



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

" ΑΝΟΙΚΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ
& ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΤΟ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
MACROMEDIA FLASH. ΣΧΕΔΙΑΣΗ & ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ
ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ "

ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ: ΑΡΗΣ ΜΠΑΚΑΛΗΣ MSc., ΜΑ
ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΜΠΕΛΗΓΙΑΝΝΗΣ Ph.D.

ΙΩΑΝΝΗΣ ΛΩΣ (ΑΜ: 442)

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ (ΑΜ: 471)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
Η ΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΙΣΤΟΥ	10
ΑΝΟΙΧΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ	12
WEB 3D CONSORTIUM	13
ΆΛΛΕΣ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΕΣ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο - VRML & WEB3D	16
ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	17
ΤΡΕΞΑΙΑΣΤΑΤΟ WEB & ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	18
VRML ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΞΕΛΙΞΗ	22
VRML BROWSERS	24
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΓΛΩΣΣΑΣ VRML	26
Ορισμός της γλώσσας	26
Πεδία (Fields)	27
Κόμβοι (Nodes)	28
Σύστημα Συντεταγμένων	35
Άλλα Στοιχεία της Γλώσσας	36
Διαγράμματα Venn	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ Χ3D	41
EXTENSIBLE 3D (X3D)	42
Χ3D ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	45
Χ3D & XML ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	46
ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΥΠΕΡΟΧΗΣ	51
Βασικές Διαφορές VRML-X3D	57
EXTENSIBLE JAVA 3D (XJ3D)	58
ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ Χ3D ΠΡΟΤΥΠΟΥ	59
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΙ ΛΟΓΟΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ Χ3D	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο - ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ	61
ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ	62
ΟΝΤΟΛΟΓΙΑ	64
ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ & ΕΙΚΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ	65
ΠΕΡΙΓΡΑΦΟΝΤΑΣ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ Χ3D	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΥΠΑ. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	68
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ VRML-X3D	69
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο - WEB 3D ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ. ΜΙΑ ΝΕΑ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ	74
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	75
Εκπαίδευση	75
Televirtuality - Teleconference	77
On Line Αγορές	77
Χ3D WORKING GROUPS. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	78
Medical X3D	78
X3D Earth	79
CAD3D Working Group	79
ΜΙΑ ΝΕΑ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ	82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	84
VRML ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟ	85
ΠΕΔΙΑ	86

ΜΟΝΟΤΙΜΑ ΠΕΔΙΑ (SIMPLE FIELDS)	86
<i>SFBitMask</i>	86
<i>SFBool</i>	86
<i>SFColor</i>	87
<i>SFEnum</i>	87
<i>SFFloat</i>	87
<i>SFImage</i>	87
<i>SFLong</i>	88
<i>SFMatrix</i>	89
<i>SFString</i>	89
<i>SFRotation</i>	89
<i>SFVec2f</i>	90
<i>SFVec3f</i>	90
ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΠΕΔΙΑ (MULTIPLE FIELDS)	90
<i>MFCColor</i>	90
<i>MFLong</i>	91
<i>MFVec2f</i>	91
<i>MFVec3f</i>	91
ΚΟΜΒΟΙ.....	92
ΠΡΩΤΗ ΟΜΑΔΑ - ΚΟΜΒΟΙ ΣΧΗΜΑΤΟΣ	92
<i>AsciiText</i> (κείμενα <i>Ascii</i>).....	92
<i>Cone</i> (κώνος).....	93
<i>Cube</i> (κύβος).....	95
<i>Cylinder</i> (κύλινδρος).....	96
<i>Sphere</i> (σφαίρα).....	98
<i>IndexedFaceSet</i> (ομάδα πρόσοψης με δείκτη).....	99
<i>IndexedLineSet</i> (δείκτης γραμμών ομάδας).....	100
<i>PointSet</i> (σετ σημείων).....	101
ΔΕΥΤΕΡΗ ΟΜΑΔΑ - ΚΟΜΒΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ.....	102
<i>Coordinate3</i> (συντεταγμένες).....	102
<i>FontStyle</i> (στυλ γραμματοσειράς).....	103
<i>Info</i> (πληροφορία).....	104
<i>LOD</i> (φόρτωση).....	104
<i>Material</i> (υλικό).....	105
<i>MaterialBinding</i> (σύνδεση υλικών).....	106
<i>Normal</i> (κάθετος).....	107
<i>NormalBinding</i> (σύνδεση κάθετων).....	108
<i>Texture2</i> (δομή2).....	109
<i>2Transform</i> (δομή2 μετασχηματισμός).....	110
<i>TextureCoordinate2</i> (δομή συντεταγμένων2).....	111
<i>ShapeHints</i> (υποδείξεις σχημάτων).....	111
<i>MatrixTransform</i> (μήτρα μετασχηματισμού).....	112
<i>Rotation</i> (περιστροφή).....	113
<i>Scale</i> (κλίμακα).....	114
<i>Transform</i> (μετασχηματισμός).....	114
<i>Translation</i> (μεταγλώττιση).....	115
<i>OrthographicCamera</i> (ορθογώνια κάμερα).....	116
<i>PerspectiveCamera</i> (προ κάμερα).....	117
<i>DirectionalLight</i> (κατευθυντικός φωτισμός).....	117
<i>PointLight</i> (σημείο φωτισμού).....	118
<i>SpotLight</i> (Σημειακός προβολέας).....	119
ΤΡΙΤΗ ΟΜΑΔΑ - ΚΟΜΒΟΙ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗΣ	120
<i>Group</i> (ομάδα).....	120
<i>Separator</i> (συσκευή διαχωρισμού).....	121
<i>Switch</i> (διακόπτης).....	122
<i>TransformSeparator</i> (μετασχηματισμός, διαχωριστής).....	122
<i>WWWAnchor</i> (άγκυρα δικτύου).....	123
ΤΕΤΑΡΤΗ ΟΜΑΔΑ - ΚΟΜΒΟΣ WWWINLINE (ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ ΔΙΚΤΥΟΥ).....	124
ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ (INSTANCING).....	125
ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ (EXTENSIBILITY).....	126

ΣΥΓΓΕΝΕΙΕΣ IS-A (IS-A RELATIONSHIPS).....	127
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ (AN EXAMPLE).....	128
ΠΙΝΑΚΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΛΛΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ.....	132
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ.....	135
ΛΕΞΙΚΟ ΟΡΟΛΟΓΙΩΝ	137
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	144
ΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	146

Πρόλογος

Γίνεται σήμερα σαφές, πως η πορεία εξέλιξης που διαγράφει η εφαρμογή του Παγκόσμιου Ιστού, θα έρθει να συναντήσει αυτή των τρισδιάστατων εικονικών κόσμων και της εικονικής πραγματικότητας. Κάτω από αυτό το πρίσμα, γίνονται σημαντικές προσπάθειες στην κατεύθυνση δημιουργίας ευρέως αποδεκτών προτύπων που θα περιγράφουν και θα καθορίζουν τις διαδικασίες των τρισδιάστατων εφαρμογών στον Παγκόσμιο Ιστό. Η δημοτικότητα και η συνεχής αναβάθμιση των Προτύπων αυτών, εξασφαλίζεται μέσω μιας λογικής ανοικτής πρόσβασης που τα χαρακτηρίζει σε συνδυασμό με την αναγνώριση τους από φορείς τυποποίησης.

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη και ανάλυση θεμάτων που αφορούν στα ανοικτά πρότυπα περιγραφής τρισδιάστατου περιεχομένου για τον Παγκόσμιο Ιστό. Σκοπό έχει την παρουσίαση των κύριων ανοικτών προτύπων περιγραφής τρισδιάστατων μοντέλων και την επιμέρους ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών τους καθώς και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν συγκρινόμενα.

Στο πρώτο κεφάλαιο, θα παρουσιαστεί η πορεία εξέλιξης του διαδικτύου, από την γέννηση της ιδέας του Παγκόσμιου Ιστού μέχρι τους λόγους και τις συνθήκες που οδήγησαν στην ιδέα διασύνδεσης του με τις τρεις διαστάσεις. Ακολούθως θα καθοριστεί η έννοια και λογική που διέπει την πολιτική των Ανοικτών Προτύπων καθώς και η σημαντική τους συνεισφορά στην καινοτόμα εξέλιξη της τεχνολογίας λογισμικού. Ειδική αναφορά επιχειρείται στην κοινωφελή κοινοπραξία Web 3D Consortium (W3DC), που έχει αναλάβει την ανάπτυξη των κυριότερων Ανοικτών Προτύπων για web 3D εφαρμογές, όπως τα VRML και X3D ενώ γίνεται λόγος και για κάποιες άλλες προσπάθειες, κυρίως εταιρικών σχημάτων να δημιουργήσουν λογισμικό για την περιγραφή και ανάπτυξη web 3D εφαρμογών.

Το δεύτερο κεφάλαιο μας εισάγει στις έννοιες της εικονικής πραγματικότητας και του τρισδιάστατου web (όρος που συχνά κατά την ανάγνωση της εργασίας θα συναντήσετε ως web 3D, κυρίως για λόγους συντομίας). Κύρια θεματική του κεφαλαίου αυτού αποτελεί η παρουσίαση και η ανάλυση των χαρακτηριστικών που διέπουν την γλώσσα **Virtual Reality Modeling Language**

(VRML), η οποία και αποτέλεσε το πρώτο ανοικτό πρότυπο (ISO), για την περιγραφή και διασύνδεση με το web, τρισδιάστατων μοντέλων.

Σκοπός του τρίτου κεφαλαίου είναι η εισαγωγή σε ένα νέο, εξελιγμένο πρότυπο, που αποτέλεσε τον συνεχιστή του VRML, το Extensible 3D (X3D). Αναλύονται τα επιμέρους δομικά στοιχεία του, μέσω της παράθεσης και σύγκρισης των διάφορων κωδικοποιήσεων που επιτρέπει, και γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στην σημαντικότητα της XML κωδικοποίησης. Επίσης επιχειρείται μία παρουσίαση των συγκριτικών πλεονεκτημάτων του X3D προτύπου έναντι του προκατόχου του VRML, όπως και κάποιων σημαντικών λόγων που καθιστούν συμφέρουσα για μία επιχείρηση την υιοθέτηση του προτύπου αυτού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια νέα έννοια, αυτή του Σημασιολογικού Ιστού, που πρόκειται να αποτελέσει μία νέα έννοια για το Web όπως μέχρι σήμερα το γνωρίζαμε. Αναλύονται θέματα εμπλουτισμού του περιεχομένου του Web με «σημασία» και αναφέρονται τα βασικά χαρακτηριστικά του Semantic Web. Το κεφάλαιο τέλος, εστιάζεται στην διαδικασία προσθήκης σημασιολογίας σε τρισδιάστατα αντικείμενα με χρήση του προτύπου X3D.

Το πέμπτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην πρακτική υλοποίηση και στα προγράμματα υποστήριξης τρισδιάστατων γραφικών. Επιχειρείται μία σύγκριση των ιδιοτήτων του προτύπου περιγραφής τρισδιάστατων μοντέλων X3D και του προγράμματος Adobe Flash, ενώ παρουσιάζεται η διαδικασία υλοποίησης της πρακτικής εφαρμογής που συνοδεύει αυτή την έκδοση και αφορά στην κατασκευή ενός web based τρισδιάστατου κόσμου, όπου ο χρήστης μέσω ενός ειδικού browser, θα μπορεί να περιηγηθεί εικονικά στην γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου.

Τέλος παρουσιάζονται οι διάφοροι τομείς εφαρμογής στους οποίους συναντάμε την Web 3D τεχνολογία. Μέσω της παρουσίασης των κυριότερων ομάδων εργασίας του Web 3D Consortium, αντιλαμβανόμαστε τις διάφορες χρήσεις που επιδέχεται αυτή η τεχνολογία βασιζόμενη στο X3D πρότυπο, καθώς και τον προσανατολισμό της κοινοπραξίας σε εφαρμογές που προσθέτουν αξία. Αντί – επιλόγου, η εργασία ολοκληρώνεται διαπιστώνοντας

τα νέα δεδομένα και συνθήκες που δημιουργεί αυτή η ευρεία υιοθέτηση των τεχνολογιών της εικονικής πραγματικότητας και του Παγκόσμιου Ιστού από ολόένα και ευρύτερες κοινωνικές ομάδες, καθώς και ο αντίκτυπος που μπορεί αυτή να έχει μελλοντικά, στην ψυχολογία του ατόμου και στις ελευθερίες του.

Θα θέλαμε επίσης να σημειώσουμε, πως λόγω της σύγχρονης θεματολογίας της εργασίας και των νέων εννοιών που εισάγουν οι νέες τεχνολογίες στο λεξιλόγιο μας, σε αρκετά σημεία της εργασίας θα συναντήσετε αγγλικές λέξεις, κυρίως λόγω του ότι η πλήρης έννοια που περιγράφουν, δεν δύναται να αποδοθεί στα ελληνικά.

Εισαγωγή

Σε αυτό το πρώτο κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν εν συντομία η εξέλιξη του internet, οι συνθήκες που οδήγησαν στην ευρεία απήχηση της εφαρμογής του Παγκόσμιου Ιστού, η σημαντικότητα του στην εποχή της πληροφορίας, η περαιτέρω «γραφική» εξέλιξη του μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης κόσμων καθώς και η ανάγκη προτυποποίησης.

Ακολούθως γίνεται αναφορά στην έννοια των Ανοικτών Προτύπων, και στον οργανισμό που έχει αναλάβει την ανάπτυξη και προώθηση των σημαντικότερων σήμερα ανοικτών προτύπων περιγραφής τρισδιάστατων μοντέλων.

Η Εξέλιξη του Παγκόσμιου Ιστού

Η εποχή που διανύουμε σήμερα η οποία ακολούθησε την βιομηχανική επανάσταση, χαρακτηρίζεται από την ραγδαία εξέλιξη στον τομέα της πληροφορικής και της τεχνολογίας. Η επανάσταση που βιώνουμε σήμερα στους συγκεκριμένους τομείς, έχει επηρεάσει κάθε πτυχή της καθημερινής δράσης του ανθρώπου, ενώ οι προεκτάσεις της έχουν καθορίσει το ευρύτερο περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρά ο άνθρωπος σήμερα (κοινωνικό, πολιτικό, νομικό, οικονομικό, πολιτιστικό). Είναι σαφές λοιπόν πως σε αυτή την εποχή της πληροφορίας, η πρόσβαση σε αυτή, καθορίζει σε ένα μεγάλο βαθμό την ανθρώπινη δραστηριότητα.

Η ολοένα αυξανόμενη ζήτηση πληροφορίας και η ανάγκη για την όσο το δυνατό μεγαλύτερη επικοινωνία της, σε συνδυασμό με τις τεχνολογικές εξελίξεις - ιδιαίτερα στον τομέα των μικροϋπολογιστών - καθώς και οι απαιτήσεις μιας διαγραφόμενης παγκοσμιοποιημένης οικονομίας οδήγησαν στην εξάπλωση της περισσότερο χρησιμοποιούμενης σήμερα εφαρμογής του δικτύου του internet, του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web). Η εφαρμογή αυτή βασίζεται στην λογική με την οποία συνδέονται τα διάφορα αρχεία μέσα στο internet, μία λογική και μια τεχνική που κατάφερε να απεικονίσει και να αναπτύξει ένας νέος μηχανικός στα τέλη της δεκαετίας του ογδόντα, ο Tim Berners-Lee. Μια τεχνική δημιουργίας υπερσυνδέσμων. Αυτός ο ιστός που δημιουργήθηκε και συνέδεε τα διάφορα αποθηκευμένα αρχεία - υπερβαίνοντας την γραμμική, σειριακή έννοια της συνέχειας - στο δίκτυο Internet ονομάστηκε World Wide Web ή απλά Web. Παράλληλα, όταν ο μεταπτυχιακός φοιτητής στο πανεπιστήμιο του Ιλινόις Marc Andreessen δημιούργησε το πρόγραμμα Mosaic - τον πρώτο φυλλομετρητή ή browser - επιτρέποντας στον χρήστη την περιήγηση στο Web μέσω της χρήσης υπερσυνδέσμων, το Web εξαπλώθηκε. Πλέον οποιοσδήποτε γνώριζε την βασική χρήση ενός προσωπικού υπολογιστή, μπορούσε να χρησιμοποιεί εύκολα το internet μέσω της φιλικής εφαρμογής του World Wide Web, καταργώντας μια για πάντα την δύσχρηστη «γραμμή εντολών» που χαρακτήριζε μέχρι τότε το internet και που επέτρεπε μόνο σε μια τεχνολογικά εξελιγμένη ελίτ να το χρησιμοποιεί.

Ένα κομμάτι που αφορά στην περαιτέρω εξέλιξη του διαδικτύου και στην όσο το δυνατόν μεγαλύτερη κοινωνικοποίηση του, είναι η δημιουργία ενός ακόμα πιο προσιτού περιβάλλοντος χρήστη, ανατρέποντας τα έως τώρα δεδομένα του point-and-click των URLs και της δισδιάστατης μορφής. Της δημιουργίας εικονικών κόσμων - βασισμένων στην φιλοσοφία του πραγματικού - με χρήση τρισδιάστατων γραφικών και δυναμικών δεδομένων, μέσω του υπάρχοντος Web. Μια εξέλιξη βασισμένη στο πιο δυνατό μέσο οπτικοποίησης που διαθέτει ο ανθρώπινος εγκέφαλος, την «πλοήγηση» στις τρεις διαστάσεις του χώρου, η οποία και θα αποδεσμεύσει τον χρήστη από την απομνημόνευση ηλεκτρονικών διευθύνσεων ενώ παράλληλα θα του επιτρέψει να κινείται στο δαιδαλώδες πλέον Web, σχεδόν όπως κινείται και στον φυσικό χώρο, χωρίς να χάνεται σε μια ακολουθία υπερσυνδέσμων.

Η ανάγκη υποστήριξης τρισδιάστατων γραφικών, παρουσιάστηκε παράλληλα με την εμπορική εκμετάλλευση του Web στα μέσα της δεκαετίας του ενενήντα, όταν υπήρχαν και οι κατάλληλες μηχανές και δίκτυα ούτως ώστε να τα υποστηρίξουν. Οι εφαρμογές αυτές ήταν ιδιαίτερα ελκυστικές αισθητικά καταργώντας την αυστηρή, στατική δομή των ιστοσελίδων όπως τις γνώριζαμε, ενώ παράλληλα έδιναν την δυνατότητα στον χρήστη να μπορεί να έχει μία τρισδιάστατη αίσθηση του αντικειμένου, αντίστοιχη με την φυσική:

Η ταχύρρυθμη εξάπλωση του διαδικτύου γέννησε την ιδέα της σύνδεσης αυτού του επικοινωνιακού μοντέλου με τις τρεις διαστάσεις. Όμως λόγω της διαγραφόμενης γενικευμένης χρήσης τρισδιάστατων γραφικών στο Web, άρχισαν να διατυπώνονται προβληματικές που σχετίζονταν με την ασυμβατότητα μεταξύ των προγραμμάτων δημιουργίας και απεικόνισης τρισδιάστατων γραφικών. Έτσι, έγινε επιτακτική η ανάγκη υιοθέτησης ενός προτύπου το οποίο θα λύνει τα προβλήματα ασυμβατότητας και θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους.

Ωστόσο αυτή η προσπάθεια διασύνδεσης του Παγκόσμιου Ιστού με τις τρεις διαστάσεις αποδείχτηκε πως δεν ήταν τόσο εύκολη υπόθεση. Η εμπορική εκμετάλλευση της εφαρμογής Web αποτέλεσε ουσιαστικά τροχοπέδη στην πορεία εξέλιξης του διαδικτύου μέσω της ενσωμάτωσης τρισδιάστατων γραφικών. Οι εταιρίες του χώρου θεώρησαν ασύμφορη, δύσκολα εφαρμόσιμη τεχνολογικά και δυσλειτουργική για τον χρήστη, μια τέτοια κίνηση και

περιορίσαν την χρήση 3D γραφικών μόνο σε εφαρμογές που πρόσθεταν αξία (κυρίως στον χώρο του gaming). Αυτό αποτέλεσε και έναν από τους λόγους οι οποίοι συνέτρεξαν ούτως ώστε τα ανοιχτά πρότυπα που αναπτύχθηκαν τότε από κοινωφελείς οργανισμούς και κοινοπραξίες - όπως το Web 3D Consortium - για την περιγραφή τρισδιάστατων μοντέλων μέσω Web, να μην γνωρίσουν ευρεία αποδοχή.

Ανοιχτά Πρότυπα

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) «*ως πρότυπο ορίζεται ένα έγγραφο που δημιουργείται με συναίνεση· εγκρίνεται από έναν αναγνωρισμένο φορέα· παρέχει για κοινή και επαναλαμβανόμενη χρήση κανόνες, οδηγίες ή χαρακτηριστικά για δραστηριότητες ή τα αποτελέσματά τους· και στοχεύει στην επίτευξη του βέλτιστου βαθμού τάξης σε κάθε δεδομένο πλαίσιο*».

Τα πρότυπα ως έννοια υπόκεινται σε διάφορες ταξινομήσεις. Ανάλογα με την ελευθερία συμμόρφωσης διακρίνονται σε **προαιρετικά** και **υποχρεωτικά**, σε μια δεύτερη ταξινόμηση, ανάλογα με το κοινό που απευθύνονται, τα πρότυπα ποικίλουν από **ιδιωτικά** μέχρι **διεθνή**. Όσον αφορά την ελευθερία υλοποίησης, τα πρότυπα διακρίνονται σε **αποκλειστικά** και **ανοιχτά**. Τα **αποκλειστικά**, ή **de facto**, ενώ προέρχονται από εταιρικά σχήματα που ασκούν αποκλειστικό έλεγχο, καταφέρνουν να γίνουν τόσο κυρίαρχα στην αγορά ώστε να χρησιμοποιούνται σαν να ήταν εγκεκριμένα πρότυπα, όπως έγινε με το λειτουργικό σύστημα Windows της Microsoft. Αντιθέτως τα **ανοιχτά πρότυπα**, ή **de jure**, προέρχονται από φορείς τυποποίησης και δεν εξαρτώνται από μια αποκλειστική υλοποίηση.

Στην επιστήμη των υπολογιστών και στην ανάπτυξη λογισμικού, τα πρότυπα τυποποιούν διαδικασίες, καθορίζουν την συμβατότητα και αναπτύσσουν ένα συγκεκριμένο συντακτικό πηγαίου κώδικα, προσανατολισμένα στους στόχους των προτύπων όπως αυτά ορίστηκαν - κατά ISO - παραπάνω. Χαρακτηριστικό παράδειγμα επιτυχημένων Ανοιχτών Προτύπων στον Παγκόσμιο Ιστό αποτελούν τόσο η γλώσσα - θεμέλιος λίθος του Web – *Hyper Text Markup Language* (HTML) όσο και η πιο εξελιγμένη *Extensible Markup Language* (XML) που αναπτύσσονται υπό την εποπτεία

της διεθνούς κοινοπραξίας W3C (World Wide Web Consortium) που στόχο έχει την ανάπτυξη προτύπων και οδηγιών για τον Παγκόσμιο Ιστό, εξασφαλίζοντας την μακροπρόθεσμη ανάπτυξη του.

Στην προηγούμενη ενότητα έγινε λόγος για την σημαντικότητα της οριζόντιας πρόσβασης στην πληροφορία στην σύγχρονη εποχή και στον ρόλο του διαδικτύου. Στον τομέα ανάπτυξης λογισμικού και εφαρμογών τα Ανοικτά Πρότυπα διέπονται από τις ίδιες αρχές, τις αρχές δηλαδή της κοινής γνώσης, της προσβασιμότητας και επιπλέον της ανάπτυξης καλύτερου λογισμικού. Ο πηγαίος κώδικας ενός λογισμικού Ανοικτού Κώδικα είναι διαθέσιμος σε όποιον ενδιαφέρεται για αυτόν, ενώ οι όροι διανομής του λογισμικού αυτού πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια όπως αυτά της ελεύθερης χρήσης και της αντιγραφής / αναδιανομής ή μεταβολής / βελτίωσης αυτού (ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες του ατόμου / συνόλου που τον μεταβάλλει).

Προκύπτει λοιπόν πως τα Ανοικτά Πρότυπα παρουσιάζουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα. Ανταποκρίνονται σε υπαρκτές ανάγκες της αγοράς και δημιουργούνται με τη γενική συναίνεση όλων των ενδιαφερόμενων μερών, εξασφαλίζοντας έτσι την εκτεταμένη εφαρμογή τους και την συνεχή αναβάθμιση τους ενώ παράλληλα αποτελούν μια σύνοψη άριστων πρακτικών και βασίζονται σε εδραιωμένα αποτελέσματα της επιστήμης, της τεχνολογίας και της εμπειρίας.

Web 3D Consortium

Το Web 3D 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. Μέσω της ανεπτυγμένης συνεργασίας του με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) και το World Wide Web Consortium (W3C), ο οργανισμός διατηρεί και αναπτύσσει δραστηριότητες σχετικά με την τυποποίηση των προτύπων που αναπτύσσει.

Η κοινοπραξία του Web 3D πρώτη ανέπτυξε Ανοικτά Πρότυπα περιγραφής, δημιουργίας και απεικόνισης τρισδιάστατων κόσμων και αντικειμένων μέσω του Παγκόσμιου Ιστού, που θα αποτελέσουν αντικείμενο μελέτης και

ανάλυσης στην παρούσα εργασία. Πρόκειται για τις - τυποποιημένες κατά ISO **Virtual Reality Modeling Language (VRML)** και την πιο πρόσφατη και "επικοινωνιακή" μετεξέλιξη της, το **Extensible 3D (X3D)**.

Άλλες Προσπάθειες

Σήμερα πολλές εταιρίες προσανατολίζονται στην ανάπτυξη τεχνολογιών υποστήριξης 3D γραφικών στο διαδίκτυο, πολλές φορές σε συνεργασία με το Web 3D Consortium ή συμμετέχοντας σε κάποια κοινοπραξία.

Σε αυτήν την ενότητα επιχειρείτε να δοθεί μία αναφορική παρουσίαση των κυριότερων τεχνολογιών που αναπτύχθηκαν από διάφορες εταιρίες στον τομέα της Web 3D τεχνολογίας ανεξάρτητα από την δημοτικότητα ή την αποδοχή που αποκόμισαν.

Η **Microsoft** το έτος 1999, έκανε μια πρώτη προσπάθεια να ενσωματώσει πολυμεσικές PC εφαρμογές στο Web, μέσω του προγράμματος **Chromeeffects**. Το πρόγραμμα αυτό έδινε την δυνατότητα πρόσβασης στους Web Developers στο δημοφιλέ **DirectX** – συγκεκριμένα στο **Direct3D** που αποτελεί το γραφικό κομμάτι του - μία τεχνολογία βασισμένη σε ένα σύνολο Application Programming Interface (API) που χρησιμοποιούνταν σε δημοφιλή PC Games. Το πρόγραμμα αυτό θα επέτρεπε στους προγραμματιστές την χρησιμοποίηση απλών Web γλωσσών προγραμματισμού για την συμπερίληψη 3D περιεχομένου στις εφαρμογές τους. Ωστόσο αυτή η προσπάθεια δεν έλαβε την αναμενόμενη απήχηση από τους προγραμματιστές και η Microsoft γρήγορα απέσυρε το προϊόν, εγκαταλείποντας την όποια προσπάθεια που αφορούσε 3D γραφικά μέσω web.

Άλλη μια ηγέτιδα εταιρία του χώρου των υπολογιστών και του λογισμικού η **Sun Microsystems**, ευρέως γνωστή από την δημοφιλή γλώσσα java, ανέπτυξε την δική της τεχνολογία στον χώρο του Web 3D, την βασισμένη στην java, java3D. Η τεχνολογία java3D - όπως και η αντίστοιχη της Chromeeffects -προσανατολίστηκε στο να προσδώσει σχετική άνεση και ευκολία στους Web Developers να ενσωματώσουν προγραμματισμό για τρισδιάστατο περιεχόμενο στις εφαρμογές τους, κυρίως μέσω της δημιουργίας

VRML & web 3D

το πρώτο βήμα

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί καθορίζεται η έννοια του τρισδιάστατου Web και της εικονικής πραγματικότητας και παρουσιάζεται η πρώτη προσπάθεια διασύνδεσης του Web με τα τρισδιάστατα γραφικά μέσω του Ανοιχτού Προτύπου της *Virtual Reality Modeling Language (VRML)*.

Επιχειρείται μία σύντομη ιστορική αναφορά στην πορεία εξέλιξης της γλώσσας - προτύπου, ενώ αναλύονται ο ορισμός της γλώσσας - μέσω της παρουσίασης των βασικών στοιχείων της γλώσσας, του συστήματος συντεταγμένων, κ.α – και το σύστημα ανάγνωσης αυτής μέσω των *browser*.

πολυγωνικών διαγραμμάτων τα οποία μπορούσαν να περιέχουν textures, χρώματα και κίνηση. Σε μία κίνηση που αντικατροπτίζει την ολοένα και αυξανόμενη δύναμη που κατέχει το Λογισμικό Ελεύθερου Κώδικα, η Sun Microsystems τον Ιούλιο του 2004 «απελευθέρωσε» ένα μικρό κομμάτι του πηγαίου κώδικα της java, μέσω μια πειραματικής εφαρμογής χρήστη για προσωπικούς υπολογιστές που ευρηματικά ονομάστηκε **Looking Glass**. Σκοπός της Sun μέσω του Looking Glass και του ελεύθερου κώδικα της java, ήταν να παρακινήσει τους προγραμματιστές να χρησιμοποιήσουν java για την διεπαφή με 3D γραφικά.

Πολλοί τέλος είναι αυτοί που υποστηρίζουν πως το **Flash** της εταιρίας Adobe - η οποία πρόσφατα εξαγόρασε την εταιρία δημιουργό του Flash, Macromedia – μπορεί να αποτελέσει ένα διεθνές πρότυπο τρισδιάστατων δεδομένων μέσω Web, κυρίως λόγω της μεγάλης βάσης χρηστών που διαθέτει ανά τον κόσμο. Είναι γνωστό πως οι μηχανές αναπαραγωγής ταινιών Flash διατίθενται δωρεάν και είναι ήδη εγκατεστημένες στους περισσότερους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Αυτή η σπικκή όμως επιδέχεται έντονης κριτικής η οποία θα παρουσιαστεί και αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο.

Εικονική Πραγματικότητα

Η Εικονική Πραγματικότητα είναι μια νέα και πρωτοποριακή τεχνολογία που δίνει τη δυνατότητα, μέσα από τις εφαρμογές της, να βιώσουμε αφηρημένες έννοιες και ιδέες, να επισκεφτούμε χώρους που είναι απρόσιτοι ή δεν υπάρχουν πια και να εξετάσουμε αντικείμενα από διαφορετικές και πρωτόγνωρες οπτικές γωνίες.

Ως **εικονική πραγματικότητα** ορίζεται ένα τρισδιάστατο περιβάλλον προσομοίωσης σε υπολογιστή του οποίου η απεικόνιση γίνεται σε πραγματικό χρόνο και εξαρτάται από τη συμπεριφορά του χρήστη.

Αν και ο όρος της εικονικής πραγματικότητας είναι καινούριος για τους περισσότερους, οι ρίζες της χρονολογούνται από τα τέλη της δεκαετίας του πενήντα. Ήταν η εποχή που οι υπολογιστές ήταν ογκώδη μηχανήματα, κλεισμένα σε κλιματιζόμενα δωμάτια, με αποκλειστική εφαρμογή σε αριθμητικά προβλήματα. Ο Douglas Engelbart, ηλεκτρονικός και τεχνικός ραντάρ του ναυτικού ήταν ο άνθρωπος που διατύπωσε την ανάγκη για διεύρυνση της χρήσης των ηλεκτρονικών υπολογιστών και σε άλλες εφαρμογές. Σκέφτηκε να συνδεθούν οι υπολογιστές με μία οθόνη, ώστε να είναι δυνατή η απεικόνιση κάθε ψηφιακής πληροφορίας σε οθόνη. Η ιδέα αυτή αρχικά αμελήθηκε, όμως η εξέλιξη των υπολογιστών, είχε ως συνέπεια να αναζητηθεί τρόπος οπτικοποίησης των πληροφοριών. Έτσι είχαμε τα πρώτα computer graphics μέχρι να φτάσουμε σε αυτό που σήμερα ονομάζουμε **Virtual Reality (Εικονική Πραγματικότητα)**.

Κάποια γεγονότα που σημάδεψαν τις επόμενες δεκαετίες ήταν :

- Οι φόβοι για έναν πυρηνικό πόλεμο, ώθησαν τον αμερικανικό στρατό στην ανάπτυξη ραντάρ τα οποία να μπορούν να απεικονίζουν πληροφορίες με κατανοητό από τον άνθρωπο τρόπο. Είχαμε την πρώτη σε πραγματικό χρόνο απεικόνιση δεδομένων.
- Οι σχεδιαστές αεροσκαφών ζητούσαν τρόπους με τους οποίους οι υπολογιστές να μπορούν να απεικονίζουν δεδομένα πτήσης.
- Στις αρχές της δεκαετίας του εξήντα έγιναν προσπάθειες για εναλλακτικά μέσα του πληκτρολογίου ώστε οι υπολογιστές να

χρησιμοποιηθούν στη ζωγραφική. Αποτέλεσμα των προσπαθειών αυτών ήταν το **light pen** και το πρόγραμμα **Sketchpath** του Ivan Sutherland (1962).

- Το 1970 εμφανίζεται το πρώτο **mouse** (ποντίκι).
- Η αεροπορία πραγματοποιεί τις πρώτες προσπάθειες για προσομοίωση των συνθηκών πτήσεως που από την δεκαετία του ογδόντα με την εξέλιξη της πληροφορικής έχει σημειώσει τεράστια πρόοδο.
- Το 1976 με την ταινία **Star Wars** τα γραφικά υπολογιστών και κατά επέκταση η εικονική πραγματικότητα εισάγεται στον κινηματογράφο.
- Η δεκαετία του ογδόντα σημαδεύεται από την ταχύτερη διάδοση των βίντεο-παιχνιδιών.
- Ακολουθεί η **NASA** με την ανάπτυξη **Virtual Enviroments**.
- Τέλος την δεκαετία του ενενήντα εμφανίζονται εργαλεία εικονικής πραγματικότητας και η εικονική πραγματικότητα με την γνωστή μορφή της χρησιμοποιείται σαν μέσο διασκέδασης, επιστήμης κ.λ.π. Η εξέλιξη της πληροφορικής όλα αυτά τα χρόνια είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους της υλοποίησης τέτοιων εφαρμογών.

Τρισδιάστατο Web & Εικονική Πραγματικότητα

Η ιδέα της δημιουργίας ενός τρισδιάστατου interface (επιφάνεια αλληλεπίδρασης) για τον Παγκόσμιο Ιστό βασίστηκε στην μελέτη και την πολύχρονη εμπειρία σε θέματα εικονικής πραγματικότητας και δικτύωσης υπολογιστών, των Mark Pesce και Tony Parisi, όπου και την παρουσίασαν στην πρώτη διεθνή συνδιάσκεψη για το World Wide Web, που έγινε στη Γενεύη την άνοιξη του 1994. Στη διάσκεψη αυτή διαπιστώθηκε παράλληλα και η ανάγκη για τη δημιουργία μιας κοινής γλώσσας για την περιγραφή των τρισδιάστατων αντικειμένων. Η Virtual Reality Modeling Language ήταν η γλώσσα η οποία υποστήριζε ακριβώς αυτή την ιδέα διασύνδεσης του Παγκόσμιου Ιστού με τις τρεις διαστάσεις.

Με τον όρο **Web 3D** εννοούμε την δημιουργία / προσομοίωση και μετέπειτα παρουσίαση μέσω browser, συνεργασιακών τρισδιάστατων εικονικών περιβαλλόντων πραγματικού χρόνου. Ο χρήστης μπορεί να κινηθεί μέσα στον εικονικό κόσμο και να τον μεταβάλλει, μπορεί να αλληλεπιδράσει με τρισδιάστατα αντικείμενα που τον περιλαμβάνουν και έχουν προκαθορισμένες συμπεριφορές ή να μετακινηθεί μέσω υπερσυνδέσμων σε άλλες τοποθεσίες του εικονικού κόσμου ή ακόμα και σε άλλες τοποθεσίες του Παγκόσμιου Ιστού.

Καθίσταται σαφές λοιπόν πως μία Web 3D εφαρμογή μέσω ειδικών γλωσσών εμφωλεύει την Εικονική Πραγματικότητα στον Παγκόσμιο Ιστό.

Μετά τη σύλληψη της ιδέας για ένα τρισδιάστατο περιβάλλον στο WWW, η εξέλιξη αφορούσε στην εφαρμογή της. VRML browsers, εργαλεία δημιουργίας ιδεατών κόσμων και μετατροπείς αρχείων από δημοφιλή σχεδιαστικά προγράμματα (όπως το 3D Studio Max) σε format που υποστηρίζουν VRML αναπτύσσονταν συνεχώς. Στην κατεύθυνση αυτή συντέλεσε και η ευκολία σύνταξης της τυποποιημένης κατά ISO γλώσσας υλοποίησης του Web 3D, VRML, μέσω ενός απλού text editor (αντίστοιχα με την HTML) η οποία δημιουργούσε την δυνατότητα ανοιχτής υλοποίησης.

Η δημιουργία τρισδιάστατων κόσμων στο διαδίκτυο αφορά ένα τεράστιο πεδίο εφαρμογών της ανθρώπινης δραστηριότητας από την δημιουργία ηλεκτρονικών εκθέσεων μέσα στις οποίες ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να «περιηγηθεί» και να αλληλεπιδράσει με τα εκθέματά τους, μέχρι την διαφήμιση ή το e-commerce.

Μία αντίθετη όμως άποψη απέναντι στο τρισδιάστατο Web, μπορεί να ισχυριστεί ότι το ίδιο αποτέλεσμα (και ίσως καλύτερο αισθητικά) μπορεί να επιτευχθεί με μια απλή εικόνα ή ένα σχέδιο. Μπορεί δηλαδή σε μια WWW σελίδα να υπάρχει αποθηκευμένη μια εικόνα της γέφυρας Ρίου-Αντίρριου, διάφορα σημεία της οποίας είναι ενεργά (σύνδεσμοι) και να οδηγούν σε άλλες εικόνες ή σχετικό κείμενο. Η μεγάλη διαφορά όμως έγκειται στο γεγονός ότι μια VRML περιγραφή φτάνει (μέσω του Internet) στον browser του χρήστη ως ένα απλό ASCII αρχείο και στη συνέχεια ο browser αναλαμβάνει να κάνει το λεγόμενο rendering, δημιουργεί δηλαδή μια όψη (view) της σκηνής με βάση την ASCII περιγραφή. Αυτό σημαίνει ότι συνήθως χρειάζονται λιγότερα bytes για να περιγραφεί μια σκηνή. Το σημαντικότερο όμως είναι ότι ο browser

μπορεί να αναλάβει να δείξει την ίδια σκηνή και από μια διαφορετική οπτική γωνία. Έχει έτσι τη δυνατότητα ο χρήστης, ουσιαστικά να κινηθεί μέσα στη σκηνή.

Όπως προαναφέρθηκε, η ιδέα του τρισδιάστατου Web αντιμετωπίστηκε αρχικά με ιδιαίτερο σκεπτικισμό και για αρκετά χρόνια είχε παραγκωνιστεί ως ιδιαίτερα κοστοβόρα και δυσλειτουργική. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει κάποια σοβαρά βήματα προς την κατεύθυνση του τρισδιάστατου Web κυρίως μέσω της κοινοπραξίας Web 3D και της ανάπτυξης νέων σύγχρονων «επικοινωνιακών» προτύπων περιγραφής τρισδιάστατων κόσμων.

Virtual Reality Modeling Language

Μία γλώσσα δημιουργίας εικονικής πραγματικότητας είναι μια γλώσσα για την περιγραφή εικονικών κόσμων που είναι συνδεδεμένοι με το internet και διασυνδεδεμένοι με τον Παγκόσμιο Διαδίκτυο. Όλες οι απόψεις για την έκθεση κόσμων εικονικής πραγματικότητας και αλληλεπίδρασης με το Web μπορούν να καθοριστούν με την Virtual Reality Modeling Language (VRML).

Η VRML συμφωνά με το Web 3D Consortium είναι, *ένα ανοιχτό πρότυπο απεικόνισης για τρισδιάστατο περιεχόμενο και πολυχρηστικούς εικονικούς κόσμους στο Internet*. Πρόκειται για μία γλώσσα περιγραφής σκηνών (scene description language). Ένα αρχείο VRML καθορίζει και οργανώνει ένα VRML κόσμο. Αποτελεί την περιγραφή της γεωμετρίας και της συμπεριφοράς μιας τρισδιάστατης σκηνής ή αλλιώς ενός VRML εικονικού κόσμου, υπό μορφή κειμένου (ascii text). Η γλώσσα VRML έχει σχεδιαστεί για να ικανοποιεί τις ακόλουθες τρεις απαιτήσεις:

- ανεξαρτησία από υπολογιστικές πλατφόρμες,
- επεκτασιμότητα και
- δυνατότητα χρήσης συνδέσεων χαμηλής ταχύτητας.

Η γλώσσα σχηματισμού εικονικής πραγματικότητας χρησιμοποιείται με τον ίδιο τρόπο για να σχηματίζει τρισδιάστατους κόσμους στο παγκόσμιο δίκτυο όπως και η HTML χρησιμοποιείται για να σχηματίσει συγκεκριμένες σελίδες δικτύου. Τόσο VRML όσο και η HTML είναι γλώσσες γραπτού κειμένου ASCII και χρησιμοποιούν HTTP βοηθούς / φορείς. Το M στο VRML αρχικά σήμαινε

Markup άλλαξε όμως σύντομα σε Modeling (πλάσιμο - σχηματισμός) επειδή η γλώσσα δεν περιέχει ετικέτες για να μαρκάρει κοινές δομές όπως επικεφαλίδες και έμφαση στο κείμενο. Αντί αυτού, ως γλώσσα σχηματισμού περιέχει διάφορους κόμβους και τομείς για να περιγράψει πως ένα αντικείμενο αποδίδεται. Αντίστοιχα με την HTML, η VRML μπορεί να διαθέτει αλληλεπιδραστική συμπεριφορά (**interactive behaviours**) μέσω υπερσυνδέσμων με άλλα HTML ή VRML τεκμήρια.

Συγκρίνοντας την HTML με την VRML μπορεί να υποστηριχθεί ότι:

- Ενώ η HTML υποστήριζε απλά την χρήση raster εικόνων, η VRML δίνει την δυνατότητα χρήσης δυσδιάστατου αλλά και τρισδιάστατου περιεχομένου (συμπεριλαμβανομένων και raster εικόνων) αλλά υποστηρίζει και αλληλεπίδραση σε ένα δυσδιάστατο ή τρισδιάστατο πλαίσιο με το περιεχόμενο αυτό.
- Το **file format** της VRML έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να περιγράφει την μορφή του τρισδιάστατου περιεχομένου (μία σειρά από τρισδιάστατα γεωμετρικά μοντέλα), αλλά και την συμπεριφορά των μοντέλων αυτών που προκύπτει από την αλληλεπίδραση του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον.

Κάνοντας χρήση ενός VRML κόσμου προσφέρεται στο χρήστη η δυνατότητα:

- είτε να προηγείται ο ίδιος (στην πραγματικότητα μεταβάλλοντας την θέση της άποψής του) μέσα στο τρισδιάστατο περιβάλλοντα
- είτε να μεταβάλλει την θέση αντικειμένων σε ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον, κρατώντας όμως σταθερή την άποψη του προς το περιβάλλον αυτό.

Με τον τρόπο αυτό μπορεί ο χρήστης να παρατηρεί και να αντιλαμβάνεται αντικείμενα και φαινόμενα με έναν περισσότερο φυσιολογικό και «ενστικτώδη» τρόπο, εκμεταλλευόμενος τις αντιληπτικές και νοητικές ικανότητές του για πλοήγηση, χειρισμό αντικειμένων και κατανόηση φαινομένων που συμβαίνουν σε ένα τρισδιάστατο χωρικό πλαίσιο.

VRML Ιστορική Εξέλιξη

Στα πλαίσια του πρώτου παγκόσμιου συνεδρίου δικτύου τον Μάρτιο του 1994, που διεξήχθη στην Γενεύη, ο εμπνευστής και δημιουργός του Παγκόσμιου Ιστού, Tim Bernes Lee και ο David Raggett διοργάνωσαν μία σύνοδο που την ονόμασαν «**Virtual Reality Markup Languages and the World Wide Web**». Μετά και από παρότρυνση των Mark Pesce και Tony Parisi που λίγους μήνες νωρίτερα είχαν θέσει τα θεμέλια για την ανάπτυξη ενός τρισδιάστατου περιβάλλοντος χρήστη για το Web - μέσω του προγράμματος Labyrinth που είχαν αναπτύξει, τέθηκε το θέμα που αφορούσε την δημιουργία μιας κοινής γλώσσας για την περιγραφή των τρισδιάστατων αντικειμένων. Σκοπός της νέας γλώσσας ήταν ένα format που θα ήταν εύκολα «μεταφάσιμο» στο διαδίκτυο ακολουθώντας το παράδειγμα της HTML, καθιστώντας σαφές όμως πως η νέα γλώσσα δεν θα αποτελούσε μία επέκταση αυτής. Συμφωνήθηκε να υιοθετηθεί μία ήδη δοκιμασμένη λύση από τις υπάρχουσες τεχνολογίες ώστε να μη δημιουργηθεί μία νέα. Ύστερα από μεγάλη συζήτηση και ανταλλαγή επιχειρημάτων, επικράτησε το **Open Inventor ASCII File Format** της εταιρείας **Silicon Graphics**. Το συγκεκριμένο format υποστηρίζει πλήρη περιγραφή τρισδιάστατων σκηνών με πολυγωνικά rendered αντικείμενα, φωτισμό, διάφορα υλικά και ρεαλιστικά εφέ, και ένα υποσύνολό του μαζί με επεκτάσεις για την υποστήριξη δικτύων υπολογιστών αποτελεί τη βάση της νέας γλώσσας. Ο όρος που επικράτησε και χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα για να περιγράψει τη γλώσσα αυτή είναι **VRML**, από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων **Virtual Reality Modeling Language** που τονίζουν τη γραφική φύση της σε αντίθεση με την HTML.

Τον επόμενο Απρίλιο, η **VRML 1.0** παρουσιάστηκε επίσημα στον κόσμο και αμέσως μετά δημιουργήθηκε το προσχέδιο για το **VRML 1.1** για να διευκρινίσει κάποιες από τις ασάφειες στο 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 υπερσυνδέσμων¹.

Το πρώτο συμπόσιο VRML έγινε στο San Diego τον Δεκέμβριο του 1995, σύνεδροι και εταιρίες από όλο τον κόσμο συγκεντρώθηκαν παρουσιάζοντας συγκεκριμένες προτάσεις για το πως η VRML θα έπρεπε να εξελιχθεί, καθορίζοντας ουσιαστικά το σχέδιο **VRML 2.0**. Από τις έξι προτάσεις που παρουσιάστηκαν στα πλαίσια του συμποσίου, η πρόταση «**Κινούμενοι Κόσμοι**» από την Silicon graphics σε συνεργασία με τις εταιρίες **Sony** και **Mitra** κατέληξε σε ισχυρή ομοφωνία. Το πρώτο, δεύτερο και τρίτο προσχέδιο VRML2.0 δημοσιεύτηκαν τον Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο αντίστοιχα και την 4^η Αυγούστου 1996, το **VRML2.0** τελειοποιήθηκε. Η **VRML 2.0**, 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**, χάρη τον κόμβο *Script*. Επίσης η γραμματική της γλώσσας εξελίχθηκε ακολουθώντας ένα καλύτερο προγραμματιστικό μοντέλο, το οποίο επέτρεπε πιο συμπαγή και κατανοητό κώδικα.

Η επόμενη έκδοση της VRML ήταν η **VRML97**, η οποία είναι διεθνές πρότυπο (ISO/IEC 14772:1997). Η βασική διαφορά από την προηγούμενη έκδοση είναι η εισαγωγή ενός **API**, του **EAI²** (**External Authoring Interface**), το οποίο επιτρέπει σε εξωτερικές εφαρμογές προγραμματιστική πρόσβαση στα στοιχεία του εικονικού κόσμου. Το API περιγράφεται στα πλαίσια της

1 Η κύρια χρήση της VRML 1.0 ήταν εικονικά δικτυακά μουσεία. Για το λόγο αυτό αποδόθηκε στο ακρώνυμό της η εξήγηση "Virtual Reality Museum Language".

2 Το EAI έχει υλοποιηθεί σε JAVA. Η Java, όμως, είναι μία πλήρης γλώσσα προγραμματισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μετάδοση δεδομένων μέσω δικτύου. Έτσι, αν συνδυαστούν οι δυνατότητες που προσφέρουν οι Java, EAI και VRML μπορεί να αναπτυχθεί μία πληθώρα εφαρμογών που βασίζονται στην μετάδοση και εικονοποίηση 3D γραφικών. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα εφαρμογών που δημιουργούνται με Java, EAI και VRML είναι η δυνατότητα που προσφέρει κάθε μία από τις προηγούμενες προγραμματιστικές γλώσσες (άρα και όλες μαζί συνδυαζόμενες) να λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο σε όλες τις πλατφόρμες υπολογιστών μια και όλες οι χρησιμοποιούμενες κλάσεις που απαιτούνται για την μετάφραση βρίσκονται στον html browser.

γλώσσας IDL, οπότε η σύνδεση κόσμου - εφαρμογής 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.

Από την επικύρωση της, από τον διεθνή οργανισμό τυποποίησης το 1997, η VRML δεν κατάφερε να σημειώσει σημαντική πρόοδο όσο αναφορά την κτήση ενός ευρύτερου πεδίου χρήσης και μίας μεγάλης βάσης χρηστών. Μολονότι της μεγάλης εφαρμογής που γνώρισε στην αγορά των **Computer - Aided Design (CAD)** συστημάτων, αλλά και στον στρατό - όπου η σταθερότητα ενός ανοικτού προτύπου σχεδόν επιβάλλεται - η VRML αποδείχτηκε μία «βαριά» και ιδιαίτερα απαιτητική εφαρμογή και ως εκ τούτου δεν κατάφερε να αποτελέσει την γενική τάση για δημοφιλή καταναλωτικές εφαρμογές όπως τα παιχνίδια υπολογιστών και το e-commerce.

Μετά την σταδιακή απαξίωση που γνώρισε το παρωχημένο πλέον τεχνολογικά πρότυπο VRML 97 το Web 3D Consortium προσανατολίστηκε στην έκδοση ενός νέου προτύπου που θα αποτελούσε ουσιαστικά την μετεξέλιξη του VRML. Μετά από αρκετά χρόνια έρευνας και προσπαθειών το Web 3D Consortium παρουσίασε τελικά στο συνέδριο που διοργάνωσε τον Φεβρουάριο του 2002 στην Αριζόνα, το πρώτο δείγμα δουλειάς που αφορούσε το **Extensible 3D** πρότυπο, το οποίο και θα παρουσιαστεί αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο (βλέπε Κεφάλαιο 3).

VRML Browsers

Το σύστημα ανάγνωσης VRML (browser) είναι η είσοδος μας στο κυβερνοχώρο για να επιθεωρούμε τρισδιάστατους κόσμους. Αν και δουλεύει περίπου με τον ίδιο τρόπο όπως ένας τυπικός φυλλομετρητής (browser) δικτύου, η πλοήγησή του είναι λίγο πιο περίπλοκη. Η ταχύτητα και η απεικόνιση των τρισδιάστατων κόσμων καθορίζεται από τον εκάστοτε χρησιμοποιούμενο φυλλομετρητή VRML. Σε αυτή την ενότητα θα εξετάσουμε πως λειτουργεί ένας VRML φυλλομετρητής και πως να μπορεί κανείς να δουλεύει με ένα τυπικό φυλλομετρητή δικτύου.

VRML και **Web, browsers** είναι παρόμοια εννοιολογικά και δουλεύουν μαζί αρμονικά. Τα VRML αρχεία τελειώνουν σε «.wrl» από την λέξη **world** που σημαίνει κόσμος. Επειδή καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο, όπως τα αρχεία βίντεο, μερικές φορές λαμβάνονται από το μηχάνημα του χρήστη σε συμπιεσμένη μορφή όπου στη συνέχεια ο χρήστης μπορεί να τα δει τοπικά. Ο τύπος **MIME** (Multiple Internet Mail Extension) για αρχεία VRML καθορίζεται ως x-world / x-vrml (Ο κύριος τύπος MIME για περιγραφές τρισδιάστατων κόσμων είναι x-world και ο τύπος MIME για κείμενα VRML είναι x-vrml). Web και VRML browsers επικοινωνούν έτσι ώστε όταν ένας σύνδεσμος επιλέγεται σε ένα HTML αρχείο σε ένα συνηθισμένο browser, ο browser αναγνωρίζει το είδος **MIME** και περνά το **VRML** αρχείο ή **URL** στο VRML browser. Αντιστρόφως ένας **HTML** σύνδεσμος που επιλέγεται από έναν εικονικό κόσμο έχει σαν αποτέλεσμα να περαστεί στο **Web browser**.

Όταν ένας Web browser ακολουθεί ένα σύνδεσμο, ανακτά ένα αρχείο από το παγκόσμιο ιστό και αναζητά τον τύπο περιεχομένου του αρχείου ο οποίος περιγράφει την πληροφορία που βρίσκεται στο αρχείο αυτό. Για να απεικονίσει διαφόρους τύπους περιεχομένου τότε ο browser μεταφέρει την πληροφορία σε μία υποβοηθητική εφαρμογή η οποία λειτουργεί σαν ένα **Plug-in** στον browser. Συνεπώς για να μπορέσει να δει κανείς ένα αρχείο VRML χρειάζεται να χρησιμοποιήσει το αντίστοιχο VRML Plug-in, εγκατεστημένο και συσχετισμένο με τον Web browser του.

Όταν ο browser διαβάζει ένα .wrl αρχείο, τότε χτίζει τον κόσμο αυτόν που περιγράφεται στο αρχείο, δηλαδή τα τρισδιάστατα σχήματα, τη θέση τους στον τρισδιάστατο χώρο, το χρώμα και το υλικό επιφανείας τους κλπ. Καθώς ο χρήστης κινείται μέσα στον εικονικό χώρο, ο browser απεικονίζει τον κόσμο σε συχνότητα αρκετές φορές το δευτερόλεπτο (frame rate).

Περιγραφή της Γλώσσας VRML

Σε αυτήν την ενότητα θα εξεταστούν :

- Ορισμός της γλώσσας
- Πεδία
- Κόμβοι
- Σύστημα συντεταγμένων
- Άλλα στοιχεία της γλώσσας
- Διαγράμματα Venn

Ορισμός της γλώσσας

Τα αρχεία VRML μπορεί να περιλαμβάνουν τα εξής στοιχεία:

- *VRML επικεφαλίδα (header)*
- *Σχόλια (comments)*
- *Nodes* (κόμβους) που αποτελούν το βασικότερο ίσως συστατικό
- *Fields* και *field values*
- *Defined* (προκαθορισμένα) ονόματα *nodes* (κόμβων)
- *Used* (χρησιμοποιημένα) ονόματα *nodes* (κόμβων)

Μόνο η VRML επικεφαλίδα είναι απολύτως απαραίτητη για ένα VRML αρχείο. Για να είναι δυνατόν όμως ο browser να οπτικοποιεί κάποιο τρισδιάστατο περιεχόμενο όταν εκτελεί το αρχείο αυτό, πρέπει το αρχείο να περιέχει και ένα τουλάχιστον τρισδιάστατο σχήμα (*shape*).

Οι browsers αγνοούν τα κενά, τα κόμματα, τα tabs και τις κενές γραμμές, αλλά λαμβάνουν υπόψη την διαφορά μεταξύ κεφαλαίων και μικρών χαρακτήρων. Η πρώτη γραμμή ενός VRML97 αρχείου, δηλαδή η VRML επικεφαλίδα, είναι η εξής:

```
#VRML V2.0 utf8
```

Αυτό σημαίνει ότι το αρχείο αυτό είναι ένα VRML αρχείο, συμβατό με την έκδοση 2.0 των επίσημων προδιαγραφών (*specification*) της VRML και χρησιμοποιεί το διεθνές UTF-8 character set, δηλαδή UCS (Universal

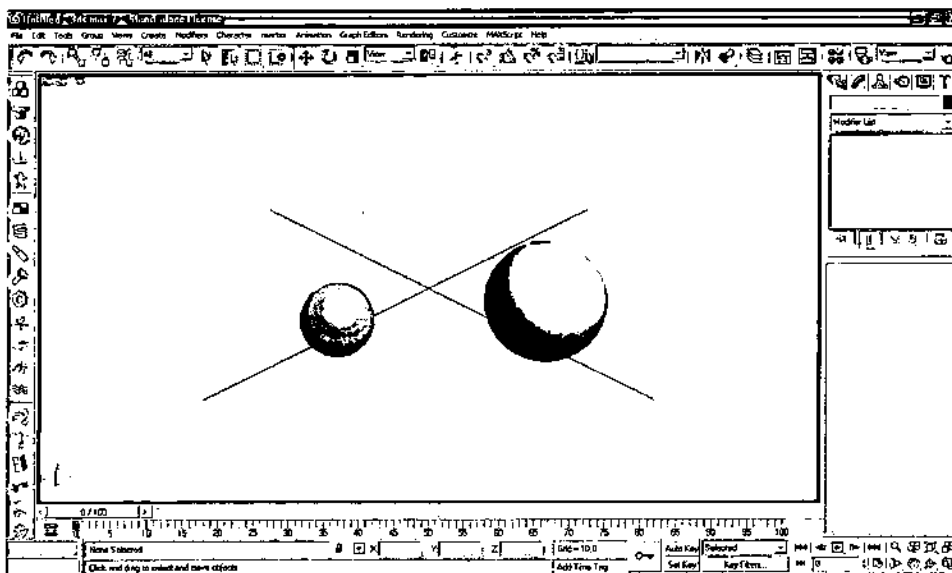
character set) Transform Format. Η πρώτη γραμμή ενός αρχείου VRML 1.0 αρχείου αρχίζει από:

#VRML V1.0 ascii

Αρκετοί αλλά όχι όλοι οι VRML97 Browsers διαβάζουν και αποδίδουν VRML 1.0 αρχεία. Κανένας όμως VRML 1.0 Browser δεν μπορεί να διαβάσει και να αποδώσει σωστά VRML97 αρχεία.

Πεδία (Fields)

Τα πεδία βοηθούν στη παραμετροποίηση των κόμβων και προσδίδουν διαφορετικά οπτικά χαρακτηριστικά. Έτσι για παράδειγμα δυο ίδιοι κόμβοι-σχήματος θα έχουν διαφορετικό οπτικό αποτέλεσμα αν μεταβληθούν τα πεδία τους με διαφορετική ακτίνα.



Εικόνα 1 : Σχεδιασμός δυο κόμβων σφαίρας με διαφορετική ακτίνα.

Στην Εικόνα 1 παρατηρούμε δυο ίδιους κόμβους-σχήματος, σφαίρες, οι οποίες έχουν διαφορετικό οπτικό αποτέλεσμα λόγω διαφορετικών τιμών στα πεδία τους. Η λευκή σφαίρα έχει ακτίνα 9,26 ενώ η μπλε σφαίρα 15,82.

Τα πεδία κάθε τύπου κόμβου κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες, αναλόγως με τη λειτουργία τους σε σχέση με το μηχανισμό δυναμικού χειρισμού του κόσμου (ο οποίος και θα αναλυθεί παρακάτω). Τα πεδία που ορίζουν σταθερές ιδιότητες του κόμβου, δηλαδή ιδιότητες που τίθενται κατά την ανάγνωση της περιγραφής του κόσμου και δεν αλλάζουν έκτοτε, δηλώνονται ως «**field**». Τα πεδία που λειτουργούν ως είσοδοι και αυτά που λειτουργούν ως έξοδοι πληροφοριών δηλώνονται αντίστοιχα ως «**eventIn**» και «**eventOut**». Υπάρχουν και πεδία τα οποία συνδυάζουν τις τρεις προηγούμενες δυνατότητες και δηλώνονται ως «**exposedField**».

Κόμβοι (Nodes)

Θεωρητικά, τα αντικείμενα μπορούν να περιέχουν οτιδήποτε, τρισδιάστατη γεωμετρία, **MIDI** πληροφορίες, εικόνες **JPEG**. Η VRML καθορίζει μια ομάδα αντικειμένων χρησιμών για τρισδιάστατα γραφικά. Αυτά τα αντικείμενα ονομάζονται **κόμβοι**. Οι κόμβοι διευθετούνται σε ιεραρχικές δομές που ονομάζονται **γραφήματα εικόνων**. Τα **γραφήματα εικόνων** είναι κάτι περισσότερο από μία συλλογή κόμβων. Τα γραφήματα εικόνων καθορίζουν μία σειρά για τους κόμβους. Το γράφημα εικόνων εκφράζει την εξής αντίληψη: *οι κόμβοι που είναι νωρίτερα στην εικόνα, μπορούν να επηρεάσουν τους κόμβους που εμφανίζονται αργότερα. Για παράδειγμα, μία περιστροφή ή ένας κόμβος, θα επηρεάσουν τους κόμβους που είναι επόμενοι χρονικά στην εικόνα.*

Η VRML καθορίζει αρκετές διαφορετικές τάξεις κόμβων. Οι περισσότεροι κόμβοι μπορούν να ταξινομηθούν σε μία από τις τρεις κατηγορίες, **σχήμα**, **ιδιότητες** και **ομάδα**. Οι **κόμβοι σχήματος** καθορίζουν την γεωμετρία μέσα στην εικόνα. Βασικά, είναι οι μόνοι κόμβοι που μπορούν να σχεδιάσουν οτιδήποτε. Οι **κόμβοι ιδιοτήτων** επηρεάζουν τον τρόπο που σχεδιάζονται τα σχήματα. Οι **κόμβοι ομαδοποίησης** συγκεντρώνουν τους άλλους κόμβους μαζί, επιτρέποντας στις συλλογές των κόμβων να συμπεριφέρονται σαν ένα ενιαίο αντικείμενο. Μερικοί κόμβοι ομαδοποίησης επίσης ελέγχουν αν σχεδιάζονται ή όχι τα παιδιά τους. Οι κόμβοι μπορούν να περιέχουν μηδέν ή περισσότερα πεδία. Κάθε τύπος κόμβου καθορίζει τον τύπο, το όνομα και την προκαθορισμένη τιμή για κάθε πεδίο του. Η προκαθορισμένη τιμή για

το πεδίο χρησιμοποιείται όταν η τιμή για το πεδίο δεν καθορίζεται μέσα στο αρχείο VRML. Η σειρά με την οποία διαβάζονται τα πεδία ενός κόμβου δεν έχει σημασία. Για παράδειγμα, «cube {πλάτος 2 ύψος 4 βάθος 6}» και το «cube {ύψος 4 βάθος 6 πλάτος 2}» είναι ίδια.

Κάθε κόμβος έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- **Τι είδους αντικείμενο είναι (shape-σχήμα).** Ένας κόμβος μπορεί να είναι ένας κύβος, μία σφαίρα, ένας χάρτης δομών, ένας μετασχηματισμός κ.τ.λ. Ένα *τριδιάστατο σχήμα (shape)* ενός VRML κόσμου περιγράφεται από την γεωμετρία και από το υλικό της επιφανείας του:
 - a) **Geometry (Γεωμετρία):** η VRML υποστηρίζει πρωτογενή γεωμετρικά σχήματα και άλλες μεθόδους δημιουργίας σχημάτων. Χρησιμοποιώντας αυτά τα απλά σχήματα χτίζουμε άλλα περισσότερο πολύπλοκα.
 - b) **Appearance (Εμφάνιση):** δηλαδή μία περιγραφή του χρώματος, της επιφανειακής υφής (texture) και των υπολοίπων ιδιοτήτων της οπτικής του εμφάνισης.
- **Κόμβοι του ίδιου τύπου διαχωρίζονται με παραμέτρους (fields-πεδία).** Για παράδειγμα, κάθε σφαίρα - κόμβος μπορεί να έχει διαφορετική ακτίνα, και διαφορετικοί κόμβοι του χάρτη δομών θα περιέχουν φυσικά διαφορετικές εικόνες. Αυτές οι παράμετροι καλούνται πεδία. Ένας κόμβος μπορεί να έχει μηδέν ή περισσότερα πεδία.
- **Ο κόμβος προσδιορίζεται από ένα όνομα (name-όνομα).** Το να μπορούμε να ονομάσουμε τους κόμβους και ν' αναφερόμαστε σε αυτούς είναι πολύ ισχυρό εργαλείο. Επιτρέπει σε ένα άτομο που δημιουργεί τις εικόνες να δώσει υποδείξεις σε αυτούς που χρησιμοποιούν την εικόνα για το τι είναι μέσα στην εικόνα, και δημιουργεί δυνατότητες για πολύ ισχυρή επέκταση των εγγραφών. Οι κόμβοι δεν χρειάζεται να έχουν όνομα, αν όμως έχουν, αυτό θα πρέπει να είναι μόνο ένα. Παρόλα αυτά, τα ονόματα δεν χρειάζεται να

είναι μοναδικά, πολλοί διαφορετικοί κόμβοι μπορεί να έχουν πάρει το ίδιο όνομα.

- **Κόμβοι παιδιά (children).** Η ιεραρχία των αντικειμένων εφαρμόζεται με το να επιτρέπεται σε ορισμένους τύπους κόμβων να περιέχουν άλλους κόμβους. Οι κόμβοι γονείς αναπτύσσουν τα παιδιά τους στο επιθυμητό σημείο κατά την διάρκεια της εκτέλεσης. Οι κόμβοι οι οποίοι μπορεί να έχουν παιδιά αναφέρονται σαν ομάδες κόμβων. Οι ομάδες κόμβων μπορεί να έχουν μηδέν ή περισσότερα παιδιά.

Ορίζοντας και χρησιμοποιώντας ονόματα κόμβων

Ένας κόμβος (node) συνήθως περιλαμβάνει:

- Τον τύπο του κόμβου
- Ένα ζευγάρι αγκύλες { }
- Ένα αριθμό πεδίων (fields) τα οποία είναι προαιρετικά, και οι αξίες των οποίων προσδιορίζουν τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του κόμβου.

```
π.χ. Cylinder {
    height 4.0
    radius 6.0
}
```

Το παραπάνω παράδειγμα περιέχει δύο **πεδία** (fields):

```
    height 4.0
    radius 6.0
```

τα οποία προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά του κόμβου. Οι τιμές των πεδίων (field values) καθορίζουν τις ιδιότητες των πεδίων αυτών όπως το χρώμα, μέγεθος, θέση.

Επίσης μπορούμε να ορίσουμε έναν καινούργιο κόμβο μέσω της εντολής **(DEFINE)**, δίνοντάς του έτσι και ένα όνομα το οποίο είναι και μοναδικό για το node αυτό στον συγκεκριμένο VRML κόσμο. Αφού ορισθεί και περιγράψει ένας τέτοιος κόμβος, μπορεί αργότερα να χρησιμοποιηθεί όσες φορές χρειασθεί στο ίδιο αρχείο. Μπορούμε, για παράδειγμα, να ορίσουμε ένα αντικείμενο (μία ρόδα ενός αυτοκινήτου) σαν ένα κόμβο και στο ίδιο αρχείο να

την ξαναχρησιμοποιήσουμε άλλες τρεις φορές σαν **instance** (εκδοχή) του αρχικού κόμβου.

π.χ.: **DEF** *node-name* *node-type*

Για να χρησιμοποιήσουμε αυτό το node πρέπει να γράψουμε:

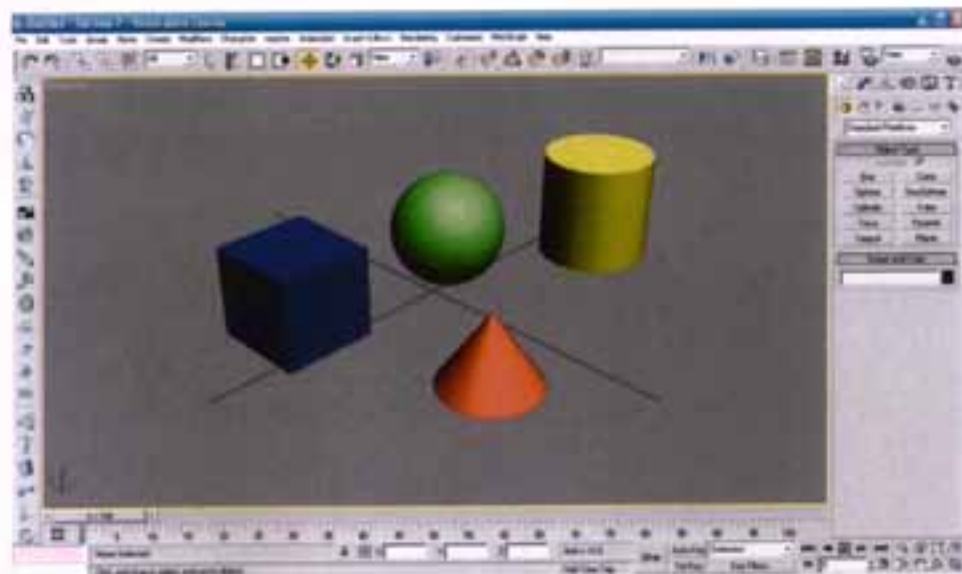
USE *node-name*

Με αυτό τον τρόπο όταν αλλαχτεί η περιγραφή του αρχικού κόμβου τότε μεταβάλλονται αντίστοιχα και οι εκδοχές του κόμβου αυτού.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι τριάντα έξι κόμβοι ομαδοποιημένοι κατά τύπο:

- Η **πρώτη ομάδα** είναι οι **κόμβοι σχήματος**. Αυτοί που καθορίζουν την γεωμετρία: ASCIIText, Cone, Cube, Cylinder, Sphere, IndexedFaceSet, IndexedLineSet, PointSet.

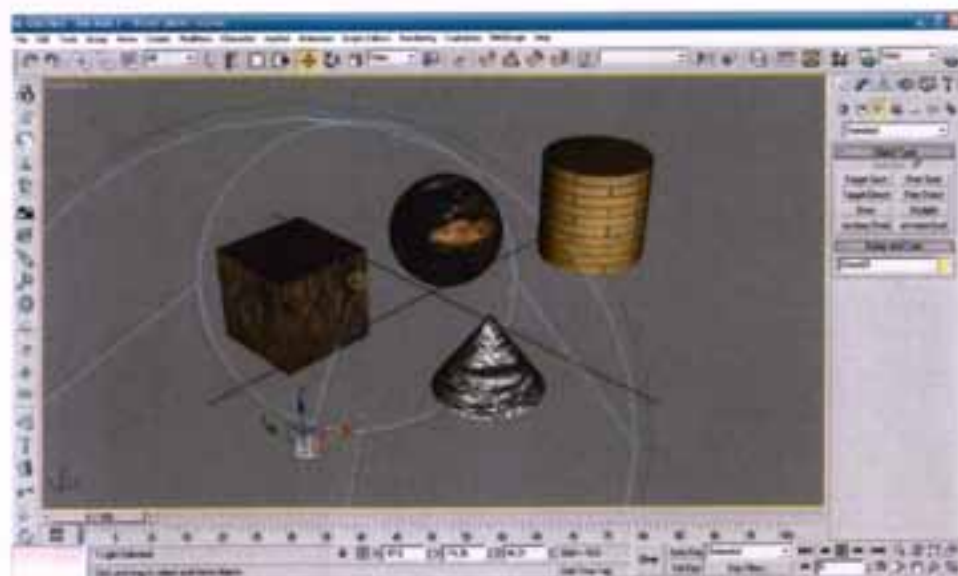
Στην Εικόνα 2 βλέπουμε τα τέσσερα βασικά γεωμετρικά σχήματα (κύβος, σφαίρα, κύλινδρος και κώνος) τα οποία και αποτελούν τα «δομικά» στοιχεία της VRML. Το κάθε σχήμα μεμονωμένα αποτελεί και ένα κόμβο σχήματος.



Εικόνα 2: Σχεδιασμός των τεσσάρων βασικών κόμβων-σχήματος.

- Η **δεύτερη ομάδα** είναι οι **ιδιότητες**. Αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν περισσότερο σε ιδιότητες γεωμετρίας και εμφάνισης, μήτρων ή μετασχηματισμού, και κάμερας και φωτισμού: Coordinate3, FontStyle, Info, LOD, Material, MaterialBinding, Normal, NormalBinding, Texture2, Texture2Transform, TextureCoordinate2, ShapeHints, MatrixTransform, Rotation, Scale, Transform, Translation, OrthographicCamera, PerspectiveCamera, DirectionalLight, PointLight, SpotLight.

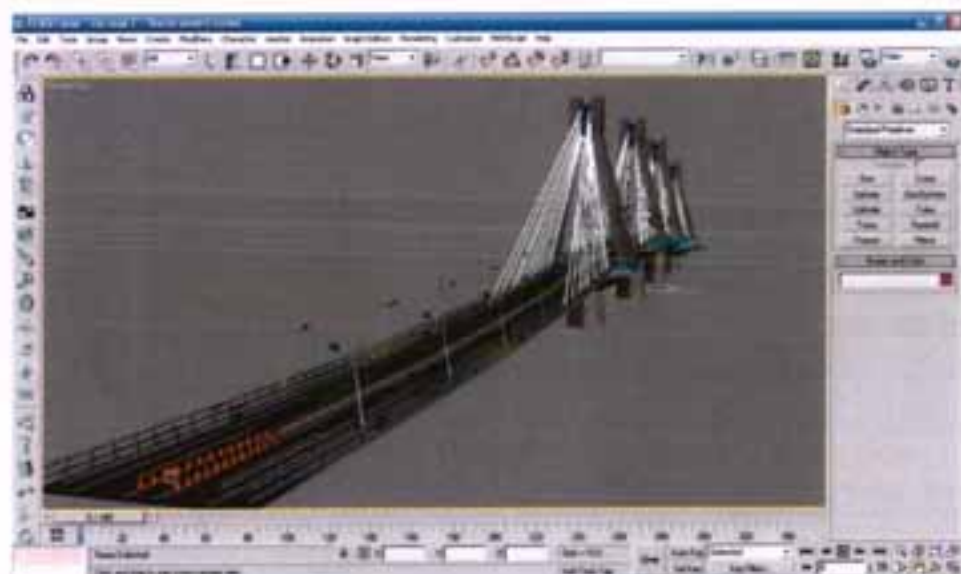
Στην Εικόνα 3 παρατηρούμε τους ίδιους κόμβους σχήματος με την Εικόνα 2, με τη διαφορά ότι στη σκηνή έχει χρησιμοποιηθεί φωτισμός (και συγκεκριμένα Directional Light) και η μέθοδος υφάνσεων (texture mapping). Φωτισμός και texture mapping προσδίδουν κάποια χαρακτηριστικά γνωρίσματα-ιδιότητες στα αντικείμενα και αποτελούν τους κόμβους ιδιοτήτων.



Εικόνα 3: Προσδίδοντας ιδιότητες στη σκηνή.

- Οι **τύποι ομαδοποίησης**: Group, Separator, Switch, TransformSeparator, WWWAnchor.

Οι κόμβοι αυτοί μπορούν να συγκεντρωθούν και να ενοποιηθούν σε ομάδες για την δημιουργία άλλων πιο συνθέτων σχημάτων, κάνοντας χρήση του κόμβου: **group**. Ακολουθώντας την ιεραρχική δομή του VRML, ο κόμβος κάτω από τον οποίο ομαδοποιούνται τα σχήματα ενός group λέγεται **parent node** και τα σχήματα τα οποία απαρτίζουν αυτό το group λέγονται παιδιά (**children**) του **node**. Κάτω από κάθε ένα από αυτά τα παιδιά μπορεί να υπάρχουν και άλλες ομάδες σχημάτων, σαν παιδιά των παιδιών, όπου το κατώτερο την ιεραρχία group είναι **nested** (εμφωλιασμένο) μέσα στο ανώτερο την ιεραρχία.



Εικόνα 4: Σχεδιασμός γέφυρας Ρίου-Αντίρριου

Στην Εικόνα 4 βλέπουμε τη γέφυρα Ρίου-Αντίρριου η οποία και αποτελεί πρακτική εφαρμογή της παρούσας πτυχιακής. Η γέφυρα αποτελεί ένα ομαδοποιημένο αντικείμενο από επιμέρους μικρότερα ομαδοποιημένα αντικείμενα, τα οποία απαρτίζονται από κόμβους σχημάτων και ιδιοτήτων.

- Ο κόμβος **WWWInline** που δεν ανήκει σε καμία κατηγορία. Αποτελεί από μόνος του την ομάδα **WWWInline**. Ο κόμβος αυτός φορτώνει

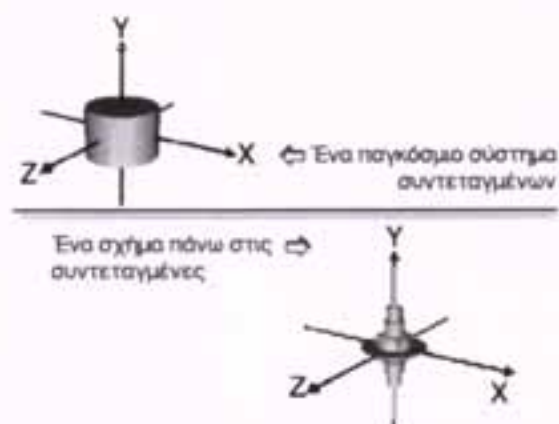
έναν άλλο εικονικό κόσμο μέσα σ' αυτόν τον οποίο βρισκόμαστε και λειτουργεί ως υπερενδεδειγμένος.

Ένα ρεαλιστικό αποτέλεσμα ενός τρισδιάστατου κόσμου οφείλεται στο συνδυασμό όλων των παραπάνω κόμβων που μόλις προαναφέρθηκαν καθώς και στην ικανότητα του σχεδιαστή. Ένα τέτοιο αποτέλεσμα μπορούμε να έχουμε στην Εικόνα 5 που ακολουθεί.



Εικόνα 5: Σχεδιασμός γέφυρας Ρίου-Αντίρριου με χρήση βασικών σχημάτων, φωτισμού, κάμερας και textures

Σύστημα Συντεταγμένων



Εικόνα 6: Άξονας συντεταγμένων τριών διαστάσεων (x, y, z)

Η VRML χρησιμοποιεί ένα καρτεσιανό, δεξιόστροφο, τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων. Γενικά, τα αντικείμενα προβάλλονται πάνω σε μια δυσδιάστατη συσκευή προς την κατεύθυνση του θετικού άξονα **Z**, με τον θετικό άξονα **X** στα δεξιά και τον θετικό άξονα **Y** επάνω. Μια κάμερα ή ένας μετασχηματισμός μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μεταβάλλουμε αυτή την ελλiptή προβολή. Η μονάδα μέτρησης που έχει καθοριστεί για τα μήκη και τις αποστάσεις είναι τα μέτρα. Η μονάδα μέτρησης για τις γωνίες είναι τα ακτίνια.

Σε ένα VRML αρχείο μπορεί κανείς να δημιουργήσει πολλαπλά συστήματα συντεταγμένων. Όταν προσδιορίζεται ένα καινούργιο σύστημα (x,y,z), ορίζεται και η μετάθεσή του στον τρισδιάστατο χώρο σε σχέση με το σημείο (0,0,0) ενός άλλου συστήματος (x,y,z). Τότε λέμε ότι το πρώτο σύστημα (x,y,z) είναι παιδί (child coordinate system) το οποίο είναι εμφωλιασμένο μέσα στο parent σύστημα συντεταγμένων (x,y,z). Συνεπώς, κάθε νέο σύστημα συντεταγμένων δημιουργείται μέσω του κόμβου **transform** και της μετάθεσης που η χρήση του συνεπάγεται σε σχέση με το αμέσως ανώτερο την ιεραρχία (parent) σύστημα συντεταγμένων. Το υψηλότερο την ιεραρχία σύστημα συντεταγμένων είναι το λεγόμενο *root coordinate system* (world coordinate system), είναι μοναδικό για αυτό το VRML αρχείο και εμπεριέχει οποιοδήποτε αντικείμενο υπάρχει στον κόσμο αυτό.

Αφού προσδιορισθεί κάποιο καινούργιο σύστημα συντεταγμένων χρησιμοποιώντας τον κόμβο **transform**, οποιοδήποτε νέο σχήμα περιγράφεται και περιέχεται σε αυτό το σύστημα συντεταγμένων τοποθετείται στο σημείο (0,0,0) του καινούργιου αυτού συστήματος. Χρησιμοποιώντας το πεδίο **translation** του κόμβου του συστήματος αυτού μπορούμε να μεταβάλλουμε την θέση του ή να περιστρέψουμε ολόκληρο το σύνολο των αντικειμένων που εμπεριέχονται στο σύστημα αυτό. Ακόμα, αν κινήσουμε με *animation* την τιμή του πεδίου *translation*, τα αντικείμενα αυτά θα ακολουθήσουν την σταδιακή μετατόπιση του συστήματος συντεταγμένων στο χώρο. Ο τρόπος με τον οποίο τοποθετούνται τα αντικείμενα μέσα σε ένα σύστημα συντεταγμένων είναι ανεξάρτητος από την θέση και τον προσανατολισμό του συστήματος αυτού σε σχέση με το parent σύστημά του. Αυτό το στοιχείο είναι ένα από τα πλέον σημαντικά χαρακτηριστικά της VRML. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να δημιουργηθεί ένα σύνολο από αντικείμενα και αργότερα να κινηθεί (μεταφορά ή και περιστροφή) η ομάδα σχημάτων του συνόλου αυτού, ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα group, μέσα στον συνολικό κόσμο του VRML αρχείου.

Άλλα Στοιχεία της Γλωσσάς

Τα αρχεία VRML μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν τα εξής στοιχεία:

- *Routes*
- *interpolators, sensors, scripts*
- *Prototypes*

Στη διαδικασία χειρισμού ενός εικονικού μοντέλου, το οποίο περιγράφεται σε γλώσσα VRML, 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 τους κόμβους (**nodes**), οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους δεντρικά, με σχέσεις γονέα-παιδιού (**parent-children**). Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω 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 πηγή, 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 ενωποιημένη. 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 είναι ευκολότερη και γρηγορότερη.

Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε κι άλλους μηχανισμούς δυναμικού χειρισμού ενός εικονικού περιβάλλοντος όπως:

- **interpolators (κόμβοι παρεμβολής):** Αποτελούν κόμβους οι οποίοι υπολογίζουν τις ενδιάμεσες τιμές σε ένα animation. Παραδείγματος χάριν ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια σφαίρα δεδομένου όγκου στο χρόνο 0 sec και στα 5 sec θέλουμε να έχει μεγαλώσει. Για να μας δείξει ο player μας τη διαδοχική μεγέθυνση της σφαίρας στον ενδιάμεσο χρόνο μεταξύ 0 και 5 sec, παρεμβάλλονται οι συγκεκριμένοι κόμβοι για να κάνουν αυτούς τους υπολογισμούς «μεγιστοποίησης».
- **sensors (κόμβοι αισθητήρων):** Είναι κόμβοι που εφαρμόζονται πάνω σε άλλους κόμβους π.χ σχήματος και προσδίδουν κάποια δυναμικά χαρακτηριστικά (π.χ κίνηση, αλλαγή χρώματος κά) πλησιάζοντας ή ακουμπώντας σε αυτούς.
- **scripts:** Ο τύπος κόμβου Script είναι πολύ σημαντικός γιατί επιτρέπει την εκτέλεση προγραμμάτων ορισμένων από το συγγραφέα του εικονικού κόσμου. Είναι αντίστοιχο με το tag script της HTML. Χωρίς αυτόν η όποια δυναμική συμπεριφορά του εικονικού κόσμου θα περιοριζόταν από τη λογική των προτυποποιημένων κόμβων, δηλαδή στους κόμβους αισθητήρες (συμπεριλαμβανομένου και του TimeSensor) και στους κόμβους παρεμβολής.

Ο κόμβος Script προσφέρει τη δυνατότητα να εκτελεστούν προγράμματα γραμμένα σε οποιαδήποτε γλώσσα υποστηρίζει ο VRML browser. Κατ' ελάχιστον υποστηρίζεται η JavaScript (ή πιο σωστά η γλώσσα ECMAScript) και η Java.

Prototypes

Η VRML διαθέτει ένα μηχανισμό επέκτασης του συνόλου των κόμβων που υποστηρίζει: τα **prototypes** και **external prototypes**. Έτσι δίνεται η δυνατότητα να οριστούν νέοι τύποι κόμβων και να χρησιμοποιηθούν όπως οι πρότυποι.

Αν τώρα θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε ένα πρότυπο σχήμα από ένα VRML αρχείο σε ένα άλλο, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο μηχανισμός των **external prototypes** για να γίνει η «αναφορά».

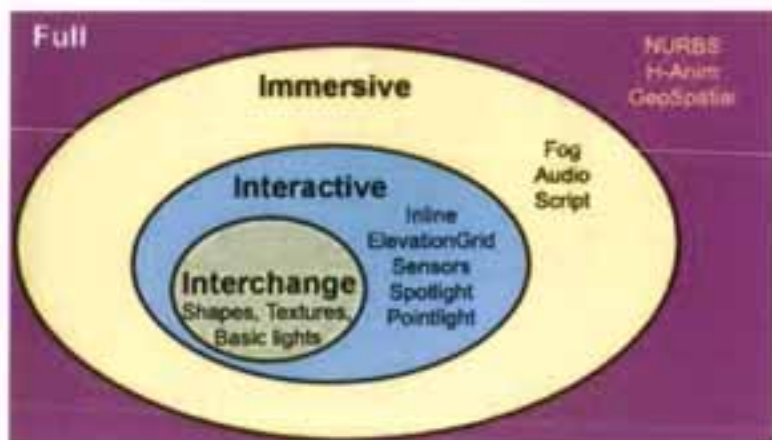
Κατά κάποιο τρόπο μπορεί να ειπωθεί, ότι τα **prototypes** λειτουργούν σα μία «τράπεζα σχημάτων-ιδιοτήτων» που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανά πασά στιγμή σε οποιοδήποτε VRML αρχείο χωρίς να χρειαστεί ο επανασχεδιασμός τους.

Διαγράμματα Venn

Οι εφαρμογές VRML συναντώνται στον Ιστό σε διάφορους τομείς όπως: ιστορία, χημεία, σε απευθείας σύνδεση εικονική διάγνωση από παθολόγους, γεωγραφία, και αρχιτεκτονική λογισμικού.

Είτε το προϊόν είναι εμπορικό, είτε εκπαιδευτικό, ή αφορά τη τεχνολογία, οι κόσμοι VRML διαχωρίζονται στις παρακάτω τέσσερις κατηγορίες αναλόγως με την ελευθερία δυναμικού χειρισμού και τα στοιχειά-κόμβους που προσάπτονται σε κάθε εικονικό κόσμο:

- **Interchange.** Είναι το βασικό σχεδιάγραμμα για επικοινωνία μεταξύ των εφαρμογών. Υποστηρίζει γεωμετρία, texturing (μέθοδος υφάνσεων), βασικός φωτισμός και animation.
- **Interactive.** Επιτρέπει τη βασική αλληλεπίδραση σε τρισδιάστατα περιβάλλοντα με την προσθήκη διαφόρων κόμβων-αισθητήρων (sensor nodes) (π.χ., PlaneSensor, TouchSensor, κ.λπ.), καθώς και πρόσθετους φωτισμούς (SpotLight, PointLight) ώστε η απλή περιήγηση να γίνεται διαδραστική.
- **Immersive.** Υποστηρίζει πλήρη τρισδιάστατη γραφική απεικόνιση και αλληλεπίδραση με το χρήστη, περιλαμβάνοντας ακουστική υποστήριξη (Audio), ομίχλη (Fog), σύγκρουση (Collision) και Scripting.
- **Full.** Περιλαμβάνει όλους τους καθορισμένους κόμβους συμπεριλαμβανομένου NURBS και συστατικά H-Anim και GeoSpatial.



Εικόνα 7: Διάγραμμα Venn
 Πηγή: Web 3D Consortium

Το πρότυπο X3D

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η νέα γενιά των προτύπων VRML, το πρότυπο X3D. Η εξέλιξη του προτύπου παρατίθεται μέσω κάποιων ημερομηνιών - σταθμών για το X3D. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στην XML κωδικοποίηση που υποστηρίζει το νέο πρότυπο και στα προβλήματα που αυτή ήρθε να επιλύσει. Μέσω ενός απλού X3D παραδείγματος συγκρίνονται η κλασσική VRML κωδικοποίηση με την XML. Παρουσιάζονται οι νέες δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά που έφερε η δημιουργία του X3D, ενώ παρατίθενται κάποια βασικά σημεία υπεροχής του X3D προτύπου σε σχέση με το αντίστοιχο της VRML.

Extensible 3D (X3D)

Οι προσπάθειες του Web 3D Consortium για την δημιουργία ενός πιο νέου και εξελιγμένου προτύπου για τρισδιάστατα γραφικά, που θα αποτελούσε την φυσική συνέχεια του **VRML97**, αποτυπώθηκαν στο πρότυπο **X3D**.

Πρόκειται για ένα ανοιχτό, διεθνές πρότυπο αναγνωρισμένο από τον ISO, για την δημιουργία και την μετέπειτα δημοσίευση τρισδιάστατου περιεχομένου.

Το **X3D** εμπεριέχει διάφορες κωδικοποιήσεις και προγραμματιστικές γλώσσες που του προσδίδουν χαρακτηριστική ευελιξία στην διαχείριση, επικοινωνία και παρουσίαση τρισδιάστατων πολυμεσικών σκηνών. Επίσης έχει σχεδιαστεί ούτως ώστε να υποστηρίζει τις τελευταίες εξελίξεις στον χώρο του graphics hardware, της συμπίεσης και της ασφάλειας των δεδομένων προσδίδοντας έτσι βέλτιστη απόδοση και αποτελεσματικότητα. Ένα από τα κυριότερα νέα χαρακτηριστικά, είναι η ενσωμάτωση **XML** κωδικοποίησης που επιτρέπει την βέλτιστη περιγραφικότητα, την εύκολη επικοινωνία και την ανταλλαγή τρισδιάστατων γραφικών μέσω Web και άλλων ευρυζωνικών εφαρμογών, καλύπτοντας έτσι διάφορες ανάγκες της αγοράς.

Η **XML** υιοθετήθηκε ως συντακτικό για το **X3D** ούτως ώστε να λύσει μια σειρά πραγματικών προβλημάτων που προϋπήρχαν στο πρότυπο, όπως:

- **Σύνταξης.** Το συντακτικό της VRML97 είναι άγνωστο και δυσνόητο για τους πολλούς, εξαιρώντας ίσως μόνο την VRML κοινότητα. Είναι παρόμοιο με το αντίστοιχο του SGI συστήματος στο οποίο και είναι βασισμένο, ενώ εμπεριέχει και κάποιους συμβολισμούς ούτως ώστε να ορίζει τα αντικείμενα. Όμως το παγκόσμια αναγνωρίσιμο και αποδεκτό συντακτικό, είναι το SGML. Οι **Markup** γλώσσες έχουν αποδειχτεί η καλύτερη λύση για τα χρόνια προβλήματα της «αρχαιοθέτησης» και αναγνώρισης των δεδομένων.
- **Διασύνδεσης σελίδων.** Η XML ενσωμάτωση έρχεται να βοηθήσει στην κατεύθυνση της διατήρησης ενός απλού συστήματος ούτως ώστε περισσότεροι άνθρωποι να μπορούν εύκολα να το αναπτύξουν και να το διαχειριστούν.

- **Διασύνδεση με το Web νέας γενιάς.** Το **W3C** (World Wide Web Consortium) προσανατολίζεται στην ανάπτυξη της XML. XML υποστήριξη αναμένεται να υπάρχει στην νέα γενιά των Web browsers. Διαφαίνεται ότι η XML πρόκειται να συνυπάρχει με την έννοια του Παγκόσμιου Ιστού στα επόμενα χρόνια. Οπότε συνίσταται η χρησιμοποίηση της σε εφαρμογές ως συνδετικός κρίκος με το web νέας γενιάς.

Είναι σαφές λοιπόν, πως το X3D πρότυπο σαν μετεξέλιξη του VRML δημιουργήθηκε για να καλύψει διάφορα κενά και παραλείψεις που είχαν εντοπιστεί στον προκάτοχο του. Ήρθε όμως και για να συναντήσει συγκεκριμένες εμπορικές και τεχνικές απαιτήσεις. Στην κατεύθυνση αυτή το X3D πρότυπο έχει υιοθετήσει συγκεκριμένα σχεδιαστικά και προγραμματιστικά χαρακτηριστικά όπως:

- Υποστηρίζει μία ποικιλία format κωδικοποίησης, συμπεριλαμβανομένου και του Extensible Markup Language (XML) και της δυαδικής.
- Τα ονόματα για τις δηλώσεις των πεδίων είναι **“initializeOnly”**, **“inputOnly”**, **“outputOnly”** και **“inputOutput”** αντί **“field”**, **“eventIn”**, **“eventOut”** και **“exposedField”** που είναι στη VRML .
- Έχουν προστεθεί νέες γραφικές δυνατότητες, συμπεριφορές αντικειμένων καθώς και νέα διαδραστικά αντικείμενα
- Το πρότυπο X3D διευκολύνει το μηχανισμό των **external prototypes**, ορίζοντας τις προτάσεις **“Import”** και **“Export”**. Με τη χρήση αυτών δε χρειάζεται η αναλυτική παράθεση των χρησιμοποιούμενων πεδίων ενός EXTERNPROTO. Έτσι διευκολύνεται η επαναχρησιμοποίηση κώδικα και μειώνεται ο όγκος των αρχείων (πράγμα αρκετά σημαντικό για χρήση στον ιστό).
- Παρέχει εναλλακτικά API (Application Programmer Interfaces) μέσα στο 3D σκηνικό.
- Το X3D ορίζει άμεσα μια, ανεξαρτήτως γλώσσας υλοποίησης, προγραμματιστική διασύνδεση: το SAI (**Scene Authoring Interface**), το οποίο αποτελεί κοινό σύνολο υπηρεσιών για προγράμματα

κόμβων τύπου Script, αλλά και για εξωτερικά προγράμματα που αλληλεπιδρούν με το σύστημα χρόνου εκτέλεσης του εικονικού κόσμου³.

- Παρέχει προκαθορισμένα **Profiles** τα οποία συναντούν συγκεκριμένες ανάγκες της αγοράς.

Η εξέλιξη και η πορεία ωρίμανσης του προτύπου X3D ούτως ώστε να αποτελέσει ένα αναγνωρισμένο πρότυπο, που θα καλύπτει ένα σύνολο αναγκών στην τρισδιάστατη απεικόνιση μέσω δικτύου, παρουσιάζεται κάτωθι μέσω τριών πρόσφατων σημαντικών ημερομηνιών - σταθμών για το πρότυπο.

[Φεβρουάριος, 2002]

Το Web 3D Consortium παρουσιάζει ένα νέο πρότυπο, το οποίο ελπίζει να επιτύχει στους τομείς που απέτυχαν παλαιότερες προσπάθειες, και τα τρισδιάστατα γραφικά να αποτελέσουν αναπόσπαστο κομμάτι του Web. Ένα προσχέδιο του νέου προτύπου, που ονομάστηκε **X3D (Extensible 3D)** δημοσιεύεται. Αργότερα τον ίδιο χρόνο κατατίθεται και κερδίζει πιστοποίηση από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO). Οι δημιουργοί του ελπίζουν το X3D να σημειώσει μεγαλύτερη επιτυχία από την VRML, η οποία είχε κερδίσει την προσοχή πολλών συντακτών αλλά ποτέ δεν «απογειώθηκε».

[Ιούλιος, 2002]

Το Web 3D Consortium δημοσιεύει το τελικό προσχέδιο X3D με XML κωδικοποίηση. Νωρίτερα το ίδιο έτος το X3D Interactive Profile υιοθετείται από το **Motion Picture Experts Group (MPEG)** ως βάση για ελαφριές εφαρμογές διαδραστικών 3D γραφικών, στο πολυμεσικό πρότυπο MPEG-4. Το Web 3D Consortium αρχίζει να παραδίδει το X3D με ένα πλούσιο περιεχόμενο από κόμβους και profiles, με ακόμα περισσότερα να ακολουθούν στο μέλλον. Το Web 3D Consortium προσκαλεί εταιρίες να σχεδιάσουν και να δημιουργήσουν, χρησιμοποιώντας αυτό το ανοιχτό πρότυπο, καθιερώνοντας

³ Το SAI του X3D αντικαθιστά το Java API για τον κόμβο Script, αλλά και το EAI της VRML97. Όσον αφορά τη JavaScript, οι προσφερόμενες υπηρεσίες αναπτύσσονται, ούτως ή άλλως, με ελαφρώς διαφορετικό τρόπο από τα Java APIs και στη VRML97 και στο X3D.

έτσι το X3D ως το επίσημο και αναγνωρισμένο κατά ISO πρότυπο για την δημιουργία και επικοινωνία τρισδιάστατων γραφικών μέσω δικτύων.

[Αύγουστος, 2004]

Το Web 3D Consortium σε συνεργασία με την Sun Microsystems ανακοίνωσαν την δημιουργία ομάδων εργασίας για την ανάπτυξη X3D δυαδικής κωδικοποίησης.

Άλλες προσπάθειες ανάπτυξης που οργανώθηκαν από το Web 3D Consortium περιελάμβαναν την ομάδα εργασίας X3D GeoSpatial, X3D Programmable Shaders WG, την ομάδα εργασίας Web 3D Consortium Medical Working Group (MedX3D), CAD3D ομάδα εργασίας, Visual Simulation (XMSF) WG και Humanoid Animation (προσομοίωση ανθρωποειδών). Η ομάδα εργασίας που συγκάλεσε η κοινοπραξία, η **X3D Binary Format Working Group** ήταν επιφορτωμένη με την προσπάθεια ανάπτυξης μίας κωδικοποίησης που θα επέτρεπε μια προηγμένη δυνατότητα συμπίεσης των τρισδιάστατων δεδομένων - ούτως ώστε να μειωθεί ο χρόνος μετάδοσης των μοντέλων και των σκηνών μέσω δικτύου - αλλά και την δημιουργία κρυπτογράφησης δεδομένων για την προφύλαξη των ευαίσθητων πληροφοριών των μοντέλων. Στις ομάδες εργασίας η πρόσβαση ήταν ανοιχτή για όλα τα μέλη της κοινοπραξίας, και ο σημαντικότερος ρόλος τους, στην διαμόρφωση πολλαπλών πεδίων ενδιαφέροντος για τρισδιάστατα γραφικά μέσω του παγκόσμιου ιστού υπήρξε αδιαμφισβήτητος. Το δυαδικό φερέμα του X3D ολοκληρώθηκε μέσα στο πρώτο τετράμηνο του 2005.

X3D Χαρακτηριστικά

Το X3D διαθέτει μια πλειάδα πλούσιων χαρακτηριστικών, που του επιτρέπουν να υποστηρίζει διάφορες εφαρμογές που αφορούν: μηχανολογία, οπτικοποίηση επιστημονικών εφαρμογών, πολυμεσικές παρουσιάσεις, ψυχαγωγικό και εκπαιδευτικό υλικό, ιστοσελίδες και διαμοιραζόμενους εικονικούς κόσμους. Το σύνολο των χαρακτηριστικών του X3D περιλαμβάνει:

- Αναπαράσταση τρισδιάστατων μοντέλων με πολύγωνα, παραμετρική γεωμετρία, καθορισμένο φωτισμό και texture mapping.

- Απόδοση δισδιάστατων 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.
- Διαδικτύωση. Τα τμήματα ενός κόσμου βρίσκονται σε διάφορους δικτυακούς τόπους και οι κόσμοι συνδέονται με άλλους που βρίσκονται, επίσης, στο δίκτυο.
- Δυνατότητα φυσικών προσομοιώσεων.

Χ3D & XML Κωδικοποίηση

Το κύριο συντακτικό για VRML 1.0 και VRML97 είναι το αποκαλούμενο **curly bracket** (λόγω της σύνταξης με παρενθέσεις) με το οποίο ήταν εξοικειωμένοι οι προγραμματιστές της C και της C++. Πρόκειται για ένα αρκετά συμπαγές και γρήγορο όσο αφορά στην «φόρτωση» δεδομένων συντακτικό, ωστόσο παρέμενε ιδιαίτερα δυσνόητο και δύσχρηστο για την πλειονότητα των προγραμματιστών, όπως και απαγορευτικό για οποιοδήποτε άλλον ήθελε να ασχοληθεί με την σύνταξη. Επίσης στον τομέα που αφορά την αλληλεπίδραση τρισδιάστατων στοιχείων με το διαδίκτυο και

τις Web 3D εφαρμογές εν γένει, το κλασσικό VRML συντακτικό φάνταζε ιδιαίτερα ανεπαρκές.

Έχοντας ήδη αναφέρει τους λόγους που καθιστούν τις Markup γλώσσες βαρύνουσας σημασίας τόσο για το παρόν αλλά ιδιαίτερα για το μέλλον του Web 3D, η ολοκλήρωση του X3D σε μία τέτοια γλώσσα όπως η XML υπήρξε επιτακτική. Ενώ η απόφαση για μια ενδεχόμενη συμπερίληψη XML συντακτικού στον συνεχιστή του VRML97 υπήρξε ιδιαίτερα αμφιλεγόμενη την εποχή του σχεδιασμού του X3D, σήμερα ελάχιστοι αμφισβητούν την σοφή απόφαση που πάρθηκε τότε. Σύμφωνα με τον πρόεδρο της **Yumetech**, Alan Hudson, και διευθυντή της ομάδας εργασίας Ανοικτού Κώδικα του Web 3D, οι τρεις κύριοι λόγοι είναι οι εξής:

1. Χρειαζόμαστε την XML για την αλληλεπίδραση με το Web.
2. Επιβάλλεται η συνεργασία με τις νέες τεχνολογίες γραφικών, ακολουθώντας την «τυποποιημένη» οδό.
3. Χρειαζόμαστε ένα πρότυπο το οποίο μπορεί να εξελίσσεται εύκολα και γρήγορα.

Για την περαιτέρω κατανόηση των διαφορών ακολουθεί ένα X3D παράδειγμα μιας κόκκινης σφαίρας και ενός μπλε κουτιού με κατευθυνόμενο φωτισμό. Ο κώδικας που παρατίθεται ακολουθεί την κλασσική VRML συνταγή.

<παρόθεση κώδικα>

```
#X3D V3.0 utf8
PROFILE IMMERSIVE
META "filename" "RedSphereBlueBox.wrl"
```

```
Transform {
  children [
    NavigationInfo {
      headlight FALSE
      avatarSize [ 0.25 1.6 0.75 ]
      type [ "EXAMINE" ]
    }
    DirectionalLight {
```

```

}
Transform {
  translation 3.0 0.0 1.0
  children [
    Shape {
      geometry Sphere { radius 2.3
      }
      appearance Appearance {
        material Material { diffuseColor 1.0 0.0 0.0
        }
      }
    }
  ]
}
Transform {
  translation -2.4 0.2 1.0
  rotation 0.0 0.707 0.707 0.9
  children [
    Shape {
      geometry Box {
      }
      appearance Appearance {
        material Material { diffuseColor 0.0 0.0 1.0
        }
      }
    }
  ]
}
]
}
</παράθεση κώδικα>

```

Το προηγούμενο παράδειγμα ακολουθώντας XML κωδικοποίηση αυτή την φορά έχει την εξής μορφή:

```

<παράθεση κώδικα>
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!DOCTYPE X3D PUBLIC "ISO//Web3D//DTD X3D 3.0//EN"
"http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.0.dtd">

```

```

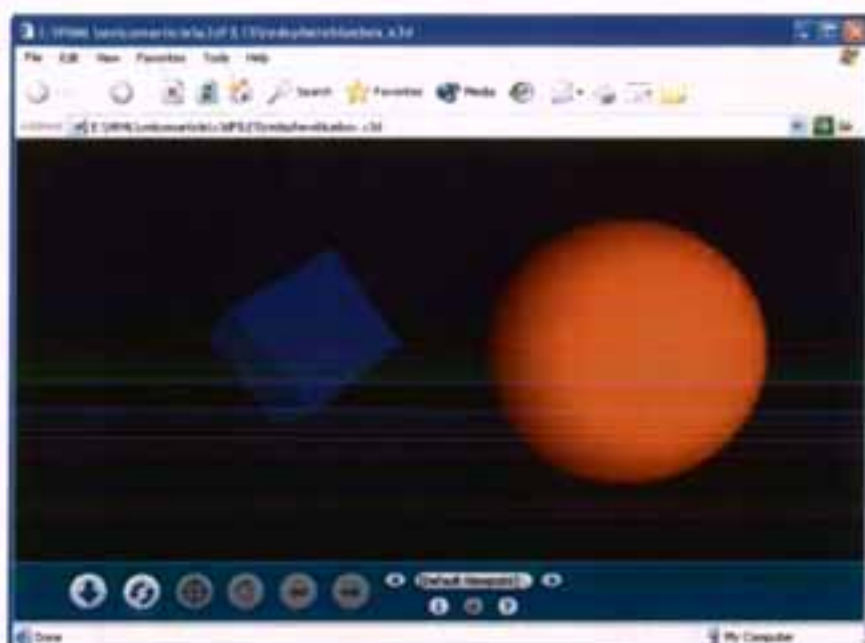
<X3D profile="IMMERSIVE"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsd:noNamespaceSchemaLocation="http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.0.xsd">
<head>
  <meta name='filename' content='RedSphereBlueBox.x3d'/>
</head>
<Scene>
  <Transform>
    <NavigationInfo headlight='false'
      avatarSize='0.25 1.6 0.75' type='EXAMINE'/>
    <DirectionalLight/>
    <Transform translation='3.0 0.0 1.0'>
      <Shape>
        <Sphere radius='2.3'/>
        <Appearance>
          <Material diffuseColor='1.0 0.0 0.0'/>
        </Appearance>
      </Shape>
    </Transform>
    <Transform translation='-2.4 0.2 1.0' rotation='0.0 0.707 0.707 0.9'>
      <Shape>
        <Box/>
        <Appearance>
          <Material diffuseColor='0.0 0.0 1.0'/>
        </Appearance>
      </Shape>
    </Transform>
  </Transform>
</Scene>
</X3D>
</παράθεση κώδικα>

```

Μέσα από την παράθεση του συγκεκριμένου παραδείγματος και των δύο διαφορετικών μεθόδων σύνταξης που ακολουθήθηκαν, γίνεται φανερά αντιληπτό πως η XML σύνταξη είναι ιδιαίτερα «ευανάγνωστη» και ακολουθεί μια πιο απλοϊκή γραφή σε σχέση με την κλασσική VRML κωδικοποίηση. Η Markup δομή με τα διάφορα tags που χρησιμοποιούνται, «μαρκάρει» τις διαδικασίες και τους σχηματισμούς, επιτρέποντας την εύκολη ανάγνωση και

μετέπειτα επεξεργασία από τους προγραμματιστές, οι οποίοι εργάζονται πλέον σε ένα εξοικειωμένο για αυτούς «HTML» περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο προσδίδεται ιδιαίτερη ευκολία στην επικοινωνία με τον παγκόσμιο ιστό.

Το τελικό αποτέλεσμα που επιτυγχάνεται εφαρμόζοντας την XML κωδικοποίηση στο αρχικό παράδειγμα, μέσω ενός VRML97 Browser, αποτυπώνεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 8: Απεικόνιση δύο κόμβων σχήματος με XML κωδικοποίηση

Σημείωση

Μια εφαρμογή κωδικοποιημένη με την κλασσική VRML σύνταξη δεν θα μπορούσε να "τρέξει" σε έναν VRML97 Browser. Ενώ η αντίστοιχη εφαρμογή κωδικοποιημένη με XML μπορεί να παρουσιαστεί μέσω και των δύο browser (του τυπικού δηλαδή VRML και του μεταγενέστερου VRML97). Αυτή η δυνατότητα της XML σύνταξης λύνει αρκετά προβλήματα ασυμβατότητας και ήταν ένας από τους κύριους παράγοντες της υιοθέτησης αυτού του προτύπου.

Βασικά Συγκριτικά Σημεία Υπεροχής

Ο τρόπος με τον οποίο περιγράφεται η γεωμετρία κάποιου αντικειμένου και οι επιπλέον πληροφορίες σχετικά με αυτή, όπως για παράδειγμα οι συντεταγμένες που ορίζουν τη θέση της υφής σε σχέση με τη γεωμετρία, καθορίζονται από τη φόρμα του αρχείου αποθήκευσης της πληροφορίας αυτής.

Ένας γενικός διαχωρισμός που μπορεί να γίνει έτσι ώστε να απλοποιηθεί η διαδικασία επιλογής της πιο κατάλληλης λύσης, είναι αυτός μεταξύ των αρχείων όπου η πληροφορία αποθηκεύεται στη μορφή κειμένου και των αρχείων όπου η πληροφορία αποθηκεύεται σε δυαδική μορφή. Η αποθήκευση της πληροφορίας που αφορά την περιγραφή ενός θέματος σε τρεις διαστάσεις, όταν υλοποιείται σε μορφή κειμένου καταλαμβάνει πολύ περισσότερο αποθηκευτικό χώρο απ' ό,τι θα καταλάμβανε σε δυαδική μορφή, για το λόγο ότι οι αριθμοί που δηλώνουν τις τρισδιάστατες συντεταγμένες της πληροφορίας εκφράζονται με χαρακτήρες, δηλαδή κείμενο αναγνώσιμο από τον άνθρωπο, με συνέπεια ένας αριθμός να καταλαμβάνει τόσα byte αποθηκευτικού χώρου όσα είναι τα ψηφία του. Για παράδειγμα ο αριθμός 255 δυαδικά εκφράζεται με 1 Byte (8 bit – 11111111), ενώ όταν εκφράζεται σε μορφή κείμενο απαιτεί 3 byte (3 χαρακτήρες), καταλαμβάνοντας έτσι 3 φορές περισσότερο αποθηκευτικό χώρο.

Πέρα από τον παραπάνω βασικό διαχωρισμό, από τον οποίο εξαρτάται το μέγεθος του απαιτούμενου αποθηκευτικού χώρου, η επιλογή της φόρμας με την οποία θα υλοποιηθεί η αποθήκευση της ψηφιοποιημένης πληροφορίας είναι καθοριστική τόσο για τη βιωσιμότητα της πληροφορίας αυτής, όσο και για τη συμβατότητά της με τα διάφορα πακέτα λογισμικού. Επίσης, εξίσου καθοριστικός για την επιλογή του τύπου αρχείου αποθήκευσης, είναι και ο τρόπος με τον οποίο περιγράφεται η τρισδιάστατη γεωμετρία κάποιου θέματος, διότι η υποστήριξη κάποιων εξελιγμένων χαρακτηριστικών, όπως για παράδειγμα οι παραμετρικές επιφάνειες, μπορεί να μην απαντάται σε κάποιους τύπους αρχείων. Για τους παραπάνω λόγους, η αποκλειστική χρήση κάποιου μη διαδεδομένου τύπου αρχείου πρέπει να αποφεύγεται, αφού είναι πιθανό στο μέλλον να σταματήσει η υποστήριξή του και να

εξαφανιστεί. Αντιθέτως, η μετατροπή και αποθήκευση της πληροφορίας σε περισσότερους του ενός κοινά αποδεκτούς τύπους αρχείων και η περιοδική μετανάστευσή της σε πιο σύγχρονους, αποτελεί μια εγγυημένη λύση διατήρησής της.

Τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή του αρχείου αποθήκευση του τελικού προϊόντος της τρισδιάστατης σάρωσης, για λόγους αρχειακής αποθήκευσης, είναι τα εξής:

- δυαδική αποθήκευση της πληροφορίας για μείωση του όγκου των δεδομένων.
- Περιγραφή των τρισδιάστατων επιφανειών τουλάχιστον με πολύγωνα. Επιθυμητή είναι η υποστήριξη παραμετρικών επιφανειών, έτσι ώστε μέσω του κατάλληλου λογισμικού να επιτευχθεί περαιτέρω μείωση των δεδομένων.
- Τουλάχιστον από ένα ζεύγος συντεταγμένων για κάθε τρισδιάστατο σημείο της γεωμετρίας, για την εφαρμογή μιας η περισσότερων εικόνων υφής.
- δυνατότητα αναγνώρισης από δημοφιλή εφαρμογές του είδους, όπως για παράδειγμα λογισμικό τρισδιάστατης μοντελοποίησης και κίνησης, φωτορεαλιστικής απόδοσης, μετατροπής σε άλλους τύπους αρχείων (format) και λοιπά.

Όσον αφορά τη χρήση των δεδομένων αυτών σε εφαρμογές ειδικού τύπου, όπως είναι για παράδειγμα η προβολή μέσω του διαδικτύου και η πραγματικού χρόνου διαδραστική παρουσίασή της, συνιστάται η επιπλέον μετατροπή, σε μορφές αρχείων περισσότερο κατάλληλων για τις εφαρμογές αυτές. Τα βασικά κριτήρια επιλογής αρχείου αποθήκευσης που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για εφαρμογές τέτοιου ίδιους, εν μέρη περιγράφηκαν παραπάνω. Παρόλα αυτά, οι ιδιαίτερες απαιτήσεις της τρισδιάστατης απεικόνισης πραγματικού χρόνου και η πιθανή μεταφορά της πληροφορία μέσω του διαδικτύου, ή κάποιου άλλου αργού δίαυλου επικοινωνίας, προτρέπουν στη χρήση ειδικών τύπων αρχείων με τα εξής ιδιαίτερα χαρακτηριστικά:

- Επίπεδο λεπτομέρειας (LOD-Level of Detail) συνεχόμενο ή προκαθορισμένο. Το χαρακτηριστικό αυτό αφορά την τρισδιάστατη απεικόνιση υθ64 του θέματος σε πραγματικό χρόνο και σχετίζεται με την ποσότητα των πολύγωνων που περιγράφουν το θέμα (λεπτομέρεια), κάθε φορά που αυτό αποδίδεται γραφικά στην οθόνη του Η/Υ, ανάλογα με την απόσταση του αντικειμένου από τη θέση της ιδεατής κάμερας και κατά συνέπεια της επιφάνειας που αυτό καταλαμβάνει στην οθόνη του Η/Υ. Έτσι, όσο πιο μικρή είναι η επιφάνεια που καταλαμβάνει το θέμα στην οθόνη του υπολογιστή, τόσο λιγότερη είναι η οπτική πληροφορία που μπορεί να αποδοθεί σε αυτή και συνεπώς τόσο πιο απαραίτητη γίνεται η χρήση λιγότερων πολύγωνων για την οπτική απόδοση του θέματος. Η τεχνική αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την ταχύτερη οπτική απόδοση της τρισδιάστατης σκηνής και εφαρμόζεται σε περιπτώσεις ιδεατών περιπάτων.

- Βαθμιαίο φόρτωμα και απεικόνιση της πληροφορίας. Αφορά την έκφραση της πληροφορίας με τέτοιο τρόπο ώστε κατά τη μεταφόρτωσή της, όσο χρονοβόρα και αν είναι αυτή, να καθίσταται εφικτή η απεικόνιση ολόκληρου του θέματος ακόμα και από τα πρώτα στάδια της διαδικασίας. Με την τεχνική αυτή, η απόδοση του θέματος στην αρχή είναι χονδρική και με το χρόνο, καθώς γίνονται διαθέσιμα περισσότερα δεδομένα, αποκτά σταδιακά όλο και περισσότερη λεπτομέρεια.

- Συμπύεση και κωδικοποίηση της πληροφορίας για περαιτέρω μείωση του όγκου που καταλαμβάνει και συνεπώς του όγκου που πρέπει να μεταφερθεί μέσω του διαδικτύου.

- Μηχανισμούς διασφάλισης της πνευματικής ιδιοκτησίας των δεδομένων, μέσω υδατογραφίας ή άλλων τεχνικών, και περιορισμού της χρήσης τους μόνο για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό (π.χ. μόνο για τη θέαση μέσω κάποιου συγκεκριμένου λογισμικού).

Είναι πλέον σαφές πως το X3D αποτελεί ένα αρκετά ωριμότερο πρότυπο από τη VRML. Έτσι οι συντάκτες μπορούν να επιτύχουν τις συμπεριφορές που αναμένουν. Αλλά το βασικό ερώτημα που τίθεται είναι γιατί η XML- Savvy

X3D είναι μια καλύτερη επιλογή ανάπτυξης από τη VRML. Παρακάτω παρατείνονται οι βασικότεροι λόγοι:

- **Συμβατότητα με το σύστημα VRML.**

Στο X3D υπάρχει ακόμα μια κωδικοποίηση «κλασικού VRML» που μπορεί να παίξει τους περισσότερους μη-προκαθορισμένους κόσμους VRML 2 με τις ελάχιστες αλλαγές. Καμία από την τεχνολογία της VRML δεν έχει χαθεί, αντί αυτού έχει εξελιχθεί σε X3D. Η X3D έχει καταβάλει πολύ μεγάλη προσπάθεια να διατηρηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο συμβατή με τη VRML, λύνοντας τα προβλήματα ασυμβατότητας που οδηγούν άμεσα στην μη-διαλειτουργικότητα των περιβαλλόντων μεταξύ των φορέων.

- **Η XML κωδικοποίηση που ενσωματώνει εναρμονίζεται ομαλά με άλλες εφαρμογές.**

Η XML κωδικοποίηση αποτελεί μια βασική προϋπόθεση για τη συμπερίληψη των πληροφοριών στις βάσεις εταιρικών και κυβερνητικών δεδομένων. Έχοντας στις βάσεις τους XML κωδικοποίηση είναι πολύ πιο εύκολο κανείς να ανταλλάξει και να διαχειριστεί πληροφορίες.

- **Σκηνές και τα περιβάλλοντα σε X3D είναι συμβατά με τους περισσότερους φυλλομετρητές.**

Ένα σημαντικό πρόβλημα με τη VRML είναι ότι, περιβάλλοντα με αυτή τη κωδικοποίηση δεν παίζουν σε όλους τους φυλλομετρητές λόγω έλλειψης της επαρκούς προδιαγραφής στα πρότυπα VRML. Είναι γνωστό ότι οι περισσότεροι φυλλομέτρητες για να περιγράψουν τρισδιάστατα περιβάλλοντα χρησιμοποιούν X3D κώδικα μιας και είναι πιο ευέλικτος.

- **X3D είναι εξελίσιμη και απευθύνεται σε ένα πεδίο πολλαπλών εφαρμογών.**

X3D κωδικοποίηση απευθύνεται και χρησιμοποιείται σε έναν ιδιαίτερο μεγάλο τομέα αγοράς (π.χ., αρχιτεκτονική, ιατρική, πολυμέσα).

Επιτρέπει επίσης την εισαγωγή νέας τεχνολογίας καθώς η βιομηχανία αναπτύσσεται.

- **Η X3D κωδικοποίηση είναι πιο συνεπής και απλούστερη για οποιοδήποτε φυλλομέτρητη.**

Η X3D κωδικοποίηση παρέχει τη συνεπή λειτουργία για όλες τις scripting γλώσσες εσωτερικές και εξωτερικές. Αυτό δεν ισχύει για τη VRML⁴ όπου Java και ECMAScript έχουν ευρέως διαφορετικά πρότυπα προγραμματισμού. Η X3D λύνει όλο αυτό με τη διευκρίνιση ενός ενοποιημένου συνόλου αφηρημένων υπηρεσιών που μπορούν έπειτα να χαρτογραφηθούν σε οποιαδήποτε scripting γλώσσα προγραμματισμού ούτως ώστε τα περιβάλλοντα να παίζουν με συνέπεια ανεξάρτητα από τον προγραμματισμό της γλώσσας. Οι γλωσσικές συνδέσεις έχουν εξασφαλιστεί για Java και ECMAScript. Αυτό καθιστά την X3D κωδικοποίηση πολύ απλούστερη.

- **Η X3D είναι περισσότερο πλούσια σε χαρακτηριστικά γνωρίσματα.**

Ένας μεγάλος αριθμός χαρακτηριστικών γνωρισμάτων που ζητούνται για VRML έχει εξασφαλιστεί από την X3D με έναν τρόπο που είναι εντελώς ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική (καθώς επίσης και τυποποιημένος). Μπορούμε να σκεφτούμε X3D ως «VRML3».

- **Η X3D εμπλουτίζεται συνεχώς και αναβαθμίζεται.**

Η X3D αναπτύσσεται στη λειτουργικότητά της. Η «Προτεινόμενη Προδιαγραφή Σχεδίου Τροπολογίας 1» (Proposed Draft Amendment 1 specification) προσθέτει τη δυνατότητα τρισδιάστατων υφάνσεων και σκιάσεων. Επίσης διορθώνει μερικές προσδιορισμένες ανωμαλίες στην αρχική έκδοση της X3D. Η X3D δομή είναι πολύ ευκολότερο να ενημερώνεται σε κανονική βάση. Είναι επίσης ευκολότερο να προστεθούν τα νέα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που προσαρμόζονται στη μεταβαλλόμενη εμπορική αγορά των πολυμέσων.

⁴ Στο πρότυπο VRML 2.0 υποστηριζόταν ένα υποσύνολο της JavaScript με όνομα "vrmascript".

- **Οι X3D εφαρμογές μπορούν να χαρακτηριστούν αξιόπιστες και προβλέψιμες**

Ένα X3D πρόγραμμα προσαρμογής αναπτύσσεται από την κοινοπραξία Web3D για να παρέχει υπηρεσίες συμμορφωμένες με X3D λογισμικά. Αυτό σημαίνει ότι η αναπαραγωγή ήχου και εικόνας στους φυλλομετρητές θα είναι αξιόπιστη και προβλέψιμη.

- **Η δυαδική κωδικοποίηση της X3D δίνει τη δυνατότητα για κρυπτογράφηση (δηλ. ασφάλεια) και συμπίεση (δηλ. ταχύτητα)**

Η συμπιεσμένη δυαδική κωδικοποίηση επιτρέπει την κρυπτογράφηση για την πρότυπη ασφάλεια και την πολύ υψηλή συμπίεση (συγκεκριμένα περισσότερο συμπιεσμένη από VRML gzip) των X3D περιβαλλόντων. Η σκηνή που αναλύει φορτώνεται γρηγορότερα κατά 300-500%. Αξίζει να σημειωθεί ότι είναι εύκολο για όλους τους φυλλομετρητές να υποστηρίξουν όλες τις κωδικοποιήσεις δεδομένου ότι η μόνη πραγματική διαφορά σε μια εφαρμογή μεταξύ τους είναι ένας διαφορετικός καταμητής. Κατά συνέπεια, η κωδικοποίηση μπορεί να ανακατευτεί σε έναν κόσμο υπό τον όρο ότι ο φυλλομετρητής υποστηρίζει όλες τις χρησιμοποιημένες κωδικοποιήσεις. Οι πρόσφατοι X3D φυλλομετρητές είναι προγραμματισμένοι για να υποστηρίξουν όλες τις κωδικοποιήσεις. Για να αποφεύγονται οι συγχύσεις με τις διάφορες κωδικοποιήσεις, έχουν επιλεγθεί οι ακόλουθες MIME type επεκτάσεις (extensions) για το X3D, όπως φαίνεται στον πίνακα.

MIME TYPE <i>support</i>	Classic VRML <i>model X3D+VRML</i>	XML <i>model X3D+XML</i>	Binary <i>model X3D+Binary</i>
uncompressed	x3dv	x3d	x3db
compressed	x3dxz	x3dz	x3dbz

Βασικές Διαφορές VRML-X3D

Παρακάτω συνοψίζονται οι σημαντικότερες διαφορές των δύο ανοιχτών προτύπων σύμφωνα με όσα έχουν προαναφερθεί:

	VRML	X3D
Nodes (Κόμβοι)	Λιγότερους	Περισσότερους
Fields (Πεδία)	"field", "eventIn", "eventOut", "exposedField"	"initializeOnly", "inputOnly", "outputOnly", "inputOutput"
Prototypes	prototypes external prototypes	Import Export
Script	vrmlscript	ECMAScript
XML	Όχι	Ναι
Σύνταξη Κώδικα	Curly Brackets (Σύνταξη με Παρενθέσεις)	Με Tags
Εξελισσιμότητα	Όχι	Ναι
Συμβατότητα με Άλλες Εφαρμογές	Όχι	Ναι
Τρόπος Αποθήκευσης	Κείμενο Ascii	Διαδικός
Τρόπος Έκφρασης 3D Πληροφορίας	Τριγωνικές Παραμετρικές Επιφάνειες	Τριγωνικές Παραμετρικές Επιφάνειες
Επιπλέον Συντεταγμένες Υφής	Ναι	Ναι
Διάδοση	Μικρή	Μεγάλη
Επίπεδο Λεπτομέρειας	Ναι (υποτυπώδη)	Ναι (υποτυπώδη)
Βαθμιαίο Φόρτωμα	Ναι	Ναι (MPEG-4)
Συμπίεση	gzip	x3dxz, x3dz, x3dbz
Ασφάλεια	Ανύπαρκτη	Μέτρια
Κατάληξη Αρχείου	*.wrl	*.x3d

Extensible Java 3D (XJ3D)

Η πιο πρόσφατη και σημαντική εξέλιξη στα πλαίσια του Web 3D και της ανάπτυξης νέων βελτιώσεων για το πρότυπο X3D, σημειώθηκε λίγους μήνες πριν, συγκεκριμένα στις 15 Απριλίου 2006, όταν παρουσιάστηκε η πρώτη έκδοση της εφαρμογής **Extensible Java 3D** ή πιο σύντομα **XJ3D**.

Η **XJ3D** είναι ένα Ανοικτού Κώδικα έργο του Web 3D Consortium. Πρόκειται για μια «εργαλειοθήκη» (toolkit) για VRML97 και X3D περιεχόμενο γραμμένη αποκλειστικά σε **Java**, η οποία έρχεται μαζί με έναν browser που μπορεί να διαχειριστεί X3D και VRML97 κόσμους τόσο σε XML κωδικοποίηση, όσο και σε κλασσική VRML.

Η σημαντικότητα αυτής της εφαρμογής γίνεται αντιληπτή αν αναλογιστεί κανείς πως δεν υπήρχε τεχνολογία που να επιτρέπει την αλληλεπίδραση των τρισδιάστατων στοιχείων με μία βάση δεδομένων. Ο χρήστης με αυτήν την τεχνολογία, μαζί με το VRML περιβάλλον, εισάγει και σενάρια (scripts) για την αποστολή και λήψη δεδομένων προς και από την βάση δεδομένων. Αντίστοιχα αυτή η «εργαλειοθήκη» επιτρέπει σε μία υπάρχουσα java εφαρμογή να ενσωματώσει τρισδιάστατο περιεχόμενο.

Η ανάπτυξη της **XJ3D** υποστηρίχθηκε από διάφορα ινστιτούτα και εταιρίες, η ανάπτυξη του όμως οφείλεται κυρίως στην εταιρία Yumetech. Στην κατεύθυνση του να επιτραπεί η υποστήριξη της XJ3D σε ένα μεγάλο εύρος πλατφόρμων και συσκευών, το Web 3D Consortium δημιούργησε το Java Rendering Working Group. Αυτή η ομάδα εργασίας που καθοδηγείται από στελέχη και επιστήμονες των εταιριών Sun Microsystems, Yumetech και Aniviza, προσανατολίζεται στον καθορισμό κωδικοποιήσεων για τα κοινά γραφικά API όπως το OpenGL και το Direct3D, επιτρέποντας την εφαρμογή του X3D οπουδήποτε. Ολόκληρος ο πηγαίος κώδικας του XJ3D είναι διαθέσιμος (κάτω από LGPL άδεια) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς κανέναν περιορισμό, από εταιρίες και οργανισμούς σαν βιβλιοθήκη για τις δικές τους εφαρμογές, υποστηρίζοντας έτσι την X3D τεχνολογία.

Οι Στόχοι του X3D Προτύπου

Φιλοδοξία του Web 3D Consortium, που έχει αναλάβει την ανάπτυξη του πιστοποιημένου από τον ISO, προτύπου X3D, είναι το X3D να αποτελέσει ένα κοινά αποδεκτό πρότυπο στο τομέα των τρισδιάστατων γραφικών και των πολυμέσων⁵. 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*).

Οι στόχοι του προτύπου X3D 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.

Επιχειρηματικοί Λόγοι Υποστήριξης του Προτύπου X3D

Ολοκληρώνοντας την αναφορά μας στο πρότυπο X3D, και εστιάζοντας στην σημαντικότητα αυτού του Ανοικτού Προτύπου για την ευρύτερη και διαρκή ανάπτυξη των τρισδιάστατων εφαρμογών μέσω του Web, παραθέτουμε τους βασικότερους λόγους για τους οποίους η επιλογή του X3D ως βασικού εργαλείου περιγραφής τρισδιάστατου περιεχομένου, κρίνεται ως βέλτιστη για

⁵ Αυτό δικαιολογεί και τον ορισμό του interchange profile, αλλά και την πρόσφατη ενσωμάτωση κόμβων για την επίτρεψη programmable shading.

μια επιχείρηση που δραστηριοποιείται στους συγκεκριμένους τομείς, σε αντίθεση με την επιλογή κάποιου κλειστού format.

- Η χρησιμοποίηση του X3D προτύπου σε σχέση με την χρήση ενός ιδιωτικού, κλειστού επιχειρησιακού format, παρέχει τα πλεονεκτήματα κατά αρχάς της συμβατότητας με άλλες εφαρμογές. Επιπλέον ο χρήστης κερδίζει πρόσβαση σε περισσότερα εργαλεία άλλα και περιεχόμενο
- Το προϊόν αποκτά αυτόματα ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα λόγω της X3D συμβατότητας που θα το χαρακτηρίζει.
- Υπάρχουν αρκετές εμπορικές αλλά και ανοικτού κώδικα πρωτοβουλίες αναβάθμισης του X3D προτύπου, οι οποίες επιτρέπουν στον οργανισμό να κινείται παράλληλα με τις καινούριες απαιτήσεις που διαμορφώνονται στην αγορά, προσδίδοντας του χαρακτηριστική ευελιξία.
- Το X3D περιεχόμενο αποτελείται από πρότυπα συναρτησιακά στοιχεία και επαναχρησιμοποιούμενες διαδικασίες, το οποίο μεταφράζεται σε μείωση του χρόνου ανάπτυξης και του κόστους.
- Το X3D υποστηρίζει προαιρετικά XML κωδικοποιήσεις για πλήρη ενσωμάτωση άλλων Web τεχνολογιών, ιδιαίτερα στο πεδίο των Web Services.
- Λόγω του ότι το πρότυπο είναι επεκτάσιμο (extensible) και αποτελείται από συγκεκριμένα στοιχεία, ο browser μπορεί να υποστηρίξει μόνο τα profiles που απαιτούνται, έτσι οι οργανισμοί μπορούν να δημιουργήσουν μικρούς και λειτουργικούς browsers για να καλύψουν διαφορετικές κάθε φορά ανάγκες.

Σημασιολογικός Ιστός

Σε αυτό το κεφάλαιο, καθορίζεται μία καινούρια έννοια. Αυτή του Σημασιολογικού Ιστού (*Semantics Web*). Γίνεται αναφορά στην γέννηση του νέου *Web*, και στα βασικά χαρακτηριστικά του καθώς και τα κύρια δομικά συστατικά του. Παράλληλα αναφέρονται οι λόγοι που η πρόσθεση σημασιολογίας στο περιεχόμενο του *Web* είναι σημαντική. Αναλύεται η έννοια των οντολογιών και τέλος παρουσιάζεται η ενότητα που συνδέει τα εικονικά περιβάλλοντα με τον σημασιολογικό ιστό μέσω του *X3D* προτύπου.

Σημασιολογικός Ιστός

Ο δημιουργός του Παγκόσμιου Ιστού, Tim Berners Lee, ήταν αυτός που οραματίστηκε και διατύπωσε την νέα, εξελιγμένη μορφή του Web. Τον Σημασιολογικό Ιστό ή Semantics Web. Η αρχική διατύπωση της ιδέας του νέου Web, διατυπώθηκε από τον ίδιο στα 1999, ως εξής:

“Οραματίζομαι ένα Web στο οποίο, οι υπολογιστές θα είναι ικανοί να αναλύουν όλα τα δεδομένα, οποιουδήποτε τύπου, υπάρχουν σε αυτό – περιεχόμενο, υπερσυνδέσμους, διεργασίες μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστή. Ένας Σημασιολογικός Ιστός, που θα μπορούσε να κάνει τα παραπάνω πραγματικότητα, θα πρέπει να αναδυθεί και να αναπτυχθεί και όταν αυτό γίνει οι καθημερινοί μηχανισμοί του εμπορίου ή της γραφειοκρατίας, θα μπορούν να διαχειρίζονται από υπολογιστές που θα «μιλάνε» σε υπολογιστές.”

Ο Σημασιολογικός Ιστός βασίζεται σε μια θεμελιώδη αρχή. Τον εμπλουτισμό των δεδομένων με «σημασία». Τα δεδομένα του ιστού σήμερα είναι **machine-readable** (μπορούν δηλαδή να διαβαστούν από τον υπολογιστή) αλλά όχι **machine-understandable** (αλλά δεν μπορεί να κατανοηθεί η σημασία τους).

Στην κατεύθυνση αυτή, ο Tim Berners Lee, έχει ορίσει το **βασικά συστατικά** του Semantics Web, ως εξής:

- **Πράκτορες (agents):** Προγράμματα που σαρώνουν τον παγκόσμιο ιστό για να βρουν πληροφορίες σύμφωνα με τις ανάγκες μας και τις ερωτήσεις μας.
- **Οντολογίες:** Τυποποιημένες μορφές παράστασης της γνώσης που βρίσκουμε στον πραγματικό κόσμο με σκοπό την σημασιολογική περιγραφή και διασύνδεση των δεδομένων. Μια οντολογία μπορεί να είναι ένα απλό γλωσσάρι (glossary) ένας θησαυρός εννοιών (thesaurus) ή ακόμα ένα σχήμα αντικειμενοστραφούς βάσης δεδομένων. Μπορεί ακόμα να είναι ένα σχήμα μιας σχεσιακής βάσης δεδομένων αφού μπορεί να προσδιορίζει τους περιορισμούς που υφίστανται οι σχέσεις των αντικειμένων της βάσης. Σε κάθε περίπτωση όμως πρέπει να προσδιορίζει μια διαμοιραζόμενη εννοιολογική αποτύπωση ενός συγκεκριμένου τομέα γνώσης.

Για να γίνουν όμως όλα αυτά πράξη θα χρειαστούν τα απαραίτητα **δομικά συστατικά**. Το World Wide Web Consortium προωθεί τον καθορισμό μιας σειράς γλωσσών, κανόνων και εργαλείων που επιτρέπουν την υψηλού επιπέδου περιγραφή των πληροφοριών στο Web: αυτού που τελικά ορίζουμε Σημασιολογικό Ιστό (Semantics Web). Ο Σημασιολογικός Ιστός αποτελεί την σύνθεση διαφόρων επιπέδων, από τα οποία το κατώτερο περιλαμβάνει τα ίδια τα δεδομένα (εκφρασμένα σε XML), ενώ τα υψηλότερα επίπεδα περιγράφουν τις σημασιολογικές ιδιότητες αυτών των δεδομένων.

ΠΡΩΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

- **XML: (eXtensible Markup Language)** Τεχνολογία που επιτρέπει την ενσωμάτωση μετα-δεδομένων, αναγνώσιμα από τον άνθρωπο, με σκοπό την περιγραφή του αρχείου.

ΔΕΥΤΕΡΟ & ΤΡΙΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

- **RDF / RDF-S: (Resource Description Framework / RDF - Schema)**
Αυτό που είναι η XML για το συντακτικό, το RDF είναι για τη σημασιολογία, ένα σύνολο κανόνων για την παροχή απλής περιγραφικής πληροφορίας. Ο στόχος του RDF είναι η προσπάθεια μοντελοποίησης των δεδομένων σε μια τυποποιημένη σημασιολογία με τη χρήση λεξιλογίου και συντακτικού βασισμένου στη μεθοδολογία XML. Είναι ένα πρότυπο που προτάθηκε από το W3 Consortium και περιγράφει δικτυακούς πόρους ως προς τον τίτλο, συγγραφέα, ημερομηνία τροποποίησης, περιεχόμενο, κλπ και διαβάζεται από τους υπολογιστές και όχι από τους ανθρώπους.
- **OWL: Το πρότυπο OWL (Γλώσσα Οντολογίας του Παγκόσμιου Ιστού ή αλλιώς Ontology Web Language)** παρέχει ένα σύνολο όρων για τον ορισμό δομημένων οντολογιών που βασίζονται στον Παγκόσμιο Ιστό με σκοπό να περιγράψουν τις σχέσεις μεταξύ όμορων δικτυακών περιοχών και έτσι να καταστήσουν τη γνώση εύκολα διαμοιραζόμενη και επαναχρησιμοποιήσιμη.

Οντολογία

Το κυριότερο πρόβλημα του Παγκόσμιου Ιστού σήμερα, πηγάζει από το σημαντικότερο του πλεονέκτημα. Την πολυγλωσσία του. Ακόμα και ο Σημασιολογικός Ιστός όπως τον έχει οραματιστεί ο Tim Berners-Lee ακούγεται και γράφεται ως «Semantic Web» ή «Web2.0». Δύο διαφορετικές λέξεις για την ίδια έννοια!

Το πρόβλημα εντοπίζεται σε δυο βασικούς άξονες. Πολλές λέξεις να περιγράφουν το ίδιο αντικείμενο (**πολυσημία**) και μια λέξη να περιγράφει διαφορετικά πράγματα (**αμφισημία**). Το μεγάλο αυτό ζήτημα έρχεται να καλύψει η **οντολογία**. Μια τυποποιημένη περιγραφή ενός συγκεκριμένου τομέα γνώσης η οποία πρέπει να είναι αποδεκτή από τουλάχιστον δυο άτομα, ώστε να έχει νόημα η ύπαρξή της.

Μια οντολογία περιγράφει επί ακριβώς τις έννοιες που αποφασίζει μία ομάδα να περιγράψει. Αναμφισβήτητα το πιο δύσκολο μέρος ανάπτυξης μιας οντολογίας, είναι οι παραδοχές που πρέπει κανείς να πάρει για το ποιες έννοιες θα περιγράφουν και ποιες έννοιες θα παραλειφθούν (δεν είναι εφικτό να περιγράφουν τα πάντα). Η επιτυχία των οντολογιών βασίζεται στο γεγονός, του ότι δανείζονται χαρακτηριστικά από την αντικειμενοστραφή μοντελοποίηση των πληροφοριών.

Το W3 Consortium αποφάσισε να αποδεχθεί την γλώσσα ανάπτυξης **OWL** ως το επίσημο εργαλείο δημιουργίας οντολογιών. Η αλήθεια είναι πως η OWL συνδυάζει με επιτυχία την απλότητα (στην ανάπτυξη) με την πολυπλοκότητα (στη σχεδίαση), αφού με την προσθήκη των Description Logics, μιας μαθηματικής τεχνικής που βοηθάει στην “έμμεση” περιγραφή πολύ σημαντικών πληροφοριών-δεσμεύσεων (π.χ. σε μια οντολογία που περιγράφει ένα ανθρώπινο μητρώο ποτέ δε θα μπορεί να υπάρξει «Μητέρα» χωρίς τουλάχιστον έναν «απόγονο»), δίνει την δυνατότητα στην οντολογία (με τη χρήση κατάλληλων «οδηγών») να μπορεί να επιστρέφει implied knowledge σε ερωτήσεις (queries) με explicit data.

Σημασιολογικός Ιστός & Εικονικά Περιβάλλοντα

Καθώς ο αριθμός των διαθέσιμων εικονικών περιβαλλόντων στον Παγκόσμιο Ιστό συνεχώς αυξάνεται, παρατηρείται ότι οι περισσότεροι από αυτούς αποτελούνται από έναν μεγάλο αριθμό γεωμετρικών αντικειμένων οι οποίοι όμως στερούνται της όποιας σημασιολογικής περιγραφής. Αυτή όμως η διαμορφωθείσα κατάσταση, αποτελεί εμπόδιο σε μία προχωρημένη-βελτιωμένη χρήση των δεδομένων που περιλαμβάνονται σε αυτά τα περιβάλλοντα. Η απουσία κάποιου προτύπου για υψηλού επιπέδου περιγραφή των στοιχείων των εικονικών περιβαλλόντων, που απαιτεί την γνώση της σημασίας (semantics) των αντικειμένων, καθιστά αδύνατες, αυξημένες χρήσεις και δυνατότητες όπως:

- Μηχανές αναζήτησης στον Παγκόσμιο Ιστό προσπελαίνουν ερωτήματα διατυπωμένα σε φυσική γλώσσα, που αναφέρονται σε υψηλού επιπέδου χαρακτηριστικά: (πχ Βρες τα δομικά στοιχεία που περιέχουν εσωτερική σκίαση και περιβάλλονται από κολώνες)
- Εξαγωγή σημασιολογικών αντικειμένων (semantics objects) από τεράστια αρχεία, για την εύκολη εξέταση τους και την αυτόματη δημιουργία βιβλιοθηκών (Libraries) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην δημιουργία διαφορετικών 3D περιβαλλόντων.

Φυσικά τα πλεονεκτήματα της χρήσης υψηλού επιπέδου περιγραφής δεν περιορίζονται μόνο στα τρισδιάστατα περιβάλλοντα, αλλά αφορούν και την αποκαλούμενη Mixed Reality (Milgram και Kishino 1994). Πχ σε μία υψηλού επιπέδου περιγραφή ενός εικονικού μοντέλου χάρτη, το πραγματικό περιβάλλον μπορεί να βοηθήσει στην καθοδήγηση στην πραγματική σκηνή ή στην αύξηση της αποτελεσματικότητας του περιβάλλοντος μέσω του αθροίσματος πραγματικών και εικονικών στοιχείων.

Όπως προαναφέρθηκε, το συντακτικό των τρισδιάστατων περιβαλλόντων χαρακτηρίζεται από την μοντελοποίηση και σύνθεση χαμηλού επιπέδου γεωμετρικών στοιχείων όπως πολυγωνικών πλεγμάτων ή σε πιο εξελιγμένα περιβάλλοντα, από αντικείμενα της οικογένειας των NURBS επιφανειών. Και στις δύο περιπτώσεις αυτά τα στοιχεία αποτελούν τα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται από τους εξειδικευμένους σχεδιαστές για να

συμπεριλάβουν πιο περίπλοκα αντικείμενα στα οποία οι συντάκτες προσθέτουν σημασιολογία η οποία και «μοιράζεται» με τους επισκέπτες του τρισδιάστατου κόσμου. Εννοείται πως μία επιτυχημένη τέτοια διασύνδεση σημασιολογίας σε τρισδιάστατα σχήματα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως από τις ικανότητες του σχεδιαστή ή την κοινή αισθητική - κουλτούρα- σχεδιαστή και επισκέπτη.

Η διαδικασία της πρόσθεσης σημασιολογικών πληροφοριών σε τρισδιάστατους κόσμους, σύμφωνα τους [Pittarello and Fogli 2005], μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ολοκλήρωσης δύο προτύπων του Παγκόσμιου Ιστού: της γλώσσας X3D και του Σημασιολογικού Ιστού (semantics web). Η προσέγγιση αυτή, χαρακτηρίζεται επίσης από τον καθορισμό οντολογιών (ανεξάρτητων σκηνής-scene independent) και από τον καθορισμό σημασιολογικών ζωνών που συμπληρώνουν τον ρόλο των σημασιολογικών αντικειμένων δίνοντας μία ολοκληρωμένη περιγραφή του περιβάλλοντος.

Περιγράφοντας σημασιολογικά αντικείμενα με χρήση του X3D

Ένα σημαντικό μέρος της περιγραφής των σημασιολογιών ενός εικονικού περιβάλλοντος βασίζεται στην έννοια των αντικειμένων (objects). Καθορίζονται δύο είδη αντικειμένων: τα γεωμετρικά αντικείμενα - *geometric objects (GO)* και τα σημασιολογικά αντικείμενα - *semantic objects (SO)*. Η πρώτη κλάση αντικειμένων αναπαριστά τα VRML/X3D βασικά στοιχεία (όπως ο κόμβος κύβος) ή πολύπλοκα αντικείμενα που αποτελούν σύνθεση των βασικών στοιχείων. Ένα ή περισσότερα GO μπορούν να συσχετισθούν με ένα SO. Τα SO μπορούν να οργανωθούν σε μία ιεραρχική δομή, δημιουργώντας μία πολύ-επίπεδη περιγραφή.

Μία ιεραρχία σημασιολογικών αντικειμένων περιλαμβάνει τα SO του κατωτέρου επιπέδου (όπως ένας τοίχος, το ταβάνι και το δάπεδο) τα οποία είναι συσχετισμένα με τα αντίστοιχα GO και τα υψηλού επιπέδου SO όπως το δωμάτιο ή το σπίτι, τα οποία και αποτελούνται από άλλα SO.

Ο μετασχηματισμός ενός GO σε SO πραγματοποιείται με την προσθήκη στους ήδη υπάρχοντες γεωμετρικούς κόμβους, ενός **MetadataSet** κόμβου ο οποίος περιγράφει τις σημασιολογικές ιδιότητες των αντικειμένων. Το όνομα πεδίου (field name) του MetadataSet χρησιμοποιείται για την αναγνώριση της κλάσης του αντικειμένου (πχ, η κλάση τοίχος - *wall*), ενώ το πεδίο αναφοράς (reference) καθορίζει την ταυτότητα του ίδιου του αντικειμένου (πχ, *wall01*) και θα πρέπει η τιμή του να είναι μοναδική σε όλο το X3D αρχείο. Άλλες σημασιολογικές ιδιότητες μπορούν να προστεθούν με χρήση του εμφωλευμένου *MetadataString* ή άλλων *MetadataSet* κόμβων. Τέτοιες πληροφορίες μπορούν να αφορούν αποκλειστικά το ίδιο το αντικείμενο ή να αποτελούν δήλωση συσχετισμού με άλλα αντικείμενα του 3D περιβάλλοντος.

Τέλος, για την περαιτέρω κατανόηση όλων των παραπάνω, παρατίθεται κώδικας X3D συντακτικού, ο οποίος περιγράφει μία απλή σημασιολογική σημειογραφία του SO «τοίχος» (*wall*). Τα metadata αναπαριστούν τόσο τις ιδιότητες του αντικειμένου όσο και τις σχέσεις του με ανωτέρου επιπέδου SO. Συγκεκριμένα το *Metadata String* δηλώνει την σχέση του περιεχομένου (*containedBy*) τοίχου (*wall*) με το ανωτέρου επιπέδου αντικείμενο *bedroom01*.

<παράθεση κώδικα>

```
<Transform DEF='dad_Box4' ...>
<MetadataSet name="wall" reference="wall01">
<MetadataString name="containedBy"
value="bedroom01"/>
...
</MetadataSet>
<Shape DEF='Box4'>
...
</Shape>
</Transform>
```

</παράθεση κώδικα>

Προγράμματα & Πρότυπα Σχεδίαση Πρακτικής Εφαρμογής

Έχοντας καλύψει ένα μεγάλο εύρος όρων και εννοιών που αφορούν το web 3D και τις γλώσσες – πρότυπα που το υποστηρίζουν, στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα αναφέρουμε ενδεικτικά κάποιες πρακτικές πληροφορίες που αφορούν την υλοποίηση των εφαρμογών. Παρουσιάζονται τα γνωστότερα πακέτα λογισμικού για την σχεδίαση και προβολή των τρισδιάστατων κόσμων, ενώ συγκρίνονται το πρότυπο X3D με το διάσημο πρόγραμμα της Adobe, Flash. Τέλος παρουσιάζεται η διαδικασία υλοποίησης της πρακτικής εφαρμογής που συνοδεύει αυτήν την έκδοση, και αφορά στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση της γέφυρας Ρίου – Αντιρρίου «Χαρίλαος Τρικούπης».

Προγράμματα Υποστήριξης VRML-X3D

Σήμερα στην αγορά διατίθενται διάφορα προγράμματα μέσω των οποίων δίνεται η δυνατότητα να συντάξουμε VRML κώδικα, και να επεξεργαστούμε ή να διαχειριστούμε VRML κόσμους μέσω μίας φιλικής διεπαφής χρήστη. Υπάρχουν προγράμματα με αντικειμενοστραφή δομή των δεδομένων τους, που υποστηρίζουν την γλώσσα μέσω των διαδικασιών Εισαγωγή (import) / Εξαγωγή (export). Υπάρχουν όμως και προγράμματα που προορίζονται αποκλειστικά για την δημιουργία κόσμων VRML. Μερικά από τα διασημότερα είναι τα: Virtual Flower, Virtus 3-D Website Builder1.0, Paragraph Virtual Home Space, Builder2.0, Caligari Pioneer1.1, IDS V-Realm Builder 1.0, Internet 3D Space Builder, Parallel Graphics ISB 3.0, Extrusion Editor V.1.0 for VRML Pad, ModelWorks Software VRML Express 1.0.5, Internet Scene Assembler, VR4MAX, Character Builder, Avatar Studio, Outline 3d, Vizx3d.

Έχοντας δημιουργήσει τον VRML κόσμο, χρησιμοποιώντας κάποιο από τα προγράμματα που αναφέρθηκαν, για την επιτυχή του προβολή, θα πρέπει να διαθέτουμε και έναν κατάλληλο VRML browser / viewer. Οι γνωστότεροι VRML browsers είναι οι εξής: CosmoVRML Viewer, Blaxxun Contact, Cortona, Microsoft VRML2.0 Viewer, Netscape's Live 3D, WorldView, Octaga.

Adobe Flash και X3D

Αναμφισβήτητα η εφαρμογή **Flash** της εταιρίας Adobe πλέον – μετά την απορρόφηση της Macromedia - έχει θέσει νέα δεδομένα στην δημιουργία πολυμεσικών γραφικών δεδομένων και στην αναπαραγωγή τους μέσω του web. Το Flash αποτελεί σήμερα ένα από τα ισχυρότερα εργαλεία που έχουν στην διάθεση τους οι Web designers, οι οποίοι πέρα από τη δημιουργία απλών κινούμενων ταινιών, μπορούν πλέον να αναπηδούν σε εφαρμογές πολυμέσων που χρησιμοποιούν βάσεις δεδομένων, βίντεο και ήχο. Στην πραγματικότητα το Flash έχει γίνει ένα πολύ δυνατό στοιχείο στο internet. Το Flash Player είναι εγκατεστημένο σχεδόν σε κάθε υπολογιστή στον πλανήτη και μια εξειδικευμένη έκδοση του - το FlashLite - κατευθύνεται σταθερά σε μια παρόμοια κατεύθυνση στα κινητά τηλέφωνα. Έτσι το Flash θεωρείται τώρα το

πρότυπο για την εμφάνιση πλούσιων και καλαίσθητων περιεχομένων στο Web.

Ωστόσο έχει αναπτυχθεί μία πλούσια προβληματική όσο αφορά τα τρισδιάστατα γραφικά δεδομένα και την αλληλεπίδραση με αυτά, στον Παγκόσμιο Ιστό. Πολλοί θεωρούν ότι στον τομέα αυτό το Flash παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα που το καθιστούν ακατάλληλο για την υποστήριξη τρισδιάστατων κόσμων και εφαρμογών στο Web. Στον αντίποδα παρουσιάζονται συγκεκριμένα πλεονεκτήματα που οδηγούν στην υπεροχή του προτύπου X3D - σε σχέση με το Flash - το οποίο είναι προσανατολισμένο εν τη γενέσει του στην υποστήριξη 3D πληροφοριών για το Web.

Για την πραγματοποίηση παρουσιάσεων τρισδιάστατου περιεχομένου, το X3D πλεονεκτεί έναντι του Flash σε τουλάχιστον τρία σημεία:

- Δυνατότητες σχεδιασμού
- Μέγεθος
- Ταχύτητα

Το **Adobe Flash** είναι ένα δυσδιάστατο πρόγραμμα γεωμετρικής σχεδίασης, το οποίο δεν υποστηρίζει 3D πληροφορίες. Αντίθετα το X3D χρησιμοποιεί τρισδιάστατες γεωμετρικές «φόρμουλες» ούτως ώστε να αναπαριστά γραφικά δεδομένα, υποστηρίζοντας έτσι τόσο δυσδιάστατες όσο και τρισδιάστατες γεωμετρικές πληροφορίες για εικόνες και γραφικά. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι για να δημοσιευτούν 3D εφέ μέσω του Flash, το «.swf» αρχείο θα είναι αναγκαστικά μεγάλο, λόγω των μετασχηματισμών σε τρισδιάστατα vectors, που απαιτούν μία ξεχωριστή μορφή για κάθε vector, για κάθε μετασχηματισμό. Αν πάρουμε ένα απλό παράδειγμα μιας σκηνής με ένα animated viewpoint αντιλαμβανόμαστε ότι: Για κάθε 3d view, θα πρέπει να δημιουργηθούν αντίστοιχα Flash Movies που να τα περιγράφουν. Στα 30 FPS για ένα κομμάτι τριάντα δευτερολέπτων, θα χρειαστούν εννιακόσιες ταινίες Flash.

Ένα ακόμα σημαντικό μειονέκτημα του Flash έναντι του προτύπου X3D είναι ότι δεν επιτρέπει την περιήγηση του χρήστη σε έναν εικονικό κόσμο, όπως και την αλληλεπίδραση με αυτόν. Μπορούμε όμως εν μέρει να

πετύχουμε κάτι τέτοιο. Θα μπορούσαμε να κάνουμε εισαγωγή στο Flash ενός τρισδιάστατου βίντεο από κάποιο άλλο πρόγραμμα σχεδίασης τρισδιάστατου περιεχομένου και με χρήση της γλώσσας Actionscript να πετύχουμε την αλληλεπίδραση με το χρήστη. Έτσι για παράδειγμα αν εισάγουμε ένα βίντεο με μια πλήρη περιστροφή της γέφυρας Ρίου-Αντίρριου τότε με Actionscript και mouse-over μπορούμε να μετακινήσουμε τη γέφυρα αριστερά ή δεξιά. Στην ουσία το ποντίκι παίζει το ρόλο του player.

Δε θα πρέπει όμως σε καμία περίπτωση, να εγκλωβιστούμε στο αδιέξοδο που προκαλεί ο πλήρης συσχετισμός του προγράμματος Flash και του προτύπου X3D στην διαδικασία επιλογής μιας βέλτιστης λύσης για τις εφαρμογές μας. Τόσο το Flash όσο και το X3D πρότυπο έρχονται να καλύψουν κατά κύριο λόγο διαφορετικές ανάγκες, και η βέλτιστη επιλογή κρίνεται από αυτές.

Σχεδίαση Πρακτικής Εφαρμογής

Στη παρούσα πτυχιακή, υλοποίηση της πρακτικής εφαρμογής αποτέλεσε η σχεδίαση ενός τρισδιάστατου περιβάλλοντος, της γέφυρας Ρίου-Αντίρριου. Η μοντελοποίηση του project έγινε με το πρόγραμμα της Autodesk, 3D Studio Max 7. Το μοντέλο αποτελείται περίπου από δύο χιλιάδες πολύγωνα, κάτι που το καθιστά όχι αρκετά ρεαλιστικό μοντέλο, αν αναλογιστεί κανείς ότι για το πολυγωνικό πλέγμα τσαγιερού (Εικόνα 9) το οποίο έχει γίνει σημαντικό στοιχείο στα κομπιούτερ γραφικών αποτελείται από 3751 πολύγωνα!



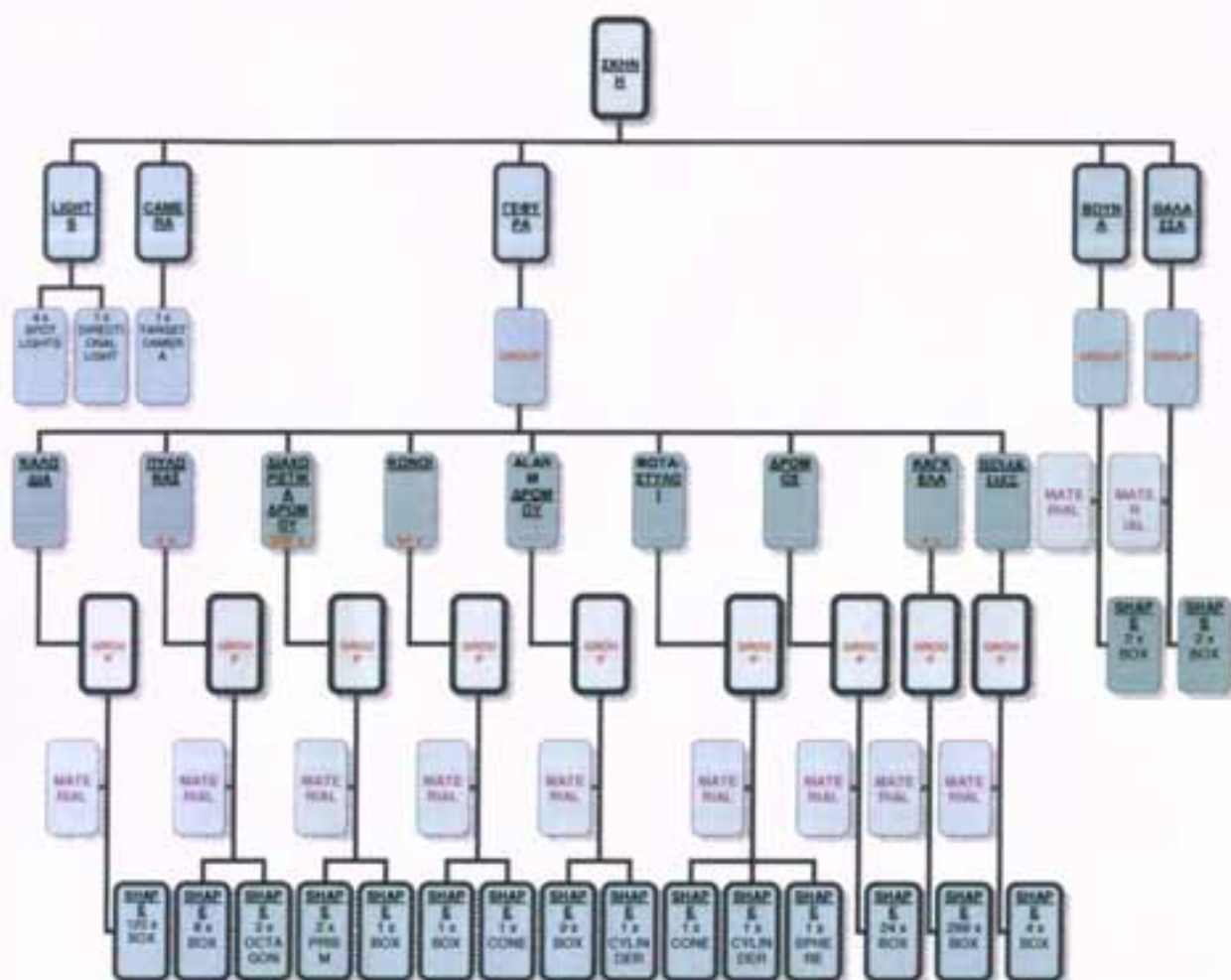
Εικόνα 9: Το τσαγιερό της Utah. Πρωτοκατασκευάστηκε στο πανεπιστήμιο της Γιούτα το 1975 από τον M.Newell.

Η σκηνή του project αποτελείται από τους βασικούς κόμβους σχημάτων (κύβος, σφαίρα, κύβος, κύλινδρος), έντεκα διαφορετικά textures, πέντε φωτισμούς (ένα Directional Light και τέσσερα Spot Lights) και μια «κατευθυνόμενη» κάμερα (Target Camera).

Για την υλοποίηση του X3D μοντέλου έχει χρησιμοποιηθεί τύπος πλοήγησης τύπου «Walk, περπάτημα» και Background σε μπλε φόντο. Κατά την αναπαραγωγή του μοντέλου σε κώδικα X3D, η οπτικοποίηση και η διαδραστικότητα του περιβάλλοντος οφείλεται στη κίνηση του χρήστη, ο οποίος μέσω ποντικιού ή πληκτρολογίου κατευθύνει την κάμερα.

Όσον αφορά την παραγωγή ταινιών Flash έχουν εξαχθεί τρία διαφορετικά βίντεο, από διαφορετική άποψη της γεφύρας το καθένα, μέσω του 3D Studio Max, με MPEG-4 κωδικοποίηση, το οποίο και αποτελεί πρότυπο κωδικοποίησης για βίντεο. Για τη μετέπειτα διαδραστικότητά τους, οι ταινίες αυτές έχουν εισαχθεί στο Adobe Flash και κωδικοποιηθεί μέσω action script.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρατίθενται δεντρικά οι κόμβοι από τους οποίους αποτελείται η σκηνή της γέφυρας Ρίου-Αντίρριου με σχέσεις γονέα-παιδιού όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 2.



Σχεδιάγραμμα 1: Δεντρικές σχέσεις γοντά-παιδιών.

Ξεκινώντας από κάτω προς τα πάνω, αφού σχεδιαστεί ο κάθε κόμβος έπειτα «υφαίνεται» με τη μέθοδο «Material ή Texture Mapping» και ομαδοποιείται με το κόμβο «Group» κάτω από ένα άλλο κόμβο γοντά. Η ίδια τεχνική ακολουθείτε μέχρι να φτάσουμε στο τελικό κόμβο «Σκηνή».



Web 3D Εφαρμογές

Μια νέα Φιλοσοφία

Σε αυτό το τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας, παρουσιάζονται οι διάφορες εφαρμογές στις οποίες συναντάμε την Web 3D τεχνολογία. Μέσω της παρουσίασης των ομάδων εργασίας του Web 3D Consortium, αναλύονται τα διάφορα πεδία εφαρμογής των τεχνολογιών αυτών καθώς και οι ανάγκες που ήρθαν να καλύψουν.

Τέλος, αντί επιλόγου παρουσιάζεται η νέα φιλοσοφία που έφερε η εικονική πραγματικότητα και ο Παγκόσμιος Ιστός. Μια νέα αντίληψη των πραγμάτων επιτυγχάνεται μέσω της οπτικοποίησης της πληροφορίας και μέσω των προβληματισμών και ερωτημάτων που θέτει αυτή.

Εφαρμογές

Ένας μεγάλος προσομοιωτής πτήσης υπήρξε το απόγειο για την εικόνα της Virtual Reality τη δεκαετία του εβδομήντα. Για τη δεκαετία του ενενήντα, η Virtual Reality δείχνει να προσαρμόζεται ατομικά πάνω στον χρήστη, με κράνος, γυαλιά και γάντια, έτοιμη για γενική χρήση και για την εκδήλωση κάθε ενδιαφέροντος. Σήμερα, η ταχεία εξάπλωση του Παγκόσμιου Ιστού και η «ενσωμάτωση» του στην καθημερινότητα του σύγχρονου ανθρώπου, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η εξέλιξη της εικονικής πραγματικότητας θα έρθει μέσω του Web, και των διαμοιραζόμενων εικονικών κόσμων και εφαρμογών.

Με το πέρασμα του χρόνου, ο αρχικός σκεπτικισμός αλλά και υπερβολικός ενθουσιασμός για την τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας καταλαγιάζουν. Διαφαίνεται τότε, πως αυτή η τεχνολογία ενσωματωμένη στον δημοφιλή Παγκόσμιο Ιστό (Web 3D εφαρμογές), μπορεί να φανεί σε πολλές περιπτώσεις χρήσιμη, στην υπηρεσία του ανθρώπου. Πέρα λοιπόν από την αδιαμφισβήτητα σημαντική συνεισφορά της Virtual Reality στην επιστήμη και την βιομηχανία ή στην διασκέδαση, η τεχνολογία αυτή μπορεί μέσω Web να αρχίσει να αφορά και την καθημερινότητα μας.

Για την επίτευξη τέτοιων Web 3D εφαρμογών, όπως έχουμε ήδη διαπιστώσει η X3D τεχνολογία επιτρέπει την κατασκευή αλληλεπιδραστικών τρισδιάστατων κόσμων στο Web. Επίσης υποστηρίζει και την διασύνδεση αυτών, με άλλες εφαρμογές του Παγκόσμιου Ιστού ή με βάσεις δεδομένων, μέσω κοινής κωδικοποίησης XML ή Java.

Εκπαίδευση

Η δυνατότητα που προσφέρει η Virtual Reality να βρίσκεται κανείς σε έναν εικονικό χώρο, εκτελώντας κάποιες ενέργειες ή χειριζόμενος κάποια μηχανήματα, χωρίς να βρίσκεται πραγματικά στον χώρο αυτό και χωρίς να υφίσταται άμεσα τις συνέπειες των ενεργειών του, ανοίγει τεράστιες προοπτικές για εφαρμογές στην εκπαίδευση κάθε τύπου.

Μέσω των ήδη δημοφιλών και επιτυχημένων εφαρμογών e-learning, ο σπουδαστής μπορεί να συνδέεται με την τοποθεσία του εικονικού

εργαστηρίου στον Παγκόσμιο Ιστό, να συνδιαλέγεται με συμφοιτητές του (μέσω 3D chat εφαρμογών), και να λαμβάνει γνώση από τον καθηγητή, μέσω τρισδιάστατων οπτικοποιημένων παραδειγμάτων, αποκτώντας μια πλήρη και ρεαλιστική αντίληψη για το αντικείμενο με το οποίο ασχολείται. Τα πλεονεκτήματα τέτοιων εφαρμογών είναι κατά αρχήν ότι – όπως σε όλες τις e-learning εφαρμογές – δεν απαιτείται η φυσική παρουσία των ατόμων – συμμετεχόντων. Επίσης, το εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιείται, λόγω της τρισδιάστατης ηλεκτρονικής μορφής του, γίνεται εύκολα κατανοητό αλλά και επεξεργάσιμο από τον δέκτη, ο οποίος μπορεί παραδείγματος χάριν να πειραματιστεί σε ένα ηλεκτρονικό εργαστήριο εφαρμοσμένης αρχιτεκτονικής, αλλάζοντας τις παραμέτρους ενός τρισδιάστατου εικονικού κτιρίου, βλέποντας παράλληλα στην οθόνη του υπολογιστή του, τα αποτελέσματα των αλλαγών του. Εξίσου σημαντικό θεωρείται και το ότι αυτό το πολυμεσικό εκπαιδευτικό υλικό, που είναι αποθηκευμένο σε κάποια τοποθεσία του Παγκόσμιου Ιστού, είναι διαθέσιμο για επεξεργασία από τους σπουδαστές οποιαδήποτε χρονική στιγμή επιθυμούν. Είναι σαφές λοιπόν πως η Web 3D τεχνολογία μπορεί να τεθεί στην υπηρεσία της εκπαίδευσης και της επιστημονικής κατάρτισης, μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης εκπαιδευτικού υλικού και περιεχομένου στο Web, το οποίο μπορεί να μην είναι εύκολα διαθέσιμο στον φυσικό κόσμο ή μπορεί και να μην υπάρχει πια στην φυσική του μορφή.

Ένας άλλος χώρος, που μπορεί άμεσα να ωφεληθεί από τη χρήση της τεχνολογίας αυτής, είναι η εκπαίδευση για τη συντήρηση πολύπλοκων μηχανικών κατασκευών. Μεγάλες βιομηχανίες κατασκευής μηχανών, που αποτελούνται από πολλά συναρμολογούμενα μέρη, μπορούν πλέον να εκπαιδεύουν τους ειδικούς μηχανικούς-επισκευαστές τους, μέσω της επισκευής ενός εικονικού μοντέλου. Έτσι, οι μηχανικοί της εταιρίας, όπου και αν βρίσκονται, μπορούν μέσω του διαδικτύου να χειριστούν και να επεξεργαστούν τα μέρη ενός μηχανήματος, χωρίς να το έχουν δει ουσιαστικά ποτέ στην πραγματικότητα, χρησιμοποιώντας το Web 3D σύστημα προσομοίωσης του μοντέλου σαν αναλυτική τεχνική βιβλιοθήκη (documentation). Ένα τέτοιο σύστημα είναι, εκτός των άλλων, ένα έμπειρο σύστημα (expert system) σε ό,τι αφορά το συγκεκριμένο μηχάνημα, καθώς και ένα

εκπαιδευτικό εργαλείο που μπορεί να διδάξει τους ανθρώπους που το χρησιμοποιούν, όπου και αν αυτοί βρίσκονται.

Televirtuality – Teleconference

Η σύνδεση πολλών κόσμων Virtual Reality μεταξύ τους δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την παρουσία πολλών συμμετοχών ταυτόχρονα σε εικονικούς κόσμους (televirtuality). Κάτι τέτοιο είναι εφικτό με την τεχνολογία Web 3D, μέσω δηλαδή του Παγκόσμιου Ιστού. Οι Web 3D εφαρμογές, μπορούν να βρουν ιδιαίτερη ανταπόκριση στη δημιουργία τηλεσυνεδρίων, όπου οι συμμετέχοντες θα μπορούν όχι μόνον να συζητούν μεταξύ τους, αλλά και να εξετάζουν οποιοδήποτε μοντέλο, εικόνα ή ντοκουμέντο γενικότερα, χωρίς να λείψουν στιγμή από τον τόπο της εργασίας τους.

On Line Αγορές

Τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας μπορούν να παίξουν ένα πολύ θετικό ρόλο στην προσέλκυση νέων πελατών, οι οποίοι επισκεπτόμενοι ένα ηλεκτρονικό κατάστημα, θα μπορούν να δοκιμάζουν τα προϊόντα και να τα τροποποιούν, ανάλογα με τη θέλησή τους.

Ένα τέτοιο πρώτο σύστημα ήταν η «Πλασματική Κουζίνα» της Matsushita, η οποία είχε αναπτυχθεί στο Τόκιο. Χρησιμοποιώντας το Virtual Space Decision Support System, ο υποψήφιος πελάτης μπορούσε μόνος του να σχεδιάσει την κουζίνα της αρεσκείας του, ανάλογα με τις ανάγκες του και τον διαθέσιμο χώρο του σπιτιού του. Σήμερα επιτυγχάνονται αντίστοιχες εφαρμογές, βασισμένες εν μέρει στην λογική των Virtual Space Decision Support System, με την διαφορά ότι ο πελάτης δεν χρειάζεται να επισκεφθεί ποτέ πραγματικά τον χώρο του καταστήματος. Μπορεί να επιλέξει ή να τροποποιήσει τις διάφορες παραμέτρους που καθορίζουν το προϊόν που επιθυμεί να αγοράσει, μέσω του Web και του αντίστοιχου ηλεκτρονικού καταστήματος, από το σπίτι του, λαμβάνοντας μια ρεαλιστική, τρισδιάστατη απεικόνιση του προϊόντος.

Μία πραγματική επανάσταση στον χώρο του e-commerce και των on line αγορών, θα είναι η κατασκευή Web 3D εφαρμογών, όπου ο χρήστης από τον προσωπικό του ηλεκτρονικό υπολογιστή, θα μπορεί να επισκέπτεται εικονικά εμπορικά κέντρα και να πραγματοποιεί τις διάφορες αγορές του.

X3D Working Groups. Ανάπτυξη Εφαρμογών

Το Web 3D Consortium μέσω της ανάπτυξης διαφόρων ομάδων εργασίας (working groups) προσανατολίζεται στην δημιουργία συγκεκριμένων πολυχρηστικών εφαρμογών για τις επιστήμες και τον άνθρωπο, με χρήση της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εικονικής αναπαράστασης κόσμων μέσω του Παγκόσμιου Ιστού, έχοντας ως κύρια εργαλεία τα Ανοικτά Πρότυπα περιγραφής τρισδιάστατων μοντέλων VRML & X3D. Μέσω της ανοικτής αυτής υλοποίησης επιτυγχάνεται η κοινωνική αποδοχή και χρησιμότητα, η «προτυποποίηση» των εφαρμογών αυτών καθώς και η διάδοση των ανοικτών προτύπων που αναπτύσσει η κοινοπραξία, παράλληλα με την διάδοση της κουλτούρας και ιδεολογίας που φέρουν σαν έννοιες εν γένει.

Medical X3D

Η ομάδα εργασίας Ιατρικής του Web 3D Consortium (Med.X3D) προσανατολίζεται στην ανάπτυξη ενός διαδραστικού προτύπου για την αναπαράσταση της ανθρώπινης ανατομίας. Αυτή η εφαρμογή επιτρέπει στους ιατρούς, επιστήμονες, φοιτητές την εικονική προβολή και επεξεργασία της ανθρώπινης ανατομίας μέσω των προσωπικών τους υπολογιστών. Ακτινολόγοι ή ιατροί άλλων ειδικοτήτων μπορούν πλέον να δίνουν στους ασθενείς τους CD-ROM με τις εξετάσεις τους, τις οποίες μπορούν να μελετήσουν ιδιωτικά στον χώρο τους. Παράλληλα αν ένας ασθενής έχει υποστεί πολλαπλές, διαφορετικής μορφής κάθε φορά εξετάσεις, θα μπορούν όλες πλέον να ειδωθούν και εξετασθούν ενιαία, δίνοντας έτσι στον ιατρό και τον ασθενή μια καθαρή και συνολική ματιά των πιθανών παραγόντων ασθένειας. Επίσης οι ερευνητές μπορούν να συγκεντρώσουν τα εξαγχθέντα δεδομένα από διάφορους τύπους ιατρικών μηχανημάτων σε ένα συγκεντρωτικό 3D Data Set το οποίο και θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαγνωστικούς και εκπαιδευτικούς λόγους.

Το MedX3D είναι αυστηρά προσανατολισμένο σε ιατρικές εφαρμογές, οι οποίες μπορούν να επωφεληθούν από την πραγματικού χρόνου 3D οπτικοποίηση. Αυτές οι εφαρμογές περιλαμβάνουν την “ιατρική” προσομοίωση και την μοντελοποίηση για έρευνα και εκπαίδευση.

X3D Earth

Αυτή η ομάδα εργασίας σαν σκοπό έχει την ανάπτυξη μιας 3D διαδραστικής υδρογείου με χρήση του προτύπου X3D, που θα αποτελέσει το πρότυπο για ανάλογες χρήσεις (που ενεπλέκουν γεωγραφία) και μπορούν να αφορούν κυβερνήσεις, την βιομηχανία, ακαδημαϊκούς σκοπούς ή γενικότερα το κοινό. Πρόκειται ουσιαστικά για μια τρισδιάστατη εφαρμογή Γεωγραφικού Πληροφοριακού συστήματος (GIS) μέσω του Παγκόσμιου Ιστού, η οποία επιτρέπει στους χρήστες την εξαγωγή γεωγραφικών και όχι μόνο πληροφοριών. Στην κατεύθυνση αυτή, η ομάδα εργασίας χρησιμοποιεί ως δομικά στοιχεία τα ανοικτά πρότυπα - πρωτόκολλα, την Web αρχιτεκτονική και την XML γλώσσα, επιτρέποντας έτσι σημασιολογικές (γεωγραφικές) αναφορές. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η εφαρμογή δεν σκοπεύει να ανταγωνιστεί αντίστοιχες εμπορικές εφαρμογές (Google Earth), λόγω του ότι προσανατολίζεται σε επιστημονικές και εκπαιδευτικές χρήσεις και όχι σε εμπορικές. Γεγονός που διαφαίνεται από την αποκλειστική χρήση ανοικτών τεχνολογιών και άριστων πρακτικών.

CAD3D Working Group

Παγκοσμίως, επενδύονται σήμερα δισεκατομμύρια δολάρια στο χώρο των Computer Aided Design (CAD) και της ηλεκτρονικής σχεδίασης προϊόντων γενικότερα. Όμως τα 3D δεδομένα που παράγονται μέσω CAD εφαρμογών, είναι δύσκολο να διαμοιραστούν μεταξύ διαφόρων χρηστών μέσα σε μια επιχείρηση. Η διασύνδεση 3D δεδομένων, όπως τα αρχεία CAD, με άλλες εφαρμογές όπως πωλήσεων και marketing είναι χρονοβόρα και ιδιαίτερα δύσκολη.

Τα X3D CAD ανοικτά πρότυπα, έχουν την δυνατότητα να επιτρέπουν την ολοκλήρωση περίπλοκων 3D και τεχνικών δεδομένων μέσω άλλων desktop εφαρμογών, έτσι επαγγελματίες που δεν γνωρίζουν το CAD και

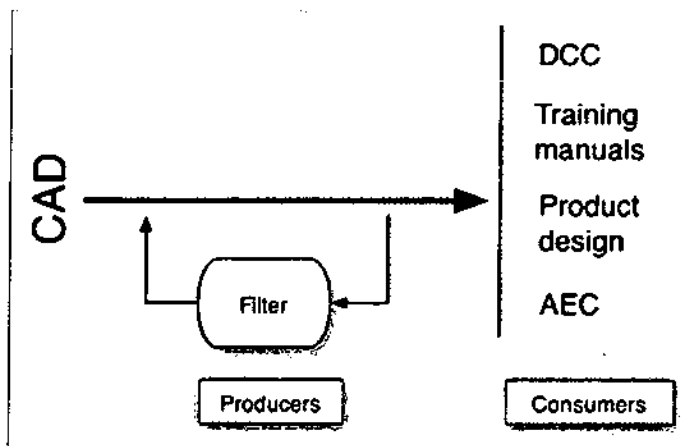
οποιοσδήποτε μέσα στην επιχείρηση μπορεί να αποκτήσει εύκολη πρόσβαση σε αυτά τα γραφικά δεδομένα σε όποιο σημείο και αν βρίσκεται, δεδομένα που μπορούν να περιέχουν animation, textures, κα.

Θα πρέπει να ξεκαθαριστεί, ότι το CAD3D δεν καταργεί τις CAD εφαρμογές, αλλά αντιθέτως τους προσθέτει αξία κάνοντας εύκολη την πρόσβαση σε αυτές από όλους, μέσω εύκολα αναγνώσιμων εικονικών τρισδιάστατων εφαρμογών. Τα πεδία των εφαρμογών που υλοποιούνται με χρήση των προτύπων CADX3D μπορούν να αφορούν οπτική επικοινωνία, εκπαίδευση, πωλήσεις, marketing, υποστήριξη πελατών.

Η CAD3D ομάδα εργασίας έχει καθορίσει έναν τύπο αρχείου, τον CAD Distillation Format (CDF) μέσω του οποίου επιτρέπεται η «μεταγλώττιση» των CAD δεδομένων σε ένα ανοικτό format για την δημοσίευση διαδραστικού πολυμεσικού περιεχομένου. Για την πιο εύκολη κατανόηση των παραπάνω, ο παρακάτω πίνακας που έχει δημοσιεύσει το Web 3D Consortium συγκεντρώνει τα κύρια χαρακτηριστικά του CAD3D.

Σημεία Κλειδιά	<ul style="list-style-type: none"> • Μετατρέπει τα περίπλοκα data σε απλοϊκά (high complexity data to low complexity data) • Χαμηλό κόστος αποδοχής και υιοθέτησης • Εξελιγμένη , ανοικτή τεχνολογία • Χωρίς δικαιώματα (Royalty Free) • Δημιουργεί επικοινωνιακά κανάλια μεταξύ των τμημάτων σχεδιασμού, παραγωγής, πωλήσεων.
Πεδία Εφαρμογής	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά εγχειρίδια • Προβολή προϊόντος • Αρχιτεκτονική, Μηχανολογία, Κατασκευές: συντήρηση, ασφάλεια, προβολή πριν και μετά
Web Αλληλεπίδραση	<ul style="list-style-type: none"> • Ενεπλέκει XML πρότυπα • Ακολουθεί τις συστάσεις του W3C
Πολιτική Δικαιωμάτων	<ul style="list-style-type: none"> • Αντίστοιχη με του Web3D Consortium • Royalty free τεχνολογίες μόνο

CDF αρχιτεκτονική
 βασίζεται σε μία
 Παραγωγού-
 Καταναλωτή
 προσέγγιση



**File format
 Χαρακτηριστικά**

- Γεωμετρία και εμφάνιση μόνο, δεν απαιτείται runtime
- Κωδικοποιήσεις X3D, XML και δυαδική
- Συνεργάζεται με XML εργαλεία και web services

Γεωμετρία

- Triangles
- Quads
- Modified B-reps

Μελλοντικά Θέματα

- NURBS
- Animation
- Web services

Μια νέα Φιλοσοφία

Η χρήση ενός εποπτικού μέσου για την αναπαράσταση θεωρητικών μοντέλων και την καλύτερη κατανόησή τους είχε γίνει απαραίτητη, ειδικά στις αφηρημένες επιστήμες, όπως είναι τα μαθηματικά και η λογική. Είναι γεγονός ότι, τα σύνολα, οι ακέραιοι αριθμοί και η μαθηματική λογική αποτελούν τομείς των μαθηματικών που μπορούν να εκφραστούν με συνέπεια, χρησιμοποιώντας οπτικές αναπαραστάσεις γεωμετρικών στερεών αλλά και αντικειμένων από την καθημερινή ζωή (μαθηματική οπτικοποίηση). Με την εικονική πραγματικότητα, μπορούμε να εκφράσουμε αφηρημένες ιδέες και έννοιες, κατασκευάζοντας ένα χώρο στον οποίο υπάρχουν γνώριμα αντικείμενα (**εμπειρικά σημαντική**). Ένα από τα πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης είναι ότι μπορούμε να φτιάξουμε οπτικοποιημένα προγράμματα, που η εκτέλεσή τους θα εξελίσσεται μέσα στον πλασματικό χώρο σαν γεγονός, του οποίου θα έχουμε άμεση εμπειρία. Το πρόγραμμα παύει να αποτελείται από σελίδες κειμένου και παρουσιάζεται σαν μία πλασματική οντότητα. Επίσης, η εξαιρετικά επίπονη εργασία του προσδιορισμού των λαθών σε ένα πρόγραμμα διευκολύνεται σημαντικά, αφού τα λάθη του προγράμματος θα παρουσιάζονται σαν κατασκευαστικές ανωμαλίες ή σαν οπτικές ασυνέχειες. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός είναι ένα πολύ κοντινό παράδειγμα αυτού του τρόπου εμπειρικού προγραμματισμού, που ενώνει την αντίληψη του χώρου με τις γνωστικές διαδικασίες του συμβολισμού, σε μια ολιστική επεξεργασία.

Καθώς η ενσωμάτωση της τεχνολογίας της εικονικής πραγματικότητας σε ένα ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο γίνεται σταδιακά εφικτή μέσω:

- της τεράστιας κοινωνικής αποδοχής του Παγκόσμιου Ιστού ως επικοινωνιακού μοντέλου
- της ανάπτυξης ισχυρών υπολογιστικών συστημάτων
- της δημιουργίας ανοικτών προγραμμάτων που διευκολύνουν την ενασχόληση με την κατασκευή και διαμόρφωση εικονικών κόσμων (VRML & X3D)

αναπτύσσεται μία έντονη διαλεκτική επιχειρημάτων μεταξύ διαφόρων Θετικών & Θεωρητικών επιστημονικών κλάδων που αφορά στον αντίκτυπο της ενσωμάτωσης των τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας, στην κοινωνία.

Είναι σαφές πως η πιο σημαντική και χρήσιμη λειτουργία αυτής της τεχνολογίας, είναι η μετατροπή τεράστιων ποσοτήτων αφηρημένης πληροφορίας σε εικόνες και αναπαραστάσεις που είναι προσιτές στην ανθρώπινη αντίληψη. Τομείς όπως η εκπαίδευση, η ιατρική, η αρχιτεκτονική μπορούν να εξελιχθούν και να προσδεύσουν, προς όφελος του ανθρώπου, εξερευνώντας νέες διαστάσεις στην επιστήμη μέσω της οπτικοποίησης και με την χρήση εργαλείων που ποτέ στον παρελθόν δεν ήταν διαθέσιμα.

Σε κάποιους άλλους τομείς ανθρώπινης δράσης όμως, η χρήση της τεχνολογίας αυτής μπορεί να αφορά και την οπτικοποίηση βάσεων δεδομένων που περιέχουν στοιχεία από δορυφόρους, τράπεζες, χρηματιστήρια, ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια, κρατικά ιδρύματα, πραγματικών ψηφιακών κόσμων που μπορούν να εξερευνηθούν. Δημιουργούνται έτσι, εύγλωπτα ερωτήματα για το είδος της πολιτικής που πρέπει να ασκείται στα πλαίσια της εισόδου με τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας σε παγκόσμια δίκτυα πληροφοριών, ή σε έναν τρισδιάστατο Παγκόσμιο Ιστό. Θα διασφαλίζονται τα ατομικά δικαιώματα, τα προσωπικά δεδομένα στα πλαίσια ενός εικονικού κόσμου; Θα πρέπει να υπάρχουν όρια της ιδιοκτησίας και της κατοχής σε ένα κόσμο που θα είναι ψηφιακός; Αν ναι, ποιος δικαιούται να τα ορίσει; Ποια, επίσης, θα είναι τα δικαιώματα των αυτόνομων πλασματικών οντοτήτων; Αυτά τα ερωτήματα μένουν για την ώρα αναπάντητα, καθώς το θέμα του καθορισμού της ατομικής και συλλογικής ευθύνης μέσα στον κυβερνοχώρο παραμένει ακόμα ανοιχτό.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



VRML Γενικό Συντακτικό

VRML Γενικό συντακτικό

Για εύκολη αναγνώριση των αρχείων VRML, κάθε αρχείο VRML πρέπει να ξεκινάει με τους εξής χαρακτήρες :

#VRML V1.0 ascii

Οποιοδήποτε άλλοι χαρακτήρες που γράφονται στην ίδια γραμμή μ' αυτούς αγνοούνται. Η γραμμή τερματίζεται με την νέα γραμμή ASCII και με τον χαρακτήρα επιστροφής (CRLF).

Ο χαρακτήρας `"#"` αρχίζει ένα σχόλιο. Όλοι οι χαρακτήρες πριν την νέα γραμμή και τον χαρακτήρα επιστροφής αγνοούνται. Η μόνη εξαίρεση σ' αυτό τον κανόνα είναι τα πεδία χαρακτήρων που περιέχουν τον χαρακτήρα `"#"`.

σημείωση

Τα σχόλια και τα κενά μπορεί να μην σώζονται. Συγκεκριμένα ένας server (υπολογιστής εξυπηρέτησης δικτύου) ενός VRML κειμένου μπορεί να αφαιρεί τα σχόλια και τα άσχετα κενά από ένα VRML αρχείο πριν το μεταβιβάσει. Τα κενά, τα διαστήματα, οι νέες γραμμές και οι χαρακτήρες επιστροφής είναι κενόι χαρακτήρες οπουδήποτε εμφανίζονται έξω απο πεδία αλφαριθμητικών. Ένας οι περισσότεροι κενόι χαρακτήρες διαχωρίζουν τα συντακτικά σύνολα στα αρχεία VRML, όπου είναι απαραίτητο.

Μετά την απαιτούμενη επικεφαλίδα, ένα αρχείο VRML περιέχει ακριβώς ένα κόμβο VRML, αυτός ο κόμβος μπορεί φυσικά να είναι και μία ομάδα κόμβων, περιέχοντας οποιοδήποτε αριθμό από άλλους κόμβους.

Πεδία

Υπάρχουν δυο γενικές τάξεις πεδίων :

- Πεδία που περιέχουν μία μόνο τιμή (οπού η τιμή μπορεί να είναι ένας αριθμός, ένα διάλυσμα ή ακόμα και μία εικόνα)

- και πεδία που περιέχουν πολλαπλές τιμές.

Τα μονότιμα πεδία όλα έχουν ονόματα που αρχίζουν με το **"SF"** (Simple Fields), ενώ τα πεδία πολλαπλών τιμών έχουν πεδία που αρχίζουν με το **"MF"** (Multiple Fields). Κάθε τύπος πεδίου καθορίζει την διάταξη των τιμών που δίνει.

Μονότιμα Πεδία (Simple Fields)

SFBitMask

Ένα μονότιμο πεδίο που περιέχει μια μάσκα από bit strings. Οι κόμβοι που χρησιμοποιούν αυτή την τάξη πεδίων σχεδιάζουν ονόματα των προγραμμάτων της μνήμης από τα bit strings. Η **SFBitMask** γράφεται σε αρχείο σαν ένα όνομα αρχείου, σε αυτή τη μορφή:

(flag1/flag2/.....)

Αν μόνο μια πλάκα χρησιμοποιείται σε μία μάσκα, οι παρενθέσεις είναι προαιρετικές. Αυτά τα ονόματα διαφέρουν μεταξύ των χρήσεων αυτού του πεδίου σε ξεχωριστές τάξεις κόμβων.

SFBool

Ένα πεδίο που περιέχει μια απλή λογική τιμή (αληθής ή ψευδής). Τα **SFBools** μπορούν να γράφονται σαν 0 που αντιπροσωπεύει την τιμή «ψευδής» και 1 «αληθής».

SFColor

Ένα μονό πεδίο που περιέχει ένα χρώμα . Τα **SFColor** γράφονται σε αρχεία σαν μία τριάδα RGB, ή αριθμοί κινητής υποδιαστολής με διάστημα 0.0 έως 1.0.

SFEnum

Ένα μονότιμο πεδίο που περιέχει μια τιμή ενός τύπου. Οι κόμβοι που χρησιμοποιούν αυτή την τάξη πεδίων καθορίζουν τα ονόματα των προγραμμάτων της μνήμης με την βοήθεια των τιμών. Τα **SFEnum** γράφονται σε αρχείο σαν αριθμητικός τύπος. Το όνομα διαφέρει ανάλογα την χρήση αυτού του πεδίου σε διάφορες κατηγορίες κόμβων.

SFFloat

Ένα πεδίο που περιέχει ένα αριθμό κινητής υποδιαστολής με απλή ακρίβεια. Οι **SFFloats** γράφονται σε αρχεία με το γνωστό τρόπο γραφής.

SFImage

Ένα πεδίο που περιέχει ένα ασύνδετο δυσδιάστατο χρώμα ή μια γραμμοσκιασμένη εικόνα. Τα **SFImages** γράφονται σε αρχεία σαν τρεις ακέραιοι που αντιπροσωπεύουν το ύψος, το πλάτος και τον αριθμό των συστατικών στην εικόνα, ακολουθούμενη από μια δεκαεξαδική τιμή του ύψους επί το πλάτος που αντιπροσωπεύουν τα εικονοστοιχεία της εικόνας, χωρισμένα με το κενό. Μια εικόνα που περιέχει μόνο ένα συστατικό θα έχει δεκαεξαδικές τιμές ενός byte που θα αντιπροσωπεύουν την ένταση της εικόνας. Για παράδειγμα, το 0xFF θα έχει πλήρη ένταση ενώ το 0x00 δεν θα έχει ένταση. Μια εικόνα δύο συστατικών τοποθετεί την ένταση στο πρώτο (υψηλό) byte και την διαφάνεια στο δεύτερο (χαμηλό) byte. Τα εικονοστοιχεία σε μία εικόνα τριών συστατικών έχουν το πρώτο συστατικό στο πρώτο (υψηλό) byte, ακολουθούμενο από τα πράσινα και τα μπλε συστατικά (έτσι 0xFF000 είναι κόκκινο). Οι εικόνες τεσσάρων συστατικών τοποθετούν το byte της διαφάνειας μετά το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε (έτσι

0x0000FF80 είναι ημιδιαφανές μπλε). Μια τιμή 1.0 είναι πλήρως διαφανές, ενώ 0.0 είναι πλήρως αδιαφανή.

σημείωση

Κάθε εικονοστοιχείο στην πραγματικότητα διαβάζεται σαν ένας απλός μη προσημασμένος αριθμός, έτσι ένα εικονοστοιχείο τριών συστατικών με τιμή "0x0000FF" μπορεί επίσης να γραφτεί σαν "0xFF" ή "255" (δεκαδικός). Τα εικονοστοιχεία καθορίζονται από αριστερά προς τα δεξιά και από τον πάτο στην κορυφή. Η πρώτη δεκαεξαδική τιμή είναι το χαμηλότερο αριστερό εικονοστοιχείο της εικόνας, και η τελευταία τιμή είναι το ψηλότερο δεξιό εικονοστοιχείο.

Για παράδειγμα:

1 2 2 0xFF 0x00

είναι ένα εικονοστοιχείο 1 ακολουθούμενο από ένα εικονοστοιχείο 2 σε μία εικόνα υψηλής γραμμοσκίασης, με το εικονοστοιχείο της βάσης άσπρο και το εικονοστοιχείο της κορυφής μαύρο. Και :

2 4 3 0xFF0000 0xFF00 0 0 0 0 0xFFFFFF 0xFFFF00

είναι ένα εικονοστοιχείο 2 ακολουθούμενο από ένα εικονοστοιχείο 4 σε μία εικόνα , με το αριστερό στην βάση εικονοστοιχείο κόκκινο, το δεξιό στην βάση εικονοστοιχείο πράσινο, τις δύο μεσαίες γραμμές των εικονοστοιχείων μαύρες , το αριστερό στην κορυφή εικονοστοιχείο άσπρο, και το δεξιό στην κορυφή εικονοστοιχείο κίτρινο.

SFLong

Ένα πεδίο που περιέχει ένα μεγάλο ακέραιο 32 bit. Τα **SFLong** γράφονται σε αρχείο σαν ένας ακέραιος σε δεκαδική, δεκαεξαδική (αρχίζοντας με "0x") ή οκταδική (αρχίζοντας με "0") μορφή.

SFMatrix

Ένα πεδίο που περιέχει μια μήτρα μετασχηματισμού. Τα **SFMatrix** γράφονται σε αρχείο σε στοίχιση γραμμών σαν 16 αριθμοί κινητής υποδιαστολής χωρισμένοι με κενά. Για παράδειγμα, μια μήτρα που εκφράζει μια μετάφραση 7.3 μονάδων κατά το μήκος του άξονα X γράφεται σαν :

```
1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 7,3 0 0 1
```

SFString

Ένα πεδίο που περιέχει ένα ASCII αλφαριθμητικό (ακολουθία από χαρακτήρες) . Τα **SFString** γράφονται σε αρχεία σαν ακολουθίες ASCII χαρακτήρων μέσα σε διπλά εισαγωγικά (προαιρετικά αν το αλφαριθμητικό δεν περιέχει καθόλου κενά). Οποιοδήποτε χαρακτήρες (συμπεριλαμβανομένης και της αλλαγής γραμμής) μπορούν να εμφανίζονται μέσα στα εισαγωγικά. Για να συμπεριλάβουμε ένα χαρακτήρα διπλών εισαγωγικών μέσα σε ένα αλφαριθμητικό, πρέπει να προηγηθεί μια κάθετος. Για παράδειγμα :

Testing

"One, Two, Three"

"He said, \"Immel did it!\""

είναι όλα έγκυρα αλφαριθμητικά.

SFRotation

Ένα πεδίο που περιέχει μια αυθαίρετη περιστροφή. Τα **SFRotation** γράφονται σαν τέσσερις τιμές κινητής υποδιαστολής χωρισμένες με κενό. Οι τέσσερις τιμές αντιπροσωπεύουν την περιστροφή ενός άξονα, ακολουθούμενες από την τιμή της δεξιόστροφης περιστροφής πάνω στον άξονα σε ακτίνια. Για παράδειγμα μια περιστροφή 180 μοιρών πάνω στον άξονα Y είναι:

```
0 1 0 3,14159265
```


SFVec2f

Ένα πεδίο που περιέχει ένα δυοδιάστατο διάνυσμα. Τα **SFVec2f** γράφονται σε αρχεία σαν ζευγάρι τιμών κινητής υποδιαστολής χωρισμένες με κενά.

SFVec3f

Ένα πεδίο που περιέχει ένα τρισδιάστατο διάνυσμα. Τα **SFVec3f** γράφονται σε αρχεία σαν τρεις τιμές κινητής υποδιαστολής χωρισμένες με κενά.

Πολλαπλά Πεδία (Multiple Fields)

Τα πεδία πολλαπλών τιμών γράφονται σαν μια σειρά τιμών χωρισμένες με κόμματα και μέσα σε αγκύλες. Αν το πεδίο έχει μηδενικές τιμές τότε γράφονται μόνο οι αγκύλες με κενό. Το τελευταίο μπορεί επιλεκτικά ν' ακολουθείται με ένα κόμμα. Για παράδειγμα όλα τα παρακάτω είναι σωστά για ένα πεδίο πολλαπλών τιμών που περιέχει την απλή ακέραια τιμή 1 :

```
1
[1.]
[1]
```

MFCColor

Ένα πεδίο πολλαπλών τιμών το οποίο περιέχει οποιοδήποτε αριθμό RGB χρωμάτων. Τα **MFCColor** γράφονται σε αρχεία σαν μία ή περισσότερες τριάδες RGB αριθμών κινητής υποδιαστολής σε επίσημη επιστημονική γραφή αριθμού. Όταν παρουσιάζεται παραπάνω από μία τιμή, όλες οι τιμές πρέπει να περικλείονται σε αγκύλες και να χωρίζονται με κόμμα. Για παράδειγμα το:

```
[ 1.0 0.0 0.0 , 010, 001 ]
```

αντιπροσωπεύει τα τρία χρώματα, κόκκινο, πράσινο και μπλε.

MFLong

Ένα πεδίο πολλαπλών τιμών που περιέχει οποιοδήποτε αριθμό ακεραίων 32 bit. Τα **MFLong** γράφονται σε αρχεία σαν ένας ή περισσότεροι ακεραίοι σε δεκαδική, δεκαεξαδική ή οκταδική μορφή. Όταν παρουσιάζονται περισσότερες από μία τιμές, όλες οι τιμές πρέπει να κλείνονται σε αγκύλες χωρισμένες με κόμμα. Για παράδειγμα:

[17, -0xE20, -518820]

MFVec2f

Ένα πεδίο πολλαπλών τιμών που περιέχει οποιοδήποτε αριθμό δισδιάστατων διανυσμάτων. Τα **MFVec2fs** γράφονται σε αρχεία σαν ένα ή περισσότερα ζευγάρια τιμών κινητής υποδιαστολής χωρισμένα με κενό. Όταν παρουσιάζονται περισσότερες από μία τιμές, όλες οι τιμές κλείνονται με αγκύλες και χωρίζονται με κόμμα. Για παράδειγμα:

[0 0, 1.2 3.4, 98.6 -4e1]

MFVec3f

Ένα πεδίο πολλαπλών τιμών που περιέχει οποιοδήποτε αριθμό τρισδιάστατων διανυσμάτων. Τα **MFVec3f** γράφονται σε αρχεία σαν μία ή περισσότερες τριάδες τιμών κινητής υποδιαστολής χωρισμένες με κενά. Όταν παρουσιάζονται περισσότερες από μία τιμές, όλες οι τιμές κλείνονται σε αγκύλες και χωρίζονται με κόμμα. Για παράδειγμα:

[0 0 0, 1.2 3.4 5.6, 98.6 -4e1 212]

Κόμβοι

Πρώτη Ομάδα - Κόμβοι σχήματος

AsciiText (κείμενα Ascii)

Αυτός ο κόμβος αντιπροσωπεύει αλφαριθμητικά χαρακτήρων κειμένου από το σύνολο των κωδικοποιημένων χαρακτήρων ASCII. Το πρώτο αλφαριθμητικό εστιάζεται με την γραμμή στοίχισης γραμμάτων στο (0, 0, 0). Όλα τα διαδοχικά αλφαριθμητικά προωθούνται στο Y από το (size * spacing). Δείτε το **FontStyle** για μία περιγραφή του μεγέθους πεδίου (size). Το πεδίο στοίχισης καθορίζει την τοποθέτηση του αλφαριθμητικού στη διάσταση X. Το LEFT (η προκαθορισμένη επιλογή) τοποθετεί την αριστερή πλευρά κάθε αλφαριθμητικού στο X=0. Το κείμενο φωτосκιάζεται από αριστερά προς δεξιά, από πάνω ως κάτω και έχει την γραμματοσειρά του FontStyle. Το πεδίο πλάτους καθορίζει ένα μέγιστο προτεινόμενο πλάτος περιορισμού για κάθε αλφαριθμητικό. Η προκαθορισμένη επιλογή είναι να χρησιμοποιεί το φυσικό πλάτος για κάθε αλφαριθμητικό. Θέτοντας οποιαδήποτε τιμή ίση με το μηδέν δηλώνουμε ότι θα χρησιμοποιήσουμε το φυσικό πλάτος γι' αυτό το αλφαριθμητικό.



Το κείμενο μετασχηματίζεται με βάση τον ισχύοντα μετασχηματισμό και σχεδιάζεται με τα κατάλληλα υλικά και συστατικά. Τα συστατικά εφαρμόζονται σε τρισδιάστατα κείμενα ως εξής. Η πηγή των συστατικών είναι μέσα στη πηγή του αλφαριθμητικού, όπως καθορίζεται από την επεξήγηση. Τα

συστατικά κλιμακώνονται εξ ίσου στις δύο διαστάσεις S και T, με το ύψος της γραμματοσειράς ν' αντιπροσωπεύει την μονάδα 1. Το S αυξάνεται προς δεξιά. Η πηγή του T μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε κατά μήκος κάθε χαρακτήρα, ανάλογα με το πώς καθορίζεται το περίγραμμα του χαρακτήρα.

JUSTIFICATION

LEFT (ευθυγραμμίζει την αριστερή γωνία του κειμένου στην αρχή)

CENTER (ευθυγραμμίζει το κέντρο του κειμένου στην αρχή)

RIGHT (ευθυγραμμίζει την δεξιά γωνία του κειμένου στην αρχή)

FILE FORMAT/DEFAULTS

```

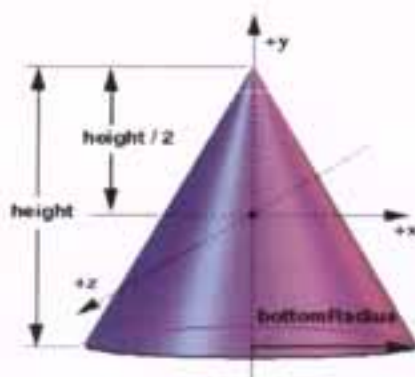
AsciiText {
    αλφαριθμητικό    ""    # MFString
    απόσταση         1     # SFFloat
    στοίχιση         LEFT # SFEnum
    πλάτος           0     # MFFloat
}

```

Cone (κώνος)

Αυτός ο κόμβος αντιπροσωπεύει έναν απλό κώνο του οποίου ο κεντρικός άξονας ευθυγραμμίζεται με τον άξονα Y. Ο κώνος έχει κέντρο στο (0, 0, 0) και έχει διάσταση από το -1 έως το 1 και στις τρεις διαστάσεις του. Ο κώνος έχει ακτίνα 1 στην βάση του και ύψος 2, με την κορυφή του στο 1 και την βάση του στο -1. Ο κώνος έχει δυο μέρη:

- τις πλευρές
- και την βάση.



Ο κώνος μετασχηματίζεται με βάση τον ισχύοντα μετασχηματισμό και σχεδιάζεται με τα κατάλληλα υλικά και συστατικά. Αν η σύνδεση των κατάλληλων υλικών γίνεται ανά τμήμα (PER_PART) ή ανά τμήμα που έχει δείκτη (PER_PART_INDEXED), το πρώτο κατάλληλο υλικό χρησιμοποιείται για τις πλευρές, και το δεύτερο για την βάση. Αλλιώς, το πρώτο υλικό χρησιμοποιείται για ολόκληρο τον κώνο. Η δημιουργία ενός κώνου είναι διαφορετική στις πλευρές και την βάση του. Στις πλευρές, η δημιουργία του περιβλήματος, αντίθετα με τους δείκτες του ρολογιού (από πάνω), αρχίζει από την πίσω πλευρά του κώνου. Υπάρχει μια κάθετη γραμμή που κάνει διατομή στην επίπεδη διαφάνεια YZ. Από την βάση, ένας κύκλος αποκόβεται από το ορθογώνιο και εφαρμόζεται στο βασικό κύκλο του κώνου. Η δομή εμφανίζεται από την δεξιά πλευρά όταν η κορυφή του κώνου περιστρέφεται προς την κατεύθυνση του άξονα Z.

PARTS (Τμήματα)

SIDES (Οι πλευρές)

BOTTOM (Η κυκλική βάση)

ALL (Όλα τα τμήματα)

FILE FORMAT/DEFAULTS

Cone {

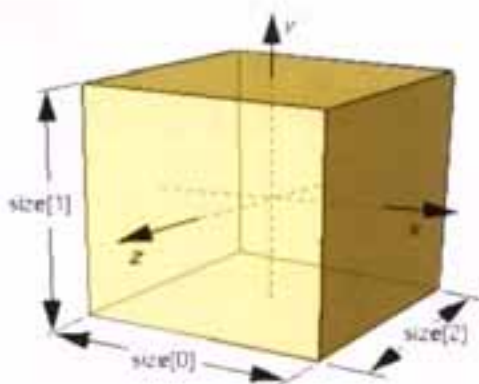
Parts ALL # SFBitMask

bottomRadius 1 # SFFloat

```
height      2    # SFFloat
}
```

Cube (κύβος)

Αυτός ο κόμβος αντιπροσωπεύει ένα κύβο ευθυγραμμισμένο με τους άξονες συντεταγμένων. Ο κύβος έχει κέντρο στο (0, 0, 0), και καταμετράει δυο μονάδες σε κάθε διάσταση, από το -1 έως το 1. Ο κύβος μετασχηματίζεται από τον ισχύοντα μετασχηματισμό και σχεδιάζεται με τα κατάλληλα υλικά και συστατικά. Αν η σύνδεση των κατάλληλων υλικών είναι ανά τμήμα (PER_PART), ανά τμήμα με δείκτη (PER_PART_INDEXED), ανά πρόσοψη (PER_FACE) ή ανά πρόσοψη με δείκτη (PER_FACE_INDEXED), τα υλικά θα περικλείονται στις προσόψεις του δείκτη με αυτή την σειρά: μπροστινό (+Z), πίσω (-Z), αριστερό (-X), δεξιό (+X), κορυφή (+Y) και πάτος (-Y).



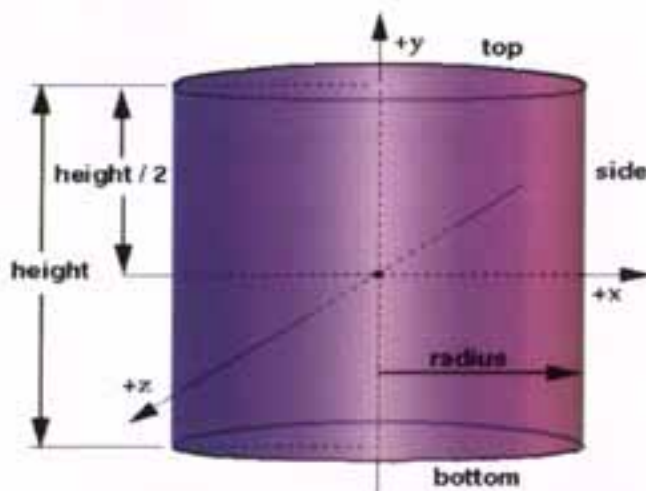
Οι δομές εφαρμόζονται ατομικά σε κάθε πρόσοψη του κύβου. Ολόκληρη η δομή εμφανίζεται σε κάθε πρόσοψη. Από την μπροστά, πίσω, δεξιά και αριστερή πλευρά του κύβου, η δομή εφαρμόζεται από την δεξιά πλευρά. Από την κορυφή, η δομή εμφανίζεται από την δεξιά πλευρά όταν η κορυφή του κύβου έχει κλίση προς την κάμερα. Στην βάση, η δομή εμφανίζεται από την δεξιά πλευρά όταν η κορυφή του κύβου έχει κλίση προς τον άξονα Z.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
Cube {  
    Width (πλάτος)    2 # SFFloat  
    Height (ύψος)     2 # SFFloat  
    Depth (βάθος)   2 # SFFloat  
}
```

Cylinder (κυλινδρος)

Αυτός ο κόμβος αντιπροσωπεύει ένα απλό κύλινδρο με κέντρο γύρω από τον άξονα Y. Ο κύλινδρος έχει κέντρο στο (0, 0, 0) και καθορισμένη διάσταση από -1 έως 1 και στις τρεις διαστάσεις. Ο κύλινδρος έχει τρία μέρη : τις πλευρές, την κορυφή($Y=+1$) και τον πάτο($Y=-1$). Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα πεδία ακτίνας και ύψους για να δημιουργήσουμε ένα κύλινδρο με διαφορετικό μέγεθος. Ο κύλινδρος μετασχηματίζεται με τον ισχύοντα μετασχηματισμό και σχεδιάζεται με τα κατάλληλα υλικά και



συστατικά.

Αν η σύνδεση των υλικών είναι ανά τμήμα (PER_PART) ή ανά τμήμα δείκτη (PER_PART_INDEXED), το πρώτο υλικό χρησιμοποιείται για τις πλευρές του κυλίνδρου, το δεύτερο χρησιμοποιείται για την κορυφή και το τρίτο

χρησιμοποιείται για τον βάση. Αλλιώς, το πρώτο υλικό χρησιμοποιείται για όλο τον κύλινδρο.

Όταν δημιουργείται ένας κύλινδρος, υπάρχει διαφορά στις πλευρές, στην κορυφή και στην βάση. Στις πλευρές, το περίβλημα της δομής αντίθετα με τους δείκτες του ρολογιού (από πάνω), αρχίζει από την πίσω πλευρά του κυλίνδρου. Υπάρχει μια κάθετη γραμμή στην πίσω πλευρά, που κάνει διατομή στο επίπεδο YZ. Από την κορυφή έως την βάση, ένας κύκλος αποκόβεται από το ορθογώνιο και εφαρμόζεται στον κύκλο στην κορυφή ή στην βάση. Η δομή της κορυφής εμφανίζεται από την δεξιά πλευρά όταν η κορυφή του κυλίνδρου έχει κλίση προς τον άξονα +Z, και η δομή της βάσης εμφανίζεται από την δεξιά πλευρά όταν η κορυφή του κυλίνδρου έχει κλίση προς τον άξονα -Z.

PARTS

SIDES (Το κυλινδρικό τμήμα)

TOP (Η κορυφή της κυκλικής πρόσοψης)

BOTTOM (Η βάση της κυκλικής πρόσοψης)

ALL (Όλα τα τμήματα)

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

Cylinder {

parts *ALL* *# SFBitMask*

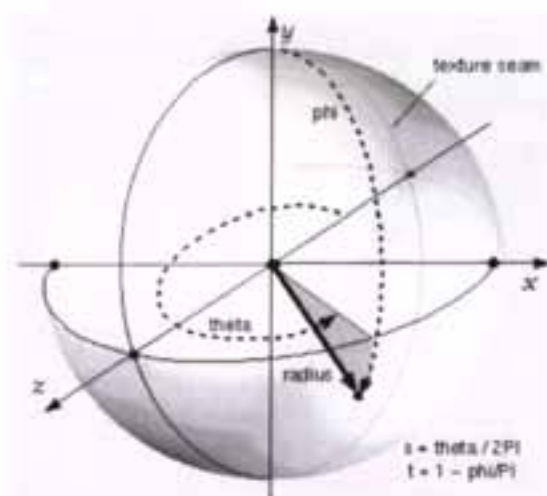
radius *1* *# SFFloat*

height *2* *# SFFloat*

}

Sphere (σφαίρα)

Αυτός ο κόμβος αντιπροσωπεύει μια σφαίρα. Προκαθορισμένα η σφαίρα τοποθετείται στην αρχή των συντεταγμένων και έχει μια ακτίνα 1. Η σφαίρα μετασχηματίζεται από τον κατάλληλο μετασχηματισμό και σχεδιάζεται με την κατάλληλη δομή και τα υλικά. Μια σφαίρα δεν έχει προσόψεις ή τμήματα, επομένως, η σφαίρα αγνοεί την σύνδεση των υλικών και των κάθետων, χρησιμοποιώντας το πρώτο υλικό για ολόκληρη τη σφαίρα και τις δικές της καθέτους. Όταν δημιουργείται μια σφαίρα, η δομή καλύπτει ολόκληρη την επιφάνεια, περιτυλίγοντάς την αντίθετα με τους δείκτες του ρολογιού από το πίσω μέρος της σφαίρας. Η σφαίρα έχει μια διαχωριστική γραμμή των στρωμάτων της στην πίσω πλευρά στο επίπεδο XZ.



FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

Sphere {

radius (ακτίνα) 1 # SFFloat

του σχήματος.

Η μεγαλύτερη διάσταση του κουτιού σχεδίασης καθορίζει τις συντεταγμένες S, και η επόμενη μεγαλύτερη καθορίζει τις συντεταγμένες T. Η τιμή των συντεταγμένων S κυμαίνεται από 0 έως 1, από το ένα άκρο του κουτιού σχεδίασης ως το άλλο. Οι συντεταγμένες T κυμαίνονται μεταξύ του 0 και της αναλογίας της δεύτερης μεγαλύτερης διάστασης του κουτιού σχεδίασης με την μεγαλύτερη διάσταση.

Σημείωση

Να είστε σίγουροι ότι οι δηλώσεις που περιέχονται στο δείκτη συντεταγμένων, στο δείκτη υλικών, στο δείκτη καθέτιων και στο πεδίο του δείκτη των συντεταγμένων των δομών θεμελιώνονται με σεβασμό στις εγκάρσιες δηλώσεις, αλλιώς θα προκύψουν λάθη.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
IndexedFaceSet {  
    coordIndex      0 # MFLong  
    materialIndex   -1 # MFLong  
    normalIndex     -1 # MFLong  
    textureCoordIndex -1 # MFLong  
}
```

IndexedLineSet (δείκτης γραμμών ομάδας)

Αυτός ο κόμβος αντιπροσωπεύει ένα τρισδιάστατο σχήμα που είναι κατασκευασμένο από πολύγραμμα και κορυφές που είναι εγκαταστημένες



στις ισχύοντες συντεταγμένες.

Ο δείκτης γραμμών ομάδας χρησιμοποιεί τις δηλώσεις μέσα στο πεδίο του δείκτη συντεταγμένων του για να καθορίσει το πολύγραμμο. Ένας δείκτης από -1 δηλώνει ότι το τρέχων πολύγραμμο τελείωσε και ότι το επόμενο αρχίζει. Οι συντεταγμένες της ομάδας γραμμών μετασχηματίζονται από τον ισχύοντα μετασχηματισμό. Η μεταχείριση του κατάλληλου υλικού και η σύνδεση των καθέτων είναι όπως ακολουθεί: η ανά τμήμα (PER_PART) σύνδεση καθορίζει το υλικό ή την κάθετο για κάθε ευθύγραμμο τμήμα της γραμμής. Η ανά πρόσοψη (PER_FACE) σύνδεση καθορίζει ένα υλικό ή μια κάθετο για κάθε πολύγραμμο. Η ανά κορυφή (PER_VERTEX) καθορίζει ένα υλικό ή μια κάθετο για κάθε κορυφή. Η σύνδεση του δείκτη αντιστοιχίας είναι η ίδια, αλλά χρησιμοποιεί τις δηλώσεις του δείκτη υλικών ή του δείκτη καθέτων. Η σύνδεση του προκαθορισμένου υλικού είναι η ίδια παντού. Η σύνδεση των προκαθορισμένων καθέτων είναι ίση με τον δείκτη ανά κορυφή (PER_VERTEX_INDEXED), αν υπάρχουν ανεπαρκείς κάθετοι στις δηλώσεις, οι γραμμές θα σχεδιαστούν ανόμοια. Επίσης ισχύουν οι ίδιοι κανόνες για την δημιουργία συντεταγμένων δομών όπως στους δείκτες πρόσοψης ομάδων.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
IndexedLineSet {
    coordIndex      0 # MFLong
    materialIndex   -1 # MFLong
    normalIndex     -1 # MFLong
    textureCoordIndex -1 # MFLong
}
```

PointSet (σετ σημείων)

Αυτός ο κόμβος αντιπροσωπεύει ένα σετ από σημεία που είναι εγκαταστημένα στις ισχύοντες συντεταγμένες. Το σετ σημείων χρησιμοποιεί

τις ισχύουσες συντεταγμένες με την σειρά, αρχίζοντας από τον δείκτη που καθορίζεται από το πεδίο του δείκτη έναρξης. Ο αριθμός των σημείων μέσα στο σετ καθορίζεται από το πεδίο αριθμού σημείων. Μια τιμή -1 γι' αυτό το πεδίο, δηλώνει ότι όλες οι εναπομείναντες τιμές μέσα στις ισχύουσες συντεταγμένες θα χρησιμοποιηθούν ως σημεία.

Οι συντεταγμένες των σημείων μετασχηματίζονται από τον κατάλληλο μετασχηματισμό. Τα σημεία σχεδιάζονται με την ισχύοντα δομή και υλικά. Η μεταχείριση των κατάλληλων υλικών και η σύνδεση των κάθετων είναι η ακόλουθη : η ανά τμήμα (PER_PART), η ανά πρόσοψη (PER_FACE) και η ανά κορυφή (PER_VERTEX) σύνδεση εφαρμόζει ένα υλικό ή μια κάθετο σε κάθε σημείο. Η σύνδεση του προκαθορισμένου υλικού είναι η ίδια γενικά. Η σύνδεση των προκαθορισμένων κάθετων είναι ίδια με την ανά κορυφή (PER_VERTEX). Ο δείκτης έναρξης χρησιμοποιείται επίσης για υλικά ή κάθετους όταν η σύνδεση δηλώνει ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται ανά κορυφή.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
PointSet {
    startIndex (δείκτης έναρξης) 0 # SFLong
    numPoints (αριθμός σημείου) -1 # SFLong
}
```

Δεύτερη Ομάδα - Κόμβοι Ιδιοτήτων

Coordinate3 (συντεταγμένες)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει μια ομάδα τρισδιάστατων συντεταγμένων για να χρησιμοποιηθούν διαδοχικά από τον δείκτη πρόσοψης

(IndexedFaceSet), τον δείκτη γραμμής (IndexedLineSet), ή δείκτη σημείου (PointSet) κόμβου. Αυτός ο κόμβος δεν παράγει ένα ορατό αποτέλεσμα κατά την διάρκεια της εκτέλεσης, απλά αντικαθιστά τις τρέχουσες συντεταγμένες

στο στάδιο της διαχείρισης για να χρησιμοποιηθούν από διαδοχικούς κόμβους.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
Coordinate3 {
    point . 0 0 0 # MFVec3f
}
```

FontStyle (στυλ γραμματοσειράς)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει το στυλ της γραμματοσειράς που χρησιμοποιείται από όλα τα διαδοχικά AsciiText (κείμενα Ascii). Καθορίζονται μόνο τα χαρακτηριστικά της γραμματοσειράς. Εξαρτάται από τον browser η ανάθεση συγκεκριμένων γραμματοσειρών σε διάφορους συνδυασμούς χαρακτηριστικών. Το μέγεθος του πεδίου και το ύψος των αντικειμένων που φωτοσκιάζονται καθορίζει την κάθετη απόσταση των γειτονικών γραμμών του κειμένου.



FAMILY (οικογένεια)

SERIF (στυλ serif, όπως TimesRoman)

SANS (στυλ Sans Serif, όπως τα Helvetica)

TYPEWRITER (στυλ σταθερού βαθμού, όπως τα Courier)

STYLE

NONE (δεν γίνονται μετατροπές στην οικογένεια)

BOLD (οικογένεια έντονων)

ITALIC (οικογένεια πλάγιων ή διαγώνιων)

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
FontStyle {
    size      10      # SFFloat
    family    SERIF # SFEnum
    STYLE    NONE # SFBitMASK
}
```

Info (πληροφορία)

Αυτή η κατηγορία καθορίζει ένα κόμβο πληροφορίας για την εικόνα του γραφήματος. Αυτός ο κόμβος δεν έχει επιρροή κατά την διάρκεια της μετάβασης. Χρησιμοποιείται για να αποθηκεύσει πληροφορίες μέσα στην εικόνα του γραφήματος, για επιδίωξη διευκρινιστικών πληροφοριών, αντιγραφή μηνυμάτων ή άλλων αλφαριθμητικών.

```
Info {
    string "<Undefine Info> " # SFString
}
```

LOD (φόρτωση)

Αυτός ο κόμβος ομάδας χρησιμοποιείται για να επιτρέψει στις πληροφορίες να αλλάζουν μεταξύ διαφορετικών απεικονίσεων αντικειμένων αυτόματα. Το παιδί αυτού του κόμβου αντιπροσωπεύει τυπικά το ίδιο αντικείμενο ή

αντικείμενα σε μεταβαλλόμενα επίπεδα καταγραφών, από την υψηλότερη καταγραφή στην χαμηλότερη.

Το προκαθορισμένο κεντρικό σημείο του LOD μετασχηματίζεται από τον ισχύοντα μετασχηματισμό μέσα στον παγκόσμιο ιστό και υπολογίζεται η απόσταση από το κέντρο μετασχηματισμού έως το ορατό σημείο του παγκόσμιου ιστού. Αν η απόσταση είναι μικρότερη από την πρώτη τιμή του πίνακα βεληνεκούς, τότε το πρώτο παιδί της ομάδας LOD σχεδιάζεται. Αν είναι μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης τιμής του πίνακα βεληνεκούς, το δεύτερο παιδί σχεδιάζεται κ.τ.λ. Αν υπάρχουν N τιμές στον πίνακα βεληνεκούς, η ομάδα LOD θα πρέπει να έχει N+1 παιδιά. Αναφερόμενοι σε πολύ λίγα παιδιά θα έχει σαν αποτέλεσμα το τελευταίο παιδί να χρησιμοποιείται συνεχώς για τα χαμηλότερα επίπεδα καταγραφών. Αν καθορίζονται πολλά παιδιά, τα επιπλέον παιδιά θ' αγνοούνται. Κάθε τιμή του πίνακα βεληνεκούς θα πρέπει να είναι μικρότερη από την προηγούμενη τιμή, αλλιώς θα έχουμε λάθος αποτελέσματα.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
LOD {
    range(ακτίνα) [ ] # MFFloat
    center(κέντρο) 0 0 0 # SFVec3f
}
```

Material (υλικό)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει τις ιδιότητες των υλικών της επιφάνειας, για όλα τα διαδοχικά σχήματα. Τα υλικά χρησιμοποιούν αρκετές συνθέσεις κατά την διάρκεια της πρόσμιξης τους. Διαφορετικά σχήματα υλικών με διαφορετικές πολλαπλές τιμές. Για να χρησιμοποιήσουμε τα υλικά σε σχήματα, χρησιμοποιούμε ένα κόμβο σύνδεσης υλικών.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

Material {

ambientColor (χρώμα περιβάλλοντος) 0.2 0.2 0.2 # *MFCColor*
diffuseColor (χρώμα διάχυσης) 0.8 0.8 0.8 # *MFCColor*
specularColor (χρώμα κατόπτρου) 0 0 0 # *MFCColor*
emissiveColor (χρώμα ακτινοβολίας) 0 0 0 # *MFCColor*
shininess (φωτεινότητα) 0.2 # *MFFloat*
transparency (διαφάνεια) 0 # *MFFloat*

}

MaterialBinding (σύνδεση υλικών)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει πως τα κατάλληλα υλικά συνδέονται στα σχήματα που ακολουθούν στις εικόνες του γραφήματος. Κάθε κόμβος σχήματος μπορεί να ερμηνεύει τις συνδέσεις διαφορετικά. Το κατάλληλο υλικό πάντα έχει μια βασική τιμή, που καθορίζεται από την πρώτη τιμή όλων των πεδίων υλικών. Εφόσον τα πεδία υλικών μπορούν να έχουν πολλαπλές τιμές, η σύνδεση καθορίζει πως αυτές οι τιμές θα διανεμηθούν πάνω στο σχήμα. Οι συνδέσεις για τις προσόψεις και τις κορυφές είναι σημαντικές μόνο για τα σχήματα που είναι κατασκευασμένα από προσόψεις και κορυφές. Παρόμοια, οι δείκτες σύνδεσης χρησιμοποιούνται μόνο από σχήματα που επιτρέπουν την τοποθέτηση δεικτών. Όταν περιορίζονται οι πολλαπλές τιμές του υλικού, οι τιμές επαναλαμβάνονται, βασισμένες στην περίοδο των συστατικών των υλικών με τις περισσότερες τιμές. Για παράδειγμα, ο ακόλουθος πίνακας δείχνει τις τιμές που χρησιμοποιούνται όταν επαναλαμβάνεται ένα υλικό με δύο χρώματα περιβάλλοντος, τρία χρώματα διάχυσης, και ένα από όλα τα άλλα συστατικά του κατάλληλου υλικού (η περίοδος γι' αυτό το υλικό είναι 3):

(υλικό)	(περιβάλλοντος)	(διάχυσης)	(άλλα)
Material	Ambient color	Diffuse color	Other
0	0	0	0
1	1	1	0
2	1	2	0
3 (ίδιο με το 0)	0	0	0

BINDINGS

DEFAULT	(χρησιμοποιεί προκαθορισμένη σύνδεση)
OVERALL	(όλο το αντικείμενο έχει το ίδιο υλικό)
PER_PART	(ένα υλικό για κάθε τμήμα του αντικειμένου)
PER_PART_INDEXED	(ένα υλικό για κάθε τμήμα με δείκτη)
PER_FACE	(ένα υλικό για κάθε πρόσοψη του αντικειμένου)
PER_FACE_INDEXED	(ένα υλικό για κάθε πρόσοψη με δείκτη)
PER_VERTEX	(ένα υλικό για κάθε κορυφή του αντικειμένου)
PER_VERTEX_INDEXED	(ένα υλικό για κάθε κορυφή με δείκτη)

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
MaterialBinding {
    value DEFAULT      # SFEnum
}
```

Normal (κάθετος)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει ένα σετ τρισδιάστατων κάθετων διανυσμάτων πάνω σε επιφάνειες, που χρησιμοποιούνται από κόμβους σχήματος βασισμένοι στις κορυφές (σετ δείκτη πρόσοψης, σετ δείκτη γραμμών, σετ σημείου) που τα ακολουθούν μέσα στις εικόνες του γραφήματος. Αυτός ο κόμβος δεν παράγει κάποιο ορατό αποτέλεσμα κατά την διάρκεια της εκτέλεσης. Απλά αντικαθιστά τις καθέτους στις δηλώσεις των αντανάκλασεων για να χρησιμοποιηθούν από διαδοχικούς κόμβους. Αυτός ο κόμβος περιέχει ένα πεδίο πολλαπλών τιμών που έχει τα διανύσματα των κάθετων.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
Normal {
    vector 0 0 1 # MFVec3f
}
```

NormalBinding (σύνδεση κάθετων)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει πως οι ισχύοντες κάθετοι περικλείονται σε σχήματα που ακολουθούν μέσα στις εικόνες του γραφήματος. Κάθε κόμβος σύνδεσης μπορεί να επηρεάσει διαφορετικά τις συνδέσεις. Οι συνδέσεις για προσόψεις και κορυφές είναι σημαντικές μόνο για σχήματα που είναι φτιαγμένα από προσόψεις και κορυφές. Παρόμοια, οι δείκτες σύνδεσης χρησιμοποιούνται από τα σχήματα που επιτρέπουν την τοποθέτηση δεικτών. Για συνδέσεις που χρειάζονται πολλές κάθετοι, πρέπει να είμαστε σίγουροι να έχουμε το λιγότερο τόσες κάθετους που ορίζονται ως απαραίτητες. Αλλιώς, θα προκύψουν λάθη.

BINDINGS (δεσίματα)

DEFAULT	(χρησιμοποιεί προκαθορισμένη σύνδεση)
OVERALL	(ολόκληρο το αντικείμενο έχει την ίδια κάθετο)
PER_PART	(μια κάθετο για κάθε τμήμα του αντικειμένου)
PER_PART_INDEXED	(μια κάθετο για κάθε τμήμα με δείκτη)
PER_FACE	(μια κάθετο για κάθε πρόσοψη του αντικειμένου)
PER_FACE_INDEXED	(μια κάθετο για κάθε πρόσοψη με δείκτη)
PER_VERTEX	(μια κάθετο για κάθε κορυφή του αντικειμένου)
PER_VERTEX_INDEXED	(μια κάθετο για κάθε κορυφή με δείκτη)

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
NormalBinding {
    value DEFAULT # SFEnum
```

}

Texture2 (δομη2)

Αυτός ο κόμβος ιδιότητας καθορίζει ένα χάρτη δομής και παραμέτρους γι' αυτό τον χάρτη. Αυτός ο χάρτης χρησιμοποιείται για να εφαρμόσει την δομή σε διαδοχικά σχήματα.

Η δομή μπορεί να διαβαστεί σαν URL από το πεδίο ονόματος αρχείου. Για



να σταματήσουμε τη κατασκευή των σχημάτων, τοποθετούμε στο πεδίο ονόματος αρχείου ένα κενό αλφαριθμητικό ("").

Οι δομές μπορούν επίσης να καθοριστούν εσωτερικά με το να θέσουμε το πεδίο εικόνας να περιέχει την πληροφορία της δομής. Με το να καθορίσουμε μαζί μια URL και μια εσωτερική πληροφορία θα οδηγήσει σε απροσδιόριστη



συμπεριφορά.



WRAP ENUM

REPEAT (επαναλαμβάνει την δομή έξω από την ακτίνα 0-1 των συντεταγμένων της δομής)

CLAMP (επιβάλλει στις συντεταγμένες να απλώνονται μαζί με ακτίνα 0-1)

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

Texture2 {

filename (όνομα αρχείου) "" # SFString

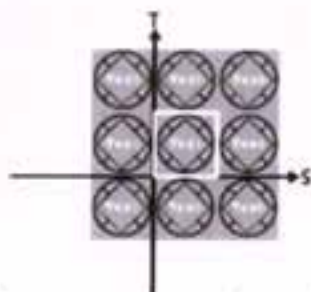
```

    image (εικόνα)      0 0 0 # SFImage
    wrapS (περίβλημα S) REPEAT # SFEnum
    wrapT (περίβλημα T) REPEAT # SFEnum
}

```

2Transform (δομή2 μετασχηματισμός)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει ένα δυοδιάστατο μετασχηματισμό που εφαρμόζεται στις συντεταγμένες των δομών. Αυτό επηρεάζει τον τρόπο που



οι δομές εφαρμόζονται στις επιφάνειες διαδοχικών σχημάτων. Ο μετασχηματισμός αποτελείται (με την σειρά) από μία μη ενιαία κλίμακα για ένα αυθαίρετο κεντρικό σημείο, μια περιστροφή για το ίδιο σημείο και μία μεταγλώττιση. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη ν' αλλάζει το μέγεθος και την θέση των δομών στα σχήματα.



FILE FORMAT/DEFAULTS

```

Texture2Transform (
    translation (μεταγλώττιση) 0 0 # SFVec2f
    rotation (περιστροφή) 0 # SFFloat
    scaleFactor (κλίμακα) 1 1 # SFVec2f
)

```

```

        center    (κέντρο)    0 0    # SFVec2f
    }

```

TextureCoordinate2 (δομή συντεταγμένων2)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει ένα σετ δυοδιάστατων συντεταγμένων για να χρησιμοποιηθούν στον χάρτη δομών για τις κορυφές των σημείων, του δείκτη γραμμών ή του δείκτη πρόσοψης αντικειμένων. Αντικαθιστά τις ισχύοντες συντεταγμένες δομών στη δήλωση των αντανakλάσεων για να χρησιμοποιηθούν από τα σχήματα. Οι συντεταγμένες των δομών κυμαίνονται από 0 έως 1 κατά μήκος των δομών. Η οριζόντια συντεταγμένη, που καλείται S, καθορίζεται πρώτη, ακολουθούμενη από τις κατακόρυφες συντεταγμένες T.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```

TextureCoordinate2- {
    point 0 0 # MFVec2f
}

```

ShapeHints (υποδείξεις σχημάτων)

Ο κόμβος υπόδειξης σχημάτων δηλώνει ότι τα σετ των δεικτών πρόσοψης είναι σταθερά, περιέχουν διατεταγμένες κορυφές ή περιέχουν κυρτές προσόψεις.

Αυτές οι υποδείξεις επιτρέπουν στις εφαρμογές της VRML να βελτιστοποιήσουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά αντανakλάσεων. Οι βελτιστοποιήσεις που μπορεί να παρουσιαστούν περιέχουν πιο ισχυρή επιλογή πίσω πρόσοψης και αποφυγή του αμφίπλευρου φωτισμού. Για παράδειγμα, αν ένα αντικείμενο είναι σταθερό και έχει διατεταγμένες κορυφές, μια εφαρμογή μπορεί ν' ανοίξει την επιλογή πίσω πρόσοψης και να κλείσει τον αμφίπλευρο φωτισμό. Αν το αντικείμενο δεν είναι σταθερό αλλά έχει διατεταγμένες κορυφές, μπορεί να κλείσει την επιλογή πίσω πρόσοψης και ν' ανοίξει τον αμφίπλευρο φωτισμό.

Ο κόμβος υπόδειξης σχημάτων επηρεάζει επίσης το πώς δημιουργούνται οι προκαθορισμένες κάθετοι. Όταν ένα σετ δεικτών πρόσοψης πρέπει να δημιουργήσει προκαθορισμένες κάθετους, χρησιμοποιεί το πεδίο πτυχής της

γωνίας για να καθορίσει ποιες άκρες πρέπει να σκιαγραφηθούν απαλά και ποιες άλλες πρέπει να έχουν αιχμηρές πτυχές. Η γωνία πτυχής είναι η γωνία ανάμεσα στις κάθετες της επιφάνειας και στα γειτονικά πολύγωνα. Για παράδειγμα, μια πτυχή γωνίας 5 ακτινίων (η προκαθορισμένη τιμή) σημαίνει ότι μία άκρη ανάμεσα στις προσόψεις δυο γειτονικών πολύγωνων θα είναι απαλά φωτοσκιασμένη αν οι κάθετοι των δύο προσόψεων σχηματίζουν μια γωνία που είναι μικρότερη από 5 ακτίνια (περίπου 30 μοίρες).

VERTEX ORDERING ENUMS

UNKNOWN_ORDERING (η τοποθέτηση των κορυφών είναι άγνωστη)

CLOCKWISE (οι κορυφές των προσόψεων τοποθετούνται σύμφωνα με την φορά του ρολογιού, απ' έξω)

COUNTERCLOCKWISE (αντίθετα με τους δείκτες του ρολογιού)

SHAPE TYPE ENUMS

UNKNOWN_SHAPE_TYPE (τίποτα δεν είναι γνωστό για το σχήμα)

SOLID (το σχήμα περιέχει ένα ήχο)

FACE TYPE ENUMS

UNKNOWN_FACE_TYPE (τίποτα δεν είναι γνωστό για τις προσόψεις)

CONVEX (όλες οι προσόψεις είναι κυρτές)

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

ShapeHints {

vertexOrdering *UNKNOWN_ORDERING* # *SFEnum*

shapeType *UNKNOWN_SHAPE_TYPE* # *SFEnum*

faceType *CONVEX* # *SFEnum*

creaseAngle *0.5* # *SFFloat*

}

MatrixTransform (μήτρα μετασχηματισμού)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει ένα τρισδιάστατο γεωμετρικό μετασχηματισμό με μία μήτρα 4x4. Σημειώστε ότι μερικές μήτρες (όπως οι μοναδιαίες) μπορεί να έχουν λάθος αποτελέσματα.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

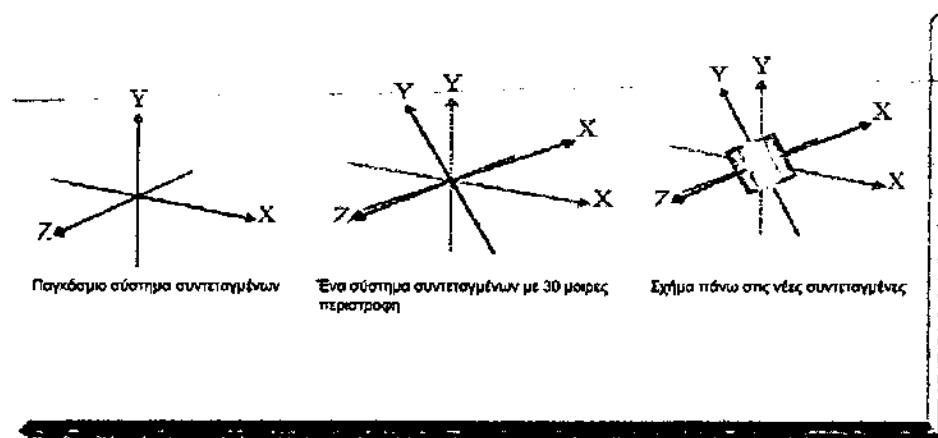
```

MatrixTransform {
    matrix 1 0 0 0      # SFMatrix
           0 1 0 0
           0 0 1 0
           0 0 0 1
}

```

Rotation (περιστροφή)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει μια τρισδιάστατη περιστροφή σε ένα αυθαίρετο σύστημα αξόνων μέσω της αρχής συντεταγμένων.



Η περιστροφή συμπεριλαμβάνεται μέσα στους ισχύων μετασχηματισμούς, που εμφανίζονται σε διαδοχικά σχήματα.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```

Rotation {
    rotation 0 0 1 0  # SFRotation
}

```


Scale (κλίμακα)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει μια τρισδιάστατη κλίμακα που αφορά την αρχή των συντεταγμένων. Αν τα περιεχόμενα της κλίμακας του διανύσματος δεν είναι τα ίδια, αυτό παράγει αταίριαστη κλίμακα.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
Scale {
    scaleFactor 1 1 1 # SFVec3f
}
```

Transform (μετασχηματισμός)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει ένα γεωμετρικό τρισδιάστατο μετασχηματισμό αποτελούμενο (με τη σειρά) από μία (πιθανόν) μη ενιαία κλίμακα για ένα αυθαίρετο σημείο, μια περιστροφή για ένα αυθαίρετο σημείο και άξονα και μια μεταγλώττιση.

FILE FORMAT/DEFAULTS

```
Transform {

    translation (μεταγλώττιση)      0 0 0 # SFVec3f

    rotation (περιστροφή)          0 0 1 # SFRotation

    scaleFactor (κλίμακα)          1 1 1 # SFVec3f

    scaleOrientation (προσανατολισμός) 0 0 1 # SFRotation

    center (κέντρο)                 0 0 0 # SFVec3f

}
```

ο κόμβος μετασχηματισμού

```
Transform {
```

```

translation T1

rotation R1

scaleFactor S

scaleOrientation R2

center T2

}

```

είναι ισοδύναμο με την ακολουθία

```
Translation {translation T1}
```

```
Translation {translation T2}
```

```
Rotation {rotation R1}
```

```
Rotation {rotation R2}
```

```
Scale {ScaleFactor S}
```

```
Rotation {rotation -R2}
```

```
Translation {translation -T2}
```

Translation (μεταγλώττιση)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει ένα μεταγλωττισμό από ένα τρισδιάστατο διάνυσμα.

FILE FORMAT/DEFAULTS

```

Translation {
    translation 0 0 0 # SFVec3f
}

```

OrthographicCamera (ορθογώνια κάμερα)

Μια ορθογώνια κάμερα καθορίζει μια παράλληλη προβολή από ένα σημείο. Αυτή η κάμερα δεν μικραίνει τα αντικείμενα με την απόσταση, όπως κάνει η κάμερα με το οπτικό γυαλί. Η παρακολούθηση του ήχου από μία ορθογώνια κάμερα είναι ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο (ένα κουτί). Από πριν, η κάμερα τοποθετείται στο (0, 0, 1) και βλέπει κατά μήκος του αρνητικού άξονα Z. Η τοποθέτηση και το πεδίο προσανατολισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αλλαγή αυτών των τιμών. Το πεδίο ύψους καθορίζει το συνολικό ύψος του ήχου.

Μία κάμερα μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα κόμβο VRML για να καθορίσει την αρχική θέση του θεατή προς τον κόσμο που εισάγεται. Ο browser της VRML τυπικά τροποποιεί την κάμερα ώστε να επιτρέπει στον χρήστη να κινηθεί μέσα σε ένα εικονικό κόσμο. Οι κάμερες επηρεάζονται από τον μετασχηματισμό που ισχύει, έτσι μπορούμε να καθορίσουμε την θέση μιας κάμερας με το να τοποθετήσουμε τον κόμβο μετασχηματισμού πριν από αυτή στην εικόνα του γραφήματος. Η προκαθορισμένη θέση και ο προσανατολισμός μιας κάμερας είναι στο (0, 0, 1) καθώς κοιτάμε κατά μήκος του αρνητικού άξονα Z.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

OrthographicCamera {

position (θέση) 0 0 1 # SFVec3f

orientation (προσανατολισμός) 0 0 1 0 # SFRotation

focalDistance (απόσταση εστίασης) 5 # SFFloat

height (ύψος) 2 # SFFloat

}

PerspectiveCamera (προ κάμερα)

Μια προ κάμερα καθορίζει μια οπτική προβολή από ένα σημείο. Η παρακολούθηση ήχου σε μία προ κάμερα είναι μια κομμένη δεξιά πυραμίδα. Προκαθορισμένα, η κάμερα τοποθετείται στο (0, 0, 1) και κοιτάζει κατά μήκος του αρνητικού άξονα Z. Η θέση και το πεδίο προσανατολισμού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αλλάξουν αυτές τις τιμές. Το πεδίο της γωνίας του ήχου καθορίζει την συνολική κάθετη γωνία του ήχου.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

PerspectiveCamera {

position (θέση) 0 0 1 # SFVec3f

orientation (προσανατολισμός) 0 0 1 0 # SFRotation

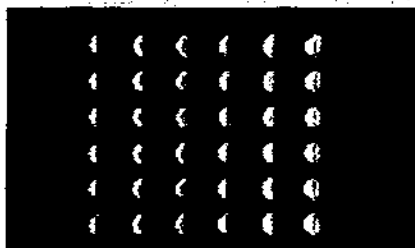
focalDistance (απόσταση εστίασης) 5 # SFFloat

heightAngle (κλίση ύψους) 0.785398 # SFFloat

}

DirectionalLight (κατευθυντικός φωτισμός)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει μια πηγή φωτισμού που μπορεί να φωτίσει παράλληλες ακτίνες ένα δοσμένο τρισδιάστατο διάνυσμα. Ένας κόμβος φωτισμού ορίζει μια πηγή φωτός που μπορεί να επηρεάσει διαδοχικά σχήματα στην εικόνα του γραφήματος, ανάλογα το ισχύον στυλ φωτισμού. Οι πηγές φωτισμού επηρεάζονται από τους ισχύοντες μετασχηματισμούς. Ένας



κόμβος φωτισμού κάτω από μία separator δεν επηρεάζει κανένα αντικείμενο έξω από την συσκευή.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
DirectionalLight {
    on      (άνοιγμα)    TRUE      # SFBool
    intensity (ένταση)    1        # SFFloat
    color   (χρώμα)     1 1 1      # SFColor
    direction (κατεύθυνση) 0 0 0    # SFVec3f
}
```

PointLight (σημείο φωτισμού)

Αυτό ο κόμβος καθορίζει μια πηγή φωτισμού σε μια σταθερή τρισδιάστατη τοποθεσία. Μια πηγή φωτισμού φωτίζει το ίδιο προς όλες τις κατευθύνσεις. Γι' αυτό είναι μη κατευθυντική. Ένας κόμβος φωτισμού καθορίζει μια πηγή φωτισμού που μπορεί να επηρεάσει διαδοχικά σχήματα σε μια εικόνα γραφήματος, εξαρτημένου από το ισχύων στυλ φωτισμού. Οι πηγές φωτισμού επηρεάζονται από τους ισχύοντες μετασχηματισμούς. Μια πηγή φωτισμού κάτω από έναν separator δεν επηρεάζει κανένα αντικείμενο έξω



από τον separator.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

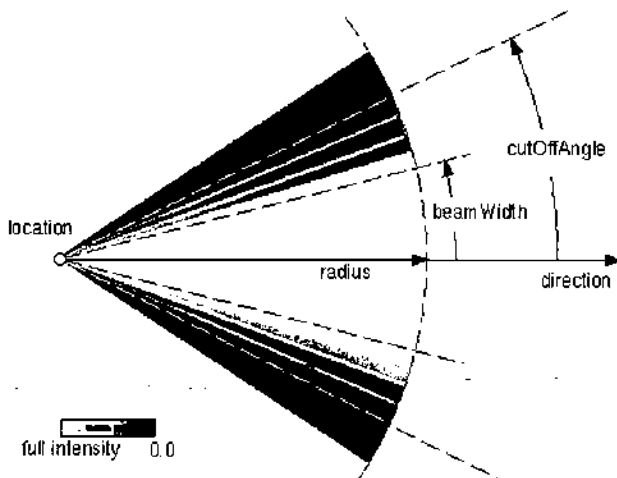
```

PointLight {
    on      (άνοιγμα)    TRUE      # SFBool
    intensity (ένταση)    1          # SFFloat
    color   (χρώμα)     1 1 1      # SFColor
    location (τοποθέτηση) 0 0 1    # SFVec3f
}

```

SpotLight (Σημειακός προβολέας)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει μια πηγή φωτισμού ενός σημειακού προβολέα. Ένας σημειακός προβολέας τοποθετείται σε ένα σταθερό τρισδιάστατο διάστημα και φωτίζει σαν ένας κώνος κατά μήκος μιας ειδικής διεύθυνσης. Η ένταση του φωτισμού πέφτει εκθετικά σαν μία ακτίνα φωτός που αποκλίνει από αυτή την κατεύθυνση προς τις άκρες του κώνου. Ο βαθμός πρόσπτωσης και η γωνία του κώνου ελέγχονται από τα πεδία βαθμού πρόσπτωσης και



αποκοπής γωνίας.

Ένας κόμβος φωτισμού καθορίζει μια πηγή φωτός που μπορεί να επηρεάζει τα διαδοχικά σχήματα στην εικόνα του γραφήματος, εξαρτημένου από το ισχύων στυλ φωτισμού. Οι πηγές φωτός επηρεάζονται από τους ισχύοντες μετασχηματισμούς. Ένας κόμβος κάτω από ένα separator δεν επηρεάζει οποιαδήποτε αντικείμενα έξω από τον separator .

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
SpotLight {
    on (άνοιγμα) TRUE # SFBool
    intensity (ένταση) 1 # SFFloat
    color (χρώμα) 1 1 1 # SFVec3f
    location (τοποθεσία) 0 0 1 # SFVec3f
    direction (κατεύθυνση) 0 0 -1 # SFVec3f
    dropoutRate (ακτίνα πρόσπτωσης) 0 # SFFloat
    cutoffAngle (ακτίνα γωνίας) 0.785398 # SFFloat
}
```

Τρίτη Ομάδα - Κόμβοι Ομαδοποίησης

Group (ομάδα)

Αυτός ο κόμβος καθορίζει την βασική κατηγορία για όλους τους κόμβους ομάδων. Η ομάδα είναι ένας κόμβος που περιέχει μια διατεταγμένη λίστα από κόμβους παιδιά. Αυτός ο κόμβος είναι απλά ένας μεταφορέας για τους κόμβους παιδιά και δεν μεταβάλλει την δήλωση τους με οποιονδήποτε τρόπο. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας τα δεδομένα για ένα παιδί περνιούνται σε κάθε διαδοχικό παιδί και μετά στους γονείς της ομάδας (η ομάδα δεν προωθεί ή αναπηδά τις δηλώσεις όπως κάνει ο separator).

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```

Group {
}

```

Separator (συσκευή διαχωρισμού)

Αυτός ο κόμβος ομάδας παρουσιάζει μια προώθηση (σώσιμο) της δήλωσης εισαγωγών πριν εισάγει τα παιδιά του και ένα άνοιγμα (αποθήκευση) όπου τα εισάγει. Αυτό απομονώνει τα παιδιά του separator από τα υπόλοιπα της εικόνας του γραφήματος. Ένας separator μπορεί να περιέχει φώτα, κάμερες, συντεταγμένες, κάθετους, συνδέσεις και όλες τις άλλες ιδιότητες.

Οι separator μπορούν επίσης να παρουσιάσουν επιλεγμένη αντανάκλαση. Η επιλεγμένη αντανάκλαση προσπερνάει τις εισαγωγές του separator των παιδιών αν δεν πρόκειται να φωτοσκοπιστούν, βασισμένη στη σύγκριση του κουτιού σχεδίασης του separator με τον ισχύοντα ήχο. Η επιλογή ελέγχεται από το πεδίο επιλογής αντανάκλασης. Υπάρχουν προκαθορισμένα σεντ αυτοκίνησης, που επιτρέπουν στην εφαρμογή τότε να επιλέξει ή όχι.

CULLING ENUMS

ON (πάντα προσπαθεί να επιλέξει τον ορατό ήχο)

OFF (ποτέ δεν προσπαθεί να επιλέξει τον ορατό ήχο)

AUTO (η εφαρμογή καθορίζει την συμπεριφορά της επιλογής)

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```

..Separator {
    renderCulling    AUTO    # SFEnum
}

```


Switch (διακόπτης)

Αυτός ο κόμβος ομάδας ανεβάζει εγκάρσια ένα, κανένα ή όλα τα παιδιά του. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό τον κόμβο για να ανοίξουμε ή να κλείσουμε τα στοιχεία μερικών ιδιοτήτων ή ν' αλλάξουμε μεταξύ διαφορετικών ιδιοτήτων.

Το πεδίο αναζήτησης παιδιών καθορίζει τον δείκτη του παιδιού που θα μεταβληθεί, όπου το πρώτο παιδί έχει δείκτη 0.

Μία τιμή -1 σημαίνει ότι κανένα παιδί δεν θα μεταβληθεί. Μια τιμή -3 μεταβάλλει όλα τα παιδιά, κάνοντας τον διακόπτη να συμπεριφέρεται ακριβώς σαν μια κανονική ομάδα.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
Switch {
    witchChild -1 # SFLong
}
```

TransformSeparator (μετασχηματισμός, διαχωριστής)

Αυτός ο κόμβος ομάδας είναι παρόμοιος με τον κόμβο του separator στο ότι σώζει την δήλωση πριν ανεβάσει εγκάρσια τα παιδιά του και τα' αποθηκεύει μετέπειτα. Παρόλα αυτά, σώζει μόνο τον ισχύοντα μετασχηματισμό, όλες οι άλλες δηλώσεις παραμένουν όπως έχουν. Αυτός ο κόμβος μπορεί να είναι χρήσιμος για την τοποθέτηση μιας κάμερας, εφόσον οι μετασχηματισμοί στην κάμερα δεν θα επηρεάσουν την υπόλοιπη εικόνα, ακόμα και αν η κάμερα έχει οπτική επαφή με την εικόνα. Παρόμοια, αυτός ο κόμβος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απομονώνει τους μετασχηματισμούς στις πηγές φωτός ή σε άλλα αντικείμενα.

FILE FORMA/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)*TransformSeparator {**}***WWW Anchor (άγκυρα δικτύου)**

Ο κόμβος άγκυρας δικτύου φορτώνει μια νέα εικόνα μέσα σε ένα VRML browser όταν επιλέγεται ένα από τα παιδιά του. Μια άγκυρα δικτύου με ένα κενό (" ") όνομα δεν κάνει τίποτα όταν επιλέγεται ένα από τα παιδιά της. Το όνομα είναι μια αυθαίρετη URL.

Η άγκυρα δικτύου συμπεριφέρεται σαν ένας separator, προωθώντας τις δηλώσεις μεταβλητών πριν μεταβάλλουν τα παιδιά της, και τα αναπηδάει αργότερα. Το πεδίο περιγραφής μέσα σε μια άγκυρα δικτύου επιτρέπει σε ένα φιλικό καθοδηγητή να χρησιμοποιηθεί σαν εναλλακτικός του URL στο πεδίο ονόματος. Ιδανικά, οι browser επιτρέπουν στον χρήστη να διαλέξει την περιγραφή, του URL ή και τα δυο να χρησιμοποιηθούν σαν υποψήφια άγκυρα του δικτύου.

Το πεδίο του χάρτη άγκυρας δικτύου είναι μια αριθμήσιμη τιμή που μπορεί να είναι κενή ή σημείο. Αν είναι σημείο τότε οι συντεταγμένες του σημείου, πάνω στο αντικείμενο που επέλεξε ο χρήστης, θα προστεθούν στο URL μέσα στο πεδίο ονόματος, με την σύνταξη

" ? x,y,z".

MAP ENUM

NONE (δεν προσθέτει πληροφορία στην URL)

POINT (προσθέτει τις συντεταγμένες του αντικειμένου στη URL)

FILE FORMAT/DEFAULTS (δήλωση προγράμματος)

```
WWWAnchor {
```

```
    name (όνομα) " " # SFString
```

```
    description (περιγραφή) " " # SFString
```

```
    map (χάρτης) NONE # SFEnum
```

```
}
```

Τέταρτη ομάδα – Κόμβος WWWInline (εσωτερική γραμμή δικτύου)

Το πεδίο εσωτερικής γραμμής δικτύου διαβάζει τα παιδιά του από παντού στο παγκόσμιο ιστό. Ακριβώς όταν ένα παιδί διαβάζεται δεν διευκρινίζεται. Το διάβασμα των παιδιών μπορεί να καθυστερήσει μέχρι το δίκτυο εσωτερικής γραμμής να εμφανιστεί στην πραγματικότητα. Ένα δίκτυο εσωτερικής γραμμής με ένα κενό όνομα δεν κάνει τίποτα. Το όνομα είναι ένα αυθαίρετο URL. Η επίδραση της αναφοράς σε ένα URL, που δεν ανήκει σε VRML, μέσα σε ένα δίκτυο εσωτερικής γραμμής δεν είναι γνωστή.



Αν το πεδίο κουτιού μεγέθους του δικτύου εσωτερικής γραμμής καθορίζει ένα κουτί σχεδίασης που είναι άδειο (ένα κουτί σχεδίασης δεν είναι άδειο αν έστω και μια από τις διαστάσεις του δεν είναι μηδέν), τότε το κουτί σχεδίασης αντικείμενου του δικτύου εσωτερικής γραμμής καθορίζεται από το πεδίο του κουτιού μεγέθους και του κουτιού κέντρου. Αυτό επιτρέπει στην εφαρμογή να επιλέξει τον ήχο ή να φορτώσει την αλλαγή θέσης του δικτύου εσωτερικής γραμμής χωρίς να δει τα περιεχόμενα του.

FILE FORMAT/DEFAULTS (δηλώση προγράμματος)

```
WWWinline {  
    name (όνομα)          -- # SFString  
    bboxSize (κουτί μεγέθους) 0 0 0 # SFVec3f  
    bboxCenter (κουτί κέντρου) 0 0 0 # SFVec3f  
}
```

Τεκμηρίωση (Instancing)

Ένας κόμβος μπορεί να είναι το παιδί σε περισσότερες από μια ομάδες. Αυτό καλείται «τεκμηρίωση» (όταν χρησιμοποιούμε το ίδιο τεκμήριο για ένα κόμβο πολλές φορές, καλείται «σύνδεση ψευδώνυμου» ή «πολλαπλές αναφορές» σε άλλα συστήματα), και πραγματοποιείται με την χρήση της λέξης κλειδί «USE».

Μαζί με τη λέξη κλειδί DEF καθορίζει ένα κόμβο ονόματος, και δημιουργεί μια απλή τεκμηρίωση αυτού. Η λέξη κλειδί USE δηλώνει ότι οι πιο πρόσφατα καθορισμένες τεκμηριώσεις θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ξανά. Αν αρκετοί κόμβοι έχουν πάρει το ίδιο όνομα, τότε το τελευταίο DEF συναντιέται πιο συχνά. Τα DEF/USE περιορίζονται σε ένα απλό αρχείο. Δεν υπάρχει μηχανισμός για την χρήση USE κόμβων που είναι DEF σε άλλα αρχεία.

Ένα όνομα πάει σε ένα αντικείμενο όταν συναντηθεί η DEF, και δεν βγαίνει από το αντικείμενο μέχρι μια άλλη DEF του ίδιου ονόματος ή αρχείου EOF συναντηθεί. Οι κόμβοι δεν μπορούν να μοιραστούν μεταξύ των αρχείων (δεν μπορεί να χρησιμοποιείται ένας κόμβος που είναι DEF μέσα σε ένα αρχείο στο οποίο αναφέρεται το δίκτυο εσωτερικής γραμμής). Για παράδειγμα, η διαχείριση αυτής της εικόνας θα έχει σαν αποτέλεσμα να σχεδιαστούν τρεις σφαίρες. Και οι δυο σφαίρες ονομάζονται «Joe», η δεύτερη (μικρότερη) σφαίρα σχεδιάζεται δυο φορές.

```
Separator {
```

```

DEF Joe Sphere {
  Translation (translation 2 0 0) (μεταγλώττιση)

  Separator {
    DEF Joe Sphere (radius .2) (ακτίνα)
    Translation (translation 2 0 0)
  }
}

USE Joe # radius .2
}

```

Επεκτασιμότητα (Extensibility)

Οι επεκτάσεις στην VRML υποστηρίζονται από πεδία υποστήριξης που περιγράφονται από μόνα τους. Οι κόμβοι που δεν είναι μέρη της VRML πρέπει να γράφονται έξω από την περιγραφή των πεδίων τους πρώτα, έτσι ώστε όλες οι εφαρμογές της VRML να είναι ικανές να αναλύσουν και να αγνοήσουν τις επεκτάσεις. Αυτή η περιγραφή γράφτηκε ακριβώς μετά το άνοιγμα μιας έντονης ανανέωσης για τον κόμβο, και έχει συσταθεί από πεδία λέξεων κλειδιών ακολουθούμενες από μια λίστα ονομάτων και τύπων πεδίων που χρησιμοποιούνται από αυτό τον κόμβο. Όλα περικλείονται σε αγκύλες και χωρίζονται με κόμμα. Για παράδειγμα αν ο κύβος δεν ήταν ένας αναγνωρισμένος κόμβος VRML, θα γραφόταν έτσι:

```

Cube {
  fields [ SFFloat width, SFFloat height, SFFloat depth ] [πεδία]
  width 10 height 4 depth 3 [ πλάτος, ύψος, βάθος ]
}

```

Ο καθορισμός των πεδίων για κόμβους που είναι μέρη αναγνωρισμένα από την VRML δεν είναι λάθος. Οι αναλυτές VRML πρέπει να αγνοούν σιωπηλά τους καθορισμούς πεδίων.

Συγγένειες Is-a (Is-a relationships)

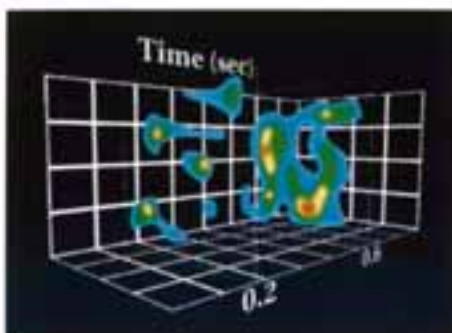
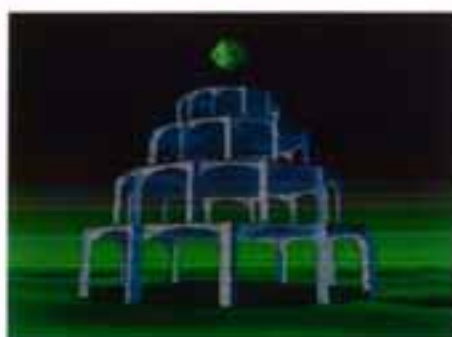
Ένας νέος τύπος κόμβου μπορεί να είναι επίσης μια υπερομάδα ενός υπάρχοντος κόμβου που είναι τμήμα των καθιερωμένων. Σε αυτή την περίπτωση, μια υλοποίηση για τον καινούργιο τύπο κόμβου δεν μπορεί να βρεθεί. Ο νέος τύπος κόμβου μπορεί να έχει μια ασφαλή επεξεργασία σαν του υπάρχοντος κόμβου στον οποίο βασίζεται με κάποιες απώλειες λειτουργικότητας φυσικά. Για να το υποστηρίξουμε αυτό, οι νέοι τύποι κόμβων μπορούν να καθορίσουν ένα πεδίο αλφαριθμητικού MF που καλείται "IS-A" και περιέχει τα ονόματα των τύπων των οποίων είναι υπερομάδα. Για παράδειγμα, ένας νέος τύπος υλικού που καλείται "Υλικό επέκτασης", που προσθέτει δείκτες διάθλασης σαν ιδιότητα υλικών, μπορεί να γραφτεί ως εξής:

```
ExtendedMaterial {  
  
    fields [ MFString isA, MFFloat indexOfRefraction,  
  
            MFColor ambientColor, MFColor diffuseColor,  
  
            MFColor specularColor, MFColor emissiveColor,  
  
            MFFloat shininess, MFFloat transparency ]  
  
    isA [ 'Material' ]  
  
    indexOfRefraction . 34  
  
    diffuseColor . 8 . 54 1  
  
}
```

Οι πολλαπλές συγγένειες Is-a μπορούν να καθοριστούν με τη σειρά προτίμησης. Οι εφαρμογές αναμένεται να χρησιμοποιήσουν το πρώτο για το οποίο υπάρχει εφαρμογή.

Παράδειγμα (An Example)

Αυτό είναι ένα πιο μακροσκελές παράδειγμα εικόνας VRML. Περιέχει ένα απλό μοντέλο ενός ίχνης φωτός αποτελούμενο από στοιχειώδη σχήματα. Προσθέτει τρεις τοίχους (φτιαγμένους από πολύγωνα), και αναφέρεται σε ένα σχήμα που καθορίζεται αλλού, από τους οποίους οι δυο φωτίζονται από σημειακό προβολέα. Το σχήμα συμπεριφέρεται σαν μια υπερεξάνδεση σε κείμενο HTML.



```
# VRML V1.0 ascii
```

```
Separator {
```

```
    Separator {      # Μία απλή γεωμετρία φωτισμού-εξερεύνησης:
```

```
        Translation { translation 0 4 0 }
```

```
    Separator {
```

Material { emissiveColor 0.1 0.3 0.3 }

Cube {

width 0.1

height 0.1

depth 4

}

}

Rotation { rotation 0 1 0 1.57079 }

Separator {

Material { emissiveColor 0.3 0.1 0.3 }

Cylinder {

radius 0.1

height .2

}

}

Rotation { rotation -1 0 0 1.57079 }

Separator {

Material { emissiveColor 0.3 0.3 0.1 }

Rotation { rotation 1 0 0 1.57079 }

Translation { translation 0 -2 0 }

Cone {


```

        height .4

        bottomRadius .2
    }

    Translation { translation 0 .4 0 }

    Cylinder {

        radius 0.02

        height .4
    }
}

SpotLight {      # Light from above

    location 0 4 0

    direction 0 -1 0

    intensity      0.9

    cutOffAngle 0.7

}

Separator {      # Wall geometry; just three flat polygons

    Coordinate3 {

        point [

            -2 0 -2, -2 0 2, 2 0 2, 2 0 -2,

            -2 4 -2, -2 4 2, 2 4 2, 2 4 -2]
    }
}

```

```
}  
  
IndexedFaceSet {  
    coordIndex [ 0, 1, 2, 3, -1,  
                0, 4, 5, 1, -1,  
                0, 3, 7, 4, -1  
    ]  
}  
  
}  
  
WWWAnchor { # A hyperlinked cow:  
    name 'http://www.foo.edu/CowProject/AboutCows.html'  
  
    Separator {  
        Translation { translation 0 1 0 }  
        WWWInline { # Reference another object  
            name 'http://www.foo.edu/3Dobjects/cow.Wrl'  
        }  
    }  
}  
  
}  
  
}
```



Πίνακες Χαρακτηριστικών άλλων 3D Προτύπων

Όνομα αρχείου (κατά-λήξη)	Τρόπος αποθήκευσης	Τρόπος έκφρασης: 3Διαστ. Πληροφορίας	Επιπλέον συντεταγμένες: υψή: κλπ.	Διάδοση	Επίπεδο λεπτομέρειας	Βαθμιαίο φόρτομα	Συμπύπωση	Ασφάλεια
3D Studio (3DS)	Διαδικός	Τρίγωνα	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Μέτριο
3D Studio ASCII (ASC)	Κείμενο	Τρίγωνα	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
3D Studio Max ASCII (ASE)	Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
3D Studio Max (MAX)	Διαδικός	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	?
Alias FBX (FBX)	Διαδικός	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μέτρια-Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Μέτρια
AOFF (GEO)	Κείμενο	Τρίγωνα	Όχι	Μικρή	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
AutoCAD (DXF.DXB)	Διαδικός (DXB) Κείμενο (DXF)	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Όχι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Caligari true space (COB)	Διαδικός	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
CINEMA 4D (C4D)	Διαδικός	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
DirectX (X)	Διαδικός/ Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Electric Image (FACT)	Διαδικός/ Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Imagine (IOB)	Διαδικός	Τρίγωνα	Ναι	Μικρή	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Initial Graphics Exchange Specific format G-code (IGES.IGS)	Διαδικός Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Όχι	Μικρή	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
International Organisation for standardization G Code (ISO_NC)	Διαδικός Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Όχι	Μικρή	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
LightWave3D (LWO.LW)	Διαδικός	Τρίγωνα	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Maya ASCII (MA)	Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη

Όνομα αρχείου (κατάληξη)	Τρόπος αποθήκευσης	Τρόπος έκφρασης 3Διστ. Πληροφορίας	Επιπλέον συντεταγμένες υψής κ.λ.π.	Διάδοση	Επίπεδο λεπτομέρειας	Βαθμιαίο φόρτωμα	Συμπίεση	Ασφάλεια
Maya ASCII (MA)	Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Maya ASCII (MB)	Διαδίκος	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Metacore Metastream (MIS)	Διαδίκος	Τρίγωνα	Ναι	Μικρή	Ναι	Ναι	Ναι	Μέτρια
Nendo (NDO)	Διαδίκος	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μικρή	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
NGRAIN (NGN,NGW)	Διαδίκος	Voxels (σημεία στο χώρο)	Όχι	Μικρή	Όχι	Όχι	Ναι	Καλή
Object File Format (OFF)	Κείμενο	Τρίγωνα	Όχι	Μικρή	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
OpenFlight (FLT)	Διαδίκος	Τρίγωνα	Ναι	Μέτρια	Ναι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Open Inventor (IV)	Διαδίκος/Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη Μέτρια Μικρή	Ναι Όχι	Ναι Όχι	Ναι Όχι	Ανύπαρκτη Μέτρια
Polygon Model (PLY)	Διαδίκος/Κείμενο	Τρίγωνα	Ναι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
POV-Ray RAW Triangle Format (RAW)	Κείμενο	Τρίγωνα	Όχι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Power Render Object (PRO)	Διαδίκος	Τρίγωνα	Ναι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Points File (PTS)	Κείμενο	Σημεία στο χώρο	Όχι	Μικρή	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Extended raw triangles (RAX)	Κείμενο	Τρίγωνα	Ναι	Μικρή	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Rhinoceros (3DM)	Διαδίκος	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	
Shockwave 3D (W3D)	Διαδίκος	Τρίγωνα Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μέτρια	Ναι (υποτυπώδη)	Ναι (υποτυπώδη)	Όχι	
Softimage (XSI)	Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Stereo Lithography (STL)	Διαδίκος/Κείμενο	Τρίγωνα	Όχι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
Stripe (OBJ)	Κείμενο	Τρίγωνα	Ναι	Μέτρια	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη

- Prototypes (36, 38, 39, 43, 57)
- Queries (64)
- Raster (21)
- RDF / RDF-S (63)
- Rendering (19, 58)
- Route Graph (36, 37)
- Routes (36, 37)
- SAI (43, 44, 89)
- Scene Description Language (20)
- Script (20, 23, 36, 38, 39, 44, 55, 57, 58, 71, 72)
- Semantic Objects (66)
- Semantics Web (61-63, 66)
- Sensors (36, 38)
- Sony (23)
- Sun Microsystems (14, 15, 45, 58)
- Televirtuality (77)
- Text Editor (19)
- Texture (32, 34, 45, 72, 73, 80, 100, 101, 109-111)
- Tim Berners-Lee (10, 64)
- Tony Parisi (18, 22)
- Transform (49, 67, 110, 112-114, 122, 123)
- Translation (32, 36, 48, 49, 110, 114, 115, 126, 128-131)
- UTF-8 (26, 48)
- Venn (26, 39, 40)
- Virtual Reality (6, 14, 16-18, 20, 22, 23, 75)
- Virtual Space Decision Support System (77)
- Web Developers (14)
- Working Group (45, 58, 70, 79)
- WWWInline (33, 124, 125, 131)
- x3dbz (57)
- x3dxz (57)
- x3dz (57)
- XJ3D (58)
- XML (7, 12, 41-44, 46-50, 53, 54, 57, 58, 60, 63, 75, 79-81)
- Yumetech (47, 58)
- Αμφισημία (64)
- Ανοιχτά Πρότυπα (12)
- Γεωμετρικά Αντικείμενα (66)
- Διαδική Κωδικοποίηση (56)
- Εικονική Πραγματικότητα (17-19, 74, 82)
- Κόμβοι (26-31, 33, 37, 38, 57, 72, 86, 87, 92, 102, 120, 125, 126)
- Κόμβοι Αισθητήρων (38)
- Κόμβοι Ιδιοτήτων (28, 102)
- Κόμβοι Ομαδοποίησης (28, 120)
- Κόμβοι Παρεμβολής (38)
- Κόμβοι Σχήματος (27, 28, 31, 92)
- Οντολογίες (62)
- Πεδία (26-30, 57, 74, 80, 85, 86, 90, 96, 106, 119, 126)
- Πολυμεσικές εφαρμογές (59)
- Πολυσημία (64)
- Πράκτορες (62)
- Σημασιολογικά Αντικείμενα (66)
- Σημασιολογικός Ιστός (61-65)
- Σύστημα Συντεταγμένων (26, 35, 36)
- Τύποι Ομαδοποίησης (32)



Λεξικό Ορολογιών

A

API | Application Program

Interface. Είναι η διεπαφή η οποία παρέχεται από ένα υπολογιστικό σύστημα ή από κάποια εφαρμογή, ούτως ώστε να επιτραπεί η εκτέλεση διεργασιών από άλλα προγράμματα / εφαρμογές, όπως επίσης και η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τους.

ASCII: American Standard Code for Information Interchange.

Πρόκειται για μια κωδικοποίηση χαρακτήρων, βασισμένη στο αγγλικό αλφάβητο. Κώδικες ASCII αναπαριστούν κείμενο σε υπολογιστές, επικοινωνιακό εξοπλισμό και άλλες συσκευές που λειτουργούν με κείμενο. Η πλειοψηφία των νέων κωδικοποιήσεων χαρακτήρων, έχει την ιστορική της βάση στο ASCII. Το ASCII πρωτοδημοσιεύθηκε ως πρότυπο το 1967 και η τελευταία ανανέωση που επιδέχθηκε ήταν το 1986.

Animation: Τεχνική παρουσίασης γραφικών, ώστε να δίνεται η εντύπωση συνεχόμενης και φυσικής κίνησης εικονικών αντικειμένων.

B

Browser (φυλλομετρητής):

περιβάλλον χρήστη μέσω του οποίου ο χρήστης αλληλεπιδρά με μία συγκεκριμένη μηχανή, συσκευή, υπολογιστικό πρόγραμμα, ή κάποιο σύστημα. Το περιβάλλον χρήστη ενεπλέκει τις έννοιες της *Εισροής - Εισαγωγής*, επιτρέποντας στον χρήστη να μεταχειριστεί το σύστημα *Εκροής - Αποτελεσμάτων*, επιτρέποντας στο σύστημα να παράγει και να προβάλλει τους μεταχειρισμούς του χρήστη.

Όνομα αρχείου (κατά-λήξη)	Τρόπος αποθήκευσης	Τρόπος έκφρασης: 3Διαστ. Πληροφορίας	Επιπλέον συντεταγμένες υψής κ.λπ.	Διάδοση	Επίπεδο λεπτομέρειας	Βαθμιαίο φόρτωμα	Συμπίεση	Ασφάλεια
Universal 3D (U3D)	Διαδικός	Τρίγωνα	Ναι	αναμένεται μεγάλη	Ναι	Ναι	Ναι	?
Viewpoint (VPP)	Διαδικός	Τρίγωνα	Ναι	Μικρή	Ναι	Ναι	Όχι	Μέτρια
Virtual Reality Modelling Language (VRML, WRL)	Κείμενο	Τρίγωνα Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη	Ναι (υποτυπώδη)	Ναι (υποτυπώδη)	Ναι (μέσω λογισμικού συμπίεσης σε gzip)	Ανύπαρκτη
Wavefront (OBJ)	Κείμενο	Τρίγωνα Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μεγάλη	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη
X3D (X3D)	Διαδικός / Κείμενο	Τρίγωνα & Παραμετρικές Επιφάνειες	Ναι	Μέτρια αναμένεται μεγάλη	Ναι (υποτυπώδη)	Ναι (mpeg4)	Ναι	Μέτρια
XGL (XGL)	Κείμενο	Τρίγωνα	Ναι	Μικρή	Όχι	Όχι	Όχι	Ανύπαρκτη

Πηγή: Ινστιτούτο Πολιτιστικής Και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας



Ευρετήριο Βασικών Εννοιών

- 3D chat (76)
 3D Data Set (78)
 3D Studio Max (19, 71, 72)
 Actionscript (71, 72)
 Adobe (7, 15, 68-70, 72)
 Agents (62)
 Animation (36, 38, 39, 45, 46, 80, 81)
 API (14, 23, 24, 43, 44, 58)
 ASCII (4, 19, 20, 22, 27, 31, 57, 85, 89, 92, 93, 103, 128)
 Autodesk (71)
 Binary (45)
 Browser (7, 10, 16, 19, 23- 27, 38, 43, 50, 58, 60, 69, 103, 116, 123)
 CAD (24, 45, 79, 80)
 CDF (80, 81)
 Chromeffects (14)
 Curly Bracket (46, 57)
 David Raggett (22)
 DEFINE (26, 30)
 Direct3D (14, 58)
 DirectX (14)
 Douglas Engelbart (17)
 EAI (23, 44)
 ECMAScript (38, 55, 57)
 E-learning (75)
 Expert System (76)
 Explicit Data (64)
 Export (43, 57, 69)
 Extensible (7, 12, 14, 24, 42-44, 58, 60, 63)
 External Prototypes (38, 39, 43, 57)
 Fields (26, 27, 29, 30, 57, 86, 90, 126, 127)
 Flash (7, 15, 68-72)
 FlashLite (69)
 Frame (25)
 Geometric Objects (66)
 GIS (79)
 GO (66, 67)
 Google Earth (79)
 Group (4, 32, 33, 36, 44, 45, 58, 73, 78, 79, 120, 121)
 HTML (12, 19-23, 25, 38, 50, 128, 131)
 HTTP (20)
 Import (43, 57, 69)
 Interactive Behaviours (21)
 Interface (14, 18, 23, 43)
 Interpolators (36, 38, 46)
 ISO (7, 12-14, 19, 23, 42, 44, 45, 48, 59)
 Java (14, 15, 23, 24, 38, 44, 55, 58, 75)
 JPEG (28)
 Labyrinth (22)
 LOD (32, 53, 104, 105)
 Machine-Readable (62)
 Machine-Undestandable (62)
 Marc Andreessen (10)
 Mark Pesce (18, 22)
 Markup (12, 21, 22, 42, 43, 47, 49, 63)
 Med.X3D (78)
 Metadata (67)
 MetadataSet (67)
 Microsoft (12, 14)
 MIDI (28)
 MIME (25, 56)
 Mixed Reality (65)
 Mosaic (10)
 MPEG (44, 57, 72)
 Nested (33)
 Nodes (26, 28, 37, 39, 57)
 NURBS (39, 65, 81)
 Open Inventor (22)
 OpenGL (58)
 OWL (63, 64)
 Parent Node (33)
 Player (38, 69, 71)
 Plug-in (25)
 Profiles (44, 60)

C**CAD | Computer Aided Design.**

Αφορά την χρήση ενός μεγάλου εύρους από υπολογιστικά εργαλεία, η οποία προσανατολίζεται στην παροχή βοήθειας στους μηχανικούς, στους αρχιτέκτονες και σε όποια άλλη ειδικότητα εμπειριέχει σχεδιασμό. Πρόκειται για το κύριο λογισμικό σύνταξης και καθορισμού γεωμετρίας. Οι εκδόσεις του CAD μπορούν να περιέχουν από 2D vector σχεδιαστικά συστήματα μέχρι 3D παραμετρική γεωμετρία.

D

Direct 3D: Αποτελεί τμήμα του διάσημου API της Microsoft, DirectX. Το Direct3D είναι διαθέσιμο μόνο μέσω των λειτουργικών συστημάτων της Microsoft (Windows 95 και μεταγενέστερα) και είναι η βάση για τα γραφικά API στα Xbox & Xbox 360 console systems. Το Direct3D χρησιμοποιείται για την αναπαραγωγή 3D γραφικών σε εφαρμογές που η ποιότητα απόδοσης θεωρείται ιδιαίτερα

σημαντική, όπως στα παιχνίδια.

Επίσης το Direct3D επιτρέπει στις εφαρμογές να "τρέχουν" σε λειτουργία πλήρους οθόνης, και όχι απαραίτητα ενσωματωμένες σε κάποιο παράθυρο.

E

E-commerce: Συναντάται επίσης: EC, *e-commerce* ή *ecommerce*.

Συνιστά τις διαδικασίες της διάθεσης, προώθησης, αγοράς, πώλησης, μάρκετινγκ, μέσω ηλεκτρονικών συστημάτων όπως το internet ή και άλλων υπολογιστικών δικτύων.

EAI | External Authoring Interface.

Για την επικοινωνία μεταξύ ενός VRML κόσμου με το εξωτερικό του περιβάλλον, απαιτείται μία διεπαφή που να τα συνδέει. Αυτή η διεπαφή καλείται *External Authoring Interface* και καθορίζει τις παραμέτρους σε έναν VRML browser τις οποίες το εξωτερικό περιβάλλον του κόσμου πρέπει να εκτελέσει για να επηρεάσει τον κόσμο.

E

ECMAScript: Πρόκειται για μία γλώσσα προγραμματισμού, scripting (σεναρίων), καθορισμένη από την Ecma International στην **ECMA-262** έκδοση. Η γλώσσα χρησιμοποιείται ευρέως στο Web, και συχνά αναφέρεται ως Javascript ή Jscript.

F

Frame: Δείγμα ολοκληρωμένης εικόνας από μια συσκευή γραφικών. Ουσιαστικά ένα καρτέ από ένα animation. Πληροφορία που προσδιορίζει ένα βήμα σε μια προσομοίωση διακριτού χρόνου.

G

Gaming: Ηλεκτρονικά παιχνίδια. Κυρίως μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών ή ειδικών μηχανών για αυτήν την χρήση, στις περισσότερες περιπτώσεις διαθέτουν τρισδιάστατα γραφικά

Graphics hardware | *Graphics Processing Unit* (GPU) ή *Visual Processing Unit* (VPU). Συσκευή αναπαραγωγής γραφικών σε έναν προσωπικό υπολογιστή, workstation, ή παιχνιδιομηχανή.

H

HTTP | *HyperText Transfer*

Protocol (HTTP): Είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την μετάδοση και ανταλλαγή πληροφοριών στο World Wide Web. Ο αρχικός του σκοπός ήταν η δημοσίευση και επανάκτηση HTML σελίδων.

I

IDL | *Interface Description*

Language ή *Interface Definition*

Language ή IDL για συντομία, είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για την περιγραφή της διεπαφής των στοιχείων ενός. Τα IDL περιγράφουν μία διεπαφή σε μία γλώσσα με έναν ουδέτερο τρόπο, επιτρέποντας την επικοινωνία μεταξύ στοιχείων λογισμικού που δεν μοιράζονται την ίδια γλώσσα λογισμικού, για

παράδειγμα μεταξύ στοιχείων γραμμένων σε C και στοιχείων γραμμένων σε Pascal.

ISO | International Organization for Standardization. Αποτελεί ένα διεθνές σωματείο θέσης προτύπων που αποτελείται από αντιπροσώπους των εθνικών σωματείων προτυποποίησης. Ο οργανισμός ιδρύθηκε στις 23 Φεβρουαρίου του 1947 και παράγει τα παγκόσμια βιομηχανικά και εμπορικά πρότυπα, τα επονομαζόμενα πρότυπα ISO.

J

Java: Η Java είναι μία γλώσσα προγραμματισμού που σχεδιάστηκε από την εταιρεία πληροφορικής *Sun Microsystems* για δίκτυα, ιστοσελίδες με περίπλοκες απαιτήσεις π.χ. υπολογισμούς, τρισδιάστατα κινούμενα γραφικά κ.λ.π. Είναι ανεξάρτητη πλατφόρμας λειτουργικού συστήματος και hardware, βάσει της Java τεχνολογίας Virtual Machine (JVM). Επίσης αποτελεί Γλώσσα Αντικειμενοστραφούς Προγραμματισμού (Object-

Oriented), ενώ πλέον διατίθεται δωρεάν το περιβάλλον εκτέλεσής της (runtime environment) και το περιβάλλον ανάπτυξης (development kit).

Javascript: Είναι γλώσσα προγραμματισμού η οποία έχει σαν σκοπό την παραγωγή δυναμικού περιεχομένου σε ιστοσελίδες. Έχει τις ρίζες της στην ECMAScript της οποίας ουσιαστικά αποτελεί επέκταση με μερικές πρόσθετες δυνατότητες

JPEG | Joint Photographic Experts Group. Το JPEG είναι ένα πρότυπο συμπίεσης εικόνων συνεχούς τόνου, είτε έγχρωμων είτε κλίμακας του γκριζου. Ο τύπος JPEG χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για προβολή εικόνων σε ιστοσελίδες και μπορεί να αποθηκεύσει Grayscale, RGB και CMYK μορφές εικόνων.

L

LGPL | Lesser General Public Licence. Άδεια χρήσης λογισμικού ελεύθερου κώδικα.

Level of Detail (LoD): Επίπεδο λεπτομέρειας που χρησιμοποιείται για την παρουσίαση ενός τμήματος μοντέλου.

M

MedX3D: **Medical X3D** Ομάδα εργασίας. Ασχολείται με την δημιουργία ενός ανοικτού προτύπου για την τρισδιάστατη αναπαράσταση της ανθρώπινης ανατομίας.

MIDI | Musical Instrument Digital Interface. Σε ελληνική απόδοση σημαίνει *Ψηφιακή διασύνδεση Μουσικών Οργάνων* και αναφέρεται στον εξ αποστάσεως έλεγχο και την επικοινωνία, ανάμεσα σε ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και άλλες συσκευές όπως ηλεκτρονικούς υπολογιστές με λογισμικό μουσικής εγγραφής (*Sequencer*), ρυθμομηχανές (*drum-machines*), δειγματολήπτες (*samplers*), συνθετητές με δυνατότητα μουσικής εγγραφής (*Workstation Synthesizer*),

συσκευές συγχρονισμού κ.ά., ανεξαρτήτως κατασκευαστή.

MIME | Multipurpose Internet Mail Extensions. Είναι ένα πρότυπο δικτύου για την ηλεκτρονική αλληλογραφία. Σχεδόν όλο το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο του διαδικτύου διαβιβάζεται μέσω SMTP σε μορφή (format) MIME. Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο διαδικτύου συνδέεται τόσο πολύ με τα πρότυπα SMTP και MIME ώστε μερικές φορές καλείται SMTP/MIME e-mail.

MPEG | Moving Picture Experts Group. Το πρότυπο αυτό είναι ιδιαίτερα δημοφιλές για προβολή βίντεο, ήχου και γενικότερα πολυμεσικού περιεχομένου στο Διαδίκτυο, καθώς τα αντίστοιχα αρχεία έχουν σχετικά μικρό μέγεθος, συνεπώς και μικρούς χρόνους λήψης. Επιπλέον, το πρότυπο αυτό υποστηρίζεται από πολλές δημοφιλείς εφαρμογές προβολής αρχείων βίντεο. Ήχος και βίντεο μπορούν να συνδυαστούν στο ίδιο αρχείο. Το MPEG δίνει τη δυνατότητα για δημιουργία αρχείων υψηλής

ποιότητας και σχετικά μικρού όγκου.

O

OpenGL | *Open Graphics Library*.

Είναι ένα πρότυπο που αναπτύχθηκε από την εταιρία Silicon Graphics, ένα cross-language και cross-platform API για ανάπτυξη εφαρμογών που παράγουν 3D γραφικά στον υπολογιστή.

P

Plug-in: Πρόγραμμα το οποίο επεκτείνει τις δυνατότητες χρήσης ενός Web Browser. Το πρόγραμμα αυτό μπορεί να αντιγραφεί από το Internet στον υπολογιστή του χρήστη και να εγκατασταθεί στον Web Browser. Οι Web Browsers τελευταίας "γενιάς" περιέχουν ενσωματωμένα τα σημαντικότερα plug ins όπως π.χ. το Flash, Real Audio/Video, Shockwave κ.α.

R

Raster: Raster γραφικά. Raster εικόνες. Εικόνες οι οποίες

αναπαρίστανται ως σύνολο εικονοστοιχείων (pixels)

Real time 3D Rendering: Είναι η δυνατότητα που έχει η κάρτα γραφικών να αναπαράγει κάθε frame σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, 3D μοντέλα, textures και γραφικά, εντολές προγραμματισμού και animations αναπαράγονται την ώρα που τα βλέπουμε στον υπολογιστή μας. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται σε όλα τα real time 3D-video games.

S

Schema: Αρχείο XML με κανόνες εσωτερικής οργάνωσης μιας κατηγορίας άλλων αρχείων XML.

T

Tags: Tag ονομάζουμε μία οδηγία, λέξη – κλειδί, γραμμένη σε HTML, την οποία πρέπει να αναγνωρίσει και ερμηνεύσει ο browser. Τα tags βρίσκονται πάντοτε μεταξύ των συμβόλων "<" και ">"

Texture: Εικόνα που χρησιμοποιείται για κάλυψη αντικειμένων με τρισδιάστατη γεωμετρία ή σχημάτων που βρίσκονται πάνω σε δισδιάστατα επίπεδα, αλλά θα παρουσιαστούν σε τρισδιάστατο χώρο.

U

URL | Uniform Resource Locators.

Εννοούμε μια διεύθυνση ενός πόρου του δικτύου. Είναι παρόμοιο με το όνομα ενός αρχείου, αλλά κρατάει και επιπλέον πληροφορία σχετικά με το όνομα του εξυπηρετητή, καθώς και το είδος του πρωτοκόλλου που αυτός χρησιμοποιεί. Οι ιστοσελίδες χρησιμοποιούν τα URLs για να συνδεθούν με άλλες σελίδες. Εκτός από αυτό τα URLs περιέχουν και πολλές άλλες δημοφιλείς δικτυακές εντολές όπως δείκτες προς FTP αρχεία μηνύματα usenet κτλ.

V

Vector: Διανυσματικά ή γεωμετρικά μοντέλα. Χρήση γεωμετρικών στοιχείων όπως,

σημεία, γραμμές, κύβων και πολυγώνων, τα οποία βασίζονται σε μαθηματικές εξισώσεις ούτως ώστε να αναπαραστήσουν εικόνες στα γραφικά υπολογιστών.

Π

Πολυμέσα: Πολυμέσα στον χώρο της τεχνολογίας πληροφορίας (information field) σημαίνει “πολλαπλοί μεσολαβητές” μεταξύ της πηγής και του παραλήπτη της πληροφορίας ή “πολλαπλά μέσα” μέσω των οποίων η πληροφορία αποθηκεύεται, μεταδίδεται, παρουσιάζεται ή γίνεται αντιληπτή.

Φ

Φυλλομετρητής (Browser):

Φυλλομετρητής Ιστοσελίδων, λογισμικό που επιτρέπει στους χρήστες την πλοήγησή τους στο Διαδίκτυο, τη λήψη και αποστολή δεδομένων, την αποθήκευση των προτιμώμενων ηλεκτρονικών διευθύνσεων κ.λπ.



Βιβλιογραφία

- Silicon Graphics, **VRML 2.0 Handbook**, Pearson Professional Education, 1996. *ISBN: 0201479443*
- Ames, Andrea, Nadeau, David R., Moreland, John L., **The VRML 2.0 Sourcebook**, 1997. *ISBN: 0471165077*
- Jamsa, Kris, Lalani, Suleiman, Weakley, Steve, **Web Programming**, Thomson Learning, 1997. *ISBN: 1884133274*
- Morrison, Michael, **Using Microsoft Internet Studio**, Macmillan Computer Publishing, 1997. *ISBN: 0789707624*
- Vacca, John R., **Virtual Reality**, Computer Technology Research Corporation, U.S., 1996. *ISBN: 1566079713*
- SCHOEDER, **The Visualization Toolkit (VTK)**, PRENTISH HALL, 1998. *ISBN: 0139546944*
- Diehl, S. (University of Saarland, Saarbrucken, Germany), **Distributed Virtual Worlds**, Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG, 2001. *ISBN: 3540676244*
- Chen, Choomei, **Information Visualisation and Virtual Environments**, Springer-Verlag London Ltd, 1999. *ISBN: 1852331364*
- Tittel, Ed, Price, Susan, **Web Graphic Sourcebook**, John Wiley and Sons Ltd, 1996. *ISBN: 0471156922*
- ELBERT, **Web Publisher's 3D & Animation Design Guide for Windows**, CORIOLIS, 1996. *ISBN: 1883577934*
- Ze-Nian, Li, Drew, Mark S., **Fundamentals of Multimedia**, Pearson Higher Education, 2004. *ISBN: 013127256X*
- Vince, John, Earnshaw, Rae (Professor and Head of Electronic Imaging and Media Communication, University of Bradford), **Virtual Worlds on the Internet**, IEEE Computer Society Press, U.S., 1999. *ISBN: 0818687002*

- Slater, Mel, Steed, Anthony, Chrysanthou, Yiorgos (all of University College London), **Computer Graphics and Virtual Environments**, Pearson Higher Education, 2001. *ISBN: 0201624206*



ΔΙΚΤΥΑΚΕΣ Πηγές

- <http://www.web3d.org/>
- <http://www.w3c.org>
- <http://www.w3.org>
- <http://www.xml.org>
- <http://www.opengl.org>
- <http://openvrml.org>
- <http://www.cybergarage.org/vrml/>
- <http://www.openworlds.com>
- <http://www.geovrml.org>
- <http://java.sun.com>
- <http://java3d.j3d.org/>
- <http://www.xj3d.org>
- <http://www.j3d.org/>
- <http://www.coin3d.org/>
- <http://www.macromedia.com>
- <http://www.discreet.com>
- <http://www.parallelgraphics.com>
- <http://www.adobe.com>
- <http://www.dform.com/>
- <http://www.yumetech.com/>
- <http://www.sgi.com/>
- <http://www.it.uom.gr/>
- <http://digitization.hpclab.ceid.upatras.gr>
- <http://el.wikipedia.org>
- <http://www.eliak.gr/>