



Micro DBMS

Ubiquitous Computing
Doktorandenseminar WS 2000/2001
Marco Schmidt, Oliver Kasten



Überblick

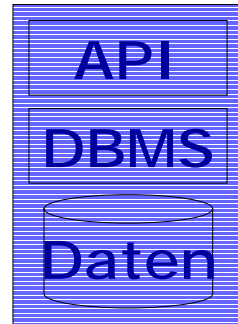
UbiComp Seminar 20.12.2000

- Allgemeines zu (μ) DBs
- Motivation
 - Szenarien
 - Relevanz auf eingebetteten Systemen
- Eingebettete Systeme
 - technische Eigenschaften
 - z.B. Chipkarten
- Anforderungen
 - klassische Konzepte greifen nicht
- Realisierungen
- Speichermodelle
- Operationen
 - Queries
 - Zugangsberechtigung

Allgemeines

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Trennen von Datenverwaltungs- und Applikations-Code
- DB = DBMS + Daten + API
- DBMS Operationen
 - queries
 - transactions
 - insert/ update
- Micro DBs
 - klein, kompakt, auf eingebetteten Systemen



3

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Schlüsselmerkmale

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Was erwarten wir von einer DB?
 - ACID-Eigenschaft
 - Atomicity
 - Consistency
 - Isolation
 - Durability
 - Zugriffsrechte/-schutz
 - Komplexe Queries
 - Nebenläufiger Zugriff
 - Fehlertoleranz
 - ...
- Welche/ wie viele genau, damit wir von DB sprechen?

4

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Anwendungs-Szenarien

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Welche Merkmale gefordert?

Anforderungen	Datenmenge	Zugriffsrechte	Nebenläufiger Zugriff	Atomicity	Consistency	Isolation	Durability	Select/ Project	Join	Group by/ Distinct	Statistiken
Anwendung											
Geldkarte	klein			✗							
Kataloge	gross							✗	✗	✗	
Agenda, Adressen	mittel	✗		✗			✗	✗			
Krankengeschichte	gross	✗		✗			✗	✗	✗	✗	✗

5

Marco Schmidt, Oliver Kasten

DB-Anwendungen

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Money and Identification
 - Geldkarten, Kreditkarten, GSM SIM-Karten, Telefonkarten, Zutrittskontrolle/ Zeiterfassung, ...
- Downloadable Databases
 - Kataloge, Restaurant-und Touristenführer, ...
- User environment
 - Agenda, Adressen, Präferenzen, Bookmarks, Lizenznummern, Passwörter, [Spielekonsole-Uhr...](#)
- Personal folders
 - Krankengeschichte (ich, mein Auto), Lebenslauf, Versicherungsdaten, [Remembrance Agent...](#)

6

Marco Schmidt, Oliver Kasten

DBs in eingebetteten Systemen

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Realisierung auf
 - Laptops,
 - PDAs,
 - Chipkarten, Smartcards, RFIDs,
 - eingebetteten Systemen i.A.
- Micro DBs wichtig & gut
 - ist das konsensfähig?
- Unterscheiden sie sich von traditionellen DBs?

7

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Technische Eigenschaften i

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- z.B. Microcontroller
 - 4 MHz
 - 96 KB ROM, 4 KB RAM, 128 KB EEPROM
- R/W Speicher
 - wenig bis kein
 - sehr langsam (EEPROM Schreiben: 10ms / Wort, Flash Löschen: 500ms/ Bank)
 - von begrenzter Lebensdauer (EEPROM/Flash 10⁵ Schreib-/ Lösch-Zyklen)
 - Lesen blockweise (NAND-Flash 256 Byte/ Bank)
 - oder verbrauchen Strom, selbst wenn „aus“

8

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Technische Eigenschaften ii

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Spannungsversorgung
 - z.T. nicht autonom (Chipkarten, Smartcards)
 - jede Instruktion (Takt) verbraucht Strom
 - Takt reduzieren bis 0 Hz (CMOS)
- geringe Rechenleistung
- eingeschränktes User-Interface
- eingeschränktes OS
 - keine Nebenläufigkeit (threads)
- eingeschränkter Netzzugriff

9

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Anforderungen i

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Ressourcen-bewusst
 - Speicher, Rechenleistung, Strom
 - wie Realisiert man *join*, *group by*, etc. ohne RAM?
- kein Caching, asynchrones IO
 - nicht autonom
- keine periodische Reorganisation
 - keine threads
 - „instant on“

10

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Anforderungen ii

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- keinen Benutzereingriff
 - eingeschränktes UI
 - Benutzergruppe
 - keine Administration, explizites Backup
 - Fehlertolerant („selbsteilend“ nach Crash)
- Sicherheit
 - „trusted device“
 - verlieren, gestohlen
- Zugriffsrechte
 - mehrere Benutzer

11

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Realisierungsarten

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- was auf dem eingebetteten System?
 - nur DBMS
 - schlechte Verfügbarkeit
 - nur Daten
 - Zugriffsschutz schlecht
 - beides
 - Zugriffsschutz, Verfügbarkeit
 - „trusted device“

12

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Krankengeschichte

UbiComp Seminar 20.12.2000

- Klassisches Beispiel für eine komplexe DBMS Anwendung, welche man gerne in einer (physikalisch) sehr kleinen Datenbank haben möchte (Smartcard).
- Bisher meistens nur Adresse und Versicherungsnummer gespeichert.
- Idealerweise möchte man aber viele Daten (X-Ray, etc.) unter schnellen und sicherem Zugriff mit sich herumtragen können.
- Heutige Technologie noch ein Stück von der Idealvorstellung entfernt. Vgl. Datenbanken vor ca. 30 Jahren.

13

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Speicher

UbiComp Seminar 20.12.2000

- Je nach Grösse des Gerätes von 256K bis zu 64M RAM
- Bei sehr wenig Speicher sind ausgeklügelte Speichermodelle notwendig.
 - Domain Storage, Ring Storage
- Neue Speichertechnologien versprechen mehr Speicher auf kleinerem Raum.

14

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Speichertypen

Ubicomp Seminar 20.12.2000

Memory Type	EEPROM	FLASH	FeRAM
Read time (/word)	60 to 150ns	70 to 200ns	150 to 200ns
Write time (/word)	10ms	5 to 7 μ s	150 to 200ns
Erase Time (/bank)	none	500 to 800ms	none
Lifetime	10 ⁵ write cycles per cell	10 ⁵ erase cycles	10 ¹⁰ to 10 ¹⁵ write cycles

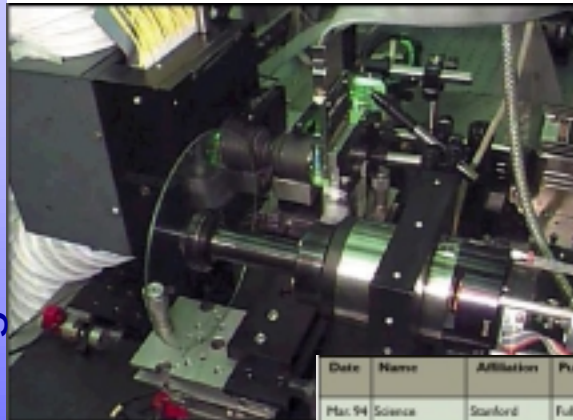
- Holographic
- Magneto Optic, Phase Change
- MEMS-Based (microelectromechanical)

15

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Holographic

Ubicomp Seminar 20.12.2000



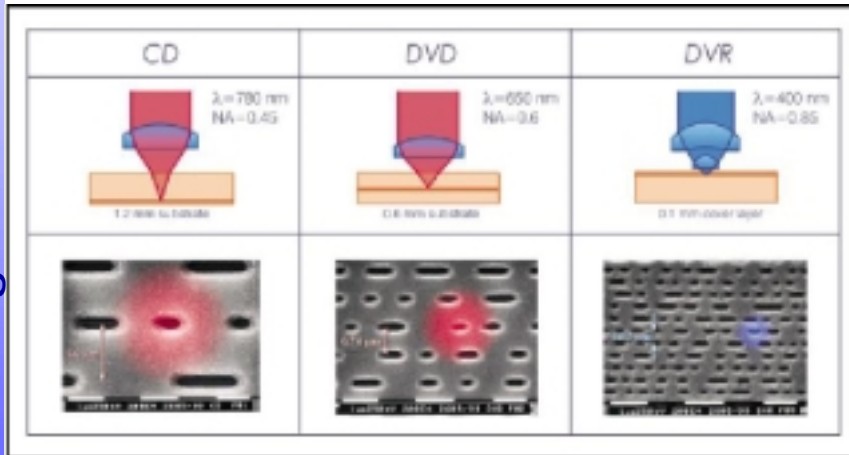
Date	Name	Affiliation	Purpose of demo	Capacity MB	Density GB/eq in	read rate MB/s
Mar 94	Science	Stanford	Fully functional system	0.2	0.2	0.1
Dec 95	Next Step	Siros	Compressed video	5	3.4	1.7
Mar 96	Norvobelle	Siros	Long-term storage	10	1.3	1.7
May 96	Highspeed I/O	Siros	1,000fps readout	0.4	5.0	45
Sep 96	FPGA	Siros/GTE	Fully electronic readout	11	6.3	1.7
Apr 99	Gb electronics	Stanford/Siros	1 Gb/s electronic readout	1.5	2.5	1,000
May 00	6 Gb	Stanford/Siros	6 Gb/s sustained data rate	5	5	6,000

16

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Phase Change

Ubicomp Seminar 20.12.2000



17

Marco Schmidt, Oliver Kasten

MEMS-Based

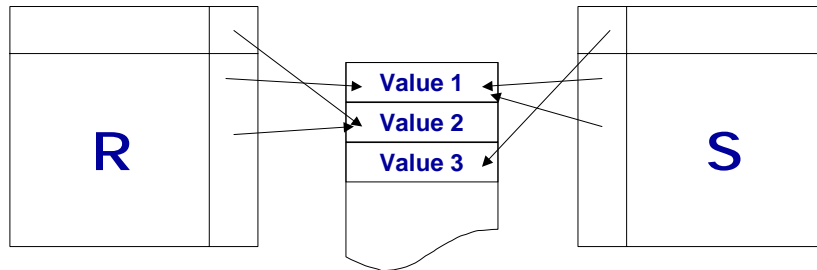
Parameter	Value
Sled mobility in X and Y	100 μm
Bit cell width (area)	40 nm^2
Number of tips	6,400
Simultaneously active tips	1,280
Tip sector length	80 bits
Servo overhead	10 bits
Device capacity	4.0GB
Sled acceleration	82g
Per-tip data rate	700Kb/s
Settling time constants	1
Spring factor	75%

18

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Domain Storage

Ubicomp Seminar 20.12.2000



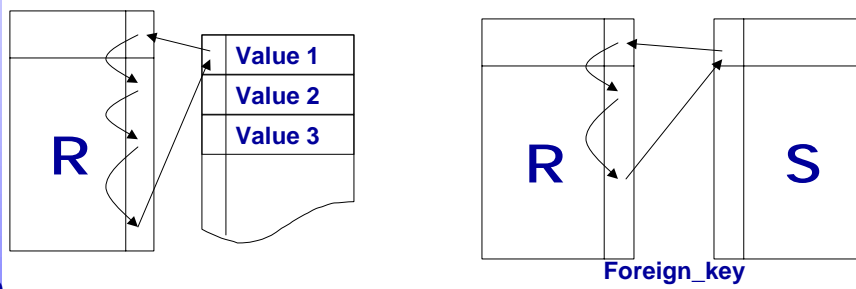
- Data compactness

19

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Ring Storage

Ubicomp Seminar 20.12.2000



- Data and Index compactness

20

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Select/Project

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Auslesen einer Zeile oder eines Datums aus einer Tabelle
- Grundlage jedlicher Datenverwaltung
- Wenig Ressourcen notwendig

21

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Join

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Datenbanken mit mehreren verknüpften Tabellen.
- Primary Key, Foreign Key Beziehungen
- Geeignete Speichermodelle wählen.
- Wenn wenig oder nur-lese-speicher dann sind Algorithmen notwendig, die ohne Zwischenspeicher auskommen.

22

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Query Processing

Ubicomp Seminar 20.12.2000

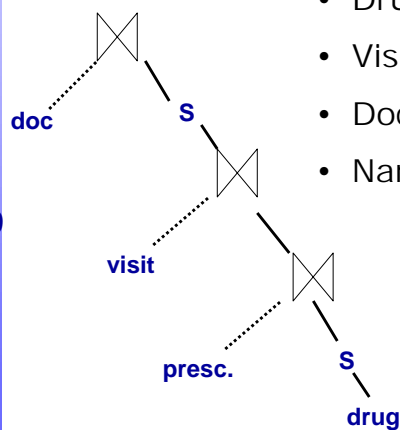
- Doctor (DocID, name, speciality, ...)
 - Prescription (VisitID, DrugID, qty, ...)
 - Visit (VisitID, DocID, date, diagnostic, ...)
 - Drug (DrugID, name, type, ...)
- Who prescribes antibiotics in 1999?
- Pipeline, nested-loops

23

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Who prescribes antibiotics in 1999?

Ubicomp Seminar 20.12.2000



- DrugID = Drug(antibiotics)
- VisitID = Prescription(DrugID)
- DocID = Visit(VisitID, 1999)
- Name = Doc(DocID)

24

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Zugangsberechtigung

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- PIN
- Komplexe Zugangsberechtigung
- Schützen bzw. freigeben bestimmter Daten
- Ein Grund dafür, dass die DBMS-Logik auf der Karte sitzt.

25

Marco Schmidt, Oliver Kasten

ACID

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Atomicity, Consistency, Isolation, Durability
- Klassische Transaktionseigenschaften
- Vollständige ACID Eigenschaften selten nötig bzw. implizit in der Anwendung, welche die Datenbank benutzt.

26

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Statistik

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Statistische Daten aus den Kartendaten
- Wer hat wann welche Daten aus der Karte gelesen bzw. geschrieben?
- Wie lange kann die Karte noch benutzt werden, bevor sie ausgetauscht werden muss?

27

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Produkte

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Oracle 8i Lite
- Sybase Adaptive Server Everywhere
- DB2 Everywhere
- Microsoft Access
- Berkeley DB
- GDBM

28

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Zusammenfassung

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Micro Datenbanken
- Anwendungsszenarien
- Eingebettete Datenbanken
- Realisierung
- Technische Eigenschaften
- Produkte

29

Marco Schmidt, Oliver Kasten

Referenzen

Ubicomp Seminar 20.12.2000

- Communications of the ACM 11/2000 (43)
Lambertus Hesselink, **Ultra-high-density data storage: introduction**
Sergei S. Orlov, **Volume holographic data storage**
Terry McDaniel, **Magneto-optical data storage**
Henk van Houten and Wouter Leibbrandt, **Phase change recording**
L. Richard Carley, Gregory R. Ganger and David F. Nagle, **MEMS-based integrated-circuit mass-storage systems**
- C.Bobineau, L. Bouganim, P. Pucheral, P. Valduriez, **PicoDBMS: Scaling down database techniques for smartcard**, VLDB 2000, Cairo, Egypt
- J.K.Waters, **Embedded Databases step forward**, ADT 12/99
- P.Bernstein, M.Brodi, S.Ceri, D.DeWitt, M.Franklin, H.Garcia-Molina, J.Gray, J.Held, J.Hellerstein, H.V.Jagadish, M.Lask, D.Maier, J.Naughton, H.Pirahesh, M.Stonebraker, J.Ullman, **The Asilomar Report on Database Research**, SIGMOD Record 27(4), 1998
- M.A.Olsen, **Selecting and Implementing an Embedded Database System**, IEEE Computer, September 2000
- M.Seltzer, M.Olson, **Challenges in Embedded Database System Administration**, www.sleepycat.com

30

Marco Schmidt, Oliver Kasten