

ΠΤΥΧΙΑΚΗ
ΕΡΓΑΣΙΑ

Χ3D και Google Earth

Μπεκυράς Κωνσταντίνος Α.Μ 960

Επιβλέπων καθηγητής: Τριανταφυλλίδης Γεώργιος



ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2010

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Περιεχόμενα

Εισαγωγή	4
Οργάνωση Εργασίας.....	5
1η ΕΝΟΤΗΤΑ Εικονική Πραγματικότητα.....	6
1.1 Εικονική Πραγματικότητα	7
1.1.1 VR δεν σημαίνει απαραίτητα 3D.....	7
1.1.2 Νόμοι της Φύσης	8
1.2 Κατηγορίες Συστημάτων Εικονικής Πραγματικότητας	9
1.2.1 Εικονική Πραγματικότητα Μη-Εμβύθισης (Non-Immersive VR).....	9
1.2.2 Εικονική Πραγματικότητα Εμβύθισης (Immersive VR).....	9
1.2.3 Τηλεπαρουσία	10
1.2.4 Augmented Εικονική Πραγματικότητα.....	11
1.2.5 Μονοχρηστική Εικονική Πραγματικότητα	12
1.2.6 Πολυχρηστική Εικονική Πραγματικότητα.....	12
1.3 Χρήσεις Συστημάτων Εικονικής Πραγματικότητας.....	14
1.3.1 Επιστημονικές Οπτικοποιήσεις.....	14
1.3.2 Τηλεσυνδιάσκεψη.....	14
1.3.3 Εκπαίδευση	15
1.3.4 Μηχανικός Σχεδιασμός	15
1.3.5 Μοριακή Μοντελοποίηση	16
1.3.6 Τηλεμετρία	16
1.3.7 Ιατρική.....	17
1.3.8 Ψυχαγωγία.....	17
1.3.9 Λοιποί τομείς εφαρμογής	18
2η ΕΝΟΤΗΤΑ Πρότυπα της Εικονικής Πραγματικότητας.....	19
2.1 Πρότυπα της Εικονικής Πραγματικότητας	20
2.1.1 Ιστορία.....	20
2.1.2 VRML 1.0 & 2.0.....	20
2.1.3 VRML97	21
2.2 X3D.....	21
2.2.1 Στόχοι των VRML97 και X3D	21
2.2.2 Web3D Consortium.....	22
2.3 Βασικές Έννοιες X3D-VRML	23
2.3.1 Εσωτερικές Δομές	23
2.3.2 Κόμβοι και Πεδία	23
2.4 Εφαρμογές ανάγνωσης και επεξεργασίας του προτύπου X3D	25
2.4.1 Εφαρμογές Ανάγνωσης (Viewers)	25
2.4.1.1 Instant Player	25
2.4.1.2 BS Contact	26
2.4.1.3 Octaga Player.....	27
2.4.1.4 SwirlX3D Viewer.....	28
2.4.1.5 Xj3D Browser.....	28
2.4.1.6 View3dscene	29
2.4.1.7 Λοιπές εφαρμογές Ανάγνωσης.....	29

2.4.2 Εφαρμογές Επεξεργασίας (Authoring Tools).....	31
2.4.2.1 Προγράμματα Αλληλεπίδρασης (Interface Programms).....	31
2.4.2.2 Παραδείγματα χρήσης Swirl3D Editor.....	31
2.4.2.3 Πρόγραμμα με χρήση κώδικα (ο X3D Editor).....	33
2.5 COLLADA.....	34
2.5.1 Δημιουργία του Προτύπου.....	34
2.5.2 Τομείς Εφαρμογής.....	34
2.6 KML.....	35
2.6.1 Παράδειγμα χρήσης.....	35
3η ΕΝΟΤΗΤΑ Google Earth.....	37
3.1 Πριν το Google Earth.....	38
3.1.1 Χαρτογραφία.....	38
3.2 Google Inc.....	40
3.2.1 Η Μηχανή Αναζήτησης.....	40
3.2.2 Η Εταιρία.....	41
3.3 Google Earth.....	44
3.3.1 Ψηφιακή Γη.....	45
3.3.2 Περιήγηση.....	45
3.3.3 Στοιχεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS).....	47
3.3.4 GIS στο Google Earth.....	47
3.3.5 Η συμμετοχή των χρηστών.....	48
3.3.6 3D Κτίρια.....	50
3.4 Πέρα από την Γη.....	51
4η ΕΝΟΤΗΤΑ Κατασκευή 3D Εγγράφων.....	54
4.1 Τρισδιάστατα Κτίρια στο Google Earth.....	55
4.2 Google SketchUp.....	56
4.2.1 Ιστορία.....	57
4.2.2 Τύποι αρχείων.....	57
4.3 Google 3D Warehouse.....	58
4.3.1 Κριτήρια.....	58
4.4 Μέθοδοι κατασκευής ενός 3D Building στο Google Earth.....	62
4.4.1 Building Maker.....	62
4.4.1.1 Παράδειγμα χρήσης Building Maker.....	63
4.4.2 Κατασκευή 3D Building μέσω Google Earth και SketchUp.....	65
4.4.2.1 Παράδειγμα κατασκευής κτιρίου της γραμματείας ΣΤΕΦ.....	65
4.4.2.2 Μορφολογία Εδάφους.....	67
4.4.2.3 Σταδιακό κτίσιμο του μοντέλου.....	67
4.4.2.4 Χρήσιμα Εργαλεία.....	68
4.4.2.5 Χρήση Φωτογραφιών.....	69
4.4.2.6 Γραμμές και κρυφές επιφάνειες.....	71
4.4.2.7 Ολοκλήρωση της διαδικασίας.....	72
5η ΕΝΟΤΗΤΑ Σύγκριση και Αλληλεπίδραση Προτύπων.....	73
5.1 Συγκρίνοντας τα πρότυπα.....	74
5.2 Μετατροπείς COLLADA σε X3D.....	75
5.3 Το μέλλον των προτύπων.....	75
Βιβλιογραφία.....	76

Εισαγωγή

Παρατηρώντας κανείς την εξέλιξη των υπολογιστών τα τελευταία χρόνια καταλήγει ότι η εικόνα του χρήστη για το υπολογιστικό σύστημα, καθώς και ο τρόπος αλληλεπίδρασης του με αυτό, εξαρτώνται από τη πρόοδο στο υλικό, αλλά και το λογισμικό.

Η πρόοδος στο υλικό, η οποία όπως σε όλες τις βιομηχανίες, έχει επηρεάσει και την βιομηχανία της πληροφορικής, έχει μετατρέψει το υπολογιστικό σύστημα σε λεπτότερο, ελαφρύτερο και με μοντέρνο σχεδιασμό. Αλλά το λογισμικό είναι αυτό που προσφέρει την ουσία στο χρήστη.

Η ανάπτυξη ικανότερου λογισμικού επιτρέπει την παράδοση στο τελικό χρήστη βελτιωμένων συστημάτων, τα οποία χαρακτηρίζονται από ευρωστία, ορθότητα και λειτουργικότητα.

Πολλές ερευνητικές προσπάθειες έχουν αποδώσει καρπούς σε τομείς, όπως η εικονική πραγματικότητα, η αναγνώριση φωνής, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας κτλ. Καινοτομίες που έχουν ξεκινήσει να αναπτύσσονται τα τελευταία χρόνια, κάνοντας μεγάλα βήματα σε ευπαθείς ομάδες, αλλά δεν έχουν φτάσει στα επίπεδα που μπορούν.

Το ενδιαφέρον μας σε αυτή την εργασία επικεντρώνεται στην εικονική πραγματικότητα, καθώς το μέλλον των υπολογιστών το συνθέτουν η έννοια της οπτικοποίησης και των εργαλείων που βασίζονται σε αυτή.

Μια τεχνολογία η οποία από τα πρώτα βήματα της, μάγεψε αρκετούς ανθρώπους με τις δυνατότητες της. Και εξακολουθεί να μαγεύει, με τελευταίο εμπορικό πρεσβευτή της, την βιομηχανία κινηματογράφου.

Οργάνωση Εργασίας

Στην πρώτη ενότητα της εργασίας αναλύεται η **εικονική πραγματικότητα** και αναφέρονται τα είδη της καθώς και η χρήση της σε βασικούς τομείς εφαρμογής.

Η δεύτερη ενότητα μελετά τα πρότυπα και τις τεχνολογίες της εικονικής πραγματικότητας. Βαρύτητα θα δοθεί στο **πρότυπο X3D** (αλλά και στο προκάτοχο του VRML).

Στη συνέχεια θα επικεντρωθούμε, με την τρίτη ενότητα, σε ένα αρκετά διαδεδομένο πρόγραμμα ελεύθερης χρήσης που χρησιμοποιεί τρισδιάστατη τεχνολογία –το **Google Earth**- και ειδικά με μια υπηρεσία του προγράμματος, η οποία έχει αρκετές φιλοδοξίες από τους δημιουργούς της: την τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίων.

Στην τέταρτη ενότητα, θα δημιουργήσουμε 3D έγγραφα με τρόπους και εργαλεία που διατίθενται από τον κατασκευαστή εταιρία, αναλύοντας τη διαδικασία δημιουργίας τους.

Κατάληξη και σκοπός της εργασίας είναι η σύγκριση των προτύπων μέσω των εγγράφων που κατασκευάσαμε, αναλύοντας τους σκοπούς και τους στόχους τους, και μελετώντας τη δυνατότητα αλληλεπίδρασής τους.

1^η Ενότητα

Εικονική Πραγματικότητα
Κατηγορίες Συστημάτων & Χρήσεις

1.1 Εικονική Πραγματικότητα

Αρχικά, πρέπει να δοθεί ο ορισμός του όρου εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality -VR). Η αλήθεια είναι ότι πρόκειται για ένα παρεξηγημένο όρο και δεν είναι τόσο εύκολο να δοθεί ακριβής ορισμός, εξαιτίας της χρήσης του σε ποικίλες εφαρμογές.

Αν θα θέλαμε όμως να του δώσουμε έναν, τότε σύμφωνα με τον πατέρα της εικονικής πραγματικότητας Τζέρον Λανιερ (Jaron Lanier), εικονική πραγματικότητα είναι: *«ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον, φτιαγμένο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί»*.

Μια πρώτη ένσταση είναι ότι η λέξη εικονικός δεν αναφέρεται πάντα στην προϋπόθεση το υπολογιστικό σύστημα να παράγει εικόνα που προβάλλεται στο χρήστη, αν και αυτή είναι η συνήθης περίπτωση.

Θυμηθείτε τα δικτυακά παιχνίδια υπόδησης ρόλων. Ορισμένα από αυτά περιλαμβάνουν μόνο μια κονσόλα, όπου εμφανίζονται οι διάλογοι και τα συμβάντα του παιχνιδιού. Ο χρήστης, όμως, βιώνει μια εμπειρία σε ένα ψεύτικο – «εικονικό» - κόσμο, μέσω της επίδρασης νοητικών και ψυχολογικών παραγόντων.

Σύμφωνα με την ετυμολογία του όρου, ο χώρος εφαρμογής περιλαμβάνει παιχνίδια ρόλων, κινηματογραφικές ταινίες κτλ. Εκ των πραγμάτων, όμως, ο όρος «εικονική πραγματικότητα» περιλαμβάνει ένα στενότερο πεδίο εφαρμογών.

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας είναι:

1. Η παραγωγή, όσο το δυνατό ρεαλιστικότερων, εικόνων από τον υπολογιστή και η προβολή τους στο χρήστη.
2. Η οπτικοποίηση αντικειμένων, τα οποία αναπαριστούν, σύμφωνα με κάποιο μέτρο, αντικείμενα του πραγματικού κόσμου.
3. Η αλληλεπίδραση του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον.
4. Η αναπαραγωγή ήχων, ταιριαστών με τα συμβάντα του εικονικού περιβάλλοντος.
5. Η αντίδραση, των αντικειμένων του περιβάλλοντος, με φυσικό τρόπο, στις δράσεις του χρήστη και στις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.

1.1.1 VR δεν σημαίνει απαραίτητα 3D

Μια παρεξήγηση που συμβαίνει συχνά, είναι ότι σε ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας είναι αυτονόητη η χρήση τρισδιάστατων γραφικών. Κάτι τέτοιο όμως δεν ισχύει. Μπορεί να υπάρξει εικονική πραγματικότητα με δισδιάστατα γραφικά απεικόνισης, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1. Βιντεοπαιχνίδι εικονικής πραγματικότητας με διςδιάστατα γραφικά.

Η ψευδαίσθηση του τρισδιάστατου υπάγεται κυρίως από την γωνία λήψης των γραφικών, και άλλους παράγοντες, όπως η σκιαγράφηση των αντικειμένων.

1.1.2 Νόμοι της Φύσης

Επίσης, οι όποιες φυσικές ιδιότητες των αντικειμένων εξαρτώνται από τον κόσμο και τους νόμους του. Για παράδειγμα, ένα σφυρί και ένα πούπουλο πρέπει να έχουν διαφορετική δύναμη της βαρύτητας στη Γη, σε αντίθεση με μια εναλλακτική πραγματικότητα όπου ο εικονικός κόσμος αναπαριστά ένα τοπίο στη σελήνη, με συνέπεια τα αντικείμενα να ακολουθούν τους νόμους της βαρύτητας που ισχύουν εκεί, δηλαδή να έχουν την ίδια βαρύτητα.

1.2 Κατηγορίες Συστημάτων Εικονικής Πραγματικότητας

Ένα κριτήριο για τη ταξινόμηση των συστημάτων Εικονικής Πραγματικότητας είναι η αντίληψη του χρήστη για το σύστημα και ο τρόπος αλληλεπίδρασης με αυτό. Οι μέθοδοι εισόδου δρουν ως παράγοντας στη βασική κατηγοριοποίηση, όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

1.2.1 Εικονική Πραγματικότητα Μη-Εμβύθισης (Non-Immersive VR)

Η πρώτη και πιο απλή κατηγορία συστημάτων VR, είναι το είδος των εφαρμογών που παρουσιάζουν το τρισδιάστατο κόσμο στην οθόνη ενός υπολογιστή.

Δεν απαιτείται η χρήση επιπρόσθετου υλικού πέραν από ένα συνηθισμένο Η/Υ με όλες τις εξωτερικές του συσκευές (οθόνη, ποντίκι, κτλ) που να καλύπτει τις υπολογιστικές ανάγκες και σε αυτό οφείλεται και η αποδοχή αυτού του είδους εικονικής πραγματικότητας σε ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών.

Προαιρετικό εξοπλισμό αποτελεί μια στερεοσκοπική οθόνη με κατάλληλα γυαλιά και ειδικές συσκευές εισόδου, ανάλογα με τη χρήση του συστήματος.

Εκτός από τους Η/Υ χρησιμοποιούνται, και υπολογιστικές συσκευές χειρός, όπως τα σύγχρονα κινητά τηλέφωνα, όπου η επεξεργαστική τους ισχύς συνεχώς αυξάνεται.

1.2.2 Εικονική Πραγματικότητα Εμβύθισης (Immersive VR)

Η εμβυθιστική ή immersive εικονική πραγματικότητα χαρακτηρίζει συστήματα που απομονώνουν, σε μεγάλο βαθμό, τον χρήστη από το εξωτερικό του περιβάλλον και έτσι σχηματίζεται η εντύπωση ότι ο πραγματικός χώρος είναι ο τρισδιάστατος κόσμος που του προβάλλεται.

Συνήθως υπολογίζεται η κατεύθυνση που βλέπει ο χρήστης, παράγεται η εικόνα που θα έπρεπε να βλέπει και εν συνεχεία η εικόνα αυτή προβάλλεται μπροστά στα μάτια του.

Η δημοφιλέστερη τεχνική για την επίτευξη της παραπάνω λειτουργίας είναι η χρήση ενός συστήματος προσαρτώμενο στο κεφάλι, ονομαζόμενο HMD (Head Mounted Displays), δηλαδή μικρές οθόνες που προσαρτώνται στο κεφάλι του χρήστη (όπως φαίνεται και στην εικόνα) και προβάλλουν την εικόνα με στερεοσκοπικό τρόπο.



Εικόνα 2. Ένα σύγχρονο HMD.

Κύριο μειονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι το μεγάλο βάρος της, επί της κεφαλής, συσκευής. Βέβαια με την πρόοδο των εργοστασιακών τεχνικών ο όγκος μειώνεται, εις βάρος του κόστους, πολλές φορές. Εξάλλου αναπτύσσονται νέες τεχνικές, οι οποίες στηρίζονται στις οπτικές ίνες ή σε laser.

Μια άλλη λύση είναι η προβολή εικόνων στον περιβάλλοντα χώρο του χρήστη, ώστε να μη χρειάζεται να προσαρτηθούν βαριά και ογκώδη μηχανήματα στο σώμα του χρήστη. Παραδείγματα τέτοιων τεχνικών είναι το CAVE, που χρησιμοποιεί μεγάλες επίπεδες οθόνες, και το Tangitrek, που αποτελεί ένας σφαιρικό θόλο.



Εικόνα 3. Χρήστης εντός ενός CAVE.

1.2.3 Τηλεπαρουσία

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η σύνδεση του εικονικού κόσμου με τον εξωτερικό.

Αισθητήρες του εξωτερικού κόσμου στέλνουν πληροφορίες στο μηχανισμού χρόνου εκτέλεσης του συστήματος εικονικής πραγματικότητας. Αυτές οι πληροφορίες, είτε παρουσιάζονται άμεσα στο χρήστη, είτε προκαλούν τη δυναμική αντίδραση στοιχείων του κόσμου, ώστε να υπάρχει εποπτική αντίληψη της κατάστασης στον εξωτερικό κόσμο.

Πολλές φορές οι κινήσεις του χρήστη οδηγούν με τηλεμετρία όργανα στον πραγματικό κόσμο. Σε αυτή την περίπτωση, συνηθίζεται και η ενσωμάτωση live video στον εικονικό κόσμο, με συνέπεια τη δυνατότητα άμεσου ελέγχου της πραγματικής κατάστασης.

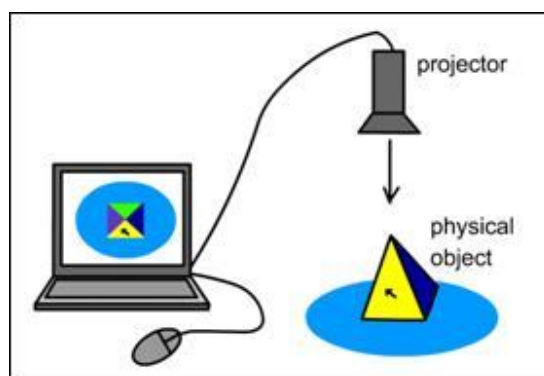
1.2.4 Augmented Εικονική Πραγματικότητα

Οι εικονικοί κόσμοι που εξηγήσαμε έως τώρα δεν είναι δυνατόν να γίνουν αντιληπτοί χωρίς την χρήση ειδικών γυαλιών και δυστυχώς δεν πείθουν για την ρεαλιστικότητα τους μιας και είναι εύκολα αντιληπτό ότι πρόκειται για γραφικά υπολογιστή.

Η Augmented Reality είναι μια παρόμοια τεχνολογία αλλά με διαφορετική προσέγγιση. Στην περίπτωση αυτή η εμπειρία του πραγματικού κόσμου προσανξάνεται με πληροφορία που παράγει ο υπολογιστής. Ο χρήστης αντιλαμβάνεται το συνδυασμό πραγματικής και εικονικής σκηνής.

Δηλαδή, αντί ο υπολογιστής να σχεδιάζει εκ του μηδενός έναν εικονικό κόσμο, και όλα τα αντικείμενα που υπάρχουν να αλληλεπιδρούν με τον χρήστη, προβάλλει μέσω βίντεο, στον πραγματικό κόσμο, εικονικά αντικείμενα, τα οποία αλληλεπιδρούν με άλλα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου.

Μπορεί να μην είναι εφικτό να ζήσεις μέσα σε αυτόν τον κόσμο, αλλά προσφέρει διαφορετικές δυνατότητες. Για τον απλό κόσμο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μέσο ενημέρωσης για ένα προϊόν με περισσότερες πληροφορίες με πιο άμεσο τρόπο, χωρίς μεγάλο κόστος από τον κατασκευαστή, καθώς το μόνο που χρειάζεται ένα τέτοιο σύστημα είναι μια webcam και έναν υπολογιστή με το κατάλληλο λογισμικό.



Εικόνα 4. Απλό παράδειγμα Augmented Πραγματικότητας.

1.2.5 Μονοχρηστική Εικονική Πραγματικότητα

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν συστήματα σχεδιασμένα για χρήση από ένα μόνο άτομο την ίδια χρονική στιγμή.

Ο μοναδικός χρήστης είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση του εικονικού κόσμου. Δεν πρόκειται ποτέ να δει αναπαράσταση άλλου χρήστη, ούτε να αλληλεπιδράσει με αυτόν, με μέσα που του προσφέρει ο εικονικός κόσμος.

Φυσικά ο κόσμος μπορεί να είναι εφοδιασμένος με δυναμικές συμπεριφορές, ίσως και ανθρωπόμορφους βοηθούς (πράκτορας), αλλά όλα αυτά τα στοιχεία λειτουργούν χωρίς καμία πρόβλεψη για πολλαπλούς χρήστες.

1.2.6 Πολυχρηστική Εικονική Πραγματικότητα

Σε αντίθεση με τους μονοχρηστικούς κόσμους οι πολυχρηστικοί επιτρέπουν τη συνύπαρξη πολλών χρηστών στον ίδιο εικονικό χώρο ταυτόχρονα.

Ο κάθε συμμετέχων μπορεί να δει την εικονική αναπαράσταση ενός άλλου συμμετέχοντα, το επονομαζόμενο avatar του. Οι όποιες αλλαγές, επιτελέσει ένας χρήστης, στον κόσμο, είναι ορατές και στους υπόλοιπους. Αυτό ισχύει για, εκ φύσεως, απομακρυσμένους μεταξύ τους χρήστες.

Οι εφαρμογές, αυτού του είδους διακρίνονται από ορισμένα χαρακτηριστικά:

- Διαμοίραση του χώρου: οι συμμετέχοντες έχουν την αίσθηση ότι βρίσκονται στον ίδιο χώρο και μπορούν να προσεγγίσουν ο ένας τον άλλο. Βασική, προϋπόθεση είναι όλοι οι χρήστες να μπορούν να αναφέρονται στον ίδιο ιδεατό κόσμο. Με τον εικονικό χώρο να μπορεί να αντιπροσωπεύει μια πραγματική ή φανταστική τοποθεσία.
- Διαμοίραση της παρουσίας: κάθε συμμετέχων αντιπροσωπεύεται από ένα αντικείμενο του κόσμου (το avatar του), το οποίο είναι συνήθως ένα σύνθετο ανθρωπόμορφο μοντέλο, χωρίς όμως αυτό να είναι υποχρεωτικό. Μπορεί, για παράδειγμα, ένας χρήστης να αντιπροσωπεύεται από ένα ομοίωμα εξωγήινου όντος. Άλλα και το αντίθετο είναι πιθανό: ένα ανθρωποειδές να μην αντιπροσωπεύει ένα φυσικό πρόσωπο, παρά ένα πρόγραμμα πράκτορα. Παράλληλα η τοποθέτηση και ο προσανατολισμός του avatar κάθε χρήστη πρέπει να συμφωνεί με την ιδεατή θέση αυτού του χρήστη στον εικονικό κόσμο. Δηλαδή, οι υπόλοιποι χρήστες πρέπει να βλέπουν το avatar εκεί που θεωρεί ο ίδιος ότι βρίσκεται. Παράλληλα, είναι επιθυμητό η στάση του εικονικού χρήστη, αλλά και όποια στοιχεία καθορίζουν την γραφική του αναπαράσταση, να συμφωνούν με τις ενέργειες του. Αν, για παράδειγμα, κάποιος από τους συμμετέχοντες μιλάει σε ένα μικρόφωνο, θα μπορούσε το avatar του να ανοιγοκλείνει το εικονικό του στόμα.

- Διαμοίραση του χρόνου: όλοι οι συμμετέχοντες σε μια εικονική συνεδρία πρέπει να έχουν τη ψευδαίσθηση ότι η επίδραση των άλλων συμμετεχόντων, αλλά και των ιδίων, στο περιβάλλον είναι άμεση συνέπεια των ενεργειών τους. Η επίδραση οποιουδήποτε στο περιβάλλον γίνεται φανερή σε όλους, αμέσως όταν αυτός ενεργεί. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών σε πραγματικό χρόνο.
- Διαμοιραζόμενη αλληλεπίδραση με το χώρο: ο κάθε χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με τον εικονικό χώρο. Το περιβάλλον αλλάζει δυναμικά εξαιτίας των ενεργειών κάποιου χρήστη (ή προγραμματιστικού πράκτορα) και αυτή η αλλαγή έχει αντίκρισμα στα περιβάλλοντα όλων των χρηστών. Παράλληλα οι ενέργειες αυτές μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα αλλαγές στην κατάσταση άλλων πληροφοριακών συστημάτων, εκτός του εικονικού περιβάλλοντος. Κάθε τέτοια αλλαγή, έστω και αν θεωρείται παρενέργεια, πρέπει να είναι αισθητή σε όλους τους συμμετέχοντες. Είναι πιθανό, ο τρόπος αλληλεπίδρασης και ο βαθμός, στον οποίο αυτή είναι εφικτή, να εξαρτάται από το ρόλο και τις αρμοδιότητες του χρήστη στον κόσμο που διαμοιράζεται.
- Τρόπους αλληλεπίδρασης μεταξύ χρηστών: οι συμμετέχοντες μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με ποικίλους τρόπους. Τέτοιοι τρόποι είναι τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά της διαμοίρασης του χώρου και της παρουσίας, της διαμοιραζόμενης αλληλεπίδρασης με το χώρο, αλλά και πιο κλασσικά μέσα αμφίδρομης επικοινωνίας, όπως streaming ήχος και βίντεο, ή και απλό chatting. Προφανώς η επιλογή των διαθέσιμων τρόπων αλληλεπίδρασης εξαρτάται από τη χρήση, για την οποία προορίζεται κάθε εικονικό περιβάλλον, αλλά και από τις τεχνικές δυνατότητες του συστήματος, καθώς και από το βαθμό ρεαλισμού που επιθυμούμε να επιτύχουμε. Πχ αν θεωρήσουμε την περίπτωση ενός immersive εικονικού περιβάλλοντος και ενός δικτύου με αρκετό εύρος ζώνης, τότε ο ήχος μπορεί να αποτελεί μια πολύ καλή λύση, ενώ στην περίπτωση μιας desktop εφαρμογής και ενός δικτύου περιορισμένου εύρους ζώνης, η επικοινωνία με chatting θα είναι, ίσως, η καλύτερα εφαρμόσιμη τεχνική λύση.

Συνοψίζοντας τα χαρακτηριστικά των πολυχρηστικών εικονικών περιβαλλόντων, μπορεί να ειπωθεί ότι παρέχουν σε πολλούς χρήστες την ικανότητα να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο και σε ένα ενιαίο εικονικό χώρο, να διαμοιράζονται πληροφορία και να διαχειρίζονται εικονικά αντικείμενα. Η αλληλεπίδραση με το σύστημα είναι όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένα μονοχρηστικά εικονικά περιβάλλοντα που χρησιμοποιούν πολλαπλούς, εξελιγμένους, αυτόνομους, ευφυείς πράκτορες, οι οποίοι συγχρονίζονται μεταξύ τους, αλλά και και σε σχέση με το χρήστη, αποτελούν, ουσιαστικά, πολυχρηστικά περιβάλλοντα. Ειδικά, όταν οι πράκτορες είναι κατανεμημένοι είναι εύκολο να συμπεράνουμε ότι το σύστημα πρέπει να διακρίνεται από τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά. Τεχνικά είναι εύκολη η μετατροπή του συστήματος σε πολυχρηστικό, ασχέτως του αν λόγοι, ίσως, ασφαλείας, δεν επιτρέπουν αυτή την μετατροπή.

1.3 Χρήσεις Συστημάτων Εικονικής Πραγματικότητας

Η εικονική πραγματικότητα έχει ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών. Ο χρήστης έχει στη διάθεση του έναν πληροφοριακά «συμπαγή» χώρο, ποικίλες μεθόδους αλληλεπίδρασης και χειρισμού της πληροφορίας, αλλά, κυρίως, ένα ρεαλιστικότερο, φυσικότερο περιβάλλον εργασίας. Στη συνέχεια μελετούνται οι βασικότεροι τομείς εφαρμογής της εικονικής πραγματικότητας.

1.3.1 Επιστημονικές Οπτικοποιήσεις

Ο όγκος, αλλά και οι πολύπλοκες διαστάσεις της στατιστικής ανάλυσης της πληροφορίας που παράγεται από επιστημονικές εφαρμογές, καθιστούν δύσκολη τη διαχείρισή της από τους επιστήμονες, πόσο μάλλον από πιο ακατάρτιστους χρήστες. Για να δοθεί μια λύση σε αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιούνται γραφικές αναπαραστάσεις, πλούσιες σε οπτικά χαρακτηριστικά, ώστε να σκιαγραφηθούν διάφορες παράμετροι του, υπό εξέταση, πληροφοριακού συστήματος. Ο τομέας που ασχολείται με τέτοιου είδους προβλήματα αναφέρεται ως scientific visualization.

Προφανώς η εικονική πραγματικότητα αποτελεί πρώτης τάξεως εργαλείο για τις απαιτητικές επιστημονικές οπτικοποιήσεις. Στόχος των επιστημονικών οπτικοποιήσεων είναι όχι η ρεαλιστική αναπαράσταση, εφόσον τις περισσότερες φορές τα δεδομένα δε σχετίζονται άμεσα με πραγματικά αντικείμενα, αλλά η ανάπτυξη της διαίσθησης στην ανάλυση των δεδομένων και η υπογράμμιση κρίσιμων τμημάτων της πληροφορίας, όσον αφορά τις στατιστικές της ιδιότητες.

1.3.2 Τηλεσυνδιάσκεψη

Η τηλεσυνδιάσκεψη είναι μια πολυχρηστική εφαρμογή, η οποία φέρνει σε επαφή τους συμμετέχοντες, παρά τις φυσικές αποστάσεις που τους χωρίζουν.

Για τη μεγάλη σημασία της εφαρμογής δε χρειάζεται να ειπωθεί τίποτα περισσότερο. Ο συνήθης τρόπος υλοποίησης μιας τηλεσυνδιάσκεψης είναι μια desktop προγραμματιστική εφαρμογή με κανάλια επικοινωνίας κειμένου ή και ήχου/βίντεο, εφόσον κάτι τέτοιο επιτρέπεται από το διαθέσιμο εύρος ζώνης.

Το σημαντικό είναι να επιτευχθεί μεγάλος βαθμός φυσικότητας στην επικοινωνία, κάτι που μπορεί να γίνει με υψηλής ποιότητας βίντεο. Αν, όμως, χρησιμοποιηθεί εικονική πραγματικότητα, τότε ο βαθμός φυσικότητας πολλαπλασιάζεται και παράλληλα οι απαιτήσεις από το δίκτυο μειώνονται, διότι οι πληροφορίες για να καθοριστεί η θέση και στάση του avatar κάποιου συμμετέχοντα είναι πολύ λιγότερες σε όγκο από ένα καρέ της εικόνας του χρήστη. Για αυξηθεί η αληθοφάνεια, μπορεί στο πρόσωπο των avatars να προβάλλονται βίντεο χαμηλής ποιότητας από τα πρόσωπα των αντίστοιχων χρηστών.

Επιπρόσθετα, όταν κρίνεται αναγκαίο και διατίθεται ο κατάλληλος εξοπλισμός, χρησιμοποιείται immersive εικονική πραγματικότητα, όπως φαίνεται στο στιγμιότυπο της παρακάτω εικόνας.



Εικόνα 5. Στιγμιότυπο από τηλεσυνδιάσκεψη με χρήση πολυχρηστικής immersive εικονικής πραγματικότητας.

1.3.3 Εκπαίδευση

Η χρήση εικονικής πραγματικότητας σε εκπαιδευτικές εφαρμογές αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία. Το εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον συνδυάζει την ισχύ της ρεαλιστικής εμπειρίας, της φυσικής αναπαράστασης μαζί με τη ψυχαγωγία. Το συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο.

Αναφέρουμε ενδεικτικά μερικές εφαρμογές:

1. Εικονική αναπαράσταση μικρόκοσμου: μόρια, άτομα κτλ.
2. Περιηγήσεις σε εικονικούς αρχαιολογικούς χώρους, σε εικονικές ζούγκλες της εποχής των δεινοσαύρων κτλ.
3. Ταξίδια στο διάστημα, στο εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος και γενικά όπου είναι ανέφικτο, δύσκολο ή επικίνδυνο να βρεθεί κάποιος.
4. Εικονική αίθουσα διδασκαλίας που επιτρέπει σενάρια εκπαίδευσης από απόσταση (distant learning) και ενσωματώνει, ίσως, πολυμέσα σε τρισδιάστατο περιβάλλον.

1.3.4 Μηχανικός Σχεδιασμός

Όσον αφορά τους μηχανικούς, είναι σχεδόν βέβαιο ότι όσοι χρησιμοποιούν σχεδιαστικά προγράμματα στον υπολογιστή (CAD - Computer Aided Design) θα έχουν περιηγηθεί σε κάποιο τρισδιάστατο εικονικό κόσμο. Εκτός από την περίπτωση τρισδιάστατης προεπισκόπησης, κάποιοι σχεδιασμοί εγγενώς εφαρμόζονται σε τρισδιάστατα μοντέλα, όπως ο αρχιτεκτονικός και μηχανολογικός σχεδιασμός. Σε άλλες εφαρμογές, όπως ο σχεδιασμός ηλεκτρονικών πλακετών και η χαρτογραφία, απαιτείται προεπισκόπηση τρισδιάστατου μοντέλου ως μια φάση του σχεδιαστικού κύκλου.

Τα πλεονεκτήματα είναι πολλά. Από τη μια πλευρά ο μηχανικός ολοκληρώνει την εργασία του πολύ πιο γρήγορα. Σε αυτό συμβάλλουν ο βελτιωμένος μηχανισμός αντίληψης του σταδίου, στο οποίο βρίσκεται ο σχεδιασμός, αλλά και η επιστημονική οπτικοποίηση των δεδομένων που προσφέρει η χρήση VR.

Παράλληλα ο συνδυασμός εικονικής πραγματικότητας και προσομοιώσεων στον υπολογιστή απαλλάσσει από την ανάγκη πραγματικών δοκιμών (ή τις περιορίζει στο ελάχιστο).

Έτσι μειώνεται ο χρόνος παράδοσης ενός προϊόντος στην αγορά (time to market) και περιορίζεται το αρχικό κόστος της έρευνας και ανάπτυξης του (NRE cost).

Σημαντική θέση κατέχει στο τομέα του μηχανικού σχεδιασμού και η πολυχρηστική εικονική πραγματικότητα. Οι εφαρμογές που επιτρέπουν συνεργατικό σχεδιασμό, από δυο ή περισσότερους μηχανικούς, διευκολύνουν την ιδιαίτερα δύσκολη διεκπεραίωση μεγάλων και πολύπλοκων συστημάτων (πχ ένα κύκλωμα VLSI). Αν, τέτοιες εφαρμογές, παρέχουν και δυνατότητες παρόμοιες με αυτών των εφαρμογών τηλεσυνδιάσκεψης, βασισμένες σε πολυχρηστική εικονική πραγματικότητα, τότε τα οφέλη και η χρησιμότητα των προγραμμάτων αυτών πολλαπλασιάζονται.

1.3.5 Μοριακή Μοντελοποίηση

Η χημεία, η επιστήμη των υλικών και άλλες σχετικές επιστήμες ασχολούνται με την πολύπλοκη φύση μοριακών μοντέλων. Οι τρισδιάστατες αναπαραστάσεις βοηθούν στην κατανόηση της δομής και οι αλληλεπιδραστικές προσομοιώσεις των μοντέλων διευκολύνουν την εξερεύνηση της δυναμικής των μοριακών δομών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα, όπου, με χρήση προβολικής τράπεζας και ειδικών γυαλιών, ο χειριστής βλέπει τρισδιάστατες γραφικές αναπαραστάσεις και με ειδικά χειριστήρια επηρεάζει το μοντέλο που προσομοιώνεται.

1.3.6 Τηλεμετρία

Η τηλεμετρία και ο τηλεχειρισμός αποτελούν, ούτως ή άλλως, πολύ σημαντικές εφαρμογές. Καθιστούν εύκολη την πρόσβαση σε απομακρυσμένους ερευνητικούς ή παραγωγικούς σταθμούς κάθε φύσεως. Επιτρέπουν τον ασφαλή και από απόσταση έλεγχο επικίνδυνων περιβαλλόντων, όπως πυρηνικών αντιδραστήρων, τοποθεσιών παγιδευμένων με εκρηκτικές ύλες, χημικά εργοστάσια κα.

Τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας, τα οποία χρησιμοποιούνται στην τηλεμετρία και τηλεχειρισμό, ανήκουν στην κατηγορία της τηλεπαρουσίας και, ενίοτε, στην κατηγορία της augmented VR, όταν στόχος είναι η τηλεμετρία ενός περιορισμένου συστήματος, το οποίο πρέπει να ελεγχθεί με μεγάλη ακρίβεια και για αυτό το σκοπό διατίθεται ένα πραγματικό μοντέλο (πιθανώς σε κλίμακα) του πραγματικού συστήματος.

1.3.7 Ιατρική

Στο τομέα της ιατρικής έχουν δοκιμαστεί εφαρμογές που συνδυάζουν και εικονική πραγματικότητα. Ίσως δεν είναι γνωστές στο ευρύ κοινό, αλλά έχουν αναπτυχθεί σε ερευνητικό, δοκιμαστικό και προπαραγωγικό επίπεδο. Οι προσπάθειες που γίνονται υπόσχονται ακόμη περισσότερα για το μέλλον.

Αναφέρουμε ενδεικτικά μερικές εφαρμογές:

1. Διάγνωση: είναι απαραίτητες μετρήσεις του ανθρώπινου σώματος με τη βοήθεια ακτινών (σε διάφορα μήκη κύματος) και υπέρηχων. Το σώμα του ασθενούς σαρώνεται από μηχανήματα και παράγεται μια σειρά από γραφήματα της σάρωσης (CT, CAT, PET, MRI, Ultrasound, ERCP). Τα παραγόμενα δεδομένα μπορούν να αναπαρασταθούν τρισδιάστατα, ώστε ο ιατρός να έχει μια φυσική άποψη της κατάστασης και να είναι ευκολότερο να διαγνώσει πιθανές ασθένειες.
2. Τηλεϊατρική: ουσιαστικά πρόκειται για ειδική περίπτωση τηλεμετρίας. Χάρης τέτοιου είδους εφαρμογών, το ιατρικό προσωπικό ενός νοσοκομείου έχει τη δυνατότητα να προσφέρει τις υπηρεσίες του σε ασθενείς γεωγραφικά απομονωμένων περιοχών και σε ασθενείς που χρήζουν άμεσης βοήθειας (ατυχήματα στο δρόμο, πεδίο μάχης). Ακόμη και δύσκολες εγχειρήσεις μπορούν να γίνουν στην κλίνη ενός ειδικά διαμορφωμένου και εξοπλισμένου ασθενοφόρου, το οποίο προσεγγίζει τον ασθενή αμέσως όταν αυτό χρειαστεί. Παράλληλα, γεωγραφικά απομακρυσμένοι ιατροί, μπορούν να εγχειρίσουν μαζί έναν ασθενή με χρήση τηλεϊατρικών συστημάτων.
3. Εκπαίδευση: η εικονική πραγματικότητα μπορεί να βοηθήσει επιτυχώς τους εκπαιδευόμενους ιατρούς, ούτως ώστε να γνωρίσουν την ανθρώπινη ανατομία μέσω παρατήρησης τρισδιάστατων μοντέλων και μέσω εικονικών εγχειρήσεων. Άξια προσοχής είναι και η δυνατότητα εκμάθησης αντιμετώπισης σπάνιων ασθενειών, ή ασθενειών που μόνο ένας έμπειρος ιατρός μπορεί να χειριστεί, χάρις σεναρίων εικονικής πραγματικότητας.

1.3.8 Ψυχαγωγία

Η εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας σε ψυχαγωγικούς ρόλους θεωρείται κλασσική. Τα τρισδιάστατα παιχνίδια κατέχουν ένα μεγάλο μερίδιο από την αγορά λογισμικού σε όλο τον κόσμο.

Εξάλλου ο κύριος λόγος, για τον οποίο οι περισσότεροι οικιακοί χρήστες υπολογιστών αναβαθμίζουν τα συστήματά τους, είναι η δυνατότητα να παίζουν καινούργια, απαιτητικότερα παιχνίδια. Η τεχνολογία, μάλιστα, των καρτών γραφικών οδηγείται από τις απαιτήσεις των τρισδιάστατων παιχνιδιών. Παιχνίδια δράσης, περιπέτειας, βολών, αγώνων αυτοκινήτων, εξομοιωτές πτήσης χρησιμοποιούν υλικό επιταχυνόμενων τρισδιάστατων γραφικών.

Τα παιχνίδια προσφέρουν εμπειρίες από φανταστικούς κόσμους ή εξομοιώνουν υποθετικά σενάρια του πραγματικού κόσμου με πρωταγωνιστή το χρήστη. Σε κάθε περίπτωση η ανάγκη, για αληθοφανή, υψηλής ποιότητας γραφικά, είναι ζωτικής σημασίας για την εμπορική επιτυχία του τίτλου. Άμεση συνέπεια αυτού είναι τα παιχνίδια να αποτελούν την καλύτερη πλατφόρμα δοκιμών και ανάπτυξης προγραμμάτων εικονικής πραγματικότητας, μηχανών γραφικών, αλλά και άλλων τμημάτων του προγραμματιστικού μέρους ενός παιχνιδιού.

Ιδιαίτερα σημαντικές είναι και οι δικτυακές διαστάσεις των σύγχρονων παιχνιδιών. Το ενδιαφέρον του χρήστη αυξάνει όταν μπορεί να παίζει με άλλους χρήστες, μέσω δικτύου. Οι πίστες του παιχνιδιού μετατρέπονται σε πολυχρηστικούς εικονικούς κόσμους, όπου οι συμμετέχοντες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, αλλά και με ορισμένα αντικείμενα του εικονικού χώρου. Ως επί το πλείστον, τέτοιου είδους παιχνίδια, διαθέτουν και προγραμματιστικούς πράκτορες, οι οποίοι συνομιλούν με το χρήστη και ανταποκρίνονται με προκαθορισμένους τρόπους στις ενέργειές του.

1.3.9 Λοιποί τομείς εφαρμογής

Ασφαλώς υπάρχουν και άλλοι τομείς στους οποίους εφαρμόζεται η εικονική πραγματικότητα με σημαντική πρόοδο τα τελευταία χρόνια.

Συνοπτικά αναφέρουμε την έβδομη τέχνη στη παραγωγή ειδικών εφέ, τη χρήση από την αεροδιαστημική βιομηχανία για εξομοιώσεις πτήσεων, οπτικοποίηση τροχιών δορυφόρων κ.ά., όπως και τομείς στη διαχείριση επικοινωνιακών δικτύων, αυτοκινητιστικής συγκοινωνίας και στρατιωτικών επιχειρήσεων.



Εικόνα 6. Άνθηση γνωρίζει ο κινηματογράφος λόγω της χρήση 3D τεχνολογίας.

Τέλος η ευπαθής ομάδα των ατόμων με ειδικές ανάγκες επωφελείται από εφαρμογές που χρησιμοποιούν VR τεχνολογία, οι οποία έχουν αναλάβει να βελτιώσουν την επικοινωνία με τον υπόλοιπο κόσμο.

2^η Ενότητα

Πρότυπα της Εικονικής Πραγματικότητας
VRML και X3D
COLLADA

2.1 Πρότυπα της Εικονικής Πραγματικότητας

2.1.1 Ιστορία

Το πρώτο βήμα για τη σύνδεση του παγκόσμιου ιστού με την εικονική πραγματικότητα έγινε στα μέσα περίπου της προηγούμενης δεκαετίας. Η χρήση του διαδικτύου εξαπλωνόταν με ταχείς ρυθμούς και έτσι γεννήθηκε η ιδέα της σύνδεσης αυτού του επικοινωνιακού μοντέλου με τις τρεις διαστάσεις.

Το 1994 γράφτηκε το πρόγραμμα Labyrinth, από τους Μάρκ Πέσι (Mark Pesce) και Τόνυ Παρίσι (Tony Parisi), το οποίο παρουσίαζε στο χρήστη εικονικούς τρισδιάστατους κόσμους, αφού τους μετέφερε μέσω δικτύου χρησιμοποιώντας τα συνηθισμένα πρωτόκολλα των κοινών ιστοσελίδων.

Το πρόγραμμα παρουσιάστηκε, τότε, στο πρώτο παγκόσμιο συνέδριο του W3C. Η γλώσσα περιγραφής των τρισδιάστατων γραφικών ονομάστηκε VRML, από τα αρχικά των λέξεων Virtual Reality Markup Language. Αργότερα η λέξη Markup αντικαταστάθηκε από τη λέξη Modeling.

2.1.2 VRML 1.0 & 2.0

Σκοπός της νέας γλώσσας ήταν ένα format που θα ήταν εύκολα μεταφέρσιμο στο διαδίκτυο. Αποφασίστηκε να ακολουθηθεί το παράδειγμα της γλώσσας HTML. Συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως η κωδικοποίηση με απλό κείμενο και η εύκολη αναγνωσιμότητα, υιοθετήθηκαν.

Παρότι υπήρχε πληθώρα από formats, τόσο δυαδικών όσο και text, κανένα δε θεωρήθηκε ικανοποιητικό. Η ανάπτυξη μιας νέας κωδικοποίησης κρίθηκε απαραίτητη. Αρχικά η VRML δανείστηκε αρκετά στοιχεία από την κωδικοποίηση που χρησιμοποιούσε η βιβλιοθήκη γραφικών OpenInventor της Silicon Graphics. Το αποτέλεσμα ήταν το πρότυπο VRML 1.0.

Από τη γέννησή της η VRML υπόκειται σε συνεχείς αλλαγές, αναθεωρήσεις, προσθήκες με αποτέλεσμα την απόκτηση νέων χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων. Οι κόσμοι της VRML 1.0 ήταν στατικοί, χωρίς να δίνουν δυνατότητα αλληλεπίδρασης. Το μόνο που έκανε ο χρήστης ήταν η πλοήγηση και η μεταφορά σε άλλους κόσμους με χρήση υπερσυνδέσμων.

Γρήγορα αναπτύχθηκε το πρότυπο VRML 2.0, το οποίο εφοδίαζε τη γλώσσα με δυναμικές συμπεριφορές και με την ικανότητα αλληλεπίδρασης με το χρήστη. Τα αντικείμενα ενός κόσμου μπορούσαν να κινούνται, να αλλάζουν χρώμα και άλλες ιδιότητες, να εξαφανίζονται ή και να δημιουργούνται δυναμικά. Μέθοδοι εισόδου από το χρήστη προστέθηκαν και ήταν πλέον δυνατό να ανιχνευθεί η θέση και η κίνηση του χρήστη. Το εικονικό περιβάλλον μπορούσε να προγραμματίζεται σε JavaScript και Java, χάρις τον κόμβο Script. Επίσης η γραμματική της γλώσσας εξελίχθηκε ακολουθώντας ένα καλύτερο προγραμματιστικό μοντέλο, το οποίο επέτρεπε πιο συμπαγή και κατανοητό κώδικα.

2.1.3 VRML97

Η επόμενη έκδοση της VRML ήταν η VRML97. Η βασική διαφορά από την προηγούμενη έκδοση είναι η εισαγωγή ενός API, του EAI (External Authoring Interface), το οποίο επιτρέπει σε εξωτερικές εφαρμογές προγραμματιστική πρόσβαση στα στοιχεία του εικονικού κόσμου. Το API περιγράφεται στα πλαίσια της γλώσσας IDL, οπότε η σύνδεση κόσμου με εφαρμογή είναι ανεξάρτητη γλώσσας. Όμως, οι πλήρως σύμφωνες με το πρότυπο υλοποιήσεις πρέπει να παρέχουν υλοποίηση του μηχανισμού σε γλώσσα Java. Ο ορισμός του API σε Java δίνεται από το ίδιο το πρότυπο, πράγμα που συνεπάγεται μικρότερη πιθανότητα ασυμβατοτήτων.

2.2 X3D

Η επόμενη έκδοση του προτύπου λέγεται Extensible 3D (X3D). Το νέο πρότυπο αυξάνει τον αριθμό των standard κόμβων από 74 (συν 20 προαιρετικοί) σε 55 (συν 51 αφαιρετικοί κόμβοι ή ορισμοί διασυνδέσεων κόμβων).

Εκτός αυτού ορίζεται ML κωδικοποίηση της γλώσσας και δυαδική κωδικοποίηση που βασίζεται στην XML. Ενισχύεται η προγραμματιστική πρόσβαση στους κόσμους με το API SAI (Scene Access Interface). Γενικά το πρότυπο ορίζει αυστηρότερα τις προδιαγραφές, αφήνοντας μικρό περιθώριο αμφισβητήσεων.

Πολύ σημαντικό είναι το ότι εισάγει την έννοια των υποστηριζόμενων κόμβων και λειτουργιών από μια υλοποίηση. Έτσι εφαρμογές που χρησιμοποιούν πιο περιοριστικά profile μπορούν να ικανοποιηθούν από απλούστερες υλοποιήσεις.

2.2.1 Στόχοι των VRML97 και X3D

Οι στόχοι των προτύπων X3D - VRML97 είναι η κάλυψη αναγκών διάφορων εφαρμογών όπως:

- Παρουσίαση τρισδιάστατων κόσμων στο διαδίκτυο (ή σε τοπικό δίκτυο).
- Διαμοιραζόμενοι εικονικοί κόσμοι.
- Απεικονίσεις δεδομένων στον επιστημονικό και τεχνικό τομέα.
- Πολυμεσικές παρουσιάσεις και γενικότερα πολυμεσικές εφαρμογές.
- Εκπαιδευτικές και ψυχαγωγικές εφαρμογές.

Φιλοδοξία του WEb3D Consortium, που έχει αναλάβει την ανάπτυξη των προτύπων X3D - VRML97, είναι το X3D να αποτελέσει ένα κοινά αποδεκτό format στο τομέα των τρισδιάστατων γραφικών και των πολυμέσων.

Έτσι ο σχεδιασμός των στοιχείων που αποτελούν το πρότυπο έγινε σεβόμενος ορισμένες, πολλές φορές αντίθετες μεταξύ τους, αρχές, όπως την επεκτασιμότητα, τη συνδεσιμότητα, τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης κώδικα, την ευκολία συγγραφής κώδικα, την ικανότητα κλιμάκωσης, το διαχωρισμό των δεδομένων από την αρχιτεκτονική του συστήματος χρόνου εκτέλεσης, την απόδοση, την υποστήριξη ποικίλων κωδικοποιήσεων και εναλλακτικών προγραμματιστικών διασυνδέσεων, καθώς και την τμηματική οργάνωση των δυνατοτήτων της γλώσσας (profile).

Συνοψίζουμε τις βασικές δυνατότητες:

- Αναπαράσταση τρισδιάστατων μοντέλων με πολύγωνα, παραμετρική γεωμετρία, καθορισμένο φωτισμό και texture mapping.
- Απόδοση δυσδιάστατων γραφικών και κειμένου σε επίπεδα του τρισδιάστατου κόσμου.
- Δυνατότητα animation μέσω στοιχείων παρεμβολής (interpolators) και υπολογισμού χρόνου (timers).
- Ενσωμάτωση στοιχείων ήχου και κινούμενης εικόνας στο τρισδιάστατο χώρο.
- Αλληλεπίδραση με το χρήστη, τουλάχιστον, μέσω πληκτρολογίου και ποντικιού, με δυνατότητα επιλογής και μετακίνησης αντικειμένων.
- Ικανότητα πλοήγησης του χρήστη με βασική προσομοίωση βαρύτητας και ανίχνευση συγκρούσεων με αντικείμενα, εγγύτητας σε αυτά ή οπτικής επαφής μαζί τους.
- Καθορισμός νέων αντικειμένων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και συμπεριφορές (μηχανισμός protos και externprotos).
- Δυναμική συμπεριφορά του κόσμου, η οποία καθορίζεται μέσω προγραμματισμού.
- Διαφάνεια δικτύου. Τα τμήματα ενός κόσμου βρίσκονται σε διάφορους δικτυακούς τόπους και οι κόσμοι συνδέονται με άλλους που βρίσκονται, επίσης, στο δίκτυο.
- Δυνατότητα φυσικών προσομοιώσεων.

2.2.2 Web3D Consortium

Το Web3D Consortium αποτελεί ένα μη κερδοσκοπικό οργανισμό που έχει ως στόχο τη συγγραφή και προώθηση προτύπων και τεχνολογικών λύσεων όσον αφορά τα τρισδιάστατα γραφικά και τον παγκόσμιο ιστό.

Στον οργανισμό συμμετέχουν και άλλοι οργανισμοί καθώς και ηγετικές εταιρίες του χώρου, όπως οι Silicon Graphics, Sony, Apple, Microsoft και Oracle.

2.3 Βασικές Έννοιες X3D-VRML

2.3.1 Εσωτερικές Δομές

Στη διαδικασία χειρισμού ενός εικονικού μοντέλου, το οποίο περιγράφεται σε γλώσσα VRML ή X3D, από σχετικά προγράμματα (προβολής, προσομοίωσης, συγγραφής κτλ), διακρίνονται ορισμένοι βασικοί μηχανισμοί. Διακριτά κομμάτια αυτών των μηχανισμών είναι η ιεραρχία του τρισδιάστατου σκηνικού μοντέλου (scene graph transformation hierarchy) και ο γράφος αλληλεπίδρασης μεταξύ των αντικειμένων του κόσμου (behaviour graph ή route graph). Η πρώτη δομή, από αυτές, περιγράφει τις οντότητες που απαρτίζουν τον εικονικό κόσμο, ενώ η δεύτερη καθορίζει τον τρόπο εκδήλωσης δυναμικών συμπεριφορών, κατά την παρουσίαση του κόσμου στο χρήστη.

Ο γράφος που συνδέει τα αντικείμενα της σκηνής αποτελείται από κόμβους (nodes), οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους δεντρικά, με σχέσεις γονέα – παιδιού. Οι κόμβοι περιγράφουν, μεταξύ άλλων, γεωμετρικά σχήματα και εμφανισιακά χαρακτηριστικά αυτών (όπως χρώμα, φωτεινότητα και διαφάνεια). Οι συντεταγμένες ενός γεωμετρικού αντικειμένου είναι σχετικές ως προς τις συντεταγμένες του κόμβου γονέα του. Άρα η transformation hierarchy είναι η βασική δομή που καθορίζει τι ακριβώς θα εμφανιστεί στην οθόνη του χρήστη.

Εκτός, όμως, από μια στατική αναπαράσταση τρισδιάστατων γραφικών, χρειάζεται και ένας μηχανισμός δυναμικού χειρισμού της κατάστασης του εικονικού κόσμου. Διαφορετικά τίποτα δε θα άλλαζε, με αποτέλεσμα λιγότερη ρεαλιστικότητα και μειωμένη χρηστικότητα. Η λύση δίνεται με τη χρήση των routes, ιδεατών αγωγών από κάποιο πεδίο ενός κόμβου σε κάποιο πεδίο ενός άλλου κόμβου. Έτσι όταν αλλάζει η τιμή του πεδίου πηγής, η νέα αυτή τιμή διαδίδεται και στο πεδίο του κόμβου στόχου. Αρχικά οι αλλαγές τιμών πυροδοτούνται από ενέργειες του χρήστη (που αντιλαμβάνονται ειδικοί κόμβοι αισθητήρες), από το πέρασμα του χρόνου (κόμβοι με συμπεριφορά βασιζόμενη στο χρόνο), εξωτερικά ερεθίσματα κα. Το σύνολο των routes αποτελεί τον προαναφερθέν route graph.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο route graph και η transformation hierarchy μπορεί να είναι δυο διακριτές δομές, αλλά πιθανόν και μια ενοποιημένη. Εξάλλου η λειτουργία των routes, συνήθως έχει άμεσο αποτέλεσμα την αλλαγή τιμής σε κόμβους του κόσμου. Η απόφαση, για το σχεδιασμό των δομών δεδομένων, εξαρτάται από την υλοποίηση και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται. Ίσως, για λόγους απόδοσης, να θεωρείται καλύτερο, ο γράφος με τα αντικείμενα που σχετίζονται άμεσα με τα γραφικά να αποτελεί ξεχωριστή δομή, έτσι ώστε η επεξεργασία του να ευκολότερη και γρηγορότερη.

2.3.2 Κόμβοι και Πεδία

Όπως αναφέρθηκε, η περιγραφή ενός εικονικού κόσμου γίνεται με τη σύνταξη ενός δεντρικού σχηματισμού, του οποίου βασικά μέλη είναι αντικείμενα που ονομάζουμε κόμβους (nodes). Οι κόμβοι έχουν ιδιότητες, οι τιμές των οποίων μπορεί να τίθενται από το χρήστη. Τέτοιες, δυναμικές ιδιότητες, λέγονται πεδία (fields) και ίσως να έχουν ως τιμή άλλους κόμβους (έτσι, άλλωστε, δημιουργείται η δεντρική δομή).

Ακολουθεί παράδειγμα κώδικα ενός τρισδιάστατου γραφικού σε X3D:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE X3D PUBLIC "ISO//Web3D//DTD X3D 3.2//EN" "http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.2.dtd">
<X3D profile="Immersive" version="3.0" xmlns:xsd="[http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance]"
  xsd:noNamespaceSchemaLocation="[http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.2.xsd http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.2.xsd]">
  <head>
    <meta content="[http://www.web3d.org/x3d/content/examples/HelloWorld.x3d HelloWorld.x3d]" name="title"/>
    <meta content="Simple X3D example" name="description"/>
    <meta content="30 October 2000" name="created"/>
    <meta content="11 October 2008" name="modified"/>
    <meta content="Don Brutzman" name="creator"/>
    <meta content="[http://www.web3d.org/x3d/content/examples/HelloWorld.x3d http://www.web3d.org/x3d/content/examples/HelloWorld.x3d]"
      name="identifier"/>
    <meta content="[http://www.web3d.org/x3d/content/examples/HelloWorldTall.png http://www.web3d.org/x3d/content/examples/HelloWorldTall.png]"
      name="image"/>
    <meta content="[http://www.web3d.org/x3d/content/examples/license.html http://www.web3d.org/x3d/content/examples/license.html]" name="license"/>
    <meta content="X3D-Edit 3.2, [https://savage.nps.edu/X3D-Edit https://savage.nps.edu/X3D-Edit]" name="generator"/>
  </head>
  <Scene>
    <!-- Example scene to illustrate X3D nodes and fields (XML elements and attributes) -->
    <Group>
      <Viewpoint centerOfRotation="0 -1 0" description="Hello world!" position="0 -1 7"/>
      <Transform rotation="0 1 0 3">
        <Shape>
          <Sphere/>
          <Appearance>
            <Material diffuseColor="0 0.5 1"/>
            <ImageTexture url="[http://www.web3d.org/x3d/content/examples/Basic/earth-topo.png earth-topo.png]"
              "[http://www.web3d.org/x3d/content/examples/Basic/earth-topo.jpg earth-topo.jpg]"
              "[http://www.web3d.org/x3d/content/examples/Basic/earth-topo-small.gif earth-topo-small.gif]"
              "http://www.web3d.org/x3d/content/examples/Basic/earth-topo.png"
              "http://www.web3d.org/x3d/content/examples/Basic/earth-topo.jpg"
              "http://www.web3d.org/x3d/content/examples/Basic/earth-topo-small.gif"/>
          </Appearance>
        </Shape>
      </Transform>
      <Transform translation="0 -2 0">
        <Shape>
          <Text solid="false" string="Hello " world!"/>
          <FontStyle justify="MIDDLE" MIDDLE"/>
        </Text>
        <Appearance>
          <Material diffuseColor="0.1 0.5 1"/>
        </Appearance>
      </Shape>
    </Transform>
  </Group>
</Scene>
</X3D>

```

Εικόνα 7. Ο κώδικας ενός τρισδιάστατου εγγράφου με την ονομασία «Hello World».

2.4 Εφαρμογές ανάγνωσης και επεξεργασίας του προτύπου X3D

2.4.1 Εφαρμογές Ανάγνωσης (Viewers)

Έχει δημιουργηθεί και παρουσιάζεται μια μεγάλη πληθώρα από εφαρμογές ανάγνωσης (viewers) για την απεικόνιση x3d αρχείων, όπως και εφαρμογές για τη επεξεργασία ή και την δημιουργία αυτών (authoring tools).

Οι περισσότερες εφαρμογές ανάγνωσης που κυκλοφορούν είναι δωρεάν και δουλεύουν είτε ως προγράμματα εγκατάστασης (standalone programs) είτε ως πρόσθετα (plugin) σε φυλλομετρητές.

Κάθε παρουσίαση θα ερευνείται με βάση το παραπάνω διαχωρισμό, καθώς και με το αν είναι μέλος του Web3D Consortium, όπως και σε τι λειτουργικό σύστημα συναντάται. (Παρουσιάζονται αναλυτικότερα προγράμματα που έχουν εγκατασταθεί σε Windows.)

Χρησιμοποιούνται ως παραδείγματα ένα x3d αρχείο (μια παραμετροποίηση του παραδείγματος του επίσημου ιστότοπου του Web3D Consortium, [HelloWorld](#)) και ένα x3dn αρχείο ιδιοκτησία της Xj3D.

2.4.1.1 Instant Player

Εντοπίζεται στο site: [InstantReality.org](#)

Κατηγορία: “standalone program”

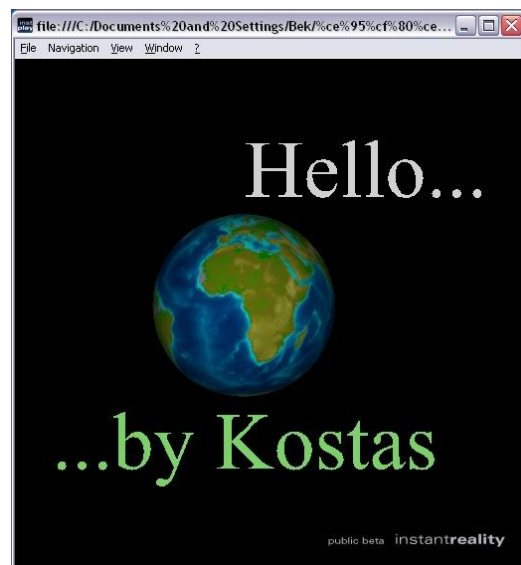
Μέλος του Web3D Consortium.

Τρέχων έκδοση: beta 5, (κυκλοφόρησε 08 Αυγ. 2008).

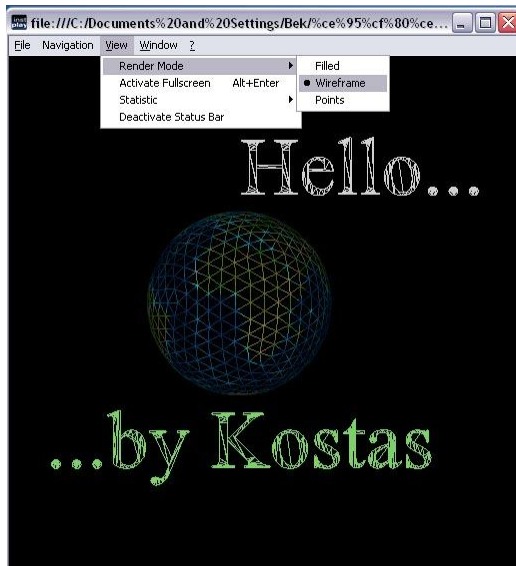
Λειτουργεί σε Windows, Mac, Linux.

Θετικά της Εφαρμογής

- Πολλές δυνατότητες προβολής, και επεξεργασίας γραφικών π.χ. ως ακμές (points) και περίγραμμα (wireframe)
- Εκτέλεση x3d αρχείων που περιέχουν σύνθετο κώδικα όπως ήχο, εικόνα, κώδικα java, κ.ά.



Εικόνα 8. Απεικόνιση παραδείγματος με Instant Player.



Εικόνα 9. Δυνατότητα επεξεργασίας γραφικών ως περίγραμμα (wireframe).

- Παράλληλη απεικόνιση στατιστικών, όπως του κώδικα εφαρμογής, και άλλων χρησίμων στοιχείων πάνω στον 3D χάρτη.

Αρνητικά της Εφαρμογής

- Είναι πρόγραμμα (standalone program), και δεν υπάρχει έκδοση plugin σε browsers.

2.4.1.2 BS Contact

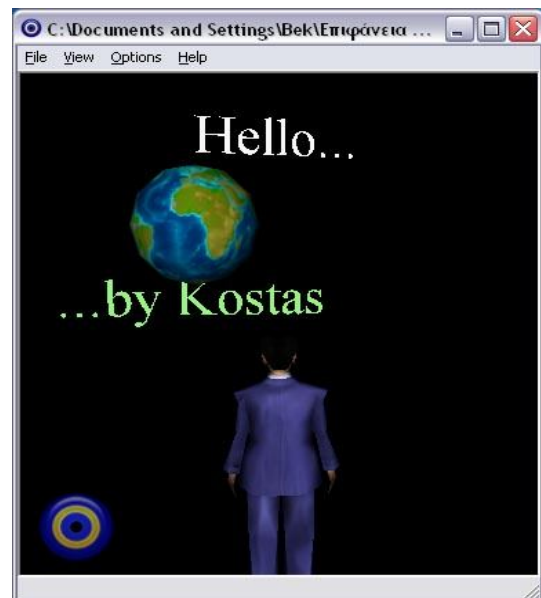
Χαρακτηριστικά

Εντοπίζεται στο site: bitManagement.com
Κατηγορία: “standalone program”, “plugin”
Μέλος του Web3D Consortium.
Τρέχων έκδοση: 7.107, (06 Μαρ. 2008).

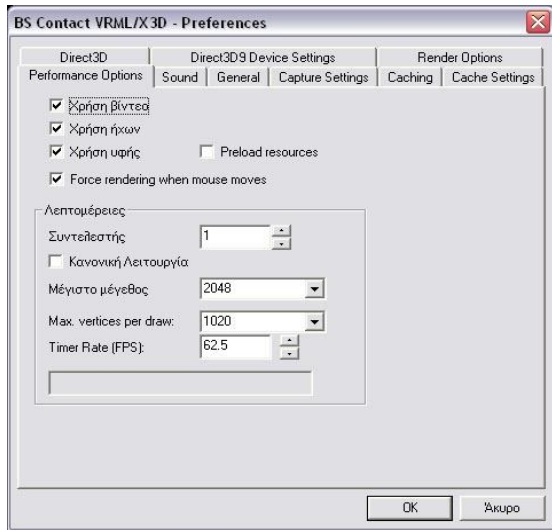
Λειτουργεί σε Windows, Linux

Θετικά της Εφαρμογής

- Πληρέστερες δυνατότητες προβολής, και επεξεργασίας με τη χρήση αριστερού κλικ, για επεξεργασία οπτικής γωνίας, γραφικών, κίνησης, ταχύτητας καθώς και η πρωτότυπη επιλογή του ορατού παρατηρητή.
- Μεγαλύτερη γκάμα απόδοσης των γραφικών του αρχείου: επίπεδης σκίασης, solid, hidden line.



Εικόνα 10. Χρήση «ορατού παρατηρητή» (Avatar) στο BS Contact.



Εικόνα 11. Λεπτομέρεια από τη Ιδιότητα του BS Contact.

- Ύπαρξη της καρτέλας Preferences, με συγκεντρωμένες όλες τις δυνατότητες της εφαρμογής.
- Υπάρχει επιλογή ελληνικής γλώσσας (αν και ορισμένες επιλογές παραμένουν στα αγγλικά)
- Δυνατότητα plugin σε browsers

Αρνητικά της Εφαρμογής

- Το logo της εφαρμογής ακολουθεί το ποντίκι και κουράζει.

2.4.1.3 Octaga Player

Εντοπίζεται στο site: octaga.com.

Κατηγορία: “standalone program”, “plugin”

Μέλος του Web3D Consortium.

Τρέχων έκδοση: 2.3.0.3.

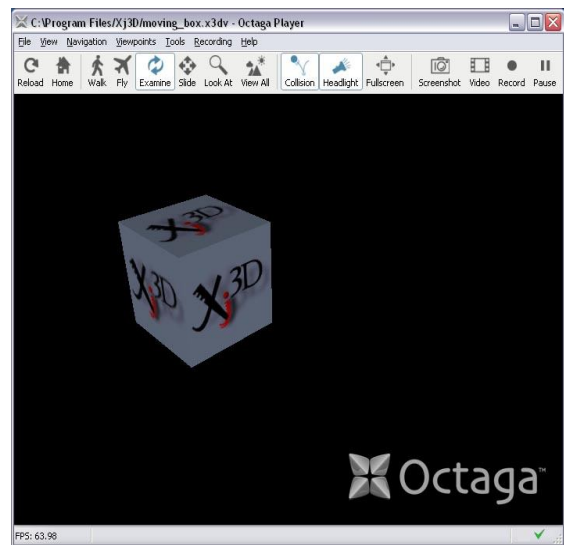
Λειτουργεί σε Windows, Mac, Linux.

Θετικά της Εφαρμογής

- Δυνατότητα καταγραφής βίντεο (.avi) και εικόνας (.png) του αρχείου.

Αρνητικά της Εφαρμογής

- Η λειτουργία καταγραφής βίντεο-εικόνας είναι στην έκδοση pro (αφορά αγορά του προϊόντος)
- Το παράδειγμα με κατάληξη .x3d δεν έτρεξε, παρά μόνο παράδειγμα με κατάληξη .x3dv.



Εικόνα 12. Ο Octaga Player.

2.4.1.4 SwirlX3D Viewer

Εντοπίζεται στο site: pinecoast.com
Κατηγορία: “standalone program”, “plugin”
Μέλος του Web3D Consortium.
Τρέχων έκδοση: 2.5.0.0.

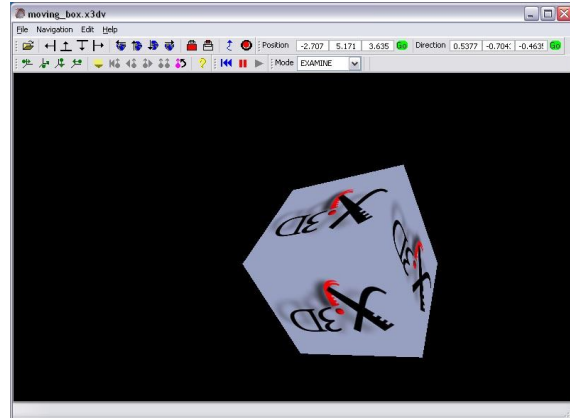
Λειτουργεί μόνο σε Windows

Θετικά της Εφαρμογής

- Απεικόνιση συντεταγμένων στο τρισδιάστατο σύστημα .

Αρνητικά της Εφαρμογής

- Ελάχιστες δυνατότητες προβολής.
- Το παράδειγμα με κατάληξη .x3d δεν έτρεξε, παρά μόνο παράδειγμα με κατάληξη .x3dv.



Εικόνα 13. Ο SwirlX3D Viewer.

2.4.1.5 Xj3D Browser

Εντοπίζεται στο site: xj3d.org
Κατηγορία: “standalone program”
Μέλος του Web3D Consortium.
Τρέχων έκδοση: 1.0.

Λειτουργεί σε Windows, Mac, Linux.

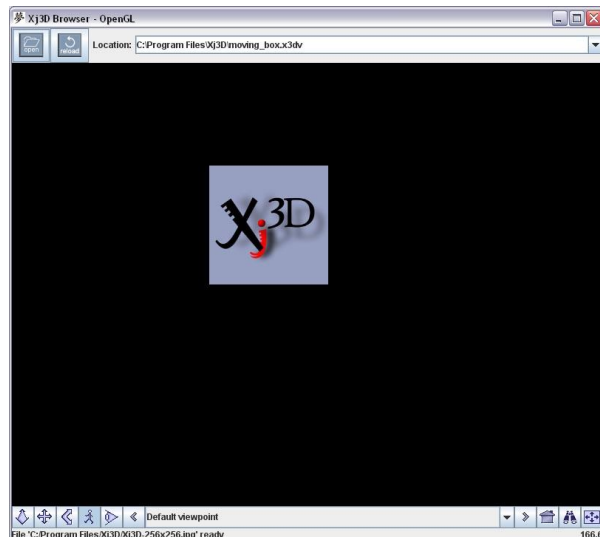
Συναντάται ως viewer στον X3D editor.

Θετικά της Εφαρμογής

- Είναι Open Source.

Αρνητικά της Εφαρμογής

- Το παράδειγμα με κατάληξη .x3d δεν έτρεξε, παρά μόνο παράδειγμα με κατάληξη .x3dv.
- Ελάχιστες δυνατότητες προβολής



Εικόνα 14. Ο Xj3D Browser.

2.4.1.6 View3dscene

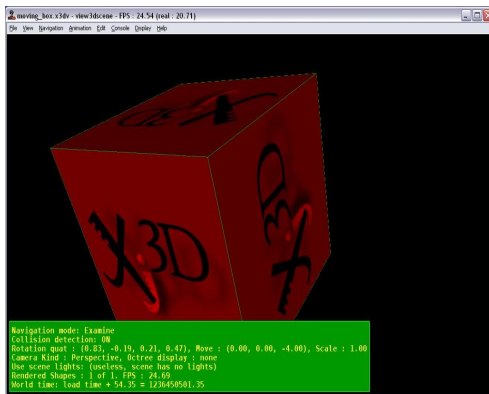
Χαρακτηριστικά

Εντοπίζεται στο site: vmlengine.sourceforge.net
 Κατηγορία: “standalone program”
 Δεν είναι μέλος του Web3D Consortium.
 Τρέχων έκδοση: 3.3.0.

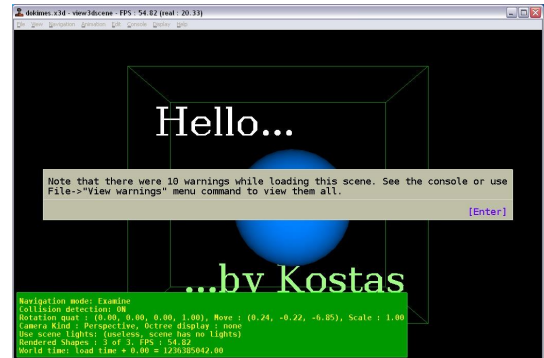
Λειτουργεί σε Windows, Mac, Linux.

Θετικά της Εφαρμογής

- Μεγάλη γκάμα επιλογών επεξεργασίας κίνησης και γραφικών του αρχείου.
- Δυνατότητα καταγραφής βίντεο (.avi) και εικόνας (.png) του αρχείου.



Εικόνα 16. Το παράδειγμα του .x3dv αρχείου.



Εικόνα 15. Αποτυχημένη προσπάθεια εμφάνισης των εικόνων του παραδείγματος.

- Ύπαρξη πλαισίου με απεικόνιση συντεταγμένων στο τρισδιάστατο σύστημα και άλλων ενδιαφέρων στατιστικών.

Αρνητικά της Εφαρμογής

- Κακή αναπαράσταση γραφικών- το “Hello...” στο παράδειγμα κανονικά συντάσσεται στο πάνω δεξιά μέρος. Καθώς και οι διευθύνσεις πόρων του internet (url) δεν γίνονται ορατές.

2.4.1.7 Λοιπές εφαρμογές Ανάγνωσης

Πέρα από τις εφαρμογές που εξετάσαμε κυκλοφορούν στο διαδίκτυο προγράμματα που λειτουργούν σε περιβάλλον Linux και Mac:

- openVRML
 Εντοπίζεται στο site: openvrml.org.
 Κατηγορία: “standalone program”, “plugin”
 Δεν είναι μέλος του Web3D Consortium.
 Τρέχων έκδοση: 0.17.11.

- FreeWRL
Εντοπίζεται στο site: freewrl.sourceforge.net.
Κατηγορία: “standalone program”, “plugin”
Μέλος του Web3D Consortium.
Τρέχων έκδοση: 1.22.0.

Επίσης συναντούνται και εφαρμογές με **μόνο** την ιδιότητα του πρόσθετου (*plugin*) σε φυλλομετρητές, και είναι οι εξής:

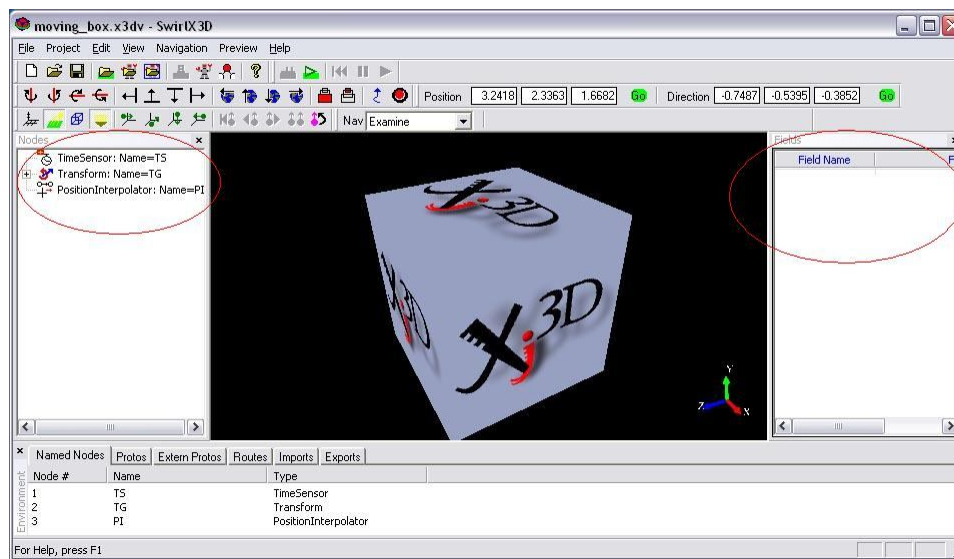
- Vivaty Player (vivaty.com) λειτουργεί μόνο στον Internet Explorer, μέλος του Web3D Consortium.
- Cortona 3D Viewer (cortona3d.com) λειτουργεί σε όλους τους φυλλομετρητές και δεν είναι μέλος του Web3D Consortium.

2.4.2 Εφαρμογές επεξεργασίας (Authoring Tools)

Ενώ στην κατηγορία της ανάγνωσης των x3d αρχείων (*viewers*) υπάρχει μια μεγάλη πληθώρα από διάφορες εταιρίες, στη κατηγορία για την δημιουργία ή επεξεργασία αυτών των αρχείων υπάρχουν πιο σαφής κατευθύνσεις.

2.4.2.1 Προγράμματα Αλληλεπίδρασης (Interface Programms)

Εφαρμογές απεικόνισης και επεξεργασίας με μεθόδους αλληλεπίδρασης. Παράδειγμα ο Swirl3D Editor (pinecoast.com, τελευταία έκδοση 1.7.11.).

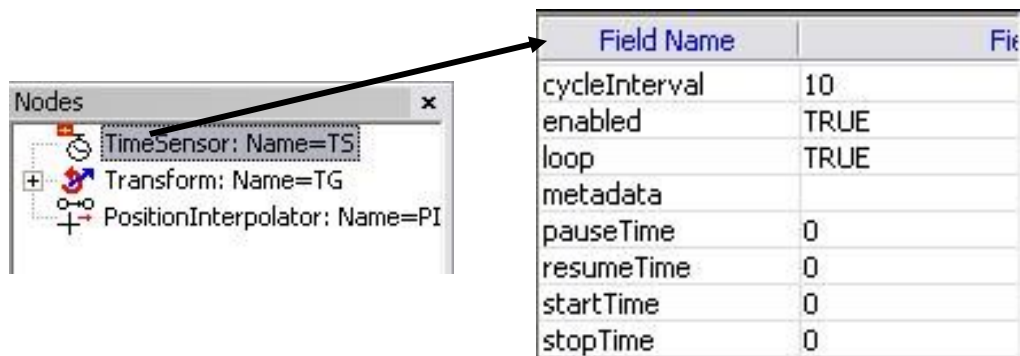


Εικόνα 17. Ο Swirl3D Editor με το x3dν παράδειγμα.

Όπως κάθε interface πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επεξεργαστεί δεδομένα και ρυθμίσεις μέσω επιλογών.

2.4.2.2 Παραδείγματα χρήσης Swirl3D Editor

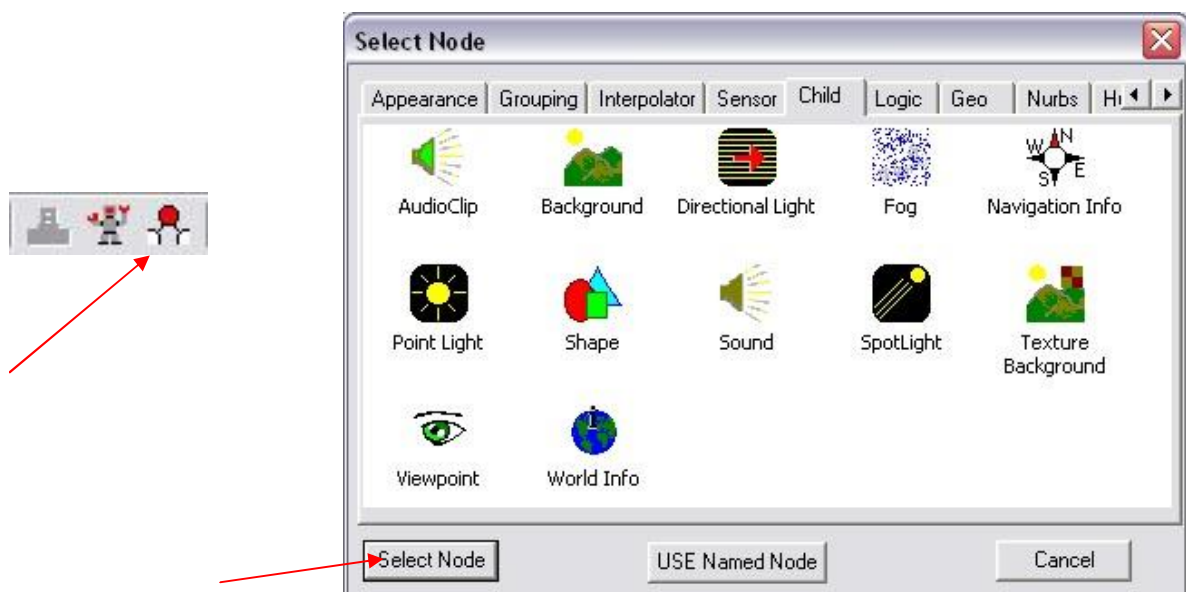
Στο παράδειγμα επιλέγοντας το TimeSensor στην καρτέλα Nodes εμφανίζεται στο πεδίο Field Name διάφορες επιλογές που μπορεί ο χρήστης να επεξεργαστεί. Μετατρέποντας από λίστα τις boolean επιλογές από true σε false, είτε αλλάζοντας αριθμούς μεταβλητών με άλλους τη επιλογής του.



Εικόνα 18. Παράδειγμα παραμετροποίησης δεδομένων στον Swirl3D Editor.

Ένας άλλος τρόπος επεξεργασίας είναι η χρήση εισαγωγής. Πατώντας τη συντόμευση του εργαλείου add root εμφανίζεται η καρτέλα Select Node, όπως φαίνεται στην Εικόνα 19.

Εκεί ο χρήστης μπορεί να διαλέξει από ένα μεγάλο πλήθος αντικειμένων, όπως ένα σχήμα (σφαίρα, κώνος) που χρησιμοποιεί η γλώσσα VRML και εν ο προκειμένω το x3d.



Εικόνα 19. Εισαγωγή αντικειμένου (child).

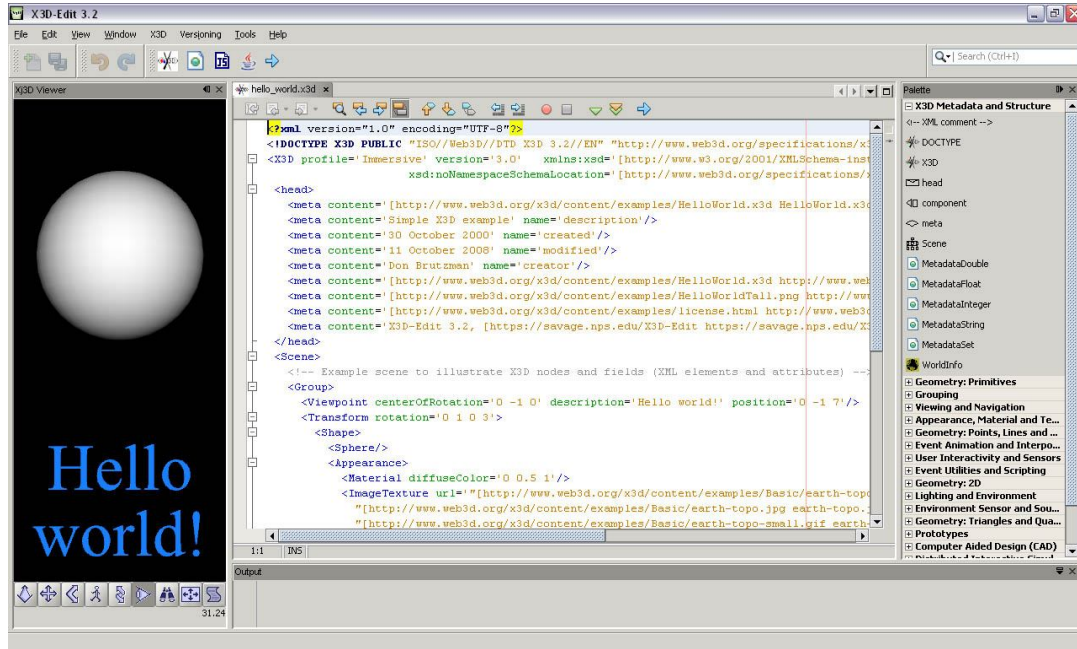
Θετικά της Εφαρμογής

- Ευκολία χειρισμού.
- Πολλές δυνατότητες αλληλεπίδρασης.

Αρνητικά της Εφαρμογής

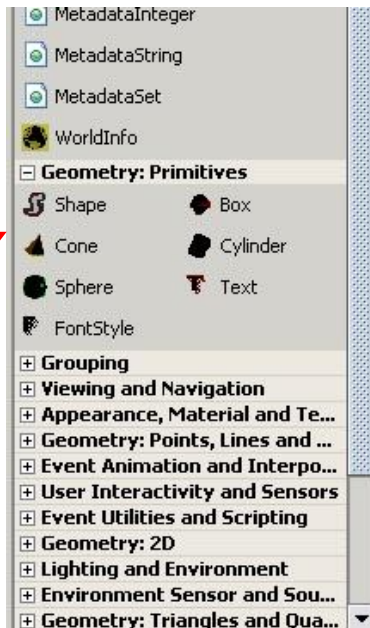
- Όπως κάθε interface πρόγραμμα, ο χρήστης δεν έχει πρόσβαση στο κώδικα του αρχείου.

2.4.2.3 Πρόγραμμα με χρήση κώδικα (ο X3D Editor)



Εικόνα 20. Το περιβάλλον του X3D Editor.

Ο X3D Editor (site: savage.nps.edu/X3D-Edit, τρέχουσα έκδοση: 3.2) είναι ένα πρόγραμμα για έμπειρους χρήστες που χρησιμοποιούν κώδικα και οι τρόποι επεξεργασίας του είναι τυποποιημένοι με παρόμοια προγράμματα.



Εικόνα 21. Η δυνατότητα drag and drop.

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρέμβει στον κώδικα του προγράμματος όπως αυτός νομίζει, εκμεταλλεύοντας διάφορες δυνατότητες που του παρέχει η εφαρμογή από ότι ένας απλός editor (π.χ. notepad).

Αυτές οι ευκολίες είναι, π.χ. ορατές -διαφορετικά χρώματα ανάμεσα στον κώδικα,- ή πιο ουσιαδεις όπως η δυνατότητα επιλογής από βιβλιοθήκη του tag που επιθυμεί ο χρήστης πατώντας απλά το αρχικό "<".

Εκτός από τη άμεση αλληλεπίδραση με τον κώδικα, ο X3D Editor παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει έτοιμα αντικείμενα όπως π.χ. ένα σχήμα στο αρχείο χρησιμοποιώντας τη μέθοδο *drag and drop*.

Τέλος υπάρχει η δυνατότητα να δίνει τι έχει δημιουργήσει ο χρήστης κοιτώντας τον Xj3D Viewer που τρέχει παράλληλα στην εφαρμογή.

<u>Θετικά της Εφαρμογής</u>	<u>Αρνητικά της Εφαρμογής</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Απειρες δυνατότητες αλληλεπίδρασης. 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήσιμο μόνο σε έμπειρους χρήστες. • Προβλήματα με τη χρήση του viewer

2.5 COLLADA

2.5.1 Δημιουργία του Προτύπου

Παλαιότερα όταν δημιουργούσε κάποιος ένα τρισδιάστατο γραφικό σχέδιο μέσω μιας γλώσσας, δεν μπορούσε να το επεξεργαστεί με οποιαδήποτε άλλη πέρα από αυτή που σχεδιάστηκε. Χρειαζόταν λοιπόν από τους σχεδιαστές να κάνουν διορθώσεις παίρνοντας το κομμάτι κώδικα που τους ενδιέφερε μεταφράζοντας το στη γλώσσα που επιθυμούν για να μπορέσουν να το εντάξουν στη δουλειά τους. Ενώ όλοι οι υπόλοιποι που δεν είχαν την απαιτούμενη εμπειρία έπρεπε να μάθουν και να δουλέψουν το συγκεκριμένο πρότυπο.

Ήταν απαραίτητη η τυποποίηση ενός format, το οποίο θα μπορεί να ενσωματωθεί σε σχεδιαστικά πακέτα και θα είναι ευέλικτο ανάμεσα στα διαφορετικά εργαλεία που προσφέρονται.

Αυτό έγινε αρχικά από την Sony Computer Entertainment, προτού περάσει στο Kronos Group, με τη πρώτη έκδοση να δημιουργείται τον Οκτώβριο του 2004, με το πρότυπο COLLADA.

Το COLLADA (COLLaborative Design Activity) είναι ένα ακόμα πρότυπο των γλωσσών περιγραφής τρισδιάστατων γραφικών, με τη διαχείριση της να γίνεται από τον μη κερδοσκοπικό οργανισμό Kronos Group.

Η δομή του στηρίζεται επίσης στην XML και η κατάληξη των αρχείων της είναι .dae

2.5.2 Τομείς εφαρμογής

Πολλές εταιρίες και αρκετές εφαρμογές έχουν υιοθετήσει το πρότυπο παρέχοντας συνεχή ανάπτυξη. Παράδειγμα αποτελούν οι εταιρίες Alias Systems Corporation, Criterion Software, Autodesk, Inc., και Avid Technology, με τις πιο γνωστές εφαρμογές να έρχονται από την βιομηχανία βιντεοπαιχνιδιών και της διαφήμισης.

2.6 KML


Το KML είναι ένα πρότυπο που εμφανίζει γεωγραφικά δεδομένα στις εφαρμογές που χρησιμοποιεί η Google, όπως το Google Earth που θα μας απασχολήσει στη συνέχεια.

Ένα έγγραφο μορφής KML μπορεί να έχει κατάληξη .kml και .kmz .

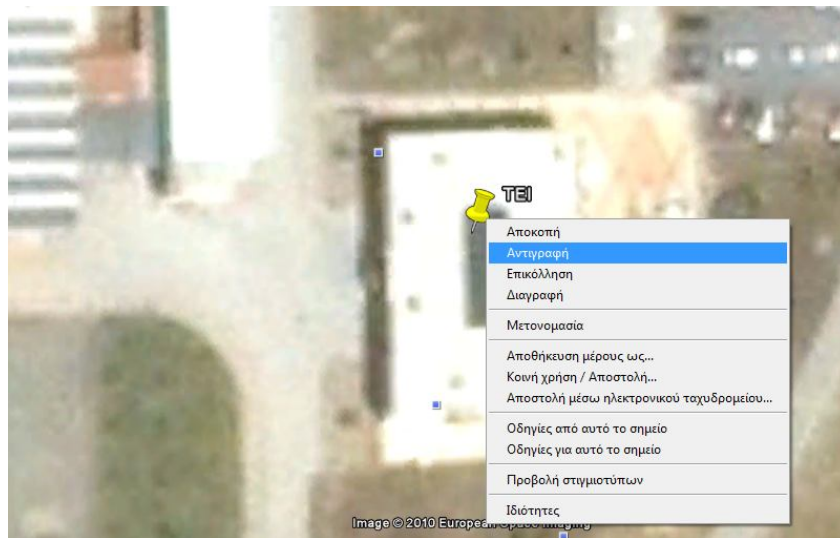
Η δομή του είναι βασισμένη στο πρότυπο XML με αυστηρή σύνταξη κώδικα, όπως έχει ορίσει ο κατασκευαστής.

2.6.1 Παράδειγμα Χρήσης

Το πιο απλό παράδειγμα ενός εγγράφου KML προσφέρονται στο πρόγραμμα Google Earth, χωρίς ο χρήστης να χρειαστεί να γράψει κώδικα σε έγγραφο κειμένου.

Ονομάζεται «Σήμανση μέρους» , και είναι ένας τρόπος μαρκαρίσματος μιας περιοχής από τους χρήστες για την αποθήκευση των αγαπημένων τους σημείων στο Google Earth.

Σε αυτή τη περίπτωση, η δημιουργία του KML εγγράφου γίνεται με την μέθοδο drag and drop, με την διαχείριση της επιλογής σημείου στον χάρτη και τον ορισμό του ονόματος να γίνεται από τον χρήστη.



Εικόνα 22. Ένα αρχείο KML και οι επιλογές του.

Το πρόγραμμα διαχειρίζεται τα υπόλοιπα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την σωστή σύνταξη του, όπως το γεωγραφικό μήκος και πλάτος.

Ο κώδικας είναι διαθέσιμος στον χρήστη με την επιλογή της αντιγραφής, και την επικόλληση σε οποιοδήποτε έγγραφο κειμένου, όπως φαίνεται στην Εικόνα 23.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2" xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<Document>
  <name>KmlFile</name>
  <Style id="sn_ylw-pushpin">
    <IconStyle>
      <scale>1.1</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylw-pushpin.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="20" y="2" xunits="pixels" yunits="pixels"/>
    </IconStyle>
  </Style>
  <Style id="sh_ylw-pushpin0">
    <IconStyle>
      <scale>1.3</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylw-pushpin.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="20" y="2" xunits="pixels" yunits="pixels"/>
    </IconStyle>
  </Style>
  <StyleMap id="msn_ylw-pushpin0">
    <Pair>
      <key>normal</key>
      <styleUrl>#sn_ylw-pushpin</styleUrl>
    </Pair>
    <Pair>
      <key>highlight</key>
      <styleUrl>#sh_ylw-pushpin0</styleUrl>
    </Pair>
  </StyleMap>
  <Placemark>
    <name>TEI</name> ①
    <LookAt>
      <longitude>25.10258459074473</longitude>
      <latitude>35.31760278039813</latitude> ②
      <altitude>0</altitude>
      <range>105.4862407990241</range>
      <tilt>0</tilt>
      <heading>0.588416064844465</heading>
      <altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
      <gx:altitudeMode>relativeToSeaFloor</gx:altitudeMode>
    </LookAt>
    <styleUrl>#msn_ylw-pushpin0</styleUrl>
    <Point>
      <coordinates>25.10258459074473,35.31760278039813,0</coordinates> ③
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```

Εικόνα 23. Ο κώδικας του αρχείου KML από την Εικόνα 22.

Όπως παρατηρούμε, οι βασικές πληροφορίες του αρχείου που δημιουργήσαμε αναγράφονται στον κώδικα από το πεδίο (tag) <Placemark>, και συγκεκριμένα:

- ① το πεδίο <name> όπου αναγράφει το όνομα του αρχείου, και
- ② τα πεδία <longitude> και <latitude>, για μήκος και πλάτος αντίστοιχα.

Ενώ αντίστοιχα το πεδίο <Point> περιέχει τις συντεταγμένες του εγγράφου μας, όπως φαίνεται από το πεδίο <coordinates> ③.

3^η Ενότητα

Google Earth
Η εταιρία και το
πρόγραμμα

3.1 Πριν το Google Earth

Η ανάγκη του ανθρώπου για την οπτική απεικόνιση του περιβάλλον του, υπάρχει από την αρχαιότητα, με τη δημιουργία του χάρτη να καλύπτει αυτή την ανάγκη.

Σύμφωνα με τους αρχαιολόγους τα παλιότερα σχέδια που έχουν βρεθεί και που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν χάρτες χρονολογούνται ακόμα και 30.000 χρόνια πριν. Έχουν δε βρεθεί χαραγμένα σε σπηλιές, σε κομμάτια οστράκου ή σε κομμάτια οστών.



Εικόνα 24. Χάρτης της αρχαίας Ελλάδας.

Μια ανάγκη που με την πάροδο των χρόνων έγινε επιστήμη, με διάφορους τομείς ανάλυσης, όπως θα αναλύσουμε παρακάτω.

3.1.1 Χαρτογραφία

Η χαρτογραφία είναι η επιστήμη που περιλαμβάνει ένα σύνολο προσδιορισμένων μελετών, τεχνικών ακόμη και καλλιτεχνικών εργασιών που αφορούν απεικονίσεις, υπό κλίμακα, της επιφάνειας της Γης για την σύνταξη και έκδοση χαρτών.

Η εφαρμογή όλων αυτών των διεργασιών αποτελούν την έννοια τους χαρτογράφησης, που γίνεται με διάφορες μεθόδους οι οποίες και ονομάζονται χαρτογραφικές προβολές

Οι χάρτες χωρίζονται σε

1. *Γεωφυσικούς*, όπου απεικονίζεται η μορφολογία του εδάφους μιας περιοχής, δηλαδή τα όρη, τα ποτάμια, οι λίμνες, οι πεδιάδες κτλ.
2. *Πολιτικούς*, οι οποίοι δείχνουν την πολιτική διαίρεση μιας περιοχής ή χώρας και μπορεί να περιλαμβάνουν πόλεις, χωριά, οικισμούς, δρόμους (π.χ. εθνικές οδούς), τους συγκοινωνίες (πχ. αεροδρόμια, σιδηροδρομικά δίκτυα).
3. και μια σειρά από τους χάρτες οι αποτελούν ένα συγκεκριμένο τομέα αναζήτησης, τους στρατιωτικοί, τουριστικοί, αρχαιολογικοί, κτλ.

Ένα σύνολο όλων των ειδών, με μετατροπή σε ψηφιακή μορφή και προσθέτοντας ορισμένες δυνατότητες για ευελιξία αναζήτησης, είναι με λίγα λόγια αυτό που καλείται πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της Γης.

Με πιο γνωστό παράδειγμα το Google Earth.

3.2 Google Inc

Προτού μιλήσουμε για το Google Earth, ας αναφερθούμε στην εταιρία που δημιούργησε το πρόγραμμα, την γνωστή χάρη στην παγκόσμια σε αναγνώριση μηχανή αναζήτησης τους, Google. Μια εταιρία που κατάφερε μέσα σε μια δεκαετία να γίνει ανταγωνιστής των μέχρι πρότινος κολοσσών Apple και Microsoft.

3.2.1 Η μηχανή αναζήτησης

Το όνομα Google ξεκίνησε σαν μια κολεγιακή εργασία από τους Λάρρυ Πέιτζ (Larry Page) και Σεργκέι Μπριν (Sergey Brin) το 1996, όταν και οι δύο ήταν μεταπτυχιακοί φοιτητές στο Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ (Stanford University) στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ, με θέμα τη δημιουργία μιας μηχανής αναζήτησης.



Εικόνα 25. Η εισαγωγική σελίδα της μηχανής αναζήτησης Google το 1998.

Αυτό που διαφοροποιούσε την δική τους μηχανή αναζήτησης από τις ως τότε υπάρχουσες, είναι το διαφορετικό σύστημα ανάλυσης των σχέσεων μεταξύ ιστοσελίδων. Ένα σύστημα που με απλά λόγια έθετε μια ιστοσελίδα σε μια κατάταξη, με βάση τον αριθμό των ιστοσελίδων, και την σπουδαιότητα αυτών, που την ανέφεραν και γυρνούσαν μέσω link τον χρήστη στην αρχική.

Στο σύστημα αυτό δόθηκε η ονομασία PageRank, με την μηχανή αναζήτησης να παίρνει αρχικά το όνομα «BackRub», ένα λογοπαίγνιο με το backlink που χρησιμοποιούταν για να αναδείξει την σπουδαιότητα της ιστοσελίδας.

Αργότερα το BackRub ως όνομα αποσύρθηκε, φτάνοντας στο σημερινό.

Η λέξη "Google" προήλθε από αναγραμματισμό της λέξης Googol, η οποία εκφράζει μαθηματικό όρο, τον οποίο εισήγαγε ο Milton Sirotta, του 10^{100} . Με τον όρο αυτόν η Google επιθυμεί να υποδηλώσει την αποστολή της εταιρίας να οργανώσει το τεράστιο πλήθος πληροφοριών του Ίντερνετ.

Σήμερα η μηχανή αναζήτησης google είναι μια από τις δημοφιλέστερες, και η φράση «γκουγκλάρω» είναι συνώνυμη με το «ψάχνω για πληροφορίες στο Διαδίκτυο». Αντίστοιχα, στην αγγλική γλώσσα το ρήμα "to google" έχει αποκτήσει πλέον ταυτόσημη έννοια με το ρήμα «αναζητώ», και, πρόσφατα, το ίδιο ρήμα προστέθηκε στο αγγλικό λεξικό Merriam-Webster με όλα τα παράγωγά του (to google > googling > googled).

Η λιτή εμφάνιση του Google είναι αυτή που οδήγησε τη μηχανή αναζήτησης σε τεράστια δημοτικότητα, προσφέροντας τεράστια κέρδη στους δημιουργούς της, με συνέπεια να εισέρθουν και σε άλλους τομείς με εξίσου καταπληκτικά αποτελέσματα δίνοντας την σημερινή δυναμική στην εταιρία.

3.2.2 Η Εταιρία

Η Google ξεκίνησε σαν ιδιωτική εταιρία στις 4 Σεπτεμβρίου του 1998, βγαίνοντας στο χρηματιστήριο 6 χρόνια μετά, στις 19 Αυγούστου του 2004.

Στόχος της εταιρίας ήταν «να οργανώσει όλες τις παγκόσμιες πληροφορίες και να τις κάνει διαθέσιμες και χρήσιμες προς όλους», με διάθεση όμως – όπως ανεπίσημα τονίστηκε από τον μηχανικό υπολογιστών της Πόλ Μπουχειτ (Paul Buchheit) – «να μην γίνουν το κακό», χρησιμοποιώντας αυτή τη δύναμη με λάθος τρόπο.

Με αποτέλεσμα, σήμερα η Google να τρέχει πάνω από ένα εκατομμύριο servers σε κέντρα δεδομένων σε όλο τον κόσμο, και να διαχειρίζεται πάνω από ένα δισεκατομμύριο αιτήματα αναζήτησης και 20 PB (1 petabyte = 1000 terabytes) δεδομένα χρηστών την ημέρα.



Εικόνα 26. Οι ιδρυτές της Google, Λάρρυ Πέιτζ και Σεργκέι Μπριν.

Η ταχεία ανάπτυξη της Google από τη ίδρυση της, συνεχίστηκε με την δημιουργία μιας αλυσίδας προϊόντων, με εξαγορές ή και συνεργασίες άλλων, θέτοντας νέα όρια στο εύρος κυριαρχίας της εταιρίας.

Οι περισσότερες από αυτές κατάφεραν να γίνουν παγκοσμίως πετυχημένες, με το πρόγραμμα που εξετάζουμε να μην αποτελεί εξαίρεση.

Οι κινήσεις της Google δείχνουν μια τάση για ανάπτυξη και καινοτομία, καθώς και τόλμη να εισχωρήσουν σε εδάφη που ανταγωνισμός τους θα τρώμαζε αρκετούς μερικά χρόνια πριν.

Μερικά χαρακτηριστικά σημεία αναφοράς που μπορούν να ειπωθούν για την Google:

- προσφέρει λογισμικό παραγωγικότητας στον χρήστη, όπως το Gmail, ένα δικτυακό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (web mail), το οποίο έκανε πρώτο τους χρήστες να μην υπολογίζουν τον χώρο αποθήκευσης. Καθώς και εργαλεία κοινωνικής δικτύωσης, όπως το Orkut, και πιο πρόσφατα το Google Buzz.
- προχώρησε την αναζήτηση του χρήστη ένα βήμα παρακάτω, μέσω της αναζήτησης γεωγραφικών πληροφοριών. Χρησιμοποιώντας τους ψηφιακούς χάρτες με τα Google Earth και Google Maps.
- κατάφερε να επεκταθεί στον προσωπικό υπολογιστή του κάθε χρήστη, με εφαρμογές καθημερινής χρήσης, όπως ο φυλλομετρητής (browser) Google Chrome, το πρόγραμμα οργάνωσης και επεξεργασίας φωτογραφιών Picasa, και το πρόγραμμα στιγμιαίων μηνυμάτων Google Talk. Εφαρμογές που ανταγωνίζονται στο ίδιο επίπεδο την πριν από μερικά χρόνια ανίκητη Microsoft, με τα διάσημα: Internet Explorer και Live Messenger.



Εικόνα27. Προγράμματα της εταιρίας, με λογότυπα παγκοσμίως αναγνωρισμένα: Google Earth, Google Chrome, Picasa και Google Talk.

- εισέβαλε στην τεχνολογία των κινητών, δημιουργώντας το λειτουργικό σύστημα Android. Ένα λειτουργικό σύστημα στηριζόμενο στον πυρήνα Linux, όπου χρησιμοποιείται σε μια σειρά HTC τηλεφώνων, όπως το Nexus One και Droid Eris.
- και τέλος, έκανε τα πρώτα βήματα για την δημιουργία της νέας γενιάς λειτουργικών συστημάτων για υπολογιστές, με την δημιουργία του Google Chrome OS. Ένα λειτουργικό σύστημα με σκοπό να προσελκύσει τους χρήστες που περνούν πολύ ώρα στο internet, μιας και όλες οι εφαρμογές και τα προγράμματα προέρχονται από αυτό (web applications).

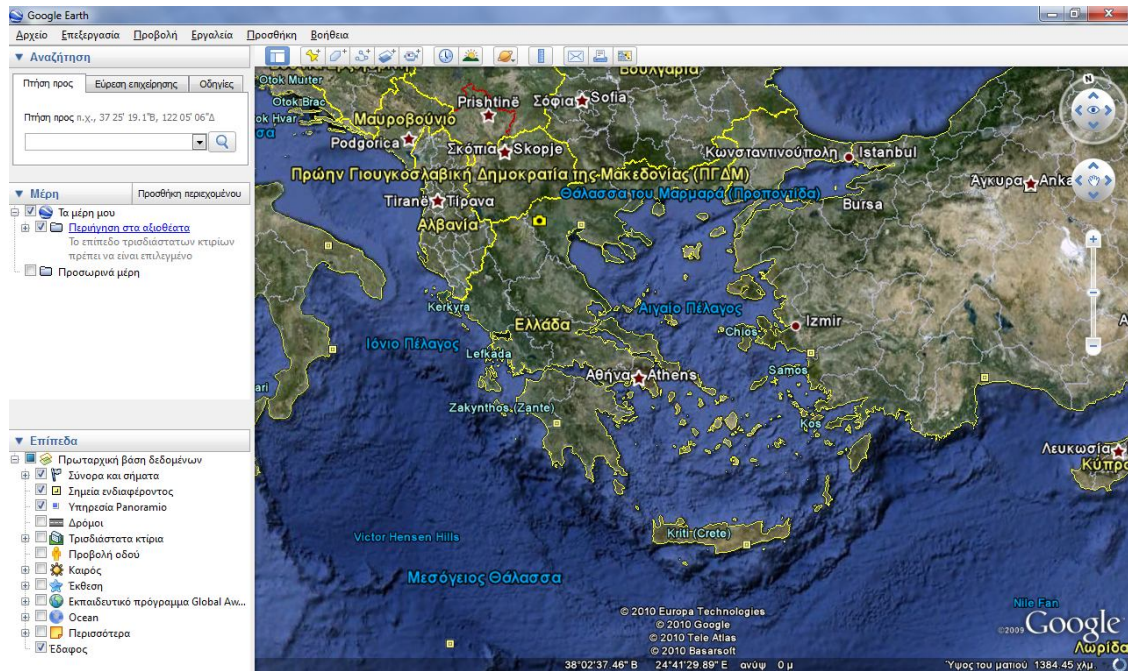
Η δημοτικότητα του Google, έχει δώσει υψηλές θέσεις σε διάφορες κατατάξεις στο internet και στα έντυπα μέσα, όπως στο site Alexa του οποίου κατέχει την πρώτη θέση επισκεψιμότητας στις περισσότερες χώρες, και ως τέταρτο καλύτερο μέρος για εργασία στο Fortune Magazine.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι η εταιρεία έχει αντιμετωπίσει κριτική σε θέματα που αφορούν την ιδιωτική ζωή και των προσωπικών πληροφοριών, καθώς και σε δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας και τη λογοκρισία.

Από την άλλη πλευρά, έχει έρθει σε αντιδικία για να προστατεύσει τα πιστεύω της, με χώρες όπως η Κίνα, εναντιώνοντας σε νόμους λογοκρισίας στην τοπική μηχανή αναζήτησης της που είχε επιβάλει το συγκεκριμένο κράτος, δημιουργώντας εν μέρει διπλωματικό επεισόδιο Κίνας – ΗΠΑ.

3.3 Google Earth

Το Google Earth αποτελεί ένα από τα πιο αναγνωρίσιμα προγράμματα της Google. Δημιουργήθηκε από την εταιρία Keyhole με αρχική ονομασία «EarthViewer 3D», το οποίο έφτασε στη σημερινή του ονομασία ύστερα από τη συγχώνευση με την Google το 2004.



Εικόνα 28. Ψηφιακή απεικόνιση της Ελλάδας μέσω του Google Earth.

Διατίθεται σε τρεις εκδόσεις:

1. *Google Earth*, η δωρεάν και η πιο διαδεδομένη έκδοση του προγράμματος.
2. *Google Earth Enterprise*, ειδική έκδοση για επιχειρήσεις
3. *Google Earth Pro*, με κόστος 400\$/χρόνο, η full έκδοση για επιχειρήσεις,

με δυνατότητα εγκατάστασης για τα ακόλουθα λειτουργικά συστήματα:

- Windows για τις εκδόσεις του λειτουργικού από Windows 2000 και πάνω.
- Linux για έκδοση πυρήνα 2.4 και πάνω.
- Mac OS X για εκδόσεις του λειτουργικού από 10.3.9 και πάνω. Ορισμένα χαρακτηριστικά του προγράμματος απουσιάζουν από την έκδοση για OS X.
- FreeBSD με Linux emulation.

3.3.1 Ψηφιακή Γη

Το πρόγραμμα δεν είναι μόνο μια ψηφιοποίηση του παγκόσμιου χάρτη ή μια ψηφιακή υδρόγειος σφαίρα. Πέρα από την γραφική απεικόνιση περιέχει ένα σύνολο από πληροφορίες που το μετατρέπουν σε μια οπτικοακουστική εγκυκλοπαίδεια του πλανήτη.



Εικόνα 29. Η Κρήτη, με και χωρίς τα στοιχεία GIS που προσφέρει το πρόγραμμα.

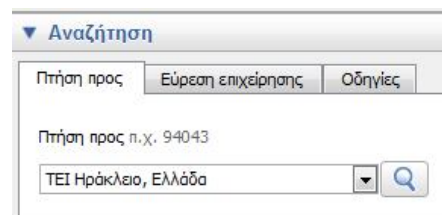
Το πρόγραμμα συνθέτει εικόνες και πληροφορίες από δορυφορικές φωτογραφίες, αεροφωτογραφίες, και στοιχεία ΓΣΠ (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – GIS).

Οι δορυφορικές φωτογραφίες διαφόρων αναλύσεων της επιφάνειας της Γης παρέχουν στον χρήστη τη δυνατότητα να δει πόλεις και σπίτια είτε κατακόρυφα είτε υπό ορισμένη γωνία. Οι αναλύσεις των φωτογραφιών εξαρτώνται από το πόσο ενδιαφέρον και δημοφιλές είναι ένα μέρος, με τις περισσότερες εκτάσεις να φτάνουν τα 15 μέτρα από το έδαφος.


Υπάρχουν και πόλεις, όπως η Μελβούρνη (Αυστραλία) και το Λας Βέγκας των ΗΠΑ, με την ανάλυση να αγγίζει τα 15 εκατοστά.

3.3.2 Περιήγηση

Η περιήγηση γίνεται είτε με την χρήση του ποντικιού, είτε με την πληκτρολόγηση στο αντίστοιχο πεδίο, του ονόματος της χώρας, της πόλης, ή ακόμα και της διεύθυνσης σε ορισμένες περιπτώσεις, της περιοχής που μας ενδιαφέρει.



Εικόνα 30. Το εργαλείο αναζήτησης προσφέρει γρηγορότερη περιήγηση.

Άλλος τρόπος είναι και το «μαρκάρισμα» μιας περιοχής με το εικονίδιο «Σήμανσης μέρους» , το οποίο θα είναι ορατό μόνο στον χρήστη του προγράμματος. Το οποίο στη συνέχεια παρουσιάζεται στο μενού επιλογής με τα αγαπημένα, όπου η περιήγηση γίνεται με απλό κλικ.

Η μορφολογία του εδάφους είναι στις περισσότερες περιπτώσεις ακριβές αντίγραφο της πραγματικής.

Βουνά και λόφοι, αλλά και πλαγιές και φαράγγια, μπορούν να γίνουν ορατά κοιτώντας μια περιοχή υπό ορισμένη γωνία.

Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με το ύψος μη φυσικών στοιχείων, όπως κτίρια και μνημεία.


Αυτό, όπως θα δούμε και παρακάτω, είναι ξεχωριστή υπηρεσία, η οποία μπορεί να αναπτυχθεί και από τους χρήστες.



Εικόνα 31. Το ΤΕΙ Ηρακλείου υπό οπτική γωνία.

Πέρα από την περιήγηση σε περιοχές, το πρόγραμμα περιέχει και ένα είδος χρονικής περιήγησης.

Καθώς οι περισσότερες φωτογραφίες έχουν τραβηχτεί μετά το 2000, με τις συνεχείς ανανεώσεις λήψεων, έχει διατηρηθεί αρχείο, το οποίο είναι διαθέσιμο στον χρήστη.

Συγκεκριμένα με τη χρήση του διπλανού εικονιδίου , μπορεί κανείς να επιλέξει την φωτογραφία από τις αντίστοιχες χρονολογίες που υπάρχουν ως επιλογή.

Η ουσιαστική σημασία της παραπάνω λειτουργίας γίνεται αντιληπτή σε περιοχές όπου η διαφορά μέσα στη δεκαετία είναι μεγάλη, με αρκετό ενδιαφέρον, όπως στα δάση του Αμαζονίου, που μειώνονται χρόνο με το χρόνο, ή στους πάγους του Β. Πόλου που λιώνουν με αντίστοιχο ρυθμό.

Μπορεί για τις περισσότερες περιπτώσεις, όπως στις πόλεις, η διαφορά να μην είναι ορατή, παρά μόνο ίσως στην ανάλυση, αλλά αρκετά ενδιαφέρον ίσως το βρούν οι επόμενες γενιές, όπου η διαφορά των λήψεων μεταξύ 30 ή 50 χρόνων θα είναι αισθητή.

3.3.3 Στοιχεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS)

Αναφέραμε παραπάνω, ότι το Google Earth περιέχει στοιχεία ΓΣΠ, παρέχοντας στον χρήστη πληροφορίες για την περιοχή που περιηγείται. Ας δούμε όμως τι είναι ένα ΓΣΠ.

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ), γνωστό και ως G.I.S. (Geographic Information Systems), είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων και συσχετισμένων ιδιοτήτων.

Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώσει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και να παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες πληροφορίες.

Σε πιο γενική μορφή, ένα ΓΣΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα, να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο Διαδίκτυο).

Τα συστήματα GIS, όπως και τα συστήματα CAD, αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων.

Βασικό χαρακτηριστικό των ΓΣΠ, είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κλπ.

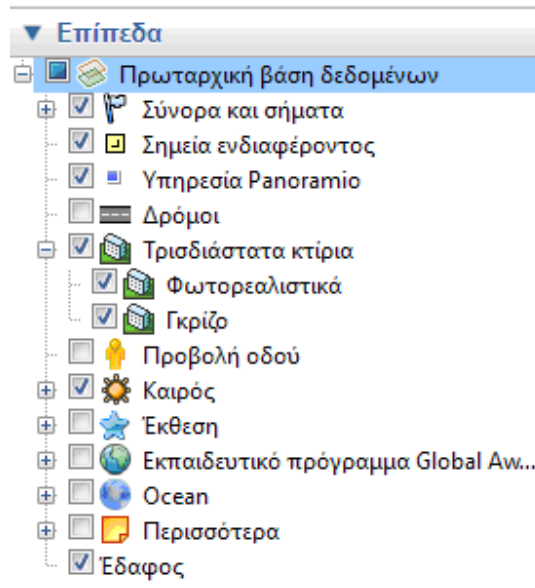
Ουσιαστικά, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι πληροφοριακά συστήματα που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης, σε ψηφιακό περιβάλλον, των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο.

Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

3.3.4 GIS στο Google Earth

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, οι πληροφορίες που προσφέρονται, έτσι ώστε να μπορεί να επιλέξει ο χρήστης τι θα παρουσιάζεται στο χάρτη που εξετάζει, αφορούν αντιπροσωπευτικά στοιχεία ενός χώρου, όπως:

- το όνομα μιας χώρας, μιας πόλης ή ενός κτιρίου,
- η ονομασία των δρόμων, όπου αυτή είναι διαθέσιμη
- σημεία ενδιαφέροντος, όπως αεροδρόμια, λιμάνια, κτλ
- σημεία τουριστικού ενδιαφέροντος, όπως εστιατόρια, παραλίες, κτλ



Εικόνα 32. Το μενού δυνατότητας επιλογής πληροφοριών στο Google Earth.

Τα παραπάνω δεδομένα έχουν περαστεί στο πρόγραμμα έπειτα από συνεργασία της Google με διάφορες εταιρίες, που έχουν ως αντικείμενο την συλλογή και την επεξεργασία στοιχείων GIS, φροντίζοντας την εγκυρότητα και πιστότητα των δεδομένων, καθώς και την συνεχή ανανέωση σε περιπτώσεις αλλαγών.

Τα ονόματα των εταιριών είναι διαρκώς ορατά, στο κάτω μέρος της οθόνης περιήγησης.

Αξίζει να αναφερθεί ότι συνεχώς γίνονται συνεργασίες με μεγάλες εταιρίες στον χώρο του τύπου (όπως National Geographic) και της επιστημονικής κοινότητας, μέσω αρχείων βίντεο, εικόνας και κειμένου, δίνοντας με αυτό τον τρόπο στο πρόγραμμα μια νότα εγκυκλοπαιδικής διαπαιδαγώγησης.







Εικόνα 33. Παράδειγμα εταιριών που αντλεί δεδομένα το Google Earth.

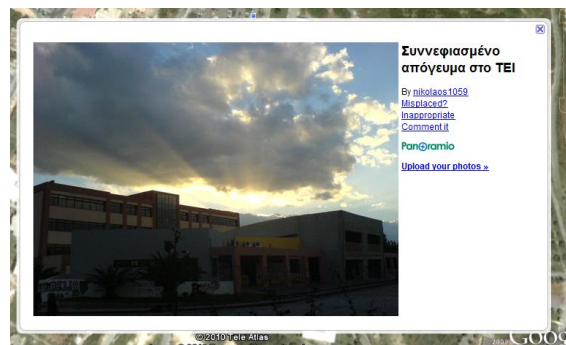
3.3.5 Η συμμετοχή των χρηστών

Εκτός από τους συνεργάτες της Google, υπεύθυνοι για το αποτέλεσμα που βλέπουμε είναι και οι απλοί χρήστες του προγράμματος. Οποιοσδήποτε άνθρωπος στον κόσμο μπορεί να συμβάλει, αρκεί να έχει ορισμένες γνώσεις Η/Υ και πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Τα δεδομένα αυτά ανήκουν στους χρήστες οι οποίοι αποφασίζουν να τα μοιραστούν και αναλύονται στο παρακάτω πίνακα:

Σύμβολο	Περιγραφή
	Απλές φωτογραφίες, μέσω της υπηρεσίας Panorama.
	Πανοραμικές φωτογραφίες (φωτογραφίες λήψης 360 μοιρών από τη σκοπιά του χρήστη), μέσω της υπηρεσίας 360cities.net
	Κείμενο με πληροφορίες, μέσω του Google Earth Community.
	Βίντεο από το Youtube με πληροφορίες, η γεγονότα σχετικά με την περιοχή.

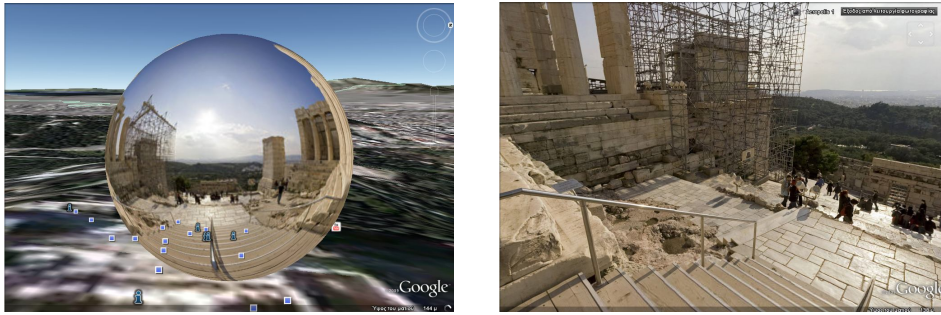
Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, η διαδικασία προβολής είναι ίδια. Αρχικά ο χρήστης ανεβάζει τα δεδομένα στην αντίστοιχη ιστοσελίδα της κάθε υπηρεσίας (χρησιμοποιώντας τα προσωπικά του στοιχεία εισόδου κάθε φορά). Στη συνέχεια, περιμένει να εγκριθεί το περιεχόμενο από το αντίστοιχο τμήμα, ελέγχοντας αν αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα και κατά πόσο είναι σχετικό με την περιοχή. Οπου τέλος είναι ορατά σε κάθε χρήστη μέσω του Google Earth.



Εικόνα 34. Άποψη από τις επιλογές αναπαραγωγής βίντεο, και προβολή εικόνας.

Ένα από τα χαρακτηριστικά παραδείγματα για κάποιο δεδομένο να απορριφθεί -πχ. μια εικόνα - είναι να περιέχει φωτογραφίες προσώπων, καθώς κύριο μέλημα είναι τα τοπία και τα κτίρια μιας περιοχής.

Μάλιστα σε πανοραμικές φωτογραφίες που είναι αρκετά δύσκολο να αποφευχθούν εικόνες προσώπων και προσωπικών δεδομένων (πχ. αριθμός κυκλοφορίας των αυτοκινήτων), φροντίζεται η επεξεργασία τους, έτσι ώστε να μην είναι αναγνωρίσιμα.

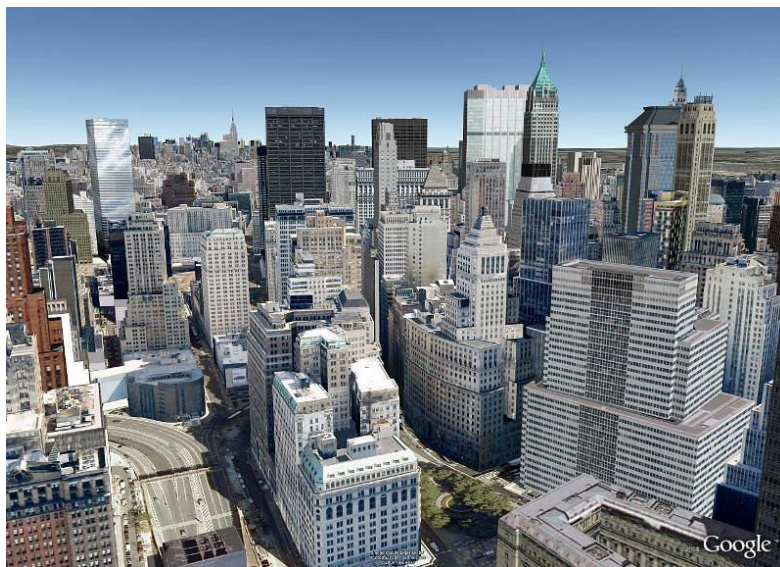


Εικόνα 35. Η Ακρόπολη μέσω της υπηρεσίας της πανοραμικής φωτογραφίας (360).

Η πανοραμική φωτογραφία είναι μια ακόμα υπηρεσία του Google Earth και αφορά μια τεχνική λήψης φωτογραφιών, με χρήση ειδικού λογισμικού κατά την οποία γίνεται λήψη εικόνων με επιμήκη πεδίο ορατότητας. Τόσο που τα όρια της εικόνας μπορεί να τελειώσουν από το σημείο που ξεκίνησαν, δίνοντας την αντίληψη της ορατότητας 360 μοιρών, και παρέχοντας τη αίσθηση της 3D εμπειρίας στον χρήστη.

3.3.6 3D Κτίρια

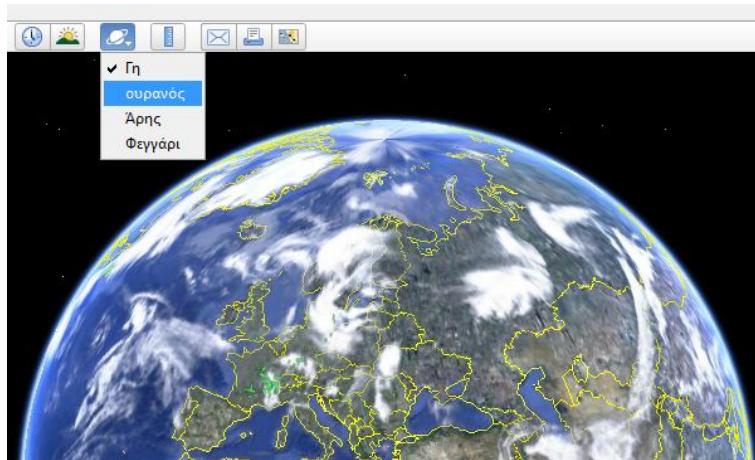
Μία ακόμα δυνατότητα που η Google έχει αποφασίσει, στο μεγαλύτερο μέρος του, η ανάπτυξη να γίνεται από τους χρήστες, και αποτελεί επίσης παράδειγμα 3D εμπειρίας, είναι τα τρισδιάστατα κτίρια.



Εικόνα 36. Η πόλη του Λος Άντζελες μέσω του Google Earth με ενεργοποιημένα τα τρισδιάστατα κτίρια.

Προτού αναλύσουμε όμως τα 3D κτίρια, τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά στην επόμενη ενότητα, αξίζει να αναφέρουμε ότι το Google Earth, παρόλο το όνομα του, επεκτείνει την περιήγηση του και σε άλλα επίπεδα.

3.4 Πέρα από την Γη



Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες του, να ανατρέξουν σε κόσμους πέρα από τη Γη, εξερευνώντας τον ουρανό, τον πλανήτη Άρη, και τη σελήνη του πλανήτη μας, το Φεγγάρι.

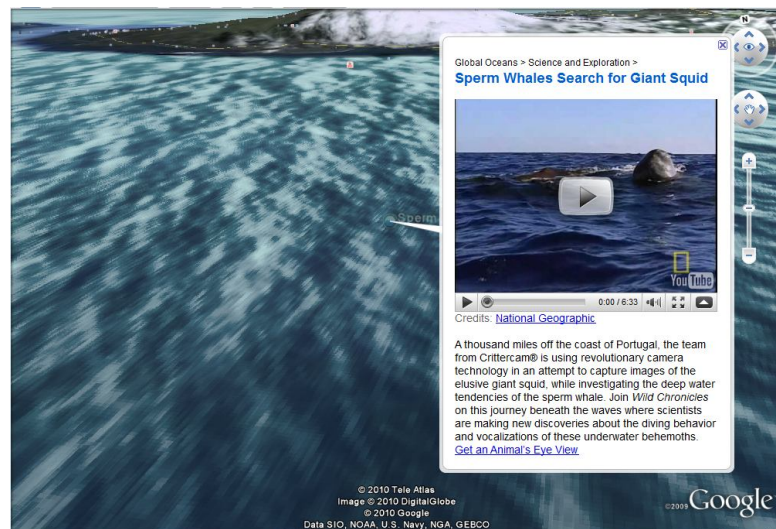
- Ωκεανοί

Ασφαλώς όμως δε πρέπει να ξεχνάμε την υπηρεσία Google Ocean, με μεγάλη ανάλυση στους ωκεανούς και τις θάλασσες της Γης.

Ξεκίνησε τον Φεβρουάριο του 2009, με την έκδοση Google Earth 5.0.

Η δυνατότητα ζουμ δίνει στον χρήστη την εντύπωση βύθισης κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, δίνοντας την αίσθηση 3D.

Πληθώρα πληροφοριών με θέμα τον ωκεανό, από επιστήμονες και ωκεανογράφους, προσφέρονται στους χρήστες μέσω οπτικοακουστικών μέσων, όπως οι αναζητήσιμες και περιπέτειες του γνωστότερου ωκεανογράφου Ζακ-Ιβ Κουστώ (Jacques-Yves Cousteau).

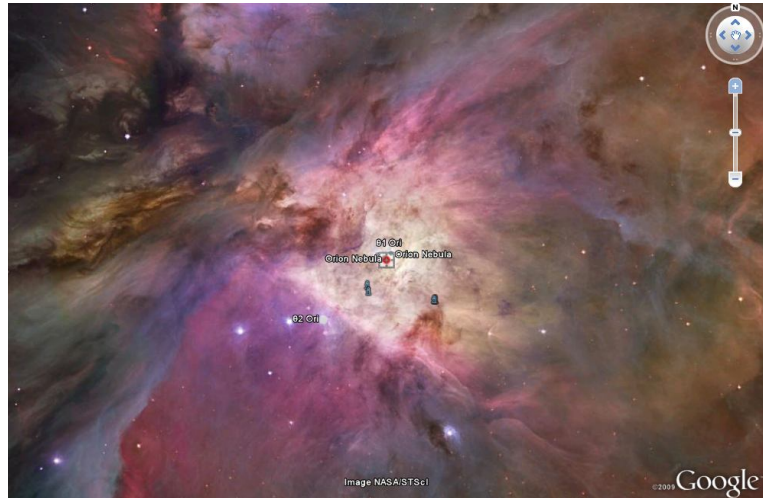


Εικόνα 37. Βίντεο από την υπηρεσία Ocean

- Ουρανός

Το Google Sky, είναι η αντίστοιχη υπηρεσία για τον ουρανό.

Παρουσιάστηκε τον Αύγουστο του 2007, με την έκδοση Google Earth 4.2, και αυτό που εξετάζει είναι τα αστέρια και άλλα ουράνια σώματα (γαλαξίες, νεφελώματα, κομήτες, κά)



Εικόνα 38. Το νεφέλωμα του Ωραΐωνα (Orion Nebula).

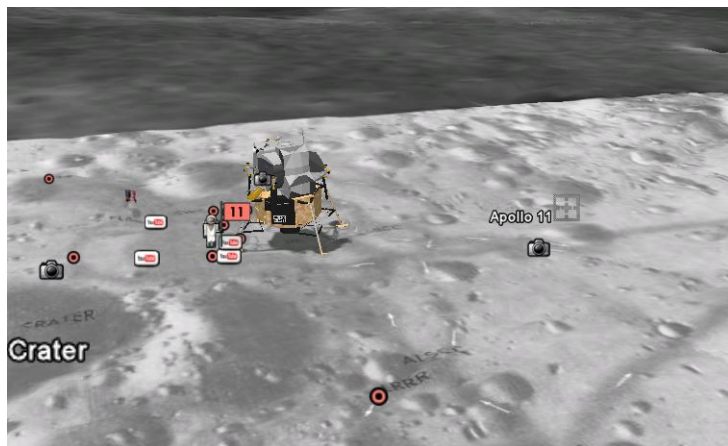
Το εγχείρημα ξεκίνησε ύστερα από συνεργασία με το ερευνητικό κέντρο «Space Telescope Science Institute». το επίσημο αστρονομικό ερευνητικό κέντρο, υπεύθυνο για τη λειτουργία του τηλεσκοπίου Χάμπλ (Hubble Space Telescope).

- Φεγγάρι

Στις 20 Ιουλίου 2009, με τη συμπλήρωση 40 χρόνων από την προσσελήνωση του Απόλλων 11 (Apollo 11) στο φεγγάρι, η εταιρία ενσωμάτωσε την υπηρεσία Google Moon.

Οι χάρτες είναι υψηλότερης ανάλυσης από την πρώτη προσπάθεια του 2005 της ξεχωριστής τότε από το Google Earth υπηρεσίας,

προσφέροντας επίσης ακρίβεια στη μορφολογία του εδάφους, και πλήρη ανάλυσης όλων των αποστολών στο φεγγάρι, παρουσιάζοντας ακόμα και τα διαστημόπλοια.



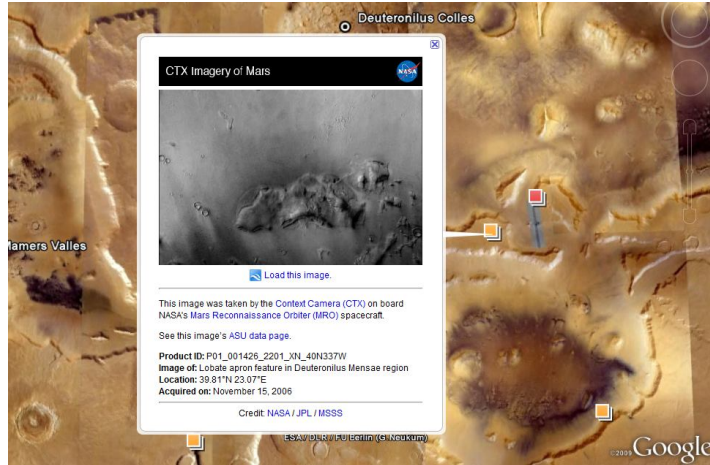
Εικόνα 39. Το Απόλλων 11 στην υπηρεσία Google Moon.

- Άρης

Τελευταίος σταθμός στις περιηγήσεις είναι, η επόμενη (όπως όλα δείχνουν) προσπάθεια για επανδρωμένη αποστολή, ο πλανήτης Άρης.

Στην έκδοση 5.0 του Google Earth, τον Φεβρουάριο του 2009, ενσωματώθηκε η υπηρεσία Google Mars, αφού είχε προηγηθεί η web έκδοση, αντίστοιχη των Moon και Maps.

Σε συνεργασία με επιστήμονες της NASA, προσφέρονται στους χρήστες φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης, ακριβή ανάλυση της μορφολογίας του εδάφους, καθώς και στοιχεία από τις διαστημικές αποστολές «Mars Global Surveyor» και «2001 Mars Odyssey».



Εικόνα 40. Τοπίο από την υπηρεσία Google Mars.

4^η Ενότητα

Κατασκευή 3D εγγράφων

Ανάλυση της διαδικασίας και των εργαλείων κατασκευής
τριδιάστατων κτιρίων στο Google Earth

4.1 Τρισδιάστατα Κτίρια στο Google Earth

Η διαδικασία χτισίματος ενός ψηφιακού τρισδιάστατου κτιρίου (3D Building) για το Google Earth μπορεί να χαρακτηριστεί εύκολη, και γίνεται με απλές και μελετημένες διαδικασίες.



Εικόνα 41. Πρόσοψη του κτιρίου της γραμματείας ΣΤΕΦ.



Εικόνα 42. Τρισδιάστατη απεικόνιση στο Google Sketch Up.

Η ακριβής διαδικασία για να μπορέσει ένας χρήστης να κατασκευάσει το τρισδιάστατο κτίριο που επιθυμεί και να περαστεί στο Google Earth είναι η εξής:

1. Εντοπισμός μέσω του προγράμματος Google Earth της τοποθεσίας όπου βρίσκεται το κτίριο.
2. Κατασκευή/επιδιόρθωση του τρισδιάστατου μοντέλου μέσω του προγράμματος Google Sketch Up.
3. Φόρτωση (upload) του μοντέλου στη δικτυακή βιβλιοθήκη Google 3D Warehouse.
4. Αναμονή για έγκριση και εισαγωγή στο Google Earth.

Μιλήσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο για το Google Earth. Για να γίνει αντιληπτή η παραπάνω διαδικασία είναι απαραίτητη η παρουσίαση των παρακάτω προγραμμάτων:

1. Google Sketch Up
2. Google 3D Warehouse

4.2 Google SketchUp

Το Google SketchUp αποτελεί ένα από τα προγράμματα της Google, και αποτελεί ένα λογισμικό για δημιουργία 3D μοντέλων.

Διατίθεται στο διαδίκτυο, στην επίσημη σελίδα του Google και υπάρχουν δύο τρέχουσες εκδόσεις:

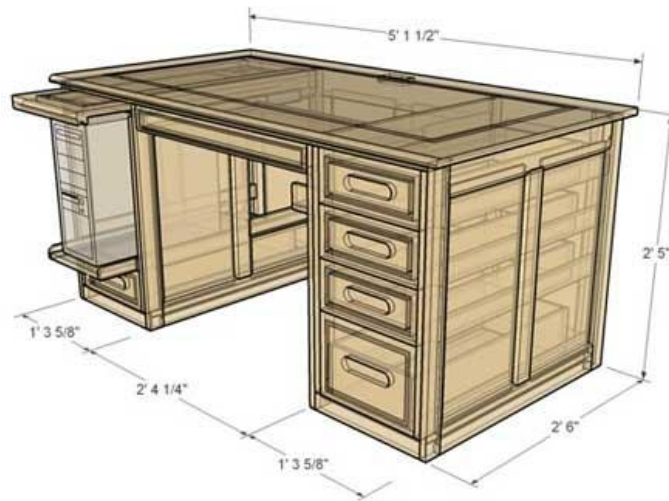
- η πλήρης έκδοση *Google SketchUp 7.1 Pro*,
- και η δωρεάν έκδοση *Google SketchUp 7.1* με λιγότερες δυνατότητες αλλά με όλα τα απαραίτητα εργαλεία, στην οποία θα δουλέψουμε στη συνέχεια.



Εικόνα 43. Το λογότυπο του Google SketchUp.

Το πρόγραμμα δημιουργήθηκε για ένα εύρος επαγγελματιών, όπως αρχιτέκτονες, πολιτικούς μηχανικούς, δημιουργούς γραφικών ταινιών ή βίντεο-παιχνιδιών και άλλων, που έχουν ως βάση το σχέδιο.

Είναι σχεδιασμένο με απλή λειτουργία για ευκολότερη χρήση, σε σχέση με άλλα 3D CAD (*Computer-aided design*) προγράμματα.



Εικόνα 44. Παράδειγμα κατασκευής στο Google SketchUp.

Ενώ πληθώρα από βίντεο με οδηγίες και μαθήματα χρήσης του προγράμματος, ακόμα και για τους άπειρους χρήστες, είναι διαθέσιμα στην επίσημη σελίδα που φιλοξενεί το πρόγραμμα.

4.2.1 Ιστορία

Το πρόγραμμα δημιουργήθηκε από την εταιρία *@Last Software*. Η πρώτη έκδοση βγήκε στο κοινό τον Αύγουστο του 2000 με σύνθημα «3D για τον καθένα» και είχε ως βάση την απλή διεπαφή που θα την έκανε προσιτή σε όλους. Μετά το βραβείο από την πρώτη κιάλας έκθεση που πήρε μέρος (Community Choice Award, 200) και την επιτυχημένη πορεία με συνεχόμενες αναβαθμίσεις, αγοράστηκε από την Google το 2006.

4.2.2 Τύποι αρχείων

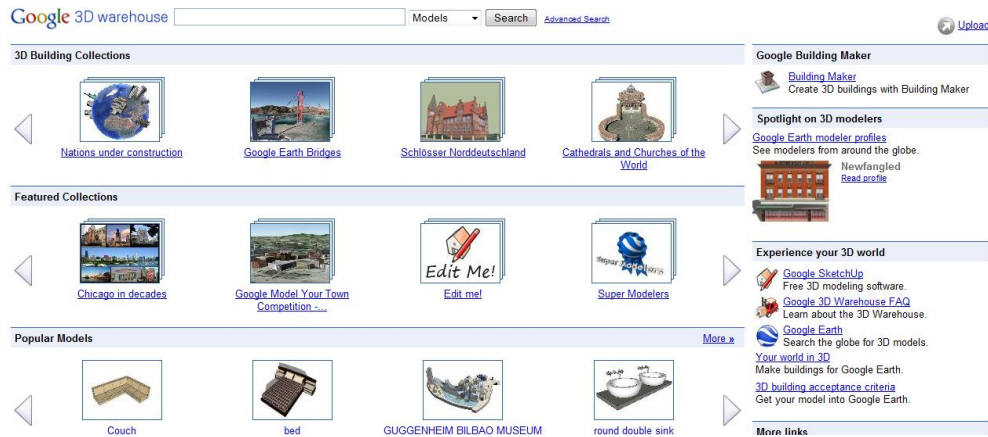
Τα αρχεία που δημιουργούνται σε ένα έγγραφο του Google SketchUp 7 επεκτείνονται σε αρκετούς τύπους αρχείων. Μεταξύ αυτών και ως αρχείο COLLADA με κατάληξη *.dae*, σε *.skp* (sketchup file), και σε *.kmz* (Google Earth file).

Η πλήρης έκδοση μπορεί να σώσει σε πολύ περισσότερους τύπους αρχείων. Απλά να αναφέρουμε τα : *.3ds*, *.dwg*, *.dxf*, *.fbx*, *.obj*, *.xsi*, και *.wrl*.

Τέλος μπορεί να εξάγει εικόνες ή αρχεία από το μοντέλο που δημιουργήσαμε σε εικόνες *.bmp*, *.png*, *.jpg*, *.tif*, με την πλήρη έκδοση να δίνει την δυνατότητα εξαγωγής σε *.pdf*, *.eps*, *.epx*, *.dwg*, και *.dxf* αρχεία.

4.3 Google 3D Warehouse

Πρόκειται για έναν δικτυακό τόπο ο οποίος δημιουργήθηκε από την Google τον Απρίλιο του 2006, με σκοπό την εισαγωγή και αποθήκευση των μοντέλων που δημιουργούν οι χρήστες με το Google SketchUp.



Εικόνα 45. Η εισαγωγική σελίδα του 3D Warehouse.

Κατά την φόρτωση του μοντέλου ο κάθε σχεδιαστής μπορεί να επιλέξει αν το αρχείο του είναι προς χρήση για την εφαρμογή Google Earth. Αν ναι, το μοντέλο θα εξεταστεί από εξειδικευμένο προσωπικό, ως προς το αν:

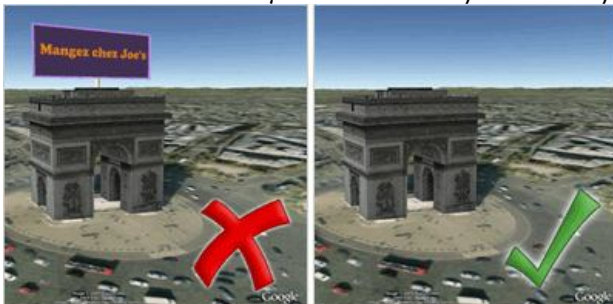
1. είναι αληθινό,
2. είναι πρόσφατο και
3. εφαρμόζει στην ακριβή τοποθεσία του αυθεντικού.

Για τον σκοπό αυτό έχουν ορισθεί συγκεκριμένα κριτήρια που θα πρέπει να προσέξει ένας χρήστης έτσι ώστε να εισάγει το μοντέλο του στο Google Earth.

4.3.1 Κριτήρια

Τα κριτήρια παραθέτονται στην επίσημη σελίδα του 3D Warehouse και είναι τα εξής:

- ✓ Τα μοντέλα δε θα πρέπει να περιέχουν κανένα είδος διαφήμισης.

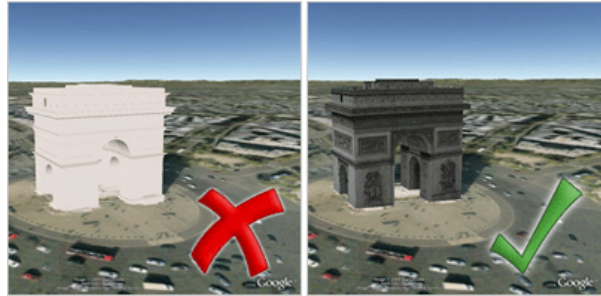


Το κτίριο πρέπει να απεικονίζεται στη πραγματική του μορφή, χωρίς κανένα είδος διαφημιστικής προβολής προς όφελος του χρήστη ή τρίτου.

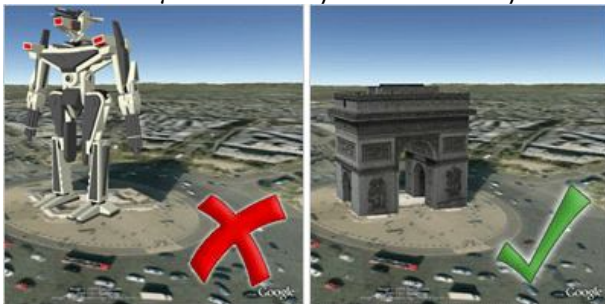
- ✓ Τα μοντέλα θα πρέπει να είναι καλύτερα από ήδη υπάρχων ή πιθανά ανταγωνιστικά.

Η ποιότητα του μοντέλου θα πρέπει να είναι η καλύτερη δυνατή σε περίπτωση που χρειαστεί να γίνει σύγκριση με κάποιο που υπάρχει ήδη ή με κάποιο που θα προκύψει στο μέλλον.

Μόνο ένα μοντέλο μπορεί να υπάρχει στο Google Earth.



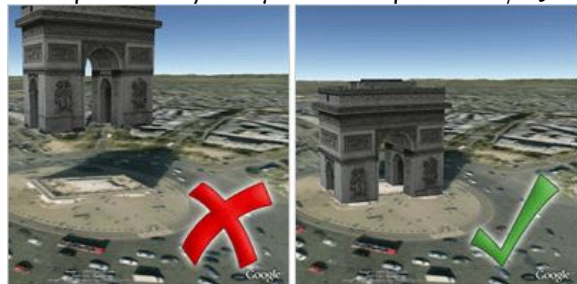
- ✓ Τα μοντέλα θα πρέπει να αναπαριστούν κτίρια που υπάρχουν στη πραγματικότητα.



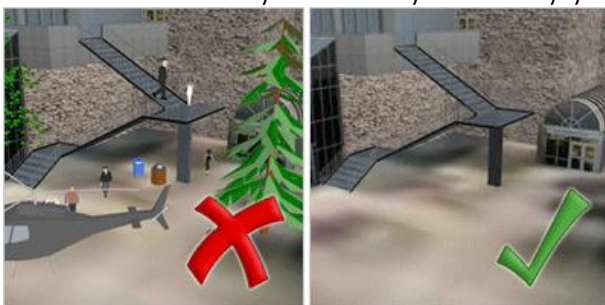
Μοντέλα που δεν έχουν σχέση με τη πραγματικότητα είναι αδύνατον να πάρουν έγκριση. Όπως επίσης και μοντέλα που αφορούν κτίρια που βρίσκονται υπό κατασκευή και δεν έχουν ολοκληρωθεί.

- ✓ Τα μοντέλα δε θα πρέπει να αιωρούνται ή να είναι βυθισμένα από ή στο έδαφος.

Ένα σημαντικό κριτήριο, το οποίο εξετάζει την μορφολογία του εδάφους όπου στηρίζεται το κτίριο. Θα δούμε αναλυτική επεξήγηση και στη συνέχεια.



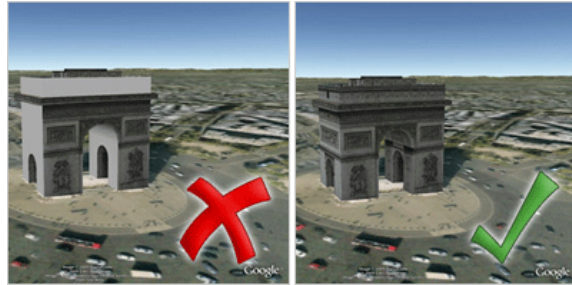
- ✓ Το κτίριο δεν θα πρέπει να περιβάλλεται από κανένα εξωγενή στοιχείο.



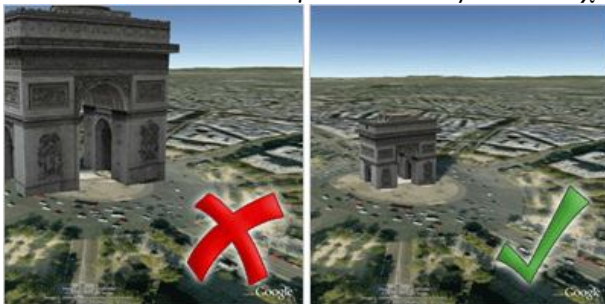
Αντικείμενα όπως ένα ανθρώπινο μοντέλο ή παγκάκια και δέντρα, δεν είναι επιτρεπτά. Το περιβάλλον του κτιρίου θα πρέπει να είναι κενό από τέτοιου είδους παράγοντες.

- ✓ Τα μοντέλα θα πρέπει να απεικονίζονται φωτογραφημένα σωστά από όλες τις λήψεις.

Το κτίριο θα πρέπει να είναι ολοκληρωμένο, με σωστή απεικόνιση της κάθε πλευράς. Ο σωστός τρόπος είναι φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης με όσο το δυνατόν μικρότερο μέγεθος. Ένα μοντέλο έχει μέγιστο επιτρεπτό μέγεθος τα 10 MB.



- ✓ Τα μοντέλα θα πρέπει να έχουν το σωστό ύψος και μέγεθος.



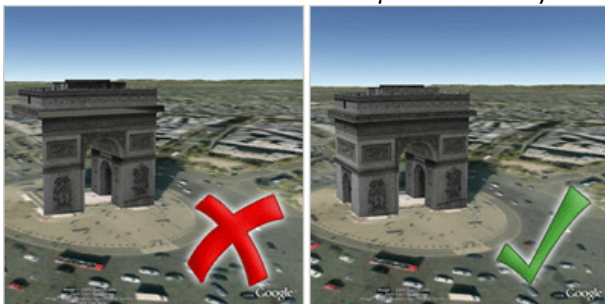
Το κτίριο θα πρέπει να απεικονίζεται με τις πραγματικές του ή ρεαλιστικές διαστάσεις. Για παράδειγμα το μέγεθος μιας πόρτας είναι περίπου 2,13 μέτρα (7 ft.)

- ✓ Τα μοντέλα θα πρέπει να ευθυγραμμίζονται με τις δορυφορικές λήψεις που έχουν γίνει από το Google Earth.

Επίσης μια σημαντική παρατήρηση που θα εξετάσουμε όταν αναλύσουμε τα βήματα στη δημιουργία του μοντέλου με το Google SketchUp.



- ✓ Τα μοντέλα θα πρέπει να είναι ολοκληρωμένα.



Σωστή απεικόνιση του κτιρίου από κάθε δυνατή γωνία. Μη ξεχνάμε ότι πρόκειται για τρισδιάστατη απεικόνιση και ο επισκέπτης μπορεί να εξετάσει το μοντέλο από κάθε δυνατή γωνία και από κάθε δυνατό ύψος του ματιού.

- ✓ Τα μοντέλα θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν απλά χωρίς πολύπλοκα σχήματα τα οποία θα μεγαλώνουν το μέγεθος του αρχείου.
- ✓ Δεν θα πρέπει να υπάρχουν περισσότερα από ένα κτίρια σε ένα μοντέλο. Αν ο χρήστης έχει προβεί σε κάτι τέτοιο θα πρέπει να γίνει διαχωρισμός σε δύο ξεχωριστά μοντέλα.

Όταν ένα μοντέλο περάσει τα παραπάνω κριτήρια ο χρήστης, ο οποίος θα πρέπει να διαθέτει έναν λογαριασμό (στοιχεία χρήστη) στην Google, ενημερώνεται ότι το μοντέλο που σχεδίασε εγκρίθηκε ή όχι, δημοσιεύοντας το παράλληλα στο πρόγραμμα Google Earth, κάνοντας το ορατό σε όλους.



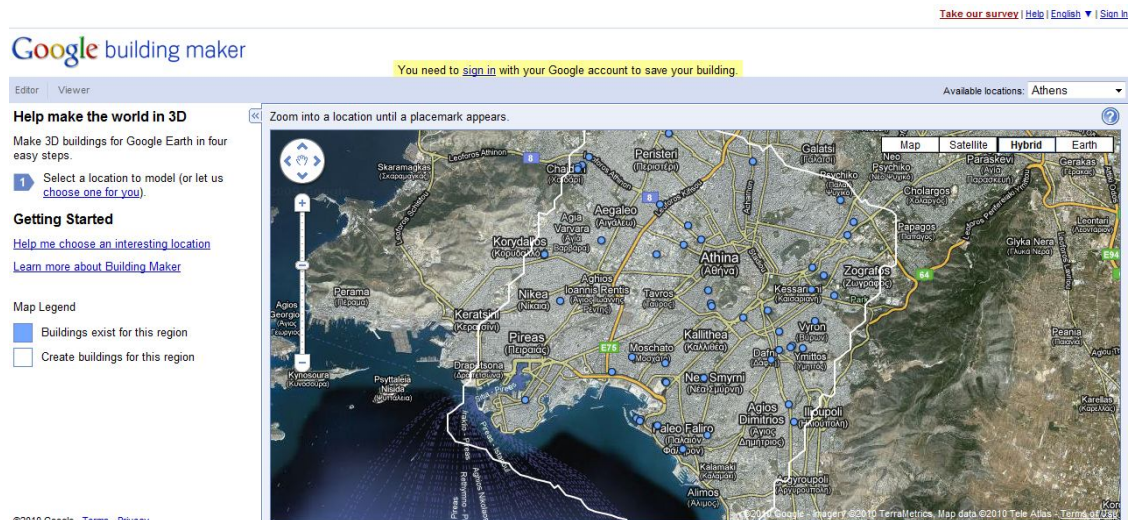
Εικόνα 46. Το λογότυπο της αποδοχής ενός εγγράφου από το 3D Warehouse.

4.4 Μέθοδοι κατασκευής ενός 3D Building στο Google Earth

4.4.1 Building Maker

Η απλούστερη μέθοδος που παρέχει η Google για την κατασκευή τρισδιάστατων κτιρίων ονομάζεται Building Maker.

Είναι μια υπηρεσία που προσφέρεται μόνο στις μεγάλες πόλεις της Γης, και κυρίως στις πρωτεύουσες, οριοθετώντας μάλιστα με άσπρη γραμμή τα σύνορα τους.



Εικόνα 47. Ο χάρτης της Αθήνας με ορατά τα σύνορα του πλαισίου στο οποίο προσφέρεται η υπηρεσία Building Maker.

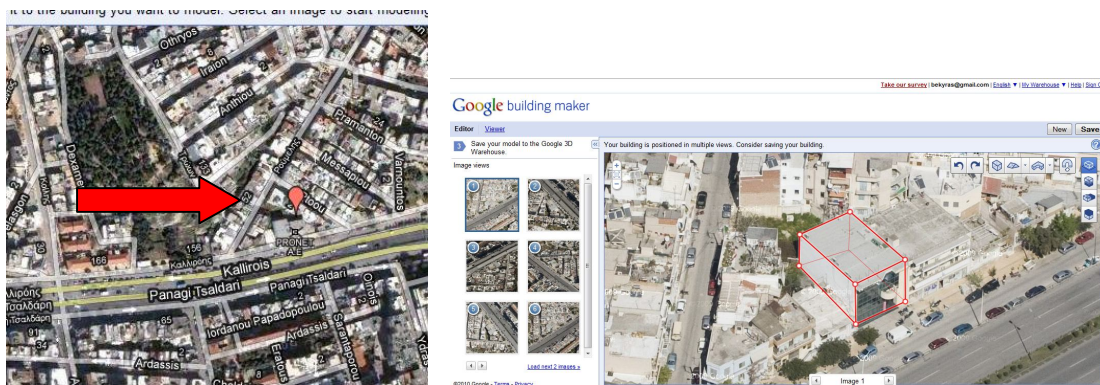
Ουσιαστικά ο χρήστης εντοπίζει το κτίριο που τον ενδιαφέρει και περιηγείται σε ένα σύνολο δορυφορικών λήψεων από διαφορετικές οπτικές γωνίες.

Με τη χρήση «κουτιών» οριοθετεί το κτίριο κάθε φορά, σημαδεύοντας την γωνία σε κάθε εικόνα. Τα κουτιά αυτά μπορεί να είναι, από ένα – το οποίο θα εφαρμόζεται με το κύριο μέρος του κτιρίου- ως και περισσότερα, τα οποία θα αναπαριστούν εξωτερικούς χώρους του κτιρίου, όπως μπαλκόνια ή κάποιο μικρό οίκημα στην ταράτσα.

Όταν ολοκληρώσει τη διαδικασία ο χρήστης, ο οποίος και σε αυτή τη περίπτωση θα πρέπει να έχει λογαριασμό στο Google, επιλέγει αν θα φορτώσει (upload) το έγγραφο στο 3D Warehouse ή θα το σώσει τοπικά στον H/Y του για περισσότερη επεξεργασία μέσω Google SketchUp. Αν ναι, το αρχείο θα αποθηκευτεί σε COLLADA format, με κατάληξη .kmz.

4.4.1.1 Παράδειγμα χρήσης Building Maker

Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε για παράδειγμα ένα κτίριο από τα όρια που θέτει η υπηρεσία, από τους δήμους των Αθηνών, και συγκεκριμένα στον δήμο Καλλιθέας.



Εικόνα 48. Εντοπισμός στο χάρτη του κτιρίου και δημιουργία μοντέλου.

Από τη στιγμή που εντοπίσουμε το κτίριο, τοποθετούμε πάνω του το σημείο σήμανσης που ορίζει η εφαρμογή και συνεχίζουμε στο επόμενο βήμα, τη κατασκευή.

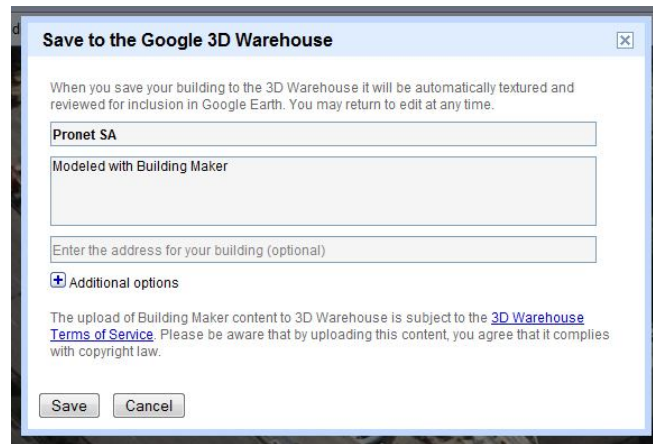
Σε μια σειρά από δορυφορικές λήψεις φροντίζουμε να εφαρμόσουμε το πλαίσιο όσο το δυνατόν καλύτερα πάνω στο κτίριο.

Ανά πάσα στιγμή υπάρχει η επιλογή προεπισκόπησης του αρχείου στο Google Maps.



Εικόνα 49. Εφαρμογή του πλαισίου από διαφορετικές δορυφορικές λήψεις.

Με την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας, δίνεται η δυνατότητα φόρτωσης του μοντέλου στο 3D Warehouse, καθώς και η δυνατότητα επεξεργασίας μέσω Google SketchUp.



Εικόνα 50. Η διαδικασία αποθήκευσης του μοντέλου και φόρτωσης στο 3D Warehouse.

Από τη στιγμή που φορτώσουμε το μοντέλο στο 3D Warehouse, αναμένουμε την απαραίτητη έγκριση για δημοσιοποίηση του μοντέλου μας.



Εικόνα 51. Το αποτέλεσμα μαζί με υπόλοιπα μοντέλα που έχουν ήδη εγκριθεί.

4.4.2 Κατασκευή 3D Building μέσω Google Earth και SketchUp

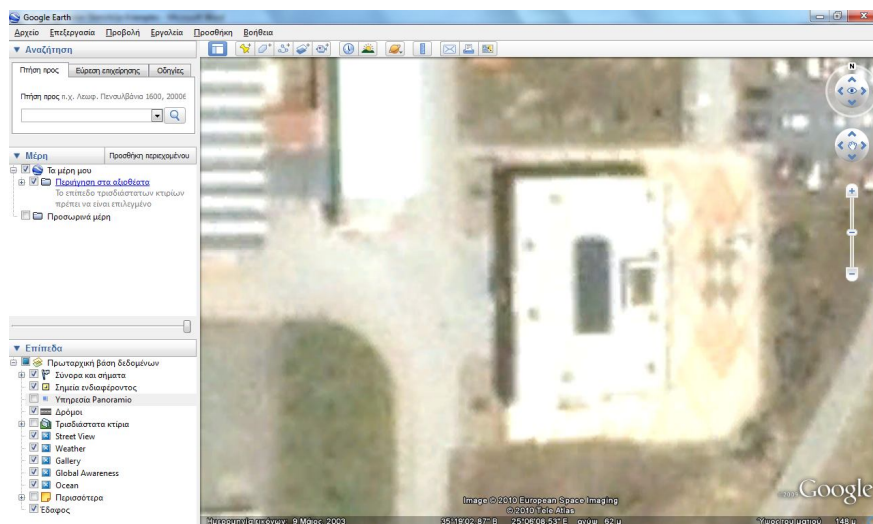
Τι γίνεται όμως για τις περιοχές που δεν υπάρχουν έτοιμες δορυφορικές λήψεις υπό γωνίες, για τη κατασκευή ενός τρισδιάστατου μοντέλου;

Η λύση σε αυτή τη περίπτωση είναι ένας συνδυασμός φωτογραφιών τραβηγμένες από τον χρήστη, μαζί με την απαραίτητη χρήση των προγραμμάτων Google Earth και Google SketchUp.

4.4.2.1 Παράδειγμα κατασκευής κτιρίου της γραμματείας ΣΤΕΦ

Το αρχικό στάδιο σε αυτή τη διαδικασία δε διαφέρει αρκετά από την υπηρεσία Building Maker. Βεβαίως σε αυτή τη περίπτωση δεν υπάρχει ενσωματωμένος χάρτης σε κάποιο ιστότοπο, για να διαλέξουμε την περιοχή και το κτίριο που μας ενδιαφέρει.

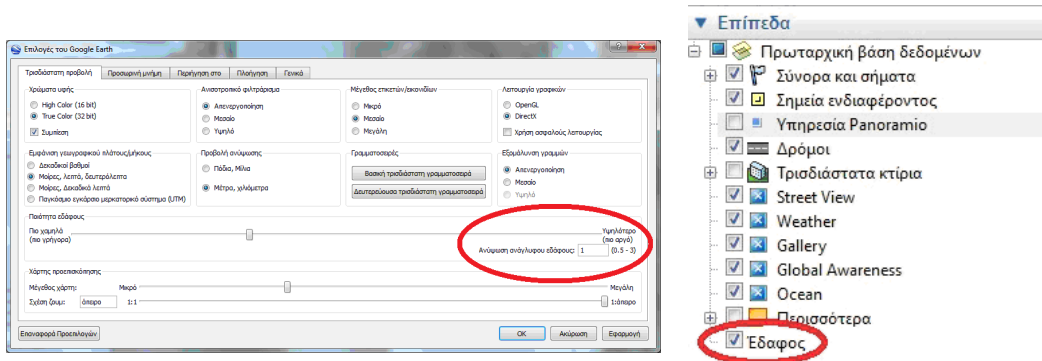
Η διαδικασία αυτή γίνεται με το Google Earth. Αρχικά αφού εντοπίσουμε το κτίριο, φροντίζουμε να φτάσουμε στο κατάλληλο ύψος, έτσι ώστε να χτίσουμε το μοντέλο μας πάνω στην εικόνα που εστιάζουμε. Δημιουργούμε δηλαδή μια βάση.



Εικόνα 52. Δορυφορική εικόνα της γραμματείας ΣΤΕΦ μέσω Google Earth.



Προτού προχωρήσουμε στο επόμενο βήμα, πρέπει να ελέγξουμε συγκεκριμένα στοιχεία, όπως:

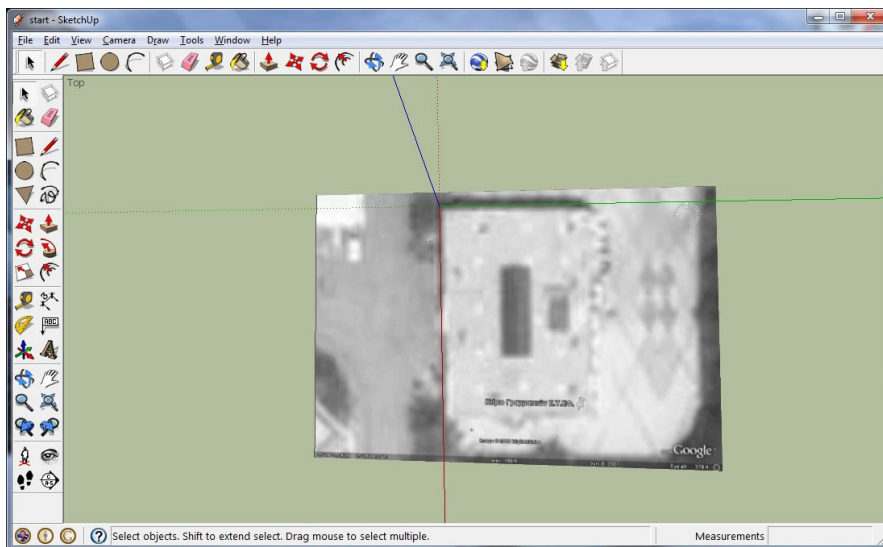
- το πάνω μέρος της οθόνης που εστιάζουμε να κοιτάει τον Βορρά (πατώντας το «R» στο πληκτρολόγιο)
- το «Πεδίο Ανύψωσης Εδάφους» που βρίσκεται στο μενού Εργαλεία-> Επιλογές να είναι ρυθμισμένο με τιμή «1»,
- και ότι το πεδίο «Εδαφος» είναι τσεκαρισμένο (με V) στο μενού των επιπέδων.



Εικόνα 53. Οι απαιτήσεις που πρέπει να ισχύουν για τη κατασκευή ενός κτιρίου.

Στη συνέχεια ανοίγουμε παράλληλα και το πρόγραμμα Google SketchUp, και ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1. Επιλέγουμε το εργαλείο «Get Current View»  το οποίο μεταφέρει την εικόνα που έχουμε εστιάσει στο ακόμα ανοιχτό Google Earth.
2. Οριοθετούμε με τη χρήση του εργαλείου «Axes»  τα αρχικά όρια του κτιρίου, θέτοντας ουσιαστικά τους άξονες x , y ,z οι οποίες πρεσβεύουν τα μήκος, πλάτος και ύψος, πεδία απαραίτητα για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου.




Εικόνα 54. Οριοθέτηση των διαστάσεων της βάσης με το Google SketchUp.

4.4.2.2 Μορφολογία Εδάφους

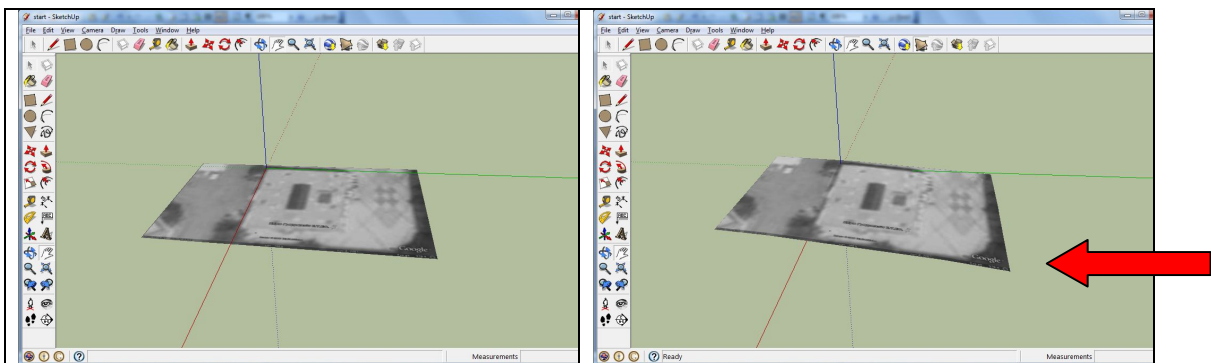
Η διαδικασία που ακολουθήσαμε με το εργαλείο «Get Current View» είναι απαραίτητη για ένα κυρίως λόγο: τη μορφολογία του εδάφους.

Θα μπορούσε κανείς να προτείνει ότι η εξαγωγή μιας απλής εικόνας JPEG από το Google Earth θα ήταν αρκετή για τη βάση του μοντέλου μας. Άλλωστε το Google SketchUp έχει την δυνατότητα εισαγωγής τέτοιου τύπου εικόνων.

Το πρόβλημα όμως που θα προέκυπτε είναι ότι στο τελικό αποτέλεσμα το κτίριο που θα κατασκευάζαμε με βάση την υποτιθέμενη εικόνα JPEG, δεν θα συνέπιπτε με την μορφολογία του εδάφους. Με αποτέλεσμα να μην ισχύσει ένα από τα βασικά κριτήρια που προαναφέραμε για το 3D Warehouse, το οποίο δεν επιτρέπει στα κτίρια να αιωρούνται ή είναι βυθισμένα στο έδαφος.

Για την ένδειξη της μορφολογίας του εδάφους ο έλεγχος γίνεται από το εργαλείο «Terrain» , όπου όταν είναι ενεργοποιημένο αναπαριστάται το φυσικό έδαφος.

Κάτι που στο παράδειγμα μας είναι ορατό, καθώς το έδαφος έχει αρκετή κλίση όπως φαίνεται και από την Εικόνα 55.





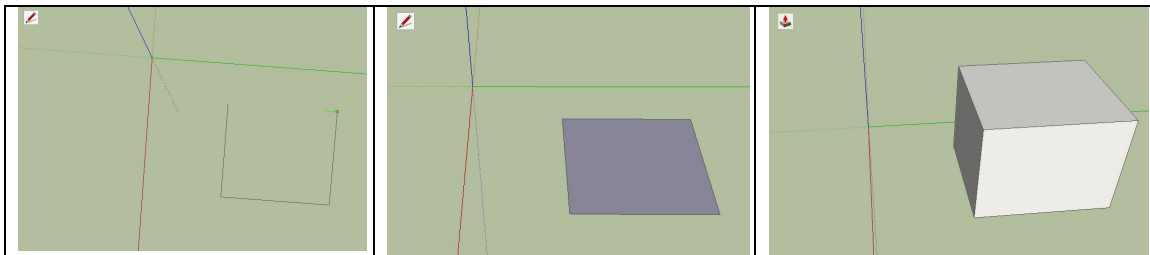
Εικόνα 55. Η διαφοροποίηση της βάσης στο Google SketchUp μετά την ενεργοποίηση του εργαλείου «Terrain».

4.4.2.3 Σταδιακό κτίσιμο του μοντέλου

Αφού η βάση του μοντέλου μας είναι έτοιμη, είμαστε έτοιμοι πλέον για την κατασκευή του τρισδιάστατου κτιρίου.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται στο Google SketchUp για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου αντικειμένου είναι απλή για κάθε χρήστη και βασίζεται στα παρακάτω βήματα:


1. Σχεδιασμός μιας επιφάνειας με τη χρήση του «Line»  ή άλλων έτοιμων εργαλείων όπως το παραλληλόγραμμο ή ο κύκλος,
2. και ανύψωση/καθίζηση της επιφάνειας με τη χρήση του «Push/Pull» .





Εικόνα 56. Τα βασικά βήματα για τη δημιουργία ενός 3D αντικειμένου.

Για δημιουργία πιο πολύπλοκων επιφανειών απαιτείται ο συνδυασμός των παραπάνω βημάτων σε ήδη τρισδιάστατα αντικείμενα (ανυψωμένες επιφάνειες), προσθέτοντας σταδιακά περισσότερες επιφάνειες, φτάνοντας στη κατασκευή του κτιρίου.

4.4.2.4 Χρήσιμα Εργαλεία

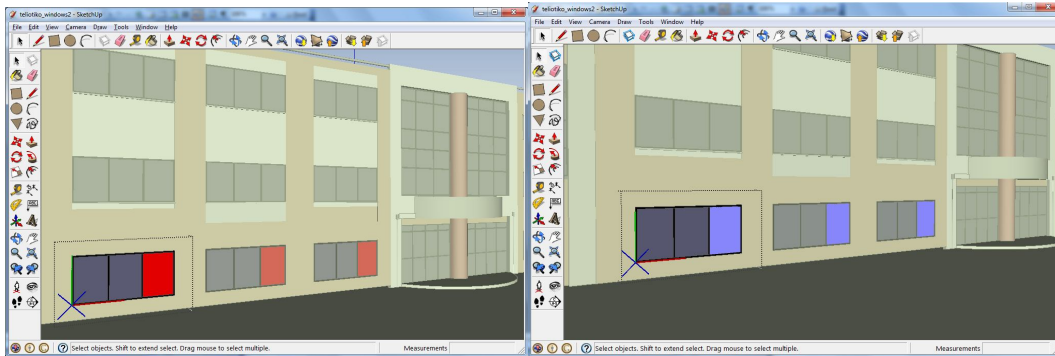
Σημαντικό βοήθημα για τη δημιουργία του μοντέλου είναι το «Tape Measure» . Ένα εργαλείο που υπολογίζει τις αποστάσεις σε όλες τις μονάδες μήκους (μέτρα m, πόδια ft, ίντσες in), απαραίτητο για τον υπολογισμό των πραγματικών διαστάσεων του κτιρίου.

Στο παράδειγμα μας, φροντίσαμε με την χρήση του εργαλείου να δώσουμε ρεαλιστικό ύψος στο κτίριο (7,60 μέτρα), όπως και στα κομμάτια που αναπαριστούν τα παράθυρα και τις πόρτες.

Επίσης, πέρα από τα υπόλοιπα εργαλεία που συναντούνται σε κάθε πρόγραμμα σχεδίασης, όπως η «γόμα» , και ο «κουβάς»  (ο οποίος πέρα από χρώματα περιέχει και την αναπαράσταση χρώματος υλικών, όπως ξύλο, πέτρα, γυαλί), τα οποία είναι απαραίτητα σε κάθε χρήστη, το Google SketchUp παρέχει και πιο περίπλοκες υπηρεσίες.

Μία από αυτές είναι και η δυνατότητα ορισμού κομματιών γραφικού σχεδίου σε «οντότητες» (entities).

Διάφορες επιφάνειες, οι οποίες θα χρειαστούν στη κατασκευή περισσότερες από μία φορές, μπορούν να οριστούν ως ένα είδος «παιδιού» (child) το οποίο είναι ανεξάρτητο από το υπόλοιπο γραφικό σχέδιο, με τους δικούς του άξονες και διαστάσεις.



Εικόνα 57. Παράδειγμα χρήσης οντοτήτων.

Η χρήση μιας οντότητας γίνεται αντιληπτή, όταν πρόκειται να επεξεργαστούμε το γραφικό κομμάτι που επαναλαμβάνεται, αλλά τροποποιώντας ένα από αυτά, με την αυτόματη επεξεργασία και των υπολοίπων οντοτήτων, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 57.

4.4.2.5 Χρήση φωτογραφιών

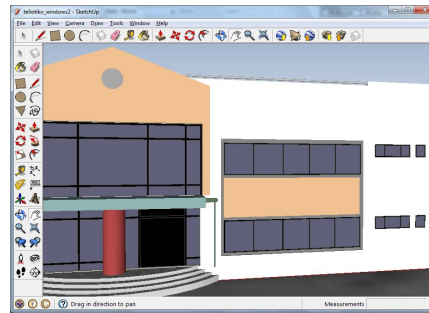
Για να προχωρήσουμε στην πιστή αναπαράσταση ενός οποιαδήποτε κτιρίου, η Google προτείνει την χρήση πολλών φωτογραφιών από διάφορες λήψεις, την επεξεργασία τους μέσω προγραμμάτων επεξεργασίας εικόνων όπως το Adobe Photoshop, και τέλος την εισαγωγή τους στο Google SketchUp πάνω στο τρισδιάστατο μοντέλο που έχουμε δημιουργήσει.

Διαδικασία ιδιαίτερα πολύπλοκη για έναν άπειρο χρήστη, καθώς το επίπεδο επεξεργασίας εικόνων που απαιτείται είναι υψηλό.

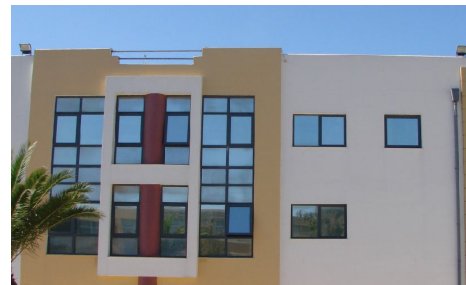
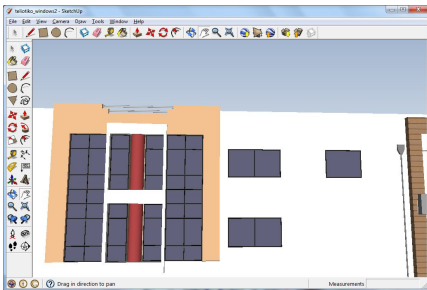
Στο παράδειγμά μας η κατασκευή του κτιρίου έγινε μόνο με τα εργαλεία του Google SketchUp, δημιουργώντας ένα μοντέλο χωρίς ρεαλιστικές φωτογραφίες, με animation αναπαράσταση από ότι ένα μοντέλο από σύνολο εικόνων.

Ασφαλώς όμως η γενικότερη χρήση φωτογραφιών από διάφορες λήψεις είναι απαραίτητη για την διαδικασία κατασκευής, για όσο το δυνατόν πιστότερο στο αυθεντικό μοντέλο σχεδιασμό.

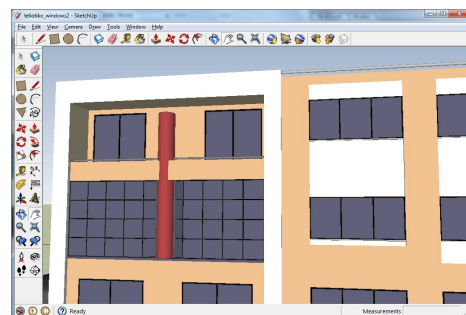
Ακολουθούν εικόνες από φωτογραφικές λήψεις του κτιρίου της γραμματείας ΣΤΕΦ, καθώς και το αντίστοιχο σχεδιαστικό κομμάτι από το Google SketchUp.



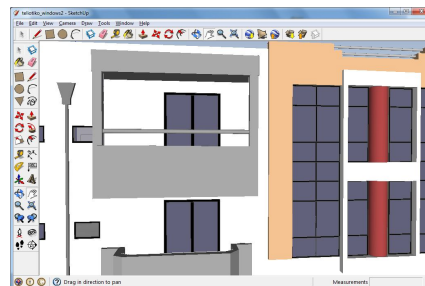
Εικόνα 58. Η κεντρική πρόσοψη του κτιρίου γραμματείας ΣΤΕΦ.



Εικόνα 59. Η αριστερή πρόσοψη του κτιρίου.



Εικόνα 60. Λεπτομέρεια από την πίσω πρόσοψη του κτιρίου.



Εικόνα 61. Η δεξιά πρόσοψη του κτιρίου.

4.4.2.6 Γραμμές και κρυφές επιφάνειες

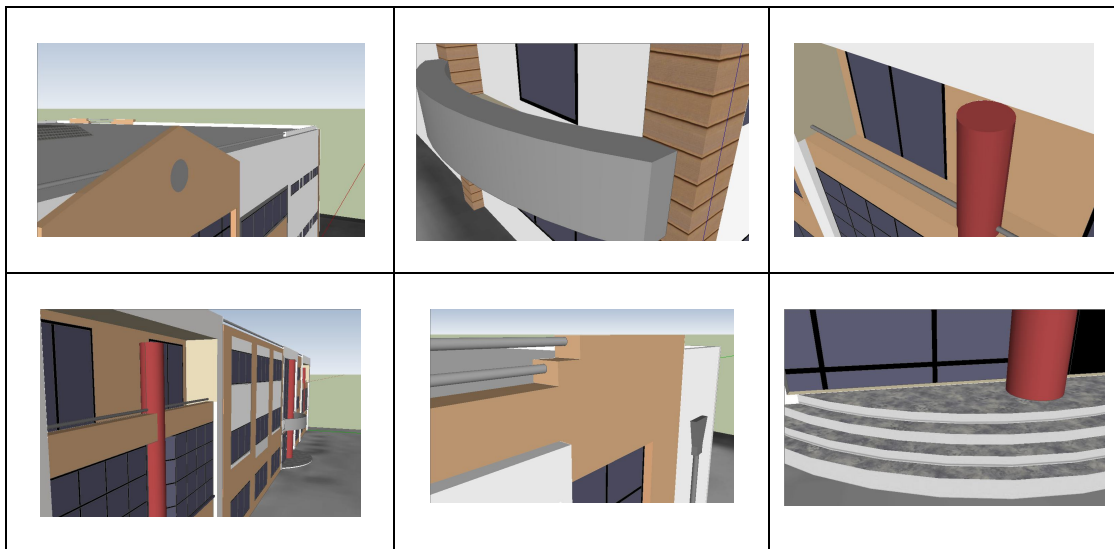
Μετά τον τελικό σχεδιασμό του τρισδιάστατου μοντέλου, χρειάζεται να «καθαριστούν» ορισμένα σχεδιαστικά βοηθήματα όπως οι γραμμές και οι κρυφές επιφάνειες.

Για την δημιουργία μιας επιφάνειας, όπως δείξαμε και σε προηγούμενο παράδειγμα χρειάζεται να σχεδιαστούν γραμμές με τη χρήση του «Line» και μετέπειτα ένωση τους, για τη δημιουργία τετράγωνων, παραλληλόγραμμων ή και πολύγωνων επιφανειών. Οι επιφάνειες αυτές είτε αποτελούσαν μέρος του κτιρίου (όπως παράθυρα, πόρτες κ.ά.), είτε με το εργαλείο ανύψωσης/καθίζησης «Push/Pull» αποκτούσαν τρισδιάστατη μορφή.

Και ενώ η επιφάνεια ως οντότητα είναι απαραίτητο στοιχείο, παραμένουν στο έγγραφο το βοηθητικό κομμάτι τις διαδικασίας, οι γραμμές. Οι οποίες δεν έχουν πλέον ουσία στο τελικό μοντέλο, χαλώντας με την προβολή τους την αισθητική του.

Η αφαίρεση των γραμμών καθίσταται απαραίτητη, αλλά η διαδικασία πρέπει να γίνει πολύ προσεχτικά: η απλή διαγραφή μιας γραμμής μπορεί να καταστρέψει μια επιφάνεια. Η λύση δίνεται με την απενεργοποίηση της επιλογής «Εμφάνισε Άκρα» (Display edges) στο πεδίο View -> Edge Style.

Το μοντέλο πλέον αποκτά λείες επιφάνειες και πιο καλαίσθητο αποτέλεσμα όπως φαίνεται και από την Εικόνα 62.



Εικόνα 62. Λεπτομέρειες από διαφορετικές γωνίες λήψεις μέσω του Google SketchUp.

4.4.2.7 Ολοκλήρωση της διαδικασίας

Με την ολοκλήρωση του μοντέλου, και κάνοντας έναν επανέλεγχο στα κριτήρια που έχει ορίσει το 3D Warehouse (πχ. το μέγεθος του εγγράφου είναι $\approx 600K$, αρκετά μικρότερο από τα 10M που θέτονται ως όριο), προχωράμε στο τελικό στάδιο που είναι η φόρτωση (upload) του αρχείου.



Η διαδικασία φόρτωσης γίνεται με το κουμπί «Share Model»

Με το πάτημα του εμφανίζεται αρχικά ένα παράθυρο που ζητεί από το χρήστη τα στοιχεία του από τον Google λογαριασμό του, καθώς και την απαραίτητη έγκριση του πεδίου που εξηγεί ορισμένους κανόνες που έχουν θεσπιστεί σε τομείς, όπως πνευματικά δικαιώματα, περαιτέρω χρήση κ.ά.

Στη συνέχεια ζητείται η συμπλήρωση συγκεκριμένων στοιχείων που θα προσδιορίζουν το κτίριο (όνομα, περιγραφή μοντέλου), και το μοντέλο είναι έτοιμο για εισαγωγή στον ιστότοπο με τα υπόλοιπα σχεδιαστικά μοντέλα του 3D Warehouse, με το έγγραφο να έχει την κατάληξη .kmz.

Η διάρκεια έγκρισης κρατάει περίπου 30 ημέρες, και μια απαντητική ηλεκτρονική επιστολή ενημερώνει τον χρήστη για το αποτέλεσμα.



Εικόνα 63. Το μοντέλο που κατασκευάσαμε μέσω του Google Earth.

5^η Ενότητα

Σύγκριση και Αλληλεπίδραση Προτύπων
Αναλύοντας σκοπούς και στόχους, και
μελετώντας τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης τους.

5.1 Συγκρίνοντας τα πρότυπα

Η COLLADA και το X3D είναι δύο πρότυπα με ανοιχτό κώδικα που έχουν κοινό το πρότυπο της δομής τους, μορφής XML, για την αναπαράσταση τρισδιάστατων γραφικών. Με την συνεχή πίεση για πρότυπα με ανοιχτό κώδικα για ευκολότερη τροποποίηση και χρήση από τους προγραμματιστές, έχει προκύψει διαμάχη για το ποιο από τα δύο είναι καλύτερο.

Η διαμάχη όμως δεν έχει ουσιαστικό νόημα, καθώς αντί για επιλογή, μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει και τα δυο μαζί ως εργαλείο, αρκεί να έχει κατά νου τις ομοιότητες και τις διαφορές των δυο προτύπων, όπως και την ουσιαστική χρήση τους σε πρακτικές εφαρμογές.

Στις 25 Μαρτίου του 2007, δυο από τους πατέρες των δυο προτύπων – ο Ρεμί Αρναντ (Remi Arnaud) ιδρυτής της COLLADA και ο Τόνυ Παρίσι (Tony Parisi) συνιδρυτής του X3D – συνέταξαν ένα δοκίμιο μοιράζοντας την πεποίθησή τους για καλύτερες 3D εφαρμογές με την χρήση και των δυο προτύπων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα βήματα τους τα τελευταία χρόνια κινούνται σε παράλληλους ρυθμούς. Ενώ και τα δυο πρότυπα έχουν ορατές με την πρώτη ματιά ομοιότητες– όπως ότι αναπαριστούν 3D δεδομένα σε κώδικα μορφής XML-, έχουν και σημαντικές διαφορές στους σκοπούς τους, σχεδιαστικούς και χρήσης.

Το πρότυπο COLLADA επικεντρώνεται στην διαδικασία μεταφοράς του κύριου σχεδιαστικού μέρους από διαφορετικά πρότυπα σε μια εφαρμογή, με κύριο αποδέκτη την βιομηχανία των ψηφιακών παιχνιδιών. Είναι ουσιαστικά ένα ενδιάμεσο πρότυπο, το οποίο έχει στόχο:

- να αναπαριστά πλούσια σε δομή δεδομένα σε πολλαπλές φόρμες,
- να ενεργοποιεί την μετάλλαξη του περιεχομένου ενώ μεταφέρεται από σχεδιαστικά εργαλεία υψηλής ανάλυσης, σε εφαρμογές που χρησιμοποιούν γραφικά τύπου platform.

Από την άλλη πλευρά το X3D επικεντρώνεται στην απεικόνιση των τρισδιάστατων γραφικών μέσα στις εφαρμογές. Κύριος αποδέκτης είναι το διαδίκτυο. Είναι ένα πρότυπο διανομής των γραφικών το οποίο έχει στόχο, να διατηρεί κάθε φορά την απαραίτητη πληροφορία για εφαρμογές αλληλεπίδρασης.

5.2 Μετατροπείς COLLADA σε X3D

Χάρη στην ύπαρξη ποιοτικών μετατροπέων από COLLADA-σε-X3D, το COLLADA ήδη χρησιμοποιείται για εφαρμογές Web3D, όπως τα τρισδιάστατα κτίρια που κατασκευάσαμε με τα προγράμματα της Google.

Η εταιρία Media Machines παρουσίασε ένα τέτοιο παράδειγμα τρισδιάστατου κτιρίου χρησιμοποιώντας τον **COLLADA importer** από το αντίστοιχο λογισμικό που χρησιμοποιεί η δικιά τους βάση διαδικτύου για μοντέλα (το αντίστοιχο 3D Warehouse): το Flux Studio.

Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το παράδειγμα από την Media Machines, είναι όμοια εκείνα που δημιουργήσαμε, σωσμένα σε KML τα οποία ανέβηκαν στο 3D Warehouse.

Από εκεί τα μοντέλα εισήχθησαν στο Flux Studio, όπου προστέθηκε αναζωογόνηση και διαδραστικότητα, και στη συνέχεια δημοσιοποιήθηκαν σε μια X3D εφαρμογή, η οποία χρησιμοποιεί προγραμματισμό Ajax και τρέχει στο Vivaty Player (πρώην Flux Player).

Το αποτέλεσμα ήταν μια εφαρμογή που μπορούσε να παρουσιάσει μοντέλα που σχεδιάστηκαν για το Google Earth από το πρότυπο COLLADA, να τρέχουν σε μια απλή σελίδα του διαδικτύου.

5.3 Το μέλλον των προτύπων

Το μέλλον όπως είδαμε δεν είναι μια μάχη μεταξύ των δυο αυτών προτύπων, αλλά η συνύπαρξη τους και η συνεχόμενη ανάπτυξη στους ξεχωριστούς τομείς που έχουν επικεντρωθεί.

Ένα μέλλον που αναμένεται με περισσότερη χρήση της εικονικής πραγματικότητας σε εμπορικούς και ψυχαγωγικούς τομείς (κινηματογράφος, βιντεοπαιχνίδια), αλλά και τομείς ουσίας, όπως η επιστήμη με τις όλο και αυξανόμενες δυνατότητες.

Βιβλιογραφία

Η βιβλιογραφία που ακολουθεί είναι ενδεικτική και γενική. Στο κείμενο γίνονται αναφορές σε καταχωρήσεις αυτής, αλλά υπάρχουν και παραπομπές για πιο ειδικά θέματα, οι οποίες δεν περιέχονται εδώ.

Δικτυακά Εικονικά Περιβάλλοντα και Πρωτόκολλα:

Networked Virtual Environments, Design and Implementation. S. Singhal και M. Zyda. 1999. ACM Press.

Εικονικά Περιβάλλοντα:

NPSNET-HUMAN: Inserting the Human into the Networked Synthetic Environment. Michael J. Zyda, David R. Pratt, Shirley Pratt, Paul Barham, και John S. Falby. 1995. Naval Postgraduate School.

NPSNET: A Multi-Player 3D Virtual Environment Over the Internet. Michael R. Macedonia, Donald P. Brutzman, Michael J. Zyda, David R. Pratt, και Paul T. Barham. 1995. ACM - Symposium on Interactive 3D Graphics.

X3D και VRML:

<http://www.web3d.org/x3d/> News and resources for developing and deploying XML enabled 3D. Επίσημος ιστότοπος του Web3D Consortium.

X3D for Web Authors by Don Brutzman and Len Daly, Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, April 2007.

<http://x3dgraphics.com/examples/X3dResources.html> X3D Resources (Applications, Players and Plugins for X3D / VRML Viewing κ.ά.).

<http://cic.nist.gov/vrml/vbdetect.html> VRML & X3D Plugin and Browser Detector.

Annotated VRML 2.0 Reference Manual by Rikk Carey and Gavin Bell, [Addison Wesley](#), Boston Massachusetts, 1997.

COLLADA και KML:

https://collada.org/mediawiki/index.php/Main_Page. Επίσημος ιστότοπος του προτύπου.

http://code.google.com/intl/el-GR/apis/kml/documentation/kml_tut.html (KML Tutorial) και <http://code.google.com/intl/el-GR/apis/kml/documentation/kmlreference.html> (KML Reference).

Google Earth:

<http://earth.google.com/>. Επίσημος ιστότοπος του προγράμματος.

http://www.google.com/enterprise/earthmaps/earth_enterprise_faq.html (Find answers to common questions from businesses about Google Earth Enterprise).

http://earth.google.com/intl/el/userguide/v5/ug_touringplaces.html Οδηγός χρήστη στο Google Earth.

SketchUp, 3D Warehouse και Building Maker:

<http://sketchup.google.com/>. Επίσημος ιστότοπος του προγράμματος.

http://sketchup.google.com/intl/en/training/videos/new_to_gsu.html Video Tutorials about Google SketchUp.

<http://sketchup.google.com/support/bin/answer.py?answer=36241&topic=13681> Placing a SketchUp model in Google Earth.

<http://sketchup.google.com/3dwarehouse/>. Επίσημος ιστότοπος του 3D Warehouse.

<http://sketchup.google.com/intl/en/3dwh/faqs.html> Frequently Asked Questions.

http://sketchup.google.com/intl/en/3dwh/acceptance_criteria.html Acceptance Criteria.

<http://sketchup.google.com/3dwh/buildingmaker.html> Επίσημος ιστότοπος της υπηρεσίας Building Maker.

Σύγκριση Προτύπων και Αλληλεπίδραση:

Developing Web Applications with COLLADA and X3D - A Whitepaper, by Dr. Rémi Arnaud (Sony Computer Entertainment) and Tony Parisi (Media Machines, Inc.) March 25, 2007