



Çoklu Öncelikli Kuyruk Gerçeklenmesi

Öğrenci Adı: Burak Atalay

Öğrenci Numarası: 22011641

Dersin Öğretmeni: Göksel Biricik

Video Linki: <https://youtu.be/EilsCTAAHrU>

1- Problem Tanımı:

Ödevde N satır M sütuna sahip bir matrisin her satırında bir max heap tree oluşturulup her adımda bu max heap'lerin önceliği en yüksek olanından o elemanın çıkartılması isteniyor. Bunun tüm heap'ler boşalana kadar yapıpı heaplerin boşalma sırasının programın sonunda ekrana yazılması isteniyor.

2- Problemin Çözümü:

Kullanıcıdan heap sayısını aldıktan sonra her bir heap'in kapasitesi kullanıcıdan alındı ve matrisin sütun sayısı yani m, en büyük kapasiteli heap'in kapasitesi yapıldı. Bundan sonrasında matrisi rastgele değerlerle doldurmak için $n * m$ büyüklüğünde bir dizi oluşturuldu ve shuffle edildi. Sonrasında shuffle edilen bu dizideki değerler matrise aktarıldı. Bundan sonrasında her bir satır buildHeap fonksiyonuna verilip birer max heap haline getirildi. Sonrasında tüm heap'ler boşaltılana kadar dönen bir while döngüsü kullanıldı. Her iterasyonda findMax fonksiyonuyla max elemanı en büyük önceliğe sahip olan heap'in index'i bulunur ve bu heap için extractMax çağırılır. Bu işlemten sonra extractMax yapılan heap boşaldıysa bu heap'in index'i finishedHeaps isimli diziye kaydedilir ve döngüden çıkmak için kullanılan size değişkeni bir artırılır. Eğer heap boşalmamışsa bir işlem yapılmaz. Her iterasyonda matris yazdırılır. Program sonunda heap'lerin bitiş sırası yazdırılır.

3- Karşılaşılan Sorunlar:

Ödevde heap'i gerçekleştirmek için yalnızca matris yapısı kullanılması istendiğinden heap'lerin max elemanları arasında seçme yaparken linear arama gerçekleştirdik. Bu da karmaşıklığı artıran bir durum. Mesela struct tanımlayıp içerisine bir heap'in max elemanı ve o heap'in matristeki index'ini koyup bu struct yapısından bir yardımcı heap oluştursaydık max elemanı en büyük önceliğe sahip olan heap'i $O(n)$ yerine $O(\log n)$ karmaşıklıkta bulabilirdik. Totalde ise karmaşıklık en kötü durumda $n*m$ iterasyon sürecek ve her iterasyonda heap'lerin max elemanları arasından en büyüğü seçmek $\log n$ (yardımcı heap'te extractMax işlemi) olurken, sonrasında bu max elemana sahip heap için extractMax işlemi en kötü durumda $\log m$ olur. Yani totalde $O(n * m * (\log n + \log m)) = O(n * m * \log(n*m))$ olurdu. Aramayı linear yaptığımızda ise her iterasyonda $n + \log m$ lik bir maliyet olur. Yani totalde $O(n * m * (n + \log m))$ olur. Yardımcı heap'in kullanılmama sebebi soruda heap gerçekleştirmek için yalnızca sağlanan integer tipindeki matrisin kullanılmasının istenmesiydi. Ayrıca yardımcı heap, struct yapısında olacağından integer bir heap için kullanılan heap fonksiyonlarının aynılarının struct yapısı için implemente edilmesi gerekecekti. Bu da bir dezavantaj olduğundan yardımcı heap kullanılmadı.

4- Ekran Çıktıları:

Senaryo 1-

```
How many heaps are there: 4
1. heap's size: 2
2. heap's size: 3
3. heap's size: 4
4. heap's size: 4
```

matrix before buildHeap operations...

	0	1	2	3
1	10	5	-1	-1
2	15	13	6	-1
3	9	3	12	7
4	8	1	4	11

matrix after buildHeap operations...

	0	1	2	3
1	10	5	-1	-1
2	15	13	6	-1
3	12	7	9	3
4	11	8	4	1

the selected element: 15

matrix after 1. iteration...

the selected element: 15

matrix after 1. iteration...

	0	1	2	3
1	10	5	-1	-1
2	13	6	-1	-1
3	12	7	9	3
4	11	8	4	1

the selected element: 13

matrix after 2. iteration...

	0	1	2	3
1	10	5	-1	-1
2	6	-1	-1	-1
3	12	7	9	3
4	11	8	4	1

the selected element: 12

matrix after 3. iteration...

the selected element: 12

matrix after 3. iteration...

	0	1	2	3
1	10	5	-1	-1
2	6	-1	-1	-1
3	9	7	3	-1
4	11	8	4	1

the selected element: 11

matrix after 4. iteration...

the selected element: 11

matrix after 4. iteration...

	0	1	2	3
1	10	5	-1	-1
2	6	-1	-1	-1
3	9	7	3	-1
4	8	1	4	-1

the selected element: 10

matrix after 5. iteration...

	0	1	2	3
1	5	-1	-1	-1
2	6	-1	-1	-1
3	9	7	3	-1
4	8	1	4	-1

the selected element: 9

matrix after 6. iteration...

	0	1	2	3
1	5	-1	-1	-1
2	6	-1	-1	-1
3	7	3	-1	-1
4	8	1	4	-1

the selected element: 8

matrix after 7. iteration...

	0	1	2	3
1	5	-1	-1	-1
2	6	-1	-1	-1
3	7	3	-1	-1
4	4	1	-1	-1

the selected element: 7

matrix after 8. iteration...

	0	1	2	3
1	5	-1	-1	-1
2	6	-1	-1	-1
3	3	-1	-1	-1
4	4	1	-1	-1

the selected element: 6

current finished heap: 2

matrix after 9. iteration...

	0	1	2	3
1	5	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1
3	3	-1	-1	-1
4	4	1	-1	-1

the selected element: 5

current finished heap: 1

matrix after 10. iteration...

	0	1	2	3
1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1
3	3	-1	-1	-1
4	4	1	-1	-1

the selected element: 4

matrix after 11. iteration...

	0	1	2	3
1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1
3	3	-1	-1	-1
4	1	-1	-1	-1

current finished heap: 3

matrix after 12. iteration...

	0	1	2	3
1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1
3	-1	-1	-1	-1
4	1	-1	-1	-1

the selected element: 1

current finished heap: 4

matrix after 13. iteration...

	0	1	2	3
1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1
3	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1

Finished Heap Order...

2 1 3 4

Process exited after 19.37 seconds with return value 0
Press any key to continue . . . |

Senaryo 2-

How many heaps are there: 6

1. heap's size: 1
2. heap's size: 8
3. heap's size: 4
4. heap's size: 5
5. heap's size: 3
6. heap's size: 4

matrix before buildHeap operations...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	17	37	23	12	43	27	45	15
3	1	48	2	11	-1	-1	-1	-1
4	10	42	24	47	30	-1	-1	-1
5	41	35	9	-1	-1	-1	-1	-1
6	36	8	4	6	-1	-1	-1	-1

matrix after buildHeap operations...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	45	43	27	15	37	17	23	12
3	48	11	2	1	-1	-1	-1	-1
4	47	42	24	10	30	-1	-1	-1
5	41	35	9	-1	-1	-1	-1	-1
6	36	8	4	6	-1	-1	-1	-1

the selected element: 48

matrix after 1. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	45	43	27	15	37	17	23	12
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	47	42	24	10	30	-1	-1	-1
5	41	35	9	-1	-1	-1	-1	-1
6	36	8	4	6	-1	-1	-1	-1

the selected element: 47

matrix after 2. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	45	43	27	15	37	17	23	12
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	42	30	24	10	-1	-1	-1	-1
5	41	35	9	-1	-1	-1	-1	-1
6	36	8	4	6	-1	-1	-1	-1

the selected element: 45

matrix after 3. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	43	37	27	15	12	17	23	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	42	30	24	10	-1	-1	-1	-1
5	41	35	9	-1	-1	-1	-1	-1
6	36	8	4	6	-1	-1	-1	-1

the selected element: 43

matrix after 4. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	37	23	27	15	12	17	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	42	30	24	10	-1	-1	-1	-1
5	41	35	9	-1	-1	-1	-1	-1
6	36	8	4	6	-1	-1	-1	-1

the selected element: 42

matrix after 5. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	37	23	27	15	12	17	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	30	10	24	-1	-1	-1	-1	-1
5	41	35	9	-1	-1	-1	-1	-1
6	36	8	4	6	-1	-1	-1	-1

the selected element: 41

matrix after 6. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	37	23	27	15	12	17	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	30	10	24	-1	-1	-1	-1	-1
5	35	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	36	8	4	6	-1	-1	-1	-1

the selected element: 37

matrix after 7. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	27	23	17	15	12	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	30	10	24	-1	-1	-1	-1	-1
5	35	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	36	8	4	6	-1	-1	-1	-1

the selected element: 36

matrix after 8. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	27	23	17	15	12	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	30	10	24	-1	-1	-1	-1	-1
5	35	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 35

matrix after 9. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	27	23	17	15	12	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	30	10	24	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 30

matrix after 10. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	27	23	17	15	12	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	24	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 27

matrix after 11. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	23	15	17	12	-1	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	24	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 24

matrix after 12. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	23	15	17	12	-1	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 23

matrix after 13. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	17	15	12	-1	-1	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 17

matrix after 14. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	15	12	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 15

matrix after 15. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	12	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 12

current finished heap: 2

matrix after 16. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	11	1	2	-1	-1	-1	-1	-1
4	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 11

matrix after 17. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 10

current finished heap: 4

matrix after 18. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 9

current finished heap: 5

matrix after 19. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	8	6	4	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 8

matrix after 20. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	6	4	-1	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 6

matrix after 21. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 4

current finished heap: 6

matrix after 22. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 3

current finished heap: 1

matrix after 23. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 2

matrix after 24. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 1

current finished heap: 3

matrix after 25. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Finished Heap Order...

2 4 5 6 1 3

Process exited after 23.24 seconds with return value 0
Press any key to continue . . . |

Senaryo 3-

How many heaps are there: 2

1. heap's size: 9

2. heap's size: 7

matrix before buildHeap operations...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	18	8	1	4	14	5	3	12
2	6	17	15	13	2	11	9	-1	-1

matrix after buildHeap operations...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	18	12	14	10	4	8	5	3	1
2	17	13	15	6	2	11	9	-1	-1

the selected element: 18

matrix after 1. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	14	12	8	10	4	1	5	3	-1
2	17	13	15	6	2	11	9	-1	-1

the selected element: 17

matrix after 2. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	14	12	8	10	4	1	5	3	-1
2	15	13	11	6	2	9	-1	-1	-1

the selected element: 15

matrix after 3. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	14	12	8	10	4	1	5	3	-1
2	13	9	11	6	2	-1	-1	-1	-1

the selected element: 14

matrix after 4. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	12	10	8	3	4	1	5	-1	-1
2	13	9	11	6	2	-1	-1	-1	-1

the selected element: 13

matrix after 5. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	12	10	8	3	4	1	5	-1	-1
2	11	9	2	6	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 12

matrix after 6. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	5	8	3	4	1	-1	-1	-1
2	11	9	2	6	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 11

matrix after 7. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	5	8	3	4	1	-1	-1	-1
2	9	6	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1

```

*****

the selected element: 10
matrix after 8. iteration...

      0      1      2      3      4      5      6      7      8
-----
1 |  8  |  5  |  1  |  3  |  4  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----
2 |  9  |  6  |  2  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----

*****

the selected element: 9
matrix after 9. iteration...

      0      1      2      3      4      5      6      7      8
-----
1 |  8  |  5  |  1  |  3  |  4  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----
2 |  6  |  2  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----

*****

the selected element: 8
matrix after 10. iteration...

      0      1      2      3      4      5      6      7      8
-----
1 |  5  |  4  |  1  |  3  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----
2 |  6  |  2  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----

*****

```

the selected element: 6

matrix after 11. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	5	4	1	3	-1	-1	-1	-1	-1
2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 5

matrix after 12. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	3	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

the selected element: 4

matrix after 13. iteration...

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

```
*****

the selected element: 3
matrix after 14. iteration...

  0      1      2      3      4      5      6      7      8
-----
1 |  1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----
2 |  2  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----

*****

the selected element: 2
current finished heap: 2
matrix after 15. iteration...

  0      1      2      3      4      5      6      7      8
-----
1 |  1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----
2 | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----

*****

the selected element: 1
current finished heap: 1
matrix after 16. iteration...

  0      1      2      3      4      5      6      7      8
-----
1 | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----
2 | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  | -1  |
-----

*****
```

```
*****

Finished Heap Order...
2 1
-----
Process exited after 7.485 seconds with return value 0
Press any key to continue . . . |
```