

# Bubble Sort

**Bubble sort: si confrontano i valori a coppie, ogni valore con il successivo, partendo dal primo fino al penultimo. Ogni volta che il primo è maggiore del secondo (per il caso crescente) i due valori vengono scambiati. Ogni volta che è avvenuto almeno uno scambio si riparte confrontando di nuovo i primi due valori e così via.... Quando si arriva a confrontare gli ultimi due valori senza aver avuto scambi il vettore è ordinato. Si chiama così perché i valori più grandi “salgono” verso la parte finale del vettore come delle bolle verso l’alto.**

# Esempio

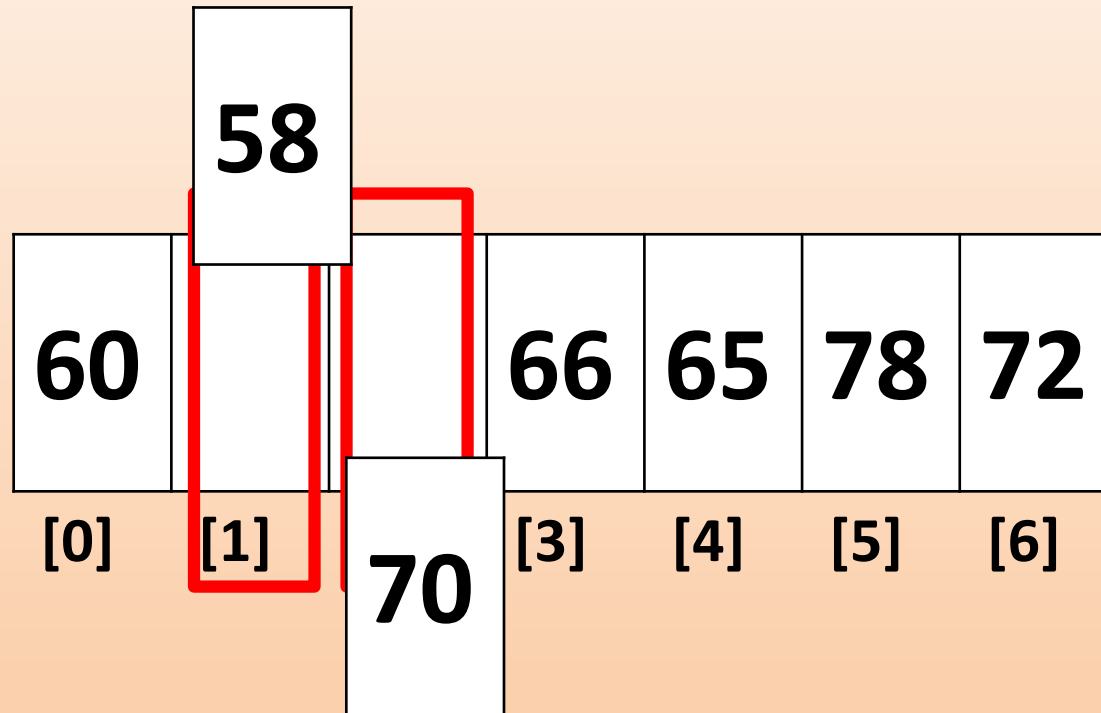
<b>60</b>	<b>70</b>	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>78</b>	<b>72</b>
<b>[0]</b>	<b>[1]</b>	<b>[2]</b>	<b>[3]</b>	<b>[4]</b>	<b>[5]</b>	<b>[6]</b>

# Esempio

60	70	58	66	65	78	72
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

**SCAMBIO!**

# Esempio



# Esempio

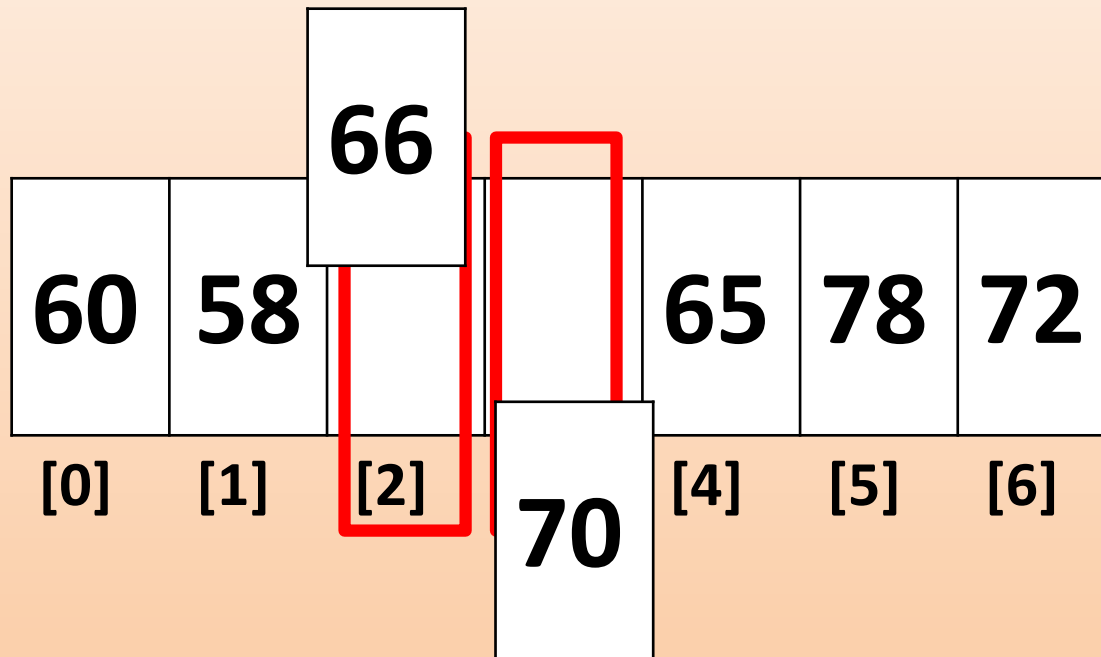
60	58	70	66	65	78	72
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

# Esempio

60	58	70	66	65	78	72
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

**SCAMBIO!**

# Esempio



# Esempio

60	58	66	70	65	78	72
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

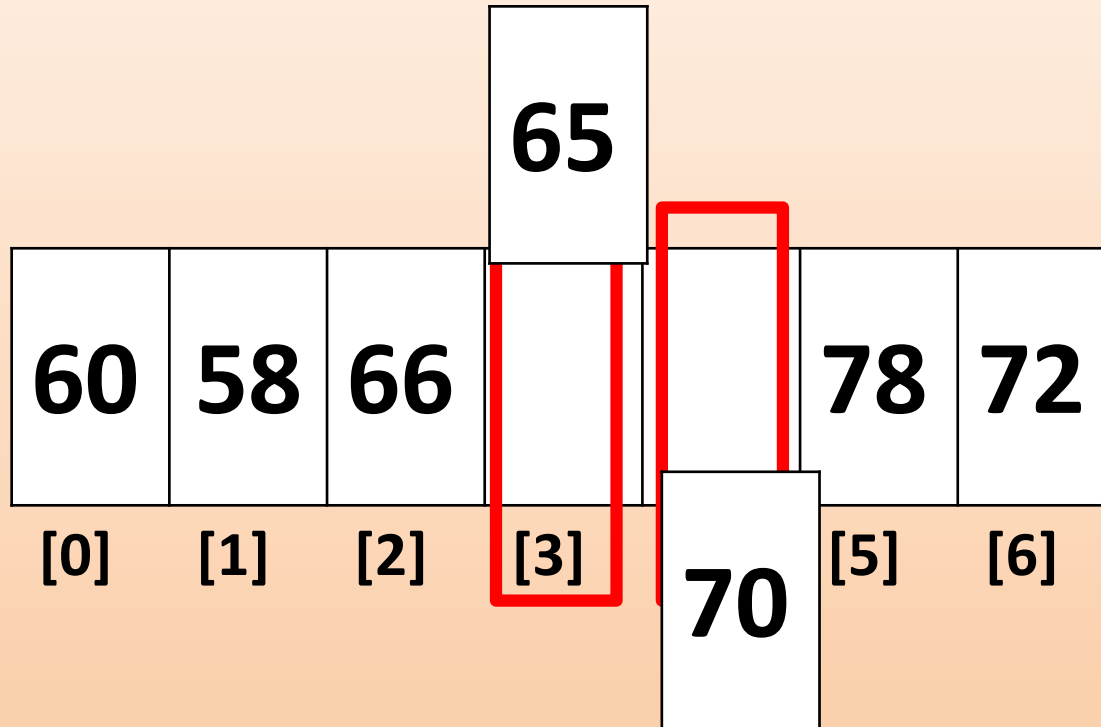


# Esempio

60	58	66	70	65	78	72
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

**SCAMBIO!**

# Esempio



# Esempio

<b>60</b>	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>78</b>	<b>72</b>
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

# Esempio

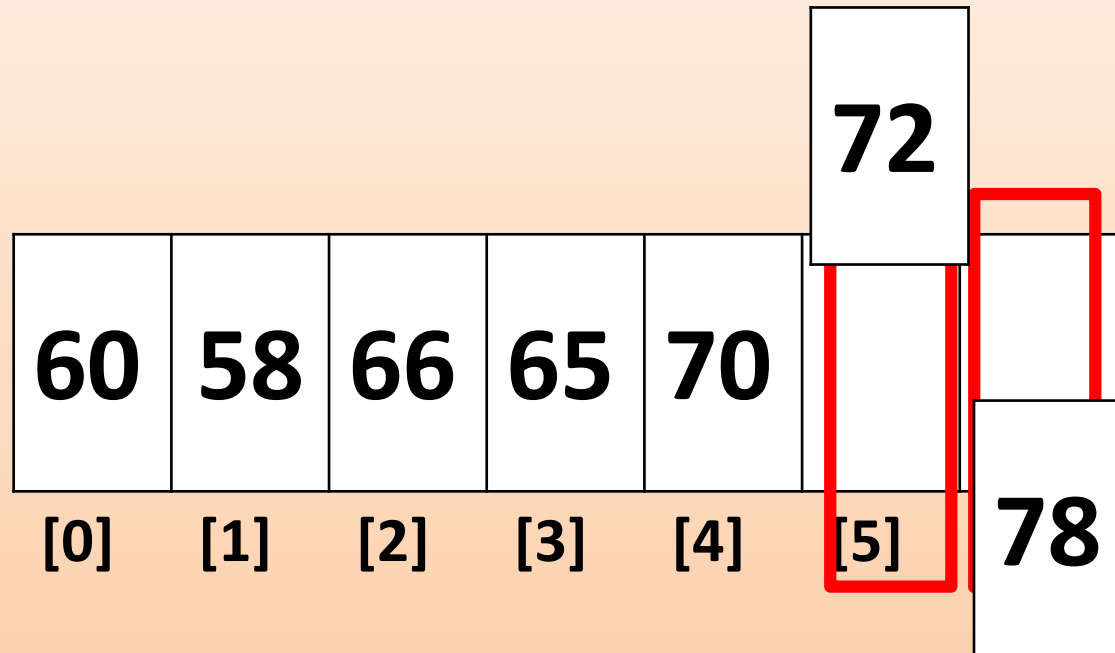
<b>60</b>	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>78</b>	<b>72</b>
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

# Esempio

<b>60</b>	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>78</b>	<b>72</b>
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

**SCAMBIO!**

# Esempio



# Esempio

<b>60</b>	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>78</b>
<b>[0]</b>	<b>[1]</b>	<b>[2]</b>	<b>[3]</b>	<b>[4]</b>	<b>[5]</b>	<b>[6]</b>

# Esempio

60	58	66	65	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

L'elemento maggiore (la bolla più grossa) è all'ultimo posto!  
.....Sono avvenuti scambi nella «scansione»?  
**SI!** Allora.....Ripartiamo...

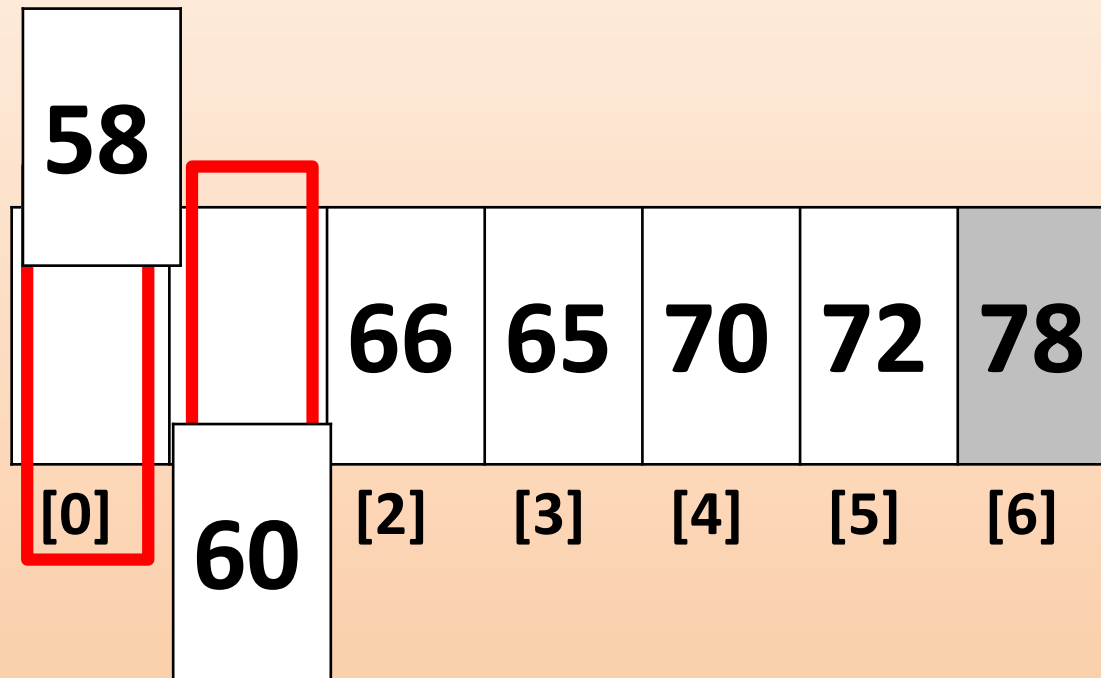


# Esempio

<b>60</b>	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>78</b>
<b>[0]</b>	<b>[1]</b>	<b>[2]</b>	<b>[3]</b>	<b>[4]</b>	<b>[5]</b>	<b>[6]</b>

**SCAMBIO!**

# Esempio



# Esempio

<b>58</b>	<b>60</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>78</b>
<b>[0]</b>	<b>[1]</b>	<b>[2]</b>	<b>[3]</b>	<b>[4]</b>	<b>[5]</b>	<b>[6]</b>

# Esempio

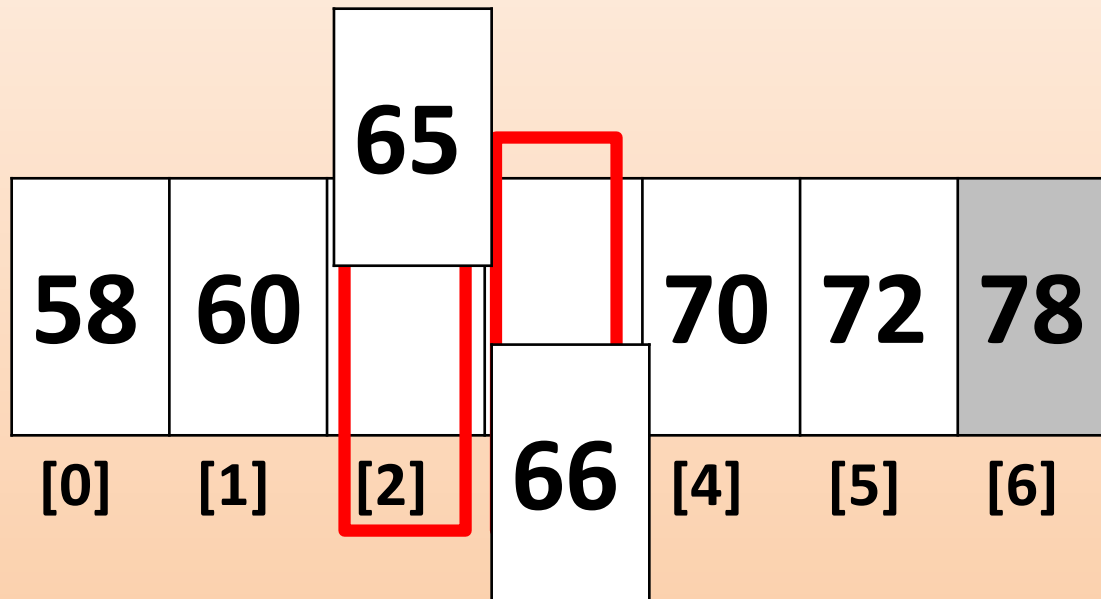
58	60	66	65	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

# Esempio

58	60	66	65	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

**SCAMBIO!**

# Esempio



# Esempio

58	60	65	66	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

# Esempio

58	60	65	66	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]



# Esempio

58	60	65	66	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

# Esempio

58	60	65	66	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

Il secondo elemento maggiore (la bolla più grossa) è stata posizionata al penultimo posto!

.....Sono avvenuti scambi nella «scansione»?

**SI!** Allora.....Ripartiamo...

# Esempio

<b>58</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>78</b>
<b>[0]</b>	<b>[1]</b>	<b>[2]</b>	<b>[3]</b>	<b>[4]</b>	<b>[5]</b>	<b>[6]</b>

# Esempio

58	60	65	66	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

# Esempio

58	60	65	66	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

# Esempio

58	60	65	66	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

# Esempio

58	60	65	66	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

Sono avvenuti scambi nella «scansione»? **NO**

Allora l'array è ordinato!

# Esempio

58	60	65	66	70	72	78
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]

Sono avvenuti scambi nella «scansione»? **NO**

Allora l'array è ordinato!



# Esempio

**Ripeti**

**scambioAvvenuto=false**

**Per i=0 fino a...(N-2) ripeti**

**se ( $V[i] > V[i+1]$ ) allora**

**scambia ( $V[i], V[i+1]$ )**

**scambioAvvenuto=true**

**fine condizione**

**fine ciclo interno**

**Mentre scambioAvvenuto=true**

# Esempio

Caso migliore (vettore ordinato):  
verrà eseguita solamente una scansione senza scambi

Numero confronti:                  Numero scambi: 0

- $i=0$
  - $i=1$
  - $i=2$
  - $i=3$
  - $i=4$
  - $i=5$
- 6 (N-1)

Confronti + scambi =  $(N-1)+0=N-1$

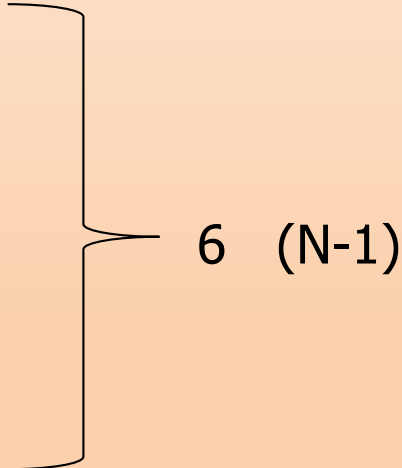
Complessità caso migliore:  $O(N)$

# Esempio

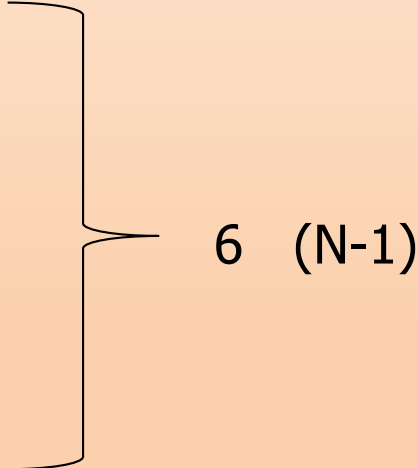
Caso peggiore (vettore ordinato in senso inverso):  
Ogni confronto genera uno scambio.

Prima scansione, viene ordinato il valore in ultima posizione

Numero confronti:

- $i=0$
  - $i=1$
  - $i=2$
  - $i=3$
  - $i=4$
  - $i=5$
- 
- 6 (N-1)

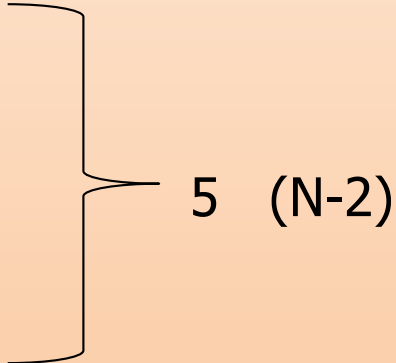
Numero scambi:

- $i=0$
  - $i=1$
  - $i=2$
  - $i=3$
  - $i=4$
  - $i=5$
- 
- 6 (N-1)

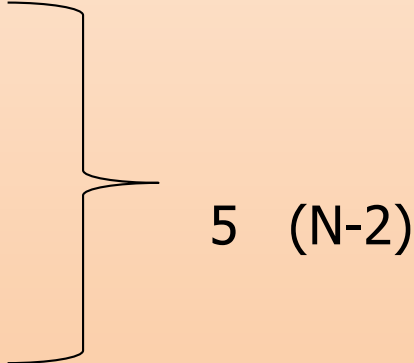
# Esempio

Seconda scansione, viene ordinato il valore che finisce in penultima posizione

Numero confronti:

- $i=0$
  - $i=1$
  - $i=2$
  - $i=3$
  - $i=4$
- 
- 5 (N-2)

Numero scambi:

- $i=0$
  - $i=1$
  - $i=2$
  - $i=3$
  - $i=4$
- 
- 5 (N-2)

# Esempio

Terza scansione, viene ordinato il valore che finisce in terz' ultima posizione

Numero confronti:

- $i=0$
  - $i=1$
  - $i=2$
  - $i=3$
- } 4 (N-3)

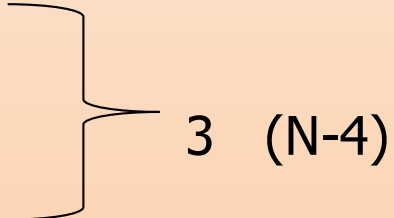
Numero scambi:

- $i=0$
  - $i=1$
  - $i=2$
  - $i=3$
- } 4 (N-3)

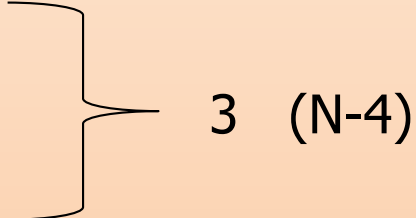
# Esempio

Quarta scansione, viene ordinato il valore che finisce in quart'ultima posizione

Numero confronti:

- $i=0$
  - $i=1$
  - $i=2$
- 
- 3 (N-4)

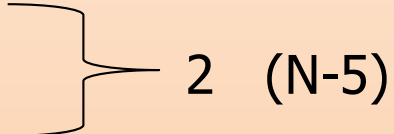
Numero scambi:

- $i=0$
  - $i=1$
  - $i=2$
- 
- 3 (N-4)

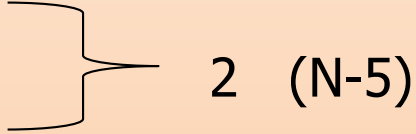
# Esempio

Quinta scansione, viene ordinato il valore che finisce in quint'ultima posizione

Numero confronti:

- $i=0$
  - $i=1$
- 
- 2 (N-5)

Numero scambi:

- $i=0$
  - $i=1$
- 
- 2 (N-5)


# Esempio

Sesta ((N-1)-esima) scansione, vengono ordinati i valori in prima e seconda posizione

Numero confronti:

- $i=0$   1 (N-6)

Numero scambi:

- $i=0$   1 (N-6)

Totale confronti:  $(N-1)+(N-2)+\dots+0 = N(N-1)/2$

Totale scambi:  $(N-1)+(N-2)+\dots+0 = N(N-1)/2$

Totale complessivo:  $N(N-1)$

Complessità caso peggiore:  $O(N^2)$



# Complessità Bubble Sort

Caso migliore  $O(N)$

Caso peggiore:  $O(N^2)$