

Sistemas Embarcados e de Tempo Real

UNIP - Araraquara

Curso: Ciências da Computação

Disciplina: Qualidade de Software

Profº: João Paulo Moreira dos Santos

Contexto

- Os computadores são usados para controlar uma vasta gama de sistemas, desde máquinas domésticas simples, controladores de jogos, até plantas inteiras de fabricação.
- Esses computadores interagem diretamente com dispositivos de hardware.
 - Seu software deve reagir a eventos gerados pelo hardware e, muitas vezes, emitir sinais de controle em resposta a tais eventos.
 - Esses sinais resultam em uma ação, como o início de uma chamada de telefone, o movimento de um caractere na tela, a abertura de uma válvula, ou a exibição de status do sistema.

Contexto

- O software é embutido no hardware do sistema, muitas vezes em memória do tipo apenas leitura, e geralmente responde em tempo real a eventos no ambiente do sistema.
- Diz-se que o sistema de software tem um deadline para responder a eventos externos em tempo real e, se esse deadline for perdido, o sistema de hardware/software global não funcionará corretamente.

Contexto

- O software embutido é muito importante economicamente porque quase todos os dispositivos elétricos incluem software.
- Portanto, existem muitos sistemas de software embutido, mais do que outros tipos de sistema de software.
- Se você olhar em sua casa, poderá notar que existem três ou quatro computadores pessoais, mas provavelmente você tem 20 ou 30 sistemas embutidos, tais como sistemas de telefones, fogões, micro-ondas etc.

Sistemas de Software x Embarcados

- A capacidade de resposta em tempo real é a diferença crítica entre sistemas embutidos e outros sistemas de software, como os sistemas de informações, os sistemas baseados em Web ou os sistemas de software pessoais, cuja principal finalidade é o processamento de dados.

Sistemas de Tempo Real

- Para os sistemas de tempo não real, sua correção pode ser definida especificando-se como as entradas de sistema mapeiam as saídas correspondentes que devem ser produzidas pelo sistema.
- Em resposta a uma entrada, deve ser gerada uma saída correspondente. Muitas vezes, alguns dados devem ser armazenados.
 - Por exemplo, se você escolher um comando 'criar' em um sistema de informações de paciente, a resposta correta de sistema será criar um novo registro de paciente em um banco de dados e confirmar que isso tenha sido feito, dentro de um período razoável, não importa quanto tempo esse processo leve.

Sistemas de Tempo Real

- Em um sistema de tempo real, a correção depende tanto da resposta para uma entrada quanto do tempo necessário para gerar essa resposta.
- Se o sistema demorar muito para responder, a resposta necessária poderá ser ineficaz.
 - Por exemplo, se um software embutido muito lento controlar um carro com um sistema de frenagem, um acidente poderá ocorrer porque é impossível parar o carro na hora.

Sistemas de Tempo Real

- Portanto, o tempo é inerente à definição de um sistema de software de tempo real:

Um sistema de software de tempo real é um sistema cujo funcionamento correto depende tanto dos resultados produzidos pelo sistema quanto do tempo em que esses resultados são produzidos.

Sistemas de Tempo Real

- Um 'sistema de tempo real' é um sistema cuja operação é degradada se os resultados não forem produzidos em conformidade com os requisitos de tempo especificados.
- Se os resultados não forem produzidos de acordo com a especificação de tempo em um 'sistema de tempo real pesado', isso é considerado uma falha de sistema.

Sistemas Embarcados

- A resposta no tempo certo é um fator importante em todos os sistemas embarcados, mas nem todos os sistemas embutidos exigem uma resposta muito rápida.
- Por exemplo, o software de bomba de insulina é um sistema embutido. No entanto, embora ele precise verificar o nível de glicose em intervalos periódicos, não precisa responder rapidamente aos eventos externos.
- O software de estação meteorológica no deserto também é um sistema embutido, mas que não requer uma resposta rápida a eventos externos.

Sistemas Embarcados

- Existem outras diferenças importantes entre sistemas embutidos e outros tipos de sistema de software, além da necessidade de respostas em tempo real:

Diferenças

1. Geralmente, os sistemas embutidos executam continuamente e não param.

- Eles começam quando o hardware é ligado e devem executar até que o hardware seja desligado.
- Isso significa que técnicas de engenharia de software confiáveis, podem precisar ser usadas para garantir a operação contínua.
- Pode incluir mecanismos de atualização que suportam reconfiguração dinâmica para que o sistema possa ser atualizado enquanto está em serviço.

Diferenças

2. As interações com o ambiente do sistema são incontrolláveis e imprevisíveis.

- **Em sistemas interativos, o ritmo da interação é controlado pelo sistema e, ao limitar as opções de usuário, os eventos a serem processados são conhecidos antecipadamente.**
- **Por outro lado, os sistemas embutidos de tempo real devem ser capazes de responder a eventos inesperados a qualquer momento.**
- **Isso gera um projeto de sistemas de tempo real baseado em concorrência, com vários processos executando em paralelo.**

Diferenças

3. Podem haver limitações físicas que afetem o projeto de um sistema.

- Exemplos desse tipo incluem limitações sobre a energia disponível para o sistema e o espaço físico ocupado pelo hardware.
- Essas limitações podem gerar requisitos para o software embutido, como a necessidade de conservar a energia e, assim, prolongar a vida útil da bateria.
- Limitações de tamanho e peso podem significar que o software tem de assumir algumas funções de hardware por causa da necessidade de limitar o número de chips usados no sistema.

Diferenças

4. A interação direta com o hardware pode ser necessária.

- Em sistemas interativos e sistemas de informações, existe uma camada de software (os drivers de dispositivo) que esconde o hardware do sistema operacional.
- Isso é possível porque você só pode se conectar a alguns poucos tipos de dispositivos para esses sistemas, como teclados, mouses, monitores etc.
- Por outro lado, os sistemas embutidos podem ter de interagir com uma ampla gama de dispositivos de hardware que não possuem drivers separados de dispositivo.

Diferenças

5. Questões de segurança e confiabilidade podem dominar o projeto de sistema.

- **Muitos sistemas embutidos controlam dispositivos cuja falha pode ter custos humanos ou econômicos elevados.**
- **Nesse caso, a confiança é crítica, e o projeto de sistema precisa garantir um comportamento crítico de segurança em todos os momentos.**
- **Isso costuma incentivar uma abordagem conservadora para o projeto, em que são usadas técnicas experimentadas e testadas em vez das mais recentes, que podem introduzir novos modos de falhas.**

Projeto de Sistemas Embarcados

- O processo de projeto para sistemas embutidos é um processo de engenharia de sistemas em que os projetistas de software devem considerar em detalhes o projeto e o desempenho do hardware de sistema.
- Parte do processo de projeto do sistema pode envolver e decidir quais recursos de sistema serão implementados no software e no hardware.
- Os custos e o consumo de energia do hardware são críticos para muitos sistemas de tempo real, embutidos em produtos de consumo, como os sistemas de telefones celulares.
- Os processadores específicos projetados para oferecer suporte a sistemas embutidos podem ser usados e, para alguns sistemas, um hardware especial pode ter de ser projetado e construído.

Projeto de Sistemas Embarcados

- Para a maioria dos sistemas de tempo real, um processo de projeto de software de cima para baixo, o qual começa com um modelo abstrato decomposto e desenvolvido em uma série de estágios, é impraticável.
- Decisões de baixo nível em hardware, software de suporte e o timing de sistema devem ser consideradas no início do processo.
- Tais fatores limitam a flexibilidade dos projetistas de sistema e podem significar que funcionalidade de software adicional, como gerenciamento de bateria e energia, deve ser incluída no sistema.

Projeto de Sistemas Embarcados

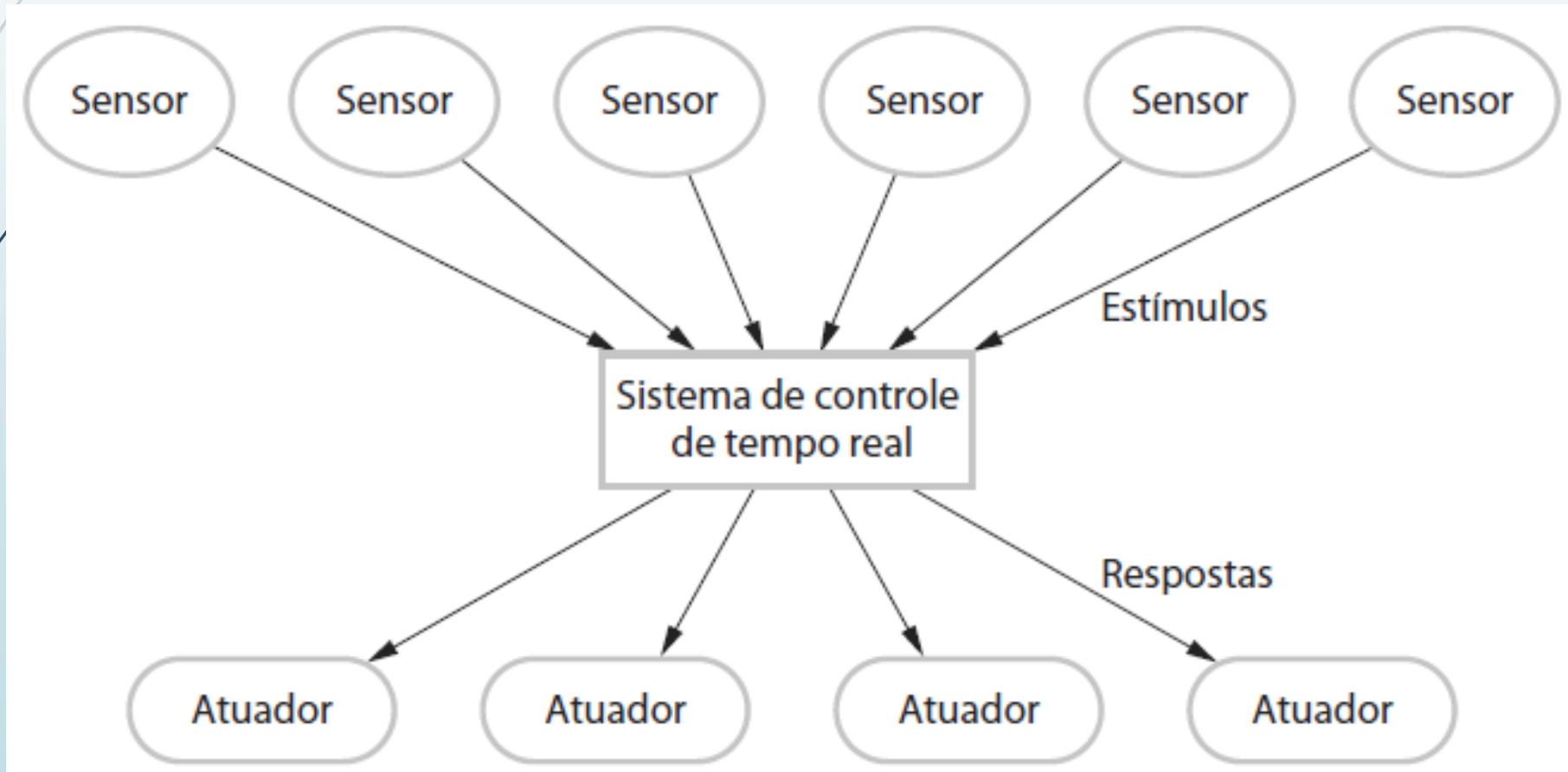
- Os sistemas embutidos são sistemas reativos que reagem a eventos em seu ambiente, e a abordagem geral de projeto de software embutido de tempo real é baseada em um modelo de **estímulo-resposta**.
- Um estímulo é um evento que ocorre no ambiente do sistema de software que faz com que o sistema reaja de alguma forma. Uma resposta é um sinal ou mensagem enviada pelo software para seu ambiente.

Projeto de Sistemas Embarcados

- Os estímulos são divididos em duas classes:
- **Periódicos:** Estímulos que ocorrem em intervalos previsíveis.
 - Por exemplo, o sistema pode examinar um sensor a cada 50 milissegundos (ms) e agir (responder) em função desse valor de sensor (estímulo).
- **Aperiódicos:** Estímulos que ocorrem de forma irregular e imprevisível e geralmente são sinalizados pelo mecanismo de interrupção do computador.
 - Um exemplo desse estímulo seria uma interrupção indicando que uma transferência de E/S foi concluída e que os dados estavam disponíveis em um buffer.

Projeto de Sistemas Embarcados

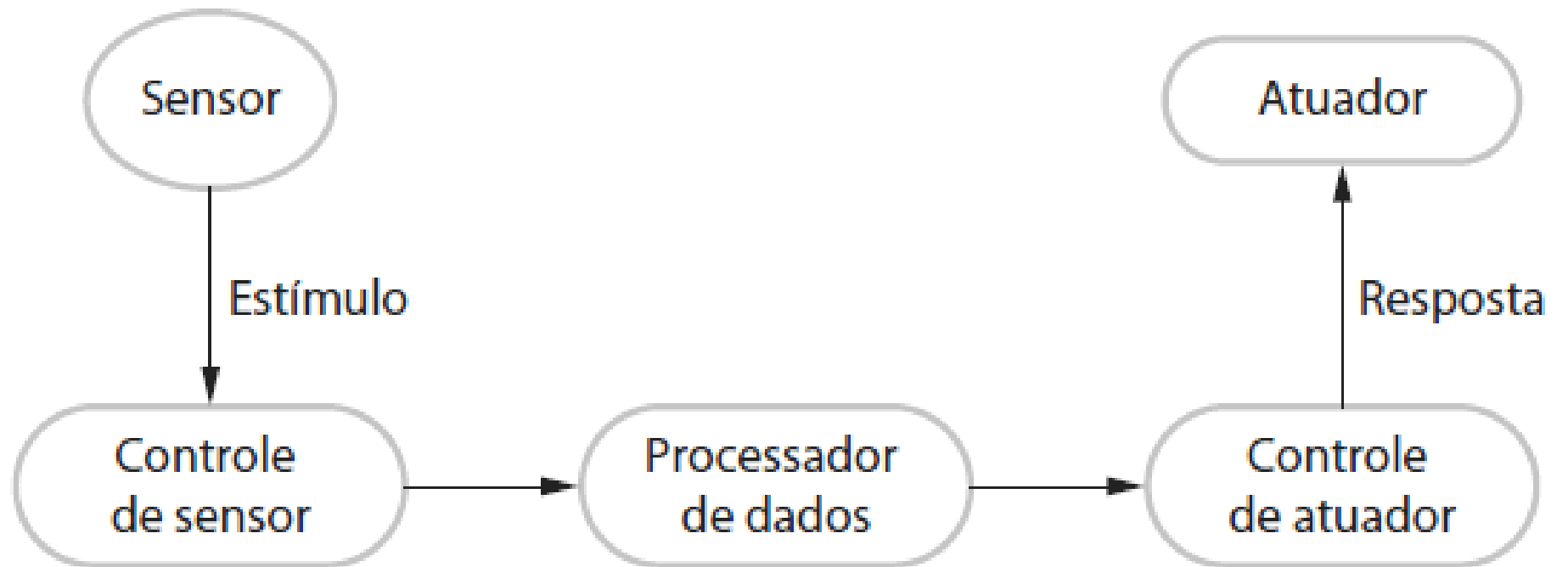
- Os estímulos provêm de sensores no ambiente do sistema, e as respostas são enviadas aos atuadores.



Projeto de Sistemas Embarcados

- Uma diretriz de projeto geral para sistemas de tempo real é ter processos separados para cada tipo de sensor e atuador.

Processos de sensores e atuadores



Projeto de Sistemas Embarcados

- Para cada tipo de sensor pode haver um processo de gerenciamento que trata a coleta de dados dos sensores.
- Os processos de processamento de dados calculam as respostas necessárias para os estímulos recebidos pelo sistema.
- Os processos de controle de atuadores estão associados com cada atuador e gerenciam sua operação.
- Esse modelo permite que os dados sejam rapidamente coletados do sensor (antes de ser sobrescrita pela próxima entrada), e que o processamento e a resposta do atuador associado sejam realizados mais tarde.

Projeto de Sistemas Embarcados

- Um sistema de tempo real precisa responder aos estímulos que ocorrem em momentos diferentes.
- Portanto, você deve organizar a arquitetura do sistema para que, assim que um estímulo seja recebido, o controle seja transferido para o tratador correto.

Projeto de Sistemas Embarcados

- Não há um processo padrão de projeto de sistemas embutidos.
- Em vez disso, processos diferentes são usados dependendo do tipo do sistema, do hardware disponível e da organização que está desenvolvendo o sistema.
- As seguintes atividades podem ser incluídas em um processo de projeto de software de tempo real:

Processo de Projeto de Sist. de TR

- **Seleção de plataforma:** nessa atividade, você escolhe uma plataforma de execução para o sistema (ou seja, o hardware e o sistema operacional de tempo real a ser usado).
- Os fatores que influenciam essas opções incluem as restrições de tempo sobre o sistema, as limitações de potência disponível, a experiência da equipe de desenvolvimento e o preço-alvo para o sistema entregue.

Processo de Projeto de Sist. de TR

- **Identificação de estímulos/resposta:** Isso envolve a identificação dos estímulos que o sistema deve processar e a resposta ou respostas associadas a cada estímulo.

Processo de Projeto de Sist. de TR

- **Análise de timing**: para cada estímulo e resposta associada, identificam-se as restrições de tempo que se aplicam ao estímulo e ao processamento de resposta.
 - Estes são usados para estabelecer deadlines para os processos do sistema.

Processo de Projeto de Sist. de TR

- **Projeto de processo:** nesse estágio, agrega-se o estímulo e a transformação da resposta em um número de processos concorrentes.
- Em seguida, otimiza-se a arquitetura de processo para refletir os requisitos específicos que se devem implementar.

Processo de Projeto de Sist. de TR

- **Projeto de algoritmo:** para cada estímulo e resposta, criam-se algoritmos para efetuar os processamentos necessários.
- Projetos de algoritmo podem precisar ser desenvolvidos relativamente cedo no processo de projeto para dar uma indicação da quantidade de processamento e tempo necessários para concluir o processamento.

Processo de Projeto de Sist. de TR

- **Projeto de dados:** você especifica as informações que são trocadas por processos e os eventos que coordenam a troca de informações, e cria estruturas de dados para gerenciar essas trocas de informações.
- Vários processos concorrentes podem compartilhar essas estruturas de dados.

Processo de Projeto de Sist. de TR

- **Programação de processo:** você projeta um sistema de programação que garantirá que os processos são iniciados no tempo certo para cumprirem seus deadlines.

Processo de Projeto de Sist. de TR

- A ordem dessas atividades de processo de projeto de software de tempo real depende do tipo de sistema a ser desenvolvido, bem como seus requisitos de processo e plataforma.
- Em alguns casos, você pode ser capaz de seguir uma abordagem bastante abstrata em que começa com os estímulos e processamentos associados e decide sobre as plataformas de hardware e de execução no final.
- Em outros casos, a escolha do hardware e do sistema operacional é feita antes de se iniciar o projeto de software.
 - Em tal situação, você precisa projetar o software para levar em conta as restrições impostas pelos recursos de hardware.