

Trackersysteme (Non Vision)

Hauptseminar "Virtual and Augmented Reality"

24.5.2004

Definition und Zweck von Tracking

Def.:

Ein Trackingsystem ist ein System, das einem Benutzer (bzw. einem steuerndem Computer) über eine Schnittstelle die Position und/oder die Orientierung eines definierten Objekts liefert.

Bei den meisten VR/AR-Anwendungen wird die Position und/oder Orientierung des Kopfes bzw. der Hand getrackt.

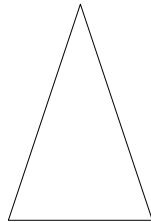
Zweck:

- ⇒ Korrekte Sicht (Perspektive) in der VR-Anwendung
- ⇒ korrekte Interaktion mit der VR-Anwendung

Möglichkeiten der Klassifizierung von Tracking-Systemen(1)

Anhand von Entfernung:

near range



far range

Hand/Eye

Head/Face

Body

Position im Raum/Feld

Möglichkeiten der Klassifizierung von Tracking-Systemen(2)

Anhand der Funktionsweise:

1) Inside-In

Sowohl Sensoren, als auch Quellen sind am Körper angebracht. Die Systeme sind meist mechanisch wegen ihrer geringen Größe zum Tracken von kleinen Körperteilen (z.B. Finger) geeignet.

2) Inside-Out

— Inside-Out Systeme bestehen aus am Menschen befestigten Sensoren, die von externen Quellen gesendete Signale oder generierte Felder messen.

3) Outside-In

— Umkehrung von Inside-Out, Sender befinden sich am Körper, Empfänger außerhalb befestigt. Bsp.: Optisches Tracking mit Markern

Möglichkeiten der Klassifizierung von Tracking-Systemen(3)

- Echtzeit/Nicht-Echtzeit
- indoor/outdoor
- und viele mehr.... ;-)

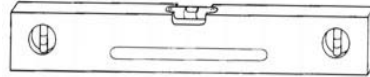
Übersicht über die verschiedenen Tracking-Systeme

Trackingsysteme

- Klassisch
- Akustisch
- Elektromechanisch
- Elektromagnetisch
- Inertial
- Funkwellenbasiert
(hybrid und optisch)

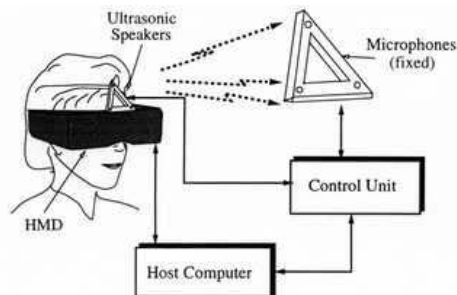
Klassisches Tracking

- Magnetkompass:
Zeigt von den 6 DOFs nur den Gierwinkel an.
- Senkblei/Wasserwaage:
zeigt den Neigungswinkel (Rollwinkel) an.
- Barometer:
Ermöglicht per Luftdruckmessung eine Höhenbestimmung.



Akustisches Tracking (1)

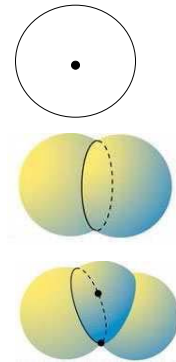
- Basiert auf Ultraschall $f > 20000$ Hz
- Setup für 3-DOF:
 - 3 Mikrophone
 - + 1 Lautsprecher
- Setup für 6 DOF:
 - 3 Mikros
 - + 3 Lautsprecher.



Akustisches Tracking (2)

Warum genau das Verhältnis 3:1 bei 3-DOF?

- bei einem Sender-Empfänger-Paar entsteht eine Sphäre, auf deren Oberfläche sich das getrackte Objekt befindet.
- bei zwei Paaren befindet sich das Objekt auf der Schnittfläche zweier Sphären
- bei drei Paaren (1 Sender + 3 Empfänger) Wird die Position auf 2 mögliche Punkte reduziert, wobei einer meist ausgeschlossen werden kann. \Rightarrow 3D-Position



Akustisches Tracking (3)

Schallgeschwindigkeit:

$$speed = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

Techniken:

1) **Time Of Flight**

$$d[m] = v[m/s] * t[s]$$

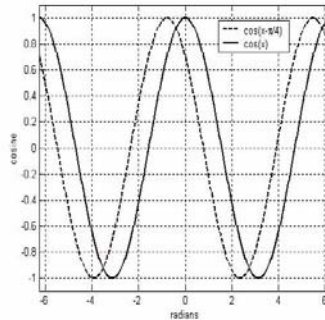
2) **Phase Coherence**

Entfernung wird anhand von
Phasenverschiebung bestimmt.

Akustisches Tracking (Rechenbsp. Phase Coherence)

Rechenbeispiel:

$$\begin{aligned}\delta[\text{m}] &= \frac{c[\text{m/s}]}{f[\text{Hz}]} \cdot \frac{\phi_{\text{delay}}[\text{radians}]}{2\pi[\text{radians}]} \\ &= \frac{331[\text{m/s}]}{40[\text{kHz}]} \cdot \frac{1}{8} \\ &= 1.034[\text{mm}].\end{aligned}$$



Akustisches Tracking (4)

Vorteile:

- Preisgünstig
- Keine mechanischen Verbindungen

Nachteile:

- Geringe Genauigkeit
- Geringe Abtastrate
- Temperatursensibel
- Line-of-Sight-Bedingung

Verwendung:

Unterhaltungsindustrie, Caves



Elektromechanisches Tracking (1)

- Verwendung eines Exoskellets
- Nur Winkelmessungen möglich.
(keine Positionsmessung)
Messungen per Potentiometer
oder anderen Geräten
- Interpretation der Bewegungen als
Änderung des Winkels zwischen
den Gelenken der Person.
- Möglichkeit des Force-Feedbacks.



Elektromechanisches Tracking (2)

Vorteile:

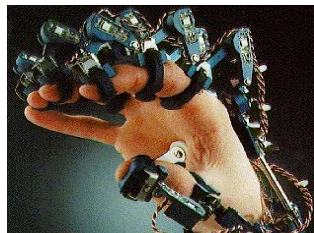
- schnell (Geringe Latenzzeit)
- sehr genau

Nachteile:

- unkomfortable Handhabung
- Eingeschränkter Bewegungsraum

Verwendung:

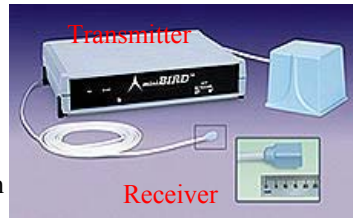
Medizin, 3D-Digitizing



Elektromagnetisches Tracking (1)

Transmitter:

- Erzeugt 3 orthogonale Magnetfelder
- Short Range Version: < 1m
- Long Range Version: < 3m



Receiver(s)

- 3 rechtwinklige angeordnete Antennen
- Frequenz, Phase und Amplitude der induzierten Ströme verändern sich als Funktion der Position und Orientierung.

Elektromagnetisches Tracking (2)

Ansätze:

1) Verfahren mit Wechselstromfeldern

Durch das Wechselstromfeld werden in metallischen Gegenständen Wechselströme erzeugt, welche mit ihren Magnetfeldern die Messung beeinflussen.

2) Verfahren mit Gleichstromfeldern

Magnetische Wirbelströme von metallischen Gegenständen sind nicht von Bedeutung, da nur das statische Magnetfeld gemessen wird.

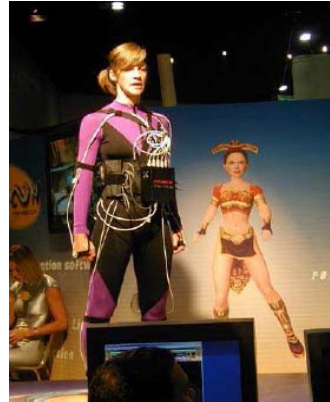
Elektromagnetisches Tracking (3)

Vorteile:

- kostengünstig
- Sensoren klein und leicht
- Bewegungsmessungen mehrerer Personen möglich

Nachteile:

- keine Messung sehr schneller Bewegung
- „Kabelsalat“, Metall verfälscht Ergebnis
- Meßbereich nur im erzeugten Magnetfeld des Emitters.



Inertiale Trackingsysteme(1)

- Inertiale Tracking-Systeme nutzen die Massen-Trägheit, um die Bewegungen einer Person zu messen.
- Verwendung von Beschleunigungsmessern, um die Geschwindigkeit zu messen, mit der ein Körperteil bewegt wird.
- Einsetzen Gyroskopen um Informationen über die Richtung der Bewegung zu erhalten.



Prinzip:

Achse des Kreisels ist in Nord-Südrichtung und verharrt in dieser Position -> Erddrehung

Änderung der Objektorientierung bewirkt Änderung der Ausrichtung
=> meßbar

Inertiale Trackingsysteme(2)

Vorteile:

- Es werden keine zusätzlichen Geräte, wie z.B. Sender oder Kameras benötigt.
- Die Messungen werden nicht durch äußere Einflüsse, wie z.B. Magnetfelder Metalle oder schlechte Lichtverhältnisse beeinflusst.
- Die verwendeten Meßgeräte sind sehr klein und behindern daher die Person nicht.

Nachteile:

- Die Systeme müssen von Zeit zu Zeit rekali­briert werden, da sich durch diese Meßmethode Meßfehler aufsum­mieren.(Drift)
- Die verwendete Technologie ist noch nicht ausgereift.

Anwendungen:

VR-Anwendung mit großer räumlicher Ausdehnung

Radiowellenbasiertes Tracking (1) Bsp GPS

GPS (Global Positioning System) wurde von den amerikanischen Verteidigungsministerium ins Leben gerufen.

Das System basiert auf 24 Satelliten, von diesen jeder Punkt der Erde, zu jedem Zeitpunkt von mind. 4 Satelliten erfasst wird.

Drei Satelliten dienen der Positionsbestimmung. Mit Hilfe des vierten wird eine Synchronisation mit dem Empfänger bewerkstelligt, welche notwendig ist um genaue Positionsberechnungen durchführen zu können.



Radiowellenbasiertes Tracking (2)

Bsp GPS

Facts&Knowledge

- Jeder Satellit ist mit einer hochgenauen Atomuhr ausgestattet
- Genauigkeit der Uhren ist essentiell!
Zeitversatz von 1 ms würde zu einem Messfehler von 300 km führen
(Einsatz des vierten Satelliten zum Ausgleich des Bias beim Empfänger)
- Zwei Dienste werden angeboten:
Standard-Positioning Service (SPS) [Genauigkeit 100m]
Precise-Positioning Service (PPS) (*nur für U.S. Militär*)
[Genauigkeit ~10m oder besser]

Firmen, Projekte, Kurioses(1)

Firmen:

<http://www.isense.com>

<http://www.ascension-tech.com>

<http://www.polhemus.com>

<http://www.zebris.de>

<http://www.bluetrack.com>

<http://www.measurand.com>

<http://www.metamotion.com>

.....

Firmen, Projekte, Kurioses(1)

Projekte:

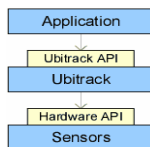
<http://www.studierstube.org/>

OpenTracker

An Open Architecture for Reconfigurable Tracking based on XML

<http://www.bruegge.in.tum.de/DWARF/ProjectUbitrack>

Ubiquitous Tracking



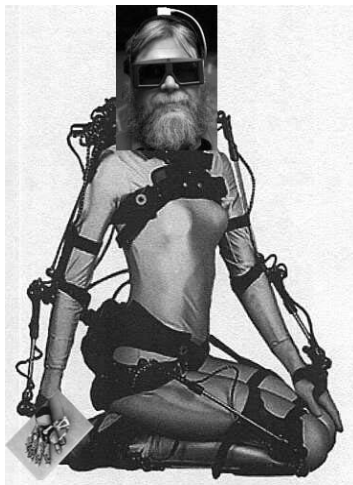
Eigene API, welche die Kombination von verschiedensten Sensorsystemen ermöglicht

Tracker Systeme

Jürgen Pattis

23

Firmen, Projekte, Kurioses(2)



Tracker Systeme

Jürgen Pattis



24

Quellen

- 1) siehe Firmenliste...
 - 2) siehe „Projektiliste“
 - 2) http://www.cs.unc.edu/~tracker/media/pdf/SIGGRAPH2001_CoursePack_11.pdf
 - 3) <http://www.cs.sfu.ca/~amulder/personal/vmi/HMTT.pub.html>
 - 5) www.cg.tuwien.ac.at/~cu/tangibleAR/thesis.pdf
- + „Googlen“