Hlaupabil

Bergur Snorrason

4. apríl 2022

Hlaupabil

- Aðferð *hlaupabila* (e. *sliding window*) er stundum hægt að nota til að taka dæmi sem hafa augljósa $\mathcal{O}(n^2)$ lausn og gera þau $\mathcal{O}(n)$ eða $\mathcal{O}(n \log n)$.

- Skoðum dæmi:

- Skoðum dæmi:
- Gefið n, k og svo n tölur a_i, þ.a. $a_i \in \{0, 1\}$ finndu lengd lengstu bilanna í rununni $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ sem innihelda bara 1 ef þú mátt breyta allt að k tölum.

- Skoðum dæmi:
- Gefið n, k og svo n tölur a_i, þ.a. $a_i \in \{0, 1\}$ finndu lengd lengstu bilanna í rununni $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ sem innihelda bara 1 ef þú mátt breyta allt að k tölum.
- Sjáum strax að maður vill alltaf breyta 0 í 1 og aldrei öfugt.

- Skoðum dæmi:
- Gefið n, k og svo n tölur a_i, þ.a. $a_i \in \{0, 1\}$ finndu lengd lengstu bilanna í rununni $(a_n)_{n\in\mathbb{N}}$ sem innihelda bara 1 ef þú mátt breyta allt að k tölum.
- Sjáum strax að maður vill alltaf breyta 0 í 1 og aldrei öfugt.
- Sjáum því að við erum að leita að lengstu bilunum í $(a_n)_{n\in\mathbb{N}}$ sem hefur í mesta lagi k stök jöfn 0.

- Skoðum dæmi:
- Gefið n, k og svo n tölur a_i, þ.a. $a_i \in \{0, 1\}$ finndu lengd lengstu bilanna í rununni $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ sem innihelda bara 1 ef þú mátt breyta allt að k tölum.
- Sjáum strax að maður vill alltaf breyta 0 í 1 og aldrei öfugt.
- Sjáum því að við erum að leita að lengstu bilunum í $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ sem hefur í mesta lagi k stök jöfn 0.
- Gefum okkur nú hlaupabil. Það byrjar tómt.

- Skoðum dæmi:
- Gefið n, k og svo n tölur a_i, þ.a. $a_i \in \{0, 1\}$ finndu lengd lengstu bilanna í rununni $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ sem innihelda bara 1 ef þú mátt breyta allt að k tölum.
- Sjáum strax að maður vill alltaf breyta 0 í 1 og aldrei öfugt.
- Sjáum því að við erum að leita að lengstu bilunum í $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ sem hefur í mesta lagi k stök jöfn 0.
- Gefum okkur nú hlaupabil. Það byrjar tómt.
- Við löbbum svo í gegnum $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ og lengjum bilið að aftan.

- Skoðum dæmi:
- Gefið n, k og svo n tölur a_i, þ.a. $a_i \in \{0, 1\}$ finndu lengd lengstu bilanna í rununni $(a_n)_{n\in\mathbb{N}}$ sem innihelda bara 1 ef þú mátt breyta allt að k tölum.
- Sjáum strax að maður vill alltaf breyta 0 í 1 og aldrei öfugt.
- Sjáum því að við erum að leita að lengstu bilunum í $(a_n)_{n\in\mathbb{N}}$ sem hefur í mesta lagi k stök jöfn 0.
- Gefum okkur nú hlaupabil. Það byrjar tómt.
- Við löbbum svo í gegnum $(a_n)_{n\in\mathbb{N}}$ og lengjum bilið að aftan.
- Ef það eru einhvern tímann fleiri en k stök í bilinu sem eru 0 þá minnkum við bilið að framan þar til svo er ekki lengur.

```
k = 2
l = 0
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
|
```

```
k = 2
l = 1
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
| |
```

```
k = 2
l = 2
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
|   |
```

```
k = 2
l = 3
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
|     |
```

```
k = 2
l = 4
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
|       |
```

```
k = 2
l = 5
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
|         |
```

```
k = 2
l = 4
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
  |       |
```

```
k = 2
l = 5
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
  |         |
```

```
k = 2
l = 4
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
     |       |
```

```
k = 2
l = 3
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
      |     |
```

```
k = 2
l = 2
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
          |    |
```

```
k = 2
l = 3
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
     |   |
```

```
k = 2
l = 2
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
          |   |
```

```
k = 2
l = 1
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
            |  |
```

```
k = 2
l = 2
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
            |   |
```

```
k = 2
l = 3
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
            |     |
```

```
k = 2
l = 4
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
            |       |
```

```
k = 2
l = 5
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
            |         |
```

```
k = 2
l = 6
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
            |           |
```

```
k = 2
l = 5
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
              |         |
```

```
k = 2
l = 6
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
              |           |
```

```
k = 2
l = 5
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
                |         |
```

```
k = 2
l = 6
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
                |           |
```

```
k = 2
l = 7
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
                 |              |
```

```
k = 2
l = 8
[0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1]
                |               |
```

```c
int main()
{
    int n, k, i;
    scanf("%d%d", &n, &k);
    int a[n];
    for (i = 0; i < n; i++) scanf("%d", &(a[i]));
    int b = 0, z = 0, mx = 0;
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        if (a[i] == 0) z++;
        while (z > k)
        {
            if (a[b] == 0) z--;
            b++;
        }
        if (i - b + 1 > mx) mx = i - b + 1;
    }
    printf("%d\n", mx);
    return 0;
}
```

- Hver tala í rununni er sett einu sinni í hlaupabilið og mögulega fjarlægð úr því.

- Hver tala í rununni er sett einu sinni í hlaupabilið og mögulega fjarlægð úr því.
- Svo tímaflækjan er $\mathcal{O}(\quad)$.

- Hver tala í rununni er sett einu sinni í hlaupabilið og mögulega fjarlægð úr því.
- Svo tímaflækjan er $\mathcal{O}(n)$.

- Þetta dæmi var í auðveldari kantinum.

- Þetta dæmi var í auðveldari kantinum.
- Skoðum annað dæmi:

- Þetta dæmi var í auðveldari kantinum.
- Skoðum annað dæmi:
- Byjrum á nokkrum undirstöðu atriðum.

- Þetta dæmi var í auðveldari kantinum.
- Skoðum annað dæmi:
- Byjrum á nokkrum undirstöðu atriðum.
- Tvö bil kallast *næstum sundurlæg* ef sniðmengi þeirra er tómt eða bara einn punktur.

- Þetta dæmi var í auðveldari kantinum.
- Skoðum annað dæmi:
- Byjrum á nokkrum undirstöðu atriðum.
- Tvö bil kallast *næstum sundurlæg* ef sniðmengi þeirra er tómt eða bara einn punktur.
- Sammengi bila má skrifa sem sammengi næstu sundurlægra bila.

- Þetta dæmi var í auðveldari kantinum.
- Skoðum annað dæmi:
- Byjrum á nokkrum undirstöðu atriðum.
- Tvö bil kallast *næstum sundurlæg* ef sniðmengi þeirra er tómt eða bara einn punktur.
- Sammengi bila má skrifa sem sammengi næstu sundurlægra bila.
- *Lengd bilsins* $[a, b]$ er $b - a$.

- Þetta dæmi var í auðveldari kantinum.
- Skoðum annað dæmi:
- Byjrum á nokkrum undirstöðu atriðum.
- Tvö bil kallast *næstum sundurlæg* ef sniðmengi þeirra er tómt eða bara einn punktur.
- Sammengi bila má skrifa sem sammengi næstu sundurlægra bila.
- *Lengd bilsins* $[a, b]$ er $b - a$.
- Til að finna *lengd sammengis bila* skrifum við sammengið sem sammengi næstum sundurlægra bila og tökum summu lengda þeirra.

- Þetta dæmi var í auðveldari kantinum.
- Skoðum annað dæmi:
- Byjrum á nokkrum undirstöðu atriðum.
- Tvö bil kallast *næstum sundurlæg* ef sniðmengi þeirra er tómt eða bara einn punktur.
- Sammengi bila má skrifa sem sammengi næstu sundurlægra bila.
- *Lengd bilsins* $[a, b]$ er $b - a$.
- Til að finna *lengd sammengis bila* skrifum við sammengið sem sammengi næstum sundurlægra bila og tökum summu lengda þeirra.
- Til dæmis eru bilin $[1, 2]$ og $[2, 3]$ næstum sundurlæg (en þó ekki sundurlæg) en $[1, 3]$ og $[2, 4]$ eru það ekki. Nú $[1, 3] \cup [2, 4] = [1, 4]$ svo lengd $[1, 3] \cup [2, 4]$ er 3.

- Gefið n bil hver er lengd sammengis þeirra.

- Geymum í lista tvenndir þar sem fyrra stakið er endapunktur bils og seinna stakið segir hvaða bili punkturinn tilleyrir.

- Geymum í lista tvenndir þar sem fyrra stakið er endapunktur bils og seinna stakið segir hvaða bili punkturinn tilleyrir.
- Röðum þessum punktum svo í vaxandi röð.

- Geymum í lista tvenndir þar sem fyrra stakið er endapunktur bils og seinna stakið segir hvaða bili punkturinn tilleyrir.
- Röðum þessum punktum svo í vaxandi röð.
- Við löbbum í gegnum þennan raðaða lista og höldum utan um hlaupabil þannig að við bætum við bili í hlaupabilið þegar við rekumst á vinstri endapunkt þess og fjarlægjum það þegar við rekumst á hægri endapunkt þess.

- Geymum í lista tvenndir þar sem fyrra stakið er endapunktur bils og seinna stakið segir hvaða bili punkturinn tilleyrir.
- Röðum þessum punktum svo í vaxandi röð.
- Við löbbum í gegnum þennan raðaða lista og höldum utan um hlaupabil þannig að við bætum við bili í hlaupabilið þegar við rekumst á vinstri endapunkt þess og fjarlægjum það þegar við rekumst á hægri endapunkt þess.
- Við skoðum svo sérstaklega tilfellin þegar við erum ekki með nein bil í hlaupabilinu okkar.

- Geymum í lista tvenndir þar sem fyrra stakið er endapunktur bils og seinna stakið segir hvaða bili punkturinn tilleyrir.
- Röðum þessum punktum svo í vaxandi röð.
- Við löbbum í gegnum þennan raðaða lista og höldum utan um hlaupabil þannig að við bætum við bili í hlaupabilið þegar við rekumst á vinstri endapunkt þess og fjarlægjum það þegar við rekumst á hægri endapunkt þess.
- Við skoðum svo sérstaklega tilfellin þegar við erum ekki með nein bil í hlaupabilinu okkar.
- Sammengi þeirra bila sem við höfum farið í gegnum þá síðan hlaupabilið var síðast tómt er nú næstum sundurlægt öllum öðrum bilum sem okkur var gefið í byrjun.

- Geymum í lista tvenndir þar sem fyrra stakið er endapunktur bils og seinna stakið segir hvaða bili punkturinn tilleyrir.
- Röðum þessum punktum svo í vaxandi röð.
- Við löbbum í gegnum þennan raðaða lista og höldum utan um hlaupabil þannig að við bætum við bili í hlaupabilið þegar við rekumst á vinstri endapunkt þess og fjarlægjum það þegar við rekumst á hægri endapunkt þess.
- Við skoðum svo sérstaklega tilfellin þegar við erum ekki með nein bil í hlaupabilinu okkar.
- Sammengi þeirra bila sem við höfum farið í gegnum þá síðan hlaupabilið var síðast tómt er nú næstum sundurlægt öllum öðrum bilum sem okkur var gefið í byrjun.
- Við skilum því summu lengda þessara sammengja.

```
    |
 1:   x-------------x
 2:      x----x
 3:   x----x
 4:           x-----------x
 5:                        x------x
 6:                                              x--x
 7:                                          x------x
 8:                          x--x
 9:                                    x-------------x
10:                        x------x
    |
[]
r = 0
```

```
     |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                          x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                            x--x
 9:                                      x------------x
10:                          x------x
     |
[]
r = 0
```

```
     |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                               x--x
 7:                                           x------x
 8:                           x--x
 9:                                     x------------x
10:                         x------x
     |
[1]
r = 0
```

```
     |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
     |
[1, 3]
r = 0
```

```
        |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:         x----------x
 5:                         x------x
 6:                                            x--x
 7:                                        x------x
 8:                           x--x
 9:                                    x------------x
10:                         x------x
        |
[1, 3]
r = 0
```

```
        |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
        |
[1, 2, 3]
r = 0
```

```
          |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                        x------x
 6:                                              x--x
 7:                                          x------x
 8:                          x--x
 9:                                    x------------x
10:                        x------x
          |
[1, 2, 3]
r = 0
```

```
          |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
          |
[1, 2]
r = 0
```

```
             |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                              x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                                x--x
 9:                                      x------------x
10:                              x------x
             |
[1, 2]
r = 0
```

```
             |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                             x--x
 7:                                         x------x
 8:                           x--x
 9:                                   x------------x
10:                         x------x
             |
[1, 2, 4]
r = 0
```

```
             |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
             |
[1, 4]
r = 0
```

```
                  |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                  |
[1, 4]
r = 0
```

```
                  |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                  |
```

[4]

r = 0

```
                        |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                        |
[4]
r = 0
```

```
                        |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                        |
[]
r = 0
```

```
                        |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                            x--x
 7:                                        x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                        |
[]
r = 20
```

```
                            |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                            |
[]
r = 20
```

```
                            |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                            |
[5]
r = 20
```

```
                            |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                            |

[5, 10]
r = 20
```

```
                              |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                        x------x
 6:                                               x--x
 7:                                           x------x
 8:                          x--x
 9:                                     x------------x
10:                        x------x
                              |

[5, 10]
r = 20
```

```
                              |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                              |
[5, 8, 10]
r = 20
```

```
                                 |

 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                                 |

[5, 8, 10]
r = 20
```

```
                                 |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                                 |

[5, 10]
r = 20
```

```
                                   |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                          x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                            x--x
 9:                                      x------------x
10:                          x------x
                                   |

[5, 10]
r = 20
```

```
                                   |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                            x------x
 6:                                                   x--x
 7:                                               x------x
 8:                              x--x
 9:                                         x------------x
10:                            x------x
                                   |
```

[5]

r = 20

```
                                   |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                            x------x
 6:                                                   x--x
 7:                                               x------x
 8:                              x--x
 9:                                          x------------x
10:                            x------x
                                   |

[]
r = 20
```

```
                                   |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                                   |

[]
r = 28
```

```
                                         |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x-----------x
 5:                        x------x
 6:                                                   x--x
 7:                                               x------x
 8:                          x--x
 9:                                      x------------x
10:                        x------x
                                         |
[]
r = 28
```

```
                                         |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                    x--x
 7:                                                x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                                         |

[9]
r = 28
```

```
                                               |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                                               |
```

[9]

r = 28

```
                                               |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                       x------------x
10:                         x------x
                                               |

[7, 9]
r = 28
```

```
                                                   |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                                                   |

[7, 9]
r = 28
```

```
                                                   |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                                                   |

[6, 7, 9]
r = 28
```

```
                                                      |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                   x--x
 7:                                               x------x
 8:                           x--x
 9:                                          x------------x
10:                         x------x
                                                      |

[6, 7, 9]
r = 28
```

```
                                                      |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                                                      |

[7, 9]
r = 28
```

```
                                                      |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                            x------x
 6:                                                   x--x
 7:                                               x------x
 8:                              x--x
 9:                                         x------------x
10:                            x------x
                                                      |

[9]
r = 28
```

```
                                                      |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                         x------x
 6:                                                x--x
 7:                                            x------x
 8:                           x--x
 9:                                      x------------x
10:                         x------x
                                                      |

[]
r = 28
```

```
                                                      |
 1:  x------------x
 2:     x----x
 3:  x----x
 4:          x----------x
 5:                        x------x
 6:                                               x--x
 7:                                           x------x
 8:                          x--x
 9:                                     x------------x
10:                        x------x
                                                      |

[]
r = 42
```

```c
typedef struct { int x, y; } ii;
int cmp(const void* p1, const void* p2) { return ((ii*)p1)->x - ((ii*)p2)->x; }

int main()
{
    int n, r, i, j, k;
    scanf("%d", &n);
    ii a[2*n];
    int b[n];
    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        scanf("%d%d", &(a[2*i].x), &(a[2*i + 1].x));
        a[2*i].y = i; a[2*i + 1].y = i; b[i] = 0;
    }
    qsort(a, 2*n, sizeof(a[0]), cmp);
    i = 0, r = 0;
    while (i < 2*n)
    {
        k = 1, j = i + 1, b[a[i].y] = 1;
        while (k > 0)
        {
            if (b[a[j].y] == 1) k--;
            else b[a[j].y] = 1, k++;
            j++;
        }
        r = r + a[j - 1].x - a[i].x; i = j;
    }
    printf("%d\n", r);
    return 0;
}
```

- Við byrjum á að raða í $\mathcal{O}(\qquad)$ tíma.

- Við byrjum á að raða í $\mathcal{O}(n \log n)$ tíma.

- Við byrjum á að raða í $\mathcal{O}(n \log n)$ tíma.
- Síðan ítrum við í gegnum alla endapunktana sem tekur $\mathcal{O}(\quad)$ tíma.

- Við byrjum á að raða í $\mathcal{O}(n \log n)$ tíma.
- Síðan ítrum við í gegnum alla endapunktana sem tekur $\mathcal{O}(n)$ tíma.

- Við byrjum á að raða í $\mathcal{O}(n \log n)$ tíma.
- Síðan ítrum við í gegnum alla endapunktana sem tekur $\mathcal{O}(\ n\ )$ tíma.
- Svo lausnin hefur tímaflækjuna $\mathcal{O}(\qquad\quad)$.

- Við byrjum á að raða í $\mathcal{O}(n \log n)$ tíma.
- Síðan ítrum við í gegnum alla endapunktana sem tekur $\mathcal{O}(\ n\ )$ tíma.
- Svo lausnin hefur tímaflækjuna $\mathcal{O}(n \log n)$.