

Recommended Resources

- X3DEdit

<https://savage.nps.edu/X3D-Edit/>

...or Notepad (++)

- Octaga Player

<http://octagavs.com/software/octaga-player>

- Examples:

<http://x3dgraphics.com/examples/X3dForWebAuthors/>

- X3D API:

<http://www.web3d.org/files/specifications/19775-1/V3.3/index.html>

- X3D Tooltips:

<http://www.web3d.org/x3d/content/X3dTooltips.html>

Other browsers & plugins

- Contact

<http://www.bitmanagement.de>

- FreeWRL/FreeX3D

<http://www.crc.ca/FreeWRL>

- InstantReality

<http://instantreality.org>

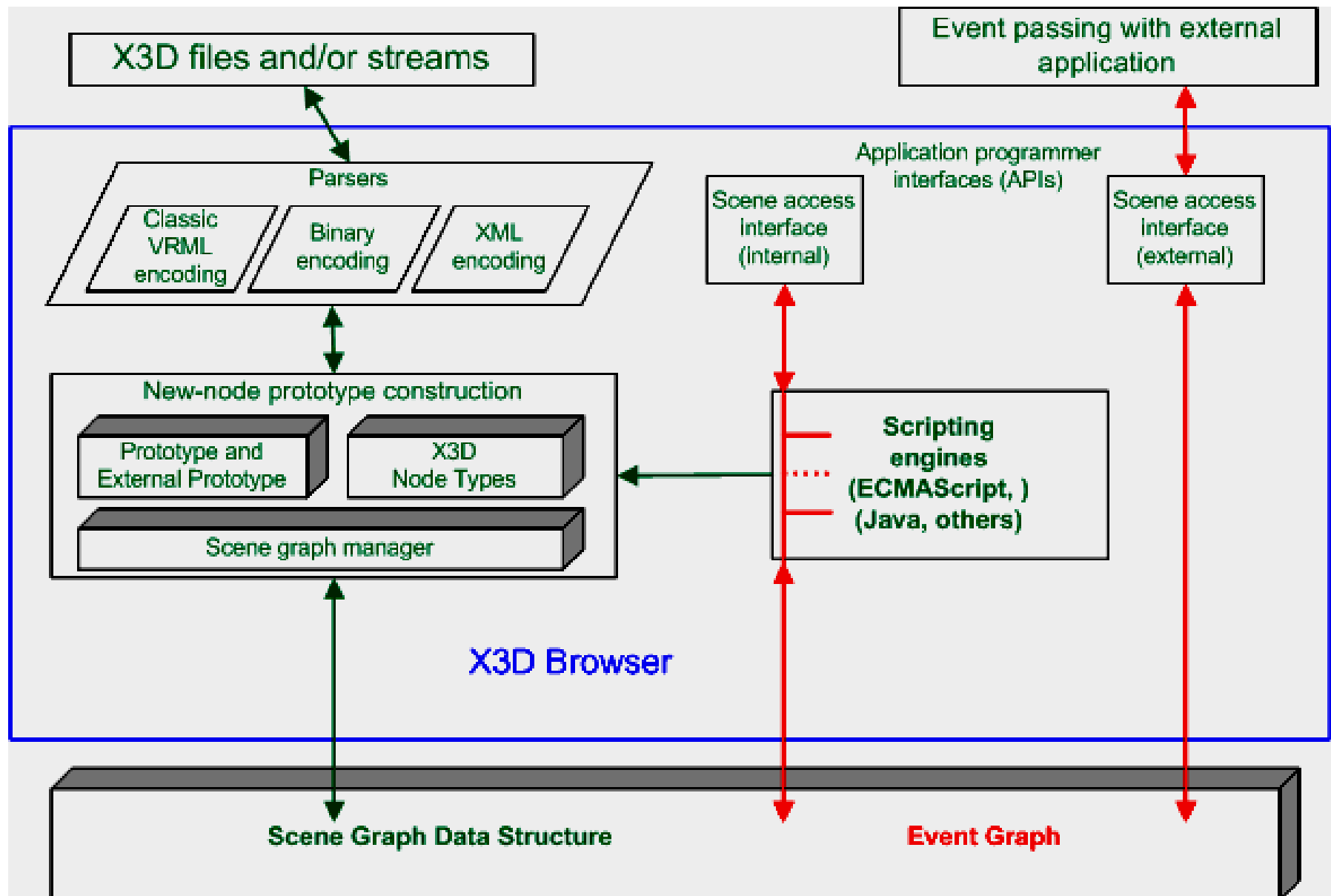
- Xj3D

<http://www.xj3d.org>

X3D

- A royalty-free open-standard file format
- Μετάδοση κινούμενων 3D σκηνών με μέσω XML
- Run-time αρχιτεκτονική για διάδραση με το χρήστη
- Πρότυπο αποθήκευσης, ανάκλησης και αναπαραγωγής real-time γραφικών, εγκεκριμένο από το ISO
- Ανταλλαγή 3D δεδομένων σε πραγματικό χρόνο: τυποποιημένο format δημοσίευσης στο Web

X3D browser architecture

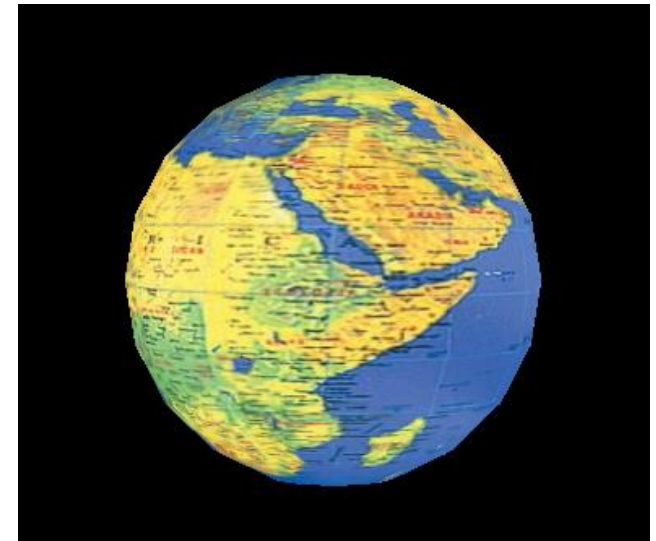


The scene graph

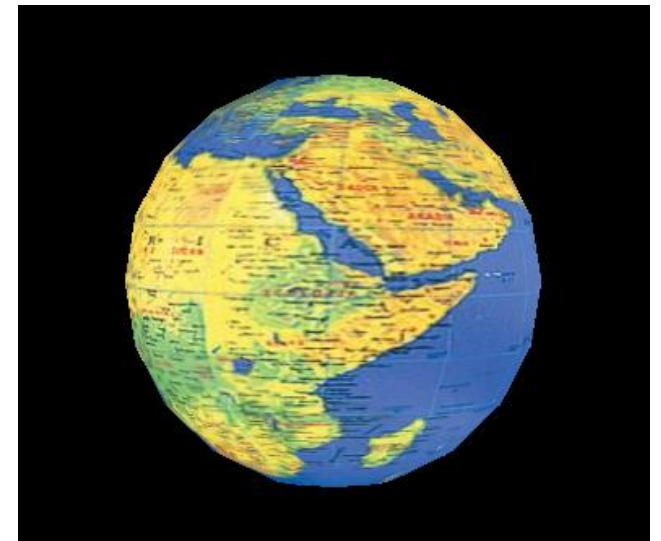
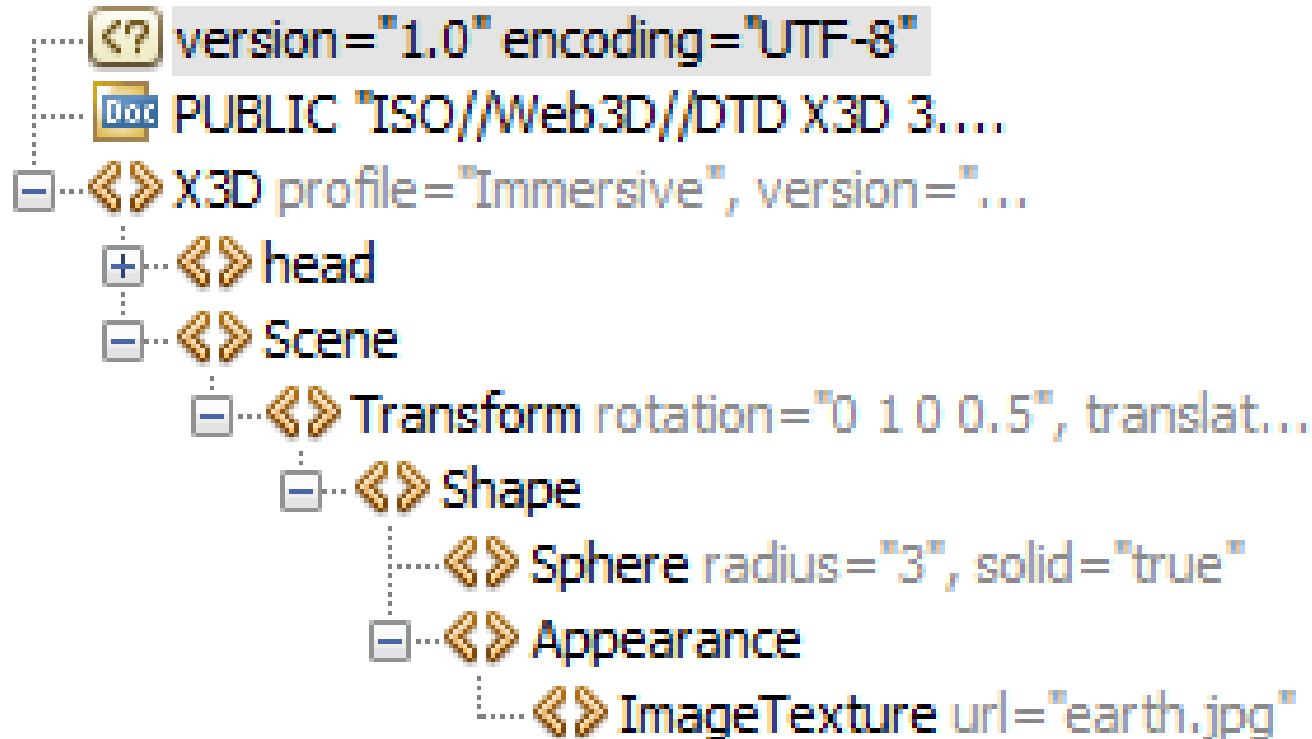
- Κατευθυνόμενος ακυκλικός γράφος (δενδρική δομή)
- Κόμβος-ρίζα <X3D> στην κορυφή
- Model-centric approach
 - Γεωμετρία, μέγεθος, εμφάνιση, τοποθεσία μοντέλου –και σχέση με άλλα μοντέλα
- Κόμβοι (nodes) του δέντρου που περιέχουν πεδία (fields)
 - τα οποία μπορεί να είναι κι άλλοι κόμβοι
 - η απλές τιμές (datatype values)

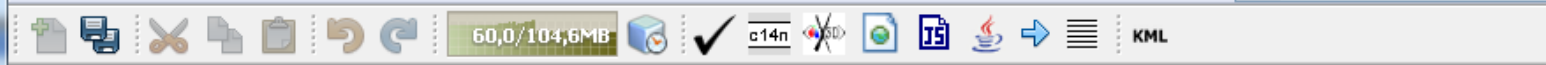
Sample X3D Code

```
<Scene>  
  <Transform rotation="0 1 0 0.5" translation="0 3 0">  
    <Shape>  
      <Sphere radius="3" solid="true"/>  
      <Appearance>  
        <ImageTexture url="earth.jpg"/>  
      </Appearance>  
    </Shape>  
  </Transform>  
</Scene>
```



The scene graph





newSceneGraph_3.x3d - Navigator

- version="1.0" encoding="UTF-8"
- PUBLIC "ISO//Web3D//DTD X3D 3...."
- X3D profile="Immersive", version="..."
 - head
 - meta name="title", content="Geometr..."
 - meta name="description", content="G..."
 - Scene
 - Transform translation="-2.5 0 0"
 - Shape
 - Cone DEF="DefaultCone"
 - Appearance
 - Material diffuseColor="0.2 1 0.2"
 - Transform
 - Shape
 - Cylinder DEF="DefaultCylinder"
 - Appearance
 - Transform translation="2.5 0 0"
 - Shape

Palette

X3D Scene Structure and Metadata

- XML comment -->
- DOCTYPE
- X3D
- head
- component
- unit
- meta
- Scene
- MetadataBoolean
- MetadataDouble
- MetadataFloat
- MetadataInteger
- MetadataString
- MetadataSet
- WorldInfo
- SMAL Object
- SMAL Terrain
- SMAL Vehicle

Geometry: Primitives

Grouping

Viewing and Navigation

Appearance, Material and Textures

Geometry: Points, Lines and Polygons

Event Animation and Interpolation

User Interactivity and Sensors

Event Utilities and Scripting

Geometry: 2D

Lighting and Environmental Effects

Filters: @ #

newSceneGraph_3.x3d

```

17         </Appearance>
18     </Shape>
19 </Transform>
20 <Transform>
21     <Shape>
22         <Cylinder DEF='DefaultCylinder' />
23         <Appearance>
24             <Material diffuseColor='0.2 0.2 1' />
25         </Appearance>
26     </Shape>
27 </Transform>
28 <Transform translation='2.5 0 0'>
29     <Shape>
30         <Sphere DEF='DefaultSphere' />
31         <Appearance>
32             <Material diffuseColor='1 1 0.2' />

```

Xj3D Viewer

hello X3D!

File 'C:/Users/Markos/newSceneGraph_3.x3d' ready 30.30

Output

X3D rendering and animation

- Διάσχιση top-down, depth-first
 - Single-pass: οι κλήσεις οφείλουν να έπονται των ορισμών
- Transform nodes: τροποποίηση του συστήματος συντεταγμένων
- Appearance/material: τροποποίηση των παραμέτρων rendering των γεωμετριών
- Geometry: rendering πολυγώνων
- USE: επανασχεδίαση δομών που έχουν οριστεί προηγουμένως με DEF
- ROUTE: γεγονότα (events) περνούν από ένα πεδίο ενός κόμβου προς ένα σχετικό πεδίο σε έναν άλλο

X3D rendering and animation

- Η διάσχιση επαναλαμβάνεται συνεχώς
- Οι τιμές εντός των κόμβων ανανεώνονται, και μια νέα εικόνα επανυπολογίζεται
 - Η νέα εικόνα αντικαθιστά την παλιά (*double buffering*)
 - Frame rates άνω των 7-10 Hz
- This drawing process is defined as *rendering*
- Other tricks can speed up the process
 - Στοχευμένα φώτα
 - Επανυπολογισμός μόνο των τροποποιημένων υπογραφημάτων
 - κλπ...

The X3D event model

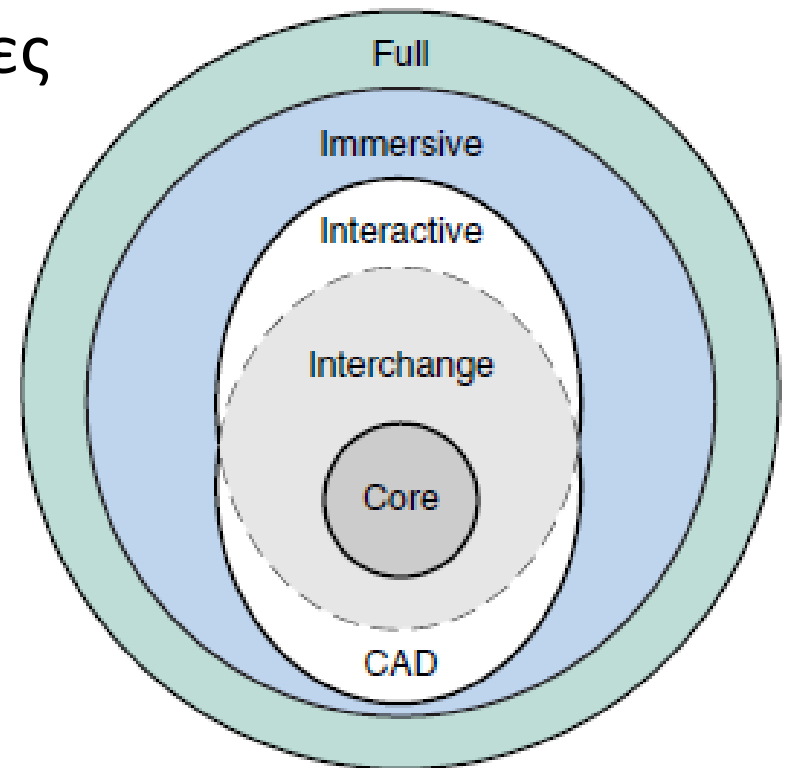
- Μέσω ROUTEs, οι κόμβοι και τα πεδία του γράφου σκηνης αλληλοσυνδέονται
- Δηλωτική (declarative) προσομοίωση
 - Εμείς απλώς ορίζουμε σχέσεις μεταξύ κόμβων
 - Η προκύπτουσα συμπεριφορά απλώς αναδύεται
 - ...συχνά βάσει των επιλογών του χρήστη
 - σε αντίθεση με τον τυπικό προγραμματισμό βάσει εντολών (imperative)
 - Κι όλ' αυτά σε πραγματικό χρόνο, ώστε να είναι ανεξάρτητο του επεξεργαστή
- Ισχυρή αλλά και απλή, αναδυόμενη, μοντελοποίηση

X3D file structure

- File Header
- X3D header statement
- Profile statement
 - Full, Immersive, Interactive, Interchange, Core
- Component statement (optional, multiple)
 - NURBS, Human animation, CAD,
- META statement (optional, multiple)
 - Authoring and editing information
- X3D root node
- X3D scene graph child nodes (multiple)

Functionality subsets

- Μεγάλο εύρος προγραμματιστικών δυνατοτήτων και αναγκών
- Αντίστοιχα, μεγάλο εύρος δυνατοτήτων browsers
- Αντικειμενοστραφής συγκρότηση, ώστε να υποστηρίζονται όλες οι δυνατότητες
- Profiles + Components



Profiles

- Core
- Interchange
- Interactive
- MPEG-4Interactive
- CADInterchange
- Immersive
- Full

Components (ενδεικτικά)

Components	Interchange Profile	CAD Interchange Profile	Interactive Profile	Immersive Profile	Full Profile
CADGeometry		2			2
Environmental effects	1		1	2	3
Geospatial					1
Humanoid animation					1
Interpolation	2		2	2	3
Networking	1	1	2	3	3
NURBS					4
Programmable shaders					1
Scripting				1	1

Για τον πλήρη πίνακα, βιβλίο, σελ. 16.

X3D Header (XML)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE X3D PUBLIC "ISO//Web3D//DTD X3D 3.1//EN"
    "http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.1.dtd">
<X3D version="3.1" profile="Immersive"
    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsd:noNamespaceSchemaLocation=
    "http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.1.xsd">
  <head>
    <component name='DIS' level='1' />
    <component name='Geospatial' level='1' />
    <component name='H-Anim' level='1' />
    <component name='NURBS' level='4' />
    <meta name='filename'
      content='HeaderProfileComponentMetaExample.x3d' />
  </head>
  <Scene>
    <!--Scene graph nodes are added here-->
  </Scene>
</X3D>
```

Field types

Name	Description	Example value	Default value
SFBool	Single-field boolean	true	false
MFBool	Multiple-field boolean	true true false	empty list
SFColor	Single-field RGB Color	0.7 0.9 1	0 0 0 (Black)
MFCColor	Multiple-field RGB Color	0 0.8 1, 0 1 0.5, 0 0 0	empty list
SFColorRGBA	SF RGB Color+Alphamap	1 0 0.3 0.8	0 0 0 0 (Transp.)
MFCColorRGBA	MF RGB Color+Alphamap	1 0 0.3 0.7, 0.3 0 0 1	empty list
SFFloat	SF floating point number	1.8	0
MFFloat	MF floating point number	-8.4 2 0.2345	empty list
SFDouble	SF double precision float	2.7128	0.0
MFDouble	MF double precision float	2.1345 -0.23 1.82	empty list
SFInt32	SF 32-bit integer value	5472	0
MFInt32	MF 32-bit integer value	32 -523 0 -7376	empty list
SFImage	SF image value	2 1 2 0xFF00 0x2A99	0 0 0
MFImage	MF image value	1 2 1 0x88 0xFF, 1 1 3 0xAA00FF	empty list

Field types

Name	Description	Example value	Default value
SFNode	SF X3D node	<Shape/>	NULL
MFNode	MF X3D node array of peers	<Shape/> <Group/>	empty list
SFRotation	SF 3-tuple axis + radians	1 0 0 2.4	0 0 1 0
MFRotation	MF 3-tuple axis + radians	0 1 0 1.2, 0 1 0 0	empty list
SFString	SF string	"X3D is awesome!"	""
MFString	MF string	"Hello" "X3D" "####"	empty list
SFTime	SF time	1835.34	0
MFTime	MF time	-12 0 -3.1 16.5	empty list
SFVec2f/SFVec2d	SF 2-float or 2-double vector	2 -1.6	0
MFVec2f/MFVec2d	MF 2-float or 2-double vector	-1 0.7, 0 0.2, 1 5.4	empty list
Similarly for SFVec3f/SFVec3d, MFVec3f/MFVec3d, SFVec4f/SFVec4d, MFVec4f/MFVec4d			
SFMatrix3f/ SFMatrix3d	SF 3-by-3 matrix of float or double	1 3.67 -5.2 2 -4.1 0 6 -19 4	1 0 0 0 1 0 0 0 1 (identity)
Similarly for MFMatrix3f/MFMatrix3d, SFMatrix4f/SFMatrix4d, MFMatrix4f, MFMatrix4d			

X3D units of measurement

- Standard S.I. units
- Linear distances: meters
- Angles: radians ($2\pi = 360^\circ$)
- Time: seconds (Absolute time since 00:00 AM, 01/01/1970)
- Colour space: RGB ([0,1], [0,1], [0,1])

XML

- Elements, των οποίων τα δυνατά ονόματα προκαθορίζονται από το schema που χρησιμοποιούμε
 - Π.χ. <X3D>, <Shape>, <IndexedFaceSet>
- Attributes, που συνοδεύουν τα Elements, και που επίσης έχουν προκαθορισμένα ονόματα και πεδία τιμών
 - Π.χ. <X3D profile="Full"> <Sphere solid='false'>
 - Οι τιμές των attributes, κλεισμένες σε " " ή ' '
- Ιεραρχική, εμφωλευμένη δομή

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ XML

- Κάθε Element ανοίγει, οφείλει και να κλείνει
 - Π.χ. <Shape> ... </Shape> ή <Cone/>
- Τα ονόματα των Elements και των Attributes είναι case sensitive
 - ΌΧΙ: <Appearance> ... </appearance>, ούτε <material/>
- Η εμφώλευση πρέπει να είναι ορθά δομημένη
 - Σωστό: <Transform (...)> <Shape (...)> ... </Shape>
</Transform>
 - Λάθος: <Transform (...)> <Shape (...)> ... </Transform>
</Shape>
 - Σε αυτό μας βοηθάει και το indenting

Σύμβολα στις τιμές των attributes

- Τα μονά εισαγωγικά (απόστροφος) ' είναι ';
- Το & είναι &;
- Τα διπλά εισαγωγικά " είναι ";
- Εναλλακτικά, τα εισαγωγικά εισάγονται και ως \ " για να διαφοροποιούνται από τα εισαγωγικά που ορίζουν τιμές
- string=' "Hello from \ "Monterey\ " " ' or
- string=' "Hello from \";Monterey\"; " '
- string=' "A friend';s new car" "just arrived" '
- Τα σύμβολα < και > γράφονται ως < και > αντίστοιχα

Πλήρης λίστα συμβόλων:

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_XML_and_HTML_character_entity_references

Επιπλέον κανόνες

- Ένα μοναδικό root element για κάθε έγγραφο XML
 - Στο Schema της X3D αυτό είναι το στοιχείο <X3D>
- Τα σχόλια ανοίγουν με <!-- και κλείνουν με -->
 - Π.χ. <!-- This is a comment -->
- Τα διαδοχικά κενά διατηρούνται στην XML
 - Το "Hello World" είναι διαφορετικό από το "Hello World"

Σχεδιασμός XML για την X3D

- Οι κόμβοι (nodes) μιας σκηνής δηλώνονται ως XML elements
 - e.g. `<Sphere/>` or `<Sphere> ... </Sphere>`
 - Σε πολλές (αλλά όχι όλες) τις περιπτώσεις, θα χρησιμοποιούμε τους όρους Node και Element αδιάκριτα
- Τα simple-type πεδία (fields) ενός κόμβου X3D δηλώνονται ως attributes του αντίστοιχου element
 - Π.χ. `<Sphere radius="5" />`
 - Οποιαδήποτε τιμή δε δηλωθεί από εμάς, παίρνει την προκαθορισμένη (default) τιμή.
 - Π.χ. το `<Sphere/>` είναι ισοδύναμο με το `<Sphere radius="1"/>`

XML vs VRML

```
<Transform rotation="0 1 0 0.5" >
  <Shape>
    <Sphere radius="3"
solid="true">
    </Sphere>
    <Appearance>
      <ImageTexture
url="earth.jpg">
      </ImageTexture>
    </Appearance>
  </Shape>
</Transform>
```

```
Transform {
  rotation 0 1 0 0.5
  children [
    Shape {
      geometry Sphere {
        radius 3
      }
      appearance Appearance {
        texture ImageTexture {
          url ["earth.jpg"]
        }
      }
    }
  ]
}
```

Τύποι αρχείων X3D

- .x3d: XML κείμενο, κώδικας X3D
- .x3dv: Κωδικοποίηση VRML απλού κειμένου
- .x3db: Binary συμπιεσμένα αρχεία X3D
 - Συμπίεση μέσω XML FI data reduction
 - Συμπίεση μέσω Java3D geometric compression
 - Επίπεδο συμπίεσης: 10%-25%
 - Βελτίωση ταχύτητας parsing: x5-x10

Abstract node types

- Strong typing of nodes
 - Strict child-node type definitions
 - Consistency in simple-type field attributes
 - Improved validation capabilities
 - Common APIs are the same
 - Definitions and operations are easier to remember and adapt
- Also, strong typing of field datatypes

Chapter 2: Primitives

- Shape Node
- Box Node
- Cone Node
- Cylinder Node
- Sphere Node
- Text Node
- FontStyle Node

Abstract Node Types

- Μια μέθοδος για να διασφαλίζουμε ότι όμοιοι κόμβοι έχουν ίδια πεδία
- Λειτουργούν ως "κλάσεις" τις οποίες κληρονομούν οι κόμβοι
- Π.χ. ο κόμβος Shape υλοποιεί τον *X3DShapeNode* type, που κληρονομεί τον *X3DBoundedObject* type

Περιγραφή πεδίων Nodes

- Type: field type (see Table)
- accessType: inputOutput, initializeOnly, inputOnly, outputOnly
- Name
- Default
- Range
- Profile Full, Immersive, Interactive, Interchange, Core

X3DBoundedObject type

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFVec3f	initializeOnly	bboxCenter	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxSize	-1 -1 -1	$[0, \infty]$ or -1 -1 -1	Interchange

X3DInfoNode type

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

X3DShapeNode type and Shape Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFNode	inputOutput	geometry	NULL	[X3DGeometryNode]	Interchange
SFNode	inputOutput	appearance	NULL	[X3DAppearanceNode]	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxCenter	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxSize	-1 -1 -1	$[0, \infty]$ or -1 -1 -1	Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<Shape DEF="MyShape"
```

```
  bboxCenter = "0 0 0"
```

```
  bboxSize = "-1 -1 -1">
```

```
    <Sphere DEF="MySphere" />
```

```
    <Appearance DEF="MyAppearance" />
```

```
</Shape>
```

Bounding box

- Πληροφορία προς τον browser για το μέγεθος του αντικειμένου
 - Επιταχύνει υπολογισμούς επικάλυψης και συγκρούσεων
- Δεν έχει ορατές συνέπειες
- Προαιρετικό: η τιμή "-1 -1 -1" μεταθέτει το υπολογιστικό βάρος στον browser

Metadata

```
<MetadataDouble name='my double metadata' value='1.0 2.0 3.0'  
containerField='metadata'/>
```

```
<MetadataBoolean name='my boolean metadata' value='true false true'  
containerField='metadata'/>
```

```
<MetadataString name='my string metadata' value='"one two" "three four"  
containerField='metadata'/>
```

```
<MetadataSet name='sample data' containerField='metadata'>
```

```
  <MetadataString name='This node is metadata on the  
  MetadataSet' containerField='metadata'/>
```

```
  <MetadataBoolean value='true false true' containerField='value'/>
```

```
  <MetadataDouble value='0 1 2' containerField='value'/>
```

```
  <MetadataFloat value='3 4 5' containerField='value'/>
```

```
  <MetadataInteger value='6 7 8' containerField='value'/>
```

```
  <MetadataString value='"string1" "string2"' containerField='value'/>
```

```
</MetadataSet>
```

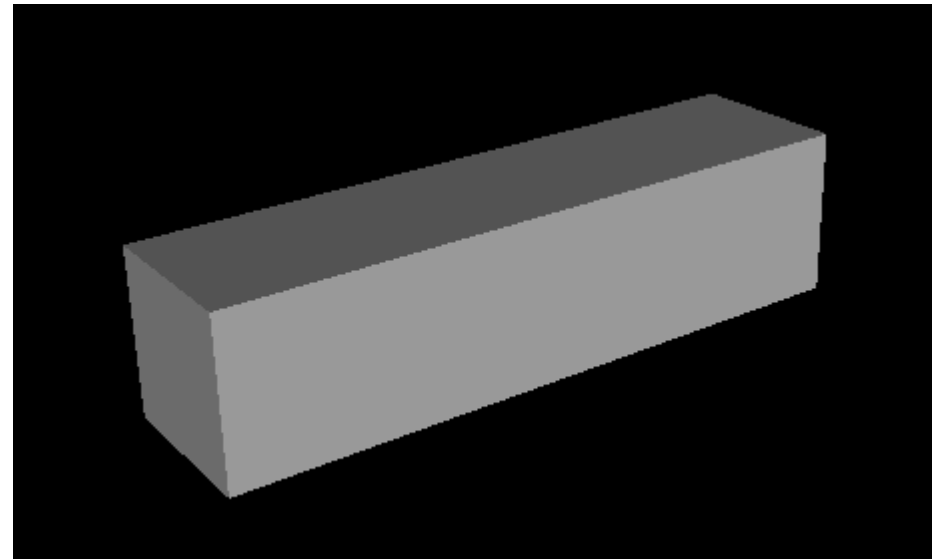
Shape and geometry

- Κάθε κόμβος Shape περιέχει:
 - Geometry
 - Appearance and material
- Κάθε Shape περιέχει μια μοναδική γεωμετρία
- Η παράλληλη καταγραφή γεωμετρίας και εμφάνισης βελτιστοποιεί την απόδοση στη GPU

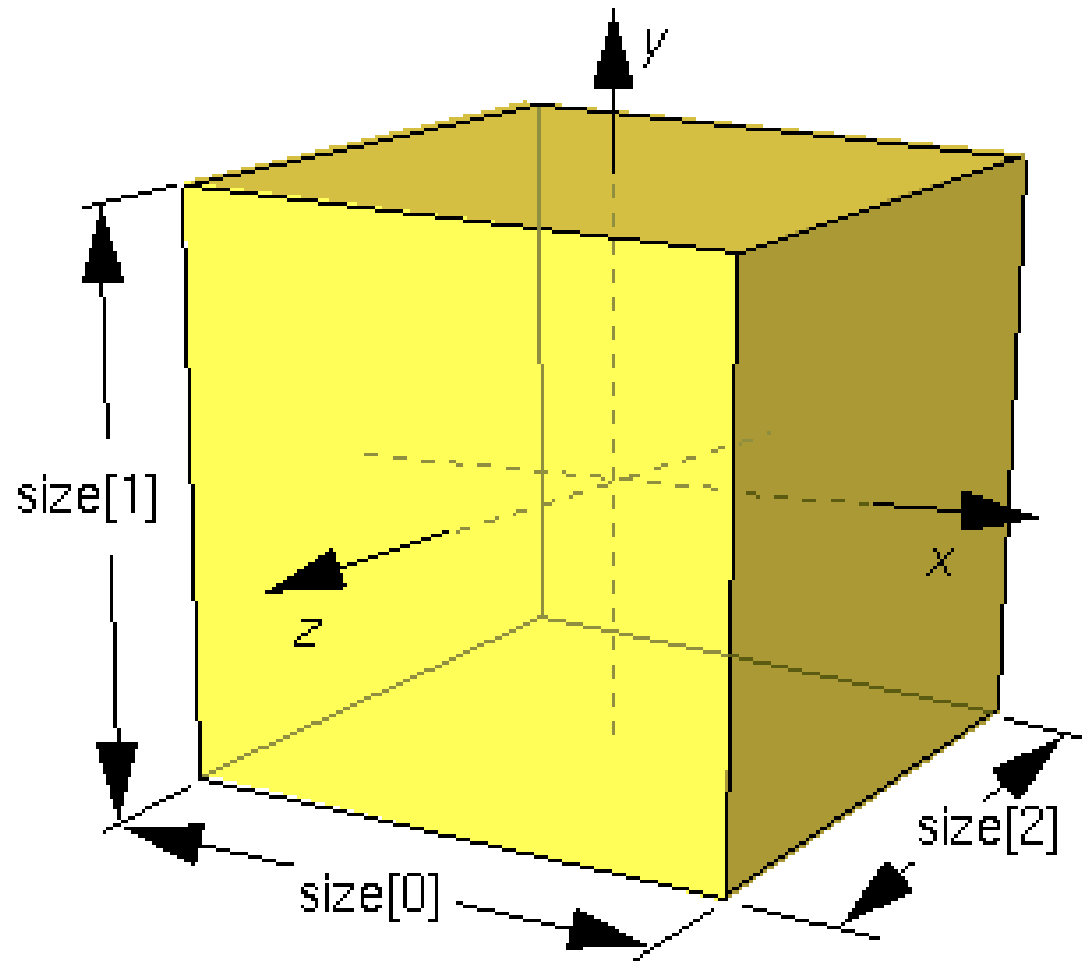
Box Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFVec3f	initializeOnly	size	2 2 2	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFBool	initializeOnly	solid	true		Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<Box DEF="MyBoxNode"  
  size="8 2 2"  
  solid="true" />
```



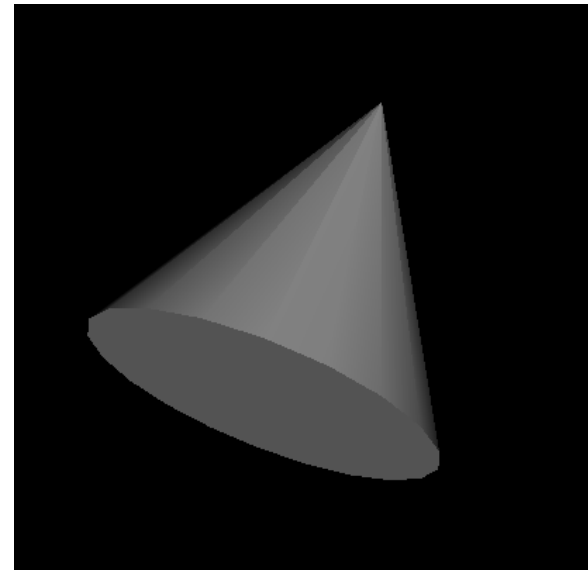
Box Node



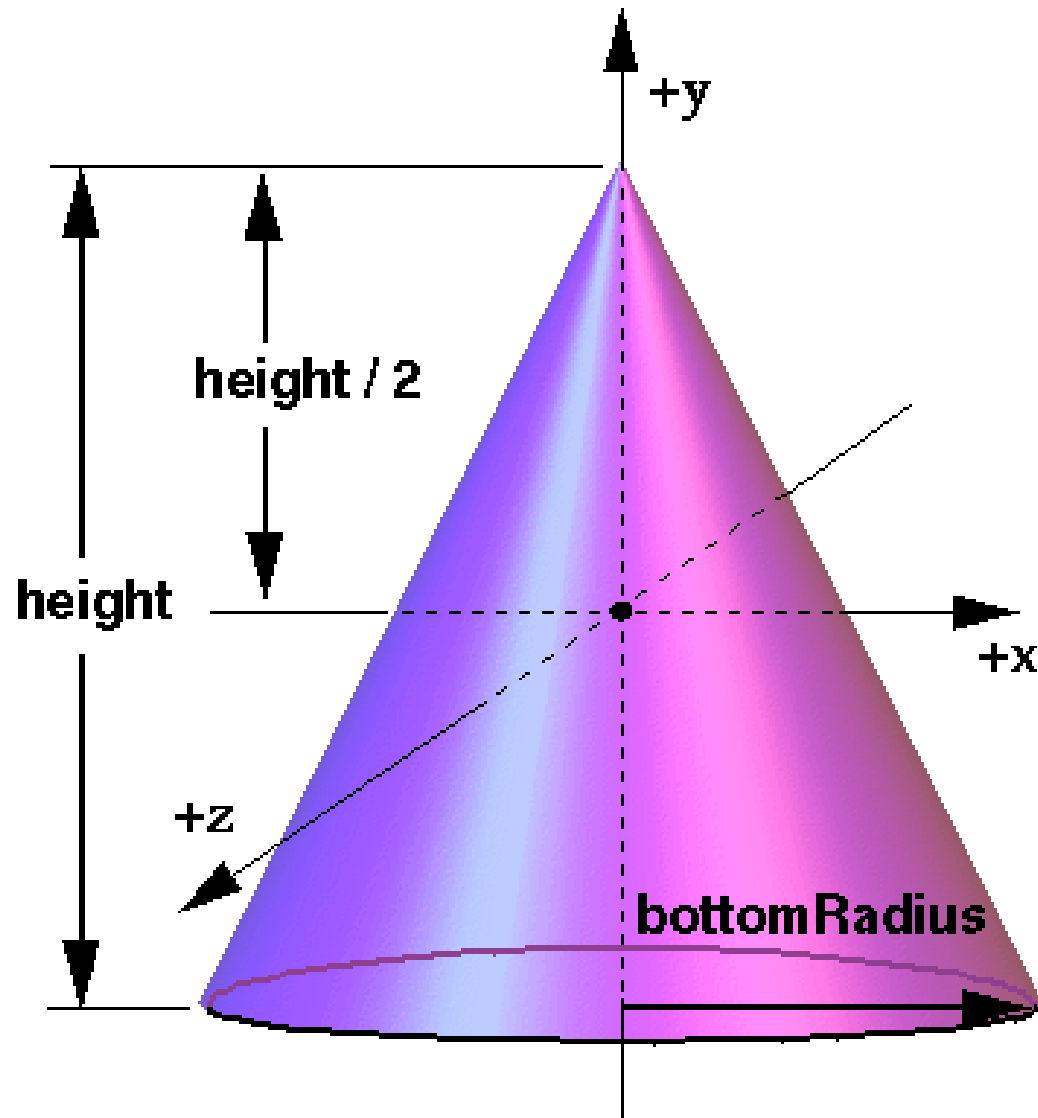
Cone Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFFloat	initializeOnly	bottomRadius	1	(0, ∞)	Interchange
SFFloat	initializeOnly	height	2		Interchange
SFBool	initializeOnly	bottom	true		Interchange
SFBool	initializeOnly	side	true		Interchange
SFBool	initializeOnly	solid	true		Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<Cone DEF="MyConeNode"  
  bottomRadius="1"  
  height="2"  
  bottom="true"  
  side="true"  
  solid="true"/>
```



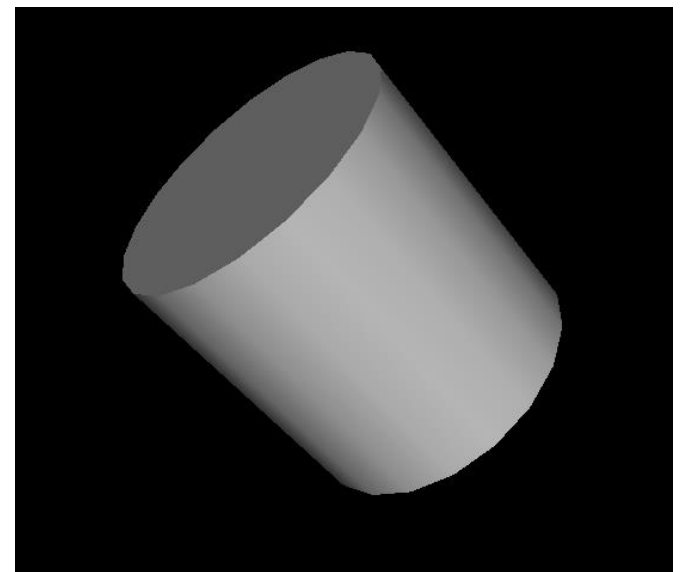
Cone Node



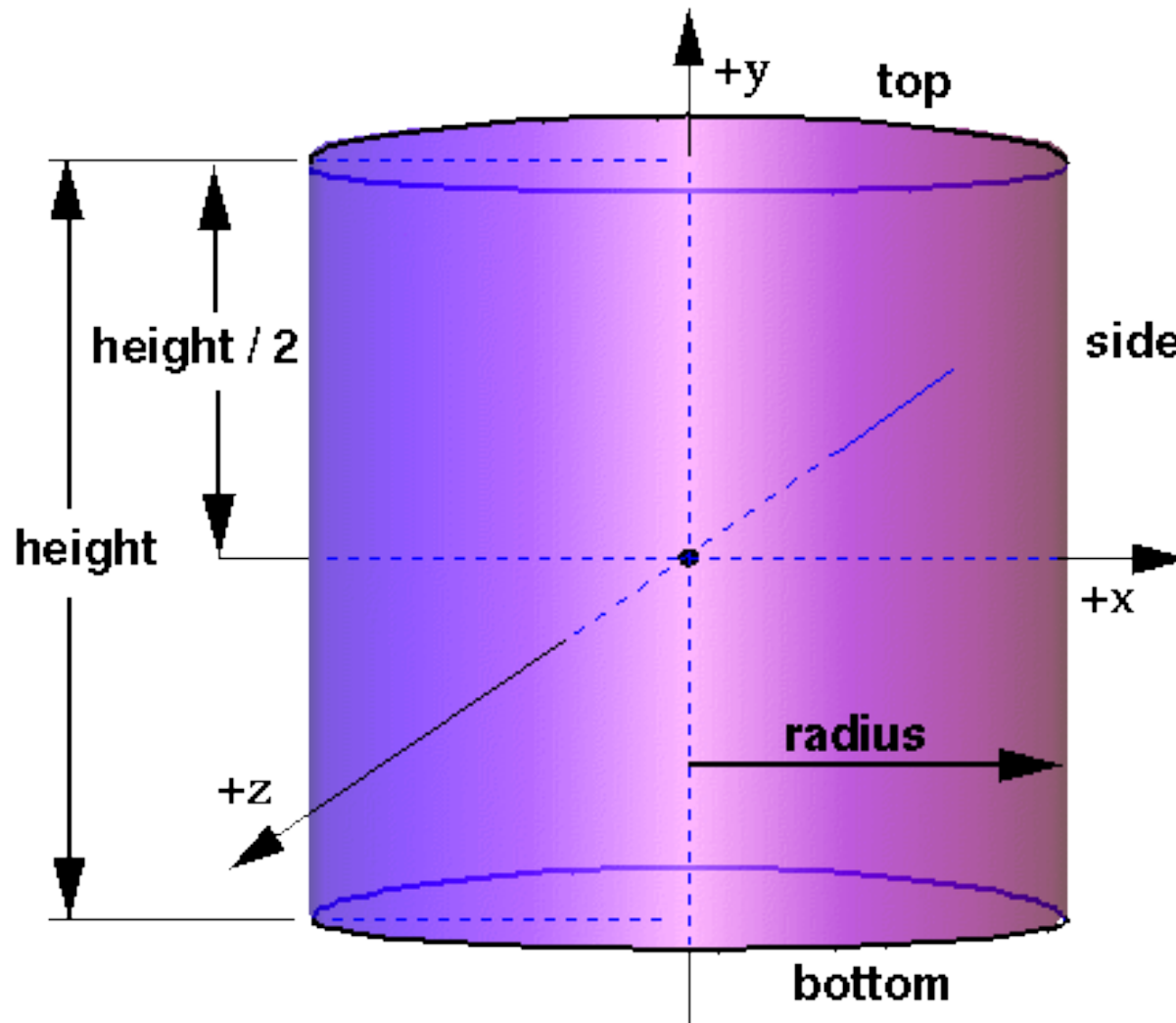
Cylinder Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFFloat	initializeOnly	radius	1	(0, ∞)	Interchange
SFFloat	initializeOnly	height	2		Interchange
SFBool	initializeOnly	bottom	true		Interchange
SFBool	initializeOnly	side	true		Interchange
SFBool	initializeOnly	top	true		Interchange
SFBool	initializeOnly	solid	true		Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<Cylinder DEF="MyCylinderNode"  
  radius="1"  
  height="2"  
  bottom="true"  
  side="true"  
  top="true"  
  solid="true"/>
```

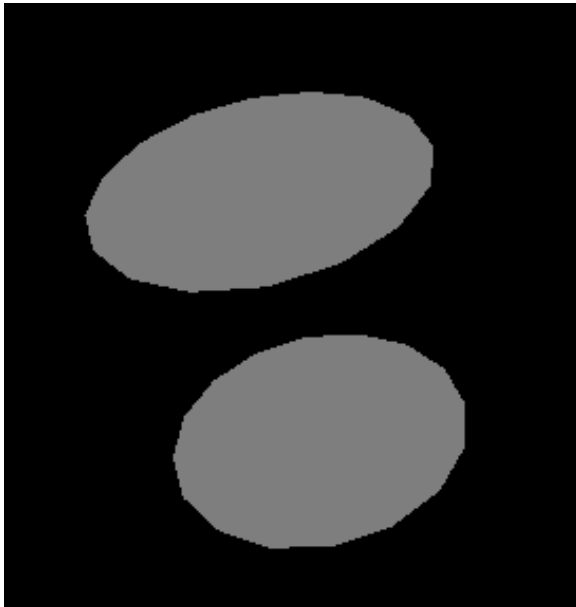


Cylinder Node

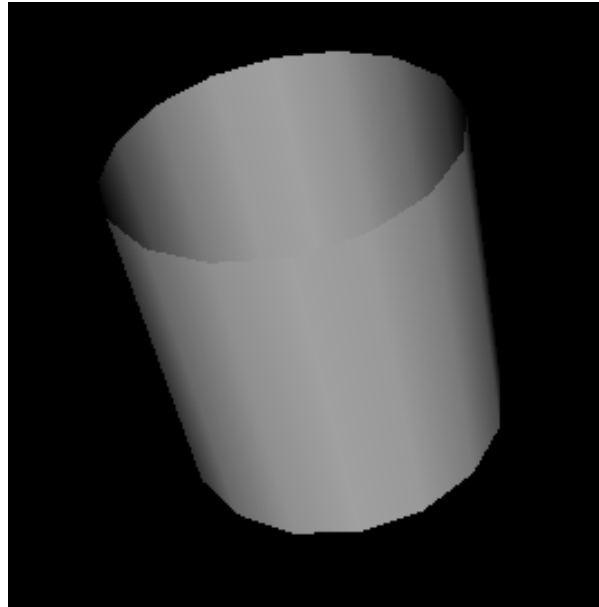


Cylinder Node (cont'd)

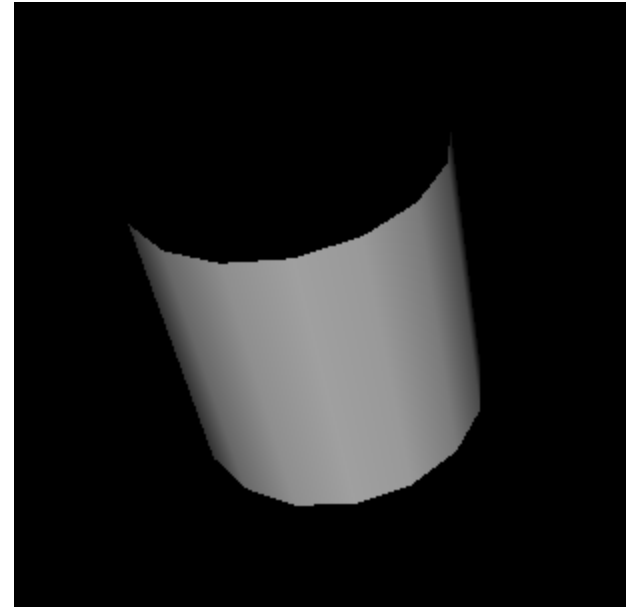
side = "false"
solid = "false"



top = "false"
solid = "false"



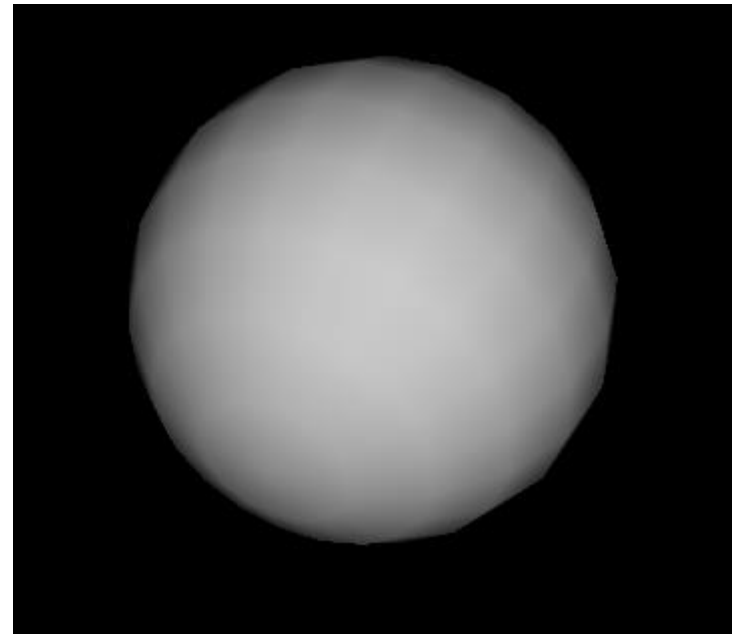
top = "false"
solid = "true"



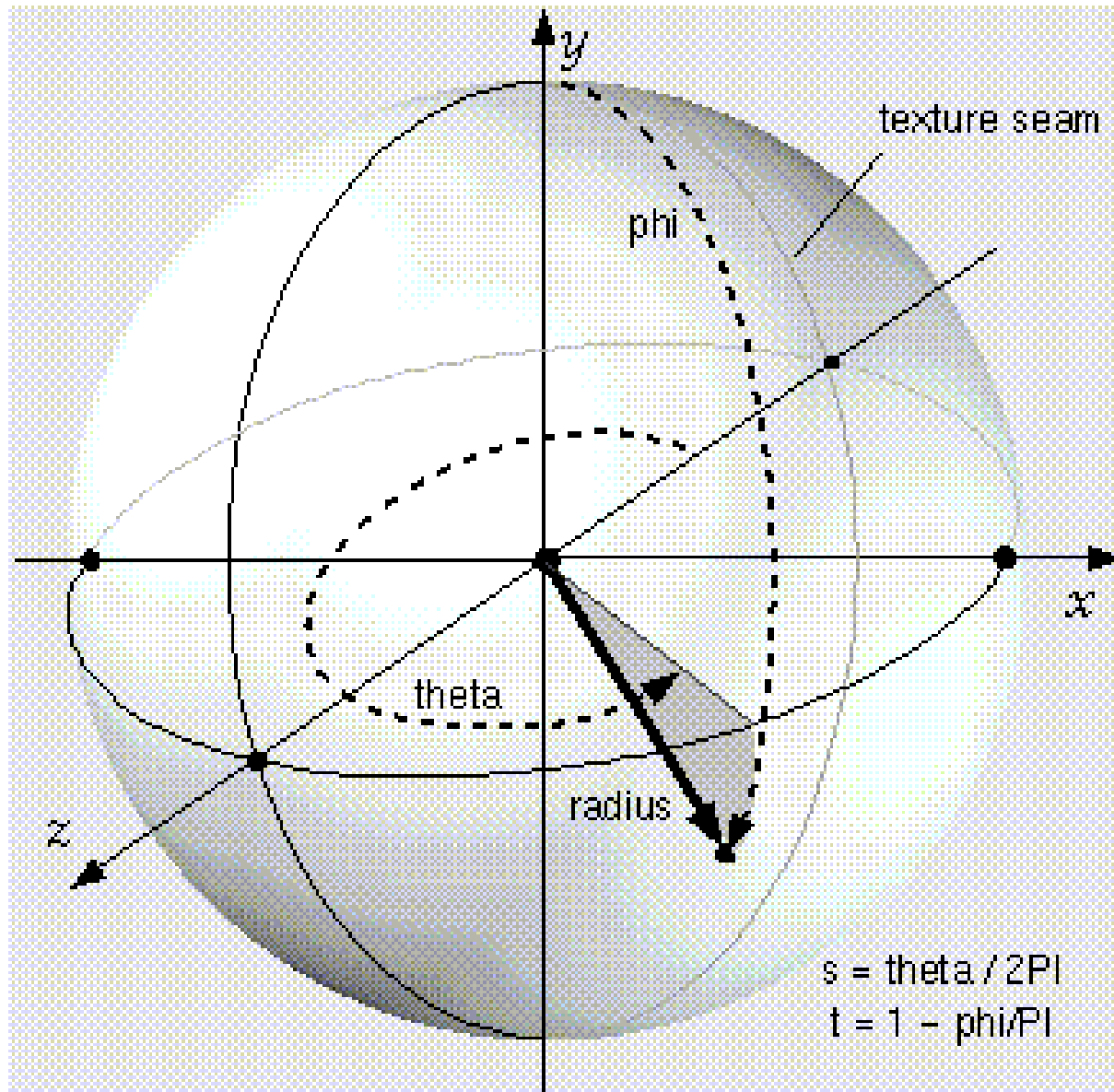
Sphere Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFVec3f	initializeOnly	radius	1	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFBool	initializeOnly	solid	true		Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<Sphere DEF="MySphereNode"  
  radius="2"  
  solid="true" />
```



Sphere Node

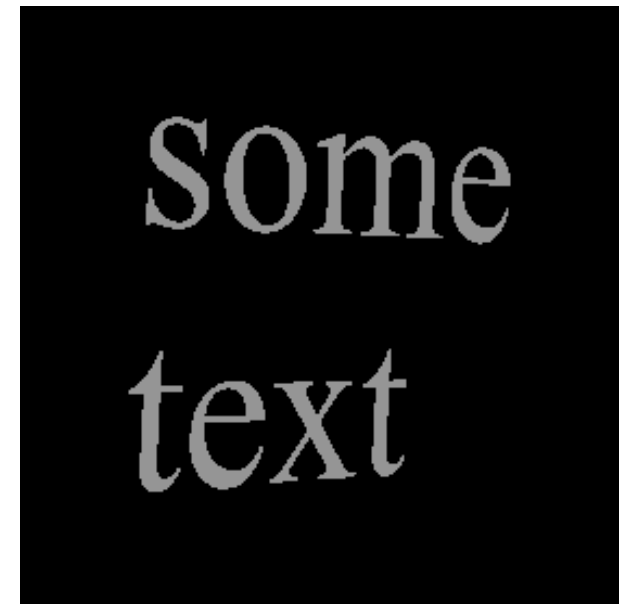


Text Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFNode	inoutOutput	fontStyle	NULL	[X3DTextStyleNode]	Interchange
MFString	initializeOnly	string	[]		Interchange
MFFloat	inputOutput	length	[]	[0, ∞)	Interchange
SFFloat	initializeOnly	maxExtent	0.0	[0, ∞)	Interchange
SFBool	initializeOnly	solid	false		Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<Text DEF="MyTextode"  
  length=" "  
  maxExtent="0.0"  
  string="some" "text"  
  solid="false">  
  <FontStyle DEF="MyFontStyle"/>  
</Text>
```

Προσοχή: αν ορίσουμε ταυτόχρονα length και maxExtent, το length κυριαρχεί, αλλά οι χαρακτήρες συμπιέζονται λόγω του maxExtent σαν να επρόκειτο να καταλάβουν το προσδιορισμένο μήκος.



FontStyle Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
MFString	initializeOnly	family	"SERIF"	["SERIF" "SANS" "TYPEWRITER"], plus any valid font name	Interchange
MFString	initializeOnly	justify	"BEGIN"	["BEGIN" "END" "FIRST" "MIDDLE" " "]	Interchange
MFString	initializeOnly	style	"PLAIN"	["PLAIN" "BOLD" "ITALIC" "BOLDITALIC" " "]	Interchange
SFString	initializeOnly	language	" "		Interchange
SFBool	initializeOnly	horizontal	true		Interchange
SFBool	initializeOnly	leftToRight	true		Interchange
SFBool	initializeOnly	topToBottom	true		Interchange
SFFloat	initializeOnly	size	1.0	(0, ∞)	Interchange
SFFloat	initializeOnly	spacing	1.0	[0, ∞)	Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

FontStyle Node (cont'd)

```
<FontStyle DEF="MyFontStyleNode"  
  family=""SERIF"  
  justify=""BEGIN"  
  language="" "  
  style="PLAIN"  
  horizontal="true"  
  leftToRight="true"  
  topToBottom="true"  
  size="1.0"  
  spacing="1.0"  
>
```

Original



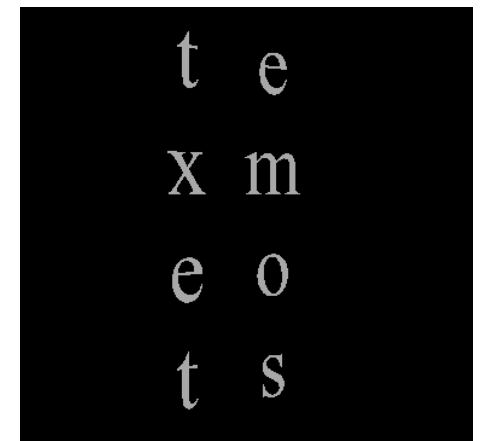
justify="END"



family="SANS"



horizontal="false"
leftToRight="false"
topToBottom="false"



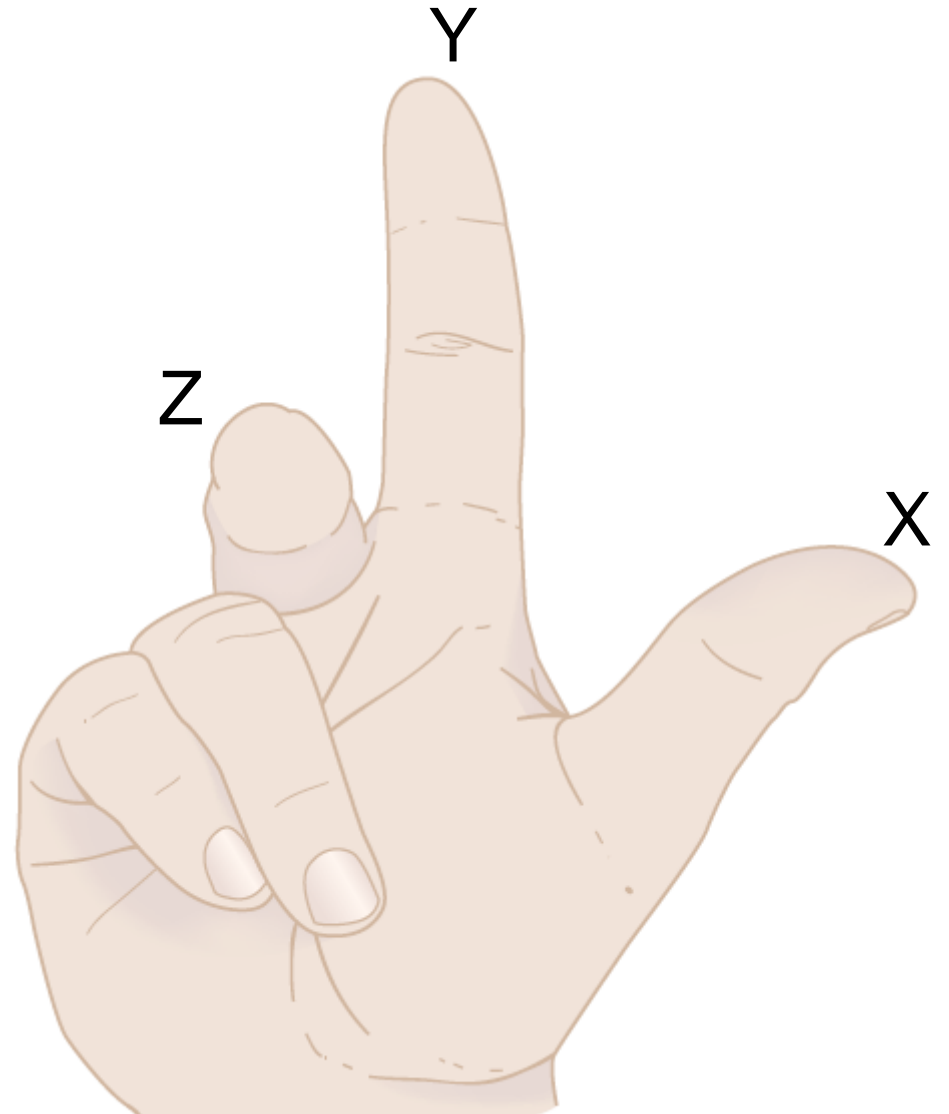
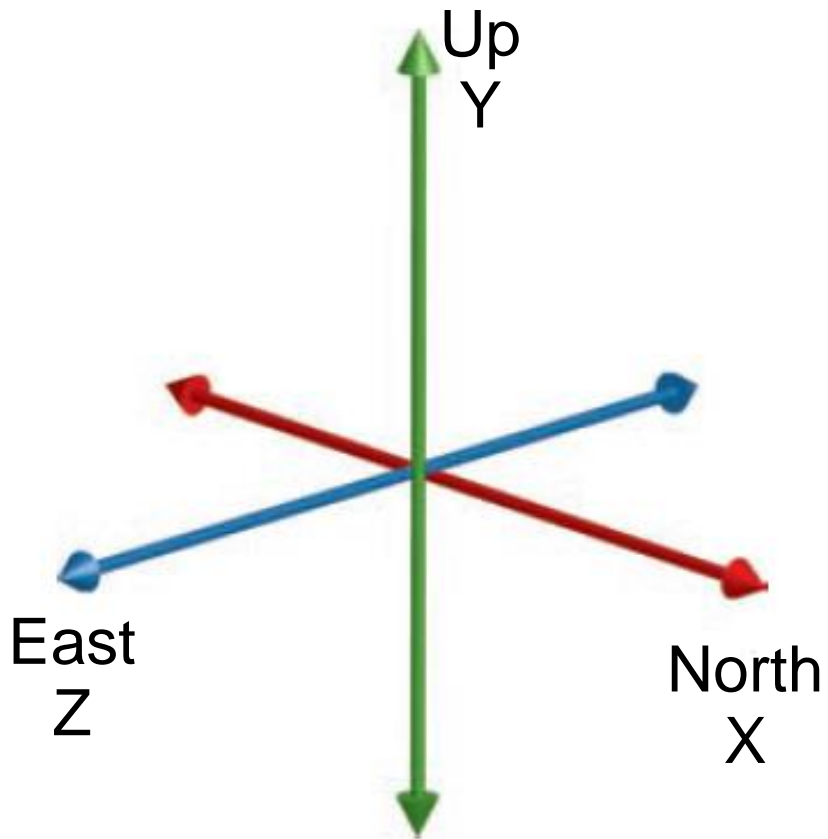
FontStyle Node (cont'd)

- Περισσότερες οδηγίες για το FontStyle στο <http://www.web3d.org/files/specifications/19775-1/V3.2/Part01/components/text.html>

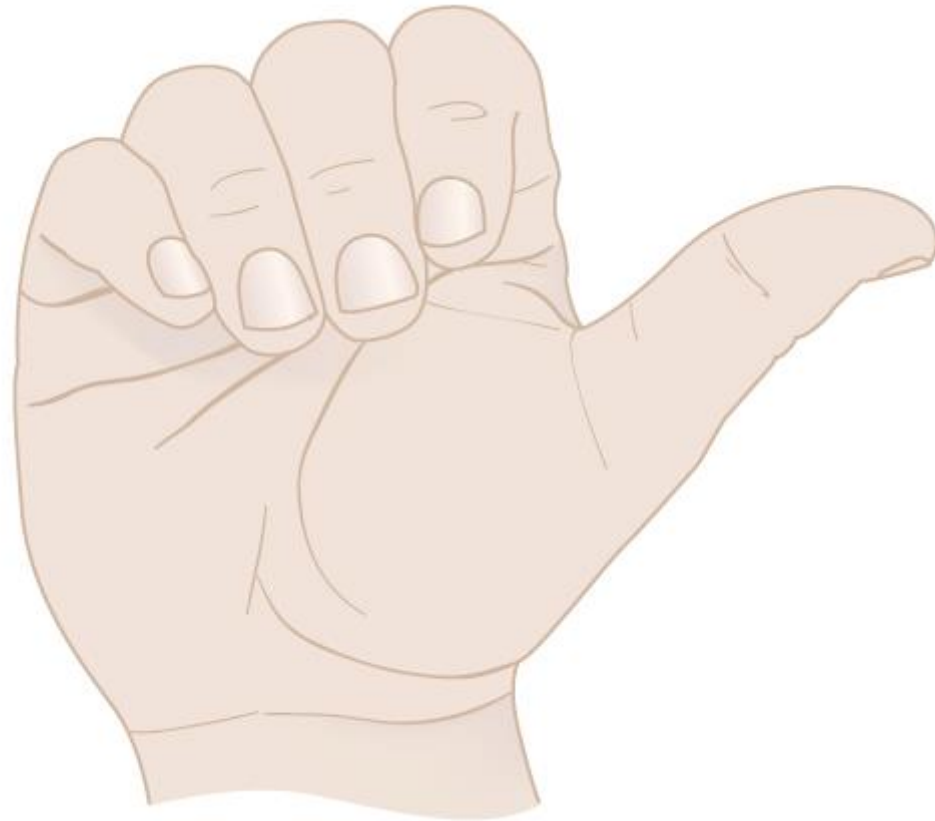
Chapter 3: Grouping

- Abstract Node Types
 - X3DUrlObject abstract interface
 - X3DGroupingNodeType
- Group
- StaticGroup
- Transform
- Inline
- LOD
- Switch

Coordinate systems



Right-hand rule for rotations



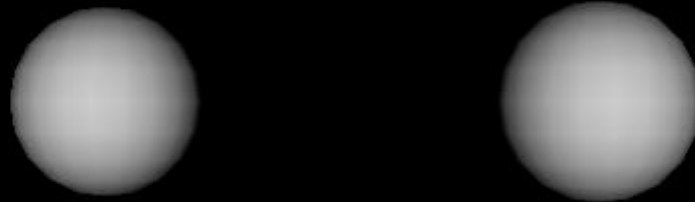
Coordinates

- Οι συντεταγμένες εντός του εικονικού κόσμου είναι πάντα σχετικές με την τοπική αρχή των αξόνων (local-origin location), $(0, 0, 0)$.
- Ο κορυφαίος κόμβος, Scene, εγγενώς ορίζει την αρχή του συνολικού συστήματος αξόνων (root origin).
- Κάθε νέος κόμβος Transform δημιουργεί εντός του ένα νέο πλαίσιο αναφοράς συντεταγμένων, με δικό το κέντρο, προσανατολισμό και κλίμακα
- Το default viewpoint κανονικά τοποθετείται στο $(0\ 0\ 10)$, δηλ. 10 μέτρα επί του άξονα Z.
 - Όχι όμως στον Octaga...
- Αν θέλουμε να συνδυάσουμε διαφορετικά τμήματα σκηνών με διαφορετικές μονάδες μέτρησης το καθένα, μπορούμε να τα κλείσουμε σε έναν κόμβο Transform με κατάλληλα ρυθμισμένη παράμετρο scale
 - Προαιρετικά, το Geospatial Component μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε πραγματικές συντεταγμένες

DEF and USE

```
<Scene>  
  <Shape DEF="MyShape">  
    <Sphere/>  
    <Appearance>  
      <Material/>  
    </Appearance>  
  </Shape>  
  <Transform translation="5 0 1">  
    <Shape USE="MyShape"/>  
  </Transform>  
</Scene>
```

DEF and USE



DEF and USE

- Τα ονόματα DEF ακολουθούν αυστηρούς κανόνες
 - Must start with a letter
 - Can contain a-z, A-Z, 0-9, -, _, and . (period)
 - Cannot contain spaces or other special characters
 - DEF names (and their USE calls) are case sensitive!
- Οι δηλώσεις DEF οφείλουν να τοποθετούνται πριν τις κλήσεις USE
 - Έτσι ώστε η σκηνή να διαβάζεται με μία σάρωση από πάνω προς τα κάτω

X3DUrlObject abstract interface

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
MFString	InputOutput	url	[]	[URN]	Interchange or Interactive

Interchange profile supports [file://](#) protocol and relative URLs.

Interactive profile supports [file://](#) and [http://](#) protocols, relative URLs and URNs.

```
url= ' "myFile.x3d" "http://www.my_server.gr/myFile.x3d"
      "http://wwwmyserver.org/myFile.x3d" '
```

X3DGroupingNode type

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
MFNode	inputOutput	children	[]	[X3DChildNode]	Interchange
MFNode	inputOnly	addChildren	[]	[X3DChildNode]	Interactive
MFNode	inputOnly	removeChildren	[]	[X3DChildNode]	Interactive
SFVec3f	initializeOnly	bboxCenter	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxSize	-1 -1 -1	$[0, \infty)$ or -1 -1 -1	Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

X3DChildNode type

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

Group Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
MFNode	inputOutput	children	[]	[X3DChildNode]	Interchange
MFNode	inputOnly	addChildren	[]	[X3DChildNode]	Interactive
MFNode	inputOnly	removeChildren	[]	[X3DChildNode]	Interactive
SFVec3f	initializeOnly	bboxCenter	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxSize	-1 -1 -1	$[0, \infty)$ or -1 -1 -1	Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<Group DEF="MyGroupNode"
```

```
  bboxCenter="0 0 0"
```

```
  bboxSize="-1 -1 -1">
```

```
  <Shape/>
```

```
  <Shape/>
```

```
</Group>
```

StaticGroup Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
MFNode	initializeOnly	children	[]	[X3DChildNode]	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxCenter	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxSize	-1 -1 -1	$[0, \infty)$ or -1 -1 -1	Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<StaticGroup DEF="MyStaticGroupNode"  
  bboxCenter="0 0 0"  
  bboxSize="-1 -1 -1">  
  <Shape/>  
  <Shape/>  
</Group>
```

Transform Node

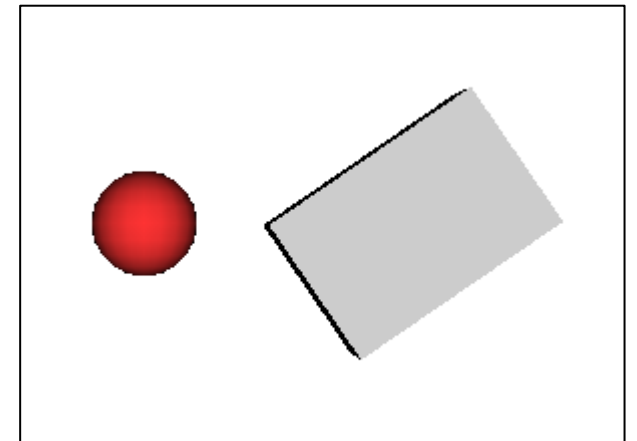
Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFVec3f	inputOutput	translation	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFRotation	InputOutput	rotation	0 0 1 0	$[-1, 1], (-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	InputOutput	center	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	InputOutput	scale	1 1 1	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFRotation	InputOutput	scaleOrientation	0 0 1 0	$[-1, 1], (-\infty, \infty)$	Interchange
MFNode	inputOutput	children	[]	[X3DChildNode]	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxCenter	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxSize	-1 -1 -1	$[0, \infty)$ or -1 -1 -1	Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

Transform Node (cont'd)

```
<Transform DEF="MyTransformNode"  
  translation="0 0 0"  
  rotation="0 0 1 0"  
  center="0 0 0"  
  scale="1 1 1"  
  scaleOrientation="0 0 1 0"  
  bboxCenter="0 0 0"  
  bboxSize="-1 -1 -1">  
  <Group/>  
</Transform>
```

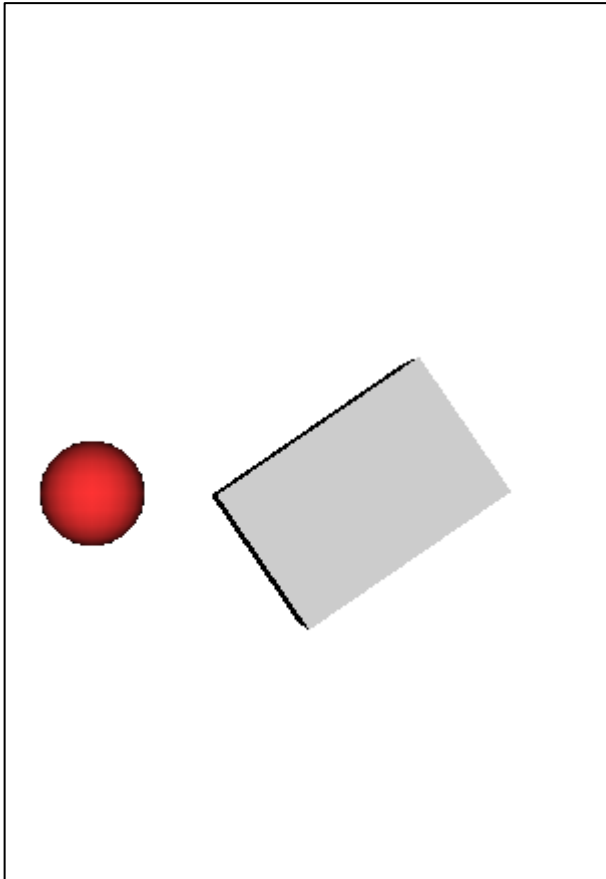
Transform node example

```
<Scene>  
  <Background skyColor='1 1 1'/>  
  <Viewpoint description='My Viewpoint' position='0 0 6'/>  
  <Shape DEF='OriginSphere'>  
    <Sphere radius='0.2'/>  
    <Appearance>  
      <Material diffuseColor='1 0.2 0.2'/>  
    </Appearance>  
  </Shape>  
  <Transform translation="1 0 0" rotation="0 0 1 0.6">  
    <Shape DEF='MyBox'>  
      <Appearance>  
        <Material/>  
      </Appearance>  
      <Box size='.9 .6 .3'/>  
    </Shape>  
  </Transform>  
</Scene>
```

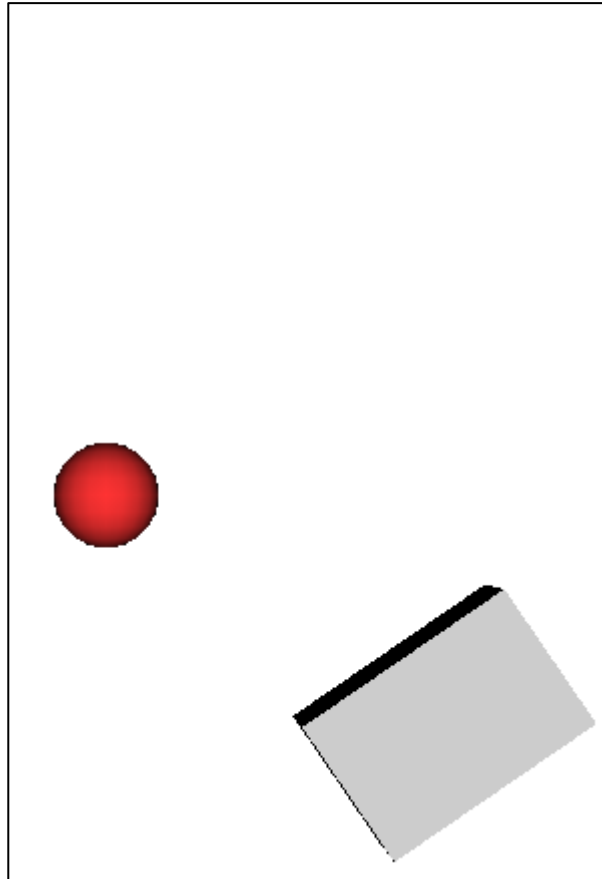


center field

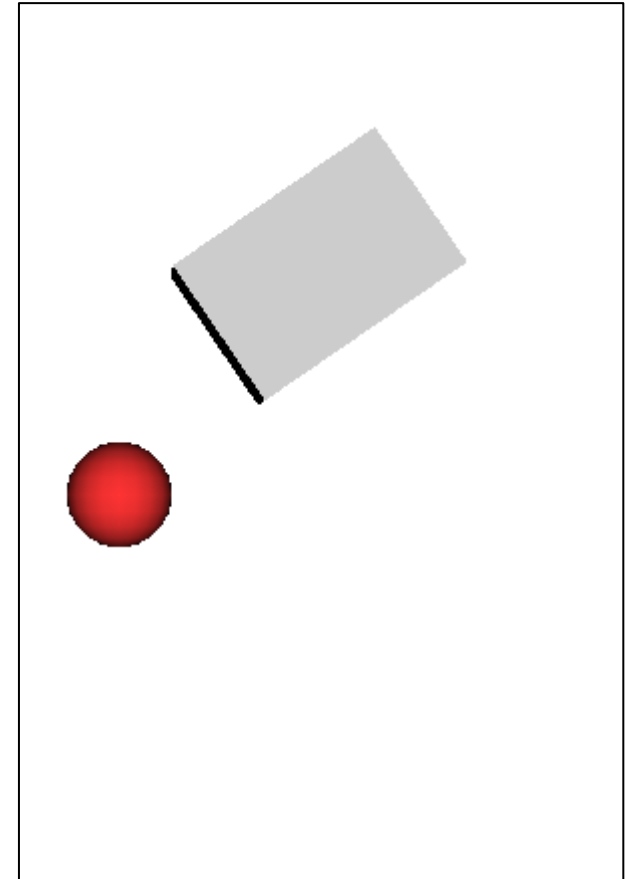
rotation = "0 0 1 0.6"



rotation="0 0 1 0.6"
center= "1.5 0 0"



rotation="0 0 1 0.6"
center= "-1.5 0 0"

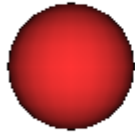


scaleOrientation field

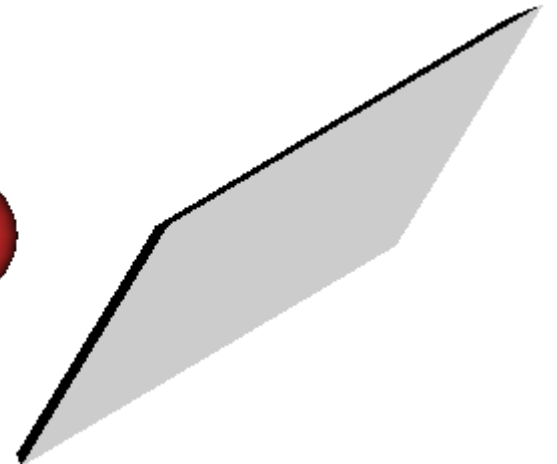
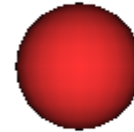
translation="1 0 0"



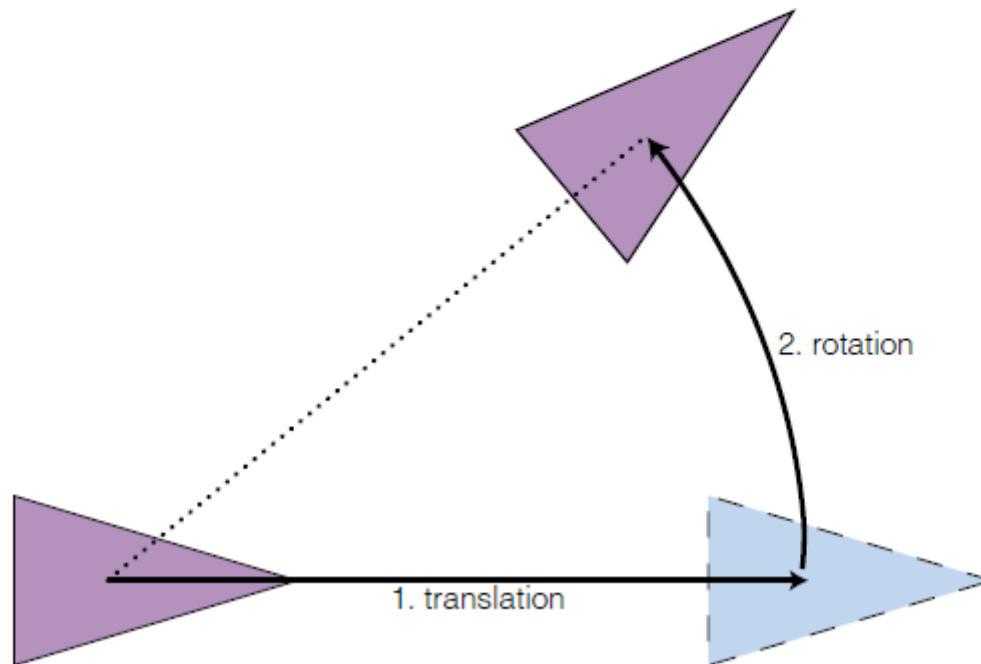
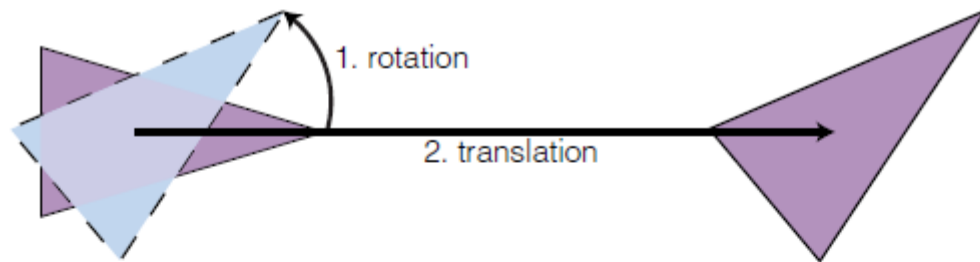
translation="1 0 0"
scale="0.5 2 1"



translation="1 0 0"
scale="0.5 2 1"
scaleOrientation="0 0 -1 0.8"



Order of operations

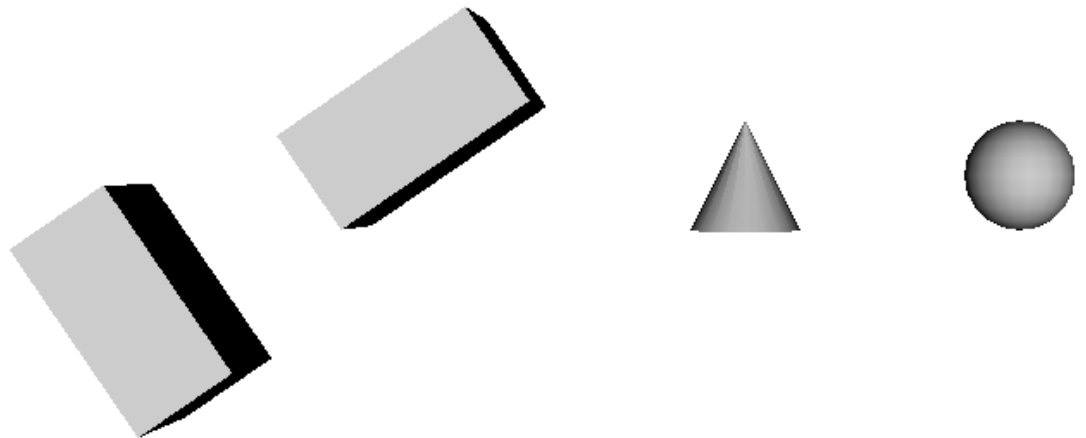


Order of operations

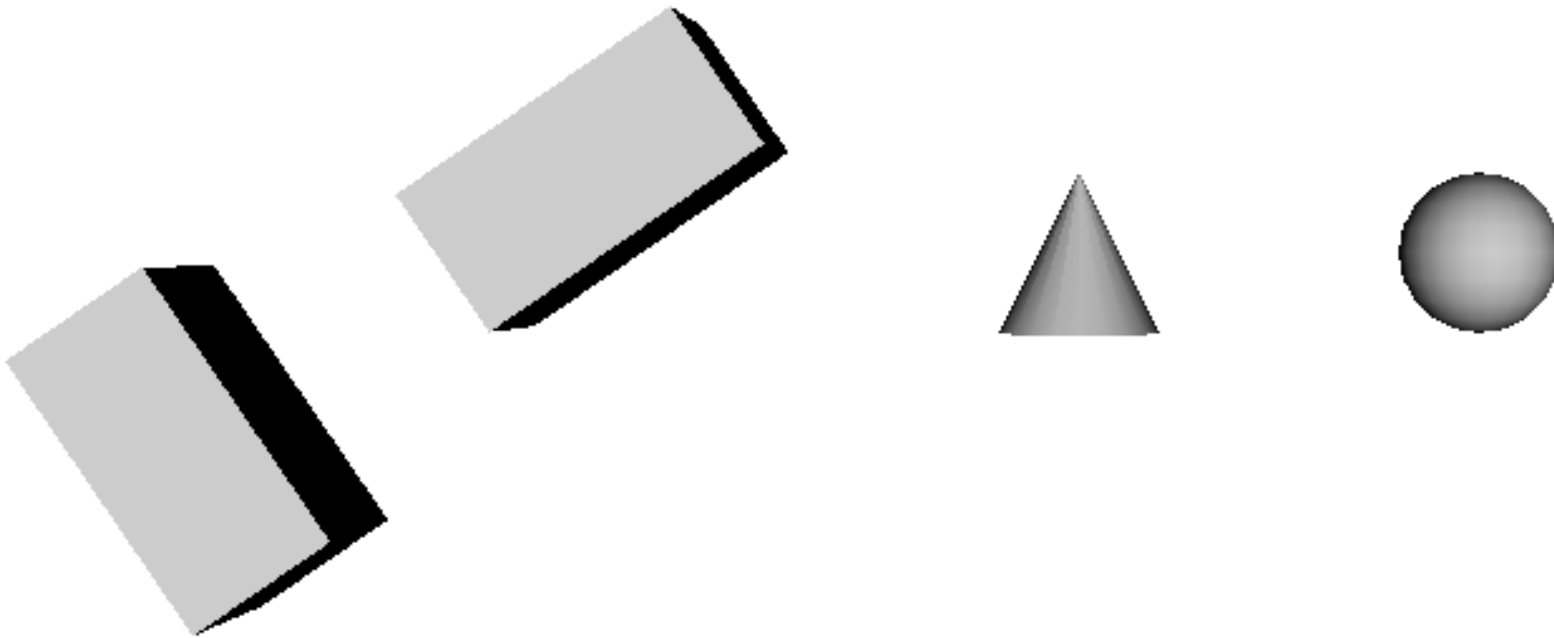
1. Μετατόπιση κατά `-center`
2. Περιστροφή κατά `-scaleOrientation`
3. Κλιμάκωση κατά `scale`
4. Περιστροφή κατά `scaleOrientation`
5. Περιστροφή κατά `Rotation`
6. Μετατόπιση κατά `center`
7. Μετατόπιση κατά `translation`

Local coordinate systems

```
<Shape>
  <Cone/>
</Shape>
<Transform translation="5 0 0">
  <Shape>
    <Sphere/>
  </Shape>
</Transform>
<Transform translation="-6 1 0" rotation="0 0 1 0.6 ">
  <Shape>
    <Box size="4 2 2"/>
  </Shape>
  <Transform translation="-6 0 0">
    <Shape>
      <Box size="2 4 2"/>
    </Shape>
  </Transform>
</Transform>
```



Local coordinate systems



Inline Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFBool	inputOutput	load	true		Immersive
MFString	inputOutput	url	NULL		Interactive
MFString	initializeOnly	bboxCenter	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxSize	-1 -1 -1	$[0, \infty)$ or -1 -1 -1	Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<Inline DEF="MyInlineNode"  
  url=' "HelloWorld.x3d"  
    "http://www.web3d.org/x3d/content/examples/Basic/HelloWorld.x3d" '  
  load="true"  
  bboxcenter="0 0 0"  
  bboxSize="-1 -1 -1" />
```

LOD Node

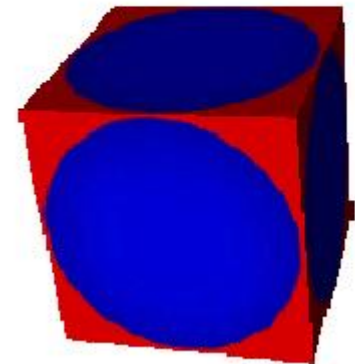
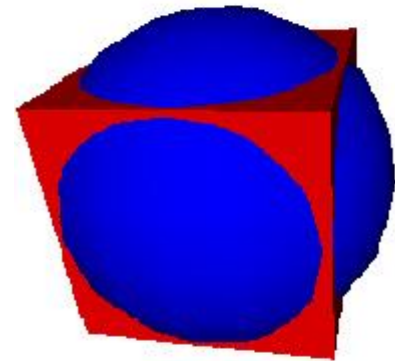
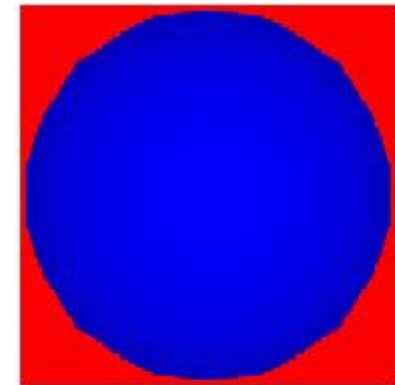
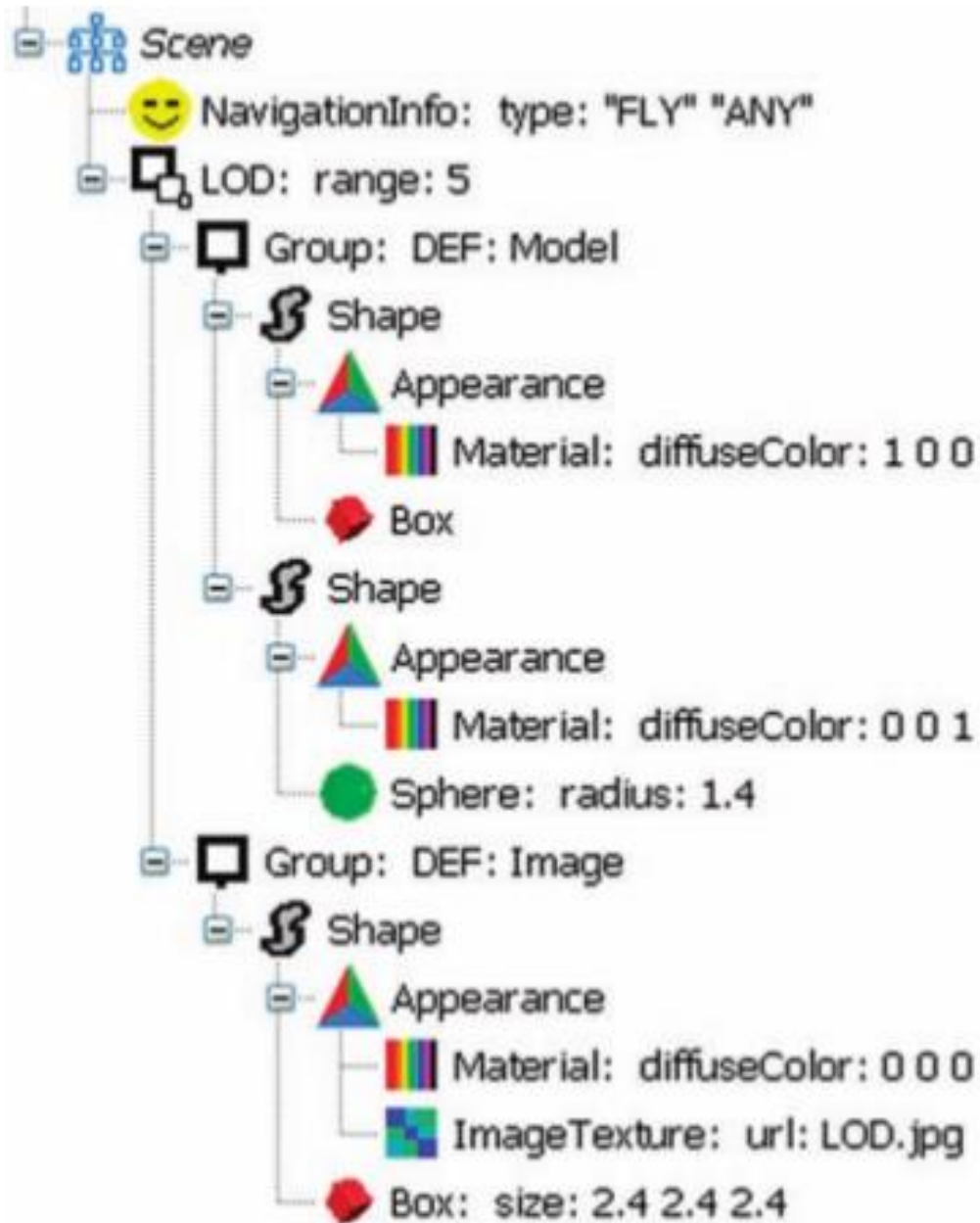
Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFVec3f	initializeOnly	center	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Immersive
MFFloat	initializeOnly	range	[]	$(-\infty, \infty)$	Immersive
SFBool	initializeOnly	forceTransitions	false		Immersive (version 3.1)
SFInt32	outputOnly	level_changed		$[0, \infty)$	Immersive (version 3.1)
MFNode	inputOutput	children	[]	[X3DChildNode]	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxCenter	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxSize	-1 -1 -1	$[0, \infty)$ or -1 -1 -1	Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```

<LOD DEF="MyLODNode"
  center="0 0 0"
  range="8 16"
  forceTransitions="false"
  bboxCenter="0 0 0"
  bboxSize="-1 -1 -1">
  <Group/>
  <Group/>
  <WorldInfo info="nonrendering node" />
</LOD>

```

LOD Node (cont'd)



Switch Node

Type	accessType	Name	Default	Range	Profile
SFInt32	inputOutput	whichChoice	-1	$[-1, \infty)$	Immersive
MFNode	inputOutput	children	[]	[X3DChildNode]	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxCenter	0 0 0	$(-\infty, \infty)$	Interchange
SFVec3f	initializeOnly	bboxSize	-1 -1 -1	$[0, \infty)$ or -1 -1 -1	Interchange
SFNode	inputOutput	metadata	NULL	[X3DMetadataObject]	Core

```
<Switch DEF="MySwitchNode"  
  whichChoice="-1"  
  bboxCenter="0 0 0"  
  bboxSize="-1 -1 -1">  
  <Group/>  
  <Group/>  
  <Group/>  
</Switch>
```