



UNIVERSITÀ DI BRESCIA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Dipartimento di Elettronica per l'Automazione

Laboratorio di Robotica Avanzata **Advanced Robotics Laboratory**

Corso di Robotica Mobile
(Prof. Riccardo Cassinis)

**Funzionamento della webcam
Logitech® QuickCam® Sphere™
MP sotto Linux e relativo
controllo da remoto**

Elaborato di esame di:

**Daniele Manerba, Paolo
Melchiori, Alberto Pelosi**

Consegnato il:

29 gennaio 2008

Sommario

Il nostro lavoro si è concentrato sull'installazione di una Webcam Logitech Orbit (codice 046d:08cc) su un calcolatore con sistema operativo Linux distribuzione Debian Etch con kernel 2.6.18-4.

Oltre al suo funzionamento in locale, lo scopo dell'elaborato era anche quello di creare un'interfaccia che rendesse la webcam comandabile da remoto, con l'ausilio di un comune browser.

1. Introduzione

Questa relazione intende descrivere le attività svolte dal nostro gruppo di lavoro nell'ambito del corso di Robotica Mobile e più in particolare l'elaborato assegnatoci dal prof. Cassinis riguardante il funzionamento di una webcam in ambiente Linux. Il nostro studio ha interessato vari livelli dell'architettura software necessaria per una corretta visione di una periferica video, ovvero dei driver funzionanti, un applicativo software per la riproduzione dello streaming, un'interfaccia per la visualizzazione e il controllo della periferica. In questo senso tutte le parti della nostra relazione evidenzieranno tali aspetti e le relative problematiche affrontate.

1.1. La webcam in uso

La webcam fornitaci direttamente dal prof. Cassinis è una Logitech® QuickCam® Sphere™ MP (modello 2006, talvolta indicata come Orbit o Sphere) codice 046d:08cc, le cui caratteristiche possono essere sintetizzate in:

- Video Capture 640 x 480
- Sensore ottico da 1,3 megapixel (Pixel effettivi 1280 x 960)
- Interfaccia Hi-Speed USB (tipo a 4 pin)
- Microfono integrato
- Panoramica di 189° e movimento di 102° motorizzato

Tali specifiche sono state reperite all'interno del sito ufficiale di Logitech [1].

1.2. Il calcolatore a disposizione

Il calcolatore utilizzato per le prove è un Athlon 1.5 GHz, RAM 512 MB, HD 54 GB con sistema operativo Debian, kernel 2.6.18-3-686 poi aggiornato alla versione 2.6.18-4-686; tale macchina ci è stata messa a disposizione nell'aula tesisti del dipartimento di Elettronica per l'automazione dell'Università.

1.3. Le fasi del lavoro

Il lavoro da noi sviluppato è stato affrontato in diverse fasi: durante la prima fase la nostra principale necessità è stata quella di ricercare e testare i driver adatti alle nostre esigenze, ovvero quelli che non solo garantissero il migliore risultato video ma che implementassero, al loro interno, le funzionalità necessarie a sfruttare i motori della periferica atti al movimento del sensore ottico.

Durante la seconda fase, invece, abbiamo ricercato un software adatto all'utilizzo della periferica stessa che utilizzasse le librerie Video 4 Linux 2, necessarie al nostro scopo. A tal fine sono stati provati, testati e scartati molti pacchetti ritenuti o non compatibili o solo parzialmente utilizzabili nel nostro elaborato.

Il risultato di questa fase è stata la scelta di un ristretto gruppo di applicazioni in grado di interagire con i driver da noi selezionati nella prima parte del lavoro.

Durante la terza fase i nostri sforzi si sono concentrati sull'interfaccia utilizzabile tramite un normale browser web. Anche in questo caso è stato possibile sfruttare, in parte, materiale reperibile nei siti di sviluppo consultati (meglio approfonditi in seguito). Al termine di questa fase è stata scelta un'interfaccia combinata di php ed applet java che garantisse sia una discreta fluidità video sia la possibilità di controllare i movimenti della webcam.

È da sottolineare, inoltre, che il nostro lavoro non è stato confinato all'interno del solo laboratorio e quindi del calcolatore datoci in utilizzo dal docente. Abbiamo infatti preferito testare il sistema da noi individuato anche su macchine differenti per caratteristiche hardware, versioni del kernel o per la distribuzione Linux utilizzata (ad esempio Ubuntu). In questo caso, come verrà meglio evidenziato nei capitoli successivi, abbiamo riscontrato una discreta compatibilità del sistema all'interno di un range di distribuzioni Debian-based; non sono state fatte, al momento, prove su distribuzioni differenti.

Un discorso a parte va fatto per una serie di prove effettuate in ambienti virtuali; in questo caso abbiamo cercato di replicare su un'altra piattaforma il sistema in uso sul calcolatore a nostra disposizione. I risultati sono però probabilmente stati inficiati dall'utilizzo di un ambiente virtuale che, per quanto cerchi di servire al nuovo sistema operativo la stessa interfaccia per le periferiche, ha portato ad una buona serie di errori riconducibili alle connessioni "plug and play" di cui si serve l'interfaccia USB.

2. Il problema affrontato

Seguendo la naturale procedura per l'installazione di periferiche video, risulta facile dividere i problemi affrontati in tre macro sezioni:

- Ricerca di driver in grado di guidare la webcam.
- Ricerca di applicativi in grado di supportare lo streaming video ed il controllo del movimento.
- Ricerca di soluzioni per il controllo remoto.

2.1. La ricerca dei driver

Per quanto concerne questa sezione è da sottolineare che Logitech non rilascia driver utilizzabili in ambiente Linux e garantisce il funzionamento solamente con sistemi operativi Microsoft NT (sia a 32 che a 64 bit). Il nostro primo compito è stato dunque quello di trovare una community che supportasse l'utilizzo di questa famiglia di webcam nell'ambiente d'interesse, ritenendo troppo oneroso scrivere nuovi driver ad hoc, anche appurata la nostra assoluta inesperienza in questo contesto.

Da evidenziare, inoltre, che questa particolare periferica, grazie a dei motori interni, è in grado di ruotare il proprio campo visivo sia parallelamente al piano d'appoggio (movimento PAN) sia perpendicolarmente (movimento TILT). Risulta quindi immediata la necessità di dotarsi di driver che diano la possibilità, oltre ad effettuare streaming, anche di comandarne i motori.

2.2. La ricerca del software

In questa fase, centrale per l'intero lavoro, ci siamo mossi su due linee. Nella prima volevamo trovare il programma migliore che potesse utilizzare al meglio le proprietà avanzate della webcam come i movimenti PAN e TILT. La seconda direttrice è stata quella dello streaming utilizzabile online o meglio, privilegiare quei pacchetti che naturalmente supportassero l'output facilmente sfruttabile da applet e sistemi web-based. Da sottolineare che, nonostante i molteplici problemi riscontrati, non abbiamo, in alcun caso, trovato dei driver che potessero funzionare meglio di quelli già individuati nel primo punto.

2.3. La ricerca dell'interfaccia

Nella terza parte del nostro elaborato abbiamo cercato di trovare un'interfaccia che riuscisse ad interagire con la webcam in modo da visualizzarne lo streaming comandandone contemporaneamente i

movimenti rotatori intorno ai due assi sopra citati (PAN e TILT). Vedremo più avanti come proprio il controllo dei movimenti della webcam sia stato il problema che ha richiesto i maggiori sforzi e che è restato comunque parzialmente irrisolto.

3. La soluzione adottata

3.1. Introduzione

Data la complessità del problema in esame, si è agito partendo da una fase progettuale di alto livello, in cui sono stati evidenziati i macroblocchi caratterizzanti il sistema, per poi concentrarsi sugli aspetti implementativi, di più basso livello, con cui concretizzare quanto precedentemente progettato.

Nonostante le due fasi sopracitate (progettazione ed implementazione) non siano in relazione di stretta sequenzialità (propria di un modus operandi a cascata), bensì in rapporto di natura incrementale ed iterativa (necessariamente i dettagli implementativi e lo stato dell'arte influiscono pesantemente sulle scelte di progetto), si è pensato comunque di dividere in fasi logiche l'esposizione della soluzione adottata.

In tal senso nel prossimo sottoparagrafo si andranno ad esporre gli aspetti progettuali, mentre in quello successivo si analizzeranno in maniera più concreta i dettagli implementativi attraverso cui si è pervenuti alla soluzione finale, espressa in maniera più procedurale nel paragrafo 4, ai fini di una maggiore semplicità di consultazione.

3.2. Fase progettuale

In questo paragrafo si evidenzierà la struttura logica di più alto livello caratterizzante il sistema posto in essere.

Dovendo implementare un sistema di visione comandabile da remoto, l'architettura client-server è probabilmente quella che più naturalmente si presta a questo tipo di problematica.

Possiamo pertanto suddividere la catena di trasmissione in tre grossi elementi:

- Il client
- Il canale di comunicazione
- Il server

Il client dovrà essere dotato di un browser web e di una Java Virtual Machine in grado di supportare applet Java; strumento quest'ultimo necessario alla visualizzazione dello streaming video, ed al simultaneo controllo del movimento dalla webcam remota.

Il canale di comunicazione sarà rappresentato da una comune rete di comunicazione basata sugli standard internet.

Il nodo finale della catena sarà costituito dal sistema server sul quale si desidera innestare il dispositivo di visione. Esso conterà di un calcolatore con funzionalità di Web Server al quale i vari client remoti potranno collegarsi per poter richiedere la visualizzazione ed il controllo del flusso video proveniente dalla webcam, collegata mediante USB al calcolatore stesso.

In figura 3.1 è riportata l'architettura di alto livello del sistema così descritto.

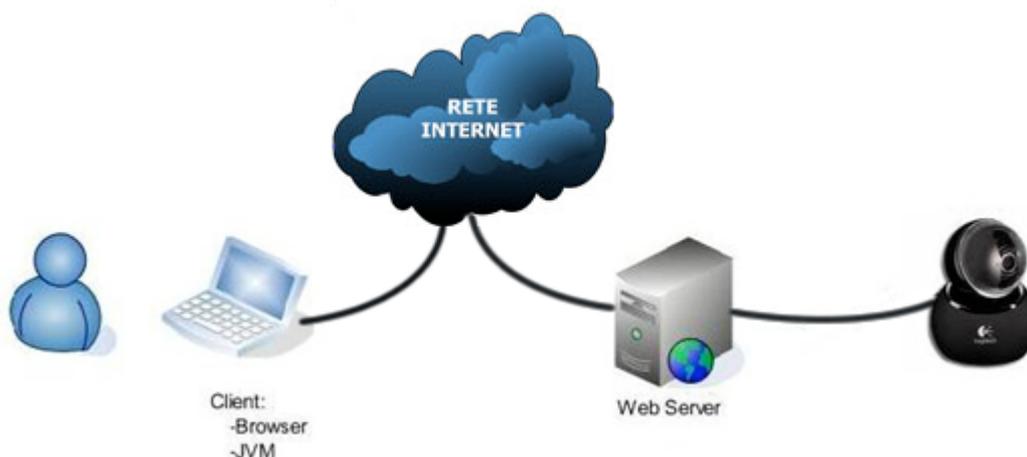


Fig. 3.1 – Architettura di alto livello del sistema

I principali protocolli coinvolti dall'architettura saranno pertanto i seguenti:

LIVELLO DI ASTRAZIONE	PROTOCOLLO
Livello applicazione	HTTP
Livello di trasporto	TCP
Livello di rete	IP
Livello di collegamento dati	Ethernet o Wi-fi (802.11)

3.3. Fase implementativa

3.3.1. Ricerca dei driver

La fase di ricerca dei driver ha costituito la primissima attività nell'ambito della parte implementativa dell'esperienza, e d'altro canto non avrebbe potuto essere altrimenti, dal momento che prima ancora di poter gestire una webcam (da remoto o meno) è necessario accertarsi della presenza di driver in grado di gestire a basso livello i comandi con cui guidare il controller del dispositivo.

Sebbene un'attività di ricerca possa apparire un'esperienza tutto sommato limitatamente complessa, è bene sottolineare come al contrario essa si sia rivelata ricca di difficoltà di natura pratica.

Oltre alla scarsa conoscenza del sistema operativo in uso, caratterizzante soprattutto le prime "sedute" al computer, i due principali punti di difficoltà si sono dimostrati essere:

- La necessità di orientamento nella infinita quantità di informazioni reperibili in rete
- La necessità di dover reperire software con cui verificare l'effettivo funzionamento dei driver

Quest'ultimo aspetto in particolare ha contribuito ad innalzare il livello di complessità dell'attività svolta, in quanto a fronte di un mancato funzionamento del programma, non si poteva comunque esser certi che la causa originale del malfunzionamento risiedesse proprio nel driver, quando, a causa delle molte variabili in gioco, essa poteva essere di volta in volta imputata anche ad altri fattori (incompatibilità con la versione del sistema, bug di varia natura, etc.). Da qui l'esigenza di svolgere prove multiple, in modo da orientare la scelta verso una soluzione funzionante.

In quest’ottica ci è stato di particolare aiuto il sito internet Quickcamteam [2], che ci ha permesso di ottenere una visione di massima circa i driver per webcam messi a disposizione in ambito Linux.

In particolar modo, si veda <http://www.quickcamteam.net/hcl/linux/>, dove è sinteticamente riportato il seguente elenco di driver disponibili:

DICITURA	DRIVER
uvcvideo	Linux Usb Video Class driver
spca	SPCA webcam driver family
pwc	Philips USB webcam driver
quickcam	QuickCam Messenger & Communicate driver
qcexpress	QuickCam Express driver

Di prezioso aiuto si è dimostrata la pagina <http://www.quickcamteam.net/hcl/linux/logitech-webcams>, che elenca le compatibilità fra driver e modelli di webcam. Da essa è emerso che per il modello di nostra competenza (Logitech QuickCam Orbit MP 046D:08CC) il driver designato risulti essere *uvcvideo*. La pagina in questione riporta per altro una nota secondo la quale sussisterebbero incompatibilità tra il driver in questione e taluni controller USB, incompatibilità dalle quali dipenderebbero problemi di instabilità della camera.

Per reperire i driver si è fatto riferimento alla pagina degli sviluppatori BerliOS [3].

Installati i driver si è passati al testing degli stessi; questa fase ha portato alla necessità di reperire software con cui sperimentarne il funzionamento sia in termini di streaming video, che in ottica di controllo del movimento. Anche in questo caso il sito di BerliOS [3] si è rivelato essere un ottimo punto di riferimento per il reperimento di informazioni, come ad esempio la compatibilità dei driver *uvcvideo* con le sole librerie *Video4linux2* (“*The driver implements the Video4Linux2(V4L2) API. Support for V4L1 is not provided.*”).

Tra i programmi utilizzabili sono stati effettuati test con:

- **luvview**: programma “leggero” ideale per il testing ed il debugging delle webcam
- **Ekiga**: programma per videoconferenze.
- **FFmpeg**: suite di programmi per la registrazione e la conversione di flussi audio/video.
- **V4l2-ctl**: utility messa a disposizione dai driver *ivtv* [4], con la quale poter comunicare col dispositivo direttamente da riga di comando.
- **V4l2ucp**: pannello di controllo per dispositivi basati su *V4l2* [5].
- **MJPEG-streamer**: webcam streaming server con svariate funzionalità aggiuntive tra le quali la possibilità di controllo remoto della webcam [6].
- **Motion**: programma che offre il supporto per lo streaming video e per il controllo della webcam (pan/tilt) [7].

Per quanto riguarda il calcolatore a nostra disposizione, le prime tre applicazioni citate hanno denotato l’incapacità di visualizzare lo streaming video della webcam. Più radicalmente dovremmo dire che nessuna funzionalità della webcam, nemmeno l’accensione, è sembrata funzionare. Risultati migliori si sono ottenuti con **V4l2-ctl**, che ci ha permesso di muovere la webcam sia lungo la direzione orizzontale (pan) che quella verticale (tilt), analogamente a quanto reso possibile da **V4l2ucp**. Ulteriori passi avanti si sono ottenuti con **Motion**, programma che adatteremo come soluzione definitiva (per la cui trattazione si rimanda al sottoparagrafo seguente), che ci ha dato conferma della capacità dei driver *uvcvideo* di supportare anche lo streaming video. Informazione analoga ci è stata data dal testing di **MJPEG-streamer**, il quale riesce a supportare lo streaming video senza tuttavia essere in grado di realizzare un controllo del movimento della camera.

La maggior parte degli applicativi appena citati è stata testata anche su altri sistemi, in particolare su una macchina virtuale (creata con VMware ed eseguita in ambiente Windows su un computer portatile) e

su una distribuzione *Ubuntu 7.10* basata sul kernel Linux più recente. L'esito di tutte le prove effettuate è schematizzato nella seguente tabella:

		Computer disponibile in aula tesisti: Debian, kernel 2.6.18-4-686	Macchina virtuale (VMware): Debian, kernel 2.6.16-2	Personal Computer: Ubuntu Gutsy 7.10, kernel 2.6.22
Luvview				
Ekiga				
FFmpeg				
V4l2ctl				
V4l2ucp				
MJPEG-streamer				
Motion				

-  = completamente funzionante
-  = movimenti PAN e TILT non funzionanti (se disponibili)
-  = combinazione non testata
-  = completamente inutilizzabile
-  = possibilità del programma di sfruttare il movimento PAN e TILT

3.3.2. Ricerca di applicativi per lo streaming video ed il controllo della camera

Trovati i driver con cui guidare il controller della webcam, il secondo passo è stato quello di reperire software in grado di farla funzionare correttamente.

Sinteticamente possiamo riassumere i requisiti richiesti come segue:

- Impiego di driver *uvcvideo*
- Capacità di supportare lo streaming video
- Capacità di controllare i movimenti della webcam

Inevitabilmente il paniere di programmi dal quale attingere è pressoché coinciso con quello precedentemente impiegato per il testing dei driver e la scelta effettuata si è basata necessariamente sui risultati di tali test.

Come già annunciato, **Motion** (l'ultima release stabile è la 3.2.9) si è rivelato essere il programma che meglio soddisfa i requisiti sopraesposti. Si tratta fondamentalmente di un applicativo sviluppato in C e concepito per V4L, che tuttavia nelle ultime versioni supporta la compatibilità con V4L2, e realizza le funzionalità di streaming video e di controllo di telecamere, oltre ad implementare un sistema di auto-tracking che permette di seguire con la webcam oggetti in movimento. Motion, per il controllo della webcam da remoto, ha inoltre sviluppato delle API HTTP con le quali è possibile interagire per modificare le coordinate, sia in termini assoluti che relativi, di pan e di tilt.

3.3.3. Ricerca di soluzioni per il controllo remoto

L'ultimo passo verso il raggiungimento degli obiettivi è consistito nel trovare una soluzione che permettesse di remotizzare il controllo della camera.

All'indirizzo <http://www.lavrsen.dk/twiki/bin/view/Motion/LogitechSphereControl> viene fornita dagli stessi sviluppatori di Motion una soluzione basata su scripting php e sull'utilizzo di una applet Java

(*Cambozola V. 0.68* [8]), grazie alla quale poter caricare in una pagina web il flusso video indirizzato originariamente alla porta 8081 del web server. Da questo nasce la necessità di possedere, lato client, di una Java Virtual Machine capace di interpretare il byte-code della applet

3.3.4. Problematiche, considerazioni e test alternativi

Il procedimento implementativo precedentemente descritto non è stato immune da problematiche, in particolare sul calcolatore messi a disposizione in aula tesisti.

Il primo ostacolo incontrato è stato quello di rendere effettivamente supportato il tracking della webcam: i driver *uvcvideo* impiegati come mattone di base su cui costruire l'architettura software infatti, in sede di prima installazione hanno denotato l'incapacità di consentire questo tipo di funzionalità. **V4l2-ctl** è stato lo strumento col quale si sono ottenuti feedback dai quali partire per la risoluzione del problema. Richiamando infatti quest'ultimo con l'opzione *-l*, in modo da poter visualizzare i controlli messi a disposizione dal driver, si è notato come l'unica modalità di settaggio possibile fosse quella riferita al parametro "*white balance temperature*", palesando così l'impossibilità di comandare altri fattori quali ad esempio il movimento della camera.

Consultando la pagina <http://lists.berlios.de/pipermail/linux-uvc-devel/2007-September/002099.html> si è potuto aggirare il problema ricaricando i driver con un particolare parametro, ovvero *trace=0xffff*.

Eseguito un testing con **V4l2-ctl** si è potuto constatare infatti come in questo modo oltre al settaggio del parametro di *white balance temperature* siano stati resi disponibili altri parametri di settaggio, tra i quali quelli per il controllo di Pan e Tilt, che infatti si dimostrano funzionanti se comandati con questo applicativo.

La seconda problematica alla quale ci si è trovati di fronte è stata quella per cui tale controllo fosse possibile unicamente da **V4l2-ctl**, ma non dall'applicativo **Motion**: esso infatti consentiva la visualizzazione del flusso video della webcam, senza tuttavia riuscire a controllarne il movimento.

Il workaround in questo senso è risultato essere più problematico in quanto si è dovuto mettere mano al codice sorgente del programma, ed in particolar modo al file *track.c*, andando a commentare un controllo che rendeva vano ogni tentativo di movimento.

Il risultato a cui si è pervenuti è consistito in un miglioramento in termini di funzionalità della webcam nel senso che si è reso parzialmente possibile il movimento, che tuttavia permane limitato al solo pan, mentre la funzionalità di tilt seguita a non funzionare.

A causa dei risultati di compromesso a cui si è pervenuti sul calcolatore dell'aula tesisti, si sono realizzate ulteriori prove su un calcolatore diverso montante una distribuzione Linux diversa da quella richiesta dalle specifiche, ma in un certo qual modo affine a quella finora citata, ed un kernel ben più aggiornato. Si sono così ripetuti gli esperimenti su un *Ubuntu Gutsy 7.10* con un kernel versione 2.6.22. Da essi si sono ottenuti i seguenti risultati confortanti:

- I driver *uvcvideo* non necessitano di essere caricati con l'opzione *trace=0xffff* per funzionare correttamente.
- Anche applicazioni come **Ekiga** e **luvcview** si dimostrano pienamente funzionanti.
- **Motion** riesce, oltre a visualizzare correttamente il flusso video, anche a comandare il movimento della webcam sia in termini di pan che di tilt.

I risultati così ottenuti impongono una riflessione sull'eventualità di cambiare o aggiornare il sistema operativo sul quale far girare l'applicazione di gestione della webcam; per queste ed altre considerazioni si rimanda tuttavia all'apposito capitolo conclusivo.

4. Modalità operative

4.1. Componenti necessari

Il sistema presentato nei capitoli precedenti, soluzione del problema affrontato, necessita dei componenti hardware e software elencati di seguito.

Componenti hardware:

- Calcolatore che funga da server per lo streaming delle immagini; i requisiti minimi richiesti per questa macchina sono:
 - Processore Pentium® 4 da 1,4 GHz o AMD Athlon® da 1 GHz (consigliato Pentium® 4 da 2,4 GHz)
 - 128 MB di RAM (256 MB consigliati)
 - Scheda video a colori a 16 bit
 - Porta USB 1.1 o 2.0 disponibile (porta USB 2.0 ad alta velocità necessaria per l'acquisizione di immagini in megapixel)
- Webcam USB Logitech® QuickCam® Sphere™ MP (modello 2006).

Componenti software (ovvero cosa dev'essere installato sul calcolatore server):

- Sistema operativo Linux-based compatibile con l'architettura del calcolatore (prove effettuate con una distribuzione Debian 4.0 Etch basata su kernel 2.6.18-4, disponibile su <http://www.debian.org>).

È fondamentale che il kernel abbia il supporto per V4L2, poiché solo tali librerie sono compatibili con la webcam in questione. V4L2 è già incluso nativamente nelle versioni 2.6.x del kernel Linux.

- Compilatore C: per la compilazione del codice sorgente dei driver e del software applicativo.
- Web server: esso è indispensabile affinché lo streaming video e l'applicazione web che comanda la webcam siano accessibili dall'esterno. Inoltre si richiede che tale web server abbia installato un interprete Php, poiché l'applicazione è stata sviluppata in questo linguaggio.
- Driver uvc-video: sono i driver risultati compatibili con la webcam in questione che implementano anche le funzionalità di tracking (pan/tilt).
- Motion: applicativo per lo streaming delle immagini acquisite con la webcam e che dà la possibilità di controllarne i movimenti direttamente dal web tramite delle API HTTP.
- Applicazione web che permette il controllo da remoto della webcam: essa ingloba anche una applet scritta in java, ed il tutto è reperibile in allegato a questa relazione.

4.2. Modalità di installazione

Le modalità di installazione del sistema operativo Debian e del kernel Linux esulano dagli scopi di questa trattazione e non verranno affrontate; si rimanda quindi a <http://www.debian.org> dove è possibile trovare le immagini del sistema operativo e il manuale per la sua installazione.

Per lo stesso motivo non saranno approfondite le installazioni del web server, di php e del compilatore C; per completezza aggiungiamo che nel sistema di test sono stati utilizzati rispettivamente Apache v2.2, Php v5.2.5 e GCC v4.2.2, tutti scaricabili ed installabili comodamente in Debian tramite un software di gestione dei pacchetti.

Si ricorda inoltre che alcuni dei comandi utilizzati per le installazioni presentate di seguito necessitano di privilegi *root* per essere eseguiti; assicurarsi quindi, prima di cominciare tali procedure, di avere questi privilegi sul calcolatore che si vuole utilizzare.

4.2.1. Collegamento fisico e creazione del device video

Innanzitutto è necessario connettere il cavo della webcam ad una porta USB del computer e controllare che il dispositivo venga riconosciuto dal sistema operativo. Per verificarlo è sufficiente che appaiano i dati della webcam nell'output del comando:

```
# lsusb
```

Ora è necessario che alla webcam venga associato un device video e che esso appaia nella directory `/dev`. Solitamente il sistema assegna alla webcam un device denominato `video` seguito da un numero, ad esempio `video0`, `video1`, etc. In generale è possibile utilizzare un device arbitrario ma per la configurazione del software applicativo si è deciso di utilizzare come default device proprio `/dev/video0`.

Se la creazione del device `video0` non dovesse avvenire in modo automatico con il collegamento della webcam è possibile o installare qualche pacchetto software per la gestione plug and play delle periferiche USB (per esempio `udev`) oppure crearlo manualmente tramite il comando:

```
# mknod /dev/video0 c 81 0
```

➤ **Se si utilizza la creazione manuale del device essa dovrà essere ripetuta ad ogni riavvio del sistema.**

4.2.2. Installazione dei driver video UVC

I driver UVC sono disponibili in allegato a questa relazione copiando la directory `/linux-uvc/trunk/` sul proprio sistema, oppure è possibile reperirli tramite `subversion` con il seguente comando:

```
# svn checkout svn://svn.berlios.de/linux-uvc/linux-uvc/trunk
```

Posizionarsi quindi tramite shell nella directory `/linux-uvc/trunk` e procedere alla compilazione e all'installazione dei driver tramite i comandi:

```
# make
# make install
```

Per assicurarsi che il modulo sia stato correttamente caricato controllare la presenza di `uvcvideo` nell'output del comando

```
# lsmod
```

4.2.3. Installazione di Motion

Il pacchetto software Motion v3.2.9 è reperibile in allegato a questa relazione oppure scaricabile da http://sourceforge.net/project/downloading.php?group_id=13468&use_mirror=heanet&filename=motion-3.2.9.tar.gz&35647092. La versione proposta, ovvero la 3.2.9, è stata scelta poiché si tratta dell'ultima release stabile al momento della stesura di questa relazione.

Innanzitutto scompattare l'archivio `motion-3.2.9.tar`, poi posizionarsi tramite shell nella directory appena scompattata. Procedere quindi alla configurazione e alla creazione del MakeFile con il comando:

```
# ./configure
```

Successivamente compilare ed installare il programma tramite i comandi:

```
# make
# make install
```

Per verificare il corretto funzionamento di Motion eseguire il programma tramite il comando

```
# motion
```

Il led rosso della camera dovrebbe ora accendersi e dovrebbe partire l'acquisizione delle immagini e il loro streaming sulla porta 8081 del server; per visualizzare lo streaming è necessario digitare <http://localhost:8081> nella barra degli indirizzi di un browser. Inoltre sulla porta 8080 (<http://localhost:8080>) è disponibile un menù dal quale è possibile modificare numerosi parametri della webcam. Per muovere la camera in particolare scegliere la voce *Tracking*, poi *Track Set Pan/Tilt* ed inserire i parametri desiderati.

➤ **Se Motion non dovesse partire correttamente eseguire i passi relativi alla sua configurazione (paragrafo 4.3) e provare a riavviarlo**

4.2.4. Installazione dell'applicazione web

Per fare in modo che la cam sia visibile e controllabile da remoto è necessario avere, sul proprio server, una piccola applicazione web che mostri lo streaming e che permetta di comandare i movimenti della webcam.

Copiare quindi dal cd in allegato la cartella */webcam* nella home directory del server web installato (nel caso di Apache essa è */var/www*). Tale cartella contiene i file *home.php* e *control204pt.php*, e la applet *cambozola.jar*.

Ora è necessario controllare che la applet *cambozola.jar* abbia la possibilità di essere scaricata ed eseguita da un qualsiasi utente si connetta alla pagina web; la stessa cosa deve valere per i file php. Si possono attribuire i permessi meno restrittivi a tali file posizionandosi nella home directory del web server e scrivendo il comando:

```
# chmod -R 777 webcam
```

Per testare la pagina e la applet aprire un browser sulla macchina server e collegarsi all'indirizzo <http://localhost/webcam/home.php>. Dovrebbe essere inoltre possibile collegarsi alla pagina *home.php* da un qualsiasi calcolatore collegato ad internet tramite l'indirizzo <http://SERVER/webcam/home.php>, dove "SERVER" è l'indirizzo IP o il nome del calcolatore che controlla la webcam.

4.3. Modalità di configurazione del sistema

L'applicativo Motion dovrebbe funzionare correttamente anche subito dopo la normale installazione, tuttavia per avere dei risultati ottimali, soprattutto in relazione agli scopi di questo progetto, è necessaria una piccola fase di configurazione. Motion in particolare si appoggia ad un file di configurazione chiamato *motion-conf*, situato probabilmente nella directory */usr/local/etc* del sistema che lo ospita, nel quale è possibile settare diversi parametri riguardanti la webcam e lo streaming.

Se il file *motion-conf* non dovesse trovarsi nella directory indicata è possibile risalire al suo percorso tramite il comando:

```
# motion -c
```

Per comodità è stata allegata a questa relazione una versione del file *motion-conf* già modificata ad-hoc; sovrascrivere quindi tale file con quello sul proprio sistema. Fatto questo interrompere e riavviare il programma Motion per caricare le nuove impostazioni.

4.4. Risoluzione dei problemi

È ormai noto che la maggior parte delle webcam Logitech® basate su chip SPCA525 ASIC, fra cui quella utilizzata in questo progetto, presentano dei bug che creano sotto Linux grosse incompatibilità fra la periferica e il controller USB utilizzato, rendendo il suo comportamento e il suo funzionamento molto instabili; questo può portare quindi a frequenti problemi sia relativi all'acquisizione delle immagini che al controllo dei movimenti, dipendenti dall'hardware, dal sistema e dai componenti software utilizzati. In questo paragrafo cercheremo di esporre alcuni espedienti utilizzabili per aggirare alcuni problemi che si possono presentare; questi possono essere in particolare di tre tipi:

- La webcam viene riconosciuta dai driver UVC ma l'inizializzazione fallisce.
- L'inizializzazione da parte dei driver ha successo ma fallisce l'acquisizione delle immagini, oppure lo stream video si blocca senza motivo.
- Il funzionamento della webcam sembra stabile ma essa non risponde a richieste di controllo (luminosità, contrasto, pan/tilt).

Si vuole precisare fin da subito che le soluzioni proposte di seguito non funzionano su tutti i sistemi o su tutte le configurazioni hardware/software, nè assicurano il corretto funzionamento della periferica, ma rappresentano solamente le esperienze di molti utilizzatori di queste webcam.

Provare una porta USB differente

Può sembrare ridicolo ma molti utenti hanno tratto giovamento dall'utilizzo di una porta USB diversa; le incompatibilità con i controller USB del resto potrebbero venire superati utilizzando porte USB collegate direttamente alla scheda madre del computer.

Utilizzare il *full-speed mode*

Molti problemi legati allo streaming video potrebbero essere risolti forzando il funzionamento della webcam in modalità USB full-speed, poiché alcuni di questi nascono solamente in modalità high-speed. In modo semplice possiamo rimuovere il modulo di cui non abbiamo bisogno con questo comando:

```
# rmmod ehci-hcd
```

Utilizzare il parametro *trace* per caricare i driver

Come già citato in precedenza per abilitare i controlli sui motori interni della webcam e per rendere utilizzabili le funzioni di pan e tilt potrebbe essere necessario caricare i driver con l'aggiunta di un parametro particolare. Per far questo occorre prima rimuovere il modulo relativo agli UVC e poi ricaricarlo nel kernel tramite questi comandi:

```
# rmmod uvcvideo  
# modprobe uvcvideo trace=0xffff
```

Utilizzare una versione modificata di Motion

Se il controllo dei movimenti della webcam risultasse ancora impossibile tramite l'applicazione web proposta è possibile utilizzare una versione di Motion il cui codice è stato modificato dal nostro gruppo di lavoro durante il progetto; ricordiamo che tramite questo metodo si è riusciti a far funzionare il movimento orizzontale (pan) ma non quello verticale (tilt).

Per utilizzare la versione modificata di Motion è necessario disinstallare quella precedentemente installata sul computer; posizionarsi nella directory dove è stata svolta l'installazione e digitare il comando:

```
# make uninstall
```

Procedere quindi all'installazione del programma seguendo gli stessi passi presentati nel paragrafo 4.2, avendo l'accortezza di utilizzare l'archivio *motion-3.2.9-mod.tar* presente nel cd allegato a questa relazione.

5. Conclusioni

In estrema sintesi, il nostro compito è stato quello di trovare un sistema “driver + software + interfaccia” che rendesse disponibile la visione tramite browser dello streaming della webcam. Il risultato complessivo del lavoro può considerarsi non ottimizzato rispetto a qualità video migliori disponibili con altri programmi presi in considerazione (in particolare le convincenti prove portate a termine con *luvcview* su distribuzione Ubuntu), tuttavia risulta il più pratico e sostenibile vista anche la facile interfaccia messa a disposizione con cui si è in grado di comandare la webcam da remoto. Ovviamente, a seconda degli scopi per cui sarà utilizzata, saranno da settare i parametri ottimali e da studiarne il comportamento anche in base alla risposta della rete.

Quello che invece appare chiaro da questo elaborato sono le enormi differenze di risultato che si riscontrano utilizzando l'hardware messi a disposizione in aula tesisti ed il relativo sistema operativo oppure altri calcolatori montanti sistemi operativi più recenti (si vedano a questo proposito i test positivi effettuati su Ubuntu 7.1 con kernel 2.6.22); in quest'ultimo caso le differenze, oltre a palesarsi nel corretto funzionamento del sistema in tutte le sue potenzialità, sono evidenti anche nella semplicità con cui è possibile raggiungere gli scopi sperati (il procedimento di installazione è lineare e non presenta pressochè problemi di incompatibilità da correggere).

Questi ottimi risultati hanno decisamente dimostrato la bontà dell'architettura e del software utilizzati per questo progetto, spostando le problematiche in ambiti differenti (versione del kernel, tipo di controller USB).

Come possibili applicazioni future, aspettando nuove versioni dei driver che sono in previsione sul sito di riferimento per il progetto di sviluppo BerliOS, possiamo immaginare lo studio di nuovi programmi che migliorino il tempo di risposta della webcam e la qualità dello streaming oppure di nuove interfacce che aumentino le funzioni controllabili da remoto.

Bibliografia

- [1] Sito web ufficiale Logitech in cui si trova la presentazione della webcam presa in esame in questo progetto: http://www.logitech.com/index.cfm/435/245&cl=it_it
- [2] Sito web di supporto per coloro che intendano utilizzare la propria webcam non solamente con sistemi operativi Microsoft: <http://www.quickcamteam.net>
- [3] Sito ufficiale per gli sviluppatori BerliOS: <http://linux-uvc.berlios.de/>
- [4] Sito ufficiale dei driver ivtv: <http://www.ivtvdriver.org/index.php/V4l2-ctl>
- [5] Pagina di riferimento per il progetto v4l2ucp in cui risulta possibile anche effettuare il download delle ultime versioni: http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=146218
- [6] Sito di riferimento per UVC-streamer and MJPG-streamer: http://naaa.de/uvc_streamer.htm
- [7] Sito di riferimento per il programma Motion, contenente sia le ultime versioni stabili sia una ricca documentazione online: <http://www.lavrsen.dk/wiki/bin/view/Motion/WebHome>

Indice

SOMMARIO.....	1
1. INTRODUZIONE	1
1.1. La webcam in uso	1
1.2. Il calcolatore a disposizione	1
1.3. Le fasi del lavoro	1
2. IL PROBLEMA AFFRONTATO	2
2.1. La ricerca dei driver	2
2.2. La ricerca del software	2
2.3. La ricerca dell'interfaccia	2
3. LA SOLUZIONE ADOTTATA.....	3
3.1. Introduzione	3
3.2. Fase progettuale	3
3.3. Fase implementativa	4
3.3.1. Ricerca dei driver	4
3.3.2. Ricerca di applicativi per lo streaming video ed il controllo della camera	6
3.3.3. Ricerca di soluzioni per il controllo remoto	6
3.3.4. Problematiche, considerazioni e test alternativi	7
4. MODALITÀ OPERATIVE.....	8
4.1. Componenti necessari	8
4.2. Modalità di installazione	8
4.2.1. Collegamento fisico e creazione del device video	9
4.2.2. Installazione dei driver video UVC	9
4.2.3. Installazione di Motion	9
4.2.4. Installazione dell'applicazione web	10
4.3. Modalità di configurazione del sistema	10
4.4. Risoluzione dei problemi	11
5. CONCLUSIONI	12
BIBLIOGRAFIA.....	12
INDICE.....	13