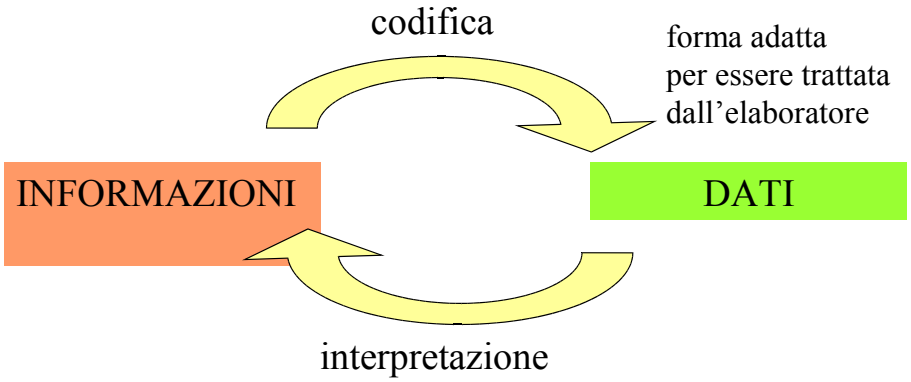
Rappresentazione dell'informazione

La codifica delle informazioni



Informazioni

- Numeri
  - Interi positivi
  - Positivi e negativi
  - Reali
- Testi

Informazioni tradizionali

- Immagini fisse
  - Vettoriali
  - Bitmap
- Audio
- Video

Informazioni multimediali

Rappresentazione dell'informazione

- Le informazioni vengono rappresentate mediante sequenze di simboli
- Nel caso dei simboli binari, le informazioni (numeri, oggetti, parole) sono rappresentate da sequenze dei due simboli (**0** e **1**)
- Servono regole di manipolazione dei simboli

Sistemi numerici

Sistemi numerici

- Per determinare un sistema numerico serve:
  - un insieme limitato di simboli (le ***cifre***), che rappresentano quantità prestabilite (1, 2, V, X, M)
  - le **regole** per costruire i numeri:
    - sistemi numerici posizionali
    - sistemi numerici non posizionali

Sistemi numerici

- Sistemi numerici non posizionali:
  - valore delle cifre è indipendente dalla posizione
- Sistemi numerici posizionali:
  - il valore delle cifre dipende dalla loro posizione all'interno del numero
    (ogni posizione ha un peso)

Sistemi numerici posizionali

- Esempio:

$N = d_3\ d_2\ d_1\ d_0\ ;\ V(N) = d_3*p_3 + d_2*p_2 + d_1*p_1 + d_0*p_0$

  - N → rappresentazione del numero
  - V(N) → valore del numero

- Sistemi a **base fissa**:
  - $p_i = r^i$ dove:
    - r è la base del sistema
    - d_i rappresentano le cifre

Sistema decimale

- È un sistema numerico posizionale a base fissa
- Il sistema decimale utilizza:
  - r = 10
  - d = 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9

Sistema decimale

$$8427$$

$$=$$

$$8*10^3 + 4*10^2 + 2*10^1 + 7*10^0$$

Sistema binario

- Anche il sistema binario è un sistema numerico posizionale a base fissa
- Il sistema binario utilizza:
  - r = 2
  - d = 0,1
- Ogni cifra è detta **bit** (da **BI**nary digi**T**)

Sistema binario

$$1011 = 1*2^3 + 0*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0 = 11_{10}$$

Somma binaria

- La tabella di definizione è:
  - 0 + 0 = 0
  - 0 + 1 = 1
  - 1 + 0 = 1
  - 1 + 1 = 0 con riporto di 1
  - 1 + 1 + 1 = 1 con riporto di 1
- Esempi

Sottrazione binaria

- La tabella di definizione è:
  - 0 - 0 = 0
  - 1 - 0 = 1
  - 1 - 1 = 0
  - 0 - 1 = 1 con prestito di 1 dal bit di peso superiore
- Esempi

Moltiplicazione e divisione

- Si utilizzano le stesse procedure:
  - per la moltiplicazione: somma e scorrimento
  - per la divisione: differenza e scorrimento

- Shift a sinistra di n -> moltiplico per 2^n
- Shift a destra di n -> divisione intera per 2^n

Conversioni di base

Dal sistema binario a quello decimale

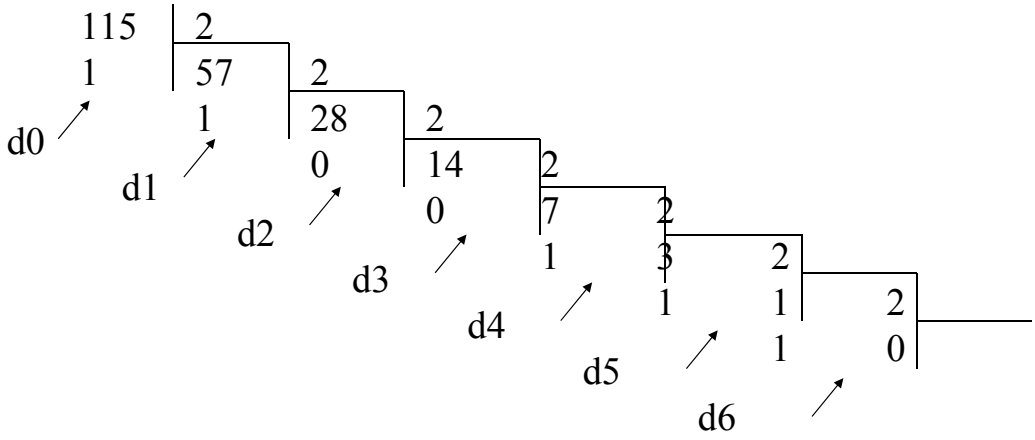
- Utilizzando la definizione:
  - $1010_2 = (1*8 + 0*4 + 1*2 + 0*1)_{10} =$
    $= (8+2)_{10} = 10_{10}$

- Oppure si può utilizzare il seguente formato:
  - $N = ((d_{n-1}*r + d_{n-2})*r + d_{n-3}) \ldots)*r + d_0$

Conversioni di base

Dal sistema decimale a quello binario

- Esempio: $115_{10} = 1110011_2$:



Altri sistemi utilizzati

- Sistema ottale:
  - r = 8
  - d = 0,1,2,3,4,5,6,7
- Sistema esadecimale:
  - r = 16
  - d = 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F
- I suddetti sistemi assumono una importanza particolare nel mondo dei calcolatori !

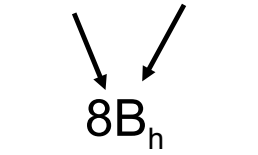
Conversione da binario ad esadecimale

- Esiste una corrispondenza diretta tra cifre esadecimali e il corrispondendte binario

10001011_2

$16 = 2^4$!!!

1000 1011



$8B_h$

Rappresentazione dei numeri nei calcolatori

Numero di cifre necessario

- Le macchine hanno vincoli spaziali:
  - è necessario conoscere il massimo valore rappresentabile:
  - con *n* bit si può rappresentare al massimo il numero $2^n - 1$
  - è facile determinare che per poter rappresentare fino ad X, sono necessari un numero n di bit pari a:

$$n = \text{INT}(\log_2 (X+1))$$

Rappresentazione dei numeri nei calcolatori

- Esiste un limite al numero di bit impiegati per rappresentare un numero
- Tale limite dipende da:
  - intervallo di variabilità
  - occupazione di memoria
- Dato che la rappresentazione è formata da un numero finito di bit, se si supera tale limite si ha errore (*overflow*)

Numeri negativi

- Esistono diverse possibilità di rappresentazione:
  - **modulo e segno**
  - **complemento a 2**

Modulo e segno

- Convenzione per il bit più significativo:
  - 0 : segno positivo
  - 1 : segno negativo
- esistono due rappresentazioni per lo ‘0’

+ 5 ---> 00101
- 10 ---> 11010

+ 0 ---> 00000
- 0 ---> 10000

Complemento a 2 (complemento alla base)

- Dato X in base 2 di n cifre:

  $2^n - X$ (complemento a 2 del numero X)

- Se X=01011, e numero di cifre 5

  2^5-X = 100000 – 01011 = 10101

- ***Regoletta pratica***: il complemento a 2 si trova analizzando i bit del numero a partire da destra: si riportano invariati tutti gli zeri fino al primo bit a 1, si riporta invariato questo stesso bit a 1, si complementano (0→1, 1→0) tutti gli altri bit

Complemento a 2 (complemento alla base)

- complemento a 2:
  - per definizione il complemento a 2 di X è 2^n - X
  - unica rappresentazione dello '0'
- I numeri positivi hanno il bit più significativo (segno) posto a zero.
- I numeri negativi sono rappresentati dal complemento a 2 del corrispondente numero positivo, segno compreso. Pertanto, i numeri negativi hanno il bit più significativo sempre a 1.

  - Esempio: +3 <=> 00011

    - 3 <=> 11101

Uso dei numeri negativi

- Usando modulo e segno:
  - la somma algebrica di numeri positivi e negativi può generare problemi
  - servono sistemi hardware specifici per la gestione corretta del formato
  - E' necessario riconoscere il segno dal primo bit

Usando il complemento a due:

- La sottrazione si esegue con una somma!

Numeri negativi: intervallo valori rappresentabili

Rappresentazione modulo e segno

$$-2^{n-1} + 1 \leq N \leq 2^{n-1} - 1$$

Rappresentazione in complemento a due

$$-2^{n-1} \leq N \leq 2^{n-1} - 1$$

Rappresentazione numeri reali

- I numeri reali sono nel range [-∞ ÷ +∞]
- Talvolta è necessaria una rappresentazione estesa sulla retta dei reali
  - con 3 simboli [+/-], X, Y, Z ∈ {0,1,…9} è possibile rappresentare -999 ÷ +999
  - oppure $9 * 10^{[+/-]\ 99}$
  - oppure [+/-] $9 * 10^{[+/-]\ 99}$

Virgola mobile

- E' la risposta alla necessità di manipolare numeri di ordini di grandezza diversi
- Notazione scientifica - numeri espressi nella forma:

  $X.YYY * 10^{WW}$
  - X: parte intera
  - Y: parte frazionaria
  - W: esponente

Virgola mobile

- Nomenclatura:

$$A = M * B^E$$

  - M: mantissa
  - B: base
  - E: esponente

- Necessita di un segno per la mantissa e uno per l'esponente

Virgola mobile

- Forma normalizzata:

$$numero = \pm 1.XXXXXXX * 2^a$$

  - .XXXXXXX parte frazionaria
  - *a* è detto esponente vero

Virgola mobile

- Rappresentazione standard (IEEE P754)
  - Segno: **1 bit** di segno (0 per i positivi, 1 per i negativi)
  - Esponente: l'esponente vero è rappresentato come numero senza segno su **8 bit** usando la rappresentazione eccesso 127 (il valore che quindi si rappresenta è *a+127*; il valore dell'esponente vero dovrà essere in modulo minore di 127)
  - Mantissa: vengono rappresentati i primi **23 bit** della parte frazionaria della forma normalizzata (*hidden bit* : la parte intera di peso 2^0 viene sottintesa)

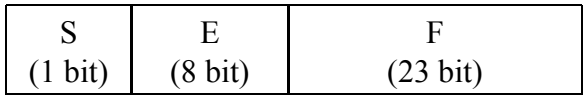
Virgola mobile

- Rappresentazione IEEE P754 (32 bit)
  - 1 bit per il segno
  - 8 bit per l'esponente (rappresentazione eccesso 127)
  - 23 per la mantissa (parte frazionaria - normalizzata)

Segno S	Esponente E	Mantissa F

$$N = (-1)^S * 2^{E-127} * 1.F$$

Virgola mobile - precisione



32 bit (singola precisione), M=127

64 bit (doppia precisione), M=1023

128 bit (quadrupla precisione), M=16383

Virgola mobile

- Esempi usando: B=10, 2 cifre all'esponente e 8 alla mantissa:
  - +1 0 01 10000000
  - -63517,8 1 05 63517800
  - -0,000635178 1 97 63517800
  - $-8{,}75 * 10^{-13}$ 1 88 87500000

Virgola mobile

- Moltiplicazione e divisione:
  - si moltiplica o si dividono le mantisse in modo consueto
  - si sommano o si sottraggono gli esponenti
  - si normalizza
  - Esempio: 10,4 * 200 =
    0 02 10400000 * 0 03 20000000 =
    0 05 20800000

Virgola mobile

- Somma e sottrazione:
  - si uguagliano gli esponenti
  - le mantisse vengono sommate
  - aggiustamento in caso di traboccamento
  - Esempio: 10,4 + 2 =
    0 02 10400000 + 0 01 20000000 =
    0 02 10400000 + 0 02 02000000 =
    0 02 12400000 = 12,4

Virgola mobile

- Approssimazioni:
  - 34,56 + 0,005 =
    0 02 3456 + 0 98 5000 =
    0 02 3456 + 0 02 0000 =
    0 02 3456 = 34,56
  - La precisione è data dal numero di cifre della mantissa:
    - Doppia precisione: doppia lunghezza della mantissa (range invariato, precisione raddoppiata)

Memorizzazione su calcolatore e codici

Memorizzazione su calcolatore

- L'unità atomica è il **bit** (BInary DigiT)
- L'insieme di 8 bit è detto **byte**
- **Word:** (tipicamente 16, 32 o 64bit): insieme di bit la cui dimensione è una importante caratteristica del calcolatore considerato. Infatti essa influenza:
  - La larghezza degli indirizzi
  - La dimensione dei registri del processore
  - Larghezza dei bus (word o multipli di essa)
  - **Double-word**: il doppio di una word

Intervalli di variabilità

- **bit**: Numero di configurazioni: *2*
  intervallo di variabilità: *[0-1]*
- **byte**: Numero di configurazioni: 256
  intervallo di variabilità:
  dipende dal tipo di memorizzazione

Tipi di memorizzazione

- Modulo: 256 configurazioni,
  [0, 255]
- Modulo e segno: 256 configurazioni,
  [-127, +127]
- Complemento a 2: 256 configurazioni,
  [-128, +127]

Intervalli di variabilità

- Word (32 bit): $[0, 2^{32}-1]$
- Double-word (64 bit): $[0, 2^{64}-1]$

Codifica dei testi

- Si utilizza una tabella (arbitraria)
- Standard oggi (quasi) universalmente riconosciuto

Codice **ASCII**

American Standard Code for Information Interchange

Codice ASCII

- Si utilizzano **7 bit** quindi 128 simboli diversi
- ASCII esteso (8bit)
  - diverse estensioni in dipendenza dal paese
  - oppure aggiunge la parità

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 - note

- I caratteri alfabetici sono consecutivi e in ordine (alfabetico)
- La distanza tra una lettera minuscola e la corrispondente maiuscola è costante
- Le cifre decimali sono consecutive e in ordine (da 0 a 9)