

2023-1-OS01-P02 결과 보고서
(Virtual Memory Management)

개발 플랫폼 소개

Google Colab 환경에서 Python을 사용하여 개발하였다.

컴파일/실행 방법 소개

code 파일과 input 파일을 Google Colab에 업로드하고, 각 셀을 실행하면 된다.

설계/구현 방법 설명

Python Class를 활용하여 설계하였다.

VirtualMemoryMgmt class는 생성자(__init__) 함수, MIN 함수, FIFO 함수, LRU 함수, LFU 함수, WS 함수로 구성되어 있다.

1. 생성자 함수

Input file에 대한 정보를 읽는다.

Class 내에서 사용될 변수에 대해 정의한다. page_number 변수는 process가 갖는 page 개수를 의미하고, frame_number는 할당 page frame 개수를 의미하고, window_size는 working set 기법에서 사용되는 window size를 의미하며, string_num은 page reference string의 길이를 의미한다. page reference string은 list 형태로 string_list 변수에 저장된다.

2. MIN 함수

sys 모듈을 import 한다.

page fault 변수와 memory state 변수를 초기화한다.

page reference string의 길이만큼 반복하며 memory state를 출력한다.

i. 이미 memory에 해당 page가 할당되어 있는 경우

memory state에는 변화가 없으므로 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한 후, 현재 시간과 현재 memory state를 출력한다.

ii. memory에 빈 공간이 있는 경우

memory에 빈 공간이 있으므로, memory state에 해당 page를 추가하고 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한다. 그리고 현재 시간과 현재 memory state를 출력하고, page fault 변수에 1을 더한다.

- iii. memory에 빈 공간이 없고, 해당 page가 memory에 할당되어 있지 않아 page 교체가 필요한 경우

교체될 page를 선정하기 위해 choose1 딕셔너리를 정의한다. 현재 memory state에 있는 page들에 대하여 해당 시점 이후에 언제 사용될 것인지 파악하기 위해 남은 reference string에서의 해당 page의 index를 조사한다. 만약 해당 page가 남은 reference string에 없다면, 최대값을 부여한다. 딕셔너리의 key값은 page number로, value값은 index 번호로 설정한다. 가장 오랜 기간 사용되지 않은 page를 선정하기 위해 choose1 딕셔너리의 value값 중 최대값을 고르고 해당 value값의 key값(page number)을 outpagenum 변수에 저장한다. 이때, choose1 딕셔너리를 key값을 기준으로 정렬하였기 때문에 같은 최대값을 갖는 page가 2개 이상이라면, 더 작은 page number가 선정된다. (Tie breaking) memory state에서 교체될 page로 선정된 page를 새롭게 할당된 page number로 바꾸고, 남은 reference string에서 새롭게 할당된 page를 삭제한다. 그리고 현재 시간과 현재 memory state를 출력하고, page fault 변수에 1을 더한다.

MIN 기법의 총 page fault 발생 횟수를 출력한다.

3. FIFO 함수

page fault 변수와 memory state 변수를 초기화한다. memory에 loading된 page들을 기록하기 위한 fifo_list 리스트를 정의한다.

page reference string의 길이만큼 반복하며 memory state를 출력한다.

- i. 이미 memory에 해당 page가 할당되어 있는 경우

memory state에는 변화가 없으므로, 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한 후, 현재 시간과 현재 memory state를 출력한다.

- ii. memory에 빈 공간이 있는 경우

memory에 빈 공간이 있으므로, memory state에 해당 page를 추가하고 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한다. 이는 해당 시점에서 새롭게 loading된 page이므로, fifo_list에 해당 page를 추가한다. 그리고

고 현재 시간과 현재 memory state를 출력하고, page fault 변수에 1을 더한다.

- iii. memory에 빈 공간이 없고, 해당 page가 memory에 할당되어 있지 않아 page 교체가 필요한 경우

가장 오래 전에 loading된 page를 교체하는 것이므로, fifo_list에 가장 먼저 추가되었던 page를 교체한다. memory state에서 교체될 page로 선정된 page를 새롭게 할당된 page number로 바꾼다. fifo_list에서 교체될 page를 삭제하고, 새롭게 할당된 page를 추가한다. 남은 reference string에서 새롭게 할당된 page를 삭제한다. 그리고 현재 시간과 현재 memory state를 출력하고, page fault 변수에 1을 더한다.

FIFO 기법의 총 page fault 발생 횟수를 출력한다.

4. LRU 함수

page fault 변수와 memory state 변수를 초기화한다. memory에 reference된 page들을 기록하기 위한 referenced_list 리스트를 정의한다.

page reference string의 길이만큼 반복하며 memory state를 출력한다.

- i. 이미 memory에 해당 page가 할당되어 있는 경우

이미 할당된 page이므로 referenced_list에 기록되어 있다. 하지만, reference 시점의 중복을 방지하기 위해 이미 기록되어 있던 page를 삭제하고, 새롭게 할당된 page를 referenced_list에 추가한다. 이때, memory state에는 변화가 없으므로, 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한 후, 현재 시간과 현재 memory state를 출력한다.

- ii. memory에 빈 공간이 있는 경우

memory에 빈 공간이 있으므로, memory state에 해당 page를 추가하고 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한다. 이는 해당 시점에서 새롭게 reference된 page이므로, referenced_list에 해당 page를 추가한다. 그리고 현재 시간과 현재 memory state를 출력하고, page fault 변수에 1을 더한다.

- iii. memory에 빈 공간이 없고, 해당 page가 memory에 할당되어 있지 않아 page 교체가 필요한 경우

가장 오래 전에 reference된 page를 교체하는 것이므로, referenced_list

에 가장 먼저 추가되었던 page를 교체한다. memory state에서 교체될 page로 선정된 page를 새롭게 할당된 page number로 바꾼다. referenced_list에서 교체될 page를 삭제하고, 새롭게 할당된 page를 추가한다. 남은 reference string에서 새롭게 할당된 page를 삭제한다. 그리고 현재 시간과 현재 memory state를 출력하고, page fault 변수에 1을 더한다.

LRU 기법의 총 page fault 발생 횟수를 출력한다.

5. LFU 함수

page fault 변수와 memory state 변수를 초기화한다. memory에 reference된 page들의 reference 횟수를 기록하기 위한 referenced_dict 딕셔너리를 정의한다. tie breaking을 위해 referenced_list 리스트를 정의한다.

page reference string의 길이만큼 반복하며 memory state를 출력한다.

i. 이미 memory에 해당 page가 할당되어 있는 경우

이미 할당된 page이므로 referenced_list에 기록되어 있다. 하지만, reference 시점의 중복을 방지하기 위해, referenced_list에서 이미 기록되어 있던 page를 삭제하고, 새롭게 page를 추가한다. 지금까지 reference된 횟수를 기록하기 위해 referenced_dict에서 해당 page를 key값으로 갖는 value값에 1을 더해준다. 이때, memory state에는 변화가 없으므로, 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한 후, 현재 시간과 현재 memory state를 출력한다.

ii. memory에 빈 공간이 있는 경우

memory에 빈 공간이 있으므로, memory state에 해당 page를 추가하고 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한다. 이는 해당 시점에서 새롭게 reference된 page이므로, referenced_list에 해당 page를 추가하고, referenced_dict에 해당 page number에 해당하는 key값을 만들고, value값을 1로 지정한다. 그리고 현재 시간과 현재 memory state를 출력하고, page fault 변수에 1을 더한다.

iii. memory에 빈 공간이 없고, 해당 page가 memory에 할당되어 있지 않아 page 교체가 필요한 경우

교체할 page를 선정하기 위해 choose 딕셔너리를 추출한다. 현재 memory state에 할당된 page들에 대해 referenced_dict에 저장된

reference count를 value값으로 갖고, page number를 key값으로 갖는 choose 딕셔너리를 구성한다. 가장 적게 reference된 page를 찾기 위해 choose 딕셔너리의 value값을 추출하여 reference_count 리스트로 변환하고, 가장 적은 값을 가지는 page number의 개수를 세어 minpage_num 변수에 저장한다. 이때, minpage_num 변수가 1 초과이면, 가장 적은 reference count 값을 갖는 page의 개수가 2개 이상이라는 뜻이므로, tie breaking을 진행한다. Tie breaking은 LRU 방식으로, 가장 오래전에 reference된 page를 교체한다. 따라서, referenced_list에 가장 먼저 추가되었던 page를 교체한다. memory state에서 교체될 page로 선정된 page를 새롭게 할당된 page number로 바꾸고, referenced_list에 가장 먼저 추가되었던 page를 삭제한다. minpage_num이 1 이하이면, 가장 적은 reference count 횟수를 갖는 page number를 교체한다. memory state에서 교체될 page로 선정된 page를 새롭게 할당된 page number로 바꾸고, referenced_list에서 교체될 page를 삭제한다. 이후, page 교체 과정이 끝나면, 새롭게 할당된 page를 referenced_dict에 추가한다. 새롭게 할당된 page가 이전에 reference된 적 있는 page라면, referenced_dict에서 새롭게 할당된 page값의 value값에 1을 더하고, 이전에 reference된 적 없는 page라면, referenced_dict에 page값을 key값으로 갖는 value값을 1로 정의한다. 남은 reference string에서 새롭게 할당된 page를 삭제한다. 그리고 현재 시간과 현재 memory state를 출력하고, page fault 변수에 1을 더한다.

LFU 기법의 총 page fault 발생 횟수를 출력한다.

6. WS 함수

page fault 변수와 memory state 변수를 초기화한다. 시점 별로 reference된 page를 기록하기 위해 referenced_string 리스트를 정의한다.

page reference string의 길이만큼 반복하며 memory state를 출력한다.

- i. 이미 memory에 해당 page가 할당되어 있는 경우

window size에 해당하는 길이만큼의 page number string을 working_set 리스트 변수에 저장한다. 그리고 working_set 리스트에 해당 시점에서 할당되어야 할 page를 추가하고, working_set을 memory state에 추가한다. referenced_string에 해당 시점에서 새롭게 할당된 page number

를 추가한다. 이때, memory state에는 변화가 없으므로, 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한 후, 현재 시간과 현재 memory state를 출력한다.

ii. memory에 할당되지 않은 경우

window size에 해당하는 길이만큼의 page number string을 working_set 리스트 변수에 저장한다. 그리고 working_set 리스트에 해당 시점에서 할당되어야 할 page를 추가하고, working_set을 memory state에 추가한다. referenced_string에 해당 시점에서 새롭게 할당된 page number를 추가한다. 이때, memory state에는 변화가 없으므로, 남은 reference string에서 해당 page를 삭제한 후, 현재 시간과 현재 memory state를 출력한다. 그리고 page fault 변수에 1을 더한다.

Working Set 기법의 총 page fault 발생 횟수를 출력한다.

가정에 대한 설명

1. Input 파일에 대한 가정

Input 파일은 텍스트 파일로, 첫 번째 줄에는 process가 갖는 page 개수, 할당 page frame 개수, working set 기법에서 사용될 window size, 그리고 page reference string이 차례대로 적혀 있으며, 띄어쓰기로 구분되어 있다. 두 번째 줄에는 page reference string이 적혀 있으며, 각 page 번호는 띄어쓰기로 구분되어 있다.

2. Memory에 대한 가정

Memory의 초기 상태는 비어 있는 것으로 가정한다.

실행 결과 출력물 및 출력물에 대한 설명

출력 셸을 실행하면 "Text file name here: "이라는 입력 창이 생성된다. 이 창에 input file 의 filename을 입력하면, input file에 저장되어 있던 정보(page number, frame number, window size, string number, page reference list)와 각 기법에 대한 memory state, page fault 횟수가 출력된다.

1. Input1.txt

[input file]



[출력물]

```
Text file name here: input1.txt
page number: 6
frame number: 3
window size: 3
string number: 15

page reference string: ['0', '1', '2', '3', '2', '3', '4', '5', '4', '1', '3', '4', '3', '4', '5']

MIN
time 1 memory state: ['0'] page fault
time 2 memory state: ['0', '1'] page fault
time 3 memory state: ['0', '1', '2'] page fault
time 4 memory state: ['3', '1', '2'] page fault
time 5 memory state: ['3', '1', '2']
time 6 memory state: ['3', '1', '2']
time 7 memory state: ['3', '1', '4'] page fault
time 8 memory state: ['5', '1', '4'] page fault
time 9 memory state: ['5', '1', '4']
time 10 memory state: ['5', '1', '4']
time 11 memory state: ['5', '3', '4'] page fault
time 12 memory state: ['5', '3', '4']
time 13 memory state: ['5', '3', '4']
time 14 memory state: ['5', '3', '4']
time 15 memory state: ['5', '3', '4']
MIN 총 page fault 발생 횟수: 7
-----
```



```

FIFO
time 1 memory state: ['0'] page fault
time 2 memory state: ['0', '1'] page fault
time 3 memory state: ['0', '1', '2'] page fault
time 4 memory state: ['3', '1', '2'] page fault
time 5 memory state: ['3', '1', '2']
time 6 memory state: ['3', '1', '2']
time 7 memory state: ['3', '4', '2'] page fault
time 8 memory state: ['3', '4', '5'] page fault
time 9 memory state: ['3', '4', '5']
time 10 memory state: ['1', '4', '5'] page fault
time 11 memory state: ['1', '3', '5'] page fault
time 12 memory state: ['1', '3', '4'] page fault
time 13 memory state: ['1', '3', '4']
time 14 memory state: ['1', '3', '4']
time 15 memory state: ['5', '3', '4'] page fault
FIFO 총 page fault 발생 횟수: 10
-----

```

```

LRU
time 1 memory state: ['0'] page fault
time 2 memory state: ['0', '1'] page fault
time 3 memory state: ['0', '1', '2'] page fault
time 4 memory state: ['3', '1', '2'] page fault
time 5 memory state: ['3', '1', '2']
time 6 memory state: ['3', '1', '2']
time 7 memory state: ['3', '4', '2'] page fault
time 8 memory state: ['3', '4', '5'] page fault
time 9 memory state: ['3', '4', '5']
time 10 memory state: ['1', '4', '5'] page fault
time 11 memory state: ['1', '4', '3'] page fault
time 12 memory state: ['1', '4', '3']
time 13 memory state: ['1', '4', '3']
time 14 memory state: ['1', '4', '3']
time 15 memory state: ['5', '4', '3'] page fault
LRU 총 page fault 발생 횟수: 9
-----

```

```

LFU
time 1 memory state: ['0'] page fault
time 2 memory state: ['0', '1'] page fault
time 3 memory state: ['0', '1', '2'] page fault
time 4 memory state: ['3', '1', '2'] page fault
time 5 memory state: ['3', '1', '2']
time 6 memory state: ['3', '1', '2']
time 7 memory state: ['3', '4', '2'] page fault
time 8 memory state: ['3', '5', '2'] page fault
time 9 memory state: ['3', '4', '2'] page fault
time 10 memory state: ['3', '4', '1'] page fault
time 11 memory state: ['3', '4', '1']
time 12 memory state: ['3', '4', '1']
time 13 memory state: ['3', '4', '1']
time 14 memory state: ['3', '4', '1']
time 15 memory state: ['3', '4', '5'] page fault
LFU 총 page fault 발생 횟수: 9
-----

```

```

Working Set
time 1 memory state: {0} page fault
time 2 memory state: {0, 1} page fault
time 3 memory state: {0, 1, 2} page fault
time 4 memory state: {0, 1, 2, 3} page fault
time 5 memory state: {1, 2, 3}
time 6 memory state: {2, 3}
time 7 memory state: {2, 3, 4} page fault
time 8 memory state: {2, 3, 4, 5} page fault
time 9 memory state: {3, 4, 5}
time 10 memory state: {1, 4, 5} page fault
time 11 memory state: {1, 3, 4, 5} page fault
time 12 memory state: {1, 3, 4}
time 13 memory state: {1, 3, 4}
time 14 memory state: {3, 4}
time 15 memory state: {3, 4, 5} page fault
Working Set 총 page fault 발생 횟수: 9
-----

```

2. Input2.txt

[input file]



[출력물]

```
Text file name here: input2.txt
page number: 6
frame number: 4
window size: 3
string number: 14

page reference string: ['1', '2', '6', '1', '4', '5', '1', '2', '1', '4', '5', '6', '4', '5']

MIN
time 1 memory state: ['1'] page fault
time 2 memory state: ['1', '2'] page fault
time 3 memory state: ['1', '2', '6'] page fault
time 4 memory state: ['1', '2', '6']
time 5 memory state: ['1', '2', '6', '4'] page fault
time 6 memory state: ['1', '2', '5', '4'] page fault
time 7 memory state: ['1', '2', '5', '4']
time 8 memory state: ['1', '2', '5', '4']
time 9 memory state: ['1', '2', '5', '4']
time 10 memory state: ['1', '2', '5', '4']
time 11 memory state: ['1', '2', '5', '4']
time 12 memory state: ['6', '2', '5', '4'] page fault
time 13 memory state: ['6', '2', '5', '4']
time 14 memory state: ['6', '2', '5', '4']
MIN 총 page fault 발생 횟수: 6
-----
```

```

FIFO
time 1 memory state: ['1'] page fault
time 2 memory state: ['1', '2'] page fault
time 3 memory state: ['1', '2', '6'] page fault
time 4 memory state: ['1', '2', '6']
time 5 memory state: ['1', '2', '6', '4'] page fault
time 6 memory state: ['5', '2', '6', '4'] page fault
time 7 memory state: ['5', '1', '6', '4'] page fault
time 8 memory state: ['5', '1', '2', '4'] page fault
time 9 memory state: ['5', '1', '2', '4']
time 10 memory state: ['5', '1', '2', '4']
time 11 memory state: ['5', '1', '2', '4']
time 12 memory state: ['5', '1', '2', '6'] page fault
time 13 memory state: ['4', '1', '2', '6'] page fault
time 14 memory state: ['4', '5', '2', '6'] page fault
FIFO 총 page fault 발생 횟수: 10
-----

```

```

LRU
time 1 memory state: ['1'] page fault
time 2 memory state: ['1', '2'] page fault
time 3 memory state: ['1', '2', '6'] page fault
time 4 memory state: ['1', '2', '6']
time 5 memory state: ['1', '2', '6', '4'] page fault
time 6 memory state: ['1', '5', '6', '4'] page fault
time 7 memory state: ['1', '5', '6', '4']
time 8 memory state: ['1', '5', '2', '4'] page fault
time 9 memory state: ['1', '5', '2', '4']
time 10 memory state: ['1', '5', '2', '4']
time 11 memory state: ['1', '5', '2', '4']
time 12 memory state: ['1', '5', '6', '4'] page fault
time 13 memory state: ['1', '5', '6', '4']
time 14 memory state: ['1', '5', '6', '4']
LRU 총 page fault 발생 횟수: 7
-----

```

```

LFU
time 1 memory state: ['1'] page fault
time 2 memory state: ['1', '2'] page fault
time 3 memory state: ['1', '2', '6'] page fault
time 4 memory state: ['1', '2', '6']
time 5 memory state: ['1', '2', '6', '4'] page fault
time 6 memory state: ['1', '5', '6', '4'] page fault
time 7 memory state: ['1', '5', '6', '4']
time 8 memory state: ['1', '5', '2', '4'] page fault
time 9 memory state: ['1', '5', '2', '4']
time 10 memory state: ['1', '5', '2', '4']
time 11 memory state: ['1', '5', '2', '4']
time 12 memory state: ['1', '5', '6', '4'] page fault
time 13 memory state: ['1', '5', '6', '4']
time 14 memory state: ['1', '5', '6', '4']
LFU 총 page fault 발생 횟수: 7
-----

```

```

Working Set
time 1 memory state: {1} page fault
time 2 memory state: {1, 2} page fault
time 3 memory state: {1, 2, 6} page fault
time 4 memory state: {1, 2, 6}
time 5 memory state: {1, 2, 4, 6} page fault
time 6 memory state: {1, 4, 5, 6} page fault
time 7 memory state: {1, 4, 5}
time 8 memory state: {1, 2, 4, 5} page fault
time 9 memory state: {1, 2, 5}
time 10 memory state: {1, 2, 4} page fault
time 11 memory state: {1, 2, 4, 5} page fault
time 12 memory state: {1, 4, 5, 6} page fault
time 13 memory state: {4, 5, 6}
time 14 memory state: {4, 5, 6}
Working Set 총 page fault 발생 횟수: 9
-----

```

3. Input3.txt

[Input file]



[출력물]

```
Text file name here: input3.txt
page number: 5
frame number: 3
window size: 3
string number: 10

page reference string: ['2', '2', '3', '1', '2', '4', '2', '4', '0', '3']

MIN
time 1 memory state: ['2'] page fault
time 2 memory state: ['2']
time 3 memory state: ['2', '3'] page fault
time 4 memory state: ['2', '3', '1'] page fault
time 5 memory state: ['2', '3', '1']
time 6 memory state: ['2', '3', '4'] page fault
time 7 memory state: ['2', '3', '4']
time 8 memory state: ['2', '3', '4']
time 9 memory state: ['0', '3', '4'] page fault
time 10 memory state: ['0', '3', '4']
MIN 총 page fault 발생 횟수: 5
-----
FIFO
time 1 memory state: ['2'] page fault
time 2 memory state: ['2']
time 3 memory state: ['2', '3'] page fault
time 4 memory state: ['2', '3', '1'] page fault
time 5 memory state: ['2', '3', '1']
time 6 memory state: ['4', '3', '1'] page fault
time 7 memory state: ['4', '2', '1'] page fault
time 8 memory state: ['4', '2', '1']
time 9 memory state: ['4', '2', '0'] page fault
time 10 memory state: ['3', '2', '0'] page fault
FIFO 총 page fault 발생 횟수: 7
-----
```

```
LRU
time 1 memory state: ['2'] page fault
time 2 memory state: ['2']
time 3 memory state: ['2', '3'] page fault
time 4 memory state: ['2', '3', '1'] page fault
time 5 memory state: ['2', '3', '1']
time 6 memory state: ['2', '4', '1'] page fault
time 7 memory state: ['2', '4', '1']
time 8 memory state: ['2', '4', '1']
time 9 memory state: ['2', '4', '0'] page fault
time 10 memory state: ['3', '4', '0'] page fault
LRU 총 page fault 발생 횟수: 6
```

```
-----
LFU
time 1 memory state: ['2'] page fault
time 2 memory state: ['2']
time 3 memory state: ['2', '3'] page fault
time 4 memory state: ['2', '3', '1'] page fault
time 5 memory state: ['2', '3', '1']
time 6 memory state: ['2', '4', '1'] page fault
time 7 memory state: ['2', '4', '1']
time 8 memory state: ['2', '4', '1']
time 9 memory state: ['2', '4', '0'] page fault
time 10 memory state: ['2', '4', '3'] page fault
LFU 총 page fault 발생 횟수: 6
```

```
-----
Working Set
time 1 memory state: {2} page fault
time 2 memory state: {2}
time 3 memory state: {2, 3} page fault
time 4 memory state: {1, 2, 3} page fault
time 5 memory state: {1, 2, 3}
time 6 memory state: {1, 2, 3, 4} page fault
time 7 memory state: {1, 2, 4}
time 8 memory state: {2, 4}
time 9 memory state: {0, 2, 4} page fault
time 10 memory state: {0, 2, 3, 4} page fault
Working Set 총 page fault 발생 횟수: 6
```

4. Input4.txt

[Input file]



[출력물]

```
Text file name here: input4.txt
page number: 150
frame number: 4
window size: 10
string number: 20

page reference string: ['0', '120', '3', '4', '9', '58', '61', '35', '42', '1', '84', '46', '17', '29', '50', '31', '84', '53', '21', '67']
입력 값이 맞지 않습니다.
```

Input file에 입력되는 값들의 가정에 부합하지 않는 값들이 입력된 input file name이 입력되면 "입력 값이 맞지 않습니다." 라는 문구가 출력되고, 각 기법에 대한 management를 진행하지 않는다.