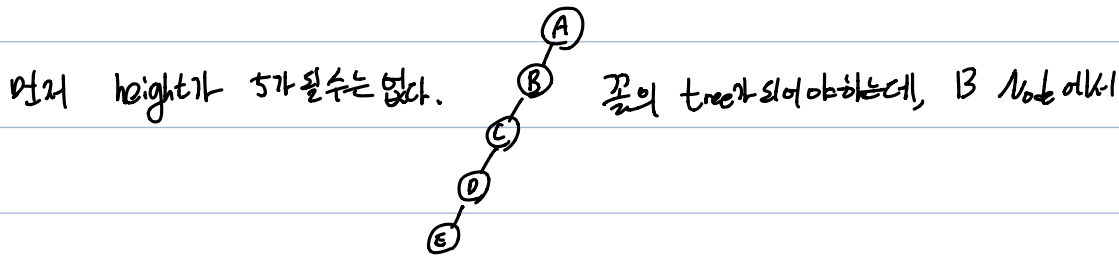


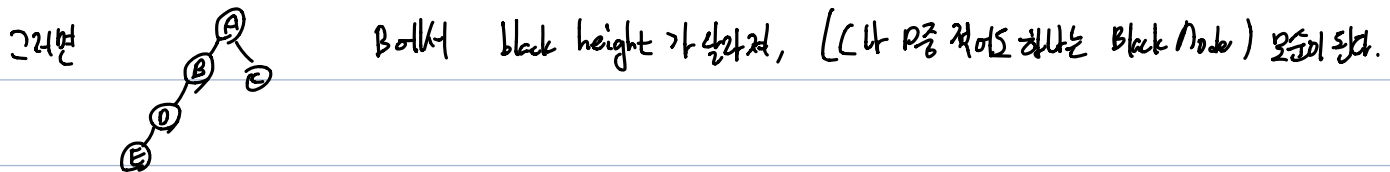
1. a. 일단 node의 수가 5개이므로 최소 3, 최대 5의 height를 가진다.



Left subtree 쪽으로 C, D, E 중에서 Black node가 적어도 하나 있으므로 B에서 black height가 다르기 때문이다.

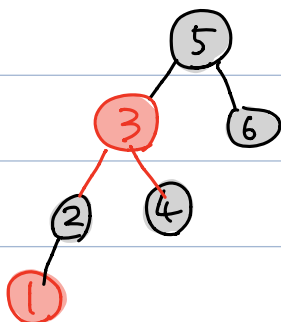
다음으로 height가 4 또한 될 수 없음을 보이자. 먼저, root node 입장에서, height가 4인 node가 존재하는 쪽은 따라 black height를 계산하면 NIL node를 포함하여 최소 2이다. (root-Red-Black-Red-NIL)

따라서 root node는 one-child 일 수 없고, 무조건 two-child 되어야 한다.



$\therefore$  always has a height of 3.

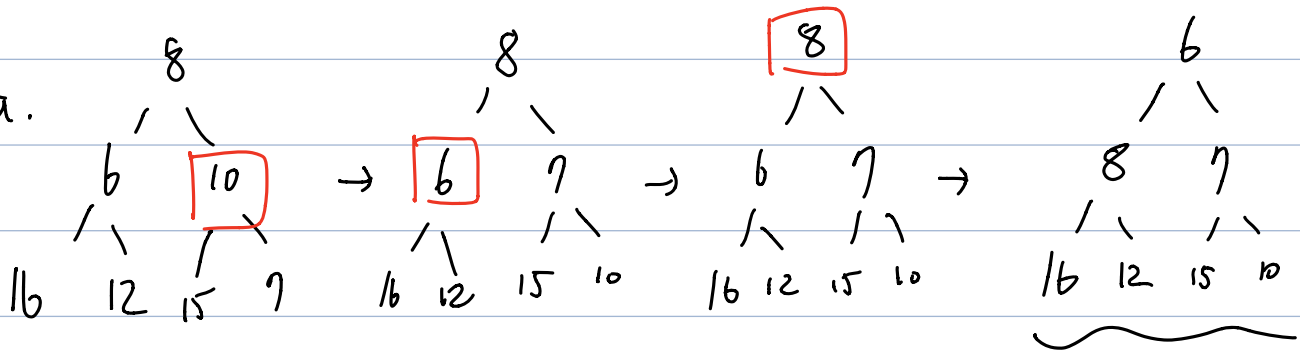
6. 반례가 존재한다.



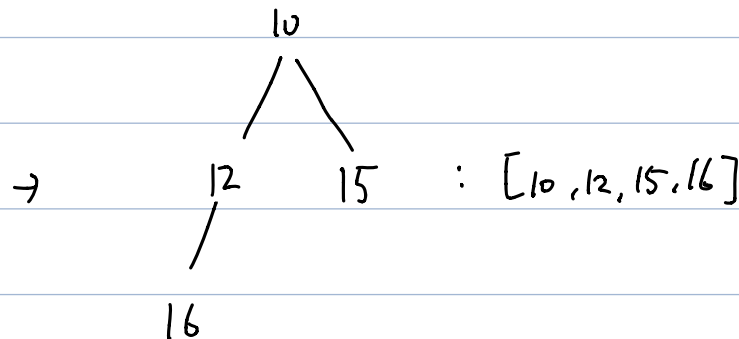
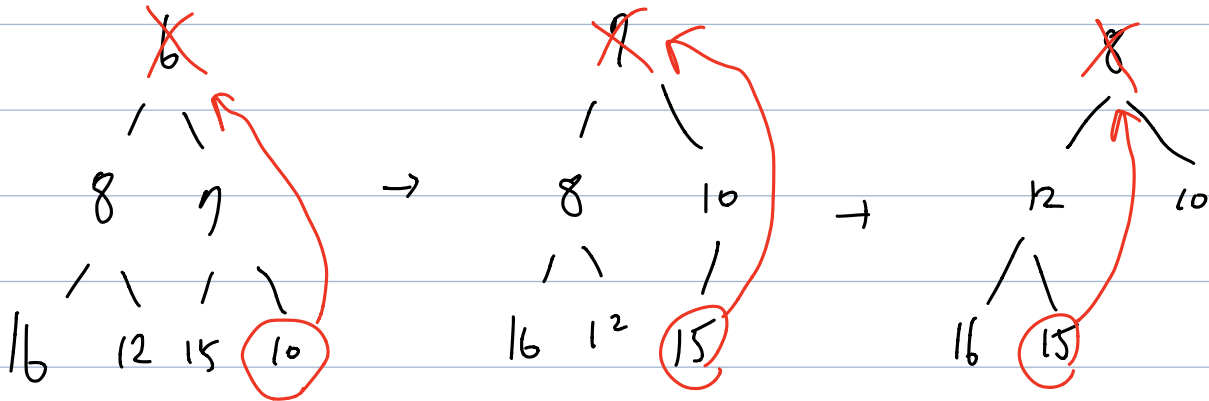
: 5.3.6.2.4.1 순서로 insert하면 다음과 같은 반례를 얻을 수 있다.

2.

a.



b.



3. time complexity when successful search

$$\begin{aligned}
 &= E \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 1 + \sum_{j=1}^{i-1} I \{ h(k_i) = h(k_j) \} \right) \right] \rightarrow \text{collision이 일어난 경우 : 탐색하는 1~i-1번째 element보다 뒤에 위치한다. (inserted to the tail)} \\
 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 1 + \sum_{j=1}^{i-1} E(I \{ h(k_i) = h(k_j) \}) \right) \\
 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 1 + \sum_{j=1}^{i-1} \frac{1}{m} \right) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 1 + \frac{i-1}{m} \right) = 1 + \frac{n-1}{2m}
 \end{aligned}$$

$$= \Theta(1 + d) \quad (\text{when } d = \frac{n}{m} = E(n_i))$$

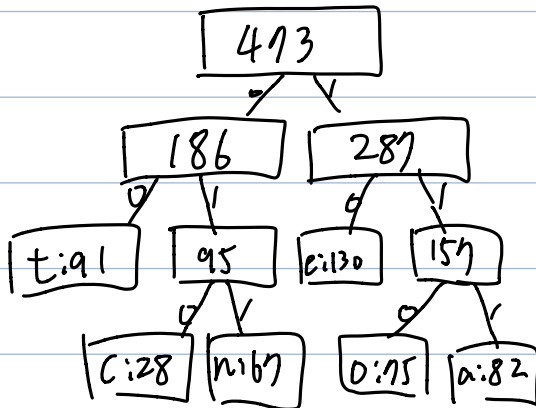
$\therefore$  이항해시탐색도 성능은 똑같다!

4,

$i \backslash w$	0	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0	0
2	5	0	2	2	2	2	2
2	4	0	2	2	4	4	4
4	3	0	2	2	4	6	6
5	1	0	2	2	4	6	7
5	2	0	2	2	4	6	7

$\therefore$  optimal itemset = {3,4,5}

5. a.



code

t:00

c:010

n:011

e:10

o:110

a:111

b. 00,10,011,010,111,00

answer: tencat