

## Bài tập lớn 2

### Middle-Earth: Shadow of Mordor



#### 1. Giới thiệu

*Trước chúa tể của những chiếc nhẫn, đã từng có một câu chuyện khác...*

Talion – cung thủ xứ Gondor chịu trách nhiệm canh gác Black Gate của vùng đất đen Mordor. Cho đến một ngày, bóng tối của Sauron quay trở lại và làm hại tất cả người thân của Talion. Trở về từ cõi chết cùng với khả năng xâm nhập và điều khiển tâm trí của kẻ địch, Talion quyết định trả thù cho vợ chàng, nàng Ioreth và con trai Dirhael.

Trong cuộc hành trình trở lại Mordor, Talion âm thầm xây dựng cho mình một đội quân ngay giữa lòng quân đội Uruk của chúa tể bóng tối Sauron, lúc này đang được chỉ huy bởi Hammer of Sauron, Tower of Sauron và Black Hand of Sauron. Đội quân này bao gồm những chiến binh Uruk bị Talion điều khiển tâm trí, cũng như những chiến binh đồng minh mà chàng gặp trên con đường báo thù. Để có thể



dẫn dắt đội quân này, Talion đã tổ chức đội quân này dưới dạng mà ngày nay được biết đến với tên gọi cây nhị phân (*binary tree*).

Song hành với Talion là hành trình tìm kiếm ký ức của linh hồn Celebrimbor – The Ring Maker. Căm hận chúa tể bóng tối Sauron vì đã tàn phá quê hương Eregion và cướp đi sinh mạng của mình. Celebrimbor đã không chiếm lấy thân xác của Talion, thay vào đó giúp Talion sống lại và cùng chàng trả thù Sauron. Nhưng điều gì sẽ xảy ra nếu ký ức của Celebrimbor quay lại? Talion và Celebrimbor sẽ gặp những ai trong cuộc hành trình của mình? Và câu chuyện của họ là gì? Ngày nay, chúng ta chỉ có thể hình dung câu chuyện của họ thông qua đội hình chiến đấu của Talion khi kết thúc cuộc hành trình mà thôi.

## 2. Yêu cầu

Trong bài tập lớn này, sinh viên sẽ được cung cấp một file dữ liệu nhập, bao gồm các sự kiện xảy ra trong cuộc hành trình của Talion và Celebrimbor đến Mordor để trả mối thù với Sauron. Chương trình sẽ xuất ra đội hình những chiến binh của Talion sau khi kết thúc cuộc hành trình. Các sự kiện xảy ra sẽ được biểu diễn bằng một danh sách liên kết (linked list). Dữ liệu xuất sẽ được biểu diễn dưới dạng cây nhị phân. Cụ thể công việc sinh viên phải làm sẽ mô tả trong **Phần 4**.

## 3. Dữ liệu nhập

Dữ liệu nhập của chương trình được chứa trong file *input.txt*, trong đó bao gồm danh sách các sự kiện xảy ra trong hành trình của Talion tới Mordor. Mỗi sự kiện sẽ được mô tả bằng một mã sự kiện. Ý nghĩa tương ứng của các mã sự kiện được mô tả chi tiết trong Bảng 1. Số sự kiện là không cố định và sẽ thay đổi tùy theo từng testcase. Có tối đa 1000 sự kiện và một sự kiện có thể xảy ra nhiều lần ngoại trừ những sự kiện chỉ xảy ra một lần được mô tả như trong **Phần 5**.



Mã sự kiện	Ý nghĩa
1_XYZ_S	Thu phục chiến binh Uruk
2_XYZ_S	Gặp gỡ Gollum
3_XYZ_S	Giao chiến với Uruk Chieftain
4_XYZ_S	Hirgon tham gia đội hình chiến đấu
5_XYZ_S	Nàng Lithariel hỗ trợ Talion chiến đấu
6_S	Lời cầu chúc của Ioreth
7_H	Giao tranh với Hammer of Sauron
8_XYZ_S	Nữ hoàng Marwen tham gia chiến đấu
9_XYZ	Giao tranh với Tower of Sauron

#### 4. Hiện thực chương trình

Sinh viên sẽ hiện thực một hàm *revenge* có prototype như sau:

```
WarriorTree* revenge(eventList* pEvent)
```

Thông số *pEvent* là một con trỏ tham khảo đến danh sách liên kết của các sự kiện được đọc từ file input, được định nghĩa như sau:

```
struct eventList {  
    int nEventCode;  
    int firstParameter;  
    int secondParameter;  
    eventList* pNext;  
}
```

*WarriorTree* là cấu trúc cây nhị phân mô tả đội hình các chiến binh của Tarion, có cấu trúc như sau:

```
struct WarriorTree{  
    int token, strength, balance; // balance will be used in  
    AVL only, and be ignored in other cases  
    WarriorTree *pLeftChild, *pRightChild;  
}
```



Như vậy, mỗi chiến binh sẽ được biểu diễn như một nút trên cây, thông tin về chiến binh bao gồm token của chiến binh khi gia nhập đội hình và chỉ số sức mạnh của chiến binh đó. Giá trị của token nằm trong đoạn [000-999], giá trị của chỉ số sức mạnh nằm trong đoạn [0-9].

## 5. Xây dựng cây nhị phân kết quả

Để thuận tiện cho việc quản lý đội quân mà mình thu phục được trên hành trình đến Mordor, Talion sử dụng một đội hình mà ngày nay được gọi là cây nhị phân. Chi tiết quá trình xây dựng cây nhị phân cho trong suốt hành trình được mô tả chi tiết như sau:

**S1) Thu phục chiến binh Uruk.** Talion sử dụng năng lực thao túng của mình để xâm nhập và điều khiển chiến binh Uruk gia nhập vào đội hình chiến đấu chống lại Sauron. Mã sự kiện là 1\_XYZ\_S. Trong đó, XYZ là token đại diện cho chiến binh Uruk và S là chỉ số sức mạnh của chiến binh này. Căn cứ vào giá trị của token, chiến binh sẽ được xếp vào đội hình chiến đấu dưới dạng cây nhị phân tìm kiếm (BST).

Ví dụ 1: Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_082\_1 1\_231\_8

Cây BST sau khi Uruk (123, 7) gia nhập đội hình

123\_7

Cây BST sau khi Uruk (082, 1) gia nhập đội hình

123\_7

082\_1 NIL

Cây BST sau khi Uruk (231, 1) gia nhập đội hình

123\_7

082\_1 231\_8

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là

(123\_7 (082\_1 N N) (231\_8 N N))



Nếu giá trị token của chiến binh đã tồn tại trong BST, giá trị của token sẽ được tăng dần lên một đơn vị đến giá trị đầu tiên không trùng với token nào đã có trong BST. Sau đó, token mới này sẽ đại diện cho chiến binh và được xếp vào đội hình chiến đấu. Nếu giá trị token vượt qua 999 thì giá trị token sẽ được thiết lập lại là 000 và tiếp tục quá trình như trên cho đến khi được thêm vào cây BST thành công (cây nhị phân chỉ có tối đa 1000 phần tử).

Ví dụ 2: Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_082\_1 1\_123\_8

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (082,1) gia nhập đội hình

123\_7  
082\_1 NIL

Cây BST sau khi Uruk (123, 1) gia nhập đội hình, do đã tồn tại chiến binh có giá trị token là 123 trước đó, nên token của chiến binh được tăng lên 1 thành 124, giá trị token này chưa tồn tại nên được thêm vào cây như sau

123\_7  
082\_1 **124\_8**

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là

(123\_7 (082\_1 N N) (124\_8 N N))

**S2) Gặp gỡ Gollum.** Trong hành trình tới Mordor, Gollum tìm cách tiếp cận Talion và Celebrimbó với hi vọng thăm dò về One Ring. Để dẫn dắt Celebrimbó nhớ về quá khứ, Gollum làm thay đổi chỉ số sức mạnh của một chiến binh trong đội hình chiến đấu. Mã sự kiện có dạng 2\_XYZ\_S. Khi gặp sự kiện này, Gollum sẽ tìm chiến binh có token ABC gần nhất với XYZ và thay đổi chỉ số sức mạnh của chiến binh này thành S.

Hai token ABC và XYZ được xem là gần nhất nếu  $|ABC - XYZ|$  nhỏ nhất. Nếu có hai token như vậy tồn tại, Gollum sẽ chọn chiến binh với token có giá trị nhỏ hơn.



Ví dụ 3: Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_082\_1 1\_321\_8 2\_032\_9

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (082, 1) và (321, 8) gia nhập đội hình

123\_7

082\_1 321\_9

Khi gặp sự kiện 2\_032\_9, Gollum sẽ tìm chiến binh với giá trị token gần với 032 nhất, ở đây là 082 và thay đổi chỉ số sức mạnh của chiến binh này thành 9

123\_7

082\_9 321\_9

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là

(123\_7 (082\_9 N N) (321\_9 N N))

Ví dụ 4: Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_082\_1 1\_125\_8 2\_124\_9

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (082, 1) và (125, 8) gia nhập đội hình

123\_7

082\_1 125\_8

Khi gặp sự kiện 2\_124\_9, Gollum sẽ tìm chiến binh với giá trị token gần với 124 nhất, ở đây có hai token là 123 và 125, Gollum sẽ chọn chiến binh với token nhỏ hơn là 123 và thay đổi chỉ số sức mạnh của chiến binh này thành 9

123\_9

082\_1 125\_8

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là

(123\_9 (082\_1 N N) (125\_8 N N))

**S3) Giao chiến với Uruk Chieftain.** Khi gặp mã sự kiện có dạng 3\_XYZ\_S, Talion sẽ cử một chiến binh với token ABC gần với XYZ nhất (như đã quy định ở **S2**) ra giao chiến với Uruk Chieftain. Nếu chiến binh có chỉ số sức mạnh **lớn hơn hoặc bằng** S thì chiến binh sẽ thắng và đội hình chiến đấu được giữ nguyên. Ngược lại, chiến binh thua trận và bị loại khỏi đội hình chiến đấu.

**Lưu ý:** Nếu trường hợp nút cần xóa có hai cây con bên trái và bên phải, thì sẽ chọn nút lớn nhất của cây con bên trái (xem chi tiết trong slide).



Ví dụ 5: Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_082\_1 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_2 3\_120\_8

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 2) gia nhập đội hình

123\_7  
082\_1 125\_3  
NIL 100\_5 NIL 130\_2

Khi gặp sự kiện 3\_120\_8, Talion sẽ chọn chiến binh với giá trị token gần với 120 nhất, ở đây là token 123. Chiến binh này có chỉ số sức mạnh là 7 nhỏ hơn 8 nên chiến binh bị loại khỏi đội hình.

100\_5  
082\_1 125\_3  
NIL NIL NIL 130\_2

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là:

(100\_5 (082\_1 N N) (125\_3 N (130\_2 N N)))

**S4) Hirgon tham gia đội hình chiến đấu.** Sự kiện có mã 4\_XYZ\_S, với XYZ và S lần lượt là token và chỉ số sức mạnh của Hirgon. Hirgon là một cung thủ trung thành với tài lãnh đạo tuyệt luân. Nhưng vì tình yêu với Eryn, chàng đã từ bỏ vị trí của mình trong đội cung thủ. Khi nàng Eryn bị bắt, chàng tham gia lực lượng của Talion để tìm nàng. Vì vậy, chàng luôn là người đứng đầu tiên trong đội hình chiến đấu. Khi Hirgon gia nhập đội hình, các chiến binh sẽ được sắp xếp thành một danh sách theo thứ tự duyệt cây LNR. Sau đó, một BST mới được tạo ra bằng cách đưa Hirgon vào nút gốc và lần lượt thêm các chiến binh vào cây như mô tả ở **S1**.

Ví dụ 6: Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_082\_1 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_2 4\_111\_9

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 2) gia nhập đội hình

123\_7  
082\_1 125\_3  
NIL 100\_5 NIL 130\_2

Khi gặp sự kiện 4\_111\_9, các chiến binh được sắp xếp thành danh sách theo thứ tự LNR như sau



082\_1 100\_5 123\_7 125\_5 130\_2  
Đội hình mới được tạo ra bằng cách đưa Hirgon vào nút gốc và lần lượt thêm các chiến binh vào cây như sau

111\_9

082\_1 123\_7

NIL 100\_5 NIL 125\_5

NIL NIL NIL NIL NIL NIL NIL 130\_2

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là:

(111\_9 (082\_1 N (100\_5 N N)) (123\_7 N (125\_5 N (130\_2 N N))))

Hirgon chỉ xuất hiện một lần trong toàn bộ các sự kiện.

**S5) Nàng Lithariel hỗ trợ Talion chiến đấu.** Nàng Lithariel là con gái nuôi của nữ hoàng Marwen, từ nhỏ nàng đã chứng minh bản thân có tài chỉ huy quân sự độc đáo. Nàng đề nghị Talion sắp xếp đội hình chiến đấu dưới dạng cây AVL để phản ứng nhanh với sự tấn công của kẻ thù. Mã sự kiện là 5\_XYZ\_S, với XYZ và S lần lượt là token và chỉ số sức mạnh của Lithariel. Khi Lithariel tham gia chiến đấu, các chiến binh sẽ được xếp thành danh sách theo thứ tự duyệt cây LNR. Sau đó, một cây AVL mới được tạo thành bằng cách đưa Lithariel vào nút gốc và lần lượt thêm các chiến binh vào cây như mô tả ở **S1** và quy tắc cân bằng cây AVL. Khi Lithariel có mặt trong đội hình chiến đấu, đội hình sẽ vận hành theo quy tắc của cây AVL. Chỉ khi nàng bị loại khỏi đội hình, Talion sẽ tiếp tục điều khiển đội hình theo quy tắc BST.

Ví dụ 7: Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_082\_1 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_2 5\_111\_9

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 2) gia nhập đội hình

123\_7

082\_1 125\_3

NIL 100\_5 NIL 130\_2

Khi gặp sự kiện 5\_111\_9, các chiến binh được sắp xếp thành danh sách theo thứ tự LNR như sau

082\_1 100\_5 123\_7 125\_5 130\_2

Đội hình mới được tạo ra bằng cách đưa Lithariel vào nút gốc và lần lượt thêm các





chiến binh vào cây và cân bằng cây AVL như sau

```

123_7
100_5 125_5
082_1 111_9 NIL 130_2

```

Cây AVL kết quả được xuất ra màn hình là:

```
(123_7 (100_5 (082_1 NN) (111_9 N N)) (125_5 N (130_2 N N)))
```

Lithariel chỉ xuất hiện một lần trong toàn bộ các sự kiện. Khi nàng Lithariel có mặt trong đội hình, Hirgon sẽ hành động một cách âm thầm như một chiến binh linh hồn thông thường vì chiến thắng chung. Ngay cả khi nàng thua trận và bị loại, chàng vẫn không trở về vị trí đầu đội hình để tránh gây hỗn loạn.

Ví dụ 8: Với dữ liệu nhập là

```

1_123_7 1_082_1 1_100_5 1_125_3 1_130_2 5_111_9
4_991_6

```

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 2) gia nhập đội hình

```

123_7
082_1 125_3
NIL 100_5 NIL 130_2

```

Khi gặp sự kiện 5\_111\_9, các chiến binh được sắp xếp thành danh sách theo thứ tự LNR như sau

```
082_1 100_5 123_7 125_5 130_2
```

Đội hình mới được tạo ra bằng cách đưa Lithariel vào nút gốc và lần lượt thêm các chiến binh vào cây và cân bằng cây AVL như sau

```

123_7
100_5 125_5
082_1 111_9 NIL 130_2

```

Khi gặp sự kiện 4\_991\_6, vì trong đội hình có Lithariel nên Hirgon sẽ được xem như chiến binh bình thường và được thêm vào cây AVL như sau

```

123_7
100_5 130_2
082_1 111_9 125_5 991_6

```

Cây AVL kết quả được xuất ra màn hình là:

```
(123_7 (100_5 (082_1 N N) (111_9 N N)) (130_2 (125_5 N N) (991_6 N N)))
```



**S6) Lời cầu chúc của Ioreth.** Khi đội hình chiến binh của Talion tạo thành một *perfect team* như được định nghĩa dưới đây, chàng sẽ nhận được lời cầu chúc từ người vợ đã mất Ioreth. Mã sự kiện là 6\_S, khi gặp sự kiện này, nếu đội hình của Talion là một *perfect team*, chỉ số sức mạnh của tất cả các nút sẽ tăng lên S đơn vị. Nếu chỉ số sức mạnh của chiến binh vượt quá 9, chỉ số sức mạnh của chiến binh sẽ được gán bằng 9.

Định nghĩa: Đội hình *perfect team* là đội hình trong đó tại tất cả mỗi nút có cùng chiều cao thì số lượng nút có giá trị token là số chẵn phải lớn hơn hoặc bằng số lượng nút có giá trị token là số lẻ.

Ví dụ 9: Với dữ liệu nhập là

1\_124\_7 1\_082\_1 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_9 6\_2

Cây BST sau khi Uruk (124, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 9) gia nhập đội hình

124\_7  
082\_1 125\_3  
NIL 100\_5 NIL 130\_9

Khi gặp sự kiện 6\_2

- tại height = 1, có tất cả là 1 nút, số lượng nút chẵn là 1, số lượng nút lẻ là 0 => thỏa điều kiện.
- tại height = 2, có tất cả là 2 nút, số lượng nút chẵn là 1, số lượng nút lẻ là 1 => thỏa điều kiện.
- tại height = 3, có tất cả là 2 nút, số lượng nút chẵn là 2, số lượng nút lẻ là 0 => thỏa điều kiện.

Do đó, đội hình hiện tại thỏa yêu cầu của *perfect team* nên tất cả chỉ số sức mạnh của các chiến binh được tăng lên 2.

124\_9  
082\_3 125\_5  
NIL 100\_7 NIL 130\_9

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là

(124\_9 (082\_3 N (100\_7 N N)) (125\_5 N (130\_9 N N)))



**S7) Giao tranh với Hammer of Sauron.** Hammer một trong những Black Captain của Sauron và là kẻ chịu trách nhiệm cho cái chết của gia đình Talion. Là biểu trưng cho sức mạnh vũ lực của Sauron, hắn thường dùng cái búa của Sauron để khoét một con đường máu xuyên qua kẻ thù. Khi gặp Hammer of Sauron ứng với mã sự kiện 7\_H, với H là một số nguyên nằm trong đoạn [0-9], hắn sẽ tiêu diệt toàn bộ các chiến binh tương ứng với độ cao lớn hơn hoặc bằng H trong cây theo thứ tự xóa lần lượt từ nút lá tới nút gốc.

Ví dụ 10: Với dữ liệu nhập là

1\_124\_7 1\_082\_1 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_9 7\_3

Cây BST sau khi Uruk (124, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 9) gia nhập đội hình

124\_7

082\_1 125\_3

NIL 100\_5 NIL 130\_9

Khi gặp sự kiện 7\_3, tất cả các nút có độ cao lớn hơn hoặc bằng 3 sẽ bị xóa khỏi cây. Khi đó cây BST như sau

124\_7

082\_1 125\_3

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là:

(124\_7 (082\_1 N N) (125\_3 N N))

Mặc dù gặp tổn thất nghiêm trọng nhưng Talion vẫn giành được chiến thắng và tiêu diệt được Hammer of Sauron. Hammer of Sauron chỉ xuất hiện một lần trong toàn bộ các sự kiện.

**S8) Nữ hoàng Marwen tham gia chiến đấu.** Là nữ hoàng của xứ Shore và lãnh đạo của tộc Nurn, Marwen tìm mọi cách để ngăn chặn Sauron. Tuy nhiên, bà lại bị phù thủy Saruman điều khiển. Khi liên minh với Talion, Marwen đề nghị sắp xếp đội hình dưới dạng cấu trúc Max Heap. Mã sự kiện là 8\_XYZ\_S, tương ứng với token và chỉ số sức mạnh của Marwen. Ở sự kiện này, các chiến binh sẽ được xếp thành danh sách theo thứ tự LNR, sau đó Marwen được thêm vào cuối danh sách



này. Sau đó, đội hình mới dưới dạng Max Heap được tạo thành từ danh sách trên bằng cách thêm vào lần lượt từng phần tử và Reheap-Up.

**Ví dụ 11:** Với dữ liệu nhập là

1\_124\_7 1\_082\_1 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_9 8\_789\_7

Cây BST sau khi Uruk (124, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 9) gia nhập đội hình

124\_7  
082\_1 125\_3  
NIL 100\_5 NIL 130\_9

Khi gặp sự kiện 8\_789\_7, các chiến binh được sắp xếp thành danh sách theo thứ tự LNR như sau

082\_1 100\_5 124\_7 125\_3 130\_9

Đội hình mới được tạo ra bằng cách đưa Marwen vào cuối danh sách và lần lượt thêm các chiến binh vào Max Heap như sau

789\_7  
125\_3 130\_9  
082\_1 124\_7 100\_5 NIL

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là:

(789\_7 (125\_3 (082\_1 N N) (124\_7 N N)) (130\_9 (100\_5 N N) N))

Khi Marwen còn trong đội hình chiến đấu, chiến binh tham gia chiến đấu sẽ luôn được chọn từ vị trí nút gốc của cây. Nếu Marwen thua trận và bị loại, đội hình chiến đấu sẽ được thiết lập lại bằng cách sắp xếp đội hình thành danh sách theo thứ tự LNR, sau đó các chiến binh được thêm lần lượt vào BST như mô tả ở **S1**. Sau khi Marwen bị loại, Talion sẽ tiếp tục vận hành đội hình theo quy tắc của BST.

**Ví dụ 12:** Với dữ liệu nhập là

1\_124\_7 1\_082\_1 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_9 8\_789\_7  
3\_345\_8

Cây BST sau khi Uruk (124, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 9) gia nhập đội hình

124\_7  
082\_1 125\_3  
NIL 100\_5 NIL 130\_9



Khi gặp sự kiện 8\_789\_7, các chiến binh được sắp xếp thành danh sách theo thứ tự LNR như sau

082\_1 100\_5 124\_7 125\_3 130\_9

Đội hình mới được tạo ra bằng cách đưa Marwen vào cuối danh sách và lần lượt thêm các chiến binh vào Max Heap như sau

789\_7

125\_3 130\_9

082\_1 124\_7 100\_5 NIL

Khi gặp sự kiện 3\_345\_8, chiến binh được chọn ra giao chiến có token là 789 và chỉ số sức mạnh là 7 nhỏ hơn 8 nên chiến binh thua trận và bị loại. Max-heap trở thành

130\_9

125\_3 100\_5

082\_1 124\_7 NIL NIL

Chiến binh này là nữ hoàng Marwen nên đội hình được sắp xếp lại là cây BST.

Khi đó, các chiến binh được sắp xếp thành danh sách theo thứ tự LNR như sau

082\_1 125\_3 124\_7 130\_9 100\_5

Đội hình lúc này trở thành

082\_1

NIL 125\_3

NIL NIL 124\_7 130\_9

NIL NIL NIL NIL 100\_5 NIL NIL NIL

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là:

(082\_1 N (125\_3 (124\_7 (100\_5 N N) N) (130\_9 N N)))

Marwen chỉ xuất hiện một lần trong toàn bộ các sự kiện. Nếu trong đội hình chiến đấu xuất hiện Lithariel, nàng sẽ giúp Marwen thoát khỏi sự điều khiển của Saruman. Lúc này Marwen sẽ trở thành một chiến binh bình thường và không đề nghị xếp lại đội hình chiến đấu nữa. Ngược lại, Hirgon không biết Marwen bị Saruman điều khiển và vì lòng tôn kính với Marwen nên chàng chỉ hành động như một chiến binh bình thường, ngay cả khi Marwen bị loại khỏi đội hình.

Ví dụ 13: Với dữ liệu nhập là

1\_124\_7 1\_082\_1 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_9 8\_789\_7  
5\_264\_4



Cây BST sau khi Uruk (124, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 9) gia nhập đội hình

```
124_7
082_1 125_3
NIL 100_5 NIL 130_9
```

Khi gặp sự kiện 8\_789\_7, các chiến binh được sắp xếp thành danh sách theo thứ tự LNR như sau

```
082_1 100_5 124_7 125_3 130_9
```

Đội hình mới được tạo ra bằng cách đưa Marwen vào cuối danh sách và lần lượt thêm các chiến binh vào Max Heap như sau

```
789_7
125_3      130_9
082_1 124_7 100_5 NIL
```

Khi gặp sự kiện 5\_264\_4, lúc này Lithariel xuất hiện và Marwen trở thành chiến binh bình thường, do đó đội hình sẽ được vào danh sách theo thứ tự LNR như sau

```
082_1 125_3 124_7 789_7 100_5 130_9
```

Đội hình mới được tạo ra bằng cách đưa Lithariel vào nút gốc và lần lượt thêm các chiến binh vào cây và cân bằng cây AVL như sau

```
125_3
100_5 264_4
082_1 124_7 130_9 789_7
```

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là:

```
(125_3 (100_5 (082_1 N N) (124_7 N N)) (264_4 (130_9 N N) (789_7 N N)))
```

**S9) Giao tranh với Tower of Sauron.** Cùng với Hammer, Tower of Sauron là một trong ba Black Captain. Tower đại diện cho sự tàn bạo của Sauron và cũng góp phần trong cái chết của gia đình Talion. Mã sự kiện là 9\_XYZ, ở sự kiện này, Tower sẽ tìm vị trí của chiến binh có token ABC gần nhất với XYZ và tiêu diệt toàn bộ các chiến binh nằm trên đường dẫn từ nút gốc đến nút ABC. Thứ tự các chiến binh bị xóa lần lượt từng nút một từ nút gốc tới nút ABC theo nguyên tắc vận hành của cây tại thời điểm đang xét.

Nếu trong đội hình có Marwen, Tower of Sauron sẽ không tấn công vì cho rằng Marwen đang làm theo chỉ dẫn của Saruman.



**Ví dụ 14:** Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_082\_1 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_2 9\_101

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (082, 1), (100, 5), (125, 3), (130, 2) gia nhập đội hình

```

123_7
082_1      125_3
NIL_100_5  NIL_130_2

```

Khi gặp sự kiện 9\_101, chiến binh có token gần nhất với 101 là 100. Khi đó danh sách các chiến binh từ nút gốc đến nút có giá trị 100 là

123\_7 082\_1 100\_5

Sau khi lần lượt loại bỏ các chiến binh theo thứ tự trong danh sách, cây BST trở thành

```

125_3
NIL_130_2

```

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là:

(125\_3 N (130\_2 N N))

Bằng thanh kiếm của Dirhael, Talion đã đánh bại được Tower of Sauron và trả thù cho gia đình. Tower of Sauron chỉ xuất hiện một lần trong toàn bộ các sự kiện.

### Một số trường hợp ngoại lệ:

**E1)** Khi Hirgon gia nhập đội hình chiến đấu, các chiến binh có cùng chỉ số sức mạnh với chàng sẽ được chúc phúc và không bao giờ thua khi giao tranh với Uruk Chieftain. Các chiến binh này sẽ trở lại trạng thái bình thường khi Hirgon bị loại khỏi đội hình.

**Ví dụ 15:** Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_082\_6 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_2 4\_111\_6  
3\_081\_9

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (082, 6), (100, 5), (125, 3), (130, 2) gia nhập đội hình

```

123_7
082_6 125_3
NIL_100_5  NIL_130_2

```

Khi gặp sự kiện 4\_111\_6, các chiến binh được sắp xếp thành danh sách theo thứ



tự LNR như sau

082\_6 100\_5 123\_7 125\_5 130\_2

Đội hình mới được tạo ra bằng cách đưa Hírgon vào nút gốc và lần lượt thêm các chiến binh vào cây như sau

111\_6

082\_6

123\_7

NIL

100\_5

NIL

125\_5

NIL NIL NIL NIL NIL NIL NIL 130\_2

Khi gặp sự kiện 3\_081\_9, chỉ số sức mạnh của chiến binh với token 082 trùng với chỉ số sức mạnh của Hírgon 6, nên cho dù chiến binh này bị thua khi chiến đấu với Uruk Chieftain, chiến binh vẫn không bị loại khỏi đội hình.

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là:

(111\_6 (082\_6 N (100\_5 N N)) (123\_7 N (125\_5 N (130\_2 N N))))

**E2)** Chiến binh tương ứng với token có giá trị là một số nguyên tố sẽ không bị loại khỏi đội hình trong bất kì trường hợp nào.

Ví dụ 16: Với dữ liệu nhập là

1\_123\_7 1\_083\_6 1\_100\_5 1\_125\_3 1\_130\_2 3\_081\_9

Cây BST sau khi Uruk (123, 7), (083, 6), (100, 5), (125, 3), (130, 2) gia nhập đội hình

123\_7

083\_6 125\_3

NIL 100\_5 NIL 130\_2

Khi gặp sự kiện 3\_081\_9, chiến binh với token là số nguyên tố, nên cho dù chiến binh này bị thua khi chiến đấu với Uruk Chieftain, chiến binh vẫn không bị loại khỏi đội hình.

Cây BST kết quả được xuất ra màn hình là:

(123\_7 (083\_6 N (100\_5 N N)) (125\_3 N (130\_2 N N)))

Đến đây, Talion đã hoàn tất cuộc hành trình trở về Black Gate và sẵn sàng cho cuộc chiến cuối cùng với Black Hand of Sauron. Câu chuyện kết thúc như thế nào cho đến nay vẫn chưa ai biết rõ. Tất cả những gì còn lại là đội hình chiến đấu được biểu diễn dưới dạng cây nhị phân khi Talion hoàn tất cuộc hành trình.





## 6. Cách dịch và thực thi chương trình

Sinh viên download file *assignment2.zip* từ trang Web của môn học. Khi giải nén file này, sẽ có được các file sau:

<code>input.txt</code>	Một file input ví dụ
<code>main.cpp</code>	Chương trình chính
<code>adventure.cpp</code>	Chương trình hiện thực bởi sinh viên
<code>defs.h</code>	File định nghĩa các cấu trúc và hàm dùng chung
<code>Assignment2.pdf</code>	File mô tả nội dung bài tập lớn

File `input.txt` là một file nhập mẫu như được mô tả ở phần 3. File `main.cpp` là chương trình khởi tạo, bao gồm các hàm viết sẵn như sau:

- `main()` : chương trình chính sẽ thực thi
- `readFile()` : hàm đọc file input
- `display()` : hàm xuất dữ liệu ra màn hình.

*Lưu ý rằng sinh viên không được phép thay đổi file `main.cpp` và `defs.h` khi hiện thực chương trình cũng như không được include bất kỳ thư viện nào khác (tất cả các thư viện cần thiết đều đã được include trong file `defs.h`). Ngoài ra, các hàm do sinh viên viết không được xuất bất kỳ dữ liệu nào ra màn hình khi thực thi.*

Để dịch và thực thi chương trình, sinh viên chứa cả 3 files `main.cpp`, `adventure.cpp` và `defs.h` trong cùng một thư mục; sau đó chỉ cần dịch và thực thi **duy nhất** file `main.cpp`. Mọi công việc cần phải làm sẽ được hiện thực trong file `adventure.cpp`.



**Lưu ý:**

- 1) Sinh viên phải sử dụng danh sách liên kết để lập trình bài tập, **KHÔNG DÙNG MẢNG HOẶC CHUỖI**, CÁC BÀI LÀM KHÔNG DÙNG DANH SÁCH LIÊN KẾT SẼ KHÔNG CÓ ĐIỂM.
- 2) Quy định thời gian chạy: nhỏ hơn 3 giây.

**7. Nộp bài**

Khi nộp bài, sinh viên sử dụng account đã được cấp phát trên hệ thống BK Sakai để nộp bài qua mạng. Sinh viên chỉ nộp đúng một file *adventure.cpp* (tên file phải được viết thường). Tất cả các file nộp khác file *adventure.cpp* sẽ bị tự động xóa khi chấm bài. File được nộp phải là file chương trình gốc, sinh viên không được nén file khi nộp bài. Sinh viên phải kiểm tra chương trình của mình trên Cygwin trước khi nộp.

**Thời hạn nộp bài:** Thời hạn chót để nộp bài là **23h55** ngày thứ **hai 08/12/2014**

Sinh viên phải dùng account trên hệ thống Sakai để nộp bài. **KHÔNG** nhận bài được gửi qua mail hoặc bất kỳ hình thức nào khác. Bài nộp trễ sẽ **KHÔNG** được nhận.

**8. Xử lý gian lận**

Bài tập lớn phải được sinh viên **TỰ LÀM**. Sinh viên sẽ bị coi là gian lận nếu:

- 1) Có sự giống nhau bất thường giữa mã nguồn của các bài nộp. Trong trường hợp này, **TẤT CẢ** các bài nộp đều bị coi là gian lận. Do vậy sinh viên phải bảo vệ mã nguồn bài tập lớn của mình.
- 2) Sinh viên không hiểu mã nguồn do chính mình viết, trừ những phần mã được cung cấp sẵn trong chương trình khởi tạo. Sinh viên có thể tham khảo từ bất kỳ nguồn tài liệu nào, tuy nhiên phải đảm bảo rằng mình hiểu rõ ý nghĩa của tất cả những dòng lệnh mà mình viết. Trong trường hợp không



hiểu rõ mã nguồn của nơi mình tham khảo, sinh viên được đặc biệt cảnh báo là **KHÔNG ĐƯỢC** sử dụng mã nguồn này; thay vào đó nên sử dụng những gì đã được học để viết chương trình.

Trong trường hợp bị kết luận là gian lận, sinh viên sẽ bị điểm 0 cho toàn bộ môn học (không chỉ bài tập lớn). **KHÔNG CHẤP NHẬN BẤT KỲ GIẢI THÍCH NÀO VÀ KHÔNG CÓ BẤT KỲ NGOẠI LỆ NÀO!**

Sau mỗi bài tập lớn được nộp, sẽ có một số sinh viên được gọi phỏng vấn ngẫu nhiên để chứng minh rằng bài tập lớn vừa được nộp là do chính mình làm.

--- HẾT ---