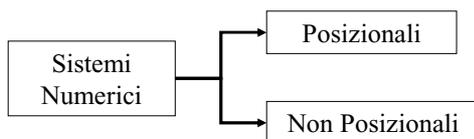
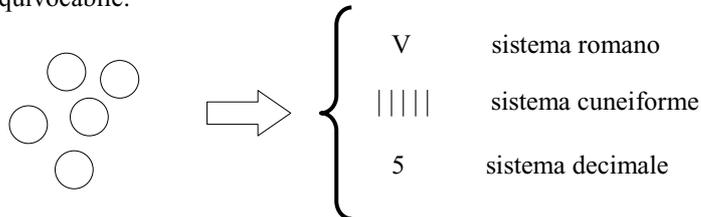


Corso di Informatica

Codifica dell'Informazione

Sistemi Numerici

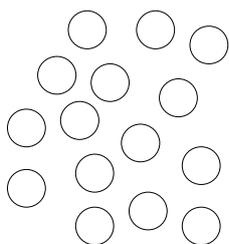
Per rappresentare una certo quantità di oggetti è necessaria una convenzione o sistema numerico che faccia corrispondere ad una sequenza di una o più cifre, il numero, la quantità da rappresentare in modo inequivocabile:



A seconda che la relazione fra numero e quantità dipenda dalla posizione delle singole cifre all'interno del numero

Sistema Romano

Il sistema Romano non è un sistema numerico posizionale, infatti ogni cifra identifica una precisa quantità:



XV

MCMDXV



1965

Il valore di ogni cifra è fisso ed indipendente dalla sua posizione all'interno del numero

I → **1**

V → **5**

X → **10**

D → **50**

C → **100**

M → **1000**

Sistema Numerico in Base 10

Il sistema numerico in base dieci è anche detto DECIMALE ed usa le 10 cifre 0,1,2,...,9 per rappresentare un qualsiasi valore intero positivo. Esso si basa sulla posizione della singola cifra nella stringa di codifica:

Indici della posizione della singola cifra

unità
decine
centinaia
migliaia

$$5435 = 5 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$$

$$= 5000 +$$

$$400 +$$

$$30 +$$

$$5 =$$

5435

Sistema Posizionale

Base del sistema numerico

Formula generale

$$d_n \dots d_1 d_0 = d_n \cdot 10^n + \dots + d_1 \cdot 10^1 + d_0 \cdot 10^0 =$$

$$= \sum_{p=0}^n d_p \cdot 10^p$$

Sistema Numerico in Base 10

Il massimo valore rappresentabile da un numero a 4 cifre nel sistema decimale è evidentemente:

Massimo valore rappresentabile
 $d_3d_2d_1d_0 \rightarrow 9999$

Mentre il numero totale di valori rappresentabili sono uno in più del valore massimo perché bisogna tener conto anche dello zero:

0000
 0001
 0002
 ...
 9999

Numero massimo di valori rappresentabili

10000



Una formula del tutto generale per ottenere il numero massimo di valori rappresentabili da un sistema numerico in base B è con solo N cifre:



$B^N = 10^4$

Numero di configurazioni B^N

Numero di sequenze di N cifre che posso creare sulla base di B simboli differenti

B^N

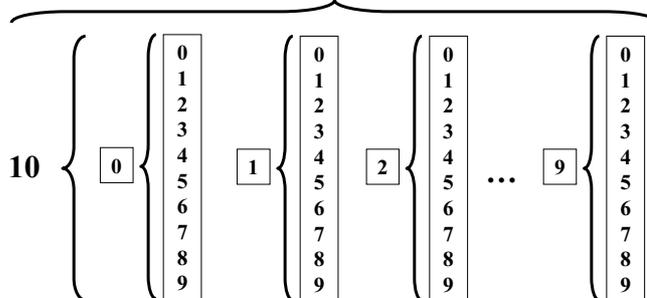
Esempio:

$B = 10 \quad \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

$N = 2 \quad X X$

10

Tenendo fissa la prima cifra e facendo variare la secondo su tutti i simboli possibili si ottengono per ognuna delle B cifre B differenti sequenze per un totale di: $B \cdot B = B^2$



Sistema Numerico in Base c

Il sistema numerico in base due, detto anche BINARIO, usa solo le due cifre 0 e 1 per rappresentare un qualsiasi numero intero positivo

Indici della posizione
della singola cifra

Sistema Posizionale

Base del sistema
numerico

Formula generale

$$d_n \dots d_1 d_0 = d_n \cdot 2^n + \dots + d_1 \cdot 2^1 + d_0 \cdot 2^0 =$$

$$= \sum_{p=0}^n d_p \cdot 2^p$$

Indici della posizione
della singola cifra

8 4 2 1

1010 = 1·2³ + 0·2² + 1·2¹ + 0·2⁰

= 8 +

0 +

2 +

0 =

10

Sistema Numerico in Base 10

Il massimo valore rappresentabile da un numero a 8 cifre nel sistema binario è evidentemente:

Massimo valore rappresentabile

$$d_7 d_6 \dots d_1 d_0 \rightarrow 11111111 \equiv 255$$

$$11111111 \equiv 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 255$$

Mentre il numero totale di valori rappresentabili sono uno in più del valore massimo perché bisogna tener conto anche dello zero:

00000000	}	Numero massimo di valori rappresentabili
00000001		
00000010		
...		
11111111		
256		

numero massimo di valori rappresentabili	⇒	2^N = 2⁸ = 256
massimo valore rappresentabile	⇒	2^N-1 = 2⁸-1 = 255

Sistemi Binario e Decimale

SISTEMA BINARIO	Numero Valori					Numero Valori	SISTEMA DECIMALE
	Base ^N							Base^{N}
	$2^4 = 16$					$10^2 = 100$	
	Valore Massimo					Valore Massimo	
	Base ^N - 1					Base ^N - 1	
	$2^4 - 1 = 15$					$10^2 - 1 = 99$	

SISTEMA BINARIO	Numero Valori	Base ^N	Valore Massimo	Base ^N - 1
	0000	0	0	00
	0001	1	1	01
	0010	2	2	02
	0011	2+1	3	03
	0100	4	4	04
	0101	4+1	5	05
	0110	4+2	6	06
	0111	4+2+1	7	07
	1000	8	8	08
	1001	8+1	9	09
	1010	8+2	10	10
	1011	8+2+1	11	11
	1100	8+4	12	12
	1101	8+4+1	13	13
	1110	8+4+2	14	14
	1111	8+4+2+1	15	15

Sistema Numerico in Base 16

Il sistema numerico in base sedici è anche detto ESADECIMALE ed usa le 16 cifre 0,1,2,...,9,A,B,C,D,E,F per rappresentare un qualsiasi valore intero positivo:

Indici della posizione della singola cifra

$\times 1$	3	2	1	0
$\times 16$				
$\times 256$				
$\times 4096$				

5FA3 = $5 \cdot 16^3 + 15 \cdot 16^2 + 10 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0$

= 20480 +
3440 +
160 +
3 =
24483

Sistema Posizionale

Base del sistema numerico

Formula generale

$$d_n \dots d_1 d_0 = d_n \cdot 16^n + \dots + d_0 \cdot 16^0 =$$

$$= \sum_{p=0}^n d_p \cdot 16^p$$

Sistema Numerico in Base 16

Il massimo valore rappresentabile da un numero a 4 cifre nel sistema esadecimale è evidentemente:

Massimo valore rappresentabile
 $d_3d_2d_1d_0 \rightarrow$ FFFF

Mentre il numero totale di valori rappresentabili sono uno in più del valore massimo perché bisogna tener conto anche dello zero:

0000
0001
0002
...
FFFF

Numero massimo di valori rappresentabili

65536

Usando la formula generale si ottiene:

$$B^N = 16^4$$

Mentre il valore massimo risulta:

$$B^N = 16^4 - 1 = 65535$$

Confronto

Valore

FFFF

65535

1111 1111 1111 1111

Sistema
Numerico

ESADECIMALE

DECIMALE

BINARIO

Il sistema numerico esadecimale è il più compatto, a parità del valore da rappresentare è quello che richiede il numero minore di cifre per rappresentarlo

Sistemi numerici e Calcolatore

**Sistema
Numerico**

Utilizzo

ESADECIMALE

**Indirizzamento
memoria**

BINARIO

**Rappresentazione
Valori**

L'unità di informazione: BIT

Il sistema BINARIO è il sistema numerico utilizzato per rappresentare i valori numerici su di un calcolatore digitale.

L'unità di informazione è il BIT che può assumere gli stati 0 o 1

BIT



{ 0
1

Per rappresentare gli stati di un bit a seconda del supporto si possono utilizzare diverse tecnologie

0

1

Elettrico

Bassa Tensione

Alta Tensione

Magnetico

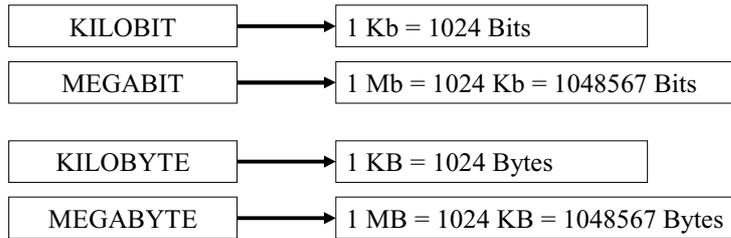
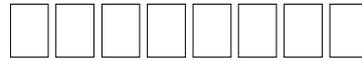
↓ Orientazione

↑ Orientazione

BYTE

1 BYTE = 8 BIT

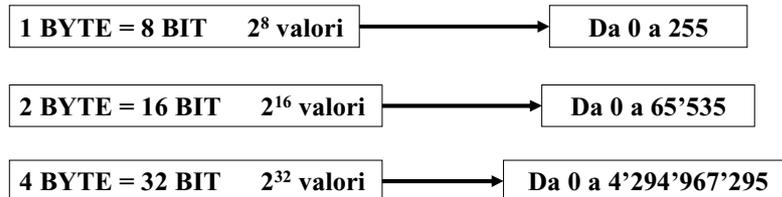
In un computer i bit sono in realtà raggruppati in unità da 8 elementi dette BYTE



Numeri Interi Positivi

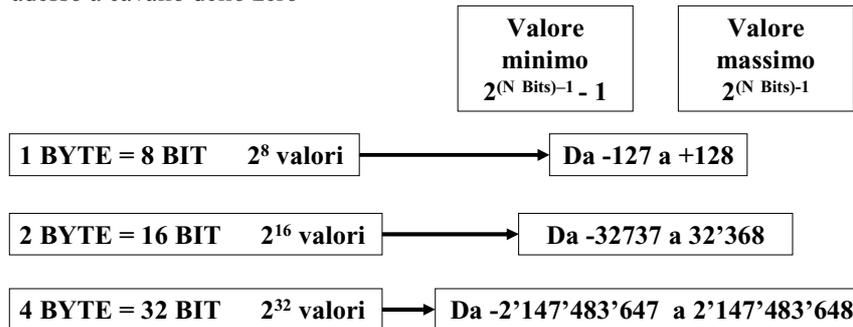
Per rappresentare i numeri interi si usa direttamente il sistema binario ed a seconda del numero di bytes dedicati alla rappresentazione si possono descrivere intervalli numerici più o meno ampi

Valore
massimo
 $2^{(N \text{ Bits})} - 1$



Numeri Interi Negativi

Come per gli interi positivi solo che il primo bit rappresenta il segno per cui il range di valori è adesso a cavallo dello zero



Numeri razionali

Rappresentazione Standard IEEE 754

- Serve a rappresentare valori in virgola mobile (floating point)
 - singola precisione (32 bit)
 - doppia precisione (64 bit)
- Serve idealmente a rappresentare valori "reali", ovviamente con criteri di approssimazione, su un intervallo di rappresentazione molto ampio
- Permette un abile compromesso tra densità dei valori e ampiezza del range di rappresentazione.
- Sfrutta la notazione scientifica
 - Valore = ddddd.dddd $\times B^k$,
es. $12345.678 \times 10^{(-3)} = 12.345678 \times 10^0 = 12.345678$
es. $110010.1001 \times 2^{(+3)} = 110010100.1 \times 2^0 = 110010100.1$

Mantissa

Esponente

Caratteri: codifica ASCII

La codifica ASCII (che si pronuncia ASKI), prende il nome dal comitato di definizione: *America Standard Code for Information Interchange*. Tale codifica si basa sull'utilizzo di 8 bit per un totale di 256 simboli rappresentabili.

Da notare che i caratteri dell'alfabeto e le cifre numeriche successive hanno codice anch'esso successivo (ad esempio A ha codice 65, B codice 66, C codice 67, il numero 0 ha codice 48, il numero 1 codice 49, etc.)

Esempio tabella ASCII

Character	ASCII Code	Character	ASCII Code
A	100 0001	0	011 0000
B	100 0010	1	011 0001
C	100 0011	2	011 0010
D	100 0100	3	011 0011
E	100 0101	4	011 0100
F	100 0110	5	011 0101
G	100 0111	6	011 0110
H	100 1000	7	011 0111
I	100 1001	8	011 1000
J	100 1010	9	011 1001
K	100 1011	Space	010 0000
L	100 1100	.	010 1110
M	100 1101	,	010 1000
N	100 1110	+	010 1011
O	100 1111	&	010 0110
P	101 0000	\$	010 0100
Q	101 0001	'	010 1010
R	101 0010	)	010 1001
S	101 0011	:	011 1011
T	101 0100	-	010 1100
U	101 0101	-	101 1111
V	101 0110	?	011 1111
W	101 0111	:	011 1010
X	101 1000	=	011 1101
Y	101 1001		

Tabella ASCII primi 127 caratteri

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	NUL	DLE	Spazio	0	@	P	'	p
1	SOH	F1	!	1	A	Q	a	q
2	STX	F2	"	2	B	R	b	r
3	ETX	F3	#	3	C	S	c	s
4	EOT	F4	\$	4	D	T	d	t
5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	FF	FS	'	<	L	\	l	|
D	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	SO	RS	.	>	N	↑	n	~
F	SI	US	/	?	O	←	o	DEL

Caratteri: codifica ASCII

- ⇒ Le prime 128 configurazioni del codice ASCII sono state universalmente accettate da tutti i costruttori. Le rimanenti 128 configurazioni sono arbitrarie.
- ⇒ Dunque esistono altri standard di rappresentazione che si differenziano per le ultime 128 configurazioni. Tra questi standard vi è il codice ANSI.

Caratteri: codifica ANSI

La codifica ANSI prende il nome dall'istituto di definizione: *America National Standard Institute*. Tale codifica si basa anch'essa su 8 bit e coincide con quella ASCII solo per le prime 128 configurazioni.