2.3 Sortieren

Selection-Sort

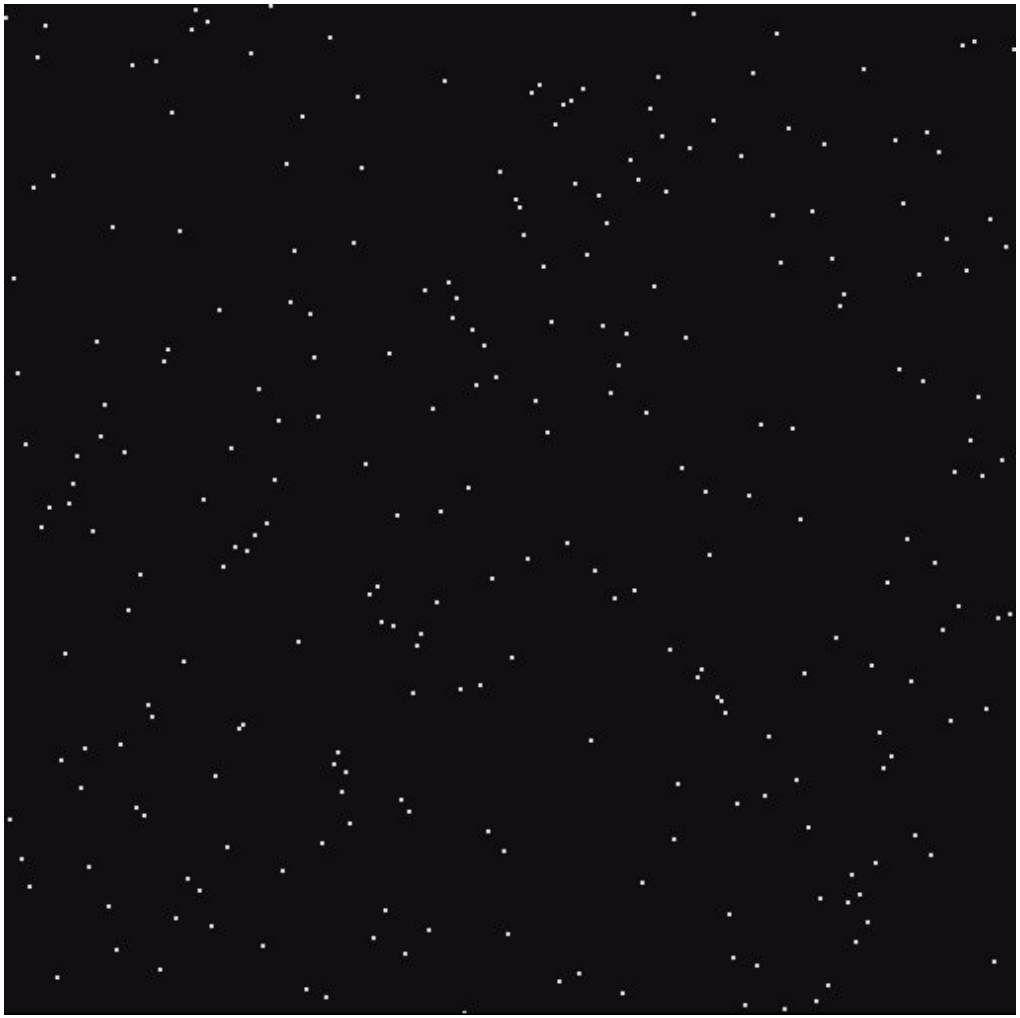
- Idee:
  - Suche kleinstes / größtes Element
  - Kopiere es an die erste Stelle
  - Wende den gleichen Algorithmus auf die restlichen $(n-1)$ Elemente an
- Vorteil: Jedes Objekt wird nur dreimal kopiert (lohnt sich bei großen Objekten)

Selection-Sort: Algorithmus

- SelectionSort(A[1..n])

```
i ← 1
while i < n do
    min ← i
    j ← i+1
    while j ⩽ n do
        if A[ j ] < A[min] then
            min ← j
        j ← j+1
    swap( A[i], A[min] )
    i ← i+1
```

Selection-Sort: Beispiel



Selection-Sort: Aufwand

- Aufwandsabschätzung
  - Swap(a,b) : { c ← a; a ← b; b ← c }
    = 3 x Kopieren
  - n x Swap = $3 \times n \times C_{ass} = O(n)$
  - Im i-ten Schleifendurchlauf werden (n−i) Vergleiche durchgeführt
  - $(n-1)+(n-2)+\ldots+1 = n\times(n-1)/2 = O(n^2)$
- Best = Worst = Average Case

Bubble-Sort

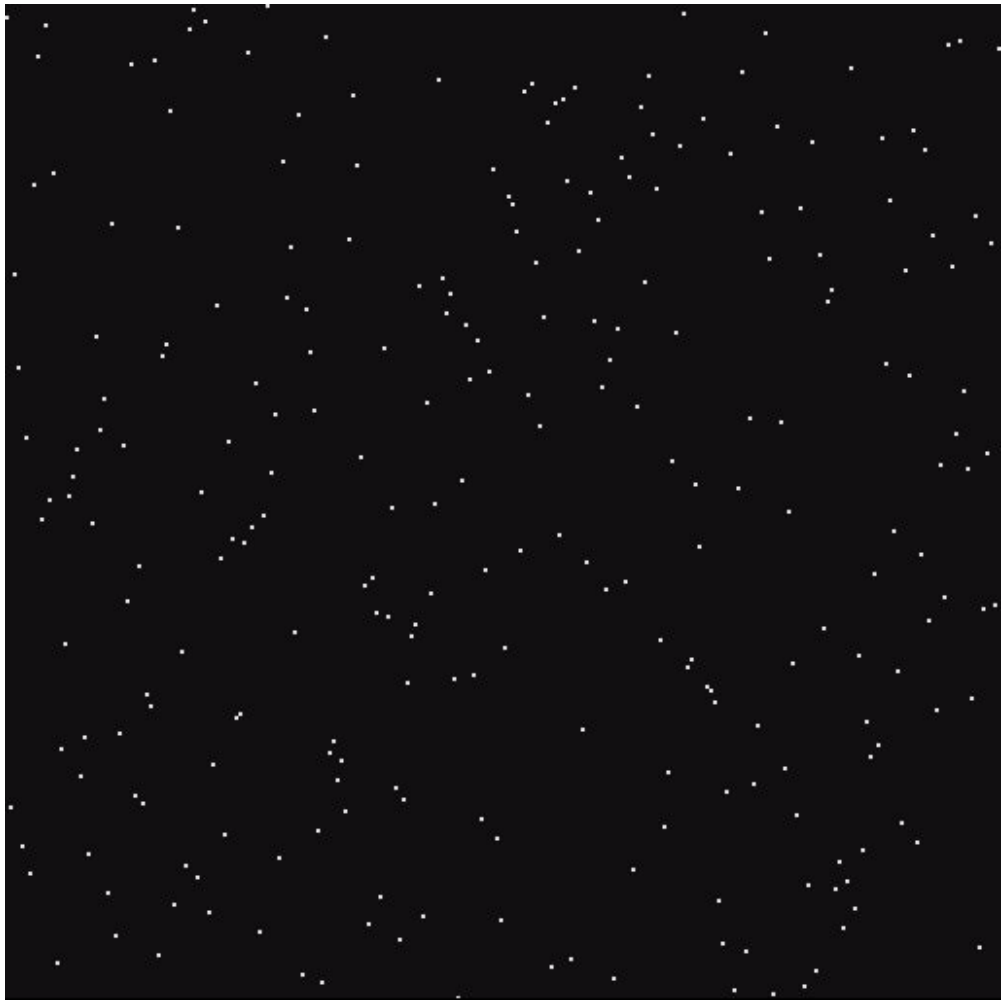
- Idee
  - Nutze die Vergleiche in Selection-Sort, um den unsortierten Teil A[i] … A[n] der Objekte vorzusortieren.
  - Innere Schleife läuft in umgekehrter Richtung.
  - Swap-Operation in der inneren Schleife

Bubble-Sort: Algorithmus

- BubbleSort(A[1..n])

```
i ← 1
while i < n do
    j ← n
    while j > i do
        if A[ j ] < A[ j−1] then
            swap(A[ j ], A[ j−1])
        j ← j−1
    i ← i+1
```

Bubble-Sort: Beispiel



Bubble-Sort: Vorsortierung

- Vorteil: Pro innerem Schleifendurchlauf wird mehr Ordnung geschaffen.
- Nachteil: Vertauschung nur zwischen direkten Nachbarn. Objekte, die weit wandern werden oft kopiert.
- Vorsortierung kann nicht ausgenutzt werden.

Bubble-Sort: Aufwand

- Aufwandsabschätzung
  - # Vergleiche unabhängig von der Verteilung

    $n \times (n-1)/2 = O(n^2)$
  - # Swaps
    - Best Case: 0 (Elemente schon sortiert)
    - Average Case: $n \times (n-1)/4 = O(n^2)$
    - Worst Case: $n \times (n-1)/2 = O(n^2)$

      (Inverse Vorsortierung)

Insertion-Sort

- Idee
  - Vorbild: manuelles Sortieren
  - In jedem Schritt:

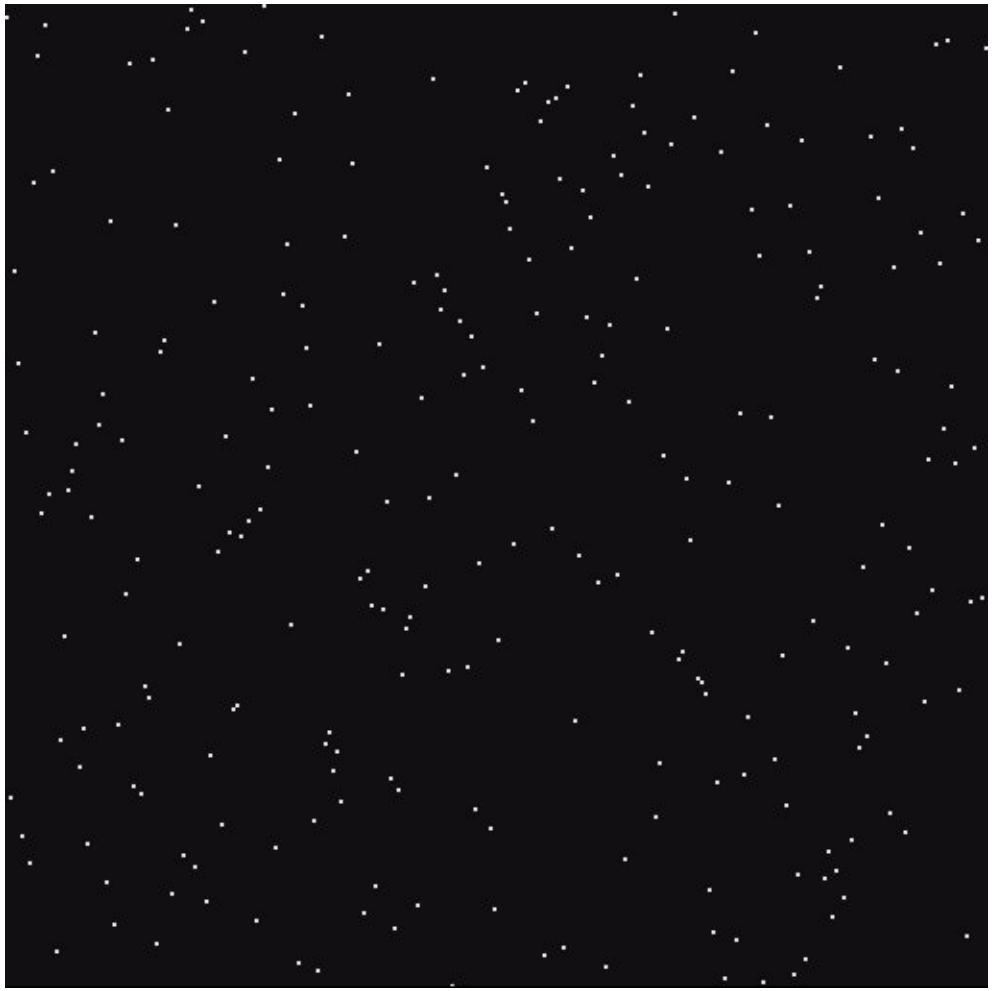
    Nimm das nächste Element und füge es in der schon sortierten Teilfolge an der richtigen Stelle ein.

Insertion-Sort: Algorithmus

- InsertionSort(A[1..n])

```
i ← 2
while i ⩽ n do
    h ← A[ i ]
    j ← i
    while j > 1 and A[ j−1] > h do
        A[ j ] ← A[ j−1]
        j ← j−1
    A[ j ] ← h
    i ← i+1
```

Insertion-Sort: Beispiel



Insertion-Sort: Aufwand

- Aufwandsabschätzung
  - Vergleiche
    - Best Case: $n-1$ (vollständig vorsortiert)
    - Worst Case: $n \times (n-1)/2 = O(n^2)$ (invers vorsortiert)
    - Average Case: $n \times (n-1)/4 = O(n^2)$ (alle Listenplätze gleich wahrscheinlich)
- Kopieren:
  Faktor 3 besser, da einfaches Kopieren anstatt Swap(), aber noch immer $O(n^2)$

Insertion-Sort: Vorsortierung

- Größere Elemente treten mit höherer Wahrscheinlichkeit am Ende der Folge auf.
- Größere Elemente werden später in die sortierte Teilfolge eingeordnet.
- Dazu sind weniger Vergleiche notwendig, denn größere Elemente stehen auch in der sortierten Teilfolge weiter hinten. (Einsortieren von hinten)
- Nahezu linearer Aufwand für „fast sortierte“ Folgen.

Einfache Sortierverfahren

Vergleiche	Best	Average	Worst
Selection-Sort	$\sim n^2/2$	$\sim n^2/2$	$\sim n^2/2$
Bubble-Sort	$\sim n^2/2$	$\sim n^2/2$	$\sim n^2/2$
Insertion-Sort	$\sim n$	$\sim n^2/4$	$\sim n^2/2$

Kopieren	Best	Average	Worst
Selection-Sort	$\sim 3n$	$\sim 3n$	$\sim 3n$
Bubble-Sort	0	$\sim 3n^2/4$	$\sim 3n^2/2$
Insertion-Sort	$\sim 2n$	$\sim n^2/4$	$\sim n^2/2$