자료구조응용

23. Heap Sort, Radix Sort (5+10=15점)

2025.12.1

1. 다음 입력 리스트에 대해 힙정렬(heap sort)을 수행하고자 한다.
   입력 리스트 (12, 2, 16, 30, 8, 28, 4, 10, 20, 6, 18)

(1) heapSort(Figure 7.13) 함수에서 입력 리스트의 트리에 대해 ① 첫 번째 for문 ② 두 번째 for문 수행 과정에서 리스트의 상태를 단계적으로 나타내라. 매번 adjust를 수행한 직후의 상태에 대해서만 트리를 그리면 된다. ②는 정렬된 데이터도 같이 표현하라. (2점)

※ ①은 강의 슬라이드 p.27, ②는 강의슬라이드 p.28 참고

※ 연습장에 적은 후 사진을 찍어도 되며 그 결과를 보고서에 넣을 것

(2) (1)의 결과를 프로그램으로 확인해 보라. (3점)

<실행 순서>

① 입력 파일(input.txt)로부터 key를 읽어 들여 구조체 배열 a에 저장한다.

※ element 타입은 key 필드만으로 구성된 구조체를 재정의한 것으로 가정한다.

input.txt
11
12 2 16 30 8 28 4 10 20 6 18

※ 첫 줄의 11은 입력키의 개수

② 각 레코드의 key에 대해 힙정렬을 실행한다.

※ adjust 함수 수행마다 배열(a)의 인덱스 순서대로 key값을 화면에 출력한다.

※ 출력함수를 정의하여 사용해야 한다.

③ 정렬 결과를 파일(output.txt)에 저장한다.

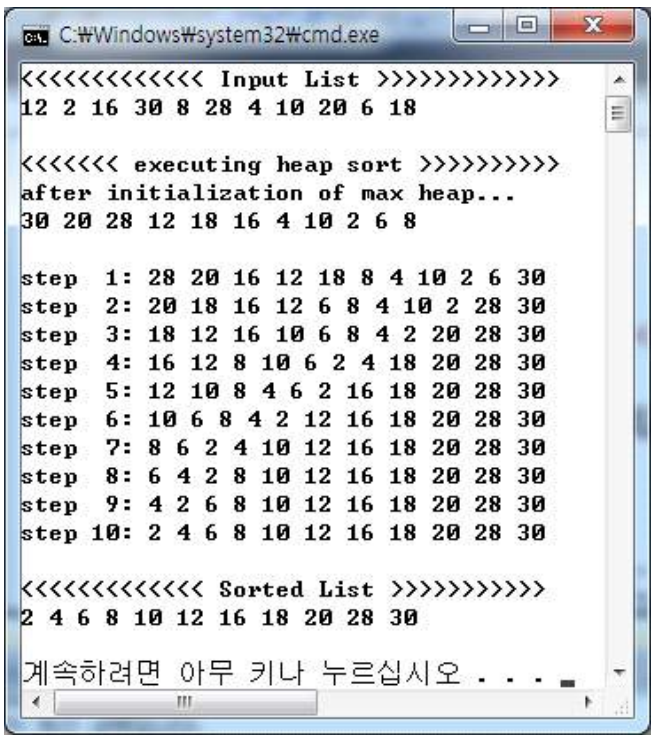
```
void heapSort(element a[], int n)
{/* perform a heap sort on a[1:n] */
   int i,j;
   element temp;

   for (i = n/2; i > 0; i--)
      adjust(a,i,n);
   for (i = n-1; i > 0; i--) {
      SWAP(a[1],a[i+1],temp);
      adjust(a,1,i);
   }
}
```

Program 7.13: Heap sort

```
void adjust(element a[], int root, int n)
{/* adjust the binary tree to establish the heap */
   int child,rootkey;
   element temp;
   temp = a[root];
   rootkey = a[root].key;
   child = 2 * root;                          /* left child */
   while (child <= n) {
      if ((child < n) &&
      (a[child].key < a[child+1].key))
         child++;
      if (rootkey > a[child].key) /* compare root and
                                     max. child */
         break;
      else {
         a[child / 2] = a[child]; /* move to parent */
         child *= 2;
      }
   }
   a[child/2] = temp;
}
```

Program 7.12: Adjusting a max heap

<실행 예>



2. 다음 입력 리스트에 대해 기수정렬(radix sort)을 수행하고자 한다.

입력 리스트 (12, 2, 16, 30, 8, 28, 4, 10, 20, 6, 18)

(1) 기수정렬 과정을 Figure7.9((a), (b), (c), (d))와 같이 순서대로 그림을 그리고 나타내어라. 단, r=10을 사용하라. (2점)

※ 연습장에 적은 후 사진을 찍어도 되며 그 결과를 보고서에 넣을 것

(2) (1)의 결과를 프로그램으로 확인해 보라. (8점)

<실행 순서>

① 입력 파일(input.txt)로부터 데이터를 읽어 들여 구조체 배열 a에 저장한다.

input.txt	
2 11 12 2 16 30 8 28 4 10 20 6 18	첫째 줄: d, n 둘째 줄: Key 리스트

※ element 타입의 key 필드만으로 구성된 구조체를 재정의한 것으로 가정한다.

※ 튜터는 다른 d 입력에 대해 테스트하여야 한다.

② 각 레코드의 key에 대해 기수정렬을 실행한다.

※ (a)(b)(c)(d) 각 단계가 끝난 후의 체인의 Key값을 link 순서대로 화면에 출력하라.

③ 정렬 결과를 파일(output.txt)에 저장한다.

<구현세부사항>

① r = 10으로 고정해서 사용

② printList 함수

- a, link 배열에 대해 인덱스 순서대로 출력
- first를 출력
- 정렬된 결과를 chain 순서대로 출력

③ printQueues 함수

- front, rear 배열에 대해 인덱스 순서대로 출력

④ digit 함수

- 파일로부터 입력된 임의의 d에 대해서도 실행되도록 할 것
- 필요하다면 함수의 파라미터를 추가할 수 있음
- r이 10인 경우에 대해서만 구현하면 됨

⑤ radixSort 함수

- front, rear 배열 선언 시 배열크기에 변수를 사용할 수 없음 (에러)
- **front, rear 배열을 r 크기만큼 동적 할당**받는 것으로 수정할 것
- 이때, 교재의 MALLOC 매크로 함수 대신 C 라이브러리 함수 malloc을 사용

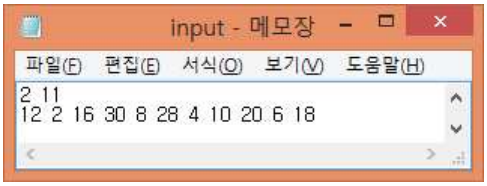
- front[i]를 0으로 초기화하는 부분에서 rear[i]도 0으로 같이 초기화할 것
(front[i] 만 0으로 초기화해도 알고리즘에는 문제가 없음)
- front[i] = 0 (or rear[i] = 0) 인 큐는 empty queue로 간주됨

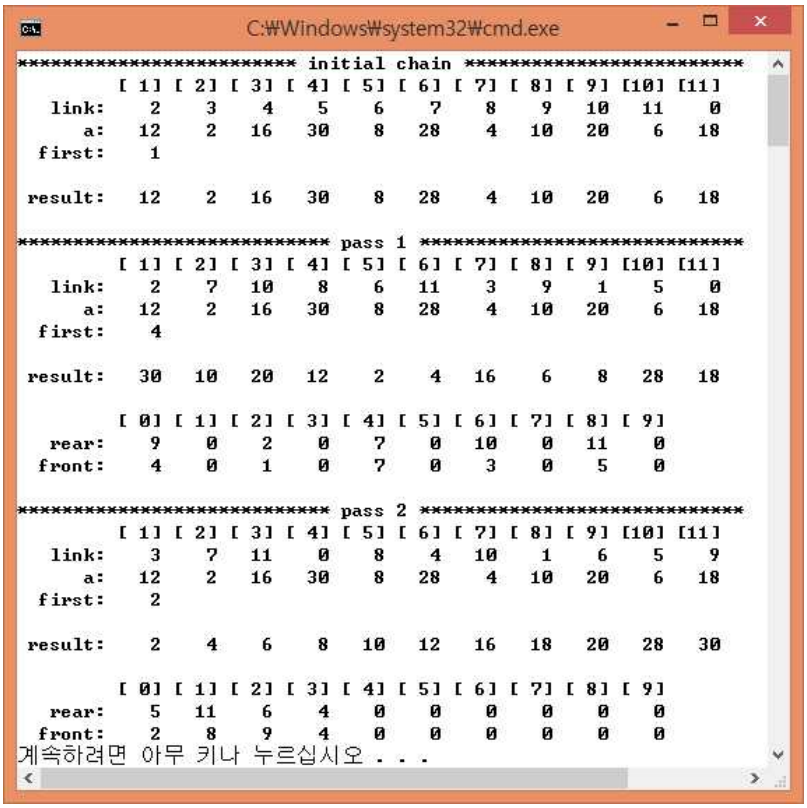
```
int radixSort(element a[], int link[], int d, int r, int n)
{/* sort a[1:n]) using a d-digit radix-r sort, digit(a[i],j,r)
    returns the jth radix-r digit (from the left) of a[i]'s key
    each digit is in the range is [0,r); sorting within a digit
    is done using a bin sort */
   int front[r], rear[r]; /* queue front and rear pointers */
   int i, bin, current, first, last;
   /* create initial chain of records starting at first */
   first = 1;
   for (i = 1; i < n; i++) link[i] = i + 1;
   link[n] = 0;

   for (i = d-1; i >= 0; i--)
   {/* sort on digit i */
      /* initialize bins to empty queues */
      for (bin = 0; bin < r; bin++) front[bin] = 0;

      for (current = first; current; current = link[current])
      {/* put records into queues/bins */
         bin = digit(a[current],i,r);
         if (front[bin] == 0) front[bin] = current;
         else link[rear[bin]] = current;
         rear[bin] = current;
      }
      /* find first nonempty queue/bin */
      for (bin = 0; !front[bin]; bin++);
      first = front[bin]; last = rear[bin];

      /* concatenate remaining queues */
      for (bin++; bin < r; bin++)
         if (front[bin])
            {link[last] = front[bin]; last = rear[bin];}
      link[last] = 0;
   }
   return first;
}
```

Program 7.14: LSD radix sort

<실행 결과>

Case 1:





Self Check

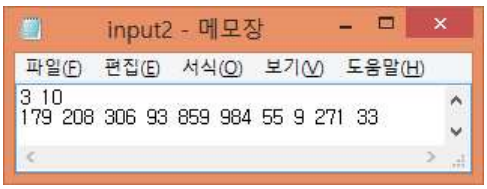
① 각 단계에서 first부터 시작해서 노드 링크를 따라가며 키를 출력하면 result가 나오는가?

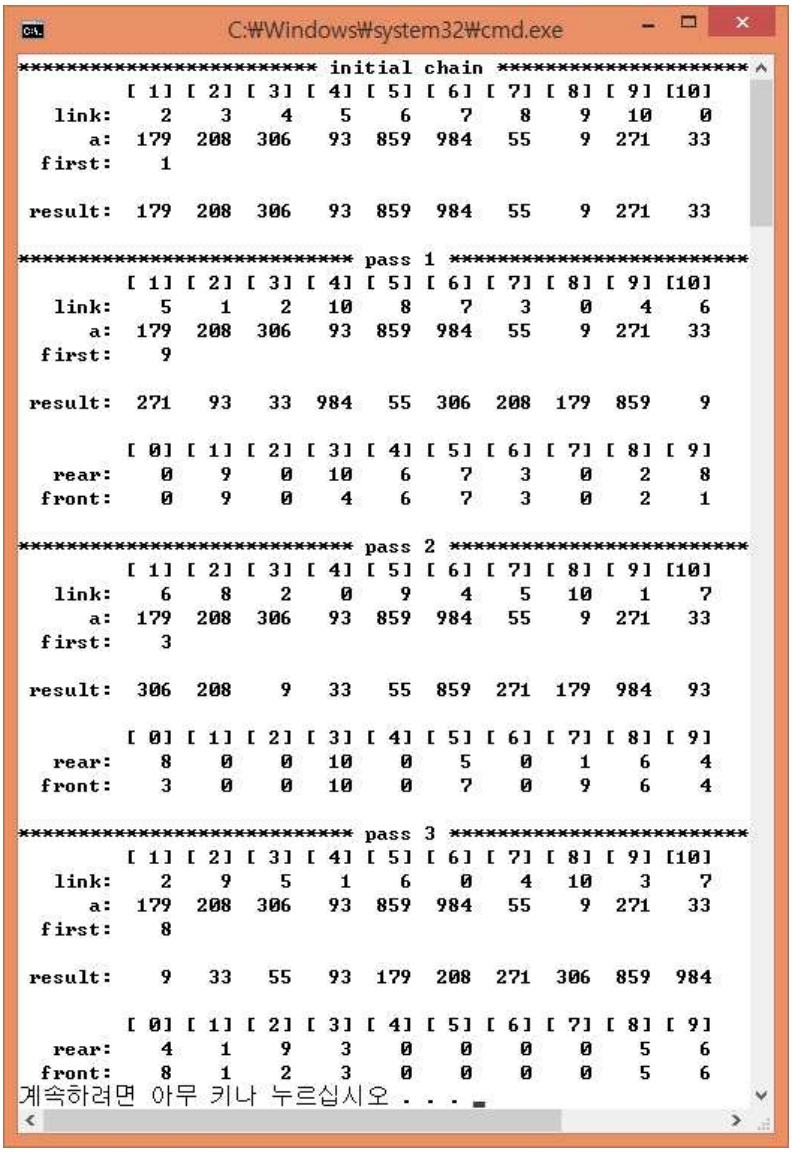
② pass 1에서 front[0] = 4, rear[0] = 9 의 의미는?

③ pass 2에서 front[4] = 4, rear[4] = 4 의 의미는?

④ 각 단계에서 queue 정보로부터 link 배열 값을 결정하는 과정을 따라가 보라.

Case 2:





Self Check

교재 Figure 7.9의 (a)(b)(c)(d)에서의 결과와 일치하는지 확인하라.

■ 제출 형식

- 솔루션 이름　: DS 23
- 프로젝트 이름 : 1, 2
- 각 소스파일에 주석처리

  “학번 이름”

  “본인은 이 소스파일을 다른 사람의 소스를 복사하지 않고 직접 작성하였습니다.”
- 제출 파일

  ① 소스코드와 실행 결과가 보이도록 화면을 캡쳐한 **보고서** 파일(**“학번.pdf”**)

  ※ 한글 [파일 → pdf로 저장하기...] 메뉴 사용

  ② **C 소스 파일**을 하나의 디렉터리에 모아 압축한 파일 (**“학번.zip”**)

  ※ “학번.pdf”와 “학번.zip”을 하나로 압축하지 말고 별도 파일로 제출

■ **주의**

- 소스 복사로는 실력 향상을 기대할 수 없습니다!!!
- 1차 마감 : 수업일 자정
- 2차 마감 : 수업 익일 자정(만점의 60%, 반올림)
- 문항 별로 1차 2차 나눠서 제출할 수 없으며, 최종 제출 시간에 따라 1차, 2차로 구분함

- 4시 40분에 제출 상황 체크함

- 완료된 과제를 제출하지 않고 일찍 퇴실한 학생은 결석 처리하겠음