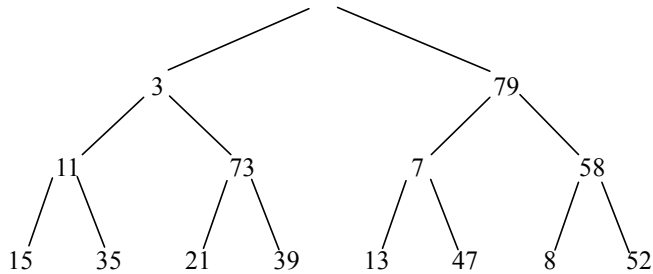


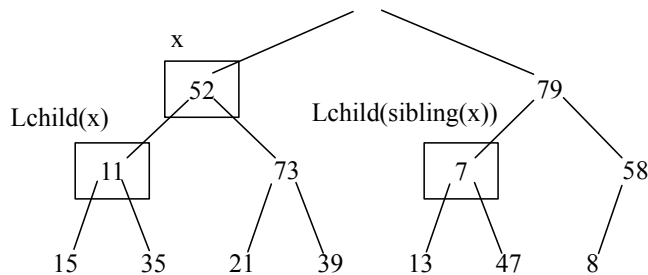
☆ 要點：SMMH的Deletion Min運算

1. 將 $h[2]$ 取出，由 $h[n+1]$ 取出為 x 置於 $h[2]$ ，令節點個數 n 減少 1。
2. 令 y 代表 $\min\{\text{Lchild}(x), \text{Lchild}(\text{sibling}(x))\}$ ：分三種狀況處理
 - (1) 若 $y > x$ ，則結束處理。
 - (2) 若 $y < x$ ，則將 y 與 x 交換，繼續 2。
 - (3) 若 x 已無 child 而有 left sibling z ，若 $z > x$ ，則將 x 與 $\text{Lchild}(z)$ 交換，然後結束處理。
3. 時間複雜度 $O(\log n)$ 。

➤ 範例：Delete-min(delete 3) 的例子

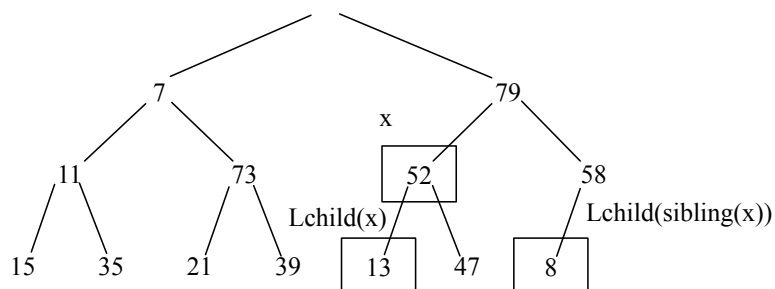


刪除最小的3($h[2]$)後，取出最後一個節點 52，置於 $h[2]$ ，以 x 表示。

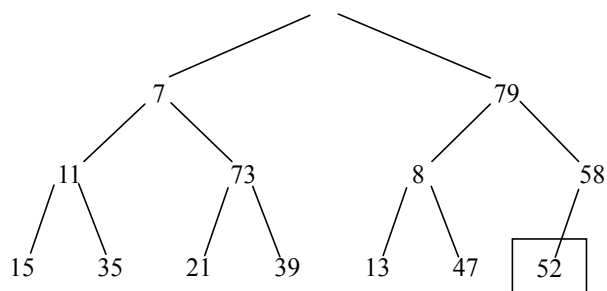


7-24 資料結構

$\min\{\text{Lchild}(x), \text{Lchild}(\text{sibling}(x))\} = 7 < 52 = x$ ，將 52 與 7 對調。



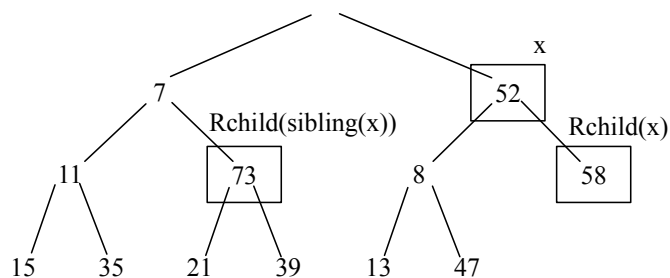
$\min\{\text{Lchild}(x), \text{Lchild}(\text{sibling}(x))\} = 8 < 52 (=x)$ ，將 52 與 8 對調。



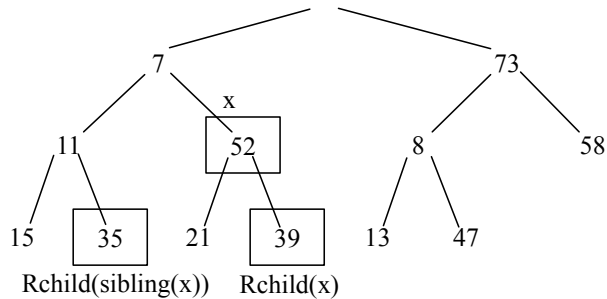
52 已無子節點亦無sibling，結束。

➤ 範例：繼續 Delete-max(delete 79) 的例子

刪除最大的79(h[3])後，取出最後一個節點 52，置於h[3]，以 x 表示。



$\max\{\text{Rchild}(x), \text{Rchild}(\text{sibling}(x))\} = 73 > 52 (=x)$ ，對調 73與52。



$\max\{\text{Rchild}(x), \text{Rchild}(\text{sibling}(x))\} = 39 < 52 (=x)$ ，結束。

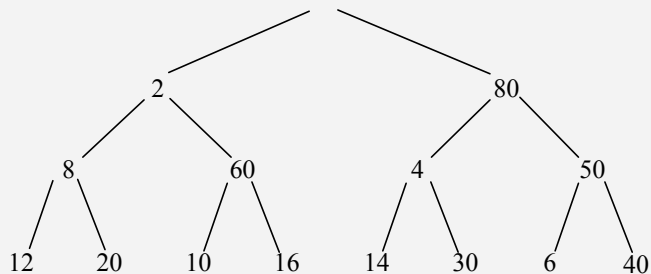
✧ 要點：SMMH 主要的運算時間

運算	時間
★Insertion	$O(\log n)$
★Delete-max	$O(\log n)$
★Delete-min	$O(\log n)$
★Find-max	$O(1)$
★Find-min	$O(1)$
Meld	$O(n \log n)$

註：★ 代表主要支援的運算(效率表現較佳的運算)

精選例題 14

Given the Symmetric Min-Max Heaps (SMMH) shown in the Figure, draw the resulted heap after the minimum is deleted.



(98交大資訊學院－資料結構與演算法)