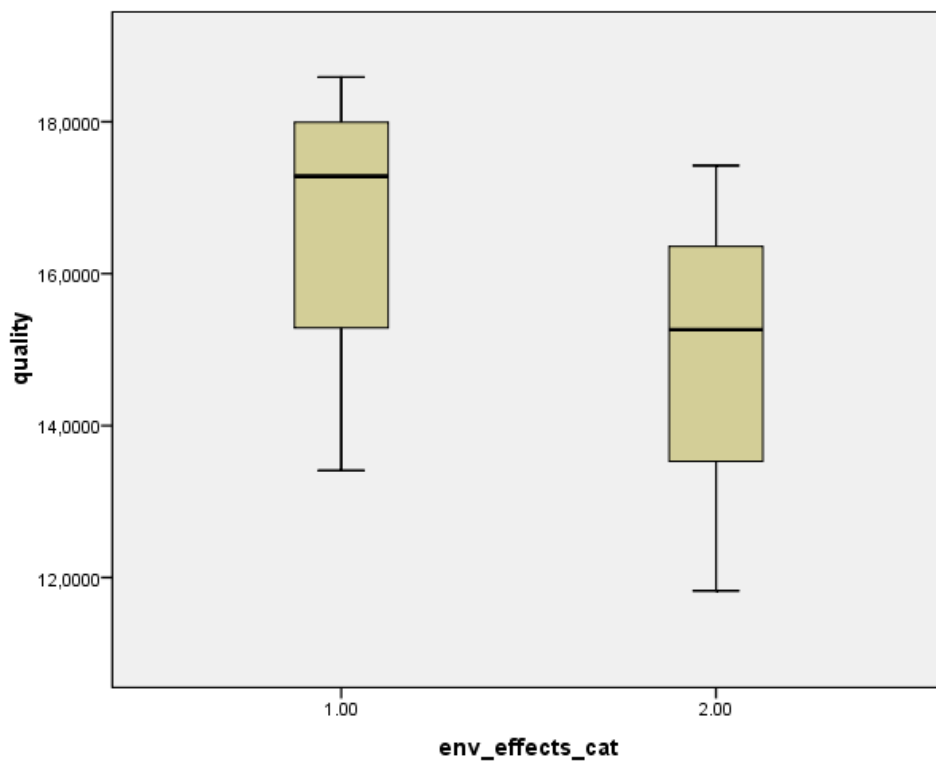
Σχήμα 4 TE Boxplot



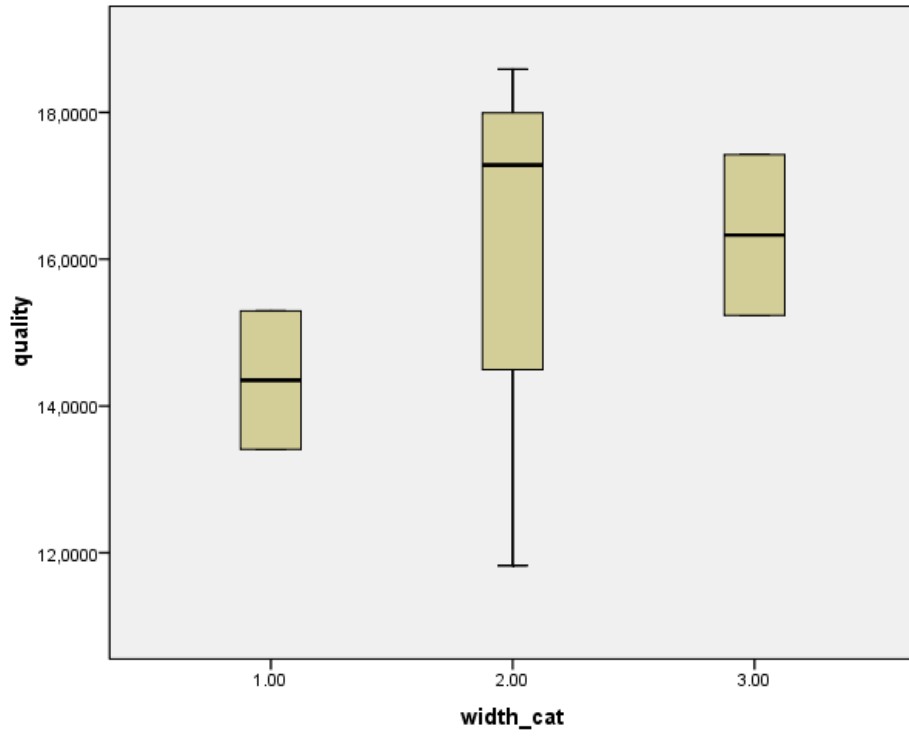
Σχήμα 5 NM Boxplots



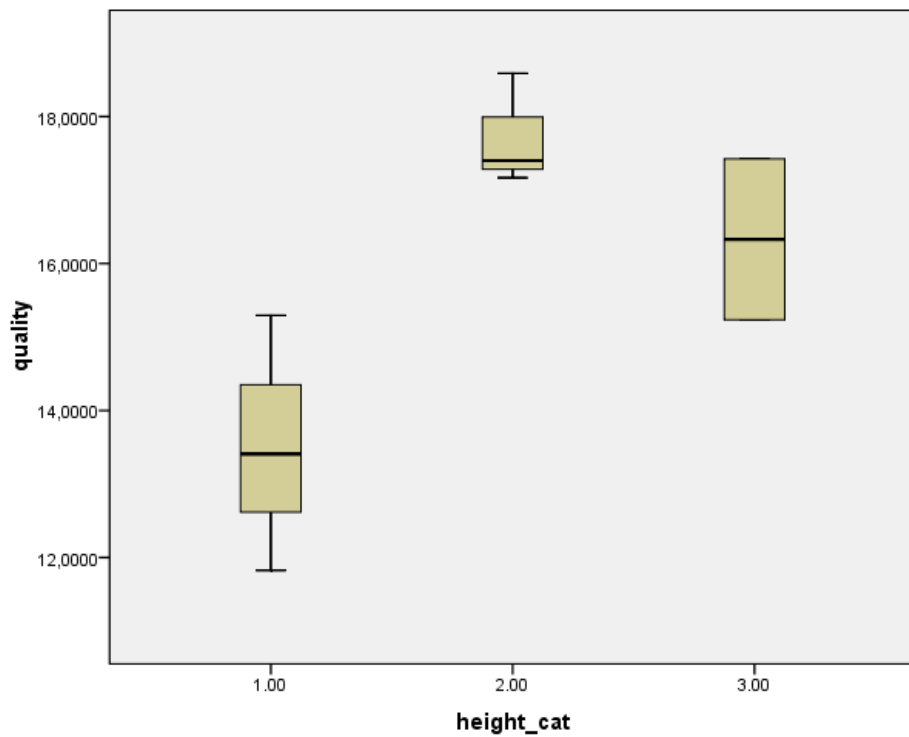
Σχήμα 6 NL Boxplot



Σχήμα 7 EE Boxplot



Σχήμα 8 RW Boxplot



Σχήμα 9 RH Boxplot

Σύμφωνα με τα παραπάνω σχήματα η ποιότητα των γραφικών αυξάνεται με την αύξηση της τιμής των NE , ST , TS και NM . Άρα συμπεραίνουμε ότι αυτές οι μετρικές επηρεάζουν την απόδοση της ποιότητας των γραφικών. Η κατηγορία 3 αντιπροσωπεύει την καλύτερη, η 2 τη μεσαία και η 1 τη χειρότερη ποιότητα με βάση τη δημιουργία των αντικειμένων και σκηνών της παρούσας εργασίας.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συνοψίζοντας, αρχικά έγινε η αξιολόγηση των video από τους αξιολογητές μέσω ερωτηματολογίου που στάλθηκε μέσω email. Στη συνέχεια, συγκεντρώθηκαν και καταγράφηκαν τα αποτελέσματα μαζί με τις τιμές των μετρικών που υπολογίστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Όλα αυτά τα στοιχεία επεξεργάστηκαν με στατιστικές μεθόδους όπως το Bivariate Correlation και Boxplots. Τέλος, εξάχθηκαν τα αποτελέσματα και καταγράφηκαν, έτσι ώστε να βγει τα τελικά συμπεράσματα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η πτυχιακή εργασία είχε ως στόχο να εξετάσει κατά πόσο ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά των τρισδιάστατων γραφικών μπορούν να αποδειχθούν χρήσιμα στην εκτίμηση της αντιληπτής ποιότητας γραφικών, η οποία είναι κύριος παράγοντας στην ικανοποίηση των χρηστών. Συγκεκριμένα, εννιά στο σύνολο μετρικές περιγράφηκαν και υπολογίσθηκαν. Για την αξιολόγηση των μετρικών διενεργήθηκε τυπικό πείραμα. Σε αυτό το πείραμα 40 συμμετέχοντες αξιολόγησαν 8 σκηνές οι οποίες κατασκευάστηκαν με τρόπο ώστε να διαφέρουν ελάχιστα ως προς τις τιμές των μετρικών.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι τέσσερεις επί συνόλου εννέα μετρικές (**NE**, **ST**, **TS** και **NM**) είναι άμεσα συσχετιζόμενες με την ποιότητα των γραφικών. Επιπλέον, η **NL** επηρεάζει αλλά σε οριακό βαθμό. Αντίθετα, οι υπόλοιπες δεν έχουν στατιστικά σημαντική επιρροή και ο ορισμός τους χρειάζεται επαναπροσδιορισμό. Πιο συγκεκριμένα, η ποιότητα μιας τρισδιάστατης σκηνής επηρεάζεται θετικά από το πλήθος των οντοτήτων που συμμετέχουν σε αυτήν, από το μέγεθος των textures και το πλήθος των πηγών φωτισμού. Αντίθετα, η ποιότητα μιας σκηνής φθίνει όσο αυξάνει το πλήθος των υλικών και το μέγεθος των τριγώνων.

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα του πειράματος είναι πολύ χρήσιμα για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών σε σχέση με τα γραφικά καθώς κάποια από τα χαρακτηριστικά που εντοπίστηκαν είναι άμεσα συνδεδεμένα με την ποιότητά τους. Άμεση απόρροια των παραπάνω είναι η δυνατότητα περαιτέρω βελτίωσης, μέσω της χρήσης συγκεκριμένων ορίων στις σημαντικές μετρικές στις μη λειτουργικές απαιτήσεις των σκηνών.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] A. Ampatzoglou, A. Chatzigeorgiou, I. Stamelos, “Graphical Representation as a Factor of 3D Software User Satisfaction: A Metric Based Approach”, 2008
- [2] Mathew Omernick, “Creating the Art of the Game”, New Riders, 2004
- [3] Θ. Θεοχάρης, Α. Μπεμ, “Γραφικά Αρχές και Αλγόριθμοι”, Εκδόσεις Συμμετρία, 1999
- [4] Owen Demers, “Digital texturing and painting”, New Riders, 2002
- [5] Luke Ahearn, “3D Game Textures: Create Professional Game Art Using Photoshop”, Focal Press, 2009
- [6] Roger Lewis, “Color and the Edgar Cayce Readings”, A.R.E. Press, 1989
- [7] John Hedgecoe “The Photographer’s Handbook”, Dorling Kindersley, 1977
- [8] <http://en.wikipedia.org>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Θεοχάρης, Θ., Μπεμ, Α. (1999), Γραφικά Αρχές και Αλγόριθμοι, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, Ελλάδα, σ. 183-186.
- Ξυλωμένος, Γ., Πολύζος, Γ. (2009), Τεχνολογία Πολυμέσων, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα, Ελλάδα, σ. 83-99.
- Ahearn, L. (2009) 3D Game Textures: Create Professional Game Art Using Photoshop, Focal Press, Jordan Hill, Oxford, UK, pp. 80-90.
- Ampatzoglou, A., Chatzigeorgiou, A., Stamelos, I. (2008), Graphical Representation as a Factor of 3D Software User Satisfaction: A Metric Based Approach, IEEE Computer Society, pp. 105-109.
- Demers, O. (2002), Digital texturing and painting, New Riders, US.
- Hedgecoe, J. (1977), The Photographer's Handbook, Dorling Kindersley, London, UK, pp. 30-31, 161-185.
- Omernick, M. (2004), Creating the Art of the Game, New Riders, Indianapolis, Indiana, US.
- Lewis, R. (1989), Color and the Edgar Cayce Readings, A.R.E. Press.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

1. ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΑ VIDEOS

http://www.youtube.com/watch?v=UOUaGoWuK_w

<http://www.youtube.com/watch?v=jEWu5hTpm5o>

<http://www.youtube.com/watch?v=luLoE7OIC5s>

<http://www.youtube.com/watch?v=k8R9QeRWPJg>

<http://www.youtube.com/watch?v=BMIueYvrMTM>

<http://www.youtube.com/watch?v=EuOP0SdEmjU>

http://www.youtube.com/watch?v=dHn3FS3ap_c

<http://www.youtube.com/watch?v=jX0UZWRf7b8>

2. ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

From: stegik@hotmail.com
To: steina91@hotmail.com
Subject: ΕΡΕΥΝΑ ΠΑΝΩ ΣΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ
Date: Thu, 17 Nov 2011 13:50:56 +0200

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΡΕΥΝΑ ΠΑΝΩ ΣΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ

video1

Link: http://www.youtube.com/watch?v=dHn3FS3ap_c

Βαθμός(1-20):15

video2

Link: http://www.youtube.com/watch?v=UOUaGoWuK_w

Βαθμός(1-20):17

video3

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=EuOP0SdEmjU>

Βαθμός(1-20):19

video4

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=luLoE7OIC5s>

Βαθμός(1-20):11

video5

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=k8R9QeRWPJg>

Βαθμός(1-20):10

Τοποθετείστε τα videos σε σειρά ταξινομημένα από το καλύτερο (1) προς το χειρότερο (5)

(1) video_3
(2) video_2
(3) video_1
(4) video_4
(5) video_5

□ Δημήτρης Πέτκος

Προς stegik@hotmail.com, dpetkos@it.teithe.gr

Από: **dpetkos@it.teithe.gr** 

Εστάλη: Πέμπτη, 17 Νοεμβρίου 2011 3:02:41 μμ

Προς: stegik@hotmail.com

Κοιν.: dpetkos@it.teithe.gr

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΡΕΥΝΑ ΠΑΝΩ ΣΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ

video1

Link: http://www.youtube.com/watch?v=dHn3FS3ap_c

Βαθμός (1-20) :10

video2

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=k8R9QeRWPJg>

Βαθμός (1-20) :14

video3

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=BMIueYvrMTM>

Βαθμός (1-20) :16

video4

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=jEWu5hTpm5o>

Βαθμός (1-20) :18

video5

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=jXOUZWRf7b8>

Βαθμός (1-20) : 20

Τοποθετείστε τα videos σε σειρά ταξινομημένα ως προς το καλύτερο

(1) καλύτερο

(5) χειρότερο

(1) v8

(2) v2

(3) v5

(4) v4

(5) v7

▣ Χαρίλαος Παπαγεωργίου
Προς Στέλιος Γκίκας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΡΕΥΝΑ ΠΑΝΩ ΣΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ

video1

Link: www.nutrition-mg.gr/videos/v5.avi

Βαθμός(1-20): 16

video2

Link: www.nutrition-mg.gr/videos/v7.avi

Βαθμός(1-20): 17

video3

Link: www.nutrition-mg.gr/videos/v8.avi

Βαθμός(1-20): 19

video4

Link: www.nutrition-mg.gr/videos/v2.avi

Βαθμός(1-20): 18

video5

Link: www.nutrition-mg.gr/videos/v6.avi

Βαθμός(1-20): 20

Τοποθετείστε τα videos σε σειρά ταξινομημένα ως προς το καλύτερο

- (1) video 5-v6
- (2) video 3-v8
- (3) video 4-v2
- (4) video 2-v7
- (5) video 1-v5

Αθηνά
Προς stegik@hotmail.com

Από: **athina papa** (athinapap1980@yahoo.gr) ⓘ
Εστάλη: Σάββατο, 19 Νοεμβρίου 2011 9:08:22 πμ
Προς: stegik@hotmail.com (stegik@hotmail.com)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΡΕΥΝΑ ΠΑΝΩ ΣΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ

video1

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=EuOP0SdEmjU>

Βαθμός (1-20) : 10

video2

Link: http://www.youtube.com/watch?v=dHn3FS3ap_c

Βαθμός (1-20) : 5

video3

Link: http://www.youtube.com/watch?v=UOUaGoWuK_w

Βαθμός (1-20) : 7

video4

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=jEWu5hTpm5o>

Βαθμός (1-20) : 20

video5

Link: <http://www.youtube.com/watch?v=BMlueYvrMTM>

Βαθμός (1-20) : 15

Τοποθετείστε τα videos σε σειρά ταξινομημένα ως από το καλύτερο (1) προς το χειρότερο (5)

(1) video ...4

(2) video ...5

(3) video ...1

(4) video ...3

(5) video ...2

3. ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Video	case1	case2	case3	case4	case5	case6	case7	case8	case9	case10	case11	case12
v1	16							16	14		18	
v2	15		19	16	18	19	17		20	19	20	13
v3	12	17						17	10	16	16	
v4		18					9	18		13		
v5		19	17	15	18	18	18			17		14
v6	19	18	20	20	20	20		16	20		17	17
v7		20	18	14	19	18	12	17		15		18
v8	18		17	19	18	19	19		18		19	16

Video	case1	case2	case3	case4	case5	case6	case7	case8	case9	case10	case11	case12
v1	3							4	4		3	
v2	4		2	3	5	2	3		1	1	1	5
v3	5	5						2	5	3	5	
v4		3					5	1		5		
v5		2	5	4	3	4	2			2		4
v6	1	4	1	1	1	1		5	2		4	2
v7		1	3	5	2	5	4	3		4		1
v8	2		4	2	4	3	1		3		2	3

Video	case13	case14	case15	case16	case17	case18	case19	case20	case21	case22	case23	case24	case25
v1		17						19		17		10	15
v2	16		18	17		10	15		18		18	17	
v3		12		16	11			20	13	11		16	8
v4		11		14	5	8		17	8	10	14		10
v5	19		16	19	18	15	16		20		16		
v6	18	18	20		20		18	18		19		15	13
v7	17	15	17	18	12	10	17	17	16	15	10		19
v8	20		19			20	19				20	20	

Video	case13	case14	case15	case16	case17	case18	case19	case20	case21	case22	case23	case24	case25
v1		2						2		2		5	2
v2	5		3	3		4	5		2		2	2	
v3		4		4	4			1	4	4		3	5
v4		5		5	5	5		4	5	5	4		4
v5	2		5	1	2	2	4		1		3		
v6	3	1	1		1		2	3		1		4	3
v7	4	3	4	2	3	3	3	5	3	3	5		1
v8	1		2			1	1				1	1	