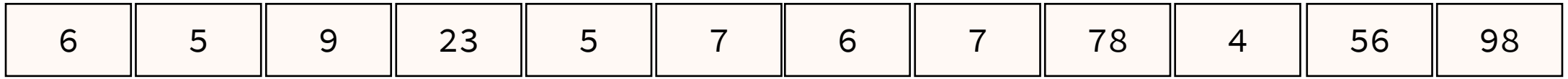
Algoritmi di ricerca (*search algorithms*)

Liceo G.B. Brocchi – Bassano del Grappa (VI)
Liceo Scientifico – opzione scienze applicate
Giovanni Mazzocchin

Motivazioni

- Il nostro obiettivo è **cercare** la prima occorrenza di un elemento all'interno di una struttura dati:
  - l'unica struttura dati che conosciamo è l'**array**
  - per semplicità lavoreremo su array di interi
  - nella realtà si lavora spesso sugli array o su altre strutture dati, contenenti però dati molto più complessi dei semplici interi
- Questo problema ha innumerevoli applicazioni in Informatica. Alcuni esempi:
  - ricerca di un record in un database
  - ricerca di un file in un file system
  - ricerca di un gene in un genoma sequenziato
  - ricerca di una parola all'interno di un dizionario
  - ricerca di un'impronta digitale all'interno di un archivio di impronte di pregiudicati

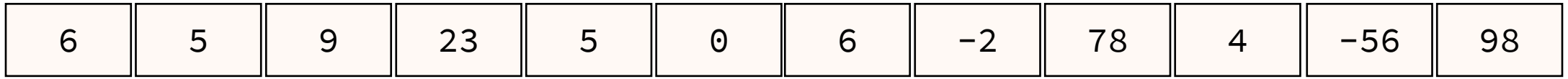
Ricerca lineare (*linear search*)



- ipotizziamo di dover cercare la prima occorrenza della chiave 7 e memorizzare l'indice dell'elemento che la contiene. Qual è il modo più ovvio per farlo?

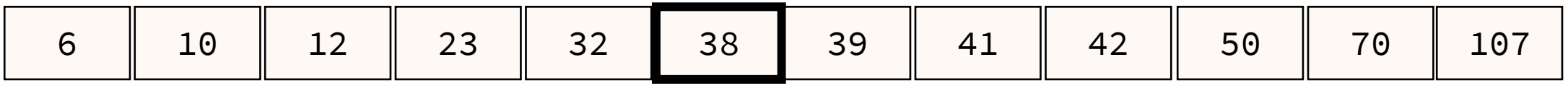
```
const int items_size = 12;
int items[items_size] = {6, 5, 9, 23, 5, 7, 6, 7, 78, 4, 56, 98};
bool found = false;
int index = -1;
int item = 7;

for (int i = 0; i < items_size && found == false; i++) {
        if (items[i] == item) {
                found = true;
                index = i;
        }
}
```

Ricerca lineare



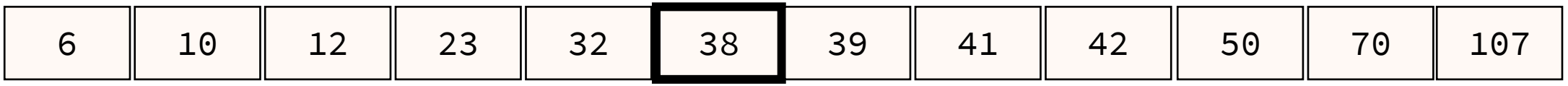
- se l'elemento cercato non è presente, la ricerca lineare restituisce:
  - `index`: **`-1`**
  - `found`: **`false`**

E se l'array fosse ordinato?

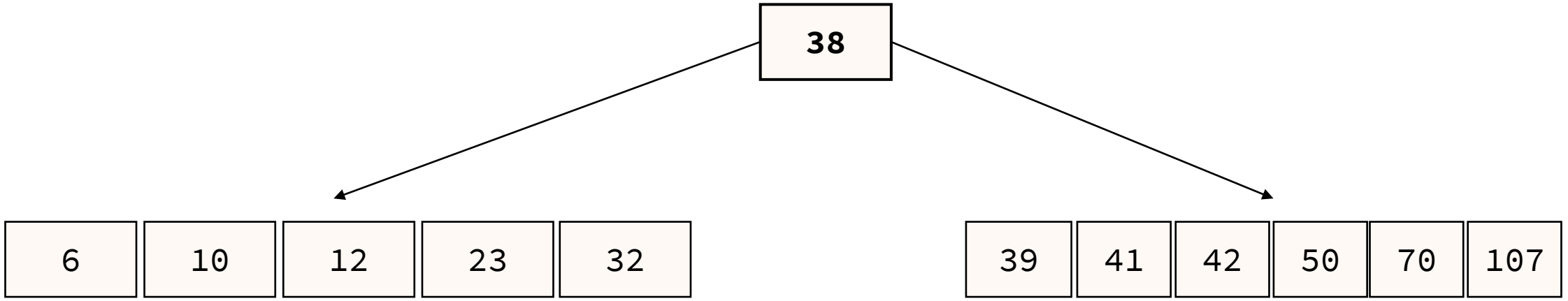


- L'array è **ordinato** in senso crescente
- Cerchiamo di visualizzare l'array in un modo che permetta di velocizzare la ricerca, senza dover più partire dal primo elemento e scorrerlo tutto
- Questo array ha 12 elementi. L'ultimo elemento ha indice 11:
  - l'elemento **centrale** ha indice `11 / 2 = 5`
- In generale, data una *slice* di un array `A` di indice minimo `l` e indice massimo `h`, possiamo dire che:
  - la slice contiene `h - l + 1` elementi
  - l'indice centrale della slice è `(l + h) / 2`

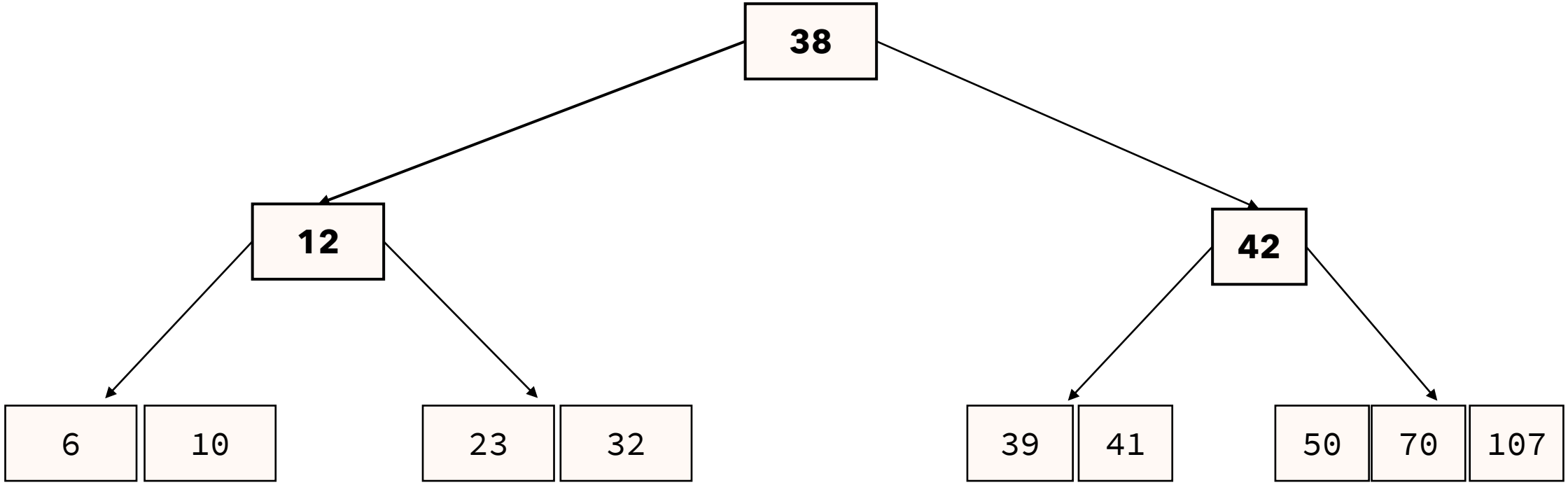
E se l'array fosse ordinato?



vediamo l'array come un **albero binario**, dove la radice è l'elemento centrale, il figlio sinistro è il sotto-array a sinistra dell'elemento centrale, e il figlio destro è il sotto-array a destra dell'elemento centrale. Poi applichiamo la suddivisione ricorsivamente

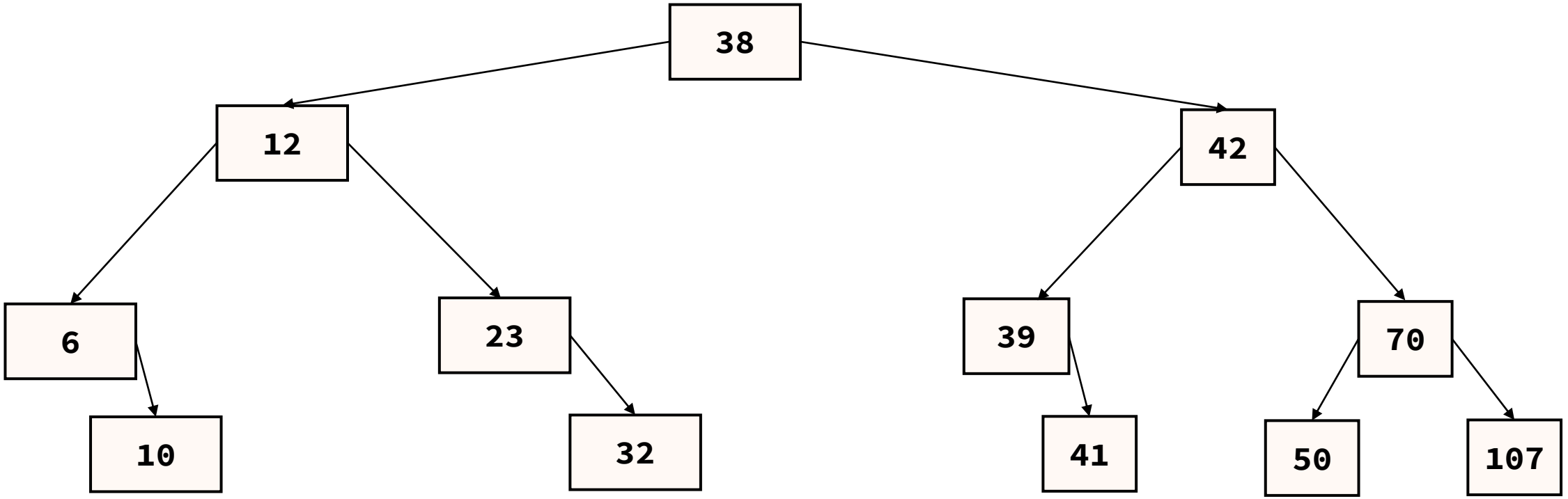


E se l'array fosse ordinato?



Ricerca binaria (*binary search*)

- **NB**: l'albero che abbiamo costruito è solo un modello di calcolo. In memoria c'è solo l'array
- Quale procedura potremmo seguire per trovare un elemento all'interno dell'albero?



Ricerca binaria

- **La ricerca binaria (o logaritmica, o dicotomica) è un algoritmo che permette di non perdere tempo nel cercare le cose dove sicuramente non esistono**

- L'albero che abbiamo visto è solo una nostra costruzione mentale per capire il funzionamento dell'algoritmo che scriveremo

- Quello che dobbiamo fare è modificare gli indici dell'array in modo da riprodurre la ricerca che abbiamo fatto sull'albero

Ricerca binaria

iteration 1

searched key: 37

	low				mid					high
indexes	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
values	**5**	**9**	**12**	**13**	**20**	**20**	**30**	**40**	**42**	**44**

Ricerca binaria

iteration 2

searched key: 37

						low		mid		high
indexes	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
values	**5**	**9**	**12**	**13**	**20**	**20**	**30**	**40**	**42**	**44**

Ricerca binaria

iteration 3

searched key: 37

						low mid	high			
indexes	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
values	**5**	**9**	**12**	**13**	**20**	**20**	**30**	**40**	**42**	**44**

Ricerca binaria

iteration 4

searched key: 37

							low mid high			
indexes	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
values	**5**	**9**	**12**	**13**	**20**	**20**	**30**	**40**	**42**	**44**

Ricerca binaria

iteration 5

searched key: 37

							mid high	low		
indexes	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
values	**5**	**9**	**12**	**13**	**20**	**20**	**30**	**40**	**42**	**44**

`low > high`
la chiave cercata non esiste nell'array, l'algoritmo termina

Ricerca binaria

iteration 1

searched key: 40

	low				mid					high
indexes	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
values	**5**	**9**	**12**	**13**	**20**	**20**	**30**	**40**	**42**	**44**

Ricerca binaria

iteration 2

searched key: 40

						low		mid		high
indexes	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
values	**5**	**9**	**12**	**13**	**20**	**20**	**30**	**40**	**42**	**44**

`array[mid] == key`
la chiave è stata trovata,
l'algoritmo termina

Ricerca binaria

- Se l'elemento cercato è maggiore di `array[mid]`, si aggiorna solo l'indice `low`:
  - **`low = mid + 1`**

- Se l'elemento cercato è minore di `array[mid]`, si aggiorna solo l'indice `high`:
  - **`high = mid - 1`**

- Se `low > high`, significa che la ricerca è fallita. L'algoritmo termina

Ricerca binaria

```
int low = 0;
int high = size - 1;
int mid;
bool found = false;

while (!found && low <= high) {
        mid = (l + h) / 2;
        if (v[mid] == key) {
                found = true;
        }
        else if (key > v[mid]) {
                low = mid + 1;
        }
        else {
                high = mid - 1;
        }
}
```