

Ubiquitous Computing

(Ubiquitäre Informationstechnologien)

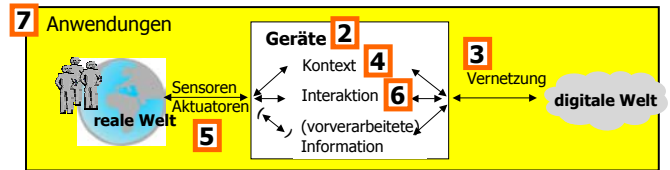
Vorlesung im WS 01/02



Prof. Lars Wolf
Michael Beigl
Universität Karlsruhe
Institut für Telematik
Telecooperation Office
www.teco.uni-karlsruhe.de

Aufbau der Vorlesung

- | | |
|---------------------|--|
| 1 Grundlagen | 4 Kontext
Modelle, Klass.
Verarbeitung, Verbreitung |
| 2 Geräte | 5 Sensoren/Aktuatoren |
| 3 Vernetzung | 6 Interaktion |
| | 7 Anwendungen |



Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-2

Inhalt

- **Grundlagen**
- **Kontextrepräsentation**
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- **Kontextverbreitung**
 - MediaCup / RAUM
 - AwareHome / Context Toolkit
- **Kontextverarbeitung**
 - Context Toolkit
 - TEA

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-3

Kontext

Kontextrepräsentation

- Modelle zur Strukturierung der Kontexte
 - allgemeine Kontextmodelle, Kontextklassifikationsmodelle
 - spezielle Modelle z.B. Lokationsmodelle
- Ontologien zur Festlegung der Begriffe im Modell

Kontextverarbeitung

- „Fluß“ der Kontextdaten, Speicherung von Kontexten
- Abstraktion der Kontexte
- Integration/Zusammenfassung von Kontextdaten
- Umformung der Repräsentationsform

Kontextverbreitung

- Durch verteilte Kommunikation von Kontexte in die Umgebung
- Durch zentrale Vorhaltung und Verarbeitung

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-4

Inhalt

- **Grundlagen**
- **Kontextrepräsentation**
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- **Kontextverbreitung**
 - MediaCup / RAUM
 - AwareHome / Context Toolkit
- **Kontextverarbeitung**
 - Context Toolkit
 - TEA

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-5

Kontextverbreitung und Verarbeitung

Allgemeines Modell



- **Generierung:** Erkennung von Kontexten über Sensorik
- **Verarbeitung:**
 - **Erkennung:** Entwicklung von Kontexten über Sensorinformationen und einfache Kontexte (Abstraktion), Aggregation von Kontexten, Interpretation von Kontexten,
 - **Vorhaltung:** Speicherung / Abfrage von aktuellen Kontexten
- **Nutzung:** Verwendung von Kontexten und eventuelle Reaktion über Ausgabe

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-6

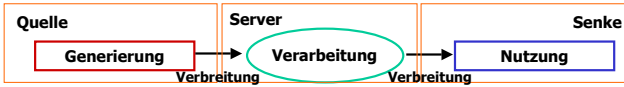
Kontextverbreitung und Verarbeitung

Spezielle Modelle, z.B.

- Peer-to-Peer: Abstraktion von Sensordaten in der Quelle, weiter Abstraktion in der Senke



- Serverbasiert: Verarbeitung nur in einem speziellen Gerät als Dienst



Kontextverbreitung und Verarbeitung

Charakteristika der Kontextererkennung

- Verteilt/Zentral

Charakteristika der Kontextvorhaltung

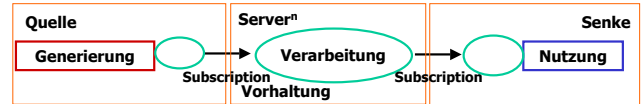
- Verteilt/Zentral

Charakteristika der Kontextverbreitung

- Subscription/Broadcast

Beispiel

- Verteilte Kontextererkennung, Vorhaltung bei mehreren Servern, Subscription



Kontextverbreitung MediaCup

Grundidee

- Infrastruktur für digitale Artefakte

Autonomes Selbst-„Bewußtsein“

- Periodisches Lesen der Sensoren
- Berechnung von abstrakten Ereignissen
- „trinken“, „wird kalt“, ...

Schwerpunkte

- Kommunikation
- Kontexte



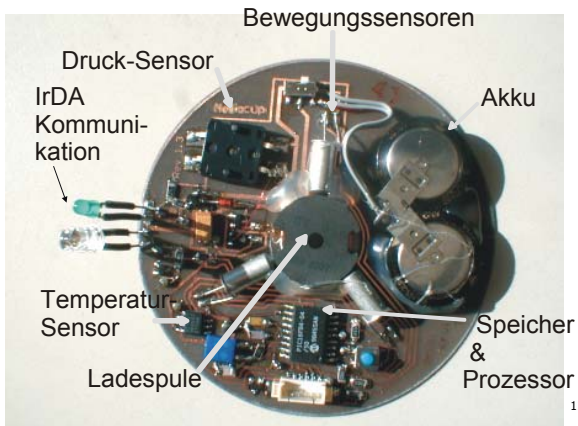
Kontextverbreitung MediaCup: Technologie

Mediacup: Informations-aktive Tasse

- PIC 16F84, 1 MHz, 1k/84Byte Memory, 10-25µA Energieverbrauch (Durchschnitt)
- IrDA-PHY Kommunikation
- 3 Bewegungs-, 1 Gewichts-, 1 Temp.-Sensor
- 2 Spezialkondensatoren (je 1F) Stromversorgung, kabellose Aufladung (via Untertasse)



Kontextverbreitung MediaCup



Kontextverbreitung MediaCup System

Ermöglicht spontane Integration neuer Artefakte

- Türschild
- Digitale Uhr
- Kaffeemaschine

Ermöglicht Kommunikation zwischen unbekanntem Geräten

- Neue Geräte können sofort ohne Vorwissen mit anderen Geräten in Umgebung kommunizieren

Kontextverbreitung MediaCup und weitere Artefakte



Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

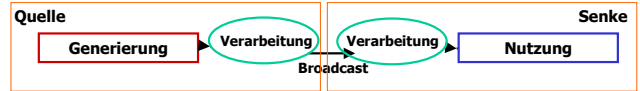


11-13

Kontextverbreitung und Verarbeitung: MediaCup

Charakteristika

- Kontexterkenkung: verteilt
- Kontextvorhaltung: verteilt
- Kontextkommunikation: Broadcast



Klassifikation Anwendung

- Uhr: Kontextuelle Information (Manueller Anstoß, Info)
- Türschild: Kontextuelle Konfiguration (Autom., Info)
- Kaffeemaschine: Kontext-ausgelöste Ausführung (Automatisch, Aktion)

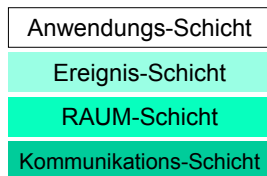
Klassifikation System: Situationsbezogen

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-14

MediaCup Aufbau Kommunikationssystem

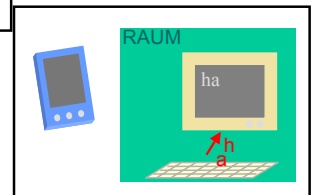
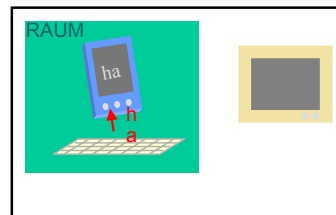
- 3(+1) Schichten
- Ereignis-Schicht: Versendung und Empfang von Kontexten, Kontextunterstützung
- RAUM-Schicht: Räumlich orientierte Kommunikation
- Kommunikationsschicht: ISO/OSI 1 & 2
- Sortierung der als Ereignisse versendeten Kontexte über 2 Ebenen: Lokationsorientierte Sortierung und kontextbasierte Sortierung
- Idee: Digitale Artefakte kommunizieren lokationsorientiert



Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-15

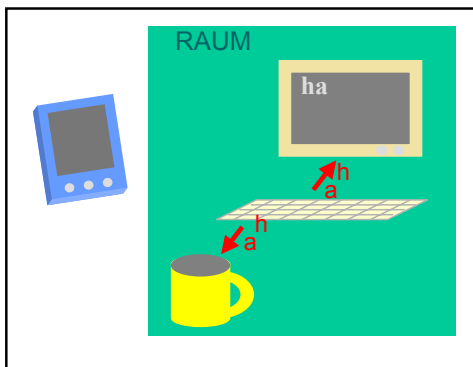
MediaCup Kommunikation ist relativ !



Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-16

MediaCup Kommunikation

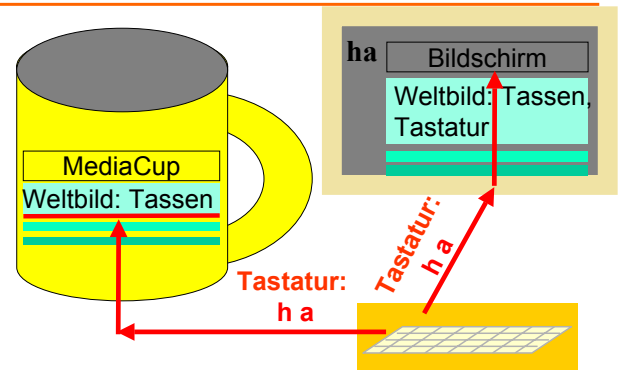


Subscription für die Auslieferung bestimmter Ereignisse in einem bestimmten räumlichen Bereich in der Senke

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

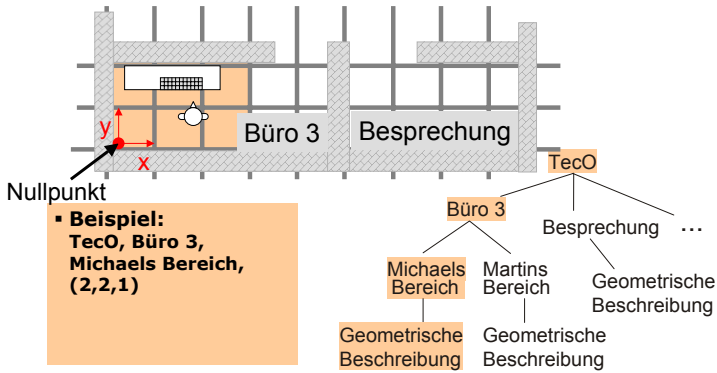
11-17

MediaCup Beispiel Auslieferung Kontexte



Kontext: Liste von Tupeln (typ, wert) denen die Lokation des Erzeugers vorangestellt ist

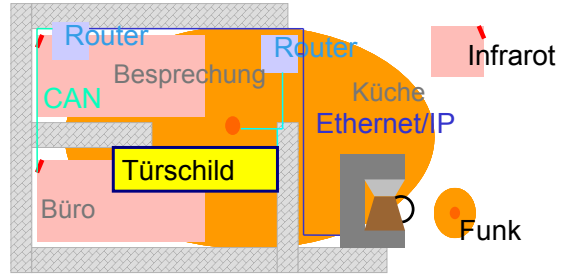
MediaCup Lokationsmodell



▪ **Beispiel:**
TecO, Büro 3,
Michaels Bereich,
(2,2,1)

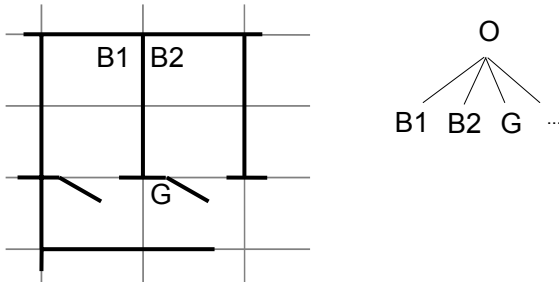
MediaCup Implementierung Infrastruktur

- Infrastruktur: 2 Router, Lokationssystem, ca. 20 Übergänge, 8 Zimmer

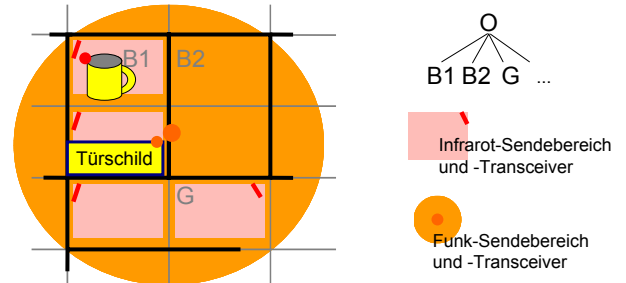


Beispielanwendungen MediaCup

- Lokationsinformation als Basis für die Kommunikation
- Subscribe to area
- Beispiel:

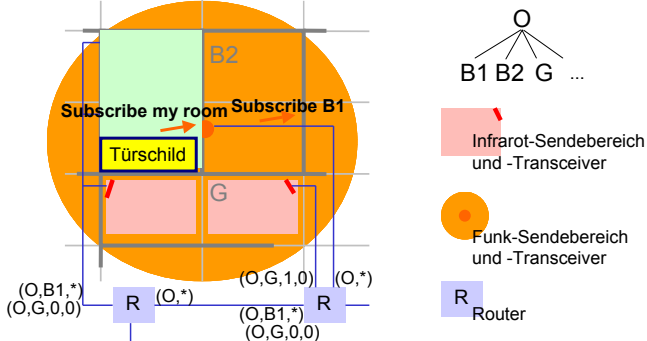


Beispielanwendungen MediaCup

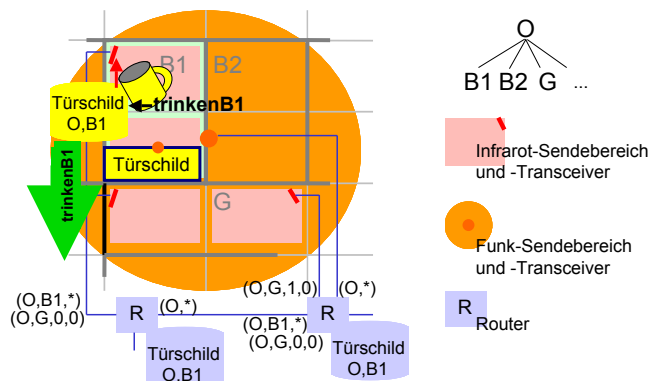


Beispielanwendungen MediaCup

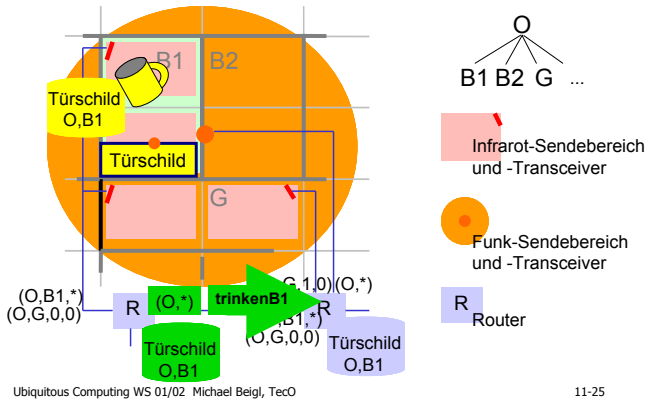
- Ermittlung der Position über Feldstärke
- Umwandlung von relativ zu absoluter Position im Funkknoten



Beispielanwendungen MediaCup

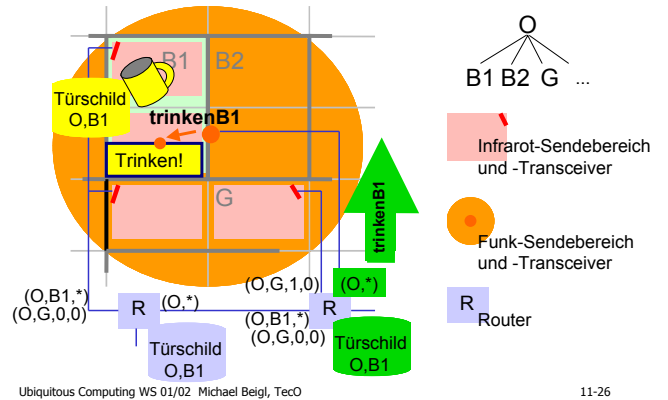


Beispielanwendungen MediaCup



11-25

Beispielanwendungen MediaCup



11-26

Beispielanwendungen MediaCup

Mehrere Tassen und bestimmtes Muster:



11-27

MediaCup Erfahrung

Erfahrung und Resultate

- Ca. 10 Tasse seit 1999 im Einsatz
- Erkennung von 5 Ereignistypen
 - >95% Erkennungsrate für Ereignisse
- Energieverbrauch hat Design-Entscheidungen maßgeblich beeinflusst (kabellose Aufladung, Sensorik)
- Energie beeinflusst auch Verhalten des Artefakts selbst



11-28

Inhalt

- Grundlagen
- Kontextrepräsentation
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- Kontextverbreitung
 - MediaCup / RAUM
 - AwareHome / Context Toolkit
- Kontextverarbeitung
 - Context Toolkit
 - TEA

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-29

Aware Home (und Context Toolkit)

Ziel

- Anwendungsentwicklung im Bereich Ubiquitous Computing zu erleichtern
 - Einheitlicher Zugriff auf Kontextinformationen
 - Einbindung dieser Informationen in Anwendungen

Durchführung

- Aufbau eines "context-aware" Hauses als "Prototypische Implementierung"
- Anwendungsentwicklung einfache zu gestalten (keine 100 proprietären Lösungen, sondern eine einheitliche Architektur)

Lösung: Context Toolkit von Anind Dey

- Architektur zur Unterstützung von Kontext-Komponenten

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-30

Forschungsbeitrag Aware Home

Testplattform für die Erstellung von Anwendungen Context Toolkit Softwarearchitektur und API für alle Anwendungen

- Erlaubt das einfache Erstellen von Anwendungen
- Einfacher Zugriff auf Kontextinformation auch für nicht erfahrene Programmierer
- Aware Home als Validierungsplattform für Toolkit

Andere Forschungsfelder

- Privatsphäre und Sicherheit
- Bedienbarkeit und Mensch-Maschine Interaktion
- End-User Programmierung
- Soziale Akzeptanz

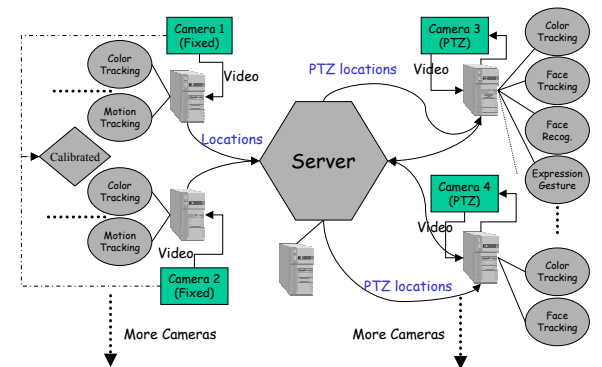
3 Zielgruppen

- Alte, Kinder, Jedermann

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-31

Aware Home System Architektur



Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-32

MediaCup und Aware Home

Unterschied zu Aware Home

MediaCup:

- Kontext am Objekt -> digitale Artefakte
- Kontexte werden nicht zu einem zentralen Rechner (Context Server) gesendet, sondern sind für alle beteiligten Rechner im Netzwerk verfügbar
- Netzwerkprotokoll ist für die Auslieferung über verschiedenen Netze zuständig
- Kein zentraler Server notwendig / kein zentrale Gedächtnis notwendigerweise vorhanden
- Peer-to-Peer: Keine Aggregatoren / Interpretatoren (Aufgabe der Objekte)

Ähnlichkeiten zu Aware Home

- Auslieferung von Kontexten bei Anforderung
- Unterstützung der Auswahl der erwünschten Kontexte

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-33

Aware Home

Philosophie

"Build and understand a *living laboratory* in an everyday setting that is *aware* of its occupants' activities and supports the continuous connection of a small community." - Abowd

- Kontext als Eingabe
- Evaluierungsmethode: Feldversuch

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-34

Aware Home

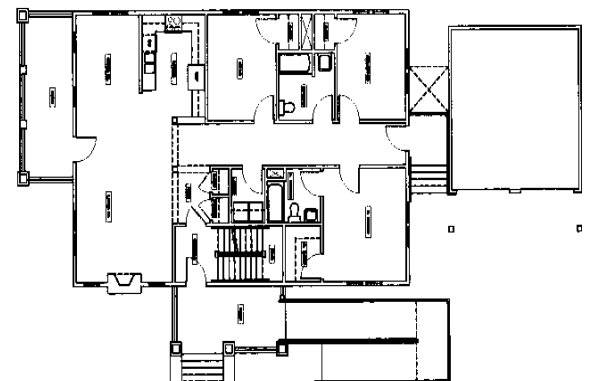
- Großer Laborbereich
- 2 getrennte und identische Wohnungen (Test und Wohnung) sowie Rechnerräume im Keller



U

11-35

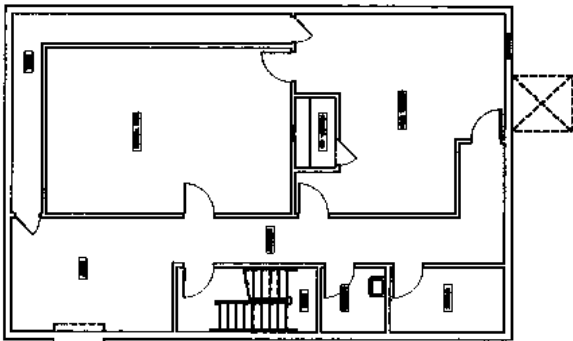
Aware Home Floor plan



Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-36

Aware Home Basement



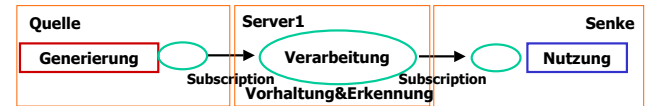
Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecU

11-27

Kontextverbreitung und Verarbeitung: Aware Home

Charakteristika

- Kontextererkennung: Zentral
- Kontextvorhaltung: Zentral
- Kontextkommunikation: Subscription



Klassifikation Anwendung

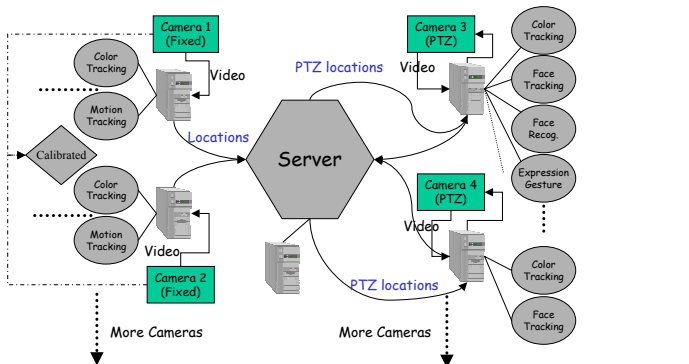
- In/Out: Kontextuelle Konfiguration (Manueller Anstoß, Info)
- Aber auch andere Anwendungen mit Kontextuelle Information, kontextuelle Ausführung

Klassifikation System: Situationsbezogen

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecU

11-38

Aware Home System Architektur



Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecU

11-39

Aware Home Ausstattung

Verschiedene Netzwerke

- Kabellos (WaveLAN, Proprietär z.B. Home Automation)
- Kabelgebunden (ADSL, Ethernet, FutureSmart wiring, X10,...)

Anpassung der Installation

- Beleuchtung auf Kameraüberwachung abgestimmt
- Kabelschächte, angehobener Fußboden, abgehängte Decke

Sensorik

- Identifikation
- Lokation
- Gemütszustände
- weitere

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecU

11-40

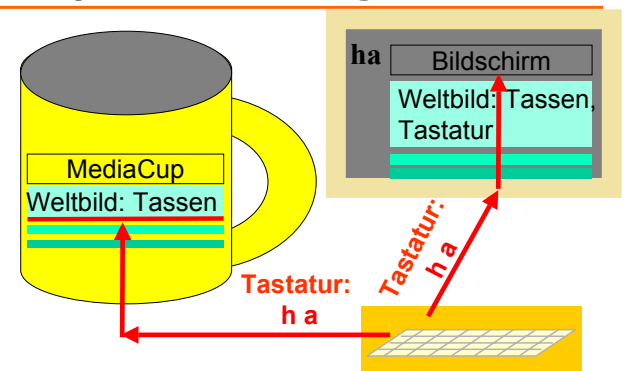
Inhalt

- Grundlagen
- Kontextrepräsentation
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- Kontextverbreitung
 - MediaCup / RAUM
 - AwareHome / Context Toolkit
- Kontextverarbeitung
 - Context Toolkit
 - TEA

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecU

11-41

Exkurs: MediaCup Beispiel Auslieferung Kontexte



Kontext: Liste von Tupeln (typ, wert) denen die Lokation des Erzeugers vorangestellt ist

Aware Home Arten von Kontext

Arten von Kontext

- Lokation, Identität, Zeit, Aktivität
- Einfach / Singulär → Komplex / Mehrfach
- Kombination von Kontexten

Kontextbenutzung

- Präsentiere Kontext dem Benutzer (erste und einfache Systeme)
- Automatisiere Abläufe anhand von Kontexten (Dienste)
- Speichere Kontexte zur späteren Wiederverwendung

Aware Home Anforderungen und Grundidee

Anforderung bei der Entwicklung

- Spezifikation von Kontext
- Erkennung von Kontext
- Gliederung von Kontext
- Speicherung und konstante Verfügbarkeit
- Transparente Kommunikation verborgen durch System
- Interpretation von Kontext

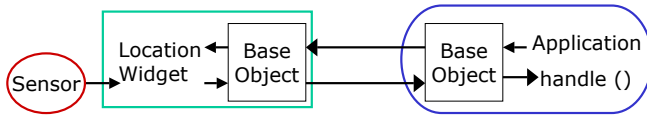
Verwendung von Erkenntnissen aus dem Bereich der graphischen Benutzeroberflächen: Widgets

- Trennung von Anwendung und UI
- Separieren nach Klassen
- Abonnement Mechanismus und Ereignisse
- "Callbacks" und Attribute
- Einheitliche Repräsentation der Elemente nach Außen

Aware Home Callback Modell

- Transparente Kommunikation für die Anwendung
- API in der Beispielanwendungen erledigt Kontextaufforderung im Zusammenspiel mit dem Location Widget auf dem Kontext-Server

(a) subscribe: Person in Raum 15



(b) Sensorwert wird empfangen

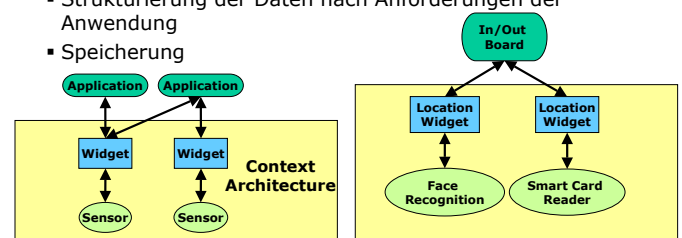
(c) callback, falls Daten übereinstimmen: Person in 15

(d) callback-Auslieferung zum handle

Aware Home Context Widgets

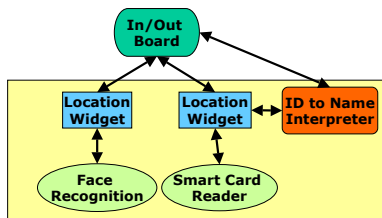
Context Widgets

- Widget: Trennung Schnittstelle Mensch-Anwendung
- Akquise und Abstraktion von Daten eines bestimmten Sensors
- Strukturierung der Daten nach Anforderungen der Anwendung
- Speicherung



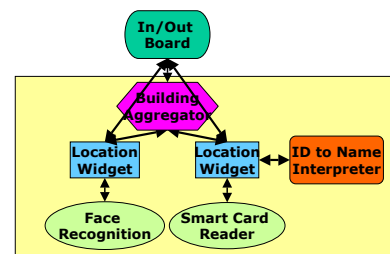
Aware Home Context Interpreter

- Konvertiert und interpretiert Kontexte zu höherwertigen Informationen
- Anreicherung von Kontexten mit zusätzlichen Informationen, die im System auf dieser Ebene nicht verfügbar sind



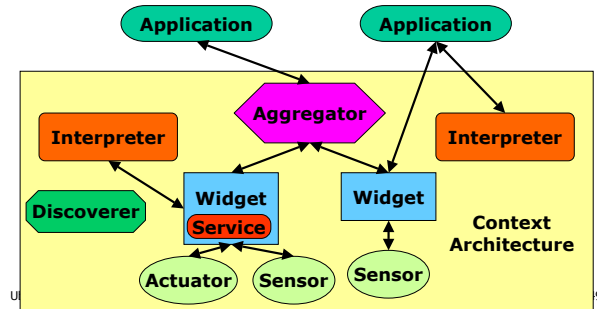
Aware Home Context Aggregators

- Sammeln von Kontexten, die für bestimmte Einheiten relevant sind
- Weitere Unterteilung, die den Entwurf vereinfacht



Aware Home Context Toolkit Framework

- Aufbau „echte-Welt Model“
- Library zur einfachen und schnellen Erstellung von Anwendungen
- Komponentenmodell



U

9

Aware Home In/Out Board

- Verwendete Kontexte: Lokation, Identität, Zeit
- Art der Verwendung: Kontextrepräsentation aufbereitet für menschlichen Benutzer

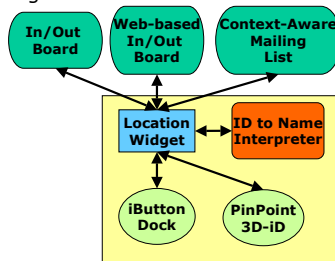
Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO



11-50

Aware Home In/Out Board Architektur

- Eine der ersten Anwendungen
- Einfache Anwendung demonstriert Wiederverwendbarkeit des Ansatzes und evolvierende Anwendungen



Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-51

Inhalt

- Grundlagen
- Kontextrepräsentation
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- Kontextverbreitung
 - MediaCup / RAUM
 - AwareHome / Context Toolkit
- Kontextverarbeitung
 - Context Toolkit
 - TEA

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

11-52

Situationsbezug: TEA

TEA: Technologies for Enabling Awareness

- (EU-Projekt 1998-2000: TecO, Starlab/BE, Nokia/FIN)
- Ubicomp-Antwort auf Computer Vision: statt einem mächtigen Sensor (=Kamera) Verbund einfacher spezialisierter Sensoren
- Assoziation von Multi-Sensor-Daten mit Situationen (Heuristiken, Lernverfahren)
- Konzipiert als HW/SW-Add-on für mobile Geräte
 - low-energy, low-cost
 - insbesondere für Mobiltelefone

Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO

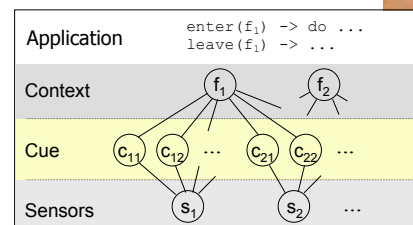
11-53

Situationsbezug: TEA

TEA Device

- Sensor Integration: 2 Licht, 2 audio, 2-axis accel., Temperatur
- Microcontroller: Sensor Kontrolle, feature extraction (cues), Komm.

Architecture



contrib. to [car,meeting,...]

[noise,speech,music]

microphone ...

11-54

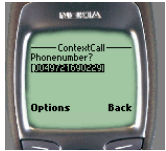
Situationsbezug: TEA

Mobile Telephony: GSM Phone as TEA Host

- Benutzererwartung: verschiedene Situationen=unterschiedliches Verhalten
- Derzeit: Manuelle Selektion z.B. des Klingeltones
- TEA-Device Integration: Automatische Selektion 5 Profile, Vorhersagegenauigkeit 80-90%

Application: „Context Call“

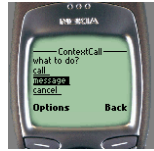
- Mitteilung des Kontexts zwischen Anrufer und Angerufenem



Nummernwahl....



...Context Server:
"in meeting"...



...Anrufer entscheidet:
Anruf, SMS, oder Abbruch

1-55