

Κινητός και Διάχυτος Υπολογισμός (Mobile & Pervasive Computing)

Δημήτριος Κατσαρός, Ph.D.

Χειμώνας 2005

Διάλεξη 2η

29/09/2005 Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ιστοσελίδα του μαθήματος

- http://skyblue.csd.auth.gr/~dimitris/courses/mpc_fall05.htm
- Θα τοποθετούνται οι διαφάνειες του επόμενου μαθήματος
- Σταδιακά θα τοποθετηθούν και τα research papers που αντιστοιχούν σε κάθε διάλεξη

29/09/2005 Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περιεχόμενα

- **Διάχυτος Υπολογισμός**
- Περίληψη των Ασύρματων Επικοινωνιών
- Κινητός Υπολογισμός
- Αρχιτεκτονικές Λογισμικού για Κινητό Υπολογισμό

29/09/2005 Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Το όραμα του Mark Weiser ...

- “The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.”

Scientific American, Sept. 1991, 94-104

IEEE Pervasive Computing, Jan.-Mar. 2002, 19-25

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

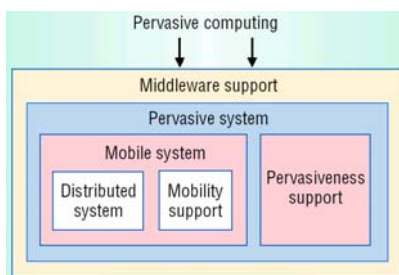
Εξέλιξη του Διάχυτου Υπολογισμού

- **Desktop Υπολογιστές** (PC)
- **Κατανεμημένοι Υπολογιστές** (Distributed)
 - Τα δίκτυα έδωσαν ώθηση στα PC ώστε να επιτύχουν κατανεμημένο υπολογισμό
- **Κινητοί Υπολογιστές** (Mobile)
 - Ενοποίηση κυψελοειδούς (cellular) τεχνολογίας και Web
 - Διαχωρίζουν τη συσκευή από την κάρτα Subscriber Identity Module (SIM)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ο Διάχυτος Υπολογισμός απαιτεί



- Συσκευές
- Δικτύωση
- Middleware
- Εφαρμογές

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Συσκευές για Διάχυτο Υπολογισμό

- Συσκευές
 - Εισόδου
 - Ποντίκι, πληκτρολόγιο, LEDs, κ.τ.λ.
 - Ασύρματες κινητές συσκευές
 - Pagers, PDAs, cell phones, palmtops, κ.τ.λ.
 - Έξυπνες συσκευές
 - Ευφυή συστήματα, δάπεδα με αισθητήρες, κ.τ.λ.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Φορητές συσκευές

Pager

- Λήψη μόνο
- Κείμενο
- Μικρή οθόνη



PDA

- Graphics
- WWW
- Αναγνώριση χαρακτήρων



Palmtop

- Μικρό πληκτρολόγιο
- “Ελαφρές” εκδόσεις εφαρμογών

Κινητό τηλέφωνο

- Φωνή
- Δεδομένα
- Επίδειξη απλού κειμένου



Laptop

- Πλήρως λειτουργικό
- Πλήρεις εκδόσεις των τυπικών εφαρμογών

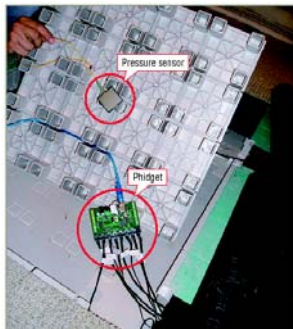


Επίδοση και μέγεθος

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

“Συσκευές” για Διάχυτο Υπολογισμό



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

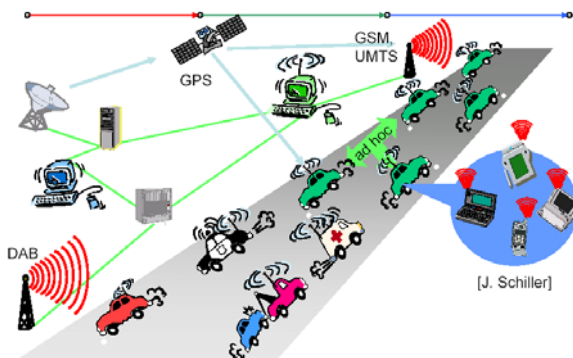
Δικτύωση για Διάχυτο Υπολογισμό

- *Cellular* - GSM (Europe+), TDMA & CDMA (US)
 - FM: 1.2-9.6 Kbps; Digital: 9.6-14.4 Kbps (ISDN-like υπηρεσίες)
- *Public Packet Radio* - Ιδιωτικό
 - 19.2 Kbps (raw), 9.6 Kbps (effective)
- *Private και Shared Mobile Radio*
- *Wireless LAN* - wireless LAN bridge (IEEE 802.11)
 - Radio ή Infrared frequencies: 1.2 Kbps-15 Mbps
- *Paging Networks* – τυπικά one-way communication
 - low receiving power consumption
- *Satellites* – wide-area coverage (GEOS, MEOS, LEOS)
 - LEOS: 2.4 Kbps (uplink), 4.8Kbps (downlink)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

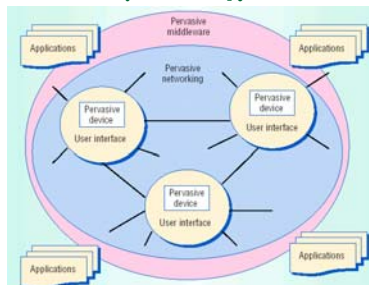
Δικτύωση για Διάχυτο Υπολογισμό



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Middleware για Διάχυτ. Υπολογισμό

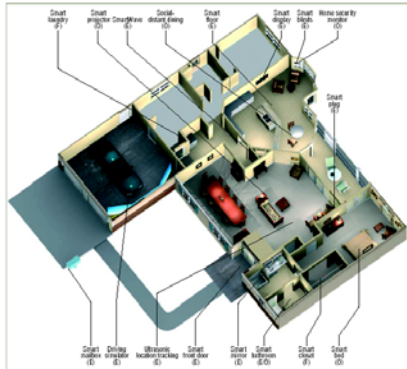


Ο Διάχυτος Υπολογισμός είναι περισσότερο περιβαλλοντικό-κεντρικός από ότι ο κινητός υπολογισμός ή ο υπολογισμός στο Web. Οι εφαρμογές κατευθύνουν το middleware και το είδος της δικτύωσης.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

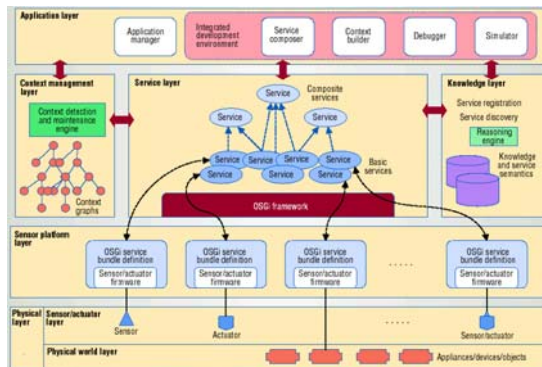
Εφαρμογές, εφαρμογές ...



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Αρχιτεκτονική middleware



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Αρχιτεκτ. Middleware στο Έξυπνο Σπίτι

- Φυσικό επίπεδο
- Επίπεδο πλατφόρμας αισθητήρων
- Επίπεδο υπηρεσιών
- Επίπεδο γνώσης
- Επίπεδο διαχείρισης context
- Επίπεδο εφαρμογής

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εφαρμογές, εφαρμογές ...

- Συσκευές για επικοινωνίες
- Προειδοποίησης
- Μετάδοσης δεδομένων



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

16

Προκλήσεις για Διάχυτο Υπολογισμό

- Κλιμάκωση (Scalability)
- Ετερογένεια (Heterogeneity)
- Ολοκλήρωση (Integration)
- Αδιαφάνεια (Invisibility)
- Γνώση του περιβάλλοντος (Context awareness)
- Διαχείριση του περιβάλλοντος (Context management)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

17

Περιεχόμενα

- Διάχυτος Υπολογισμός
- **Περίληψη των Ασύρματων Επικοινωνιών**
- Κινητός Υπολογισμός
- Αρχιτεκτονικές Λογισμικού για Κινητό Υπολογισμό

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

18

Η ιστορία των Radio Επικοινωνιών

- 1880: Hertz – Initial demonstration of practical radio communication
- 1897: Marconi – Radio transmission to a tugboat over an 18 mi path
- 1921: Detroit Police Department: -- Police car radio dispatch (2 MHz frequency band)
- 1933: FCC (Federal Communications Commission) – Authorized four channels in the 30 to 40 MHz range
- 1938: FCC – Ruled for regular service
- 1946: Bell Telephone Laboratories – 152 MHz (Simplex)
- 1956: FCC – 450 MHz (Simplex)
- 1959: Bell Telephone Laboratories – Suggested 32 MHz band for high capacity mobile radio communication
- 1964: FCC – 152 MHz (Full Duplex)
- 1964: Bell Telephone Laboratories – Active research at 800 MHz
- 1969: FCC – 450 MHz (Full Duplex)
- 1974: FCC – 40 MHz bandwidth allocation in the 800 to 900 MHz range
- 1981: FCC – Release of cellular land mobile phone service in the 40 MHz bandwidth in the 800 to 900 MHz range for commercial operation

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

19

Η ιστορία των Radio Επικοινωνιών

- 1981: AT&T and RCC (Radio Common Carrier) reach an agreement to split 40 MHz spectrum into two 20 MHz bands. Band A belongs to nonwireline operators (RCC), and Band B belongs to wireline operators (telephone companies). Each market has two operators.
- 1982: AT&T is divested, and seven RBOCs (Regional Bell Operating Companies) are formed to manage the cellular operations
- 1982: MFJ (Modified Final Judgment) is issued by the government DOJ. All the operators were prohibited to (1) operate long-distance business, (2) provide information services, and (3) do manufacturing business
- 1983: Ameritech system in operation in Chicago
- 1984: Most RBOC markets in operation
- 1986: FCC allocates 5 MHz in extended band
- 1987: FCC makes lottery on the small MSA and all RSA licenses
- 1988: TDMA (Time Division Multiple Access) voted as a digital cellular standard in North America
- 1992: GSM (Groupe Speciale Mobile) operable in Germany D2 system

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

20

Η ιστορία των Radio Επικοινωνιών

- 1993: CDMA (Code Division Multiple Access) voted as another digital cellular standard in North America
- 1994: American TDMA operable in Seattle, Washington
- 1994: PDC (Personal Digital Cellular) operable in Tokyo, Japan
- 1994: Two of six broadband PCS (Personal Communication Service) license bands in auction
- 1995: CDMA operable in Hong Kong
- 1996: US Congress passes Telecommunication Reform Act Bill
- 1996: The auction money for six broadband PCS licensed bands (120 MHz) almost reaches 20 billion US dollars
- 1997: Broadband CDMA considered as one of the third generation mobile communication technologies for UMTS (Universal Mobile Telecommunication Systems) during the UMTS workshop conference held in Korea
- 1999: ITU (International Telecommunication Union) decides the next generation mobile communication systems (e.g., W-CDMA, cdma2000, etc)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

21

1G Cellular Συστήματα & Υπηρεσίες

1970s	Developments of radio and computer technologies for 800/900 MHz mobile communications
1976	WARC (World Administrative Radio Conference) allocates spectrum for cellular radio
1979	NTT (Nippon Telephone & Telegraph) introduces the first cellular system in Japan
1981	NMT (Nordic Mobile Telephone) 900 system introduced by Ericsson Radio System AB and deployed in Scandinavia
1984	AMPS (Advanced Mobile Phone Service) introduced by AT&T in North America

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

2G Cellular Συστήματα & Υπηρεσίες

1982	CEPT (Conference Europeenne des Post et Telecommunications) established GSM to define future Pan-European Cellular Radio Standards
1990	Interim Standard IS-54 (USDC) adopted by TIA (Telecommunications Industry Association)
1990	Interim Standard IS-19B (NAMPS) adopted by TIA
1991	Japanese PDC (Personal Digital Cellular) system standardized by the MPT (Ministry of Posts and Telecommunications)
1992	Phase I GSM system is operational
1993	Interim Standard IS-95 (CDMA) adopted by TIA
1994	Interim Standard IS-136 adopted by TIA
1995	PCS Licenses issued in North America
1996	Phase II GSM operational
1997	North American PCS deploys GSM, IS-54, IS-95
1999	IS-54: North America IS-95: North America, Hong Kong, Israel, Japan, China, etc GSM: 110 countries

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

3G Cellular Συστήματα & Υπηρεσίες

- **IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000):**
Εκπλήρωση της ιδέας του anywhere, anytime communication.
- **Χαρακτηριστικά-κλειδιά του IMT-2000 περιλαμβάνουν:**
 - Υψηλό βαθμό κοινής σχεδίασης ανά τον κόσμο;
 - Συμβατότητα των υπηρεσιών μέσα στο IMT-2000 και με εκείνες των σταθερών δικτύων;
 - Υψηλή ποιότητα;
 - Μικρά τερματικά για χρήση ανά τον κόσμο;
 - Ικανότητα roaming σε όλο τον κόσμο;
 - Ικανότητα για πολυμεσικές εφαρμογές, και μεγάλο εύρος υπηρεσιών και τερματικών.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

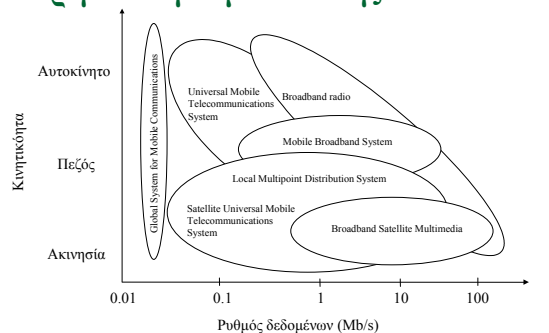
3G Cellular Συστήματα & Υπηρεσίες

- Σημαντική συνιστώσα του IMT-2000 είναι η ικανότητα να παρέχει υψηλό ρυθμό δεδομένων:
 - 2 Mbps για σταθερά περιβάλλοντα;
 - 384 Kbps για indoor/outdoor και στους πεζούς;
 - 144 kbps για αυτοκίνητα.
- Εργασία Standardization:
 - Προδιαγραφές συντάχθηκαν το 1999
 - Σε ανάπτυξη
- Αναμενόμενη υπηρεσία:
 - Ξεκίνησε τον Οκτώβριο 2001 στην Ιαπωνία (W-CDMA)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Χωρητικότητα μετάδοσης

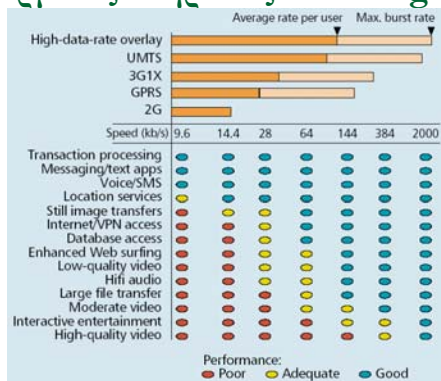


Χωρητικότητα μετάδοσης ως συνάρτηση της κινητικότητας σε μερικά radio συστήματα

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

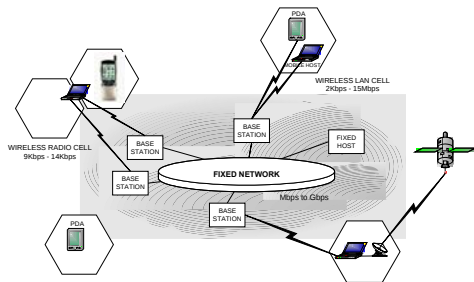
Ασύρματες υπηρεσίες & throughput



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

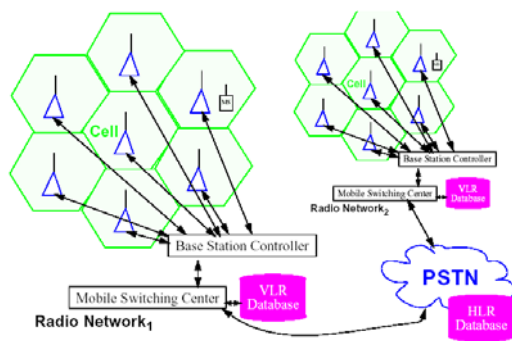
Αρχιτεκτονική κινητού δικτύου



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

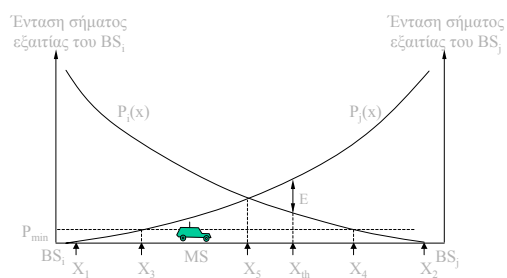
Αρχιτεκτονική PCS



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Διαδικασία handoff (handover)



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περιεχόμενα

- Διάχυτος Υπολογισμός
- Περίληψη των Ασύρματων Επικοινωνιών
- **Κινητός Υπολογισμός**
- Αρχιτεκτονικές Λογισμικού για Κινητό Υπολογισμό

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

31

Κινητός Υπολογισμός: Περιεχόμενα

- **Παράδειγμα-κίνητρο**
- Ζητήματα: Κινητικότητα, Ασύρματη επικοινωνία, Φορητότητα
- Αρχιτεκτονικές λογισμικού
- Υποστήριξη σε επίπεδο συστήματος

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

32

Κάνουμε πάρτι την Παρασκευή



- Ενημέρωση του ημερολογίου του Smart Phone's με τα ονόματα των προσκεκλημένων.
- Σημείωση για παραγγελία φαγητού από Pizza Hut.
- Ενημέρωση της λίστας αγορών με τις προτιμήσεις σε ποτά των προσκεκλημένων.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

33

Κάνουμε πάρτι την Παρασκευή

- Το AutoPC ανιχνεύει ένα κοντινό supermarket που διαφημίζει τις πωλήσεις του.



- Προσπελάζει τη λίστα αγορών μας και το ημερολόγιό μας στο Smart Phone.
- Μας ενημερώνει ότι η μπίρα και ... είναι σε έκπτωση. Μας υπενθυμίζει ότι το επόμενο rendez-vous είναι σε 1 ώρα.
- Υπάρχει χρόνος γιατί η κίνηση είναι χαμηλή, όπως μας ενημέρωσε η Traffic Report υπηρεσία.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κάνουμε πάρτι την Παρασκευή

- Το Smart Phone μας υπενθυμίζει ότι πρέπει να παραγγείλουμε φαγητό το βράδυ.
- Κάνει download το μενού από την Pizza Hut στο PC και επιδεικνύει τις προτιμήσεις των προσκεκλημένων.
- Αποστέλλει τη λίστα αγορών σε αντίστοιχο PC του supermarket.
- Έτσι όλα θα είναι έτοιμα όταν πρέπει.



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

“Κινητές” εφαρμογές

- Θα δημιουργήσουν μια εντελώς νέα κλάση εφαρμογών
 - Νέες μαζικές αγορές σε συνδυασμό με το Web
 - Mobile Information Appliances – συνδυασμός personal computing και consumer electronics
- Εφαρμογές:
 - Vertical: vehicle dispatching, tracking, point of sale
 - Horizontal: mail enabled applications, filtered information provision, collaborative computing...

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κινητός Υπολογισμός: Περιεχόμενα

- Παράδειγμα-κίνητρο
- **Ζητήματα: Κινητικότητα, Ασύρματη επικοινωνία, Φορητότητα**
- Αρχιτεκτονικές λογισμικού
- Υποστήριξη σε επίπεδο συστήματος

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

37

Ασύρματος & Κινητός Υπολογισμός

- Στόχος: Πρόσβαση στην πληροφορία **Anywhere**, **Anytime**, και in **Anyway**.
- Συνώνυμα: Mobile, Nomadic, Wireless, Invisible, Ubiquitous Computing, Pervasive Computing (?).
- Διάκριση:
 - Fixed wired network: Traditional distributed computing.
 - Fixed wireless network: Wireless computing.
 - Wireless network: Mobile Computing.

> Ζητήματα-κλειδιά:

Ασύρματα επικοινωνία, Κινητικότητα, Φορητότητα.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

38

Χαρακτηριστικά ασύρματου δικτύου

- Μεταβαλλόμενη σύνδεση
 - Χαμηλό εύρος ζώνης και χαμηλή αξιοπιστία
- Συχνές αποσυνδέσεις
 - Προβλεπόμενες ή ξαφνικές
- Ασύμμετρη επικοινωνία
 - Κανάλι εκπομπής
- Χρηματικό κόστος
 - Χρεώσεις ανά σύνδεση ή ανά πακέτο/μήνυμα

> Η σύνδεση είναι ασθενής, διακοπτόμενη και ακριβή

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

39

Φορητές Συσκευές

- PDAs, Personal Communicators
 - Ελαφρές, μικρές και ανθεκτικές στη χρήση, ώστε να μπορούμε να τις μεταφέρουμε εύκολα
 - Κουτά τερματικά [InfoPad, ParcTab projects], palmtops, wristwatch PC/Phone, walkstations
- Κάνουν χρήση AA+ /Ni-Cd/Li-Ion μπαταριών
- Ίσως δεν έχουν σκληρό δίσκο
- I/O συσκευές: Χωρίς ποντίκι, αλλά με “Στυλό”
- Ασύρματη σύνδεση σε Πληροφοριακά Δίκτυα
 - Είτε υπέρυθρα ή cellular τηλέφωνα
- Ειδικό HW (για συμπίεση/κρυπτογράφηση)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

40

Χαρακτηριστικά φορητότητας

- Περιορισμοί εξαιτίας της Ενέργειας της Μπαταρίας
 - transmit/receive, disk spinning, display, CPUs, memory consume power
- Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας θα βελτιωθεί (σχετικά) λίγο
 - Απαιτείται energy-efficient υλικό (CPUs, memory) και λογισμικό συστήματος
 - “Επιδιωκόμενες” (planned) αποσυνδέσεις - *doze mode*

➤ Κατανάλωση Ενέργειας vs. Χρήση Πόρων

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

41

Χαρακτηριστικά φορητότητας

- Περιορισμοί εξαιτίας των πόρων
 - Οι κινητοί υπολογιστές είναι φτωχοί σε πόρους
 - Μικρό μέγεθος προγράμματος – interpret script languages (Mobile Java)
 - Υπολογιστικός και επικοινωνιακός φόρτος δεν πρέπει να είναι μεγάλος
 - Μικρά μεγέθη οθονών
- Ασυμμετρία μεταξύ των στατικών και των κινητών υπολογιστών

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

42

Χαρακτηριστικά κινητικότητας

- Αλλαγές θέσης
 - Διαχείριση θέσης – το κόστος για τον εντοπισμό προστίθεται στην επικοινωνία
 - Ετερογένεια στις υπηρεσίες
 - Περιορισμοί εύρους ζώνης και μεταβλητότητα
 - Δυναμική replication των δεδομένων
 - Τα δεδομένα και οι υπηρεσίες ακολουθούν τους κινητούς χρήστες
 - Επερώτηση των δεδομένων - απαντήσεις εξαρτώμενες από τη θέση (location-based responses)
 - Ασφάλεια και authentication
- Η διαμόρφωση (configuration) του συστήματος δεν είναι πλέον στατική

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

43

Τι πρέπει να επανεξετάσουμε?

- Λειτουργικά Συστήματα
- Συστήματα Αρχείων
- Συστήματα Βάσεων Δεδομένων
- Αρχιτεκτονικές Επικοινωνιών
- Υλικό και Αρχιτεκτονική
- Real-Time, multimedia, QoS
- Ασφάλεια
- Απαιτήσεις εφαρμογών και σχεδίαση
- Σχεδιασμός PDA: Interfaces, Γλώσσες

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

44

Επεξερ. Επερωτημάτων/Συναλλαγών

- Η μέριμνα μετακινείται από το CPU time και το network delay στη ενέργεια της μπαταρίας και το κόστος της επικοινωνίας (μαζί με το οικονομικό κόστος)
- Οι αλλαγές παίρνουν τη μορφή long-running transactions
 - Οι κόμβοι συνεχίζουν να λειτουργούν και σε κατάσταση αποσύνδεσης
 - Απαιτούνται νέα μοντέλα συναλλαγών
- Μετακίνηση δεδομένων vs. Μετακίνηση Επερώτησης/Συναλλαγής
- Context (location) based απαντήσεις στα επερωτήματα
- Consistency, autonomy, recovery
 - Προσεγγιστικές απαντήσεις
 - Σταθερή αποθήκευση για logs, δεδομένα -- stabilize στους servers?
- Παροχή ομοιόμορφης πρόσβασης σε ετερογενές περιβάλλον
- Σχεδιασμός νέων human-computer interfaces (pen-based computing)
- Updated system info: Location information, user profiles

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

45

Επανεμφανιζόμενα ζητήματα

- Διαχείριση αποσυνδέσεων
 - Στρατηγικές caching
 - Διαχείριση ασυνεπειών (inconsistencies)
- Delayed write-back και prefetch: αξιοποίηση του ανενεργού χρόνου του δικτύου
 - Αύξηση των απαιτήσεων σε μνήμη
- Buffering/batching: επιτρέπει μαζικές (bulk) μεταφορές
- Διαμέριση και replication
 - προκαλείται από τη μετακίνηση (relocation)
- Συμπίεση: αυξάνει την αποτελεσματική BW
 - Αυξάνει τις απαιτήσεις σε ενέργεια μπαταρίας
- Η λήψη απαιτεί λιγότερη ενέργεια από ότι η αποστολή

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

46

Ζητήματα στην παροχή πληροφορίας

- Χρέωση
- Κλιμάκωση: massive # users που προσπελάζουν read-only δεδομένα
- ασφάλεια (δεδομένων και user profiles/location)
 - Κατανάλωση πόρων σε foreign περιβάλλοντα
 - Βλάβη σε σταθερούς hosts?
- Προτεραιότητα ενεργειών κατά την επανασύνδεση

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

47

Κινητικότητα σε Εφαρμογές ΒΔ

- Απαίτηση για προσαρμογή σε διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον:
 - Σύνδεση δικτύου
 - Διαθέσιμοι πόροι και υπηρεσίες
 - Με μεταβολή και (επανα)διαπραγμάτευση:
 - Του διαχωρισμού των καθηκόντων μεταξύ των κινητών και των σταθερών στοιχείων
 - Της ποιότητας των δεδομένων στον mobile host
- Παράδειγμα: *Fidelity* (βαθμός στον οποίο ένα αντίγραφο (copy) ενός δεδομένου "ταιριάζει" με το original αντίγραφο στον server)

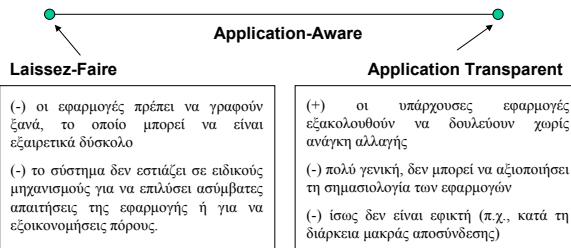
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

48

Προσαρμοστικότητα

Πού θα πρέπει να τοποθετήσουμε την υποστήριξη για την κινητικότητα και την προσαρμοστικότητα?



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Προσαρμοζόμενες εφαρμογές

- Απαίτηση:
 - Μέτρηση της QoS και επικοινωνία με την εφαρμογή
 - Μηχανισμός για παρακολούθηση του επιπέδου και της ποιότητας της πληροφορίας και ενημέρωση των εφαρμογών για τυχόν αλλαγές.
 - Programmer Interface για Application-Aware Adaptation
 - Οι εφαρμογές πρέπει να είναι **agile**: ικανές να λαμβάνουν γεγονότα (events) με ασύγχρονο τρόπο και να αντιδρούν ανάλογα
 - Κεντρικό σημείο για διαχείριση πόρων και εξουσιοδότηση όποιας αίτησης από μέρους κάποιας εφαρμογής.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κινητός Υπολογισμός: Περιεχόμενα

- Παράδειγμα-κίνητρο
- Ζητήματα: Κινητικότητα, Ασύρματη επικοινωνία, Φορητότητα
- **Αρχιτεκτονικές λογισμικού**
- Υποστήριξη σε επίπεδο συστήματος

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περιορισμοί κινητού υπολογισμού

- Οι συσκευές: φτωχές σε πόρους και μη “αξιόπιστες”
- Η σύνδεση του δικτύου: χαμηλού εύρους ζώνης και διακόπτεται συχνά
- Η κινητικότητα επιτείνει τα προβλήματα αυτά
- Απαιτείται εξέταση της λειτουργικότητας των mobile hosts
 - “Κουτά” τερματικά ?
 - Οι παραπάνω περιορισμοί υπονοούν ότι ο mobile host **πρέπει** να έχει (κάποια) λειτουργικότητα για να λειτουργεί αυτόνομα όταν αποσυνδέεται

• Ζητήματα

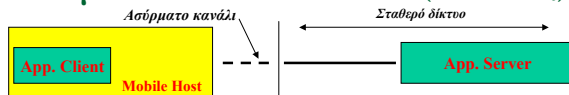
- Κατάλληλο μοντέλο για συστήματα κινητού υπολογισμού
- Η κινητικότητα θα είναι διαφανής στις εφαρμογές?

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

52

Το μοντέλο Client-Server (& επεκτάσεις)



- Λειτουργικότητα και δεδομένα είναι καταμεμημένα σε διάφορους servers του σταθερού δικτύου
- Δεν υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ mobile client και server στο σταθερό δίκτυο (σκεφτείτε τι συμβαίνει στην αποσύνδεση)
- Τύπος του μηχανισμού επικοινωνίας
 - Άμεση ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ client και server
 - Προβληματική μέθοδος: αργό και μη αξιόπιστο κανάλι
 - (Queued) Remote Procedure Calls
 - Η “σύγχρονη” προσέγγιση προκαλεί blocking εξαιτίας των αποσυνδέσεων και δεν ελαττώνει τη φόρτο επικοινωνίας
 - Η “ασύγχρονη” προσέγγιση αποθηκεύει προσωρινά τις RPC (σε log) και όταν συνδεθεί τις εκτελεί (βελτιστοποιήσεις στο log)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

53

Το μοντέλο Client-Agent-Server

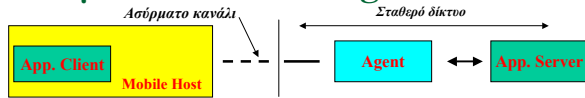
- Γενικά το μοντέλο **C-A-S** μειώνει αισθητά την επίδραση του μικρού εύρους ζώνης και την μικρής αξιοπιστίας του ασύρματου καναλιού
- Agent = Αντιπρόσωπος (ή proxy) του client
 - Κάθε επικοινωνία προς/από τον client περνάει μέσα από τον agent
 - Δίνουμε την λειτουργικότητα του client στον agent
- Δυο (υπο)μοντέλα
 - Client-ServerAgent-Server
 - Client-ClientAgent-Server

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

54

Το μοντέλο Client-SAgent-Server



- **C-SA-S**: Το μοντέλο Client/Server-side Agent/Server
- Διαχωρίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ mobile client και server: *client-agent* και *agent-server*
 - Διαφορετικά πρωτόκολλα για κάθε μέρος της αλληλεπίδρασης
 - Κάθε μέρος μπορεί να εκτελείται ανεξάρτητα από το άλλο
 - Χειρίζεται τα δεδομένα πριν την αποστολή τους στον client
- Το μοντέλο αυτό είναι κατάλληλο για “light-weight” clients με περιορισμένη υπολογιστική ισχύ και πόρους

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

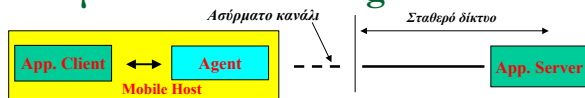
Υποχρεώσεις του Agent

- Δίνουμε την λειτουργικότητα του client στον agent
 - Οι αιτήσεις του client στέλνονται στον agent και τα αποτελέσματα στέλνονται στον client όταν γίνει η σύνδεση
- Messaging και queuing
- Πιο ενεργό ρόλο
 - Εκκίνηση/διακοπή ειδικών λειτουργιών στον mobile client
 - Εκτελεί συμπίεση (κατάλληλη για κάθε εφαρμογή)
 - Ομαδοποιεί αιτήσεις
 - Αλλάζει την σειρά της μετάδοσης (ανάλογα με τη σημαντικότητα)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Το μοντέλο Client-CAgent-Server



- **C-CA-S**: Το μοντέλο Client/Client-side Agent/Server
 - caching
 - prefetching στο υπόβαθρο

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ο ρόλος του Agent

- Συνεχής παρουσία του mobile client στο σταθερό δίκτυο
- Ένας agent μπορεί να αντιπροσωπεύει περισσότερους του ενός mobile clients
- Εξειδικευμένος για κάθε Εφαρμογή (Υπηρεσία)
 - Παρέχει ένα mobile-aware στρώμα σε ειδικές υπηρεσίες ή εφαρμογές (π.χ., Web-browsing ή πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων)
- Κάθε εφαρμογή μπορεί να έχει πολλούς agents
 - Ελαστικότητα, αλλά πιο περίπλοκο στρώμα διαχείρισης
- Φίλτρα
 - Παρέχουν agents που λειτουργούν πάνω σε πρωτόκολλα
 - Π.χ., ένας MPEG-agent ή ένας TCP-agent

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

58

Μειονεκτήματα μοντέλου C/A/S

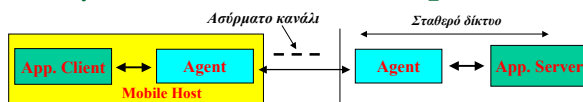
- Αποτυγχάνει να διατηρήσει τον υπολογισμό όταν γίνεται αποσύνδεση
- Δεν μπορεί να επιτύχει βελτιστοποιήσεις στην επικοινωνία από τον mobile client προς το σταθερό δίκτυο

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

59

Το μοντέλο Client-Intercept-Server



- C-I-S: Client/Intercept/Server Model
 - Caching, prefetching, κ.τ.λ.
 - Διάφορες βελτιστοποιήσεις επικοινωνίας και στα δυο άκρα του καναλιού
 - Π.χ., ασύγχρονες queued RPC
 - hoarding
 - Μετακίνηση υπολογισμού μεταξύ των agents
- Το μοντέλο αυτό είναι κατάλληλο για “heavy-weight” clients με αρκετή υπολογιστική ισχύ και πόρους

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

60

Το μοντέλο των Κινητών Agents

- Οι κινητοί agents είναι μετακινούμενες διεργασίες (processes) που σχετίζονται με κάποια “περιήγηση”
 - Έχει τα δικά του δεδομένα και τη δική του κατάσταση εκτέλεσης
 - Προχωρά ανεξάρτητα και αυτόνομα από τον mobile client μετά την υποβολή του
- Υλοποίηση των agents των προαναφερθέντων μοντέλων ως mobile agents, π.χ.,
 - Οι server-side agents μπορούν να μετακινούνται κατά τη διάρκεια του handoff
 - Οι client-side agent μετακινούνται δυναμικά πάνω και μακριά από τον client

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

61

Προτερήματα των Κινητών Agents

- Ικανότητα να **αλληλεπιδρούν** και να συνεργάζονται με άλλους agents
- **αυτονομία**, δηλ., η εκτέλεση προχωρά με μικρή ή καθόλου παρεμβολή από τον client
- **interoperability**, δηλ. εκτελούνται σε πολλές διαφορετικές πλατφόρμες
- Ικανότητα να **αντιδρούν** σε εξωτερικά ερεθίσματα-γεγονότα
- **κινητικότητα**

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

62

Συνολικά για τους Κινητών Agents

- Παρέχουν: αποδοτικό, ασύγχρονο τρόπο για αναζήτηση πληροφορίας
- Δεν επηρεάζονται από “μεταβαλλόμενα” δυναμικά πειβάλλοντα
- Υποστηρίζουν “λειτουργία σε αποσύνδεση”
 - Σε στιγμή σύνδεσης: υποβάλλεται ο agent
 - Σε αποσύνδεση: αναζητεί πληροφορία, εκτελεί επεξεργασία
 - Σε επανασύνδεση: επιστρέφει τα αποτελέσματα
- Παρουσιάζουν προβλήματα **ασφάλειας**
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με τα υπολογιστικά μοντέλα που προαναφέρθηκαν

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

63

Κινητός Υπολογισμός: Περιεχόμενα

- Παράδειγμα-κίνητρο
- Ζητήματα: Κινητικότητα, Ασύρματη επικοινωνία, Φορητότητα
- Αρχιτεκτονικές λογισμικού
- Υποστήριξη σε επίπεδο συστήματος

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

64

Υποστήριξη σε επίπεδο συστήματος

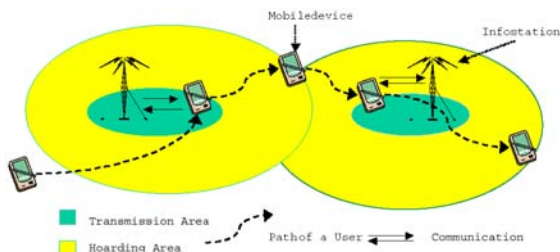
- **Αποσυνδέσεις (disconnections)**: αυτόνομη λειτουργία μετά τη διακοπή της σύνδεσης
- **Ασθενής σύνδεση (weak connectivity)**: η λειτουργία θα πρέπει να προσαρμοστεί σε χαμηλό εύρος ζώνης, μεγάλη καθυστέρηση πρόσβασης (latency) και υψηλό κόστος πρόσβασης
- **Κινητικότητα (mobility)**: διατήρηση λειτουργιών “on-the-move”, π.χ., συναλλαγών, Web browsing
- **Αποκατάσταση αποτυχίας (failure recovery)**: τεχνικές για αποκατάσταση του υπολογισμού ή/και των δεδομένων μετά από αποτυχίες του καναλιού, του mobile client

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

65

Μοντέλο της αποσύνδεσης



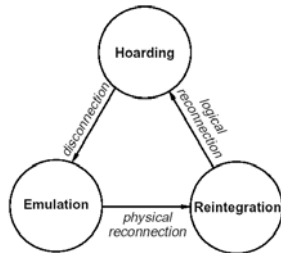
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

66

Υποστήριξη για αποσυνδέσεις

- **Βασική ιδέα:** όταν αναμένεται αποσύνδεση, τα δεδομένα και ο υπολογισμός μεταφέρονται στον mobile client
- Η “προφόρτωση” δεδομένων αποκαλείται **hoarding**
- Εναλλακτικές:
 - Μετακινούμε τα δεδομένα στον client, ή
 - Κάνουμε replicate τα δεδομένα στον client



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

67

Ζητήματα στο hoarding

	Ζήτημα	Προσέγγιση
Hoarding	Μονάδα hoarding	Εξαρτάται από την εφαρμογή, π.χ., αρχείο ή εγγραφές ή αντικείμενο
	Ποια δεδομένα?	A) Καθορίζεται από το χρήστη. B) Πρόβλεψη
	Πότε να εκτελέσουμε?	A) Πριν την αποσύνδεση. B) Περιοδικά.
	Αιτήσεις για δεδομένα που δεν υπάρχουν στον πελάτη	A) "Πετάει" exception. B) Μπαίνουν σε μια ουρά.
Αποσύνδεση	Τι γράφουμε στο log?	A) Τιμές δεδομένων. B) Timestamps. Γ) Λειτουργίες
	Πότε βελτιστοποιούμε το log?	A) Αυξητικά. B) Πριν την επανασύνδεση
	Πώς βελτιστοποιούμε το log?	Εξαρτάται από το σύστημα.
Επανασύνδεση	Πώς κάνουμε την επανασύνδεση?	Εκτελούμε ξανά το log.
	Πώς επιλύουμε τις συγκρούσεις?	A) Αξιοποιούμε τη σημασιολογία της εφαρμογής. B) Αυτόματη επίλυση

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

68

Κύρια ζητήματα στο hoarding

- Πώς αποφασίζουμε ποια δεδομένα θα κάνουμε hoarding?
 - Οι clients δηλώνουν τις προτιμήσεις τους
 - Κάνουμε προβλέψεις με βάση το “ιστορικό”
- Τι γίνεται όταν και άλλοι clients (π.χ., στο σταθερό δίκτυο) μπορούν/επιθυμούν να τα τροποποιήσουν ?

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

69

Hoarding σε Συστήματα Αρχείων

- Το hoarding βασίζεται σε επέκταση του μηχανισμού caching για να λάβει υπόψη τις αποσυνδέσεις
- Caching σε αποσύνδεση είναι διαφορετικό από caching σε σύνδεση
 - Cache misses δεν εξυπηρετούνται
 - Ενημερώσεις (updates) από τον mobile client δεν μεταδίδονται στο server και αντίστροφα
- Το hoarding είναι παρόμοιο με το prefetching
 - Το prefetching εκτελείται συνεχώς στο υπόβαθρο
 - Το hoarding είναι ζωτικής σημασίας (εξαιτίας των cache misses)
 - Το hoarding υπερ-εκτιμά τις ανάγκες του χρήστη
 - Η μικρή cache στον mobile clients περιορίζει την εκτίμηση του hoarding

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

70

Hoarding στο CODA σύστ. αρχείων

	Ζήτημα	Προσέγγιση
Hoarding	Μονάδα hoarding	Αρχείο
	Ποια δεδομένα?	Καθορίζεται από το χρήστη + Πρόβλεψη (προτεραιότητα στα πρόσφατα αρχεία)
	Πότε να εκτελέσουμε?	Περιοδικά με τη διεργασία <i>hoard walk</i> .
	Αιτήσεις για δεδομένα που δεν υπάρχουν στον πελάτη	Επιλεκτική εξυπηρέτηση, ανάλογα με την "υπομονή"
Αποσύνδεση	Τι γράφουμε στο log?	(replay.log) Όλα τα ορίσματα των κλήσεων συστήματος και version numbers των αρχείων.
	Πότε βελτιστοποιούμε το log?	Περιοδικά
	Πώς βελτιστοποιούμε το log?	A) Λειτουργίες που ανατρούν τον εαυτό τους ή/και προηγούμενες, B) Ομαδοποιώντας λειτουργίες.
Επανασύνδεση	Πώς κάνουμε επανασύνδεση?	Εκτελεί το replay log ως μια transaction. Κάνει lock τα αντικείμενα που αναφέρονται στο log.
	Πώς επιλύουμε τις συγκρούσεις?	Με το Application-Specific Resolver (ASR)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

71

Hoarding σε Βάσεις Δεδομένων

- Τι να κάνω hoarding
 - RelDB: Tuples / Συλλογές από tuples / Πίνακες
 - OODB: Αντικείμενα / Συλλογές αντικειμένων / Κλάσεις
 - Τα αποτελέσματα επρωτήσεων (queries): άρα materialized views στον mobile client $\Rightarrow$ answering queries from materialized views
- Τα υπόλοιπα ζητήματα όπως και στα συστήματα αρχείων

29/09/2005

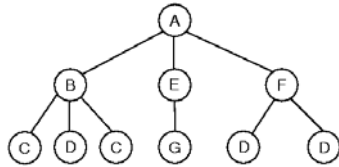
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

72

Hoarding με Δένδρο Εξαρτήσεων

- Αρχεία (προγράμματα και αρχεία δεδομένων) είναι οι κόμβοι του δένδρου, και υπάρχει μια ακμή από τον πατέρα A στο παιδί B, εάν
 - Το πρόγραμμα A εκτελεί το πρόγραμμα B,
 - Το πρόγραμμα A ανοίγει το αρχείο δεδομένων B.
- Η σειρά των αδερφών αντικατοπτρίζει τη χρονολογία των προσπελάσεων.

- Το πρόγραμμα A εκτελεί το πρόγραμμα B
- Το B ανοίγει τα αρχεία C και D, με αυτή τη σειρά
- Το B ανοίγει το C ξανά
- Το A εκτελεί τα προγράμματα E και F
- Το F ανοίγει το D
- Το E εκτελεί το πρόγραμμα G
- Το F ανοίγει το D ξανά



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Hoarding με Δένδρο Εξαρτήσεων

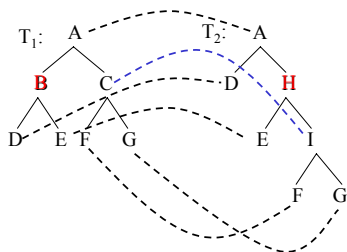
- Αλγόριθμος για hoarding με Δένδρο εξαρτήσεων
 - Χρησιμοποιούμε μια συνάρτηση **COMPATIBILITY(w_tree, p_tree)**, η οποία επιστρέφει μια τιμή μεταξύ 0 και 1, για την ομοιότητα ενός working δένδρου *w_tree* και ένα pattern δένδρο *p_tree*. Εάν η τιμή της είναι πάνω από μια σταθερά **MATCH_THRESHOLD**, τότε λέμε ότι δένδρα είναι αρκετά όμοια και μπορούμε να κάνουμε hoarding τα αρχεία που περιγράφει το *p_tree*.
 - Προβλήματα:
 - Ο αριθμός των αρχείων που θα κάνουμε hoarding είναι μεγαλύτερος από ότι μπορεί να χωρέσει η cache
 - Οι εσφαλμένες προβλέψεις την καθιστούν μη αποτελεσματική
 - Θέτουμε ένα άνω όριο (**PREFETCH_CAPACITY**) στον αριθμό των αρχείων που θα κάνουμε hoarding και τοποθετούμε στην cache μόνο τα ανώτερα επίπεδα του δένδρου.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Hoarding με Δένδρο Εξαρτήσεων

- Tree edit distance:** ο ελάχιστος αριθμός λειτουργιών tree edit (εισαγωγή κόμβου, διαγραφή κόμβου, μετονομασία ετικέτας) που απαιτούνται για να μετατραπεί ένα δένδρο σε κάποιο άλλο.
- Δεδομένων δυο δένδρων T_1 και T_2 , υπάρχει αλγόριθμος υπολογισμού της tree edit distance σε $O(|T_1| |T_2| h(T_1) h(T_2))$.
- Π.χ., η tree edit distance είναι 3 (delete B, insert H, relabel C σε I)



29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Hoarding με Γράφημα Εξαρτήσεων

- Ένα **Γράφημα Εξαρτήσεων** (Dependency Graph, DG), διατηρεί το pattern των προσπελάσεων σε διαφορετικά αρχεία.
- Το γράφημα αυτό έχει έναν κόμβο για κάθε αρχείο που έχει προσπελαστεί κάποια στιγμή στο παρελθόν.
- Υπάρχει μια ακμή από τον κόμβο X στον κόμβο Y, εάν και μόνο εάν (κάποια στιγμή) το αρχείο Y προσπελάστηκε μέσα σε w προσπελάσεις μετά το X, όπου το w είναι το **lookahead window**.
- Το βάρος πάνω στην ακμή είναι το κλάσμα του αριθμού των προσπελάσεων από το X στο Y, προς τον συνολικό αριθμό των προσπελάσεων στο X.
- Η **ακρίβεια** και η “**επιβάρυνση**” του hoarding μπορεί να ελεγχθεί με μια παράμετρο ορισμένη από το χρήστη, το **κατώφλι αποκοπής** (cut-off threshold) για τα βάρη των ακμών.

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

76

Hoarding με Γράφημα Εξαρτήσεων

- Έστωσαν οι παρακάτω ακολουθίες προσπελάσεων (sessions) του χρήστη:
 - ABCACBD
 - CDABDCBDA
- Lookahead window: $w = 2$
- Για την πρώτη ακολουθία, βρίσκω τα διαδοχικά παράθυρα μήκους $w+1$, δηλ.,
 - ABC
 - BCA
 - CAC
 - ACB
 - CBD
 - BD

Κάθε παράθυρο, υπονοεί εξάρτηση της προσπέλασης του πρώτου με κάθε μια από τις επόμενες, δηλ.,

- ABC: $A \Rightarrow B$ & $A \Rightarrow C$
- BCA: $B \Rightarrow C$ & $B \Rightarrow A$
- CAC: $C \Rightarrow A$ & $C \Rightarrow C$
- ACB: $A \Rightarrow C$ & $A \Rightarrow B$
- CBD: $C \Rightarrow B$ & $C \Rightarrow D$
- BD: $B \Rightarrow D$

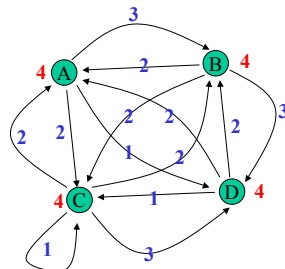
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

77

Hoarding με Γράφημα Εξαρτήσεων

- Συνολικές εμφανίσεις
 - A: 4
 - B: 4
 - C: 4
 - D: 4
 - $A \Rightarrow A$: 0
 - $A \Rightarrow B$: 3
 - $A \Rightarrow C$: 2
 - $A \Rightarrow D$: 1
 - $B \Rightarrow A$: 2
 - $B \Rightarrow B$: 0
 - $B \Rightarrow C$: 2
 - $B \Rightarrow D$: 3
 - $C \Rightarrow A$: 2
 - $C \Rightarrow B$: 2
 - $C \Rightarrow C$: 1
 - $C \Rightarrow D$: 3
 - $D \Rightarrow A$: 2
 - $D \Rightarrow B$: 2
 - $D \Rightarrow C$: 1
 - $D \Rightarrow D$: 0



29/09/2005

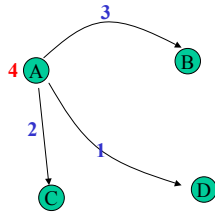
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

78

Hoarding με Γράφημα Εξαρτήσεων

- Σε ένα περιβάλλον με:

- μικρής διάρκειας αποσυνδέσεις
- μικρή cache στον mobile client
- τελευταία προσπέλαση στο αρχείο A



- Θα έθετα κατόφλι = 60% και θα έκανα hoarding το:
 - αρχείο B, επειδή $\frac{3}{4} = 0.75 > 0.60$

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

79

Hoarding με Βελτιωμένο ΓΕ

- Κάποιος κόμβος θεωρείται η “αρχή” του γραφήματος. Διασχίζουμε το γράφημα με:
 - **Breadth First Search**: εξετάζονται τα αδέρφια (siblings) πρώτα
 - **Depth First Search**: εξετάζονται τα παιδιά (children) πρώτα
 - γ_{BFS} : καθορίζει τον αριθμό των siblings που θα λάβουν μέρος στην αναζήτηση
 - γ_{DFS} : καθορίζει το βάθος μέχρι το οποίο θα διεξαχθεί η αναζήτηση

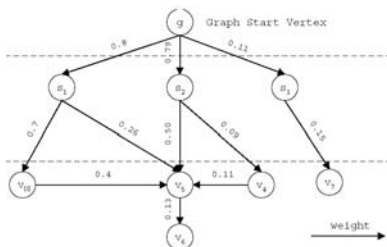
29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

80

Hoarding με Βελτιωμένο ΓΕ

Κόμβος	Μέγεθος
s_2	512
v_4	624
v_5	824
v_{10}	3800
s_1	5800
v_8	110
v_6	552
s_3	642
v_7	476



- Μέγεθος cache: **12000**
- **BFS**: $s_1, s_2, s_3, v_{10}, v_5$: **11578**
- **DFS**: $s_1, v_{10}, v_5, v_6, s_2$: **11488**

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

81

Σύγκριση του ΔΕ με το ΓΕ

- Το ΔΕ παρουσιάζει πιο λεπτομερή εικόνα για τις εξαρτήσεις, ενώ το ΓΕ “χάνει” την ακριβή δομή τους
- Το ΓΕ αποτυπώνει μόνο ζεύγη εξαρτήσεων
- Η εύρεση των αρχείων για hoarding με το ΔΕ είναι πιο δύσκολη
 - ο υπολογισμός της συνάρτησης $COMPATIBILITY(w_tree, p_tree)$ είναι χρονοβόρος
 - δυσκολία στην εύρεση κατάλληλης συνάρτησης
- Το ΓΕ είναι πιο μικρό σε απαιτήσεις χώρου

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

82

Υποστήριξη για ασθενή σύνδεση

- Τι είναι η ασθενής σύνδεση
 - Αργό (slow) δίκτυο
 - Ακριβή πρόσβαση
 - Χάνεται περιοδικά για μικρά διαστήματα
- Αντιμετώπιση της ασθενούς συνδέσεως
 - Έξυπνη χρήση του εύρους ζώνης
 - Ελάττωση της επικοινωνίας

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

83

Ασθενής σύνδεση σε συστημ. αρχείων

- Επανεξέταση της κύριας λειτουργίας που σχετίζεται με το δίκτυο: caching
 - Χειρισμός των misses
 - Συχνότητα αποστολής των αλλαγών που εκτελούνται από τον client
 - Εγκυρότητα των cached αντικειμένων
 - Ενημέρωση του mobile client για την εγκυρότητα των δεδομένων της cache (σε επόμενη Διάλεξη: **Invalidation Reports**)

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

84

Cache misses σε Ασθενή σύνδεση

- Η εξυπηρέτηση ενός cache miss προκαλεί μεγάλη καθυστέρηση ή είναι ακριβή
 - Επιλεκτική εξυπηρέτηση ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής και τη σύνδεση
- Αποστολή αλλαγών
 - Επιθετική πολιτική
 - Ελαττώνει την πιθανότητα βελτιστοποιήσεων στο log
 - Αυξάνει την επικοινωνία
 - Επιτυγχάνει συνέπεια στα δεδομένα
 - Ελαττώνει την πιθανότητα συγκρούσεων
 - Κρατά μικρό το μέγεθος του log
 - “Τεμπέλικη” (Lazy) πολιτική
 - Δεν επιτρέπει αποδοτική χρήση της cache, αφού τα τροποποιημένα δεδομένα δεν μπορούν να διωχτούν από την cache
 - Δεν εγγυάται “strong consistency”

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

85

Σύνδεση και Συστήματα Αρχείων

	Με σύνδεση	Χωρίς σύνδεση	Ασθενής σύνδεση	Fetch-only
Cache miss	Εξυπηρέτηση	Exception	(Επιλεκτική) Εξυπηρέτηση	Εξυπηρέτηση
Αποστολή των αλλαγών	Άμεση	Όταν γίνει η επανασύνδεση	Περιοδική ή όταν υπάρχει μικρή κυκλοφορία στο κανάλι	Όταν γίνει η επανασύνδεση
Εγκυρότητα δεδομένων	Η τελευταία (πιο πρόσφατη)	Ό,τι έχει η cache	Ό,τι έχει η cache (έγκυρη ή μη) ή επικοινωνία με server	Ό,τι έχει η cache

29/09/2005

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

86
