

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

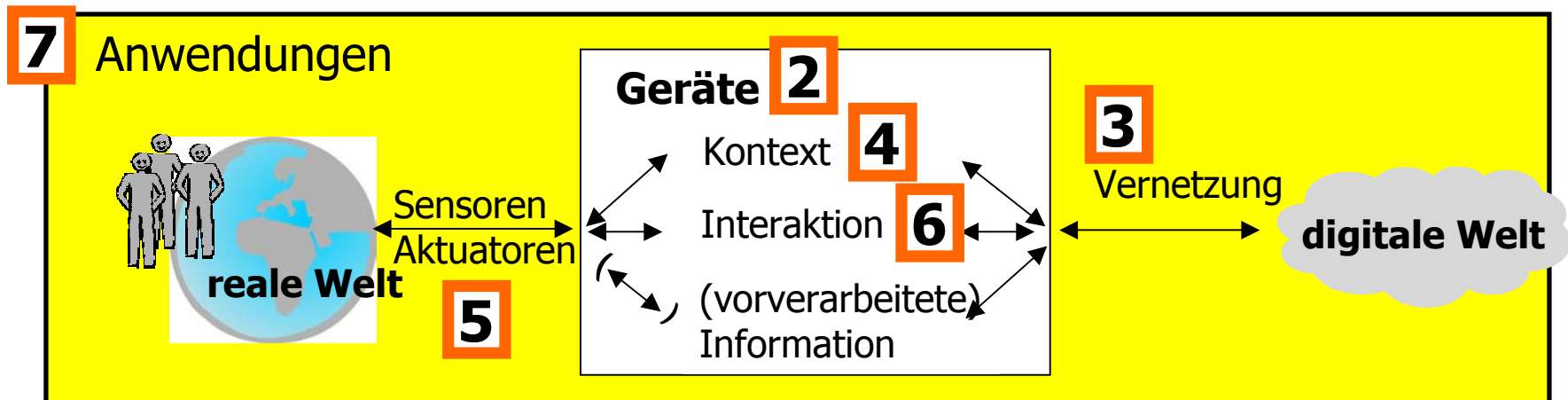
4 Kontext

Modelle, Klass.
Verarbeitung, Verbreitung

5 Sensoren/Aktuatoren

6 Interaktion

7 Anwendungen



Inhalt

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

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

Grundlage: Arten der Wahrnehmung von Kontext

Wahrnehmung von Kontext

- Durch die Auswertung innerer Zustände -> interner Kontext
- Durch die Auswertung des „eigenen“ Zustandes, Einbettung von Sensoren in Objekt -> innerer Kontext:
Smart Artefacts
- Durch die Auswertung des Zustands der Umgebung, Einbettung von Sensoren in Umgebung -> externer Kontext:
Smart Environments

Beispiele

- MediaCup: Smart-Artefacts
- Aware Home / Context Toolkit: Smart-Environment

Grundlage

Kontext in Ubicomp

Grundkonzept in Ubiquitous Computing

Drei gute Gründe:

- **Mobilität: Veränderte Umgebung → Veränderter Kontext**
 - Im Gegensatz zur vorhersagbaren und sich wenig variierenden Kontexten in traditionellen Büro-basierenden Rechnersystemen
- **Brücke zwischen Realer und virtueller Welt**
 - Herkömmliche Systeme: Alle Kommunikation zwischen der „Welt“ und dem „Computer“ wird mittels eines Menschen geleistet (füttern des Rechners und Ausführen der Ergebnisse)
 - context-awareness: Rechner „zapfen“ die Welt direkt an
- **Komplementiert die Ubiquität**
 - Ubiquität = Globale Verfügbarkeit: Erreicht durch Abstraktion: Dienste werden überall und in jeder Situation verfügbar
 - Kontext: Adaption auf lokale Situation und Umstände

Grundlage

Kontext in Ubicomp

Context-aware Systeme

- Kontext-Erwerb: Wie werden Fakten erlangt, die Situation beschreiben
- Kontext-Benutzung: Wie können Anwendungen sich auf Kontext anpassen oder reagieren
- Verschiedene Fragestellungen, oft vermischt

Kontext Erwerb

- Reichere Systeme/Geräte mit Sensorik an
 - Position, Vision, ...
- Reichere „die Welt“ mit Anknüpfungspunkten für Kontextanwendungen an
 - Anbringen von Markern, Tags, Einbetten von Geräten ...

Situative Anwendungen

- HCI: Interpretiere Eingabe „im Kontext“, adaptiere Ausgabe zu Kontext „implizite HCI“, eingebettete Erkennung
- Reaktive Anwendungen: Kontext Anpassung in der Anwendungslogik

Grundlage Kontext in Ubicomp

Grundannahme

Erkannter Kontext erlaubt Rückschluß auf die Situation

Inhalt

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

Kontextrepräsentation

Repräsentation von realer Welt

- Auch in anderen Disziplinen vorhanden, z.B. KI
- Unterschied:
 - KI:
 - Begriffsdefinition und Modell analog der menschlichen Wahrnehmung
 - Führt zu komplexen Modellen
 - Ubicomp
 - Begriffsdefinition und Modell optimiert auf die Aufgabenstellung
 - Führt zu relativ einfachen Modellen
- Menschliches Verständnis der Modelle
 - Komplexe Modelle oft nicht einleuchtend / schwer verständlich
 - Allgemeine Sichtweise aller Menschen notwendig

Kontextrepräsentation Klassifikation System

Drei Klassen kontextuell eingebetteter Systeme:

System	Kontext
Ortsbezogen	Lokation von Systemkomponenten
Objektbezogen	Identität von Personen und Objekten
Situationsbezogen	Aktivität in der Systemumgebung


- Technologien zur Kontextbestimmung
- Modelle zur Unterstützung von Anwendungen
- Architekturen für kontextuell eingebettete Systeme

Kontextrepräsentation

Klassifikation Anwendung

Klassifikation von Anwendungen, die Kontext nutzen (Bill Schilit, XeroxParc)

Anstoß Ausführung	Manuell	Automatisch
Information	Kontextuelle Information	Kontextuelle Konfiguration
Aktion	Kontextuelle Ausführung	Kontext-ausgelöste Ausführung



Beispiel: "Proximate Selection"

- UI-Technik zur Auswahl von Objekten
in der Nähe, z.B. Drucker

Name	Room	Distance
caps	35-2200	200ft
claudia	35-2108	30ft
perfector	35-2301	20ft
snoball	35-2103	100ft

Kontextrepräsentation

Lokation als Kontext

Ist ein ausgezeichneter Kontext, da gut verstanden

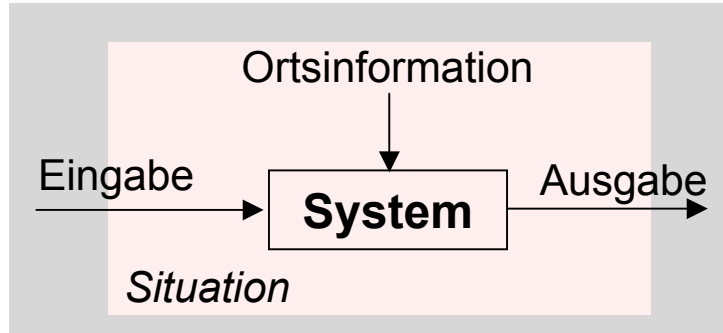
- Erkenntnisse aus den Kognitionswissenschaften
- Technische Systeme

Häufig verwendet in Ubiquitous Computing

- ActiveBadge war erstes Ubicomp System (ohne dessen Namen zu tragen)
- ParcTab Anwendungen benutzen Lokation als einzigen Kontext
- Bis jetzt verwenden sehr viele Ubicomp-Systeme Lokation als ausgezeichneten oder einzigen Kontext

Kontextrepräsentation

Lokation als Kontext



„Ein System ist ortsbezogen, wenn es Komponenten enthält, deren Lokation bestimmt und für situatives Verhalten genutzt wird.“

- **Zentraler Kontext in mobilen Systemen**
 - Nutzung in wechselnden Umgebungen
- **Zwei Klassen von Systemen:**
 - verteilter Ortsbezug: Lokation aller Komponenten
 - lokaler Ortsbezug: Lokation nur des Dienstnehmers
- **Annahme für kontextuelle Einbettung:**
 - Lokation läßt Rückschlüsse auf Situation zu
 - Pionierprojekte: ActiveBadge und ParcTab



Kontextrepräsentation

Lokationsmodelle

Welche Anfragen sollen unterstützt werden ?

- Absolute/Relative Position
- Operatoren: Enthaltensein, Distanz, Nähe, Co-Lokation, „im gleichen Raum“,...

aber: Positionsmessungen sind ungenau!

- Lokationsinformation liegt nicht als Punkt sondern als Gebiet/Volumen vor i. allg. als Gebiet vor, z.B. definiert durch
 - gemessene Position und Meßungenauigkeit
 - bekannte Position einer Funkbake und Sendeleistung
 - bekannte Position einer Infrarotbake und Sichtbereich

Kontextrepräsentation Lokationsmodelle

Geometrische Modelle

- Koordinatensysteme, z.B. geozentrisch (WGS84)
- Scharfe vs. unscharfe Definition von Gebieten
 - z.B. Annäherung durch Umkreis usw.
- Ortsarithmetik für räumliche Anfragen
- flexibel und wiederverwendbar

Symbolische Modelle

- Verwendung von Namen zum Verweis auf Lokationen
 - z.B. im Active Badge System IDs/Namen der Sensoren/Räume
- Modellierung von Lokationen als Mengen und Objekten als Elementen (d.h. Mengenlehre statt Arithmetik bei Anfragen)
- einfache Verwaltung: Hierarchiebildung, Zugangskontrolle
- Anwendungsbezug
 - z.B. Namen mit geografischer Bedeutung, Raumnummern usw.

Existierende Lokationsmodelle/systeme I

Beschreibungsformate und Austauschformate

- Proprietär
 - Vcard als Austauschprotokoll persönlicher Informationen
- Markup-Sprachen
 - Geography Markup Language (GML)
- XML basierte Sprachen
 - GML von der University of Jyväskylä,
 - LandXML für die Landschaftsplanung
 - Geospatial eXtensible Language zur Codierung und Austausch von geo-räumlichen Daten wie vom G-XML Komitee in Japan spezifiziert
 - Point of interest eXchange Languag (POIX) zum Austausch von Lokationsrelevanten Informationen ans W3C durch Mobile Information Standard Technical Commitee (MOSTEC) eingereicht

Existierende Lokationsmodelle/systeme II

Beschreibungsformate und Austauschformate

- Formate angepaßt auf technische Systeme
 - National Marine Electronics Association's (NMEA) interface NMEA-0183 as used for GPS receivers.
 - Für GSM and UMTS
- Zusatzinformation für existierende technische Systeme
 - DNS-LOC für das Domain Name System (Davies et al.)
 - Geotags für die geographische Registrierung und Ressourcenerkennung von HTML Dokumenten
- Von Menschen verwendete Formate
 - Postadresse
 - Namensschema für Räume

Lokationsmodelle

Vergleich und Technologievgl.

Tech- nolo- gie	Positions- identifikator	Modell	auf geome- trische / semantische Pos. abbild- bar
GSM	CGI/LAI/PLMN	Symbo- lisch/Identifikation	Ja
Inter- net	IP Adresse	Symbo- lisch/Identifikation	(Nein)
Active Badges	Sensor- Identifikator	Symbo- lisch/Identifikation	Ja
Post- adresse	Adressenbe- schreibung	Symbo- lisch/semantisch	-

Lokation und Anwendungen

Systeme zur Gewinnung von Lokationsinformation

- GPS
- ActiveBadge

Anwendungen zur Verwendung von Lokationsinformation

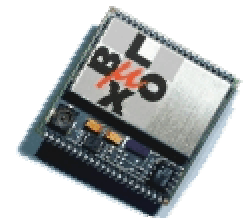
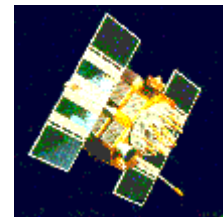
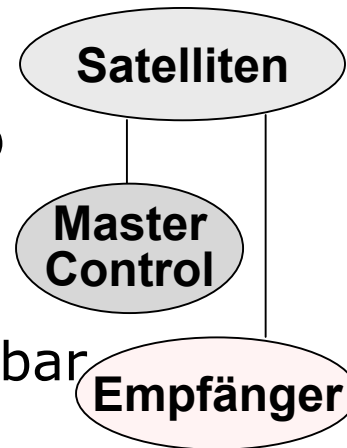
- Stick-e-notes
- Guide

Lokation

GPS: Global Positioning System

Satellitenbasierte Positionierung

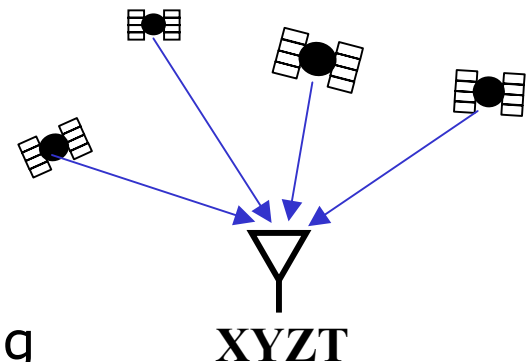
- zur Ortsbestimmung im Außenbereich (kein Empfang in Gebäuden)
- entwickelt und betrieben vom US DoD (Master Control)
- 24 Satelliten auf 6 Ebenen
- 12h Umlaufzeit, je 5-8 Satelliten sichtbar



(30x30mm)

Funktionsprinzip: Time-of-Arrival (TOA)

- Satelliten (d.h. Infrastruktur) senden ihre Zeit und Position
- Empfänger (= Client/Anwender) messen Zeitversatz und berechnen Ort in 3D-Erdkoordinaten (geozentrisch)
- 4 Signale erforderlich für XYZT-Bestimmung



Lokation

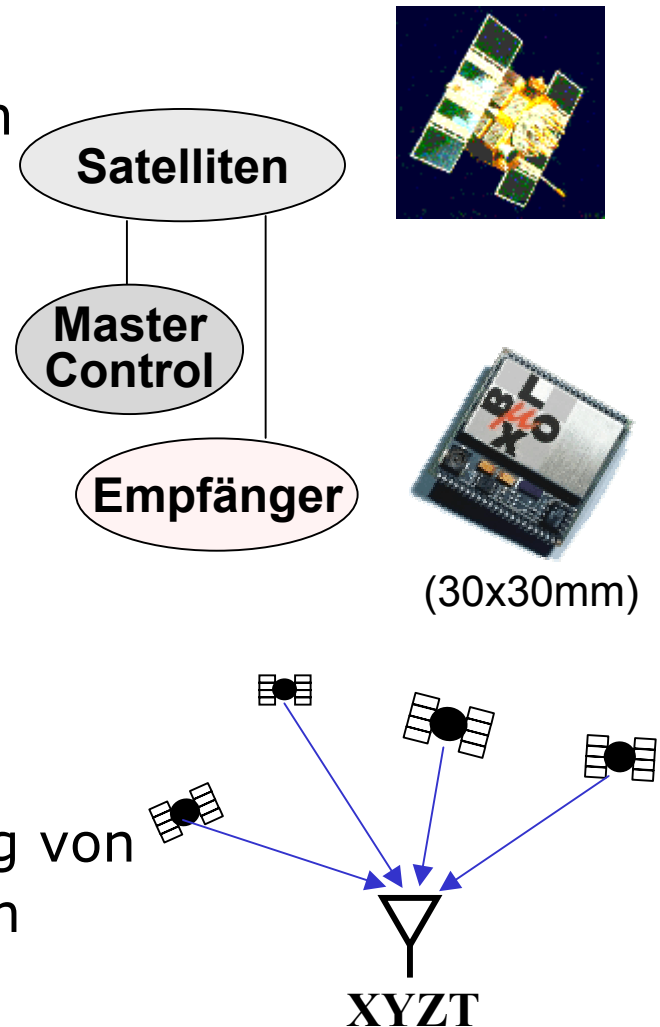
GPS: Global Positioning System

Standard Positioning Service (SPS)

- Lokationsdienst für den zivilen Bereich
- seit Mai 2000 ohne S/A-Degradierung
- max. Fehler 25m in der Ebene (ca. 40m in der Höhe)

Differential GPS (DGPS)

- terrestrisches Korrektursignal von GPS-Station mit bekanntem Ort
- Anwender braucht entsprechend zwei Empfänger: DGPS und GPS
- Genauigkeit: abhängig von Entfernung von DGPS-Station, i.allg. Abweichung <1m



Lokation Active Badge System

Infrarotbasierte Ortsbestimmung

- Lokalisierung (v.a. von Personen) in Gebäuden
- 1991, Olivetti Research Lab, Cambridge UK

Active Badge

- „Aktives Namensschild“
- Client und Sender (d.h. im Gegensatz zu GPS, wo der Client Empfänger ist)
- 2 LEDs u. Lautsprecher für Paging

Infrastruktur

- Netzwerk von Infrarotsende/empfängern



Active Badges



Sensor

Lokation

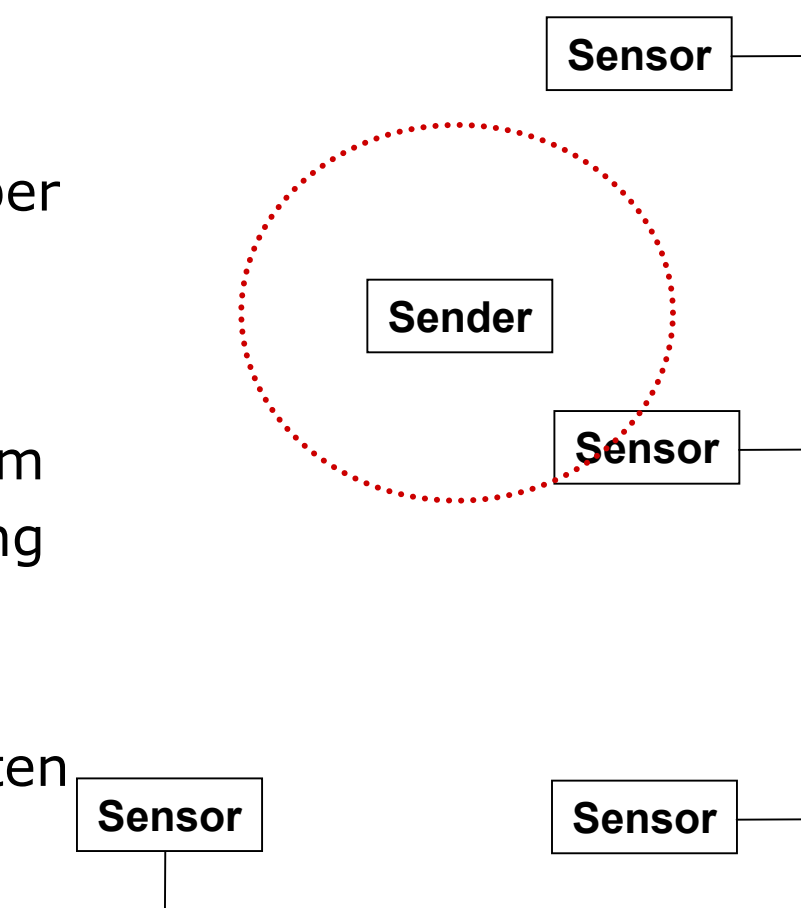
Active Badge System

Funktionsprinzip

- festes Netzwerk von Empfängern
- Position des Senders wird über Identität des Empfängers erfaßt
- Dichte des Empfängernetzwerks bestimmt
 - erforderliche Sendeleistung
 - Positionsauflösung

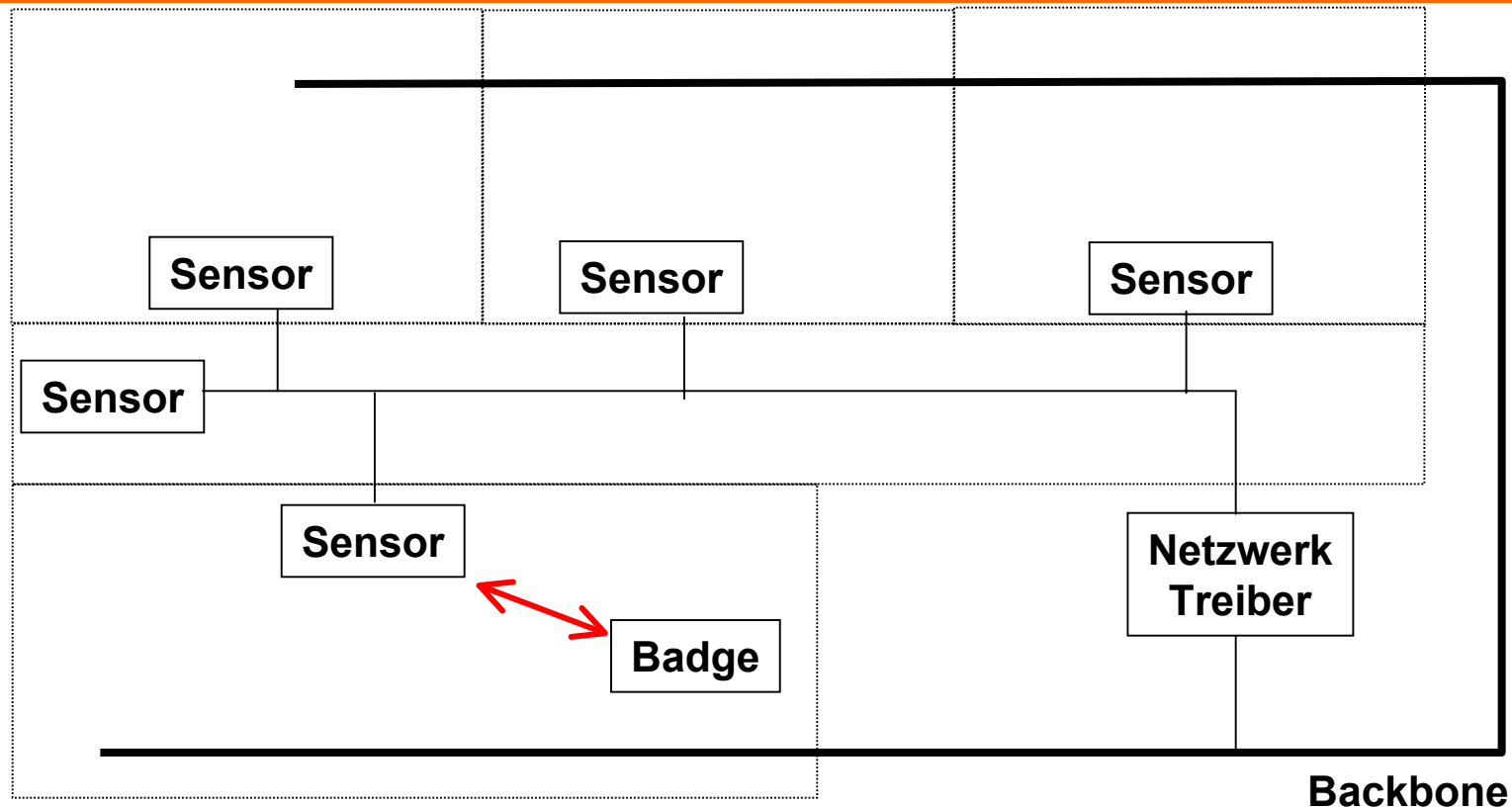
Infrarot als Medium

- Nutzung räuml. Gegebenheiten
- z.B. Ortsauflösung = Aufteilung von Gebäuden in Räume



Lokation

Active Badge System



- Räume dienen als natürliche Grenzen für IR-Signale
- Sensoren puffern Lokationsinformation
- Netzwerk zur Stromversorgung und Kommunikation
- Gateway zum LAN-Backbone

Lokation

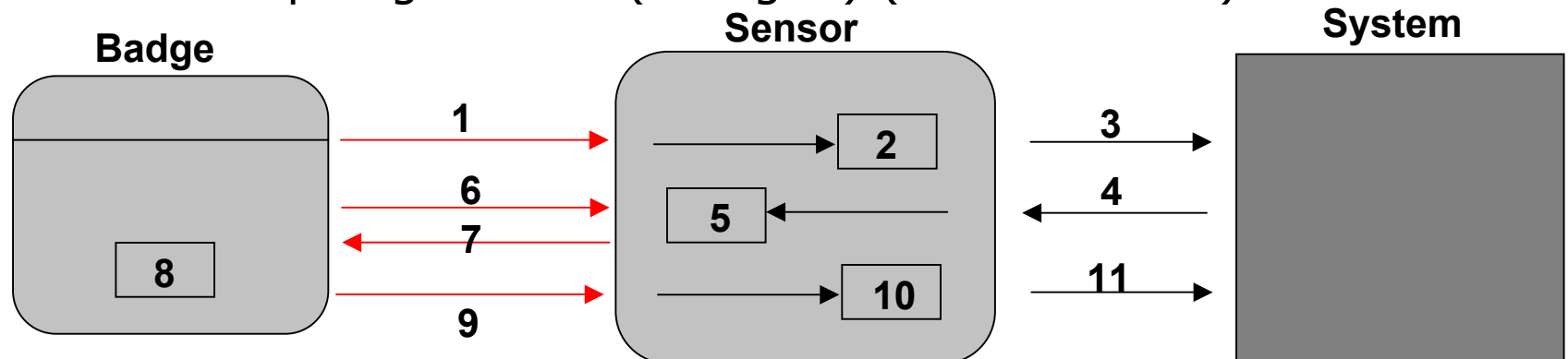
Active Badge Kommunikation

Badge sendet IR-Bake (ID)

- periodisch: alle 15s
(bei Dunkelheit größeres Intervall → Energie sparen)
- Sendefolgenummern → Filterung nach Mehrfachempfang

Nachrichtempfang möglich (Paging)

- System erhält Ortsinformation über Sensor (Schritte 1-3) und sendet Nachricht an entsprechenden Sensor/IR-Transceiver (4-5)
- Pufferung im Sensor bis Badge empfangsbereit (bis 10s für 1-5)
- kleines Empfangsfenster (Energie!) (<2ms für 6-7)



Lokation

Active Badge System

Wesentliche Systemeigenschaften

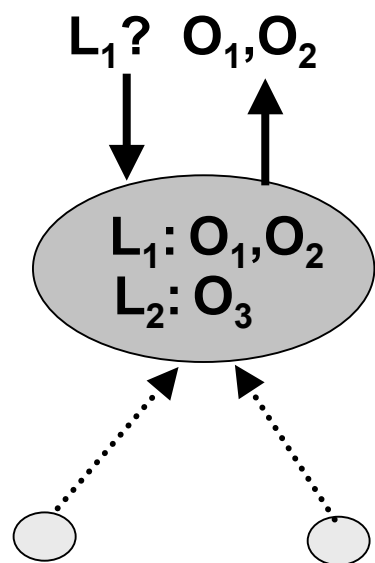
- Räumliche Auflösung korrespondiert mit realer Umgebung
 - Büroräume, Arbeitsbereiche etc.
- Zeitliche Auflösung ist so fein, wie die Stromversorgung zuläßt
 - alle 15s (tagsüber) bei Batterielebenszeit von einem Jahr (Anm.: das System ist 10 Jahre alt!)
- Information wird aktiv erzeugt und regelmäßig verteilt
 - Zwischenspeicherung im System (→ Lokationsserver)
 - ID zu Darstellung / Information erfolgt erst hier
 - Bereitstellung auf Abruf

Lokation

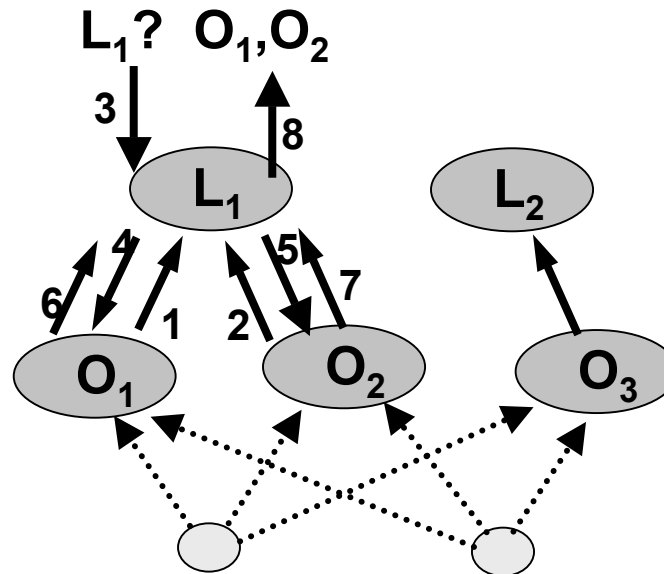
Lokationsinfo und Privatsphäre

Verteilung / Zugangskontrolle

- Zentrale Information/Kontrolle: einfache Bedienung von Anfragen
- Dezentralisierung: pro Privacy, aber komplexe Bedienung von Anfragen und mögliche Verklemmungen



zentrale Kontrolle



Info/Kontrolle in dezentralen Objekten gekapselt

Client-Query

Lokations-agenten

Objekt-agenten

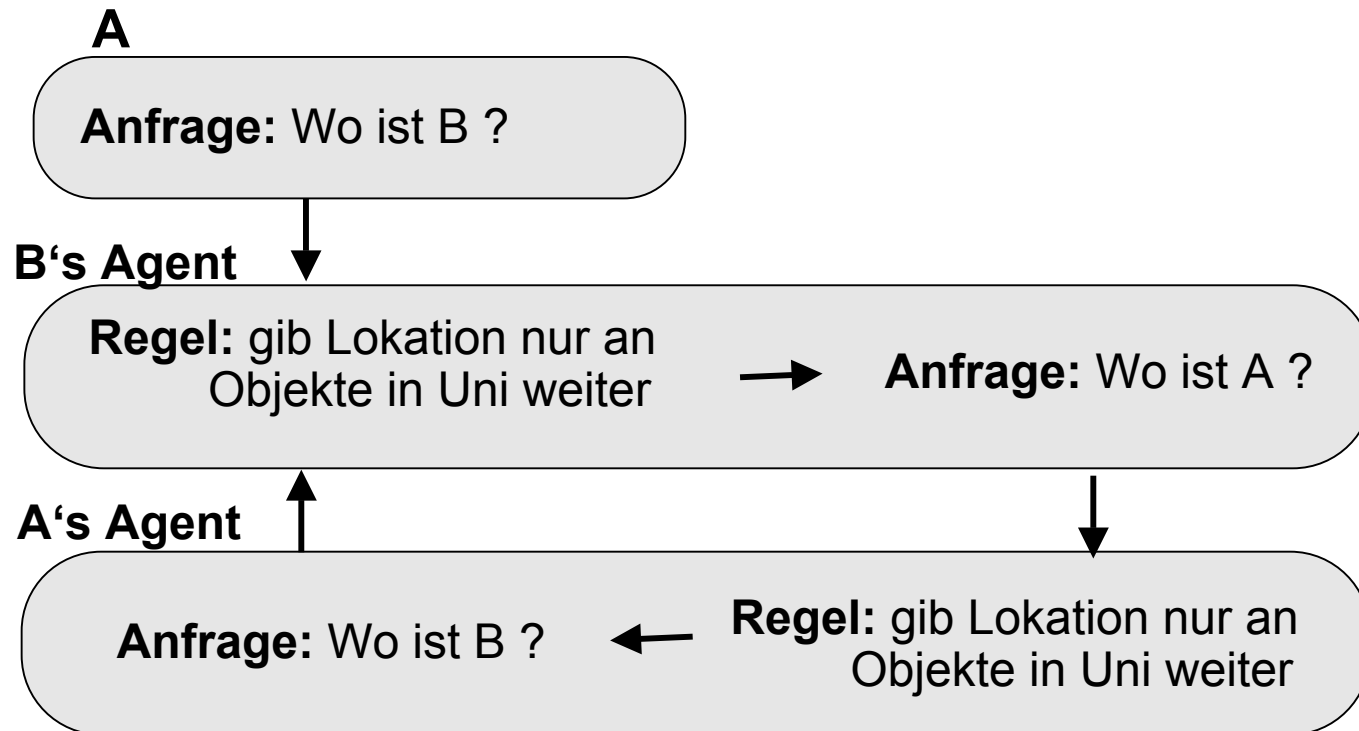
Inform.quelle

Lokation

Lokationsinformation

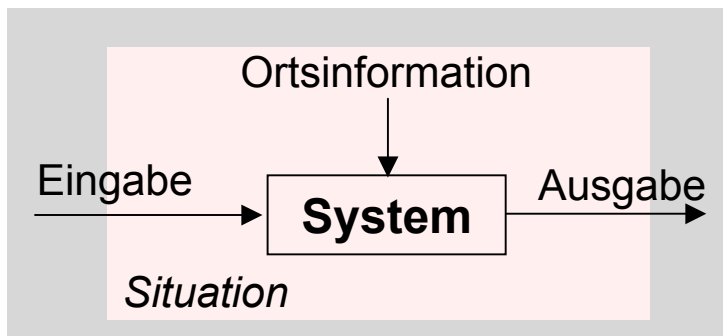
Verteilung / Zugangskontrolle

- Beispiel für Verklemmung zwischen Objekten A und B bei dezentraler Zugangskontrolle:



Lokation

Ortsbezogene Anwendungen



„Eine Anwendung ist ortsbezogen, wenn sie Komponenten enthält, deren Lokation bestimmt und für situatives Verhalten genutzt wird.“

Anwendungsfelder

- Navigation, z.B. Tour Guides
- ortsbezogene Information (lokale Gültigkeit/Relevanz)
- Erfassung von Ortsinformation als Metadaten
- Kommunikation: Anrufumleitung, Routing
- Nutzung lokaler Infrastruktur (Identifikation über Lokation)
- Initiierung von Kooperation

Lokation

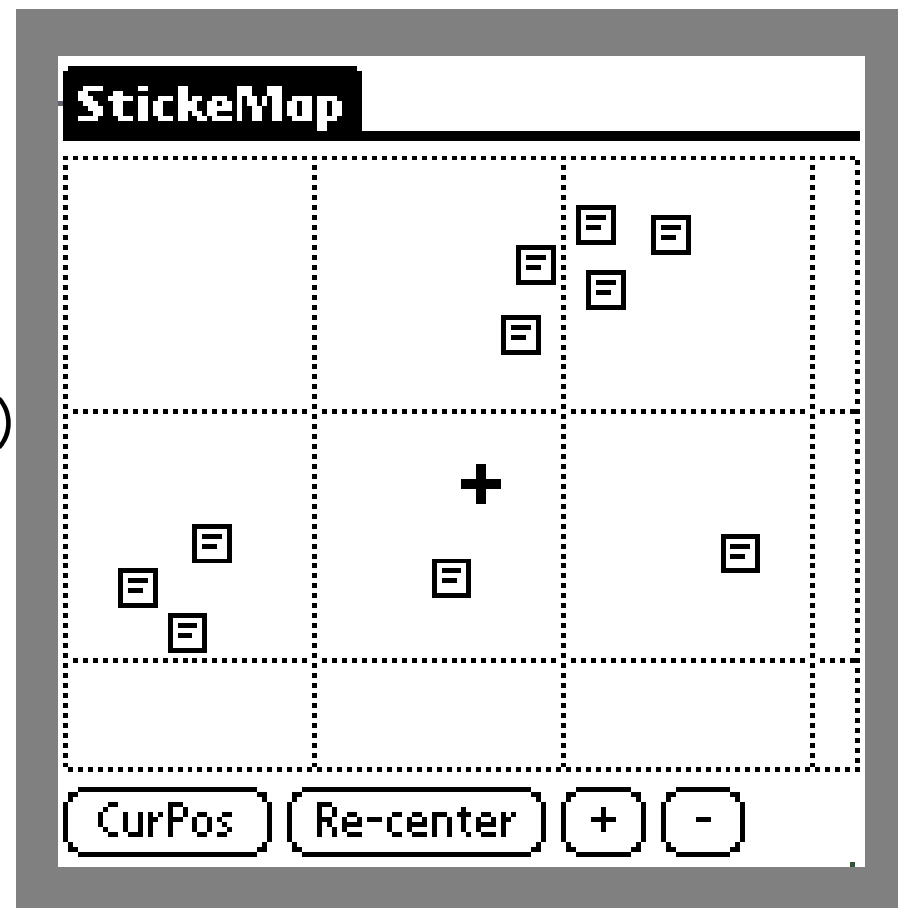
Stick-e-notes

Stick-e-notes

- P. Brown et al, U of Kent
- Annotation von Notizen mit Orts- und Zeitstempel
- Zugang auf Notizen über räumliches UI (StickeMap) relativ zu eigener Position

„Human-Giraffe-Interface“

- Anwendung: Beobachtungen im Gelände
- Kooperation: Notizen verschiedener Beobachter

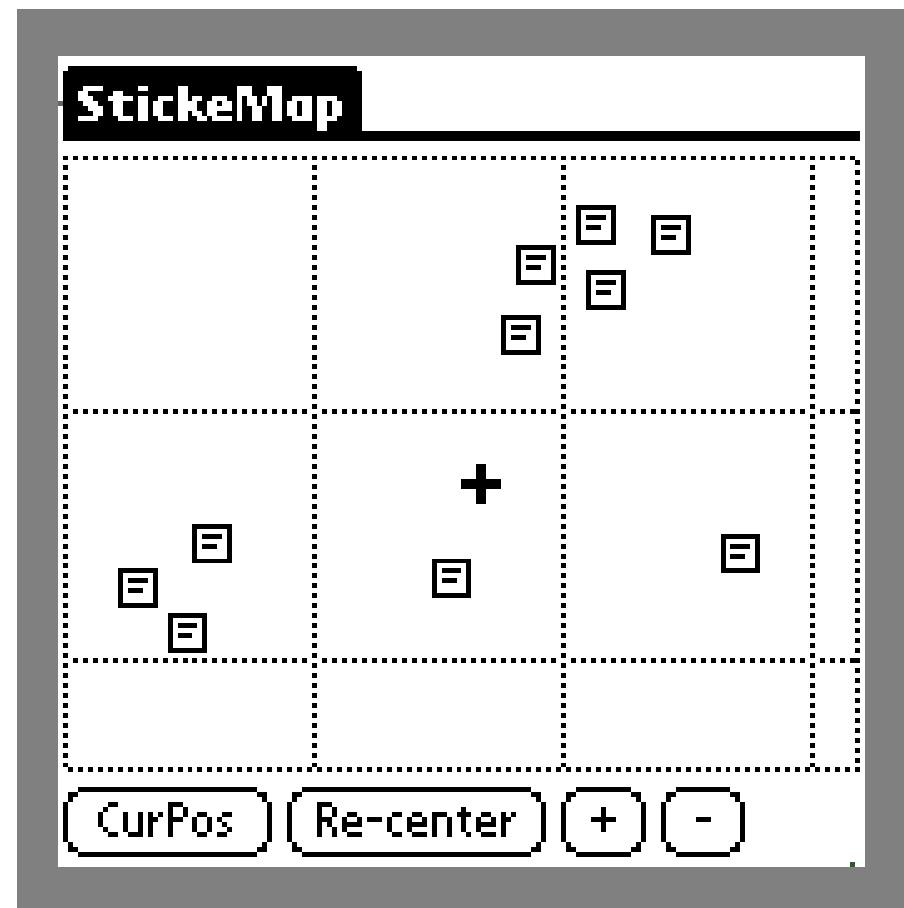


Lokation

Stick-e-notes

Stick-e-note System

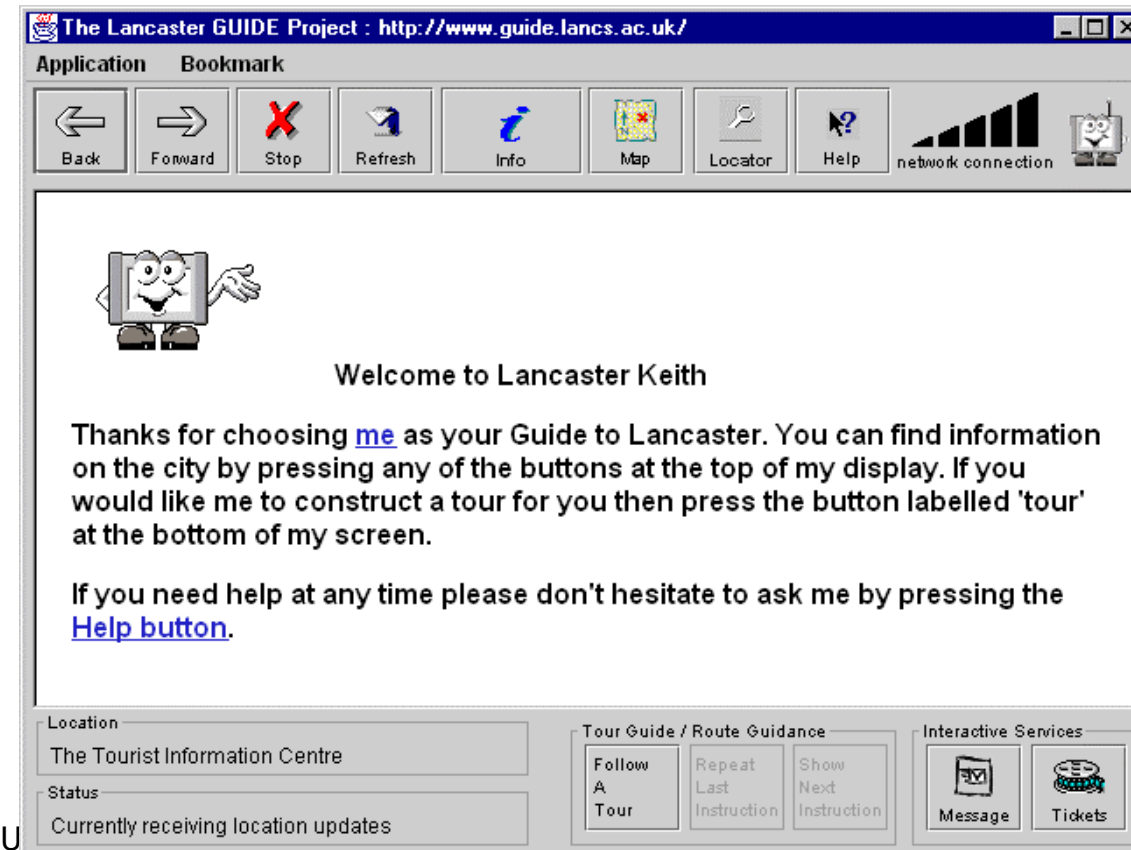
- PalmPilot in Kombination mit GPS-Empfänger
- geometrisches Modell
- zuverlässige Positionierung (Anwendung im Feld)
- Informationsmodell: Notizen in HTML, spezielle Tags für Orts- und Zeitinfo
- einfaches Zugangsmodell



Lokation GUIDE

GUIDE, Lancaster University

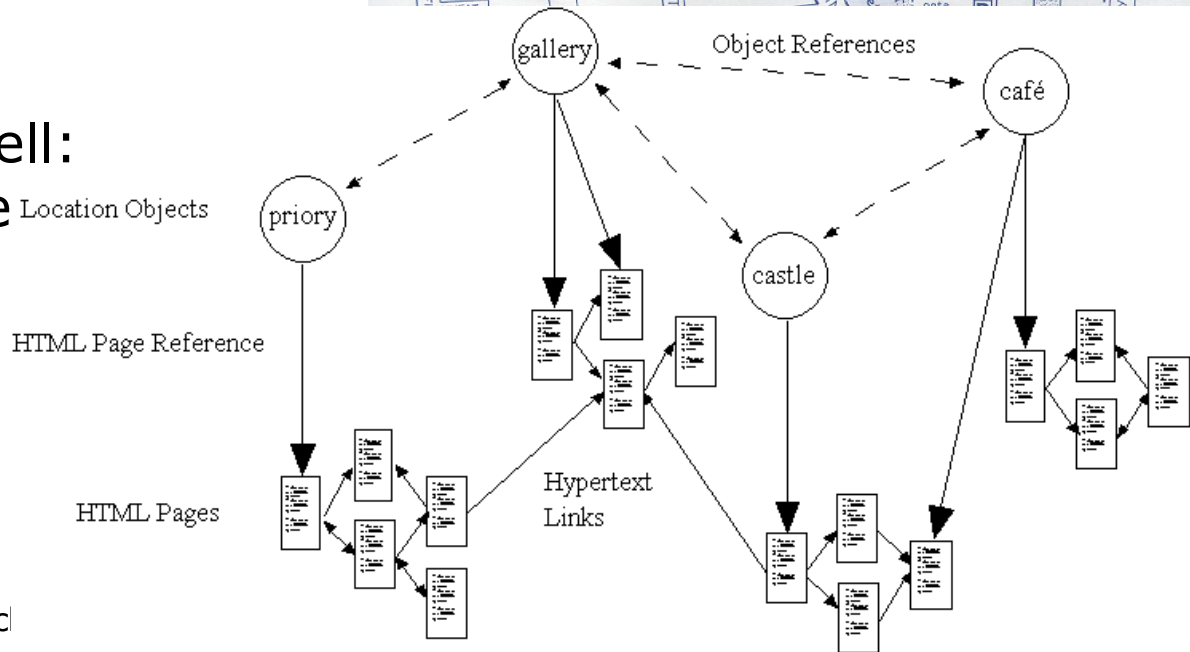
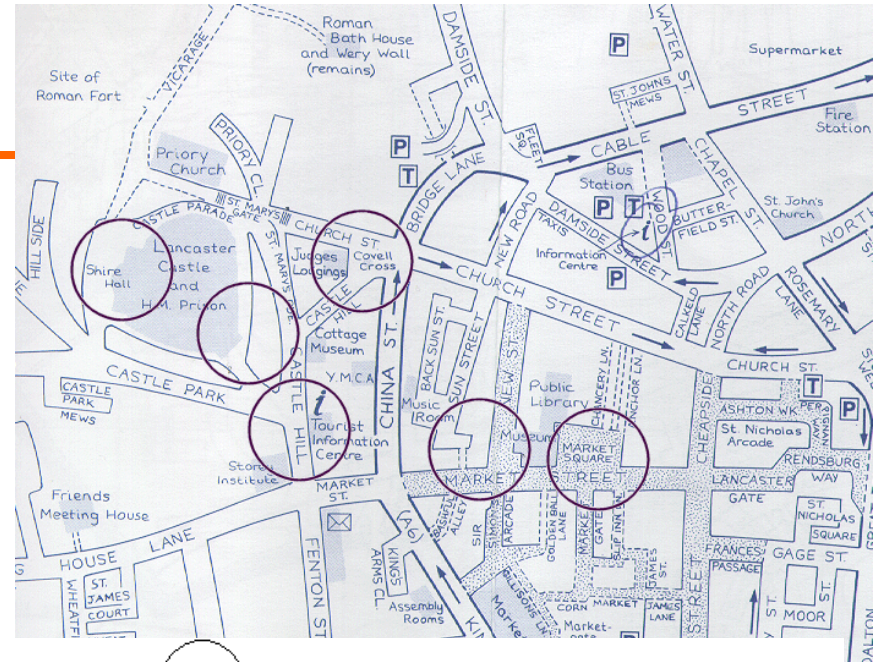
- digitaler Fremdenführer: Navigation (Touren), ortsabhängige Information („Attraktionen in der Nähe“)



Lokation GUIDE

GUIDE System

- WaveLan, 6 Zellen im Stadtgebiet, $\varnothing \sim 200m$
- symbolisches Modell, Bereiche
- Flache Hierarchie
- Ortsbestimmung: COO, grobe Auflösung, nicht flächendeckend
- Informationsmodell: Lokations-objekte mit Verweis auf HTML-Seiten
- Notepads als Zugang



Lokiation GUIDE

GUIDE User Interface

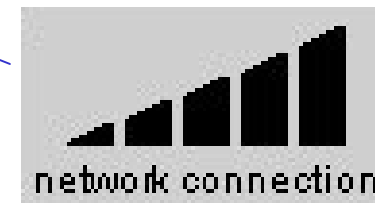
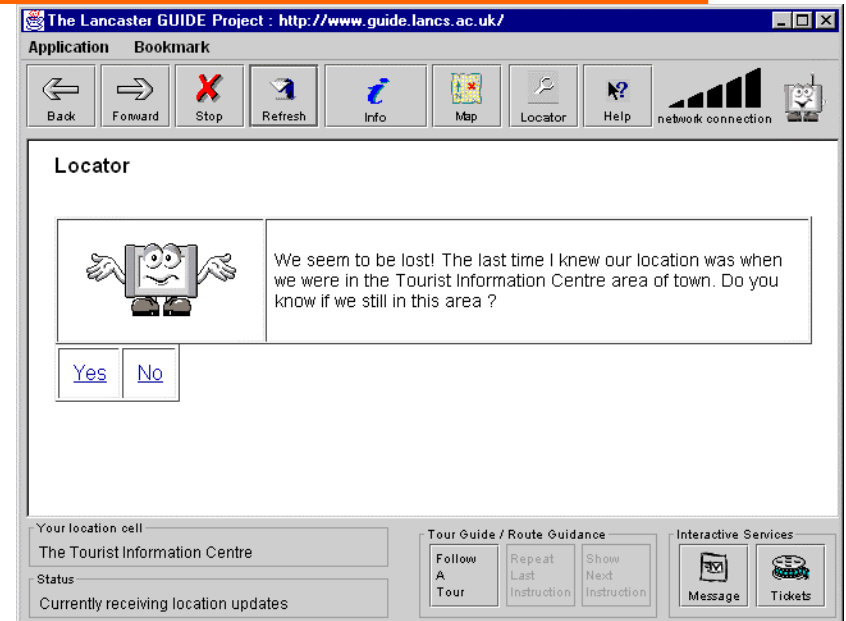
- Lokationsdienst und Kommunikation nicht flächendeckend
- Anwendungsverhalten ändert sich wenn GUIDE disconnected ist
 - Problem: Nachvollziehbarkeit für Anwender

Mobile Awareness

- Verbindungszustand für den Anwender sichtbar machen

„kooperative Ortsbestimmung“

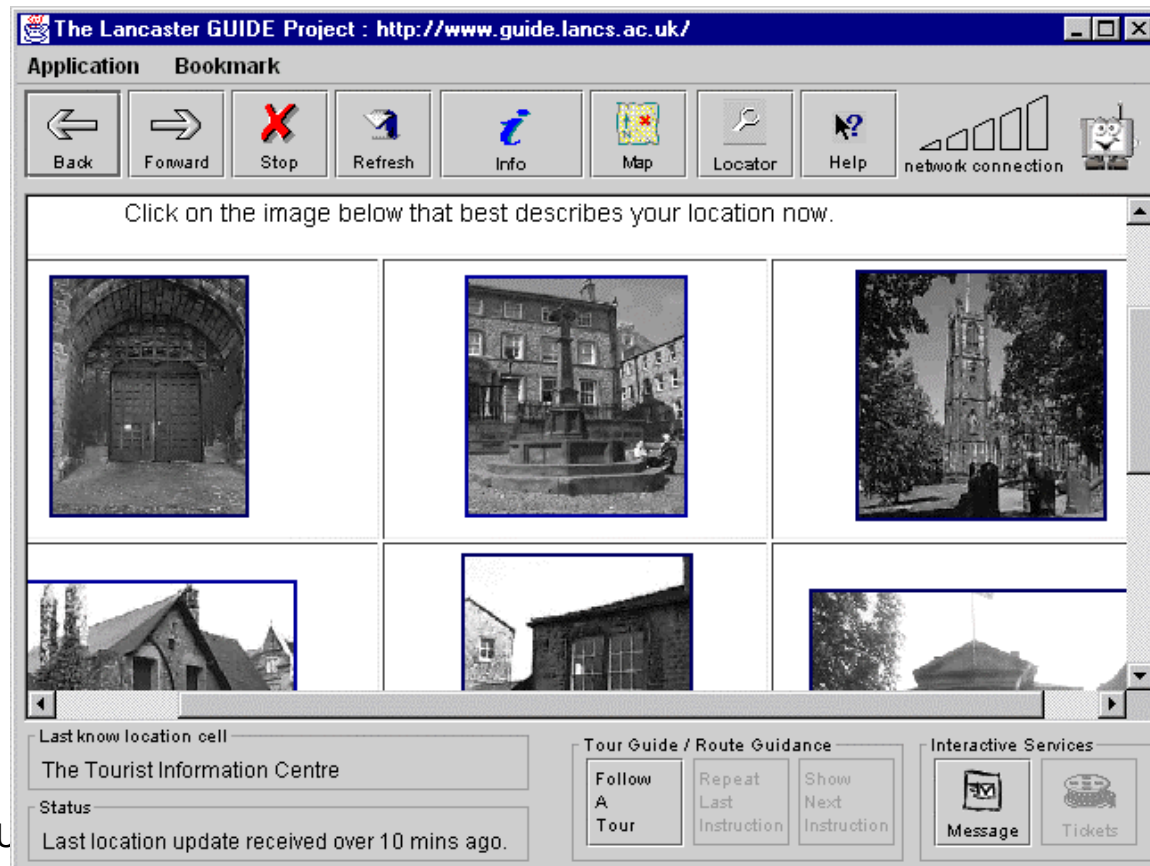
- im Dialog mit dem Anwender



Lokation GUIDE

GUIDE Ortsbestimmung

- disconnected: System ist unsicher bzgl. Ort des Anwenders
- Dialog zur Klärung: z.B. Thumbnails wahrscheinlicher Lokationen



Lokation Guide



Ubiquitous Computing WS 01/02, Hendrik Belgir, 1999