

SOLUZIONI DI TV DIGITALE BASATE SU SOFTWARE LIBERO; INTRODUZIONE AD UN APPROCCIO “VERTICALE” SOSTENIBILE E MODULARE

Venturi, Andrea, Avalpa Digital Engineering srl, www.avalpa.com , a.venturi@avalpa.com

Pallara, Lorenzo, Avalpa Digital Engineering srl, www.avalpa.com , l.pallara@avalpa.com

Abstract

Obiettivo del paper è presentare la strategia di Avalpa, basata sul software libero, per il mercato della tv digitale.

Introduzione: la televisione generalista è un medium ancora grandemente “ancorato” al mondo analogico. Tuttavia negli ultimi anni, a livello europeo e mondiale, grandi forze agiscono per una transizione alla tecnica digitale che inevitabilmente introdurrà discontinuità.

Questo cambiamento potrebbe essere ancora più vero in Italia, dove la situazione del mercato televisivo è stata per gran tempo cristallizzata e la televisione ha inoltre forte impatto “politico” e sociale a causa della influenza nel processo di formazione della pubblica opinione e di creazione del consenso.

Con la digitalizzazione, inoltre, la tv entra a pieno titolo nel dominio dell'informatica, dove si scontrano paradigmi di sviluppo del software agli antipodi come il modello “chiuso” e proprietario e quello libero e condiviso.

Corpo: L'opportunità della tv digitale ha dato ai soci fondatori, Andrea Venturi e Lorenzo Pallara, la spinta per creare Avalpa Digital Engineering srl (Avalpa).

L'iniziativa di Avalpa ha carattere prettamente economico; si fonda sul rispetto del mercato, del merito, del profitto e delle logiche della domanda e dell'offerta. Un'approccio economico razionale è fondamentale per un modello di sviluppo sostenibile.

Avalpa, rifacendosi alla filosofia unix si propone di sviluppare tecnologie e meccanismi per la televisione, evitando di implementare o suggerire “politiche” di utilizzo. L'aspetto ideologico rappresentando, tuttavia, il punto più difficile di corretta e serena valutazione, nell'incrocio tra software libero e televisione.

L'obiettivo di Avalpa è pertanto quello di inserirsi tra i player del mercato, che realizzano prodotti e servizi per la tv digitale, ritagliandosi una fetta grazie ad una strategia basata sul software libero, che possa sostenersi con un investimento elevato in capitale umano ma limitato in capitale economico.

Il modello di business si focalizza pertanto non sulla vendita di “scatole” o di licenze, ma sulla consulenza, sulla formazione, sui servizi di installazione e manutenzione: le parole chiave del nostro prodotto sono competenza, flessibilità, creatività e “time to market”.

Conclusione: L'opportunità del cambiamento rappresentato dalla tv digitale consente ad una strategia basata sul software libero di avere più di un vantaggio competitivo nei confronti degli attuali leader di mercato arroccati nei loro investimenti “legacy” da ammortizzare e nel modello di sviluppo in “outsourcing” globalizzato.

Il modello di sviluppo del software libero ha infatti il pregio di rendere più competitivo il “knowledge worker” occidentale nei confronti della forza lavoro dei paesi in via di sviluppo dove il costo del lavoro è inferiore, in quanto ne aumenta virtualmente la produttività.

Inoltre l'attuale regime dominante del software proprietario ha sicuramente alti costi fissi di sviluppo e grandi barriere all'ingresso, pertanto presenta ampi margini di inefficienza che, nel breve periodo, possono dare spazio a soluzioni basate su software libero più concorrenziali perchè prive di costi di licenza (free as gratis).

Per rimanere sul mercato nel lungo periodo, tuttavia, i fornitori di soluzioni basate su software libero, come Avalpa, dovranno creare valore (free as freedom), renderlo percepibile, investire sulle risorse umane (tramite valorizzazione del merito e degli obiettivi) e fidelizzare la clientela . E' questa la vera sfida dei prossimi anni.

Parole Chiave: Tv Digitale, Interattività, JAVA, DVB, MPEG2, H264, Blu-ray Disc

1 INTRODUZIONE

Il sistema televisivo mondiale ha intrapreso in questi anni un percorso di transizione dalla tecnica analogica a quella digitale palesemente irreversibile.

I motori del cambiamento non sono solo tecnologici ma anche di tipo economico e politico.

Economico nel senso che un cambiamento così epocale che coinvolge grandi investimenti sia dal lato dell'operatore che dal lato del "consumatore" (cittadino..) introduce sicuramente transazioni economiche rilevanti tra gli attori del mercato, quindi potenziali discontinuità ed opportunità da parte di nuovi operatori, di nuovi servizi, di nuovi contenuti di entrare e proporre qualcosa di utile, innovativo o semplicemente "irresistibile".

Per i leader del mercato, il cambiamento si presenta come una inevitabile mossa difensiva in quanto una parte sempre più preponderante della popolazione utente ha cominciato a orientare i propri interessi su servizi più o meno multimediali basati su tecnologie differenti, come il telefonino e la rete internet. Il travaso di investimenti su questi "new media" diventa quindi sempre più gravoso ed irreversibile se non affrontato.

Il cambiamento ha una ragione anche politica perché sempre più la televisione è riconosciuta come un potente strumento di orientamento dell'opinione pubblica, sia in Italia che all'estero, e per questo motivo è desiderabile che ci sia un allargamento il più vasto possibile all'accesso al medium nell'ottica di dare spazio a più voci possibile con la prospettiva, forse ingenua, che passare da un medium intrinsecamente broadcast mono-direzionale ad un sistema interattivo e potenzialmente bidirezionale, mette in grado i telespettatori di esprimere con maggiore forza il gradimento o meno dei contenuti ed eventualmente di orientare la programmazione nella direzione ritenuta più consona. Non è questa la sede per approfondire ulteriormente questi temi generali.

In questo scenario fluido, molti fornitori di soluzioni per la tv digitale hanno proposto prodotti quasi sempre proprietari e segmentati, ove con segmento si intende la fornitura di tasselli specifici della piattaforma in grado di inter-operare grazie a standard di interconnessione (pubblici o di fatto) e/o ad accordi specifici con elementi di fornitori terzi; proprietario si riferisce invece al fatto che questi prodotti sono sempre stati realizzati in maniera chiusa e venduti come "black box" a cui il cliente si lega in maniera vincolante.

In realtà, la digitalizzazione trasforma la tecnologia televisiva da un insieme di "scatole" da connettere più o meno intelligentemente ad un "ensemble" di processi ed algoritmi, database di contenuti digitali e meta-dati e reti di trasmissione. Il vecchio modello può essere superato. Ecco quindi che il modello di sviluppo digitale cooperativo/competitivo che ha fatto grande internet diventa ri-proponibile anche in questo scenario.

Le soluzioni basate su tecnologie informatiche possono essere libere cioè realizzate su mattoncini condivisi, che chiunque adotta, studia, utilizza, modifica, rimette in circolazione in un volano virtuoso senza limiti.

Non approfondiamo le ragioni del successo del software libero nel campo dei servizi internet in quanto ci porterebbe fuori dal discorso e presumiamo che nel contesto del convegno sia già ben chiaro a tutti.

La conclusione dell'introduzione ci porta quindi a sintetizzare due fatti salienti:

- una televisione che si va a digitalizzare ed ad informatizzare inequivocabilmente,
- una informatica che ha dimostrato la sostenibilità, l'irrevocabilità, l'efficacia e la creazione di valore del software libero.

Avalpa nasce dalla presa d'atto di questi due fattori che introduce una opportunità di sviluppo economico anche nel contesto italiano che altrimenti sarebbe di scarsa rilevanza industriale nel campo informatico.

L'informatica libera si basa sui presupposti di massimo controllo e di potenza crescente nel tempo (perché i mattoni di base aumentano e migliorano nel tempo).

Un'altra barriera che si riduce grazie al software libero è l'investimento in hardware. Il software libero grazie alla sua facile portabilità, permette di utilizzare hardware standardizzato, il cosiddetto "component of the shelf" (COTS).

Sono a volte presenti nel mercato barriere e/o costi aggiuntivi come brevetti e licenze su cui qua non ci dilunghiamo ma che, impattando economicamente in maniera uguale su tutti gli attori, proprietari o non, non contribuisce a creare in potenza differenze competitive.

Una persona competente, che sappia padroneggiare tecnicamente, utilizzare e modificare il software libero, ha quindi un grandissimo potenziale per risolvere i problemi che un approccio informatico può affrontare. La sua produttività è estremamente alta specialmente se reciprocamente può condividere il lavoro di sviluppatori terzi anche senza che tra questi ci sia un formale rapporto di collaborazione (loosely coupled community)

Questo fatto rende molto più produttivo il programmatore per cui anche con i costi del lavoro presenti nel mondo occidentale si migliora la competitività con i lavoratori concorrenti di paesi in via di sviluppo.

Con questo documento, vorremmo quindi non solo illustrare alcune tecnologie che abbiamo realizzato in modalità FLOSS ma soprattutto dimostrare che il software libero è una formidabile innovazione di processo e grazie ad esso, anche con risorse ridotte e partendo dal basso, è possibile oggi orientare il cambiamento e mettersi in evidenza in un mondo sempre più affollato e competitivo.

2 QUALCHE INFORMAZIONE SULLA TECNOLOGIA DELLA TV DIGITALE

La soluzione di tv digitale più diffusa, concepita e promossa dall'organizzazione Europea DVB forum, si basa in gran parte su uno standard chiamato ISO 13818-1 ovvero MPEG2 Systems che descrive un livello di trasporto, organizzato logicamente, basato su uno stream di pacchetti dati di lunghezza fissa (uguale a 188 byte) chiamato "transport stream" (TS).

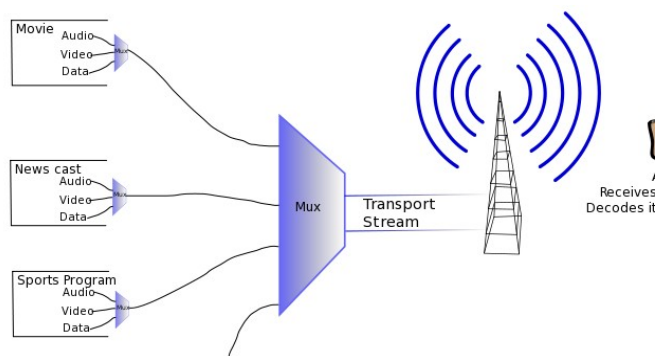


Fig. 1: schema di Transport stream generato da una molteplicità di componenti audiovisive e dati (courtesy [Wikipedia](#))

L'organizzazione logica dei servizi trasmessi, composti di flussi audio, video e dati, viene gestita attraverso una sofisticata gerarchia di tabelle a partire dalla tabella di partenza PAT, Program Association Table.

I flussi multimediali sono organizzati in flussi multimediali (audio, video, teletext e sottotitoli) e tabelle (ad es. guida programmi, ora esatta) grazie alle strutture dati chiamate stream e section.

Le componenti principali attive della tecnologia DVB sono due ed entrambe sostanziali nella complessiva fruizione del servizio stesso.

- il lato server delle apparecchiature presenti presso il broadcaster che creano un flusso di dati chiamato "transport stream" che poi viene trasmesso da qualche rete (satellite, frequenze terrestri, pacchetti multicast su rete IP)

- il lato client rappresentato dal decoder digitale televisivo, installato presso ogni utente del servizio, che contiene un microprocessore che interpreta un programma per la gestione del funzionamento interno (navigazione dei menu di configurazione ad es.) ma può eseguire programmi provenienti dall'operatore.

Da notare come la tecnologia e le funzioni implementate nel decoder presso il cliente sono quindi altrettanto importanti di quelle implementate presso la rete dell'operatore per una soddisfacente esperienza del servizio televisivo e per una sua eventuale evoluzione.

3 LE SOLUZIONI OPEN SOURCE PROPOSTE

Le persone di Avalpa hanno cominciato a lavorare sin dal 2004 per realizzare una implementazione della tecnologia della tv digitale DVB in modalità open source in grado di veicolare un approccio professionale alla tv digitale. Da notare comunque che la tv digitale si basa per design su algoritmi semplici ed efficaci per permettere implementazioni solide ed affidabili (benché a volte non economiche..)

Lo spunto per il nostro intervento è nato dal forte interesse, in ambito italiano, intorno al 2004, nelle potenzialità dei nuovi servizi proposti sulla televisione in tecnica digitale terrestre: la cosiddetta tv interattiva a standard MHP.

La nostra prima attività si è focalizzata sulla creazione di un prodotto per la messa in onda delle applicazioni interattive all'interno delle reti di tv digitale degli operatori (un carousel server a standard DSMCC); questo prodotto era mancante e necessario per quasi tutti gli operatori tv locali (target di riferimento della nostra proposta di allora), aveva alti costi (essendo ritenuto dai vendor un prodotto di nicchia adatto solo a grossi operatori pubblici o nazionali) e non aveva sostanzialmente implementazioni open source.

Quel nucleo di software già open source (che allora si chiamava JustDvb-It) è poi lentamente maturato in un server a tutto tondo per la tv digitale ora chiamato OpenCaster, ed ha dato spunto anche ad una proposta open source per un middleware basato su Java da integrare nei STB denominata Jet.

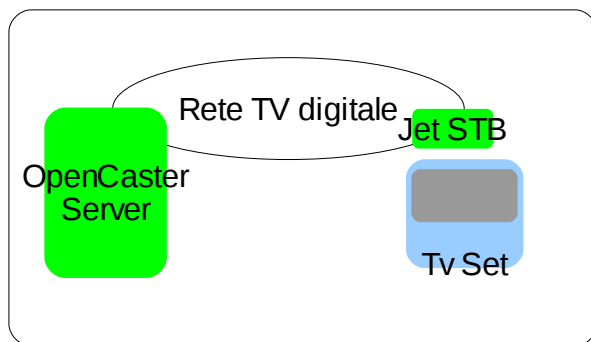


Fig. 2. schematizzazione concettuale dei due software Floss proposti da Avalpa. Il server per il broadcasting ed il middleware per il STB residenziale.

3.1 Il server OpenCaster

Il primo prodotto per la tv digitale che è stato realizzato nel 2004 aveva la funzione di implementare un carousel server DSMCC ovvero un sistema per impacchettare, secondo certi standard, un filesystem ed inviarlo in stream sulla rete DVB per poter essere decodificato da un software client presente in decoder compatibili (in primis MHP).

Abbiamo approcciato l'implementazione del progetto attraverso uno dei capisaldi della filosofia Unix: suddividere un problema complesso in tanti problemi più semplici, quindi abbiamo creato tanti tool a linea di comando sostanzialmente monofunzionali (un noto mantra riguarda il fatto che le interfacce

visuali, specialmente per sistemi server, non introducono altro che complessità maggiore, problemi di inconsistenza sulle configurazioni e pesantezza complessiva nell'utilizzo (ad es. in caso di telecontrollo a bassa velocità).

Abbiamo direttamente seguito installazioni del software nella sua funzione di carousel server in almeno una decina di operatori tv locali e regionali negli anni 2004-2008. Altre ce ne sono state sicuramente da parte di terzi che pubblicamente lo adottano e supportano (grazie alla licenza open source) ed è ragionevole pensare che di altre ancora non si abbia notizia pubblica, potendo essere gestite da ogni azienda in autonomia grazie anche alla semplicità d'uso.

L'approccio modulare ha permesso di aggiungere nel tempo nuove funzionalità (come la messa in onda di file multimediali a partire da memoria di massa o la trasmissione su rete UDP multicast) senza scardinare l'architettura originale. Questo ha mantenuto sempre alta l'efficienza di programmazione anche al crescere delle funzioni da supportare.

Alcune funzioni inizialmente accessorie hanno acquisito vita commerciale autonoma grazie a delle interessanti applicazioni; ad es. tra i moduli presenti nella soluzione, il modulo di segnalazione delle tabelle di sistema NIT SDT EIT, che trattano rispettivamente della configurazione della rete, della denominazione dei servizi/programmi (anche detti "canali") e della guida programmi.

Con una oculata programmazione della tabella NIT è possibile ad es. per un operatore, definire i parametri di "Logica channel numbering" (LCN) attraverso i quali si può suggerire al decoder, in fase di scansione, quali numeri di lista il programma suggerisce. Ovviamente la corsa per una maggiore visibilità spinge tutti gli operatori locali almeno ad aspirare ai numeri 7 8 e 9.. Cosa non si farebbe per aumentare gli introiti pubblicitari!

Dalla metà del 2008, data di nascita di Avalpa, il progetto del server free software per la tv digitale si chiama OpenCaster e contiene nuove funzionalità legate alla emissione non solo di applicazioni interattive ma anche di eventi multimediali memorizzati su disco per realizzare un completo palinsesto composto di messa in onda. Non è inverosimile dire che oramai OpenCaster permette di realizzare un intero canale tv in una singola scatola!

Una delle prime installazioni ad utilizzare OpenCaster è il canale tv della Regione Emilia Romagna chiamato LepidaTv.

Un'altra interessante evoluzione di OpenCaster è stata realizzata nel modulo di trasmissione dove è stato implementato un tool per l'invio su rete IP (unicast o multicast) con una puntuale gestione del tempo di trasmissione, un fattore importante per una trasmissione corretta; in pratica è possibile ora realizzare una IPTV a partire da un semplice computer con soli software open source.

3.2 Il middleware Jet

Durante lo sviluppo del software per la trasmissione di applicazioni interattive OpenCaster, sono state anche realizzate applicazioni pilota MHP per dimostrare il potenziale del mezzo in modo da incentivare lo sviluppo del mercato dei servizi. Il servizio più notevole è stato il progetto T-islessia, un software per il potenziamento delle abilità di lettura, ascolto e discriminazione rivolto a bambini del primo anno della scuola primaria di base (6 anni circa) con manifestavano ridotte prestazioni specifiche (vedi bibliografia per maggiori informazioni).

Questo progetto, nell'arco dei tre anni di programmazione sulla provincia di Bologna e Modena, ha messo in luce i limiti commerciali e tecnologici dei decoder interattivi commerciali, tra cui le scarse prestazioni del software di base (middleware). Tra questi limiti possiamo citare i seguenti a scopo riepilogativo:

- La disomogeneità delle varie implementazioni software proprietarie; l'ambiente MHP di esecuzione delle applicazioni ha un insieme di API bloccato (per malintese esigenze di security)
- Una ridotta ottimizzazione delle primitive grafiche; mancanza di double buffering, colori palettizzati etc.

- Tipologie di interfacce di connessione ridotte ad un livello minimo; ad es. solo modem per il canale interattivo e non ethernet, wi.fi o GSM.
- Assenza di porte USB per interconnessione con periferiche aggiuntive per trasformare un decoder in una piattaforma digitale polifunzionale

La frustrazione creata da questo stato di cose ha creato per Avalpa l'opportunità di realizzare un software libero con un vantaggio competitivo anche nel contesto dei "middleware" presenti nei decoder, fino ad allora disponibili solo grazie ad un ridotto numero di fornitori, in maniera chiusa e con costi di licenza.

In realtà erano e sono ancora liberamente disponibili programmi open source atti o adattabili alla funzione di decoder digitale e/o media center (ad es. freevo, mythtv, vdr) ma una analisi anche superficiale mostra che questi approcci sono funzionalmente minimali, con un ridotto livello di design per l'usabilità, pleorici, complessi ed inaffidabili e scarsamente orientati a sfruttare l'ambiente embedded tipico dei decoder che si basa sul concetto di SOC invece che di piattaforma PC general purpose, che invece è più costosa, rumorosa ed energeticamente inefficiente.

Un'altra grossa spinta è stata generata dal licenziamento in GPL, da parte di Sun Microsystems, di una virtual machine Java chiamata Phoneme Advanced; il rilascio di questa virtual machine era orientato principalmente per intercettare un interesse legato all'ambiente di esecuzione di applicazioni per il mercato "mobile" (telefonia cellulare), facendo concorrenza a Google Android ed altri competitor.

Il profilo che Phoneme Advanced implementa (CDC PBP 1.0) era anche il perfetto punto di partenza per un ambiente di esecuzione compatibile con gli standard industriali dei decoder della tv interattiva come MHP, OCAP e BD-J.

Infine la presenza di un florido mercato di decoder DVB "aperti", a basso costo, modulari (ethernet, tuner sat e/o terrestre, porte USB) e basati su un chip SOC "IBM Vulcan STBx25xx" ha reso possibile l'implementazione reale del nostro software su una piattaforma affidabile ed industriale.

A partire da questi "building block" hardware e software, le persone di Avalpa hanno realizzato un middleware chiamato prima JTVOS e presentato alla conferenza java embedded developerdays di Sun Microsystems a Santa Clara nel gennaio 2008 ed oggi rinominato Jet, un software composito i cui moduli principali sono:

- un semplice ambiente di navigazione delle funzionalità di un STB DVB per la tv digitale,
- un "demone" per la gestione di filesystem inviati in stream ciclico secondo il protocollo DSMCC
- un modello di esecuzione di applicazioni interattive scritte in Java, le Xlet.

Jet è quindi un middleware open source (con licenza GPL), composto da una serie di librerie Java "pure" e JNI (per esigenze di interfacciamento con i driver del kernel e/o di maggiore efficienza computazionale) che rappresenta un solido punto di partenza per realizzare, in maniera controllabile, senza costi di licenza, servizi e funzioni evolute non solo nel campo del home entertainment ma anche nel campo della domotica o di altri usi industriali come il "digital signage".

4 LE EVOLUZIONI FUTURE

La diffusione della tecnologia della tv interattiva di cui Avalpa ha reso disponibile una prima implementazione completamente open source, continua ad aumentare la sua diffusione. Ad esempio, anche nel disco ottico di nuova generazione in alta definizione, il Blu-ray disc, sono stati utilizzati il transport stream come tecnica di codifica dei file multimediali e la java virtual machine con un certo numero di librerie di supporto multimediali per la esecuzione di applicazioni e servizi che possono veicolare un maggiore valore ed una multimedialità più sofisticata per l'utente.

Di recente la maggior parte dei titoli "blockbuster" contengono codice java per realizzare i menu ed altri effetti speciali di intrattenimento oppure per funzioni di informazione on-line; la tecnologia è ancora in fase di maturazione ma già dimostra una certa stabilità (anche grazie alle esperienze di tv interattiva java based fatte nel mondo broadcast); sarebbe interessante rendere disponibile anche nel modello FLOSS sia un ambiente autoriale per i blu-ray, sia un completo stack BD-J per la fruizione di

Blu-ray disk anche su sistemi Gnu/Linux e/o similari (funzione di BD-Player); da una parte si tratta solo di costruire ambienti visuali di configurazione e manipolazione dei flussi AV in maniera consistente con i tool a linea di comando di OpenCaster, dall'altra si tratta di costruire librerie "pure java" a partire dall'ambiente di virtual machine reso disponibile con Jet.

Queste sono due linee di sviluppo che una community open source può sicuramente far crescere anche perché finalizzate più tangibilmente ad un soddisfacimento di un'esigenza personale.

Il "telaio" di Jet è perfettamente compatibile anche con i decoder interattivi DVB standard industriali (sono presenti gli stessi meccanismi abilitanti, la gestione del ciclo di vita delle Xlet, il supporto ai caroselli DSMCC, le prime librerie multimediali simil MHP) ma per diventare MHP sono necessarie due cose:

- una implementazione "pure Java" di tutte le librerie presenti nello standard anche se sono ridondanti ed eventualmente in conflitto con altre librerie.
- il superamento di una certa serie di test (MHP test suite, BD-J test suite od altro) che dimostra la qualità del prodotto ed il conseguimento di una certificazione.

Queste attività ad oggi non sono in via di completamento ma sono congelate non essendoci pervenute manifestazioni di interesse. L'attività di Avalpa si basa su commesse di sviluppo, assistenza e manutenzione delle nostre componenti software libere per creare un circuito economicamente sostenibile.

5 CONCLUSIONE

Quando le persone ora in Avalpa hanno cominciato a lavorare nel campo della tv digitale, intorno al 2004, il discorso di condivisione del software, dei mattoni liberi disponibili, delle community che scambiano best practice e risultati per poter fare massa critica comune e proporre un sensibile cambiamento nel paradigma d'uso del servizio televisivo non era ancora realtà tangibile ma rappresentava semmai un "wishful thinking" di qualche visionario (ricordiamoci che il telespettatore ha un approccio estremamente passivo e conservatore nei confronti della televisione, e viceversa..).

Da allora però lo scenario si è lentamente mutato, grazie all'investimento ed alla fiducia della direzione di Cineca, un consorzio inter-universitario con sede a Bologna, è stato possibile mettere in cantiere un progetto di ampio respiro che ha realizzato alcuni importanti tasselli che abilitano la televisione digitale, nella più ampia accezione, con ridotti costi di investimento in tecnologie (l'investimento in prodotti e contenuti creativi diventando giustamente preponderante).

Finalmente le tecnologie per la tv digitale sono disponibili liberamente per poter essere adottate ed eventualmente ri-utilizzate in contesti più innovativi. Una semplice ricerca con Google sui prodotti di Avalpa dimostra che l'interesse c'è già e che i software liberi qui proposti proliferano in tanti altri "casi d'uso".

L'esperienza di Avalpa tuttavia non ha dimostrato che condividere software con licenza libera automaticamente sviluppa un circuito virtuoso di contribuzione ed adozione, nel nostro caso probabilmente perché il contesto d'uso di queste tecnologie non ricade nella sfera di interesse più specifica del cosiddetto "programmatore entusiasta e volontario". I software professionali per la tv digitale hanno preminente interesse per imprese che hanno un modello di sviluppo e business molto tradizionale.

In sostanza, riteniamo che il modello di diffusione del software libero garantisca nel breve periodo ad una start-up una differenziazione della proposta rispetto ai leader di mercato che permette di essere percepiti come innovativi ed efficienti. Nel lungo periodo, un modello economico basato sulla consulenza e sullo sviluppo deve portare la tecnologia basata su open source ad un livello di qualità compatibile e migliorativo dello stato dell'arte ovvero fare innovazione di prodotto oltre che di processo.

A quel punto saranno sempre più premiate le imprese capaci di dare valore alla tecnologia grazie alle idee ed alla creatività; questo modello darà finalmente servizi a valore aggiunto che il cliente sarà in grado di percepire.

Glossario

- AIT: Application Information Table: la tabella di segnalazione di applicazioni interattive disponibili all'interno di un programma televisivo digitale
- BD-J; l'ambiente di esecuzione basato su Java presente nello standard dei dischi ottici ad alta definizione Blu-ray
- DSMCC: protocollo di trasmissione dei dati (applicazioni e files) attraverso la tv digitale in formato ciclico, a carosello.
- DVB: Digital video broadcast, lo standard per la tv digitale
- FLOSS: "free liber open source sotware" software libero che sostiene le quattro libertà dell'utente: di uso, di distribuzione, di modifica e di studio.
- GPL: General Public License, la licenza FLOSS più famosa ed utilizzata. Ha effetto virale.
- MHP: multimedia home platform; piattaforma per la tv interattiva basata su java
- NIT: Network Information Table, una tabella del flusso MPEG2 TS che veicola informazioni sulla rete tv, ad es. la numerazione logica dei programmi
- PAT: Program Association Table, il punto di partenza per la decodifica della gerarchia di servizi e tabelle di un TS, ha PID fisso 0 e contiene i puntatori alle tabelle PMT
- PMT: Program Mapping Table, la tabella che descrive gli elementi componenti di ogni programma all'interno di un TS; tra le componenti ci sono audio, video, teletext, sottotitoli ed eventualmente applicazioni interattive.
- SOC (System on chip) un chip integrato che racchiude in maniera strettamente accoppiata al processore principale tutte le periferiche necessarie per le funzioni di base (co-processore grafico, acceleratori di decodifica AV, connessione a tuner ed ethernet, gestione e filtraggio dei flussi TS)
- TS: Transport stream MPEG2 è un flusso di pacchetti a lunghezza fissa (188 byte) con header 0x47 che contengono in time-sharing pacchetti di vari stream audio video e dati.

Bibliografia

ISO/IEC 13818-1 "Information technology — Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems" specifica sui sistemi MPEG2, definisce la tecnologia della rete di trasporto della televisione digitale

Progetto T-islessia; un sistema di riabilitazione e potenziamento delle abilità di lettura e discriminazione fonologica attraverso la tv digitale terrestre, [convegno marzo 2006](#)

Phoneme Advanced: una Java virtual machine rilasciata da Sun Microsystems:
<https://phoneme.dev.java.net/>

IBM Vulcan STBx25xx: un SOC per decoder di tv digitale:

http://www-01.ibm.com/chips/techlib/techlib.nsf/products/STBx25xx_Set-Top_Box_Integrated_Controllers

Pallara L. e Venturi A. (2008), "JTVOS, a Free Interactive Set Top Box Middleware: Introduction and Architecture", Java Mobile & Embedded Developer Days, Santa Clara.

<http://www.cineca.tv/labs/jtv/paperjtvos.pdf>