운영체제 HW3.

201613989 김진산

1. Page Replacement Algorithm

1-1) 현재 제공된 페이지 교체 알고리즘에 구현되어 있는 FIFO, Optimal, LRU, LFU, Second Chance 방식의 소스코드에 대한 분석 내용을 기술하시오.

1-1-1) 전역 변수

|  |  |
| --- | --- |
| Int n | 요구 페이지의 수 |
| Int nf | 프레임의 크기 |
| Int in[] | 요구 페이지의 번호 |
| Int p[] | 프레임의 상태, 현재 어떤 페이지가 프레임에 있는지 저장 |
| Int hit | 페이지 적중을 나타내는 변수 |
| Int I, j, k | For문 사용에 이용되는 변수 |
| Int pgfaultcnt | 페이지 부재 발생 횟수 |

1-1-2) 함수

|  |  |
| --- | --- |
| void getData() | 데이터를 입력 받는 함수. 사용자는 n, in[], nf를 입력한다. 즉 요구 페이지의 수, 각각의 요구 페이지의 이름, 프레임의 크기를 입력한다. |
| void initialize() | 초기화 함수, pgfaultcnt, p[]를 초기화 한다. 즉 페이지 부재 발생 수와 프레임을 초기화 한다. |
| int isHit(int data) | 페이지 적중 확인 함수, 파라미터로 받은 data가 프레임에 있는지 확인한다. 페이지 적중 시 1을, 페이지 부재 시 0을 반환한다. |
| int getHitIndex(int data) | 파라미터로 받은 data가 프레임에 있는지 확인하고, 그 위치를 반환한다. 페이지 부재일 경우는 생각하지 않는다. |
| void dispPages() | 프레임의 상태를 출력하는 함수, 프레임에 저장된 페이지를 모두 출력한다. |
| void dispPgFaultCnt() | 페이지 부재 발생 횟수를 출력하는 함수 |
| void fifo() | 선입선출 페이지 교체 알고리즘  가장 먼저 프레임에 들어온 페이지를 대상 페이지로 선정한다.  코드:  1. initialize()를 통해 초기화 한다.  2. isHit()를 통해 페이지 적중, 부재를 확인한다.  3-1. 페이지 부재일 경우 프레임의 뒤에서부터 페이지를 추가한다. 뒤에부터 추가하기 때문에 맨 앞에 있는 페이지가 시간상 가장 먼저 들어온 페이지이다. 그러므로 페이지 교체 발생시 프레임의 맨 앞의 값을 대상 페이지로 선정한다. 페이지 교체 후 프레임의 상태를 출력한다.  3-2. 페이지 적중일 경우 메시지를 출력한다.  4. 페이지 부재 발생수를 출력한다. |
| void optimal() | 최적 페이지 교체 알고리즘  앞으로 사용하지 않을 페이지를 대상 페이지로 선정한다.  추가 변수:  Int near[]: 이후 나올 페이지의 가장 가까운 위치를 저장한다.  Int pg: 프레임에 있는 특정 페이지가 이후에 나올지 요구 페이지들과 비교하기 위해 프레임의 특정 페이지를 임시로 저장하는 변수  Int found: 프레임에 있는 페이지가 이후에 존재하는지 판단하는 변수, 존재 시 1, 존재하지 않을 경우 0을 저장한다.  Int max: 대상 프레임 선정 시 가장 나중에 다시 사용되는 인덱스를 저장한다.  Int repindex: 변경할 프레임의 위치를 나타낸다.  코드:  1. initialize()를 통해 초기화 한다.  2. isHit()를 통해 페이지 적중, 부재를 확인한다.  3-1. 페이지 부재일 경우, 프레임 안에 있는 모든 페이지에 대하여 다음에 페이지가 나올지 검색한다. 프레임 내의 각각의 페이지 별로 이후 가장 먼저 나오는 동일한 페이지의 인덱스를 near에 저장한다. near값이 가장 큰 프레임의 페이지를 대상 페이지로 선정한다. 페이지 교체 후 페이지 부재 수를 증가시키고 프레임의 상태를 출력한다.  3-2. 페이지 적중일 경우 메시지를 출력한다.  4. 페이지 부재 발생수를 출력한다.  오류:  주어진 요구페이지에서 페이지 적중이 존재하지 않을 경우 프레임을 모두 사용하지 않는 현상이 존재. Repindex가 0에서 증가하지 않아 오류가 발생하고 있다. |
| Void lru() | 최근 최소 사용 페이지 교체 알고리즘  가장 오래전에 사용된 페이지를 대상 페이지로 선정한다.  변수:  Int least[]: 현재 프레임에 있는 페이지들 각각의 가장 최근에 사용된 인덱스를 저장한다.  Int pg: 프레임에 있는 특정 페이지가 이전에 언제 마지막을 나왔었는지 검색하기 위해 프레임의 특정 페이지를 임시로 저장하는 변수  Int min: 대상 프레임 선정 시 가장 오래전에 사용된 인덱스를 저장한다.  Int repindex: 변경할 프레임의 위치를 나타낸다.  코드:  1. initialize()를 통해 초기화 한다.  2. isHit()를 통해 페이지 적중, 부재를 확인한다.  3-1) 페이지 부재 시 프레임에 있는 각각의 페이지에 대해 가장 최근에 사용된 인덱스를 구한다. 이 값이 가장 작은 것이 가장 오래전에 사용되었던 페이지로, 이를 대상 페이지로 선정한다. 페이지 교체 후 페이지 부재 발생 수를 증가시키고 프레임의 상태를 출력한다.  3-2) 페이지 적중 시 메시지를 출력한다.  4. 페이지 부재 발생 수를 출력한다. |
| Void lfu() | 최소 빈도 사용 알고리즘  사용되었던 횟수를 바탕으로 가장 적은 페이지를 대상 페이지로 선정한다.  변수:  Int usedcnt[]: 프레임에 있는 페이지들 각각의 이전까지 사용한 횟수를 저장하는 배열  Int least: 가장 적게 사용된 페이지의 사용 횟수를 저장한다.  Int repin: 교체할 프레임의 인덱스를 저장한다.  Int sofarcnt: 페이지 교체가 발생하면 교체한 페이지의 사용횟수를 저장한다.  Int bn: 실행한 요구페이지의 개수를 나타낸다.  Int hitind: 프레임의 인덱스를 저장한다.  코드:  1. initialize()를 통해 초기화 한다.  2. 사용 횟수를 나타내는 usedcnt[]를 초기화 한다.  3. isHit()를 통해 페이지 적중, 부재를 확인한다.  4-1. 페이지 적중인 경우, getHitIndex()를 통해서 적중한 프레임의 인덱스를 찾아서 usedcnt를 증가시킨다.  4-2. 페이지 부재인 경우, 페이지 부재 횟수를 증가시킨다. 현재 실행한 요구 페이지의 수가 프레임의 크기보다 작은 경우 순서대로 프레임에 입력하고 usedcnt를 증가시킨다. 현재 실행한 요구 페이지가 프레임의 크기보다 큰 경우 usedcnt를 사용하여 가장 적게 사용된 프레임의 페이지를 대상 페이지로 선정한다. 페이지 교체 후 교체한 페이지의 이전까지 사용된 횟수를 usedcnt에 입력한다. 이후 프레임의 상태를 출력한다.  5. 페이지 부재 발생 수를 출력한다.  오류:  Bn의 초기값이 설정되어 있지 않아서 쓰레기값으로 존재하고 있었다. 그래서 실행 오류가 발생하였다. |
| Void secondChance() | 2차 기회 페이지 교체 알고리즘  특정 페이지에 접근하여 페이지 부재 없이 성공할 경우 해당 페이지를 큐의 맨 뒤로 이동하여 대상 페이지에서 제외한다.  변수:  Int usedbit[]: 페이지가 사용되었음을 표기하는 배열, 페이지 적중시 1로 증가시킨다.  Int victimptr: 대상 페이지를 표시하는 포인터  Int hitindex: 프레임의 인덱스를 저장한다.  코드:  1. initialize()를 통해 초기화 한다.  2. usedbit를 초기화 시킨다.  3. isHit()를 통해 페이지 적중, 부재를 확인한다.  4-1. 페이지 적중인 경우, 메시지를 출력하고, 해당 프레임의 페이지의 usedbit[]를 1로 변경한다.  4-2. 페이지 부재인 경우, 페이지 부재 수를 증가시키고 usedbit가 0인 것을 찾는다. uedbit가 1인 경우 0으로 감소시키고 다음 프레임의 페이지를 확인한다. 대상 페이지가 서정 및 교체되면 교체된 프레임의 페이지의 usedbit를 1로 설정한다. 이후 프레임의 상태를 출력한다.  5. 페이지 부재수를 출력한다. |
| Void main() | 무한루프 속에서 각각의 메뉴를 출력하고 선택을 기다린다. |

1-2) 제공된 코드를 이용하여, NUR 알고리즘을 구현하고, 그림 9-9 공통으로 사용할 메모리 접근 패턴을 이용하여, 그림 9-18과 같은 결과가 출력되도록 코드를 작성하고 실행 결과 화면을 보이시오. (텍스트 정보로 출력하면 됨)

1-2-1) NUR

최근 미사용 페이지 교체 알고리즘

Lru, lfu 페이지 교체 알고리즘과 성능이 비슷하면서 불필요한 공간 낭비 해결

참조비트, 변경비트를 사용하여 추가 메모리 공간이 2비트 뿐이다.

1-2-2) 코드

|  |
| --- |
| void nur(){  int refbit[50], changebit[50], bn = 0;//참조비트, 변경비트  initialize(); //초기화  for(i=0; i<n; i++){  printf("\nFor %d:",in[i]);  if(isHit(in[i])){ //페이지 적중시  printf("No page fault!");  int hitindex=getHitIndex(in[i]);  if(refbit[hitindex]==0)  refbit[hitindex]=1;//교체한 프레임 참조 비트 = 1  }  else{  pgfaultcnt++; //페이지 부재 횟수 증가  if(bn<nf){ //프레임이 가득 차지 않았을경우  p[bn]=in[i];  changebit[bn]=1; //변경 비트 = 1  bn++;  }  else{  int rank[50]; //대상 페이지 우선순위  int pgindex = 0; //대상 페이지 인덱스  int check = 0; //모두 (1,1)인경우 검사  for(k=0; k<nf; k++){ //우선순위 측정  if(refbit[k] == 0 && changebit[k] == 0) rank[k] = 0;  else if(refbit[k] == 0 && changebit[k] == 1) rank[k] = 1;  else if(refbit[k] == 1 && changebit[k] == 0) rank[k] = 2;  else if(refbit[k] == 1 && changebit[k] == 1) rank[k] = 3;  }  for(k=0; k<nf-1; k++){ //대상 페이지 선정  if(rank[k]<rank[k+1]) pgindex = k;  if(rank[k] == rank[k+1]) check++;  }  if(check == nf-1) { //모두 (1,1)인경우 (0,0)으로 변경  for(k=0; k<nf-1; k++){  refbit[k] =0;  changebit[k] = 0;  }  }  p[pgindex] = in[i]; //페이지 교체  refbit[pgindex] = 0; //참조비트 = 0  changebit[pgindex] = 1;//변경비트 = 1  }  dispPages(); //프레임 상태 출력  }  }  dispPgFaultCnt(); // 페이지 부재 수 출력  } |

1-2-3) 실행 화면

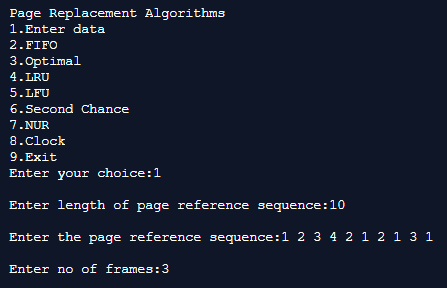


그림 데이터 입력

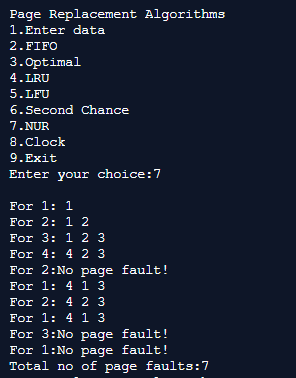


그림 NUR 알고리즘 실행결과

1-3) 제공된 코드를 이용하여, FIFO 변형 알고리즘 중에서 시계 알고리즘을 구현하고, 그림 9-9 공통으로 사용할 메모리 접근패턴을 이용하여, 그림 9-21과 같은 결과가 출력되도록 코드를 작성하고 실행 결과 화면을 보이시오. (텍스트 정보로 출력하면 됨)

1-3-1) clock

2차 기회 페이지 교체 알고리즘과 유사하지만 구현방식이 다르다. 2차 페이지 교체 알고리즘은 큐를, 시계 알고리즘은 원형큐를 사용한다. 2차 기회 페이지 교체 알고리즘에 비해 각 페이지에 참조 비트가 하나씩 추가된다. 대상에서 제외되는 경우는 단 한번이다.

추가 공간이 적게 들지만 알고리즘이 복잡하고 계산량이 많다는 것이 단점이다.

1-3-2) 코드

|  |
| --- |
| void clock(){  int refbit[50], qindex= 0, bn = 0; //참조 비트, 큐인덱스  initialize(); //초기화  for(i=0; i<n; i++){  printf("\nFor %d:",in[i]);  if(isHit(in[i])){ //페이지 적중시  printf("No page fault!");  int hitindex=getHitIndex(in[i]);  if(refbit[hitindex]==0)  refbit[hitindex]=1;//교체한 프레임 참조 비트 = 1  }  else{  pgfaultcnt++; //페이지 부재 횟수 증가  if(bn<nf){ //프레임이 가득 차지 않았을경우  p[bn]=in[i];  refbit[bn] = 0;  qindex++;  bn++;  }  else{  while(1){ // 대상페이지를 찾을때 까지  if(refbit[qindex] == 0){ //대상페이지 선정  p[qindex] = in[i]; //페이지 교체  qindex++;  break;  }  else{ //참조비트가 1인경우  refbit[qindex] = 0; //참조비트를 0으로 변경후  qindex++; //인덱스를 이동  if(qindex == nf) qindex = 0;  }  }  }  dispPages(); //프레임 상태 출력  }  if(qindex==nf) qindex = 0;  }  dispPgFaultCnt(); // 페이지 부재 수 출력  } |

1-3-3) 실행 화면

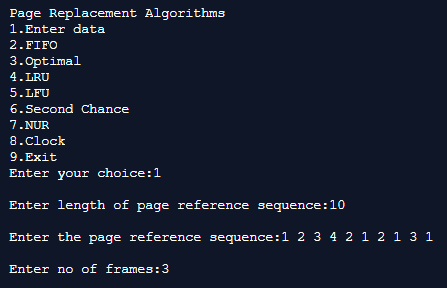


그림 데이터 입력

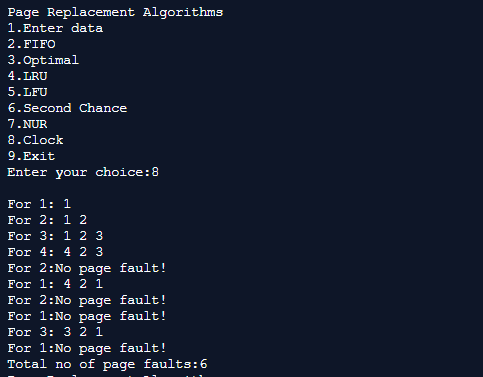


그림 시계 알고리즘 실행화면

1-4) 표를 이용하여, 수정 전 코드에 대비하여 수정한 내용을 기술하시오.

|  |  |
| --- | --- |
| void optimal() 실행 결과 오류 | |
| 수정전 | 수정후 |
| 입력 데이터 : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0    프레임의 크기가 3인데 1개의 프레임만 사용됨 | 입력 데이터 : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0    Bn 변수를 추가하여 프레임의 크기를 비교하여 초기에 프레임보다 작은 경우 입력을 받도록 설정 |
| void lfu() 변수 초기화 오류 | |
| 수정전 | 수정후 |
| int least,repin,sofarcnt=0,bn;  bn변수가 초기화 되어 있지 않아서 실행 오류 발생 | int least,repin,sofarcnt=0,bn = 0;  bn 변수를 초기화 함으로써 if문 에러 제거 |
| Main() case 및 출력 문자 수정 | |
| 수정전 | 수정후 |
| printf("\nPage Replacement Algorithms\n1.Enter data\n2.FIFO\n3.Optimal\n4.LRU\n5.LFU\n6.Clock\n7.Exit\nEnter your choice:"); | printf("\nPage Replacement Algorithms\n1.Enter data\n2.FIFO\n3.Optimal\n4.LRU\n5.LFU\n6.Second Chance\n7.NUR\n8.Clock\n9.Exit\nEnter your choice:"); |
|  | case 7:  nur();  break;  case 8:  clock();  break; |

1-5) 전체 코드

|  |
| --- |
| #include<stdio.h>  int n; //요구 페이지 수  int nf; //프레임 크기  int in[100]; //요구 페이지 이름들  int p[50]; //프레임 상태  int hit=0; //페이지 적중 확인  int i,j,k; //for문 변수  int pgfaultcnt=0; //페이지 교체 수    //data 입력 함수  void getData()  {  printf("\nEnter length of page reference sequence:");  scanf("%d",&n);  printf("\nEnter the page reference sequence:");  for(i=0; i<n; i++)  scanf("%d",&in[i]);  printf("\nEnter no of frames:");  scanf("%d",&nf);  }    void initialize() //초기화  {  pgfaultcnt=0;  for(i=0; i<nf; i++)  p[i]=9999;  }    int isHit(int data) //메모리에 요구 페이지 있는지 확인  {  hit=0;  for(j=0; j<nf; j++)  {  if(p[j]==data) //있는 경우 1  {  hit=1;  break;  }  }  return hit;  }    int getHitIndex(int data)  {  int hitind;  for(k=0; k<nf; k++)  {  if(p[k]==data)  {  hitind=k;  break;  }  }  return hitind;  }    void dispPages() //메모리 현황 출력  {  for (k=0; k<nf; k++)  {  if(p[k]!=9999)  printf(" %d",p[k]);  }    }    void dispPgFaultCnt()  {  printf("\nTotal no of page faults:%d",pgfaultcnt);  }    void fifo() //먼저 들어온 것이 먼저 나감  {  initialize(); //초기화  for(i=0; i<n; i++) //요구 페이지 n개  {  printf("\nFor %d :",in[i]); //순서 표기    if(isHit(in[i])==0) //적중 실패  {  for(k=0; k<nf-1; k++) //맨 앞의 원소 제거  p[k]=p[k+1];  p[k]=in[i]; // 맨 뒤에 원소 추가  pgfaultcnt++; //페이지 교체 수 증가  dispPages(); //현재 프레임의 원소 표시  }  else //적중 성공  printf("No page fault");  }  dispPgFaultCnt();  }      void optimal()  {  int bn = 0;  initialize(); //초기화  int near[50]; //다음에 나올 페이지 번째  for(i=0; i<n; i++) //요구 페이지 수 n  {  printf("\nFor %d :",in[i]);  if(isHit(in[i])==0) //페이지 부재  {  pgfaultcnt++;  if(bn<nf)  {  p[bn]=in[i];  bn++;  }  else{  for(j=0; j<nf; j++)//모든 프레임  {  int pg=p[j]; //프레임 [j]번째  int found=0;  for(k=i; k<n; k++) //이후에 나올 페이지 검사  {  if(pg==in[k]) //이후에 프레임에 있는 경우  {  near[j]=k; //다음에 나올 같은 페이지  found=1;  break;  }  else  found=0;  }  if(!found) // 이후에 같은 페이지가 나오지 않을 경우  near[j]=9999;  }  int max=-9999;  int repindex;  for(j=0; j<nf; j++) //프레임 크기  {  if(near[j]>max) //가장 나중에 나올 페이지 선택  {  max=near[j];  repindex=j; //교체할 프레임의 인덱스,  }  }  p[repindex]=in[i]; //이후에 같은 페이지가 나오지 않을 경우 repindex값이 증가하지 않아 프레임이 가득 안참  }  dispPages();  }  else  printf("No page fault");  }  dispPgFaultCnt();  }    void lru()  {  initialize(); // 초기화  int least[50];  for(i=0; i<n; i++)  {  printf("\nFor %d :",in[i]);  if(isHit(in[i])==0)  {  for(j=0; j<nf; j++) //프레임수  {  int pg=p[j]; //프레임 원소  int found=0;  for(k=i-1; k>=0; k--) //현재 프레임의 마지막 원소부터 처음까지  {  if(pg==in[k]) //가장 최근 사용 검색  {  least[j]=k;  found=1;  break;  }  else  found=0;  }  if(!found)  least[j]=-9999;  }  int min=9999;  int repindex;  for(j=0; j<nf; j++) //프레임수  {  if(least[j]<min) //가장 최근 검색, 값이 가장 작은것이 가장 마지막에 사용된 페이지  {  min=least[j];  repindex=j;  }  }  p[repindex]=in[i];  pgfaultcnt++;    dispPages();  }  else  printf("No page fault!");  }  dispPgFaultCnt();  }    void lfu()  {  int usedcnt[100];  int least,repin,sofarcnt=0,bn = 0;  initialize(); //초기화  for(i=0; i<nf; i++)  usedcnt[i]=0; //사용횟수    for(i=0; i<n; i++)  {  printf("\nFor %d :",in[i]);  if(isHit(in[i])) //적중 한 경우  {  int hitind=getHitIndex(in[i]); //적중한 프레임  usedcnt[hitind]++; //사용횟수 증가  printf("No page fault!");  }  else //적중 실패  {  pgfaultcnt++;  if(bn<nf)  {  p[bn]=in[i];  usedcnt[bn]=usedcnt[bn]+1;  bn++;  }  else  {  least=9999;  for(k=0; k<nf; k++)  if(usedcnt[k]<least) //가장 적게 사용된 프레임 선택  {  least=usedcnt[k];  repin=k; //교체할 프레임의 인덱스  }  p[repin]=in[i];  sofarcnt=0;  for(k=0; k<=i; k++) //변경할 프레임이 얼마나 사용되었는지 검색  if(in[i]==in[k])  sofarcnt=sofarcnt+1;  usedcnt[repin]=sofarcnt; //사용 횟수 추가  }  dispPages();  }  }  dispPgFaultCnt();  }    void secondchance()  {  int usedbit[50];  int victimptr=0;  initialize(); //초기화  for(i=0; i<nf; i++)  usedbit[i]=0;  for(i=0; i<n; i++)  {  printf("\nFor %d:",in[i]);  if(isHit(in[i])) //적중한 경우  {  printf("No page fault!");  int hitindex=getHitIndex(in[i]); //적중 프레임 선택  if(usedbit[hitindex]==0)  usedbit[hitindex]=1;  }  else //실패한 경우  {  pgfaultcnt++;  if(usedbit[victimptr]==1) //사용됬었던 경우  {  do  {  usedbit[victimptr]=0;//기회 1번  victimptr++; //다음 프레임 선택  if(victimptr==nf) // 원형큐  victimptr=0;  }  while(usedbit[victimptr]!=0); //선택할때까지  }  if(usedbit[victimptr]==0) //프레임 선택  {  p[victimptr]=in[i]; //페이지 교체  usedbit[victimptr]=1; //사용횟수 증가  victimptr++;  }  dispPages();  }  if(victimptr==nf)  victimptr=0;  }  dispPgFaultCnt();  }    void nur(){  int refbit[50], changebit[50], bn = 0;//참조비트, 변경비트  initialize(); //초기화  for(i=0; i<n; i++){  printf("\nFor %d:",in[i]);  if(isHit(in[i])){ //페이지 적중시  printf("No page fault!");  int hitindex=getHitIndex(in[i]);  if(refbit[hitindex]==0)  refbit[hitindex]=1;//교체한 프레임 참조 비트 = 1  }  else{  pgfaultcnt++; //페이지 부재 횟수 증가  if(bn<nf){ //프레임이 가득 차지 않았을경우  p[bn]=in[i];  changebit[bn]=1; //변경 비트 = 1  bn++;  }  else{  int rank[50]; //대상 페이지 우선순위  int pgindex = 0; //대상 페이지 인덱스  int check = 0; //모두 (1,1)인경우 검사  for(k=0; k<nf; k++){ //우선순위 측정  if(refbit[k] == 0 && changebit[k] == 0) rank[k] = 0;  else if(refbit[k] == 0 && changebit[k] == 1) rank[k] = 1;  else if(refbit[k] == 1 && changebit[k] == 0) rank[k] = 2;  else if(refbit[k] == 1 && changebit[k] == 1) rank[k] = 3;  }  for(k=0; k<nf-1; k++){ //대상 페이지 선정  if(rank[k]<rank[k+1]) pgindex = k;  if(rank[k] == rank[k+1]) check++;  }  if(check == nf-1) { //모두 (1,1)인경우 (0,0)으로 변경  for(k=0; k<nf-1; k++){  refbit[k] =0;  changebit[k] = 0;  }  }  p[pgindex] = in[i]; //페이지 교체  refbit[pgindex] = 0; //참조비트 = 0  changebit[pgindex] = 1;//변경비트 = 1  }  dispPages(); //프레임 상태 출력  }  }  dispPgFaultCnt(); // 페이지 부재 수 출력  }  void clock(){  int refbit[50], qindex= 0, bn = 0; //참조 비트, 큐인덱스  initialize(); //초기화  for(i=0; i<n; i++){  printf("\nFor %d:",in[i]);  if(isHit(in[i])){ //페이지 적중시  printf("No page fault!");  int hitindex=getHitIndex(in[i]);  if(refbit[hitindex]==0)  refbit[hitindex]=1;//교체한 프레임 참조 비트 = 1  }  else{  pgfaultcnt++; //페이지 부재 횟수 증가  if(bn<nf){ //프레임이 가득 차지 않았을경우  p[bn]=in[i];  refbit[bn] = 0;  qindex++;  bn++;  }  else{  while(1){ // 대상페이지를 찾을때 까지  if(refbit[qindex] == 0){ //대상페이지 선정  p[qindex] = in[i]; //페이지 교체  qindex++;  break;  }  else{ //참조비트가 1인경우  refbit[qindex] = 0; //참조비트를 0으로 변경후  qindex++; //인덱스를 이동  if(qindex == nf) qindex = 0;  }  }  }  dispPages(); //프레임 상태 출력  }  if(qindex==nf) qindex = 0;  }  dispPgFaultCnt(); // 페이지 부재 수 출력  }  int main()  {  int choice;  while(1)  {  printf("\nPage Replacement Algorithms\n1.Enter data\n2.FIFO\n3.Optimal\n4.LRU\n5.LFU\n6.Second Chance\n7.NUR\n8.Clock\n9.Exit\nEnter your choice:");  scanf("%d",&choice);  switch(choice)  {  case 1:  getData();  break;  case 2:  fifo();  break;  case 3:  optimal();  break;  case 4:  lru();  break;  case 5:  lfu();  break;  case 6:  secondchance();  break;  case 7:  nur();  break;  case 8:  clock();  break;  default:  return 0;  break;  }  }  } |