

Montag, 6. Juni 2005

Proseminar:

Virtuelle Präsenz

3D-Modellierung/ Motion-Capturing

Kevin O'Brien
kevin.obrien@informatik.uni-ulm.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Kapitel 1: Animationsfilme.....	3
1.1 Geschichte der Animation.....	3
1824.....	3
1898.....	3
1906.....	3
1909.....	3
1919.....	3
1928.....	3
1950.....	3
1951.....	4
1961.....	4
1981.....	4
1995.....	4
1.2 3D-Modellierung.....	5
Wireframe.....	5
Material.....	5
Skelett.....	6
Keyframing.....	6
Rendering.....	7
Layering.....	7
Kapitel 2: Special Effects.....	8
2.1 Chroma-Keying.....	8
2.2 Motion-Capturing.....	9
2.3 Kameraführungen.....	9
stationäre Kameras.....	9
Kamerakran.....	9
Chronofotografie.....	10
Bullet Time.....	10
Virtuelle Schauplätze.....	10
Kapitel 3: Quellen und Literaturhinweise.....	12

Kapitel 1: Animationsfilme

1.1 Geschichte der Animation

1824

Die Geschichte der Animation begann im Jahre 1824, als der Psychologe Peter Mark Roget feststellte, dass schnell hintereinander, nur leicht variierende Bilder die Illusion einer Bewegung vortäuschen. Dieser Effekt wird noch heute bei allen möglichen Animationen verwendet. Beim Kinofilm werden 24 Einzelbilder, im Fernsehen 25 bzw. 30 Einzelbilder und im Internet 10-15 Einzelbilder pro Sekunde gezeigt.

1898

1898 begann George Méliès Buchstaben für Werbefilme zu animieren. Die Animationen wurden noch auf Glasplatten gezeichnet.

1906

1906 erzeugte James Stuart Blackton den ersten Zeichentrickfilm der Welt. Der Film ‚Humorous Phases of Funny Faces‘ geht drei Minuten und zeigt bewegte Karikaturen, die Blackton mit Kreide auf eine Tafel zeichnete und ständig modifiziert. Zu sehen ist der Film hier: <http://24.132.61.217/timeline/funny.htm> .

1909

Max Fleischer erfand 1909 das Rotoskopie-Verfahren. Hierbei können reale Bewegungsabläufe auf zweidimensionale Zeichentrickfilme abgebildet werden, indem ein Bewegungsablauf fotografiert wird. Die entstehenden Bilder werden anschließend auf eine Glasplatte projiziert und ‚abgezeichnet‘.

1919

1919 erschuf Otto Messmer ‚Felix, the Cat‘.



1928

1928 erschien der Kurzfilm ‚Steamboat Willy‘ von Walt Disney. „Es ist der erste gezeichnete Tonfilm, der ein kommerzieller Erfolg wird.“ [1]

1950

‚Limited Animation‘ entstand. Bei ‚Limited Animation‘ wird eine Animation aus Kostengründen reduziert. Es wird versucht möglichst viele Standbilder einzubauen. Spricht

eine Figur, so bewegt sich nur der Mund. Für Bewegungen werden weniger Bilder benutzt, was dazu führt, dass sie ruckelt.

1951

Die erste animierte Computersequenz entstand. Die Sequenz stellt die Bewegungslaufbahn eines Balles dar. Die Laufbahn wurde an einem Computer (dem ersten Echtzeitrechner der Welt in Boston) berechnet und anschließend auf Papier geplottet. Die einzelnen Sequenzbilder werden abfotografiert und schließlich als Animation wiedergegeben.

1961

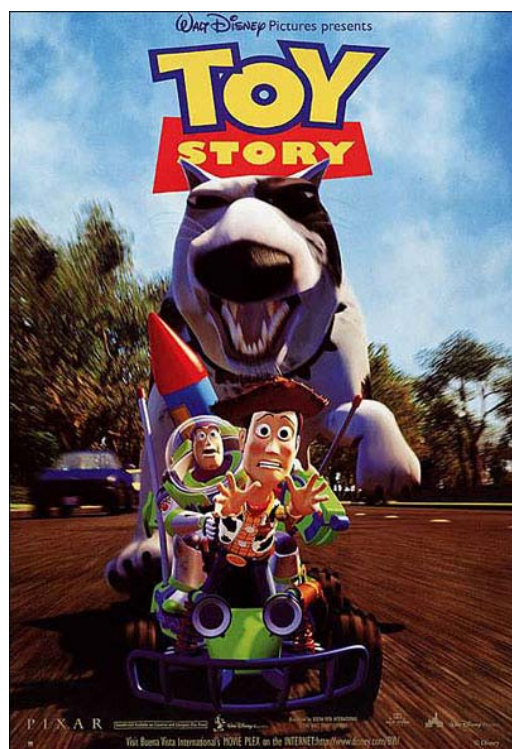
1961 zeigte die erste Computeranimation die Erdlaufbahn eines Satelliten und dessen Eigenrotation.

1981

Ein Meilenstein der Animation kam ins Kino. Der Film ‚Tron‘ enthält 15 Minuten komplett computergenerierte Szenen und 15 Minuten kombinierte Szenen. Dennoch floppte der Film, vermutlich weil er fast komplett im Inneren eines Computers spielt und das Publikum damals größtenteils noch keinen Bezug dazu hatte.

1995

Toystory, der erste dreidimensionale Film in Spielfilme entstand. Seither boomt die Branche. Ein Animationsfilm jagt den anderen, wie zum Beispiel ‚Findet Nemo‘, ‚Ice Age‘, ‚Monster AG‘ etc.



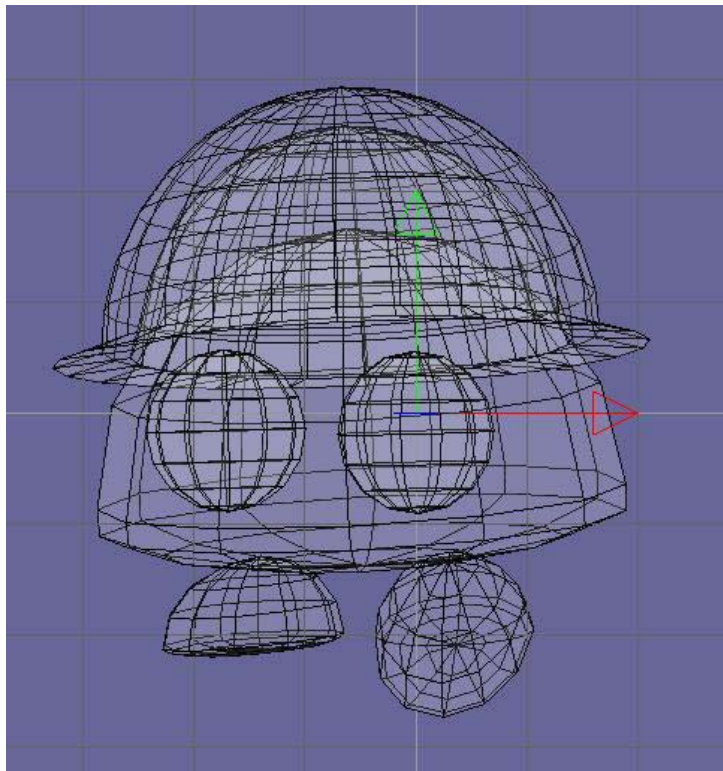
Filmplakat von Pixar's Toystory

1.2 3D-Modellierung

Im folgenden Abschnitt wird auf die wichtigsten Schritte und Werkzeuge beim Erstellen einer 3D-Animation eingegangen.

Wireframe

Für eine Animation wird zuerst ein Modell benötigt, das aus einem Wireframe und Materialien (siehe Abbildung) besteht. Ein Wireframe ist ein Drahtgittermodell, zusammengesetzt aus vielen Polygonen, das die Form eines Objekts bestimmt. Je mehr Polygone eine Wireframe besitzt, desto genauer ist die Form. Um ein Modell in die gewünschte Form zu bringen bieten 3D-Modellierungsprogramme verschiedene geometrische Grundformen an, wie zum Beispiel Kugel, Zylinder, Quader etc. Diese können dann durch verschiedene Funktionen verändert werden. Sie können verdreht, verzerrt werden, oder durch bool'sche Operationen in Form gebracht werden. Ebenfalls denkbar, aber für den normalen Anwender vermutlich zu kostspielig, ist es komplexere Gegenstände mittels eines 3D-Scanners direkt einzubinden.



Material

Die Materialien sind die Oberflächen eines Modells. Hierbei hat der Anwender eine Vielzahl von Möglichkeiten deren Aussehen zu definieren. Er muss die Eigenschaften Farbe, Glanzlicht, Schattenfarbe und Transparenz festlegen. Mittels Bump-Mapping kann eine Oberflächenstruktur (zum Beispiel das Strickmuster eines Pullovers, oder die Struktur der Haut) simuliert werden, ohne ein Modell geometrisch verändern zu müssen. Wurde eine Palette der verschiedenen benötigten Materialien erstellt, werden diese beim Texturmapping auf ein Wireframe ‚aufgetragen‘.

Skelett

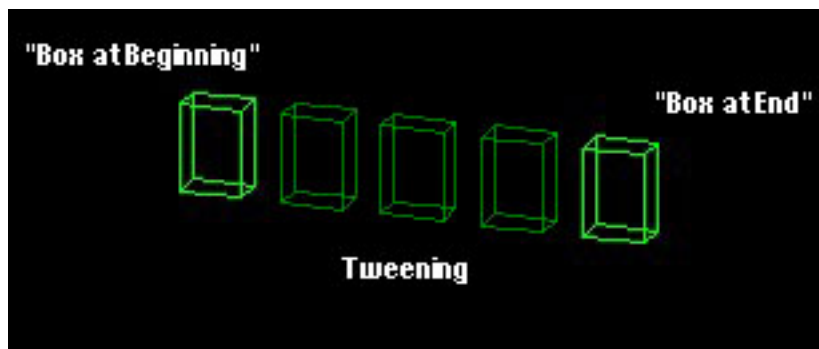
Ein Model kann natürlich nicht wissen, wie es sich bewegen soll. Deshalb wird normalerweise so vorgegangen, dass ein später nicht sichtbares Skelett, bestehend aus Knochen, erstellt wird. Ein Knochen kann dann mit einem, oder mehreren Objekten verknüpft werden. Bewegt sich der Knochen, dann bewegt sich auch das mit ihm verknüpfte Objekt mit. Es kann auch definiert werden, wie sich ein Knochen bewegen kann. Soll er sich bei bestimmten Bewegungen anderer Knochen mitbewegen? In welche Richtungen darf er sich bewegen? In Sequenzen kann dann festgelegt werden, wie sich das Skelett bei bestimmten Bewegungsabläufen (z. B. die Bewegung einer Katze, wenn sie läuft, oder wenn sie springt) bewegen muss.



Keyframing

Eine Animation ist eine Abfolge von verschiedenen Bildern, die hintereinander gezeigt werden. Jedes ‚Bild‘ wird als Frame bezeichnet. In jedem Frame muss die Position und der Zustand von allen Modellen, von jeder Lichtquelle und den Kameras im virtuellen Raum definiert sein. Soll also eine Szene mit 25 Modellen, fünf verschiedenen Lichtquellen und zwei Kameras erstellt werden, die ca. drei Minuten geht, dann müsste man 144.000 mal die Position und Ausrichtung eines Objekts definieren. Um dies zu umgehen werden Keyframes bestimmt (=Schlüsselbilder) und die Position eines Objekts in diesem Frame wird festgelegt. Das Programm berechnet dann die Position des Objekts für jedes Frame das zwischen zwei Keyframes liegt. Dieser Vorgang heißt ‚in-betweening‘, oder auch einfach ‚tweening‘.

Beispiel: Ein Objekt soll sich von der Position (0,0,0) innerhalb von 20 Frames zur Position (10,10,10) bewegen. Mit linearer Interpolation würde jede Koordinate alle zwei Frames um eins hochgezählt werden. Es entsteht also eine lineare Bewegung, was aber nicht immer gewünscht ist. Mit ‚splines‘ lassen sich auch Kurven darstellen



Rendering

Beim Rendering (=Wiedergabe) werden reale Abbilder von den Computermodellen gemacht. Dabei wird berechnet, welche Polygone für einen Betrachter sichtbar sind und welche nicht (Polygone, die hinter einer nichttransparenten Fläche sind, dürfen also nicht gezeigt werden). Für alle sichtbaren Polygone muss die Farbe jedes Pixels in Abhängigkeit von den Lichtquellen berechnet werden. Dafür gibt es unterschiedliche Algorithmen.

Beispiel: Beim Raytracing wird eine Ebene vor die Kamera gelegt. Durch diese Ebene werden dann Strahlen durch jeden Pixel der Ebene geschickt. Trifft der Strahl auf kein Objekt wird ein Pixel eines Hintergrundbildes auf die Ebene projiziert. Trifft der Strahl auf ein Objekt werden von den Auftreffkoordinaten Lichtstrahlen zu jeder Lichtquelle ‚geschickt‘. Treffen diese Lichtstrahlen auf ein anderes Objekt, bevor sie die Lichtquelle erreicht haben, so liegt die Koordinate im Schatten dieses zweiten Objekts.

Layering

Layering ist der letzte Schritt bei der Erstellung einer 3D-Animation. Hier werden 2D-Bildbearbeitungseffekte verwendet, wie z. B.:

- Motionblur (=Verwischungseffekte)
- Morphing
- Warping (=Verzerrung)

Kapitel 2: Special Effects

2.1 Chroma-Keying

Das Chroma-Keying ermöglicht es Schauspielern, oder auch Gegenstände, vor Schauplätzen agieren zu lassen, ohne dass diese jemals dort gewesen sind. So ist es zum Beispiel möglich einen Schauspieler den Mount Everest erklimmen zu lassen, obwohl dieser nie dort gewesen ist. Es ist aber auch möglich ihn in Zeichentrickwelten, oder virtuelle Welten zu setzen. Das Prinzip ist ganz einfach. Ein Schauspieler spielt seine Rolle vor einem gleichmäßig eingefärbten und beleuchteten Hintergrund und wird dabei aufgenommen. Danach wird der Hintergrund ‚ausgeschnitten‘ und transparent gemacht. Dies wurde früher fotochemisch gemacht. Heutzutage wird es digital am Rechner gemacht. Alle Farbpixel, die einen bestimmten Farbschlüssel haben werden entfernt (daher auch der Name Chroma-Keying). Die neu entstandenen Bilder werden auf ein ‚plate‘ (=Hintergrund) gesetzt.

Als Hintergrund sind alle Farben denkbar, aber hauptsächlich wird blau (‚bluescreen‘) und grün (‚greenscreen‘) verwendet. Blau bietet sich an, da es komplementär zur Hautfarbe ist und grün hat den Vorteil, dass der Computer es besser separieren kann wie blau.

Beim Chroma-Keying kann es allerdings Probleme geben, wenn folgende Dinge nicht beachtet werden:

- Gleiche Farbe von Vorder- und Hintergrund
- Transparente oder spiegelnde Objekte können Probleme verursachen
- Ausgefranzte Strukturen sollten vermieden werden

Beispiel: Der Film Dune wurde komplett vor einem riesigen ‚bluescreen‘ gedreht. Der Film SkyCaptain wurde komplett vor einem ‚greenscreen‘ gedreht.



2.2 Motion-Capturing

Motion-Capturing wurde ursprünglich verwendet um Gehfehler zu analysieren, doch auch die Filmbranche hat ihren Nutzen daraus gewonnen. Sie benutzen Motion-Capturing um komplexe menschliche Bewegungen von Schauspielern auf virtuelle Figuren abzubilden. Motion-Capturing ist in vielerlei Hinsicht der Nachfolger von Max Fleischers Rotoskopie-Verfahren ist.

Das Prinzip: Eine Person trägt einen Datenanzug, bei dem die Gelenke durch Markierungen (normalerweise weiße Bälle) markiert werden. Beim Ausführen einer Bewegung werden die Markierungen durch Spezialkameras verfolgt. Die durch die Kameras gesammelten Daten werden von speziellen Motion-Capturing-Programmen analysiert und ausgewertet. Es entsteht ein Skelett (siehe Kapitel 1.2.Skelett), welches die vorher ausgeführte Bewegung bereits beherrscht. Das Skelett wird anschließend mit Wireframes verknüpft. Um unsaubere Bewegungen zu vermeiden wird eine Bewegung mehrfach ausgeführt und der Mittelwert der Bewegungen gebildet.

Beispiel: Acht Charaktere aus ‚Der Polarexpress‘ wurden mittels Motion-Capturing von Tom Hanks dargestellt.



2.3 Kameraführungen

stationäre Kameras

Als das ‚Filmzeitalter‘ begann gab es nur stationäre Kameras, die vielleicht getragen oder geschoben werden konnten, dennoch aber nur sehr eingeschränkte Kameraführungen zuließen.

Kamerakran

Mit der Erfindung des Kamerakrans entstanden neue Möglichkeiten. Man konnte die Kamera nahezu beliebig durch den Raum schwenken. Außerdem ermöglichte Motion-Control es Kamerabewegungen beliebig oft und absolut exakt zu wiederholen. Dennoch war es nicht möglich die Kamera zu bewegen, während die Zeit still steht.

Chronofotografie

Die Chronofotografie existiert schon seit 1877. Sie entstand als sich Pferdeliebhaber darüber stritten, ob Pferde während dem Galopp stets ein Bein auf dem Boden haben oder nicht. Um diese Frage zu klären wurde der Photograph Eadweard Muybridge beauftragt eine Reihe von Bildern eines galoppierenden Pferdes zu machen. Er stellte neben einer Strecke mehrere Kameras auf die ausgelöst wurden, wenn ein Pferd eine quer über die Bahn gespannte Schnur durchriss. Die Bilder wurden überraschend gut und es war deutlich zu erkennen, dass das Pferd während des Galopps für einen kurzen Augenblick über dem Boden schwebte.

Bullet Time

Bullet Time ermöglicht Filmemachern nahezu unbeschränkte Flexibilität in der Kontrolle von Geschwindigkeit und Bewegung einer Aufnahme. Dieser Effekt wurde extra für den Film ‚The Matrix‘ von den Wachowski-Brüdern, die ihn auch ‚bullet time photography‘ nannten, erfunden. Abgeschaut wurde es von der Chronofotografie.

Die Idee: Würde man einer Versuchsperson die Bilder die Eadweard Muybridge (siehe Chronofotografie) auf einem Bildschirm schnell hintereinander zeigen, dann würde diese Person eine Animation wahrnehmen. Sie würde glauben, dass das Pferd mit einer Kamera gefilmt worden sei, die sich parallel zum Pferd mitbewegt. Werden aber alle Kameras gleichzeitig ausgelöst, entsteht nur eine Kamerabewegung, während die Zeit still steht. Genau dieses Prinzip wird bei ‚bullet time‘ angewandt.

Das Verfahren: Eine Szene wird mit einer Motion-Picture-Kamera aufgenommen. Zu einem bestimmten Zeitpunkt werden viele Kameras, die so angeordnet sind, dass sie dem Verlauf der gewünschten Kameraführung entsprechen, gleichzeitig ausgelöst. Eine zweite Motion-Picture-Kamera nimmt anschließend den Rest der Szene auf. Werden die Bilder schnell hintereinander gezeigt, entsteht das Gefühl, dass eine Kamera sich bewegt hätte, während die Zeit still stand. Um eine ruckelfreie Aufnahme zu bekommen müssen allerdings von spezieller Software noch Zwischenbilder berechnet werden.

Virtuelle Schauplätze

Mittlerweile ist es möglich von realen Schauplätzen bzw. Modellen virtuelle ‚Kopien‘ anfertigen. Der Schauplatz muss abfotografiert werden und man kann anschließend durch spezielle Software die virtuellen Räume berechnen lassen. Dieser Prozess ist allerdings noch sehr zeitaufwendig. In dem Film ‚Star Wars III‘ wurde das Model einer Höhle so zu einem virtuellen Schauplatz gemacht. Es dauerte zwei Jahre, bis die Szene fertig gestellt wurde.



Dreharbeiten zu 'The Matrix'

2.4 Einbettung in das Thema ‚Virtuelle Präsenz‘

In diesem Kapitel soll erläutert werden, wie die oben genannten Special Effects in das Thema ‚Virtuelle Präsenz‘ passen. Das 3D-Modellierung zur Erstellung virtueller Welten benötigt wird erscheint einleuchtend, aber was hat zum Beispiel Chroma-Keying damit zu tun?

Chroma-Keying ermöglicht es nicht nur Figuren, sondern auch Gegenstände in virtuelle Welten zu versetzen. Dazu muss das Hintergrundplate lediglich eine virtuelle Welt sein. Denkbar wäre zum Beispiel, dass eine Spezialkamera eine Person, die vor einem ‚bluescreen‘ steht, filmt und gleich die dazu nötigen Schritte unternimmt, um die Person in eine virtuelle Welt zu setzen. Auf einem Monitor könnte die Person sich dann selbst sehen, wie sie sich gerade durch diese virtuelle Welt bewegt. Charaktere in virtuellen Welten können durch Motion-Capturing erlernen wie sie sich bewegen sollen, um so einen möglichst realistischen Eindruck zu machen. Ein Museum könnte Werbung für sich machen, indem sie einen Ausstellungsraum als virtuellen Schauplatz im Internet für jedermann zugänglich macht.

Sicherlich sind einige dieser von mir erdachten Ideen eher Zukunftsmusik, aber sie machen dennoch klar, dass die hier erwähnten Techniken durchaus im Zusammenhang mit dem Thema ‚Virtueller Präsenz‘ stehen.

Kapitel 3: Quellen und Literaturhinweise

- [1] Uni Leipzig: <http://www.uni-leipzig.de/~wehn/anima/classics/geschich/geschani.htm>
- [2] Trickfilm-Lexikon: http://www.br-online.de/kultur-szene/thema/lexikon_trickfilm/r2.html
- [3] Uni Köln: <http://www.uni-koeln.de/rrzk/multimedia/projekte/blossoming/making/soft.html>
- [4] Special Visual Effects von Thomas Mulack / Rolf Giesen (ISBN 3-88350-911-6)
- [5] Lexikon der Special Effects von Rolf Giesen (ISBN 3-89602-283-0)
- [6] <http://www.arch.virginia.edu/~ejm9k/arch545/handouts/keyframing.html>