

Ubiquitous Computing

(Ubiquitäre Informationstechnologien)

Vorlesung im WS 00/01

Hans-Werner Gellersen

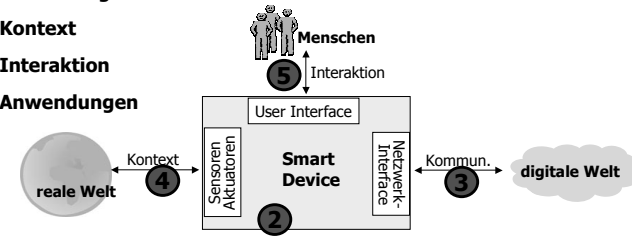


Universität Karlsruhe
Institut für Telematik
Telecooperation Office

HWG 4-1

Ubiquitous Computing

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



HWG 4-2

Smart Devices: Grundlagen

- Definition
- Entwicklungstrends
- Architektur
- Software
- Hardware
- Energieversorgung

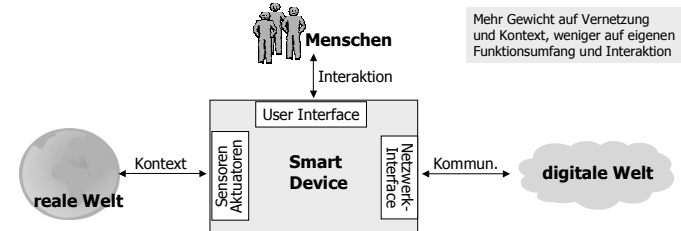
HWG 4-3

Definition

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 4-4

Definition

Definition: Ein „Smart Device“ ist ein physisches Objekt mit eingebettetem Prozessor, Speicher und Netzwerk-Verbindung. Viele „Smart Devices“ haben auch ein User Interface und/oder die Fähigkeit, mit ihrer physischen Umgebung zu interagieren.

Minimalanforderungen

- „Smart“: bezieht sich auf die Fähigkeit, digitale Information zu verarbeiten:
 - „smarter“ als einfache Objekte
 - nicht (notwendigerweise) „intelligent“ im KI-Sinne.
- Fähigkeit, Information mit anderen Geräten auszutauschen
 - nicht notwendigerweise online, aber zumindest gelegentliche Verbindung (Synchronisation)
 - Abgrenzung gegen abgeschlossene eingebettete Systeme

HWG 4-5

Definition

Abgrenzung gegen Universalrechner

- **Leistungs- / Funktionsumfang**
 - mehr Leistung/Funktionalität als in nicht-digitalen Objekten
 - weniger Leistung/Funktionalität als in Universalrechnern
- **Interaktion**
 - eingebettete Smart Devices: keine direkte Benutzerinteraktion
 - interaktive Smart Devices: einfachere User Interfaces als bei Universalrechnern
- **Kontext**
 - viele Smart Devices zeichnen sich durch Bezugnahme auf (und Interaktion mit) physischer Umgebung aus (im Gegensatz zu Standardrechnern, die von ihrer Umg. abstrahieren)

HWG 4-6

Smart Devices: Grundlagen

- Definition
- Entwicklungstrends
- Architektur
- Software
- Hardware
- Energieversorgung

HWG 4-7

Entwicklungstrends

Woher kommen Smart Devices ?

- **Informationszugang:** Zugangsgeräte für verschiedene Zielgruppen und Situationen; „Internet-Appliances“
- **Konvergenz:** Integration von Geräten aus Telekommunikation und Unterhaltungselektronik; „Multimedia-Geräte“
- **Mobilität:** für Mobilität (ständige Begleitung) optimierte Geräte
- **Spezialisierung:** Norman's „Information Appliances“
- **Flexibilität:** „Gleichstellung“ von Peripherie und Komponenten
- **Automatisierung:** Erweiterung von Geräten/Maschinen um „Smart Control“ für Fernwartung und -steuerung
- **„Informatisierung“:** Integration nicht-digitaler Geräte/Objekte

Interaktiv

Eingebettet

HWG 4-8

Informationszugang

Zugang für alle

- Informationsgesellschaft, Teledemokratie: Zugang in jedem Haushalt
- v.a. auch Zugang ohne Computer-Kenntnisse
- preisgünstiger Zugang
- Integration in bekannte Geräte (TV, Telefon)



WebTV



Screenphone

Zugang nicht nur am Schreibtisch

- Mobiler Zugang
- Bequemer Zugang („auf dem Sofa“)



WAP Handy



Surfpads

HWG 4-9

Konvergenz

Geräte aus anderen Bereichen finden Anschluß

- Geräte aus Unterhaltungselektronik und Telekommunikation integrieren Computer-anwendungen (insbes. Informationszugang)
- Spielkonsolen, Fernseher, VCR, Telefone, ...



Sega Dreamcast Spielkonsole mit Browser, Email

Konvergenz in neuen Geräten

- Bündelung konvergierender Anwendungen in neuen Geräteklassen
- Screenphones, Internet-Handys, Organizer-Handys, Interactive TV



Communicator

HWG 4-10

Mobilität

„Information Anytime, Anywhere“

- Organizer, Personal Digital Assistants (PDA), Handheld PC, Wearable Computer
- einfache Synchronisation, zunehmend auch Mobilkommunikation



Pison

Mobilkommunikation

- GSM-Telefone: ubiquitäre Plattform
- WAP, i-mode: Internet-Integration
- UMTS: Infrastruktur für smart mobile devices



HWG 4-11

Flexibilität

Aus Komponenten werden Geräte

- Software-Anwendungen „out of the box“, z.B. Web-Server
- Hardware: statt Einschubkarte Plug&Play-Gerät, z.B. Speicher
- Peripherie: Gleichstellung im Netz, direkt ansprechbar

Flexibilität durch Unabhängigkeit von Hosts

- flexible Anbindung an andere Geräte, Plug&Play



HWG 4-12

Automatisierung

Smart Control

- Anbindung von eingebetteten Systemen an die Informationswelt
- Fernbedienung, Fernwartung
- Haushaltsgeräte, Facility Management, Automatenindustrie

HWG 4-13

Informatisierung

Integration nicht-digitaler Geräte/Objekte

- Physischen Objekten eine Darstellung in der digitalen Welt geben
- Beispiel Mediacup:
 - Sensoren zur Erfassung des Zustands (Temperatur, Bewegung, Gewicht)
 - Prozessor zur Berechnung von Ereignissen („aufgefüllt“, „getrunken“, „abgekühlt“, ...)
 - Infrarot-Kommunikation, Broadcast in lokaler Umgebung

HWG 4-14

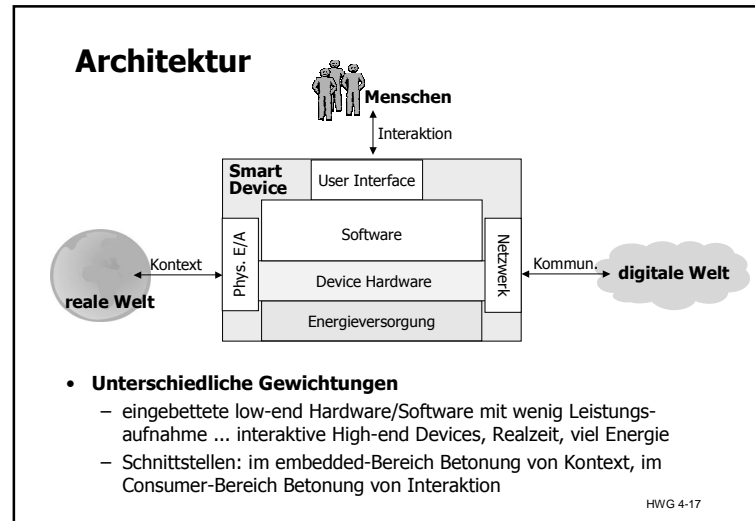
Klassifikation

HWG 4-15

Smart Devices: Grundlagen

- Definition
- Entwicklungstrends
- Architektur
- Software
- Hardware
- Energieversorgung

HWG 4-16



Architektur

Interaktion

- Bandbreite: keine Interaktion ... Text/Grafik ... Multimedia/ multimodal
- Häufigkeit: nie ... gelegentlich ... regelmäßig ... permanent
- Interaktionsdauer: kurze oder lange „Sitzungen“
- Wahrnehmung: peripher ... zentral

Kommunikation

- offline vs. online, lokal vs. global
- Häufigkeit, Verbindungsdauer, Bandbreite

Kontext

- eingebettete Systeme: Interaktion mit Host
- weitergehende Wahrnehmung der Umwelt (Lokation, Situation)

HWG 4-18

Smart Devices: Grundlagen

- Definition
- Entwicklungstrends
- Architektur
- Software
- Hardware
- Energieversorgung

HWG 4-19

Software

Betriebssysteme

- im Universalrechnerbereich sehr umfangreich
- Hauptaufgaben: Betriebsmittelvergabe zwischen vielen Prozessen, Hardware-Abstraktion

Betrieb von Smart Devices

- wesentlich differenzierter
- Unterschiede in zu verwaltenden Betriebsmittel, z.B. i.allg. kein externer Speicher
- oft Realzeit-Anforderungen (Steuerung, Multimedia), dabei begrenzte Rechenpower (d.h. best effort nicht akzeptabel)
- i.allg. nur wenige Anwendungen/Prozesse

HWG 4-20

Software

Java Programmierung für Smart Devices

- Einfache, sichere Sprache
- Kompakter Bytecode zur Ausführung auch auf kleinen Plattformen
- Portabilität: Ausführung von Bytecode auf virtuellem Prozessor (JVM, Java Virtual Machine)
- Probleme: begrenzte Plattformunabhängigkeit der JVM; Annahmen über Speicher, Dateisystem, Peripherieanbindung die auf Smart Devices oft nicht zutreffen

Java 2 Familie

- Unterschiedliche Editionen für Spektrum von Plattformen
- MicroEdition (J2ME) für Information Appliances, minimaler Funktionsumfang, dynamisch nachladbare Erweiterungen
- Verschiedene Profile in J2ME: Car, TV, PDA, Phone

HWG 4-21

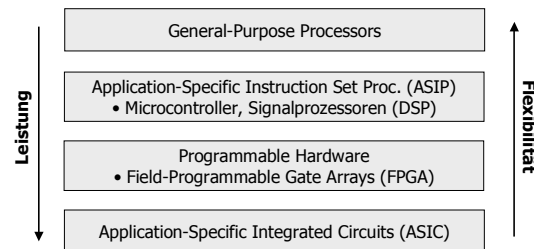
Smart Devices: Grundlagen

- Definition
- Entwicklungstrends
- Architektur
- Software
- Hardware
- Energieversorgung

HWG 4-22

Hardware

Implementierungsarten



HWG 4-23

Hardware Implementierungsarten

General-Purpose Prozessor

- hohe Performance durch fest verdrahtete hochoptimierte Funktionseinh.
- Flexibilität durch Ausführung externer Programme
- große Leistungsaufnahme

ASIP

- Anwendungsspezifische Spezialisierung
 - des Instruktionssatzes (z.B. Operatorverkettung)
 - der Funktionseinheiten (z.B. Pixel-Operationen)
 - der Speicherarchitektur (z.B. Parallelzugriff)
- höhere Performance, niedrigere Kosten (kl. Chipfläche), geringere Codegröße, geringere Leistungsaufnahme

Microcontroller

- spezialisiert für steuerungsdominante Anwendungen
 - Bit- und Logikoperationen statt Arithmetik
 - Register in RAM: Kontextswitch durch Pointeroperation
 - Integration von Peripherie: A/D, D/A, Timer, ...

HWG 4-24

Hardware Implementierungsarten

General-Purpose

- Vielseitigkeit durch Laden extern gehaltener Programme

ASIC

- Anwendung bereits durch Verdrahtung festgelegt

FPGA

- programmierbare interne Konfiguration
- sonst ASIC-Verhalten

- Logik-Blöcke
- I/O-Blöcke
- Verbindungen

HWG 4-25

Superkompatible Hardware

Optimierungsziel / Kaufkriterien

- bisher: Verhältnis von Performance zu Kosten, durch Minimierung der Chipfläche
- an Bedeutung gewinnende Kriterien: niedrige Verlustleistung (cool chips are hot, s.u.) und Kompatibilität

Superkompatible Prozessoren

- Kostensenkung durch hohe Stückzahl
- Superkompatibilität
 - direkte Unterstützung einer weitverbreiteten Sprache
 - höchste Performance für diese Sprache
 - akzeptable Performance für andere Sprachen
 - geringe Chipfläche, somit niedrige Kosten
- für anspruchsvolle, vernetzte eingebettete Systeme

HWG 4-26

Superkompatible Hardware

picoJava Architektur: „JVM in Hardware“

- Java-Bytecode wird unmittelbar als Maschinencode verarbeitet
- komplizierte Instruktionen erzeugen Trap und werden in Software emuliert
- kann aus anderen Sprachen generierten Binärcode ausführen

MicroJava 701 Prozessor

- 32-bit-RISC-Prozessor, 200 MHz
- Vergleich mit Intel-PII-300
 - nur 2.8 Mio. Transistoren, kleinere Chipfläche (50mm²)
 - für Ausführung von Java besseres Verhältnis von Performance zu Kosten

HWG 4-27

Smart Devices: Grundlagen

- Definition
- Entwicklungstrends
- Architektur
- Software
- Hardware
- Energieversorgung

HWG 4-28

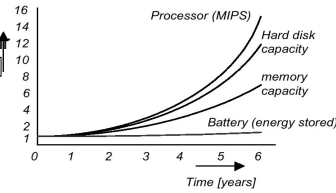
Energieversorgung

Batterietechnologie

- langsamer Fortschritt (nur 20% mehr Kapazität in 10 Jahren)
- Hoffnungsträger: Methanol-Brennstoffzellen

Energieverbrauch

- Desktop-Rechner $\sim 10^2 W$
- Laptop $\sim 10 W$
- Single-Board Comp. $\sim 1 W$
- Low-power Microcontr. $\sim 10^{-3} W$



HWG 4-29

Energieversorgung

Energiesparen

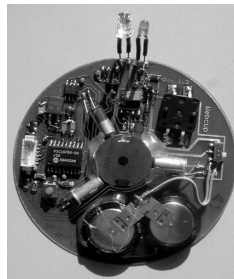
- Technologie-Ebene (CMOS): Kapazität minimieren, minimale Chipfläche, möglichst wenig externe Verbindungen
- Hardwarearchitektur: hohe Verlustleistung in Bussen, Treibern, Multiplexern → einsparen durch Lokalisierung von Operationen
 - anwendungsspezifische Co-Prozessoren (am Prozessor vorbei, weniger Verkehr auf dem Bus)
 - Cachehierarchien (häufige Operationen in der Nähe des Prozessors gespeichert)
- Kommunikation: Minimierung der Zeit, die die Netzwerkschnittstelle aktiv ist: Energie-bewußte Zugangsprotokolle
 - z.B. Traffic Scheduling in der Basisstation und periodische Bekanntgabe der Schedules: wer nicht aufgelistet ist, kann sich eine Periode lang abschalten

HWG 4-30

Energieversorgung

Beispiel Mediacup

- Prozessor
 - reduzierte Taktrate 1 MHz
 - Schlafmodus so oft wie möglich
- Bewegungsmessung
 - Kugelschalter statt Beschleunigungssensor
 - ermöglicht Interrupts statt Polling
 - keine Bewegung → keine Messung
- Berührungsloses Aufladen
 - Kondensatoren, 2F
 - kein Batteriewechsel

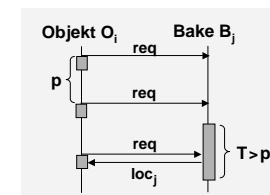


HWG 4-31

Energieversorgung

Beispiel Infrarot-Lokationssystem

- Dienstnehmer sendet Anfragesignal
- Bake antwortet mit Ortsinformation
- Energiesparendes Protokoll: Minimierung von Sende- und Empfangszeiten
- autonome Energieversorgung der Baken (Solarzellen und Kondensatoren)

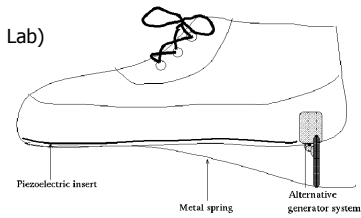


HWG 4-32

Energieversorgung

Der Mensch als Energiequelle

- „Kraftwerk im Schuh“
- Videos (Paradiso, MIT Media Lab)



HWG 4-33