InformaticaUmanistica

Lezione 9
Biblioteche digitali Audio/Video

Claudio Gennaro

ISTI - CNR

UNIVERSITÀ DI PISA

Riassunto

- **I metadati audiovisivi**
  - Introduzione
  - Note sullo standard MPEG-7
  - Il modello di ECHO
- **Le biblioteche digitali per documenti audiovisivi**
  - Introduzione
  - L’esempio di ECHO

metadati audiovisivi: motivazione

- **La produzione di dati multimediali è in continua crescita:**
  - TV digitale
  - CD Audio, DVD
  - Internet
- **La produzione di contenuti multimediali è diventata molto più facile.**

metadati audiovisivi: motivazione (cont)

- **Senza strumenti adeguati di ricerca, tutto questo patrimonio umano rischia di rimanere poco o per niente utilizzato.**
- **Un primo passo verso la soluzione di questo problema è sicuramente la realizzazione di standard di metadati per la descrizione dei contenuti multimediali, tali da permettere un'agevole descrizione dei contenuti audiovisivi, sui quali poter fare ricerche, selezioni, sincronizzazioni temporali e simili.**

metadati audiovisivi: problematiche

- **Il problema principale del contenuto audiovisivo è quello di essere molto più ricco e complesso del testo.**
- **Nell'Audio/Video questa strutturazione è implicita nel contenuto stesso del materiale.**
- **In teoria il contenuto audiovisivo prodotto ad esempio dai canali televisivi potrebbe essere senza grossi sforzi arricchito da metadati testuali utili per l'identificazione delle parti (es. la guida DVB - Digital Video Broadcast).**

metadati audiovisivi: problematiche

- **I metadati possono essere usati per descrivere caratteristiche di basso livello sul contenuto audiovisivo, come ad esempio la distribuzione dei colori di un'immagine oppure informazioni ancora più sintetiche ma a maggior contenuto semantico (es: la Reggia di Caserta).**

- **In ogni caso, il livello di astrazione dei metadati è influenzato dal modo con cui tali informazioni sono ottenute dal sistema: nel primo caso un programma di elaborazione di immagini può estrarle automaticamente dall'analisi della scena, nel secondo caso è indispensabile l'intervento di un operatore umano.**

metadati audiovisivi: esempi

- **Vedremo due importanti esempi di metadati per contenuti audiovisivi:**
- **MPEG-7 è uno standard internazionale sviluppato e promosso dal gruppo MPEG nel 2001**
- **ECHO è un modello realizzando nel progetto europeo ECHO per la gestione di filmati storici.**

Tipologie di metadati per documenti audiovisivi

- **Esistono in letteratura diverse classificazioni per i metadati che possono essere adottate per strutturare i metadati per audiovisivi.**
- **divideremo i metadati audiovisivi in due grandi gruppi:**
  - metadati per la *gestione del contenuto* e
  - metadati per la *descrizione del contenuto*.
- **Si noti come questo raggruppamento è valido anche per metadati non solo nell'ambito del multimediale.**

Metadati per la gestione del contenuto

- **Questo gruppo comprende tutti quei metadati che descrivono un oggetto generico (in teoria anche astratto) nella sua interezza, come se si trattasse di una scatola nera.**
- **Questi metadati possono essere a loro volta suddivisi in tre categorie:**
  - metadati di produzione
  - metadati d'uso
  - metadati di archiviazione

Metadati di produzione

- **I metadati di produzione contengono informazioni sul documento audiovisivo legate alla sua creazione e produzione.**
- **Questi metadati comprendono metadati tipici quali: il titolo, la casa di produzione, i nomi degli attori, il genere, il soggetto, la lingua, etc.**

Metadati d’uso

- **contengono informazioni relative ai diritti d’autore, il tipo d’uso che ne può essere fatto (vendita, noleggio, trasmissione, etc.).**

Metadati di archiviazione

- **permettono di fornire informazioni su come è memorizzato l'oggetto multimediale (che in teoria può non essere necessariamente digitale, come ad esempio una videocassetta).**
- **In particolare questi metadati comprendono informazioni sulla codifica adottata (per esempio MPEG-1, DivX, etc.).**
- **Nel caso in cui siano disponibili più versioni dello stesso oggetto multimediali, è possibile descrivere le varie versioni, raggruppando insieme informazioni comuni a tali versioni.**
- **Ad esempio lo stesso video può essere presente sia in versione MPEG-1 che in DivX con risoluzioni diverse, a loro volta i file associati potrebbero trovarsi in più copie su archivi differenti.**

Metadati per la descrizione del contenuto

- **Questi metadati contengono informazioni specifiche alla tipologia dei dati a cui sono associati e ne descrivono il loro contenuto.**
- **Ad esempio nel caso di documenti testuali i metadati della descrizione del contenuto potrebbero comprendere la struttura del testo in capitoli, sezioni, etc.**
- **In generali qualsiasi informazione utile ad identificare elementi o parti che compongono un documento possono essere definiti come metadati per la descrizione del contenuto.**

Metadati per la descrizione del contenuto

- **Tra le tante tipologie di metadati per la descrizione del contetunuto audiovisivo vedremo i seguenti esempi:**
  - Caratteristiche di basso livello per il video e per l'audio
  - Oggetti
  - Segmentazione del video
  - Estrazione del parlato

Caratteristiche di basso livello per il video

- **Il video può essere visto come composto da una serie di immagini che si susseguono in rapida sequenza, ed un sonoro ad sincronizzato.**
- **Le immagini contengono molte informazioni utili, non a caso la ricerca su come recuperarle basandosi sul loro contenuto informativo è da anni e lo è ancora oggetto di ricerca.**
- **Un tipo di approccio molto utilizzato con le immagini è quello di effettuare ricerche per similarità. In generale, verificare se un'immagine è uguale ad un'altra o analizzare quanto è simile ad un'altra, è un problema complesso e difficile anche da definire.**

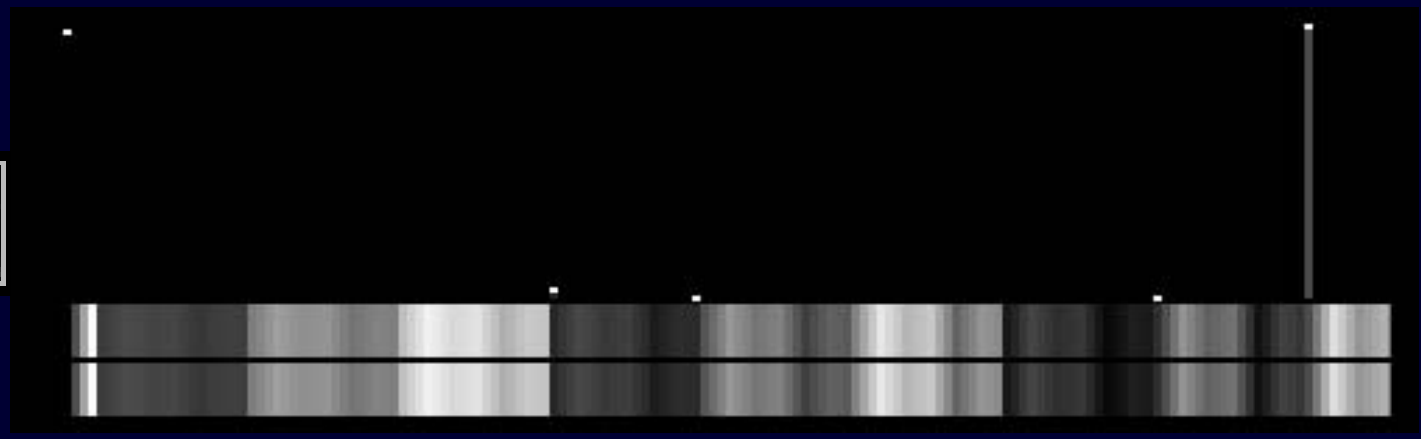
Fotogramma (immagine): ricerche per similarità

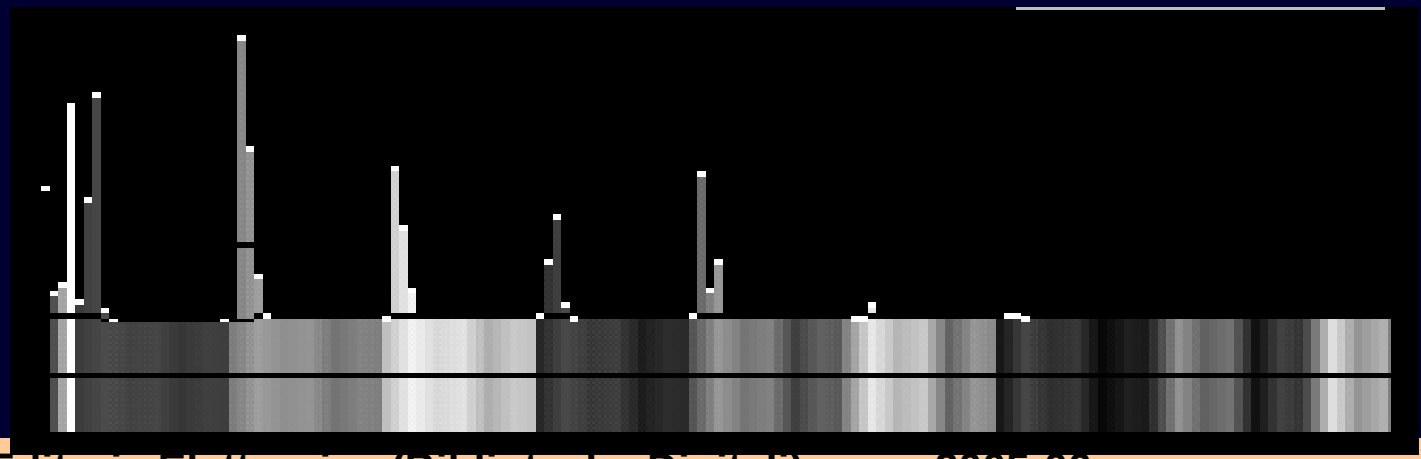
- **Sicuramente confrontare ogni singolo punto (*pixel*) di un'immagine con un'altra non è un modo intelligente di affrontare il problema.**
- **È preferibile estrarre delle informazioni sintetiche utili per effettuare ricerche per similarità. Queste informazioni sono chiamate *features*. Dietro una specifica feature esiste un modello matematico in grado di sintetizzare uno specifico aspetto di un'immagine: la distribuzione dei colori, la tessitura, le forme, etc.**

Istogramma dei colori

- **Lo spettro dei colori dell'immagine viene divisa in porzioni e si analizza quanti pixel con un certo intervallo di colori compare nell'immagine.**

Istogramma dei colori - esempi

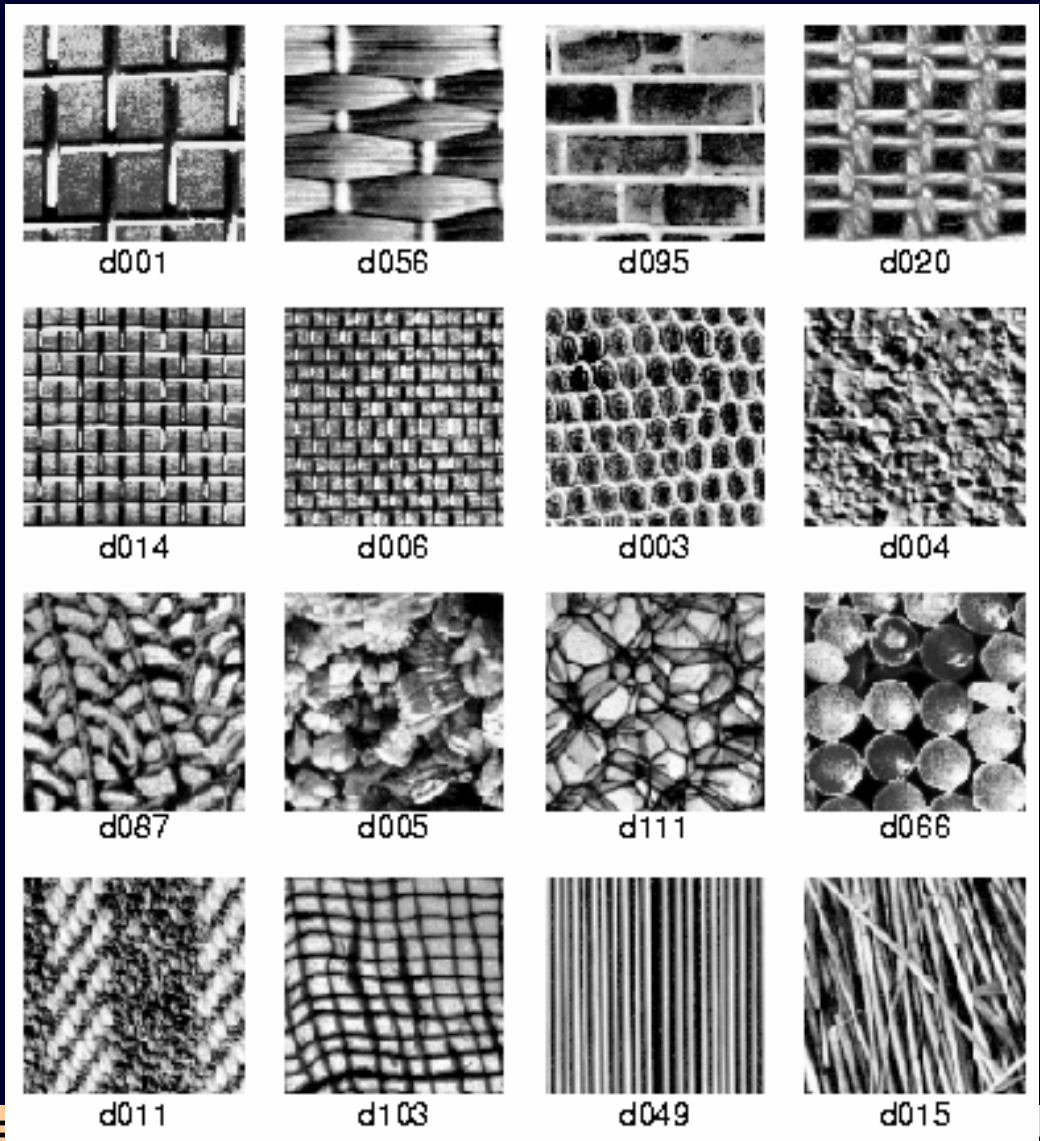




Tessitura

- **La tessitura rappresenta un mezzo utile per mettere in luce regolarità nell'intensita dei colori in immagine.**

Tessitura - esempio



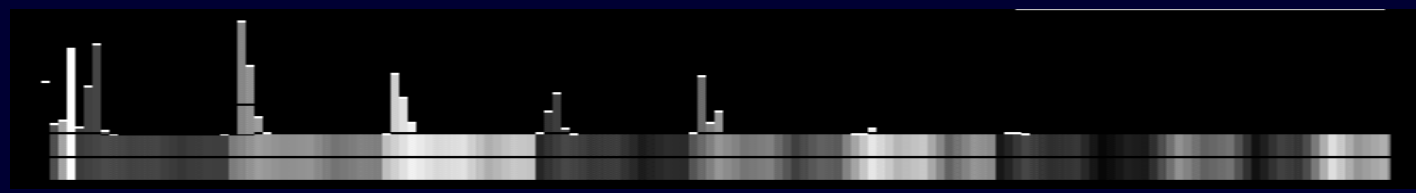
Forme

- **Si basa sull'identificazione di segmenti omogenei per colore o tessitura**

Ricerca per similarità

- **Le informazioni estratte dalle immagini, chiamate features, sono codificate come una serie di numeri che possono essere confrontati con una opportuna funzione di distanza.**

10,1,7,10,0,0,0,…



- **Dal confronto ne ricava la loro similarità**

Ricerca per similarità

- **È importante notare come queste features se confrontate singolarmente possono portare a risultati inaspettati, ad esempio un cetriolo verde può essere tranquillamente essere riconosciuto simile ad una bottiglia verde, se si analizzano solo i colori.**
- **Tuttavia, se la similarità viene calcolata analizzando contemporaneamente ai colori anche la forma e la tessitura, sarà possibile discriminare meglio i due oggetti.**

Il concetto di Keyframe

- In realtà realizzare un sistema che permetta di cercare su tutti i fotogrammi di un filmato è poco vantaggioso e dispendioso. Difatti un video realizzato nello standard televisivo europeo PAL è composto da 25 fotogrammi al secondo.
- Quindi un'ora di video in PAL è composto da 25X60X60=90.000 fotogrammi, una quantità enorme se si pensa che un sistema di archiviazione può contenere migliaia di ore di video, inoltre di molti di questi fotogrammi sono simili tra loro.
- Per ovviare a questo problema si utilizzano solo un sotto insieme dei fotogrammi del video, i keyframes (fotogrammi chiave). Un keyframe è un fotogramma particolare che rappresenta adeguatamente una scena di un video.
- I keyframes vengono generati durante la fase di identificazione delle scene discussa nel seguente paragrafo.

Il concetto di Keyframe (cont)

Analisi del movimento

- **Considerare il video come una semplice sequenza di immagini può essere riduttivo, infatti i fotogrammi di un video sono tra loro correlati temporalmente.**
- **L'estrazione di features del moto forniscono un modo efficace per effettuare ricerche attraverso la dimensione temporale. Queste features permettono di descrivere in modo sintetico informazioni sul movimento di oggetti nel video o della cinepresa.**
- **Un esempio tipico è la feature che descrive la quantità di moto un presente in una certa scena. Dato che la quantità di moto è semplicemente uno scalare (vale a dire un numero) è possibile ridurre il numero di fotogrammi su cui effetture la ricerca usando la similarità per immagini.**
- **Ad esempio volendo cercare delle scene di calcio da programmi televisivi può essere utile ridurre l'insieme di fotogrammi da cercare a quelli che posseggono una quantità di moto superiore ad una certa soglia. Dopodichè è possibile selezionare le immagini che contengono ad esempio un prato verde.**

Oggetti

- **Il riconoscimento del contenuto di un video è senz'altro la sfida più importante che vede impegnati molti ricercatori sia del mondo accademico che industriale.**
- **Il miglioramento di queste tecniche di riconoscimento potrebbe un giorno colmare quello che è chiamato in inglese semantic gap, ossia il divario semantico, che rappresenta oggi il più grosso ostacolo nella ricerca su dai multimediali. Il semantic gap è in pratica la differenza tra quello che l'utente percepisce e quello il sistema automatico riconosce.**

Oggetti (cont)

- **Oggi si riescono a riconoscere automaticamente abbastanza bene scritte all'interno di un'immagine (e quindi in un video), e si riesce ad identificare un certo insieme di oggetti bene definiti come, automobili, animali, volti, etc.**
- **Attenzione però a non confondere il concetto di identificazione con riconoscimento. Il primo implica semplicemente l'individuazione all'interno di un'immagine di un'area in cui probabilmente è contenuto un oggetto noto (ad esempio un volto); il secondo, oltre l'identificazione del volto implica anche, appunto, il riconoscimento della persona.**

Riconoscimento di scritte all'interno di immagini

- **Il riconoscimento di scritte all'interno di un'immagine non è un'operazione complessa. In una prima fase si identificano le regioni che contengono testo, isolando parti dell'immagine che hanno elementi peculiari dei caratteri tipografici.**
- **In seguito i segmenti individuati vengono elaborati in modo da accentuare i caratteri rispetto al resto, aumentando ad esempio il contrasto.**
- **In fine la parte estratta viene analizzata da un programma OCR (Optical character recognition) che estrae il testo.**

Riconoscimento di scritte all'interno di immagini (cont.)

OCR

- IN DIRETTA
- L'ADDIO DELL'ITALIA AI CADUTI DI NASSIRIYA
- SKY TG24
- 11.36

Identificazione

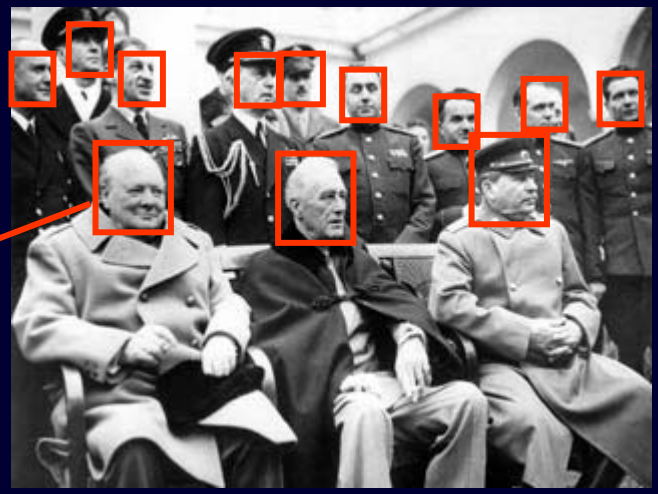
Identificazione e riconoscimento di volti

- **Per ottenere al riconoscimento di un volto è necessario prima indentificarlo.**
- **Esistono decine di metodi di identificazione di volti, la maggior parte si basano sui colori o sulla ricerca di schemi predefiniti come ad esempio occhi-naso-bocca. I più promettenti utilizzano tecniche che si basano sull'approccio delle reti neurali.**
- **I problemi da affrontare nell'identificazione di un volto sono svariati. Un volto può essere illuminato in modo insufficiente, trovarsi di profilo, ci possono essere altri volti nella stessa inquadratura o esserci altri elementi di disturbo come animali o cose. Sono quindi frequenti falsi positivi e falsi negativi.**

Identificazione e riconoscimento di volti

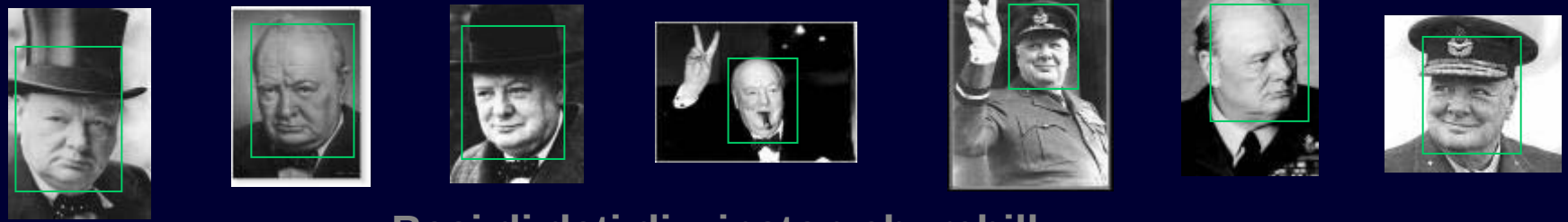
- **Un volto, una volta identificato (tipicamente viene racchiuso in un rettangolo), può essere inviato ad una procedura per il suo riconoscimento.**
- **Per questa fase è necessario avere uno o più modelli della persona da riconoscere, non è pensabile realizzare un sistema che riesca a riconoscere chiunque. I modelli possono essere utilizzati per creare un base di conoscenza con la quale è possibile annotare un video con i personaggi riconosciuti.**

Identificazione e riconoscimento di volti



winston churchill

Confronto

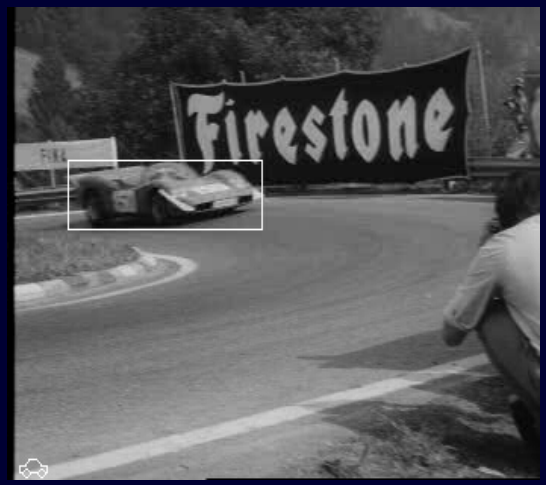


Basi di dati di winston churchill

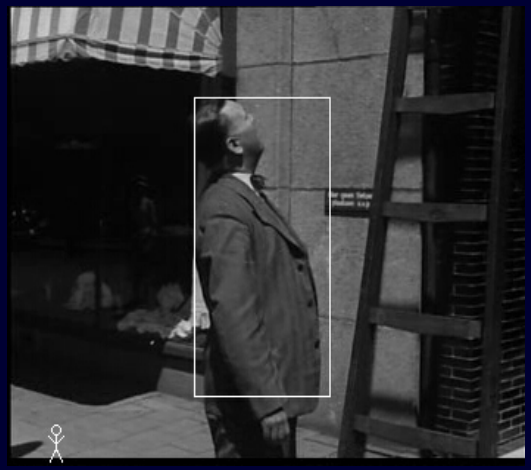
Identificazione di oggetti

- **L’identificazione di oggetti è una problematica ancora più ampia della precedente.**
- **In generale nel caso di oggetti si parla semplicemente riconoscimento piuttosto che identificazione in quanto, quasi sempre, il secondo implica necessariamente il primo. Se devo identificare un cavallo necessariamente lo avrò anche riconosciuto come tale. Questa distinzione è però necessaria per oggetti particolari come le scritte e i volti.**
- **Quando si cerca di individuare diversi oggetti in un’immagine generalmente si procede ripartendo l’immagine in segmenti significativi che sono poi confrontanti con una base di conoscenza costituita da modelli vari, ad esempio aeroplani, automobili, biciclette, etc.**

Esempio: Automobili



Esempio: persone




Segmentazione del video

- **La segmentazione del video è la decomposizione temporale del contenuto visuale in unità più piccole.**
- **I segmenti del video sono normalmente, dal più grande al più piccolo, noti come *sequenze*, *scene*, *shots* e fotogrammi.**
- **Lo shot è formato da una serie di fotogrammi che identificano una singola azione della telecamera.**
- **La scena è una sequenza di shots che appartengono ad uno stesso contesto, ad esempio la scena di un inseguimento d'auto sempre presente in un film di Hollywood.**
- **In fine, una sequenza è un segmento video composto da più scene correlate semanticamente, ad esempio un episodio all'interno di un film.**

Segmentazione del video (cont.)

- **Il processo di segmentazione si basa sul partizionamento delle sequenze video in shots che sono più facili da identificare.**
- **Tipicamente gli shot vengono di solito rilevati automaticamente e vengono rappresentati da uno o più keyframes.**
- **Gli algoritmi per l'estrazione degli shots sono utilizzati anche da programmi per l'editing video per facilitare la navigazione nel video e si basano sulla determinare la transizione temporale da uno shot all'altro.**
- **Esistono due tipi di transizioni, quelle improvvise (*cuts*) e quelle per graduali, come la dissolvenza.**
- **Un caso particolare di dissolvenza sono la *fade-in* e la *fade-out* che sono delle transizioni del video dal buio o verso il buio rispettivamente.**

Identificazione delle transizioni

- **Le transizioni vengono rilevate analizzando le differenze di due fotogrammi consecutivi.**
- **Queste differenze possono essere rilevate osservando la variazione di colore dei singoli pixel, se molti pixel dei due fotogrammi sono cambiati allora esiste una buona probabilità di aver individuato una transizione.**
- **Gli svantaggi di questa tecnica sono due: è molto sensibile ai movimenti della cinepresa, e bisogna lavorare sul video già in forma decompressa. A volte, invece di analizzare singoli pixel, si analizzano alcune statistiche di blocchi di pixel (colore medio, varianza del colore, etc.).**

Identificazione delle transizioni (cont.)

- **Un altro tipo di approccio analizza le differenze dell'istogramma dei colori di due fotogrammi successivi. Se la differenza tra i due istogrammi supera una certa soglia predefinita, il punto di passaggio tra i due fotogrammi viene marcato come transizione.**
- **Algoritmi più sofisticati analizzano la variazione su un tempo più lungo (ossia un numero di fotogrammi maggiore di due). In modo da rilevare anche variazioni lente di una scena (dissolvenze).**

Identificazione delle scene

- **L'identificazione delle scene, vale a dire il rilevamento di transizioni nel contenuto audiovisivo dal punto di vista semantico, invece che fisico (come quello degli shots), è molto più difficile da ottenere ed ancora oggetto di ricerca. La soluzioni adottate richiedono un alto livello di analisi del contenuto audiovisivo, e si basano su tre tipi di strategie:**
  - l'identificazione di manifestazioni locali (dal punto di vista temporale) basata sulle regole cinematografiche di produzione, che possano far pensare ad una transizione più macroscopica. Come ad esempio, effetti di transizione, comparsa/scomparsa di musica dalla colonna sonora.
  - il raggruppamento secondo vincoli temporali: si basa sull'idea che gruppi di contenuti correlati semanticamente tendono ad essere localizzati temporalmente. Quindi solo gli shots che cadono all'interno di una predefinita soglia temporale vengo eventualmente aggregati in un unica scena.
  - l'uso di modelli a priori sulla base soggetto: si affidano alla conoscenza a priori del tipo di contenuto: notizie, sport, etc.

Estrazione del parlato

- La ricerca di parole o frasi all'interno della trascrizione del parlato può essere sorprendentemente efficace nel recupero di informazioni in documenti audiovisivi. L'utilità del testo estratto dipenderà naturalmente dal tipo di documento audiovisivo.
- Ad esempio il parlato di documentario o di un telegiornale è fortemente correlato con quello che è mostrato nel video. Viceversa, in un film il parlato caratterizza poco una scena dal punto di vista semantico, in quanto i personaggi in un film normalmente (come d'altra parte succede nella realtà) non commentano le scene in cui sono coinvolti.
- Inoltre, mentre in un documentario c'è un solo narratore che parla e che scandisce bene le parole, in un film non succede altrettanto e spesso più persone sono coinvolte nella conversazione parlano insieme.

Estrazione del parlato (cont.)

- **L'estrazione del parlato è un processo particolarmente complesso, che si basa su principi simili a quelli utilizzati dai programmi di dettatura.**
- **A differenza di questi ultimi però l'estrazione del parlato deve fronteggiare diversi problemi come l'ambiente (sovrapposizione di rumori, suoni, musica o riverberi), la qualità di registrazione, le caratteristiche parlatore (sesso, età, proprietà di pronuncia, stato emotivo).**
- **Ovviamente il risultato di questi algoritmi è affetto da errori, però è stato dimostrato che anche con una percentuale di errori del 50%, l'efficacia della ricerca sul testo è soddisfacente. Il riconoscimento del parlato utilizza i seguenti tre fasi di riconoscimento:**
  - *Riconoscimento acustico*. Utilizza un modello che descrive il suono dei singoli fonemi del parlato.
  - *Riconoscimento delle parole*. Utilizza un modello del lessico che descrive quali sequenze di fonemi rappresentano parole valide.
  - *Riconoscimento di frasi*. Utilizza un modello linguistico il quale determina la probabilità che una specifica parola sia stata pronunciata, sulla base della lingua del parlatore.

Note sullo standard MPEG-7

Il gruppo MPEG

- **MPEG-7 è uno standard realizzato dal gruppo MPEG (Moving Picture coding Experts Group), gli stessi degli standard MPEG-1, MPEG-2 ed MPEG-4.**
- **Il gruppo MPEG nasce nel 1988 all'interno di ISO, l'International Standard Organisation, per sviluppare gli standard di codifica per la rappresentazione di immagini in movimento e audio, nel contesto della memorizzazione di tali informazioni su supporti digitali (Digital Media Storage).**

Gli standard MPEG-1,2 e 4

- **Lo scopo MPEG-1, MPEG-2 ed MPEG-4 è stato quello di realizzare standard per la rappresentazione, memorizzazione e compressione di contenuti digitali di tipo audiovisivi.**
- **Nel caso di MPEG-1 e 2 lo scopo principale è quello di permette la codifica di video in forma digitale compressa.**
- **Lo standard MPEG-4 introduce, tra le tante cose, l'interattività (cioè la possibilità di creare contenuti digitali in grado di interagire con l'utente attraverso la tastiera e il mouse) e la possibilità di creare oggetti sintetici 3D. Mentre nel caso di MPEG-1 e 2 il contenuto digitale può essere visto come un unico flusso audio/video con MEPEG-4 è possibile creare, mappe interattive, animazioni, interfacce di apprendimento, etc.**

Uso di MPEG

- **MPEG-1 viene molto utilizzato per distribuire video nel Web, e il suo formato compressione audio (chiamato MPEG-1 Audio Layer III) è noto come MP3.**
- **MPEG-2 viene utilizzato per trasmettere Video attraverso il satellite (la comune TV satellitare digitale) ed è utilizzato come formato di codifica per i video dei DVD.**
- **MPEG-4 è soprattutto utilizzato per il suo elevato livello di compressione video. La incarnazione più famosa di MPEG-4 è il DivX (molto utilizzata per registrare interi film in pochissimo spazio) che è una versione di MPEG-4 realizzata da Microsoft, successivamente "rubata" eliminando alcune limitazioni inserite da Microsoft e resa disponibile al pubblico.**

Perché è necessario comprimere?

- **La compressione video è importantissima, per convincersene si pensi che se non si usassero sistemi di compressione per i dati, un solo minuto di video registrato su un hard disk o su un DVD come semplice sequenza di immagini occuperebbe ben 1.270 MB.**
- **Questo significa che un comune film di 95 minuti (1h e 35') a 25 fotogrammi/sec occuperebbe 120 GB e un comune DVD da 4.7 GB potrebbe contenere solo 4 minuti di video (circa il 4%).**

Perché è necessario comprimere? (cont.)

- **Comprimendo un video utilizzando MPEG-2 in un DVD, vale a dire 4.7GB, si riesce ad inserire circa 80 minuti di filmato (si ricordi che DVD-ROM commerciali hanno una dimensione doppia in quanto dotati di un doppio strato).**
- **Utilizzando DivX si riescono ad inserire nello stesso spazio circa 5 ore di film con una qualità paragonabile al DVD-ROM commerciale.**

MPEG-3 ?

- **L’MPEG-3 non è mai esistito in quanto era stato inizialmente pensato per la TV digitale ad alta risoluzione, ma per ottenere tale qualità è stato sufficiente apportare alcuni piccoli miglioramenti allo standard MPEG-2.**

Scopo di MPEG-7

- **L'MPEG-7 nasce con uno scopo totalmente diverso dai i suoi predecessori:**
- **MPEG-1, MPEG-2 ed MPEG-4 servono per rappresentare il contenuto multimediale ("the bits"),**
- **MPEG-7 serve per rappresentare informazione sul contenuto ("the bits about the bits") ossia "i bits che parlano di bits", in pratica stiamo parlando di metadati.**

Il modello di metadati di MPEG-7

- **Il lavoro di definizione dello standard MPEG-7 è iniziato nel 1996 ed ha portato ad una prima versione nel 2001. Originariamente denominato "Multimedia Content Description Interface" ha lo scopo di introdurre uno standard per la descrizione di contenuti audiovisivi in modo da permetterne la ricerca.**
- **MPEG-7 consente di associare ai contenuti audiovisivi una specie di etichetta costituita da un insieme di "descrittori" che ne rappresentano le caratteristiche principali:**
- **nel caso di un brano musicale, ad esempio la sequenza di note oltre naturalmente al nome dell'autore, del cantante, la casa discografica, l'anno di pubblicazione;**
- **nel caso di un film, invece, la trama, il nome del regista, degli attori, del produttore, dello sceneggiatore, la colonna sonora ed anche il trailer e le scene principali.**

Il modello di metadati di MPEG-7 (cont.)

- **Attraverso interrogazioni (*query*) apposite sarà possibile effettuare ricerche sui contenuti multimediali presenti in Rete, esattamente come già facciamo sui testi attraverso gli appositi motori di ricerca, per trovare esattamente ciò che cerchiamo.**

Il modello di metadati di MPEG-7 (cont.)

- **Oltre ad informazioni di tipo testuale, come autore, titolo, data di creazione, etc. MPEG-7 permette di agganciare al contenuto audiovisivo anche features dell'audio e del video, che sono state descritte nella precedente sezione.**
- **Al fotogramma di un video MPEG-7 permette di associare delle features del colore, forma, e tessitura. Ricevendo sul nostro computer un filmato così arricchito sarà possibile effettuare una ricerca all'interno del video utilizzando come interrogazione una nostra immagine e ottenendo come risultato i fotogrammi del video più simili.**
- **In modo del tutto analogo esisto features sul audio che permettono di descrivere, ad esempio, il timbro di uno strumento musicale. Queste features nello standard MPEG-7 vengono chiamati Descrittori (*Descriptors*).**

Il modello di metadati di MPEG-7 (cont.)

- **È importante puntualizzare che MPEG-7 definisce solo il formato da usare per descrivere queste descrizioni e non le metodologie usate per estrarle.**
- **Infatti, per lo scambio, ricerca, ecc. è necessario conoscere solo il formato delle descrizioni, non come sono state ottenute. Questo permette di avere uno standard che si "adatta" alle evoluzioni tecnologiche (nuovi algoritmi di estrazione di features possono essere utilizzati senza modificare lo standard)**

Componenti dello standard MPEG-7

- **Descriptors (D) Rappresentazione di una feature. Definisce la sintassi, il tipo di dato, i valori permessi e la semantica della rappresentazione di una feature (ad esempio RGB-Color:[integer, integer, integer], vale a dire che un colore è descritto da tre numeri interi che rappresentano le intensità del rosso, verde e blu);**
- **Description Schemas (DS) Insieme di Descriptors e di altri Description Schemas. Definisce anche la struttura e la semantica delle relazioni tra i vari Ds e DSs.**
- **Description Definition Language (DDL) Permette di definire nuovi Ds e DSs e di estendere quelli esistenti. Meccanismo utilizzato per l'estensione del modello.**

MPEG-7 e XML

- **linguaggio scelto per descrivere le istanziazioni di Ds e DSs di MPEG-7 è XML.**
- **Questo perché XML è molto flessibile e potente. Inoltre, esiste un gran numero di strumenti per creare, processare e manipolare documenti scritti in XML.**
- **Anche il DDL è basato su XML, in realtà si tratta di una versione estesa dell'XML Schema del W3C.**

Descriptors

- **I Descriptors sono le features predefinite di MPEG-7 e ne descrivono la sintassi e la semantica.**
- **Generalmente per D si intende una feature percettiva di basso livello di un oggetto multimediale che può essere estratta automaticamente. Ad esempio un istogramma dei colori di un'immagine.**
- **Esistono comunque anche D per features di alto livello per oggetti semantici, eventi e concetti astratti, etc., i quali sono tipicamente prodotti attraverso l'intervento umano.**

Descriptors (cont.)

- **In MPEG-7 vi sono sia Ds visuali e sia Ds per l'audio.**
- **Facciamo un esempio concreto consideriamo il descrittore visuale *Dominant Color* (colore dominante), che, come si intuisce, fornisce una descrizione compatta dei colori rappresentativi in un'immagine o una regione di un'immagine.**

Descriptors (cont.)

- **Ad esempio un'immagine completamente rossa verrebbe descritta con il descrittore Dominant Color con il seguente spezzone XML:**

```
<VisualDescriptor xsi:type="DominantColorType">
   <SpatialCoherency>31</SpatialCoherency>
   <Value>
      <Percentage>31</Percentage>  ← definisce la percentuale di colore
      <Index>255 0 0</Index>          ← definisce il colore (rosso in questo caso)
      <ColorVariance>1 0 0</ColorVariance>
   </Value>
</VisualDescriptor>
```

Descriptor Schemes

- **Attraverso un DS, MPEG-7 permette di combinare insieme più D o anche altri DS per creare delle strutture più complesse. Alcuni di questi sono predefiniti nello standard MPEG-7, altri ne possono essere definiti attraverso il linguaggio DDL.**
- **Con un DS si può mettere, ad esempio, insieme una descrizione testuale di una scena e alcuni descrittori visuali per un keyframe della scena.**
- **I Ds e DSs sono organizzati nello standard in tre gruppi fondamentali: *Multimedia Description Schemes*, *Visual Descriptors* e *Audio Descriptors*.**
- **Il primo gruppo contiene una serie di Ds e DSs che permettono di descrivere oggetti di tutti tipi visivi, audio e testuali. Mentre Gli altri due gruppi sono usati per descrivere oggetti prettamente visuali e audio, rispettivamente. Per esempio, il D Dominant Color visto sopra fa parte Visual Descriptors.**
- **A loro volta i tre gruppi visti sopra sono organizzati in sotto categorie.**

Multimedia Description Schemes

- **è organizzato nelle seguenti sotto categorie:**
  - *Basic Elements*,
  - *Content Management*,
  - *Content Description*, *Navigation and Access*,
  - *Content Organization* e
  - *User Interaction*.

Basic Elements

- **definisce un insieme di elementi basilari che permettono poi di definire oggetti più complessi. Ad esempio, vettori di numeri, stringhe, riferimenti, identificatori univoci, etc. Ad esempio, per definire direttamente un'immagine è possibile utilizzare Il formato *inline* di ImageLocator come segue:**

```
<ImageLocator>
   <InlineMedia type="image/jpeg">
      <MediaData>/9j/4AAQSkj2345h234h5k2h34...</MediaData>
   </InlineMedia>
</ImageLocator>
```

Content management

- **permette di descrivere informazioni collegate all'amministrazione del contenuto. Dati legati al tipo di compressione, multimediale, proprietario, etc.**
- **In pratica sono metadati per la gestione del contenuto di cui abbiamo parlato**

Content management (esempio)

```
<CreationInformation>
  <Creation>
    <Creator>
      <Role>
        <Name>Photographer</Name>
      </Role>
      <Person>
        <Name>
          <GivenName>Seungyup</GivenName>
        </Name>
      </Person>
    </Creator>
    <CreationCoordinates>
      <CreationLocation>
        <Name xml:lang="en">Columbia University</Name>
      </CreationLocation>
      <CreationDate>
        <TimePoint>1998-09-19</TimePoint>
      </CreationDate>
    </CreationCoordinates>
  </Creation>
</CreationInformation>
```

Content management (esempio)

```
<MediaInformation>
  <MediaProfile master="true">
    <MediaFormat>
      <Content href="urn:mpeg:mpeg7:cs:ContentCS:2001:1">
        <Name xml:lang="en">image</Name>
      </Content>
      <FileFormat href="urn:mpeg:mpeg7:cs:FileFormatCS:2001:1">
        <Name xml:lang="en">jpeg</Name>
      </FileFormat>
      <VisualCoding>
        <Format colorDomain="color“
                        href="urn:mpeg:mpeg7:cs:VisualCodingFormatCS:2001:1">
          JPG
        </Format>
        <Frame height="480" width="704"/>
      </VisualCoding>
    </MediaFormat>
    <MediaInstance id="mastercopy">
      <MediaLocator>
        <MediaUri> http://www.ee.columbia.edu/~ana/alex&ana.jpg </MediaUri>
      </MediaLocator>
    </MediaInstance>
  </MediaProfile>
</MediaInformation>
```

Content description

- **permette una rappresentazione delle informazioni percepibili (contenuti del documento multimediale).**
- **Ad esempio si possono definire segmenti di un video come scene, oppure aspetti semantici e concettuali come la descrizione concettuale di un'immagine in cui due persone si stringono la mano.**
- **In pratica sono metadati per la descrizione del contenuto di cui abbiamo parlato**

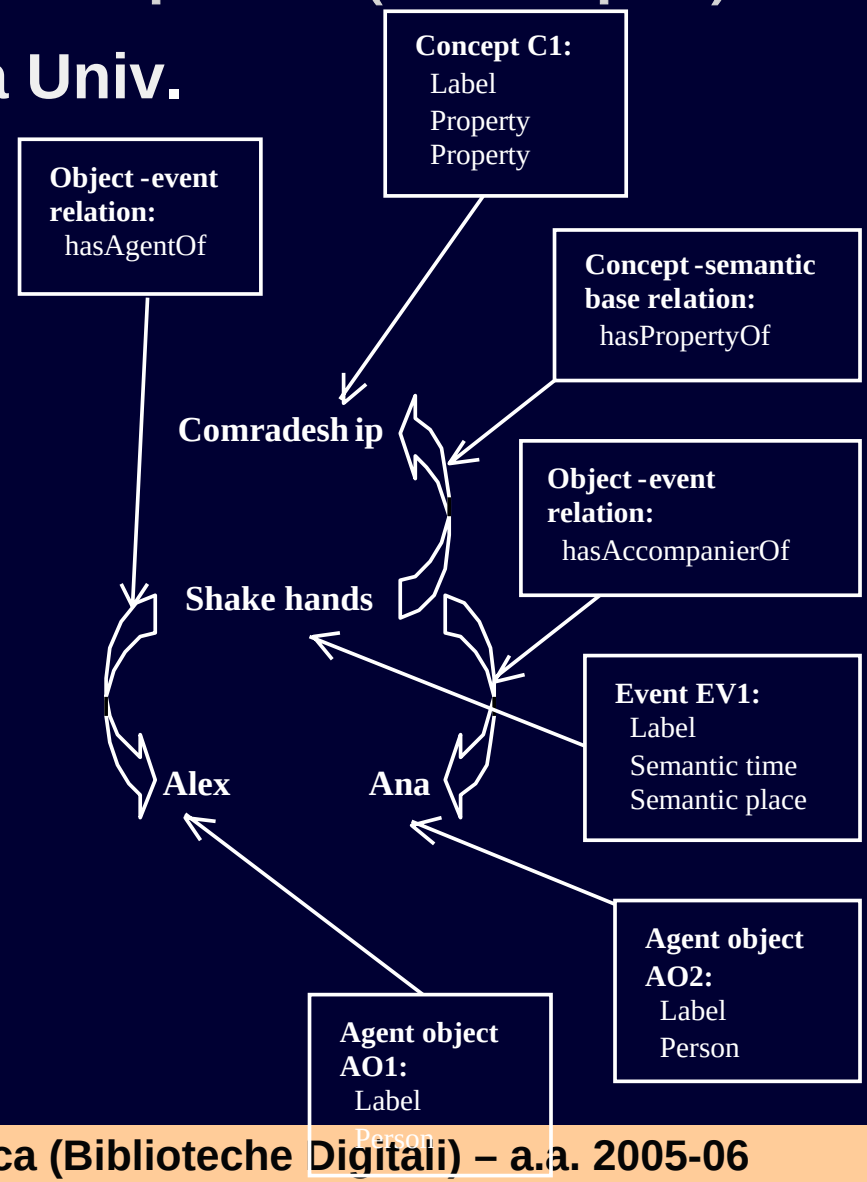
Content description (esempio)

example from Columbia Univ.

Ana & Alex

September 9, 1998

Columbia University



Content description (esempio)

```
<Semantic>
  <Label><Name>Alex shakes hands with Ana </Name></Label>
  <SemanticBase xsi:type="EventType" id="EV1">
    <Label><Name>Shake hands</Name></Label>
    <Relation xsi:type="ObjectEventRelationType“ name="hasAgentOf“ target="#AO1"/>
    <Relation xsi:type="ObjectEventRelationType“ name="hasAccompanierOf“ target="#AO2"/>
    <Relation xsi:type="ConceptSemanticBaseRelationType“ name="hasPropertyOf" target="#C1"/>
    <SemanticPlace> <Label> <Name>Columbia University</Name> </Label> </SemanticPlace>
    <SemanticTime> <Label> <Name>September 9, 1998</Name> </Label> </SemanticTime>
  </SemanticBase>
  <SemanticBase xsi:type="AgentObjectType" id="AO1">
   <Label> <Name>Alex</Name> </Label>
   <Agent xsi:type="PersonType"> <Name><GivenName>Alex</GivenName></Name> </Agent>
  </SemanticBase>
  <SemanticBase xsi:type="AgentObjectType" id="AO2">
   <Label> <Name>Ana</Name> </Label>
   <Agent xsi:type="PersonType"> <Name> <GivenName>Ana</GivenName> </Name> </Agent>
  </SemanticBase>
  <SemanticBase xsi:type="ConceptType" id="C1">
   <Label> <Name>Comradeship</Name> </Label>
   <Property>Associate</Property>
   <Property>Friend</Property>
  </SemanticBase>
</Semantic>
```

Content organization

- **fornisce DS per l'organizzazione di collezioni dati multimediali. In questo modo è possibile rappresentare proprietà di collezioni di oggetti in base alle loro proprietà comuni.**

Navigation and access

- **fornisce DSs per facilitare la navigazione ed il recupero definendo sommari, viste e versioni dello stesso oggetto multimediale.**

User Interaction

- **permette di descrivere le preferenze e la storia dell'uso di un certo oggetto multimediale. Lo scopo è quello di permettere la personalizzazione dell'accesso ai contenuti multimediali.**

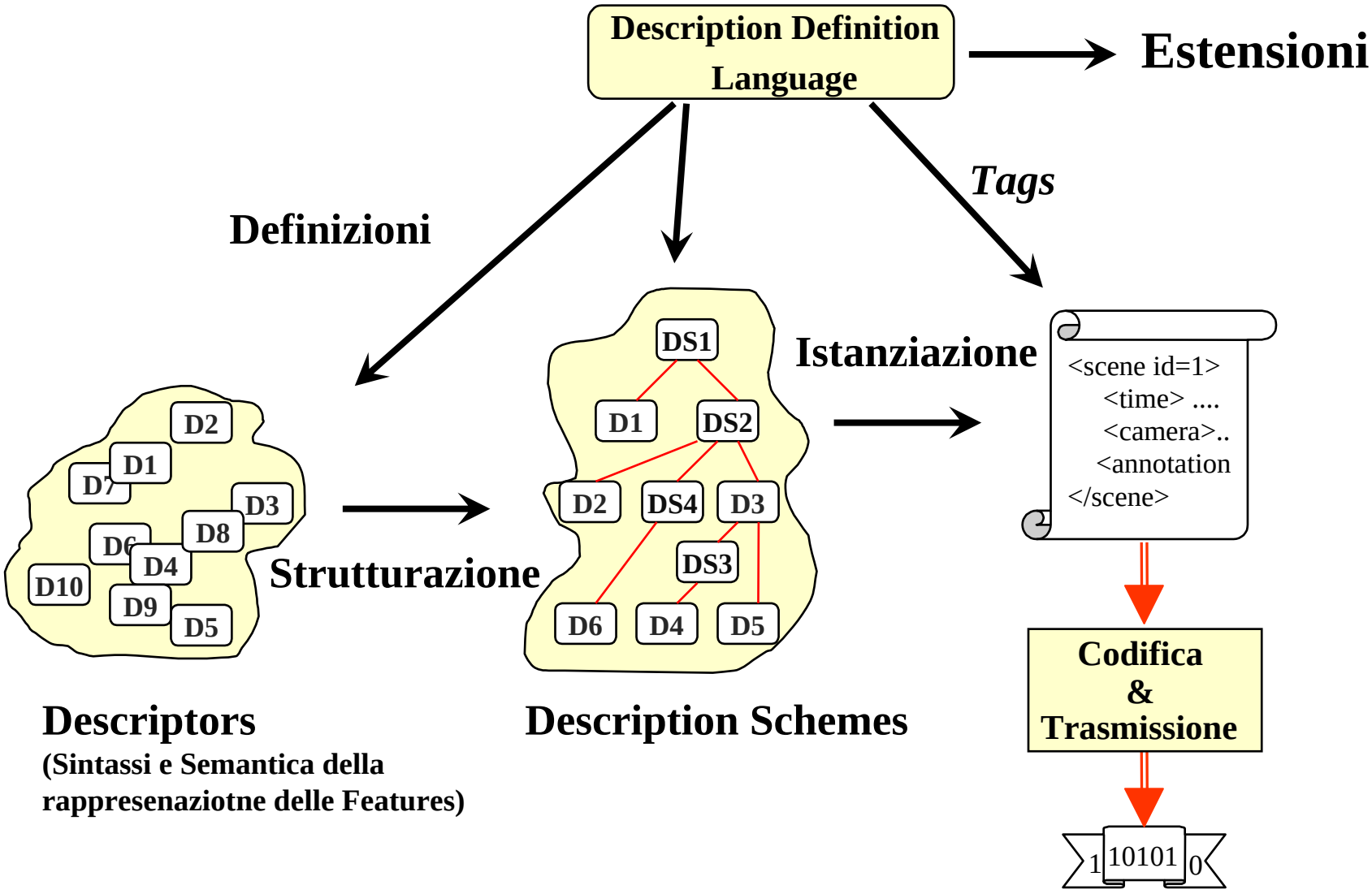
Visual e Audio Descriptors

- **Visual Descriptors è diviso in: *Color*, *Shape*, *Texture* e *Motion*. Queste quattro sotto categorie contengono definizioni di Ds del colore, tessitura, forma e movimento.**
- **Audio Descriptors comprende una serie di Ds e DSs che riguardano la scala, i mezzi per la descrizione di effetti sonori, i descrittori degli strumenti e il riconoscimento del parlato e di segmenti di silenzio uniforme.**

Description Definition Language

- **DDL è il linguaggio per la definizione di nuovi DS e nuovi descrittori. Permette l'*importazione* di dichiarazioni di schemi MPEG-7, la *ridefinizione* di D o DS esistenti, la *restrizione* di certi aspetti di D o DS esistenti, l'*estensione* di D o DS.**
- **DDL di fatto è una estensione del linguaggio XML Schema di cui si fatto cenno nel Capitolo 6.3. Le estensioni riguardano la definizione di tipi di dati non supportati da XML Schema utili per dichiarare array, matrici, istanti e intervalli temporali.**
- **DDL è organizzato in:**
  - XML Schema Structural Language Components;
  - XML Schema Data-Type Language Components;
  - MPEG-7 Specific Extensions.
- **Le prime due parti fanno parte dello standard W3C di XML Schema e concernono la dichiarazione di strutture XML e tipi di dati. L'ultima parte riguarda le specifiche estensioni introdotte da MPEG-7 di cui se ne è parlato sopra.**

componenti dello standard MPEG-7



Il modello di metadati di ECHO

Il progetto ECHO

- **ECHO (European CHronicle On-line) è un progetto finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del V programma quadro, realizzato con lo scopo di fornire una biblioteca digitale per l'accesso remoto a collezioni di documentari storici audiovisivi. L'architettura di ECHO fornisce un'infrastruttura software estendibile ed interoperabile per il supporto ad archivi di video digitali.**

Il modello Entità–Relazione

- **Per affrontare meglio la trattazione del modello di metadati di ECHO in questo paragrafo parleremo del modello descrittivo di tipo Entità–Relazione.**
- **Un modello di metadati definisce in modo chiaro ed univoco i metadati utilizzati da una biblioteca digitale. Esso è associato ad uno schema di una base di dati (dove sono memorizzati i metadati veri e propri).**
- **Nel caso di ECHO poiché i metadati sono memorizzati in un base di dati XML, il modello di metadati è realizzato attraverso uno schema XML. Descrivere il modello di ECHO parlando del suo schema XML è tuttavia scomodo, a tale scopo utilizzeremo invece il modello Entità–Relazione più semplice e comprensibile.**

Le entità

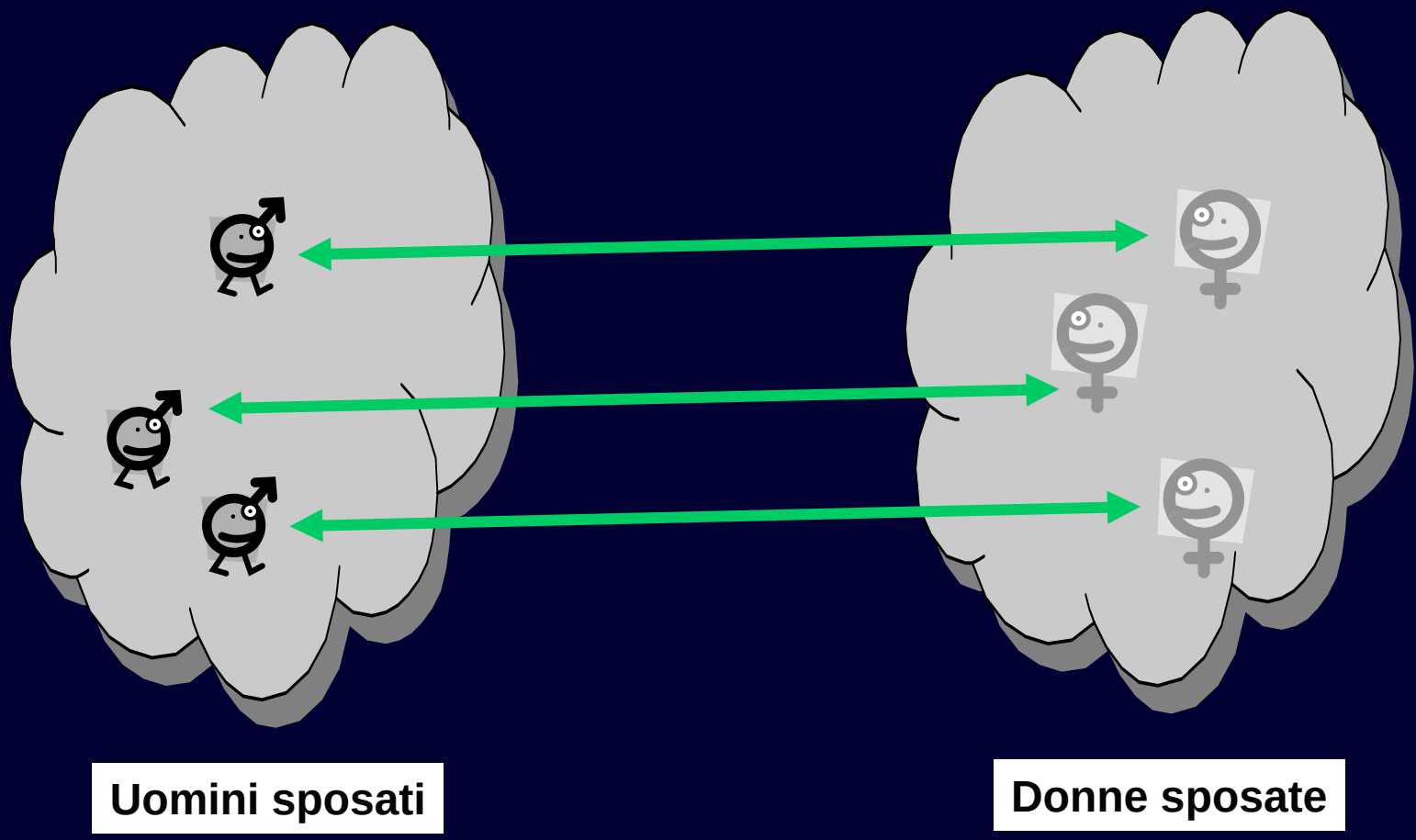
- Le Entità rappresentano classi di oggetti (cose, fatti ecc.) con proprietà comuni ed esistenza propria, indipendente dall'applicazione. Nel nostro caso ogni entità corrisponde ad un documento XML.
- Ogni entità possiede un certo numero di attributi, che nel nostro caso sono i campi dei metadati e corrispondono a elementi XML.
- Un'occorrenza di una entità è un oggetto della classe relativa.
- Ad esempio, nel modello ECHO esiste una classe chiamata Media che descrive una realizzazione di un documento audiovisivo come ad esempio un file MPEG contenente un filmato. I campi di metadati descrivono ad esempio il formato utilizzato, la compressione, il nome del file, etc.

Le relazioni

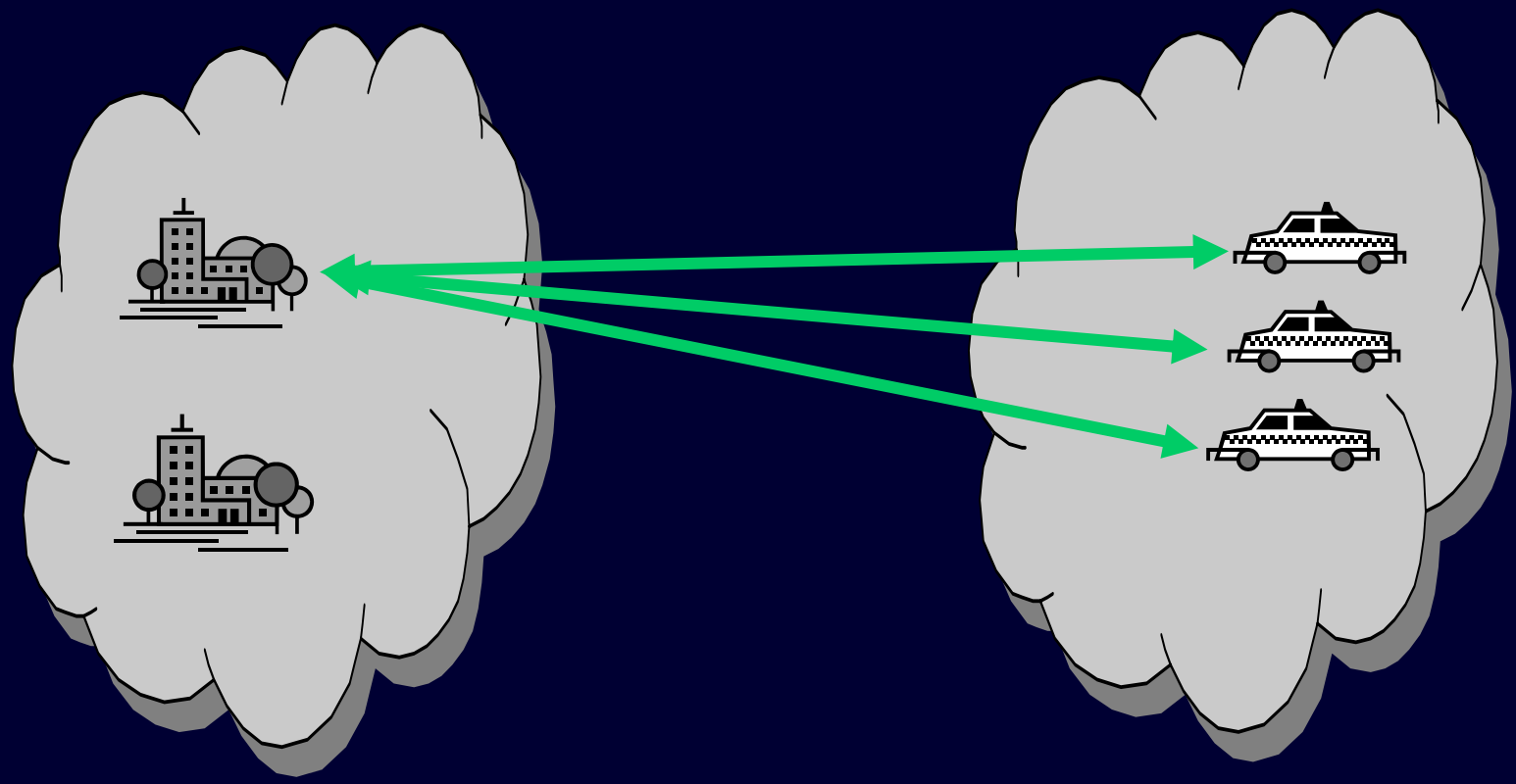
- **Le relazioni permettono di mettono di collegare tra loro le entità. Nel caso del modello ECHO una relazione è realizzata attraverso uno speciale campo che contiene uno o più URNs (Unique Resource Name) che altro non sono che dei identificatori unici di documenti XML.**

- **Date due entità arbitrarie di due classi A e B esistono tre tipi di relazioni che possono legarle:**
  - *uno–a–uno*, *fa corrispondere 1 oggetto di A ad 1 oggetto di B. Non può esistere alcuna oggetto, né di A né di B, che compaia due volte, abbinato ad oggetti diversi.*
  - *uno–a–molti*, *in tal caso ad un oggetto di A possono corrispondere più oggetti di B. Non è, invece possibile che lo stesso oggetto di B corrisponda a oggetti distinti di A.*
  - *molti–a–molti*, in tal caso a oggetti distinti di A possono corrispondere oggetti distinti di B e viceversa.

Esempio di relazione uno-a-uno



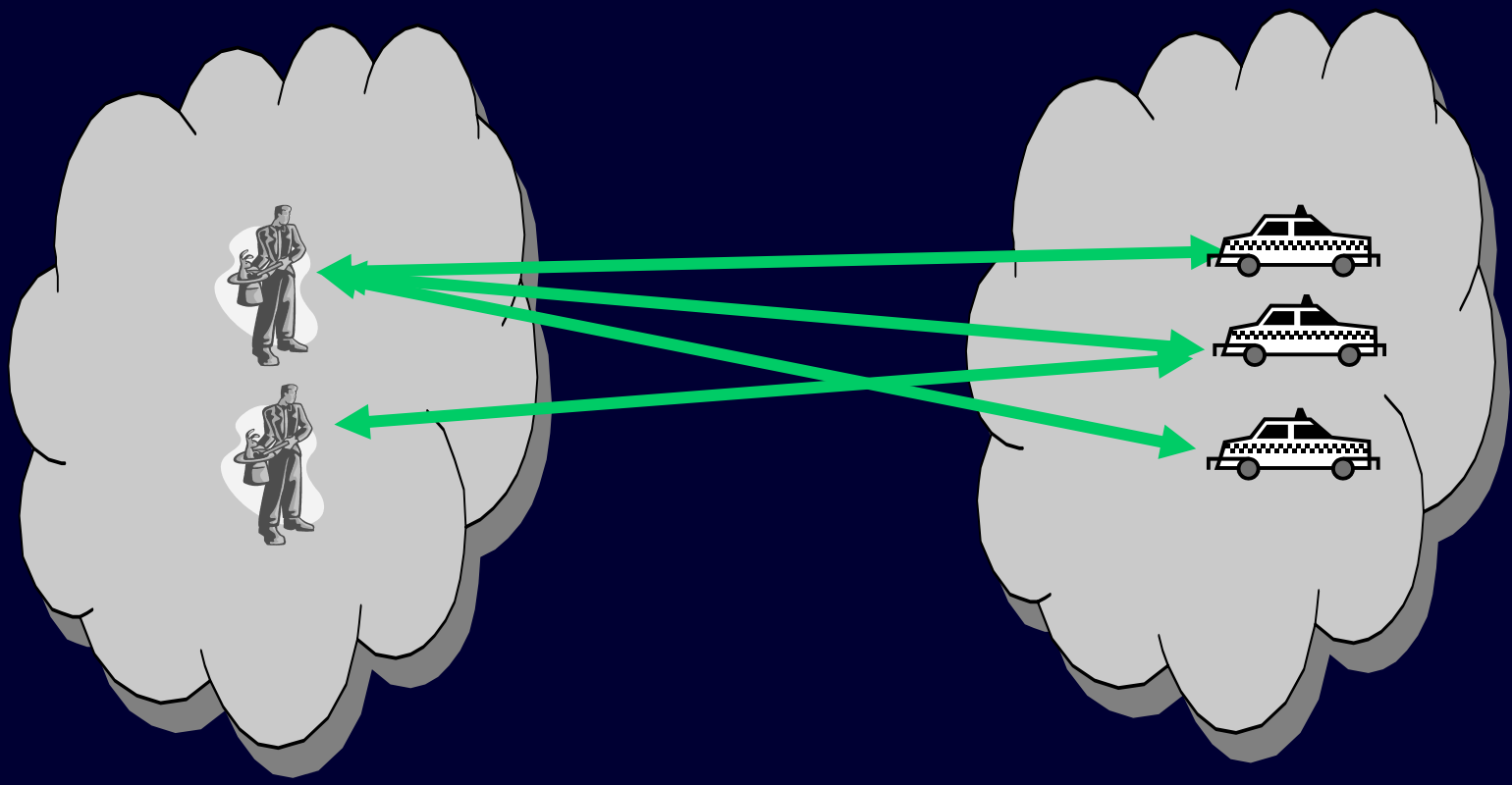
Esempio di relazione uno-a-molti



Compagnie di Assicurazione

Automezzi

Esempio di relazione molti-a-molti

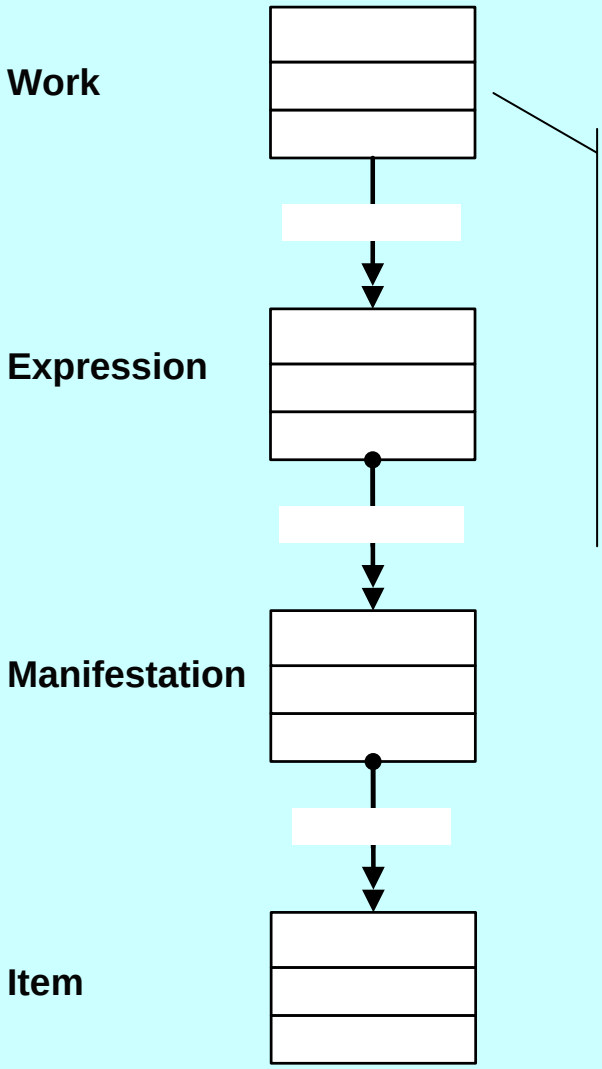


Il modello di ECHO

- **Il modello di metadati adottato in ECHO è un'estensione del modello di metadati *IFLA/FRBR*. Questo modello è strutturato in quattro livelli che descrivono diversi aspetti di un lavoro intellettuale o artistico: *Work*, *Expression*, *Manifestation* e *Item*.**

- **Le entità del modello sono organizzate secondo una gerarchia che ricalca questa organizzazione a livelli. In particolare, esistono quattro classi *AVDocument*, *Version*, *Media* e *Storage*, che corrispondono rispettivamente ai quattro livelli di IFLA/FRBR.**

Struttura del modello di ECHO



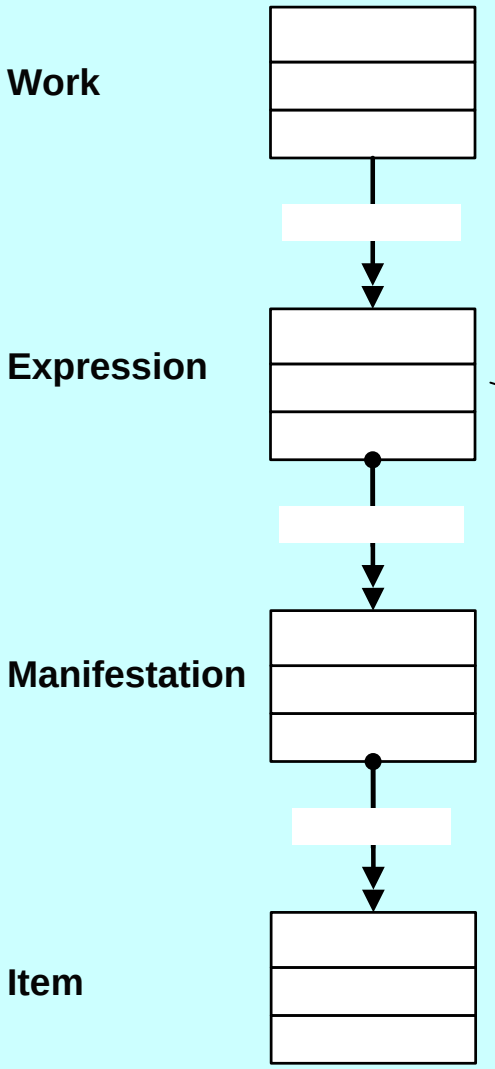
AVDocument è la più astratta. Essa fornisce la vista generale del lavoro intellettuale o artistico. Per esempio, supponiamo di voler descrivere un documento audiovisivo che ha per tema di "Giochi Olimpici di Berlino del 1936". Un'entità di tipo AVDocument rappresenterà l'idea astratta del documentario sui Giochi.

AVDocument

ExpressedBy

Version

Struttura del modello di ECHO



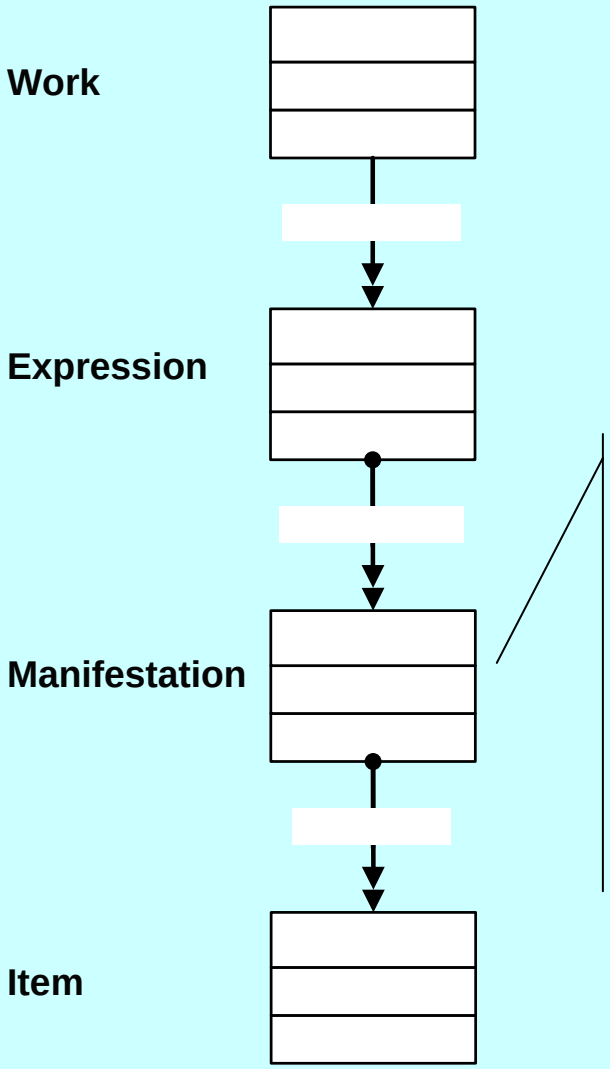
AVDocument

L'entità di tipo Version serve per rappresentare diverse versioni dello stesso film, per esempio, una versione in italiano, una in inglese oppure una versione ridotta.

ExpressedBy

Version

Struttura del modello di ECHO



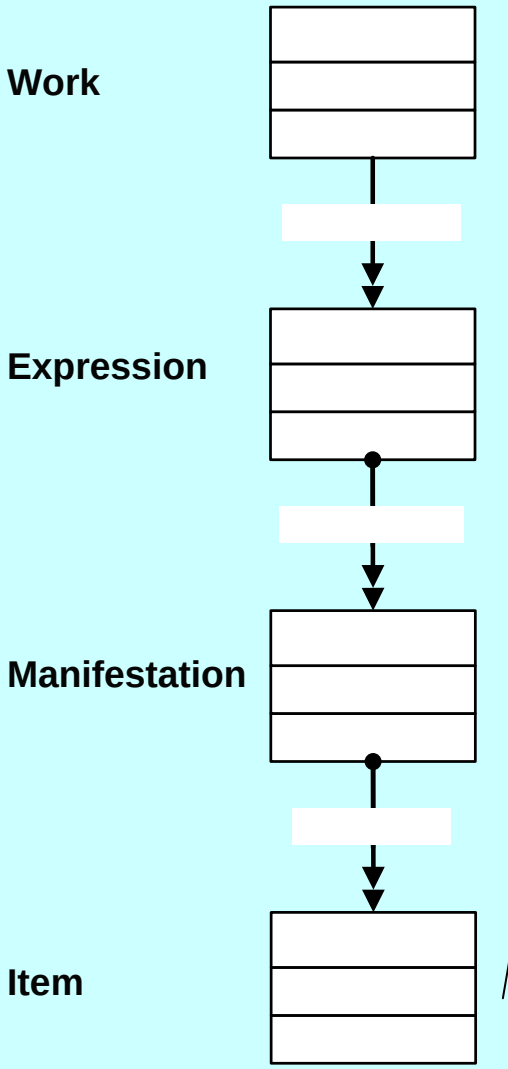
AVDocument

Un'entità di tipo Version non rappresenta una specifica realizzazione di un film. Questo aspetto può essere espresso per mezzo del livello di Manifestazione, attraverso l'entità Media. Per esempio, la versione dei Giochi in italiano potrebbe possedere due entità Media una corrispondente alla codifica MPEG-2 e una seconda corrispondente alla codifica in DivX.

ExpressedBy

Version

Struttura del modello di ECHO



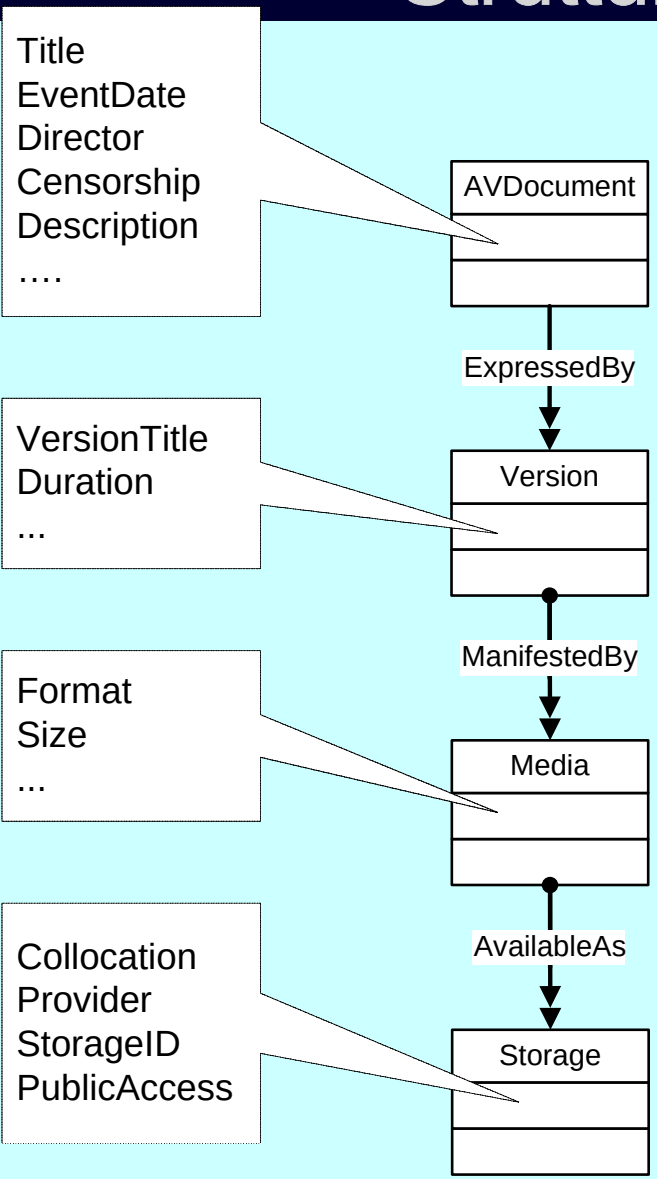
AVDocument

L'entità Media non corrisponde ad un'implementazione fisica vera e propria. Questo aspetto è espresso dall'entità di tipo Storage. Ogni Storage corrisponde ad una versione fisica veramente esistente, un DVD, un file, etc. Questo è utile per rappresentare copie multiple dello stesso oggetto. Ad esempio lo stesso Media corrispondente alla codifica MPEG potrebbe essere disponibile su più elaboratori, oppure essere memorizzato su di un CD-ROM depositato su uno scaffale.

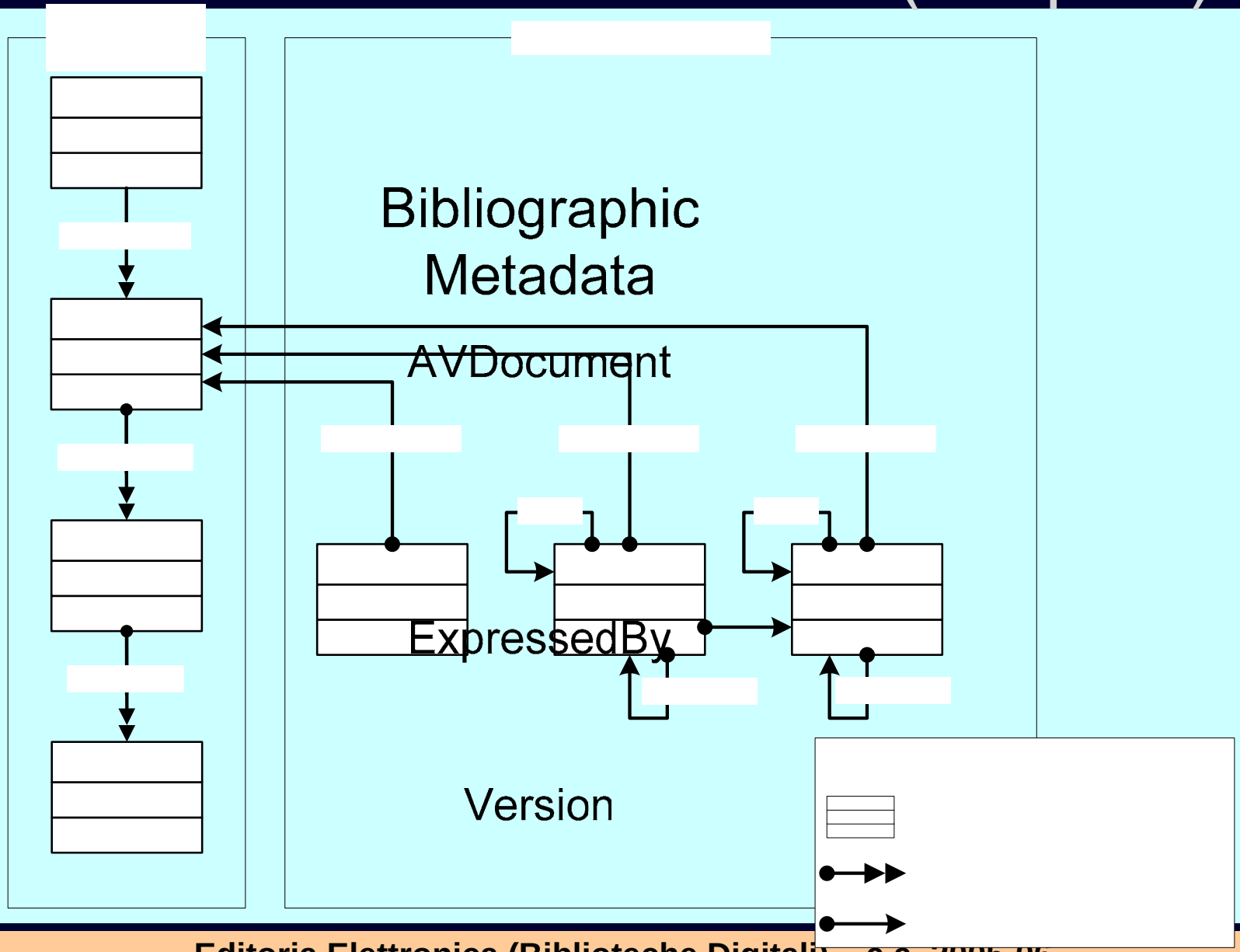
ExpressedBy

Version

Struttura del modello di ECHO



Struttura del modello di ECHO (completo)



Struttura del modello di ECHO

- **Per comodità le entità del modello di ECHO sono state organizzate secondo il raggruppamento visto sopra tra metadati per la *gestione* del contenuto e metadati per *descrizione* del contenuto. In particolare al primo gruppo, chiamato "Bibliographic Metadata" è costituito dalle quattro entità viste sopra. Il secondo gruppo, chiamato "Multimedia Metadata", contiene le entità (*Video*, *Audio* e *Transcript*).**

- **Formalmente queste entità appartengono al livello Expression del modello IFLA/FRBR e dispongono di una relazione di tipo PartOfVersion all'entità Version cui appartengono di tipo uno–a–uno.**

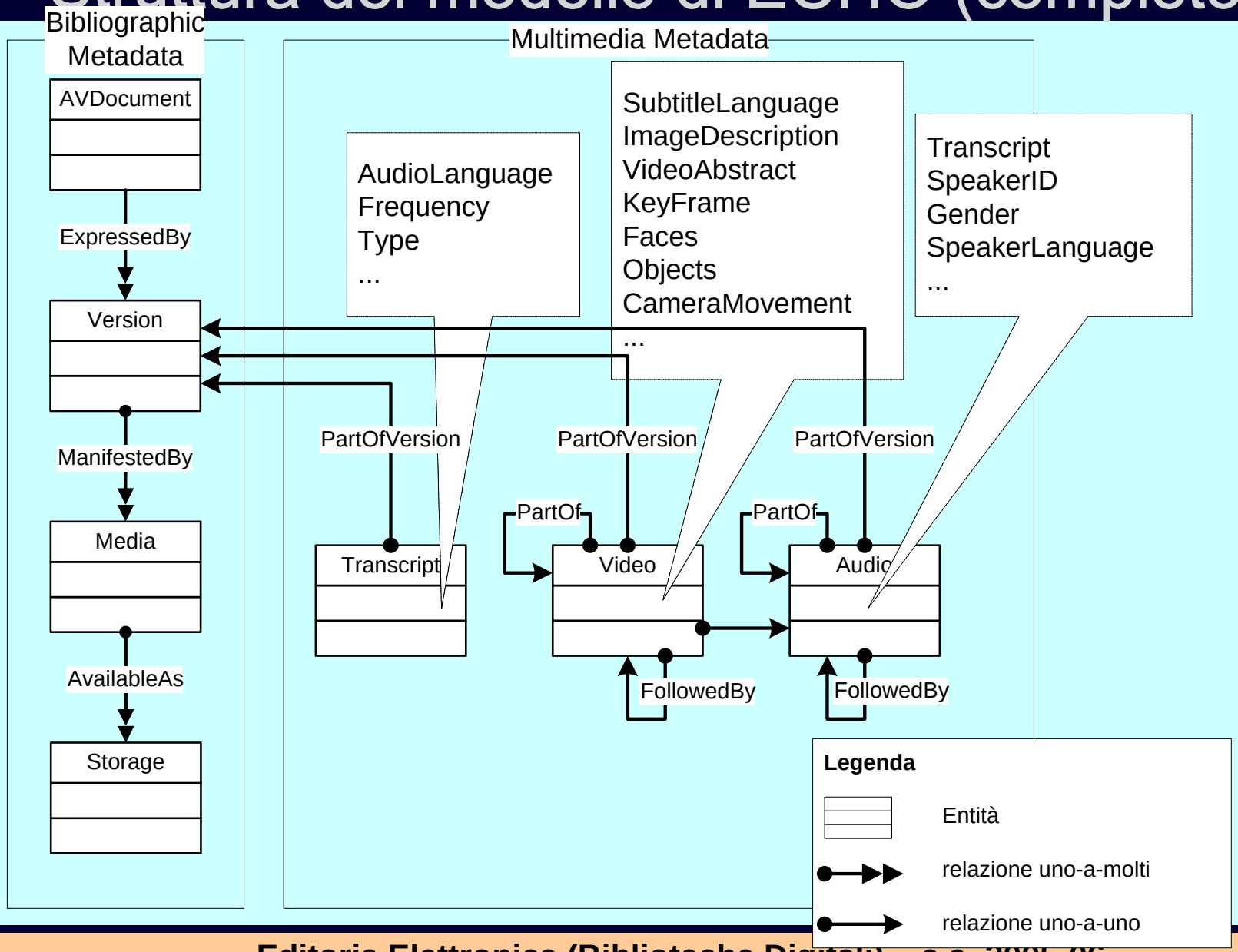
- **Questo significa che ad ogni oggetto Version possiamo associare un oggetto Video, un oggetto Audio e un oggetto Transcript. Essi rappresentano rispettivamente la segmentazione della parte visuale, audio e del parlato.**

- **Gli oggetti che riferiscono all'oggetto di tipo Version attraverso la relazione PartOfVersion sono indicati come oggetti principali e rappresentano il segmento temporale che corrisponde al documento audiovisivo nella sua interezza.**

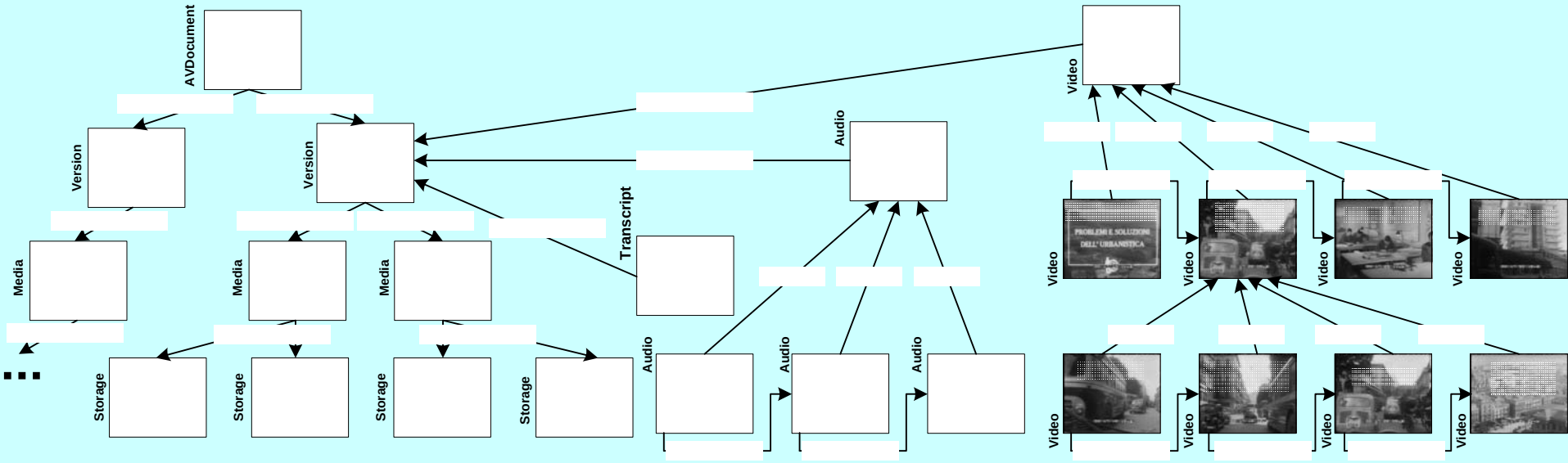
Struttura del modello di ECHO

- **Per rappresentare segmenti più piccoli (ad esempio una scena) si utilizza una nuova istanza di Video, Audio o Transcript utilizzando la relazione uno-a-uno PartOf.**
- **Ad esempio, l'intero filmato sui Giochi Olimpici sarà rappresentato da un oggetto di tipo Video, due attributi temporali indicano l'inizio e la fine della scena, che, in questo caso, coincideranno con l'inizio e la fine del filmato. Una sequenza all'interno del filmato sarà rappresentato da un oggetto video con opportuni limiti temporali, che avrà come PartOf l'URN dell'entità Video principale. E così via potrà esserci una scena all'interno di quest'ultima sequenza.**
- **I segmenti allo stesso livello sono collegati tra loro attraverso la relazione uno-a-uno FollowedBy che permette di esprimere la successione temporale e descrivere il tipo di transizione tra un segmento e l'altro (dissolvenza, taglio, etc.).**

Struttura del modello di ECHO (completo)



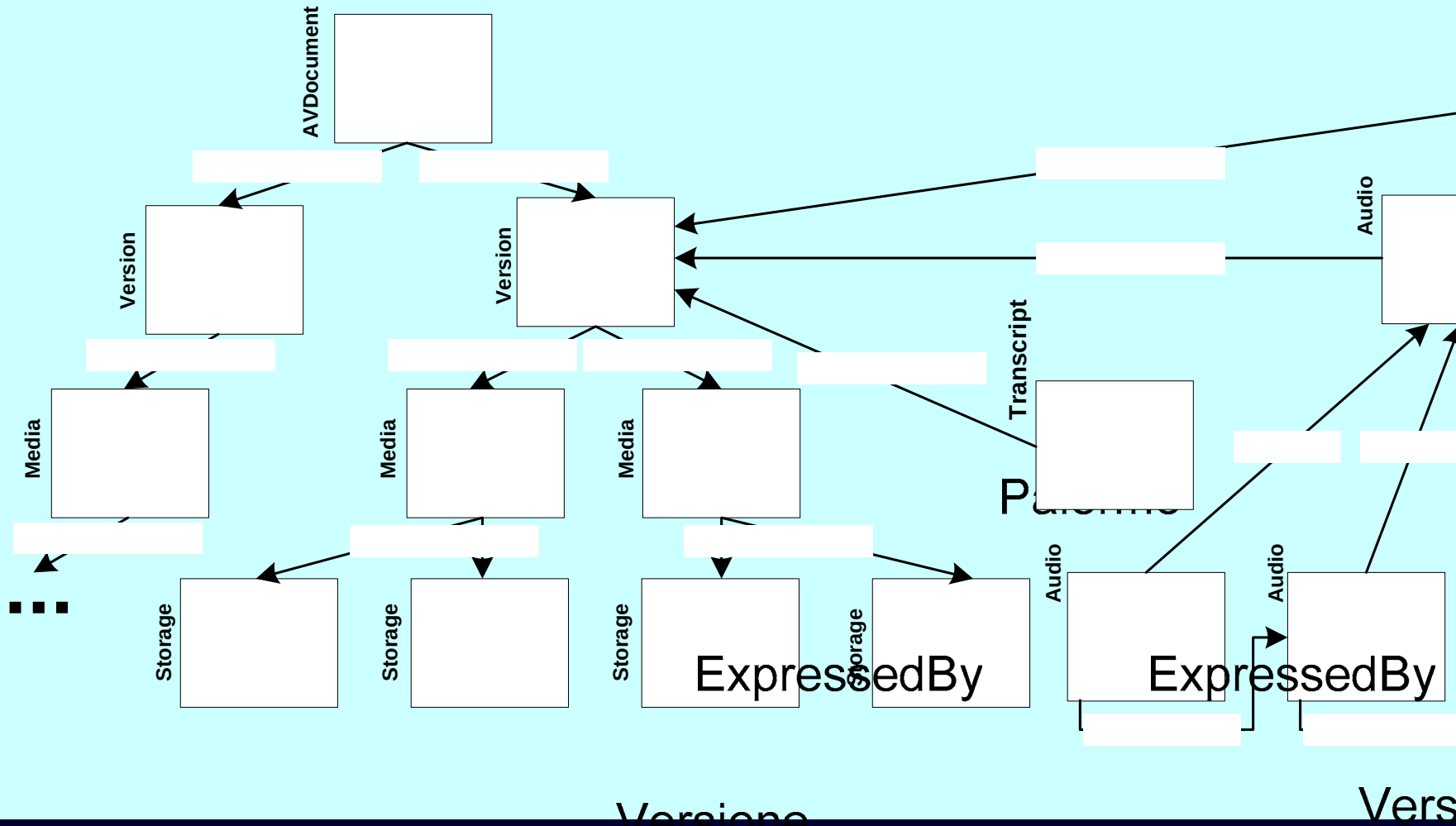
Esempio di istanza del modello di ECHO



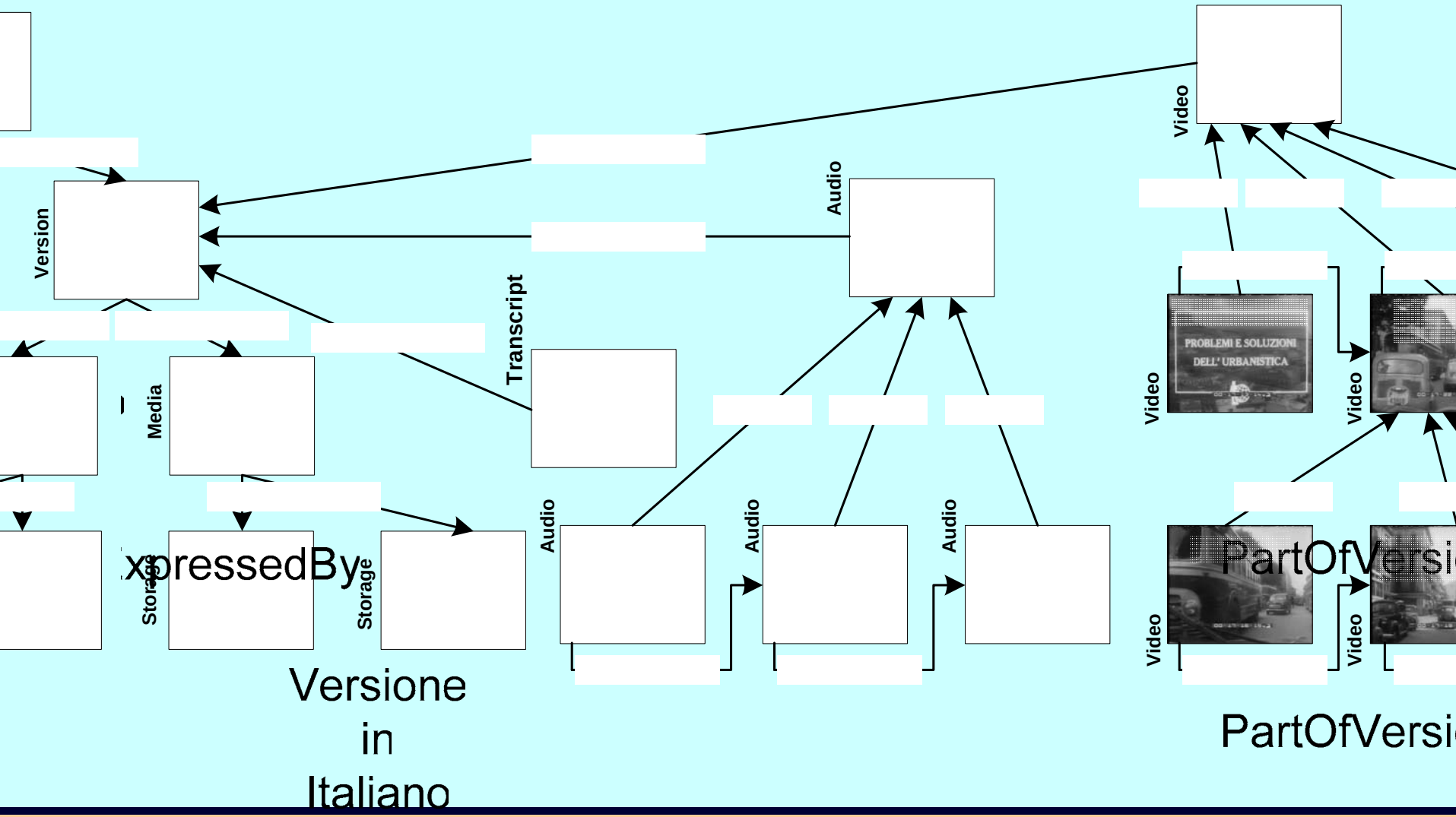
Palermo

ExpressedBy ExpressedBy PartOfVer

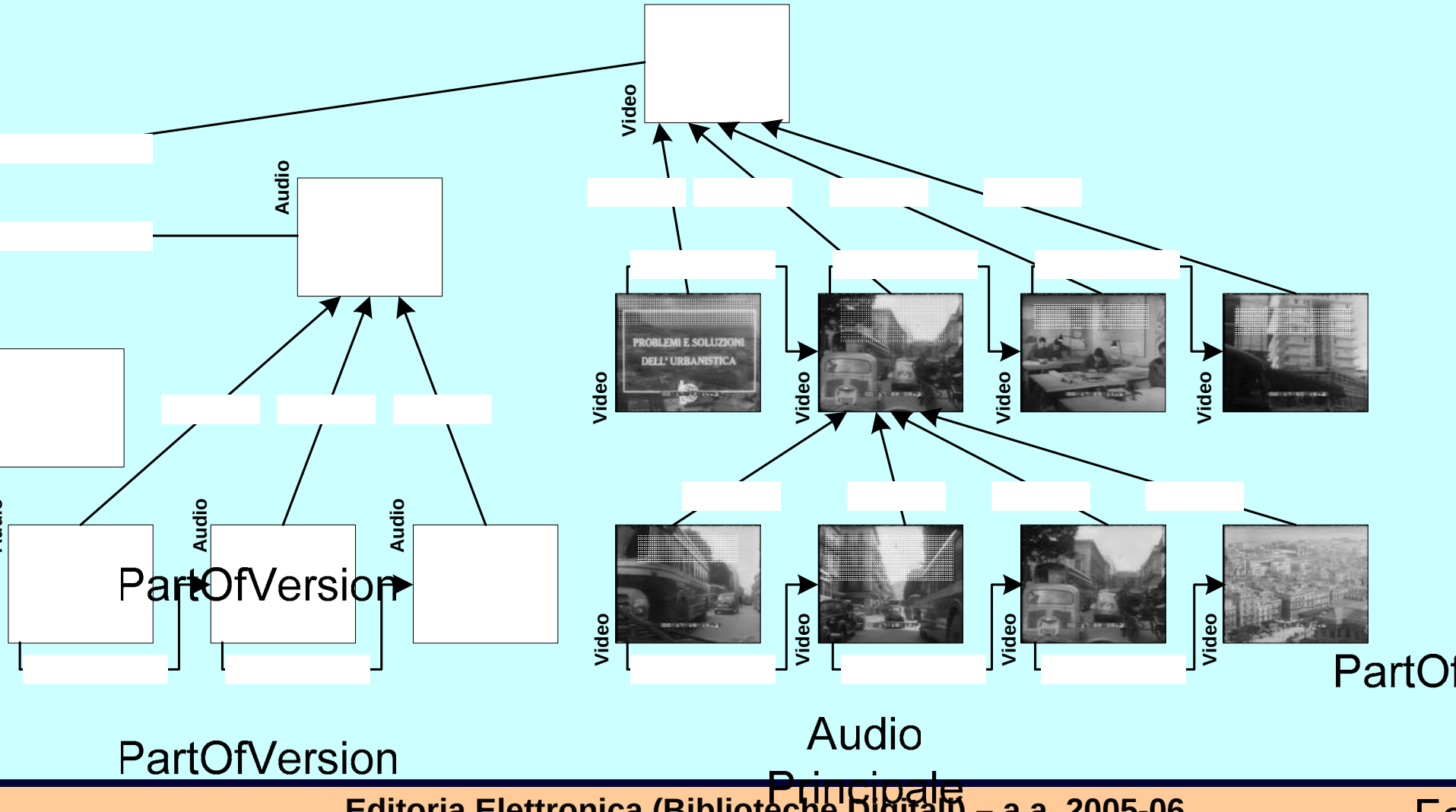
Esempio di istanza del modello di ECHO



Esempio di istanza del modello di ECHO



Esempio di istanza del modello di ECHO



Metadati Multilinguali

- I documenti di ECHO sono classificati secondo una gerarchia di categorie che permette un facile accesso a gruppi di documenti inerenti lo stesso argomento.
- In particolare i documenti di ECHO sono stati raggruppati in un certo numero di *Themes* (Temi), corrispondenti a importanti eventi del ventesimo secolo: “Dopo Guerra”, “Le Guerre Mondiali”, “Sport nel 20° secolo”, etc.
- A loro volta i documenti appartenenti ad un Theme sono divisi in un certo numero di *Subthemes* (Sottotemi); ad esempio il Theme “Dopo Guerra” è suddiviso in Subthemes quali “Comunità Europea”, “Emigrazione”, etc.
- In fine ad ogni documenti appartenente ad un Theme e un Subtheme è associato ad un certo numero di *Thematic Keywords* (Parole chiave tematiche). Ad esempio un documento del Subtheme “Comunità Europea” può essere associato alla Thematic Keyword “Piano Marshall”, “Italia ed Europa”, “Cambiamenti Geopolitici”, etc.

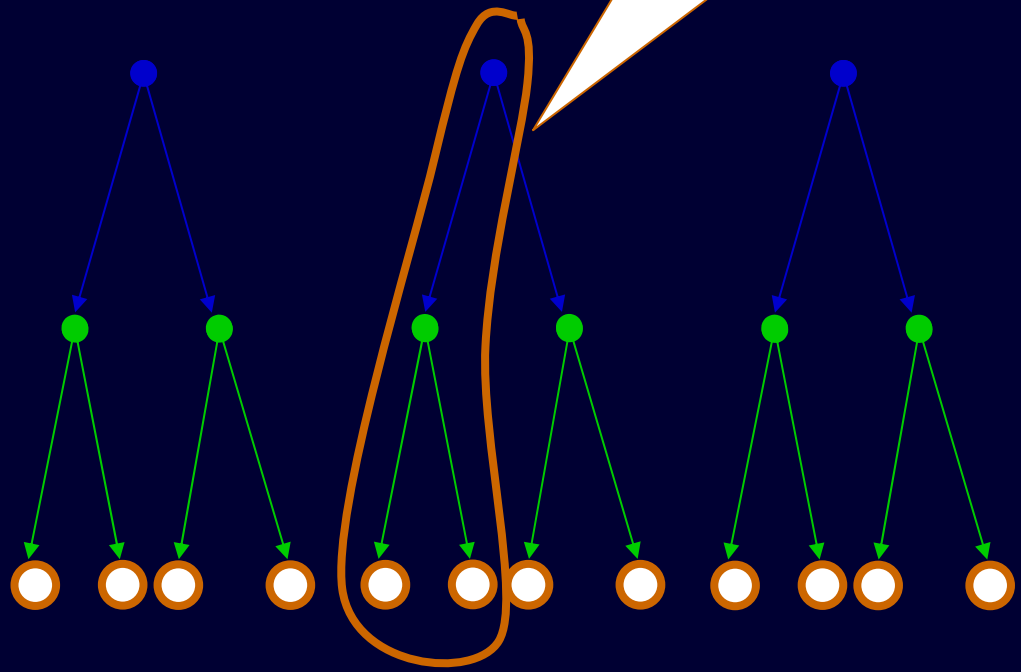
Metadati Multilinguali

Un AVDocument può essere associato ad un Thems, un Subtheme, e uno o più Thematic Keywords

Themes

Subthemes

Thematic Keywords



Metadati Multilinguali

- **Tutte le parole chiave associate ai Themes, Subthemes e Thematic Keywords sono chiamati campi multilinguali in quanto, sono stati memorizzati i un documento XML (themes.xml) nelle quattro lingue usate nel progetto (Italiano, Tedesco, Francese ed Olandese) più l'Inglese.**

- **Ogni AVDocument possiede tre campi specifici che permettono di associare un documento ad un Theme, Subtheme ed uno o più Thematic Keywords, tuttavia i valori contenuti in questi campi sono quelli corrispondenti alla lingua inglese. In questo modo nelle sia l'interfaccia di ricerca di ECHO e sia l'editor dei metadati utilizzando il documento themes.xml permettono di scegliere quale delle cinque lingue utilizzare, per questi tre campi di metadati, fornendo un tipo di accesso multilingua.**