

Comunicazioni multimediali

Fondamenti di informatica
per la produzione e la gestione
di flussi audio-video nella rete Internet

Marco Furini

Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.



Collana di informatica – Nuova serie

diretta da Arrigo L. Frisiani

Comitato scientifico:

Giovanni Adorni (Università di Genova), Luigi Benedicenti (University of Regina), Aurelio Boari (Università di Bologna), Giacomo Bucci (Università di Firenze), Virginio Cantoni (Università di Pisa), Paolo Ciancarini (Università di Bologna), Gianni Conte (Università di Parma), Paolo Corsini (Università di Pisa), Fabio Crestani (Università della Svizzera Italiana), Rita Cucchiara (Università di Modena e Reggio Emilia), Valeria De Antonellis (Università di Brescia), Gianluca Foresti (Università di Udine), Alfonso Fuggetta (Politecnico di Milano), Andrea Fusiello (Università di Verona), Salvatore Gaglio (Università di Palermo), Marco Gori (Università di Siena), Enrico Grosso (Università di Sassari), Giovanni Guida (Università di Brescia), Giuseppe Iazeolla (Università di Roma "Tor Vergata"), Sebastiano Impedovo (Università di Bari), Pieter Kritzinger (University of Cape Town), Massimo Maresca (Università di Padova), Paolo Maresca (Università di Napoli Federico II), Giuseppe Mastronardi (Politecnico di Bari), Antonino Mazzeo (Università di Napoli Federico II), Massimo Melucci (Università di Padova), Marco Mezzalama (Politecnico di Torino), Stefano Mizzaro (Università di Udine), Alfredo Petrosino (Università di Napoli "Parthenope"), Antonio Puliafito (Università di Messina), Gabriella Sanniti di Baja (CNR - Istituto di Cibernetica), Nello Scarabottolo (Università di Milano), Fabrizio Sebastiani (CNR - Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione), Giovanni Semeraro (Università di Bari), Alberto Sillitti (Libera Università di Bolzano), Giancarlo Succi (Libera Università di Bolzano), Carlo Tasso (Università di Udine), Genoveffa Tortora (Università di Salerno), Marco Vanneschi (Università di Pisa), Mario Vento (Università di Salerno), Alessandro Verri (Università di Genova), Lorenzo Vita (Università di Catania), Renato Zaccaria (Università di Genova).

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Comunicazioni multimediali

Fondamenti di informatica
per la produzione e la gestione
di flussi audio-video nella rete Internet

Marco Furini

FrancoAngeli

 **COLLANA
INFORMATICA**

Grafica della copertina: *Alessandro Petrini*

Copyright © 2017 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.

Indice

Introduzione , di <i>Marco Furini</i>	pag.	7
1. Lo scenario digitale	»	13
La comunicazione multimediale	»	13
La rappresentazione dell'informazione	»	16
Le reti di comunicazione	»	21
Conclusioni	»	24
2. Le immagini	»	26
I colori come fenomeno fisico	»	26
Modelli di colori	»	28
Tipi di immagini	»	32
Conclusioni	»	39
3. Il segnale audio	»	40
Il suono come fenomeno fisico	»	40
Rappresentazione del suono	»	45
Conversione analogico-digitale	»	47
Conversione digitale-analogica	»	52
Conclusioni	»	53
4. Il video	»	54
Il video come fenomeno fisico	»	54
Dispositivi di visualizzazione	»	56
Tipologie di video	»	59
Conclusioni	»	64
5. Informazioni e dati	»	66
La compressione dei dati	»	66

Compressione senza perdita	pag.	69
Conclusioni	»	76
6. Compressione delle immagini	»	77
GIF - Graphic Interchange Format	»	77
PNG - Portable Network Graphics	»	79
JPEG - Joint Picture Expert Group	»	80
Immagini nel Web	»	93
Conclusioni	»	95
7. Compressione audio	»	96
Lo scenario digitale	»	96
Schemi semplici di compressione audio	»	98
Schemi di compressione basati su modelli psico-acustici	»	100
Schema generale di compressione	»	106
La compressione MPEG	»	107
Conclusioni	»	111
8. Compressione video	»	112
Lo scenario del video digitale	»	112
Tecniche di compressione	»	114
Standard di compressione video	»	122
Conclusioni	»	132
9. Trasmissione del traffico audio-video	»	133
Tipologia di applicazioni	»	133
Qualità del Servizio (QoS)	»	134
La trasmissione dei dati nella rete Internet	»	136
Conclusioni	»	142
10. Trasmissione sulla rete Internet	»	144
La rete Internet	»	144
Architettura di Internet	»	147
Modello TCP/IP	»	151
Il servizio offerto da Internet	»	159
Conclusioni	»	160
11. La distribuzione dei contenuti multimediali	»	161
Download VS streaming	»	161
Architetture di streaming	»	162
Protocolli di comunicazione per traffico audio/video	»	165
Conclusioni	»	170
Bibliografia	»	171

Introduzione

Negli ultimi anni il modo di fare comunicazione è completamente cambiato. Abbiamo assistito a una grande crescita nell'utilizzo di contenuti basati su informazioni multimediali come immagini, audio e video. Questi media sono diventati i protagonisti indiscussi delle comunicazioni prodotte da industria, amministrazioni, istituti didattici, settori dell'intrattenimento, enti turistici, aziende sanitarie, ecc. Si può affermare, senza timore di essere smentiti, che l'utilizzo dei contenuti multimediali non rappresenta più l'eccezione, ma è ormai la normalità nel campo delle comunicazioni.

Tra i diversi motivi che portano i produttori di comunicazioni a utilizzare sempre più contenuti multimediali sono da segnalare i progressi scientifico-tecnologici e l'efficacia comunicativa che si può raggiungere integrando diversi media.

Tuttavia, l'utilizzo di elementi multimediali non comporta necessariamente un miglioramento della comunicazione. Infatti, se da un lato i progressi scientifico-tecnologici ci mettono a disposizione applicazioni software sempre più semplici da utilizzare, facilitando il processo di produzione, dall'altro il rischio, sempre più elevato, è quello di usare impropriamente questi software, con il risultato di creare una comunicazione che non comunica o, peggio ancora, una comunicazione che penalizza il contenuto informativo. Video a quadretti, audio incomprensibile, immagini in bassa risoluzione, ma anche video troppo piccoli per essere visti su una televisione oppure video troppo "pesanti" per essere scaricati sullo smartphone, immagini troppo grandi per lo schermo del telefonino, audio di ottima qualità che consumano tutto un piano tariffario sono alcuni dei problemi che si possono presentare quando chi produce la comunicazione ignora le caratteristiche fondamentali delle informazioni multimediali.

In questo libro ci focalizzeremo sulla produzione e trasmissione dei contenuti multimediali, un processo critico la cui importanza viene spes-

so sottovalutata. Accade infatti con una certa frequenza che si utilizzino le applicazioni software senza sapere la differenza tra bit e byte, tra GIF e JPEG, che cosa si celi dietro gli acronimi fps o MP3, quale sia la relazione tra frequenza di campionamento e qualità sonora, oppure non si conosca il funzionamento di Internet e quindi non si capisca perché alcune volte la trasmissione di contenuti multimediali funzioni bene mentre altre volte presenti problemi. Si crede, erroneamente, che queste conoscenze non siano necessarie e si tende ad affidarsi completamente alle opzioni predefinite delle applicazioni software. Questa è tuttavia una scelta che fa compiere il primo passo verso la produzione di comunicazioni poco efficaci che minano o vanificano del tutto lo sforzo comunicativo intrapreso. Non bisogna sottovalutare il processo di produzione dei contenuti multimediali, perché integrare diverse fonti di informazioni e produrre un'efficace comunicazione multimediale non è banale.

Per poter utilizzare al meglio queste applicazioni è necessario capire le caratteristiche dei tre principali media utilizzati nel campo delle comunicazioni (immagini, audio e video) e il funzionamento di Internet, la più grande rete di comunicazione dei giorni nostri. Per questo motivo vedremo come si rappresentano questi media nel mondo reale e nel mondo dei computer, approfondiremo in particolare la questione della rappresentazione rappresentazione dei colori, analizzeremo i principi base della compressione e studieremo le loro caratteristiche per comprendere come utilizzare al meglio immagini, audio e video nello scenario della comunicazione digitale. Inoltre, prenderemo in esame i protocolli che regolano le trasmissioni in Internet e le peculiarità del traffico multimediale e descriveremo le architetture maggiormente utilizzate al giorno d'oggi per distribuire il traffico multimediale attraverso Internet. Intraprenderemo così un percorso che, capitolo dopo capitolo, ci consentirà di produrre efficaci comunicazioni multimediali.

Capitolo 1. Lo scenario digitale. Molte delle attività che facciamo con un dispositivo elettronico, sia esso un computer, uno smartphone o un tablet, sono possibili grazie a lunghe sequenze di zero e uno. Sono i bit, i piccoli mattoncini alla base dei programmi che guardiamo alla televisione, della musica che ascoltiamo sullo smartphone e, ovviamente, dei contenuti che troviamo nel Web. In questo capitolo descriveremo come sia possibile utilizzare i bit per rappresentare qualsiasi tipo di informazione e vedremo brevemente le caratteristiche di alcune tecnologie di trasmissione utilizzate dagli utenti per connettersi alla rete Internet. Così come i bit sono i mattoncini dello scenario digitale, le conoscenze che acquisiremo in questo capitolo saranno le basi sulle quali costruiremo una corretta videocomunicazione.

Capitolo 2. Le immagini. La grande disponibilità di hardware e software facilita la produzione e la gestione di questo media ed è questo uno dei

motivi che porta le immagini a essere sempre più utilizzate per comunicare, sia nello scenario privato sia nel mondo professionale. Sembra tutto molto semplice, ma per gestire al meglio le immagini con uno strumento digitale è necessario capire come acquisire, modificare e visualizzare un'immagine, così come è fondamentale comprendere che cosa si intenda per risoluzione di un'immagine o per modelli di colori. L'obiettivo di questo capitolo è fare chiarezza su alcuni concetti fondamentali nella gestione delle immagini all'interno di un computer. Queste conoscenze ci consentiranno di andare oltre le opzioni predefinite suggerite delle applicazioni di gestione delle immagini.

Capitolo 3. Il segnale audio. L'audio è una componente fondamentale delle videocomunicazioni, ma spesso non si hanno le giuste conoscenze per utilizzare le applicazioni di audio editing e per garantire una sufficiente qualità a questa componente. In questo capitolo analizzeremo l'audio come fenomeno fisico e individueremo le caratteristiche che ne permettono una corretta rappresentazione all'interno dello scenario digitale. Tratteremo temi come la conversione analogico-digitale e digitale-analogico, l'analisi di Fourier, il Teorema di Nyquist. Temi che sembrano lontani anni luce da quelli della videocomunicazione, ma che in realtà si rivelano fondamentali per dare la giusta qualità alla componente audio. Senza queste competenze saremmo costretti ad affidarci completamente alle opzioni predefinite delle applicazioni che gestiscono il segnale audio, scelte che non è detto siano adatte al tipo di videocomunicazione che vogliamo creare.

Capitolo 4. Il video. I video sono uno dei mezzi maggiormente usati nel mondo della comunicazione e del divertimento. Il successo dei siti di video sharing è sotto gli occhi di tutti, ma i video sono largamente utilizzati anche per informare, per divulgare conoscenza, per migliorare le comunicazioni personali, per divertirsi. Tuttavia, la gestione del video non è banale come può sembrare. Basta guardarsi intorno per capire che i video non sono tutti uguali e ben fatti. Alcuni li potremmo veder all'infinito, mentre altri li interrompiamo dopo pochi secondi dal loro inizio perché hanno caratteristiche, come bassa risoluzione, scarsa fluidità, eccessiva quadrettatura, che disturbano la nostra visione. In questo capitolo analizzeremo le caratteristiche principali di un flusso video al fine di capire quali sono le proprietà che un video deve avere per poter essere usato come strumento efficace nello scenario della videocomunicazione.

Capitolo 5. Informazioni e dati. I dati gestiti da un qualsiasi computer sono in formato digitale e quindi altro non sono che una lunga sequenza di bit. Queste sequenze sono trasmesse, memorizzate o gestite dai sistemi di

comunicazione. Nonostante i dispositivi che utilizziamo abbiano a disposizione capacità di calcolo sempre più potenti, possano accedere a supporti di memoria sempre più grandi e siano collegati fra di loro mediante una rete di computer in grado di trasportare sempre più dati, la quantità di questi dati digitali utilizzati per rappresentare contenuti multimediali risulta essere comunque troppo elevata. Ad esempio, non è ragionevole basare una comunicazione sulle immagini se l'utente finale deve aspettare decine di secondi prima di poterla scaricare. Risulta quindi importante cercare di ridurre la quantità di dati con la quale si rappresentano le informazioni. In questo capitolo descriveremo i principi che sono alla base dei meccanismi di compressione.

Capitolo 6. La compressione delle immagini. Milioni e milioni di byte sono necessari per rappresentare una semplice immagine all'interno di un computer, ma il tempo necessario per trasmettere questi dati può influenzare negativamente la comunicazione basata sulle immagini. Non è ragionevole pensare di basare la propria comunicazione su immagini se queste richiedono decine e decine di secondi per lo scaricamento. È necessario dunque ridurre la quantità di dati. In questo capitolo analizzeremo tre meccanismi di compressione sviluppati appositamente per la gestione delle immagini: GIF, PNG e JPEG. Questi formati sono quelli maggiormente utilizzati nel mondo Web e la conoscenza delle loro caratteristiche e proprietà permetterà di gestire le immagini al meglio, passo fondamentale verso una comunicazione corretta e accattivante.

Capitolo 7. Compressione audio. La quantità di dati necessari per rappresentare un segnale audio in formato digitale è enorme. Basti pensare che per rappresentare un solo secondo di un segnale audio in qualità CD, sono necessari circa un milione e mezzo di bit. Molte tecnologie di trasmissione non sono in grado di supportare la gestione di una tale quantità di dati in così poco tempo e molti piani tariffari associati ai dispositivi mobili esaurirebbero il traffico dati a disposizione dopo l'ascolto di qualche decina di canzoni. Fortunatamente, i meccanismi di compressione audio ci consentono di ridurre notevolmente la quantità di dati pur mantenendo una buona qualità del segnale audio. In questo capitolo analizzeremo cosa si nasconde dietro acronimi come MP3, quali siano i principi alla base dei principali meccanismi di compressione, come questi meccanismi riducano i dati in base a ciò che il nostro sistema uditivo è in grado di percepire.

Capitolo 8. Compressione video. La videocomunicazione è sempre più utilizzata nello scenario digitale. Si fa ricorso a essa per scopi di marketing, per turismo, per socializzare, per informare. Sono molti gli scena-

ri in cui i filmati sono utilizzati, senza contare che i video sono sempre più presenti nello scenario Web. Miliardi di bit possono essere necessari per rappresentare un video di pochi minuti e, ancora una volta, molte tecnologie di trasmissione non sono in grado di supportare la gestione di una tale quantità di dati in così poco tempo. Inoltre, molti piani tariffari associati ai dispositivi mobili esaurirebbero il traffico dati a disposizione dopo la visione di pochi minuti di filmato. In questo capitolo analizzeremo che cosa si nasconde dietro acronimi come MPEG o H.264, quali siano i principi alla base dei più diffusi meccanismi di compressione, come questi meccanismi riducano i dati in base a ciò che il nostro sistema visivo è in grado di vedere.

Capitolo 9. Trasmissione del traffico audio-video. Il traffico prodotto dalle applicazioni multimediali ha caratteristiche completamente diverse dal traffico prodotto da applicazioni classiche come email o Web-browsing e quindi deve essere gestito in modo diverso. La principale differenza è data dal fatto che il traffico audio-video è associato al fattore tempo, cioè è sottoposto a vincoli temporali. Infatti, per considerare corretta la trasmissione di traffico multimediali non è sufficiente consegnare i dati al destinatario, ma è necessario farlo entro un certo intervallo temporale. Se si oltrepassa tale intervallo, i dati consegnati vengono cestinati perché non più utili. In questo capitolo, identificheremo le principali categorie di applicazioni multimediali e analizzeremo le proprietà che devono essere soddisfatte affinché queste applicazioni possano fornire un buon servizio agli utenti. Vedremo inoltre se la rete Internet può garantire il corretto funzionamento di queste applicazioni.

Capitolo 10. Trasmissione sulla rete Internet. Internet è stata sviluppata negli anni Sessanta e le regole che governano le sue trasmissioni sono state ideate negli anni Settanta. In quegli anni il traffico multimediale non era previsto e la rete è stata dunque progettata per gestire traffico senza vincoli temporali. Di conseguenza, Internet non offre nessuna garanzia temporale alle applicazioni multimediali. In questo capitolo ripercorreremo brevemente la storia di Internet e descriveremo la sua architettura, il suo funzionamento e i protocolli che ne regolano le trasmissioni.

Capitolo 11. La distribuzione dei contenuti multimediali. La distribuzione dei contenuti multimediali nella rete Internet è cambiata nel corso degli ultimi anni. Il modello download (utilizzato nei sistemi di file-sharing) è stato soppiantato dallo streaming, un modello di trasmissione che sta rivoluzionando non solo il modo di fruire dei contenuti multimediali, ma l'intera industria dell'intrattenimento. In questo capitolo, vedremo le ca-

ratteristiche delle architetture di rete utilizzate per fornire servizi di streaming e i dettagli di alcuni protocolli sviluppati per gestire traffico con vincoli temporali all'interno della rete Internet.

Le conoscenze acquisite in questo percorso ci consentiranno di capire e gestire al meglio i parametri delle diverse applicazioni software per la gestione di questi media, siano esse applicazioni di pubblico dominio o proprietarie. Sapremo, per esempio, che tipo di immagine utilizzare per rappresentare un logo o una scena del mondo reale, conosceremo la differenza tra un suono campionato a 20 kHz e uno campionato a 40 kHz, riusciremo a capire quanto influisca sulla qualità del suono una risoluzione a 8 bit piuttosto che una a 16 bit, avremo chiaro che la qualità di un flusso audio compresso non è mai uguale al flusso originale, ma ci si può avvicinare di molto, avremo coscienza del fatto che la qualità di un video dipende dal meccanismo di compressione, dalla risoluzione e dalla larghezza di banda necessaria. In generale, le competenze apprese ci consentiranno di produrre flussi informativi multimediali che ben si adattano ai dispositivi e alle reti di comunicazione e quindi la nostra comunicazione non sarà più influenzata negativamente dall'errato utilizzo di tecnologie o dallo sbagliato settaggio dei parametri delle applicazioni software. La conoscenza dei fondamenti informatici di questi media è dunque il primo passo verso la produzione di un'efficace videocomunicazione.

Buona lettura.

Marco Furini
(marco.furini@gmail.com)

1. Lo scenario digitale

Il telegiornale che abbiamo visto stamattina mentre facevamo colazione, la musica che abbiamo ascoltato mentre andavamo in stazione, il gioco che abbiamo fatto durante il tragitto verso il lavoro, le telefonate che abbiamo ricevuto sono attività molto diverse tra di loro che però hanno in comune una cosa: sono composte da una lunga sequenza di numeri. È lo scenario digitale dove tutti i contenuti sono rappresentati mediante sequenze di bit. In questo capitolo analizzeremo lo scenario digitale focalizzando la nostra attenzione sulle caratteristiche principali delle comunicazioni multimediali e su come sia possibile rappresentare diverse informazioni utilizzando sempre e solo sequenze di bit. Infine, visto che le comunicazioni vengono sempre più distribuite attraverso la rete Internet, vedremo brevemente le caratteristiche principali di alcune tecnologie di trasmissione utilizzate dagli utenti per connettersi alla rete.

La comunicazione multimediale

Facciamo un piccolo esperimento per capire quanto i contenuti multimediali siano presenti nella nostra vita quotidiana: apriamo un qualsiasi sito Web, sia esso un sito dedicato all'informazione, all'educazione o all'intrattenimento, e analizziamone i contenuti. Presenza di testo? Sì. Presenza di immagini? Sì. Presenza di video? Probabilmente sì. Pensiamo ora a come comunichiamo con altre persone. Utilizziamo la voce? Sì. Utilizziamo testo? Sì, quando scriviamo un messaggio. Utilizziamo immagini grafiche? Sì, utilizziamo spesso icone. Utilizziamo fotografie? Sì, spesso sono l'unico contenuto del messaggio. Utilizziamo video? Probabilmente sì.

Tutto ciò che ha a che fare con le comunicazioni sta diventando multimediale: i siti informativi usano i diversi media per meglio descrivere le

notizie, l'industria utilizza contenuti audio/video per pubblicizzare prodotti o per descrivere le loro caratteristiche, le amministrazioni usano questa forma di comunicazione per stabilire un rapporto più diretto con i cittadini, gli istituti didattici stanno sperimentando nuove forme di insegnamento basate sulla contemporanea presenza di contenuti educativi in diverse forme, il settore turistico fa largo uso di immagini e video per pubblicizzare i propri territori, le persone usano tecnologie di videocomunicazione per azzerare la distanza geografica con amici e parenti lontani e per rendere l'incontro virtuale più coinvolgente, le aziende approfittano dei benefici di questo tipo di comunicazione per formare il proprio personale o per reclamizzare i propri prodotti. L'esperienza comunicativa sta dunque cambiando.

Possiamo individuare due motivi che hanno portato a questa situazione: i progressi scientifico-tecnologici e l'efficacia dell'integrazione di diversi media in uno stesso messaggio.

- **Progressi scientifico-tecnologici.** Al giorno d'oggi abbiamo a disposizione strumenti software che consentono di produrre comunicazioni multimediali in modo relativamente semplice; al tempo stesso i progressi nelle tecnologie di comunicazione rendono possibile l'utilizzo di materiale multimediale difficilmente gestibile nelle reti di una decina di anni fa. Grazie a questa combinazione possiamo produrre, pubblicare e distribuire comunicazioni multimediali nello scenario Web rendendole di fatto accessibile a chiunque nel mondo.
- **Efficace integrazione diversi media.** Utilizzare diversi media per comporre un messaggio aumenta la possibilità che questo venga ricordato. Il messaggio diventa infatti più simile al nostro modo di pensare. Quando leggiamo una cosa, il nostro pensiero corre verso una possibile visualizzazione; se cerchiamo di ricordare qualcosa è probabile che ci vengano in mente scene o immagini. Il nostro modo di pensare è quindi già di per se multimediale. Inoltre, la presenza di media alternativi al testo permette spesso di esprimere concetti altrimenti troppo complicati da illustrare mediante semplici parole. Studi hanno inoltre dimostrato che la quantità di informazioni che riusciamo a ricordare rispetto a quelle che ascoltiamo è di solo il 30%, ma se all'audio abbiniamo anche una immagine o un video allora la percentuale cresce al 50%.

Tuttavia, cambiare l'esperienza comunicativa non è semplice. Spesso ci troviamo di fronte a immagini troppo grandi per il nostro dispositivo, video poco definiti, audio di scarsa qualità, enorme utilizzo di banda, eccessivi tempi di attesa per accedere ai contenuti. Problemi dovuti principalmente a una sottovalutazione del processo di produzione dei contenu-

ti multimediali. Infatti, la grande disponibilità e la grande facilità di utilizzo dei software può portare a credere che la produzione di comunicazioni multimediali sia alla portata di tutti. Niente di più sbagliato. Per affrontare al meglio la produzione e la gestione di una comunicazione multimediale è necessario capire le caratteristiche di ogni singolo media che compone la comunicazione. In caso contrario, si corre il rischio di creare una comunicazione che non comunica, o peggio ancora, si rischia di penalizzare la sorgente informativa associandola a un pessima comunicazione.

Per produrre una corretta forma comunicativa multimediale ogni diverso media deve essere analizzato sotto diversi punti di vista che comprendono percezione, rappresentazione, presentazione, memorizzazione e trasmissione. Ognuno di questi aspetti è di fondamentale importanza per la produzione di una efficace comunicazione multimediale. La mancata conoscenza anche di solo uno di questi aspetti può vanificare gli sforzi intrapresi per creare il messaggio. Di seguito riportiamo in dettaglio questi aspetti.

- **Percezione.** Indica il modo con cui l'essere umano percepisce le informazioni contenute nel flusso informativo. Ad esempio, ascoltando un flusso sonoro, il nostro sistema uditivo è in grado di percepire se si tratta di musica, di semplice voce o di rumore; guardando un'immagine il sistema visivo è in grado di percepire se questa è a colori o in bianco-nero; guardando un video il nostro cervello percepisce un movimento fluido o un movimento a scatti. Questi sono solo alcuni semplici esempi che evidenziano quanto sia importante essere a conoscenza dell'aspetto percettivo di un media perché, come vedremo, questo ci permetterà di utilizzare al meglio i software per la produzione di contenuti multimediali.
- **Rappresentazione.** Le informazioni multimediali sono sempre più gestite dai computer e quindi è importante capire come avviene la loro rappresentazione all'interno di questi dispositivi. Non è sufficiente sapere che si tratta di una rappresentazione digitale per capire e utilizzare al meglio un particolare media. Infatti, la rappresentazione digitale varia da media a media e questa influisce pesantemente sul prodotto multimediale creato. Ad esempio, i caratteri vengono codificati diversamente dalle immagini e queste, a loro volta, vengono codificate in modo diverso rispetto al segnale audio che, a sua volta, differisce dal modo con cui si rappresentano i filmati.
- **Presentazione.** La comunicazione multimediale viene prodotta per essere poi presentata all'utente finale. Dare per scontato questa azione significa muoversi verso la vanificazione dello sforzo comunicativo. Creare una comunicazione multimediale per un cartello autostradale di 10x5 metri è diverso dal creare una comunicazione multimediale per un vo-

lantino pubblicitario. Allo stesso modo, creare un filmato video per una smartTV è diverso dal creare un filmato video per uno smartphone. Sapere dove la comunicazione verrà presentata è dunque di fondamentale importanza per la produzione di un'efficace comunicazione multimediale.

- **Memorizzazione.** Le informazioni multimediali hanno la necessità di essere memorizzate su qualche supporto. Essere a conoscenza della quantità di memoria necessaria per memorizzare la comunicazione multimediale prodotta è di fondamentale importanza. Ad esempio, utilizzare qualche giga per memorizzare pochi minuti di video o qualche centinaia di mega per salvare un'immagine può creare problemi al sistema che gestisce le comunicazioni.
- **Trasmissione.** Le comunicazioni multimediali sono sempre più distribuite attraverso la rete Internet. Non tutti gli accessi alla rete hanno però le stesse caratteristiche: alcune tecnologie consentono una maggiore velocità di trasmissione rispetto a altre. Un utente collegato alla rete mediante un cavo in fibra ottica riceve un servizio di rete diverso da quello che riceve un utente che abita in una zona rurale dove non è disponibile nemmeno la tecnologia ADSL. Allo stesso modo, un utente con un accesso residenziale può permettersi di consumare molta più banda di quanto possa fare un utente con accesso mobile. Non considerare questo aspetto durante il processo di produzione della comunicazione multimediale può spingere la comunicazione multimediale verso l'inutilità.

La rappresentazione dell'informazione

Le informazioni, siano esse composte da testo, immagini, brani musicali, o video, gestite da un computer devono essere rappresentate con una specifica modalità basata sull'utilizzo di un solo elemento: il bit.

Il **bit** (*binary digit*) permette di definire due possibili valori, in alternativa l'uno all'altro. Questi valori sono lo zero e l'uno e tutto ciò che viene gestito all'interno di un computer viene rappresentato mediante una sequenza di bit. Prima di entrare nei dettagli su come le informazioni possano essere rappresentate da sequenze di bit, soffermiamoci sul sistema di numerazione che utilizziamo tutti i giorni.

Quando contiamo i soldi che abbiamo in tasca, o i giorni che mancano alle prossime vacanze utilizziamo il “**sistema di numerazione arabo**”. Questo sistema si basa sulle unità, decine, centinaia, migliaia e così via. Fin da piccoli ci hanno insegnato che dieci unità formano una decina, che dieci decine formano un centinaio, che dieci centinaia formano un migliaio

e così via. Il dieci (il numero delle nostre dita) gioca un ruolo fondamentale in questo sistema e infatti si dice che il sistema di numerazione arabo utilizza una codifica posizionale basata su 10 differenti cifre (si parla infatti di sistema in base 10). Il valore che assume una cifra dipende dalla posizione in cui si trova. Ad esempio, la cifra 1 rappresenta le unità se è la cifra più a destra del numero, ma rappresenta le decine se si trova nella seconda posizione (da destra). In generale, il valore della cifra x posta all'interno di un numero è dato da: $x \cdot 10^n$, dove n è la posizione occupata da x . Ecco perché se la cifra è nella posizione zero (prima cifra da destra) allora il suo valore è esattamente x (infatti, $x \cdot 10^0 = x$), mentre se è nella seconda (da destra) posizione allora il suo valore rientra nelle decine (infatti, $x \cdot 10^1 = x \cdot 10$).

Nei calcolatori non si utilizza un sistema a base 10, ma un sistema a base 2 incentrato sull'utilizzo dei bit e quindi nella memoria di un calcolatore possiamo trovare solamente due simboli: 0 (zero) e 1 (uno). Si parla in questo caso di “**sistema di numerazione binario**”. Anche questo sistema utilizza una codifica posizionale, ma questa utilizza 2 sole cifre anziché 10. Se vogliamo trasformare un numero binario in un numero decimale dobbiamo calcolare il valore (in decimale) del bit x posto all'interno di una sequenza. Questo valore è dato da: $x \cdot 2^n$, dove n è la posizione occupata da x . Ecco perché se la cifra è nella posizione zero (prima cifra da destra) allora il suo valore (in decimale) è esattamente x (infatti, $x \cdot 2^0 = x$), mentre se è nella seconda (da destra) posizione allora il suo valore (in decimale) è $2x$ (infatti, $x \cdot 2^1 = x \cdot 2$). In generale, per calcolare il valore decimale di una sequenza di bit dobbiamo fare la somma dei valori (in decimale) di ogni singolo bit. Ad esempio, la sequenza binario 101 vale: $1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 1 + 0 + 4 = 5$.

Con un bit possiamo quindi definire due possibili stati. Ad esempio, vero o falso; bianco o nero; caldo o freddo. Ma come è possibile che tutte le informazioni che si trovano dentro un computer siano caratterizzate da un solo bit? In effetti non è possibile rappresentare tutte le informazioni mediante un solo bit. Ciò che si può fare è rappresentare le informazioni con **sequenze di bit**.

Vediamo cosa succede se consideriamo una sequenza di due bit. Sappiamo che ogni bit può assumere due possibili valori. Di conseguenza, con due bit è possibile creare quattro diverse sequenze (00, 01, 10 e 11). Queste quattro sequenze ci permettono di definire quattro possibili stati. Ecco quindi che se con un solo bit possiamo rappresentare solo due colori (ad esempio, bianco e nero) o solo due stati termici (ad esempio, caldo e freddo), con due bit possiamo rappresentare ben quattro colori (ad esempio, bianco, grigio chiaro, grigio scuro e nero) o quattro stati termici (ad esempio, caldo, tiepido, freddino, freddo). Ma se volessimo identificare più stati?

Ad esempio, se volessimo rappresentare una tavolozza di 64 colori, quanto dovrebbe essere lunga la sequenza di bit? Per capirlo, dobbiamo scoprire una possibile regola in grado di associare la lunghezza della sequenza al numero di possibili stati identificabili.

In Tabella 1.1 sono mostrati gli stati che si possono identificare variando la lunghezza della sequenza di bit da uno a dieci. Abbiamo visto che con un bit si possono rappresentare due stati e con due bit se ne possono rappresentare quattro. Aumentando la lunghezza a tre bit si possono rappresentare otto diversi stati (000,001,010,011,100,101,110,111). Se aumentiamo a quattro bit possiamo arrivare a sedici diversi stati. L'importante è che ogni sequenza prodotta sia diversa dalle altre. In generale, la regola stabilisce che una sequenza di n bit permette di identificare univocamente 2^n possibili stati. Questa regola ci consente di rappresentare tutte le informazioni che vogliamo. Ad esempio, dobbiamo rappresentare una tavolozza di colori composta da 64 diverse tonalità? Possiamo usare sequenze di bit lunghe sei per identificare ognuno di questi colori. Infatti, $2^6=64$. Dobbiamo rappresentare 21 lettere dell'alfabeto? Possiamo usare sequenze di cinque bit. Infatti, quattro bit non sono sufficienti perché rappresentano solo 16 diversi stati, e quindi dobbiamo usare sequenze di 5 bit (da notare che alcune combinazioni non saranno utilizzate perché con 5 bit si possono identificare 32 stati diversi).

Tab. 1.1 - Numero di possibili stati che si possono identificare con un numero variabile di bit

Lunghezza sequenza	Possibili stati identificabili
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
9	512
10	1.024

Esiste una terminologia che va oltre il singolo bit. Il lettore più esperto avrà probabilmente sentito la parola **byte** e si starà chiedendo che rela-

zione ci sia con il bit. Ebbene il termine byte indica una sequenza di otto bit. Bit e byte sono dunque due possibili unità di misura per descrivere, ad esempio, memorie digitali, larghezze di banda, dimensione delle immagini. Oltre a bit e byte sono stati introdotti anche altri ordini di grandezza, come descritto in Tabella 1.2. In particolare, la Tabella riporta due interpretazioni sull'effettiva grandezza di un termine: la prima, definita dal Sistema Internazionale di unità di misura, prevede come unità multipla il valore 1.000, mentre la seconda, utilizzata nel settore ICT (*Information and Communication Technology*), prevede come unità multipla il valore 1.024. Quindi, in generale, quando si parla di un kilobyte si intende generalmente un valore di 1.000 byte, ma se parlate con un informatico si intende un valore di 1.024 byte. La dimensione di un'immagine può dunque essere espressa in kilobyte o in megabyte; la velocità di una connessione può essere espressa in megabit, lo spazio di un hard disk può essere nell'ordine dei giga o dei terabyte.

Tab. 1.2 - Ordini di grandezza e valori di alcuni multipli del byte

Multiplo	Valore SI	Valore ICT
Kilobyte	1.000 byte	1.024 byte
Megabyte	1.000 ² byte	1.024 ² byte
Gigabyte	1.000 ³ byte	1.024 ³ byte
Terabyte	1.000 ⁴ byte	1.024 ⁴ byte
Petabyte	1.000 ⁵ byte	1.024 ⁵ byte
Exabyte	1.000 ⁶ byte	1.024 ⁶ byte
Zettabyte	1.000 ⁷ byte	1.024 ⁷ byte
Yottabyte	1.000 ⁸ byte	1.024 ⁸ byte

Concentriamo ora la nostra attenzione sui caratteri alfabetici necessari per scrivere un testo. Per avere una corretta rappresentazione digitale è necessario che non ci siano ambiguità, cioè a ogni carattere deve corrispondere un'unica sequenza di bit. Il primo passo verso una corretta rappresentazione è quindi l'identificazione della lunghezza della sequenza. Per stabilirla dobbiamo calcolare quanti bit servono per rappresentare un determinato insieme di simboli.

Riferendoci all'alfabeto inglese, dobbiamo rappresentare 95 simboli: 52 lettere (26 minuscole e altrettante maiuscole), 10 numeri, 20 segni per la punteggiatura, 10 segni per le operazioni aritmetiche e 3 caratteri di utilità (a capo, tab e backspace). Per rappresentare univocamente questi simboli abbiamo bisogno di sequenze di 7 bit (infatti con soli 6 bit avremmo 64 di-