

Ubiquitous Computing

(Ubiquitäre Informationstechnologien)

Vorlesung im WS 00/01

Hans-Werner Gellersen



Universität Karlsruhe
Institut für Telematik
Telecooperation Office

HWG 1-1

Zur Vorlesung

- zum 2. Mal, aber komplett überarbeitet
- **Unterlagen/Literatur:**
 - Skript: Folien und "Pflichtlektüre"
 - www.teco.edu/lehre/ubiq/
 - (noch) keine Sekundärliteratur
- **Termine: 7.12. fällt aus**
- **Interaktion, Besprechungen: i.allg. kurzfristig**
 - hwg@teco.edu
 - 0721 / 6902-49
 - TecO: Vincenz-Prießnitz-Str. 1, EG rechts

HWG 1-2

Zur Vorlesung

Ubiquitous Computing: Querschnittsthema

- berührt viele Bereiche der Informatik, nicht nur Telematik
- setzt Informatik-Allgemeinbildung voraus (Netze, Client/Server, Internet/Web, Rechnerarch. usw.)
- Lernziel: primär Zusammenhänge

Wissenschaftliches Umfeld

- sowohl in Lehre als auch in Forschung neues Gebiet
- wissenschaftliche Initiativen
 - Konferenzserie "Ubiquitous Computing" seit 1999
 - EU-Programm "Disappearing Computer"
 - USA "IT Expeditions into the 21st Century"

HWG 1-3

Einführung in UbiComp

- Was ist Ubiquitous Computing ?
- Was kennzeichnet UbiComp: 5 Merkmale
- Wodurch wird UbiComp möglich: Technologie-Trends (was absehbar ist und was nicht)
- Wie ist die Vorlesung aufgebaut: Quick Tour

HWG 1-4

Was ist Ubiquitous Computing ?

- **Neue Ära der Computernutzung nach "Personal Computing":**

"New Eras of computing start when the previous era is so strong it is hard to imagine that things could be different"
David Culler, U.C. Berkeley, Anfang 1999

HWG 1-5

Ubiquitous Computing



Mark Weiser
(1952-1999)

1988: Begriff „Ubiquitous Computing“

- ubiquitous/ubiquitär: „überall verbreitet“, auch: „allgegenwärtig“
- ubiquity/Ubiquität: überall erhältliches Gut

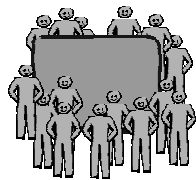
1991 „The Computer for the 21st Century“

- Grundlagenartikel in Scientific American
- Vision: Computer werden so alltäglich, daß sie nicht mehr wahrgenommen werden

"Ubiquitous Computing enhances computer use by making computers available throughout the physical environment, while making them effectively invisible to the user"

HWG 1-6

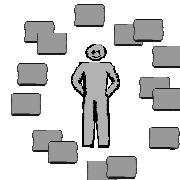
Ubiquitous Computing "Die dritte Ära der Rechnernutzung"



Mainframe Ära
ein Computer,
viele Anwender



PC Ära
ein Anwender,
ein Computer



Ubicomp Ära
ein Anwender,
viele Computer

- jeweils grundlegende Änderung in der Beziehung zwischen Mensch und Computertechnologie

HWG 1-7

Einführung in Ubicomp

- Was ist Ubiquitous Computing ?
- Was kennzeichnet Ubicomp: 5 Merkmale
- Wodurch wird Ubicomp möglich: Technologie-Trends (was absehbar ist und was nicht)
- Wie ist die Vorlesung aufgebaut: Quick Tour

HWG 1-8

Was kennzeichnet Ubicomp ?

5 Merkmale:

- **Einbettung**
- **Vernetzung**
- **Allgegenwart**
- **Kontext**
- **Neue Geräte**

HWG 1-9

1 - Einbettung

Einbettung:
Physisch und kognitiv

Computer in der Welt statt Welt im Computer

- mit Information angereicherte reale Welt statt virtueller Parallelwelt
- Computer als Sekundärartefakt (so wie Elektromotoren)
- damit verbunden: weitere Dezentralisierung von Computerleistung
Mainframe ← Workstations ← Smart Devices

Physische Einbettung

- Einbettung in elektronischen Geräten (Haushalt, A/V, Spielzeug, Auto) ist Stand der Technik (98% aller Mikroproz. sind eingebettet)
- lassen sich auch "typische" Computeranwendungen besser in der realen Welt einbetten ?

Kognitive Einbettung

- nicht nur aus den Augen, sondern vor allem aus dem Sinn: Computernutzung, die sich in alltägliche Abläufe einfügt

HWG 1-10

2 - Vernetzung

Vernetzung aller Information(squellen)

- gestern: Vernetzung aller Computer (PC/Workstation)
- heute: Vernetzung aller Geräte (Haushalt/Auto usw.)
- morgen: alle Gegenstände ?

Spontane Vernetzung

- Offene, verteilte, dynamische Welt: Objekte finden sich zur vorübergehenden Zusammenarbeit (Mehrwert im Verbund)
- Objekte/Dienste müssen sich nicht a priori kennen, um einander nutzen zu können

Vernetzung kompensiert Dezentralisierung

- Kohärenz in dezentralen Systemen
- ermöglicht Disaggregation: Auslagerung von Komponenten aus zentralisierten Systemen

HWG 1-11

3 - Allgegenwart

"Anytime, Anywhere Computing"

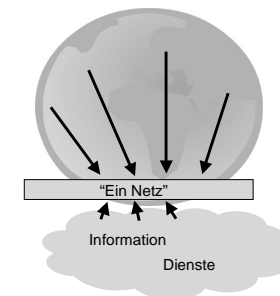
- Mobilität: ortsunabhängiger Zugriff
- Ubiquität: überall verfügbar

"Ein Netz"

- Integration aller Dienste/Netze
- "Internet++"

Pervasive Computing

- pervasive: "alles durchdringend"
- IBM-Definition:
"Convenient access, through a new class of appliances, to relevant information with the ability to easily take action on it when and where you need"



HWG 1-12

4 - Kontext

Bezug zur realen Welt

- M. Weiser:
"UC is fundamentally characterized by the connection of things in the world with computation"
"if a computer merely knows what room it is in, it can adapt its behavior in significant ways without requiring even a hint of artificial intelligence"

Schnittstellen zwischen realer Welt und virtueller Welt

- fließende Übergänge zw. 'Welt der Atome' und 'Welt der Bits'

Situatives Verhalten

- Paradigmenwechsel in Mensch-Computer-Interaktion:
von explizitem Dialog zu impliziter/situativer Interaktion

HWG 1-13

Einschub: Allgegenwart + Kontext

Pocket Bargain Finder, Andersen Consulting

(ABC Video)

- **Allgegenwart:**
 - mobile Internet, mobile commerce
- **Kontext:**
 - Bezug zu realer Situation "einkaufen"
 - hergestellt über Barcodes ("Real-World-Tag")
- **Implizite Interaktion**
 - Je mehr Kontext, desto weniger expliziter Dialog
 - Bezug zu Buch ersetzt komplexe Suchanfrage

Allgegenwart+Kontext: komplementäre Konzepte

- Allgegenwart: Ubiquität durch Abstraktion von Ort/Situation
- Kontext: 'Smart' durch Bezug auf Ort/Situation

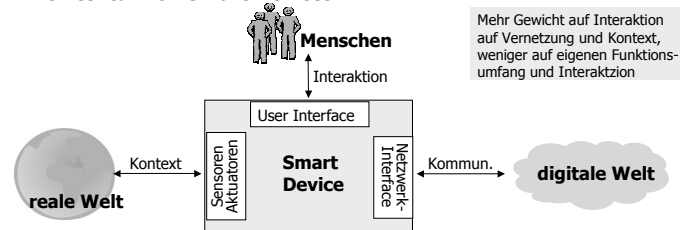
HWG 1-14

5 - Neue Geräte: Smart Devices

Hauptmerkmal der Post-PC-Generation: Diversifikation

- Geräte für unterschiedliche Anwendungen ("Inform. Appliances")
- Diversifikation bzgl. Rechenleistung, Kommunikation, Form-Faktor, Betriebssystem, User Interface, Schnittstelle zur realen Welt,...

Architektur von Smart Devices



HWG 1-15

Einführung in Ubicomp

- Was ist Ubiquitous Computing ?
- Was kennzeichnet Ubicomp: 5 Merkmale
- Wodurch wird Ubicomp möglich: Technologie-Trends (was absehbar ist und was nicht)
- Wie ist die Vorlesung aufgebaut: Quick Tour

HWG 1-16

Wodurch wird Ubicomp möglich: Technologietrends

- **Rechenpower und Miniaturisierung**
- **Kommunikation**
- **Displays**
- **Material**
- **Sensoren**

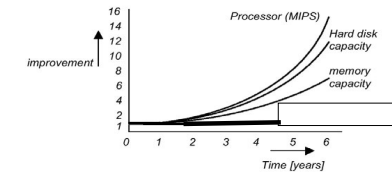
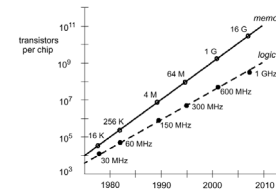
- **Hemmnisse: was nicht absehbar ist**

HWG 1-17

1 - Rechenpower / Miniaturisierung

Moore's Law, 1965

- Prozessor-Geschwindigkeit und Speicherkapazität verdoppeln sich alle 18 Monate (Erg. Machrone: bei gleichem Preis)



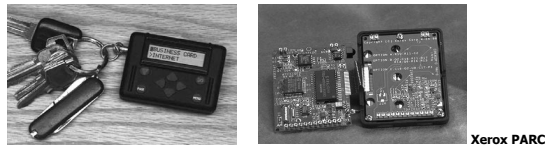
Exponentielles Wachstum

- bei gleicher Technologie (CMOS) noch weitere 10 Jahre
- danach möglicherweise andere Technologie (optisch?)

HWG 1-18

Rechenpower / Miniaturisierung

z.B. Computer am Schlüsselbund



z.B. Embedded Web Server



HWG 1-19

2 - Kommunikation

Bandbreiten

- Gilder's Law (1996 ?): Bandbreite wächst dreimal schneller als Rechenpower und Speicherkapazität: Verdopplung alle 6 Monate
- Lichtwellenleiter: Bandbreite ~10 Gb/s
- WDM: Wavelength Division Multiplex: Faktor 16, bald mehr

Mobilkommunikation

- GSM, UMTS (bis 2 Mb/s): ubiquitär!
- Wireless LAN (IEEE 802.11, bis 10 Mb/s)
- Bluetooth: 720 kb/s für 5 US\$ auf 9x9mm; 10 Reichweite

Powerline Communication (PLC)

- ubiquitär: über PLC Integration aller Verbraucher!
- alter Hut: Steuerung über Stromnetz, z.B. X-10 (50 b/s)
- Kommunikation: neuere Verfahren > 100 kb/s

HWG 1-20

Kommunikation

Qualitatives Wachstum des Internet
(Quelle: Mattern/ETH)

- Mobilität (Nutzer, Geräte, Programme)
 - Mobile Internet Appliances
- Vernetzte eingebettete Systeme
 - Kommunikation zwischen Smart Devices

people to people
people to machines
machines to machines

— Internet Time line —>

HWG 1-21

3 - Displays

Groß und klein ...

4.5 x 1.5 m, Dynawall, GMD-IPSI

~300.000 Pixel auf 2 x 2 cm

... Wearable

Ivan Sutherland, 1966

M1 Display

MicroOptical

HWG 1-22

4 - Material

z.B. Light Emitting Polymer ("Leuchtendes Plastik")

CDT, Cambridge Display Technologies

HWG 1-23

Material

z.B. Elektronisches Papier

Xerox PARC

S/W-Perlen, die durch elektrische Ladung ausgerichtet werden können

Elektronisch geldener Bleistift rotiert die Perlen, aus denen das Papier besteht

HWG 1-24

Material

z.B. neue Textilien ("Washable Computer")

- leitfähige Fasern in Stoffe eingewoben
- Daten- und Powerbus in der Kleidung
- leitfähige Tinte: Aufdruck auf Textilien
- textile Sensoren: z.B. Leitfähigkeit abhängig von Dehnung



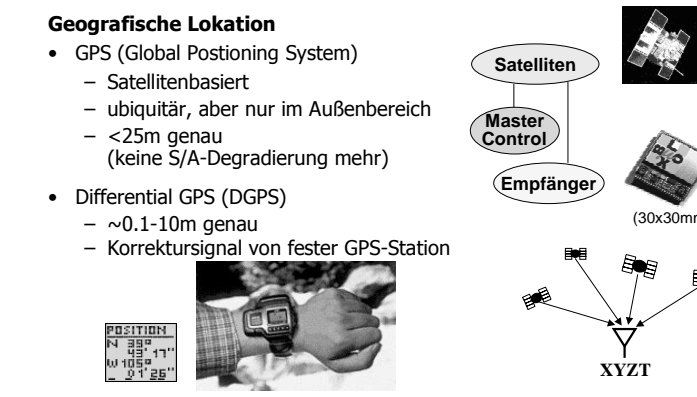
TTT, MIT Media Lab

HWG 1-25

5 - Sensoren

Geografische Lokation

- GPS (Global Positioning System)
 - Satellitenbasiert
 - ubiquitär, aber nur im Außenbereich
 - <25m genau (keine S/A-Degradierung mehr)
- Differential GPS (DGPS)
 - ~0.1-10m genau
 - Korrektursignal von fester GPS-Station



HWG 1-26

Sensoren

Identifikation von Objekten

- RFID Tags ("Smart Label")
 - Speicher für ID (und Daten)
 - berührungsloses Auslesen
 - Energieversorgung durch Lesegerät!
 - versch. Form-Faktoren



MEMS Sensoren

- Mikro-Elektromechanische Systeme
- "Sensorik in Silikon", µm-Bereich
- z.B. Beschleunigungsmessung

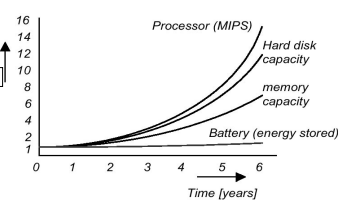


HWG 1-27

Hemmnisse: nicht absehbar...

Unbegrenzte Energiequellen

- Batterietechnologie: kein exponentielles Wachstum
- über die nächsten 10 Jahre nur 20% mehr Kapazität



Durchgängige Verbindung ("alles immer online")

- Kommunikation zu teuer (Energieverbrauch)

Höhere Computerakzeptanz

- Die Bereitschaft von Menschen, sich mehr mit Computer-Belangen auseinanderzusetzen, wird nicht zunehmen

HWG 1-28

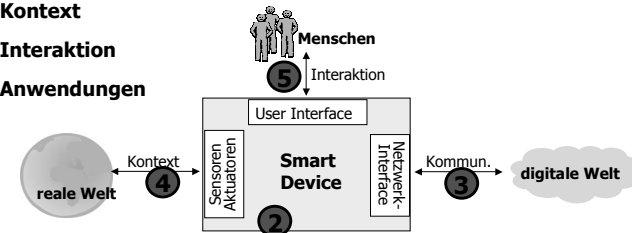
Einführung in Ubicomp

- Was ist Ubiquitous Computing ?
- Was kennzeichnet UbiComp: 5 Merkmale
- Wodurch wird UbiComp möglich: Technologie-Trends (was absehbar ist und was nicht)
- Wie ist die Vorlesung aufgebaut: Quick Tour

HWG 1-29

Aufbau der Vorlesung: Quick Tour

- 1 Vision/Grundlagen
- 2 Smart Devices
- 3 Vernetzung
- 4 Kontext
- 5 Interaktion
- 6 Anwendungen



HWG 1-30

1 - Vision/Historie/Grundlagen

Weiser: Ubiquitous Computing

- "The Computer of the 21st Century"
- "Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing"

Weiser/Brown: Calm Technology

- "The Coming Age of Calm Technology"

frühe UbiComp Projekte,
Xerox PARC

D. Norman: Information Appliances

- "The Invisible Computer"

Design von
"Post-PC" Devices

J. Wejchert: Information Artefacts

- "The Disappearing Computer"

HWG 1-31

2 - Smart Devices

Entwicklungslinien zu Smart Devices

- Internet-Geräte: Thin Clients und Micro-Server
 - Mobile Internet, Zugangstechnologien, Content-Filter
 - Embedded Web Server, "jedes Ding hat eine Homepage"
- Mobilität und Disaggregation im PC-Umfeld
 - PC-Companions, SmartCards, Plug&Play Komponenten
 - Wearable Computer

Systemarchitektur

- Hardware-Trends, Betriebssysteme
- Energie-Effizienz

HWG 1-32

3 - Vernetzung

Netzwerktechnologien

- Busse: USB, Firewire
- Mobilkommunikation (IR, RF), Powerline
- Home Networking

Middleware

- ad hoc Vernetzung, Selbstkonfiguration
- Service Discovery, Protokollaushandlung, Synchronisation

HWG 1-33

4 - Kontext

Lokation / Positionierung

- Ortsbestimmung: GPS, Indoor-Positionierung
- Lokationsmodelle, Anwendungen mit Ortsbezug

Identifikation von Objekten

- RFID Technologie und Anwendungen

weitere Kontext-Technologien

- Sensor-Integration und situative Interaktion
- Architekturen für Kontext-basierte Systeme

HWG 1-34

5 - Interaktion

Interaktionskonzepte für Smart Devices

- User Interface Design für Handhelds/Palmtops
- User Interfaces für Internet Appliances (Mobile/Home)
- Wearable User Interfaces
- Ambient User Interfaces, Augmented reality

Gastvortrag, 11.1.2000

- L.E. Holmquist (Interactive Institute, Schweden):
"Beyond Displays as we know them"

HWG 1-35

6 - Anwendungen

- **Augmented Commerce**
- **Smart Homes**
- **Computer-Supported Cooperative Work (CSCW)**
- **Persuasive Computing**
- ...

HWG 1-36