PA160

Mobilní systémy

Základní pojmy

- Běžné pojetí:
  - Máme bezdrátové sítě
  - Můžeme se pohybovat
  - a přitom být stále *on-line*
- Rozšířené
  - Chceme se pohybovat
  - Chceme pracovat s „počítači“
  - Nemusíme být trvale on-line
  - ale nechceme to poznat

Další klasifikace

- Mobilita zařízení
  - Předávání
  - Autentizace
- Mobilita osob
  - Různá zařízení, stejná osoba (identita!)
- Mobilita služeb
  - Registrace
  - Autentizace

Příbuzné pojmy

- Ubiquitous computing
- Pervasive computing
- Wearable computers

Možná použití

- Záchranné a krizové týmy
- Zábava (hry)
- Dopravní prostředky (lokalizace, optimalizace)
- Schůzky (virtuální i materiály fyzických)
- Stavební práce
- Armáda a bezpečnost
- Inteligentní dům (?)
- Počítače „na tělo“ (wearable computers)

Otevřené problémy

- (Bezdrátová) komunikace
- Přenos prostředí
  - Fyzický (vlastní zařízení – a co se ztrátou/krádeží?)
  - Virtuální (vyžaduje alespoň základní infrastrukturu – zakončení virtuálního prostředí)
- Omezený výkon
  - Procesor
  - Napájení
  - Komunikační kapacita
  - Chybovost

Historie – počátky

1. Fáze bez mobilních telefonů

   - Světelná signalizace (kouřové signály, vatry, vlajky, . . .)
   - 1895 – bezdrátový přenos (Marconi)
   - 1901 – přenos přes Atlantik
   - 1906 – radiové vysílání
   - 1911 – mobilní vysílač (na Zeppelinu)
   - 1915 – přenos hlasu (New York–San Francisco)
   - 1926 – telefon ve vlaku (Hamburk–Berlín)
   - 1926 – radio v autě
   - 1928 – TV

Historie ne tak vzdálená

- Mobilní telefony
  - 1975 – 450 MHz NMT Severský telefonní systém
  - 1982 – zahájena GSM specifikace (digitální telefony)
  - 1986 – 900 MHz NMT
  - 1991 – DECT standard (pro bezšňůrové telefony)
  - 1992/1993 – 900 MHz GSM (Německo)
  - 1994/1995 – 1 800 MHz GSM (vícepásmové telefony)
  - 1998 – Iridium (satelitní telefony)

Historie – směrem k přenosu dat

- Bezdrátové sítě
  - 1996 – HiperLAN
  - 1997 – Wireless LAN (IEEE 802.11, WiFi, 2,5 a 5 GHz))
  - 1998 – GPRS
  - 2000 – UMTS
- Budoucnost?

Vývoj technologie

- Sdílení kanálů
  - Původní systémy: pevné mapování uživatel – kanál
  - Současné povolují automatické využití volných kanálů
  - Vzrůst efektivity z max 5 uživatelů/kanál na více jak 20/kanál
- „Buněčná“ organizace
  - Hlavní cíl: zvýšení kapacity
  - Řada dříve neexistujících problémů

Problémy s buněčnou organizací

- Technologické
  - Předávání komunikace mezi buňkami (viz též rozdělování buněk)
  - Pokrytí
  - Bezpečnost
  - Šířka spektra
- Obchodní
  - Vysoké počáteční náklady
  - Vztah cena a kvalita poskytované služby
  - Licencování pásem

Organizace buněčného systému

- Bázové stanice a vlastní přepínací (switching) systém
  - GMSC (Gateway Mobile Switching Center): rozhraní
  - HLR (Home Location Register): databáze
  - VLR (Visitor Location Register): databáze
- Mobilní jednotky
- Dohlížecí a informační systémy (včetně účtování)

Sledování uživatelů

- Dva základní přístupy
  - Síť se periodicky vyptává, kdo je vidět
  - Mobil periodicky oznamuje, kde je

  Obé nevhodné
- Realizace
  - Organizace do shluků buněk (oblasti)
  - Zasílají se změny
    - ∗ Periodický broadcast sítě
    - ∗ Mobil se „ozve“ jen pokud změnil oblast (nebo se vypne)
    - ∗ Síť „zavolá“ přes všechny buňky v oblasti

Předáváni (handoff) a roaming

- Předávání
  - Rozhoduje síla signálu ke stanici
  - Hard a soft handoff
  - V GSM sílu oznamuje mobil, rozhoduje stanice
  - Problémy s TCP (viz dále)
- Roaming
  - Iniciován mobilem
  - Konzultace s domácí sítí
  - Úspěšné přihlášení zaznamenáno do HLR

Autentizace

- Identifikační modul s tajným identifikátorem **s**
- Handshake protokol
  - Mobil pošle *transmit request*
  - Síť pošle náhodné **x**
  - Mobil spočítá **f(x,s)**
  - Síť akceptuje
- Šifrování
  - Sdílená tajná funkce **g**
  - XORuje se maskou **g(s,x)**

Bezdrátová síť

- Infrastruktura
  - Stanice a brána
  - Většinou komunikace s ěxterním světem
- Ad hoc sítě
  - Přímé propojení
  - Relativně malý rozsah
  - Service discovery

Ad hoc sítě

- Primární problém: směrování
  - Uzly se musí „poznat“
  - Uzly se pohybují
  - Uzly se mohou dostat mimo dosah
  - Triviální strategie: *záplava* (flooding)
  - Zlepšení: poloměr záplavy

Mobile IP

- Většina problémů probrána v rámci diskuse IPv6
- Přibývá specifický problém handoff/handover
  - Nová stanice oznamuje *předem*, že přebírá mobilní zařízení
  - Dočasné přesměrování paketů z jedné stanice na druhou
- TCP
  - Výpadek chápan jako oznámení *přetížení* sítě (nemusí být pravda v bezdrátových sítích)
  - Řešení pomocí „proxy“: I-TCP (indirect)
    - ∗ Základní stanice obsluhující klienta
    - ∗ Falešné potvrzení o doručení
    - ∗ Bezpečnost (end to end)
    - ∗ Umí migrovat spojení

Další varianty TCP

- TCP s nasloucháním (snooping TCP)
  - Varianta předchozího (transparentní proxy)
  - Stanice musí analyzovat veškerá data a rozeznávat ACK
- Mobilní TCP
  - Analogická proxy jako u I-TCP
  - Optimalizované TCP pro bezdrátový přenos
  - Reaguje na ztrátu spojení (okno délky nula)
  - Žádné retransmise (ani ukládání)
    * udržuje end to end sémantiku

Bluetooth

- Malé ad hoc sítě se schopností rekonfigurace
- Cíle
  - Nízká cena
  - Malá spotřeba
- Pico sítě
  - Až 8 aktivních prvků (master+7)
  - Všechna komunikace přes hlavní uzel
  - Zvládá synchronní i asynchronní přenosy
    - ∗ 721 kb/s nebo
    - ∗ až 3 synchronní současně

Propojování pico sítí

- Scatternet – dvě a více pico sítí
  - Bridge: Slave–Slave nebo Master–Slave
- Žádoucí vlastnosti
  - Kondenzované (malý poloměr, malý počet pico sítí, . . .)
- Koexistence pico sítí
  - Využívají CSMA/CA (data) a CDMA/TDMA (hlas)
  - Různé sekvence střídání kanálů (hoping sequences)
  - Výběr příštího vysílajícího určuje polling

Vyhledávání

- Inquiry:
  - Detekce nového zařízení
    - ∗ Nový posílá *Inquiry* paket
    - ∗ Existující musí odpovědět paketem FHS (Frequency Hop Synchronization)
- Paging:
  - Navázání spojení

Paging proces

- Jednotka na počátku ve STANDBY modu
  - Každých 1,28 s (nebo 2,56 s) se „probudí“ a na jednom kanálu zkusí naslouchat
- Paging iniciován vždy master uzlem
  - Pošle 16 identických sekvencí na různých 16 kanálech
    - ∗ Odhad dělá na základě vnitřních hodin a znalosti zařízení (-8+7)
  - Opakuje 128 nebo 256 krát
  - V případě neúspěchu opakuje na zbývajících 16 kanálech
  - Nejpozději za 2,56 (5,12 s) se spojí
- Inquiry analogické (může potřebovat tři průchody)

Sítě sensorů

- Síť sensorů
  - Tisíce jednotek současně pracujících
  - Automatický sběr a analýza dat mezi sensory
  -
  - Vysílání zpracovaných dat na větší vzdálenosti (příapdně non-real time sběr uložených dat)
- Vlastnosti
  - Vysoký počet uzlů
  - Výpadky časté (nemožnost opravy)
  - Omezená kapacita (napájení, datová, výpočetní, komunikační, . . .)