TinyOs. Simulators. Programming for TinyOS.

Сайт курса:
http://www.sumkino.com/wsn/course

Садков Александр
Аспирант РФ
axel@wl.unn.ru
http://www.wl.unn.ru

План

- TinyOS
- Simulators
  - TOSSIM
  - SNS
  - Avrora
- Programming for TinyOs

TinyOs

Почему нам нужна новая операционная система?

- Традиционные операционные системы:
  - Большие!
  - Многопотоковая архитектура – большие объемы памяти.
  - Пространство ядра системы и пользовательское пространство разделены.
  - Нет энергетических ограничений.
  - Большие вычислительные ресурсы.

TinyOs

Ограничения сенсорных сетей?

- Мощность.
- Ограниченный размер памяти.
- Слабый микропроцессор.
- Небольшие размеры.
- Ограниченный параллелизм.
- Передача информации с помощью маломощных трансиверов:
  - Малая скорость передачи
  - Короткие расстояния

TinyOs

Какая операционная система нам нужна?

- Занимающая небольшой объем памяти.
- Эффективная в плане энергии и вычислений.
- Передача информации должно быть фундаментальным.
- Real-time.
- Достаточно гибкая.

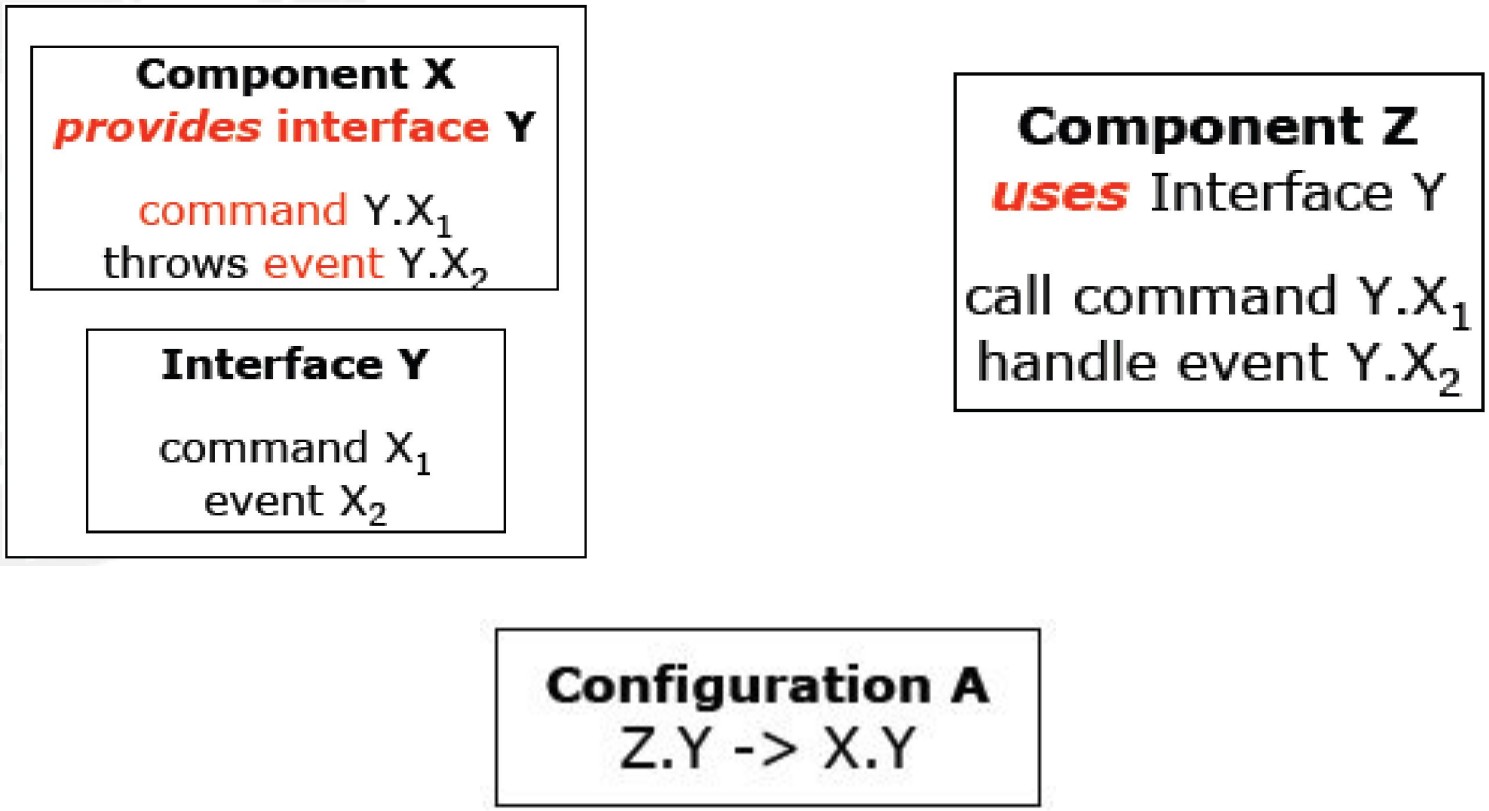
TinyOs

- Конкуренция : Использует event-driven архитектуру.
- Модульность.
  - Приложения составляются из нескольких компонентов.
  - OS + Приложения компилируются в единый исполняемый модуль.
- Использование event/command модели.
- FIFO и системы планирования.
- Нет границы между ядром системы и приложениями.

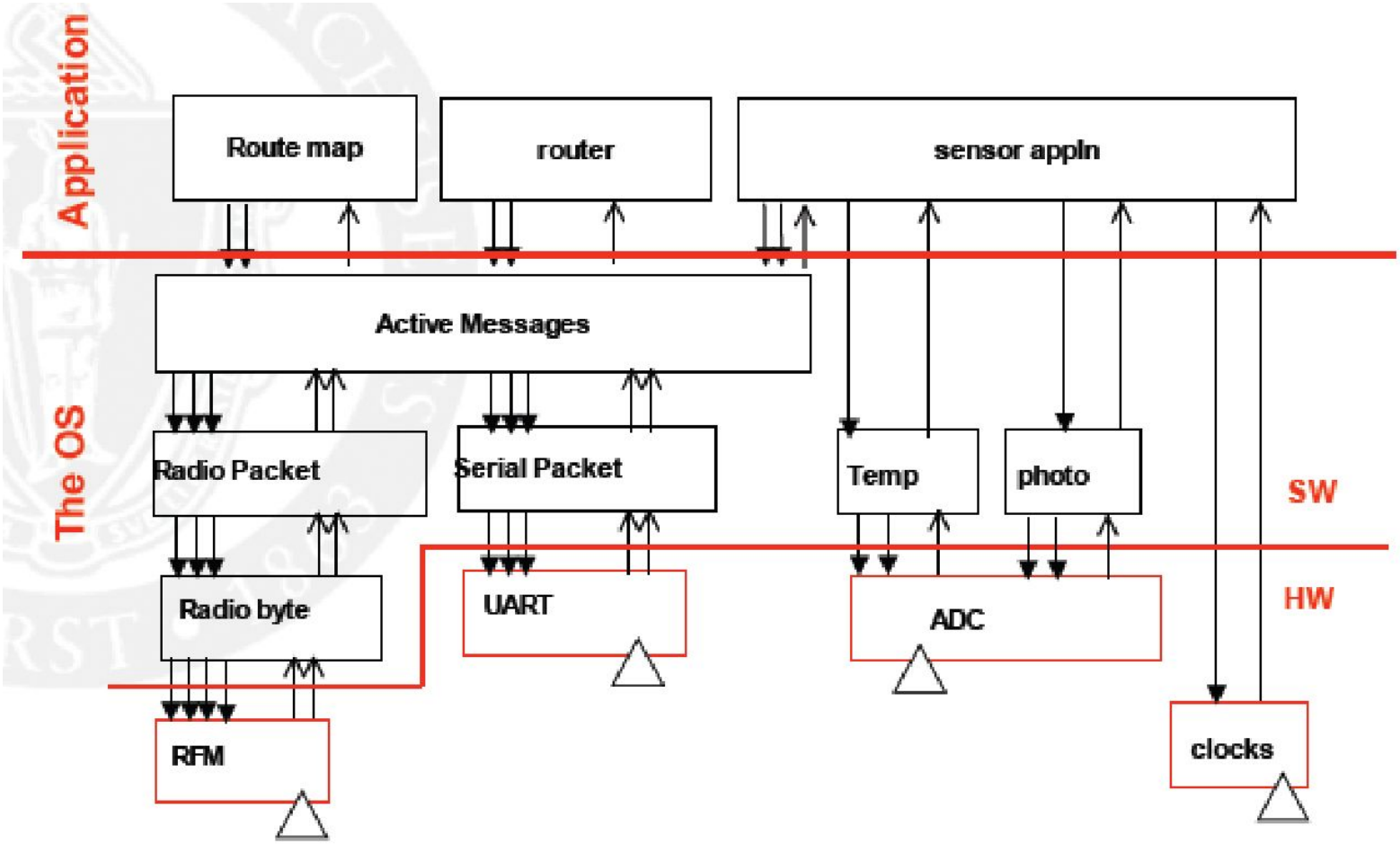
TinyOs and NesC

- Новый язык NesC, основная единица кода – компонент.
- Компонент:
  - Обрабатывает команды (**commands**)
  - Посылает события (**events**)
  - Имеет Frame для хранения локального состояния.
  - Использует задачи (**tasks**) для конкуренции.
- Компонент предоставляет интерфейсы (**interfaces**).
  - Используются другими компонентами для связи.
- Компоненты связываются между собой с помощью конфигуратра (**configuration**).

TinyOs and NesC



Application = Graph of Components



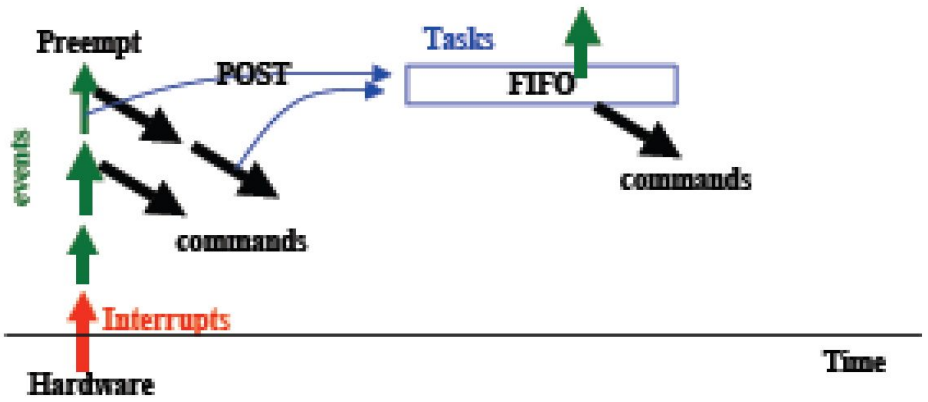
Commands/Events/Tasks

- Команды (**commands**).
  - Должны быть не блокирующие.
  - То есть, берет параметры, начинает обработку и возвращается к приложению; откладывает выполнение трудоемких задач путем объявления задач (**tasks**).
- События (**events**):
  - Могут вызывать команды, сигнализировать другие события, объявлять задачи, но не могут быть вызваны командами.
  - Заменяют задачи, но не наоборот.
- Задачи (**tasks**):
  - Планирование FIFO.
  - Не могут быть заменены другими задачами, но заменяются событиями.
  - Используются для выполнения вычислительно интенсивных задач.
  - Могут быть объявлены командами или событиями.

Scheduler

- В Планировщике два уровня: события (**events**) и задачи (**tasks**).
- Планировщик – простой FIFO
- Задача не может быть заменена другой задачей
- Событие может заменить задачу (имеет больший приоритет)

```
main {
    ...
    while(1) {
        while(more_tasks)
            schedule_task;
        sleep;
    }
}
```



Simulators

Simulators

- TOSSIM
- Avrora
- EmStar
- SNS

TOSSIM

- Использует реалистичные модели канала.
- Высокая повторяемость экспериментов
- Масштабируемость до тысяч узлов.
- Компилирует напрямую TinyOs код.
- Помогает отловить наиболее общие баги.
- Не очень подходит для моделирования «временных» задач.

Philip Levis, Nelson Lee, Matt Welsh, and David Culler TOSSIM: Accurate and Scalable Simulation of Entire TinyOS Applications. In Proceedings of the First ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys 2003).

Avrora

- Для AVR (Atmel) микроконтроллеров (узлы Mica2).
- Тестирование программного кода перед установкой на железо.
- Профилировщик – позволяет лучше понять поведение программы.
- Дебаггер.
- Моделирование энергозатрат.

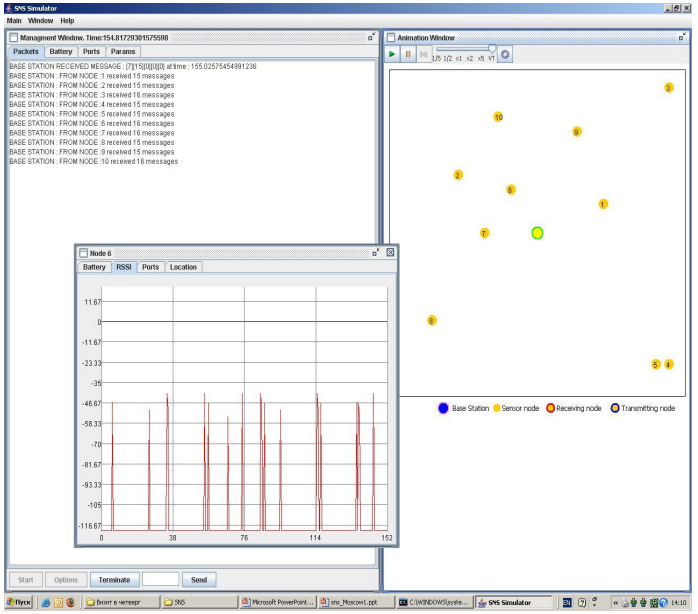
http://compilers.cs.ucla.edu/avrora/simulator.html

EmStar

- Моделирует в коде.
- От моделирования до реального эксперимента.
- Имеет интерфейс для подключения реальных узлов.
- Работает не со всеми узлами.
- Невысокая скорость работы.

SNS

- Детальное моделирование физического уровня.
- Модульность.
- Интуитивно понятный интерфейс.
- Не предназначен для моделирования кода. (не эмулятор)
- Ограниченная масштабируемость.
- Невысокая скорость работы.



Programming for TinyOS

Programming for TinyOS

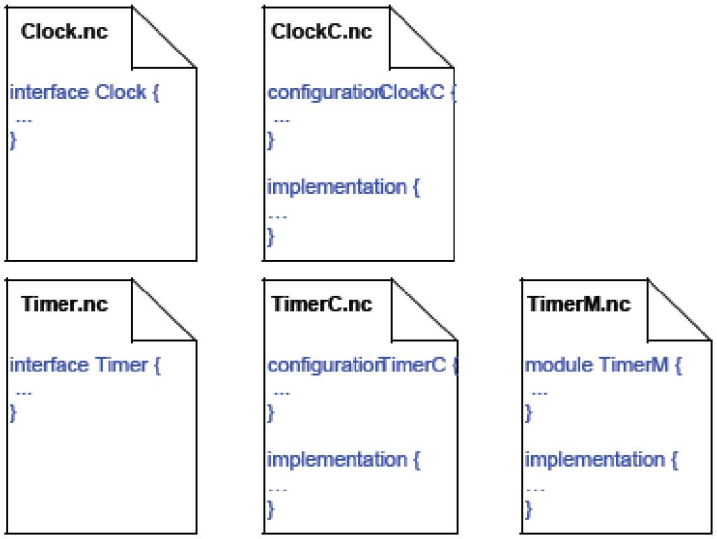
- Нет динамической памяти.
- Однозадачность; event-driven
- Команды (commands) и события (events) должны делать небольшую работу.
- Объявление задач(tasks) для выполнения долгих процессов.
- Программный код должен представлять из себя машину состояний.

Programming for TinyOS

- X вызывает компонент Y для чтения нескольких байт с флеш с помощью команды Y.multiRead().
- Объявляем задачу A чтения первого байта из памяти вызывая Flash.Read()
- Возвращаем статус OK.
- Когда возвращается Flash.ReadDone(), объявляем задачу A для чтения второго байта и т.д.
- Когда все байты считаны, сигнализируем событие (signal event) *Y.multiReadDone()*
- Если произошли какие-то ошибки сигнализируем событие *Y.multiReadDone()* с кодом ошибки.

Programming for TinyOS

- Наименование файлов
  - Расширение nesC файлов: .nc
  - Clock.nc: либо интерфейс, либо конфигуратор
  - ClockC.nc: конфигуратор
  - ClockM.nc: модуль



Programming for TinyOS

- Интерфейсы связывают между собой компоненты

```
interface StdControl
{
    command result_t init();
    command result_t start();
    command result_t stop();
}
```

```
interface X
{
    command result_t doSomething();
    event result_t doSomethingDone();
}
```

Programming for TinyOS

- Модули могут реализовывать один или несколько интерфейсов.
- Модули могут использовать другие интерфейсы.

```
module Provider
{
  provides interface StdControl;
  provides interface X;
  uses interface Z;
}
implementation
{
  // C code
  ....
}
```

MyComp.nc

Programming for TinyOS

- Интерфейсы могут передаваться с параметрами.
- Один и тот же интерфейс может несколько разных «вхождений».

```
module Provider
{ ...
   provides interface X[uint8_t id];
}
implementation {
   uint8_t idd;

   task void signaler()
   {
      signal X.doSomethingDone[idd]();
   }

   command result_t X.doSomething
     [uint8_t id] ()
  {
       idd = id;
       post signaler();
       return SUCCESS;
  }
}
```

Programming for TinyOS

Configuration

- Два компонента связываются(взаимодействуют) между собой с помощью интерфейсов.

- Интерфейсы в *user* компоненте связываются (**wired**) с такими же интерфейсами на *provider* компоненте.

- Три типа связи:

- $endpoint_1$ = $endpoint_2$
- $endpoint_1$ -> $endpoint_2$
- $endpoint_1$ <- $endpoint_2$
  (equivalent: $endpoint_2$ -> $endpoint_1$)

Application.nc

```
configuration Application {
}
implementation {
  components Main, Provider, User, SomeComp;

  Main.StdControl -> Provider.StdControl;
  User.X -> Provider.X;
  Provider.Z -> SomeComp.Z;
}
```

- Компонент, который использует интерфейс должен быть слева, компонент, который предоставляет интерфей справа.

Programming for TinyOS

Литература

- Localization in Sensor Networks A. Savvides, L. Girod, M. Srivastava, and D. Estrin, Book Chapter, Wireless Sensor Networks, Edited by Znati, Radhavendra and Sivalingam.
- Power-Efficient Sensor Placement and Transmission Structure for Data Gathering under Distortion Constraints D. Ganesan, R. Cristescu and B. Berefull-Lozano
- Coverage in wireless ad hoc sensor networks X. Li, P. Wan, and O. Frieder
- Impact of Heterogeneous Deployment on Lifetime Sensing Coverage in Sensor Networks, Jae-Joon Lee, Bhaskar Krishnamachari, C.C. Jay Kuo
- Topology Control for Wireless Sensor Networks J. Pan, Y.T. Hou, L. Cai, Y. Shi, and S.X. Shen

The End