

Relatório do trabalho prático 2 da disciplina de Sistemas Operacionais - simulação de um sistema de memória virtual.

Aluno: Alexis Duarte Guimarães Mariz

O projeto é um simulador de um sistema de gerenciamento de memória virtual que implementa vários algoritmos de substituição de página: First-In, First-Out (FIFO), Least Recently Used (LRU), Second Chance e Random.

O projeto é composto pelas seguintes estruturas de dados e funções:

- PageTableEntry: é a estrutura usada para representar uma entrada na tabela de páginas. Cada entrada possui um identificador de página, um sinalizador 'valid' que indica se a entrada é válida ou não, e um sinalizador 'dirty' que indica se a página foi modificada(operação write).
- Node: é a estrutura que representa os nós de uma lista duplamente encadeada, que é usada para implementar as políticas de substituição de páginas. Cada nó contém o identificador de uma entrada da tabela de páginas, o identificador de uma página, um bit de referência de segunda chance(usado apenas no algoritmo de segunda chance) e ponteiros para os nós anterior e próximo na lista.
- List: é a estrutura que representa a lista duplamente encadeada usada para implementar os algoritmos de substituição de páginas. Possui ponteiros para o primeiro e último nó da lista.
- findPage: função que procura uma página específica na tabela de páginas e retorna o índice da entrada que contém a página, ou -1 se a página não for encontrada.
- updateReplaceList: função usada para atualizar a lista de substituição sempre que uma página é acessada ou quando uma página nova é adicionada à tabela de páginas. A maneira como a lista é atualizada depende do algoritmo de substituição de páginas usado.
- removeFirstFromList: função que remove o primeiro nó da lista de substituição. Esta função é usada quando uma página precisa ser substituída.
- accessPage: função chamada para cada operação de leitura ou escrita no arquivo de log. Esta função verifica se a página a ser acessada está na tabela de páginas(page hit) ou page fault. Se ocorrer um page fault, a função substitui a página usando o algoritmo de substituição selecionado.
- main: é a função de entrada do programa. Ela lê os argumentos da linha de comando, inicializa várias variáveis, verifica a validade dos argumentos da linha

de comando, lê o arquivo de log e processa cada operação de acesso à memória chamando a função `accessPage`.

Durante a implementação, optei por criar, além da tabela de páginas, uma lista duplamente encadeada global, para usar em todos os algoritmos (uma vez que cada execução do programa utiliza apenas um algoritmo). No entanto, alguns algoritmos podem não usar todas as propriedades, como o bit de referência de segunda chance. Algumas funções também só funcionam para alguns algoritmos (a verificação do algoritmo é realizada em vários momentos, como no início das funções).

O maior desafio foi debugar as instâncias de tamanho grande, pois o algoritmo se comporta bem para instâncias pequenas, mas para instâncias grandes é complicado analisar o comportamento linha por linha.

Análise de desempenho:

FIFO:

-Compilador.log:

```
p:4|m:128 |faults:562648|escritas:59467
p:4|m:256 |faults:505272|escritas:51098
p:4|m:512 |faults:459999|escritas:44551
p:4|m:1024 |faults:417686|escritas:39232
p:4|m:2048 |faults:368058|escritas:34367
p:4|m:4096 |faults:323140|escritas:29137
p:4|m:8192 |faults:235083|escritas:23284
p:4|m:16384 |faults:144767|escritas:16709
```

—

```
p:2|m:4096 |faults:235085|escritas:23283
p:4|m:4096 |faults:323140|escritas:29137
p:8|m:4096 |faults:368042|escritas:34367
p:16|m:4096 |faults:300723|escritas:27020
p:32|m:4096 |faults:260319|escritas:23221
p:64|m:4096 |faults:237138|escritas:22037
```

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.

-Compressor.log:

```
p:4|m:128 |faults:338129|escritas:34467
p:4|m:256 |faults:297330|escritas:28223
p:4|m:512 |faults:54020|escritas:8767
p:4|m:1024 |faults:43103|escritas:7183
```

p:4|m:2048 |faults:33175|escritas:6068
p:4|m:4096 |faults:25234|escritas:5148
p:4|m:8192 |faults:20209|escritas:4322
p:4|m:16384 |faults:14896|escritas:3275

—

p:2|m:4096 |faults:20249|escritas:4364
p:4|m:4096 |faults:25234|escritas:5148
p:8|m:4096 |faults:33172|escritas:6068
p:16|m:4096 |faults:24958|escritas:4605
p:32|m:4096 |faults:19360|escritas:3752
p:64|m:4096 |faults:13548|escritas:2391

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.

-Matriz.log:

p:4|m:128 |faults:680169|escritas:52269
p:4|m:256 |faults:472018|escritas:49074
p:4|m:512 |faults:337554|escritas:47445
p:4|m:1024 |faults:276947|escritas:46332
p:4|m:2048 |faults:241347|escritas:45788
p:4|m:4096 |faults:218803|escritas:45079
p:4|m:8192 |faults:193147|escritas:42976
p:4|m:16384 |faults:161674|escritas:39942

p:2|m:4096 |faults:193147|escritas:42976
p:4|m:4096 |faults:218803|escritas:45079
p:8|m:4096 |faults:241341|escritas:45788
p:16|m:4096 |faults:179076|escritas:32381
p:32|m:4096 |faults:147165|escritas:21672
p:64|m:4096 |faults:126404|escritas:16077

O número de page faults diminui muito conforme o tamanho da memória cresce, mas o número de escritas não. Com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.

-Simulador.log:

p:4|m:128 |faults:617950|escritas:95295
p:4|m:256 |faults:467101|escritas:79619
p:4|m:512 |faults:381911|escritas:71658
p:4|m:1024 |faults:306300|escritas:65608
p:4|m:2048 |faults:245724|escritas:61018
p:4|m:4096 |faults:205026|escritas:56833
p:4|m:8192 |faults:163041|escritas:51696

p:4|m:16384 |faults:131861|escritas:48032

p:2|m:4096 |faults:163048|escritas:51700

p:4|m:4096 |faults:205026|escritas:56833

p:8|m:4096 |faults:245698|escritas:61017

p:16|m:4096 |faults:202199|escritas:42850

p:32|m:4096 |faults:195625|escritas:34943

p:64|m:4096 |faults:175614|escritas:29696

Os números diminuem muito conforme a memória cresce. Com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.

LRU:

-Compilador.log:

p:4|m:128 |faults:876220|escritas:104085

p:4|m:256 |faults:876218|escritas:104074

p:4|m:512 |faults:876135|escritas:104045

p:4|m:1024 |faults:875863|escritas:103959

p:4|m:2048 |faults:875426|escritas:103671

p:4|m:4096 |faults:874732|escritas:103087

p:4|m:8192 |faults:871923|escritas:101812

p:4|m:16384 |faults:836161|escritas:96851

p:2|m:4096 |faults:871926|escritas:101813

p:4|m:4096 |faults:874732|escritas:103087

p:8|m:4096 |faults:875420|escritas:103670

p:16|m:4096 |faults:834710|escritas:103240

p:32|m:4096 |faults:812238|escritas:102913

p:64|m:4096 |faults:788298|escritas:102423

O algoritmo não muda significativamente seu comportamento conforme a mudança dos parâmetros. Se comporta de maneira consistente em uma grande variedade de situações.

-Compressor.log:

p:4|m:128 |faults:816478|escritas:109267

p:4|m:256 |faults:816393|escritas:109260

p:4|m:512 |faults:816085|escritas:109219

p:4|m:1024 |faults:815296|escritas:109063

p:4|m:2048 |faults:812790|escritas:108841

p:4|m:4096 |faults:805853|escritas:107667

p:4|m:8192 |faults:785798|escritas:103823

p:4|m:16384 |faults:757619|escritas:97700

p:2|m:4096 |faults:785865|escritas:103890

p:4|m:4096 |faults:805853|escritas:107667
p:8|m:4096 |faults:812784|escritas:108841
p:16|m:4096 |faults:754773|escritas:108306
p:32|m:4096 |faults:725113|escritas:108206
p:64|m:4096 |faults:679016|escritas:107112

O algoritmo não muda significativamente seu comportamento conforme a mudança dos parâmetros. Se comporta de maneira consistente em uma grande variedade de situações.

-Matriz.log:

p:4|m:128 |faults:887872|escritas:65753
p:4|m:256 |faults:887566|escritas:65744
p:4|m:512 |faults:886974|escritas:65719
p:4|m:1024 |faults:885921|escritas:65657
p:4|m:2048 |faults:883901|escritas:65514
p:4|m:4096 |faults:879168|escritas:65230
p:4|m:8192 |faults:862132|escritas:63482
p:4|m:16384 |faults:836628|escritas:61143

p:2|m:4096 |faults:862132|escritas:63482
p:4|m:4096 |faults:879168|escritas:65230
p:8|m:4096 |faults:883901|escritas:65514
p:16|m:4096 |faults:842110|escritas:65277
p:32|m:4096 |faults:837248|escritas:65149
p:64|m:4096 |faults:808435|escritas:65056

O algoritmo não muda significativamente seu comportamento conforme a mudança dos parâmetros. Se comporta de maneira consistente em uma grande variedade de situações.

-Simulador.log:

p:4|m:128 |faults:919767|escritas:156935
p:4|m:256 |faults:919755|escritas:156924
p:4|m:512 |faults:919706|escritas:156893
p:4|m:1024 |faults:919668|escritas:156843
p:4|m:2048 |faults:919319|escritas:156574
p:4|m:4096 |faults:918978|escritas:156012
p:4|m:8192 |faults:918178|escritas:154843
p:4|m:16384 |faults:911740|escritas:152296

p:2|m:4096 |faults:918180|escritas:154845
p:4|m:4096 |faults:918978|escritas:156012
p:8|m:4096 |faults:919312|escritas:156570
p:16|m:4096 |faults:894769|escritas:156460

p:32|m:4096 |faults:879472|escritas:156223

p:64|m:4096 |faults:849506|escritas:155935

O algoritmo não muda significativamente seu comportamento conforme a mudança dos parâmetros. Se comporta de maneira consistente em uma grande variedade de situações.

2a:

-Compilador.log:

p:4|m:128 |faults:543310|escritas:56230

p:4|m:256 |faults:487318|escritas:48200

p:4|m:512 |faults:443482|escritas:41864

p:4|m:1024 |faults:402016|escritas:36844

p:4|m:2048 |faults:348740|escritas:31065

p:4|m:4096 |faults:284132|escritas:25229

p:4|m:8192 |faults:197710|escritas:20293

p:4|m:16384 |faults:109174|escritas:14317

p:2|m:4096 |faults:197715|escritas:20293

p:4|m:4096 |faults:284132|escritas:25229

p:8|m:4096 |faults:348725|escritas:31065

p:16|m:4096 |faults:284709|escritas:24904

p:32|m:4096 |faults:248690|escritas:21327

p:64|m:4096 |faults:223048|escritas:19866

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.

-Compressor.log:

p:4|m:128 |faults:333700|escritas:33880

p:4|m:256 |faults:294875|escritas:27541

p:4|m:512 |faults:48114|escritas:7896

p:4|m:1024 |faults:42107|escritas:6924

p:4|m:2048 |faults:31242|escritas:5633

p:4|m:4096 |faults:23920|escritas:5020

p:4|m:8192 |faults:19718|escritas:4138

p:4|m:16384 |faults:14582|escritas:3194

p:2|m:4096 |faults:19766|escritas:4176

p:4|m:4096 |faults:23920|escritas:5020

p:8|m:4096 |faults:31238|escritas:5633

p:16|m:4096 |faults:23996|escritas:4378

p:32|m:4096 |faults:18855|escritas:3630

p:64|m:4096 |faults:13058|escritas:2278

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.

-Matriz.log:

```
p:4|m:128 |faults:675736|escritas:51042
p:4|m:256 |faults:338181|escritas:48182
p:4|m:512 |faults:270719|escritas:46718
p:4|m:1024 |faults:240102|escritas:46101
p:4|m:2048 |faults:220292|escritas:45589
p:4|m:4096 |faults:198006|escritas:44206
p:4|m:8192 |faults:174515|escritas:42039
p:4|m:16384 |faults:142270|escritas:38927
```

```
p:2|m:4096 |faults:174515|escritas:42039
p:4|m:4096 |faults:198006|escritas:44206
p:8|m:4096 |faults:220289|escritas:45589
p:16|m:4096 |faults:160270|escritas:32236
p:32|m:4096 |faults:127562|escritas:21499
p:64|m:4096 |faults:104087|escritas:15152
```

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam um pouco para páginas pequenas e diminuem bastante para páginas maiores.

-Simulador.log:

```
p:4|m:128 |faults:560525|escritas:84924
p:4|m:256 |faults:408828|escritas:73166
p:4|m:512 |faults:351472|escritas:68499
p:4|m:1024 |faults:277011|escritas:63271
p:4|m:2048 |faults:216951|escritas:59308
p:4|m:4096 |faults:178389|escritas:54551
p:4|m:8192 |faults:138613|escritas:49899
p:4|m:16384 |faults:112600|escritas:46345
```

```
p:2|m:4096 |faults:138619|escritas:49901
p:4|m:4096 |faults:178389|escritas:54551
p:8|m:4096 |faults:216914|escritas:59305
p:16|m:4096 |faults:172465|escritas:41091
p:32|m:4096 |faults:166406|escritas:32463
p:64|m:4096 |faults:157753|escritas:27277
```

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam um pouco para páginas pequenas e diminuem bastante para páginas maiores.

random:

-Compilador.log:

p:4|m:128 |faults:573244|escritas:62114
p:4|m:256 |faults:521139|escritas:54327
p:4|m:512 |faults:474768|escritas:47398
p:4|m:1024 |faults:428394|escritas:41132
p:4|m:2048 |faults:377038|escritas:35148
p:4|m:4096 |faults:311132|escritas:29104
p:4|m:8192 |faults:229175|escritas:22828
p:4|m:16384 |faults:149894|escritas:17208

p:2|m:4096 |faults:229283|escritas:23015
p:4|m:4096 |faults:311132|escritas:29104
p:8|m:4096 |faults:376836|escritas:35257
p:16|m:4096 |faults:307532|escritas:28137
p:32|m:4096 |faults:270621|escritas:24723
p:64|m:4096 |faults:249646|escritas:23680

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.

-Compressor.log:

p:4|m:128 |faults:342501|escritas:38115
p:4|m:256 |faults:162848|escritas:19925
p:4|m:512 |faults:56511|escritas:9361
p:4|m:1024 |faults:44151|escritas:7529
p:4|m:2048 |faults:33723|escritas:6198
p:4|m:4096 |faults:26961|escritas:5314
p:4|m:8192 |faults:21860|escritas:4481
p:4|m:16384 |faults:16854|escritas:3315

p:2|m:4096 |faults:21956|escritas:4501
p:4|m:4096 |faults:26961|escritas:5314
p:8|m:4096 |faults:33681|escritas:6209
p:16|m:4096 |faults:24051|escritas:4626
p:32|m:4096 |faults:19057|escritas:3846
p:64|m:4096 |faults:14366|escritas:2550

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.

-Matriz.log:

p:4|m:128 |faults:626614|escritas:52272
p:4|m:256 |faults:473054|escritas:49809
p:4|m:512 |faults:352270|escritas:48124
p:4|m:1024 |faults:284570|escritas:46971
p:4|m:2048 |faults:246837|escritas:46010
p:4|m:4096 |faults:217314|escritas:44630
p:4|m:8192 |faults:188857|escritas:42545
p:4|m:16384 |faults:163070|escritas:40160

p:2|m:4096 |faults:188857|escritas:42545
p:4|m:4096 |faults:217314|escritas:44630
p:8|m:4096 |faults:246527|escritas:45974
p:16|m:4096 |faults:186411|escritas:33223
p:32|m:4096 |faults:160185|escritas:24145
p:64|m:4096 |faults:146217|escritas:20656

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.

-Simulador.log:

p:4|m:128 |faults:586188|escritas:93790
p:4|m:256 |faults:480267|escritas:81783
p:4|m:512 |faults:390157|escritas:73220
p:4|m:1024 |faults:312826|escritas:66734
p:4|m:2048 |faults:251151|escritas:61509
p:4|m:4096 |faults:202281|escritas:56786
p:4|m:8192 |faults:162702|escritas:52352
p:4|m:16384 |faults:133349|escritas:48650

p:2|m:4096 |faults:162709|escritas:52336
p:4|m:4096 |faults:202281|escritas:56786
p:8|m:4096 |faults:250912|escritas:61466
p:16|m:4096 |faults:206472|escritas:43604
p:32|m:4096 |faults:192372|escritas:35545
p:64|m:4096 |faults:183101|escritas:31326

O aumento da memória diminui bastante o número de page faults e de escritas no disco. No entanto, com memória constante os números aumentam para páginas pequenas e diminuem para páginas maiores.