

Sistemas Embarcados: Uma Breve Introdução

- **Motivação**
- **Introdução aos Sistemas Embarcados (SEs)**
 - ⇒ **Conceito: Sistemas Embarcados**
 - ⇒ **Características dos SEs**
 - ⇒ **Exemplos**
 - ⇒ **Projeto de Sistemas Embarcados: Visão Geral**

Motivação

Disciplina USP/ICMC

SCE-703-Projeto e Implementação de Sistemas Embarcados

- Estudo e implementação de **Sistemas Embarcados**
- **CONTEXTO...**
SEER

Motivação

Disciplina USP/ICMC

SCE-703-Projeto e Implementação de Sistemas Embarcados

SEER - Sistemas Embarcados, Evolutivos e Robótica <= Linha de Pesquisa ICMC

- Estudo e implementação de **Sistemas Embarcados**
- Estudo e implementação de **Robôs Móveis**

**A
ROBOT
IN EVERY HOME**
The leader of the PC revolution predicts that the next hot field will be robotics

By Bill Gates

I expect to bring peace to the North of a new industry. It is an exciting time in my world and I expect to see a lot of new products and services that will be developed.

Scientific American
Jan.2007 (USA) - Fev. 2007 (Brasil)

**SCIENTIFIC
AMERICAN**

**DAWN
OF THE
AGE OF
ROBOTS**

Bill Gates writes that every home will soon have smart mobile devices

If This is a **PLANET**, Then Why Isn't Pluto?



Motivação

Disciplina USP/ICMC

SCE-5868-Sistemas Embarcados para Robôs Móveis

- Estudo e implementação de **Sistemas Embarcados**
- Estudo e implementação de **Robôs Móveis**

Sistemas Embarcados e o Mercado:

- Quantos PCs você tem na sua casa?
- Quantos SEs você tem na sua casa?
- PIC MCUs: 6 Bilhões unidades vendidas!
- Mercado de SEs é muito superior ao mercado de PCs!

Robótica na Formação Acadêmica em Computação e Engenharia:

- Desafio - Resolução de Problemas (Hw/Sw)
- Aluno: Aspecto lúdico e palpável
- Aprendizado: Matemática, Lógica, Programação, Simulação, Teste
- Robôs Reais: mundo real x mundo perfeito

Conhecimentos adquiridos:
Necessidade atual do mercado!

*"Embedded systems market:
Estimated at \$45.9 billion in 2004.
Expected it will reach \$88 billion by 2009"
[BCC Research Group]*

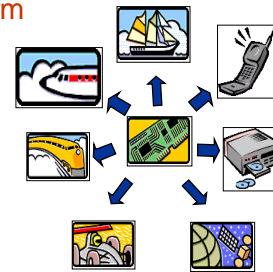
Introdução aos Sistemas Embarcados (SEs)

Conceito: SISTEMA EMBARCADO

"Um sistema embarcado, ou sistema embutido, é um sistema baseado em um dispositivo eletrônico dedicado. Nestes sistemas o **hardware e software** são completamente encapsulados ou dedicados ao **dispositivo ou sistema que ele controla**. Diferente de computadores de propósito geral, como o computador pessoal (PC), um **sistema embarcado realiza um conjunto de tarefas pré-definidas, geralmente com requisitos específicos.**"

- > Dispositivo Eletrônico Dedicado
- > Aplicação Específica

PDA's
 MP3
 GPS
 Celular
 Sist. ABS
 Sist. de Alarme
 DVD Player
 Impressora
 Video Game
 Box Cable-TV
 Micro-Ondas
 Camera Digital
 Monitor Cardíaco
 Audio Mini-System
 ...



Sistemas Embarcados - Características

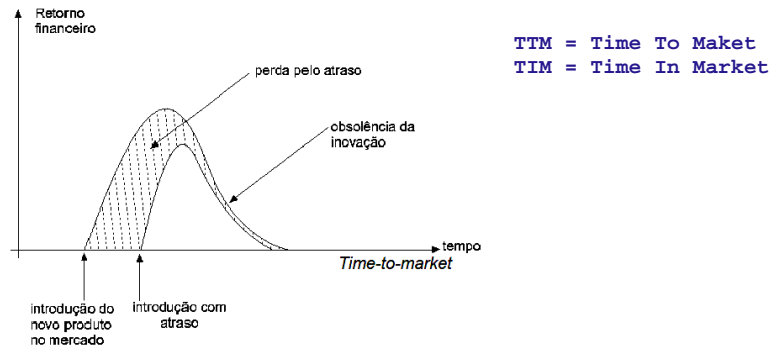
Características de um projeto de um Sistema Embarcado:

- Limitações de **consumo energia, calor dissipado, dimensões, ...**
- Restrições do **custo final** do SE
- Execução em **Tempo-Real** com *deadlines*
 (*time-sensitive constraints, time-critical constraints*)
- **Tarefas específicas**
- **Dispositivos periféricos específicos** suportados
- **Recursos Limitados** (velocidade processador, memória, etc)
- Grande variedade de **plataformas de hardware**
- **Sistema operacional dedicado**
- Maior **confiabilidade** (menor nro. de falhas)
- Implementação e Teste: uso de **ferramentas específicas**

Sistemas Embarcados - Características

Características de um projeto de um Sistema Embarcado:

Retorno financeiro e janelas de tempo



Sistemas Embarcados - Exemplos

Sistemas Embarcados Simples:

- Controle Remoto:

Baixo consumo (sleep mode), Baixo preço, Dimensões reduzidas
Tecla Apertada (evento), Velocidade de resposta e confiabilidade
Geração do código e envio através do Led IR



- Controle de Sinais

Controle conjugado de sinais de um cruzamento
Temporizador, Sequenciamento, Coordenação (e até Programação)



- Despertador

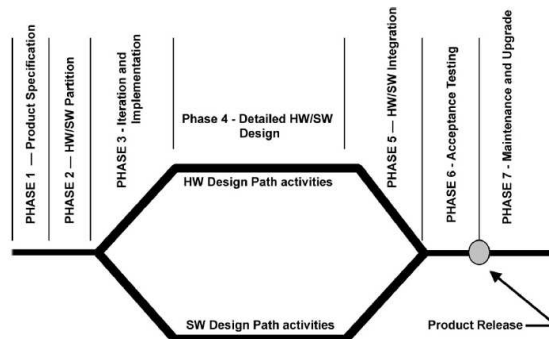
Baixo consumo, baixo preço, confiabilidade
Relógio, Visor, Teclas de programação, Alarme/Música



Sistemas Embarcados - Projeto

Visão Geral sobre o Projeto de SEs:

- Especificação do produto e seus Requisitos
- Especificação e Implementação do Hardware
- Especificação e Implementação do Software



Embedded design life cycle diagram. [Berger 2002]

Sistemas Embarcados - Projeto

Visão Geral sobre o Projeto de SEs:

- Especificação do produto e seus Requisitos
- Especificação e Implementação do Hardware

Exemplos:
 Controle Remoto
 Controle de Sinaleira
 Despertador

Grande variedade de Plataformas de Hardware

- > Microprocessador (CISC, RISC, Multi-Core, SIMD, VLIW)
- > Microcontrolador
- > Processador DSP
- > Dispositivos FPGAs e CLPDs
- > SoC (ASIP)
- > ASIC
- > Circuito dedicado

Questões: Custo, Consumo, Dimensões, Periféricos,
 Desempenho, Confiabilidade...

Importância: **Avaliação do HW!**
Ferramentas de apoio ao desenvolvimento!

Sistemas Embarcados - Projeto

Visão Geral sobre o Projeto de SEs:

- **Especificação** do produto e seus **Requisitos**
- **Especificação** e Implementação do **Hardware**
- **Especificação** e Implementação do **Software**

Exemplos:
 Controle Remoto
 Controle de Sinaleira
 Despertador

Implementação do Software

- > Sistema Dedicado (ASM)
- > Sistema Operacional próprio
- > Sistema Operacional RTOS (*Real-Time Operating System*)

Questões: Tempo de Desenvolvimento, Reuso de Software, Desempenho, Drivers de Dispositivo, Modularidade, Custo, Confiabilidade, ...

Importância: **Tempo de desenvolvimento (reuso, sw comerciais)!**
Ferramentas de apoio ao desenvolvimento!

Sistemas Embarcados em Robótica Móvel

Conceitos e Características: SEs e RMAs

SEs	RMAs
Soluções de Baixo Consumo	Necessidade de Baixo Consumo (baterias)
Aplicações e HW Específico	RMAs são específicos (sensores/atuadores)
Dimensões, Custo	RMAs usualmente tem restrições neste sentido
TTM e TIM	Rápida evolução da área - TTM e TIM relevantes
Aplicações de alto desempenho em tempo Real	RMAs demandam cada vez mais poder de processamento em aplicações em Tempo Real
Uso de RTOS	Poucos RMAs usam sistemas RTOS
Confiabilidade, Poucas Falhas	Sistemas acadêmicos: Protótipos com falhas
Soluções integradas (SoC, FPGA)	Diversos RMAs ainda são baseados em microcontroladores clássicos
Ferramentas específicas	Necessidade de ferramentas: desenv. e teste

Sistemas Embarcados em Robótica Móvel

Projeto de um SE-RMA

1. Especificação do RMA
2. Particionamento HW/SW
3. Detalhamento do projeto de SW
4. Detalhamento do projeto de HW
5. Integração de HW/SW
6. Validação e Teste
7. Manutenção e Atualização

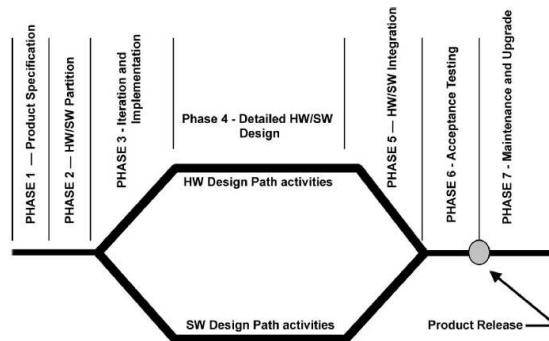


Figure 1.1: Embedded design life cycle diagram.

Sistemas Embarcados em Robótica Móvel

Projeto de um SE-RMA

1. Especificação do RMA
2. Particionamento HW/SW
3. Detalhamento do projeto de SW
4. Detalhamento do projeto de HW
5. Integração de HW/SW
6. Validação e Teste
7. Manutenção e Atualização

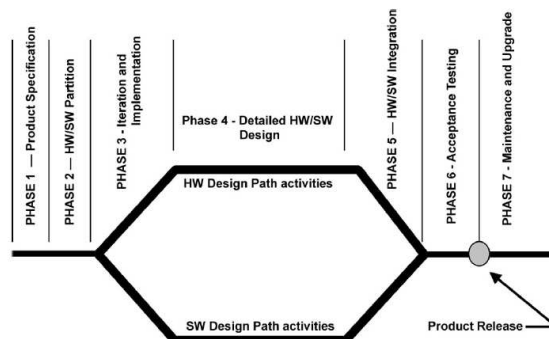


Figure 1.1: Embedded design life cycle diagram.

Tendência
Futura na área:

HW/SW Co-design
Co-verification

Sistemas Embarcados em Robótica Móvel

Tema para Discussão

Vantagens e Desvantagens do
Desenvolvimento de Sistemas Embarcados aplicados em
Robôs Móveis Autônomos

Vantagem:

RMA foram feitos para ser
implementados sob a forma
de SEs (tabela anterior)

Desvantagem:

Alta complexidade do desenvolvimento
de um projeto completo e integrado de
um SE para um RMA

Referências

Sistemas Embarcados:

- Carro, Luigi e Flávio Rech. *Sistemas Computacionais Embarcados*. SBC-JAI 2003, Campinas.
- Berger, Arnold. *Embedded Systems Design - an Introduction to Processes, Tools, and Techniques*. CMP Books, 2002.
- Catsoulis, J. *Designing Embedded Hardware*. O'Reilly, 2002

Robótica Móvel:

- Bräunl, Thomas. *Embedded Robotics: Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems*. 2nd. ed. Springer-Verlag, 2006.
- Dudek, G. and Jenkin, M. *Computational Principles of Mobile Robotics*. Cambridge University Press, 2000.
- Bekey, George A. *Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control*. MIT Press, London. 2005.
- Siegwart, R. and Nourbakhsh, I. *Autonomous Mobile Robots*. Bradford Book - MIT Press, London. 2004.
- Jung, Osório, Kelber, Heinen. *Computação Embarcada: Projeto e Implementação de Veículos Autônomos Inteligentes*. SBC-JAI 2005, São Leopoldo.
- Souza Pio, J. e Campos, M.F.M. *Navegação Robótica*. SBC-JAI 2003, Campinas.