

QT/임베디드 기반의 화상 감시시스템 설계 및 구현

노 방 현

Design and Implementation for Image Monitoring System using Qt/Embedded

Bang-Hyun Roh

요 약 PXA255 프로세서 기반의 내장형 보드에 QT/Embedded 2.3.7 버전을 포팅하여 원격지의 화상 감시 시스템을 구현하였다. 클라이언트 단말기로서의 역할을 하는 PXA255 보드에서 이더넷 통신방법에 의해 원격지의 Host PC로 접속하여 PC에 연결되어 있는 카메라 영상을 확인할 수 있도록 하였다. 또한 PCI 인터페이스 카드를 설계하여 카메라의 Pan/Tilt에 대한 모터제어가 가능하도록 하였다. 즉, 320×240 크기의 컬러 비트맵 형식의 영상을 타깃보드의 TFT-LCD 화면으로 출력하고 사용자가 터치스크린 입력방식으로 Pan/Tilt에 대한 원하는 위치를 선택하면 호스트 PC의 모터가 회전함으로써 원하는 위치의 영상을 감시할 수 있도록 하였다.

Abstract We have implemented image monitoring system on PXA255 processor based embedded board that is ported QT/Embedded 2.3.7 version. User is able to monitor camera's capture image for widely separated host PC at client PXA255 board target board by ethernet communication method. And we designed PCI interface card that control motor for camera's Pan & Tilt. Bitmap format's images of 320×240 size are displayed on PXA255 board's TFT-LCD and User is able to monitor wanted position's image by touch screen input method.

Key Words : QT/Embedded, Remote monitoring system

1. 서 론

정보 통신의 발전과 인터넷의 대중화로 인하여 사회적으로 많은 변화가 일어나고 있다. 지역 곳곳에는 초고속 인터넷 서비스망이 구축 되어있고 일반 가정에서 사용하는 가전제품에도 인터넷과 연결할 수 있는 기능들을 추가한 기기들이 속속들이 출시되고 있다. 또한 사회가 발전함에 따라 개인의 재산은 물론 회사의 정보들을 보호하고 지키려는 사람들의 심리도 같이 커졌다. 상업적 보안 경비 회사들의 매출액 증가가 그 단적인 예라고 생각된다.

이러한 이유로 본 논문에서는 클라이언트 시스템의 역할을 하는 PXA255기반의 내장형 보드 상에서 사용자가 사용하기 편리하도록 Linux OS를 기반으로 하는 GUI 환경으로 가정이나 사무실 내의 Host PC에 장착되어 있는 카메라 이미지를 획득함과 동시에 카메라의 위치 제어가 가능한 원격 감시 시스템을 구현하였다.

2. 본 론

2.1. 내장형 리눅스 운영체제

내장형 리눅스는 Handheld PC, PDA, 휴대폰 등과 같은 기기 또는 마이크로프로세서를 탑재한 가전제품, 공장 자동화 기기 같은 내장형 시스템의 운영체제로 쓰인다. 일반적인 PC서버용 리눅스가 다양한 기본 기능을 수행하는 장점을 내장형 리눅스에도 도입되고 있는 추세이다. 이러한 기반으로 임베디드 시스템이라는 것은 우리에게 매우 친숙한 존재가 되어 가고 있다. 내장형 기기에 대한 소비자의 최근 요구사항은 소형/경량이면서 쉽게 사용할 수 있으며, 네트워크 통신기능은 필수가 되었다. 이러한 것들을 충분히 반영하면서 라이선스 비용이 들지않는 장점을 가지고 있는 것이 바로 내장형 리눅스 운영체제 라고 할 수 있다.

2.2. QT-Embedded

리눅스용 내장형 GUI 라이브러리는 Qt/Embedded, Microwindows, MiniGUI, Tiny-X 등 있다. 그중 가장 강력하고, 가장 많이 사용되는 것이 QT/Embedded 이다.

*호서대학교 전자공학과
Tel : 041-548-5747, E-mail : cjwy@chol.net

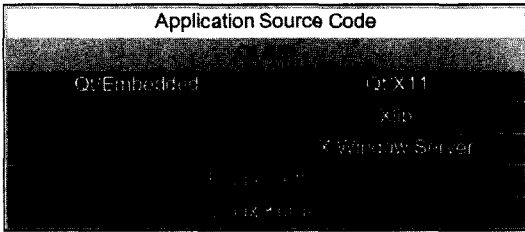


그림 1. Qt 라이브러리의 계층 구조

QT란 Trolltech社에서 개발한 휴대용 및 소형기기를 위한 Linux용 Graphic 윈도우 라이브러리로서 사용자에게는 빠르고 직관적인 인터페이스를 제공한다 [1][2]. QT/Embedded는 KDE 프로젝트의 Qt 라이브러리를 기반으로 하여 개발된 내장형 시스템용 GUI 라이브러리이다. 그림 2는 Qt 라이브러리의 계층 구조를 나타낸 그림이다.

본 연구에서는 QT/Embedded 2.3.7 버전을 jpeg과 bmp 파일 형식의 라이브러리를 사용가능하도록 적용하고 터치스크린 입력을 적용하여 PXA255 보드에 포팅하여 QT응용프로그램을 개발하였다.

2.3. PCI 인터페이스 카드 설계

PCI(Peripheral Component Interconnect)는 고속운영을 위해 마이크로프로세서와 가깝게 위치해 있는 확장 슬롯들에 부착된 장치들 간의 상호 접속 시스템이다. PCI를 사용하면 컴퓨터는 새로운 PCI 카드들과, 현재 가장 일반적인 확장카드의 종류 인 ISA 확장카드를 함

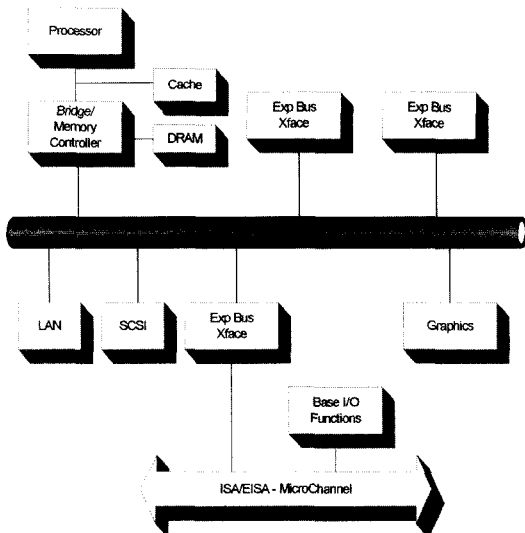


그림 2. PCI 시스템 구조

게 지원할 수 있다. PCI는 20~33 MHz 범위의 마이크로프로세서 클럭 속도에 동기화 되도록 설계 되었다.

본 연구에서는 Host PC의 USB카메라의 Pan & Tilt를 위한 모터를 제어하기위해 PCI 인터페이스카드를 설계하였다. PCI 인터페이스 카드설계 시 사용한 PCI9052 칩은 PCI Bus Slave 인터페이스를 지원하는 PCI 규약 2.1 호환 타깃 인터페이스 칩으로 최대 132MB/sec의 PCI 버스 전송을 지원한다. 버스트 작동 지원을 방지하는 양방향 32bit FIFO와 최대 다섯 개의 Local Bus Address Space, 4개의 Chip select 핀을 지원하고 8bit, 16bit, 32bit Local Bus 연결 방법으로 Non-Multiplexed 와 Multiplexed mode을 선택할 수 있으며 8bit와 16bit 방식들은 PCI에서 ISA로의 변환을 지원한다.

그림 2는 PCI 시스템 구조를 나타낸다. PCI는 주소와 데이터 신호를 전송하기 위해 모든 동적 경로들을 사용하며 첫 번째 클럭 사이클에 주소를 보내고 그 다음에 데이터를 보낸다. 많은 량의 데이터를 보낼 때에는 첫 번째 사이클에 시작 주소를 보낸 다음, 이어지는 일정횟수의 사이클 동안 계속해서 데이터 전송을 하는 것도 가능하다[3].

그림 3은 PCI 인터페이스 보드의 모터제어를 위한 버퍼 디바이스부의 회로도를 나타낸다. 카메라의 Pan/Tilt용 모터는 D-F/F 칩74LS374의 출력 Q0, Q1, Q2, Q3단자에 연결하여 사용하였다. PCI9052 칩의 칩 선택 단자가 CS2를 활성화 시키면 74LS374 칩에 클럭을 인가하여 모터의 출력신호를 LAD[7:0] 단자를 통해 출력 되도록 하였다.

2.4. 감시시스템의 전체 구조

그림 4는 본 연구에서 구현한 감시시스템의 전체 구조를 보여준다. 네트워크 환경에 대한 구성은 Intel사의 PXA255 CPU를 탑재한 보드에 CS8900A 칩을 사용하여 Embedded 보드에서 10Mbps의 이더넷 통신을 가능하게 하였다. 이로서 외부에서 가정에 있는 Host PC로 접속하여 PC에 연결되어 있는 카메라 영상을 확인함으로써 현재 건물 내부의 상황을 사용자가 육안으

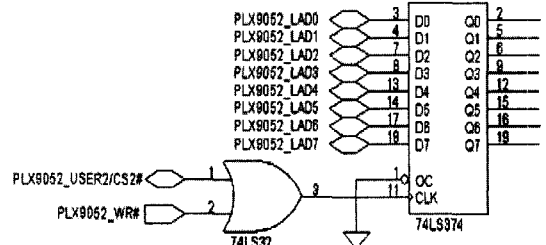


그림 3. PCI 인터페이스 보드의 모터컨트롤을 위한 회로

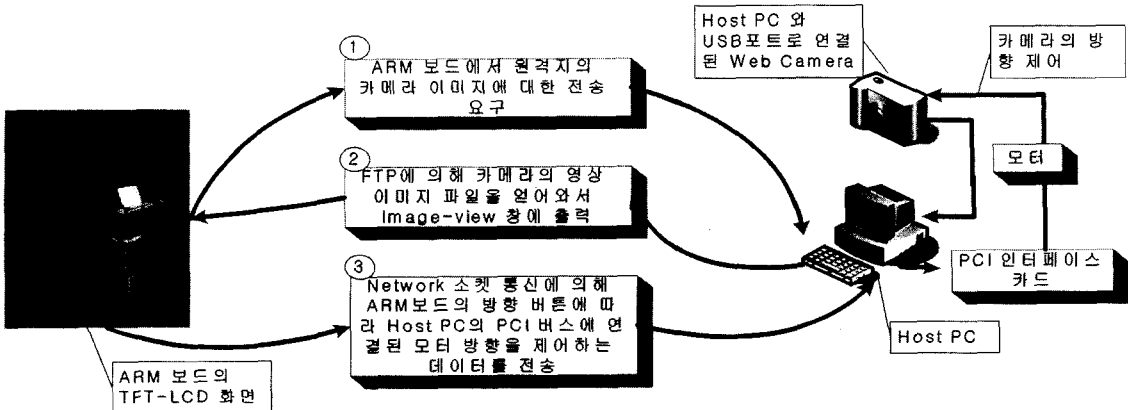


그림 4. 전체 감시 시스템의 구조

로 확인할 수 있을 뿐 아니라 Host PC의 PCI 슬롯을 통해 USB에 연결된 카메라의 방향을 원격지에 있는 사용자가 인터넷 통신을 통해 제어하여 원하는 위치의 영상을 획득할 수 있고, 획득된 영상은 BMP나 JPEG 형식의 영상으로 Host PC에 저장한 후 Cilent 단말기로 FTP 프로토콜을 사용하여 전송된다.

2.5. PC와 ARM보드간의 TCP/IP 소켓 통신

그림 5는 호스트와 클라이언트간의 TCP/IP 소켓통신을 보여준다. Visual C++ 을 사용하여 PCI 제어에 필요한 함수들을 제공하는 전용 DLL 파일을 생성한 후 클라이언트와 통신이 이루어질 Socket 프로그램에 포함 시켜 주었다[4].

Socket 프로그램은 LAN이 연결된 컴퓨터에서 서로의 IP 주소를 찾아서 연결되기 때문에 주로 LAN에서나 광역LAN에서 서로 다른 컴퓨터에 데이터를 전송하고 송신을 받는데 사용된다. Socket으로 데이터를 전송하고 받는 데는 Stream Socket 연결 방법과 Datagram Socket 연결 방법 두 가지가 있다. Stream Socket 연결 방법은 서버가 실행되면서 클라이언트를 기다리게 되고, 클라이언트가 자신의 주소를 서버 프로그램에게 줌으로써 통신이 시작되는 방식으로, 본 논문에서는 Stream Socket 방식을 사용하였으며, MFC에서는 CAsyncSocket 이라는 클래스를 제공하기 때문에 이 클래스를 이용해 Socket 통신 프로그램을 작성하였다.

그림 6은 Host측 소켓 프로그램 주요코드를 보여주고 있다. 이로써 Socket으로 들어오는 데이터를 받아 PCI 포트에 전송함으로써 카메라의 모터를 제어하게 된다.

클라이언트 단말기로서 사용한 PXA255보드의 사용자 응용 프로그램에는 Linux OS를 바탕으로 Qt/

Embedded GUI 라이브러리를 사용하여 사용자가 보드에 장착된 TFT-LCD로 Host PC에 연결되어 있는 카메라의 영상을 획득하고 Touch Panel을 사용하여 카메라의 방향을 제어 할 수 있는 응용 프로그램을 작성하였다. 다음은 클라이언트 측 소켓통신부의 QT응용프로그램의 핵심코드이다.

```

socket = new QSocket( this );-----①
connect(socket,SIGNAL(connected()), SLOT (socket
Connected()));
connect(socket,SIGNAL(connectionClosed()),SLOT
(socketConnectionClosed() ) );
socket->connectToHost( host, port );-----②
    
```

①에서 소켓을 생성한 후 ②에서 Host 주소와 port 번호를 가지고 Host에 접속하게 된다. Window에서의

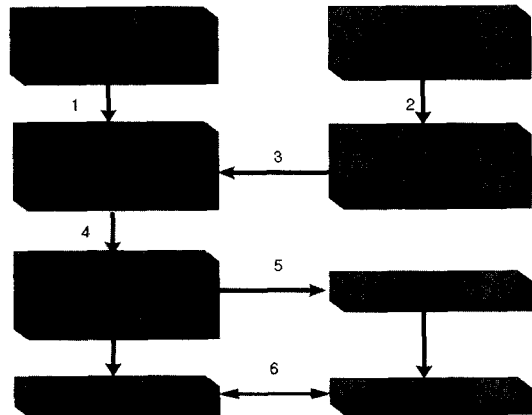


그림 5. 호스트와 클라이언트간의 TCP/IP 소켓통신

```

OnInitialUpdate(){
    m_pSeverSock = new CSeverSock;
    m_pSeverSock->SetWnd(this->m_hWnd);
    m_pSeverSock->Create(2000);
    m_pSeverSock->Listen();
}
OnAccept(UINT wParam, LONG lParam)
{
    m_pChildSock = new CClientSock;
    m_pChildSock = m_pSeverSock
        ->GetAcceptSocket();
}
    
```

그림 6. Host측 소켓 프로그램 주요코드

이벤트 또는 메시지 처리방법과 같은 개념을 QT에서는 시그널과 슬롯이라는 방법을 사용하여 처리한다.

그림 7은 클라이언트 측의 Qt/Embedded 소켓통신부의 프로그램 흐름도를 보여주는 그림이다.

2.6. 호스트 PC측의 카메라 화상획득

그림 8은 윈도우 PC의 USB 카메라가 영상을 획득하는 프로그램에 대한 순서도를 보여준다. 여기서 콜백함수는 윈도우OS에 특정 메시지가 발생 되었을 때 자동으로 실행되는 함수이며 여기에서는 USB카메라가 한 프레임이 획득했을 때 메시지가 발생한다는 사실에서 cap CallbackOnFrame()라는 이름의 콜백함수가 실행될 수 있도록 하였다[5]. 이 함수는 프로그램이 수행되는 동안 33 ms 마다 한 번씩 수행되도록 하였으며 실제 하는 일은 획득된 영상을 Bitmap 형식의 파일로 저장하는 일을 수행 한다.

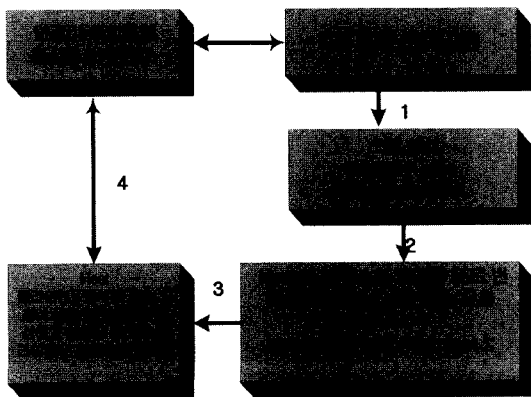


그림 7. 클라이언트 측의 Qt/Embedded 소켓통신부의 프로그램 흐름도

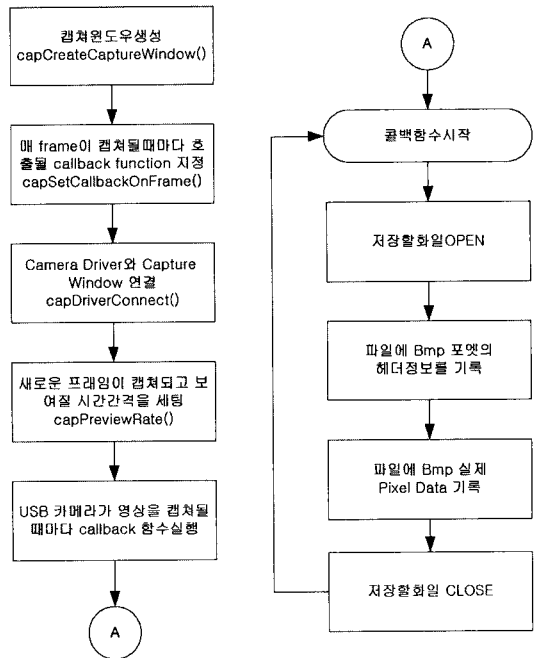


그림 8. 윈도우 PC의 USB 카메라가 영상을 획득하는 프로그램에 대한 순서도

2.6. QT 응용프로그램의 FTP 통신부

QT에서 FTP 클라이언트를 구성하려면 먼저 QUrlOperator 클래스를 사용가능하도록 qurloperator.h 파일을 소스에 포함 되도록 해야 하며 다음과 같은 QUrlOperator 클래스형 객체를 생성하여 사용해야한다 [6][7].

QUrlOperator localOperator, remoteOperator;

QUrlOperator 클래스는 URL(Uniform Resource Locator)에 관련 된 일반적인 동작을 제공한다. 여기서 URL이란 인터넷의 다양한 서비스를 제공하는 수많은 서버들로부터 필요한 정보를 획득하기 위해 이들의 위치를 표시하는 체계가 필요한데 이를 위해 URL이 사용된다. URL은 웹상에서 서비스를 제공하는 각 서버들에 있는 파일들의 위치를 명시하기 위한 것으로 접속해야 될 서비스의 종류, 서버의 위치(도메인 네임), 파일의 위치를 포함한다. 일반적인 체계(syntax)는 프로토콜://정보를 가진 컴퓨터 이름/디렉터리 이름/파일 네임으로 구성된다.

이런 QUrlOperator 클래스의 객체를 생성하여 원격지 FTP서버의 특정폴더의 데이터를 카피해오는 동작을 가능토록 하였다. 예를 들어 본 논문에서 사용한 FTP

서버측 PC의 획득된 영상인 ex.bmp 를 얻어오는 동작에 대한 코드는 다음과 같다.

```
QStringList lst;
QString s = "ftp://203.241.129.220/";
remoteOperator = s;
lst << QUrl(remoteOperator, "ex.bmp");
localOperator.setPath("/home/qt-2.3.7/examples/socket_ftp_jpeg_ex4");
localOperator.copy(lst, localOperator, FALSE);
```

QUrl(remoteOperator, "ex.bmp") 은 FTP 서버의 주소와 폴더의 위치 그리고 파일명을 URL 체계에 맞도록 문자열을 반환하여 준다.

localOperator는 QUrlOperator 클래스 객체이고 이 클래스의 멤버함수인 setPath()로 다운로드 될 즉 카피될 디렉토리의 위치를 설정해주고 멤버함수 copy()에 의해 다운로드를 수행하게 된다. 즉 localOperator.copy(lst, localOperator, FALSE)에서 lst는 FTP서버의 URL 정보 "ftp://203.241.129.220/ex.bmp" 를 가지고 있고 이것을 FTP 클라이언트에 해당하는 ARM 보드의 "/home/qt-2.3.7/examples/socket_ftp_jpeg_ex4" 경로에 copy를 하라는 의미이다. 세 번째 인자인 FALSE는 File Copy의 의미이고 TRUE 로 설정되면 File Move의 의미가 된다.

2.7. QT 응용프로그램의 영상화일 표시부

본 연구에서 사용하는 카메라에서 획득된 영상은 bmp나 jpg 파일 형식으로 저장되기 때문에 이를 전송받아서 내장형 ARM 보드에서 출력시키려면 이러한 형식을 지원해주는 라이브러리가 필요하다.

QT/Embedded에서 다양한 영상형식을 표시하기 위해서는 QT를 컴파일 할 때 영상형식관련 라이브러리를 추가하는 옵션을 선택해주어야 한다. 영상 포맷의 bmp 와 jpeg을 지원해주는 라이브러리를 추가하기 위해 QTEmbedded 컴파일 시 환경설정부분에 -libjpeg 옵션을 주어야 한다.

```
#./configure -platformlinux -arm-g++ -system -libjpeg
```

QT에서 기본적으로 영상을 출력하려면 QPixmap 클래스를 사용하기 위한 QPixmap.h 파일을 소스에 포함시켜야한다. 그러나 QPixmap 클래스가 지원하는 영상형식은 리눅스의 X-Windows에서 사용하는 컬러 영상파일 포맷인 xpm(X-windows PixelMaps)만 기본적으로

지원하게 된다. QT에서 화면에 이미지를 표시하는 기본적인 방법은 다음과 같다.

```
QPainter p(this)
QPixmap image("ex.bmp");
p.drawPixmap(x, y, image);
```

QPixmap 클래스의 생성자에 이미지화일의 파일명을 인자로 주고 QPainter 클래스의 drawPixmap()함수의 3 번째 인자로 객체의 이름을 넣어주면 된다. drawPixmap()함수의 첫 번째와 두 번째 인자는 이미지가 표시될 화면상의 시작좌표이다.

3. 결 론

PXA255 프로세서 기반의 내장형 시스템에 QT GUI 라이브러리를 포팅하여 원격지의 원하는 방향의 영상을 모니터링할 수 있는 시스템을 구현하였다.

본 연구는 리눅스 기반의 내장형 기기에서 멀티미디어를 구현하는 방법과 인터넷을 통한 데이터 전송하는 방법을 제시하였고 상용화된 OS를 사용한것이 아니라 라이선스 비용이 없는 리눅스를 사용하여 시스템 구현 시 추가적인 소프트웨어 비용의 부담이 없다는 장점이 있다.

또한 기존의 내장형 기기에서 사용했던 펌웨어 수준의 그래픽 표현은 개발자가 직접 기본적인 그래픽 함수를 구현하여 개발시간이 상당히 오래 걸리는 반면 본 연구에서는 QT/Embedded GUI 라이브러리를 사용하여 응용프로그램 개발시간을 훨씬 단축시킬 수 있다는 것을 보여주었다.

참고문헌

- [1] 이연조 저, 임베디드 리눅스 프로그래밍, PCBOOK 2002. 3.
- [2] Trolltech Home page, www.trolltech.com, Qt/Embedded Whitepaper.
- [3] 한승수, 장용원 저, Windows 환경의 PCI/ISA 인터페이스 제작, 도서출판 세화, 2004. 1.
- [4] 이상엽 저, Visual C++ Programming Bible Ver6.x 영진출판사, 2001. 11.
- [5] MicroSoft, Visula Studio 6.0 MSDN.
- [6] Trolltech's Qt Reference Documentation, http://doc.trolltech.com/3.3/index.html, 2004.
- [7] Trolltech, QT Designer 2.3.7, QT Designer User Manual.