



CODIFICA DELLA INFORMAZIONE

1. Codifica dell'informazione

Il termine informatica è stato introdotto nel 1957 da Karl Steinbuch "*Informatik*", deriva dal francese "*informatique*" ed è la contrazione dei termini: **informazione** e **automatica**.

L'informatica è la scienza che si occupa della raccolta, conservazione e trasmissione delle informazioni attraverso l'elaborazione elettronica, con la quale è possibile gestire le grandi quantità di dati prodotte dal moderno sviluppo sociale, scientifico e tecnologico.

La parola "informazione" deriva da "informare" ovvero "dare forma".

L'informazione viene, in informatica, associata al concetto di messaggio, anche se esso ha il solo compito di rappresentarla e trasportarla. Essa può essere rappresentata in due modalità distinte: analogico e digitale.

In particolare, i sistemi di elaborazione rappresentano l'informazione utilizzando la modalità digitale, ovvero soltanto con segnali a due valori (binari), quindi affinché un calcolatore riesca ad elaborare l'informazione è necessario trasformare quest'ultima da analogica in digitale binaria. Questo processo di trasformazione è definito **codifica**.

La codifica dell'informazione è una disciplina molto vasta che vede il suo inizio negli anni '50, con l'avvento dei primi calcolatori programmabili.

Oggi la codifica dell'informazione è strettamente legata all'elaborazione automatica e molte sono le sfumature che essa assume.

Infatti, la stessa informazione può essere codificata in modi diversi a seconda del contesto: ad esempio, consideriamo la seguente stringa numerica: "12", espressa in decimale. L'informazione di tale stringa deve rimanere la stessa se espressa con altri simboli, come espresso in

Figura 1

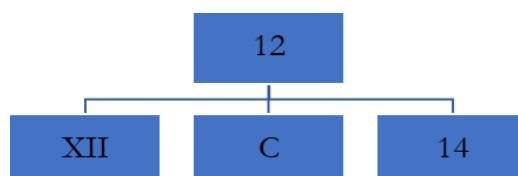


Figura 1: modi diversi di rappresentare la stessa informazione.

I "simboli" "XII", "C" e "14" costituiscono tre codifiche diverse della stessa informazione numerica: nel sistema Romano, nel sistema esadecimale e nel sistema ottale.

Per interpretare le differenti codifiche dell'informazione è necessario conoscere il codice, ovvero la regola, che a ogni configurazione ammessa associa un'entità di informazione.

Il codice è pertanto un insieme di parole in cui ogni parola è costituita da simboli. I simboli utilizzati per costruire le parole vengono detti alfabeto.

Quando l'alfabeto è costituito da soli due simboli, si parla di codifica binaria. L'alfabeto a cui si fa riferimento nell'ambito dell'informatica è costituito dai simboli 0 e 1. L'unità fondamentale di rappresentazione dell'informazione è il **bit**.

Possiamo pensare ad un bit come ad una qualsiasi entità che può assumere solo due valori. Ad esempio pieno/vuoto, 1/0, acceso/spento, etc.

Rappresentando il valore del bit con i simboli 0 e 1 posso creare codici numerici binari. È possibile calcolare il numero minimo di bit (L) da utilizzare per rappresentare N informazioni, considerando che deve essere soddisfatta la relazione **$2L \geq N$** .

2. I sistemi di numerazione

Un **sistema di numerazione** è l'insieme di simboli (**cifre**) e di regole utilizzati per rappresentare qualunque numero.

I sistemi di numerazione si dividono in:

- **non posizionali:** ad ogni simbolo è associato un valore numerico prefissato che non varia in base alla posizione che esso occupa,
- **posizionali:** ad ogni simbolo è associato un valore diverso che varia in base al simbolo stesso e alla posizione che esso occupa.

I primi sistemi di numerazione furono di tipo non posizionale. Tali sistemi sono così detti perché il valore del numero si ottiene sommando (o sottraendo) i valori numerici dei singoli simboli che costituiscono la scrittura del numero.

Un esempio di sistema non posizionale è il sistema di numerazione romano. I romani, infatti, usavano dei simboli per rappresentare alcuni numeri (I = 1, V = 5, X = 10, C = 100, M = 1000) e rappresentavano gli altri numeri come sequenze di questi simboli, che andavano sommati o sottratti.

Ad esempio:

MCDLXIV = $1000 + (500 - 100) + 50 + 10 + (5 - 1)$ corrisponde a $1000 + 400 + 50 + 10 + 4 = 1464$.

I sistemi non posizionali presentavano però difficoltà nel rappresentare numeri grandi che comportavano di conseguenza difficoltà nel calcolo.

Per ovviare ai limiti dei sistemi non posizionali furono introdotti i **sistemi di tipo posizionale** che, come già detto, assegnano ai simboli utilizzati per comporre un numero, un "peso" diverso in base alla loro posizione (cifre uguali in posizioni diverse hanno peso diverso e valore diverso).

I sistemi di numerazione posizionali si differenziano tra loro per il numero di cifre utilizzate, ossia per il valore della **base**. Un sistema posizionale in base b ha b simboli per rappresentare i diversi valori tra 0 e $b-1$.

In generale, in un sistema posizionale di base b il valore numerico di ogni cifra, espresso nel sistema decimale, viene moltiplicato per un'opportuna potenza di b il cui esponente, detto ordine o posizione di quella cifra, è uguale al numero delle cifre che seguono, verso destra, quella considerata.

Quindi, se x è un numero naturale espresso in base b e se

$$a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0$$

sono le cifre della sua rappresentazione in tale base, allora

$$x = a_n \cdot b^n + a_{n-1} \cdot b^{n-1} + \dots + a_1 \cdot b^1 + a_0 \cdot b^0$$

poiché $b^0 = 1$ si ottiene:

$$x = a_n \cdot b^n + a_{n-1} \cdot b^{n-1} + \dots + a_1 \cdot b^1 + a_0$$

I sistemi di numerazione posizionali più utilizzati sono:

1. Sistema decimale
2. Sistema binario
3. Sistema esadecimale
4. Sistema ottale

2.1 Sistema di numerazione decimale

Il sistema di numerazione decimale, che utilizziamo tutti i giorni per i nostri calcoli, è un classico sistema posizionale poiché il valore di un simbolo dipende dalla posizione che il simbolo ha all'interno del numero.

Tale sistema è stato introdotto per la prima volta nel VI secolo in India, si chiama decimale perché utilizza una notazione posizionale basata su 10 cifre (da 0 a 9) e sulle potenze di 10.

Ad esempio il numero 5028

- La cifra 8, di ordine 0, è associata al valore $8 \times 10^0 = 8 \times 1 = 8$
- La cifra 2, di ordine 1, è associata al valore $2 \times 10^1 = 2 \times 10 = 20$

- La cifra 0, di ordine 2, è associata al valore $0 \times 10^2 = 0 \times 100 = 0$
- La cifra 5, di ordine 3, è associata al valore $5 \times 10^3 = 5 \times 1000 = 5000$

Quindi il numero 5028 si può scrivere in forma polinomiale così:

$$5028 = 5 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 8 = 5000 + 0 + 20 + 8$$

2.2 Sistema di numerazione binario

Un sistema di numerazione, molto importante per il calcolatore, è il sistema binario o sistema di numerazione in base 2 poiché utilizza solo due cifre 0 e 1.

Nel linguaggio informatico le cifre binarie vengono indicate con il termine **bit**, dalla contrazione delle due parole inglesi *Binary digiT* (cifra binaria).

Poiché i dati all'interno del computer sono rappresentati utilizzando le cifre binarie, il bit diventa l'unità elementare per la misura dell'informazione o la più piccola unità di informazione.

Così come nel sistema decimale, le cifre del sistema binario 0 e 1 assumono un valore posizionale nella scrittura del numero binario con riferimento alle potenze di 2, piuttosto che alle potenze di 10.

Ad esempio il numero 100111 espresso in notazione binaria rappresenta il valore 39 in base decimale, come si può facilmente vedere:

$$100111 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 39$$

2.3 Sistema di numerazione esadecimale

Come il sistema binario e quello decimale anche il sistema esadecimale fa parte della categoria dei sistemi numerici posizionali ma con base 16.

Si distingue dal sistema decimale, per la presenza di sei cifre aggiuntive identificate dalle lettere maiuscole A, B, C, D, E, F; infatti per la composizione di un numero il sistema esadecimale utilizza le cifre 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

Ad esempio, il numero esadecimale 4F equivale al numero decimale 79 ovvero:

$$(4F)_{16} = 4 \times 16^1 + F \times 16^0$$

Sapendo che la cifra esadecimale F equivale al numero decimale 15, la cifra 4 è invece uguale per entrambi i sistemi numerici otteniamo che:

$$(4F)_{16} = 4 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 64 + 15 = (79)_{10}$$

Il sistema di numerazione esadecimale è utilizzato in informatica per registrare valori numerici nei registri di memoria in quanto tale sistema ha il vantaggio di occupare una minore quantità di memoria in termini di byte proprio perché utilizza una minor quantità di simboli.

2.4 Sistema di numerazione ottale

Il sistema numerico ottale è, come i precedenti, un sistema numerico posizionale in base 8, cioè che utilizza solo 8 simboli (tipicamente 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

I numeri ottali (insieme ai numeri binari e esadecimali) vengono diffusamente utilizzati in svariati campi della scienza e della tecnica ed in particolare nell'ambito informatico (visto che una cifra ottale rappresenta esattamente tre cifre binarie). Generalmente, risulta scomodo trattare lunghe stringhe in bit: così si fa uso di sistemi numerici che consentano di esprimere in maniera più compatta le lunghe stringhe di 0 e 1.

3. Cambiamenti di base

Per cambiamento di base o conversione di base si intende la trasformazione della rappresentazione di un numero da una base ad un'altra, in particolare vedremo come convertire la rappresentazione di un numero dalla base 10 a qualsiasi altra e viceversa.

Per effettuare cambiamenti di base da un sistema di numerazione qualunque al nostro sistema decimale ci viene in aiuto la regola dei pesi, descritta dall'equazione seguente:

$$N = d_k \cdot r^k + d_{k-1} \cdot r^{k-1} + \dots + d_1 \cdot r^1 + d_0 \cdot r^0$$

Equazione 1: regola dei pesi

Dove "r" è la base del sistema in cui viene espresso il numero N.

3.1 Cambiamento di base da binario a decimale

Dato il seguente numero espresso nel sistema di numerazione binario: 1101_2 , si ha, applicando la regola dei pesi espressa in Equazione 1:

$$1101_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13_{10}$$

Si consiglia per le prime volte di seguire il seguente schema:

Peso	3	2	1	0
Cifra	1	1	0	1

evidenziando su ciascuna cifra il relativo peso, a partire da destra con 0, per poi eseguire la somma espressa in Equazione 1.

3.2 Cambiamento di base da decimale a binario

Si supponga di avere l'informazione numerica rappresentata nel sistema di numerazione decimale e di volerla rappresentare nel sistema di numerazione decimale. La regola di conversione prende il nome di **regola delle divisioni successive** ovvero:

- 1) Dividere il numero da convertire per 2, calcolando il quoziente e il resto della divisione;
- 2) Se il quoziente della divisione è diverso da 0, dividerlo per 2 e continuare a dividere ogni nuovo quoziente per 2 fino a quando non si ottiene 0 come quoziente
- 3) Scrivere i resti delle divisioni in ordine inverso rispetto a come sono stati calcolati, l'uno di seguito all'altro.

Il numero così ottenuto è la conversione in base 2.

Esempio:

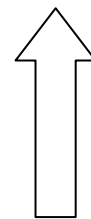
Convertire il numero **12** da Base 10 a Base 2:

$12 : 2 = 6$ con resto = 0 *cifra meno significativa*

$6 : 2 = 3$ con resto = 0

$3 : 2 = 1$ con resto = 1

$1 : 2 = 0$ con resto = 1 *cifra più significativa*



quindi: $(12)_{10} = (1100)_2$

Come vedete la cifra (resto) ottenuto dalla prima divisione rappresenta la cifra meno significativa e, di conseguenza, il numero finale è letto dal basso verso l'alto.

3.3 Cambiamento di base tra due sistemi di numerazioni qualunque

Per convertire un numero da una base qualsiasi b_1 ad un'altra base qualsiasi b_2 è quasi sempre opportuno operare in due passi:

- 1) Si effettua la conversione dalla base b_1 alla base 10
- 2) Si effettua la conversione dalla base 10 alla base b_2 .

Esempio:

Convertire il numero 43112_5 in base 7:

Passo1: convertiamo 43112_5 in base 10:

$$\begin{aligned} 43112_5 &= (4 \times 5^4) + (3 \times 5^3) + (1 \times 5^2) + (1 \times 5^1) + (2 \times 5^0) = \\ &= (4 \times 625) + (3 \times 125) + (1 \times 25) + (1 \times 5) + 2 = \\ &= 2500 + 375 + 25 + 5 + 2 = 2907_{10} \end{aligned}$$

Passo 2: convertiamo 2907_{10} in base 7:

$$2907_{10} = 2907 : 7 = 415 \text{ con resto } 2$$

$$415 : 7 = 59 \text{ con resto } 2$$

$$59 : 7 = 8 \text{ con resto } 3$$

$$8 : 7 = 1 \text{ con resto } 1$$

$$1 : 7 = 0 \text{ con resto } 1$$

$$\text{Quindi } 43112_5 = 2907_{10} = 11322_7 \quad \Rightarrow \quad 43112_5 = 11322_7$$