

Trabalho Prático 6

BACHARELADO

1º SEMESTRE DE 2011

Esse trabalho prático tem por objetivo familiarizar o aluno com conceitos de memória secundária.

1 Motivação do problema

A motivação do problema deste trabalho é a mesma que foi utilizada no Trabalho Prático 5.

2 Trabalho Prático 6

Informações sobre localidade de referência, como foi visto no trabalho anterior, podem ser empregadas com sucesso no uso de cache, que é basicamente uma área de armazenamento temporária onde dados são disponibilizados para acesso rápido. Quando um usuário do sistema requisita um dado, primeiramente ele verifica a cache, antes de realizar o acesso à memória. Se o dado for encontrado, então ele é utilizado na cache em vez de buscá-lo no local original. Essa situação é conhecida como *cache hit* (acerto da cache). A porcentagem de acessos que resultam em *cache hits* é conhecida como a taxa de acerto (*hit rate* ou *hit ratio*) da cache. Por outro lado, quando a cache é consultada e não contém o dado desejado, diz-se que ocorreu *cache miss* (falha da cache). Eventualmente, o dado é copiado do local original de armazenamento e inserido na cache, ficando pronto para o próximo acesso.

O uso de *cache* pode melhorar o desempenho dos sistemas quando se tem uma porcentagem de acertos alta (*hit ratio alto*), evitando a busca do dado original em dispositivos mais lentos de memória secundária. Logo a cache deve ser um dispositivo de acesso rápido cujo custo é caro e seu espaço, que normalmente é pequeno, deve ser muito bem aproveitado buscando sempre o máximo de ocupação.

Nesse contexto, a entidade de educação mencionada no TP5 deseja construir uma cache na memória do seu servidor principal e conta com a sua ajuda para definir uma configuração que apresente o melhor custo/benefício. Para isso serão utilizadas três métricas em função do tamanho da cache definido em KBytes, são elas: a) porcentagem de acertos, b) porcentagem média de espaço ocupado, c) ganho da cache calculado a partir da porcentagem de acertos e espaço ocupado. Assim, para definir a configuração ideal antes de realizar o investimento, você deverá implementar um simulador de cache para medir essas métricas variando o tamanho e a política de substituição dos dados quando a cache estiver cheia.

O simulador receberá como parâmetros: um arquivo de logs de vídeo, uma política de substituição e o tamanho da cache. O dado a ser armazenado na cache é o *chunk* de vídeo. Para cada *chunk* lido no log (linha), o simulador deverá verificar a sua existência na cache, e então caso não exista o *chunk* deverá ser carregado. Se não houver espaço suficiente na cache para o novo *chunk*, um ou mais *chunks* contidos na cache devem ser substituídos. A decisão de qual *chunk(s)* será(ão) substituído(s), deverá ser tomada de acordo a política de substituição de cache adotada. Três políticas de substituição deverão ser implementadas:

- FIFO (*First In First Out*)
- LRU (*Least Recently Used*)
- Uma política customizada a ser definida pelo aluno

O objetivo deste trabalho é tentar encontrar/implementar uma política de substituição customizada que seja melhor que às demais políticas nos testes a serem realizados variando o tamanho da cache. A definição se uma política é melhor que a outra, pode ser feita utilizando as métricas apresentadas anteriormente.

Observe que o simulador não deve saber o futuro, ou seja, ele não deve ler antecipadamente todo o log para reter na cache os *chunks* com maior popularidade. As decisões da política de substituição devem ser tomadas considerando apenas o presente (a linha do log sendo lida) e o passado (as linhas que já foram lidas). Contudo o aluno tem conhecimento de quão boa é a localidade de referência temporal e espacial do log e também as diferenças de popularidade entre os *chunks* de vídeo (exemplo: a distância entre o mais popular, o segundo mais popular e o menos popular). O ideal é que o aluno utilize a localidade espacial, temporal e popularidade trabalhado no TP5 para melhorar a política de substituição de cache customizada.

2.1 Formato de Entrada

Deverá ser utilizado o mesmo *log* do Trabalho Prático 5. **ATENÇÃO:** O simulador não deve ler antecipadamente o log para atribuir ou definir a política de substituição de cache customizada.

O arquivo de entrada possui várias linhas e que cada linha apresenta uma transação realizada, composta por três colunas:

- Coluna 0: Identificador do vídeo;
- Coluna 1: Índice do *Chunk* de vídeo;
- Coluna 2: Tamanho do *chunk* em Kbytes;

O simulador deve receber três parâmetros: o arquivo de log, a política de substituição e o tamanho da cache (em KBytes). Onde a política de substituição deve ser identificada com os números inteiros: (0)FIFO, (1)LRU, (2)Customizado; e o tamanho da cache deve ser um número inteiro maior que 0.

`./tp6 <arquivoLog> <0 ou 1 ou 2> <tamanho da cache em Kbytes>`

2.2 Formato de saída

Para cada linha do arquivo de log lida, o simulador deve imprimir na saída padrão (console) uma linha com as seguintes informações separadas por **um** espaço:

`< linha do log > <acerto> <ocupação>`

- **Linha do log:** corresponde ao Identificador do vídeo, *chunk* e tamanho do *chunk* - deve estar do mesmo jeito que foi lido do arquivo de entrada;
- **Acerto:** deve ser o número **1** caso o chunk esteja na cache ou o número **0** caso contrário;
- **Ocupação:** é um número inteiro menor ou igual ao tamanho da cache dado pela soma do tamanho dos chunks dentro da cache, considerando inclusive a linha atual;

Ao final do arquivo de log o simulador deve imprimir um sumário com as seguintes informações separadas por **um** espaço:

`<porcentagem de acertos> <porcentagem média da ocupação> <ganho da cache>`

- **Porcentagem de acertos:** é um número entre 0 e 100 que refere-se ao total acertos da cache (hit) dividido pelo total de acessos a cache (*miss* + *hit*) multiplicado por 100: $hit/(miss + hit)*100$;
- **Porcentagem média da ocupação:** é um número entre 0 e 100 que é calculado a partir da média dos valores de ocupação da cache em cada acesso, dividido pelo tamanho da cache e multiplicado por 100: $média(ocupação)/tamanhoCache*100$;
- **Ganho da cache:** é um número entre 0 e 100 calculado pela soma das porcentagens de acertos e a porcentagem média da ocupação dividido por 2: $(porcentagem\ acertos + porcentagem\ média\ ocupação) / 2$

Caso os números acima não sejam inteiros, use precisão de 2 casas decimais.

3 Exemplos

Considere o exemplo de log(identificador do vídeo, índice do *chunk*, tamanho do *chunk* em Kbytes) abaixo:

```
1 0 10
2 0 5
1 1 8
```

```
1 0 10
2 0 5
1 5 13
1 0 10
2 4 7
2 1 15
1 0 10
```

O TP6 foi executado com a seguinte entrada:
./tp6 log.txt 0 40

A saída da simulação é a seguinte:

```
1 0 10 0 10
2 0 5 0 15
1 1 8 0 23
1 0 10 1 23
2 0 5 1 23
1 5 13 0 36
1 0 10 1 36
2 4 7 0 33
2 1 15 0 35
1 0 10 0 32
30 66,50 48,25
```

Novamente, o TP6 foi executado com a seguinte entrada:
./tp6 log.txt 1 40

A saída da simulação é a seguinte:

```
1 0 10 0 10
2 0 5 0 15
1 1 8 0 23
1 0 10 1 23
2 0 5 1 23
1 5 13 0 36
1 0 10 1 36
2 4 7 0 35
2 1 15 0 32
1 0 10 1 32
40 66,25 53,12
```

3.1 Experimentos

Devem ser realizados experimentos variando o tamanho da cache em 11 níveis x onde $0 < x \leq MAX$, sendo MAX o maior valor possível para armazenar todos os *chunks* de vídeo diferentes no log. Para cada política de substituição o tamanho da cache deve ser relacionado com a porcentagem de acertos, a média de ocupação e o ganho da cache.

Assim, devem ser apresentados 3 gráficos com uma curva para cada política, representando respectivamente as relações entre:

- Tamanho e a porcentagem de acertos da cache;
- Tamanho e a média da ocupação da cache;
- Tamanho e o ganho da cache.

4 O que deve ser entregue:

Documentação:

- Introdução do problema apresentado.
- Explique a política de substituição customizada, seu algoritmo e respectiva complexidade de tempo e espaço.
- Explique brevemente as decisões e módulos do simulador.
- Explique se a caracterização dos padrões de acesso realizada no TP5 teve alguma influência na definição da política de substituição customizada.
- Analise os gráficos construídos com informações do simulador e defina a melhor política de substituição e o tamanho ideal para a cache.
- Faça uma conclusão breve sobre os resultados obtidos acerca de todos os dados e gráficos gerados nesse TP.
- Use o *template* de documentação presente no minha.ufmg.
- A documentação não pode exceder 10 páginas.

Código:

- O código fonte do trabalho deve ser submetido para compilação e execução em ambiente Linux, tendo como padrão os computadores dos laboratórios de graduação do DCC;
- Deve ser escrito na linguagem C (trabalhos implementados em outras linguagens como C++/Java/Python e outras não serão aceitos);
- As estruturas de dados devem ser alocadas dinamicamente e o código ser modularizado (ou seja, dividido em múltiplos arquivos fonte e fazendo uso de arquivos cabeçalho - .h);
- O utilitário Make deve ser utilizado para compilar o programa;
- A saída deve ser impressa no console do terminal seguindo estritamente o formato da especificação, caso contrário o resultado será considerado errado;
- O arquivo executável deve ser chamado de **tp6** e deve receber como parâmetro apenas os parâmetros informados nessa especificação. **Não serão aceitos outros nomes de executáveis além do mencionado.**
- Faça seu código de forma legível;

Entrega:

- Data de entrega : 06/07/2011 - Neste trabalho prático não será possível entregar após esta data, trata-se do final do semestre.
- Submissão: a documentação e o código do trabalho devem ser submetidos ao minha.ufmg. Para isso compacte os dois (formato tar.gz) e faça a submissão. Teste seu arquivo compactado antes de enviá-lo.
- Apenas a documentação deve ser entregue impressa na secretaria do DCC. Não coloque nos escaninhos dos professores. A documentação deve ser entregue para a secretária e então colocada no envelope de AEDS3.
- Será postada uma planilha no Moodle sobre a entrevista do trabalho, leia-a e siga as orientações para o agendamento da sua entrevista.

Distribuição dos pontos:

- Execução: 50%
- Documentação: 50%

Será adotado média harmônica entre a pontuação obtida na execução e na documentação do TP, o que implica em valor zero caso alguma das partes não seja apresentada.