

Sistemas em Tempo Real - Trabalho M2

1st Gabriel Bodenmuller

*Estudante de Engenharia de Computação
Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI*

Itajaí, Brasil

gabriel.bodenmuller@edu.univali.br

2nd Luiza Volpato B. Lemes

*Estudante de Engenharia de Computação
Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI*

Itajaí, Brasil

luizavolpato@edu.univali.br

I. INTRODUÇÃO

Relatório da avaliação da M2 de Sistemas em Tempo Real: Concorrência e multithread em STR, ministrada pelo Prof.^o Felipe Viel. O software desenvolvido consiste em uma aplicação para testar um novo sistema de monitoramento do comportamento de um veículo no motor, frenagem, equipamentos de suporte a vida e LVT (luzes, vidros e travas), controlado por um computador de bordo.

II. METODOLOGIA

Entre as opções de linguagens listadas nos requisitos da empresa para desenvolver o programa, foi escolhido C++. Devido ao maior domínio e experiência dos desenvolvedores.

III. PROBLEMATICA

Uma fabricante de automóveis quer testar um novo sistema de monitoramento do comportamento de várias áreas de um veículo no qual ela está projetando. O projeto e novo e permitirá controle e noção do que está acontecendo em todo o veículo. A empresa, em um primeiro momento, dividiu o carro em 4 subsistemas: (i) motor; (ii) frenagem; (iii) equipamentos de suporte a vida; e (iv) LVT (luz, vidros e travas). No motor, deve-se monitorar e controlar a injeção eletrônica e temperatura interna. Na frenagem, deve-se monitorar e controlar o ABS nas duas rodas dianteiras. Nos equipamentos de suporte a vida, deve-se monitorar e controlar o airbag e cinto de segurança. Já no LVT, deve-se monitorar e controlar a luz dos faróis dianteiros, sistema de vidros elétricos do motorista e passageiro (so parte da frente) e trava das duas portas da frente. Todos os sistemas se conectam a um computador de bordo central, que deve fornecer, reter e controlar ações destes sistemas. Cada sistema conta com um sensor e um controlador (totalizando 12 sensores e 12 controladores). Você deve assumir que todos os sensores e controladores estão na mesma distância (1 m) do computador de bordo e que o tempo de envio de dados e de 1 Mbps, sendo que os dados podem demorar até 10us para se propagar pelo fio (do nodo até o computador). Os deadlines relativos para uma ação de controle (apos detecção do sensor) são:

- Injeção eletrônica: 500 us após alteração no pedal
- Temperatura do motor: 20 ms após detecção de temperatura acima do limite

- ABS: 100 ms após acionamento no pedal
- Airbag: 100 ms após detecção de choque
- Cinto de segurança: 1 segundo após carro em movimento
- LVT: 1 segundo após interação do usuário

O computador de bordo deve também alimentar um display para o usuário com alertas de informações (mensagens com caracteres). A atualização do display deve sempre ser de 500 ms. Como a empresa quer economizar no sistema no software e no computador de bordo, ela gostaria que fosse feito um protótipo de sistema sem implementação de paralelismo, multiprocessamento ou multithread. Ela gostaria de monitorar todos os sensores indicados acima e, após amostrar todos os sensores, exibir em um display (ou tela) o estado dos sensores (que indicam o estado dos subsistemas monitorados). A empresa exige que seja feita uma sub-rotina para cada sensor monitorado e uma sub-rotina para atualização do display (ou tela). Considere também que o sensor demora 1 us para fazer a aquisição da amostra corretamente e que o controlador demora 5 us para agir.

A empresa avaliou a implementação anterior, porém, foi citado em uma reunião técnica que os resultados das implementações poderia ser melhores com o uso de múltiplos núcleos (mais que 2) e que a aplicação de multithread (concorrência e paralelismo) se torna viável. Ela gostaria de monitorar todos os sensores indicados acima e, após amostrar todos os sensores, exibir em um display (ou tela) o estado dos sensores (que indicam o estado dos subsistemas monitorados). A empresa exige que você expanda sua solução para trabalhar com multithread. Considere também que o sensor demora 1 us para fazer a aquisição da amostra corretamente e que o controlador demora 5 us para agir. Além disso, agora ela gostaria de monitorar a velocidade média e o consumo médio de gasolina e atualizar a cada instante no sensor. Para isso, ela diz que uma boa amostragem do motor e quando só ao colhidas (para os dois casos) 200 amostras. A atualização que ela acha adequada no display, segundo pesquisas com usuários, é de 1 segundo.

IV. DESENVOLVIMENTO

Nesta seção será explicado como foi realizado o desenvolvimento do projeto. Foi feita uma classificação entre os requisitos temporais, dividindo-os em hard e soft:

- Injeção eletrônica: hard

- Temperatura do motor: soft
- ABS: hard
- Airbag: hard
- Cinto de segurança: soft
- LVT: soft

Para categorizar os requisitos, consideramos a importância da injeção para o funcionamento geral do carro, a necessidade da resposta dos freios para evitar acidentes, além do acionamento do airbag em casos de colisões, para a segurança do motorista e passageiros. Foi utilizado dois sensores na área do motor, um responsável pela injeção e outro pela temperatura, um na área da frenagem, responsável pelas rodas dianteiras, dois na área de suporte à vida e por fim, três para o LVT.

Definimos as teclas correspondentes para cada seção, conforme pressionado determinado caractere, um sensor era ativado.

Foi utilizado mutex para proteger a seção crítica para acessar a variável ao pressionar a tecla, como por exemplo no caso do tempo, que era utilizado por todas as threads.

V. RESULTADOS

```
PS C:\Users\luiza> wsl
luiza@luiza:~/mnt/c/Users/luiza$ cd documents
luiza@luiza:~/mnt/c/Users/luiza/documents$ gcc -o teste trabm2atual.c -lpthread
luiza@luiza:~/mnt/c/Users/luiza/documents$ ./teste
Tempo de execução 72.000000 microsegundos
Injeção Eletrônica acionado com sucesso
Tempo de execução 0.039000 milisegundos
ABS acionado com sucesso
Tempo de execução 0.023000 milisegundos
Airbag acionado com sucesso
Tempo de execução 0.195000 milisegundos
Temperatura do Motor acionado com sucesso
Tempo de execução 0.001000 milisegundos
Airbag acionado com sucesso
```

Imagem de captura de tela do terminal em uma execução do programa.

Foi realizado dez execuções para cada sensor a fim de realizar uma análise média de tempo para cada um. O computador utilizado foi um Dell G15, com um processador Intel i5 11ª geração (6 core) e 8 GB de RAM.

Os valores máximos e mínimos estão destacados na cor vermelha e verde, respectivamente. Para a injeção o pior caso foi 50 us e o melhor 1 us, já para a temperatura é de 0.079 ms e o melhor 0.001 ms, o pior para o ABS foi 0.003 ms e o melhor 0.001 ms, o pior para o airbag foi de 0.054 ms e o melhor 0.001 ms e o cinto de segurança teve o pior caso em 0.00014 s e o melhor em 0.000001 s.

Na área dos LVT o pior caso da luz foi de 0.000150 s e o melhor 0.000001 s, dos vidros 0.000016 s e 0.000001 s e trava o pior foi 0.000036 s e o melhor 0.000001 s.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Injeção	3 us	1 us	5 us	50 us	1 us	1 us	4 us	1 us	2 us	1 us
Temperatura	0.004 ms	0.079 ms	0.001 ms	0.001 ms	0.004 ms	0.001 ms	0.026 ms	0.002 ms	0.001 ms	0.002 ms
Abs	0.002 ms	0.003 ms	0.002 ms	0.002 ms	0.001 ms	0.001 ms	0.001 ms	0.002 ms	0.001 ms	0.002 ms
Airbag	0.002 ms	0.054 ms	0.002 ms	0.002 ms	0.002 ms	0.001 ms	0.001 ms	0.003 ms	0.004 ms	0.002 ms
Cinto	0.000001 s	0.000002 s	0.000001 s	0.000002 s	0.000001 s	0.000014 s	0.000002 s	0.000002 s	0.000003 s	0.000001 s
Luz	0.000049 s	0.000014 s	0.000002 s	0.000001 s	0.000001 s	0.000001 s	0.000002 s	0.000002 s	0.000150 s	0.000002 s
Vidro	0.000016 s	0.000001 s	0.000002 s	0.000110 s	0.000001 s	0.000001 s	0.000001 s	0.000002 s	0.000001 s	0.000001 s
Trava	0.000001 s	0.000001 s	0.000002 s	0.000001 s	0.000036 s	0.000001 s	0.000003 s	0.000003 s	0.000004 s	0.000002 s