

Разпределени вградени системи

Васил Георгиев, ФМИ 110

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

Съдържание

1. РВАС – същност и приложение
2. Архитектура на РВ приложения
3. Интелигентни сензори и мрежи
4. Системи и MW за сензорни мрежи
5. Леки гридове, услуги от високо ниво

ВАС 7. Разпределени вградени системи

2

Разпределени ВАС

- РВАС се ползват когато управлението процес или обект изисква множество от сензори и/или контролери
- компютърна мрежа от сензори
- безжични комуникации, Интернет
- висока скалируемост
- продължителен живот – необходимост от надграждане

ВАС 7. Разпределени вградени системи

3

Приложение на РВАС

- системи за защита (наблюдение, пропускателна система)
- сканиране на природната среда (сизмичност, вулкани, замърсяване, горски фонд, водни басейни и труднодостъпни зони)
- медицина
- автоматизация на производство, складове, химически инсталации
- транспортен мониторинг
 - ◆ транспортни средства
 - ◆ трафик

ВАС 7. Разпределени вградени системи

4

Архитектура на РВАС

- висока специализация – по принцип мрежа от интелигентни сензори (фиг. 7.5)
- ИС се състоят от
 - ◆ специализирани сензори и евентуално контролери
 - ◆ евентуално позициониращ модул
 - глобален – GPS
 - локален – напр. с триъгълна операция спрямо 2 съседни базови станции
 - ◆ процесор за ЦОС (евентуално специализиран) с памет
 - ◆ комуникационен модул – обикновено радио- или Ethernet-канал – приемопредавател (transceiver, mote) в полудуплексен режим
 - ◆ захранване и обвивка

ВАС 7. Разпределени вградени системи

5

Особености на ИС

- могат да се инсталират и взаимодействат в/с агресивна среда
- системните им ресурси и надеждност са значително по-ограничени от обичайните маршрутизатори на съобщения
- генерират и съхраняват локални данни (за разлика от обичайните маршрутизатори)
- в повечето случаи са мобилни и автономни

ВАС 7. Разпределени вградени системи

6

Видове сензори

- пасивни – сеизмичност, акустика, инфрачервено (топлинно) излъчване, рН, влажност, температура
- пасивни групови (сензорни масиви) – видеосензори, движение
- активни – радары, сонари – висока консумация на енергия
- технологично – развитие на интегрални модули (“чипове”, COTS)

ВАС 7. Разпределени вградени системи

7

Мрежи от ИС

- локална мрежа евентуално с включване в Интернет – фиг. 7.8
- централизиран мрежи
 - ◆ опростени функции на ИС (по-висока надеждност)
 - ◆ ЦОС се извършва отдалечено – към контролерите се предават управляващи сигнали
 - ◆ ограничена скалируемост
 - ◆ потребителят получава редактирана справка-извадка за състоянието на контролирания обект
- разпределени и клъстерни схеми

ВАС 7. Разпределени вградени системи

8

Фактори при проектирането на РВАС

- променлива плътност на сензорите (напр. камери за наблюдение от различни ъгли)
 - ◆ проблем с противоречивите данни
- модулите за захранване поддържат висока цена на ИС
- трансфера на данни има по-висока стойност като захранване – в сравнение с локалната обработка
- ескалирането на мрежата не трябва да се отразява на времето за управление от оператор

ВАС 7. Разпределени вградени системи

9

Проблем с противоречивите данни

- противоречиви данни се появяват при
 - ◆ грешки по премълчаване – напр. от неработещ сензор
 - ◆ умишлено предизвикани грешки в данните (данните на даден възел противоречат на останалите)
- преодоляват се чрез репликиране на ИС и алгоритъм за гласуване (византийско гласуване)
- по-сигурно се отстраняват грешки с двоична логика
 - ◆ в случаите с грешни числови стойности е възможно грешката да бъде усреднена

ВАС 7. Разпределени вградени системи

10

Синхронизация

- при необходимост от подреждане на съобщенията
- използват се съобщения с времеви марки (приемат се само съобщения с по-ранна марка от локалното време)
- същевременно се коригират локалните часовници – съгл. алгоритъма Лампорт (ЛРС8)
- някои РВАС изискват тотално или каузално подреждане на съобщенията – ЛРС8

ВАС 7. Разпределени вградени системи

11

Координация

- поддържане на консистентни данни чрез протоколи за достъп до критични области
- при централизираните модели достъпът се контролира от сърверните възли
- при децентрализираните схеми се използват ключалки от тип семафор или дву-три-фазно заключване (ЛРС9)
- арбитражите алгоритми трябва да се съобразят с времеви изисквания на приложението и с възможностите за обработка в ИС
 - ◆ йерархично кеширане на данни
 - ◆ протоколи за неустойчиви безжични канали

ВАС 7. Разпределени вградени системи

12

Системни комуникации в РВАС

- Ethernet мрежите не са подходящи за поддържане на РТ-комуникации – в този случай за предпочитане са протоколи с резервация – TR/TB
- портативни системи за безжична комуникация – фиг. 7.13 – сериализатор-кодек-модем
- приемо-**предавателните** функции обикновено са главния консуматор на енергия
 - ♦ някои маршрутизиращи протоколи отчитат енергийното състояние на отделните възли при определяне на маршрута на съобщенията между ИС
- прилагат се специализирани методи за кодиране и за модуляция:
 - ♦ оптимизирани по средна консумация на съобщение или по изчистване на грешка при високо ниво на шума
 - ♦ ориентирани към определен тип данни

ВАС 7. Разпределени вградени системи

13

Управление на консумацията в ИС

- режими на консумация (фиг. 7.14)
 - ♦ приемане,
 - ♦ предаване,
 - ♦ ниска консумация-без обмен,
 - ♦ ниска консумация с изкл. приемо-предавател
 - ♦ допълнителни нива според режима на сензора (от който зависи покриваната област и точността на данните)
 - ♦ допълнителни нива според режима на процесора
- алгоритмите за управление на консумацията се базират на
 - ♦ информация за маршрутизирането (алгоритми от типа на най-къс път в дърво, като дистанцията се оценява и енергийно)
 - ♦ предаването на локални съобщения
 - ♦ вероятността за грешен обмен (и повторяне на операцията)
 - ♦ честотата и силата на включване на сензора
- при разпределените топологии се оформят комуникационни опорни мрежи (traffic backbones) – от ИС с по-добро захранване

ВАС 7. Разпределени вградени системи

14

ОС за ИС и сензорни мрежи

- ползват се ОС за ВАС и РТОС (ограничено)
- специализираните ОС за ИС не поддържат РТ (темпоралните характеристики се изследват при проектирането и с еталонни приложения)
- пример: TinyOS (<http://www.tinyos.net/>)
 - ♦ програмирана на nesC (<http://nesc.sourceforge.net>) – C с оптимизации по памет – и за приложенията
 - ♦ реакция на събития (подобно на системата за прекъсване в общите ОС – вместо многозадачно планиране)
 - ♦ събития са пристигащ пакет, таймер (примерно за четене от сензора)
 - ♦ реакцията е стартиране на процедура event_handler, които могат да активират и приложно задание
- други специализирани ОС: Contiki (<http://www.sics.se/contiki/>), MANTIS (<http://mantis.cs.colorado.edu/tikiwiki/tiki-index.php>), SOS (<http://nesl.ee.ucla.edu/projects/sos-1.x/>).

ВАС 7. Разпределени вградени системи

15

MW4SN

- мидълуера е приложно-ориентиран слой между ОС и приложенията
- специализирания MW съответства на функционалните изисквания на приложенията за сензорни мрежи и има съответстващи нефункционални характеристики (производителност)
- предоставя следните абстракции от високо ниво
 - ♦ виртуална машина
 - напр. Mate – nesC интерпретатор за TinyOS на байтов код от 24B капсули – възможност за разделяне, зареждане и изпълнение на приложение по части
 - ♦ агентна платформа (мобилен агент – PRC7) – разделяне, зареждане и изпълнение на информационно приложение по части
 - ♦ БД-интерфейс
 - представя SN като разпределена база данни, върху която потребителя дефинира справки
 - ♦ MOM (PFC5) – използва publish-subscribe механизъм

ВАС 7. Разпределени вградени системи

16

TinyDB

- изпълнява "SQL" справки върху SN с TinyOS
- SN е виртуална БД-таблица **sensors**
- колоните съдържат индекси за тип, ID, TTL и т.н. атрибути на сензорите
- справката е добавяне на ред във виртуалната таблица
- пример – стаите на 3ти етаж с по-висока температура (справката е обхождане с търсене в покриващо дърво – PPO5; извън периода възлите се държат в нисък режим)

```
SELECT AVG (temp)
FROM sensors
WHERE floor = 3
GROUP BY room
AVG (temp) > 80F
SAMPLE PERIOD 20 seconds
```

(select rows from Sensors)
(at the 3rd floor)
(rows are grouped by room number)
(only groups with average temperature > 80F)
(perform every 20 seconds-rate of collection)

ВАС 7. Разпределени вградени системи

17

MOM

- поддържа обмена на съобщения в йерархична сензорна мрежа с механизма на публикуване и абониране
- асинхронен обмен между приемащия и предаващия възел (ИС се активират при локално събитие)
- Mires (<http://www.comp.lancs.ac.uk/computing/research/mpg/reflection/papers/mires.pdf>) – фиг. 7.18 – nesC/TinyOS базиран MOM, реализира обмена чрез системна publish/subscribe-услуга на Mires-ядрото и router в ИС
- локалните услуги и приложения изпълняват функции-обръщания към Mires върху дефинирани групови съобщения – topics
- централизиращите възли sinks изпълняват MultiHopRouting

ВАС 7. Разпределени вградени системи

18

Директории на услуги. Jini.

- масови мрежи – pervasive networks / computing, open/lightweight/desktop grids
- Jini – Java-базиран MW за публикуване и достъп до отдалечени услуги – фиг. 7.19 / ГТ10 / [<http://www.sun.com/software/jini/>, <http://java.sun.com/developer/products/jini/>]
- CS-приложения, RMI, leasing механизъм за GC