

자료구조응용

16. Binary Search Tree, Winner Tree

1. 다음과 같이 임의의 노드 n개로 구성된 이진탐색트리(binary search tree)를 생성하여 아래와 같이 실행하도록 프로그램을 작성하라.

(1) 실행순서

- ① 난수생성을 위한 seed와 이진탐색트리의 노드 개수(n)를 입력받음

```
printf("random number generation (1 ~ %d)\n", MAX_SIZE);  
printf("%s", "the number of nodes in BST (less than and equal to 50) : " );  
scanf_s("%d", &n);  
printf("%s", "seed : " );  
scanf_s("%u", &seed);  
printf("\ncreating a BST from random numbers\n");  
srand(seed);
```

- ② 1~500 범위의 난수를 생성하여 노드의 key와 item 필드 값으로 동일하게 사용(키값과 항목 값이 같음), 난수가 발생 되는 순서대로 출력 할 것

※ 이진탐색트리의 key 값은 중복이 허용되지 않음을 주의

- ③ ②의 key, item을 사용하여 이진탐색트리에 노드를 하나 추가함

- ④ ②~③ 과정을 n번 수행하여 이진탐색트리를 구성

※ 난수발생 순서대로 노드를 추가해야 함

- ⑤ 탐색할 key를 입력받아서 이진탐색하여 그 결과를 출력한다.

탐색과정을 출력하시오

- ⑥ 이진탐색트리를 구성하고 있는 노드의 key값을 오름차순으로 정렬되도록 출력함

※ inorder traversal 사용

(2) 실행 예

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
random number generation (1 ~ 500)
the number of nodes in BST (less than and equal to 50) : 10
seed : 100

creating a BST from random numbers
generating number : 366 217 416 205 5 255 199 203 210 130
the key to search : 5
the search process : 366 => 217 => 205 => 5 =>
the element is in BST

inorder traversal of the BST shows the sorted sequence
5 130 199 203 205 210 217 255 366 416
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

2. [승자트리를 이용한 정렬] k 개의 node를 가지는 승자트리(winner tree)의 초기생성 함수를 작성하여 정렬을 수행하라. 이때 k 는 2의 거듭제곱 (power of 2)임을 가정하라. 단 승자는 키 값이 작은 노드이다.

(1) 실행순서

- ① 난수생성을 위한 seed와 k를 입력받는다.(1번 문제 참조)
- ② 1~500 사이에서 발생시킨 k 개의 난수를 key로 사용하여 순서대로 배열에 저장한다.
※ 각 key는 중복 가능하다.
- ③ ②에서 생성한 키 데이터에 대해 초기 승자트리를 구성한다.
※ winner tree 는 완전이진트리이며 노드 레벨에 따라 배열에 순차적으로 저장된다.
- ④ 승자트리에 대해 inorder traversal을 수행하여 키 값을 출력한다.
- ⑤ 승자트리를 사용한 정렬을 수행한다.
※ { 최소키를 sorted 배열에 저장 -> 무한대를 의미하는 임의의 값으로 최소키를 치환 -> 승자트리를 재구성}, 이 과정을 k번 반복함
- ⑥ 2개의 승자를 출력 후 승자 트리를 inorder traversal을 수행하여 키 값을 출력한다.
- ⑦ 승자 트리를 이용한 정렬 결과를 출력하시오.

(2) 실행 예

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
```

```
<<<<<<<<< sorting with winner tree >>>>>>>>>  
the number of keys ( 4, 8, 16, or 32 as a power of 2 ) >> 8  
value of seed >> 123  
    441   92  122  131  428  272  311   244  
  
initialization of min-winner tree  
  
inorder traversal for min-winner tree  
    441   92   92   92  122  122  131   92  428  272  272  244  311  244  244  
Winner Tree inorder traversal after find 2 winners...  
    441  441 9999  131 9999  131  131  131  428  272  272  244  311  244  244  
  
sorting with min-winner tree...  
  
sorted result  
     92  122  131  244  272  311  428  441  
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

3. [승자트리를 이용한 정렬] 10개의 정수형 원소로 구성된 k 개의 run에 대하여 승자트리 (winner tree)를 이용하여 정렬을 수행하라. 이때 k 는 2의 거듭제곱 (power of 2)임을 가정하라. 단 승자는 키 값이 작은 노드이다.

(1) 실행순서

- ① 난수생성을 위한 seed와 k 를 입력받는다.
- ② $k \times 10$ 의 2차원 배열을 생성한다.
- ③ 1~500 사이에서 발생시킨 k 개의 난수를 key로 사용하여 각 레코드에 k 부터 $k+9$ 까지의 숫자를 순서대로 배열에 저장한다.
- ※ 각 key는 중복 가능하다.

생성된 k 개의 난수($k=8$)

10차원 배열	10	9	20	6	8	9	90	17
	11	10	21	7	9	10	91	18
	12	11	22	8	10	11	92	19
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	19	18	29	15	17	18	99	26

$k = 8$ 일 때의 난수 생성 후 레코드의 예

- ④ ②에서 생성한 키 데이터에 대해 초기 승자트리를 구성한다.
- ⑤ 승자트리를 사용한 정렬을 수행한다.
 - ※ { 최소키를 sorted 배열에 저장 → 최소키가 최종 승자로 선택된 레코드에는 다음 키 값으로 nums 배열의 값을 치환(레코드의 키 값을 다 소진한 경우에는 무한대를 의미하는 임의의 값으로 최소키를 치환) → 승자트리를 재구성 } 이 과정을 $k * 10$ 번 반복함
 - ※ 승자트리를 재구성 시, 치환된 키의 index → parent index → sibling index를 구할 수 있음. 치환된 키와 sibling 키의 비교를 루트 방향으로 수행함
- ⑥ 정렬된 결과를 출력 출력한다.

(2) 실행 예

```
 선택 Microsoft Visual Studio 디버그 콘솔      _   □   ×  
<< sorting with winner tree >>  
  
the number of runs (4, 8, 16, or 32 as a power of 2 ) >> 8  
seed value >> 123  
initial records:  
1-th run:  
  441 442 443 444 445 446 447 448 449 450  
2-th run:  
   92  93   94  95  96  97  98  99 100 101  
3-th run:  
  122 123 124 125 126 127 128 129 130 131  
4-th run:  
  131 132 133 134 135 136 137 138 139 140  
5-th run:  
g 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437  
6-th run:  
 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281  
7-th run:  
 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320  
8-th run:  
  244 245 246 247 248 249 250 251 252 253  
  
sorting with min-winner tree...  
  
sorted result  
  92 93 94 95 96 97 98 99  
100 101 122 123 124 125 126 127  
128 129 130 131 131 132 133 134  
135 136 137 138 139 140 244 245  
246 247 248 249 250 251 252 253  
272 273 274 275 276 277 278 279  
280 281 311 312 313 314 315 316  
317 318 319 320 428 429 430 431  
432 433 434 435 436 437 441 442  
443 444 445 446 447 448 449 450
```

■ 제출 형식

- 솔루션 이름 : DS_16
- 프로젝트 이름 : 1, 2, 3
- 솔루션 폴더를 압축하여 제출할 것.
- 학습관리시스템에 과제를 올릴 때 제목:
1차 제출: 학번_이름_DS_16(1), 2차 제출: 학번_이름_DS_16(2)
제출은 2회 걸쳐 가능(수정 시간 기준으로 처리)