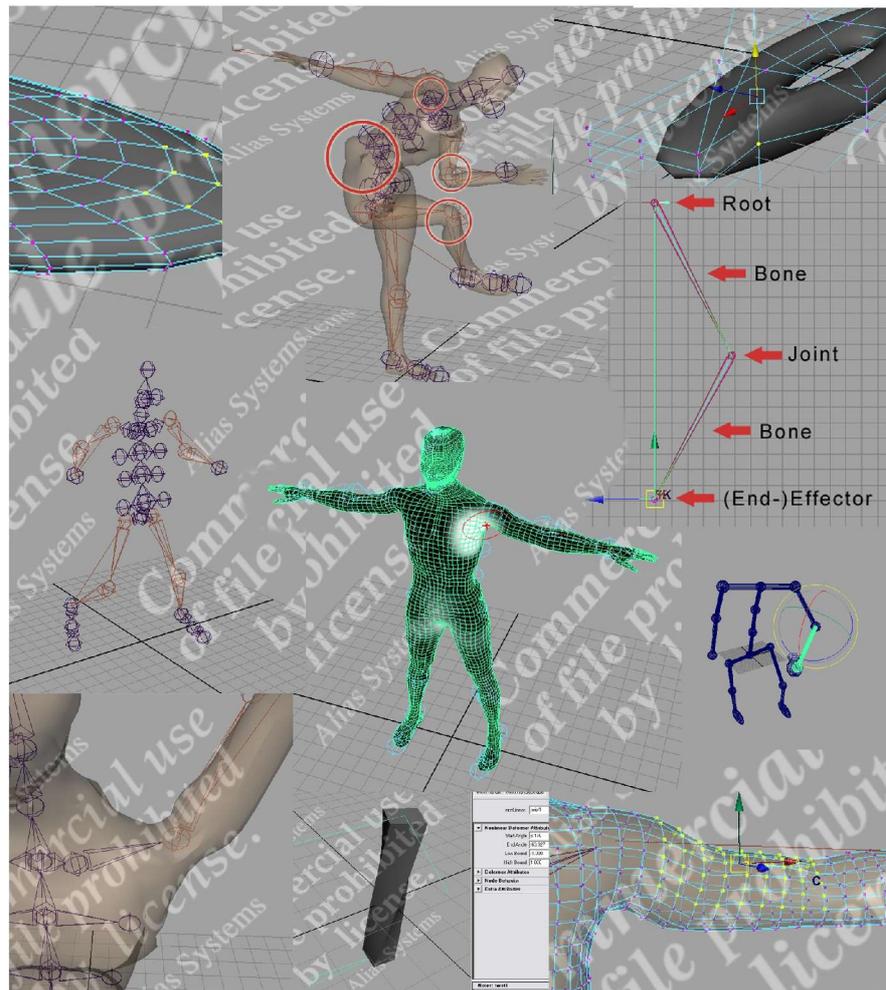


Skelette und Netz-Deformierung



Seminarvortrag von
Robin de Silva Jayasinghe
Stephan Nufer

Inhaltsverzeichnis

1. Worum geht es in dieser Arbeit?.....	3
2. Einführung.....	3
2.1. Voraussetzungen.....	3
2.2. Ein kurzer Einstieg in die Skelett - Animation.....	3
2.3. Was ist Mesh - Deformation und wozu wird sie gebraucht?.....	4
2.4. Auf welche Objekte lassen sich Mesh Deformations anwenden?.....	4
3. Wie funktionieren Mesh – Deformations?.....	4
3. Mesh – Deformations mit Maya.....	4
4. Skeleton Animation.....	12
4.1. Hierarchien.....	12
4.2. Inverse Kinematik vs. Vorwärtsgerichtete Kinematik.....	13
4.2.1. Vorwärtsgerichtete Kinematik.....	14
4.2.2. Inverse Kinematik.....	14
4.3. Skelette.....	16
4.3.1. Eine IK-Kette erstellen.....	16
4.3.2. Die IK-Kette manipulieren.....	17
4.3.3. Constraints und Joint Limits.....	18
4.3.4. Ruhepositionen	20
4.3.5. Expressions.....	20
4.3.6. Wir bauen ein menschliches Skelett.....	21
4.3.6.1. Grundvoraussetzungen.....	21
4.3.6.1. Skelettteile für die Gliedmassen erstellen.....	22
4.3.6.2. Skelettteile miteinander zu einem Skelett verbinden.....	23
4.3.7. Haut mit dem Skelett verbinden.....	23
4.3.8. Probleme bei der Animation (Probleme bei den Gelenken).....	24
4.3.9. Ansätze zur Optimierung einer realistischen Skelett – Animation.....	25
4.3.9.1. Paint Skin Weights Tool.....	25
4.3.9.2. Cluster an den Gelenken.....	26
4.3.9.3. Cluster für Muskel – Animation.....	28
4.3.9.4. Probleme bei zusammengesetzten NURBS – Körpern.....	29
5. Zusammenfassung.....	29
6. Quellen und weiterführende Literatur.....	29

1. Worum geht es in dieser Arbeit?

In dieser Arbeit wird erklärt, worum genau es sich bei dem Begriff Mesh-Deformation handelt. Anhand von Beispielen mit dem Software Paket AliasWavefront Maya werden wir einige Mesh-Deformation Methoden vorstellen und erläutern. Als Schwerpunkt wird die realistische Animation von Körpern mittels Skeletten dargestellt und an mehreren Beispielen erläutert.

Damit die von uns dargestellten Beispiele ohne grossen finanziellen Aufwand oder kriminelle Energie nachgebaut werden können, haben wir den Inhalt auf das Tool Maya 5.0 „Personal Learning Edition“ abgestimmt. Dieses Softwarepaket kann unter folgender Adresse heruntergeladen werden:

http://www.alias.com/eng/products-services/maya/maya_ple/index.shtml

2. Einführung

2.1 Voraussetzungen

Damit die Beispiele in unserer Arbeit bearbeitet und nachvollzogen werden können, sollte man die grundlegenden Funktionen der Maya PLE verstanden haben und anwenden können. Auch das Modellieren mit Polygonalen Netzen und NURBS – Netzen sollte vertraut sein.

2.2 Ein kurzer Einstieg in die Skelett - Animation

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf Skeletten, die zur Animation bzw. Deformierung von Netzen oder Körpern benutzt werden. Skelette vereinfachen es, komplexe polygonale- und NURBS Körper in einer Animation anatomisch korrekt zu bewegen.

Um die Problematik etwas besser erfassen zu können, wird ein komplexer Bewegungsablauf, wie zum Beispiel dem menschlichen Gehen, bei dem komplizierte Gelenke einzelnen Körperteile bewegen, reichen einfache Keyframe- oder Pfadanimationen nicht aus. Werden diese Methoden allein eingesetzt, stoßen sie sehr schnell an ihre Grenzen. Die Software kann bei der Erstellung der Animationsschritte nur erraten, was sich zwischen dem Anfangs- und Endschlüsselbild abspielt. Das Endergebnis ist mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit äusserst unbefriedigend.

Ein Ansatz, dieses Problem zu umgehen, wäre, jedes einzelne Körperteil, physikalisch korrekt, von Bild zu Bild entsprechend neu zu positionieren. Allein der Aufwand, eine sich öffnende Hand mit mehr als 15 einzelnen Gelenken korrekt zu animieren, wäre enorm.

Der Ansatz der Skelett-Animation ist es, dem Körper, wie beim Menschen, ein einfach und schnell zu manipulierendes Skelett zu geben. Das Skelett wird mittels diverser Techniken, die später in dieser Arbeit genau erklärt werden, so eingestellt, dass es sich genau wie sein Vorbild aus der Natur verhält. Später wird es mit dem Körpers an dessen Gelenkstellen verbunden. Wird nun das Skelett bewegt, übertragen sich die Bewegungen auf den Körper.

2.3 Was ist Mesh - Deformation und wozu wird sie gebraucht?

Mesh – Deformation ist, wie der Name schon vermuten lässt, eine Oberbegriff für Methoden,

mit denen man Netze in ihrer Geometrie (Position der einzelnen Vertices im Raum) ändern kann. Die Topologie der Netze bleibt bei der Mesh - Deformation erhalten.

Das Einsatzgebiet der Mesh - Deformation liegt vor allem in der Manipulation von komplexeren Netzen in Verbindung mit deren Animation.

2.4 Auf welche Objekte lassen sich Mesh Deformations anwenden?

Mesh – Deformations lassen sich grundsätzlich auf alle deformierbaren Objekte (deformable objects) anwenden. Ein deformierbares Objekt zeichnet sich dadurch aus, das seine Topologie durch Kontrollpunkte (control points) definiert wird. Gültige Kontrollpunkte sind: NURBS Control Vertices (CV), Polygonal Vertices und Lattice Points. Daraus ergeben sich folgende deformierbare Objekte: NURBS Kurven, NURBS – Netze und polygonale Netze und Lattices.

3 Wie funktionieren Mesh – Deformations?

Damit sich an der Form eines Netzes etwas ändert, müssen einzelne Punkte (Vertices) des jeweiligen Netzes in ihrer Position verändert werden. Da es bei komplexen Netzen mitunter sehr aufwändig bzw. unmmöglich ist, jeden Punkt einzeln in seiner Lage zu verändern, wurde zur Vereinfachung dieses Vorganges das Konzept der Mesh - Deformation eingeführt. Hierbei wird dem Gestalter das Bearbeiten jedes einzelnen Punktes von der Software abgenommen. Die Punkte werden einfach je nachdem welche Art von Mesh - Deformation verwendet wird, automatisch in ihrer Position verändert.

Bei einfachen, nicht animierten Köpern bzw. Netzen kann man Veränderungen bzw. Modellierungen unter Umständen einfacher ohne Mesh - Deformation direkt am Objekt durchführen. Aber sobald das zu verändernde Objekt komplizierter wird oder Animation zum Einsatz kommt, zeigt sich sehr schnell, dass es von Vorteil ist, Mesh - Deformation – Methoden einzusetzen.

Vom Prinzip her kann man eine Mesh - Deformation wie eine Funktion betrachten, die auf ein bestimmtes Objekt angewendet wird, die einzelnen Punkte bzw. Vertices des Objekts bearbeitet und ein verändertes Objekt wieder ausgibt. Der Originalzustand lässt sich dabei durch einfaches Entfernen der Mesh - Deformation wiederherstellen.

3. Mesh – Deformations mit Maya

In Maya finden sich verschiedene Methoden zur Mesh - Deformation in der Animations-Ansicht unter dem Menüpunkt „Deform“. In diesem Menu sind eine Menge von Funktionen aufgelistet von denen folgende Funktionen exemplarisch behandelt werden.

- **Lattices**
- **Clusters**
- **Nonlinear Deformations**
- **Blend Shapes (Morphing)**

Obwohl sie von Maya nicht direkt im Deform – Menu aufgeführt sind, gehören Skelette unter bestimmten Gesichtspunkten auch zu den Mesh – Deformation Methods. Denn sobald ein Skelett mit einem deformierbaren Objekt verbunden wird (Skin -> Bind Skin), wird es zum Deformer für dieses Objekt. Die einzelnen Gelenke des Skeletts beeinflussen je nach Einstellung eine bestimmte Anzahl von Kontrollpunkten des Körpers, mit dem es verbunden wurde.

Mit Skeletten, deren Kinematik und Skeletten als Deformer für deformierbare Objekte wird sich diese Arbeit später noch genauer befassen.

3.1 Lattices

Da Lattices das Konzept eines Mesh-Deformers recht einfach verdeutlichen, werden sie in dieser Liste als erstes behandelt.

Lattice bedeutet auf deutsch soviel wie Gitterrahmen. Und genau so wird es in den meisten 3D - Paketen auch dargestellt. Sobald man einen Lattice für ein Objekt erzeugt, erscheint um das Objekt herum eine Art Gittergerüst. Dieses Gerüst dient nun als Deformer für das Objekt.

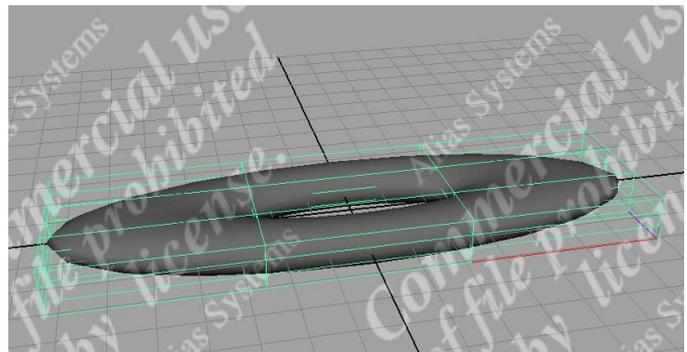


Abbildung 1 Skalierter Torus mit Lattice - Deformer

Man kann einzelne Vertices dieses Gerüsts auswählen und diese dann translatieren, rotieren oder skalieren und dadurch Wirkung auf das mit dem Gerüst verbundene Objekt ausüben. Um die Änderungen am Objekt rückgängig zu machen, braucht der Lattice-Deformer einfach wieder gelöscht zu werden.

Hier nun eine kleine Schritt für Schritt Anleitung, wie man einen Lattice-Deformer auf ein Objekt anwendet:

1. Deformierbares Ziel-Objekt auswählen.
2. Auf Animations-Ansicht schalten.
3. „Deform -> Create Lattice □“ Im folgenden Menu kann man die Auflösung des Gitternetzes bestimmen.
4. Nun erscheint um das Objekt herum das Gittergerüst. Mit einem Rechtsklick auf das Gerüst kann auf den „Lattice Point“ - Auswahlmodus geschaltet werden.
5. Diese Punkte bzw. deren Mehrfachauswahlen werden so lange translatiert, rotiert und skaliert, bis das Ziel-Objekt der gewünschten Form entspricht.

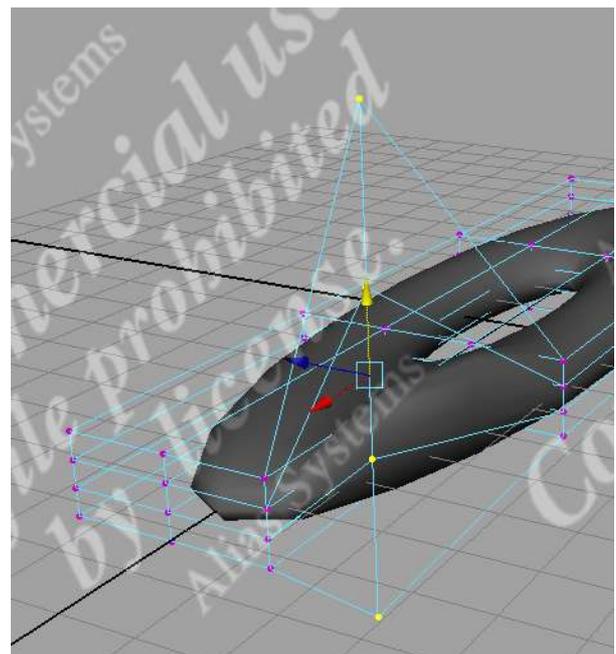


Abbildung 2 Manipulation mittels Lattice Deformer

6. Falls alle Verformungen des Ziel-Objekts wieder rückgängig gemacht werden sollen, muss der Lattice-Deformer einfach im Object-Mode ausgewählt und dann gelöscht werden.

3.2 Clusters

Cluster – Deformern dienen dazu, eine Auswahl von Objekt-Punkten (CVs, Vertices or Lattice Punkten) mit unterschiedlicher Gewichtung zu manipulieren. Hierbei kann man den Cluster wie eine Art Angelhaken betrachten, den man an eine Oberfläche (die Objekt-Punkte) binden und damit diese Punkte herausziehen, hereindrücken oder drehen kann. Wird also der Cluster manipuliert, wirkt sich das direkt auf die mit ihm verbundenen Objekt-Punkte aus.

Wichtig bei diesem Konzept ist, dass man einem Cluster mehrere Objekt-Punkte zuweisen kann. Diesen Punkten kann man durch eine Gewichtung zuweisen, wie stark Sie von den Manipulationen ihres Clusters beeinflusst werden.

Sobald der Cluster gelöscht wird, werden alle Manipulationen an den Objekt-Punkten wieder rückgängig gemacht.

Hier ein kleiner Einstieg für den Einsatz des Cluster – Deformers:

1. Deformierbares Objekt auswählen, mit Rechtsklick auf das Objekt in den Vertex-Auswahlmodus wechseln und die Vertices auswählen, die durch den Cluster manipuliert werden sollen. Wichtig ist, dass hier keine Faces oder Edges ausgewählt werden. Die funktionieren nämlich nicht mit Clustern zusammen.
2. In der Animationsansicht „Deform -> Create Cluster“ ausführen. Der Cluster ist nun als kleines C im Viewport zu sehen. Da er sich so relativ schlecht auswählen lässt, empfiehlt sich die Auswahl über den Hypergraphen.
3. Wenn man nun den Cluster manipuliert, werden diese Manipulationen direkt auf die mit dem Cluster verbundenen Vertices übertragen. Allerdings mit unterschiedlicher Gewichtung. Die Vertices, die dem Cluster am nächsten liegen, werden am meisten beeinflusst, die weiter entfernten entsprechend weniger.
4. Falls diese voreingestellte Gewichtung unpassend ist, kann man die Gewichtung der

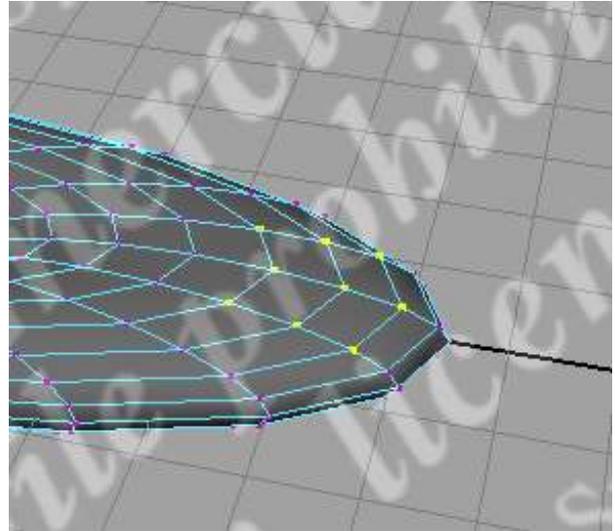


Abbildung 3 Selektion der einzelnen Objekt-Punkte

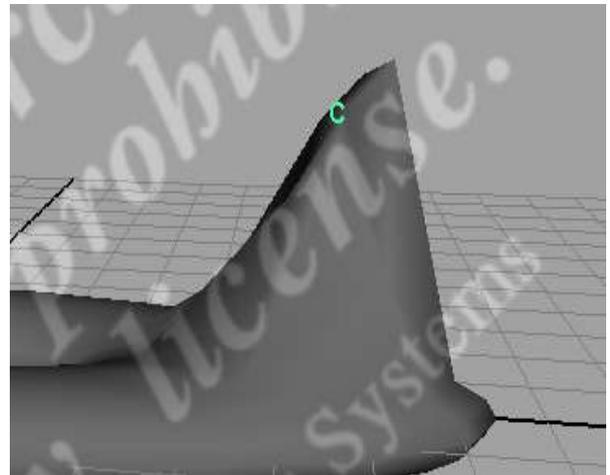


Abbildung 4 Manipulation des Objekts

einzelnen Vertices auch per Hand einstellen.

1. Hierzu muss zuerst der Objekt-Punkt, bei dem die Gewichtung verstellt werden soll, ausgewählt werden.
2. Nun wird der Component Editor aufgerufen. (Window -> General Editors -> Component Editor)
3. Im Component-Editor kann man nun im im Reiter „Weighted Deformers“ die Gewichtung für den bzw. die ausgewählten Objekt - Punkte aus-wählen. Falls in der Tabelle keine Punkte zu sehen sind, schafft ein Klick auf die Schaltfläche „Load Components“ Abhilfe.
5. Alternativ zum Component – Editor kann das „Paint Cluster Weights“-Werkzeug (Deform > Paint Cluster Weights Tool > ) eingesetzt werden. Damit dieses Tool funktioniert, muss sich der aktive Viewport im „Smooth-Shade All“ - Modus befinden. Mit diesem Werkzeug lassen sich die Gewichtungen mit einem Pinsel auf den Körper „malen“. Mit der Import-Funktion können auch vordefinierte Weight-Maps in das Werkzeug geladen werden.

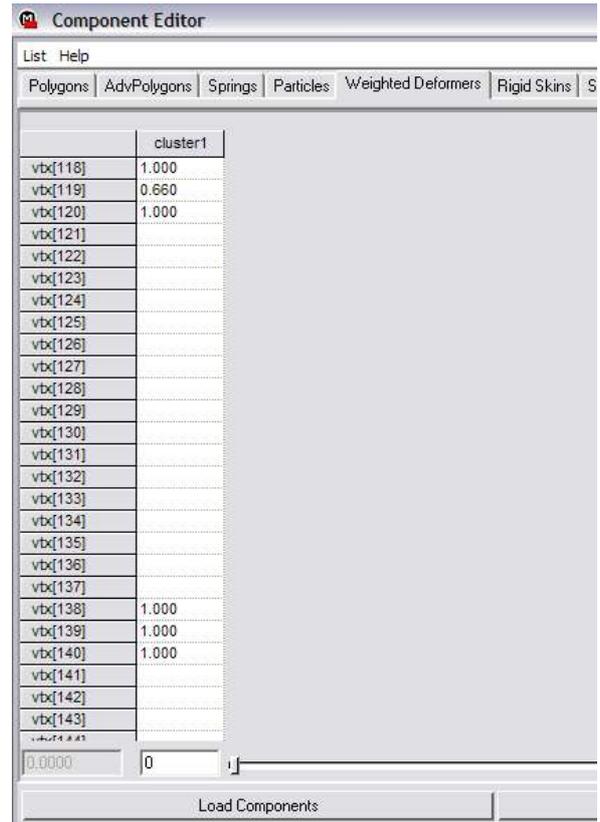


Abbildung 5 Component Editor

Cluster lassen sich vor allem bei der Modellierung bzw. Animation einsetzen. Wenn man zum Beispiel ein Gesicht modelliert und die Nase oder die Ohren ein bisschen länger werden sollen, kann man die entsprechenden Vertices einfach mit einem Cluster verbinden und damit die entsprechenden Teile „lang ziehen“.

Auch Mimiken und Gesichtszüge können mit Clustern sehr gut modelliert werden. Zum Beispiel kann man ein Lächeln

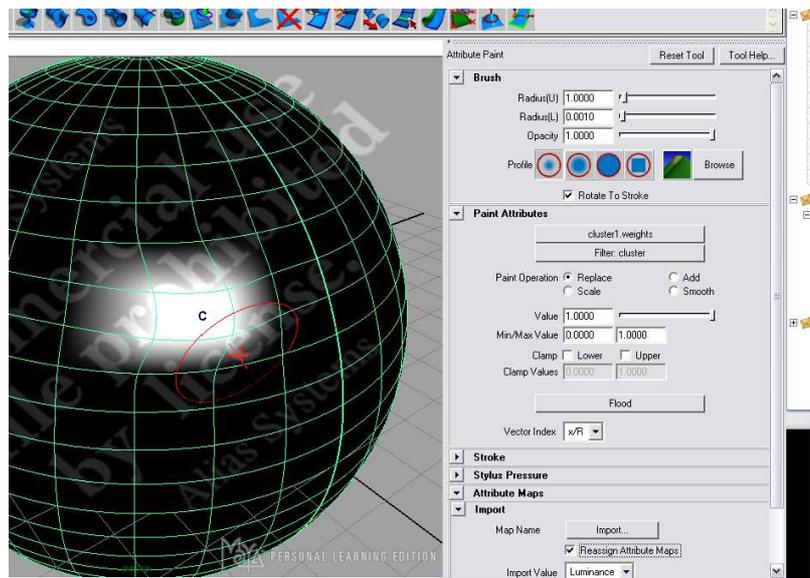


Abbildung 6 Paint Cluster Weights Tool

in ein Gesicht bringen, indem die Vertices oder Kontrollpunkte um die Mundwinkel herum mit einem Cluster verbunden werden und dieser dann ein Stück weit nach oben verschoben wird.

3.3 Nonlinear Deformations

Im Deform-Menu unter dem Unterpunkt Nonlinear finden sich eine Reihe von weiteren Deformern. Die Verwendung dieser Deformer ist recht einfach und läuft eigentlich immer nach dem selben Muster ab:

1. Deformierbares Objekt bzw. einzelne Objektpunkte auswählen.
2. Gewünschten Deformer erstellen (Deform -> Nonlinear -> ...).
3. Den Deformer selektieren (im Hypergraph am einfachsten).
4. Nun kann der Deformer im Attribute Editor so eingestellt werden, dass das gewünschte Ergebnis am Ziel-Objekt eintritt.

Achtung: Sollte der entsprechende Deformer nicht das gewünschte Ergebnis liefern, obwohl die obigen Schritte korrekt ausgeführt wurden, besteht das Ziel-Objekt aus zu wenig Vertices, um die Wirkung des Deformers überhaupt richtig umsetzen zu können. Abhilfe kann man hier schaffen, indem man das Ziel-Objekt in weitere Segmente unterteilt. Zum Beispiel mit (Edit Polygons -> Subdivide).

Einige Nonlinear Deformer sind schon aus der CAV - Vorlesung von Professor Brill bekannt:

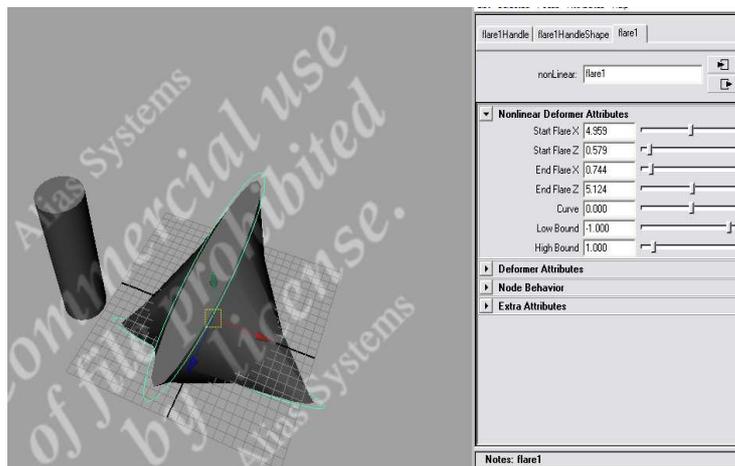


Abbildung 7 Nonlinear Flare

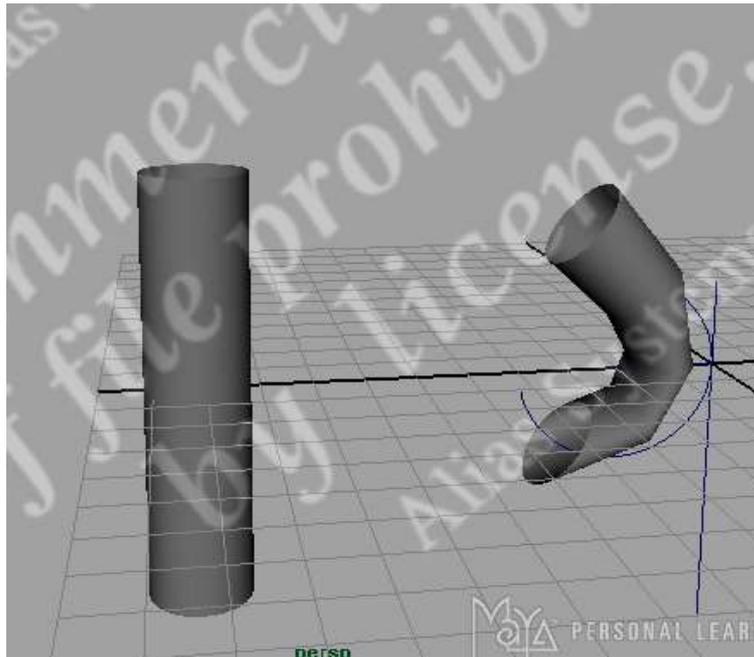


Abbildung 8 Nonlinear Bend

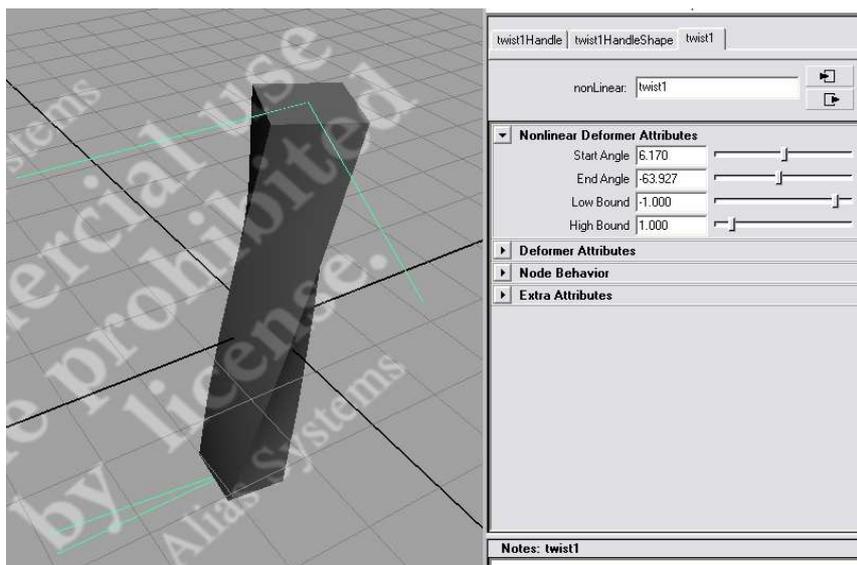


Abbildung 9 Nonlinear Twist

3.4 Blend Shapes (Morphing)

Der Blend Shape Deformer aus Maya ist in den meisten anderen 3D – Paketen unter dem Begriff „Morphing“ bekannt. In Kombination mit den oben erwähnten Clustern stellt der Blend Shape ein mächtiges Werkzeug zur Gesichtsanimation dar. Blend Shapes können aber auch in Kombination mit den anderen in diesem Kapitel vorgestellten Deformen angewendet werden. Vom Prinzip her wird ein Objekt anhand einer Zielvorlage über einen bestimmten Zeitraum hinweg in die Form der Zielvorlage stufenlos übergeblendet.

Wichtig dabei ist, dass die Zielvorlage in Bezug auf Topologie und Geometrie ein identisches

Seminararbeit CAV - Skelette und Netz-Deformierung

Abbild des Originals ist (Objekt mit STRG + d duplizieren). Dieses Abbild wird nun zum Beispiel mit Hilfe der oben erwähnten Cluster in die gewünschte Zielform gebracht. Man könnte ein neutrales Gesicht in ein lächelndes Gesicht verwandeln.

Achtung: Das Verändern der Geometrie der Zielvorlage wird nicht direkt an der Zielvorlage durchgeführt, sondern mit den in diesem Kapitel beschriebenen Deformern. Ansonsten funktionieren die Blend Shapes nicht.

Im folgenden wird der Einsatz von Blend-Shapes an einem ganz einfachen Beispiel dargestellt. Ein gestreckter Zylinder soll in einen stark gekrümmten Zylinder übergeblendet werden.

1. NURBS – Zylinder erstellen.
2. Den Zylinder duplizieren (STRG + d) und ein Stückchen zur Seite schieben.
3. Auf das Duplikat den Nonlinear Blend (Deform-> Nonlinear -> Blend) anwenden und es damit „verbiegen“. Winkel und Stärke des Vorgangs lassen sich im Attribute – Editor einstellen. Das verbogene Duplikat ist nun die Zielvorlage für das gerade Original.
4. Nun zuerst die gebogene Zielvorlage und dann mit gedrückt gehaltener Shift-Taste das gerade Original selektieren.
5. Blend Shape Editor öffnen (Window -> Animation Editors -> Blend Shape..).
6. Im Blend Shape Editor im Menü „Edit“ den Befehl „Create Blend Shape“ ausführen. Über den nun erscheinenden Schieberegler kann die Überblendung stufenlos gesteuert werden. Wie man eindeutig sehen kann, wird der gerade Zylinder Schritt für Schritt zum verbogenen Zylinder.

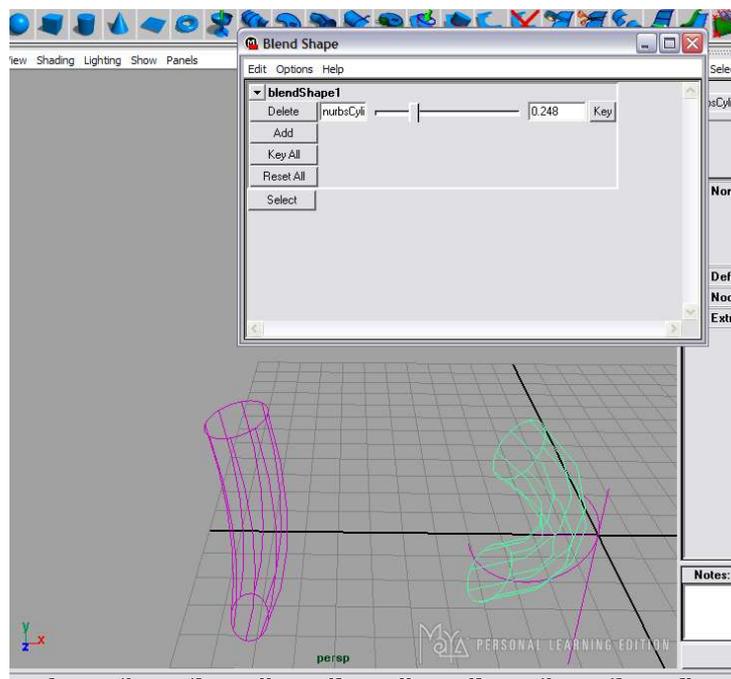


Abbildung 10 Stufenlose Formübergänge mit dem Blend Shape Deformer

Natürlich ist dies nur ein ganz einfaches Beispiel. Aber es zeigt auf leicht verständliche Weise, wie die einzelnen Deformer miteinander kombiniert zu mächtigen Werkzeugen in der Charakter-Animation werden.

4. Skeleton Animation

4.1 Hierarchien

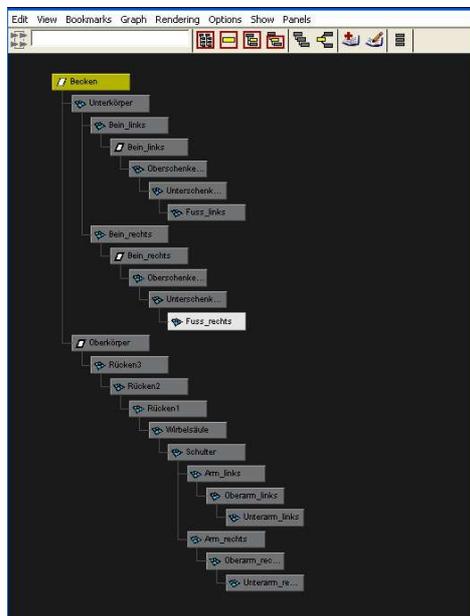
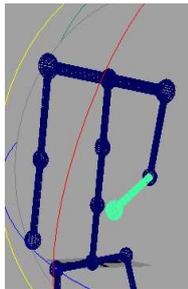


Abbildung 11 Graph eines Körpers : Maya
-> Window-Hypergraph

Hierarchien sind eine grundlegende Voraussetzung um einen Körper zu animieren, der aus mehreren Teilen besteht (sogenannte Gliederpuppen oder auch „articulated structures/figures“). Ziel einer Hierarchie ist es, dass übergeordnete Objekte deren untergeordnete Objekte beeinflussen. Hierbei spricht man auch von vorwärts gerichteter Kinematik, dazu aber später mehr. Hierarchien sind somit eine simple Beschreibung für den Computer, damit dieser weiß wie die einzelnen Objekte miteinander verbunden sind, bzw. wie diese in Beziehung zueinander stehen. Die Datenstruktur für Hierarchien sind azyklisch gerichtete Graphen, sogenannte Baumstrukturen. Wird die Wurzel, also der Schwerpunkt eines Körpers durch eine definierte Bewegung verschoben, so verschieben sich alle untergeordneten Kindobjekte entsprechend mit. (Bsp. Bewegt sich der Oberarm, muss sich der Unterarm mitbewegen).

Möchte man in Maya ein Objekt einem anderen Objekt unterordnen, so wechselt man in den Hypergrapheditor und zieht das entsprechende Objekt mit der mittleren Maustaste auf das übergeordnete Objekt.

Um einen Körper noch realistischer zu bewegen, werden sogenannte Freiheitsgrade für Verknüpfungen, den Gelenken zwischen zwei Objekten, definiert. Einfacher gesagt, man definiert für eine Verknüpfung Beschränkungen, damit sich diese nicht in „unnatürliche“ Positionen verschieben oder verdrehen können. (Bsp. Ein Ellenbogengelenk soll in bestimmte Richtungen nicht drehbar sein).



Translate				
	Min		Current	Max
Trans Limit X	-1.00	<	0.00	> 1.00
Trans Limit Y	-1.00	<	-18.50	> 1.00
Trans Limit Z	-1.00	<	0.00	> 1.00

Rotate				
	Min		Current	Max
Rot Limit X	-45.00	<	-72.55	> 45.00
Rot Limit Y	-45.00	<	-25.88	> 45.00
Rot Limit Z	-45.00	<	-7.81	> 45.00

Abbildung 12 Freiheitsgrade für ein Ellenbogengelenk einstellen

Tip: Die Translation eines Körperteils sollte gesperrt werden, da man ja nicht will, dass sich eine Hand vom Elternteil entfernt. Körperteile sind eben fest miteinander verbunden.

In Maya wird dies durch den Attributeditor des entsprechenden Körperteils festgelegt, indem man einfach das entsprechende Attribut sperrt (Attributeditor-Rotate/Translate/Transform)

Wichtig ist hierbei, dass man die Pivot-Punkte zum entsprechenden Gelenk hin verschiebt damit der Drehpunkt das Gelenk ist. In Maya geschieht dies durch das auswählen des Objektes und anschliessendem drücken der Einfg. Taste -> Nun kann der Pivot-Punkt mit dem Translations-Werkzeug entsprechend verschoben werden.

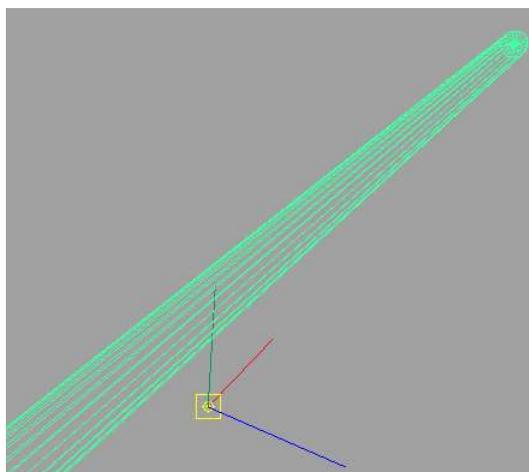


Abbildung 13 Pivotpunkt verschieben in Maya nach Drücken der Einfg. Taste

4.2 Inverse Kinematik vs. Vorwärtsgerichtete Kinematik

Grundlegend gibt es zwei verschiedene kinematische Modelle, mit denen ein Körper animiert werden kann. In den nächsten zwei Punkten werden diese beschrieben und deren Vor- und Nachteile erläutert.

4.2.1 Vorwärtsgerichtete Kinematik

Die vorwärtsgerichtete Kinematik sollte noch aus der Übung 4 (Bsp. Roboter) ein bisschen bekannt sein. Hierbei sind alle Körperteile durch eine Hierarchie von oben nach unten miteinander verbunden. Mit dieser Technik wird der Körper entlang seiner Hierarchie von oben bis unten entlang manipuliert.

Dies geschieht in der mathematischen linearen Gleichungsform: $ax = b$, wobei a und x bekannte Parameter sind und somit immer eindeutige Werte für b errechenbar sind. (Bsp. Bewegt man den Oberarm, so gibt es nur eine Lösung für die Position des Unterarms).

Um eine gewünschte Position des Körpers zu erreichen, muss man zuerst die Elternelemente bewegen. Diese bewegen wiederum die Kindelemente, die man allerdings noch feinjustieren muss, bis die gewünschte Position erreicht ist. Das Bewegen des Kindelement, hat keinen Einfluss auf die Position des Elternelements.

Um bei diesem Beispiel die Hand bis zum Objekt zu bewegen muss zuerst der Oberarm, dann der Unterarm in die gewünschte Position gebracht werden, bis die Hand das Objekt greifen kann.

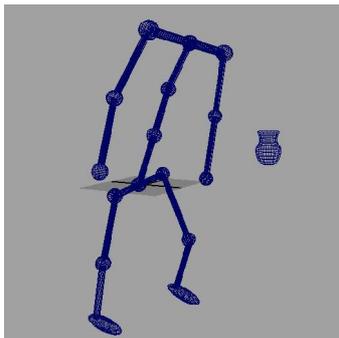


Abbildung 14

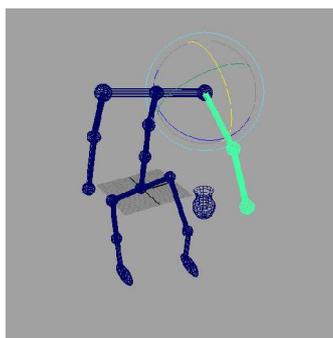


Abbildung 15

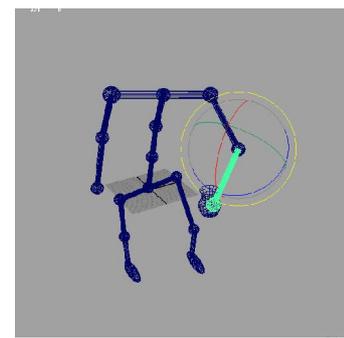


Abbildung 16

Vorteil der vorwärtsgerichteten Kinematik ist, dass man Positionen eines Körpers exakt einstellen kann, da die Winkelparameter der Gelenke eindeutig bekannt und damit berechenbar sind. Der Benutzer hat also volle Kontrolle über die Positionen der einzelnen Körperteile.

Der Nachteil der vorwärtsgerichteten Kinematik ist, dass bei komplexen Körperteilen, bzw. Körperregionen wie z.B. der Hand, die aus über 15 Gelenken besteht, die exakte Positionierung entsprechend sehr lange dauert und damit die vorwärtsgerichtete Kinematik für so eine Aufgabe sehr ineffizient ist und sehr lange dauern würde.

Ergo: vorwärtsgerichtete Kinematik ist für einfachste Gelenke und Feinkorrekturen einzusetzen, bei denen der Arbeitsaufwand eine IK-Kette zu erzeugen zu groß wäre.

4.2.2 Inverse Kinematik

Die Inverse Kinematik ist das genaue Gegenteil von der vorwärtsgerichteten Kinematik. Die inverse Kinematik ist viel intuitiver zu bedienen als die vorwärtsgerichtete Kinematik, da es möglich ist, eine zielgerichtete Bewegung zu realisieren, indem man einfach das Kindelement in

Seminararbeit CAV - Skelette und Netz-Deformierung

die gewünschte Position bewegt und sich nicht mehr um die übergeordneten Elternelemente sorgen muss, da diese automatisch mitbewegt werden.

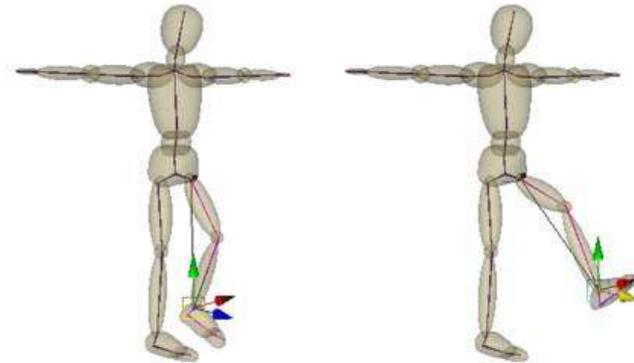


Abbildung 17

Wird zum Beispiel der Fuss in **Abb. 17** bewegt, so bewegen sich Unter- und Oberschenkel mit. Voraussetzung dafür ist, dass man dem Computer mit Hilfe einer sogenannten IK-Kette angibt, wie er die Elternelemente zu bewegen hat. Ist diese IK-Kette mit IK-Handlern und IK-Solvern korrekt eingestellt, ist es für einen Benutzer ein Kinderspiel einen Körper zu animieren - dazu aber später mehr im Punkt „Erstellen und Bearbeiten einer IK-Kette“.

Wird ein Kindelement bewegt, das sich in einer mit inverser Kinematik verbundener Kette von einzelnen Körperteilen befindet (**siehe Abb. 18,19**) in dem mehrere Gelenke vorhanden sind, erscheint es logisch, denselben Punkt auch auf zwei verschiedene Arten zu erreichen. Zur Verdeutlichung dieses Sachverhalts folgt eine grafische Darstellung:

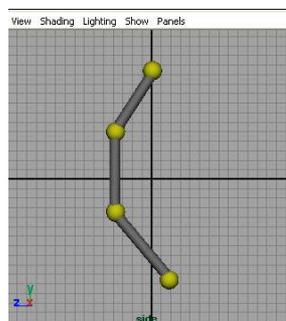


Abbildung 18

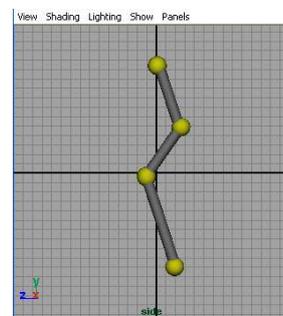


Abbildung 19

Dies kann auch in der mathematischen Form: $ax = b$ beschrieben werden, wobei dem Computer nur die Parameter für a und b bekannt sind. Um jedoch den Parameter für x eindeutig bestimmen zu können, muss die Gleichung nach x aufgelöst werden, was nicht selten zwei gültige Werte für x zur Folge hat.

Dies bedeutet für die Praxis, dass der Computer versucht, die Gleichung zu lösen, jedoch nicht wissen kann welches der beiden x -Werte er nehmen muss. Dies äussert sich meistens dadurch, dass ein Gelenk in eine Fehlstellung positioniert wird, die dem menschlichen Betrachter intuitiv als falsch erscheint, für den Computer aber mathematisch als richtig erscheint.

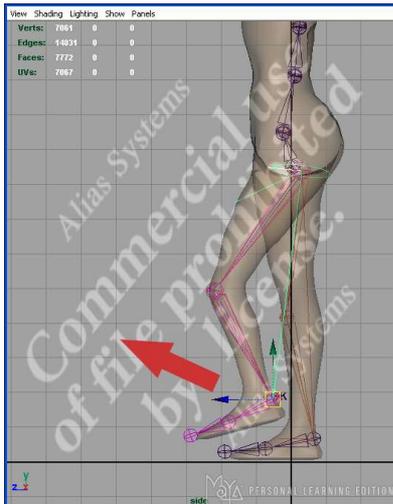


Abbildung 20

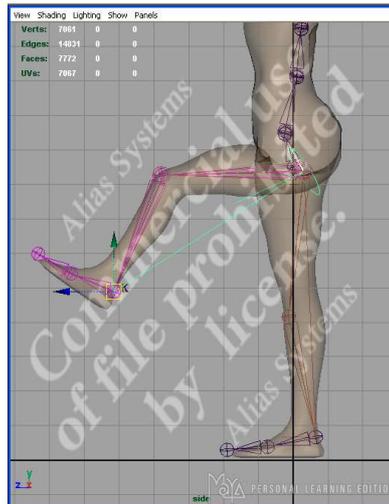


Abbildung 21

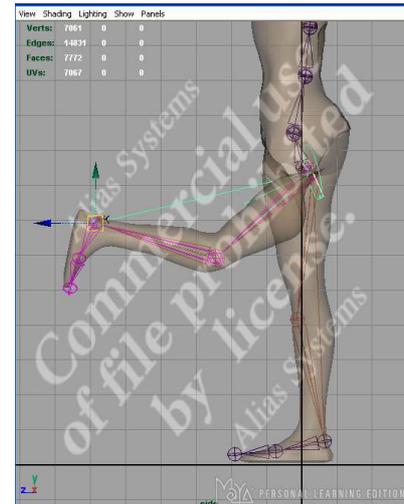


Abbildung 22

In modernen Animationsprogrammen wie Alias Wavefront Maya gibt es Funktionen die dabei helfen, das Gelenk in die richtige Position zu bringen, wie zum Beispiel Constraints und Joint Limits oder die verschiedenen Einstellung des IK-Solvers. Dazu aber später mehr im Punkt „Constraints und Joint Limits“.

4.3 Skelette

Um einen Körper zu animieren benötigen wird wie bereits bekannt ist, ein Skelettmodell benötigt. Ein solches Skelett besteht aus hierarchisch miteinander durch Gelenkstücke (Joints) verbundenen Knochen (Bones). Ein Skelett zu bauen, ist dem Zusammenbauen eines aus Segmenten bestehenden Körpers sehr ähnlich. Der große Unterschied dabei ist, dass im Skelett eine IK-Kette sowie Beschränkungen (Constraints) und Gelenkrotationsbeschränkungen „Joint Limits“ eingebaut werden können.

4.3.1 Eine IK-Kette erstellen

Um eine IK-Kette zu erstellen ist es wichtig zu wissen, aus wievielen Knochen (Bones), und Gelenkstücken (Joints) diese besteht. Durch das Erstellen des ersten Joint ist dieser automatisch Wurzel (Root) der Hierarchie der IK-Kette. Wenn später dieser Root-Punkt bewegt wird, so bewegen sich alle untergeordneten Bones und Joints mit. Der letzte Joint einer IK-Kette wird als (End-)Effektor bezeichnet. Wird dieser bewegt, so bleibt der Root-Punkt an seiner Position, die Bones und Joints dazwischen bewegen sich entsprechend mit dem End-Effektor.

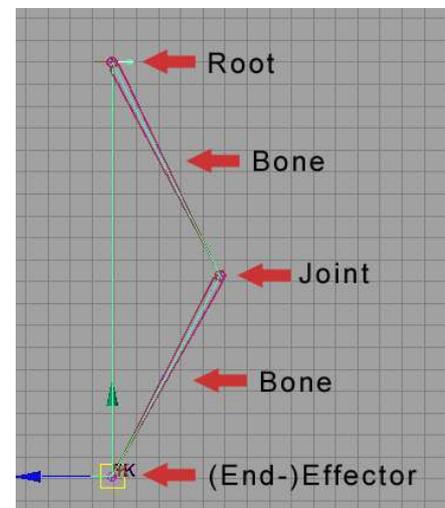


Abbildung 23

Hier nun eine kleine Schritt für Schritt Anleitung, wie man eine IK-Kette in Maya erstellt..

1. In den Animationsmodus wechseln.
 2. „Skeletons – Joint Tool“ auswählen (Abb. 24).
 3. Durch klicken einzelner Punkte auf der Arbeitsfläche werden Joints erstellt und automatisch mit Bones verbunden. (Abb. 25)
 4. Ist der Endeffektor gesetzt wird durch Drücken der Return-Taste die Kette abgeschlossen.
- Tip:** In Maya ist es möglich die Hierarchie später auch umzudrehen. Dazu wählt man das Ende der IK-Kette, den End-Effektor aus und drückt im Animationsmodus: „Skeleton -> Reroot Skeleton“.
5. „Skeletons -> IK Handle Tool“ auswählen.
 6. Zuerst den Root-Punkt, dann den End-Punkt anklicken Dies erzeugt einen Endeffektor (Abb. 26).

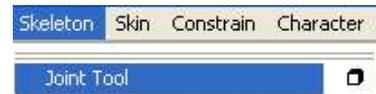


Abbildung 24

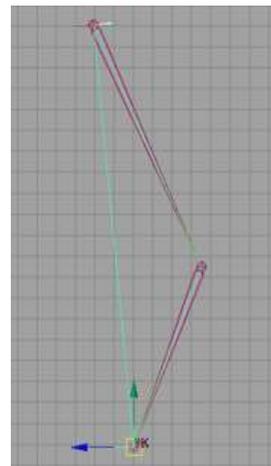


Abbildung 25

4.3.2 Die IK-Kette manipulieren

(Abb. 26 erstes Bild) Durch das Drehen und Bewegen dieses Endeffektors werden die Joints und Bones, die sich zwischen dem Root-Punkt und dem Endeffektor befinden entsprechend neu positioniert.

(Abb. 26 zweites Bild) Wird der Endeffektor über die Grenzen der IK-Kette hinausbewegt, so richtet sich die Kette auf den Endeffektor aus.

(Abb. 26 drittes Bild) Wird der Root-Punkt gedreht oder verschoben, so bewegen sich alle Bones und Joints natürlich mit. Dies ist aber nicht immer wünschenswert. Um dieses Problem zu lösen, kommen die Constraints zum Einsatz. Mehr dazu im Kapitel Constraints und Joint Limits.

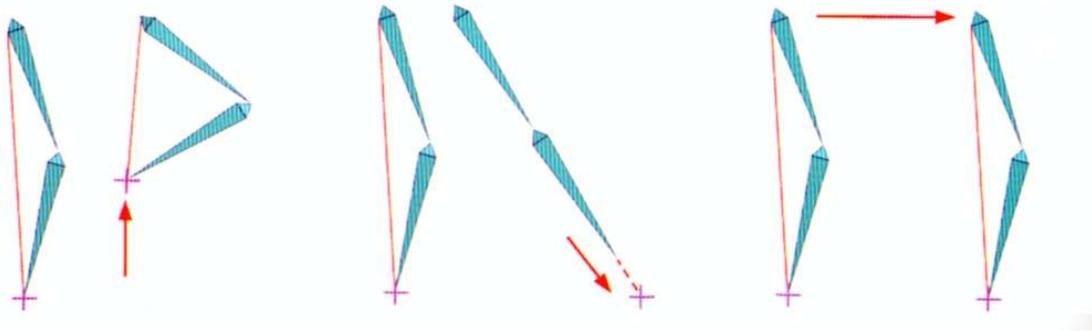


Abbildung 26

4.3.3 Constraints and Joint Limits

Wie bereits aus dem vorherigen Kapitel und dem Kapitel „Inverse Kinematik“ bekannt, ist es oft wünschenswert der IK-Kette Beschränkungen aufzuerlegen, damit die IK-Kette nicht in ungewollte Positionen bewegt werden kann. Dies erleichtert die Arbeit des Animators ungemein beim Positionieren der einzelnen Körperteile.

Stellt man sich zum Beispiel vor, dass ein menschliche Figur zum Laufen gebracht werden soll. Dabei soll sich aber zuerst die Hüfte nach vorne bewegen und danach erst die Zehen. Dazu erzeugt man einen „Locator“ den man an den Zehen positioniert und erzeugt ein Constraint, das dem Joint an den Zehen sagt, der Joint an den Zehen soll sich nicht mit der Root-Joint verschieben, sondern nur wenn der Locator bewegt wird. Dies funktioniert, da der Locator ausserhalb der IK-Ketten Hierarchie ist.

So erzeugt man ein solches Constraint in Maya:

1. In den Animationsmodus wechseln.
2. Die bereits gezeichnete IK-Kette auswählen.
3. „Create - Locator“, den erzeugten Locator auf den Endeffektor verschieben.
4. Zuerst den Locator auswählen, dann den Joint, der darunterliegt.
5. „Constraint -> Point“

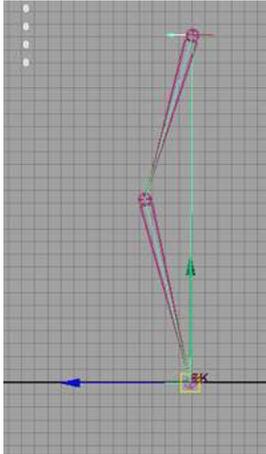


Abbildung 27



Abbildung 28

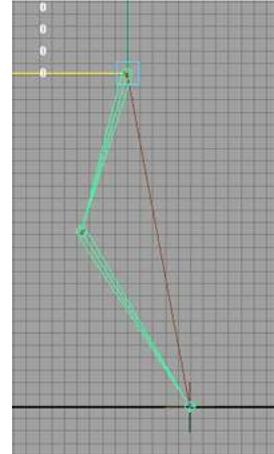


Abbildung 29

Dann ist

der Locator fest mit dem Joint verbunden. Wird nun die Wurzel der IK-Kette verschoben (**Abb. 27 – 29**), so bleibt der durch den Constraint versehene Joint an der Position des Locators.

Damit sich ein Gelenk wie zum das Knie im Beispiel der inversen Kinematik nicht in abnorme Fehlstellungen verdreht (ein Knie kann sich nicht nach vorne biegen), gibt es „Joint Limits“. Diese Joint Limits geben dem Gelenk einen gewissen Spielraum, in dem es sich bewegen kann.

Hier ein Beispiel:

1. Den Joint des entsprechenden Gelenk auswählen
2. „Attributeditor → Limit Information → Rotate“ und das Rotationswerkzeug auswählen.
3. Mit Hilfe des Rotationswerkzeug feststellen, in welchen Dimensionen sich das Gelenk bewegen darf.
4. Im Attributeditor auf der ausgewählten Achse (hier Z-Achse) die gewünschten min-, bzw. max-Werte einstellen.

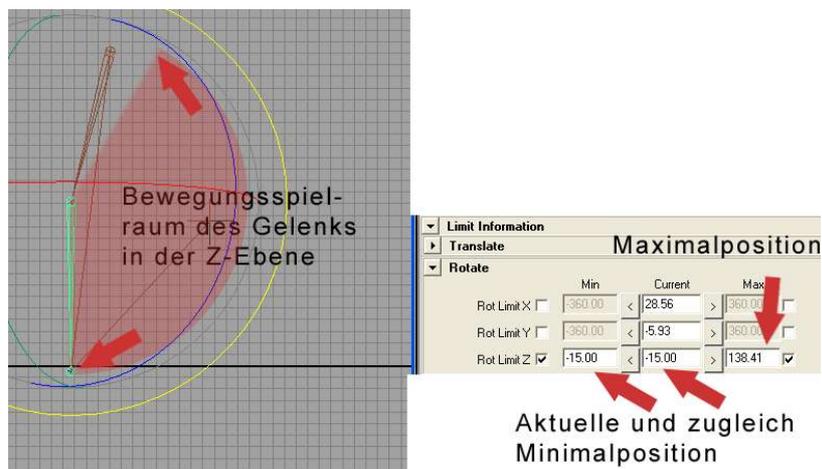


Abbildung 30 Bewegungsspielraum für Gelenke einstellen

Auf diese Weise hat der Joint an der Kniestelle, nun in etwa den Bewegungsspielraum, wie er normalerweise sein sollte, erhalten. Um das Knie gegen horizontale und vertikale Fehlstellung zu schützen, geht man mit der Y- und X-Achse genauso vor.

4.3.4 Ruhepositionen

Die Idee hinter Ruhepositionen ist, dass eine IK-Kette nach einer Manipulation wieder in ihre Ausgangsposition zurückkehrt, wie man es von einer Feder kennt. Typischerweise ist dies die Position, an deren die Joints zuerst erstellt wurden, was aber mit der Software nachträglich verändert werden kann. Besonders Hilfreich ist diese Einstellung bei langen IK-Ketten wie zum Beispiel der Schwanz einer Katze, welcher aus sehr vielen aneinandergereihten Joints besteht.

In Maya wird die Ruheposition für eine Gelenkkette als „Preferred Angle“ bezeichnet

Um einer Gelenk-Kette eine Ruheposition, bzw. eine Ausgangsposition zu geben muss man:

1. Entsprechende IK-Kette (z.B. Arm) auswählen.
2. Gewünschten Ausgangswinkel an der Kette einstellen.
3. In der Animationsansicht „Skeleton -> Set Preferred Angle“ ausführen. Hiermit wird der momentane Winkel der Kette als Ruhe- bzw. Ausgangsposition abgespeichert.

Um die IK-Kette wieder in die Ruhe bzw. Ausgangsposition zu bringen muss man:

1. Entsprechende IK – Kette auswählen.
2. In der Animationsansicht „Skeleton -> Assume Preferred Angle“ ausführen.

4.3.5 Expressions

Expressions kann man ein bisschen mit „Feintuning“ vergleichen. Hat man zum Beispiel eine IK-Kette für ein Bein erstellt, so merkt man schnell, dass sich diese nicht realistisch bewegt. Realistischer wäre es, wenn der Fuss über den Ballen abrollen würde. Dies geschieht genau dann wenn das Knie über die Zehen nach vorne bewegt wird. Ist dies der Fall so sollte man den Pivotpunkt von der Ferse auf den Ballen verlegen, damit die Ferse sich vom Boden abhebt. Genau so kann man dies auch dem Computer mitteilen. In Maya geschieht das mit der Maya Expression Language (MEL). Dies ist allerdings mit etwas Programmieraufwand verbunden, was aber nicht weiter schwer zu verstehen ist.

So wird es gemacht:

1. „Window – Expression Editor“ Im Fenster den Ausdruck „Ferse_anheben“ nennen.
2. Folgenden Code in das Codeeingabefenster schreiben:

```
if(Name_Fuss_Joint.rz >= 0) {  
    Name_Fuss_Joint.rotatePivotX = 0;  
}  
else{  
    Name_Fuss_Joint.rotatePivotX = 3;  
}
```

// Name_Fuss_Joint – hier den Namen des Joint angeben der an der Ferse ist.

// 0, bzw. 3 sind die Anzahl der Einheiten die das Knie bewegt werden muss damit der

// Pivotpunkt verschoben wird (je nachdem wie man sein die IK-Kette modelliert hat)

3. nach der Eingabe mit **create** bestätigen.

4.3.6 Wir bauen ein menschliches Skelett

In diesem Kapitel ist es das Ziel ein animierbares Skelett für eine menschliche Figur zu bauen. Generell kann ein solches Skelett auf zwei verschiedene Arten zusammengebaut werden.

Man erstellt mehrere unabhängige IK-Ketten, eine für jeden Arm, eine für jedes Bein, eine für die Wirbelsäule/Rippen/Hals (je nachdem wie beweglich der Körper später sein soll) und gruppiert diese später zu einem Skelett zusammen.

4.3.6.1. Grundvoraussetzungen

Um ein Skelett zu bauen, ist es von Vorteil einen bereits modellierten Körper zu haben, da die Joints, die Gelenkstellen, genau dort erstellt werden, an denen der Körper später ein Gelenk haben soll.

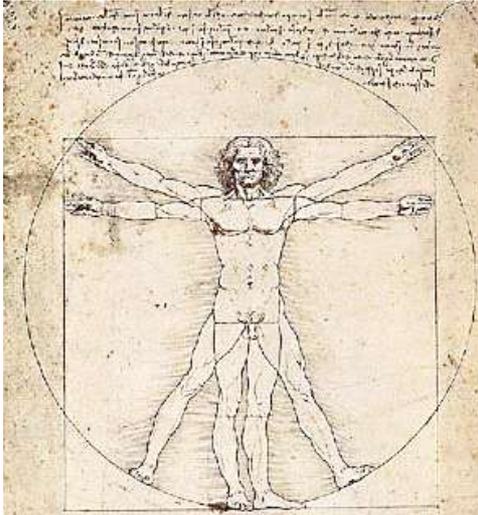


Abbildung 31 Schema delle Proporzioni

Standard für den modellierten Körper ist die Position nach der Anatomiestudie von Leonardo da Vinci (Schema delle Proporzioni).

Dabei ist die Möglichkeit gegeben, jedes Gelenk von jeder Seite aus zu betrachten und zu bearbeiten, da diese in ausgestrecktem Zustand zu sehen sind. Und gut zu erreichen sind und nicht von einem anderen Körperteil verdeckt werden.

Tip: Schon beim Modellieren diese Stellung des Körpers verwenden.

4.3.6.1. Skeletteile für die Gliedmassen erstellen

Nachdem ein bereits vormodellierter Körper in die Arbeitsfläche von Maja geladen ist, beginnt man nacheinander Skeletteile für einzelne Gliedmassen zu erstellen.

Hier ein Beispiel wie man in Maya ein Skelett in einem Bein erstellt.

1. „Window → Setting/Preferences → Preferences“ In der Kategorie Kinematics die gewünschte Größe der Joints einstellen, (hier 0,4) damit diese nicht zu groß sind (Die Joints sollten in etwa die Größe der Gelenke haben).
2. „Skeleton → Joint Tool“ wie bereits aus dem Kapitel „Eine IK-Kette erstellen“ bekannt, zeichnet man nun in einer Seitenansicht eine IK-Kette, wobei jeder Joint an der Stelle eines Gelenks ist (Abschliessen der Kette mit der Eingabetaste abschliessen)
3. „Window → Hypergraph“ Hier die Joints entsprechend benennen – Hüfte_rechts, Knie_rechts, Ferse_rechts, Ballen_rechts und Zeh_rechts.
4. In die Vorderansicht wechseln und die IK-Kette in der X-Achse in die Mitte des Beines bewegen.
5. Damit die ganze Arbeit nicht für das linke Bein auch gemacht werden muss: „Skeleton → Mirror Joint (Options)“ Hier die YZ Achse als Spiegelachse angeben und im Suche-Ersetzen-Fenster rechts durch links ersetzen lassen. Mit **mirror** bestätigen.

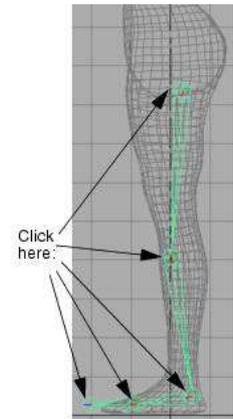


Abbildung 32

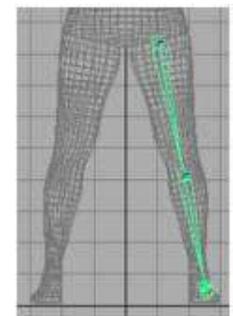


Abbildung 33

So fährt man dann mit allen Körperteilen fort bis man alle benötigten Körperteile zusammen hat und diese dann zum komplette Skelett zusammenbauen kann.

4.3.6.2. Skeletteile miteinander zu einem Skelett verbinden

Nachdem nun die Skelette erstellt und mit den entsprechenden Constraints, Joint Limits und Expressions versehen wurden, müssen diese nun zu einem einzigen Skelett hierarchisch zusammengefügt werden. In diesem Beispiel gibt es nur einfachste Körperteile: zwei Beine, ein Becken, Wirbelsäule mit Schultern, zwei Arme und Hals mit Kopf. (diese IK-Ketten sind auch entsprechend benannt)

Dies geschieht wie schon aus dem Kapitel „Hierarchie“ bekannt mit Hilfe des Hypergraph Editors.

1. „Window → Hypergraph“
2. Mit der mittleren Maustaste erst das linke, dann das rechte Bein auf das Becken ziehen.
3. An die Wirbelsäule nacheinander Kopf mit Hals, den rechten Arm und den rechten Arm anhängen
4. Zuletzt die Wirbelsäule an das Becken anhängen.

Somit ist der Wurzelfunkt dieses Skeletts das Becken, wo auch in der Realität der Schwerpunkt sein würde.

4.3.7 Haut mit dem Skelett verbinden

Ist das Skelett fertiggestellt, steht dem Verbinden mit der Hülle des bereits modellierten Körpers nichts mehr im Wege. Dieses Verbinden wird auch „skinning“ und die Hülle nach dem Verbinden wird auch Haut oder „skin“ genannt. In Maya verformt sich die Haut weil die Eckpunkte der Oberfläche, sogenannte „Vertices oder CV's“ sich nach der Rotation der angrenzenden Joints richten. Der Einfluss dieser Joints richtet sich nach ihrem Abstand zur Hülle. Umso näher die Hülle, desto größer ist der Einfluss auf die Hülle. Dieser Einfluss kann auch numerisch eingestellt werden – mehr dazu im Beispiel.

So verbindet man in Maya ein Skelett mit einem Körper (skinning):

1. Den modellierten Körper auswählen.

2. Mit gedrückter **Shift-Taste** das Skelett am Wurzelpunkt auswählen (geht auch über den Hypergrapheditor).
3. „Skin → Bind Skin → Smooth Bind (Options)“ in den Optionen „Max Influences“ auf 3 setzen und mit **bind** bestätigen.
4. Alle IK-Handler bewegen um zu testen, ob die Haut auch wirklich mit dem Skelett verbunden ist.

Beim Testen fällt garantiert auf, dass wenn man einzelne Körperteile wie den Arm ganz nach oben ausstreckt die Hülle des Körpers unnatürlich deformiert werden. Weitere deformier-Probleme entstehen an fast allen Gelenkstellen, mal mehr oder weniger schlimm. Hierzu gibt es verschiedene Techniken die diese Effekte verhindern, bzw. diese dynamisch während der Animation korrigieren können.

4.3.8 Probleme bei der Animation (Probleme bei den Gelenken)

Wie man bereits beim Testen bemerkt hat, gibt es bei der Bewegung einzelner Gliedmassen und zum Beispiel dem Bücken des Körpers Deformationsprobleme. Die Knickstellen, die an den Gelenken sind, sehen sehr unnatürlich aus.

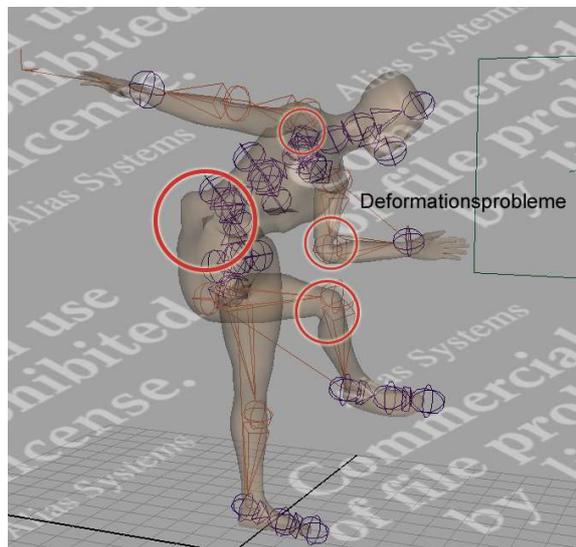


Abbildung 34

Hierbei kann natürlich Abhilfe geschaffen werden. Zum einen natürlich durch die spätere Kameraführung – ist der unnatürlich deformierte Bereich nachher wirklich im Bild? Durch diese Fragestellung erübrigt sich meistens die folgenden Arbeitsschritte.

4.3.9 Ansätze zur Optimierung einer realistischen Skelett – Animation

4.3.9.1. Paint Skin Weights Tool

Um unschöne Effekte bei der Animation beseitigen zu können, ist es am Besten, zumindest ungefähr zu wissen, warum diese auftreten. Wenn man die unrealistischen Verformungen bei der Armbewegung im Schulterbereich genau betrachtet, stellt man fest, dass bei der Bewegung der Armknochen nicht nur die Control-Vertices der Armhaut bewegt werden, sondern auch einige Vertices im Schulter- und Brustbereich.

Um dieses Verhalten besser verstehen zu können, muss man wissen, dass jeder Punkt der Hülle, je nach Einstellung, von den drei ihm nächstgelegenen Gelenken (Standardeinstellung) beeinflusst wird. Dies bemerkt man dann bei der Schulter – Arm – Problematik: Bewegt man den Arm, so bewegen sich Teile der Schulter bzw. Brust mit. Hier wird die Schulter nämlich zu einem Teil von dem Oberarm – Gelenk und zum anderen Teil vom Schulter – Rumpf – Gelenk beeinflusst. Der Bereich ist von der Gewichtung her also beiden Deformern (Gelenken) jeweils mit 50 % bzw. 0.5 zugeordnet. Damit eine realistischere Animation dieses Bereiches erreicht werden kann muss, also die Gewichtung dieses Bereiches geändert werden.

Die Gewichtungs-Zuordnung der Haut(-Vertices) zu den einzelnen Gelenken eines Skeletts lässt sich in Maya mit dem „Paint Skin Weights“ - Tool (Skin -> Edit Smooth Skin -> Paint Skin Weights Tool ) bearbeiten. Mit diesem Tool kann man ein bestimmtes Gelenk des Skeletts auswählen und die Gewichtung, mit der die Vertices der Haut diesem Gelenk folgen, wie mit einem Pinsel auf die Haut malen.

Soll also der Schulterbereich nicht mehr durch die Bewegungen des Oberarm-Gelenkes verändert werden, muss der Brustbereich von seiner Gewichtung her voll dem Schulter-Rumpf - Gelenk zugeordnet werden. Somit ist die Gewichtung für das Oberarm-Gelenk auf 0 gesunken und der Brustbereich wird nicht mehr ungewollt mitbeeinflusst.

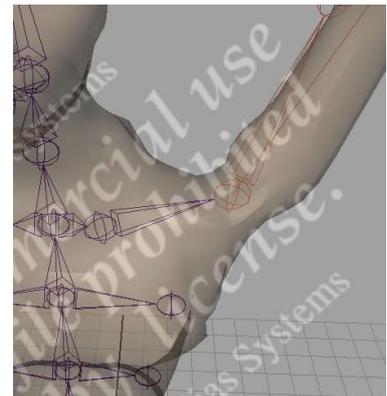


Abbildung 35

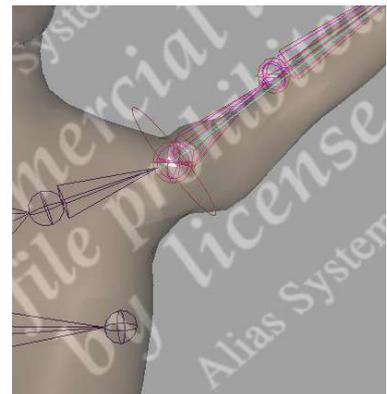


Abbildung 36

Seminararbeit CAV - Skelette und Netz-Deformierung

Um das ganze etwas zu verdeutlichen, folgt nun eine kleine Anleitung mit der man eben erklärte Problem in Maya zumindest ansatzweise lösen kann.

1. Die Hülle im Objekt-Modus selektieren. Der View-Port sollte sich im Shading – Modus befinden.
2. „Paint Skin Weights“-Tool aufrufen(Skin-> Edit Smooth Skin-> Paint Skin Weights Tool .
3. In die „Tool Settings“-Ansicht wechseln.
4. Im Influence Bereich das Schulter-Rumpf – Gelenk auswählen.
5. Gewünschte Pinsel-Form und - Größe auswählen.
6. Den Schulter – und Brustbereich mit dem Pinsel bearbeiten, bis der vorher graue Bereich (halbe Gewichtung) weiss geworden ist(volle Gewichtung).
7. Der Schulterbereich ist nun mit voller Gewichtung dem Schulter – Rumpf – Gelenk zugeordnet und wird nicht mehr durch das Oberarm – Gelenk beeinflusst.

Das diese recht schnelle Lösung nicht unbedingt optimal ist, sieht man bei genauerem Hinsehen in der Achselhöhle. Sobald der Arm komplett am Körper anliegt, treten hier wieder leicht unrealistische Verformungen auf. Man müsste sich also so lange von beiden Gelenken aus immer mit der optimalen Gewichtung herarbeiten, bis der Schulter- und Brustbereich in jeder Armposition aus jedem Blickwinkel realistisch aussieht.

Hier ist also recht aufwändige Feinarbeit gefragt. Deswegen sollte man in solchen Fällen keinen übertriebenen Perfektionismus an den Tag legen und die Animation vielleicht vom Storyboard her so gestalten, dass diese Makel vielleicht garnicht auffallen.

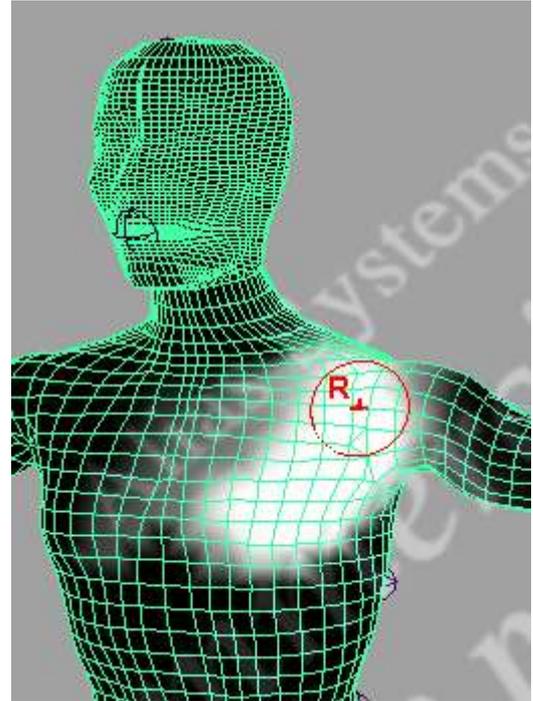


Abbildung 37 Paint Skin Weights - Tool

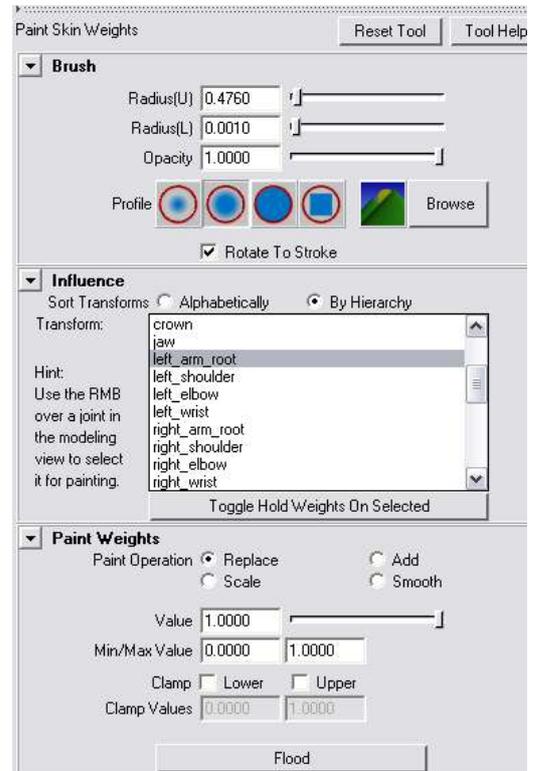


Abbildung 38 Tool Editor

4.3.9.2. Cluster an den Gelenken

Weiter oben wurde schon auf die unnatürlichen Verformungen beim Einknicken von Beinen

oder Armen hingewiesen. Als Beispiel wird im folgenden die Armbeuge betrachtet. Wenn der Arm am Ellenbogen stark eingeknickt wird, verformt sich die Haut im inneren Bereich des Ellenbogens, so dass der Arm in diesem Bereich unnatürlich dünn aussieht.

Um diesen Schönheitsfehler zu beheben, lässt sich die Skelettanimation mit dem weiter oben schon ausführlich erklärten Cluster-Deformer kombinieren.

Die Control Vertices der Hülle, die bei der Bewegung des Arm unnatürlich verformt werden, werden selektiert und bekommen einen Cluster Deformer zugewiesen. Dieser Cluster kann nun, sobald diese unnatürliche Verformung der Armbeuge auftritt so translatiert werden, dass der Arm wieder normal aussieht.

Damit die spätere Verformung natürlich aussieht, sollte dem Cluster ein Bereich zugewiesen sein, der etwas größer als die eigentlich Armbeuge ist. Der äussere Bereich der Auswahl sollt dann mit dem „Paint Cluster Weights“-Werkzeug (Deform > Paint Cluster Weights Tool > ) so bearbeitet werden, dass er nur noch einen Teil der Gewichtung (0,3 – 0,5) des Clusters erhält.

Tip: Um sich die Auswahl der Armbeugen – Vertices zu erleichtern, sollte man vorher das Skelett für den Arm selektieren und verstecken (Display -> Hide -> Hide Selection).

Hier eine kurze Reihenfolge der Arbeitsschritte:

1. Skelett verstecken.
2. Vertices der Armbeuge selektieren.
3. Cluster für die selektierten Vertices erzeugen.
4. Mit Paint Cluster Weights – Werkzeug Gewichtungen richtig verteilen.

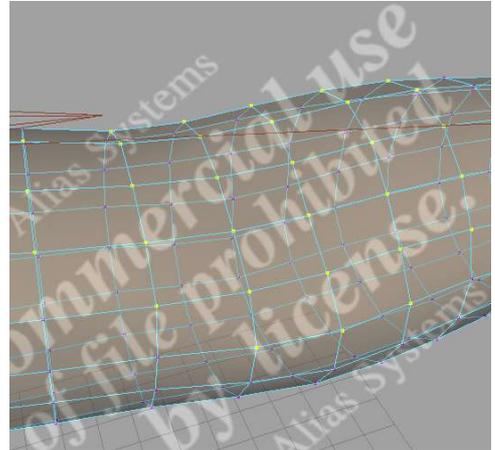


Abbildung 39 Selektierte Kontroll-Punkte am Ellenbogen Gelenk

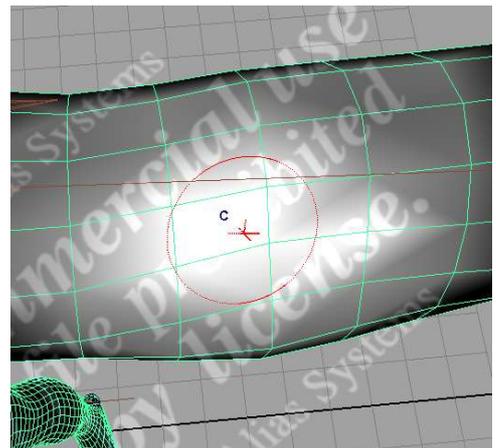


Abbildung 40 Gewichtungen für den Cluster einstellen

Da man nicht jedes Mal, wenn man den Arm anbeugt, den Cluster für die Armbeuge translatieren will, wäre hier der Einsatz einer MEL – Expression denkbar. Da MEL in dieser Arbeit nicht näher behandelt wird, folgt hier nur eine Pseudo – Code Darstellung:

```
if(winkel_von_ellenbogen < 30) {  
    translatiere_cluster  
}
```

4.3.9.3. Cluster für Muskel – Animation

Der Cluster Deformer lässt sich auch bei der realistischen Animation von Körpern mit Skeletten effektiv einsetzen.

Analog zum Vorgehen im vorangegangenen Fall kann man mit einem Cluster Deformer Muskeln zum Beispiel für den Oberarm erstellen. Es brauchen eigentlich nur dieselben Schritte wie für die Armbeuge wiederholt werden. Der einzige Unterschied sind die auszuwählenden Vertices. Für das gleich folgende Beispiel wurden die Vertices der Oberseite des Oberarm selektiert und einem Cluster zugewiesen.

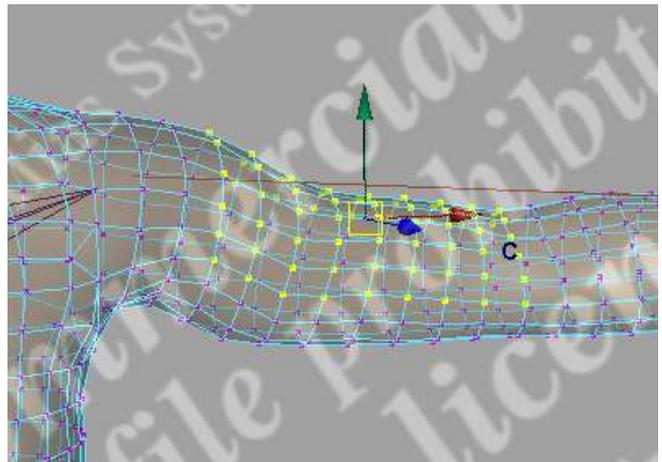


Abbildung 41 Cluster für Armmuskulatur

Danach sollten mit dem „Paint Cluster Weights“-Werkzeug die Gewichtungen für die zugewiesenen Vertices so eingestellt werden, dass sich der Muskel später realistisch wölbt (Gewichtung nach aussen hin abnehmend).

Sobald der Arm sich nun bewegt, kann man mit dem Cluster die Auswölbung des Oberarm-Muskels einstellen. Auch hier bietet sich in der späteren Animation die Möglichkeit, die Bewegung des Clusters mit MEL zu steuern und die Muskel-auswölbungen somit zu automatisieren.

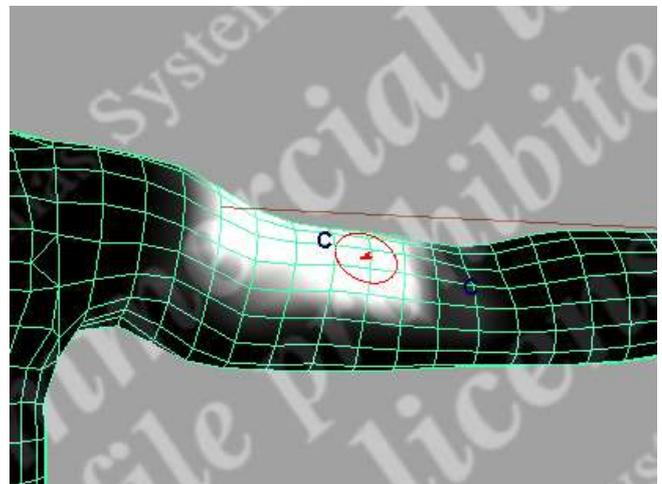


Abbildung 42 Gewichtungen für eine realistische Wölbung

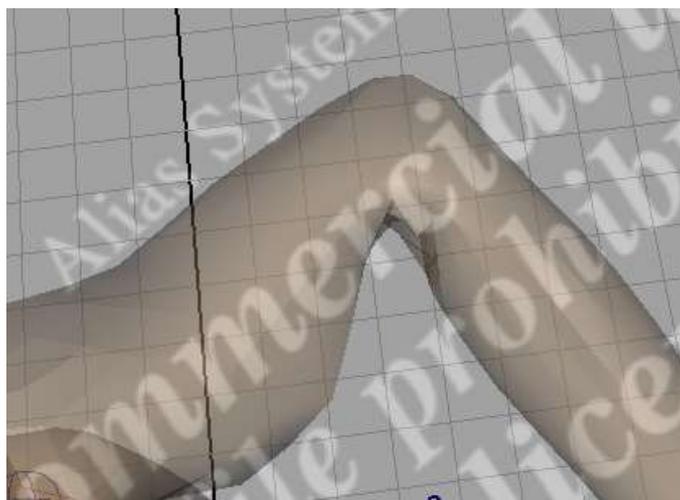


Abbildung 43 Der Muskel wölbt sich

4.3.9.4 Probleme bei zusammengesetzten NURBS – Körpern

Bei der Modellierung von NURBS – Körpern wird meistens so vorgegangen, dass zuerst die einzelnen Gliedmaßen und der Rumpf modelliert werden. Danach werden diese an den Kanten zusammengesetzt.

Dieses Vorgehen wird auch Patch-Modelling genannt. Damit beim Zusammenbauen der Einzelteile keine Unsauberkeiten entstehen, kann man sich kleine Zwischenstücke zum Beispiel zwischen Arm und Schulter vom Rechner generieren lassen.

Diese Übergänge oder Blends füllenden Zwischenraum zwischen den einzelnen Körperteilen dynamisch auf. Wenn sich der Arm also ein Stückchen vom Körper wegbewegt, wird der Blend automatisch größer oder kleiner.

Solange der zusammengesetzte Körper nicht animiert wird, funktionieren diese Blends auch wunderbar. Sobald aber zum Beispiel der Arm mit einem Skelett verbunden wird und man anfängt, dem Arm zu animieren, stellt man fest, dass die Animation der Haut im Schulterbereich, an der Stelle, wo der Blend sitzt, teilweise unsauber aussieht. Wenn man dem automatisch generierten Bend also ein Gelenke als Deformer zuweist, kann es mitunter zu unvorhersehbaren Ergebnissen kommen.

Um dieses Phänomen zu unterdrücken, sollte man versuchen, die Schnittstelle zwischen Arm und Körper nicht an der Schulter zu platzieren, sondern weiter in Richtung Wirbelsäule. Auf der anderen Seite müsste die Armkomponente noch die Schulter mit beinhalten. Hiermit wäre der automatisch generierte Bend ausserhalb des Einflussbereiches der Gelenke im Arm und kann auf gewohnte Weise vom Gelenk als Deformer. Weitere Informationen über die Animation im Schulterbereich finden sich im Kapitel über das „Paint Skin Weights“ - Werkzeug (4.5.7.1)

5. Zusammenfassung

Inhalt dieser Arbeit war es, dem Leser durch praxisbezogene Beispiele und leicht verständliche Texte, mehrere Konzepte, die zur einfachen, realistischen Animation und Deformation von Körpern bzw. Netzen dienen, näherzubringen.

In den ersten Kapiteln wurde anhand einiger Beispiele grundlegend erklärt, wie man mittels Deformern polygonale- und NURBS – Netze in ihrer Geometrie manipulieren kann.

Im folgenden wurde näher auf das Skelett als Deformer eingegangen. In mehreren Schritten wurden am Beispiel des menschlichen Skeletts die wichtigsten Prinzipien der Skelett – Animation erklärt. Die vorangegangenen Thematiken vertiefend wurden mehrere Methoden aufgeführt, wie man mit der Kombination aus Mesh – Deformern und Skeletten Schönheitsfehler der einfachen Skelettanimation mit relativ wenig Aufwand ausmerzen kann.

6. Quellen und weiterführende Literatur

Alle Texte in dieser Arbeit sind selbst verfasst, daher können keine direkten Quellenangaben gemacht werden. Hier aber eine Liste der Quellen, die während der Recherche genutzt wurden:

1. Quellen

1.1. Web

- a) Online Hilfe Maya PLE 5.0 (lokaler Webserver wird von Maya PLE bereitgestellt)
- b) Alias Wavefront Maya PLE Community (<http://www.alias.com>)

Seminararbeit CAV - Skelette und Netz-Deformierung

c) 3D-Cafe (<http://www.3dcafe.com>)

d) Learning Maya (<http://www.learning-maya.com>)

1.2.Literatur

a) Maestri, George - Character Animation Volume 2 – Essential techniques (1) - New Riders Publishing

b) Maestri, George - Character Animation 2 – Advanced techniques (2) - New Riders Publishing

c) Learning Maya 2 – Alias Wavefront Education

d) Bender, Brill - Computergrafik ein anwendungsorientiertes Lehrbuch - Hanser Verlag