

## Videoediting non lineare, una soluzione open source

*Cinelerra è uno tra i più versatili e potenti programmi per chi si occupa di video digitale. Scopriamo in queste pagine come funziona.*

L'importanza del video digitale continua a crescere, in alcuni casi è quasi diventata invadente. Anche rispetto a pochi anni fa, sia le fonti sia le possibili destinazioni di questi materiali sono aumentate sensibilmente in quantità e varietà. Telecamere e macchine fotografiche con formati più o meno personalizzati, smartphone e tablet con o senza coprocessori grafici avanzati e supporto per Flash, diffusione su Web dell'HTML5: queste sono solo alcune variabili da considerare quando si vuole produrre video digitale di qualità, o anche solo conservarlo in maniera decente, ovvero facilmente riutilizzabile dopo qualche anno.

Il problema non riguarda solo professionisti del cinema o del Web, ma chiunque voglia tenere in ordine tutti i video di famiglia, da quelli dei nonni in Super8 ai clip del telefonino, magari per pubblicarne le parti migliori su YouTube o Facebook.

La procedura generale da seguire per conservare e valorizzare solo i contenuti video degni di tale riguardo si chiama editing non lineare. Questo mese ricordiamo brevemente di cosa si tratta e quali sono le cose più importanti da conoscere per farlo da soli, per poi presentare lo strumento Open Source più potente in questo campo, Cinelerra.

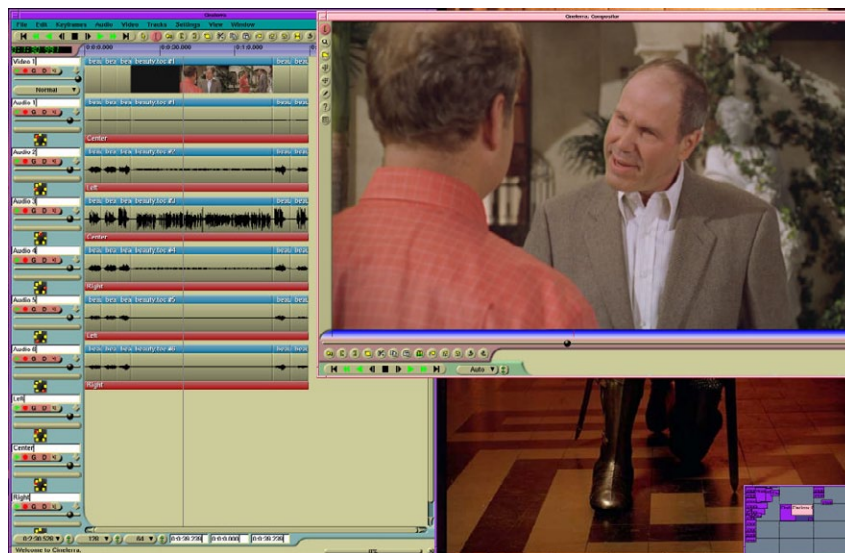
### Da forbici e nastro al copia e incolla con il mouse

Il termine inglese *editing* indica tutte le operazioni di selezione, riordinamento e modifica che si fanno su contenuti

di qualsiasi genere, dai semplici testi fino appunto ai filmati, per renderli più fruibili. In ambito video si è iniziato a parlare di editing *non lineare* circa vent'anni fa, per distinguerlo da come lo si faceva prima dei computer. Quando i filmati erano solo su nastro, combinarli e riarrangiarne le scene significava, letteralmente, tagliarle e rimontarle con forbici o taglierine e nastro adesivo, per comporre un nuovo nastro. Oppure effettuare le azioni equivalenti con una coppia di registratori Vhs.

In entrambi i casi la procedura poteva essere solo lineare, ovvero funzionare in un solo senso, una nuova scena alla volta, dall'inizio alla fine del nuovo

nastro. Accorgersi di aver dimenticato qualche scena, o voler modificare l'ordine di quelle già aggiunte, significava dover ricominciare da capo o quasi. L'editing lineare implicava anche la "distruzione" dei nastri originali, o almeno l'uso di loro copie già più o meno degradate in partenza, perché analogiche.



L'interfaccia di Cinelerra è complessa e abbastanza retrò, ma capace di mixare tracce audio e video HD senza problemi.

L'arrivo di computer abbastanza potenti per l'elaborazione video ha mandato completamente in soffitta quel mondo. Non tanto per il cambio di strumenti, cioè per il passaggio da forbici a mouse, ma per due caratteristiche di fondo, semplicemente inconcepibili in un mondo analogico. La prima è la possibilità di muoversi avanti e indietro (non linearmente, appunto) lungo sequenze di immagini già montate in qualsiasi momento del lavoro, senza perdere tempo o ricominciare da capo. L'altra è la tranquillità di lavorare solo su copie digitali di materiali originali altrettanto digitali, quindi senza alcuna degradazione.

### Compressione spaziale o temporale? Tutte e due, basta conoscerle

Tutta questa flessibilità ha un prezzo che, oggi, chiunque abbia intenzione di fare montaggio video a qualsiasi livello deve pagare: conoscere almeno i concetti di base e i limiti dei formati video digitali.

Tanto per cominciare, diversi di quelli che chiamiamo formati video non sono affatto formati completi, ma semplici *contenitori* di altri oggetti. Un "file" Avi oppure Ogg/Theora, per esempio, non è altro che un pacchetto per maneggiare in maniera conveniente *diversi* flussi audio e video, sincronizzati e concettualmente collegati fra loro, ma completamente indipendenti da un punto di vista tecnico. Lo stesso discorso vale per i metadati. Nei Dvd



Muoversi su sfondi immaginari non è un problema se si conoscono le basi del chroma-key e il modo di servirsene in Cinelerra.

commerciali, per esempio, si trovano regolarmente versioni audio in più lingue, con o senza sottotitoli, e in alcuni casi anche più versioni da angolature diverse, di ogni singola scena.

Oltre a questo c'è il fatto che, a parità di contenitore esterno, ogni singolo flusso audio o video potrebbe essere in più di un formato. È per questo motivo che singoli "file" con la stessa estensione "video" potrebbero essere di qualità molto diversa fra loro, oppure non essere tutti riproducibili o modificabili con lo stesso software. Per evitare sorprese, quindi, chi pubblica video di qualsiasi genere dovrebbe in teoria dichiarare esplicitamente anche il formato di tutte le tracce che i suoi "file" video contengono.

Il quadro si complica ulteriormente considerando che in ambito video bisogna sempre distinguere fra editing vero e proprio, soprattutto oggi che è non lineare, e pubblicazione o

conservazione del risultato. Le due attività infatti hanno alcune esigenze diametralmente opposte, che si riflettono direttamente nell'esistenza di tanti formati e algoritmi codificatori/decodificatori (in gergo *codec*), ottimizzati solo per l'uno o per l'altro scopo.

I *codec* pensati per distribuire video su supporti fisici di dimensioni (relativamente) limitate, o peggio ancora via Internet, tendono tutti a minimizzare le dimensioni dei file, senza ridurre troppo la qualità delle immagini. Questi algoritmi, chiamati anche di compressione *temporale* o inter-frame, dividono i fotogrammi o frame di un video in tre classi.

I fotogrammi chiave (I-frame o keyframe), che fanno da riferimento per tutti gli altri, sono immagini complete. Quelli chiamati P- o B-frame, invece, hanno dimensioni molto più ridotte perché (semplificando) contengono soltanto le  *differenze*  rispetto al fotogramma precedente, o a volte anche a quello successivo. Va da sé che meno keyframe ci sono in un flusso video, minori saranno le sue dimensioni totali (e il tempo per trasmetterlo via Internet) e maggiore il carico di lavoro per il processore incaricato di ricostruire su schermo quello stesso video: ogni fotogramma di tipo P-, infatti, sarà il risultato di un calcolo fatto sull'ultimo keyframe trasmesso prima di esso e su *tutti* quelli intermedi.

Questo è anche il motivo per cui i formati compressi temporalmente sono scomodi, per non dire proprio controindicati, in fase di editing. Ricostruire ogni singolo fotogramma a partire dai cento precedenti può andar bene quando lo si deve solo inviare a uno schermo e poi passare al successivo. Modificarlo, invece, significa anche

## Chi sviluppa Cinelerra, e come?

Cinelerra è disponibile come pacchetto binario per Ubuntu e altre distribuzioni, ma per servirsene nel modo migliore, o almeno per non confondersi cercando supporto online, bisogna sapere che questo software ha una vita piuttosto schizofrenica. Il codice sorgente grezzo di Cinelerra è scritto, aggiornato e regolarmente pubblicato online con licenza Gpl, come gran parte del software libero, da Adam Williams tramite la sua azienda Heroine Virtual (HV). La home page originale di Cinelerra è sul loro sito, all'indirizzo [www.heroinewarrior.com/cinelerra.php](http://www.heroinewarrior.com/cinelerra.php). Fin qui, nulla di insolito, se non fosse che poi Williams e HV *non partecipano affatto* a nessun'altra attività su Cinelerra, se non molto saltuariamente, e nemmeno vogliono lavorare in gruppo con altri programmatori. Di conseguenza, integrazione con le distribuzioni Linux, gestione di banchi, applicazione tempestiva di patch e supporto online sono tutti gestiti da una comunità *indipendente*, formatasi spontaneamente per facilitare l'uso di Cinelerra a più persone possibile. Questa comunità ha il suo quartier generale, completo di mailing list e documentazione, sul sito <http://cinelerra.org/>. È da lì che conviene scaricare Cinelerra, cioè nelle versioni chiamate Cinelerra CV (*Community Version*), perché **non** si tratta affatto di un fork, solo di una versione "chiavi in mano" dello stesso codice periodicamente rilasciato da Williams.

## E i sottotitoli dove sono?

**B**asta pensarci un attimo per realizzare che i sottotitoli sono uno strumento molto più flessibile di quanto potrebbe sembrare a prima vista. In loro non c'è, infatti soltanto il rendere comprensibili interi film in lingue sconosciute. Applicare sottotitoli anche solo ad alcune scene di un video può renderlo più interessante o divertente. In scuole adeguatamente attrezzate, attività del genere potrebbero anche essere esercitazioni incrociate di lingue e informatica molto coinvolgenti.

Aggiungere sottotitoli è un lavoro relativamente semplice, a patto di avere pazienza, utilizzare il software adatto e conoscere alcuni concetti fondamentali. I sottotitoli, per esempio, possono essere interni o esterni al file che contiene un video. La versione più semplice e rozza della prima categoria consiste di testi effettivamente "stampati", per così dire, sui singoli fotogrammi. Questi sottotitoli, a volte detti hard, non occupano nessuno spazio extra, ma questo accade proprio perché diventano parte integrante del video. Di conseguenza, non si possono disattivare, o averli in più lingue per gli stessi contenuti, a meno di aumentare enormemente le dimensioni dei file distribuendo un filmato completo per ogni lingua. Un modo molto più sofisticato di creare sottotitoli interni è aggiungerli come tracce video separate, da riprodurre in sovrapposizione o nascondere a piacere. Questo sistema, detto di pre-renderizzazione, è quello usato nei normali Dvd ed è quindi disponibile anche in applicazioni relativamente semplici per la loro creazione come, limitandosi a Linux, OpenShot o PiTiVi.

I sottotitoli esterni, o soft, sono contenuti in file separati da quello video. Diversi player sono capaci di riconoscere e utilizzare automaticamente questi file se, a parte ovviamente l'estensione, hanno lo stesso nome del filmato che sottotitolano. Internamente questi sottotitoli non sono che file di testo, contenenti anche gli intervalli temporali in cui ogni singola stringa dovrà apparire in sovrapposizione. Grazie a questa semplicità è possibile creare sottotitoli soft perfettamente validi con qualsiasi editor di testo, ma ovviamente è molto più facile farlo con un'applicazione specializzata. Per quanto riguarda Cinelerra, è possibile aggiungere sottotitoli di entrambi i tipi seguendo le procedure descritte nel tutorial [www.g-raffa.eu/Cinelerra/HOWTO/subtitles.html](http://www.g-raffa.eu/Cinelerra/HOWTO/subtitles.html). In alternativa, su Linux si può ricorrere ad applicazioni come quelle descritte nei paragrafi che seguono.

### Gaupol ([home.gna.org/gaupol/](http://home.gna.org/gaupol/))

Gaupol è compatibile con i più diffusi formati standard di sottotitoli e può essere usato anche come semplice editor di testo, prima di passare all'inserzione e alla sincronizzazione. L'interfaccia utente contiene funzioni per lavorare semiautomaticamente su più documenti e filmati, per esempio per aggiungere più lingue in una sola sessione di lavoro. È possibile definire funzioni personalizzate, cambiare i dizionari utilizzati per le correzioni ortografiche automatiche e collegare Gaupol a software di riconoscimento vocale, per velocizzare ulteriormente il lavoro.

### Gnome subtitles (<http://gnome-subtitles.sourceforge.net>)

In questa applicazione si sincronizzano testo e scene definendo direttamente sul video i punti di inizio e fine di ogni frase. Fatto questo, il software è in grado di collocare automaticamente tutti i testi, a seconda della loro lunghezza e di quella delle scene, nel punto migliore di ognuna. La funzione di playback mostra immediatamente come apparirà il video sottotitolato, completo delle opzioni di formattazione applicate via software. I testi si possono aggiungere anche a file puramente audio, per realizzare dei karaoke. L'interfaccia utente, localizzabile in Italiano, permette di trovare e sostituire automaticamente stringhe già inserite, se necessario con il supporto di espressioni regolari. Correttore ortografico e supporto di tutti i formati video riconosciuti dal backend Gstreamer completano la dotazione di Gnome subtitles.

### Subtitle Editor (<http://home.gna.org/subtitleeditor>)

Come Gnome subtitles, anche questo editor ha un player video interno compatibile con tutti i formati supportati dalle librerie di Gstreamer. A differenza del suo concorrente, comunque, questo programma può inviare i sottotitoli anche ad altri player. Oltre a immagini e testi, l'interfaccia utente mostra anche i livelli audio di ogni scena: in questo modo è molto più facile far apparire ogni stringa di testo esattamente in corrispondenza della o delle voci a cui corrisponde. I sottotitoli si possono vedere direttamente in sovrapposizione, anche a pochi caratteri alla volta con effetto "macchina da scrivere".



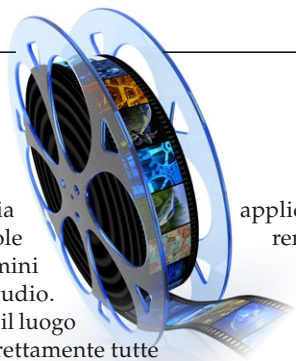
In questo video montato con Cinelerra l'oggetto effettivamente impugnato dall'attore è stato sostituito da una sfera di luce in movimento.

ricalcolare i cento seguenti, portando a una quantità di calcoli tale da poter causare perdita o alterazione di immagini, blocchi del programma di editing o altre corruzioni del flusso video.

In questo tipo di lavoro, invece, bisogna avere la massima libertà di modificare ogni singolo fotogramma, indipendentemente dagli altri, in qualsiasi ordine e senza errori. A questa esigenza rispondono i codec che effettuano compressione solo spaziale, detti anche intra-frame. In questi formati ogni fotogramma può ancora essere compresso o meno. In entrambi i casi però è indipendente da tutti gli altri, quindi lo si può estrarre dal flusso, modificare in qualsiasi maniera e "rimetterlo" a posto col minore sforzo possibile. Il tutto al prezzo di una dimensione dei file molto maggiore, a parità di durata del video. In pratica, a questa categoria appartengono (fra gli altri) i formati Dv, Mjpeg, Jpeg2000. Fra i formati compressi temporalmente più noti troviamo invece l'Open Source Ogg Theora, DivX, .wmv e l'Mpeg2 dei normali Dvd.

Riassumendo, l'editing non lineare si basa prima di tutto sulla comprensione dei formati usati, che tenga conto anche dei dispositivi con cui i vari video dovranno essere disponibili (la scelta migliore per uno smartphone, infatti, non è necessariamente quella per una Tv da salotto); e poi su una selezione rigorosa delle scene grezze da conservare o modificare, ognuna





salvata in un file indipendente con regole di nomenclatura sempre uguali, per minimizzare e velocizzare tutto il lavoro successivo.

## Cinelerra

Il motivo di questa lunga introduzione a formati e filosofia dell'editing video è che chiarirsi le idee *prima di cominciare* semplifica molto la vita, soprattutto quando si intende lavorare con software molto complesso. Perché Cinelerra, è inutile negarlo, è di gran lunga il più potente e flessibile fra gli editor video non lineari Open Source per Linux, ma proprio per questo è molto complicato. Si potrebbe dire che fin dagli inizi la sua filosofia di base è stata quella di rendere ben visibile tutta questa complessità anziché minimizzarla, per permettere ai volenterosi di fare proprio quello che vogliono.

L'interfaccia utente è divisa in quattro parti. Quella principale, chiamata nella documentazione Program Window, contiene l'elemento di base di ogni editing non lineare: la linea temporale o timeline, che mostra tutti i flussi audio e video (tracce) su cui si sta lavorando simultaneamente, nonché tutti gli effetti speciali e transizioni già applicati a ognuno di loro. Ogni traccia può essere modificata e inserita nella sequenza complessiva indipendentemente dalle altre. Per orientarsi si possono utilizzare, lungo

la timeline stessa, sia le icone delle singole scene video sia i mini grafici dei livelli audio. La timeline è anche il luogo in cui effettuare direttamente tutte le operazioni più comuni, da taglio e spostamento delle singole scene a dissolvenze e regolazioni del volume. La finestra chiamata Viewer, invece, offre anteprime delle singole clip grezze, prima di importarle nel video finale. Molto più complessa è quella delle Risorse: una sorta di contenitore comune sia del materiale da editare, sia degli strumenti di Cinelerra usati, o utilizzabili, in ogni fase della lavorazione. È fra le risorse che si trovano tutte le transizioni e gli effetti speciali che, una volta applicati, saranno visibili anche nella timeline, in corrispondenza delle scene su cui agiscono. Il risultato di tutto il lavoro è visibile infine nella finestra di composizione (Compositor). È lì che si vede il risultato delle operazioni di *rendering*, ovvero di assemblaggio e trasformazione di tutti i componenti audio/video e dei relativi effetti nelle tracce finali audio e video.

Tutto qui? Se così fosse, Cinelerra sarebbe solo un editor video (anche) per Linux, con un'interfaccia utente grafica, ma inutilmente complicata. Ovviamente, i motivi veri della sua popolarità non sono quelli raccontati finora. Quasi tutti i singoli effetti sono visualizzabili in tempo reale, appena

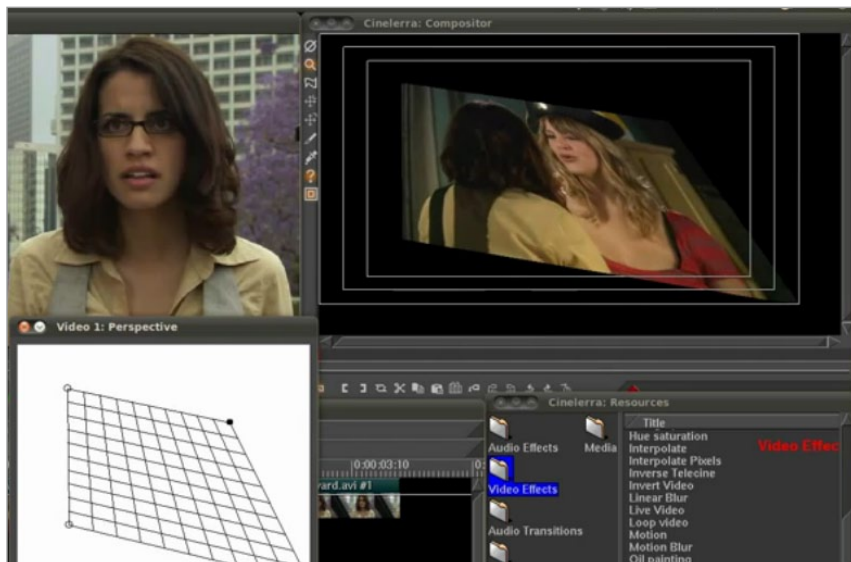
applicati. Questo vale anche per il rendering complessivo, se l'hardware lo permette. Se lo si desidera, Cinelerra può anche riprodurre il video appena elaborato all'indietro, senza particolari problemi. Per tutte queste operazioni vengono utilizzati direttamente, se disponibili, i chip acceleratori presenti su diverse schede grafiche nVidia. In questo modo si può arrivare a creare senza troppi problemi video con risoluzione di 4096x4096 pixel.

Ancora più interessante, anche se in effetti ben pochi utenti ne avranno davvero un bisogno continuo, è la capacità di Cinelerra di distribuire le operazioni di rendering su più computer che lavorino in parallelo. È però importante verificare accuratamente, prima di installare il programma, se la versione di Cinelerra disponibile, la distribuzione Linux che si sta usando e *tutto* l'hardware interessato

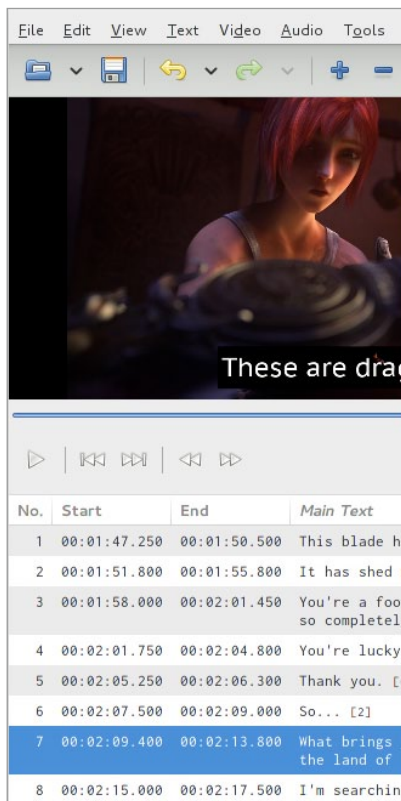


## RISORSE

Su Cinelerra si possono trovare online non pochi tutorial, anche se per un programma così complesso la documentazione non è mai abbastanza. La buona notizia è che una parte importante delle risorse fondamentali è disponibile in Italiano. Il manuale, ad esempio, si trova all'indirizzo [www.g-raffa.eu/cinelerra\\_cv\\_manual\\_it.html](http://www.g-raffa.eu/cinelerra_cv_manual_it.html). Prima ancora di aprirlo, comunque, raccomandiamo la lettura sullo stesso sito della Howto di Base ([www.g-raffa.eu/Cinelerra/HOWTO/basics-it.html](http://www.g-raffa.eu/Cinelerra/HOWTO/basics-it.html)): è qui che troverete le spiegazioni più semplici e sintetiche su come configurare il programma, importare video, organizzare le scene e aggiungere titoli e transizioni. Altrettanto semplici, anche se non proprio aggiornate, sono le guide disponibili su [www.tuttoainetnet.it/itCinelerra](http://www.tuttoainetnet.it/itCinelerra). Fra i tutorial in Inglese più utili segnaliamo i due sul Motion Tracking ([www.calcmaster.net/cinelerra/forgotten-guide/cinelerra-the-forgotten-guide-motion-tracking/](http://www.calcmaster.net/cinelerra/forgotten-guide/cinelerra-the-forgotten-guide-motion-tracking/) e <http://jakedth.tumblr.com/post/85794790/cinelerra-cv-motion-tracking-tutorial>). Sul sito <http://makefx.wordpress.com/> si trovano infine vari tutorial video per realizzare effetti speciali e animazioni con Cinelerra e altro software Open Source.



Questa schermata tratta da un tutorial su YouTube mostra come Cinelerra può mappare riprese video su superfici di qualsiasi tipo e poi deformarle, per generare transizioni tridimensionali da una scena all'altra.



**Cinelerra può aggiungere sottotitoli di vario tipo ai suoi filmati, ma molti utenti preferiranno per questo lavoro interfacce specializzate come Gaupol.**

sono pienamente compatibili fra loro. In caso contrario, o se qualche componente del computer non è alla pari con gli altri (pensiamo a Ram o dischi rigidi non sufficientemente veloci), si potrebbero avere crash o altre sorprese poco piacevoli.

### Effetti speciali? Sì, grazie

Nel cinema, scene come i famosi duelli con spade laser di Guerre Stellari nascono facendo seguire a un computer i movimenti di normali bastoni impugnati dagli attori, per farglieli ricoprire con altri oggetti. Ma un altro dei punti di forza di Cinelerra è proprio il sistema di rilevazione dei movimenti, che qualcuno ha definito addirittura come un'applicazione completa all'interno del pacchetto principale. Il *Motion Tracker* di Cinelerra è capace di riconoscere e seguire, simultaneamente o indipendentemente, sia le traslazioni di un'oggetto sia le sue rotazioni. In questo caso per oggetto si intende qualsiasi regione del fotogramma scelto inizialmente dall'utente, che verrà poi analizzata e

tracciata, con accuratezze dell'ordine del singolo pixel. Il calcolo del movimento così effettuato è utilizzabile sia per stabilizzare riprese troppo ballerine, sia per muovere il contenuto di una traccia in accordo con quella analizzata. Un altro effetto speciale popolarissimo, a portata di chiunque abbia la pazienza di imparare a usare Cinelerra, è il *chroma-key*: recitare su uno sfondo di colore uniforme, che non interferisca con i colori della pelle, per sostituirlo in fase di montaggio con uno creato al computer, o con altre riprese. In generale, Cinelerra è in grado di combinare questi e tanti altri effetti su più tracce video in maniera semiautomatica combinandoli tramite *shared tracks* (tracce condivise).

### Il formato giusto per tutti

Quando arriva il momento di pensare ai formati, e abbiamo visto quanto questo sia importante, Cinelerra è all'altezza di qualsiasi situazione. Questo software supporta addirittura OpenExr (www.openexr.com), il formato ad alto range dinamico preferito dalla Ilm di George Lucas per tutti i suoi film, a partire da Harry Potter e la Pietra Filosofale! Certo è difficile che per il montaggio di un normale filmino delle vacanze serva proprio OpenExr, ma non è certo l'unica scelta. Se necessario, e con tutte le limitazioni di cui abbiamo già parlato, Cinelerra può convertire automaticamente, o in certi casi elaborare senza transcodifiche intermedie, moltissimi formati, dai normali Dvd e Blu-Ray a quasi tutte le varianti di .wmv e .flv in circolazione. Il formato predefinito per i risultati è video H.264 più audio Mpeg4 in contenitori Quicktime, compatibili con portali come YouTube o Vimeo.

### I metadati di Cinelerra

L'ultima cosa fondamentale da dire su Cinelerra, prima di invitarvi a provarlo, è di prestare attenzione ai suoi metadati. Lavorare in Cinelerra significa creare un progetto che contiene, come minimo, tutta la configurazione non standard preparata per quello specifico lavoro. Anche la storia delle operazioni effettuate o i dettagli di alcune operazioni possono essere salvati all'interno di un progetto. Cinelerra conserva tutte queste informazioni in file Xml, che occorre assolutamente includere nelle proprie procedure automatiche di backup. •

# LINUX News

## Se non avete ancora provato Calligra, fatelo ora!

Calligra (www.calligra.org) è una suite Open Source da ufficio, che costituisce l'unico serio concorrente in questo settore degli onnipresenti LibreOffice e Apache OpenOffice. Essendo un discendente diretto di KOffice, e ancora perfettamente integrata nel desktop Kde, Calligra è una boccata d'aria fresca per chiunque, per qualsiasi motivo, non fosse soddisfatto dell'aspetto e del modo di lavorare dei suoi due avversari più famosi. Detto questo, estetica e gusti personali non sono certo gli unici, se pur validi motivi per provare Calligra! La versione 2.7, disponibile da questa estate, contiene nuove barre degli strumenti, diversi importanti aggiunte per pubblicare ebook con l'editor chiamato Author e un nuovo motore di scheduling per il componente di gestione progetti chiamato Plan. Il programma di grafica Krita, infine, dispone di nuovi filtri per leggere e scrivere file nei formati Psd di Photoshop.

## Sdl 2.0 arriva su Linux

La libreria multiplatforma Sdk (Simple Directmedia Layer) offre accesso diretto su Android, Linux, Mac Os, Windows e molti altri sistemi operativi a schede audio, acceleratori grafici compatibili con OpenGL e Direct3D, tastiere, joystick e mouse. Per queste sue caratteristiche Sdl è un componente indispensabile di molti giochi ad alto livello. La sua versione 2.0, arrivata su Linux a fine agosto, contiene, fra l'altro, nuove funzioni per Force Feedback, accelerazione hardware 3D e gioco a tutto schermo.

## Linux e i processori Arm, per un cloud computing più ecologico

Se c'è una cosa su cui quasi tutti sono d'accordo a proposito di Linux è che è perfetto come sistema operativo per server, soprattutto per applicazioni Web. D'altra parte, il consumo energetico dei data center sta aumentando sempre più velocemente a livello mondiale, come conseguenza diretta della popolarità del cloud computing. Per questi due motivi sono di grande interesse i lavori attualmente in corso per portare distribuzioni popolari come openSuse e Fedora sui processori Arm, a bassissimo consumo (Debian e alcuni suoi derivati già girano su Arm da diverso tempo). Un maggior supporto per Arm, unito all'arrivo sul mercato di parecchie micro-schede madri per server basate proprio su quei processori, potrebbe quindi ridurre sensibilmente l'impronta energetica dei numerosissimi servizi Web che girano su Linux.