

# Motion Capturing

- Was ist Motion Capturing?
- Welche Verfahren unterscheidet man?
- Anwendungsgebiete

**Arbeit:** PS Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens - Medieninformatik  
Sommersemester 2002

**Betreuer:** Ao. Prof. Dr. Dieter Schmalstieg

**Bearbeitet von:** Tschurlovits Marie-Theres (0125975)  
Unterhofer Thomas (9426491)

**Version:** 2.0 (27.05.2002)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Grundbegriffe</b> .....	3
<b>2. Was ist Motion Capturing?</b> .....	4
2.1. Zweck von Motion Capturing .....	4
2.2. Ein kurzer geschichtlicher Überblick .....	4
2.3. Die Vorläufer von Motion Capturing .....	5
2.3.1. <i>Rotoscoping</i> .....	5
2.3.2. <i>Channel Animation</i> .....	5
2.4. Motion Capturing .....	5
<b>3. Verfahren</b> .....	6
3.1. Allgemeines zu den Verfahren .....	6
3.2. Magnetisch (Magnetic) .....	7
3.3. Optisch (Optical) .....	7
3.4. Mechanisch (Prosthetic) .....	8
3.5. Akustisch (Acoustic) .....	8
<b>4. Anwendungsgebiete</b> .....	9
<b>5. Zukunftsaussichten</b> .....	10
<b>6. Literaturverzeichnis</b> .....	11
<b>7. Abbildungsverzeichnis</b> .....	11

# 1. Grundbegriffe

Zum besseren Verständnis dieser Arbeit werden zunächst einige oft benötigte Begriffe erklärt:

## Was versteht man unter einer Animation?

Eine Animation ist eine

»Sequenz von Einzelbildern (Frames), die beim Betrachter die Illusion flüssiger Bewegung erzeugt.« [B1, S. 41]

## Was bedeutet Echtzeit-Animation (Real Time-Animation)?

Unter einer Echtzeit-Animation versteht man eine Computeranimation, bei der die Aktualisierung der Bilder auf dem Bildschirm so schnell abläuft, dass die Bewegung der simulierten Objekte der Wirklichkeit gleichkommt. Bei Animationen, die in virtueller Zeit ausgeführt werden, werden die Bilder zuerst berechnet und gespeichert und später in einer schnelleren Abfolge wiedergegeben, wodurch sich ebenfalls fließende Bewegungsabläufe erzielen lassen. [I3]

## Das digitale oder virtuelle Skelett (Skeletal Animation)

Oft werden Bewegungsabläufe auf ein digitales Skelett übertragen um das dreidimensionale Modell eines Menschen zu animieren. Diese Methode ermöglicht eine einfache Kontrolle der Bewegungspunkte und erlaubt es, die Körperoberfläche erst nach der Animation zu generieren. Das Aussehen eines Modells kann somit von der Animation abgekoppelt werden. Die Verwendung eines digitalen Skeletts ermöglicht es außerdem, Inverse Kinematik als Hilfsmittel zu nutzen. [I6]

## Inverse Kinematik – „Lehre von der umgekehrten Bewegung“

Finger, Arme und Beine sind aus unzähligen Gliedern zusammengesetzt. Um eine Pose einzustellen (oder zu animieren), müsste man alle Körperglieder einzeln in die gewünschte Lage bringen (Vorwärts-Kinematik). Inverse Kinematik vereinfacht das: mit ihrer Hilfe verhält sich das 3D-Modell wie eine Gliederpuppe. Es genügt beispielsweise an einer Fingerkuppe zu ziehen, um den Finger, oder sogar den gesamten Arm zu strecken. [I2]

## Definition von Motion Capturing

Unter *Motion Capture* versteht man

»diverse Verfahren zur Erfassung (capture) und Aufzeichnung von Bewegungen (motion) durch den Computer im Bereich der professionellen Computeranimation (z.B. Filmproduktionen), der Forschung (z.B. zur Erforschung von Bewegungsabläufen) und nicht zuletzt der virtuellen Realität (Virtual Reality).« [B1, S. 493]

In anderen Worten ausgedrückt: Man versucht reale Bewegungen so auf den Computer zu übertragen, dass die Animation dem Original so ähnlich wie möglich wird. Eine Animation hat nur dann eine Chance, „echt“ zu wirken, wenn die Bewegungen des animierten Objektes denen eines realen Objektes auf das genaueste gleichen.

## 2. Was ist Motion Capturing?

### 2.1. Zweck von Motion Capturing

Das Problem vieler Animationen ist, dass sie oft unnatürlich erscheinen. Der Grund warum natürliche Bewegungen auch so „natürlich“ wirken, liegt darin, dass sie sich durch Unregelmäßigkeit auszeichnen und keinen genau festgelegten Gesetzmäßigkeiten folgen. Um ein Beispiel zu nennen: Wenn ein Mensch von A nach B geht, sieht in den seltensten Fällen ein Schritt wie der andere aus. Es gibt die unterschiedlichsten Gangarten (schnelles Gehen, schlendern, marschieren, etc.) und oft wird die Person von äußeren Umständen abgelenkt wie z.B. einem Schaufenster, der Begegnung mit einem Bekannten, u.s.w..

Menschen nehmen visuelle Information in folgender Reihenfolge auf: Bewegung, Gestalt, Farbe. In der Entwicklungsgeschichte war es ein überlebenswichtiger Faktor, Bewegung zu erkennen. Dieser Instinkt ist uns bis heute erhalten geblieben. [I6]

Aufgrund dieser Problematik bedient man sich in Fällen, in denen die Charaktere wirklich so echt als möglich erscheinen sollten, einer von diversen Techniken, die unter dem Überbegriff *Motion Capture (MoCap)* zusammengefasst werden können. [B2, S. 204]

### 2.2. Ein kurzer geschichtlicher Überblick

Im späten 19. Jahrhundert begann man für medizinische und militärische Zwecke die menschlichen Bewegungsabläufe mittels Fotografie zu untersuchen. Diese Technik wurde in den frühen Zwanziger Jahren übernommen um zweidimensionale Zeichentrick-Animationen, für Disney und andere Studios, zu erstellen. Dabei wurde ein Schauspieler bei der Durchführung der zu animierenden Bewegungen gefilmt. Danach mussten die Positionen der realen Person manuell – Bild für Bild – auf eine Zeichentrick-Figur übertragen werden. Diese Technik, auch *Rotoscoping* genannt, wurde Mitte der Achtziger Jahre verbessert, indem der Schauspieler von mehreren Kameras unter unterschiedlichen Blickwinkeln verfolgt wurde. Dabei wurde mit Hilfe von Markierungspunkten (*Markers*), welche an der Kleidung des Schauspielers angebracht waren, der Bewegungsablauf verfolgt. Diese Punkte wurden manuell in Computer eingegeben, sodass entsprechende dreidimensionale Abbilder, der Positionen des Schauspielers, von den einzelnen Bildern verfügbar wurden. Dieser Prozess wird meist als *Photogrammetry* bezeichnet.

Gegen Ende der achtziger Jahre entwickelten sich jene Verfahren, welche wir heute als *Motion Capturing* kennen: Mittels *algorithmischer Verfahren* wird aus der Position der Marker automatisch die dreidimensionale Position des Schauspielers berechnet. Die berechneten Bewegungsabläufe werden nun auf ein *digitales Skelett* übertragen, das somit animiert wird. [Abb.1.]

Heute kennen wir verschiedenste Methoden des *Motion Capturings*, welche immer noch – nicht zuletzt durch zunehmende Rechnerkapazitäten und bessere Auflösungseigenschaften von Videoerfassungssystemen – schnelle Weiterentwicklung erfahren. [I6]



**Abb.1: Bewegungsablauf eines animierten virtuellen Skeletts**

## 2.3. Die Vorläufer von Motion Capturing

### 2.3.1. Rotoscoping

Das Verfahren, das der sogenannten *Rotoscoping*-Technik zugrunde liegt, ist relativ simpel. In seiner ursprünglichen Form dienten Fotos der Schlüsselbilder (*Keyframes*) einer Bewegung als Vorlagen für die handgezeichneten Einzelbilder (*Frames*).

Das *Rotoscoping*-Verfahren der 3D-Computeranimation basiert ebenfalls auf Bildern realer Objekte, in Form von Fotos oder Videos. Diese Einzelbilder werden in ein 3D-Computeranimations-Programm eingelesen. Anhand der Vorlagen erstellt man nun die dreidimensionalen Modelle. Um die Präzision solcher 3D-Modelle zu verbessern, sollten die Vorlagen aus mehreren Blickwinkeln aufgenommen werden. Vorlagen in Form von Videos haben den Vorteil, dass automatisch die zeitliche Abfolge der Bewegung mit abgespeichert wird. Derselbe Effekt kann auch bei Vorlagen in Form von Fotos erzielt werden, indem das Objekt in einem regelmäßigen zeitlichen Intervall fotografiert wird. [B2, S. 204]

### 2.3.2. Channel Animation

*Channel Animation* stellt schon eine weit präzisere Form der Bewegungserfassung dar. Bei dieser Technik werden keine einzelnen Schlüsselszenen mehr aufgenommen. Stattdessen wird eine Echtzeit-Animation durch Bedienung eines oder mehrerer Eingabegeräte (*Input Devices*) erstellt. Dazu benötigt man Verknüpfungen der Eingabegeräte zu den Bezugspunkten des zu animierenden Objektes. Diese Verknüpfungen werden *Channels* genannt. Die gesamte Information, die einen Channel definiert, wird normalerweise übersichtlich in einem Menü strukturiert und in einer eigenen Datei gespeichert. So können die voreingestellten Daten später für andere Animationen wiederverwendet werden.

Um sinnvolle Angaben für die Parameterkurve zu erhalten, müssen die erfassten Daten standardisiert (*scale*) und ausgeglichen werden (*offset*). Die so transformierten Werte werden nach Beendigung der Animation automatisch in der Parameter-Kurve gespeichert, was eine Nachbearbeitung wesentlich erleichtert. [B2, S. 205 ff.]

## 2.4. Motion Capturing

Die Techniken *Rotoscoping* und *Channel Animation* sind beides Methoden zur Erfassung von Bewegung (to capture motion). Der Terminus „*Motion Capturing*“ selbst beschreibt zumeist eine sehr spezielle und wirkungsvolle Erweiterung der *Channel Animation*.

Während in der simplen Form der *Channel Animation* ein einzelnes Eingabegerät Echtzeit-Daten übermittelt, gibt es bei der eigentlichen *Motion Capturing* Technik eine Vielzahl von Eingabegeräten, meist Sensoren genannt. All diese Sensoren kontrollieren gleichzeitig eine Unmenge von Parametern des Modells.

An den Gelenken (Ellenbogen, Knien, Fußknöcheln, Schulter, etc.) und anderen relevanten Punkten (Brust, Bauch, Kinn und Stirn) des Schauspielers werden die oben genannten Sensoren angebracht. Die Sensoren werden mit den entsprechenden Punkten des Computer-Skeletts verknüpft.

Jeder Sensor hat meist drei *degrees of freedom* (Freiheitsgrade). Unter *degrees of freedom* versteht man die größtmögliche Zahl von Channels, die ein Eingabegerät gleichzeitig liefern kann. (Eine Maus hat beispielsweise zwei *degrees of freedom*, d.h. sie liefert zwei Werte, einen X- und einen Y-Wert.) Für den Sensor bedeutet das, er kann drei verschiedene Werte liefern, jeweils einen für die X-, Y- und Z-Koordinate. Als Ergebnis bekommt man ein Koordinatentripel, einen fixen Punkt im dreidimensionalen Raum. Bei magnetischen Sensoren spricht man sogar von sechs *degrees of freedom*, da sie auch Werte für die Orientierung des Sensors im Raum liefern.

Bewegt sich der Schauspieler, liefern die Sensoren Daten für das Computer-Modell. In Echtzeit werden gleichzeitig Parameter-Kurven für die gesamte Animation aufgezeichnet. Betrachtet man einen solchen *Motion Capturing*-Prozess im Nachhinein, hat das animierte Computermodell genau dieselben Bewegungen wie der reale Schauspieler durchgeführt. [Abb.2.] Entspricht die Animation nicht den Wünschen des Regisseurs, wird die Szene – wie im realen Spielfilm – wiederholt und die Prozedur beginnt von vorne.

Natürlich ist dies hier nur eine vereinfachte Darstellung des *MoCap*-Prozesses. Für jeden einzelnen Sensor muss eine Vielzahl an Einstellungen vorgenommen werden, und die große Menge von Sensoren muss mit der gleichen Anzahl an Fixpunkten auf dem virtuellen Skelett verknüpft werden. Alle Werte müssen entsprechend nachkorrigiert werden (scale und offset). Die Parameter-Kurven werden von der redundanten Information (z.B. wenn keine Bewegung vorliegt) befreit, um eine übergroße Datenmenge zu vermeiden. Dazu kommen natürlich auch Störerscheinungen, im Datenfluss, wie Abweichungen oder Rauschen. Jede auch nur geringe Störung an einem der Sensoren kann die Qualität der erfassten Daten beeinträchtigen und ruckartige, zuckende Bewegungen des animierten Modells verursachen. Ausgereiftere Software-Pakete sind jedoch schon in der Lage viele dieser Fehler auszugleichen und zu eliminieren. [B2, S. 210 ff.]

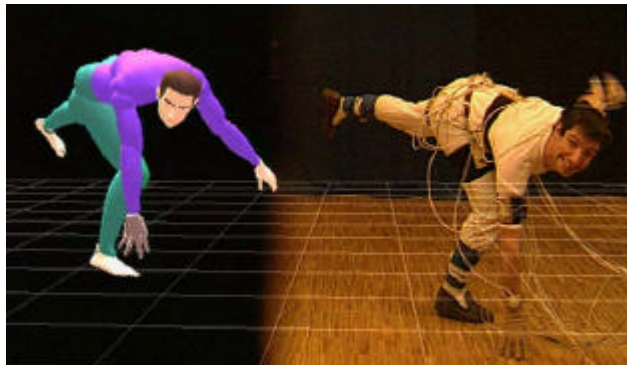


Abb.2: Vergleich virtuelle Person – reale Person

### 3. Verfahren

#### 3.1. Allgemeines zu den Verfahren

Alle Techniken benötigen ein bestimmtes Areal, in dem sich der Akteur zu bewegen hat. Dieses Gebiet wird von den Aufnahmegeräten, die nur eine begrenzte Reichweite haben und ein Netzwerk bilden, eingeschränkt [Abb.3.]. Dieser Aspekt stellt jedoch keine allzu wesentliche Beschränkung mehr dar, da bei den momentan gebräuchlichen Systemen die Fläche dieses Bereichs schon bis zu fünf oder sechs Metern im Quadrat beträgt.

Je mehr Sensoren verwendet werden, desto mehr Bewegung kann eingefangen werden, d.h. desto detaillierter wird die Aufnahme. Natürlich steigt mit der Zunahme des Datenstroms die benötigte Rechnerleistung der Computer und in Folge auch die Kosten für deren Anschaffung.

Die Anzahl der Sensoren bestimmt jedoch, welche Bewegungen animiert werden können. Stehen beispielsweise nur allgemeine Sensoren für den gesamten Körper zur Verfügung, aber keine speziellen für jeden einzelnen Finger, so kann nur die ungefähre Bewegung der Hand, nicht aber die der einzelnen Finger animiert werden. Stehen weder finanzielle

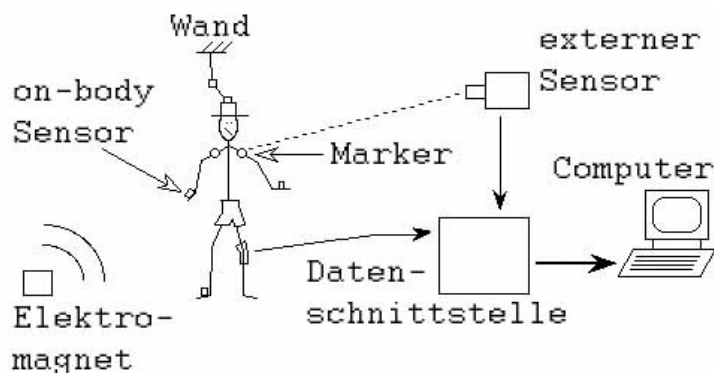


Abb.3: Prinzip des *Motion Capturing*-Verfahrens

Mittel noch die Möglichkeit, Sensoren an jedem Finger anzubringen zu Verfügung, kann *MoCap* auch mit anderen Techniken (z.B. *Inverse Kinematik*) kombiniert werden, um die Bewegungen der einzelnen Finger zu animieren.

Bei der Animation eines menschliches Gesichts können ähnliche Probleme auftreten. Ein einzelner Sensor am Kopf liefert nur Information über die Position des Kopfes, nicht aber über die einzelnen Gesichtszüge. In diesem Fall müssten viele, weitaus sensibler eingestellte Sensoren, über das ganze Gesicht verteilt werden (Lippen, etc.). [B2, S. 211 ff.]

Die Struktur des virtuellen Modells sollte in etwa der Struktur des realen Schauspielers entsprechen. Daten, die einmal bei einer *Motion Capture* Sitzung aufgenommen wurden, können auch dafür verwendet werden, verschiedene virtuelle Charaktere zu animieren [B4]. Die Daten müssen nur wieder entsprechend abgeändert werden (scale und offset), um den Proportionen des neuen Modells zu entsprechen.

Jede Art von *MoCap* Systemen produziert bei einer Aufnahme große Mengen an Daten. Im Gegensatz zu dem *Rotoscoping*-Prinzip, bei dem nur bestimmte Schlüsselstellen definiert und die Zwischenschritte errechnet werden (ein ökonomischer Prozess), produziert *MoCap* einen kontinuierlichen Datenfluss. Diese enormen Datenmengen können meist nur von sehr ausgereiften Systemen gehandhabt werden. Doch genau diese kontinuierliche Aufnahme von Daten ist der große Vorteil des *Motion Capturings*. [B2, S. 211 ff.]

### 3.2. Magnetisch (Magnetic)

Dies ist eine weit verbreitete Methode des *Motion Capture*. Mehrere Empfänger, welche an verschiedenen Körperstellen des Schauspielers angebracht werden, ermitteln ihre räumliche Lage bezüglich eines Senders. Zudem sind die Empfänger mit einer Schnittstelle verbunden, welche die Daten über die Position der Empfänger synchronisiert. Als Ergebnis, welches üblicherweise dazu verwendet wird um ein virtuelles Skelett zu animieren, erhält man die dreidimensionale Position der Empfänger. [Abb.4.]

Dieses Verfahren birgt den Vorteil, dass Empfänger nicht durch andere Körperteile verdeckt werden können, sodass keine Lücken im Datenfluss entstehen.

Der Nachteile ist jedoch, dass der Akteur durch die Kabelverbindungen in seiner Bewegungsfreiheit sehr eingeschränkt wird. Momentan ist die Anzahl der Empfänger noch relativ klein, was zu einer relativ niedrigen Erfassungsgenauigkeit führt. Auch können magnetische Störsignale auftreten, z.B. durch Eisengitter, in den das Aufnahmegebiet umgebenden Wänden. [I6]



Abb.4: Magnetisches Verfahren

### 3.3. Optisch (Optical)



Abb.5: Optisches Verfahren

Die optischen Systeme haben in den letzten Jahren stark an Popularität gewonnen, nicht zuletzt deshalb, weil diese kabel- und sensorfreie Methode dem Schauspieler die größte Bewegungsfreiheit zugesteht.

Zum Erfassen der Bewegungsabläufe werden hierbei reflektierende Markierungen am Schauspieler angebracht. Mindestens drei Videokameras, jede mit einer Lichtquelle ausgestattet, sind mit einem synchronisierten Aufnahmegerät verbunden. Die Aufnahmen werden durch ein Computerprogramm ausgewertet, wobei für jeden Markierungspunkt die entsprechende Position im

dreidimensionalen Raum berechnet wird. Diese Position dient nun zur Animation eines digitalen Skelettes. [Abb.5.]

Ein typischer Nachteil dieser Methode ist, dass oft Markierungspunkte durch den Schauspieler selbst verdeckt werden, was zu „Löchern“ in den Datenströmen führt. Eine Möglichkeit dieses Problem zu minimieren, ist der Einsatz von zusätzlichen Videokameras und/oder Markierungspunkten. Bei Verwendung zusätzlicher Kameras gewinnt die Berechnung der Raumpositionen der Marker jedoch schnell an Komplexität. Der Einsatz mehrerer Markierungen hingegen erhöht exponentiell den „Konfusionsfaktor“, d.h. die einzelnen Punkte sind immer schwerer von einander zu unterscheiden. Die Leistung optischer Systeme wird demnach noch durch die Auflösung der Kameras und die Rechenleistung der Hardware eingeschränkt. [I6]

### 3.4. Mechanisch (Prosthetic)

Diese frühe Methode für *Motion Capturing* basiert auf einer komplexen mechanischen Sensorik, welche am Körper des Schauspielers angebracht wird. Sie wird sowohl für einfache „ja/nein“-Verfahren (z.B. Ist der Fuß durchgestreckt? Ja/nein) als auch für umfangreichere Systeme (Beugungswinkel des Knies) verwendet. Die Sensoren sind untereinander mittels Rotations- und linearen Enkodern verbunden, welche die Bewegungswinkel untereinander registrieren. Die Enkoder selbst sind mit einer Schnittstelle verbunden, welche simultan alle Daten erfasst und zur Aufbereitung weiterleitet.

Wären da nicht die Performance-hemmenden Eigenschaften, welche solche mechanischen Methoden generell bergen, könnte man *Prosthetic* eine nahezu ideale Methode nennen. Ein großer Vorteil dieser Methode ist, dass die Bewegungen in Echtzeit – also in jenem Moment, in dem sie durchgeführt werden – ermittelt werden. Da es beispielsweise keine Marker gibt, welche durch einen ungünstigen Blickwinkel verdeckt werden könnten, wird die Bewegung lückenlos aufgezeichnet.

### 3.5. Akustisch (Acoustic)

Bei der akustischen Methode fangen drei Audioempfänger die akustischen Signale der Sender, die am Körper eines Schauspielers angebracht sind, ein. Die Sender werden so eingestellt, dass sie in regelmäßig aufeinanderfolgenden Abständen ein „klick“, also ein akustisches Signal, aussenden. Nun wird die Zeit ermittelt, welche zwischen Senden und Empfangen verstreicht. Mittels der damit berechneten Distanz des Senders zu allen drei Empfängern, wird jener Punkt im Raum bestimmt, wo sich der Sender gerade befindet.

Der gravierende Nachteil dieser Methode ist die sequenzielle Erfassung der Senderpositionen, da in den meisten Fällen eine Momentanaufnahme der Bewegung ermittelt werden soll und nicht einzelne zeitversetzte Referenzpunkte. Außerdem ist auch bei dieser Methode eine Behinderung des Schauspielers durch Kabel und Sender gegeben. Ein weiterer Nachteil ist die momentan noch sehr beschränkte Anzahl von Sendern, wodurch die Erfassungsgenauigkeit relativ niedrig ist. Wie bei der optischen Methode Störungen durch Verdecken von Markierungen entstehen können, kann auch die Übertragung von Schall durch Körperteile oder Gegenstände gestört werden. Manchmal können akustische Störungen, u.a. durch Reflektionen der „klick“-Signale, auftreten. [I6]



## 4. Anwendungsgebiete

*Motion Capturing* ist eine Technik, die in den verschiedensten Bereichen ihre Anwendung findet. Die naheliegendsten Bereiche, mit denen man *Motion Capturing* wahrscheinlich in Verbindung bringt, sind Computerspiele, Virtual Reality, Film und Fernsehen. Das Spektrum umfasst aber auch Sport, Medizin (z.B. Analysen für Rehabilitationsprozesse) und Wissenschaftliche Forschung (z.B. Wahrnehmungsforschung). Manche Anwendungen sind auch so vielseitig einsetzbar, dass die Grenzen ihres Einsatzes zum Teil verschwimmen (Medizin und Sport, Film und Computerspiele). Der Fantasie sind im Grunde keine Grenzen gesetzt und dementsprechend wird sich die Palette der Anwendungsbereiche in Zukunft sicherlich erweitern. Anfang der neunziger Jahre des 20. Jahrhunderts war es beispielsweise noch reine Zukunftsmusik, computergenerierte Schauspieler zu entwickeln, die Menschen zum Verwechseln ähnlich sehen [B4]. Der Film „Final Fantasy“ zeigt jedoch, dass auch das keine unüberwindliche Hürde darstellte.

Im weiteren werden nur einige wichtige Einsatzgebiete exemplarisch vorgestellt:

### Computerspiele

Der Markt für Computerspiele stellt sicher einen der größten Abnehmer für *Motion Capturing* dar. [Abb.6.] Die Spiele mit den beeindruckendsten und realistischsten Effekten sind am ehesten prädestiniert dafür, zum absoluten Bestseller zu werden.

Im Allgemeinen gibt es zwei Arten von 3D-Charakter-Animationen in Computerspielen: *Real-Time Playback* (Echtzeit-Wiedergabe) und *Cinematics* (filmisches *MoCap*). Mit *Real-Time* kann der Spieler vorgefertigte Bewegungen aufrufen und so die animierte Figur nach seinen Wünschen weiterbewegen. Unter *Cinematics* versteht man fertige Kurzfilme, die man als Intros und diverse Zwischenszenen einspielen kann. [I4]



Abb.6: L. Matthäus als Vorlage für einen virtuellen Fußballspieler

### Filmproduktion



Abb.7: Szene aus „Titanic“

*Motion Capturing* gewinnt zunehmend an Bedeutung in der Filmproduktion [Abb.7.]. Viele Situationen konnten früher in Filmen nicht verwirklicht werden, weil sie zu gefährlich oder zu umständlich zu lösen gewesen wären. Beispielsweise fielen in der Szene aus „Titanic“, in welcher das Schiff auseinander bricht und sinkt, ausschließlich virtuelle Charaktere ins Meer. Solche und ähnliche Szenen wären mit realen Schauspielern und Kameras kaum bis unmöglich

zu verwirklichen gewesen. Komparsen und manchmal sogar Hauptdarsteller werden nun einfach durch virtuelle Darsteller ersetzt. Natürlich könnte man diese Charaktere auch ohne *Motion Capturing* animieren, das Ergebnis wäre aber nie so realitätsgetreu.

### Internet

In den Weiten des World Wide Web stellt *Motion Capturing* eine Möglichkeit dar, einen Besucher persönlich anzusprechen, z.B. durch die Begrüßung eines virtuellen Gastgebers einer Homepage [I5]. Eine große Zahl typischer und individueller Gesichtsausdrücke, die man mit bestimmten Lauten identifiziert, werden in einer Datenbank gespeichert. Für die Animation eines virtuellen Sprechers müssen die einzelnen Gesichtsausdrücke, die mit einem bestimmten Laut assoziiert werden, nur noch zusammengefügt werden. [B2, S. 212 ff.]

## Virtual Reality

Für Virtual Reality ist *Motion Capturing* nahezu unentbehrlich, da es die Person viel tiefer in die Illusion eintauchen lässt, als es bei Verwendung von Joystick oder ähnlichem möglich wäre. Durch *Motion Capturing* kann sich ein virtueller Charakter in einer realen Umgebung bewegen, ebenso ein realer Charakter in einer virtuellen Umgebung. Natürlich ist es auch möglich einen virtuellen Charakter in einem virtuellen Umfeld agieren zu lassen.

## Medizin und Forschung

- **Analyse von Bewegungsabläufen:** *MoCap* kann dafür verwendet werden, das Ausmaß einer körperlichen Behinderung eines Menschen zu „messen“, den Fortschritt des Patienten im Rehabilitationsprozess zu ermitteln, Rehabilitationsgymnastik zu unterstützen oder Übungen individuell anzupassen. Auch in der Erforschung von Haltungs- und Bewegungsschäden findet diese Technik ihre Anwendung. [I5, B3]
- **Produktdesign:** Entwicklung von Sportgeräten, Prothesen und ähnlichem unter Berücksichtigung der bewegungsbedingten Ansprüche von Material und menschlichem Körper. [Abb.8.]
- **„Verfeinerung“ von Bewegungen:** Bei Eingriffen, welche eine präzise Feinmotorik voraussetzen, können mittels *Motion Capture* die Bewegungen des Arztes untersetzt werden. So kann beispielsweise eine Schnittbewegung der Hand des Arztes von einem Zentimeter in eine Bewegung von wenigen Millimetern umgesetzt werden.
- **Ferngesteuerte Operationen:** In Zukunft wird es vielleicht nicht mehr zwingend notwendig sein, dass sich Patient und Arzt in ein und demselben Raum befinden (z.B. ein Spezialist aus Frankreich operiert einen Patienten in Österreich).



**Abb.8: Medizin:  
Prothesendesign**

## Roboter-Fernsteuerung

Im Umgang mit gefährlichen Stoffen wie z.B. starken Strahlungsquellen, werden Roboterarme, durch die Bewegung der Arme eines Menschen, ferngesteuert. Diese Technik kommt teilweise auch bei der Bewegung von schweren Gegenständen zum Einsatz. Aber auch das andere Extrem – mikroskopische mechanische Manipulationen – können mittels *MoCap* durchgeführt werden (vgl. Medizin). [I1]

## 5. Zukunftsaussichten

*Motion Capturing* hat neben dem Medienbereich (Computerspiele, Film, Fernsehen, Internet, Virtual Reality), der selbst eine stetige Weiterentwicklung erfährt, noch viele weitere Anwendungsgebiete in Medizin, Forschung, Fernsteuerungs-Technik, Sport, uvm. In all diesen Bereichen stellt Motion Capturing eine starke, wenn auch oft enorm kostenintensive, Unterstützung dar. Vor allem im Bereich der benötigten Hardware (Sensoren, Sender, Kameras, Computer, etc.), welcher aufgrund der großen Datenmengen einiges abverlangt wird, werden die einzelnen Komponenten in Bezug auf Leistungsfähigkeit sicher noch verbessert werden (müssen), um immer ansprechendere und zeitsparendere Ergebnisse erzielen zu können.

Alle vorgestellten Verfahren des *Motion Capturings* haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Ein noch effizienteres System als die bisher entwickelten, müsste vielleicht eine Zusammensetzung von Systemen sein, welche die Probleme der Behinderung durch Kabel einerseits sowie das Verdecken von Markierungen andererseits lösen könnte [B5]. Das beste System wäre vermutlich eines, das die Vorteile der bisher gängigen Systeme vereint und die Nachteile so gut als möglich reduziert.

## 6. Literaturverzeichnis

### Bücher/Fachzeitschriften

- [B1] Linke, Marcus; Winkler, Peter, *Das M&T-COMPUTER-LEXIKON 2000*. München: Wilhelm Heyne Verlag, 1999
- [B2] O'Rourke, Michael, *Principles of Three-Dimensional Computer Animation: Modeling, Rendering, and Animation with 3D Computer Graphics*. New York: W. W. Norton & Company, 1998
- [B3] Moltenbrey, Karen, „Balancing Act“, *Computer Graphics World*, Vol. 23, Nr. 10 (2000), S. 27-30
- [B4] Elson, Matt, „Introduction“, *Character Motion Systems*, Course 01, Siggraph (1993), S. 5-7
- [B5] Walters, Graham, „Section 3, The Technical Challenge“, *Character Motion Systems*, Course 01, Siggraph (1993), S. 48-51

### Internet

- [I1] *Applications*, Online in Internet: URL:  
<http://www.motionanalysis.com/applications/applications.html> [Stand 23.5.2002]
- [I2] *GLOSSAR.de / ARCHmatic-Glossar und -Lexikon*, Online in Internet: URL:  
[http://www.glossar.de/glossar/1frame.htm?http%3A//www.glossar.de/glossar/z\\_rendering.htm](http://www.glossar.de/glossar/1frame.htm?http%3A//www.glossar.de/glossar/z_rendering.htm) [Stand 23.5.2002]
- [I3] *INTEREST VERLAG – Echtzeitanimation*, Online in Internet: URL:  
<http://www.interest.de/online/tkglossar/Echtzeitanimation.html> [Stand 23.5.2002]
- [I4] *Motion Capture - Who uses it?*, Online in Internet: URL:  
<http://www.metamotion.com/motion-capture-who-1.htm> [Stand 23.5.2002]
- [I5] *Motion Capture - Who uses it? pg. 2*, Online in Internet: URL:  
<http://www.metamotion.com/motion-capture-who-2.htm> [Stand 23.5.2002]
- [I6] *Motion Capture: Acclaim's Optical system*, Online in Internet: URL:  
[http://www.css.tayloru.edu/instrmat/graphics/hypgraph/animation/motion\\_capture/motion\\_optical.htm](http://www.css.tayloru.edu/instrmat/graphics/hypgraph/animation/motion_capture/motion_optical.htm) [Stand 23.5.2002]

## 7. Abbildungsverzeichnis

Abb.1: *Bewegungsablauf eines animierten virtuellen Skeletts:*

[http://www.credo-interactive.com/solutions/images/bones\\_mesh.jpg](http://www.credo-interactive.com/solutions/images/bones_mesh.jpg)

Abb.2: *Vergleich virtuelle Person – reale Person:*

<http://ligwww.epfl.ch/~molet/pampers/EGCAS96/secondbig.jpeg>

Abb.3: *Prinzip des Motion Capturing-Verfahrens:*

<http://www.cs.sfu.ca/~amulder/personal/vmi/HMTT.pub1.gif>

Abb.4: *Magnetisches Verfahren:*

<http://ligwww.epfl.ch/~molet/pampers/EGCAS96/firstbig.jpeg>

Abb.5: *Optisches Verfahren:* [http://www.pyros.com/assets/images/stormglow\\_t.jpg](http://www.pyros.com/assets/images/stormglow_t.jpg)

Abb.6: *L. Matthäus als Vorlage für einen virtuellen Fußballspieler:*

[http://www.rp-online.de/news/multimedia/games/news/2000-0613/easports\\_loddar\\_2.jpg](http://www.rp-online.de/news/multimedia/games/news/2000-0613/easports_loddar_2.jpg)

Abb.7: *Szene aus „Titanic“:* [http://www.titanicmovie.com/present/st\\_sm/t\\_9957.jpg](http://www.titanicmovie.com/present/st_sm/t_9957.jpg)

Abb.8: *Anwendung bei der Entwicklung einer Prothese:*

[http://www.vicon.com/main/images/misc/sci\\_rehab2.jpg](http://www.vicon.com/main/images/misc/sci_rehab2.jpg)