Programmazione in C

Unità
Caratteri e stringhe

Caratteri e stringhe

- Dati testuali
- Il tipo char
- Vettori di caratteri
- Operazioni elementari sulle stringhe
- Funzioni di libreria
- Esercizi proposti
- Sommario

Riferimenti al materiale

- Testi
  - Kernighan & Ritchie: capitoli 1 e 5
  - Cabodi, Quer, Sonza Reorda: capitolo 5
  - Dietel & Dietel: capitolo 8
- Dispense
  - Scheda: “Caratteri e stringhe in C”

Caratteri e stringhe

Dati testuali

Dati testuali

- Tipi di dato testuali
- Caratteri
- Stringhe

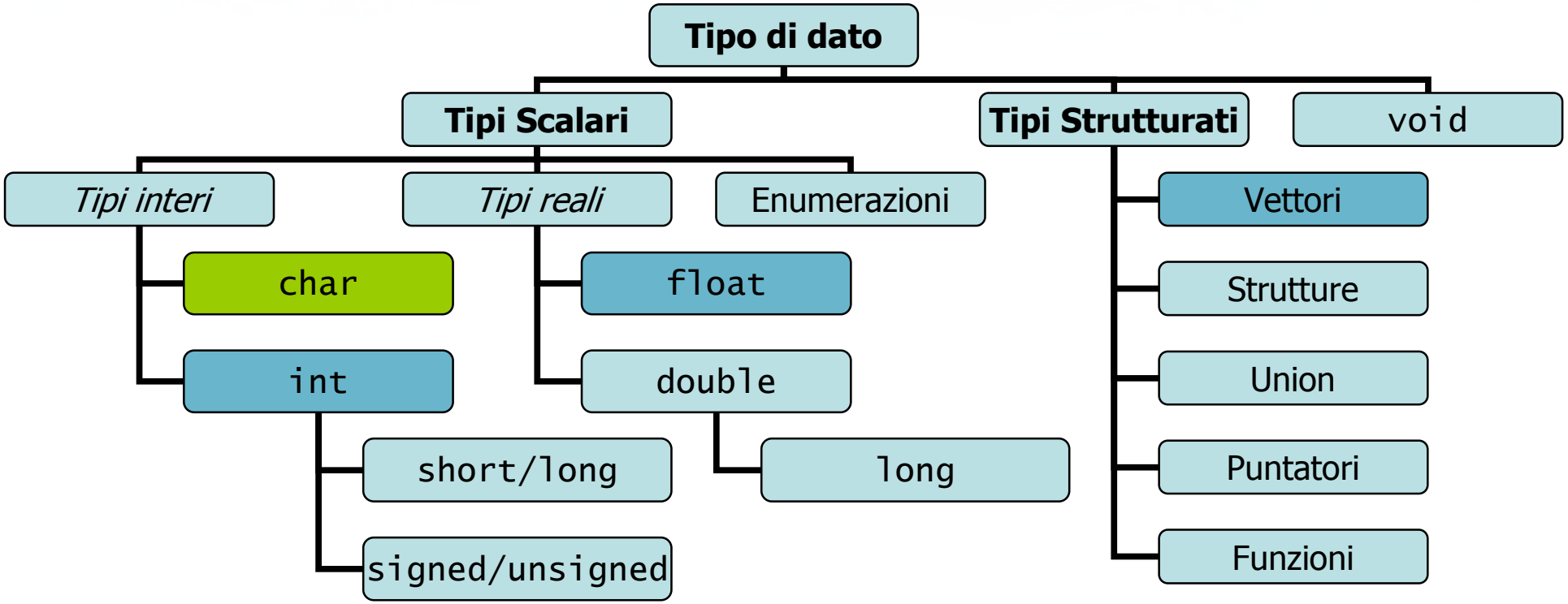
Dati testuali

Tipi di dato testuali

Tipi di dato testuali

- I programmi visti finora erano in grado di elaborare esclusivamente informazioni numeriche
  - Numeri interi (`int`), numeri reali (`float`)
  - Variabili singole o vettori
- In molti casi è necessario elaborare informazioni di tipo testuale
  - `Vuoi continuare (s/n)?`
  - Conta le parole di un testo scritto
  - Gestisci una rubrica di nomi e numeri di telefono
  - ...

Il sistema dei tipi C



Rappresentazione dei testi

- Il calcolatore è in grado di rappresentare i caratteri alfabetici, numerici ed i simboli speciali di punteggiatura
- Ad ogni diverso carattere viene assegnato, **convenzionalmente**, un codice numerico corrispondente
- Il programma in C lavora sempre con i codici numerici
- Le funzioni di input/output sono in grado di accettare e mostrare i caratteri corrispondenti

Codice ASCII

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040		Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	(	(	72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051	)	)	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[	[	123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174			|
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135	]	]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177	&#127;	DEL

Source: www.lookuptables.com

Caratteri e stringhe

- Il codice ASCII permette di rappresentare un singolo **carattere**

y	7	W	!	%

- Nelle applicazioni pratiche spesso serve rappresentare sequenze di caratteri: **stringhe**

F	u	l	v	i	o

0	6	A	Z	N

0	1	1	-	5	6	4	6	3	3	2

Dualità caratteri - numeri

- Ogni carattere è rappresentato dal suo codice ASCII

y	7	W	!	%
121	55	87	33	37

- Ogni stringa è rappresentata dai codici ASCII dei caratteri di cui è composta

F	u	l	v	i	o
70	117	108	118	105	111

0	6	A	Z	N
48	54	65	90	78

0	1	1	-	5	6	4	6	3	3	2
48	49	49	45	53	54	52	54	51	51	50

Dati testuali

Caratteri

Caratteri in C

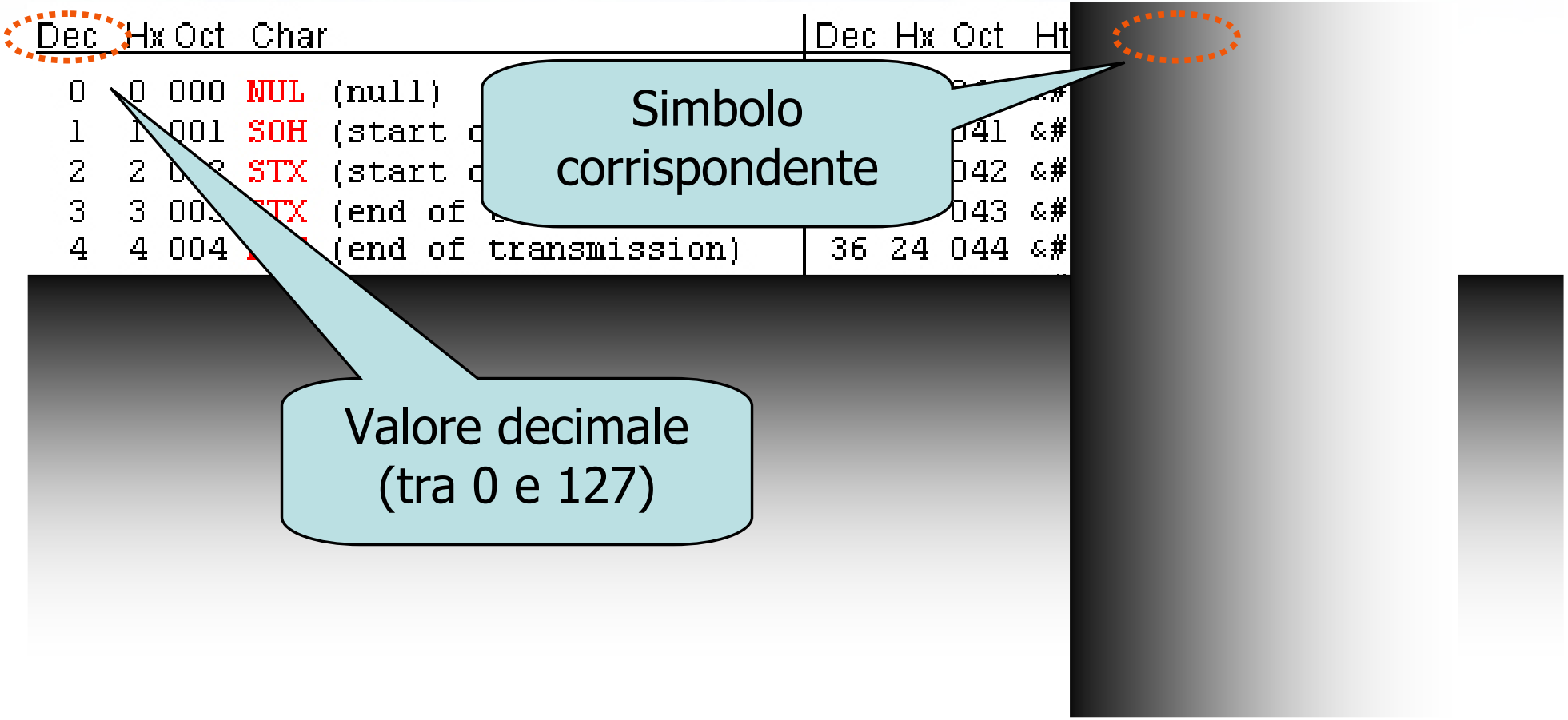
- Ogni carattere viene rappresentato dal proprio codice ASCII
- Sono sufficienti 7 bit per rappresentare ciascun carattere
  - Il C usa variabili di 8 bit (1 byte)
- Non sono previste le lettere accentate né altri simboli diacritici
  - Richiedono estensioni speciali e librerie specifiche

Codice ASCII

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040		Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	(	(	72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051	)	)	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[	[	123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174			|
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135	]	]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177	&#127;	DEL

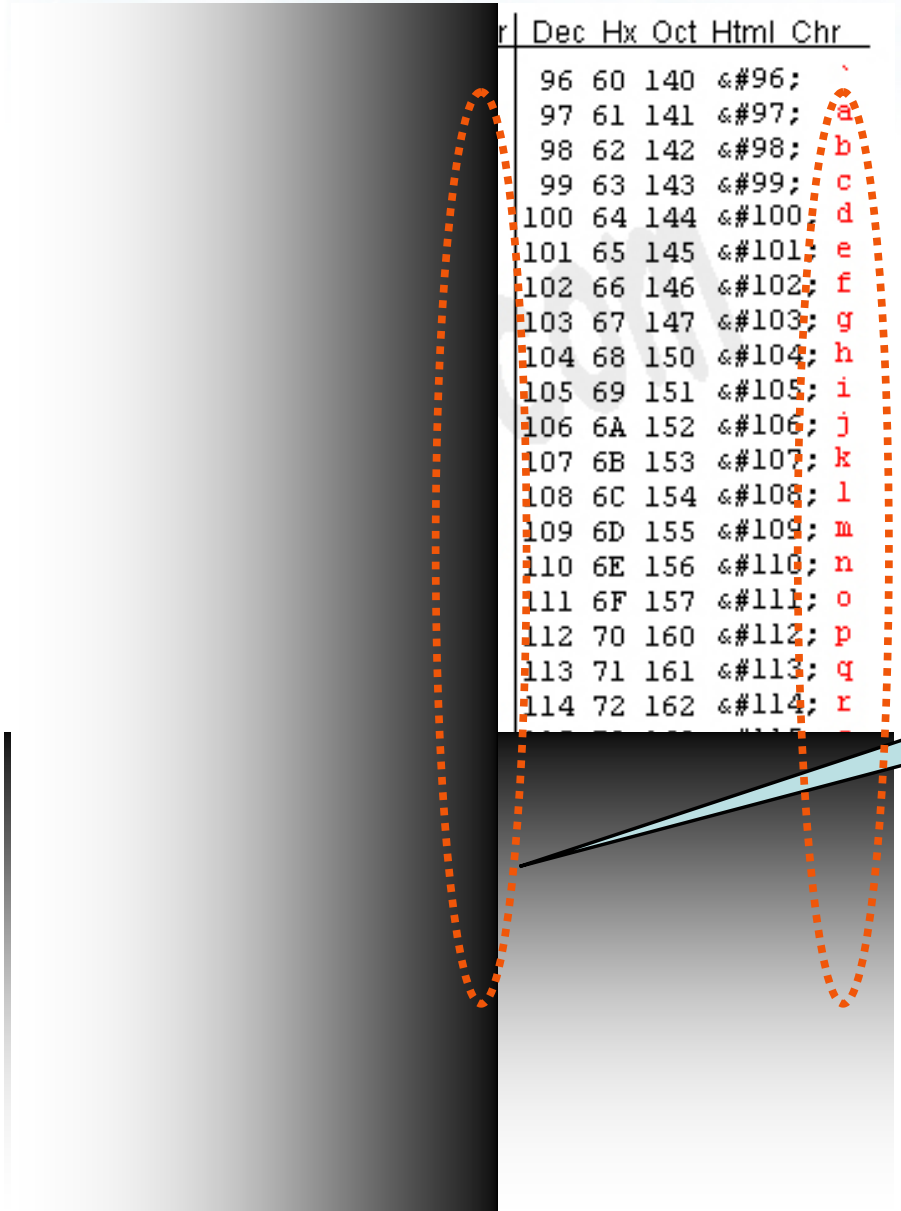
Source: www.lookuptables.com

Codice ASCII



Source: www.lookuptables.com

Codice ASCII



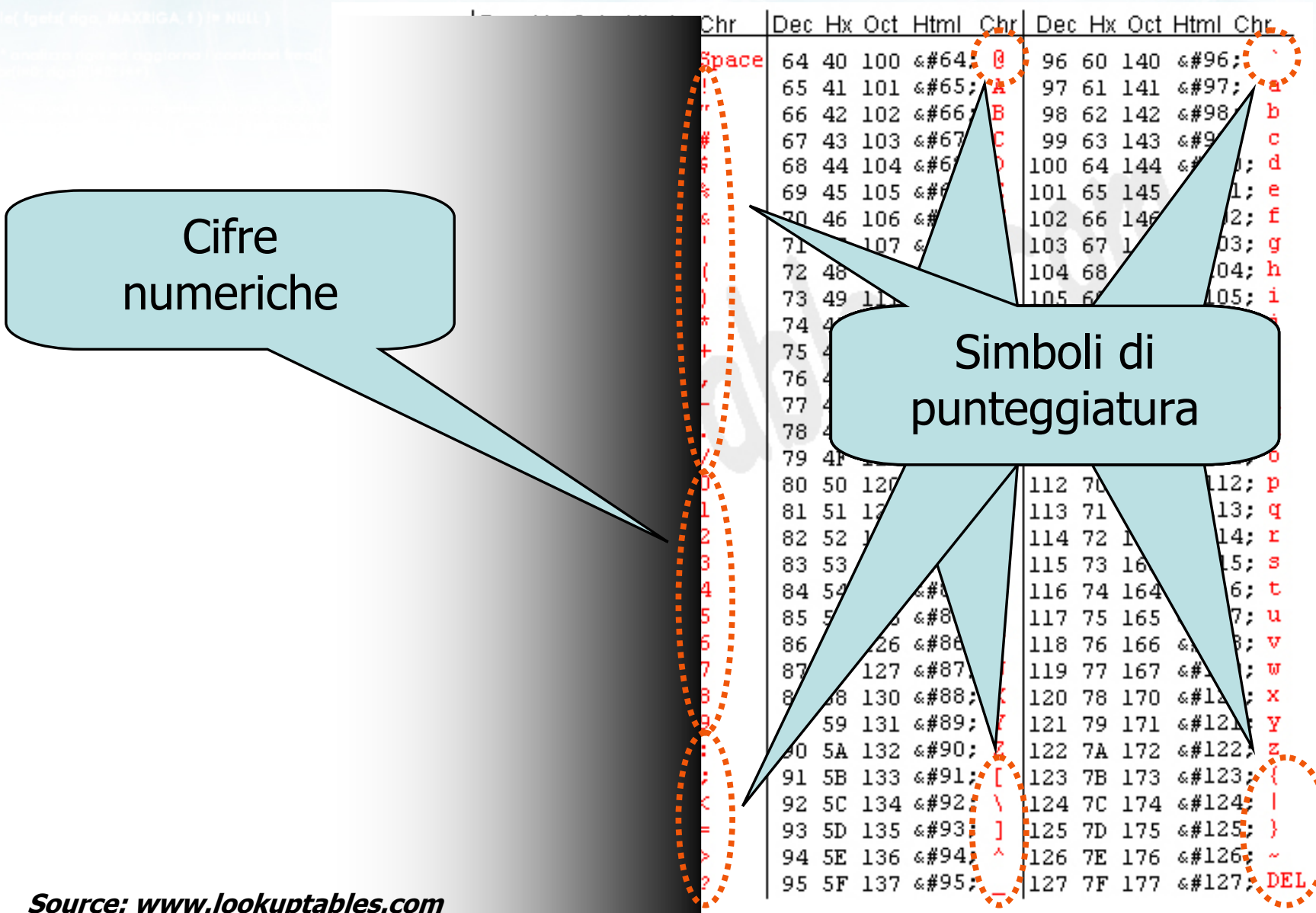
Dec	Hx	Oct	Html	Chr
96	60	140	`	`
97	61	141	a	a
98	62	142	b	b
99	63	143	c	c
100	64	144	d	d
101	65	145	e	e
102	66	146	f	f
103	67	147	g	g
104	68	150	h	h
105	69	151	i	i
106	6A	152	j	j
107	6B	153	k	k
108	6C	154	l	l
109	6D	155	m	m
110	6E	156	n	n
111	6F	157	o	o
112	70	160	p	p
113	71	161	q	q
114	72	162	r	r

Lettere minuscole

Lettere maiuscole

Source: www.lookuptables.com

Codice ASCII



Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
(	72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
)	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
;	91	5B	133	[	[	123	7B	173	{	{
<	92	5C	134	\	\	124	7C	174			|
=	93	5D	135	]	]	125	7D	175	}	}
>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
?	95	5F	137	_	_	127	7F	177	&#127;	DEL

Source: www.lookuptables.com

Codice ASCII

Hx	Oct	Char		Dec	Hx	Oct
0	000	NUL	(null)	32	20	040
1	001	SOH	(start of heading)	33	21	041
2	002	STX	(start of text)	34	22	042
3	003	ETX	(end of text)	35	23	043
4	004	EOT	(end of transmission)	36	24	044
5	005	ENQ	(enquiry)	37	25	045
6	006	ACK	(acknowledge)	38	26	046
7	007	BEL	(bell)	39	27	047
8	010	BS	(backspace)	40	28	050
9	011	TAB	(horizontal tab)	41	29	051
A	012	LF	(NL line feed, new line)	42	2A	052
B	013	VT	(vertical tab)	43	2B	053
C	014	FF	(NP form feed, new page)	44	2C	054
D	015	CR	(carriage return)	45	2D	055
E	016	SO	(shift out)	46	2E	056
F	017	SI	(shift in)	47	2F	057
10	020	DLE	(data link escape)	48	30	060
11	021	DC1	(device control 1)			
12	022	DC2	(device control 2)			
13	023	DC3	(device control 3)			
14	024	DC4	(device control 4)			
15	025	NAK	(negative acknowledge)			
16	026	SYN	(synchronous idle)			
17	027	ETB	(end of trans. block)	55	37	067
18	030	CAN	(cancel)	56	38	070
19	031	EM	(end of medium)	57	39	071
1A	032	SUB	(substitute)	58	3A	072
1B	033	ESC	(escape)	59	3B	073
1C	034	FS	(file separator)	60	3C	074
1D	035	GS	(group separator)	61	3D	075
1E	036	RS	(record separator)	62	3E	076
1F	037	US	(unit separator)	63	3F	077

Spazio bianco

Caratteri di controllo

Source: www.lookuptables.com

Caratteristiche del codice ASCII

- Le lettere maiuscole sono tutte consecutive, ed in ordine alfabetico
- Le lettere minuscole sono tutte consecutive, ed in ordine alfabetico
- Le lettere maiuscole vengono “prima” delle minuscole
- Le cifre numeriche sono tutte consecutive, in ordine dallo 0 al 9
- I simboli di punteggiatura sono sparsi

Caratteri di controllo

- Caratteri speciali, non visualizzabili
- Rappresentano comandi di stampa, e non simboli da stampare
- Esempi:
  - 7 – BEL: emetti un “bip”
  - 8 – BS: cancella l’ultimo carattere
  - 10 – LF: avanza di una riga
  - 13 – CR: torna alla prima colonna
  - 27 – ESC: tasto “Esc”
- Per alcuni esiste una sequenza di escape in C: `\n`

Errore frequente

- Non confondere il carattere ASCII che rappresenta una cifra numerica con il valore decimale associato a tale cifra

```
int
```

7

```
char
```

7

55

- Per chiarezza useremo gli apici per indicare i caratteri

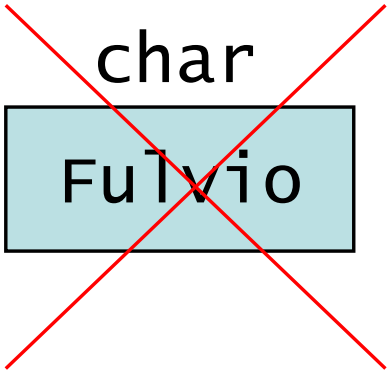
```
char
```

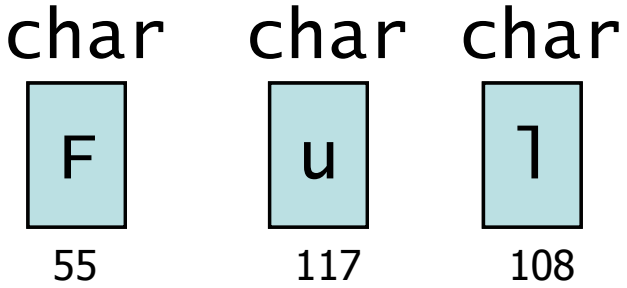
'7'

55

Errore frequente

- Pensare che un singolo carattere possa memorizzare più simboli





Dati testuali

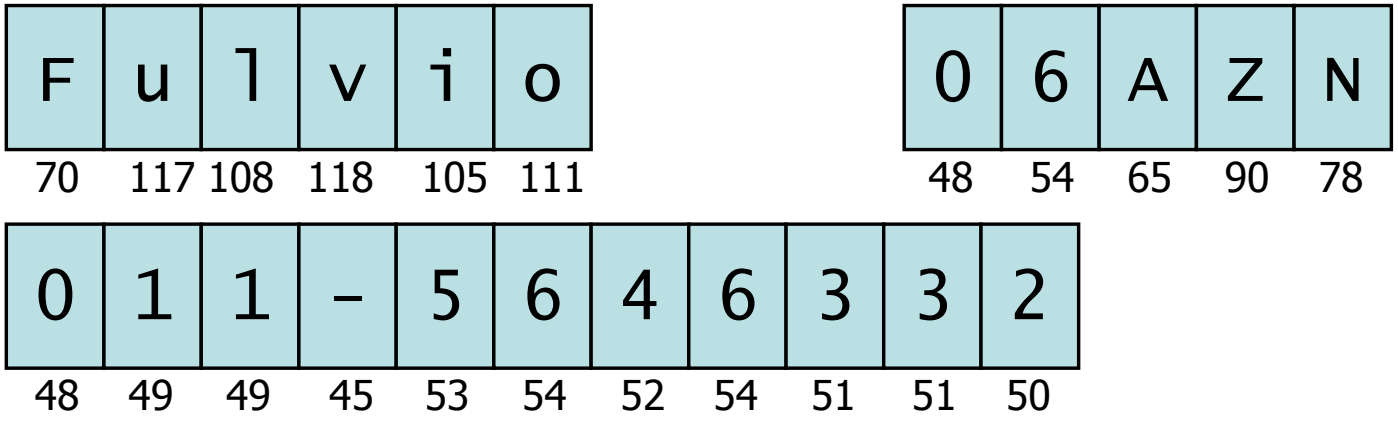
Stringhe

Stringhe

- Una **stringa** è una struttura dati capace di memorizzare **sequenze di caratteri**
- In C non esiste un tipo di dato specifico
- Si usano **vettori di caratteri**
- La lunghezza di una stringa è tipicamente variabile durante l'esecuzione del programma
  - Occorrerà gestire l'occupazione variabile dei vettori di caratteri

Caratteristiche delle stringhe

- Memorizzate come singoli caratteri, ma il loro significato è dato dall'intera sequenza di caratteri
- Lunghezza variabile
- Mix di lettere/cifre/punteggiatura/spazi
- Solitamente non contengono caratteri di controllo



Manipolazione delle stringhe

- Occorre trattare l'insieme di caratteri memorizzato nel vettore come un'unica "variabile"
- Ogni operazione elementare sulle stringhe coinvolgerà tipicamente dei cicli che scandiscono il vettore
- Molte funzioni di libreria sono già disponibili per compiere le operazioni più frequenti ed utili

Errore frequente

- Non confondere una stringa composta da cifre numeriche con il valore decimale associato a tale sequenza

Caratteri e stringhe

Il tipo char

Il tipo `char`

- Variabili `char`
- Input/output di `char`
- Operazioni sui `char`
- Esercizio “Quadrati di lettere”

Il tipo char

Variabili char

Variabili char

- I caratteri in C si memorizzano in variabili di tipo `char`

```
char lettera ;
```

- Le costanti di tipo `char` si indicano ponendo il simbolo corrispondente tra singoli apici

```
lettera = 'Q' ;
```

Apici

- Non confondere i 3 tipi di apici presenti sulla tastiera:

Apice singolo (apostrofo)	'	In C, delimita singoli caratteri
Apice doppio (virgolette)	"	In C, delimita stringhe di caratteri
Apice rovesciato (accento grave)	`	Non utilizzato in C

Dualità dei `char`

- Sintatticamente, i `char` non sono altro che degli `int` di piccola dimensione
  - Ogni operazione possibile su un `int`, è anche possibile su un `char`
  - Ovviamente solo alcune di tali operazioni avranno senso sull'interpretazione testuale (ASCII) del valore numerico

Esempi

```
int i ;
char c ;

c = 'A' ;
```

Esempi

```
int i ;
char c ;

c = 'A' ;
c = 65 ; /* equivalente! */
```

Esempi

```
int i ;
char c ;

c = 'A' ;
c = 65 ; /* equivalente! */
i = c ; /* i sarà 65 */
```

Esempi

```
int i ;
char c ;

c = 'A' ;
c = 65 ; /* equivalente! */
i = c ; /* i sarà 65 */
c = c + 1 ; /* c sarà 66 = 'B' */
```

Esempi

```
int i ;
char c ;

c = 'A' ;
c = 65 ; /* equivalente! */
i = c ; /* i sarà 65 */
c = c + 1 ; /* c sarà 66 = 'B' */
c = c * 2 ; /* non ha senso... */
```

Esempi

```
int i ;
char c ;

c = 'A' ;
c = 65 ; /* equivalente! */
i = c ; /* i sarà 65 */
c = c + 1 ; /* c sarà 66 = 'B' */
c = c * 2 ; /* non ha senso... */
if (c == 'Z') ...
```

Esempi

```
int i ;
char c ;

c = 'A' ;
c = 65 ; /* equivalente! */
i = c ; /* i sarà 65 */
c = c + 1 ; /* c sarà 66 = 'B' */
c = c * 2 ; /* non ha senso... */
if (c == 'Z') ...
for( c='A'; c<='Z'; c++) ...
```

Caratteri speciali

- Per alcuni caratteri di controllo il linguaggio C definisce una particolare **sequenza di escape** per poterli rappresentare

C	ASCII	Significato
`'\n'`	LF – 10	A capo
`'\t'`	TAB – 9	Tabulazione
`'\b'`	BS – 8	Backspace – cancella ultimo car.
`'\a'`	BEL – 7	Emette un “bip”
`'\r'`	CR – 13	Torna alla prima colonna

Punteggiatura speciale in C

- Alcuni caratteri hanno un significato particolare dentro gli apici. Per poterli inserire come carattere esistono apposite sequenze di escape

C	ASCII	Significato
'\\'	\	Immette un backslash
'\''	'	Immette un apice singolo
'\"'	"	Immette un apice doppio
'*ooo*'	*ooo*	Immette in carattere ASCII con codice (ottale) *ooo*
'\x*hh*'	*hh*	Immette in carattere ASCII con codice (esadecimale) *hh*

Il tipo char

Input/output di char

Input/output di char

- Esistono due insiemi di funzioni che permettono di leggere e stampare variabili di tipo char:
  - Le funzioni `printf/scanf`, usando lo specificatore di formato "%c"
  - Le funzioni `putchar` e `getchar`
- In entrambi i casi è sufficiente includere la libreria `<stdio.h>`
- È possibile mescolare liberamente le due famiglie di funzioni

Stampa di caratteri

```
char ch ;

printf("%c", ch) ;
```

```
char ch ;

putchar(ch) ;
```

Lettura di caratteri

```
char ch ;

scanf("%c", &ch) ;
```

```
char ch ;

ch = getchar() ;
```

Suggerimenti (1/2)

- La funzione `printf` è più comoda quando occorre stampare altri caratteri insieme a quello desiderato
  - `printf("La risposta e': %c\n", ch) ;`
  - `printf("Codice: %c%d\n", ch, num ) ;`
- La funzione `putchar` è più comoda quando occorre stampare semplicemente il carattere
  - ```
    for(ch='a'; ch<='z'; ch++)
      putchar(ch) ;
    ```
    ```

Suggerimenti (2/2)

- La funzione `getchar` è generalmente più comoda in tutti i casi
  - ```
    printf("Vuoi continuare (s/n)? ");
    ch = getchar() ;
    ```
    ```

Bufferizzazione dell'input-output

- Tutte le funzioni della libreria `<stdio.h>` gestiscono l'input-output in modo **bufferizzato**
  - Per maggior efficienza, i caratteri non vengono trasferiti immediatamente dal programma al terminale (o viceversa), ma solo a gruppi
  - È quindi possibile che dopo una `putchar`, il carattere **non** compaia **immediatamente** sullo schermo
  - Analogamente, la `getchar` **non** restituisce il carattere finché l'utente non preme **invio**

Conseguenza pratica

```
char ch,ch2 ;

printf("Dato: ");

ch = getchar() ;

ch2 = getchar() ;
```

```
Dato: _
```

Il programma stampa l'invito ad inserire un dato

Conseguenza pratica

```
char ch,ch2 ;

printf("Dato: ");

ch = getchar() ;

ch2 = getchar() ;
```

```
Dato: _
```

`getchar` blocca il programma in attesa del dato

Conseguenza pratica

```
char ch,ch2 ;

printf("Dato: ");

ch = getchar() ;

ch2 = getchar() ;
```

```
Dato: a_
```

L'utente immette 'a', il programma non lo riceve

Conseguenza pratica

```
char ch,ch2 ;

printf("Dato: ");

ch = getchar() ;

ch2 = getchar() ;
```

```
Dato: a
_
```

L'utente immette Invio, il programma prosegue

Conseguenza pratica

```
char ch,ch2 ;

printf("Dato: ");

ch = getchar() ;

ch2 = getchar() ;
```

```
Dato: a
_
```

Ora ch='a', il programma fa un'altra getchar()

Conseguenza pratica

```
char ch,ch2 ;

printf("Dato: ");

ch = getchar() ;

ch2 = getchar() ;
```

```
Dato: a
_
```

Il programma **non** si blocca in attesa dell'utente

Conseguenza pratica

```
char ch,ch2 ;

printf("Dato: ");

ch = getchar() ;

ch2 = getchar() ;
```

```
Dato: a
_
```

C'era già un carattere pronto: Invio! ch2='\n'

Consigli pratici

- Ricordare che l'utente deve sempre premere Invio, anche se il programma richiede un singolo carattere
- Ricordare che, se l'utente inserisce più di un carattere, questi verranno restituiti uno ad uno nelle `getchar` successive
- Ricordare che l'Invio viene letto come tutti gli altri caratteri

Soluzione proposta

```
char ch, temp ;

printf("Dato: ");

ch = getchar() ; /* leggi il dato */

/* elimina eventuali caratteri successivi
ed il \n che sicuramente ci sarà */
do {
     temp = getchar() ;
} while (temp != '\n') ;
```

Soluzione proposta

```
char ch, temp ;

printf("Dato: ");

ch = getchar() ; /

/* elimina eventua
ed il \n che sicur
do {
     temp = getchar() ;
} while (temp != '\n') ;
```

```
/* forma più compatta */
while ( getchar()!='\n' )
   /*niente*/ ;
```

Il tipo char

Operazioni sui char

Operazioni sui `char`

- Le operazioni lecite sui `char` derivano direttamente dalla combinazione tra
  - Le operazioni permesse sugli `int`
  - La disposizione dei caratteri nella tabella ASCII
  - Le convenzioni lessicali della nostra lingua scritta

Conversione ASCII-Carattere

- Una variabile di tipo `char` è allo stesso tempo
  - Il valore numerico del codice ASCII del carattere
    - `printf("%d", ch) ;`
    - `i = ch ;`
    - `ch = j ;`
    - `ch = 48 ;`
  - Il simbolo corrispondente al carattere ASCII
    - `printf("%c", ch) ;`
    - `putchar(ch) ;`
    - `ch = 'Z' ;`
    - `ch = '4' ;`

Esempio (1/3)

char-int.c

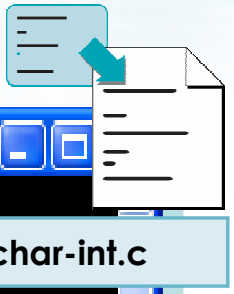
```
int i ;
char ch ;

printf("Immetti codice ASCII (32-126): ");

scanf("%d", &i) ;

ch = i ;

printf("Il carattere %c ha codice %d\n",
        ch, i) ;
```

Esempio (2/3)

char-int.c

```
printf("Immetti un carattere: ") ;
ch = getchar() ;

while( getchar() != '\n' )
    /**/ ;

i = ch ;

printf("Il carattere %c ha codice %d\n",
        ch, i) ;
```

Esempio (3/3)



Prompt dei comandi

```
Immetti un codice ASCII (32-126): 44
Il carattere , ha codice ASCII 44


Immetti un carattere: $
Il carattere $ ha codice ASCII 36
```

Scansione dell'alfabeto

- È possibile generare tutte le lettere dell'alfabeto, in ordine, grazie al fatto che nella tabella ASCII esse compaiono consecutive e ordinate

```
char ch ;

for( ch = 'A' ; ch <= 'Z' ; ch++ )
    putchar(ch) ;

putchar('\n') ;
```

Verifica se è una lettera

- Per sapere se un carattere è alfabetico, è sufficiente verificare se cade nell'intervallo delle lettere (maiuscole o minuscole)

```
if( ch>='A' && ch<='Z' )
    printf("%c lettera maiuscola\n", ch) ;

if( ch>='a' && ch<='z' )
    printf("%c lettera minuscola\n", ch) ;

if( (ch>='A' && ch<='Z') ||
    (ch>='a' && ch<='z') )
    printf("%c lettera\n", ch) ;
```

Verifica se è una cifra

- Per sapere se un carattere è numerico ('0'-'9'), è sufficiente verificare se cade nell'intervallo delle cifre

```
if( ch>='0' && ch<='9' )
    printf("%c cifra numerica\n", ch) ;
```

Valore di una cifra

- Conoscere il valore decimale di un carattere numerico ('0'-'9'), è sufficiente calcolare la "distanza" dalla cifra '0'

```
if( ch>='0' && ch<='9' )
{
    printf("%c cifra numerica\n", ch) ;
    val = ch - '0' ;
    printf("Il suo valore e': %d", val ) ;
}
```

Da minuscolo a maiuscolo (1/2)

- I codici ASCII delle lettere maiuscole e delle minuscole differiscono solamente per una costante:
  - `'A'` = 65 ... `'Z'` = 90
  - `'a'` = 97 ... `'z'` = 122
- Se `ch` è una lettera minuscola
  - `ch - 'a'` è la sua posizione nell'alfabeto
  - `( ch - 'a' ) + 'A'` è la corrispondente lettera maiuscola

Da minuscolo a maiuscolo (2/2)

- Possiamo interpretare la conversione come una traslazione della quantità (`'A'-'a'`)

```
if( ch>='a' && ch<='z' )
{
    printf("%c lettera minuscola\n", ch) ;
    ch2 = ch + ('A'-'a') ;
    printf(La maiuscola e': %c\n", ch2) ;
}
```

Confronto alfabetico

- Se due caratteri sono **entrambi maiuscoli** (o entrambi minuscoli) è sufficiente confrontare i rispettivi codici ASCII

```
if( ch < ch2 )
  printf("%c viene prima di %c", ch, ch2) ;
else
  printf("%c viene prima di %c", ch2, ch) ;
```

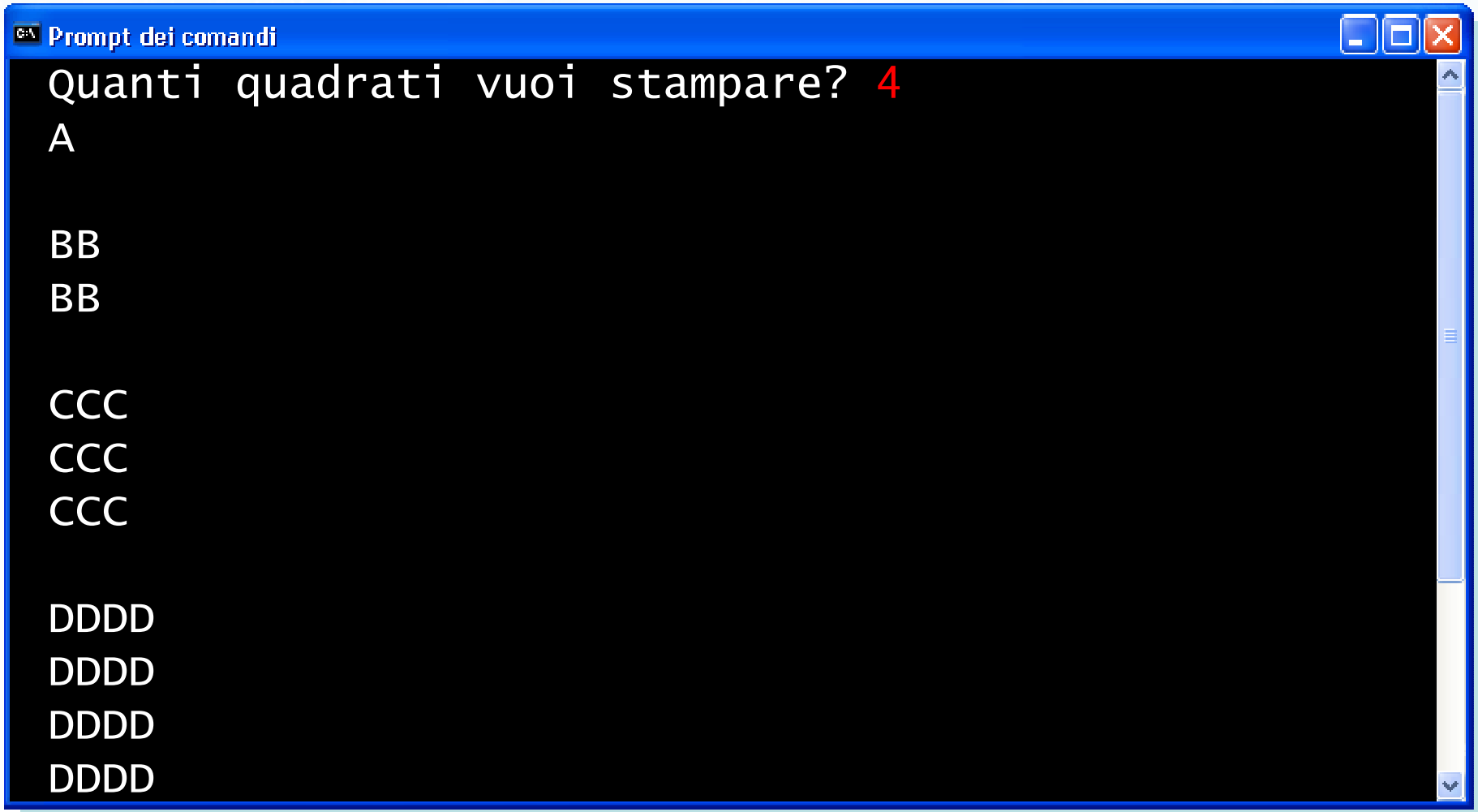
Il tipo char

Esercizio "Quadrati di lettere"

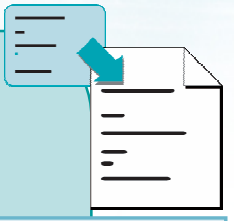
Esercizio "Quadrati di lettere"

- Si scriva un programma in linguaggio C che stampi su video una serie di quadrati, composti dalle successive lettere dell'alfabeto, di dimensioni sempre crescenti:
  - Un quadrato 1x1 di lettere A
  - Un quadrato 2x2 di lettere B
  - Un quadrato 3x3 di lettere C
  - ...eccetera

Analisi


Prompt dei comandi
Quanti quadrati vuoi stampare? 4
A
BB
BB
CCC
CCC
CCC
DDDD
DDDD
DDDD
DDDD

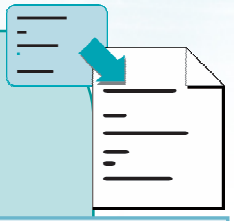
Soluzione (1/2)



quadrati.c

```
int i, N ;
int riga, col ;
char ch ;

printf("Quanti quadrati? ") ;
scanf("%d", &N) ;

while(N<1 || N>26)
{
   printf("Deve essere tra 1 e 26\n");
   printf("Quanti quadrati? ") ;
   scanf("%d", &N) ;
}
```

Soluzione (2/2)



quadrati.c

```
for( i=0; i<N; i++ )
{
    /* stampa un quadrato
       di dimensione (i+1) */

    ch = i + 'A' ;

    for(riga=0; riga<i+1; riga++)
    {
        for(col=0; col<i+1; col++)
            putchar(ch);
        putchar('\n') ;
    }
    putchar('\n') ;
}
```

Caratteri e stringhe

Vettori di caratteri

Vettori di caratteri

- Il tipo stringa
- Terminatore nullo
- Input/output di stringhe

Vettori di caratteri

Il tipo stringa

Stringhe in C

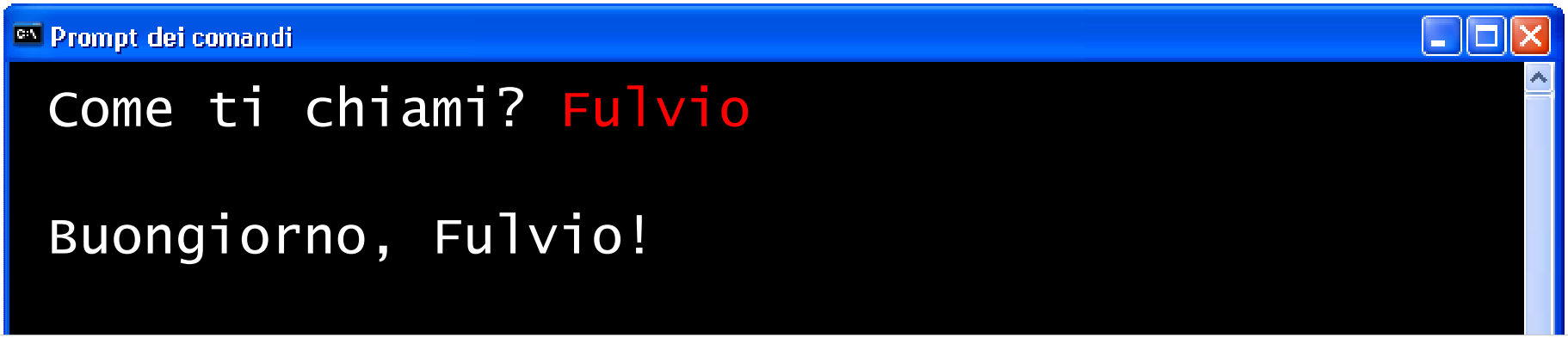
- Nel linguaggio C non è supportato esplicitamente alcun tipo di dato "stringa"
- Le informazioni di tipo stringa vengono memorizzate ed elaborate ricorrendo a semplici **vettori di caratteri**

```
char saluto[10] ;
```

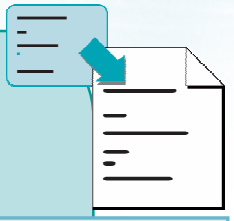
B	u	o	n	g	i	o	r	n	o

Esempio

- Si realizzi un programma in linguaggio C che acquisisca da tastiera il nome dell'utente (una stringa di max 20 caratteri), e stampi a video un saluto per l'utente stesso



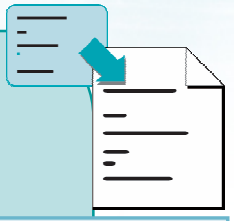
Soluzione (1/3)



saluti.c

```
const int MAX = 20 ;
char nome[MAX] ;
int N ;
char ch ;
int i ;

printf("Come ti chiami? ") ;

N = 0 ;
```

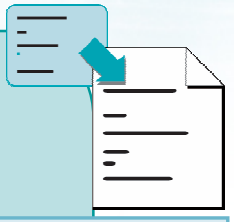
Soluzione (2/3)



saluti.c

```
ch = getchar() ;

while( ch != '\n' && N<MAX )
{
     nome[N] = ch ;
     N++ ;
     ch = getchar() ;
}
```

Soluzione (3/3)



saluti.c

```
printf("Buongiorno, ") ;

for(i=0; i<N; i++)
     putchar( nome[i] ) ;

printf("!\n") ;
```

Commenti (1/2)

- Qualsiasi operazione sulle stringhe si può realizzare agendo opportunamente su vettori di caratteri, gestiti con occupazione variabile
- Così facendo, però vi sono alcuni svantaggi
  - Per ogni vettore di caratteri, occorre definire un'opportuna variabile che ne indichi la lunghezza
  - Ogni operazione, anche elementare, richiede l'uso di cicli `for`/`while`

Commenti (2/2)

- Alcune convenzioni ci possono aiutare
  - Gestire in modo standard i vettori di caratteri usati per memorizzare stringhe
  - Apprendere le tecniche solitamente utilizzate per compiere le operazioni più frequenti
- Molte funzioni di libreria seguono queste convenzioni
  - Conoscere le funzioni di libreria ed utilizzarle per accelerare la scrittura del programma

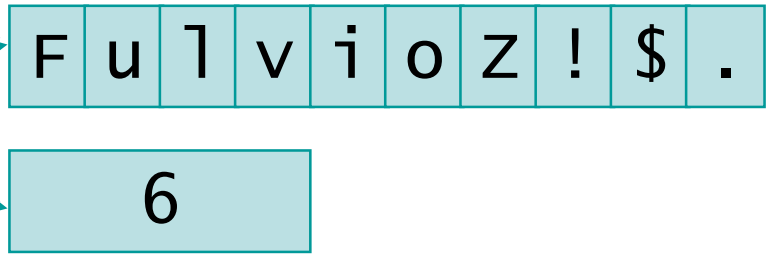
Vettori di caratteri

Terminatore nullo

Lunghezza di una stringa

- Vi sono due tecniche per determinare la lunghezza di una stringa
  1. utilizzare una variabile intera che memorizzi il numero di caratteri validi

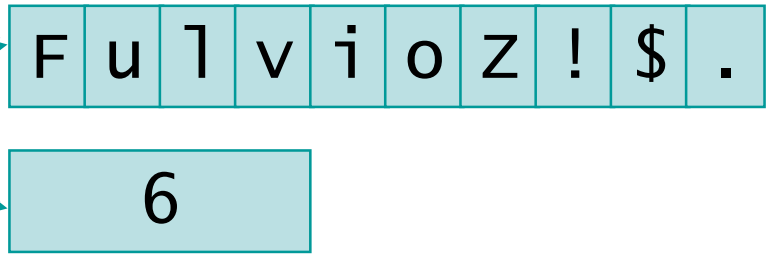
```
char nome[10] ;
int lungh_nome ;
```



Lunghezza di una stringa

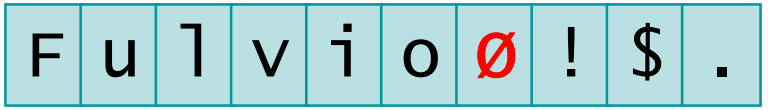
- Vi sono due tecniche per determinare la lunghezza di una stringa
  1. utilizzare una variabile intera che memorizzi il numero di caratteri validi

```
char nome[10] ;
int lungh_nome ;
```



  2. utilizzare un carattere "speciale", con funzione di **terminatore**, dopo l'ultimo carattere valido

```
char nome[10] ;
```



Carattere terminatore

- Il carattere "terminatore" deve avere le seguenti caratteristiche
  - Fare parte della tabella dei codici ASCII
    - Deve essere rappresentabile in un `char`
  - Non comparire mai nelle stringhe utilizzate dal programma
    - Non deve confondersi con i caratteri "normali"
- Inoltre il vettore di caratteri deve avere una posizione libera in più, per memorizzare il terminatore stesso

Terminatore standard in C

- Per convenzione, in C si sceglie che tutte le stringhe siano rappresentate mediante un carattere terminatore
- Il terminatore corrisponde al carattere di codice ASCII pari a zero
  - `nome[6] = 0 ;`
  - `nome[6] = '\0' ;`

F	u	l	v	i	o	Ø	!	$	.

Vantaggi

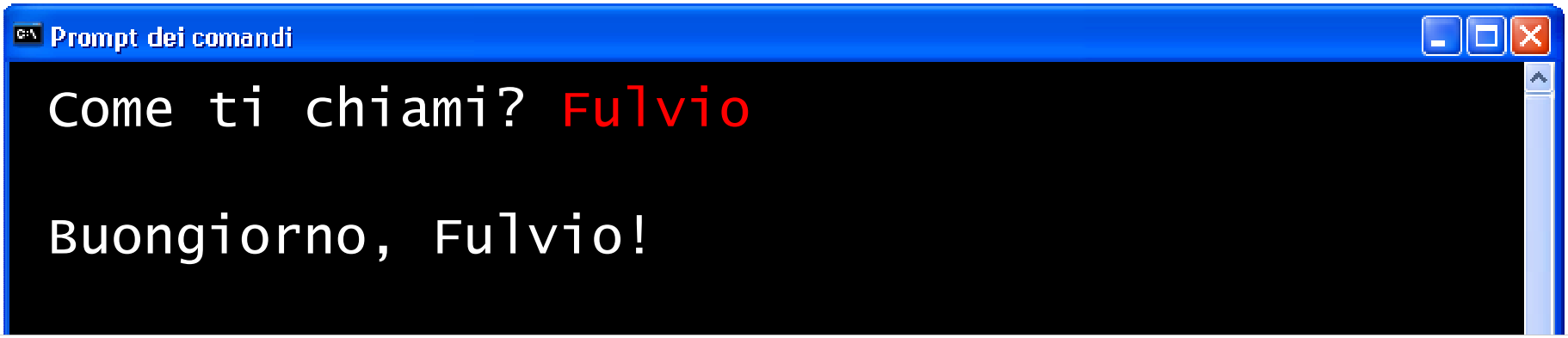
- Non è necessaria un'ulteriore variabile intera per ciascuna stringa
- L'informazione sulla lunghezza della stringa è interna al vettore stesso
- Tutte le funzioni della libreria standard C rispettano questa convenzione
  - Si aspettano che la stringa sia terminata
  - Restituiscono sempre stringhe terminate

Svantaggi

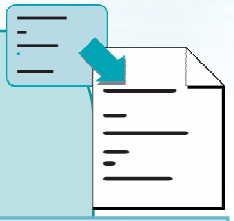
- Necessario 1 byte in più
  - Per una stringa di N caratteri, serve un vettore di N+1 elementi
- Necessario ricordare di aggiungere sempre il terminatore
- Impossibile rappresentare stringhe contenenti il carattere ASCII 0

Esempio

- Si realizzi un programma in linguaggio C che acquisisca da tastiera il nome dell'utente (una stringa di max 20 caratteri), e stampi a video un saluto per l'utente stesso



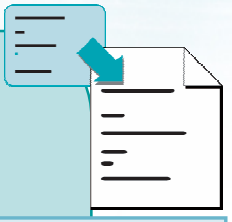
Soluzione (1/3)



saluti0.c

```
const int MAX = 20 ;
char nome[MAX+1] ;
char ch ;
int i ;

printf("Come ti chiami? ") ;

i = 0 ;
```

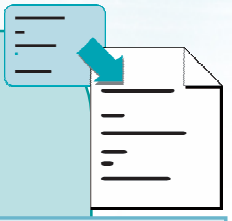
Soluzione (2/3)



saluti0.c

```
i = 0 ;

ch = getchar() ;

while( ch != '\n' && i<MAX )
{
     nome[i] = ch ;
     i++ ;
     ch = getchar() ;
}
/* aggiunge terminatore nullo */
nome[i] = '\0' ;
```

Soluzione (3/3)



saluti0.c

```
printf("Buongiorno, ") ;

for(i=0; nome[i]!='\0'; i++)
    putchar( nome[i] ) ;

printf("!\n") ;
```

Vettori di caratteri

Input/output di stringhe

I/O di stringhe

- Diamo per scontato di utilizzare la convenzione del terminatore nullo
- Si possono utilizzare
  - Funzioni di lettura e scrittura carattere per carattere
    - Come nell'esercizio precedente
  - Funzioni di lettura e scrittura di stringhe intere
    - `scanf` e `printf`
    - `gets` e `puts`

Lettura di stringhe con `scanf`

- Utilizzare la funzione `scanf` con lo specificatore di formato `"%s"`
- La variabile da leggere deve essere il nome di un vettore di caratteri
  - Non utilizzare le parentesi quadre
  - Non utilizzare la &
- Legge ciò che viene immesso da tastiera, fino al primo spazio o fine linea (esclusi)
  - Non adatta a leggere nomi composti (es. `"Pier Paolo"`)

Esempio

```
const int MAX = 20 ;
char nome[MAX+1] ;

printf("Come ti chiami? ") ;

scanf("%s", nome) ;
```

Lettura di stringhe con `gets`

- La funzione `gets` è pensata appositamente per acquisire una stringa
- Accetta un parametro, che corrisponde al nome di un vettore di caratteri
  - Non utilizzare le parentesi quadre
- Legge ciò che viene immesso da tastiera, fino al fine linea (escluso), e compresi eventuali spazi
  - Possibile leggere nomi composti (es. `"Pier Paolo"`)

Esempio

```
const int MAX = 20 ;
char nome[MAX+1] ;

printf("Come ti chiami? ") ;

gets(nome) ;
```

Scrittura di stringhe con `printf`

- Utilizzare la funzione `printf` con lo specificatore di formato `"%s"`
- La variabile da stampare deve essere il nome di un vettore di caratteri
  - Non utilizzare le parentesi quadre
- È possibile combinare la stringa con altre variabili nella stessa istruzione

Esempio

```
printf("Buongiorno, ") ;
printf("%s", nome) ;
printf("!\n") ;


printf("Buongiorno, %s!\n", nome) ;
```

Scrittura di stringhe con `puts`

- La funzione `puts` è pensata appositamente per stampare una stringa
- La variabile da stampare deve essere il nome di un vettore di caratteri
  - Non utilizzare le parentesi quadre
- Va a capo automaticamente
  - Non è possibile stampare altre informazioni sulla stessa riga

Esempio

```
printf("Buongiorno, ") ;
puts(nome) ;

/* No!! printf("!\n") ; */
```

Conclusione

- Utilizzare sempre la convenzione del terminatore nullo
- Ricordare di allocare un elemento in più nei vettori di caratteri
- Utilizzare quando possibile le funzioni di libreria predefinite
  - In lettura, prediligere `gets`
  - In scrittura
    - `printf` è indicata per messaggi composti
    - `puts` è più semplice se si ha un dato per riga

Caratteri e stringhe

Operazioni elementari sulle stringhe

Operazioni elementari sulle stringhe

- Lunghezza
- Copia di stringhe
- Concatenazione di stringhe
- Confronto di stringhe
- Ricerca di sotto-stringhe
- Ricerca di parole

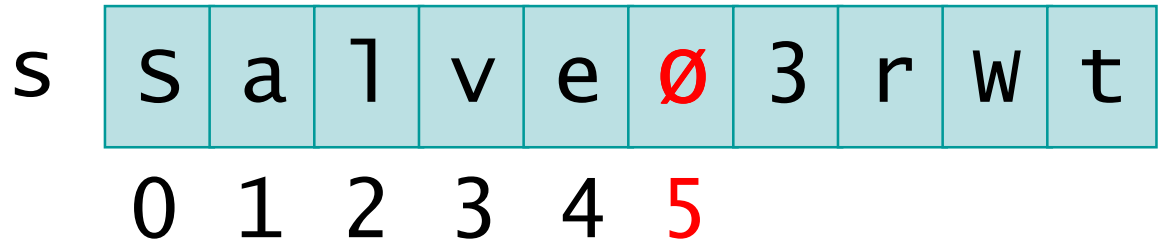
Operazioni elementari sulle stringhe

Lunghezza

Lunghezza di una stringa

- La lunghezza di una stringa si può determinare ricercando la posizione del terminatore nullo

```
char s[MAX+1] ;
   int lun ;
```



Calcolo della lunghezza

```
const int MAX = 20 ;
char s[MAX+1] ;
int lun ;
int i ;

... /* lettura stringa */

for( i=0 ; s[i] != 0 ; i++ )
     /* Niente */ ;

lun = i ;
```

La funzione `strlen`

- Nella libreria standard C è disponibile la funzione `strlen`, che calcola la lunghezza della stringa passata come parametro
- Necessario includere `<string.h>`

```
const int MAX = 20 ;
char s[MAX+1] ;
int lun ;

... /* lettura stringa */

lun = strlen(s) ;
```

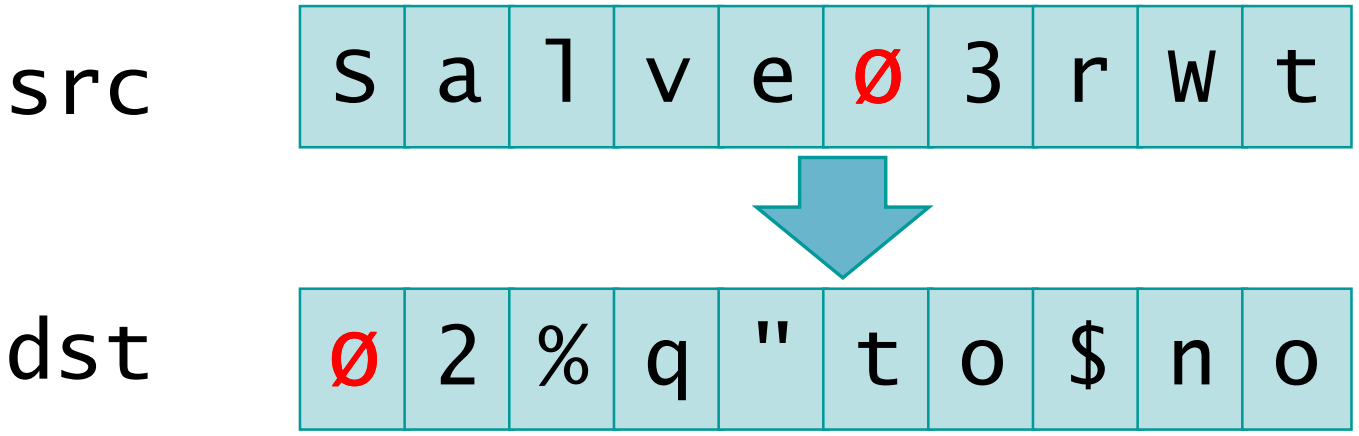
Operazioni elementari sulle stringhe

Copia di stringhe

Copia di stringhe

- L'operazione di copia prevede di ricopiare il contenuto di una prima stringa "sorgente", in una seconda stringa "destinazione"

```
char src[MAXS+1] ;
char dst[MAXD+1] ;
```

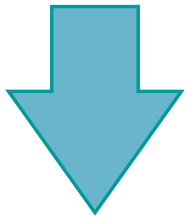


Risultato della copia

src	S	a	l	v	e	Ø	3	r	W	t

dst	Ø	2	%	q	"	t	o	$	n	o

Copia src in dst



dst	S	a	l	v	e	Ø	o	$	n	o

Copia

```
const int MAXS = 20, MAXD = 30 ;
char src[MAXS+1] ;
char dst[MAXD+1] ;
int i ;

... /* lettura stringa src */

for( i=0 ; src[i] != 0 ; i++ )
     dst[i] = src[i] ; /* copia */

dst[i] = 0 ; /* aggiunge terminatore */
```

La funzione `strcpy`

- Nella libreria standard C, includendo `<string.h>`, è disponibile la funzione `strcpy`, che effettua la copia di stringhe
  - Primo parametro: stringa destinazione
  - Secondo parametro: stringa sorgente

```
const int MAXS = 20, MAXD = 30 ;
char src[MAXS+1] ;
char dst[MAXD+1] ;

... /* lettura stringa src */

strcpy(dst, src) ;
```

Avvertenze

- Nella stringa destinazione vi deve essere un numero sufficiente di locazioni libere
  - `MAXD+1 >= strlen(src)+1`
- Il contenuto precedente della stringa destinazione viene perso
- La stringa sorgente non viene modificata
- Il terminatore nullo
  - Deve essere aggiunto in coda a `dst`
  - La `strcpy` pensa già autonomamente a farlo

Errore frequente

- Per effettuare una copia di stringhe **non** si può assolutamente utilizzare l'operatore =
- Necessario usare `strcpy`

```
dst = src ;
```

```
dst[] = src[] ;
```

```
dst[MAXD] = src[MAXC] ;
```

```
strcpy(dst, src);
```

Operazioni elementari sulle stringhe

Concatenazione di stringhe

Concatenazione di stringhe

- L'operazione di concatenazione corrisponde a creare una nuova stringa composta dai caratteri di una prima stringa, **seguiti** dai caratteri di una seconda stringa

Semplificazione

- Per maggior semplicità, in C l'operazione di concatenazione scrive il risultato **nello stesso vettore** della prima stringa
- Il valore precedente della prima stringa viene così perso
- Per memorizzare altrove il risultato, o per non perdere la prima stringa, è possibile ricorrere a stringhe temporanee ed alla funzione `strcpy`

Esempio

sa	S	a	l	v	e	Ø	w	z	3	w	7	w	1	Q	r

sb	m	o	n	d	o	Ø	h	!	L	.	2	x	y	E	P

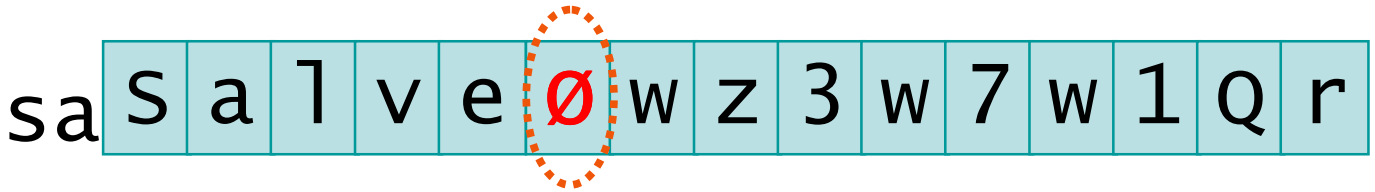
Concatenazione di sa con sb

sa	S	a	l	v	e	m	o	n	d	o	Ø	w	1	Q	r

sb	m	o	n	d	o	Ø	h	!	L	.	2	x	y	E	P

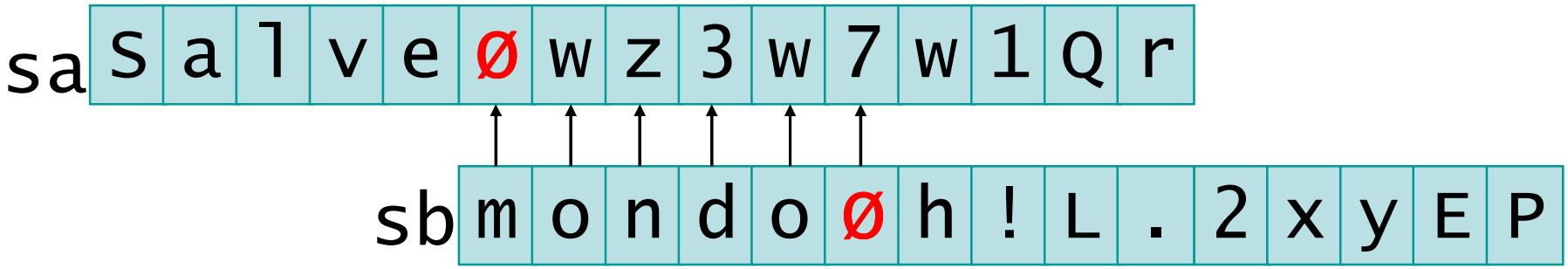
Algoritmo di concatenazione

- Trova la fine della prima stringa



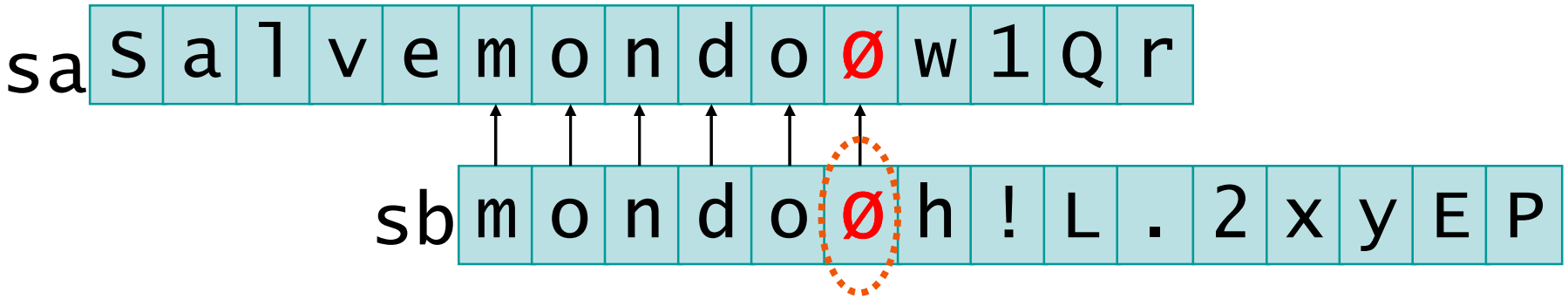
Algoritmo di concatenazione

- Trova la fine della prima stringa
- Copia la seconda stringa nel vettore della prima, a partire della posizione del terminatore nullo (sovrascrivendolo)



Algoritmo di concatenazione

- Trova la fine della prima stringa
- Copia la seconda stringa nel vettore della prima, a partire della posizione del terminatore nullo (sovrascrivendolo)
- Termina la copia non appena trovato il terminatore della seconda stringa



Concatenazione

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[MAX] ;
int la ;
int i ;

... /* lettura stringhe */

la = strlen(sa) ;

for( i=0 ; sb[i] != 0 ; i++ )
     sa[la+i] = sb[i] ; /* copia */

sa[la+i] = 0 ; /* terminatore */
```

La funzione `strcat`

- Nella libreria standard C, includendo `<string.h>`, è disponibile la funzione `strcat`, che effettua la concatenazione di stringhe
  - Primo parametro: prima stringa (destinazione)
  - Secondo parametro: seconda stringa

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[MAX] ;

... /* lettura stringhe */

strcat(sa, sb) ;
```

Avvertenze (1/2)

- Nella prima stringa vi deve essere un numero sufficiente di locazioni libere
  - `MAX+1 >= strlen(sa)+strlen(sb)+1`
- Il contenuto precedente della prima stringa viene perso
- La seconda stringa non viene modificata
- Il terminatore nullo
  - Deve essere aggiunto in coda alla prima stringa
  - La `strcat` pensa già autonomamente a farlo

Avvertenze (2/2)

- Per concatenare 3 o più stringhe, occorre farlo due a due:
  - `strcat(sa, sb);`
  - `strcat(sa, sc);`
- È possibile concatenare anche stringhe costanti
  - `strcat(sa, "!");`

Operazioni elementari sulle stringhe

Confronto di stringhe

Confronto di stringhe

- Il confronto di due stringhe (es.: `sa` e `sb`), mira a determinare se:
  - Le due stringhe sono uguali
    - hanno uguale lunghezza e sono composte dagli stessi caratteri nello stesso ordine
  - Le due stringhe sono diverse
  - La stringa `sa` precede la stringa `sb`
    - secondo l'ordine lessicografico imposto dal codice ASCII
    - parzialmente compatibile con l'ordine alfabetico
  - La stringa `sa` segue la stringa `sb`

Confronto di uguaglianza

- Ogni carattere di `sa` deve essere uguale al carattere corrispondente di `sb`
- Il terminatore nullo deve essere nella stessa posizione
- I caratteri successivi al terminatore vanno ignorati

sa	S	a	l	v	e	Ø	o	4	d	1	Ø	w	1	Q	r
sb	S	a	l	v	e	Ø	h	!	L	.	2	x	y	E	P

Confronto di uguaglianza

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[MAX] ;
int uguali ;
int i ;
...

uguali = 1 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0 && sb[i]!=0 ; i++ )
{
    if(sa[i]!=sb[i])
        uguali = 0 ;
}
if(sa[i]!=0 || sb[i]!=0)
    uguali = 0 ;
```

Confronto di uguaglianza

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[M
int ugual
int i ;
...

ugual i = 1 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0 && sb[i]!=0 ; i++ )
{
    if(sa[i]!=sb[i])
        ugual i = 0 ;
}
if(sa[i]!=0 || sb[i]!=0)
    ugual i = 0 ;
```

Flag: ricerca di universalità della condizione `sa[i]==sb[i]`

Confronto di uguaglianza

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[MAX] ;
int uguali ;
int i ;
...

uguali = 1 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0 && sb[i]!=0 ; i++ )
{
    if(sa[i]!=sb[i])
        uguali = 0 ;
}
if(sa[i]!=0 || sb[i]!=0)
    uguali = 0 ;
```

Cicla fino al terminatore di sa o di sb (il primo che si incontra)

Confronto di uguaglianza

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[MAX] ;
int uguali ;
int i ;
...

uguali = 1 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0
{
    if(sa[i]!=sb[i])
        uguali = 0 ;
}
if(sa[i]!=0 || sb[i]!=0)
    uguali = 0 ;
```

Verifica che tutti i caratteri incontrati siano uguali.
Se no, poni a 0 il flag `uguali`.

Confronto di uguaglianza

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[MAX] ;
int uguali ;
int i ;
...

uguali = 1 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0
{
    if(sa[i]!=sb[i])
        uguali = 0 ;
}
if(sa[i]!=0 || sb[i]!=0)
    uguali = 0 ;
```

In questo punto sicuramente una delle due stringhe è arrivata al terminatore. Se non lo è anche l'altra, allora non sono uguali!

Confronto di ordine

- Verifichiamo se `sa` "è minore di" `sb`. Partiamo con `i=0`
- Se `sa[i]<sb[i]`, allora `sa` è minore
- Se `sa[i]>sb[i]`, allora `sa` non è minore
- Se `sa[i]=sb[i]`, allora bisogna controllare i caratteri successivi (`i++`)
- Il terminatore nullo conta come "minore" di tutti

sa	S	a	l	v	e	Ø	o	4	d	1	Ø	w	1	Q	r
sb	S	a	l	u	t	e	Ø	!	L	.	2	x	y	E	P

Confronto di ordine (1/2)

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[MAX] ;
int minore ;
int i ;
...
minore = 0 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0 && sb[i]!=0
           && minore==0;  i++ )
{
    if(sa[i]<sb[i])
        minore = 1 ;
    if(sa[i]>sb[i])
        minore = -1 ;
}
```

Confronto di ordine (2/2)

```
if(minore==0 && sa[i]==0 && sb[i]!=0)
    minore=1 ;

if(minore==1)
    printf("%s e' minore di %s\n",
            sa, sb ) ;
```

Commenti

```
minore = 0 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0 && sb[i]!=0
           && minore
{
    if(sa[i]<sb[i])
        minore = 1 ;
    if(sa[i]>sb[i])
        minore = -1 ;
}

if(minore==0 && sa[i]==0 && sb[i]!=0)
    minore=1 ;

if(minore==1)
    ...
```

Ricerca di esistenza della condizione `sa[i]<sb[i]`.

Commenti

```
minore = 0 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0 && sb[i]!=0
           && minore==0;  i++ )
{
    if(sa[i]<sb[i])
        minore
    if(sa[i]>sb
        minore
}

if(minore==0 &&
    minore=1 ;

if(minore==1)
    ...
```

Cicla fino al primo terminatore nullo, oppure fino a che non si "scopre" chi è minore.
In altre parole, continua a ciclare solo finché le stringhe "sembrano" uguali.

Commenti

```
minore = 0 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0
            && mino
{
    if(sa[i]<sb[i])
        minore = 1 ;
    if(sa[i]>sb[i])
        minore = -1 ;
}

                & sa
if(minore==1)
    ...
```

Sicuramente sa è minore di sb
Flag: `minore = 1`

Sicuramente sa non è minore di sb
Flag: `minore = -1`

Se flag `minore==0` continua a ciclare

Commenti

```
minore = 0 ;
for( i=0 ; sa[i]!=0 && sb[i]!=0
           && minore==0;  i++ )
{
    if(sa[i]<sb[i])
        minore = 1
    if(sa[i]>sb[i])
        minore = -1
}

if(minore==0 && sa[i]==0 && sb[i]!=0)
    minore=1 ;

if(minore==1)
    ...
```

Se finora erano uguali, ma sa è più corta di sb, allora sa è minore

La funzione `strcmp`

- Nella libreria standard C, includendo `<string.h>`, è disponibile la funzione `strcmp`, che effettua il confronto di stringhe
  - Primo parametro: prima stringa
  - Secondo parametro: seconda stringa
  - Valore restituito:
    - `<0` se la prima stringa è minore della seconda
    - `==0` se le stringhe sono uguali
    - `>0` se la prima stringa è maggiore della seconda

Confronti vari

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[MAX] ;
int ris ;

...

ris = strcmp(sa, sb) ;

if(ris<0)
    printf("%s minore di %s\n", sa, sb);
if(ris==0)
    printf("%s uguale a %s\n", sa, sb);
if(ris>0)
    printf("%s maggiore di %s\n", sa, sb);
```

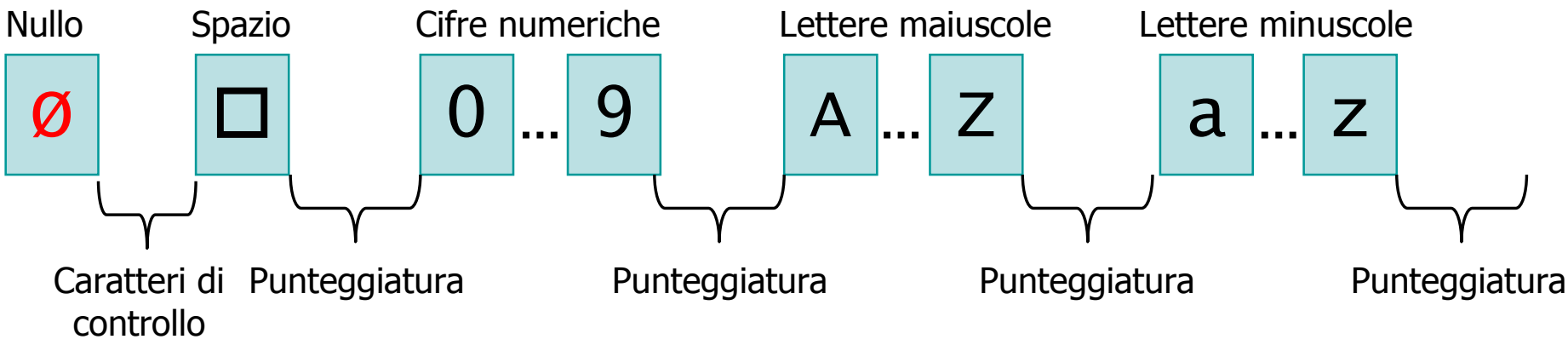
Suggerimento

- Per ricordare il significato del valore calcolato da `strcmp`, immaginare che la funzione faccia una "sottrazione" tra le due stringhe
  - `sa - sb`
    - Negativo: `sa` minore
    - Positivo: `sa` maggiore
    - Nullo: uguali

```
const int MAX = 20 ;
char sa[MAX] ;
char sb[MAX] ;
int ris ;
...
ris = strcmp(sa, sb) ;
```

Ordinamento delle stringhe

- La funzione `strcmp` lavora confrontando tra loro i codici ASCII dei caratteri
- Il criterio di ordinamento è quindi dato dalla posizione dei caratteri nella tabella ASCII



Conseguenze

- Ogni lettera maiuscola precede ogni lettera minuscola
  - `Ciao` precede `ciao`
  - `Zulu` precede `apache`
- Gli spazi contano, e precedono le lettere
  - `Qui Quo Qua` precede `QuiQuoQua`
- I simboli di punteggiatura contano, ma non vi è una regola intuitiva
- L'ordinamento che si ottiene è lievemente diverso da quello "standard" alfabetico

Operazioni elementari sulle stringhe

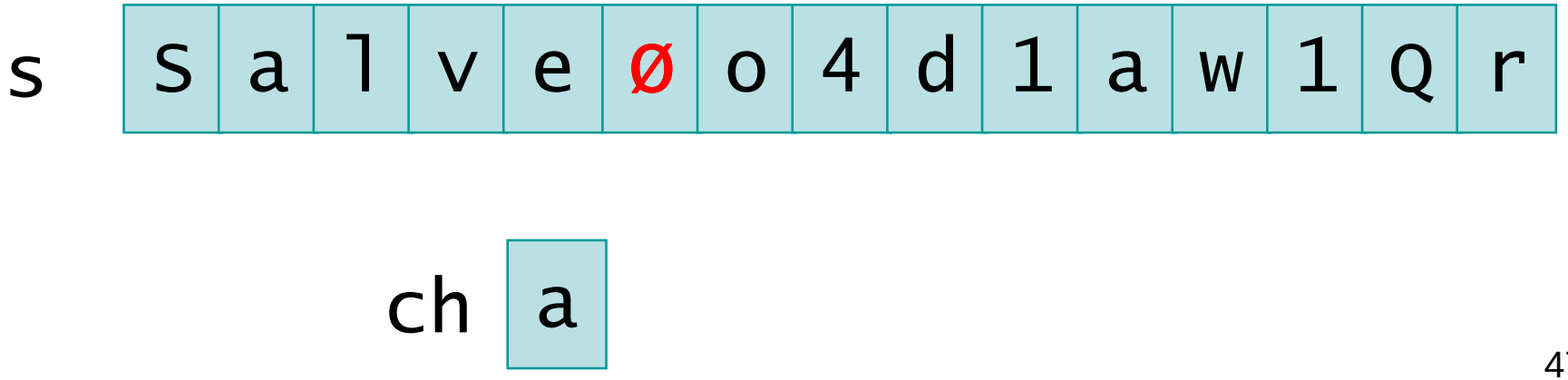
Ricerca di sotto-stringhe

Ricerca in una stringa

- È possibile concepire diversi tipi di ricerche da compiersi all'interno di una stringa:
  - Determinare se un determinato carattere compare all'interno di una stringa data
  - Determinare se una determinata stringa compare integralmente all'interno di un'altra stringa data, in una posizione arbitraria

Ricerca di un carattere (1/2)

- Detti:
  - s una stringa arbitraria
  - ch un carattere qualsiasi
- Determinare se la stringa s contiene (una o più volte) il carattere ch al suo interno, in qualsiasi posizione



Ricerca di un carattere (2/2)

```
const int MAX = 20 ;
char s[MAX] ;
char ch ;
int trovato ;
int i ;

...

trovato = 0 ;
for( i=0 ; s[i]!=0 && trovato==0; i++ )
{
    if( s[i]==ch )
        trovato = 1 ;
}
```

La funzione `strchr` (1/2)

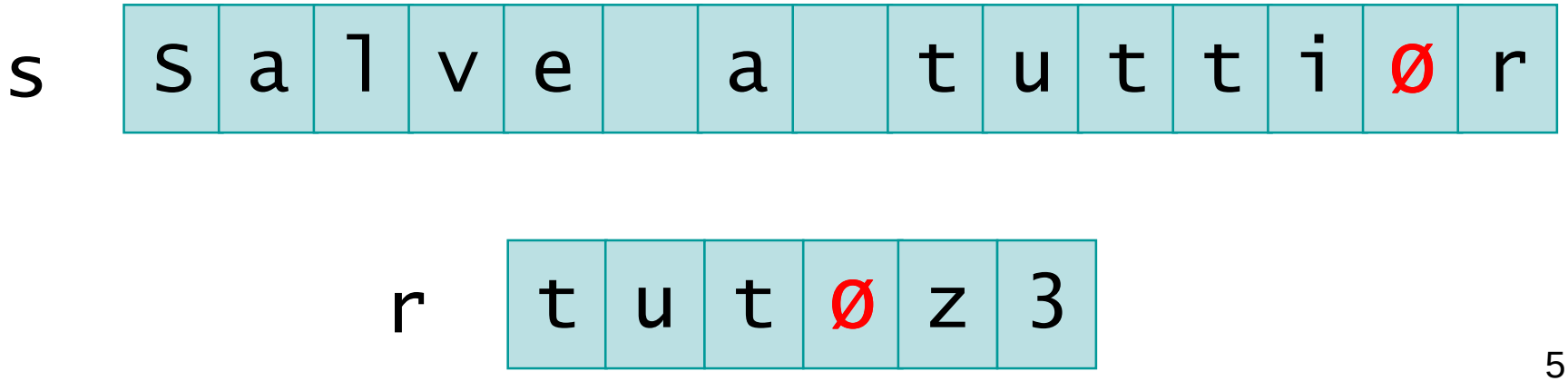
- Nella libreria standard C, includendo `<string.h>`, è disponibile la funzione `strchr`, che effettua la ricerca di un carattere
  - Primo parametro: stringa in cui cercare
  - Secondo parametro: carattere da cercare
  - Valore restituito:
    - `!=NULL` se il carattere c'è
    - `==NULL` se il carattere non c'è

La funzione `strchr` (2/2)

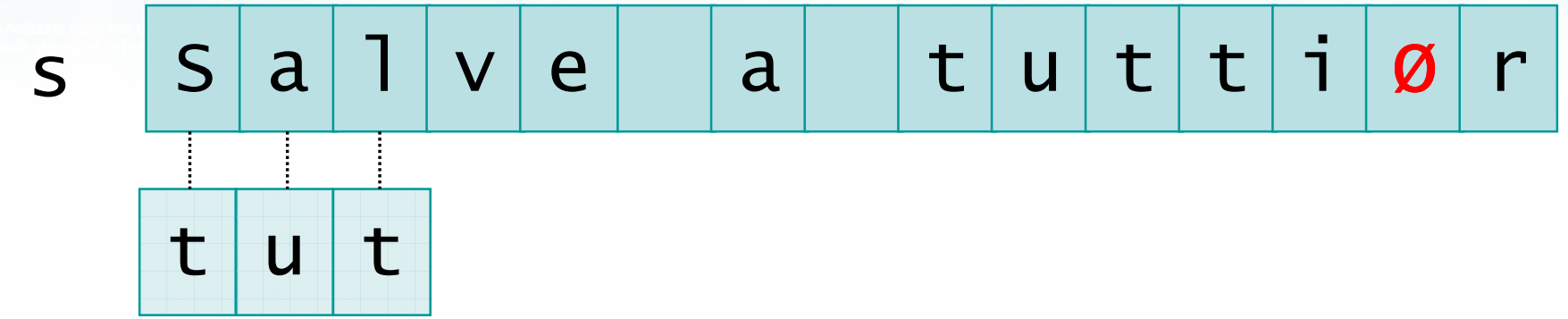
```
const int MAX = 20 ;
char s[MAX] ;
char ch ;

...

if(strchr(s, ch)!=NULL)
   printf("%s contiene %c\n", s, ch) ;
```

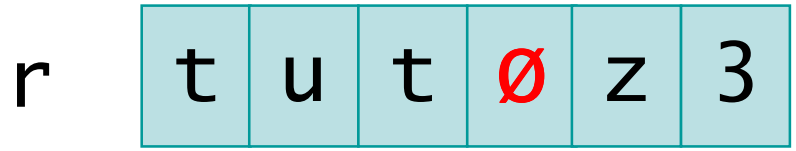
Ricerca di una sotto-stringa

- Detti:
  - s una stringa arbitraria
  - r una stringa da ricercare
- Determinare se la stringa s contiene (una o più volte) la stringa r al suo interno, in qualsiasi posizione

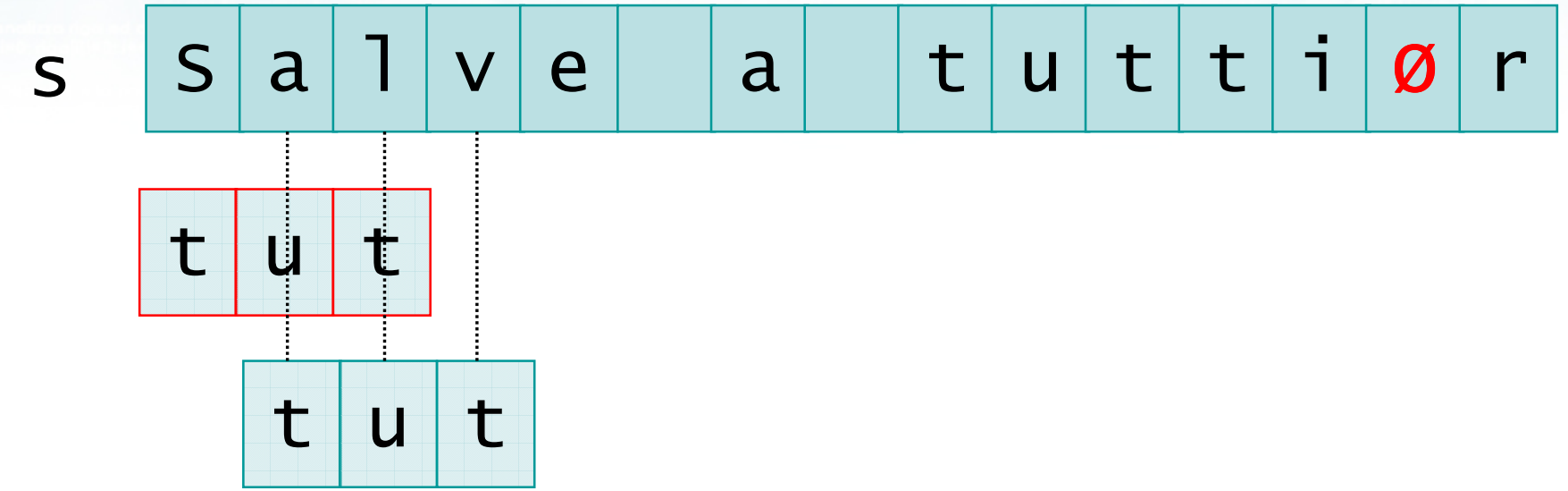


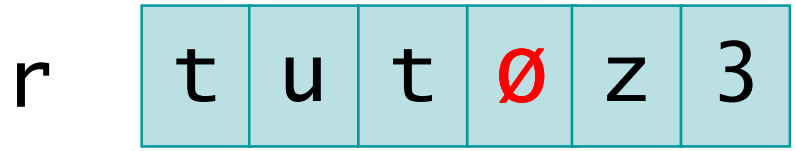
Esempio



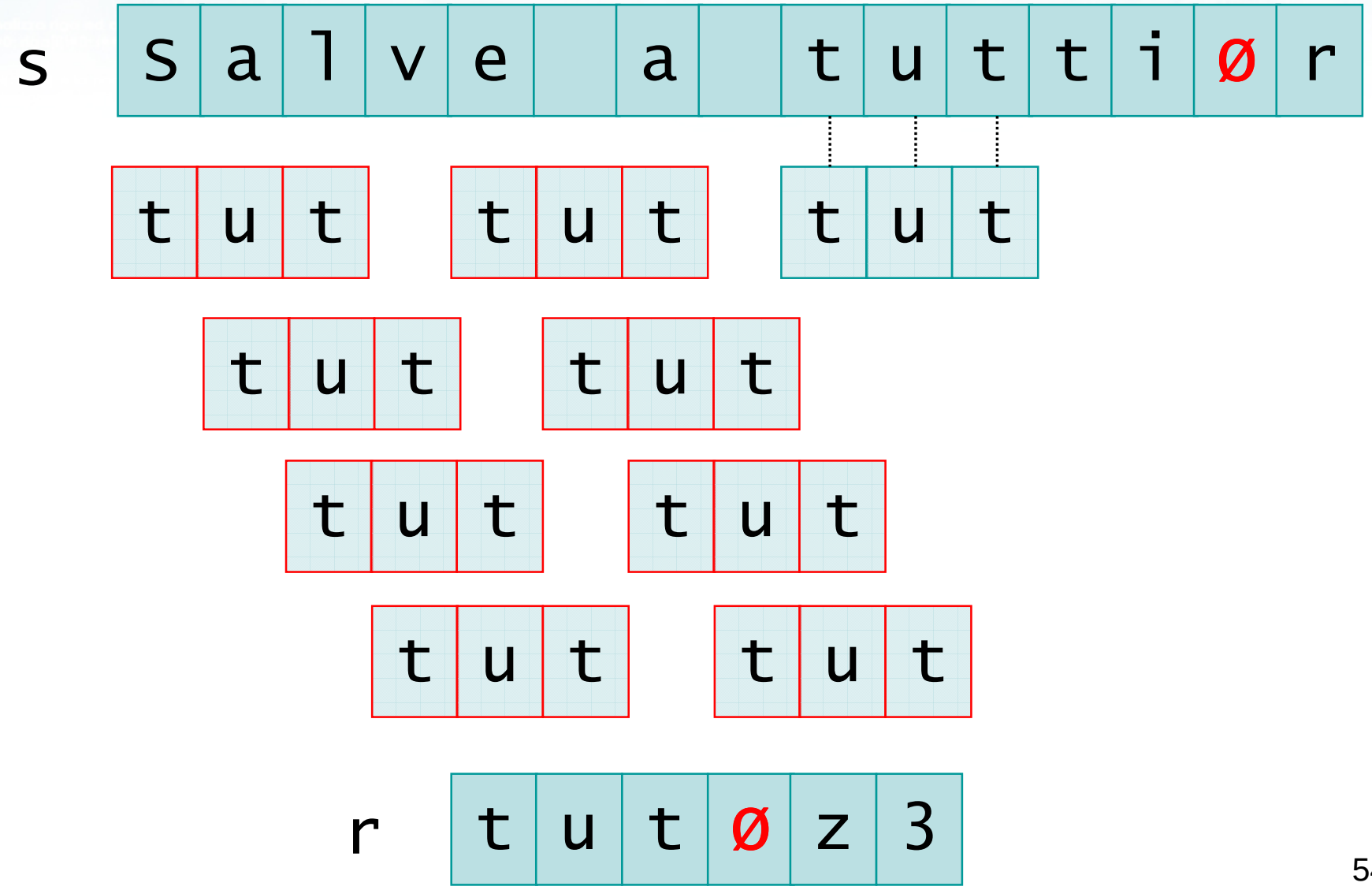


Esempio

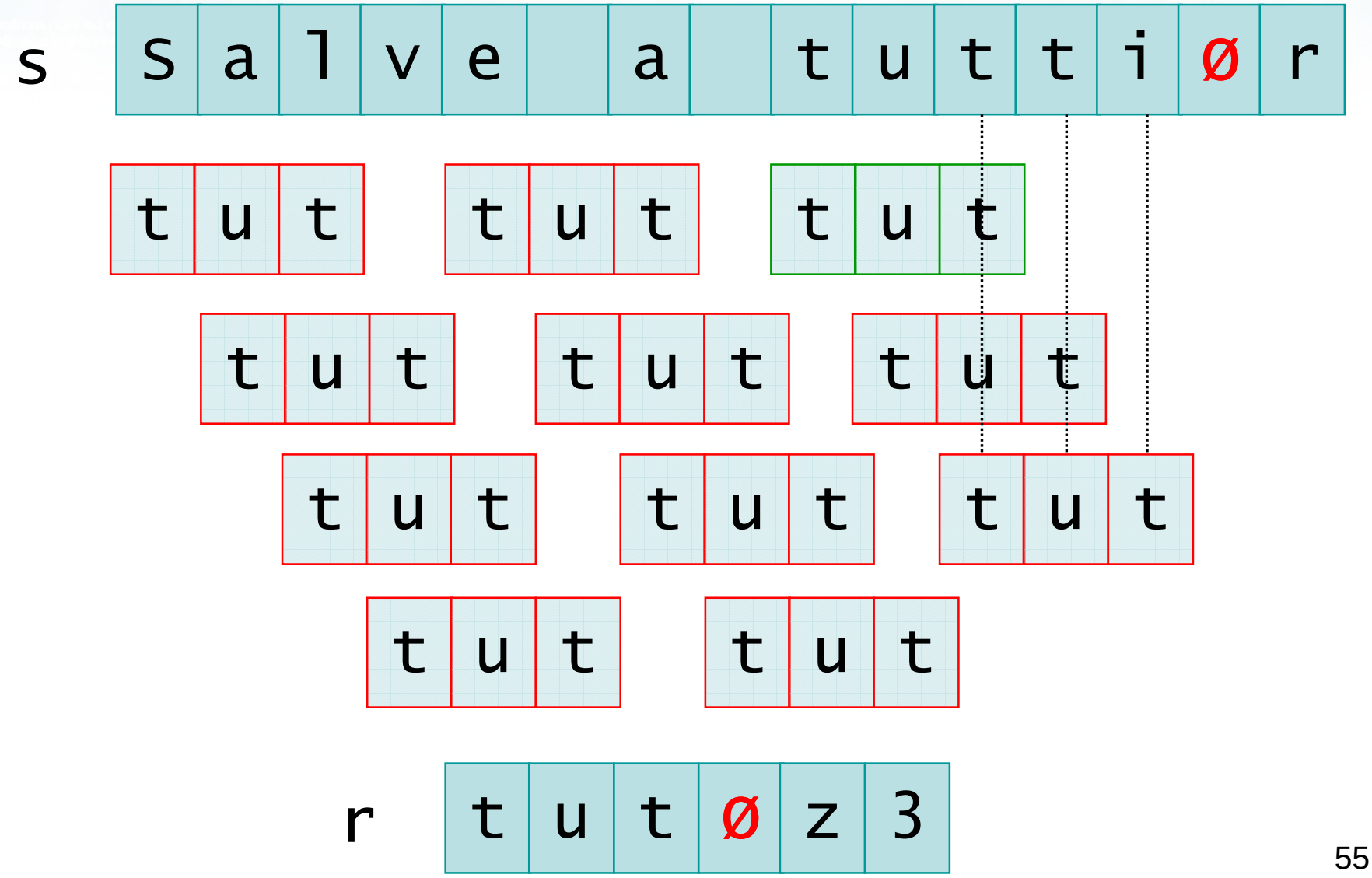




Esempio

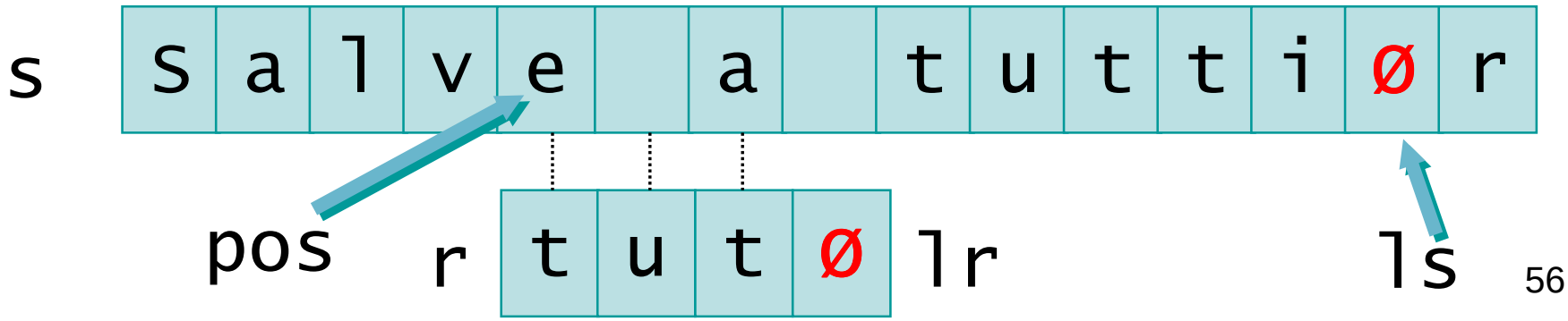


Esempio


s
S a l v e a t u t t i ø r
t u t t u t t u t
t u t t u t t u t
t u t t u t t u t
t u t t u t
r
t u t ø z 3

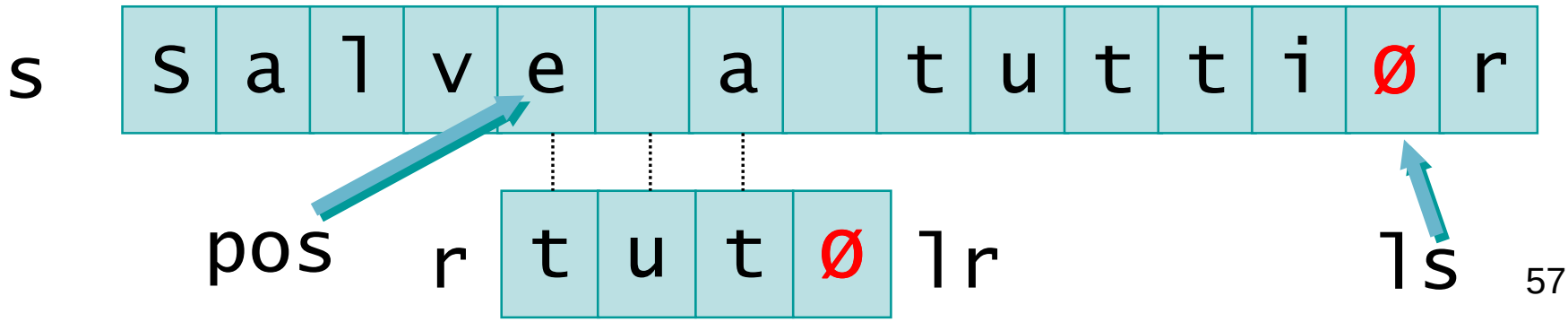
Algoritmo di ricerca

- `lr = strlen(r); ls = strlen(s)`
- `trovato = 0`
- Per ogni posizione possibile di `r` all'interno di `s`: `pos = 0...ls-lr` (compresi)



Algoritmo di ricerca

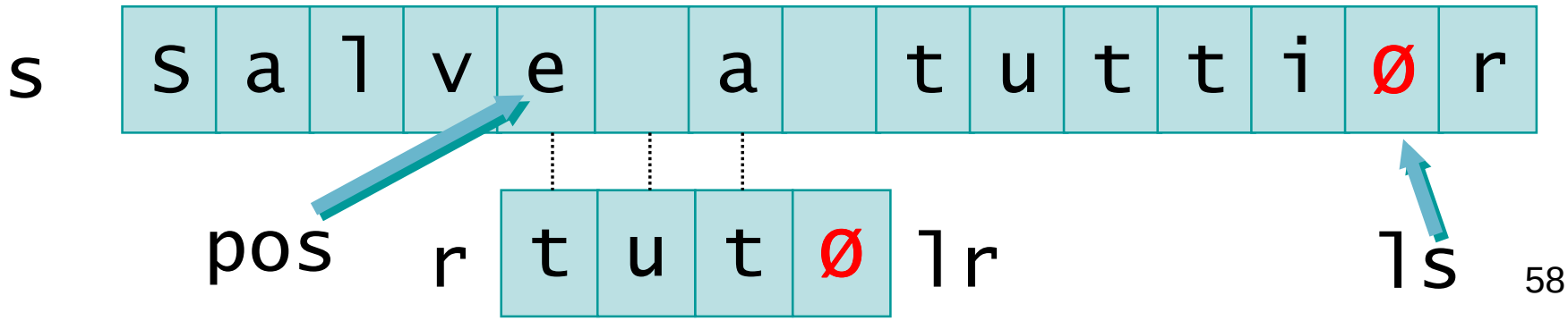
- `lr = strlen(r); ls = strlen(s)`
- `trovato = 0`
- Per ogni posizione possibile di `r` all'interno di `s`: `pos = 0...ls-lr` (compresi)
  - Controlla se i caratteri di `r`, tra 0 e `lr-1`, coincidono con i caratteri di `s`, tra `pos` e `pos+lr-1`
  - Se sì, `trovato = 1`



Algoritmo di ricerca

- `lr = strlen(r);`
- `trovato = 0`
- Per ogni posizione po
  `pos = 0...ls-lr` (compresi)
  - Controlla se i caratteri di `r`, tra 0 e `lr-1`, coincidono con i caratteri di `s`,tra `pos` e `pos+lr-1`
  - Se sì, `trovato = 1`

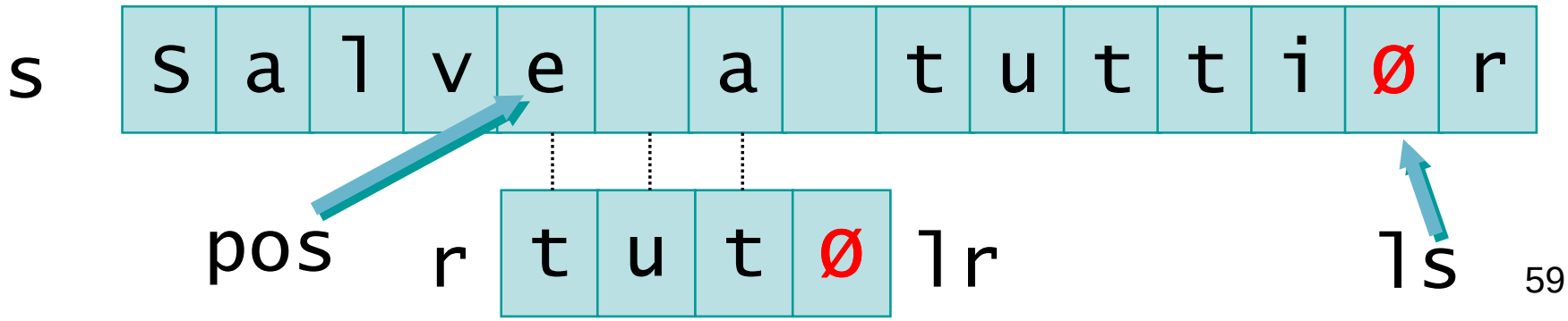
```
diversi = 0 ;
for(i=0; i<lr; i++)
    if(r[i]!=s[pos+i])
        diversi = 1 ;
```



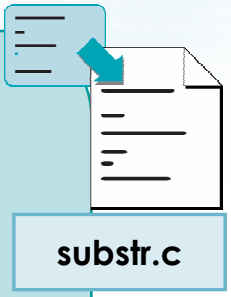
Algoritmo di ricerca

- `lr = strlen(r); ls = strlen(s)`
- `trovato = 0`
- Per ogni posizione po
  `pos = 0...ls-lr`
  - Controlla se i caratt
    coincidono con i ca
    `pos+lr-1`
  - Se sì, `trovato = 1`

```
if(diversi==0)
    trovato=1 ;
```

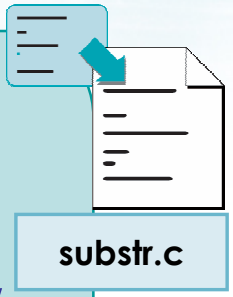


Ricerca di una sotto-stringa (1/2)




```
const int MAX = 20 ;
char s[MAX] ;
char r[MAX] ;
int lr, ls, pos ;
int i ;
int trovato, diversi ;

...

ls = strlen(s);
lr = strlen(r);
```

Ricerca di una sotto-stringa (2/2)




```
trovato = 0 ;
for(pos=0; pos<=ls-lr; pos++)
{
   /* confronta r[0...lr-1] con  s[pos...pos+lr-1] */
      diversi = 0 ;
      for(i=0; i<lr; i++)
          if(r[i]!=s[pos+i])
              diversi = 1 ;

      if(diversi==0)
          trovato=1 ;
}

if(trovato==1)
     printf("Trovato!\n");
```

La funzione `strstr` (1/2)

- Nella libreria standard C, includendo `<string.h>`, è disponibile la funzione `strstr`, che effettua la ricerca di una sottostringa
  - Primo parametro: stringa in cui cercare
  - Secondo parametro: sotto-stringa da cercare
  - Valore restituito:
    - `!=NULL` se la sotto-stringa c'è
    - `==NULL` se la sotto-stringa non c'è

La funzione `strstr` (2/2)

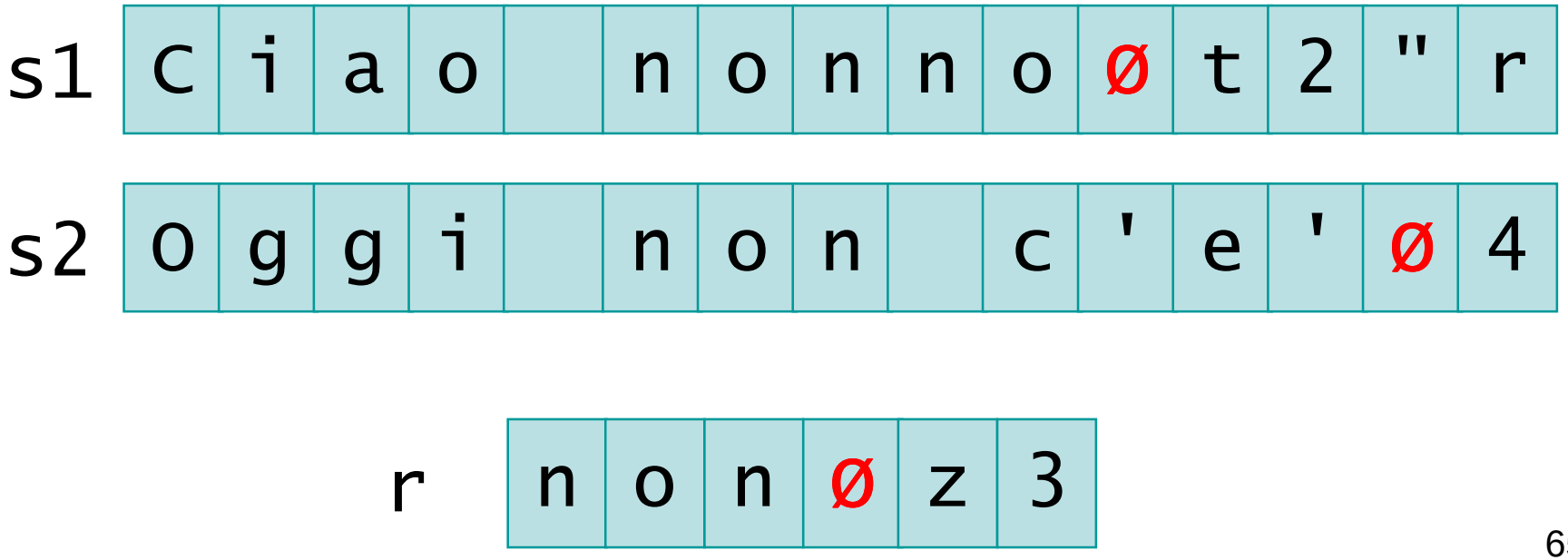
```
const int MAX = 20 ;
char s[MAX] ;
char r[MAX] ;

...

if(strstr(s, r)!=NULL)
    printf("Trovato!\n");
```

Operazioni elementari sulle stringhe

Ricerca di parole

Ricerca di parole

- Talvolta non interessa trovare una qualsiasi sotto-stringa, ma solamente verificare se una **parola completa** è presente in una stringa



Definizioni (1/2)

- **Lettera**: carattere ASCII facente parte dell'alfabeto maiuscolo ('A'...'Z') o minuscolo ('a'...'z')
- **Parola**: insieme consecutivo di lettere, separato da altre parole mediante spazi, numeri o simboli di punteggiatura

Definizioni (2/2)

- **Inizio di parola**: lettera, prima della quale non vi è un'altra lettera
  - Non vi è un altro carattere (inizio stringa)
  - Vi è un altro carattere, ma non è una lettera
- **Fine di parola**: lettera, dopo la quale non vi è un'altra lettera
  - Non vi è un altro carattere (fine stringa)
  - Vi è un altro carattere, ma non è una lettera

Algoritmo di ricerca

- Per ogni possibile posizione `pos` di `r` all'interno di `s`
  - Se il carattere in quella posizione, `s[pos]`, è un inizio di parola
    - Controlla se i caratteri di `r`, tra 0 e `lr-1`, coincidono con i caratteri di `s`,tra `pos` e `pos+lr-1`
    - Controlla se `s[pos+lr-1]` è una fine di parola
    - Se entrambi i controlli sono ok, allora `trovato=1`

Algoritmo di ricerca

- Per ogni possibile posizione `pos` di `r` all'interno di `s`
  - Se il carattere in quella posizione, `s[pos]`, è un inizio di parola
    - Controlla se i caratteri di `r`, tra `0` e `lr-1`, coincidono con i caratteri di `s`,tra `pos` e `pos+lr-1`
    - Controlla se `s[pos+lr-1]` è una fine di parola
    - Se entrambi i

```
if( pos == 0 ||
    s[pos-1] non è una lettera )
```

Algoritmo di ricerca

- Per ogni possibile posizione `pos` di `r` all'interno di `s`
  - Se il carattere in quella posizione, `s[pos]`, è un inizio di parola
    - Controlla se i caratteri di `r`, tra `0` e `lr-1`, coincidono con i caratteri di `s`,tra `pos` e `pos+lr-1`
    - Controlla se `s[pos+lr-1]` è una fine di parola
    - Se entrambi i

```
if( pos == 0 ||
    s[pos-1] non è una lettera )
```

```
if( pos == 0 ||
    !( (s[pos-1]>='a' && s[pos-1]<='z') ||
       (s[pos-1]>='A' && s[pos-1]<='Z') )
  )
```

Algoritmo di ricerca

- Per ogni possibile posizione `pos` di `r` all'interno di `s`
  - Se il carattere in inizio di parola
    - Controlla se i caratteri di `r`, tra `0` e `lr-1`, coincidono con i caratteri di `s`,tra `pos` e `pos+lr-1`
    - Controlla se `s[pos+lr-1]` è una fine di parola
    - Se entrambi i controlli sono ok, allora `trovato=1`

```
if( pos == ls-lr ||
    s[pos+lr] non è una lettera )
```

Algoritmo di ricerca

- Per ogni possibile posizione `pos` di `r` all'interno di `s`
  - Se il carattere in
    inizio di parola

```
if( pos == ls-lr ||
    s[pos+lr] non è una lettera )
```

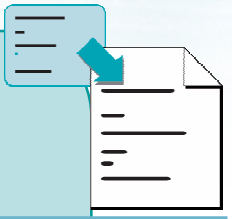
```
if( pos == ls-lr ||
    !( (s[pos+lr]>='a' && s[pos+lr]<='z') ||
       (s[pos+lr]>='A' && s[pos+lr]<='Z') )
  )
```

incidono

ola

    - Se entrambi i controlli sono ok, allora `trovato=1`

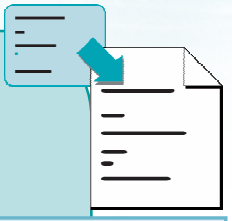
Ricerca di una parola (1/2)



parola.c

```
trovato = 0 ;
for(pos=0; pos<=ls-lr; pos++)
{
    if( pos==0 ||
        !( (s[pos-1]>='a' &&
            s[pos-1]<='z') ||
           (s[pos-1]>='A' &&
            s[pos-1]<='Z') ) )
    {
        diversi = 0 ;
        for(i=0; i<lr; i++)
            if(r[i]!=s[pos+i])
                diversi = 1 ;
```

Ricerca di una parola (2/2)



parola.c

```
            if( diversi==0 &&
                ( pos == ls-lr ||
                  !( (s[pos+lr]>='a' &&
                      s[pos+lr]<='z') ||
                     (s[pos+lr]>='A' &&
                      s[pos+lr]<='Z') )
                )  )
            {
                trovato=1 ;
            }
        }
}
```

La funzione `strparola`

- Nella libreria standard C non esiste alcuna funzione che svolga automaticamente la ricerca di una parola intera!!!
- Occorre identificare, ogni volta, se il compito da svolgere è riconducibile ad una o più funzioni di libreria
- Eventualmente si combinano tra loro più funzioni di libreria diverse
- In alcuni casi occorre però ricorrere all'analisi carattere per carattere

Caratteri e stringhe

Funzioni di libreria

Funzioni di libreria

- Introduzione
- Lunghezza di stringhe
- Classificazione di caratteri
- Trasformazione di caratteri
- Copia e concatenazione
- Confronto di stringhe
- Ricerca in stringhe
- Conversione numero-stringa

Funzioni di libreria

Introduzione

Librerie sulle stringhe

- La libreria standard C dispone di molte funzioni predisposte per lavorare su caratteri e stringhe
- Tali funzioni si trovano prevalentemente in due librerie:
  - `<ctype.h>` funzioni operanti su caratteri
  - `<string.h>` funzioni operanti su stringhe
- Tutte le funzioni di libreria accettano e generano stringhe correttamente terminate

Suggerimenti

- Quando possibile, utilizzare sempre le funzioni di libreria
  - Sono più veloci
  - Sono maggiormente collaudate
- In ogni caso, ricordare che è sempre possibile effettuare le operazioni direttamente:
  - Sui caratteri, ricorrendo alla codifica ASCII
  - Sulle stringhe, ricorrendo alla rappresentazione come vettori di caratteri

Rappresentazione

Nome funzione	`strlen`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`s` : stringa
Valore restituito	`int` : la lunghezza della stringa
Descrizione	Calcola la lunghezza della stringa `s`
Esempio	`lun = strlen(s) ;`

Convenzioni

- Assumiamo che nel seguito di questa lezione siano valide le seguenti definizioni

```
const int MAX = 20 ;
char s[MAX] ;
char s1[MAX] ;
char s2[MAX] ;
char r[MAX] ;
int lun ;
int n ;
char ch ;
float x ;
```

Funzioni di libreria

Lunghezza di stringhe

Lunghezza di stringhe

- Definite in `<string.h>`
- Determina la lunghezza di una stringa data
  - strlen

strlen

Nome funzione	`strlen`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`s` : stringa
Valore restituito	`int` : la lunghezza della stringa
Descrizione	Calcola la lunghezza della stringa `s`
Esempio	`lun = strlen(s) ;`

Funzioni di libreria

Classificazione di caratteri

Classificazione di caratteri

- Definite in `<ctype.h>`
- Analizzano un singolo carattere, identificandone la tipologia
  - Lettera
    - Maiuscola
    - Minuscola
  - Cifra
  - Punteggiatura

- isalpha
- isupper
- islower
- isdigit
- isalnum
- isxdigit
- ispunct
- isgraph
- isprint
- isspace
- iscntrl

isalpha

Nome funzione	`isalpha`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è una lettera maiuscola o minuscola (A...Z, a...z), "falso" altrimenti
Esempio	`if(isalpha(ch))` `{ ... }`

isupper

Nome funzione	`isupper`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è una lettera maiuscola (A...Z), "falso" altrimenti
Esempio	`if(isupper(ch))` `{ ... }`

islower

Nome funzione	`islower`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è una lettera minuscola (a...z), "falso" altrimenti
Esempio	`if(islower(ch))` `{ ... }`

isdigit

Nome funzione	`isdigit`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è una cifra numerica (0...9), "falso" altrimenti
Esempio	`if(isdigit(ch))` `{ ... }`

isalnum

Nome funzione	`isalnum`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è una lettera oppure una cifra numerica, "falso" altrimenti. Equivalente a `isalpha(ch)||isdigit(ch)`
Esempio	`if(isalnum(ch))` `{ ... }`

isxdigit

Nome funzione	`isxdigit`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è una una cifra numerica oppure una lettera valida in base 16 (a...f, A...F), "falso" altrimenti.
Esempio	`if(isxdigit(ch))` `{ ... }`

ispunct

Nome funzione	`ispunct`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è un simbolo di punteggiatura (!"#$%&'()*+,-./:;<=>?@ [\]^_`{|}~), "falso" altrimenti.
Esempio	`if(ispunct(ch))` `{ ... }`

isgraph

Nome funzione	`isgraph`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è un qualsiasi simbolo visibile (lettera, cifra, punteggiatura), "falso" altrimenti.
Esempio	`if(isgraph(ch))` `{ ... }`

isprint

Nome funzione	`isprint`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è un qualsiasi simbolo visibile oppure lo spazio, "falso" altrimenti.
Esempio	`if(isprint(ch))` `{ ... }`

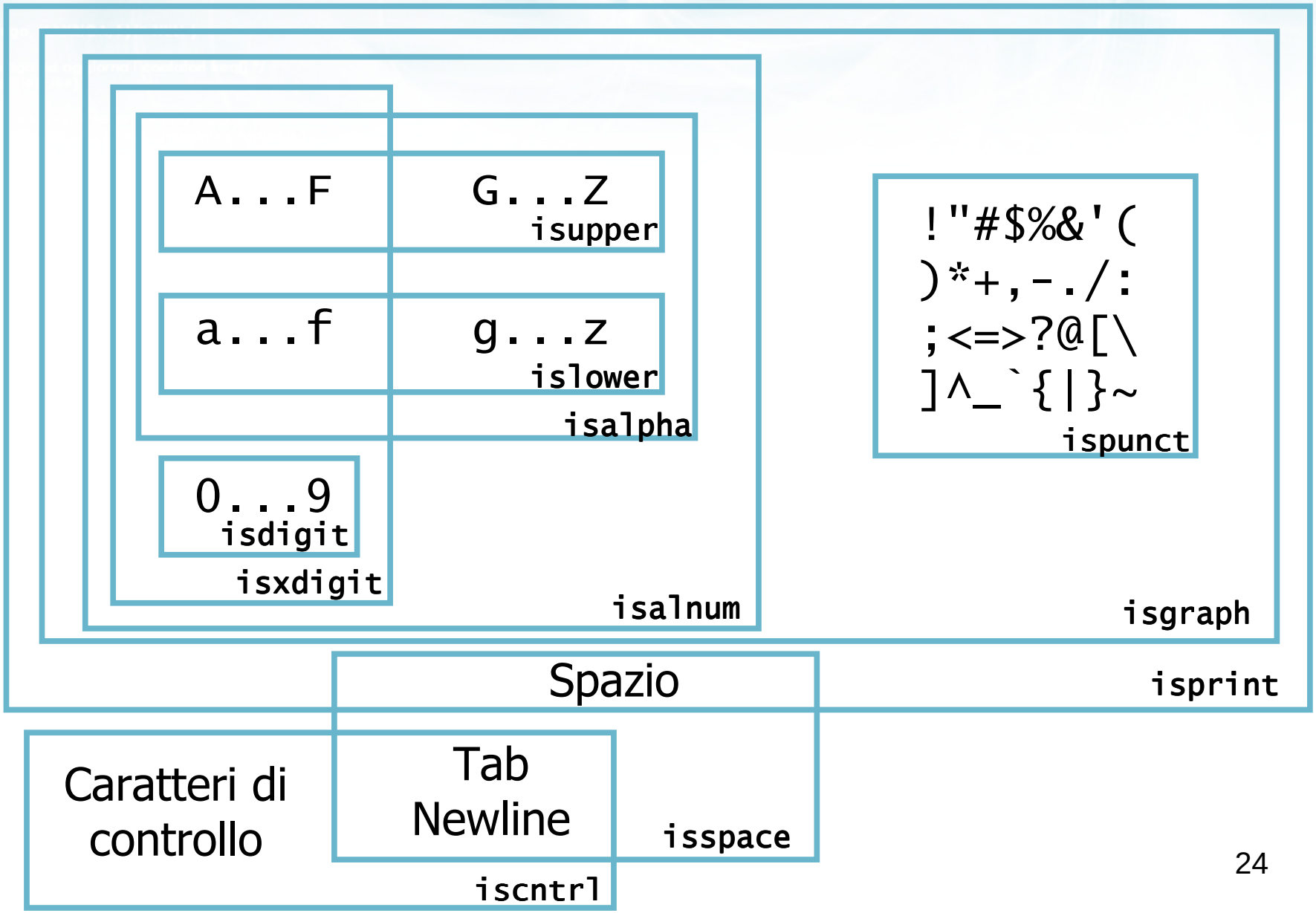
isspace

Nome funzione	`isspace`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se il carattere `ch` è invisibile (spazio, tab, a capo), "falso" altrimenti.
Esempio	`if(isspace(ch))` `{ ... }`

iscntrl

Nome funzione	`iscntrl`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	Vero/falso
Descrizione	Ritorna "vero" se `ch` è un carattere di controllo (ASCII 0...31, 127), "falso" altrimenti.
Esempio	`if(iscntrl(ch))` `{ ... }`

Vista d'insieme



Funzioni di libreria

Trasformazione di caratteri

Trasformazione di caratteri

- Definite in `<ctype.h>`
- Convertono tra lettere maiuscole e lettere minuscole
  - toupper
  - tolower

toupper

Nome funzione	`toupper`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	`char` : carattere maiuscolo
Descrizione	Se `ch` è una lettera minuscola, ritorna l'equivalente carattere maiuscolo, se no ritorna `ch` stesso
Esempio	`for(i=0; s[i]!=0; i++)` `  s[i] = toupper(s[i]) ;`

tolower

Nome funzione	`tolower`
Libreria	`#include <ctype.h>`
Parametri in ingresso	`ch` : carattere
Valore restituito	`char` : carattere maiuscolo
Descrizione	Se `ch` è una lettera minuscola, ritorna l'equivalente carattere maiuscolo, se no ritorna `ch` stesso
Esempio	`for(i=0; s[i]!=0; i++)` `  s[i] = tolower(s[i]) ;`

Funzioni di libreria

Copia e concatenazione

Copia e concatenazione

- Definite in `<string.h>`
- Trasferiscono il contenuto di una stringa in un'altra
  - Sostituendolo
  - Accodandolo

- strcpy
- strncpy
- strcat
- strncat

strcpy

Nome funzione	`strcpy`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`dst` : stringa `src` : stringa
Valore restituito	nessuno utile
Descrizione	Copia il contenuto della stringa `src` all'interno della stringa `dst` (che deve avere lunghezza sufficiente).

Esempio	`strcpy(s1, s2) ;`
	`strcpy(s, "") ;`
	`strcpy(s1, "ciao") ;`

strncpy

Nome funzione	`strncpy`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`dst` : stringa `src` : stringa `n` : numero max caratteri
Valore restituito	nessuno utile
Descrizione	Copia il contenuto della stringa `src` (massimo `n` caratteri) all'interno della stringa `dst`.
Esempio	`strncpy(s1, s2, 20) ;` `strncpy(s1, s2, MAX) ;`

strcat

Nome funzione	`strcat`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`dst` : stringa `src` : stringa
Valore restituito	nessuno utile
Descrizione	Accoda il contenuto della stringa `src` alla fine della stringa `dst` (che deve avere lunghezza sufficiente).
Esempio	`strcat(s1, s2) ;` `strcat(s1, " ") ;`

strncat

Nome funzione	`strncat`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`dst` : stringa `src` : stringa `n` : numero max caratteri
Valore restituito	nessuno utile
Descrizione	Accoda il contenuto della stringa `src` (massimo `n` caratteri) alla fine della stringa `dst`.
Esempio	`strncat(s1, s2) ;`

Funzioni di libreria

Confronto di stringhe

Confronto di stringhe

- Definite in `<string.h>`
- Confrontano due stringhe sulla base dell'ordine lessicografico imposto dalla tabella dei codici ASCII
  - strcmp
  - strncmp

strcmp

Nome funzione	`strcmp`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`s1` : stringa `s2` : stringa
Valore restituito	`int` : risultato confronto
Descrizione	Risultato <0 se `s1` precede `s2` Risultato ==0 se `s1` è uguale a `s2` Risultato >0 se `s1` segue `s2`
Esempio	`if(strcmp(s, r)==0) {...}` `while(strcmp(r,"fine")!=0) {...}`

strncmp

Nome funzione	`strncmp`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`s1` : stringa `s2` : stringa n : numero max caratteri
Valore restituito	`int` : risultato confronto
Descrizione	Simile a `strcmp`, ma confronta solo i primi n caratteri, ignorando i successivi.
Esempio	`if(strncmp(r, "buon", 4)==0)` (buongiorno, buonasera, buonanotte)

Funzioni di libreria

Ricerca in stringhe

Ricerca

- Definite in `<string.h>`
- Ricercano all'interno di una stringa data
  - Se compare un carattere
  - Se compare una sotto-stringa
  - Se compare una sequenza qualsiasi composta di caratteri dati

- strchr
- strstr
- strspn
- strcspn

strchr

Nome funzione	`strchr`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`s` : stringa `ch` : carattere
Valore restituito	`==NULL` oppure `!=NULL`
Descrizione	Risultato `!=NULL` se il carattere `ch` compare nella stringa. Risultato `==NULL` se non compare.
Esempio	`if(strchr(s, '.')!=NULL)...` `if(strchr(s, ch)==NULL)...`

strstr

Nome funzione	`strstr`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`s` : stringa `r` : stringa
Valore restituito	`==NULL` oppure `!=NULL`
Descrizione	Risultato `!=NULL` se la sotto-stringa `r` compare nella stringa `s`. Risultato `==NULL` se non compare.
Esempio	`if(strstr(s, "xy")!=NULL)...` `if(strstr(s, s1)==NULL)...`

strspn

Nome funzione	`strspn`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`s` : stringa `r` : stringa
Valore restituito	`int` : lunghezza sequenza iniziale
Descrizione	Calcola la lunghezza della parte iniziale di `s` che è composta esclusivamente dei caratteri presenti in `r` (in qualsiasi ordine).
Esempio	`lun = strspn(s, " ") ;` `lun = strspn(s, " :,;.") ;`

strcspn

Nome funzione	`strcspn`
Libreria	`#include <string.h>`
Parametri in ingresso	`s` : stringa `r` : stringa
Valore restituito	`int` : lunghezza sequenza iniziale
Descrizione	Calcola la lunghezza della parte iniziale di `s` che è composta esclusivamente da caratteri **non presenti** in `r` (in qualsiasi ordine).
Esempio	`lun = strcspn(s, " ") ;` `lun = strcspn(s, " :,;.") ;`

Funzioni di libreria

Conversione numero-stringa

Conversioni numero-stringa

- Definite in `<stdlib.h>`
- Mettono in relazione un valore numerico (intero o reale) con la sua rappresentazione come caratteri all'interno di una stringa
  - "372" ↔ 372 (int)
  - "3.0" ↔ 3.0 (float)
  - atoi
  - atof
- In futuro:
  - sscanf
  - sprintf

atoi

Nome funzione	`atoi`
Libreria	`#include <stdlib.h>`
Parametri in ingresso	`s` : stringa
Valore restituito	`int` : valore estratto
Descrizione	Analizza la stringa `s` ed estrae il valore intero in essa contenuto (a partire dai primi caratteri).
Esempio	`n = atoi(s) ;` `n = atoi("232abc") ;`

atof

Nome funzione	`atof`
Libreria	`#include <stdlib.h>`
Parametri in ingresso	`s` : stringa
Valore restituito	`double/float` : valore estratto
Descrizione	Analizza la stringa `s` ed estrae il valore reale in essa contenuto (a partire dai primi caratteri).
Esempio	`x = atof(s) ;` `x = atof("2.32abc") ;`

Caratteri e stringhe

Esercizi proposti

Esercizi proposti

- Esercizio “Parola palindroma”
- Esercizio “Iniziali maiuscole”
- Esercizio “Alfabeto farfallino”

Esercizi proposti

Esercizio "Parola palindroma"

Esercizio "Parola palindroma"

- Sia data una parola inserita da tastiera.
  - Si consideri che la parola può contenere sia caratteri maiuscoli che caratteri minuscoli, e complessivamente al massimo 30 caratteri
- Il programma deve svolgere le seguenti operazioni:
  - Visualizzare la parola inserita
  - Aggiornare la parola in modo che tutti i caratteri siano minuscoli, e visualizzarla
  - Verificare se la parola è palindroma

Palindromia

- Una parola è detta **palindroma** se può essere letta indifferentemente da sinistra verso destra e da destra verso sinistra
  - Esempi:

o	t	t	o

m	a	d	a	m

Analisi

- Acquisisci parola
- Stampa parola
- Converti in minuscolo
- Stampa minuscolo
- Verifica se è palindroma
- Stampa se è palindroma

Analisi

- Acquisisci parola
- Stampa parola
- Converti in
- Stampa mi
- Verifica se
- Stampa se

```
const int MAX = 30 ;
char parola[MAX+1] ;
printf("Inserisci parola: ") ;
scanf("%s", parola) ;
```

Analisi

- Acquisisci parola
- Stampa parola
- Converti in minuscolo
- Stampa mi
- Verifica se
- Stampa se

```
printf("Parola inserita: %s\n",
    parola) ;
```

Analisi

- Acquisisci parola
- Stampa parola
- Converti in minuscolo
- Stampa minuscolo
- Veri
- Star

```
char minusc[MAX+1] ;
int i ;

strcpy(minusc, parola) ;

for(i=0; minusc[i]!=0; i++)
{
    minusc[i] = tolower( minusc[i] ) ;
}
```

Analisi

- Acquisisci p
- Stampa par
- Converti in minuscolo
- Stampa minuscolo
- Verifica se è palindroma
- Stampa se è palindroma

```
printf("Parola minuscola: %s\n",
   minusc) ;
```

Analisi

- Acquisisci p
- Stampa par
- Converti in
- Stampa mi
- Verifica se
- Stampa se

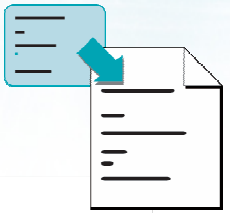
```
int i, j, palin, lun ;

i = 0 ;
j = strlen( minusc ) - 1 ;

palin = 1 ;

while( i<j && palin==1 )
{
    if(minusc[i] != minusc[j])
        palin = 0 ;
    i++ ;  j-- ;
}
```

Analisi

- Acquisisci parola
- Stampa
- Conver
- Stampa
- Verifica se è palindroma
- Stampa se è palindroma

```
if(palin==1)
     printf("E' palindroma\n") ;
else
     printf("Non e' palindroma\n") ;
```

Soluzione



palindroma.c

```
Quincy 2005
Parola palindroma
Inserisci una parola: Otto
La parola inserita e': Otto
La parola in minuscolo e': otto
La parola e' palindroma

Press Enter to return to Quincy...
```

Esercizi proposti

Esercizio "Iniziali maiuscole"

Esercizio "Iniziali maiuscole" (1/2)

- Scrivere un programma che legga una frase introdotta da tastiera
  - La frase è terminata dall'introduzione del carattere di invio
  - La frase contiene sia caratteri maiuscoli che caratteri minuscoli, e complessivamente al più 100 caratteri

Esercizio "Iniziali maiuscole" (2/2)

- Il programma deve svolgere le seguenti operazioni:
  - Visualizzare la frase inserita
  - Costruire una nuova frase in cui il primo carattere di ciascuna parola nella frase di partenza è stato reso maiuscolo. Tutti gli altri caratteri devono essere resi minuscoli
  - Visualizzare la nuova frase

Esempio

cHe bElLA gIOrnaTa

Che Bella Giornata

Analisi

- La frase inserita può contenere degli spazi: occorrerà usare `gets` e non `scanf`
- Ogni lettera inziale di parola va convertita in maiuscolo
- Ogni lettera non iniziale di parola va convertita in minuscolo
- Ogni altro carattere va lasciato immutato

Conversione delle lettere

iniziali.c

```
for(i=0; frase[i]!=0; i++)
{
    if( isalpha(frase[i]) &&
        ( i==0 || !isalpha(frase[i-1]) ) )
    {
        frase[i] = toupper( frase[i] ) ;
    }
    else
    {
        frase[i] = tolower( frase[i] ) ;
    }
}
```

Esercizi proposti

Esercizio “Alfabeto farfallino”

Esercizio "Alfabeto farfallino" (1/2)

- Scrivere un programma che legga una frase introdotta da tastiera
  - La frase è terminata dall'introduzione del carattere di invio
  - La frase contiene sia caratteri maiuscoli che caratteri minuscoli, e complessivamente al più 100 caratteri

Esercizio "Alfabeto farfallino" (2/2)

- Il programma deve svolgere le seguenti operazioni:
  - Visualizzare la frase inserita
  - Costruire una nuova frase nel cosiddetto "alfabeto farfallino"
  - Visualizzare la nuova frase

L'alfabeto farfallino

- La traduzione nell'alfabeto farfallino di una parola segue le seguenti regole:
  - Tutte le consonanti sono tradotte in modo identico
  - Ogni vocale è tradotta uguale a se stessa, seguita da **altri due** caratteri:
    - la lettera 'f' (se la vocale è minuscola) o la lettera 'F' (se la vocale è maiuscola)
    - una copia della vocale stessa
- Esempi:
  - a ⟶ afa
  - con ⟶ cofon

Esempio

Vacanze di NATALE

Vafacafanzefe difi NAFATAFALEFE

Approccio risolutivo

- Copiamo la stringa `frase` in una nuova stringa `farfa`
- `lun=0`
- Per ogni carattere `frase[i]`
  - Se non è una vocale, va accodato a `farfa[lun]`
  - Se è una vocale, occorre accodare a `farfa[lun]` i 3 caratteri: `frase[i]`, poi `'f'` o `'F'`, poi ancora `frase[i]`
  - Incrementare `lun` (di 1 oppure 3)
- Infine aggiungere a `farfa[lun]` il terminatore nullo

Conversione alfabeto (1/2)

farfallino.c

```
lun = 0 ;
for(i=0; frase[i]!=0; i++)
{   if( isalpha(frase[i]) )
    {   /* lettera alfabetica */
        ch = tolower(frase[i]) ;
        if( ch=='a' || ch=='e' || ch=='i'
            || ch=='o' || ch=='u' )
        {   /* vocale: trasforma */
1           farfa[lun] = frase[i] ;
            if(isupper(frase[i]))
2               farfa[lun+1] = 'F' ;
            else  farfa[lun+1] = 'f' ;
3           farfa[lun+2] = frase[i] ;

            lun = lun + 3 ;
        }
```

Conversione alfabeto (2/2)

farfallino.c

```
            else
            {
                /* consonante: copia */
                farfa[lun] = frase[i] ;
                lun++ ;
            }
        }
        else
        {
            /* altro carattere: copia */
            farfa[lun] = frase[i] ;
            lun++ ;
        }
}
farfa[lun] = 0 ; /* terminatore */
```

Caratteri e stringhe

Sommario

Argomenti trattati

- Caratteri e stringhe
- Il tipo `char`
- Vettori di `char`
- Stringhe: parole, frasi
- Operazioni fondamentali sulle stringhe
  - Classificazione
  - Ricerca
  - Copia e concatenazione
  - Conversione

Tecniche di programmazione

- Terminatore nullo
- Librerie `<string.h>` e `<ctype.h>`
- Manipolazione di stringhe come vettori di caratteri
- Manipolazione di stringhe attraverso le funzioni di libreria
- Identificazione di parole all'interno di frasi

Stringhe e vettori

- Molte operazioni sulle stringhe sono ricondotte ad analoghe operazioni sui vettori
- Molti problemi "astratti" su vettori numerici assumono forma più "concreta" nel caso delle stringhe
- I cicli sono solitamente governati dal controllo del terminatore di fine stringa

Errore frequente

- L'input/output nelle stringhe è spesso problematico
- Utilizzando la funzione `scanf`, in presenza di spazi interni alla stringa rimarranno dei caratteri "non letti", che daranno fastidio alle successive `scanf`
- Quando possibile, ricorrere alla funzione `gets` per la lettura di una stringa

Errore frequente

- Le stringhe hanno lunghezza variabile; i vettori che le contengono hanno lunghezza fissa
- È possibile, con una chiamata a `strcpy` o `strcat`, scrivere oltre la dimensione del vettore
  - Grave errore di programmazione, che può portare alla corruzione di dati in altre variabili
- Abituarsi a verificare la lunghezza prima di copiare le stringhe

```
if(strlen(a) + strlen(b) + 1 <= MAX)
    strcat(a,b) ;
else
    ERRORE!!!
```

Materiale aggiuntivo

- Sul CD-ROM
  - Testi e soluzioni degli esercizi trattati nei lucidi
  - Scheda sintetica
  - Esercizi risolti
  - Esercizi proposti
- Esercizi proposti da altri libri di testo