



# **Erfassung, Verarbeitung und Ausgabe von 3D Daten**

# Warum 3D?



- Vermessung von Objekten
- Produktdesign bzw. CAD
- Computerspiele
- Kinofilme
- Simulationen jeglicher Art
- virtuelle Darstellungen und Welten
- Bewegungsdaten von Objekten für Medizin, Sport, Industrie und Forschung
- ...

# Übersicht

---



- Erfassung von 3D-Daten (Hardware)
  - Demo SIMI<sup>o</sup>MotionCapture 3D
- Repräsentation von 3D-Daten im Rechner
- Verarbeitung und Ausgabe (Software)
  - Demo Softimage|XSI

# Erfassung von 3D Daten Hardware (Teil 1)

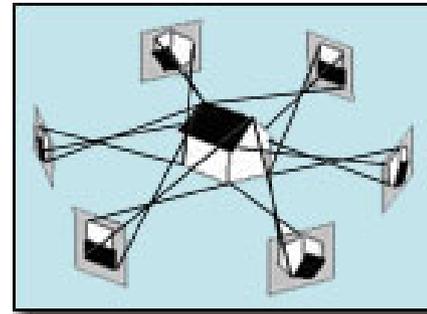
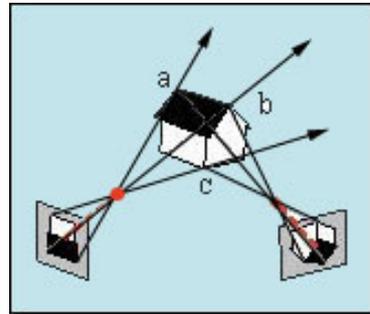


- Scannen von realen Objekten
  - Rekonstruktion anhand von Fotos
  - Scannen mit Laser
  - Scannen mit Ultraschall
  - 3D-Scanstift
- Eingabe von Daten durch den Menschen
  - 2D-Maus
  - 3D-Maus
  - 3D-Handschuhe
  - 3D-Workstation, Headsets

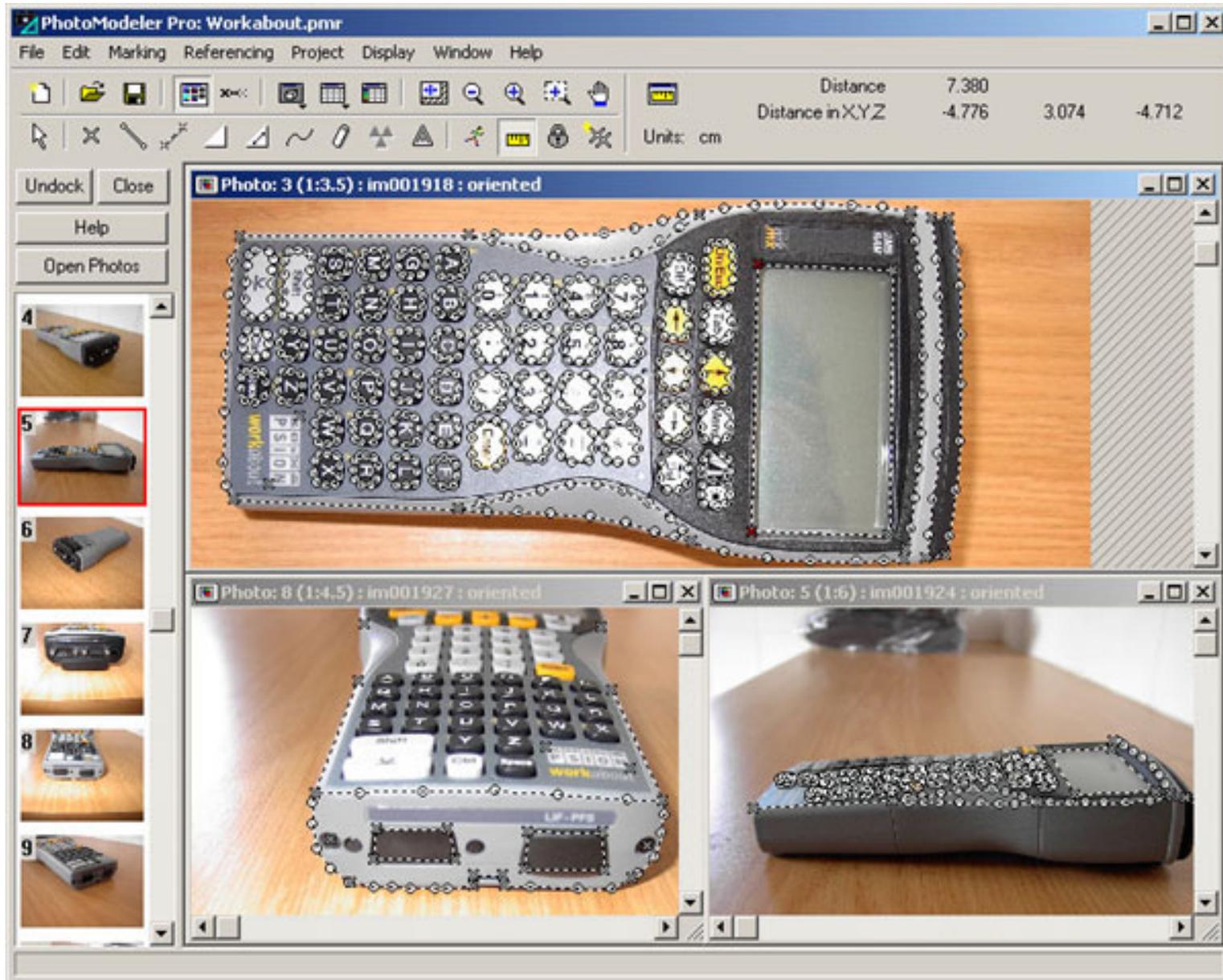
# Scannen von realen Objekten Rekonstruktion anhand von Fotos



- Rekonstruktion von 3D-Objekten
  - Teilbereich der Photogrammetrie
  - Rundumaufnahmen des Objekts
  - manuelles Positionieren von einfachen 3D-Grundobjekten auf den Fotos
  - 3D-Berechnung durch Positionierung eines Objekts auf mehreren Fotos
  - automatische Texturierung durch die Fotos



# Scannen von realen Objekten Rekonstruktion anhand von Fotos



# Scannen von realen Objekten Abtastung durch Laser



- Laserstrahl tastet Objekt ab
- Laserpunkt auf Objekt wird erfasst
- punkt-/streifenbasiert mit Sensor (Kamera)
  - Objektvermessung durch Triangulation (Messung von zwei bekannten Orten aus)
- Lichtlaufzeitmessung mit Empfangsdiode
- Scannen nahezu beliebig großer Objekte

# Scannen von realen Objekten Abtastung durch Laser



# Eingabe von Daten 3D-Scanstift



- manuelle Abtastung kleinerer Objekte
- Stift an stehendem Arm mit mehreren Gelenken
- sehr leichte Konstruktion
- Messung der Bewegungen durch optische Sensoren in den Gelenken
- sehr hohe Genauigkeit möglich

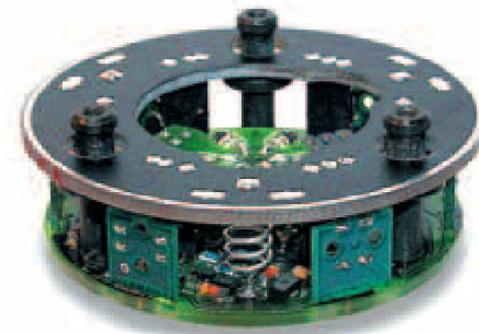


# Eingabe von Daten

## 3D-Maus



- stehendes Gerät mit Kappe oder Kugel
- Kugel lässt sich drücken, drehen und ziehen
- ermöglicht 6 Freiheitsgrade
- reagiert mit gummiähnlichem Widerstand je nach Auslenkung bei der Bedienung
- genaue optoelektronische Messung



# Eingabe von Daten

## 3D-Handschuhe



- Handschuhe mit eingearbeiteten, biegsamen Sensoren für Finger und Handgelenk
- fiberoptische Sensoren und andere Sensortechniken für Fingerbewegungen
- Tastsensoren an den Fingerspitzen
- zusätzlicher beliebiger Sensor zur Verfolgung der Hand im Raum
- Force-Feedback-System zur Rückmeldung bei Berührung virtueller Objekte möglich



# Eingabe von Daten

## 3D-Workstation, Headsets



- Workstation mit Schnittstelle für Hände mit Force-Feedback und 3D-Headset
- Headset zur Augenverfolgung
- Headset zur Mimikerkennung



# Erfassung von 3D Daten Hardware (Teil 2)



- Motion Capturing (Bewegungserfassung)
  - Video
  - Infrarotvideo
  - Magnettechnik
  - Ultraschall
  - Funktechnik
  - Lasertechnik
  - LED-Technik
  - Mechanik



# Motion Capturing Video



- direkte Datenerfassung vom Videobild
- mindestens zwei Kameras aus verschiedenen Perspektiven nötig
- alles was sich bewegt kann erfasst werden
- Kennzeichnung mit Markern
- Marker werden im Videobild markiert und automatisch verfolgt
- Berechnung der 3D-Koordinaten der Marker aus 2D-Position in mehreren Kameras und den Kamerapositionen (DLT-Verfahren)

# Motion Capturing Infrarotvideo



- spezielle Kameras mit Infrarotfilter
- Infrarotausleuchtung der Szene
- Kennzeichnung mit reflektierenden Markern
- sehr hohe Kameraauflösung und Aufzeichnungsgeschwindigkeit möglich
- Verarbeitung der Rohdaten durch Hardware
- Ausgabe der Markerkoordinaten
- Echtzeitverarbeitung möglich

# Motion Capturing Infrarotvideo



# Motion Capturing Magnettechnik



- basierend auf Sensoren in einem Magnetfeld
- Sensoren an den zu erfassenden Gelenken bzw. Objekten
- Rückmeldung der Position im Magnetfeld
- 6 Freiheitsgrade der Bewegung pro Sensor
- relativ anfällig gegenüber Umwelteinflüssen
- erfordert Laborbedingungen
- Verarbeitung der Rohdaten durch Hardware
- Ausgabe der Markerkoordinaten
- Echtzeitverarbeitung möglich

# Motion Capturing Magnetetechnik



Bobby Leach Image Courtesy of Film East.



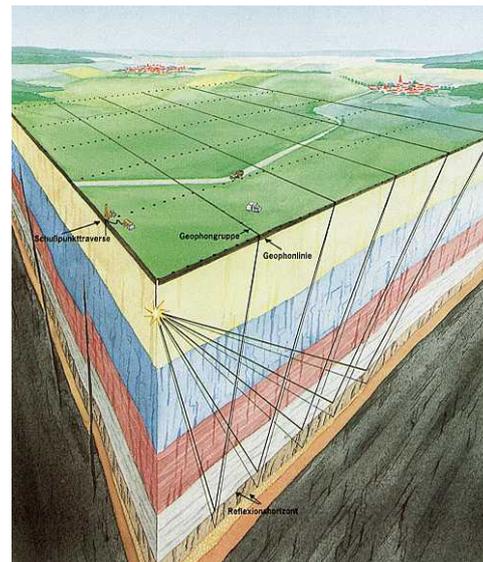
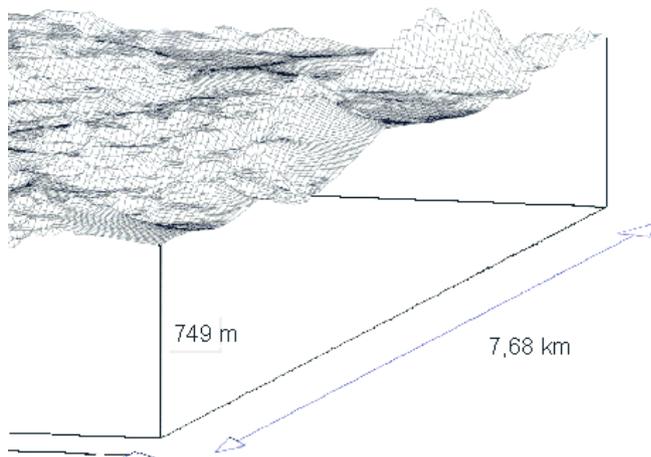
Wireless Cybersuit Image Courtesy of Ascension Technology Corp.

# Erfassung von 3D Daten

## Sonstiges



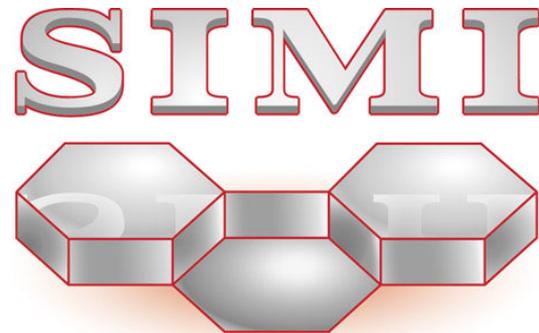
- Seismik  
Untersuchung von Bodenstrukturen
- Computertomographie  
diverse Anwendungsbereiche
- Topographie  
Aufnahmen von Flugzeug oder Satellit



# Demo SIMI°MotionCapture 3D



- videobasiertes 3D-Motion-Capture-System
- arbeitet mit beliebigen Videoquellen
- Preis ab ca. 10.000 €

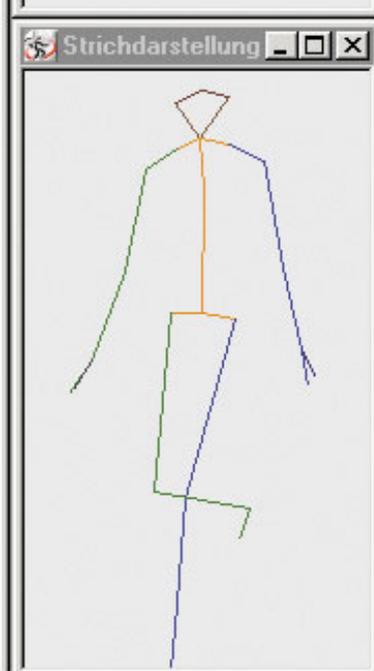
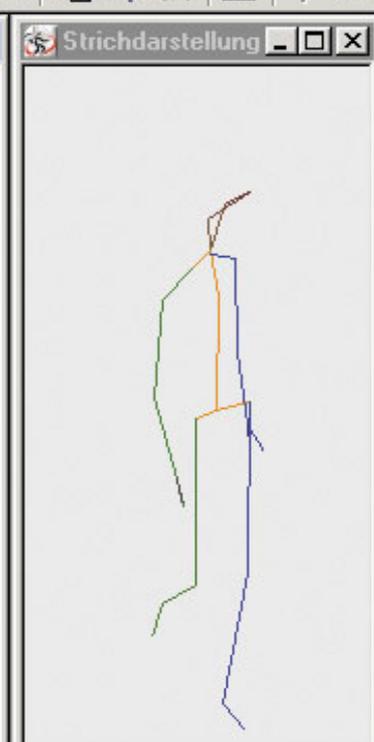


REALITY MOTION SYSTEMS



**Girl**

- Projekt
  - Eigenschaften
  - Kommentar
- Spezifikation
  - Bildpunkte
  - Verbindungen
- Phasen
- Kameras
  - Camera 1**
    - Rohdaten
    - Gefilterte Rohdaten
    - Data collection
    - Gefilterte Rohdaten
  - Camera 2
- 3D-Koordinaten
  - Scheitel
  - Ohr li
  - Ohr re
  - Hals-WS
  - Brust-WS
  - Halsansatz li
  - Schulter li
  - Ellenbogen li
  - Handgelenk li
  - Zeigefingergrundgelenk li
  - Kleinfingergrundgelenk li
  - Halsansatz re
  - Schulter re
  - Ellenbogen re
  - Handgelenk re
  - Zeigefingergrundgelenk re
  - Kleinfingergrundgelenk re
  - Hüfte Mitte
  - Hüfte li
  - Knie li
  - Knöchel li
  - Mittelfuß li
  - Hüfte re



**Girl**

1 2

- Scheitel
- Ohr li
- Ohr re
- Hals-WS
- Brust-WS
- Halsansatz li
- Schulter li
- Ellenbogen li
- Handgelenk li
- Zeigefingergrundgelenk li
- Kleinfingergrundgelenk li
- Halsansatz re
- Schulter re
- Ellenbogen re
- Handgelenk re
- Zeigefingergrundgelenk re
- Kleinfingergrundgelenk re
- Hüfte Mitte
- Hüfte li
- Knie li
- Knöchel li
- Mittelfuß li
- Hüfte re
- Knie re
- Knöchel re
- Mittelfuß re

Frame 50, 1.000 s : [1] Camera 1      Frame 50, 1.000 s : [2] Camera 2

# SIMI°MotionCapture 3D

# Repräsentation von 3D-Daten

## Übersicht

---



- Punkte, Linien, Splines
- Polygone
- NURBS
- Szenen
- Animation

# Repräsentation von 3D-Daten

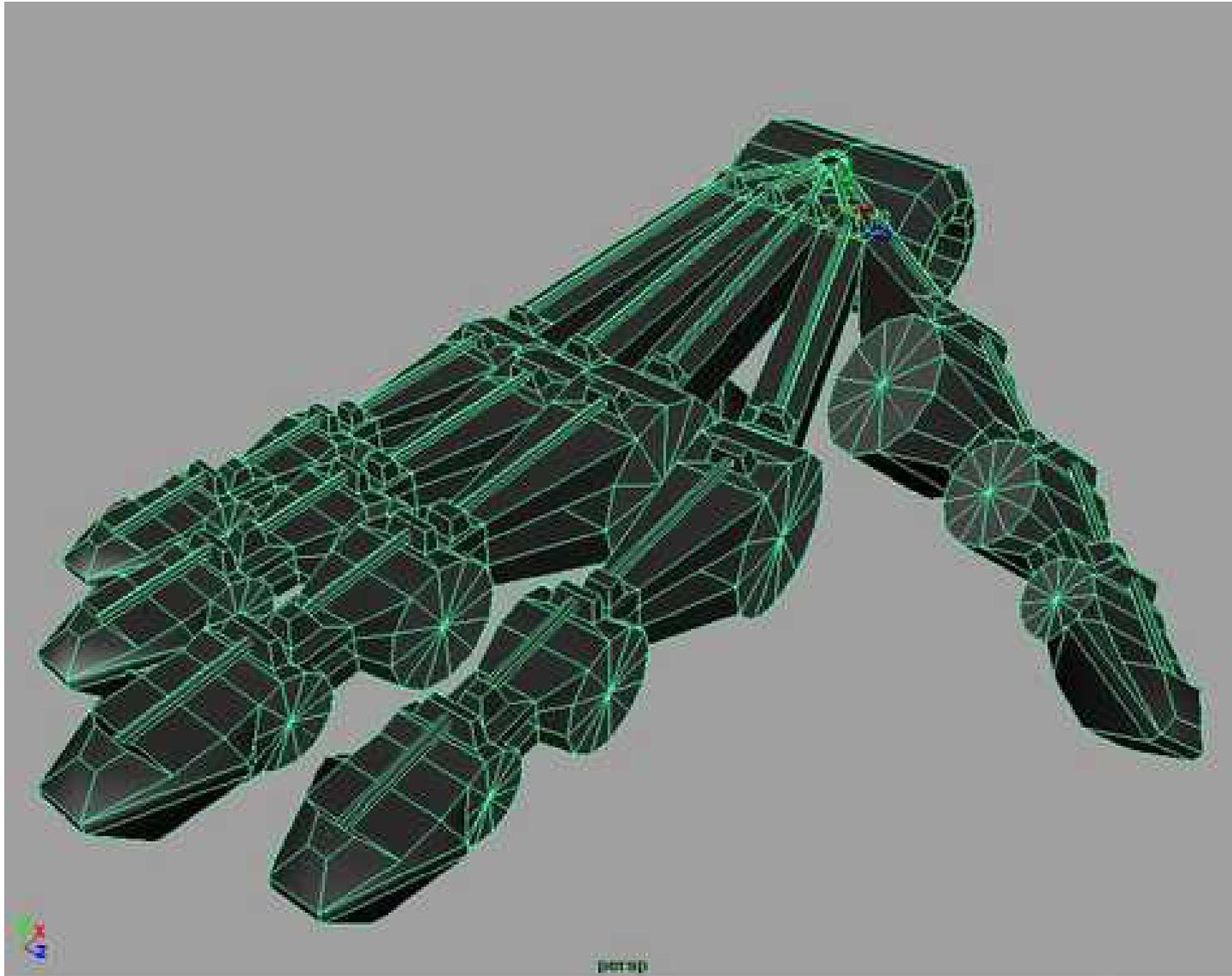
## Polygone



- alle 3D-Objekte bestehen aus Polygonen bzw. werden zur Berechnung in Polygone zerlegt
- in der Regel Dreiecke
- bei Modellierung oft Vierecke (zwei Dreiecke)
- Polygone bilden Oberfläche der Objekte
- auch Primitiven aus Polygonen (z.B. Kugel)
- Grundlage für spätere, einheitliche, möglichst einfache Berechnung der 2D-Darstellung von 3D-Objekten

# Repräsentation von 3D-Daten

## Polygone



# Repräsentation von 3D-Daten

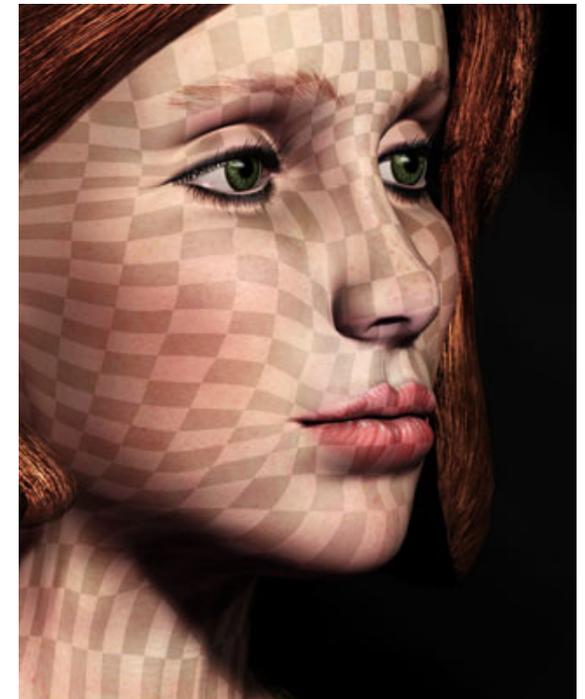
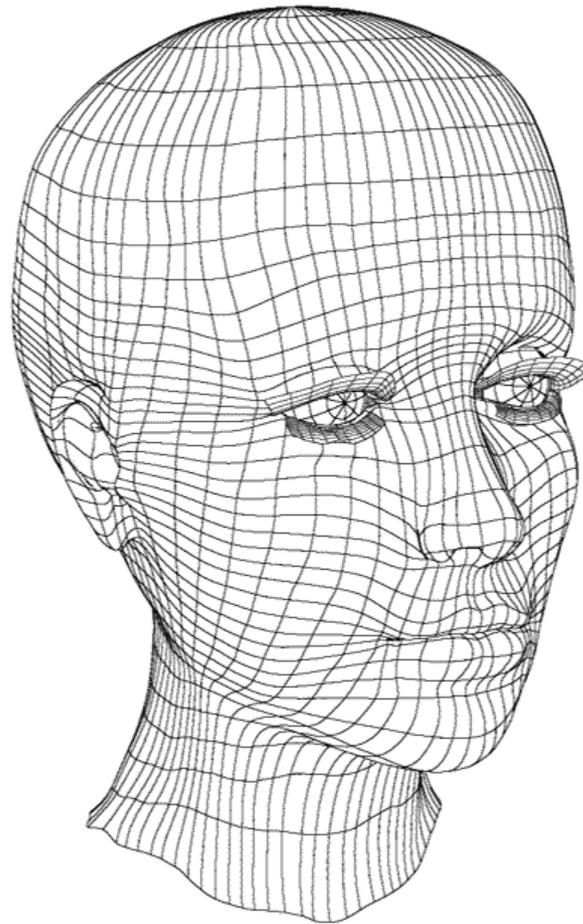
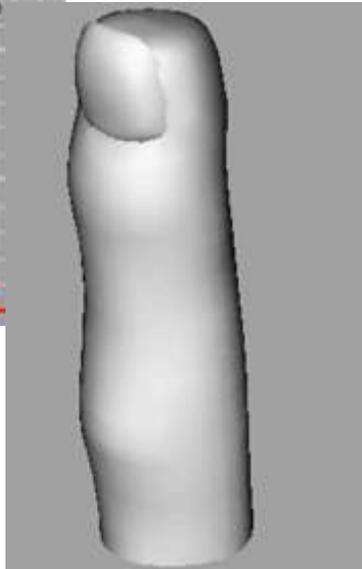
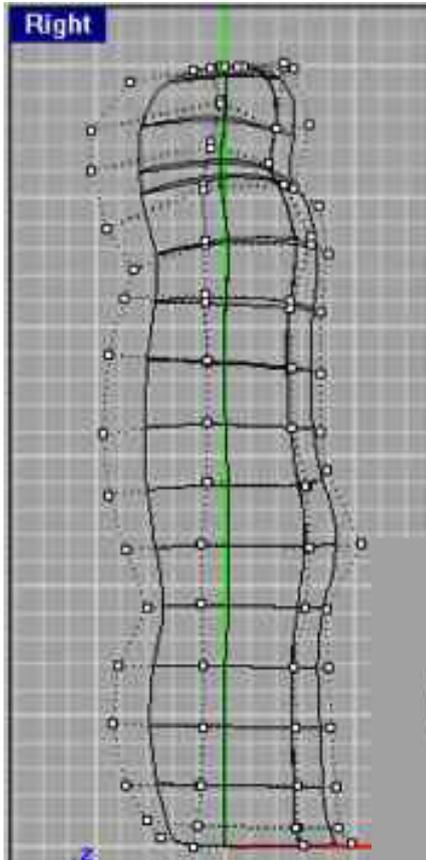
## NURBS



- Non-Uniform Rational B-Splines (NURBS)
- Prinzip sehr ähnlich der Bezier-Kurven
- Interpolation der Verbindung zweier Punkte im Raum mit Gewichtung durch „magnetische“ Kontrollpunkte
- Ausweitung auf Flächen durch Interpolation der Kontrollpunkte
- Patches zwischen den Kontrollpunkten
- Modellierung runder, organischer Formen
- glatte Objektübergänge
- kleinere Datenmenge (gegenüber Polygonen)

# Repräsentation von 3D-Daten

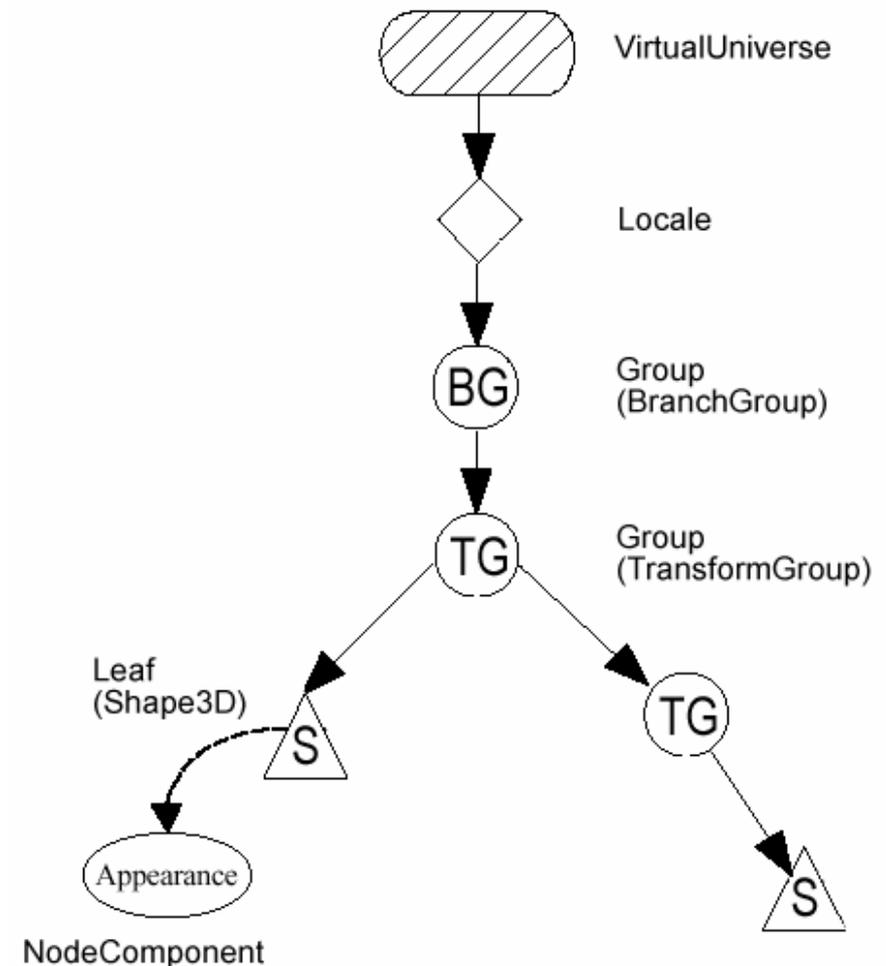
## NURBS



# Repräsentation von 3D-Daten Szene



- Szene ist Menge von 3D-Objekten
- Szenengraph - baumartige Struktur zum Verwalten und Rendern einer Szene
  - Lichter, Kameras
  - Attribute der Objekte
  - Beziehungen zwischen Objekten
  - globale Eigenschaften der Szene



# Repräsentation von 3D-Daten

## Animation



- Szene mit bewegten Objekten heißt Animation
- Animationen über Interpolation zwischen mehreren Situationen realisiert (Keyframes)
- physikalisch, mathematisch bestimmte Bewegungsabläufe
- programmgesteuerte Animationen

# Verarbeitung von 3D-Daten

## Übersicht



- Reale Vorlage oder fiktives Objekt?
- Auswahl der geeigneten Werkzeuge
- die meisten Arbeitsschritte sehr aufwendig
- viel Erfahrung nötig für gute Ergebnisse
  
- Arbeitsabläufe
  - Scannen
  - Motion Capturing
  - Modelling

# Verarbeitung von 3D-Daten

## Arbeitsablauf Scannen



- Wahl des richtigen Scanners
  - Umgebung, Größe etc.
- Achten auf richtige Lichtverhältnisse
- Nachbearbeitung nach dem Scanvorgang
  - riesige Datenmengen
  - sehr viele Polygone
  - Polygonreduktion
  - Transformation in NURBS
- Probleme
  - Objektgröße, lebende Objekte
  - Hohlräume

# Verarbeitung von 3D-Daten

## Arbeitsablauf Motion Capturing



- Wahl eines geeigneten Systems
  - Umgebung, Aktionsradius etc.
- Aufbau des Systems, Kalibrierung
- Vorbereitung der Akteure
- Nachbearbeitung nach der Erfassung
  - Glättung, Filterung der Daten
  - manuelle Korrektur der Bewegungen
  - Keyframe Reduction
  - Verschmelzung mehrerer Bewegungen
- Mapping der Bewegung auf 3D-Objekt

# Verarbeitung von 3D-Daten

## Arbeitsablauf Modelling (Teil 1)



- Modellierung beliebiger Objekte, einer Szene
- Polygone oder NURBS
- mögliche Vorgehensweisen (Auswahl)
  - Polygone direkt erstellen
  - 3D-Primitiven kombinieren, modifizieren
  - 2D-Zeichnung erstellen und extrudieren
  - 2D-Scan im Hintergrund, nachbauen
  - NURBS-Umrisse zeichnen, Patches einfügen
  - 3D-Umrissscan als Grundlage (Scanstift)
  - ...

# Verarbeitung von 3D-Daten

## Arbeitsablauf Modelling (Teil 2)



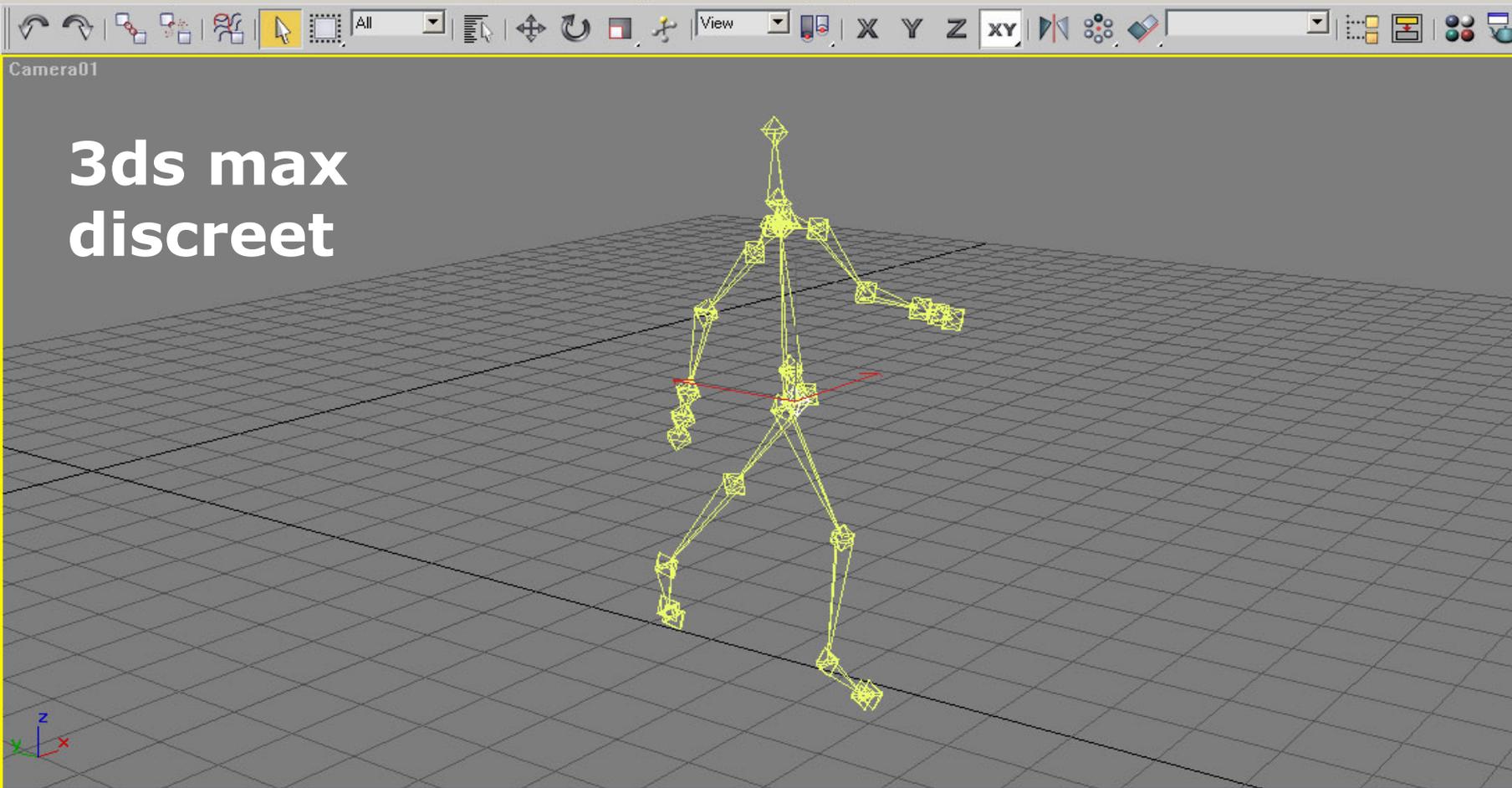
- weitere Bearbeitung von Objekten (Auswahl)
  - Kontrollpunkte von NURBS verschieben
  - Werkzeuge auf Bereiche von Polygonen anwenden
  - Punkte, Kanten von Polygonen verschieben
  - boolesche Operationen von Objekten
  - Objekte zusammenfügen, Verschmelzen
- Objektoberfläche (Material, Reflexion, Beschaffenheit)
- Objekte zur Gesamtszene zusammenfügen
- Lichtquellen, Umgebungslicht etc. setzen
- Kameras und Kamerafahrten definieren
- Objekte animieren

# Ausgabe von 3D-Daten

## Rendering



- Rendering-Pipeline (möglicher Ablauf)
  - 1) Transformation von NURBS etc. in Polygone
  - 2) Transformation in 3D-Szenenkoordinatensystem
  - 3) Berechnung von Beleuchtung und Reflexion
  - 4) Transformation in 3D-Kamerakoordinatensystem
  - 5) Clipping unsichtbarer Polygone
  - 6) Transformation in 2D-Kamerakoordinatensystem
  - 7) Berechnung der Pixel  
Texturen, Farbe, Struktur etc.



# 3ds max discreet

View

Walker Pelvis

Selection Level: Sub-Object

Parameters Trajectories

Assign Controller

PRS Parameters

Create Key	Delete Key
Position	Position
Rotation	Rotation
Scale	Scale

Position Rotation Scale

Position List

-> Bezier Position  
SlavePos  
Motion Clip SlavePos

Set Active Delete

Cut Paste

Key Info (Basic)

Time: 0

X Value: 0.323

Y Value: -143.097

Z Value: 36.534

In: Out:

Key Info (Advanced)

master motion

World

- Sound
- Global Tracks
- Block Control
- Objects
  - Walker Pelvis
    - Walker Spine
      - Transform
        - Rotation
          - TCB Rotation
          - SlaveRotation
          - Motion Clip SlaveRotation
  - Camera01.Target

Timeline with keyframes for Walker Pelvis.

Drag to move. Ctrl-click or drag region box to add to selection. Shift-drag to clone.

124

34 / 124

1 Helper Selected

Click or click-and-drag to select objects

Add Time Tag

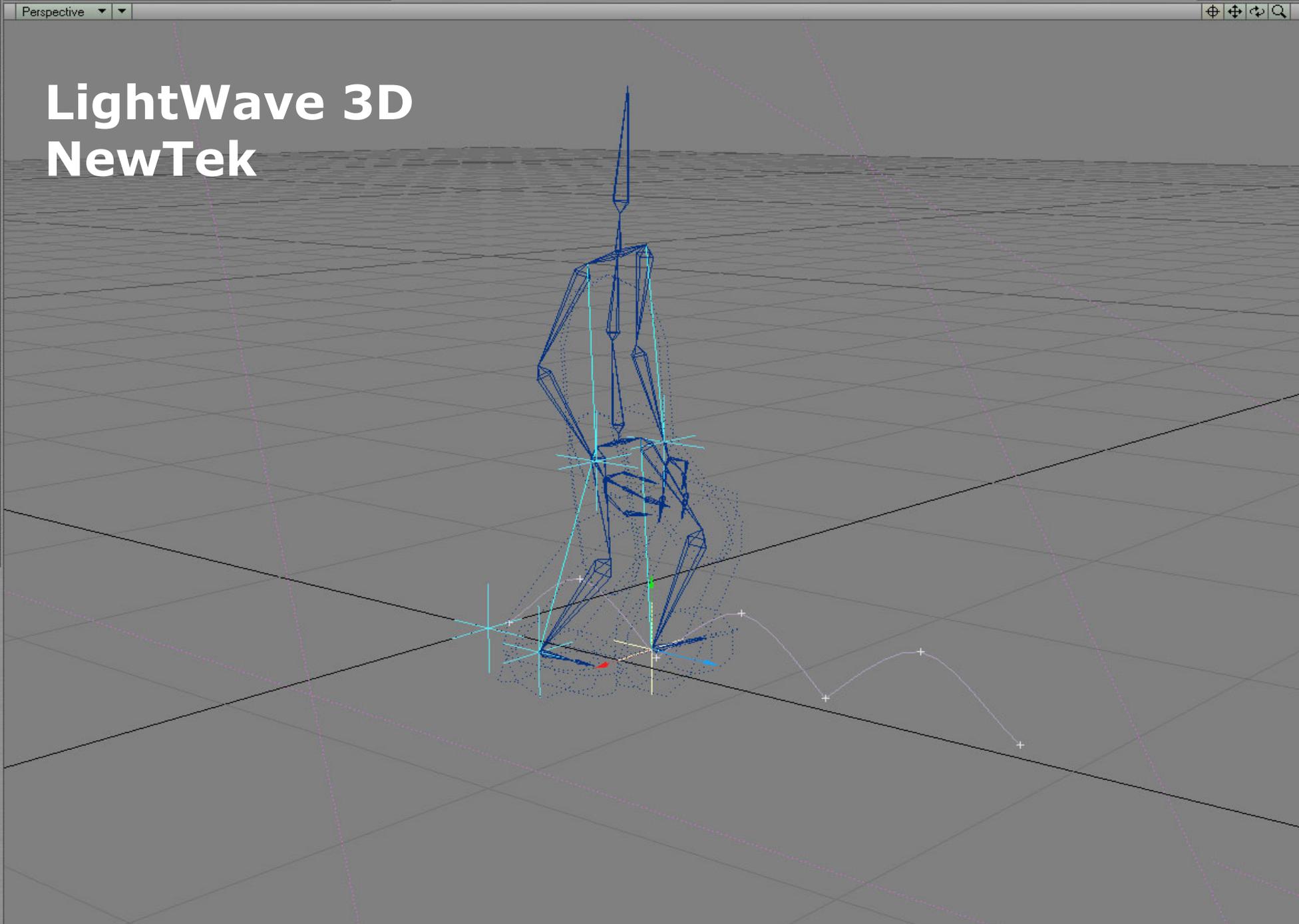
Grid = 10.0

Animate

34

- File
- Layout
- Rendering
- Scene Editor ^F1
- Graph Editor ^F2
- Surface Editor ^F3
- Image Editor ^F4
- Motion Mixer
- Spreadsheet
- VIPER
- Presets
- Add
- Replace
- Select
- Clear
- Tools
- Move t
- Rotate y
- Size H
- Stretch h
- Squash
- Pivot
- Numeric n
- Reset
- Motions
- Motion Options m
- Move Path
- Coord System
- Controllers
- IK
- Enable IK +F8
- IK Options
- Limits

# LightWave 3D NewTek

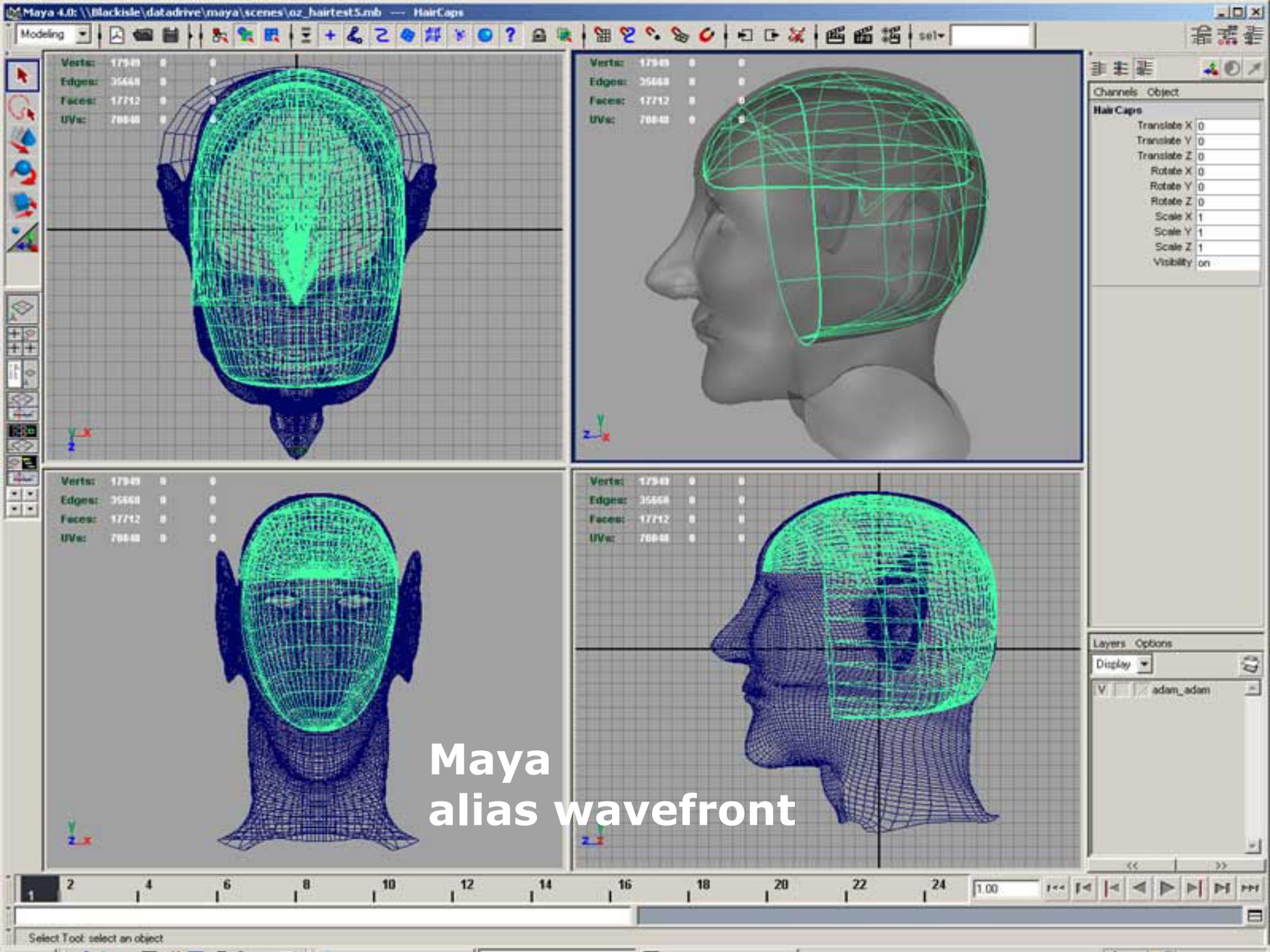


Position

X	-90 mm	0	0	11	20	30	40	50	60	60
Y	22.9122 mm	Drag mouse in view to move selected items.								
Z	581.054 mm	Sel: 1	Current Item	LEFT-LEG-GOAL						
Grid:	1 m	Objects	Bones	Lights	Cameras	Item Properties				

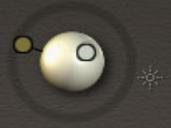
Auto Key +F1  
 Create Key ret  
 Delete Key del

Preview  
 Undo Move u Step 1



Maya  
alias wavefront

Light Controls.



Camera Controls.



Editing Tools.



Untitled

748 x 651

# Poser Curious Labs



rFrontFoot

Taper 0 %

Scale 100 %

xScale 100 %

yScale 100 %

zScale 100 %

Twist 0 °

Side-Side 3 °

Bend 41 °

▼ Figure 1 ▼ rFrontFoot

▼ Document Display Style.



Figures

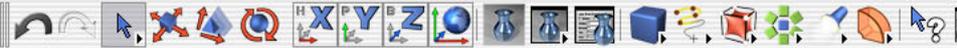
Characters- Female▼

- Default
- Carmen
- Eve
- Gabrielle
- Greta
- Holly
- Luna

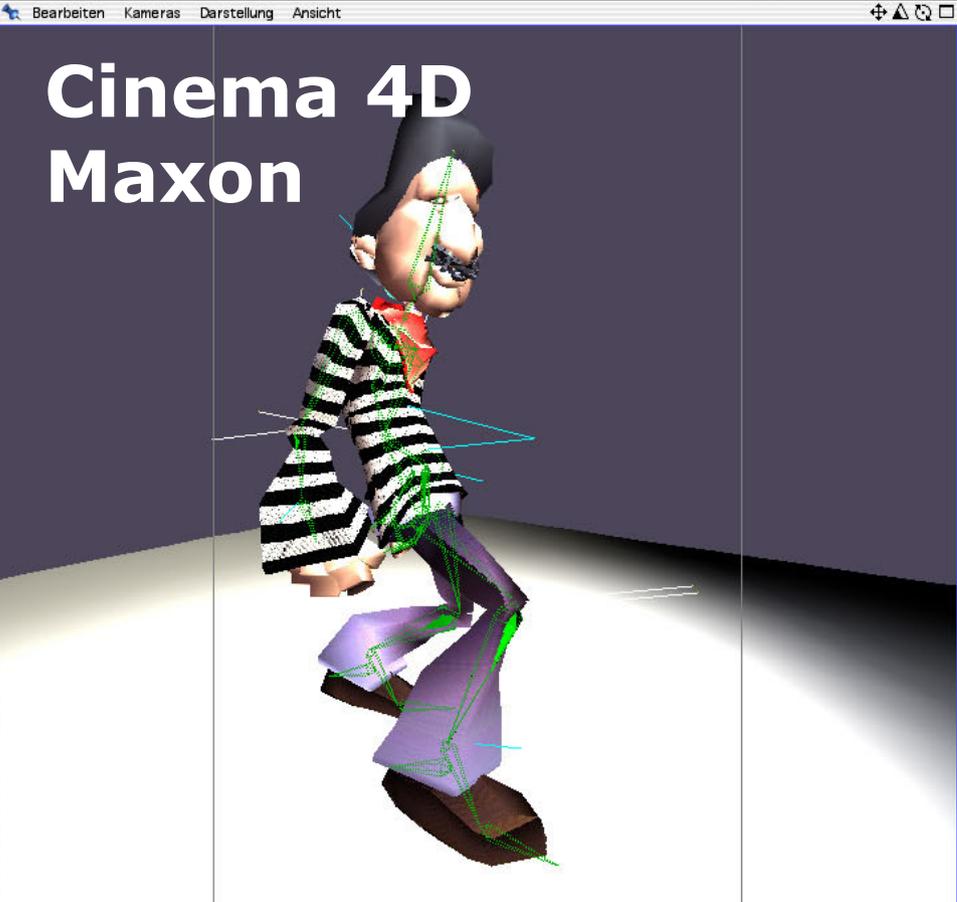
Frame: 019 of 030

• Loop

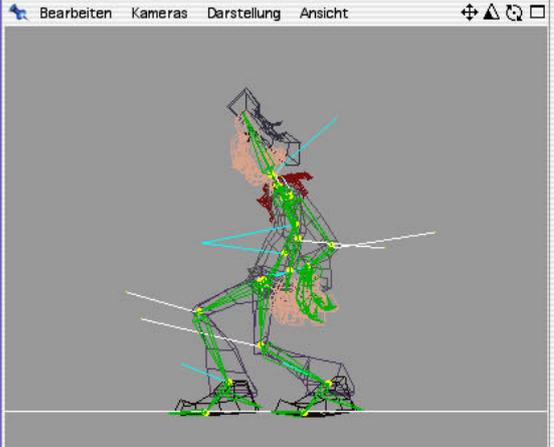
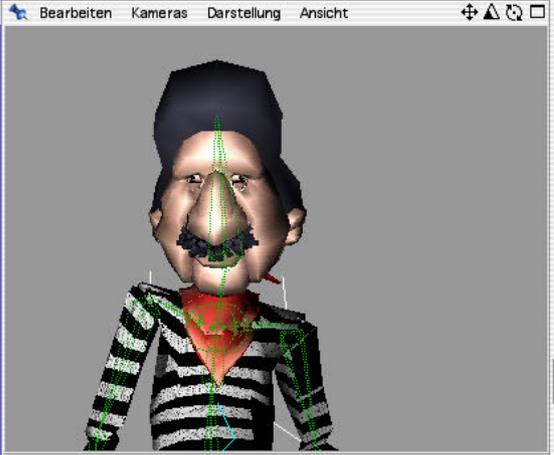




Ansicht



# Cinema 4D Maxon



Objekte Struktur Browser

- Null-Objekt
- Character & Animation (c)2002 Naam/Happy Ship
- CAMERA
- CAMERATARGET
- Mime
  - Boned Cage
    - Geometry
    - Left Hand Controller
    - Right Hand Controller
    - Skull Placement
    - Skull Controller

Attribute Koordinaten Werkzeug Snap

Modus Bearbeiten Benutzerdaten

Licht-Objekt [RIM]

Basis	Koord.	Allgemein	Details	Sichtbarkeit
Schatten	Caustics	Noise	Linsen	Szene

**Allgemein**

Farbe: R 91%, G 92.44%, B 100%

Helligkeit: 88%

Typ: Spot (rund)

Schatten: Weich

Sichtbares Licht: Kein

Noise: Kein

Keine Lichtabstrahlung  Beleuchtung darstellen

Sichtb. Licht darstellen  Clipping darstellen

Speicherbedarf: Speicherbedarf: niedrig

Rechenzeit: Rechenzeit: mittel

Zeitleiste F-Kurve

Datei Bearbeiten Ansicht Filter Objekte Sequenzen Layer

Zeit: 25 B Loop: 25 B --> 341 B

XPresso-Editor

Datei Bearbeiten Layout Ansicht Zusätze Berechnung

```

    graph LR
      M1[Mathe:Multiplizieren] -- Ausgang --> M2[Mathe:Addieren]
      LHC1[Left Hand Controller] -- Position --> M1
      LHC1 -- Winkel --> M1
      M1 -- Ausgang --> M2
      LHC2[Left Hand Controller] -- Position --> M2
      LHC2 -- Winkel --> M2
  
```



# Ausgabe von 3D-Daten Compositing



- Kombinieren von 3D-Objekten, Animationen mit realen Bildern bzw. Videoaufnahmen
- korrekte Beleuchtung
- farbliche Stimmigkeit
- Übergänge, Verdeckungen
- Anpassung an Kamerafahrt, Schwenk, Zoom



# Ausgabe von 3D-Daten

## Sonstige Möglichkeiten



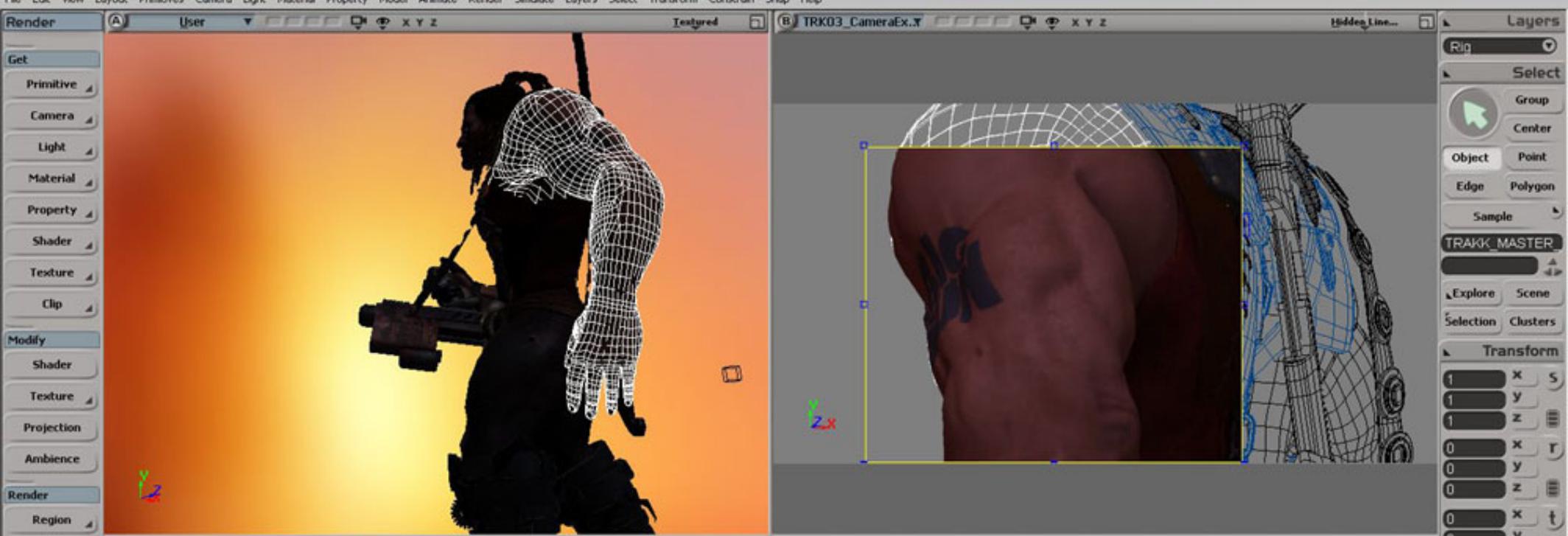
- Export gescannter bzw. modellierter Daten (z.B. für Spiele, Visualisierungen)
- Programmierung
  - direktes Erstellen eigener Objekte, Szenen
  - Einbinden fertiger Objekte, Animationen
  - OpenGL, Direct3D, Java 3D...
- Industrie
  - Rapid-Prototyping
  - CAD-Anwendungen

# Demo Softimage|XSI



SOFTIMAGE® | XSI®

- professionelles Tool zur 3D-Modellierung, Animation, Rendering und Compositing
- sehr umfangreich und leistungsstark
- lange Einarbeitungszeit nötig
- Preis ca. ab 10.000 €
- verwendet für Jurassic Park, Star Wars, Harry Potter, Resident Evil etc.



Layers

Rig

Select

- Group
- Center
- Object Point
- Edge Polygon

Sample

TRAKK\_MASTER

Explore Scene

Selection Clusters

Transform

1 x S

1 y

1 z

0 x R

0 y

0 z

0 x T

0 y

0 z

Global Local View

Par Ref Plane

COG Prop Sym

Snap

ON

Constrain

Parent Cut

CnsComp ChdComp

Edit

Group Ungroup

Freeze Immed

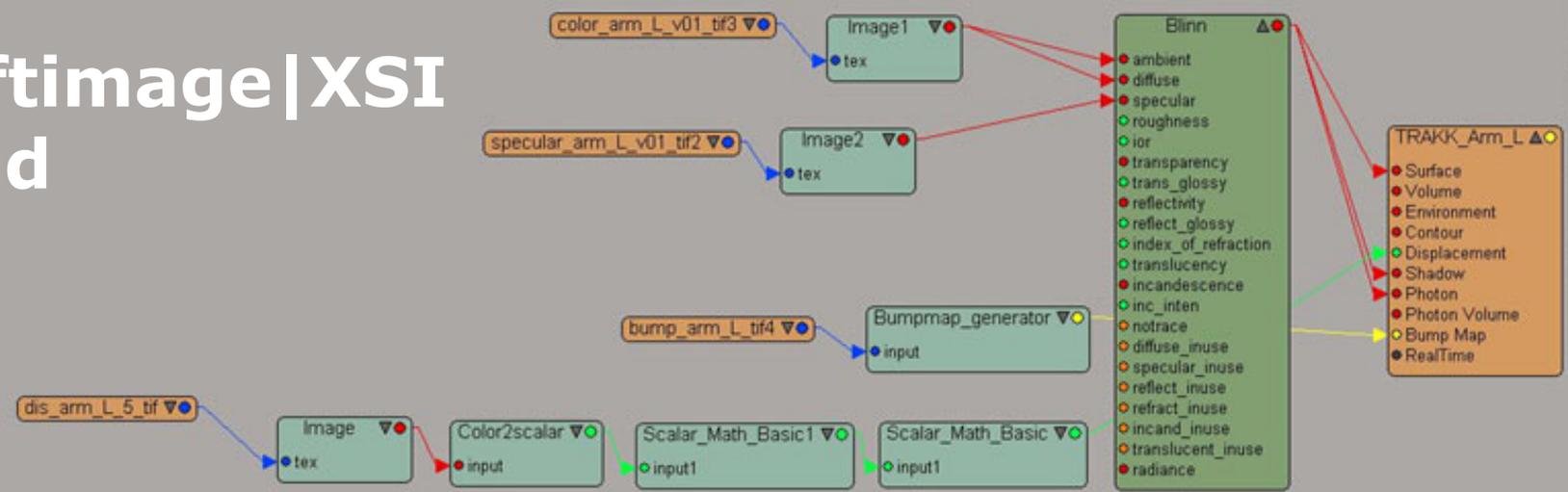
Render Tree

Show Tools Nodes Clips

TRAKK\_MASTER\_MODEL\_TRAKK\_Arm\_L\_TRAKK\_Arm\_L

# Softimage | XSI

## Avid



# Linksammlung



## 3D-Objekte aus Fotos

[www.photomodeler.com](http://www.photomodeler.com)

[www.realviz.com](http://www.realviz.com)

[www.vexcel.com/fotog](http://www.vexcel.com/fotog)

## 3D-Scanner

[www.isdale.com/jerry/VR/3DScanners/3DScannerReview.html](http://www.isdale.com/jerry/VR/3DScanners/3DScannerReview.html)

[www.cyberware.com](http://www.cyberware.com)

[graphics.stanford.edu/projects/mich](http://graphics.stanford.edu/projects/mich)

## 3D-Maus

[www.3dconnexion.com](http://www.3dconnexion.com)

## 3D-Handschuhe, 3D-Stift, 3D-Workstation

[www.immersion.com](http://www.immersion.com)

[www.5dt.com](http://www.5dt.com)

## Seismik

[www.mtu.uni-bremen.de/3D-Seismik/3d-seismik.html](http://www.mtu.uni-bremen.de/3D-Seismik/3d-seismik.html)

## Motion Capture Hardware und Software

[www.simi.com](http://www.simi.com)

[www.peakperform.com](http://www.peakperform.com)

[www.vicon.com](http://www.vicon.com)

[www.motionanalysis.com](http://www.motionanalysis.com)

[www.ascension-tech.com](http://www.ascension-tech.com)

[www.x-ist.de](http://www.x-ist.de)

[www.puppetworks.com](http://www.puppetworks.com)

[www.polhemus.com](http://www.polhemus.com)

[www.ptiphoenix.com](http://www.ptiphoenix.com)

[www.metamotion.com](http://www.metamotion.com)

[www.eyematic.com](http://www.eyematic.com)

## Motion Capture Mathematik und Theorie

[www.kwon3d.com/theories.html](http://www.kwon3d.com/theories.html)

## 3D-Software

▪ Softimage|XSI (kostenlose Testversion Softimage|EXP)

[www.softimage.com](http://www.softimage.com)

▪ Maya (kostenlose Testversion Maya Personal Learning Edition)

[www.aliaswavefront.com](http://www.aliaswavefront.com)

▪ 3ds max

[www.discreet.com](http://www.discreet.com)

▪ LightWave 3D

[www.newtek.com](http://www.newtek.com)

▪ Cinema 4D

[www.maxon.de](http://www.maxon.de)

▪ Blender (kostenlos, Open Source)

[www.blender3d.com](http://www.blender3d.com)

▪ Poser (nur für Character)

[www.curiouslabs.com](http://www.curiouslabs.com)

▪ Motionbuilder (umfangreiches Motion Capture Tool)

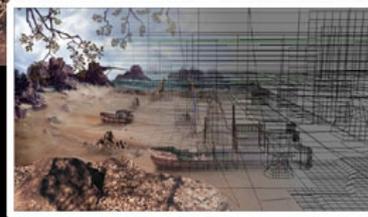
[www.kaydara.com](http://www.kaydara.com)

## 3D-Grafik allgemein (guter Einstieg)

[www.highend3d.com](http://www.highend3d.com)



*Ancient Spirit*



Filip Ivanović  
CG Artist



Centre National d'Animation et de Design



Softimage | XSI



