



Ortsbewusste Nutzungsschnittstellen

Location-Aware HCI

Urs Breu

Betreuer: Robert Adelman

Fachseminar „Verteilte Systeme“ SS06



Übersicht

1. Motivation
2. Technologien
3. Beispielanwendungen
4. Schlussbemerkungen

Motivation

- Was ist location-aware HCI?
- Ortsspezifische Interaktion zwischen Mensch und Maschine
- Ort und Art der Interaktion entfernen sich vom PC in den realen Raum
- Fragen:
 - Mit welchem Gerät will ein Benutzer interagieren?
 - Wie will er interagieren? Gestik, Sprache,...
- Lokalisierung und Orientierung spielen eine grosse Rolle in HCI

Motivation

- Mark Weiser: „[ubiquitous computing is] invisible, everywhere computing that does not live on a personal device of any sort, but is in the woodwork everywhere.“ [1]
- Frage:
Wie interagiert man mit einer Vielzahl von Geräten?
- Benötigt genaue Lokalisierung von Personen & Objekten

Anforderungen an die Lokalisierung

- Genauigkeit: in [cm] nicht in [m]!
 - Nicht: „In welchem Raum ist eine Person?“
 - Sondern: „Mit welchem Gerät im Raum will die Person interagieren?“
- Schnelle Antwortzeiten (realtime access)
- Flexibilität – überall einsetzbar
- Skalierbarkeit
 - jeden Raum „überwachen“
 - jede Person „verfolgen“



Übersicht: Lokalisierungstechnologien

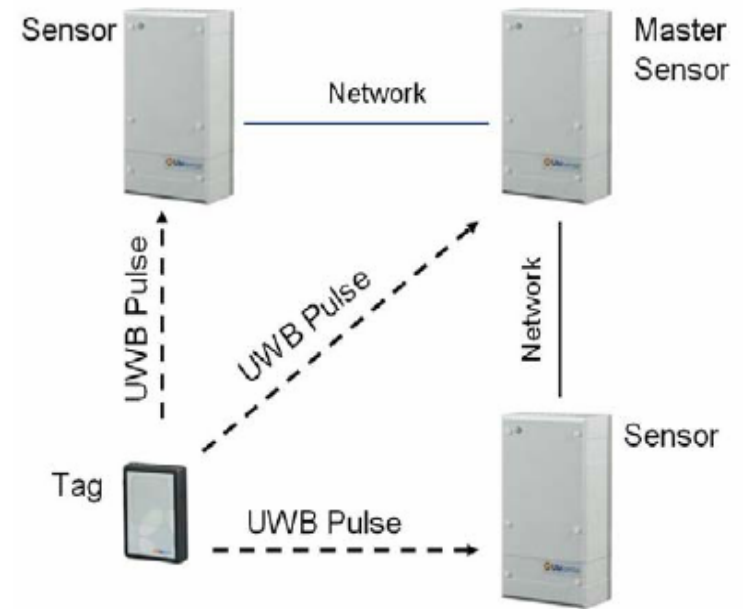
- Bereits im Seminar vorgestellt
 - Lokalisierung in Sensornetzen
 - Schall, Funk
 - RADAR (W-LAN), Bluetooth
 - GSM, GPS
- Weitere Technologien
 - Ubisense (UWB)
 - Barcodes, optische Marker
 - Optische Positionsbestimmung: Laser, Kameras

Lokalisierung für HCI

- Gegebene Anforderungen
 - Schnelle Antwortzeiten
 - Ortsauflösung im cm-Bereich
- Oft eingesetzte Technologien
 - Ultraschall
 - optische Positionsbestimmung
 - Ubisense

Ubisense

- Lokalisierung von Tags mittels UWB-Impulsen, 3.1-10.6 GHz
Reichweite ~50m
- Ubi-Tags
 - an Personen / Objekten befestigt
 - sendet, wenn aktiv
 - Identität über Funk
 - UWB-Pulssequenz
- Ubi-Sensoren: in Zellen gruppiert
- Master
 - koordiniert TDMA über Funk
 - berechnet mittels TDoA & AoA die Position



Quelle: [1]

Ubisense

■ Pro

- Keine Sichtverbindung nötig
- Hohe Ortsauflösung, Genauigkeit ~15-30 cm
- Kurze Impulse: kaum Mehrweg-Verzerrungen

■ Kontra

- Aufwändige Kalibrierung der Ubi-Sensoren
 - Position im Raum
 - Distanzen untereinander



Übersicht - Beispielanwendungen

- Bat Teleporting (Ultraschall-Lokalisierung)
- XWand (optische Positionsbestimmung)
- iCam (Ubisense)

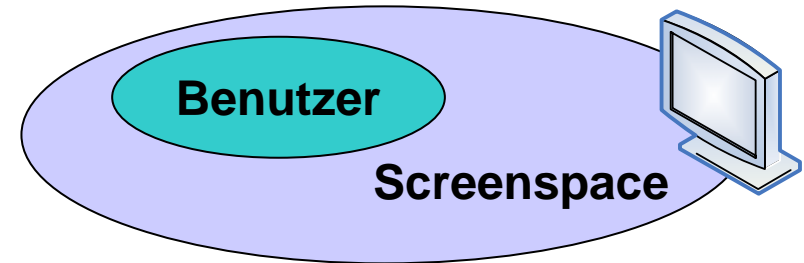
Bat Teleporting

- Sensor-gesteuerte Follow-Me Anwendung für Desktops
- User Interfaces „folgen“ dem mobilen Benutzer
- Ultraschall-Lokalisierung (Bat System)
 - Benutzer tragen Tags mit einem Identifier
 - Ultraschallempfänger sind an den Raumdecken platziert
 - Basisstation sendet über Funk Lokalisierungsaufforderung
 - Tag sendet Ultraschall-Puls zurück
 - Laufzeit des Pulse wird mittels Schallgeschwindigkeit in Bat-Receiver-Distanz umgerechnet (Methode: Trilateration)



Quelle: [2]

Bat Teleporting



■ Funktionsweise

- Umleiten der X-Window Umgebung an nächstgelegene Arbeitsstation
- Screenspaces in Spatial DB ablegt
- System übersetzt absolute in relative Position

■ Pro

- Genauigkeit ~10cm

■ Kontra

- benötigt Sichtverbindung
- Mehrweg-Effekte
- Temperaturabhängig

XWand

- Universelles User Interface
- Auswahl & Interaktion mit Objekten
- Positionierung
 - Blinkende IR LED: „Marker“, wird von Stereokameras lokalisiert
- Orientierung
 - Beschleunigungssensor (Pitch, Roll)
 - Magnetometer (Yaw)
- Kommunikation über Funk mit einer Basisstation zur Datenübermittlung



Quelle: [3]

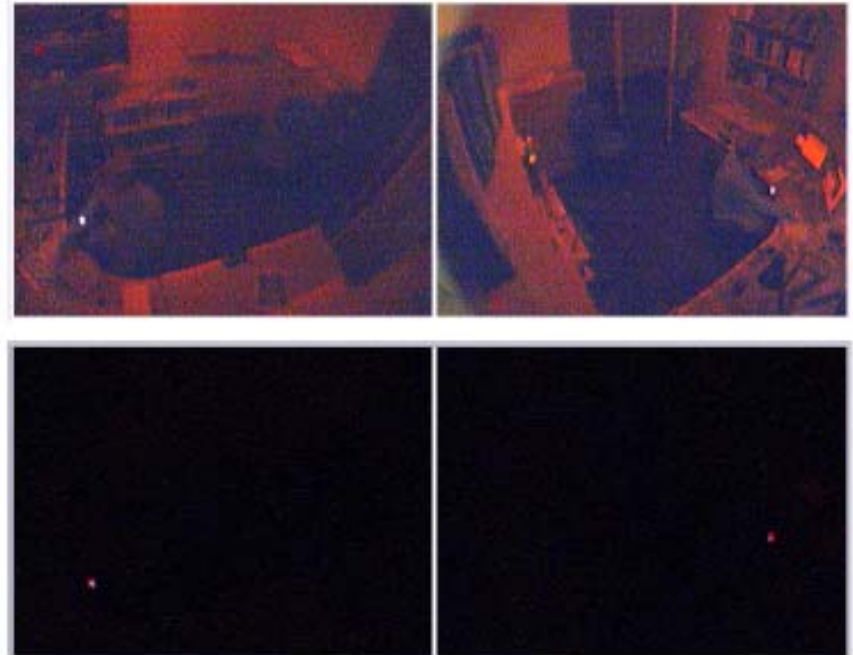
XWand

■ Positionsbestimmung

□ Herausfiltern des Hintergrunds

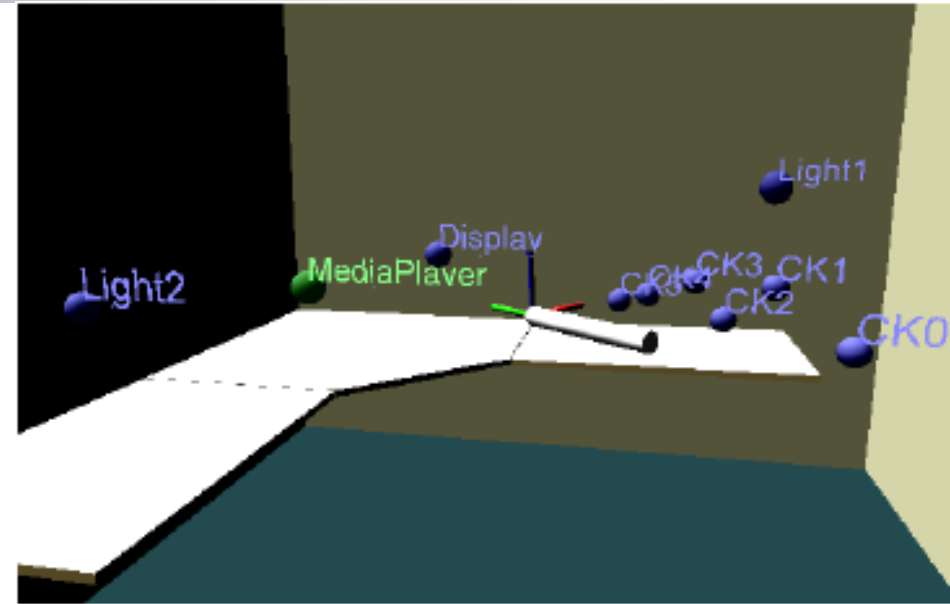
- Zwei 2-d Beobachtungen
- LED und Kameras:
unterschiedlich getaktet
- Subtraktion aufeinanderfolgender Bilder liefert nur IR LED zurück

□ Triangulation liefert 3-d Position des XWand



Quelle: [3]

XWand



- Bekannt: Position & Orientierung des XWand
- Frage: Worauf zeigt ein Benutzer?
- Benötigt: Definition der Zielobjekte & ein Ortsmodell

- Trainingsmodus um Zielobjekte erstmalig zu erfassen
→ erstellt ein geometrisches Modell
- Positionserfassung der Zielobjekte
 - Von verschiedenen Positionen aufs Zielobjekt zeigen
 - XWand direkt über das Zielobjekt halten
 - Interne Repräsentation der Zielobjekte als 3-d Gaussian Blobs

XWand

■ Pro

- Intuitive Bedienung

■ Kontra

Stereokameras

- Min. zwei fest installierte Kameras im Raum
- Min. zwei benötigen stets Sichtverbindung zum XWand
- Aufwändige Kalibrierung

- Jedes Zielobjekt muss zuerst in das Ortsmodell eingefügt werden

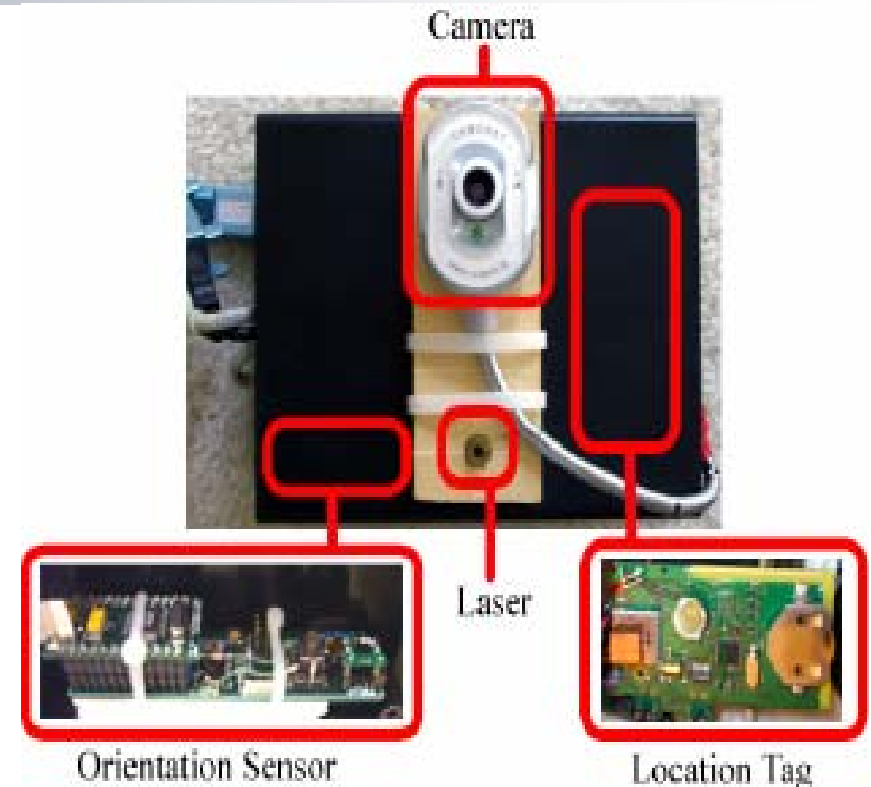
XWand / WorldCursor

- Gesucht: Ersatz für Stereo-Vision-Positionierung
- WorldCursor System
 - Benutzt XWand, benötigt jedoch keine Stereokameras!
 - Aber: Fest installierter Laserpointer an Raumdecke
- Laserpointer folgt den Bewegungen des XWand
- Projektion eines Cursors in den Raum
- Benutzer bewegt nun den Cursor auf gewünschtes Zielobjekt
- Trainingsmodus: Nicht Position des Zielobjekts, sondern Pitch & Yaw des Laserpointers werden gespeichert
 - Lediglich eine Messung wird benötigt

iCam



- Interaction-at-a-distance
- Integriert in einem Handheldgerät
- Orientierung
 - Kompass
 - Beschleunigungssensor
- Positionierung mittels Ubisense
- Distanzmessung
 - Kamera
 - Laserpointer



Quelle: [4]

iCam

- Augmented Reality:
Ergänzung der realen Welt
- Problem:
Gegenseitige Ausrichtung von realen und virtuellen Objekten
- Positionsbestimmung & Orientierung der Zielobjekte und des Benutzers
- Ansätze
 - Marker-basiert (siehe Bild)
 - Marker-los (iCam)



Quelle: [5]

iCam



Quelle: [4]

■ Interaktionsmöglichkeiten

- Defining: ~ „Nachzeichnen mittels Stift“
Erfassen der Umgebung mittels integriertem Laserpointer →
geometrisches Raummodell
- Beaming:
Anheften von Inhalten an Objekte
- Seeking: ~ Videokamera
Scannen der Umgebung und Anzeige vorher abgelegter
Information zu Objekten

iCam

- 3-d Positionierung: UbiSense
 - 7cm Genauigkeit erreicht durch strategische Platzierung der Ubi-Sensoren
- 3-d Orientierung: 3-Achsen-Kompass & Beschleunigungssensor
- Objekt-Distanzmessung: Kamera „trackt“ Laserpunkt
 - Je näher der Laserpunkt am Bildzentrum ist, desto weiter entfernt ist das Objekt
 - Genauigkeit (bis zu 5m) entferntes Objekt: 10cm

iCam

- Besonderheit: Liefert „duale“ Lokalisierung
 - Handheld
 - Zielobjekt
- Probleme
 - Kalibrierung der Ubi-Sensoren
 - Aufwändige Definition der Umgebung

Schlussbemerkungen

- HCI braucht oft eine sehr genaue Lokalisierung
- Zusätzlich: Orientierung für verschiedene Interaktionsmöglichkeiten
- Ideale HCI Lokalisierungstechnologie gibt es noch nicht
- Probleme
 - Aufwändige Infrastruktur
 - Räumliche Begrenzung

Referenzen - Literatur

- [1] Weiser, M.: **Ubiquitous Computing**
<http://www.ubio.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>
- Steggles, P., Geschwind, S.: **The Ubisense Smart Space Platform**
- Harter, A. et al.: **The Anatomy of a Context-Aware Application**
- Wilson, A., Shafer, S.: **XWand: UI for Intelligent Spaces**
- Shwetak, N. et al.: **iCam: Precise at-a-distance Interaction in the Physical Environment**
- Wilson, A., Pham, H.: **Pointing in Intelligent Environments with the WorldCursor**
- Wilson, A.: **Pointing in Intelligent Environments with a Tele-Operated Laser Pointer**

Referenzen - Bilder

- [1] Steggles, P., Geschwind, S.: **The Ubisense Smart Space Platform**
- [2] Harter, A. et al.: **The Anatomy of a Context-Aware Application**
- [3] Wilson, A., Shafer, S.: **XWand: UI for Intelligent Spaces**
- [4] Shwetak, N. et al.: **iCam: Precise at-a-distance Interaction in the Physical Environment**
- [5] Foxlin, E., Naimark, L.: **VIS-Tracker: A Wearable Vision-Inertial Self-Tracker**

XWand / Worldcursor Videos:

<http://research.microsoft.com/~awilson/>