

Ubiquitous Computing

(Ubiquitäre Informationstechnologien)

Vorlesung im WS 01/02



Prof. Lars Wolf

Michael Beigl

Universität Karlsruhe

Institut für Telematik

Telecooperation Office

www.teco.uni-karlsruhe.de

Aufbau der Vorlesung

1 Grundlagen

2 Geräte

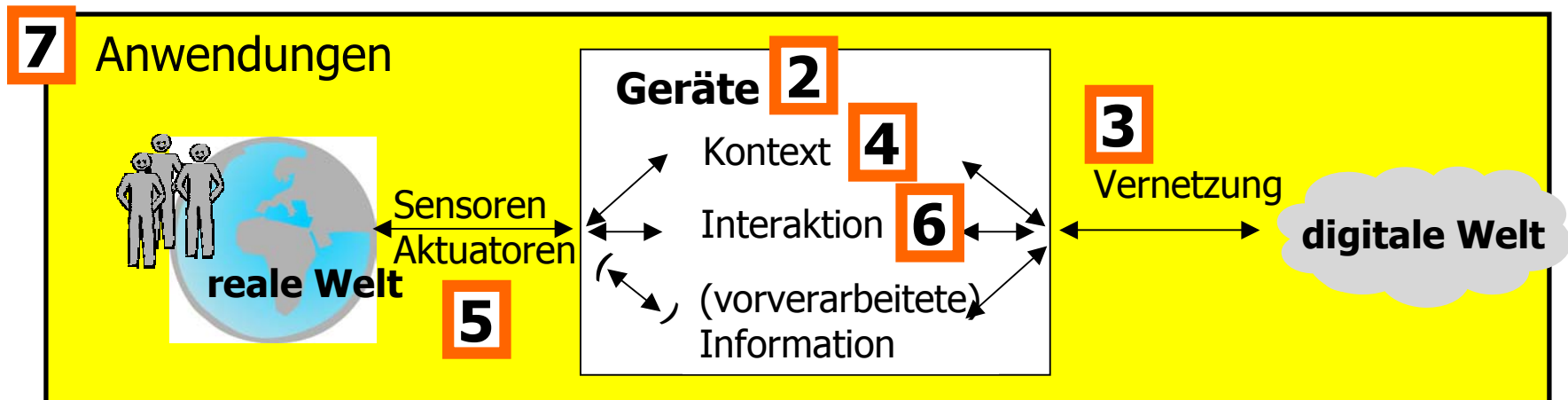
3 Vernetzung

4 Kontext

5 Sensoren/Aktuatoren

6 Interaktion

7 Anwendungen



Gliederung der Anwendungen

Anhand ihres Bezugs zu Kontext

- Bill Schilit's Kontextklassifikation

Anhand ihrer Funktion / Einsatzgebietes

- Gedächtnisprothesen / Erweiterungen
 - Remembrance Agent, CybreMinder, MemoClip, PersonalServer
- Affective Computing
 - Startle Cam, Sentic Mouse, ...?
- Smart Office, Smart Home, Smart Fun
 - Music FX, Aware Home, Active Office, Smart-Its Aware Office
- Industrieller Einsatz
 - Aware Goods

Anwendungen

- **Einleitung**
- **Anwendungen zur Gedächtnisunterstützung**
- **Affective Computing**
- **Anwendungen zu Smart Office/Home/Fun**
- **Industrieller Einsatz**

Einleitung

Anwendungen haben einen besonderen Stellenwert in UbiComp

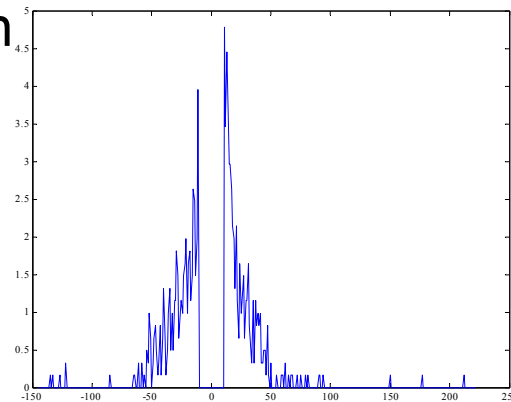
- „a common belief in the value of creating *living laboratories* where we can experience, analyze and improve the very technologies we are inventing.“ (Abowd)
- Anwendungen ermöglichen Sammlung von Erfahrungen vor der ersten vollständigen Studie
- Beschleunigen Forschung
- Anwendungen zur Sammlung von Ausgangsdaten (z.B. für Simulation)
- Anwendung zur (ersten) Verifikation von Thesen / Systemen

Einleitung

Beispiel:

Anwendungen zur Sammlung von Ausgangsdaten (z.B. für Simulation)

- Routing in Fabric Area Networks (TecO, 2001)
- Statistische Verteilung / Daten / Charakteristik für Netzwerk fehlen
- Experimentiersystem wurde längere Zeit über den Tag getragen
- Liefert erste Informationen für Simulation



Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO



14-6

Einleitung

Anwendung zur (ersten) Verifikation von Systemen



Einleitung

Verifikation von Systemen

MusicFX

- Aktive Umgebung zur Entspannung
- Seit November 1997 in Betrieb
- 3 Komponenten
 - Datenbank mit Präferenzen
 - Algorithmus zur Entscheidung der Musik aufgrund der Präferenzen
 - Auslöser in der Umgebung

Einleitung

Verifikation von Systemen

MusicFX

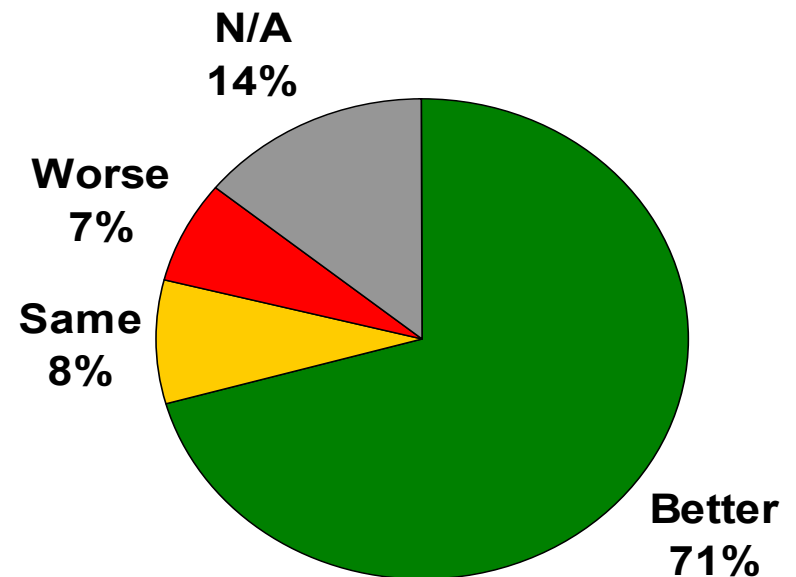
<i>i</i>	<i>Genre</i>	<i>Person</i>	A	B	C	D	E	GP_i	Pr_i
1	Alternative Rock		2	2	0	2	2	68	0.48
2	Hottest Hits		1	1	2	0	-2	38	0.27
3	New Music		1	1	1	0	0	35	0.25
4	Hot Country		2	0	0	0	-2	28	0.00
5	Dance		2	-1	1	-1	-1	28	0.00
6	World Beat		0	1	-1	1	-2	23	0.00
7	Traditional Country		1	0	0	-2	-2	17	0.00
8	50's Oldies		0	0	0	-1	-1	14	0.00
9	Heavy Metal		-1	-1	-1	-1	-2	4	0.00
10	Polka		-1	-1	-2	-2	-2	2	0.00

Einleitung

Verifikation von Systemen

MusicFX: Erfolgsstory

- Jeden Tag in Betrieb
- Umfrage (nach 6 Wochen)
 - + : Höhere Vielfalt, persönliche Einflußnahme
 - : abrupte Wechsel, manchmal "schlechte" Musik



Anwendungen

- **Einleitung**
- **Anwendungen zur Gedächtnisunterstützung**
- **Affective Computing**
- **Anwendungen zu Smart Office/Home/Fun**
- **Industrieller Einsatz**

Gedächtnisunterstützung durch Kontext

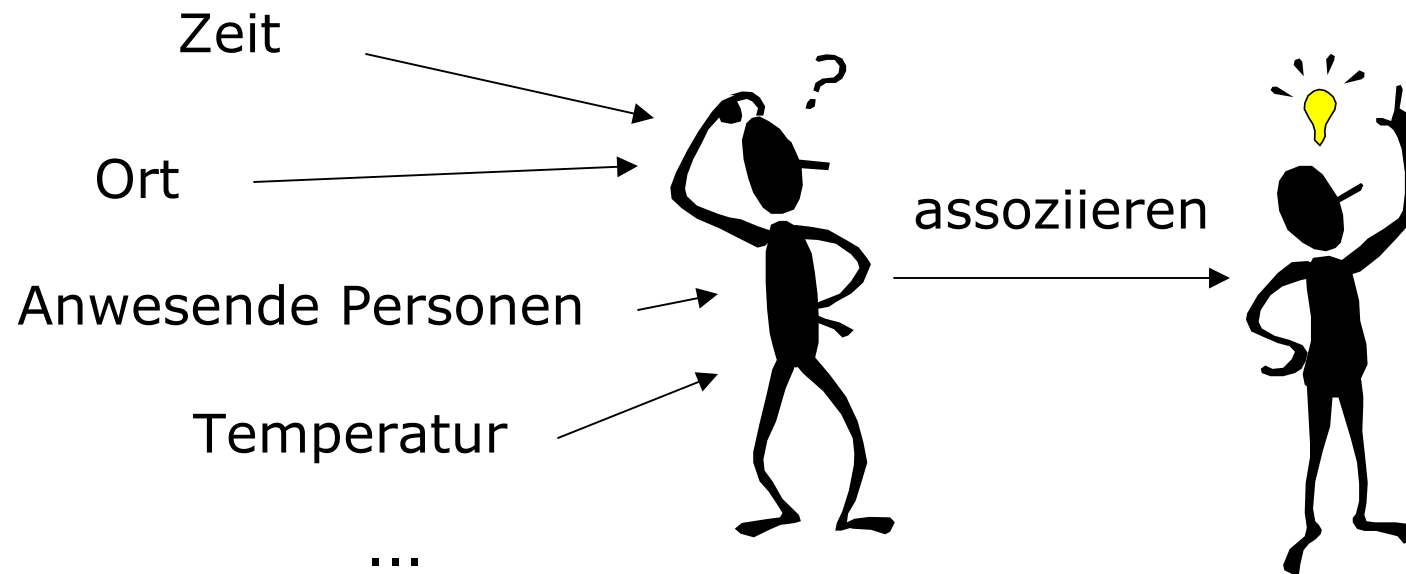
Was wäre wenn

- Wir uns an alles erinnern könnten
- Wir alle Erinnerungen abrufen könnten
- Wir nie wieder etwas wichtiges vergessen zu tun
- Wir immer korrekt aus der Erinnerung schöpfen
- Unsere Erinnerung die richtigen Schlüsse zieht

-> **Gedächtnisunterstützung**

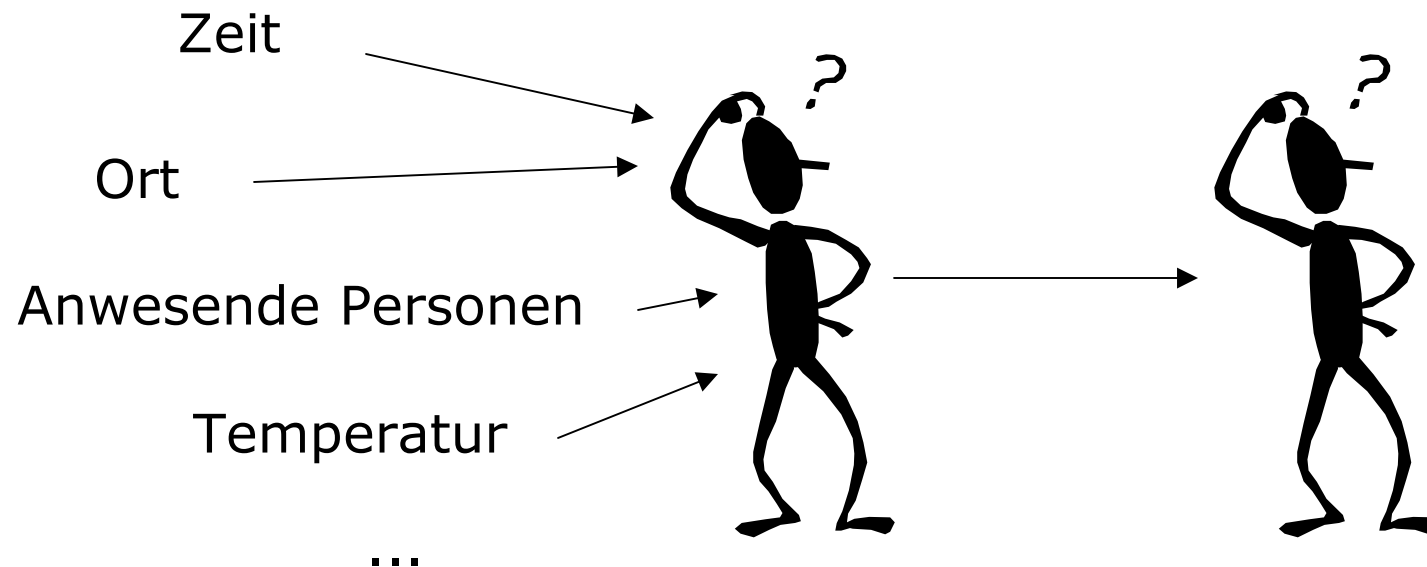
Gedächtnisunterstützung durch Kontext

Wie erinnert sich der Mensch?



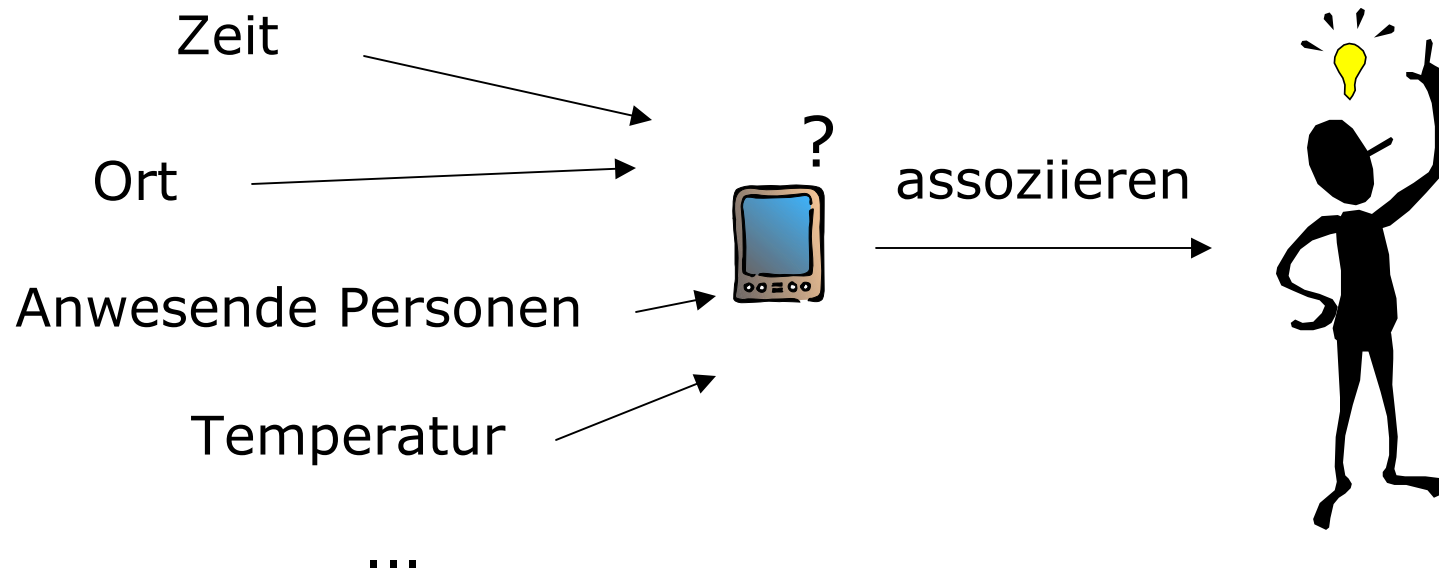
Gedächtnisunterstützung durch Kontext

Wie erinnert sich der Mensch?



Gedächtnisunterstützung durch Kontext

Wie erinnert sich der Mensch?



Gedächtnisunterstützung durch Kontext



Gedächtnisunterstützung durch Kontext

Mögliche Unterstützungen

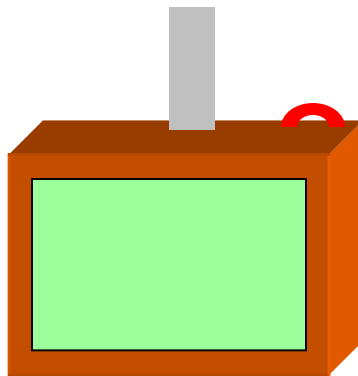
- aktive Erinnerung durch Kontextassoziation von Information
- Erinnerung durch verarbeitete Kontexte
- Erinnerung durch Speicherung von Daten zur späteren Nutzung
- z.B. Aufzeichnung aller (Kontext-)Daten und zusätzliche automatische Assoziation mit Kontext
- Audio, Video, Texte, nur Kontexte

MemoClip

Funktionsprinzip

- MemoClip an Person angebracht
- Speichert Dinge, an die man sich erinnern soll, bezogen auf einen Kontext (Ort)

 **Beacon**



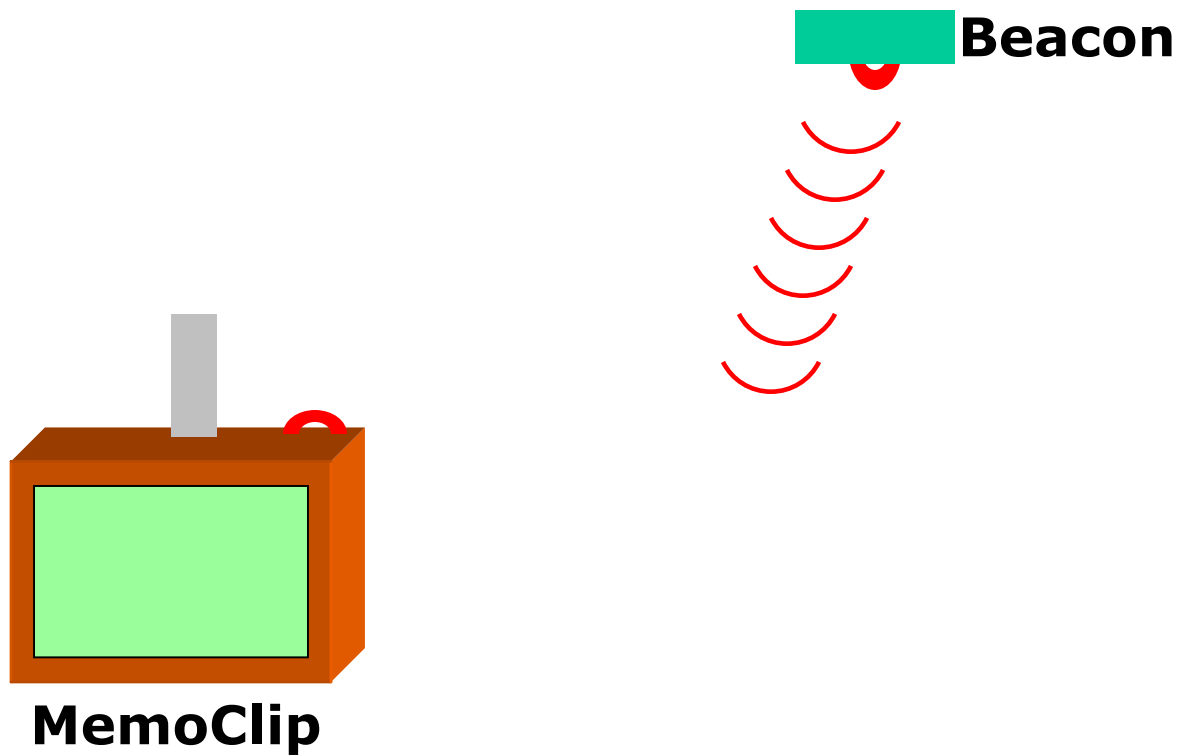
MemoClip



MemoClip

Funktionsprinzip

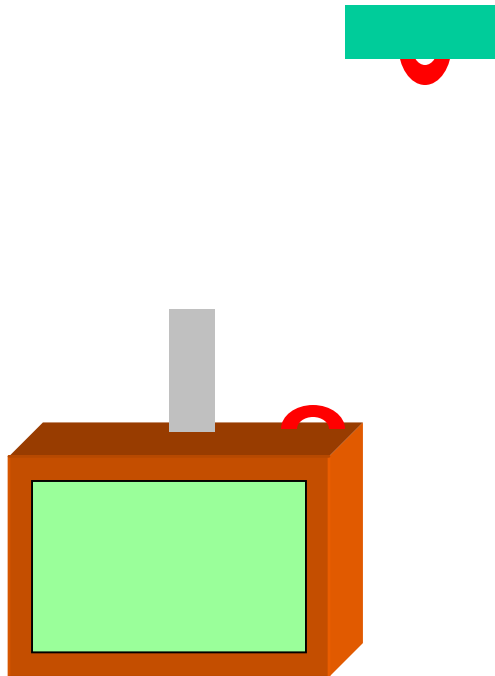
- Eine Infrastruktur übermittelt permanent diesen Kontext



MemoClip

Funktionsprinzip

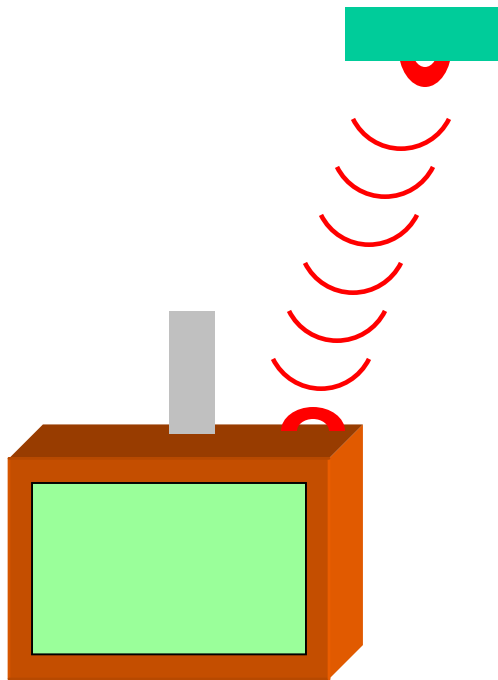
- Erreicht jetzt der MemoClip diese Kontext (Benutzer geht an diesen Ort)



MemoClip

Funktionsprinzip

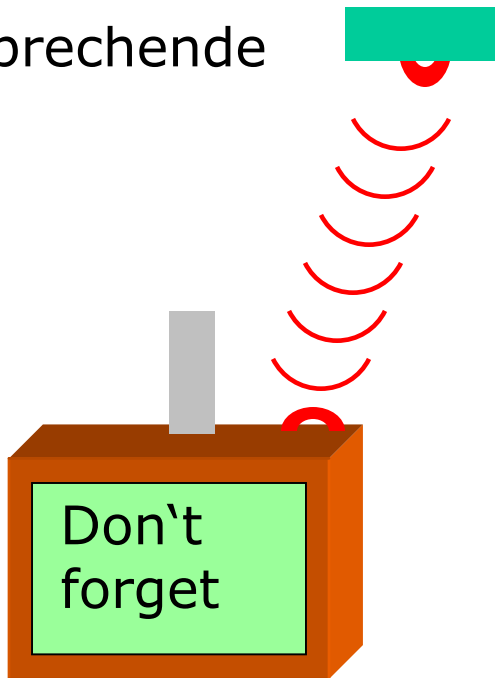
- ... wird das Kontextsignal übermittelt



MemoClip

Funktionsprinzip

- ... Der MemoClip durchsucht seine Datenbasis aufgrund dieser Kontextinformation
- und zeigt die entsprechende Meldung an:



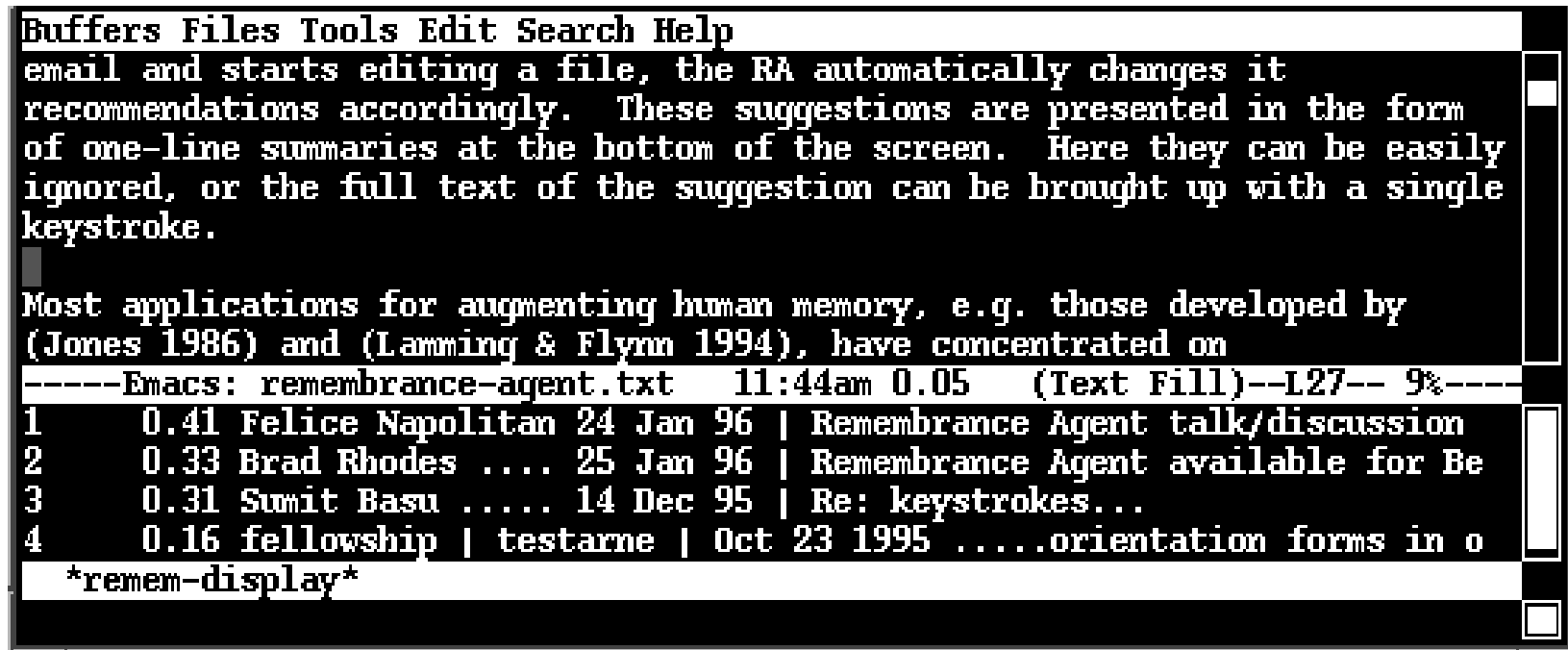
Anwendungen

- **Einleitung**
- **Anwendungen zur Gedächtnisunterstützung**
 - Remembrance Agent
- **Affective Computing**
- **Anwendungen zu Smart Office/Home/Fun**
- **Industrieller Einsatz**

Gedächtnisprothese

Remembrance Agent („Gedächtnis-Prothese“)

- Rhodes, MIT MediaLab 1997
- menschliche Schwäche: vergessen / nicht erinnern
- Computer-Stärken: alles speichern, schnelle Suche



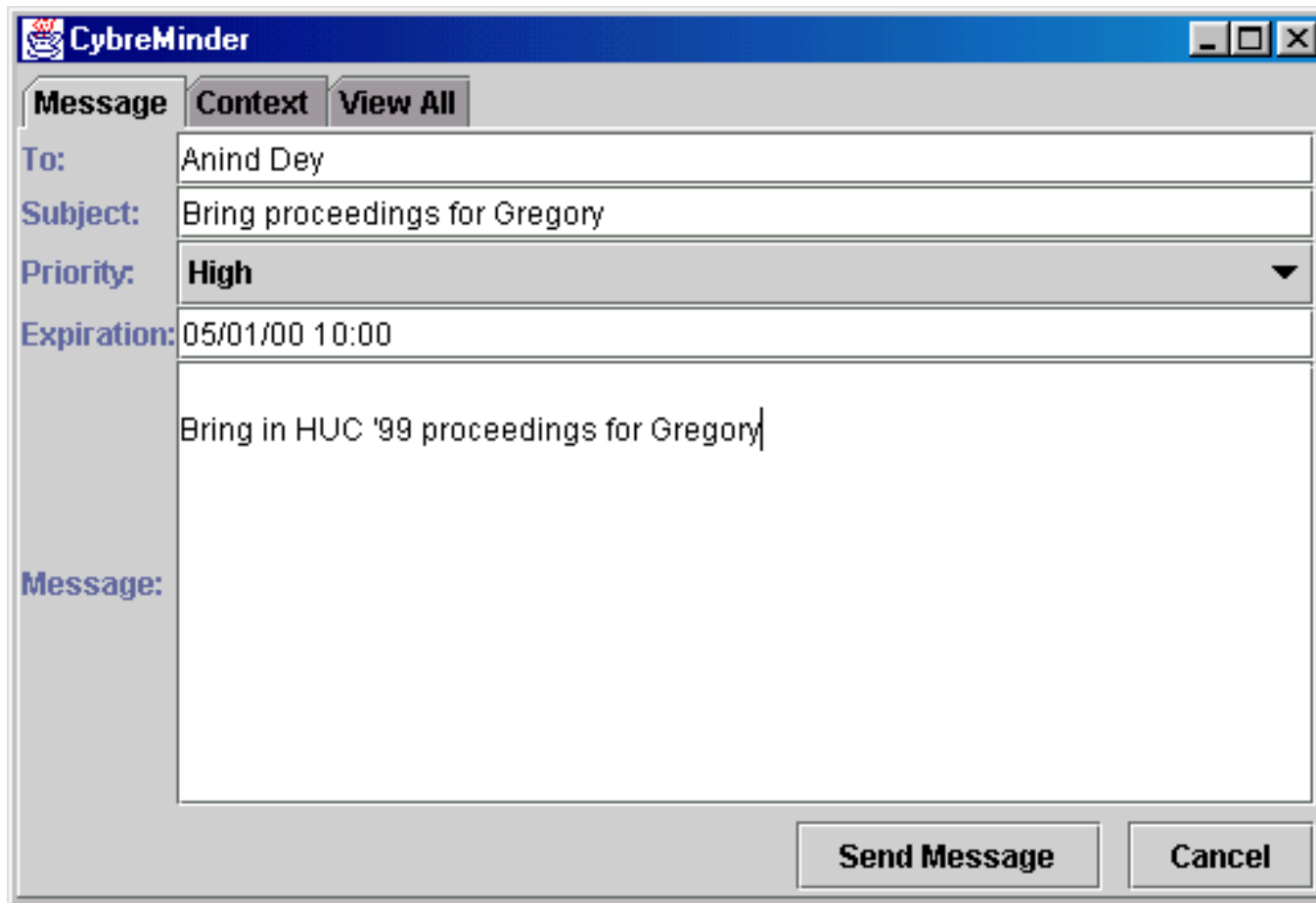
```
Buffers Files Tools Edit Search Help
email and starts editing a file, the RA automatically changes it
recommendations accordingly. These suggestions are presented in the form
of one-line summaries at the bottom of the screen. Here they can be easily
ignored, or the full text of the suggestion can be brought up with a single
keystroke.

Most applications for augmenting human memory, e.g. those developed by
(Jones 1986) and (Lamming & Flynn 1994), have concentrated on
-----Emacs: remembrance-agent.txt  11:44am 0.05  (Text Fill)--L27-- 9%-----
1      0.41 Felice Napolitan 24 Jan 96 | Remembrance Agent talk/discussion
2      0.33 Brad Rhodes .... 25 Jan 96 | Remembrance Agent available for Be
3      0.31 Sumit Basu ..... 14 Dec 95 | Re: keystrokes...
4      0.16 fellowship | testarne | Oct 23 1995 ....orientation forms in o
*remem-display*
```

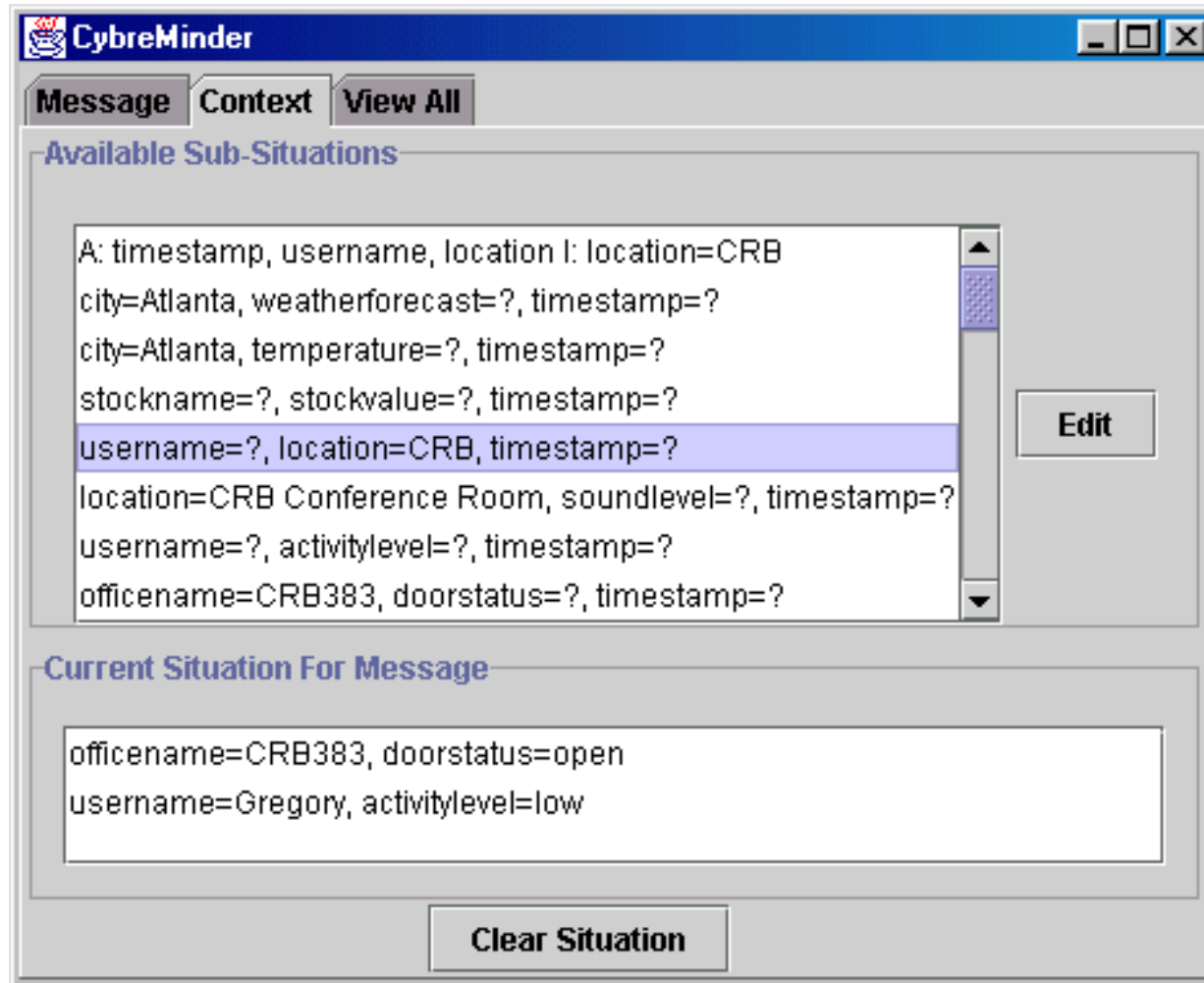
Anwendungen

- **Einleitung**
- **Anwendungen zur Gedächtnisunterstützung**
 - CybreMinder
- **Affective Computing**
- **Anwendungen zu Smart Office/Home/Fun**
- **Industrieller Einsatz**

CybreMinder (Anind Dey, HUC '00)



CybreMinder (Anind Dey, HUC '00)



CybreMinder (Anind Dey, HUC '00)

Reminder: Bring proceedings for Gregory

To: Anind Dey

Subject: Bring proceedings for Gregory

From: Anind Dey

Priority: Normal

Message: Bring in HUC '99 proceedings for Gregory.

Situation: officename=CRB383, doorstatus=open
username=Gregory, activitylevel=low
username=Anind Dey, location=CRB

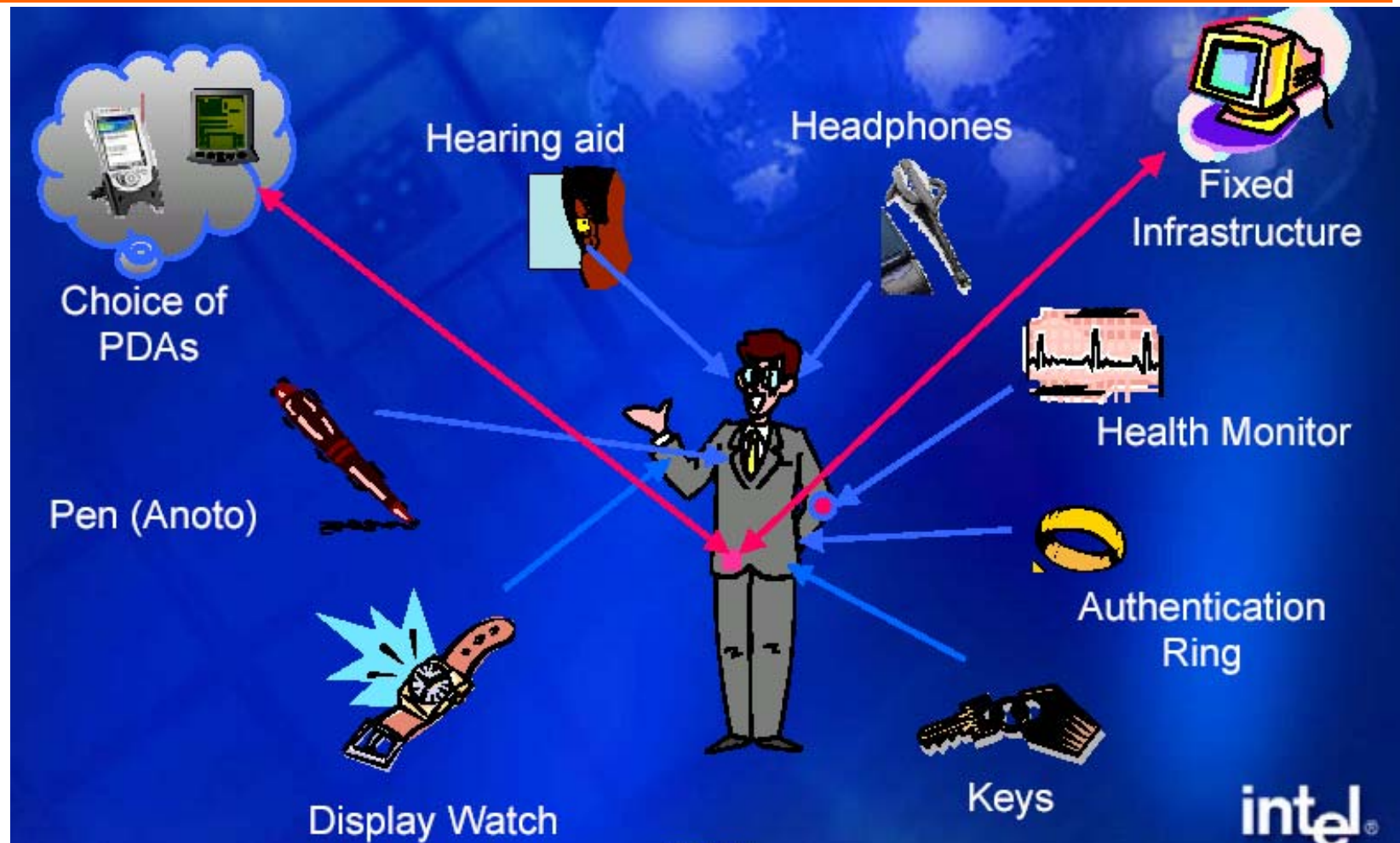
Status: delivered ▼

Submit Status **Cancel**

Anwendungen

- **Einleitung**
- **Anwendungen zur Gedächtnisunterstützung**
 - Personal Server
- **Affective Computing**
- **Anwendungen zu Smart Office/Home/Fun**
- **Industrieller Einsatz**

Personal Server



Quelle: Roy Want, Intel

Personal Server

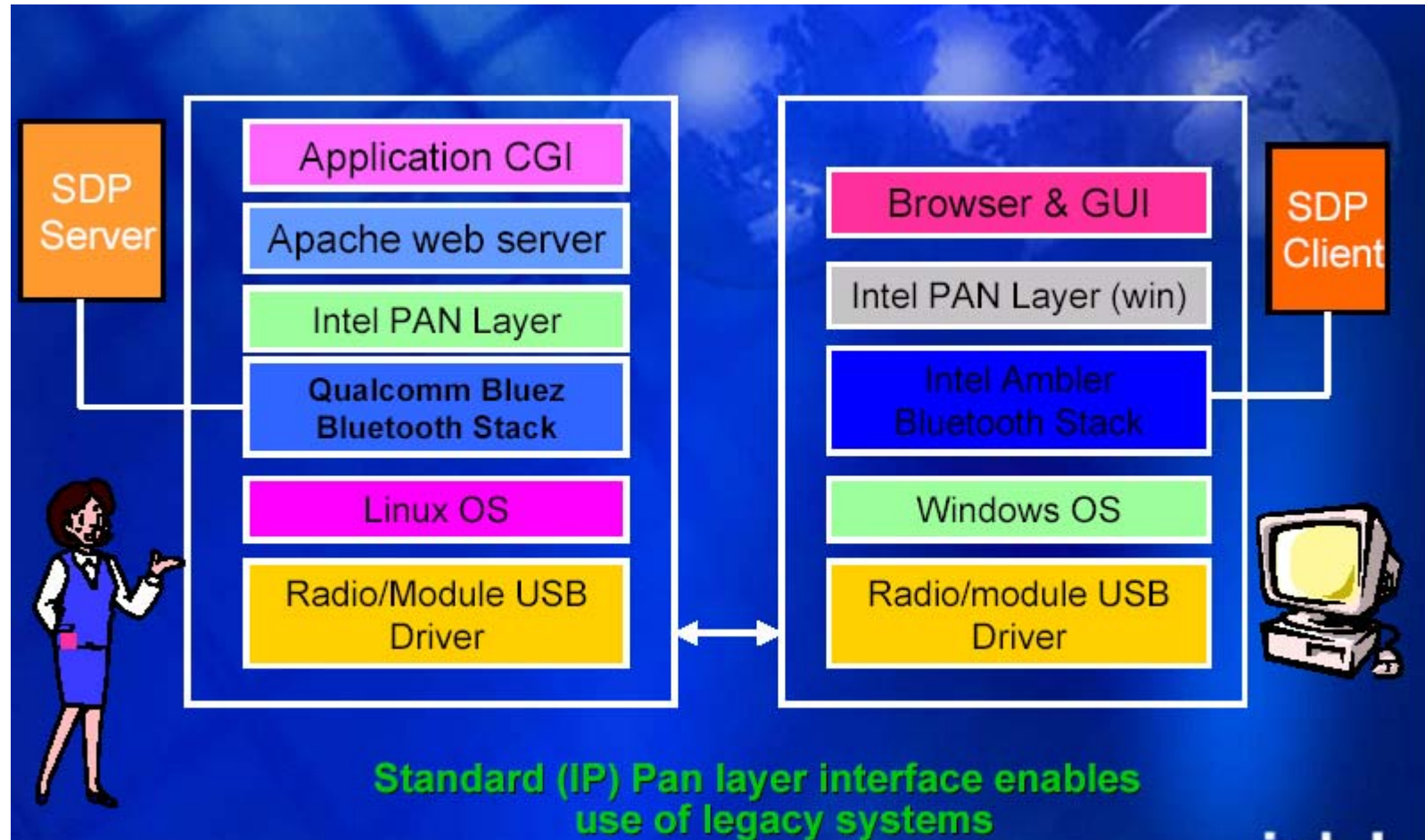
Idee

- Verwendung von lokaler Computer / UI Infrastruktur statt Transport dieser Infrastruktur
- Statt dessen: Transport persönlicher Daten
- Weitere Verwendung: Speicherung aller Daten, Audio, Videoaufzeichnung im Leben

Systemaufbau

- Speicherung, Indizierung etc. für Daten
- Kabelloser Zugriff auf diese Datenbestände

Personal Server



Quelle: Roy Want, Intel

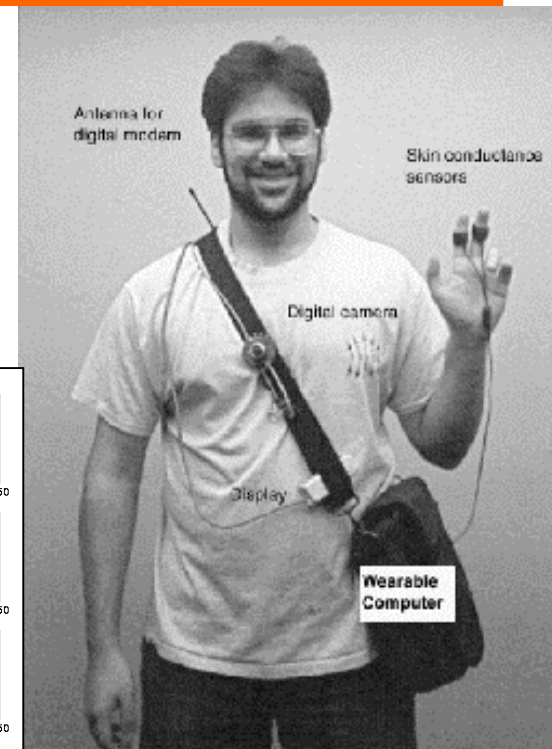
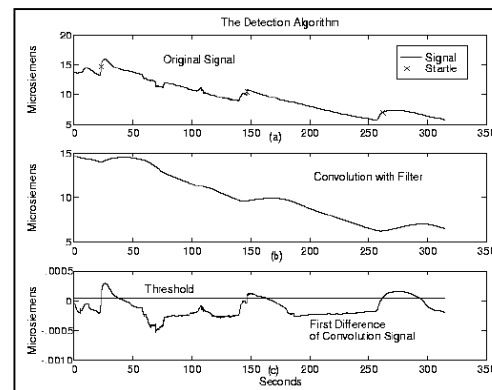
Anwendungen

- **Einleitung**
- **Anwendungen zur Gedächtnisunterstützung**
- **Affective Computing**
- **Anwendungen zu Smart Office/Home/Fun**
- **Industrieller Einsatz**

Affective Computing

StartleCam

- Healey & Picard, MIT MediaLab
- Computer hört auf Körpersignale
- Affective Computing
- User erschrickt → Notruf mit Bildübertragung („die letzten 5 sec vor dem Überfall“)



Affective Computing

Sentic Mouse, MIT

- Druck und Herzschlag als Emotionsparameter, abgenommen von mit Sensoren erweiterter Computermouse sowie üblicher Sportsensor
- Versuch: Bilder auf Monitor, Vergleich Emotionsparameter zu eigener Einschätzung der Emotion
- Korrelation zwischen 75% und 88%



Affective Computing



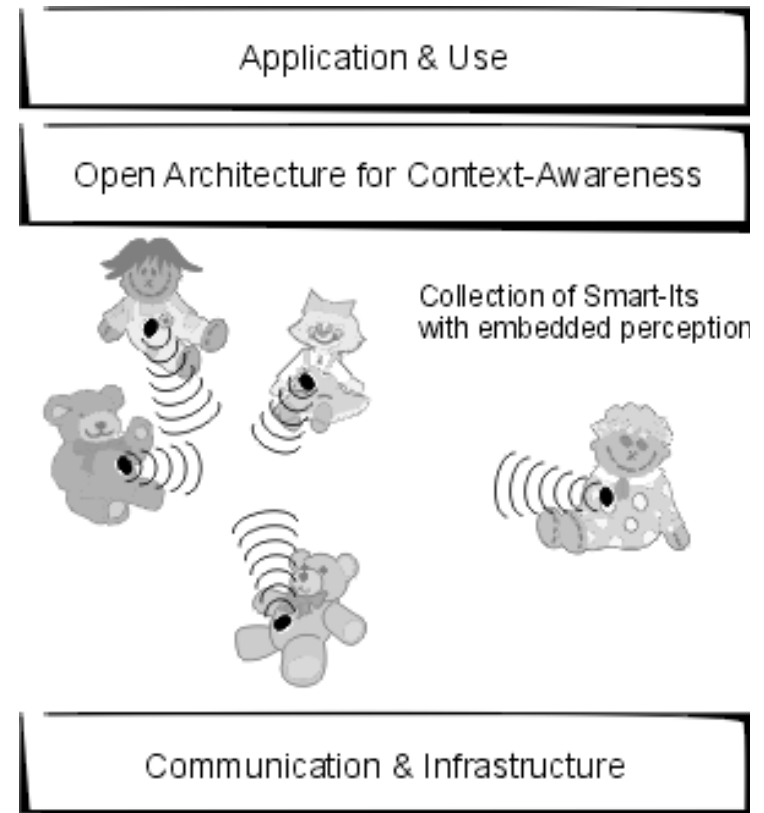
Anwendungen

- **Einleitung**
- **Anwendungen zur Gedächtnisunterstützung**
- **Affective Computing**
- **Anwendungen zu Smart Office/Home/Fun**
- **Industrieller Einsatz**

Anwendungen Smart-Its

Ziel

- "Ansammlung" von smart devices, die miteinander kommunizieren
- Smart-Its sollen ihre Welt durch Sensorik erfahren und diese Erfahrung untereinander austauschen
-> verteilte Wahrnehmung durch Zusammenfassung verteilter Informationen
- Dadurch entstehen neue Anwendungen, die innerhalb des Projekts entwickelt und untersucht werden sollen



Smart-Its

Grundidee

- Schnittstelle zwischen Realer und Datenwelt wird auf den Ort der Handlung verlegt
- Generische Plattform für Alltagsgegenstände
- Zusammenfassung von Sensordaten, Verarbeitung und Kommunikation



- Sensorik: ermöglicht „Selbst-Bewußtsein“



- Verarbeitung: Sensordaten zu „Zuständen“ und lokalem Kontext der Artefakte



- Kommunikation: Mitteilung der einzelnen Kontexte ermöglicht gemeinsamen Kontext

Anwendungen

Smart-Its Konzept II

Smart-Its-erweiterte Artefakte:

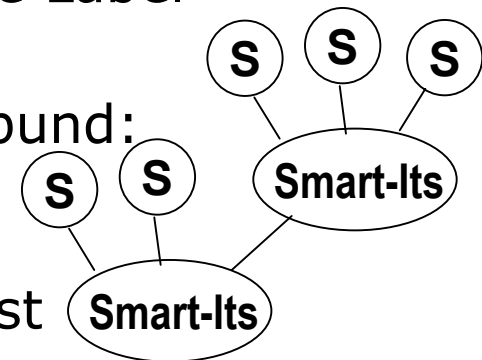
- Schnittstelle zwischen realer und virtueller Welt wird auf den Ort der Handlung verlegt
- Alltägliche Artefakte werden zu Eingabe- oder Ausgabegeräten
- Smart-Its als generische Plattform zur Erweiterung von Artefakten



Smart-Its

Kontextbestimmung in Gegenständen

- Generik der eingebetteten Kontextbestimmung
 - anwendungsunabhängige Sensorik und Merkmalsextraktion
 - dynamische Konfigurierung der Kontextberechnung
 - Vision „Smart-Its“: kontextberechnende Label
- Verteilte Perzeption
 - Kontextbestimmung im spontanen Verbund: Zugriff auf Sensoren benachbarter „Smart-Its“
 - skalierbare Perzeptionsverfahren: robust gegen Sensorabschaltung,
- Architekturen für kontextuell eingebettete Systeme
 - Unterstützung durch verteilte Systeminfrastruktur
 - (Ent-)Kopplung von Kontextbestimmung und Anwendung



Smart-Its

Mensch-Maschine Interaktion

- Unpersonalisierte Geräte und lokale Verwertung der Daten schaffen Vertrauen und Transparenz
- Anwendung Artefakt- oder Anwendungsspezifisch
- UI erfolgt über (meist bestehendes) Artefakt
- Eingabe dabei vor allem durch die Aufnahme und Verarbeitung von Daten durch Sensorik
- Ausgabe durch Vermittlung von verarbeiteten Daten an Informationsgeräte (z.B. PDAs, PCs) oder durch spezielle Aktoren (z.B. Regulierung von Heizung, Sprachausgabe etc.)
- -> Generische Plattform zur Integration verschiedener Ein-/Ausgabemodalitäten in UbiComp

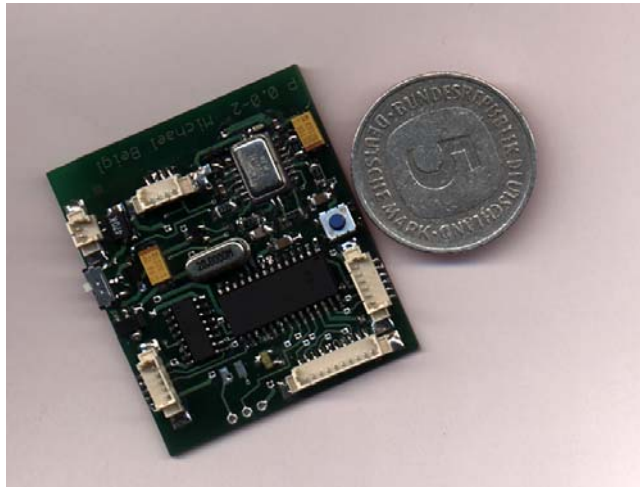
Anwendungen Smart-Its

Beteiligte Institute

- TecO, Lanc. U., ETH Zurich, Interactive Institute, VTT

Technologie

- Sehr kleine und energiesparende generische Grundgeräte
-> Breiter Einsatzbereich
- Kommunikation lokal peer-to-peer (RF), relative Lokation
- Anschluß verschiedener Sensorik möglich



Anwendungen

Smart-Its Device & Sensors

Smart-Its Core Hardware

- Verschiedene Prozessortypen und Leistungsklassen
- Hier: PIC16F876: 15kByte Flash-Ram für Programme, 386 Byte für Daten
- Verschiedene Kommunikationstypen
- Hier: RF mit eigenem Protokoll, energiesparend, erlaubt Zeitstempel mit 50 μ s Genauigkeit, Broadcast-fähig zur Verbreitung von Kontexten



Anwendungen Smart-Its Hardware

Smart-Its Sensoren

- Standard-Board
 - Beschleunigung
 - Licht-Intensität
 - Druck
 - Geräuschpegel etc. durch Mikrofon
 - "Lauteste" Frequenz
 - Externes SRAM
- Weitere Boards
 - Speziell für Anwendungszwecke
 - LCD, ...



Smart-Its Anwendungen

Aware Office



Aware Office

Smart Doorplate Beispiel

„Business“-Idee und Funktionalität

- Türschild erkennt automatisch (ohne Eingabe/menschlichen Eingriff) **Zustand eines (Meeting-)Raums** (belegt, nicht belegt)
- es zeigt den Zustand an und leitet diesen an zentrales System weiter
- dadurch werden z.B. **Fehlbelegungen vermieden**
 - System hat Zugriff auf Belegungsdatenbank/Kalender
 - Bei Nichtbesetzung des Raums nach einer bestimmten Zeit gibt das System den Raum wieder frei

Aware Office

Smart Doorplate

weitere Situationen können erkannt werden

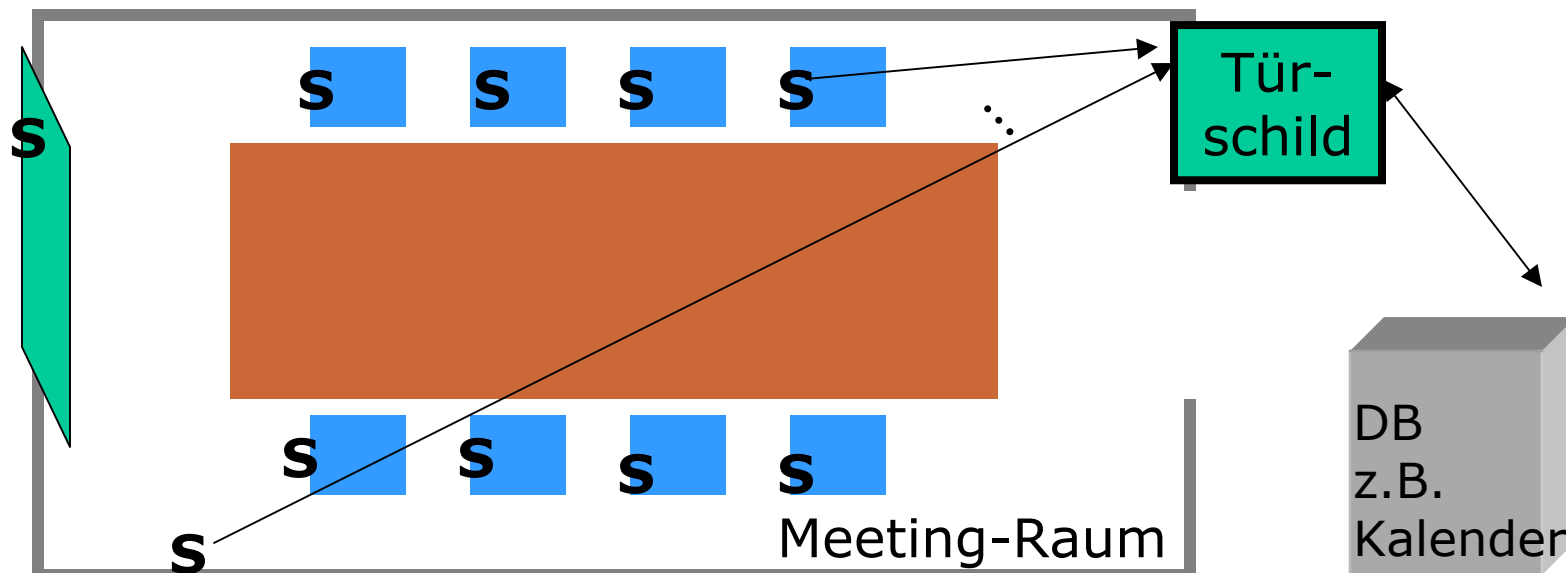
- Belegung kann auf Energieverbrauch (Kühlung/Heizung) Einfluß haben, Regulierungsfunktion wird zentral gesteuert
- Spontane Meetings werden in die zentrale Datenbank eingetragen werden
- Kontexte (z.B. Anzahl der Personen, Aktivitätsgrad, wie heiß war es...) können in die Notizen mit aufgenommen werden und später beim „Erinnern“ helfen
- Türschild-System kann als Informationsmedium verwendet werden: Es kann z.B. einem Meeting-Teilnehmer eine stille Nachricht zugesendet werden, ohne das Meeting zu stören
- Verwendung als Büro-Türschild:
 - Hinterlassen einer Notiz bei Nicht-Antreffen via Handy, PDA, Workflowintegration (z.B. e-mail)
 - Zugriff auf frei Informationen bei Nicht-Antreffen: Kalender
 - und natürlich automatische Namensänderung bei Umzug

Aware Office

Smart Doorplate

Beispielaufbau

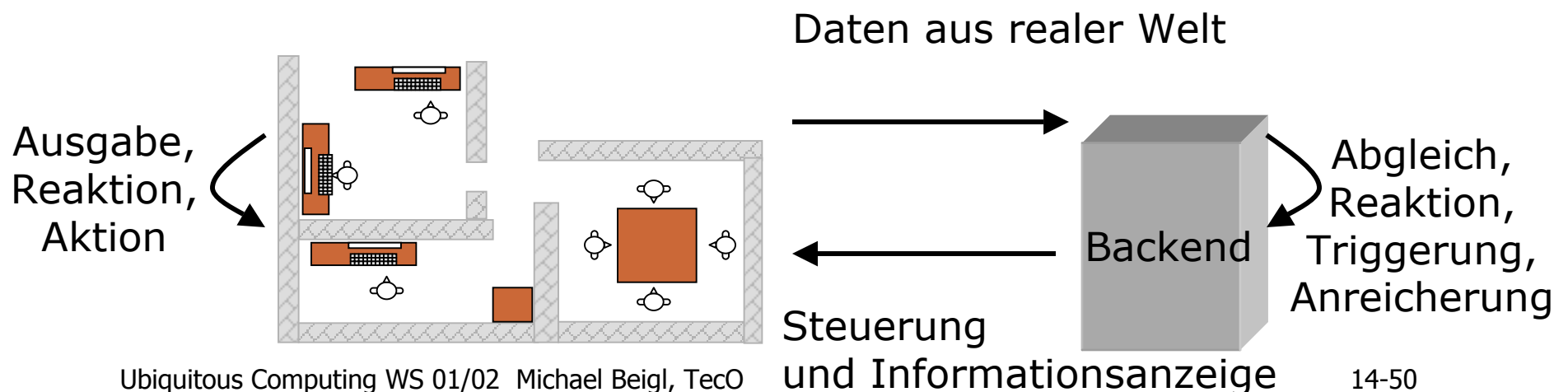
- Sensoren sind an Gegenstände angebracht (z.B. **Stühle**, die Umgebung, **Tafel**) und beobachten Aktivität, Temperatur etc.
- Türschild nimmt durch diese Sensoren entstehende Information der realen Welt wahr, gleicht Daten mit Informationswelt (DB) ab und reagiert



Aware Office

Allgemeine Plattform für

- Erweiterung von Gegenständen und Umgebung im Office mit Sensoren und Computern
- Einbringung der Daten in Backend Systeme, DBs
- Automatischer Abgleich der (manuell eingegebenen) Daten im Backend mit der „echten Welt“
- Reaktion des Systems z.B. Nachregulierung, Anpassung von Abläufen



Aware Office

Smart Doorplate

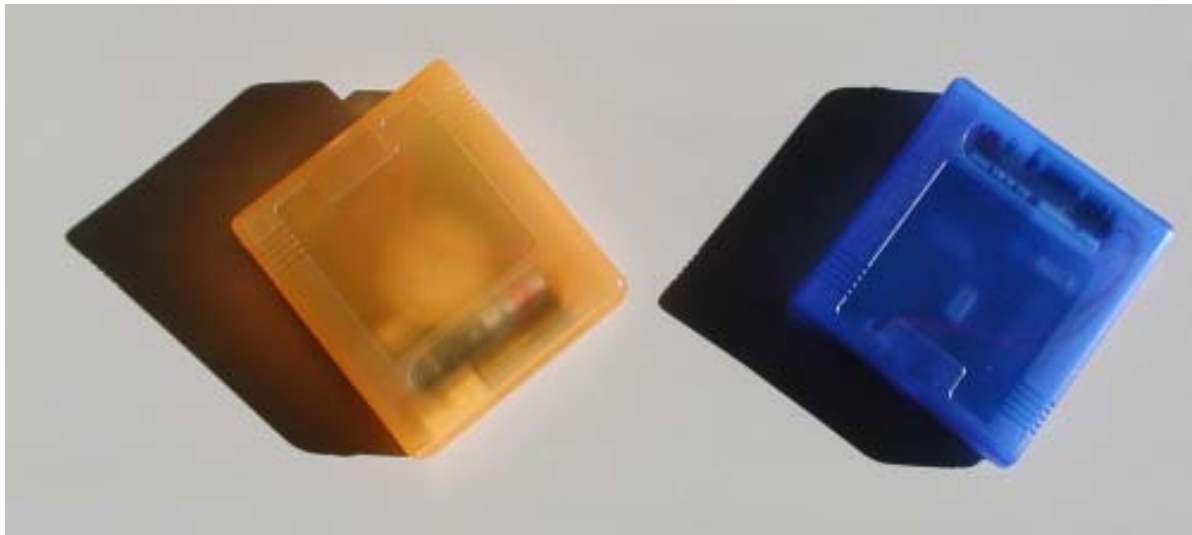
Technologie

- Typischer Aufbau für aktuelle Ubicomp-Anwendungen:
- Integration existierender Produkte (PDA...)
- + Ergänzung durch notwendige Neuentwickelungen
 - Einbringungen von realer-Welt Information in DB (Datenaustauschformate, -sprachen und -modelle)
 - Gewinnung von weiterverwertbaren Kontexten aus Sensorinformation und Sprache zur Darstellung von Kontexten
 - Energiesparende Funk-Netzwerke (DAS Network) und intelligente Sensor-Computersysteme (Smart-Its)
 - Entwicklungsumgebungen für Kontext-basierte Systeme mit einer Vielzahl von einzelnen Computerkomponenten

2. Beispiel

Smart-Its Friends

- Kontext kann als implizite oder explizite Eingabe verwendet werden
- Anspruch: Explizite Eingabe, aber ohne neues Benutzerschnittelelement/GUI
- Wie kann man diesen beiden Gegenständen sagen, daß sie zusammengehören?



Smart-Its Friends II

Lösung: Halten und Schütteln

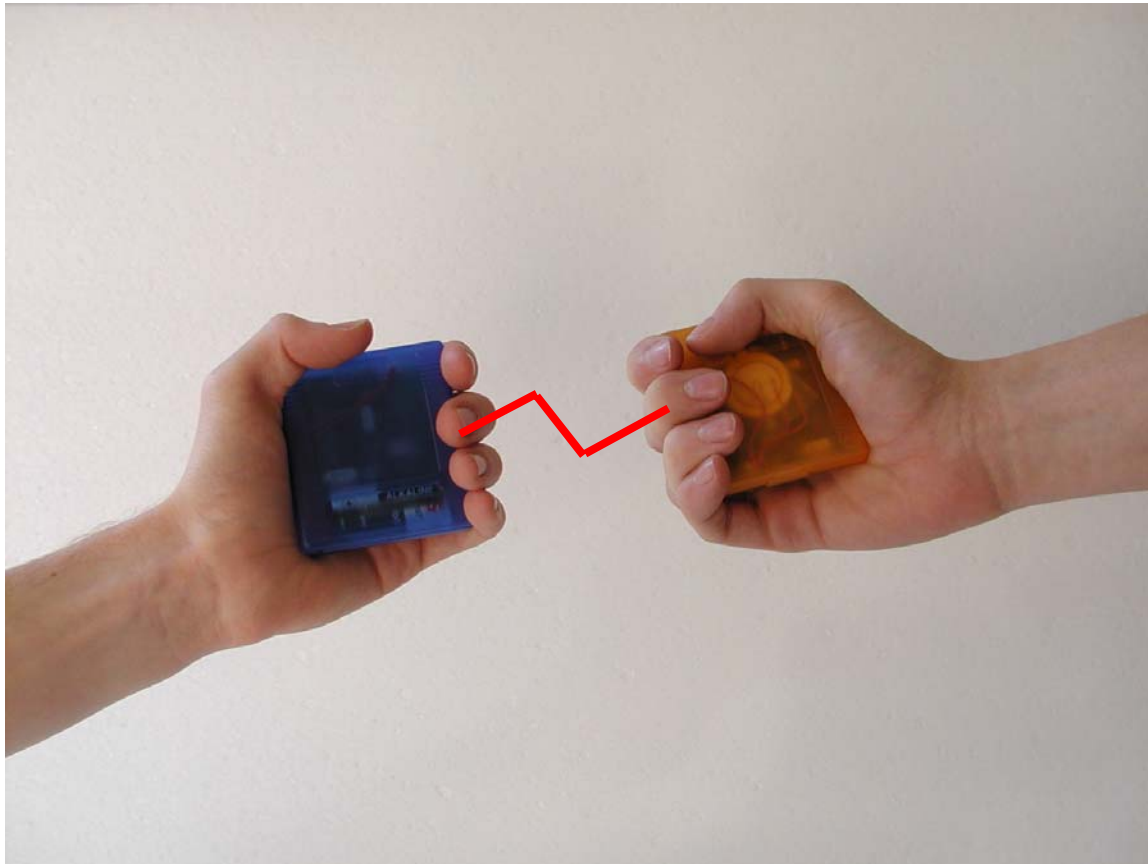
- Die Bewegung und Lokation resultieren in einen gemeinsamen, exklusiven Kontext



Smart-Its Friends III

Die Geräte sind jetzt Smart-Its Friends!

- Identifiziert über Bewegung kann jetzt z.B. eine gemeinsame Verbindung aufgebaut werden



Smart-Its Friends IV

**Verbindung ist hier abhängig von Distanz: rel.
Lokation als Kontext zur Lösung von Verbindungen**

- Anwendungsbeispiel: Speicherplatte und Digitalkamera



Ut

leigl, TecO



14-55

Anwendungen

Smart-Its Friends

Anwendungsspektrum

- Wenn wir zwei Objekte zu "Freunden" machen, können sie z.B. Alarm geben, wenn sie zu weit voneinander entfernt sind
 - Verschiedene Geräte, die immer oder für eine gewisse Zeit zusammengehören (Netzteil zum Laptop...)
 - Dinge, die ich mitnehmen muss (Autoschlüssel, Geldbeutel.)
- Der Mechanismus kann ebenso für die Initiierung einer Zusammenarbeit verwendet werden
 - Ohrring als Vibrationsgerät für den Handy-Alarm
 - Waage arbeitet mit Kochbuch zusammen
 - ...

Smart-Its Friends

Hardware

- Standard-Board mit RadioChip und eingebautem Beschleunigungssensor sowie Piezo Lautsprecher

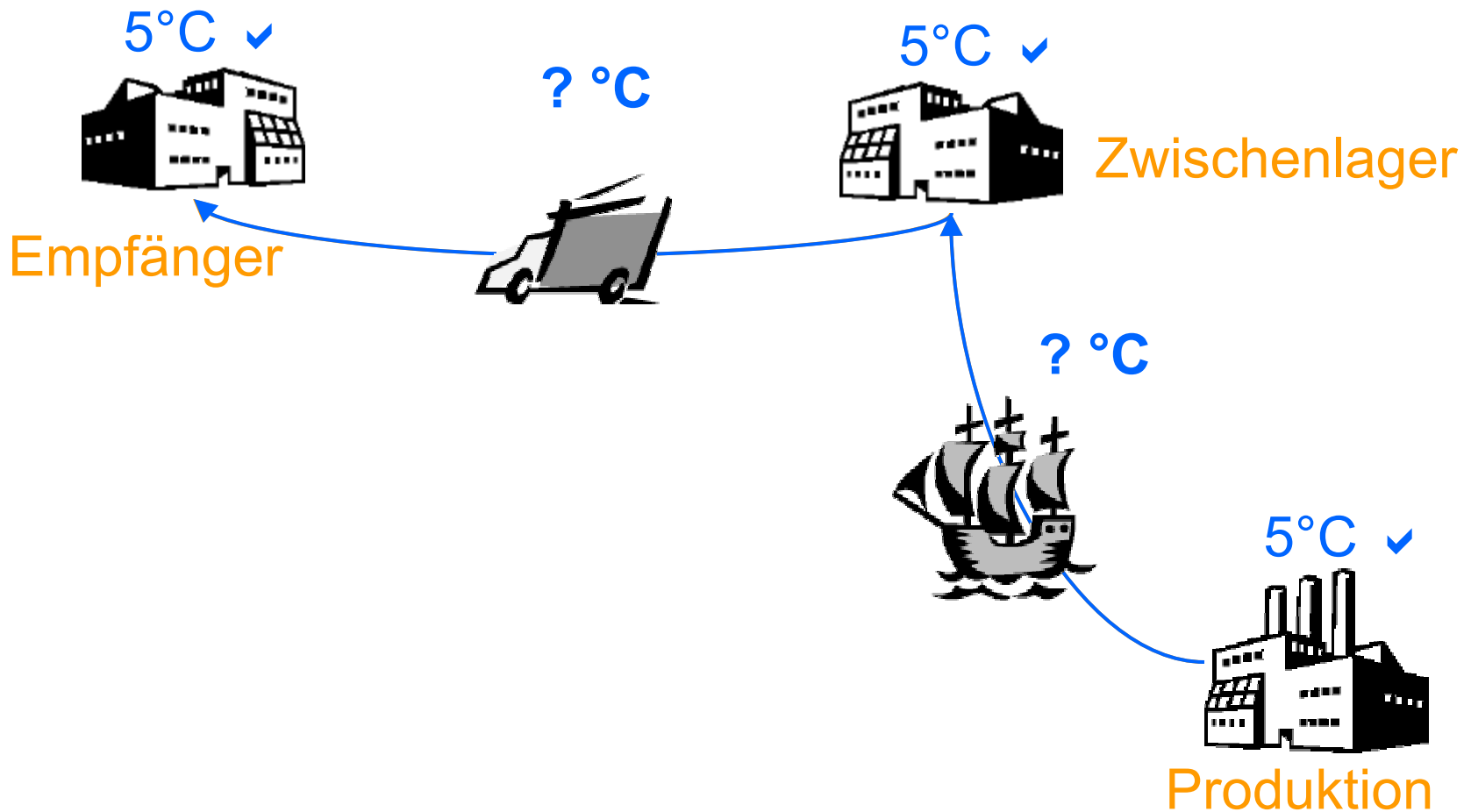
Anwendungsablauf

- Sende ausgezeichnete Trajektorienpunkte als Kontext, so wie sie durch Beschleunigungssensor erkannt und von Prozessor verarbeitet wurde
- Vergleiche die Trajektorie mit eigener
- Bei Übereinstimmung wird eine Verbindung mit diesem Gerät aufgebaut
- Basierend darauf werden Daten ausgetauscht

Anwendungen

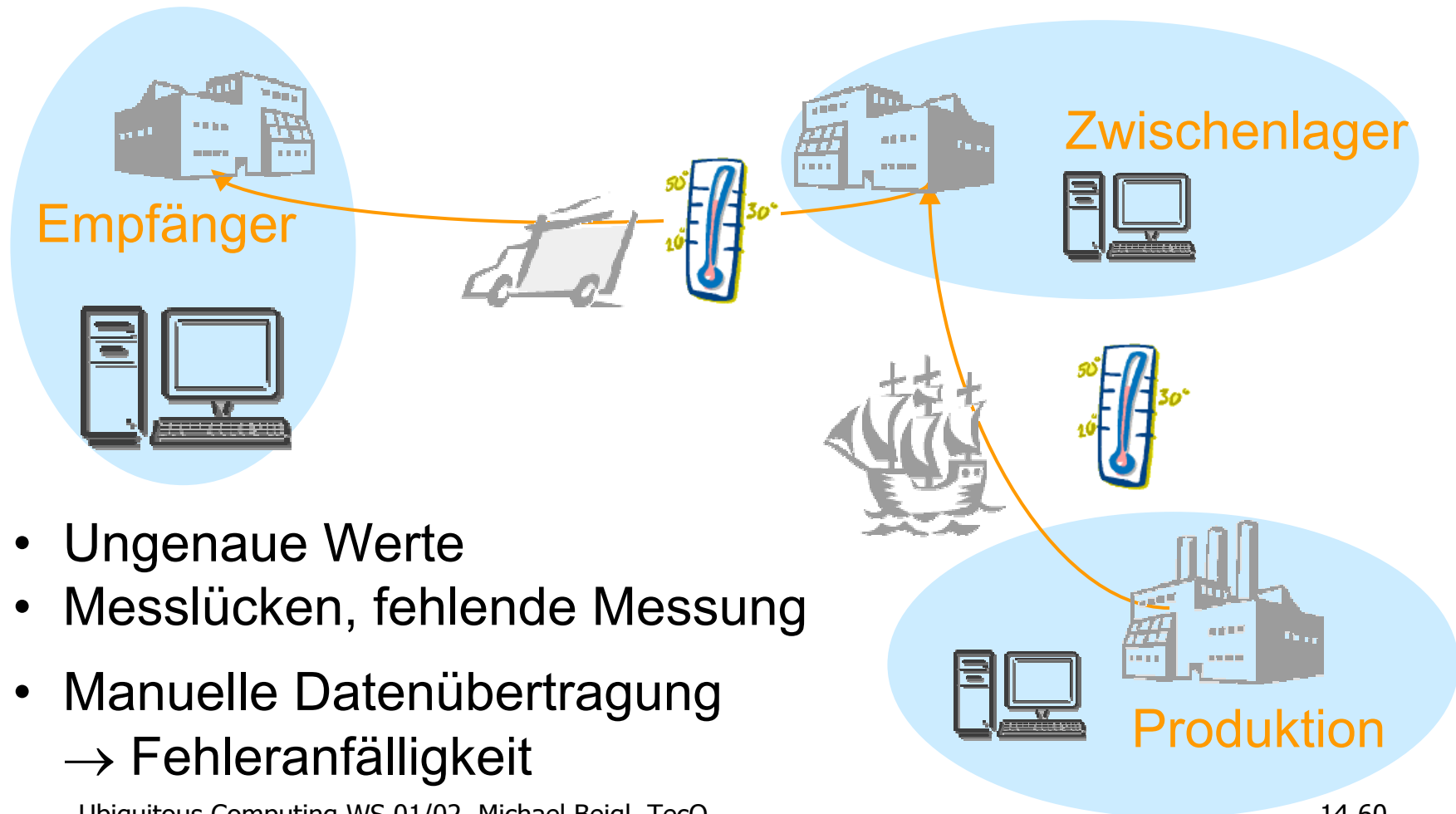
- **Einleitung**
- **Anwendungen zur Gedächtnisunterstützung**
- **Affective Computing**
- **Anwendungen zu Smart Office/Home/Fun**
- **Industrieller Einsatz**

Zentrales Repository Aware Goods

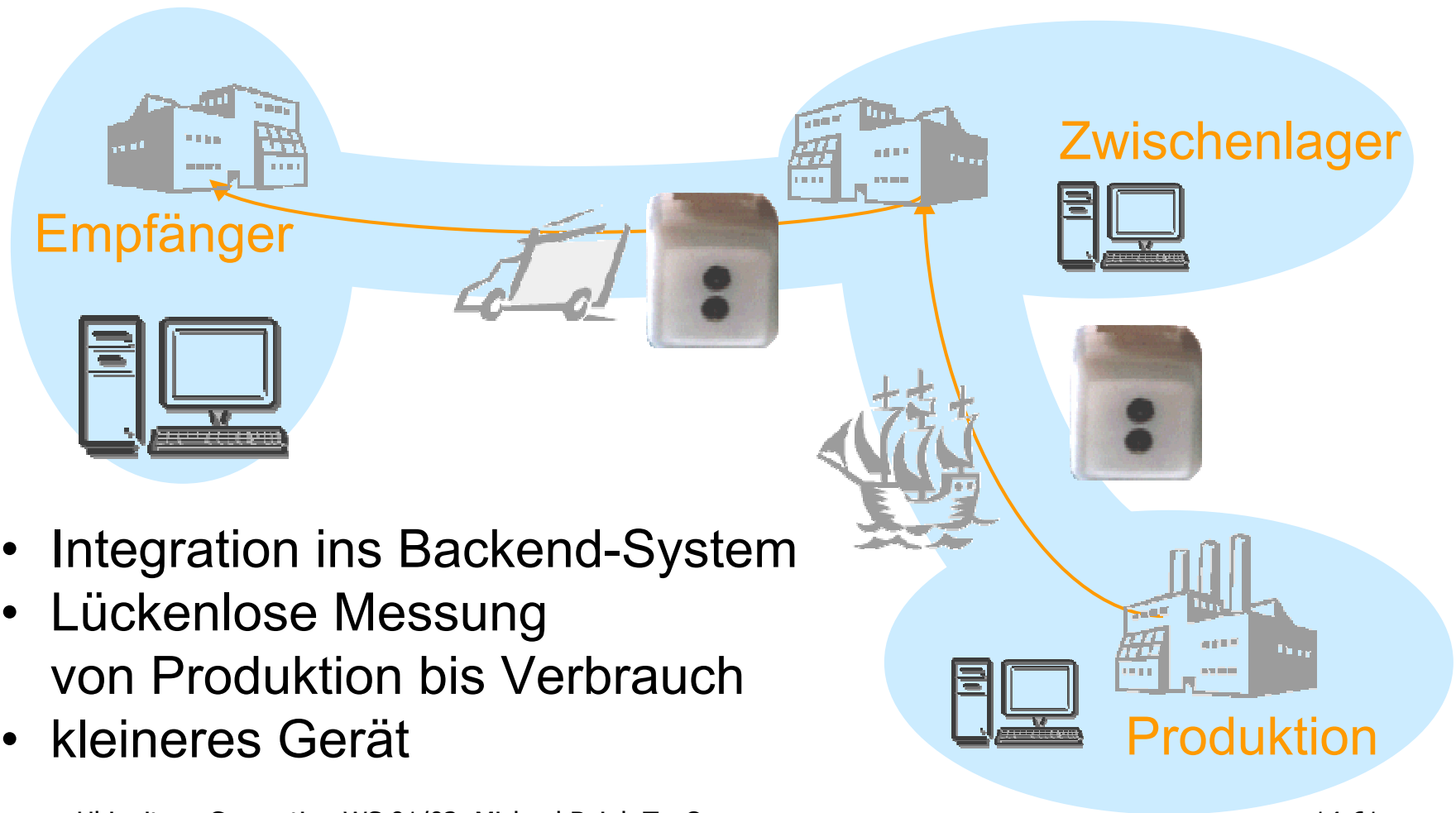


Zentrales Repository

Aware Goods: Aktuelle Situation



Zentrales Repository Aware Goods: Ziel des Projekts



Zentrales Repository Aware Goods Architektur

▪ 2 Teile

- "Dummer" Würfel
- Intelligentes Backend:
Senden an ERP (z.b. SAP/R3)
Status schreiben
Benutzer-Interaktion

▪ Fokus auf Schnittstellen

- HTTP/XML ⇒ Flexibilität
- Interface nach SAP
über Business Connector
- Benutzeroberfläche
im Browser

▪ Alle Verarbeitung im Server

- Aggregation, Interpretation,
Mediation, Fusion

