

Комуникации в автономните системи

Васил Георгиев, ФМИ 110

v.georgiev@fmi.uni-sofia.bg
is.fmi.uni-sofia.bg

Съдържание

1. РВ и квази-РВ комуникационни протоколи за ВАС
2. WiFi, Bluetooth, IrDA
3. Клетъчни телефони и смартфони – технологии и системи

ВАС 9. Комуникации в автономните системи

2

Системни комуникационни функции (фиг. 9.3)

- Приложен слой: стандартни контекстно-ориентирани интерфейси – напр. файлов трансфер, поточни данни, обмен на мейлове
- Представителен слой: преформатиране на данните (напр. кодови таблици)
- Сесиен слой: поддържа сесиен диалог между отдалечени приложения
- Транспортен слой: поддържа подредена последователност от съобщения от край до край (при необходимост преподрежда или изисква препредаване на съобщения)
- Мрежов слой: поддържа обмен на съобщения (последователност от кадри) от край до край с необходимата маршрутизация (за с-мите с обмен на съобщения) или комутация на канал
- Канален слой: поддържа обмен на кадри от точка до точка
 - ◆ Логически канал: установява и закрива логически канал между два пряко свързани възела
 - ◆ Подслой за достъп: арбитража достъпа до съобщителната среда в системите с множествен достъп
- Физически слой: физическа характеристика на предаването и кодирането на данните и на откриването и закриването на съобщителен канал

ВАС 9. Комуникации в автономните системи

3

Комуникационни системи при ВАС

- поддържат предимно физическия и каналния слой
 - ◆ поради функционална ограниченост на услугите на ВАС
 - ◆ поради ресурсна ограниченост и неприемлив системен свръхтовар
- протоколи за достъп до средата:
 - ◆ CSMA/CD (Carrier sense multiple access with collision detection, IEEE 802.3) – Ethernet за фиксирани комуникации, базира се на произволен интервал на неактивност след колизия
 - ◆ CSMA/CA (... with collision avoidance) – базира се на циклични приоритети на изчакване след колизия (РВ черта)
 - ◆ сканиране (polling) – администриращ възел предоставя достъпа като сканира последователно възлите в мрежата, Intel Bitbus и други мрежи за автоматизиране на складове, наблюдение на параметри, транспортни роботи, управляеми сервоусилватели в транспортни средства
 - ◆ побитово доминироване (bit dominance) – фазата на арбитражирането е синхронно предаване на локално ID от възлите, при което печели възела с повече "0" (тъй като сравнението е AND). Controller Area Network (CAN) и други системи за автоматизация в транспортните средства и промишлеността, където има приоритетна йерархия на контролерите
 - ◆ ...

ВАС 9. Комуникации в автономните системи

4

Комуникационни системи при ВАС

- ...протоколи за достъп до средата:
 - ◆ Token Passing – достъпът до средата се дава със служебно съобщение "купон", което се получава циклично от възлите и може да бъде задържано ограничен брой предавания или период
 - подходящ за РВ-обмен
 - протоколи с гарантиран достъп
 - Token Ring, Token Bus, FDDI (fiber distributed data interface)
 - ◆ TDMA (Time division multiple access – фиг. 9.5)/FDMA (Frequency division multiple access) – достъпът до средата (обикновено радиочестоти) се базира на разделяне на времето за обмен времеви слотовеи съответно на честотния спектър на честотни слотове
 - при GSM системите се прилага едновременно и двата метода за разпределен достъп
 - слотовете се разделят от защитни интервали
 - модификации на такива протоколи се прилагат в авиационните системи (интерференция с личните GSMи) и за РВ-обмен
 - ◆ CDMA (Code division multiple access) – мултиплексването се извършва не по време или носеща честота, а чрез специално кодиране на данните, принадлежащи към различни логически канали, което позволява конструктивното им интерференция и разделяне в двете точки на предаването (http://en.wikipedia.org/wiki/CDMA#Technical_details) – използва се при някои стандарти клетъчни телефони

Безжични комуникации 802.11(WiFi)

- стандарт за безжични LAN, прилаган широко в потребителската и промишлената електроника и интелигентните транспортни системи
- модели на свързване (фиг. 9.6)
 - ◆ със станция за достъп (access point)
 - станциите излъчват идентификатор на интранета на 100 mS, а възлите се регистрират изборно
 - възможно е припокриване на обхвата на станциите от един интранет, като избора за регистриране се базира на силата на сигнала
 - ◆ независимо (p2p, wireless ad hoc network)
 - всеки възел може да излъчва пакети, които се възприемат от останалите възли, но се интерпретират според приложението

Параметри на 802.11

- защита на информацията
 - ◆ подтискане на общодостъпното предене на идентификатора на мрежата (слаба защита тъй като достъпа е отворен, а и съществуват протоколи за откриване на мрежа)
 - ◆ мрежово кодиране и авторизация
 - ◆ създаване на подмрежи от дадена станция с различни ID и с различни защитни параметри
- съществуват версиите *a*, *b*, *g* и *n* по носещата честота, обхвата и темпа на предаване, но базовите характеристики за WiFi са
 - ◆ честота на носещата стандартизирана ок. 2.5 ГХц и 5 ГХц
 - високата честота увеличава скоростта и широчината на лентата (отпада интерференцията), но скъсява обхвата
 - ◆ темп на предаване ср. 25 Мб/С и макс. 50 Мб/С
 - ◆ обхват 30 – 50 м

Bluetooth

- стандарт за нискоенергийни радио комуникации за изграждане на ad-hoc персонални мрежи с малък обхват
- базира се на ВС с нисък клас евтини приемо-предаватели – до 10 м и до 100 м
- класове Bluetooth
 - ◆ до 100 mW енергийна консумация и до 100 m обхват
 - ◆ 2,5 mW / 10 m
 - ◆ 1 mW / 1 m
- базира се на piconet – група от до 8 устройства, от които едно е Master и до 7 активни Slaves от общо до 255 Slaves
- ролята на главното устройство е да инициира обмена с останалите в режим на обхождане
- всяко устройство може да е Master или Slave

Piconet u scatternet в Bluetooth

- piconet (фиг. 9.9) – базова адхок TDMA микромрежа – само едно устройство предава в даден момент
 - ♦ допълнително деление на носещата честота на 79 канала с честота на смяна 1600 C^{-1} за избягване на интерференция със съседни пикомрежи → времеви слот е 0.625 ms
 - ♦ master устройството предава към slave в един слот, а приема от него в следващ
 - ♦ master устройството определя кой slave ще заеме даден слот
 - ♦ master устройството определя кой slave минава в неактивен режим когато не предстои предаване към него
- scatternet – дадено устройство е slave в един piconet и master в друг
 - ♦ разширява обхвата на базовите мрежи
 - ♦ поддържа маршрутизация на съобщения

Режими на обмен в Bluetooth

- Bluetooth е настройваем протокол от високо ниво с различни режими за поточните данни
 - ♦ безжично предаване на звук
 - гарантирана ширина на честотната лента (т.е. скорост на обмен)
 - без пре-предаване на загубени или грешни пакети
 - ♦ премахване на кабелни връзки за сериен обмен
 - поддържа контролните последователности на RS232
 - ♦ порт към локална мрежа
 - поддържа необходимите протоколи от високо ниво – напр. PPP (point-to-point protocol) за директна връзка на master към устройство в ЛМ
 - ♦ файлов обмен (напр. между преносим компютър и фотокамера)
 - поддържа системните имена и разширения на файловете

IrDA

- IrDA (Infrared Data Association) поддържа директен безжичен сериен канал с малък обхват между две устройства на базата на излъчване/възприемане на електромагнитни вълни с инфрачервена честота
- стандартизирани ниски мощности на излъчване
- без [защита от] интерференция поради изискванията за оптична връзка и насоченост на уредите (фиг. 9.11)
- евтини и миниатюрни трансивери
- режими на обмен
 - ♦ 9600 bps / 115.2 kbps / 1.152 mbps / 4 mbps / 16 mbps (кратни на най-ниската серийна скорост 9600 bps ; Serial IR, Medium IR Fast IR, Very Fast IR респективно)

Протоколен стек на IrDA

- фиг. 9.12
- IrPHY (IR Physical layer) – физическия слой, специфицира кодирането на битовите и модулацията (честотна, теснолентова), винаги в полу-дуплексен режим
- IrLAP (Infrared Link Access Protocol) – каналния слой
 - ♦ задава достъпа до носещата
 - ♦ откриване на насрещен уред
 - ♦ установяване на надежден режим на предаване
 - ♦ определяне на първично и вторични (едно или повече) устройства
 - ♦ първичното устройство предава и определя кое от вторичните устройства може да предава към него

Протоколен стек на IrDA

- IrLMP (Infrared Link Management Protocol)–
 - ◆ мултиплексира интерфейса към канала
 - поддържа няколко логически санала в зависимост от броя вторични устройства (при първично устройство)
 - определя (съвместно с останалите устройства) локалния режим, възможна е смяна от първичен към вторичен и обратно
 - ◆ мултиплексиране към приложенията – LM-IAS (Link Management Information Access Service)
 - поддържа списък на процесите, които комуникират чрез канала

Протоколен стек на IrDA

- опции
 - ◆ Tiny TP (Tiny Transport Protocol) – сегментиране и реасемблиране на големи съобщения
 - ◆ IrCOMM (Infrared Communications Protocol) – поддържа режим на стандартен сериен или паралелен порт
 - ◆ IrOBEX (Infrared Object Exchange) – на базата на Tiny TP поддържа обмен на структурирани данни – напр. календарен запис, телефонен указател, приложение
 - ◆ IrLAN (Infrared Local Area Network) – на базата на Tiny TP поддържа канал в ЛМ в три режима
 - безжичен Access Point
 - Peer-to-Peer
 - хост

Клетъчни телефони

- клетъчните телефони (mobile station) са автономен мобилен модул за достъп със специализиран интерфейс и сърверно обслужване (фиг. 9.15)
 - ◆ фиксирана сърверна инфраструктура
 - ◆ клетъчна антена за множествен обмен с мобилни станции в лентите 900 и 1800 MHz
 - ◆ BSC (Base Station Controller) – обикновено един за няколко антени
 - ◆ MSC/MTSO (Mobile Switching Center / Mobile Telecommunications Switching Office) – поддържа десетки BSC като осъществява заявените канали и прави необходимите справки в няколко системни БД
 - HLR - Home Location Register
 - VLR - Visited Location Register
 - AC - Authentication Center
 - EIR - Equipment Identity Register
 - ...
- съпоставка на платформите за мобилни телефони – вж.

Клетъчна телефонна мрежа

- Разпределена информационно-комуникационна система за мобилни услуги, съставена от (9.16):
 - ◆ Подсистема на базовата станция – поддържа интерфейса с мобилните станции – вкл. идентификация, преход между станциите (handover), сила на сигнала към базовата станция и др.
 - ◆ Комутаторна мрежа (Network Switching Subsystem) – изгражда се и се поддържа от мобилните оператори и поддържа интерфейса между базовите станции и PSTN
 - работи с комутация на канали и поддържа услугите звуков обмен, кратки текстови съобщения и CSD (обмен на данни само в клетъчната мрежа)
 - ◆ GPRS (Generic Packet Radio Services) мрежа
 - поддържа обмен на IP-пакети (т.е. с комутация на пакети) в GSM мрежа
 - обслужва мобилни възли (чрез GPRS Tunneling Protocol за пренос на IP пакети в мобилна мрежа)
 - управлява сесиите и калкулацията на услугите

Безжични комуникации при мобилните телефони

- безжичната комуникация се разпределя в зони на покритие на антените – клетки – с припокриващи се граници
- клетките са разделени на 3 сектора като всяка клетка се обслужва от три съседни насочени антени (фиг. 9.17)
- клетките се характеризират с определен брой паралелни дуплексни радиоканали и стандартен тип кодиране
- при включване подвижният телефон открива една или повече активни клетки като се включва към клетката с най-силен сигнал
- чрез сканиране силата на сигнала подвижната станция извършва превключване от клетка в клетка (hand-off – hand over)

Мултиантени

- антени с множествени приемници и предаватели (SISO, SIMO, MISO и MIMO – 9.18)
- в GSM мрежите поддържат функциите
 - ◆ прекодиране (precoding) – формиране на сигнала – използва фазова модулация
 - ◆ мултиплексиране (spatial multiplexing) – разпределяне на един сигнал на няколко предавателни антени в една честотна лента
 - ◆ разделно кодиране (diversity coding)
- в 4G многопотребителски мултиантени MU-MIMO

GPRS и WAP

- поддържа услуги като WAP-достъп, SMS, MMS и Internet-базирани услуги (email, WWW и др.)
- 2G + GPRS = "2.5G"
- TDMA + FDD (frequency division duplex) кодиране
- WAP предоставя шлюз към Интернет-съдържание
- в GPRS цената на обмена на обем информация, а в мрежите с комутация на канали е по време (неефективно, тъй като се заема канал и без обмен)

UMTS

- UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) е компонент на 3/4G клетъчната телефонна мрежа
- W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) за високоскоростен обмен на данни – вкл. мултимедийни потоци
- текущи стандартни скорости между 0.3 и 3.6 Mbps

3|4 G

- 3G: разширено предлагане на услуги в мобилните телефонни станции вкл. обмен на данни при скорости от няколко Mbps
 - ◆ видеотелефония и телеконференции
 - ◆ мултимедиен достъп (с управление на сървера)
 - ◆ TV канали
- 4G:
 - ◆ пребазиране на обмена към IP
 - ◆ 100 – 1000 Mbps
 - ◆ защитен обмен
 - ◆ QoS

Смартфони

- развитие на мобилните телефони с разширени функции и ресурси
 - ◆ процесорна система и ОС
 - ◆ безжични серийни интерфейси с малък обхват (Bluetooth)
 - ◆ Интернет канал (GPRS - General Packet Radio Service, споделяне на честоти с GSM канала за обмен на данни по модела с комутация на пакети; минимално поддържа IP, PPP, X25)
 - ◆ В/И интерфейси – клавиатура, touchscreen, AV тракт
- обобщена софтуерна архитектура на смартфоните (фиг. 9.22)
 - ◆ Bluetooth платформа – за организиране на piconet от ВАС – обикновено Java API за потребителски ориентиран достъп до стека на Bluetooth
 - ◆ Интернет модул – API за HTTP достъп върху GPRS, поддържа например зареждане и стартиране на интерфейси за piconet
 - ◆ платформа на обкръжението – открива ВАС в обхвата на piconet и представя интерфейсите към съответните устройства като ги зарежда от тях или от Интернет – в cache за интерфейси
 - ◆ изпълнителна платформа – напр. JVM – изпълнява интерфейсите на различните устройства като кешира данните в PDS

Вградени микромрежи със смартфони

- Смартфоните се ползват в четири режима на микромрежи – фиг. 9.23
 - ◆ универсален контролер в микромрежа от устройства, изпълнява discovery протокол за откриване на идентичността, описанието и евентуално интерфейсите на устройствата микромрежата
 - ◆ двойна свързаност (микромрежа и Интернет) – възможност за зареждане на интерфейси от Интернет – напр. в системи за електронно плащане и електронно банкиране в офис-среда
 - ◆ мета-шлюз – нискоенергийно (за разлика от 802.11) свързване към ад-хок безжични мрежи – напр. управление на промишлени работи или на трафик и транспортни средства
 - ◆ P2P – ад-хок микромрежи, напр. конферентни системи, офис-приложения