

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, vetry, 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

- Bezdrtové sítě
 - 1996 – HiperLAN
 - 1997 – Wireless LAN (IEEE 802.11, WiFi, 2,5 a 5 GHz)
 - 1998 – GPRS
 - 2000 – UMTS
 - 2003 – WiMax (802.16)
- 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

Předávání (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 externím 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 (hopping 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

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