F09 - Egendefinierade datastrukturer och sökning

Programmeringsteknik med C och Matlab, 7,5 hp

Niclas Börlin
niclas.borlin@cs.umu.se

Datavetenskap, Umeå universitet

2023-10-12 Tor

Egendefinierade datastrukturer

Döpa om typer

- Det är möjligt att döpa om typer i C
- Det görs med nyckelordet `typedef`

```
typedef int score;
```

- Sen kan vi använda den i ett program

```
1  #include <stdio.h>
2
3  typedef int score;
4
5  int main(void)
6  {
7      score s;
8
9      // do stuff with s
10
11     return 0;
12 }
```

Enkelt ritprogram

- Antag att vi vill skriva ett enkelt ritprogram som hanterar objekt som ska ritas ut i 2 dimensioner
  - Linjer dras mellan två punkter
  - En punkt består av en x-koordinat och en y-koordinat
- `int`, `char`, `double` samt fält låter oss åstadkomma en hel del, men ibland behöver vi mer
- Sammansatta, egendefinierade datatyper låter oss representera samlingar av flera objekt av ev. olika typ som ett objekt

Egendefinierade poster — `struct` (1)

- Koden

```
typedef struct {
    type1 id1;
    type2 id2;
    ...
} type_name;
```

  definierar en datatyp med namn `type_name` som är en post (eng. *record*, `struct`)
- Posten `type_name` är sammansatt av delar som kallas fält (eng: *field, member*)
  - `id1` av typ `type1`,
  - `id2` av typ `type2`, osv.
- Alla poster av typen `type_name` har samma delar
- OBS! Blanda inte ihop fält i poster med datatypen fält (*array*)

Egendefinierade poster — `struct` (2)

- Efter att vi definierat typen kan vi använda den som om den var inbyggd, deklarera variabler, skicka som parametrar, osv.

```c
#include <stdio.h>

typedef struct {
    type1 id1;
    type2 id2;
    ...
} type_name;

type_name merge(type_name a, type_name b)
{
    ...
}

int main(void)
{
    type_name i, j, k;
    ...
    k = merge(i, j);
    ...
    return 0;
}
```

Posten två-dimensionell punkt

- Till vårt ritprogram behöver vi en datatyp för punkter i två dimensioner:

```
typedef struct {
    double x;
    double y;
} point;
```

Initiering av poster

- Hela poster kan initieras i samband med att de deklareras, men inte senare
- Följande funkar alltså:

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef struct {
    double x;
    double y;
} point;

int main(void)
{
    point p1 = {2.8, 1.0};
    ...
    return 0;
}
```

- ...men inte

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef struct {
    double x;
    double y;
} point;

int main(void)
{
    point p1;
    p1 = {2.8, 1.0};
    ...
    return 0;
}
```

Tilldelning, kopiering av post

- En `struct` kan tilldelas en annan `struct` av samma typ

```
point p1 = {2.8, 1.0}, p2;
p2 = p1;
```

- En `struct` kan skickas som parameter till en funktion och returneras från en funktion

Fältåtkomst

- För att komma åt enskilda fält i en post används punktoperatorn (.)
- Fältvariabeln fungerar som vilken variabel som helst av den typen

```
point p1, p2;
p1.x = 2.8;
p1.y = 1.0;
p2.x = p1.x + 1.0;
p2.y = p1.y;
printf("x = %f\n", p1.x);
```

Konstruktion

- Följande funktion tar två flyttal med koordinater och returnerar en `point` med de koordinaterna

```
point create_point(double x, double y)
{
    point p;
    p.x = x;
    p.y = y;
    return p;
}
```

Skriva ut poster

- En `struct` kan inte skrivs ut direkt med `printf`
- I stället får man skriva ut varje enskilt element

```
void print_point(point p)
{
    printf("x = %.2f, y = %.2f\n", p.x, p.y);
}
```

Läsa in i poster

- En `struct` kan inte heller läsas in direkt med `scanf`

```
point get_point(void)
{
  point p;
  printf("Give the x coordinate: ");
  scanf("%lf", &p.x);
  printf("Give the y coordinate: ");
  scanf("%lf", &p.y);
  return p;
}
```

Linjer

- Vi kan använda vår punktdatatyp till att representera linjer

```
typedef struct {
  int id;
  point p1;
  point p2;
} line;
```

- En post av typen `line` representerar en linje
  - vars identitetsnummer heter `id`
  - vars första punkt heter `p1`
  - vars andra punkt heter `p2`

Skapa en linje

```
line create_line(int id, point p1, point p2)
{
    line l = {id, p1, p2};
    return l;
}
```

Skriva ut en linje

```
void print_line(line l)
{
    printf("Line id: = %d\n", l.id);
    printf("Point 1: ");
    print_point(l.p1);
    printf("Point 2: ");
    print_point(l.p2);
}
```

Fält av poster

- En post kan användas i ett fält, precis som en enkel datatyp

```
int main(void)
{
  point p1 = {2.8, 1};
  point p2 = {3.7, 3.1};
  point p3 = {5.6, 8.2};

  line l1 = {1, p1, p2}
  line l2 = {2, p2, p3};

  const int n = 2;
  line lines[n];
  lines[0] = l1;
  lines[1] = l2;

  print_lines(n, lines);

  return 0;
}
```

Skriva ut fält av poster

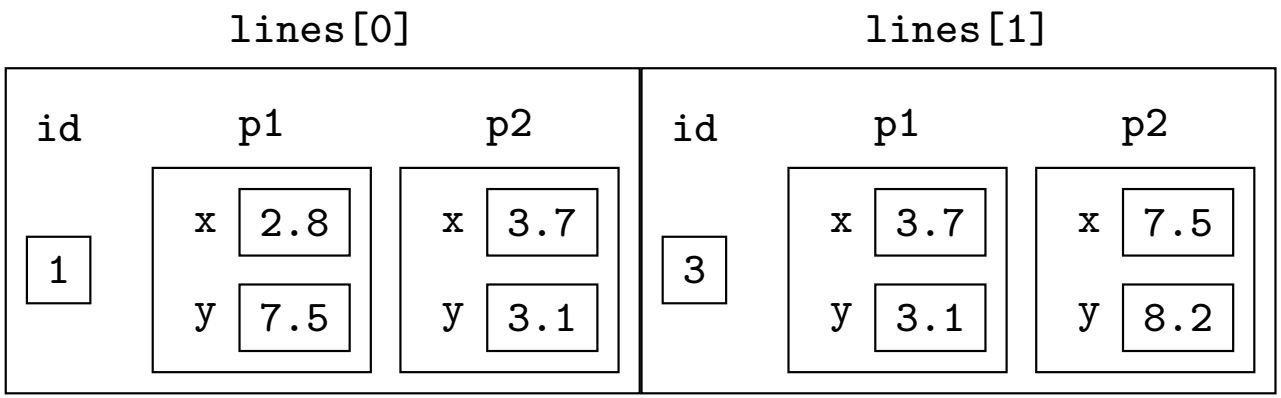
- En fält av poster kan skrivas ut som ”vanliga” fält förutom att utskrift av enskild post måste hanteras:

```
void print_lines(int n, line lines[])
{
    for(int i = 0 ; i < n ; i++) {
        print_line(lines[i]);
    }
}
```

Enskilda fält i fält av poster

- Exempel på att komma åt enskilda fält i ett fält av poster:

```
lines[1].id = 3;
lines[1].p1 = lines[0].p2;
lines[1].p2.x = 7.5;
lines[1].p2.y = 8.2;
```



Sökning

Sökning

- Att kunna söka efter data är viktigt i många tillämpningar
- Det finns flera olika algoritmer för sökning
- Vi kommer att titta på två algoritmer
  - Linjärsökning
  - Binärsökning

Linjärsökning

Linjärsökning

- Algoritm med vanliga ord:
  - Starta från början och sök tills elementet hittats eller sekvensen tar slut
- Algoritm lite mer formellt

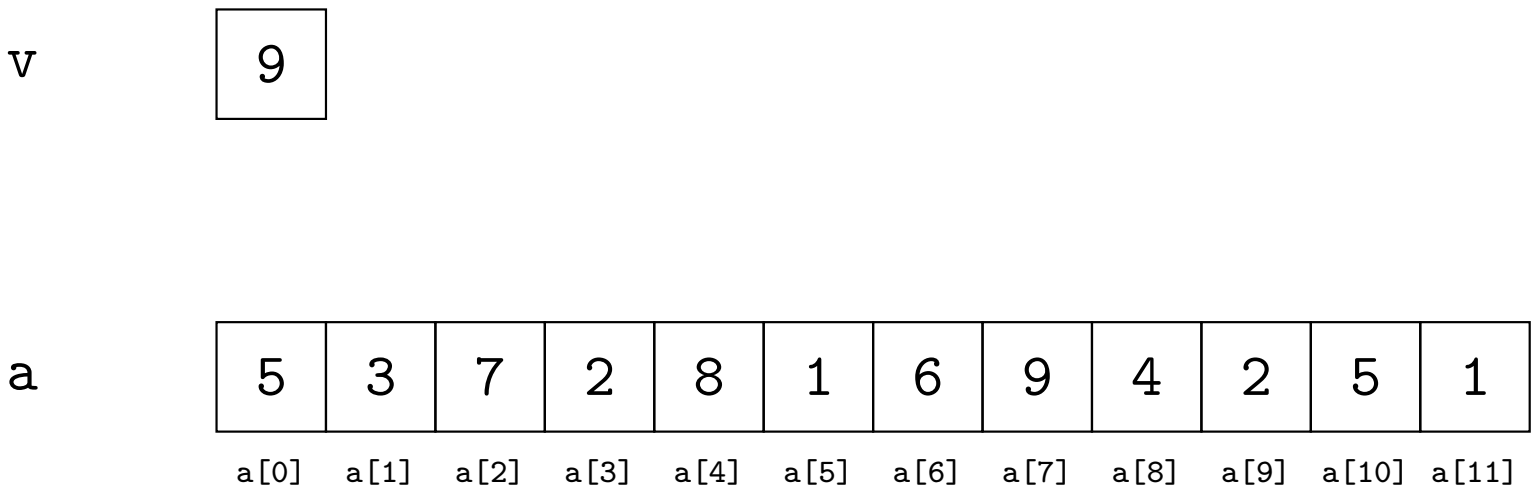
```
1  Algorithm linsearch(a: Array, n: Int, v: Value)
2    i <- 0
3    while i < n do
4      if v = a[i] then
5        return i
6      i <- i + 1
7    return -1
```

- Notera att algoritmen är lite mer generell än kod i C
  - Vi har t.ex. inte låst oss vid vilken typ som `Value` motsvarar

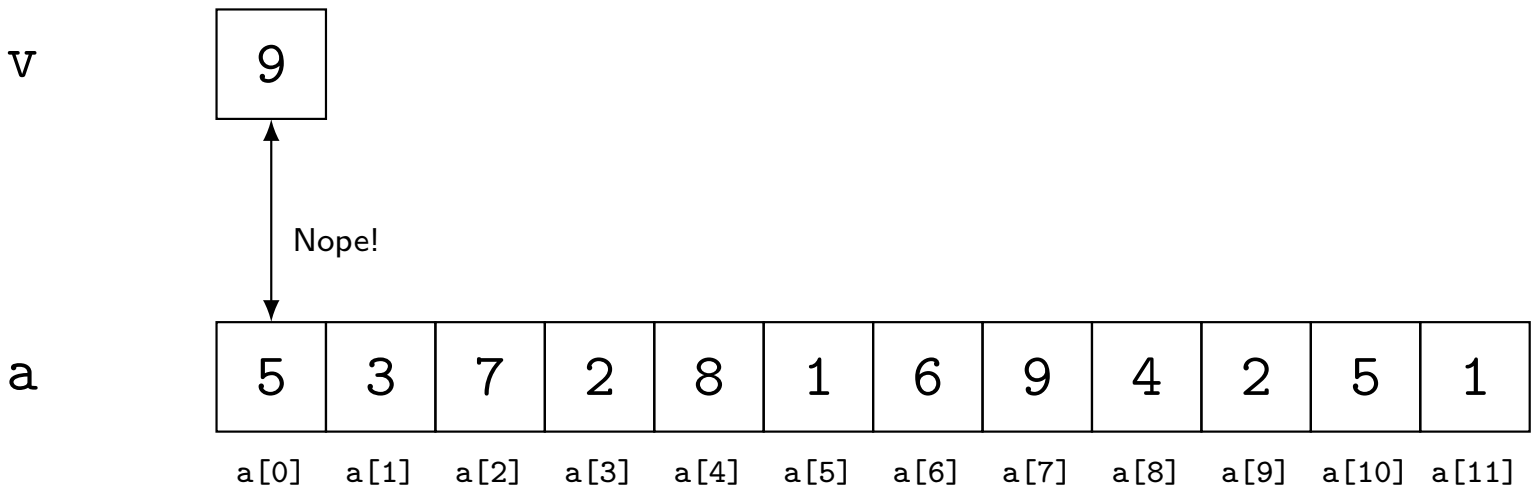
Linjärsökning i C

```c
int linsearch(const int *a, int n, int v)
{
    int i = 0;
    while (i < n) {
        if (v == a[i]) {
            return i;
        }
        i++;
    }
    return -1;
}
```

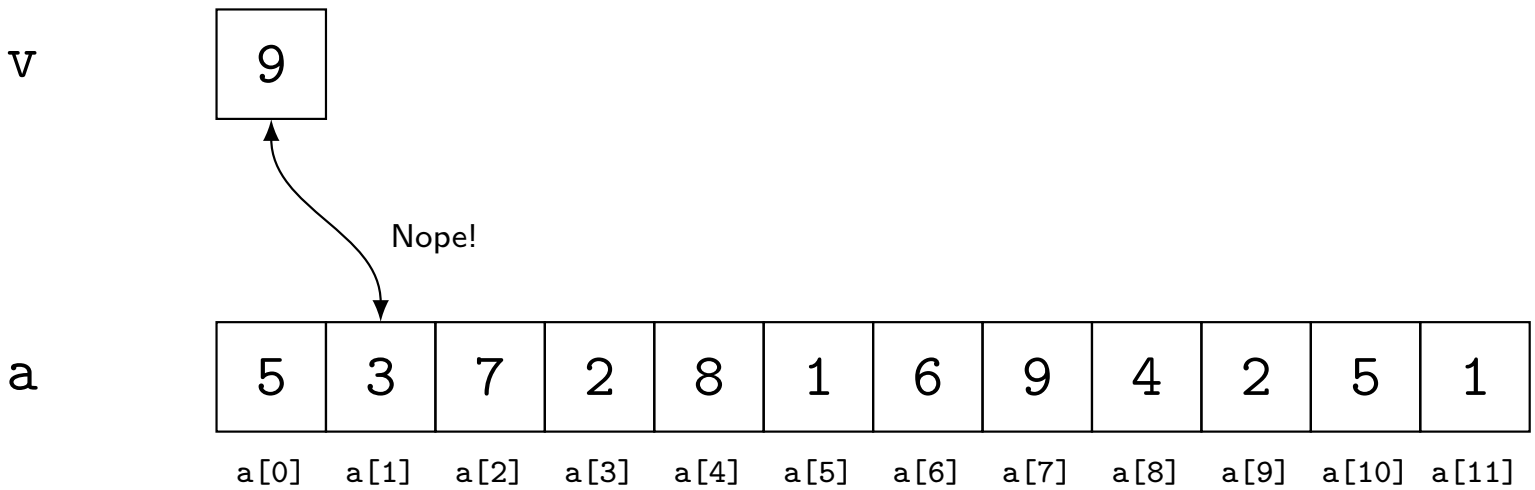
Linjärsökning, exempel



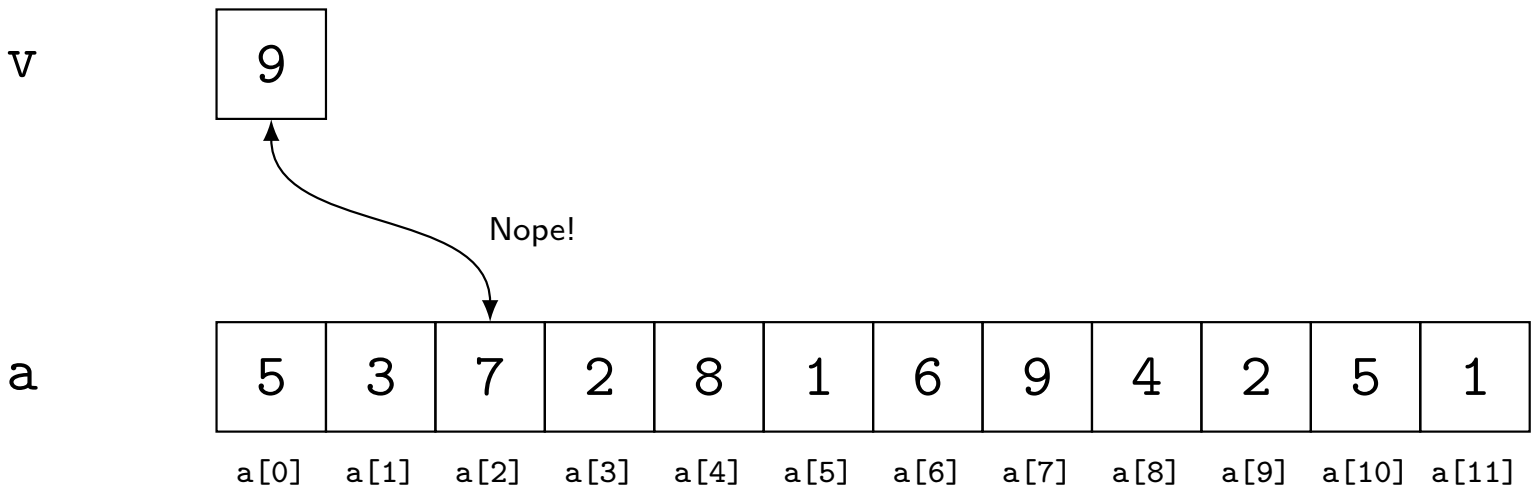
Linjärsökning, exempel



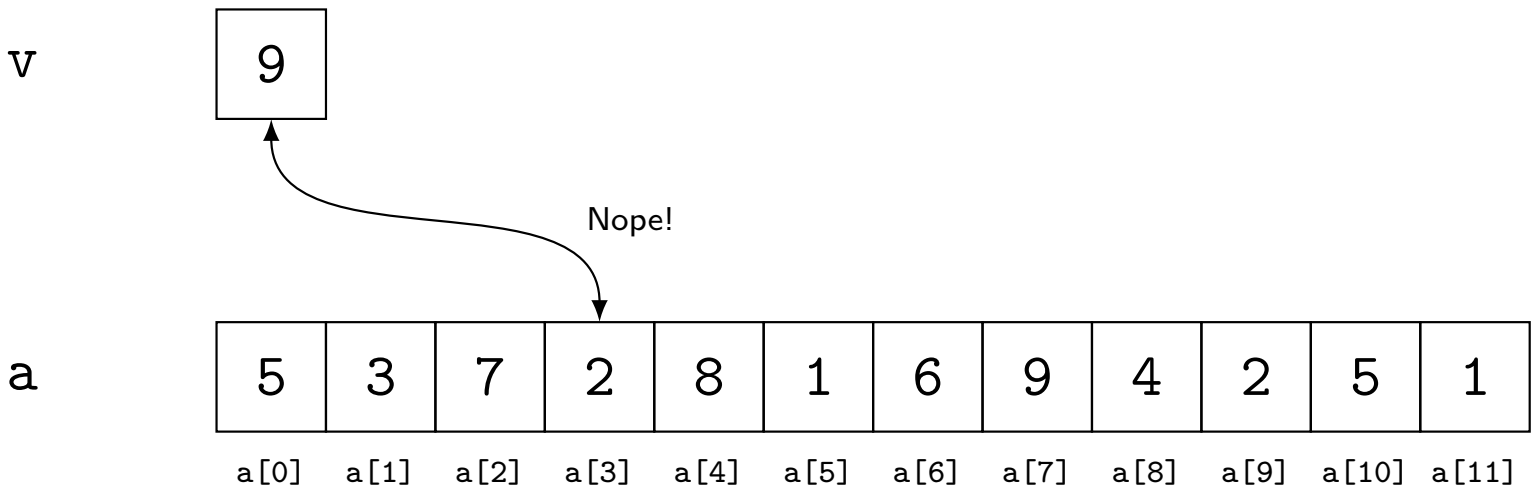
Linjärsökning, exempel



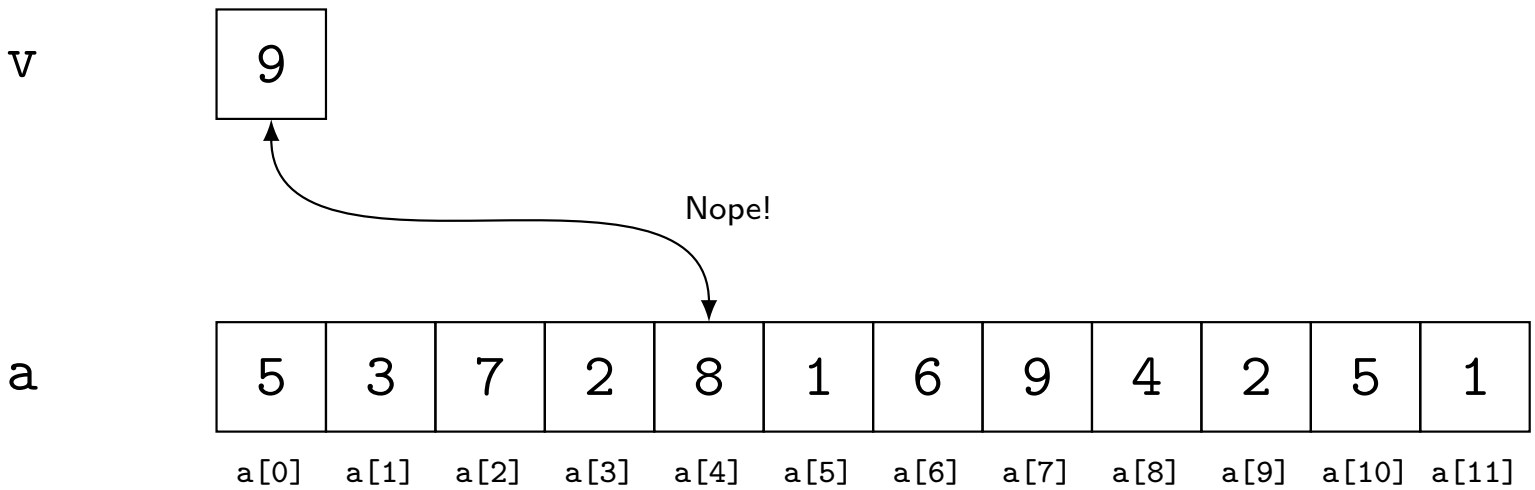
Linjärsökning, exempel



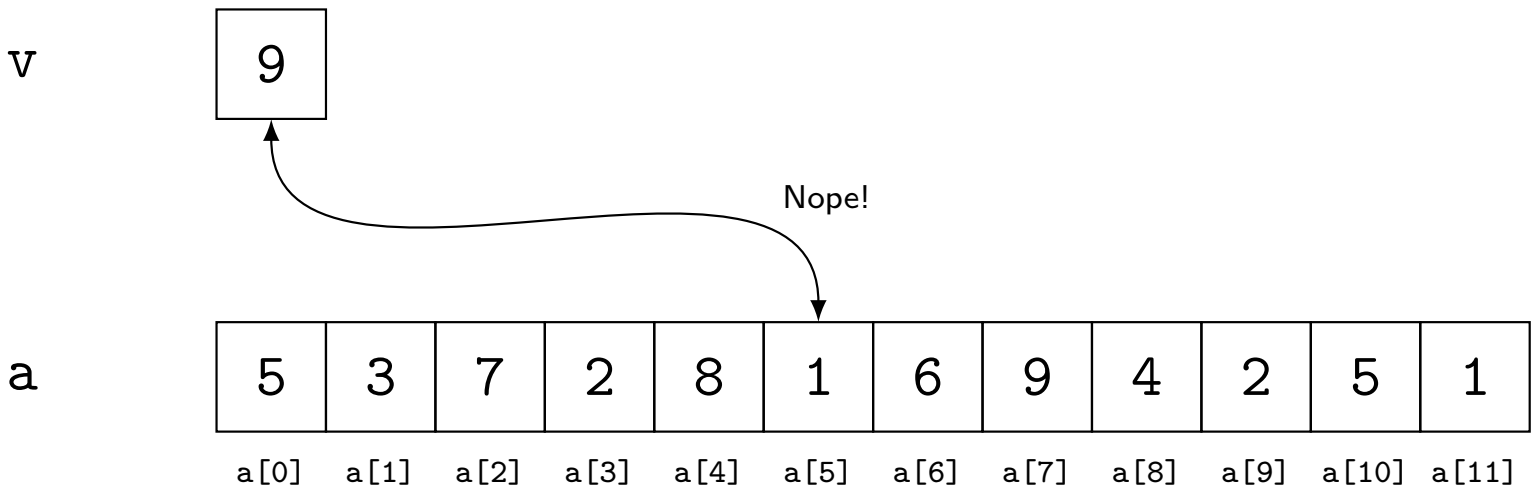
Linjärsökning, exempel



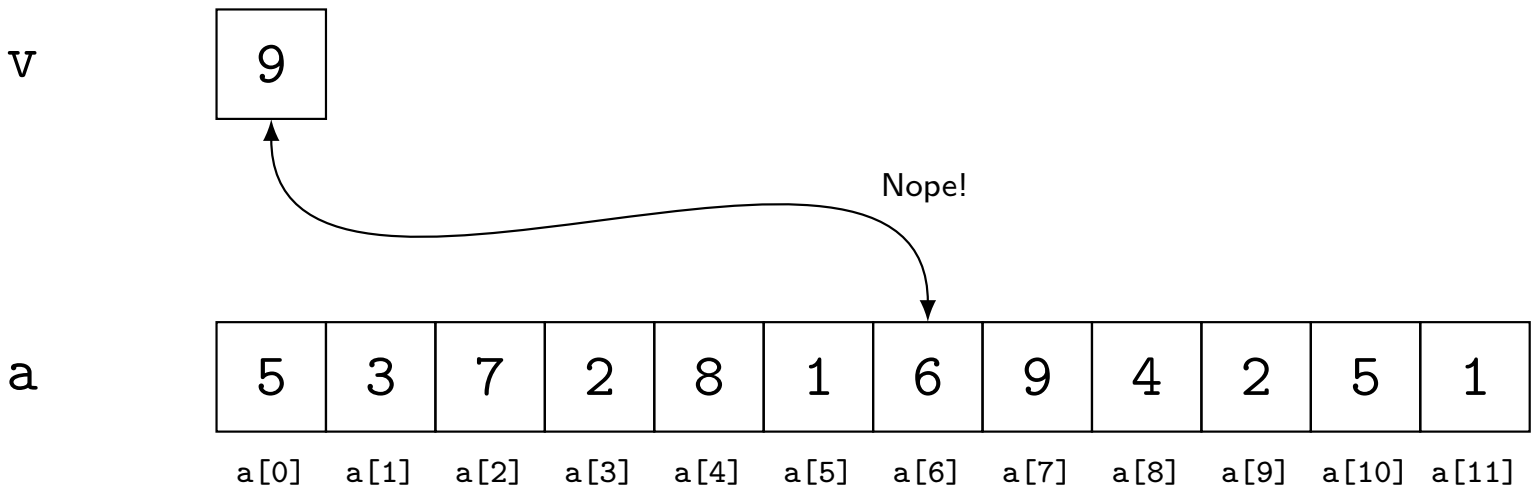
Linjärsökning, exempel



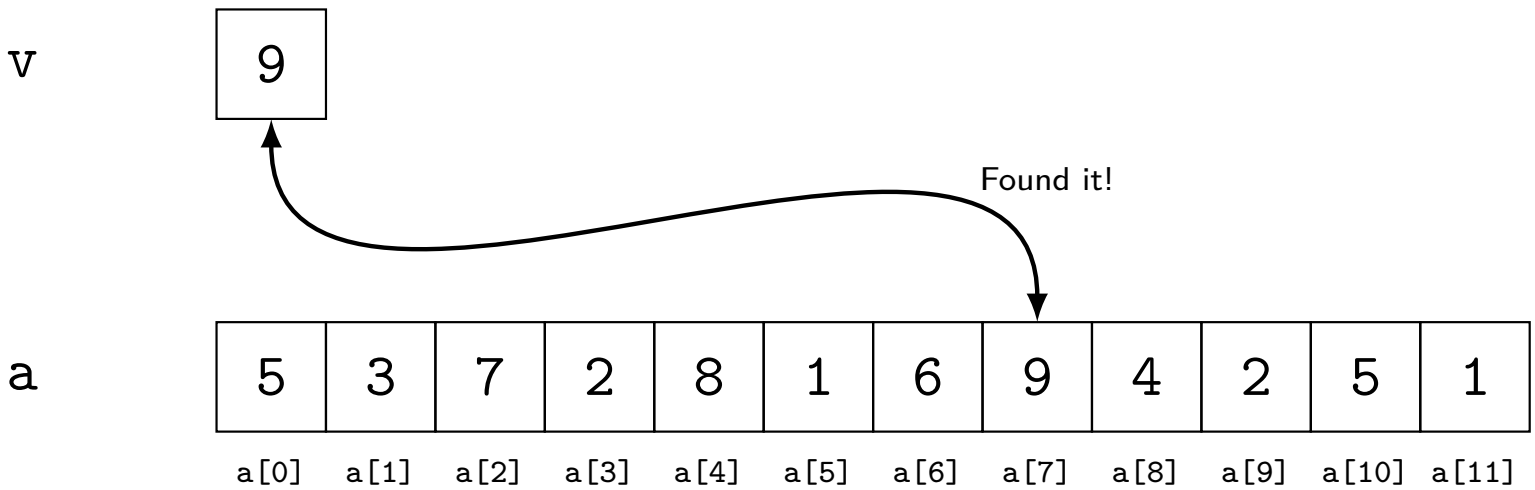
Linjärsökning, exempel



Linjärsökning, exempel



Linjärsökning, exempel



Binärsökning

Binärsökning (1)

- Kräver att sekvensen är sorterad
- Algoritm med vanliga ord
  1. Jämför med elementet närmast mitten i sekvensen
     - 1.1 Om likhet — klart
     - 1.2 Om det sökta värdet kommer före elementet närmast mitten, sök i den vänstra delsekvensen, hoppa till steg 1
     - 1.3 Om det sökta värdet kommer efter elementet närmast mitten, sök i den högra delsekvensen, hoppa till steg 1

Binärsökning (2)

- Algoritm lite mer formellt

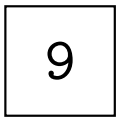
```
1   Algorithm binsearch(arr: Array, n: Int, v: Value)
2     left <- 0
3     right <- n - 1
4     while left <= right do
5       mid  <- (left + right) / 2    // Integer division
6       if v = arr[mid] then
7         return mid                  // Found it
8       else if v < arr[mid] then
9         right <-  mid - 1           // Look left
10      else
11        left <- mid + 1             // Look right
12
13    return -1 // Not found
```

Binärsökning i C

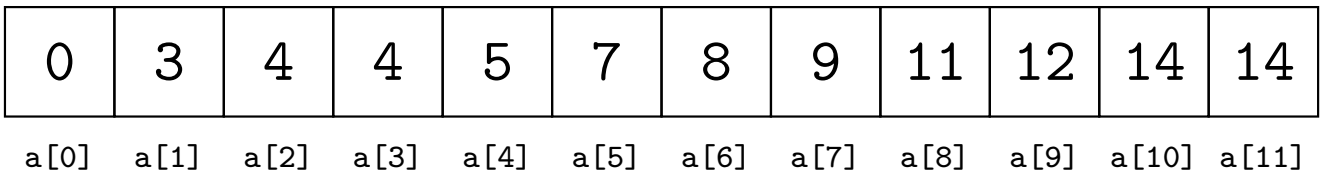
```c
int linsearch(const int *a, int n, int val)
{
    int left = 0;
    int right = n - 1;
    while (left <= right) {
        int mid = left + (right - left) / 2;
        if (val == a[mid]) {
            // Found it; return index
            return mid;
        } else if (val < a[mid]) {
            // Look left
            right = mid - 1;
        } else {
            // Look right
            left = mid + 1;
        }
    }
    // Signal not found
    return -1;
}
```

Binär sökning, exempel

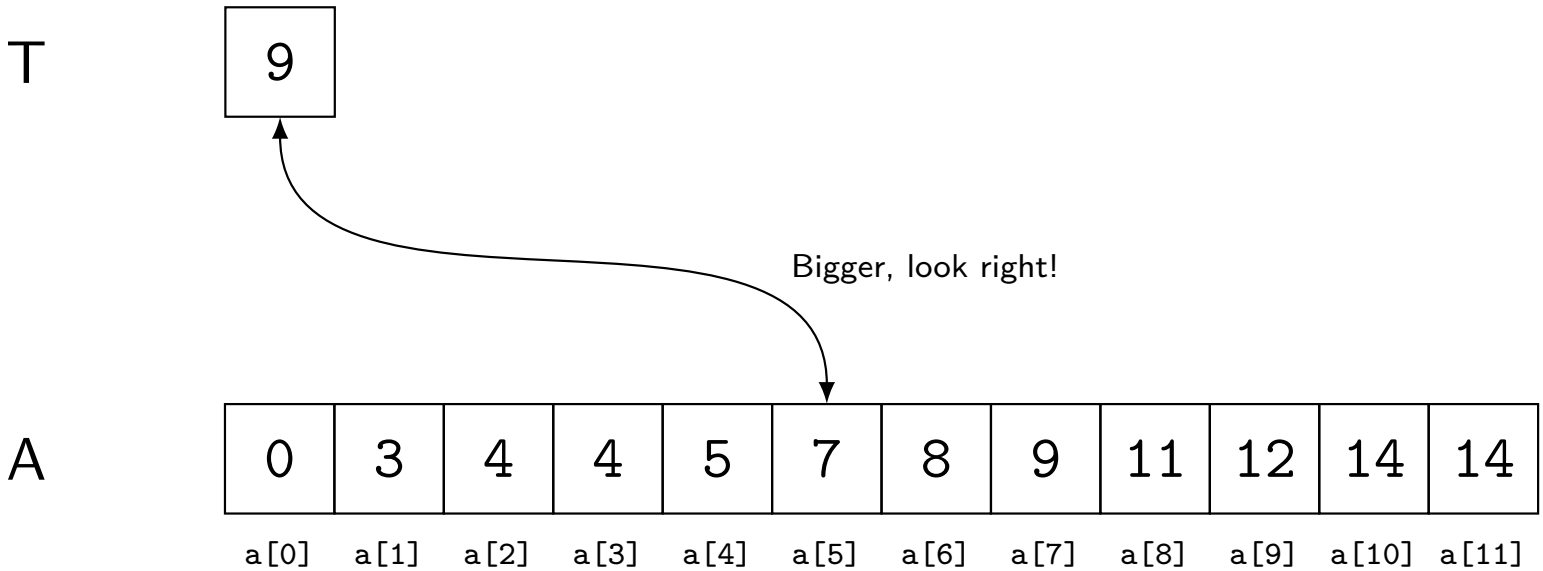
T



A

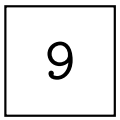


Binär sökning, exempel

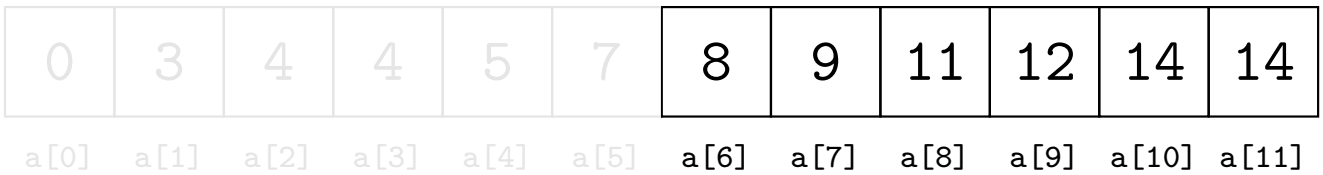


Binär sökning, exempel

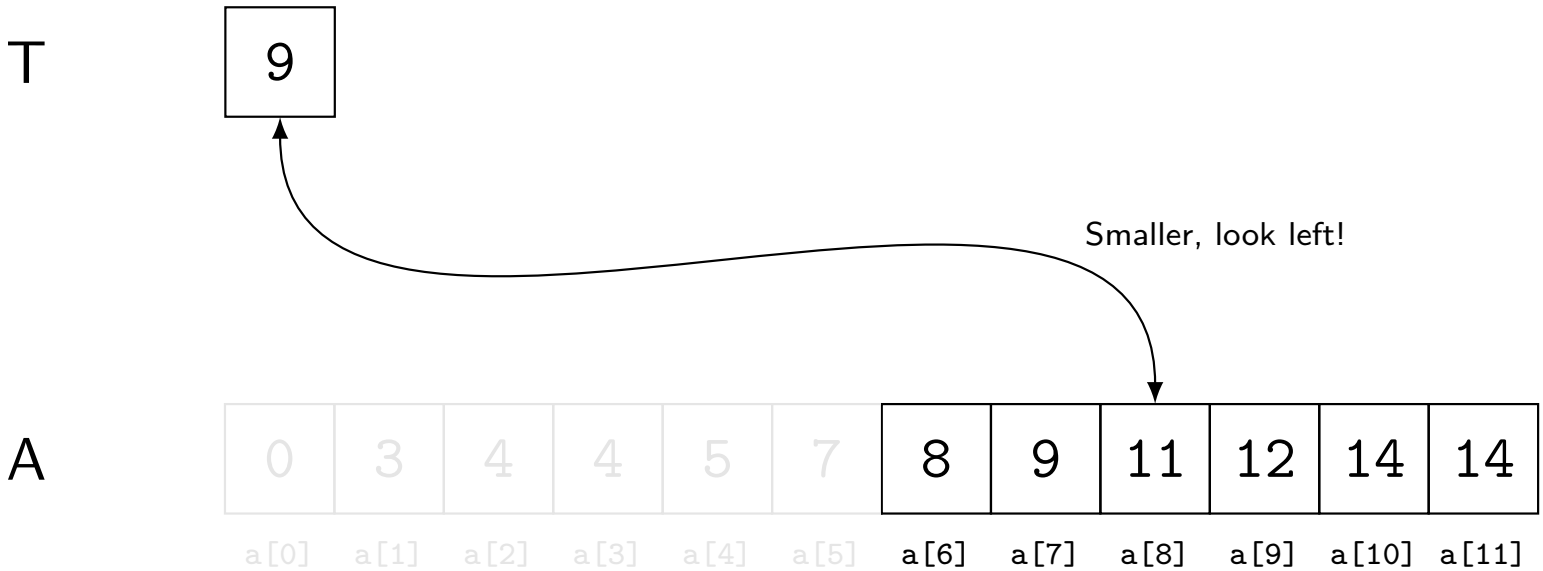
T



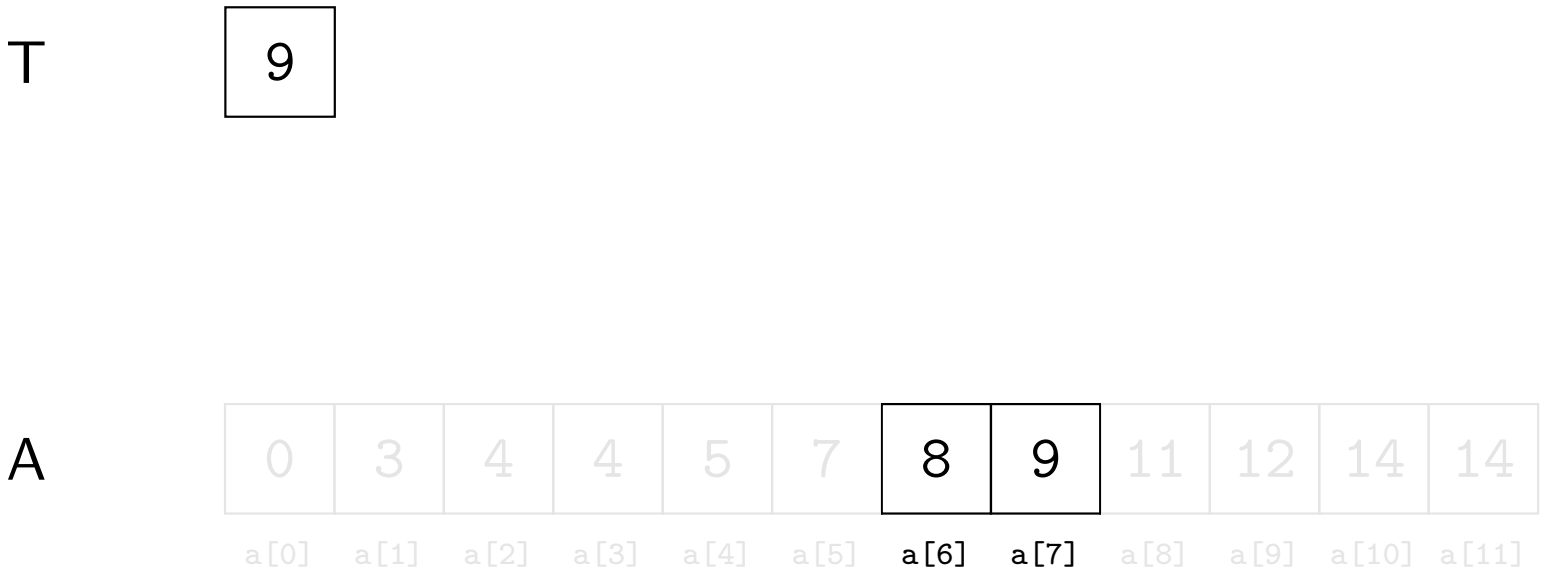
A



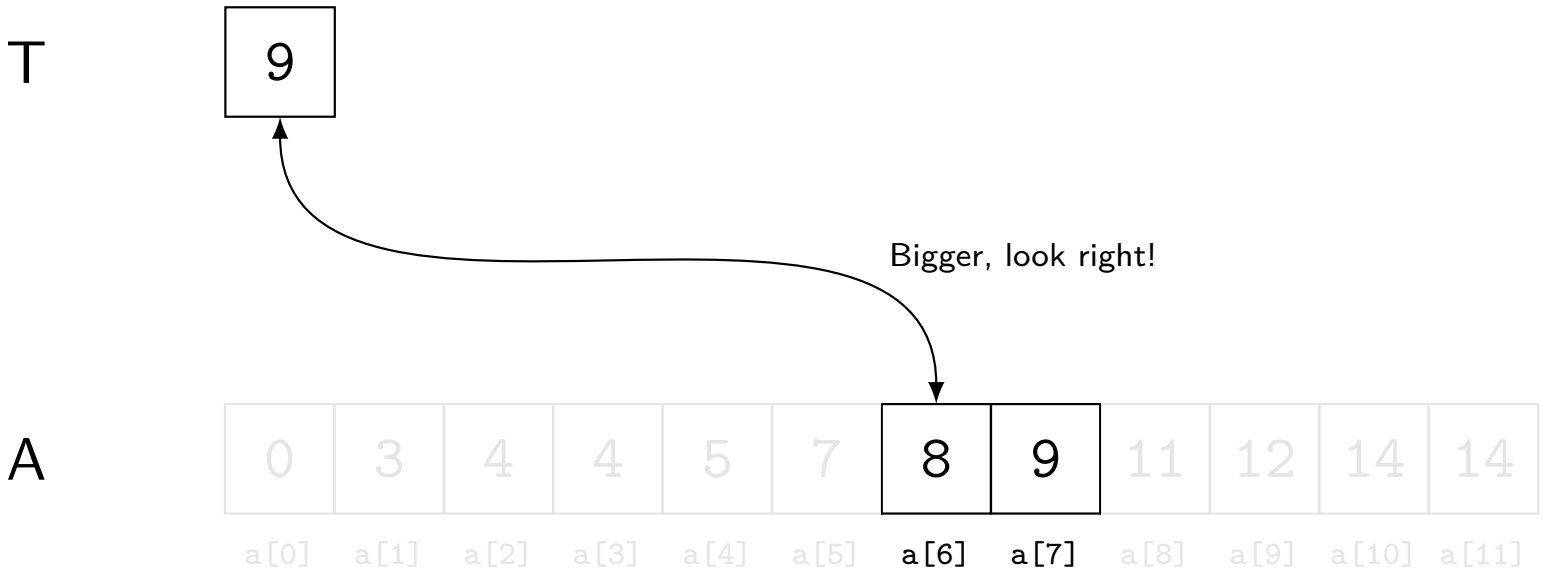
Binär sökning, exempel



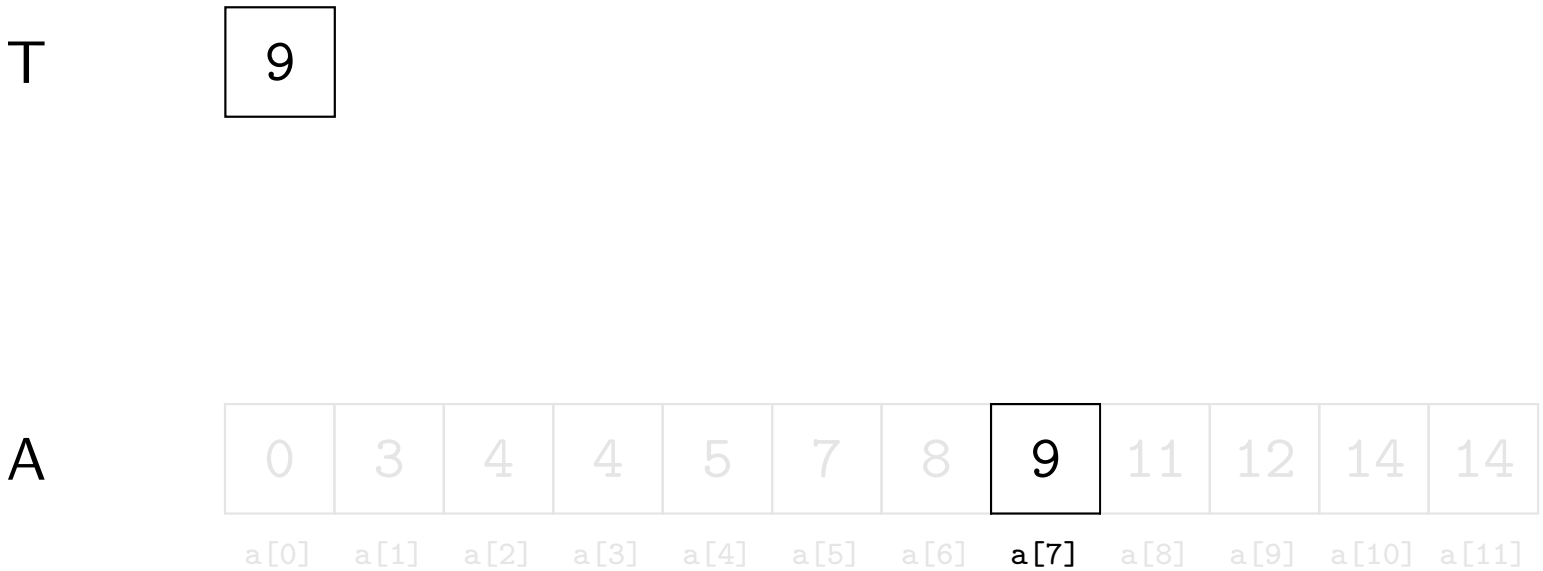
Binär sökning, exempel



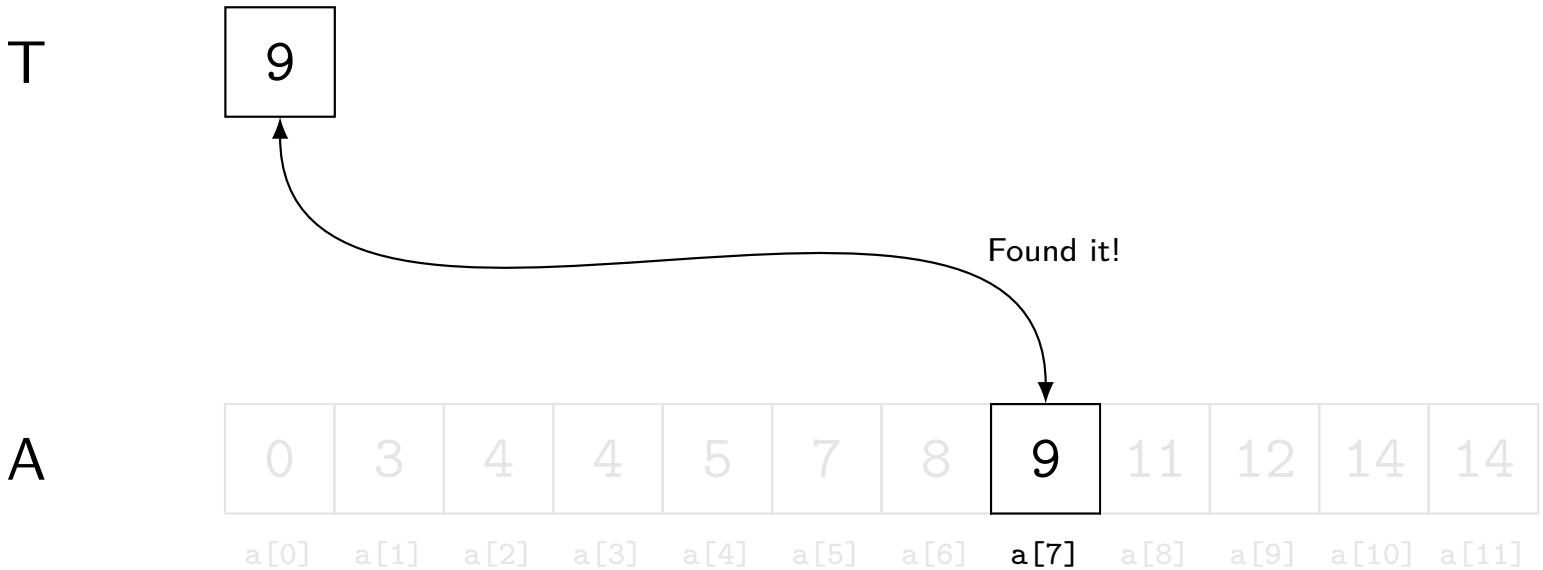
Binär sökning, exempel



Binär sökning, exempel



Binär sökning, exempel



Sökning

- Varför olika algoritmer?
  - Olika effektivitet
  - Olika tillfällen då de fungerar
- Det finns fler algoritmer än dessa
- Mer i kursen *Datastruktuer och algoritmer*

Annat

- Kommentarer
  - Skriv kommentaren helst på raden FÖRE koden
  - Undvik kommentarer i slutet på en rad, och då bara korta
  - Inga långa rader! ($<$120 tecken)
- Tips: Slösa med utrymme!
  - Om det finns en maxbegränsning på 10 domare, skapa utrymme för 10 resultat!
  - Metoder att skapa exakt rätt mängd utrymme kommer att gås igenom på senare kurser!