

## **DIGITALE TERRESTRE TELEVISIVO (DTT): INFRASTRUTTURA PER IL TRASPORTO WIRELESS DELLA RETE IP E TECNOLOGIA PER L'ACCESSO CAPILLARE ALLE APPLICAZIONI TELEMATICHE**

### **1. PREMESSA**

---

La digitalizzazione del mezzo televisivo, nei suoi aspetti di infrastruttura di trasmissione e per la fruizione, oltreché quelli di produzione del contenuto audiovisivo (processo già da lungo tempo avviato) costituisce un importante punto di svolta nel processo di integrazione delle tecnologie, sia applicative (per la realizzazione di servizi) che infrastrutturali (reti di comunicazione). Le premesse tecnologiche erano già state poste con l'avvento della televisione digitale satellitare che, però, a causa del suo carattere più elitario, è rimasto strumento familiare ad una piccola cerchia di utenti. L'avvento del digitale terrestre segna, invece, l'ingresso nel mondo delle tecnologie dell'informazione e telecomunicazioni del reale motore del servizio televisivo e porta in dote il suo enorme patrimonio, costituito dal bacino di utenza che esso è grado di raggiungere. Gli strumenti studiati per l'arricchimento interattivo dell'esperienza televisiva si rivelano, improvvisamente, il passepartout per avvicinare i cittadini agli strumenti del mondo telematico e la loro integrazione/complemento con le applicazioni dell'internetworking apre la via per lo sviluppo di nuovi servizi che ne aumentano il valore.

Al di là degli aspetti tecnologici della questione, colpisce l'attenzione la possibilità di destrutturazione del ruolo del broadcaster che perde il proprio aspetto di monolito capace di riassumere l'alfa e l'omega del processo di produzione e di erogazione del servizio per essere sostituito da ciò che, in ambiti diversi, verrebbe chiamata una "organizzazione virtuale": un gruppo di soggetti appartenenti a domini organizzativi diversi (Enti, aziende, ...) che operano condividendo risorse al fine di arrivare alla produzione del servizio. Questo processo era già stato parzialmente anticipato a livello normativo dalla distinzione dei ruoli di fornitore di contenuti, operatore di rete e fornitore di servizi.

La convergenza delle piattaforme della televisione digitale e quelle del networking prospetta scenari molto interessanti per la realizzazione di servizi innovativi ed il ridisegno di alcuni di quelli già esistenti.

Le tecnologie alla base del pacchetto di standard raggruppati sotto la sigla DVB (Digital Video Broadcasting) hanno un doppio aspetto: da una parte abbiamo gli strumenti del content layer, che specificano formati e tecniche per la codifica digitale di audio e video (MPEG2, H.264) e, dall'altra, abbiamo il transport layer, che include una serie di strumenti molto importanti per l'integrazione con le tecnologie di rete e la realizzazione di servizi a cavallo tra i due mondi.

Tra questi hanno particolare rilevanza (a livelli differenti):

- ⚡ Multimedia Home Platform (DVB-MHP), che definisce un ambiente open per lo sviluppo di applicazioni portabili sulla piattaforma della televisione digitale interattiva;
- ⚡ multiprotocol encapsulation (DVB-MPE – standard ETSI TR 101 202, EN 301 192), dedicato alla gestione del trasporto di IP su MPEG2, sviluppato per il delivery di contenuti multimediali su reti a larga banda.

La piattaforma MHP definisce le specifiche per un ambiente di distribuzione ed esecuzione di applicazioni che integra sui terminali per la fruizione dei contenuti televisivi una Java Virtual Machine rendendoli funzionalmente simili ad altri dispositivi dalle risorse computazionali e di connettività limitate quali PDA, telefoni cellulari ed integrandoli nell'architettura J2ME.

Utilizzando i meccanismi della multiprotocol encapsulation (MPE) è possibile impacchettare un flusso IP (ad esempio uno streaming multicast) in un DVB transport stream, trasmetterlo in broadcast (utilizzando l'infrastruttura per la trasmissione televisiva) e riceverlo su un terminale (ad esempio un PC) dotato di un sintonizzatore DVB che viene visto come una scheda di rete virtuale. Tenendo presente che la banda disponibile su una normale frequenza è mediamente pari a 24 Mbit/sec, è abbastanza semplice intuire quali potenzialità offre l'integrazione dell'infrastruttura di trasmissione televisiva nella realizzazione di servizi quali, ad esempio, lo streaming ad altissima qualità di eventi in tempo reale verso campioni di utenti potenzialmente illimitati (senza problemi dovuti alla scalabilità delle infrastrutture).

L'internet asimmetrica, sebbene reputata in generale "antieconomica", ricopre interessanti prospettive di applicazione nelle aree più toccate dal "digital divide".

A questo si devono affiancare la rapida evoluzione di questo gruppo di standard e strumenti nel campo della distribuzione di contenuti verso terminali mobili: il DVB-H (destinato specificatamente ai terminali "handheld" – ETSI EN 302 304) uniforma e semplifica il delivery dei contenuti riducendolo al solo IP datacast (il transport stream mpeg2 viene utilizzato solo come transport layer) e fornisce gli strumenti per l'integrazione senza soluzione di continuità con le reti di telefonia mobile e IP di nuova generazione (UMTS e WiMAX).

## 2. GLI STANDARD PER LA CODIFICA E LA TRASMISSIONE

Il principio di base che ha orientato l'elaborazione degli standard e lo sviluppo degli strumenti per la digitalizzazione della televisione è abbastanza semplice: garantire un'elevata qualità del servizio (minimizzare la probabilità di errori nel segnale che arriva al ricevitore) limitando l'uso di risorse (bitrate e potenza di trasmissione).

Di conseguenza, gli strumenti sviluppati possono essere suddivisi in due categorie:

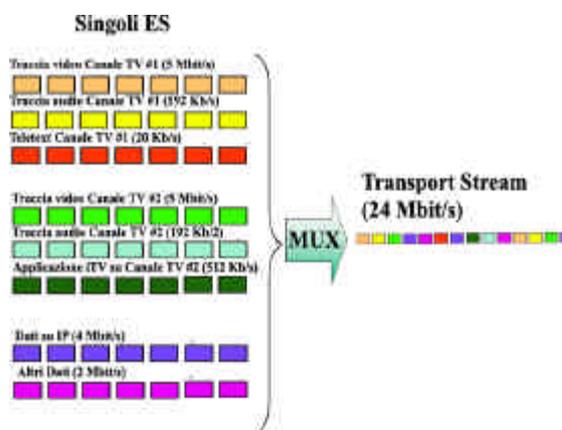
- ?? strumenti per la codifica di sorgente;
- ?? strumenti per la codifica di canale.

La codifica di sorgente lavora sull'eliminazione delle ridondanze presenti nel contenuto audio-video da codificare, siano esse ridondanze di tipo spaziale (all'interno del singolo frame) che temporali (all'interno di sequenze di frame). L'adozione, nel 1993, della codifica MPEG2 permette di passare da un bitrate del segnale video digitalizzato pari a ~124 Mbit/s (formato PAL 720 x 576, 4:2:0) ai 5-6 Mbit/s necessari per la trasmissione del segnale compresso. Al fine di supportare modelli di servizio differenti, lo standard definisce diversi profili e livelli: diventa così possibile codificare il contenuto per la trasmissione televisiva con risoluzione standard o, ad esempio, in alta definizione (MPEG2 Main Profile @ High Level).

MPEG2 ha un'ulteriore importante caratteristica: ad una parte di codifica molto complessa, corrisponde una decodifica relativamente semplice, con ovvie conseguenze sul costo di realizzazione dei terminali utente che la supportano.

A partire dal dicembre 2004 ad MPEG2 è stato affiancato H.264, un nuovo formato di codifica caratterizzato da una maggiore efficienza di compressione (~50% del bitrate necessario per la trasmissione del segnale televisivo standard a parità di qualità percepita dall'utente al prezzo, però, di un aumento della complessità di encoder e decoder). In particolare, tale formato si presta bene alla codifica del segnale per terminali dotati di un display ridotto, quali, ad esempio, i telefoni cellulari.

Dopo la codifica, i segnali provenienti da ciascuna delle sorgenti possono essere multiplexati in un flusso binario seriale, chiamato Transport Stream (TS) che viene quindi opportunamente modulato su di una determinata frequenza ed infine irradiato. Il TS è in realtà formato da un certo numero di flussi binari elementari o Elementary Stream (ES) che vengono raccolti e multiplexati in un unico flusso portante, il TS appunto. Nel caso di una trasmissione TV, il singolo ES può contenere la traccia audio o video di un canale televisivo oppure i dati di un teletext o un'applicazione per TV interattiva. Da una prospettiva più ampia il singolo ES può trasportare qualunque tipo di dato, come ad esempio pacchetti IP. Il Transport Stream è composto di pacchetti aventi lunghezza fissa di 188 byte (1 byte per il sincronismo, 3 byte di header e 184 byte di payload).



Il ricevitore è in grado di filtrare opportunamente il Transport Stream in modo da ricostruire i singoli ES e quindi accedere ai dati desiderati.

Agli elementary stream sono affiancati alcuni “canali di servizio” destinati al trasporto delle informazioni necessarie al terminale utente per l'identificazione di programmi e flussi trasmessi e del loro contenuto (Service Information), per la realizzazione di sistemi di accesso condizionato (Conditional Access) e la guida elettronica alla programmazione (EPG).

La gestione ottimale della trasmissione si fonda, invece, sulla scelta di opportuni strumenti per la codifica di canale e sulla selezione di algoritmi per la protezione del segnale che al prezzo di un aumento della ridondanza permettono di ridurre significativamente la probabilità di errori nella ricezione. La protezione del segnale contro gli errori è realizzata applicando algoritmi di tipo Reed-Solomon e convoluzionali. La modulazione in radiofrequenza è la COFDM multiportante, studiata per evitare gli effetti negativi degli echi che caratterizzano la propagazione del segnale in ambiente terrestre e che possono portare alla distruzione di porzioni dello spettro.

### 3. CARATTERISTICHE INFRASTRUTTURALI DEL DTT

In generale la DTT è una tecnologia che permette di utilizzare al meglio le frequenze televisive per la realizzazione di nuove tipologie di reti telematiche orientate al broadcast con copertura capillare a larga banda del territorio. Da questo punto di vista possiamo considerare il DVB-T né più né meno come una tecnologia di rete che consente il trasporto di pacchetti dati da una sorgente ad una destinazione secondo protocolli specifici. Il fatto che sia stato standardizzato il meccanismo per l'incapsulamento e il trasporto di pacchetti IP su rete DVB-T, offre nuove ed interessanti opportunità nella realizzazione di infrastrutture wireless per il trasporto IP e profila nuovi scenari derivanti dall'integrazione del DVB-T con reti fisse o mobili già esistenti.

#### 3.1 SERVIZI BROADCAST/BROADBAND UNIDIREZIONALI (CONTENT PUSHING)

##### 3.1.1 GENERALITÀ

La trasmissione di flussi IP (unicast/multicast) ad elevato bit rate su aree geografiche più o meno estese consente il trasferimento simultaneo di grosse moli di dati da una sorgente/centro servizi ad utenze fisse o mobili dotate di ricevitori DVB-T.

Si possono così realizzare servizi per la distribuzione trasparente, cioè senza necessità di connessioni di rete da parte degli utenti, di file di qualunque tipo incluse pagine web, mail, newsgroup, oppure streaming di contenuti multimediali ecc.



### 3.1.2 STREAMING MULTIMEDIALE

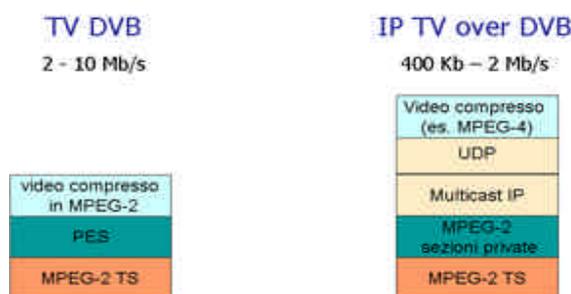
Come già detto, il formato standard previsto dal DVB per la codifica del segnale video di un canale TV è l'MPEG2. DVB definisce un meccanismo standard per incapsulare e trasportare il video compresso in MPEG2 e per decodificarlo sui Set top box televisivi. Non è quindi pensabile utilizzare questo stesso meccanismo per trasmettere segnali codificati secondo altri formati di compressione: i box non potrebbero ricostruirli né tantomeno decodificarli.

E' invece in generale possibile trasportare un flusso di pacchetti IP secondo il meccanismo standard di incapsulamento DVB-MPE o IP over DVB. In questo modo possiamo agevolmente incapsulare e trasmettere degli stream IP multimediali codificati in un qualunque formato.

Possiamo quindi utilizzare questo meccanismo per poter scegliere il codec più adatto per il servizio di streaming multimediale che intendiamo distribuire senza essere più vincolati al solo MPEG2.

Nella figura sottostante è evidente come la possibilità di utilizzare il trasporto IP over DVB consenta attraverso una scelta oculata del codec di compressione (ad esempio l'MPEG4 al posto dell'MPEG2) di poter risparmiare banda trasmissiva per diffondere un canale TV a parità di qualità audiovisiva, nonché di scalare su varie classi di servizi multimediali (dalla TV ad altra definizione alla trasmissione CIF o QCIF di video a terminali portatili o cellulari)

Occorre però nuovamente rimarcare che i set top box standard che si trovano in commercio sono in grado solamente di ricevere i servizi TV classici (TV DVB), mentre per la ricezione di TV over IP (in generale di IP over DVB) è necessario disporre di terminali in grado di ricostruire i flussi multimediali a partire dallo schema di incapsulamento che appare in figura come IP TV over DVB. Un PC dotato di scheda di ricezione DVB-T è una soluzione che è già attualmente praticabile. Dispositivi embedded IP over DVB (set top box e terminali mobili) in grado di operare allo stesso modo sono comunque annunciati.



### 3.1.3 WEB PUSHING

E' un servizio di distribuzione di pagine web e dei contenuti multimediali in esse presenti che consente di navigare off-line attraverso le pagine che vengono distribuite tramite il DVB-T sui dispositivi degli utenti. Si possono ritrasmettere ad esempio i siti web relativi alla viabilità in modo da scaricare automaticamente su appositi terminali per auto i dati sempre aggiornati su circolazione e condizioni meteorologiche. Nell'utilizzare il DVB-T per servizi di questo tipo si cerca quindi di individuare i contenuti web che si ritiene utile mettere a disposizione degli utenti per una consultazione off-line in maniera trasparente e immediata mediante scaricamento automatico sui terminali.

### 3.1.4 MAIL/NEWS PUSHING

Con il DVB-T, allo stesso modo delle pagine web, è possibile scaricare sui dispositivi end-user i contenuti di mailing list e newsgroup per la loro consultazione off-line, inclusi allegati di qualunque dimensione.

### 3.1.5 AGGIORNAMENTO DI DATABASE

Spesso è necessario aggiornare simultaneamente delle basi di dati distribuite sul territorio avendo cura di mantenere la consistenza tra di esse. La possibilità offerta dal DVB-T di trasmettere simultaneamente e ad alta velocità grandi quantità di dati su aree geografiche più o meno estese si presta ottimamente ad eseguire aggiornamenti sincronizzati di database (ad esempio per una pubblica amministrazione regionale con uffici dislocati nei vari comuni).

## 3.2 COPERTURA DELLE AREE MARGINALI

Il segnale DVB-T arriverà entro pochi anni in Italia ad avere la stessa copertura degli attuali segnali televisivi analogici. Ciò significa che la maggioranza delle aree marginali in termini di connettività di rete potranno essere raggiunte in downlink dall'infrastruttura IP over DVB-T e dai servizi annessi. In questo ambito rientrano comunità montane, insulari e in generale tutti i centri abitati lontani dalle aree metropolitane e malserviti dalle linee di comunicazione di terra. Per il canale di ritorno le alternative rimangono per ora le linee fisse o le reti cellulari anche se sarà possibile predisporre un canale di ritorno su digitale terrestre (DVB-RCT) a larga banda.

### 3.2.1 DVB-T VS DVB-S

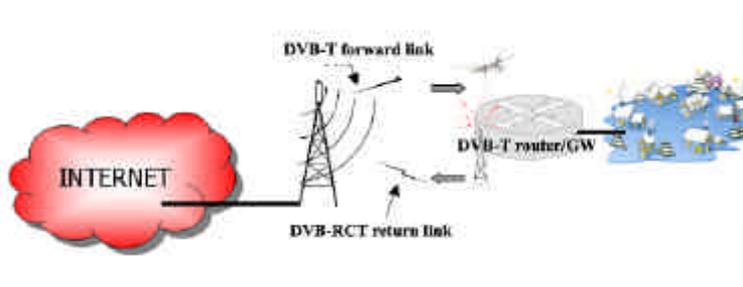
Il DVB-T apre un canale diretto per diffondere in broadcast servizi e contenuti su aree che altrimenti non potrebbero accedervi se non tramite link satellitari. Anche in caso di copertura satellitare, tuttavia, l'irradiazione terrestre offre dei vantaggi:

- 1) **Localizzazione della trasmissione:** il footprint satellitare ha estensione continentale quindi i contenuti della trasmissione sono gli stessi su tutto il suolo nazionale, e anche oltre. Risulta invece utile regionalizzare le trasmissioni (o scegliere comunque zone ben definite da ricoprire), in modo da selezionare i contenuti a seconda dell'area geografica su cui questi verranno distribuiti. Ad esempio nel caso di servizi di pubblica amministrazione regionale è superfluo che i contenuti (pubblici o di back office) vengano diffusi su altre regioni al di fuori di quella che intende erogare i servizi..
- 2) **Utenza mobile:** Come già detto il DVB-T è ricevibile da utenti mobili anche a velocità elevate, mentre per ricevere il DVB-S occorre in generale una postazione fissa, oppure un dispositivo a controllo automatico in grado di mantenere una parabola in movimento puntata sul satellite, sistema comunque non utilizzabile su terminali portatili.
- 3) **Ridotto roundtrip:** La distanza dell'utente dall'emittente è insignificante confrontata con quella del satellite (36.000 Km per l'andata e altrettanti per il ritorno)

### 3.2.2 BIDIREZIONALITÀ E TRUNK TERRESTRI

Il DVB-T è stato finora presentato come infrastruttura unidirezionale per il broadcast di dati, assumendo che eventuali comunicazioni sul canale di ritorno avvenissero con i metodi tradizionali (link di terra o cellulari).

Si è tuttavia accennato all'imminente disponibilità di sistemi per realizzare canali di ritorno DVB-T, o DVB-RCT (Return Channel Terrestrial) per l'uplink su frequenze televisive terrestri. In questo modo sarà presto possibile costruire, sulle stessa scala di copertura del DVB-T, veri e propri link radio digitali bidirezionali per il trasporto dati, simmetrici e non. Il DVB-T permetterà quindi la realizzazione di trunk a banda larga per l'accesso a dorsali di comunicazione, indispensabili per dare la connettività a zone non servite adeguatamente da infrastrutture di rete.



## 4. BIBLIOGRAFIA

Herve Benoit, 2002, Digital Television: MPEG-1, MPEG-2 and Principles of the DVB System  
Digital Video Broadcasting (DVB): Implementation guidelines for Data broadcasting.

ETSI TR 101 202 v1.2.1, European Telecommunications Standards Institute 2003.

Digital Video Broadcasting (DVB): Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.0. ETSI TS 101 812 v1.1.1, European Telecommunications Standards Institute 2000.

## 5. AUTORI

Giovanni Ballocca ([Giovanni.Ballocca@csp.it](mailto:Giovanni.Ballocca@csp.it))

Roberto Borri ([Roberto.Borri@csp.it](mailto:Roberto.Borri@csp.it))