

화상처리 및 무선네트워크를 이용한 무인 측정 지점에서의 원격 계측 자동화에 관한 연구

이한준⁺, 차명석⁺, 이충훈^{*}

(논문접수일 2006. 10. 18, 심사완료일 2007. 4. 4)

A Study on the Automatic Measurement at an Unmanned Measuring Station Using Image Processing and Wireless Networks

Han-Jun Lee⁺, Myung-Suk Cha⁺, Choong-Hoon Lee^{*}

Abstract

An automatic measurement system which collects experimental data at an unmanned station where the networking to the internet could not be accessed was developed. With a Robo-rail accessing to the unmanned station, wireless local networking between server PC at the Robo-rail and client PC at the unmanned station is possible within 30 m from an access point equipment located at the unmanned station. An algorithm for transferring the data file which is saved in the client PC at the unmanned station to the server PC in the Robo-rail was proposed. IEEE-1394 camera was used to collect the data at the client PC. An extracting program from the IEEE-1394 captured images to character data and number data was developed using image processing technique, which drastically reduces the size of data file comparing to that of the raw image file.

Key Words : Unmanned station(무인측정점), Wireless network(무선통신), Image processing(화상처리), I-EEE1394

1. 서론

계측제어시스템에 있어서 기존의 유선 통신을 활용한 GPIB⁽¹⁾, RS-232C⁽²⁾, LAN 통신을 이용한 계측 기술뿐만 아니라

최근에는 무선 통신 기술이 매우 빠르게 발전하면서 무선 통신을 활용한 계측 기술이 매우 폭 넓게 적용되고 있다. 특히, 원격계측의 경우 기존의 유선 통신을 대체하기 위한 무선 통신을 활용한 기술이 급속히 발전하고 있다. 최근에는 웹

⁺ 서울산업대학교 자동차공학과

^{*} 교신저자, 서울산업대학교 자동차학과 (chlee5@snut.ac.kr)

주소: 139-743 서울시 노원구 공릉2동 172

브라우저에서도 계측 및 제어를 지원하는 컴퓨터용 소프트웨어도 속속 개발되고 있으며⁽³⁾ 이를 활용한 연구 결과도 발표되고 있다^(4,5).

현재 개발된 무선 통신 수단은 여러 가지가 있으며^(6,7) 최근에 원격계측 및 제어에 많이 활용되는 통신 방식은 무선랜이며 주로 TCP/IP를 프로토콜로 이용하고 있다.

계측의 자동화 및 무인화 추세에 따라 사람이 직접 측정현장에 가지 않고도 계측 데이터를 수집하는 원격계측 기술이 많이 개발되고 있으며, 이들 대부분의 연구는 외부와의 유선 또는 무선으로 인터넷 통신이 가능한 조건에서의 계측 데이터의 송수신을 연구하였으며⁽⁵⁻⁸⁾ 산간 오지의 철로변 또는 터널 등과 같이 외부와 인터넷 통신이 차단된 무인측정 지점의 측정데이터를 수집하는 방법에 대한 연구는 부족한 편이다. 이와 같이 통신이 지원 되지 않는 무인 측정 지점에서의 계측 데이터 수집, 수집된 데이터의 원격 모니터링, 화상캡처, 캡처 화상의 이미지 처리 후 데이터 전송 등과 관련된 연구를 수행하였다. 무인 측정점에서 IEEE-1394 카메라로 이미지를 캡처한 후 화상에 포함된 문자 및 숫자 이미지를 각각 문자 및 숫자 텍스트로 변환하는 화상처리 프로그램을 개발하였다. 또한 GPS 센서로부터 위치 정보를 읽어내어 데이터 파일로 저장하도록 하는 연구를 수행하였다. 외부와의 무선인터넷 통신이 지원되지 않는 무인 측정점에 액세스 포인트(access point)를 설치하여 무인 측정점 주변에서만 무선랜 통신이 가능한 조건에서 로보레일 등과 같은 방문 차량

시스템이 무인 측정점의 일정 거리 내에 도달하였을 때 로보레일의 컴퓨터와 무인측정점의 컴퓨터 간에 무선으로 데이터를 송수신하는 알고리즘을 연구하였다.

2. 무인 측정 자동화 시스템 장치 구성

Fig. 1은 화상처리 및 무선네트워크를 이용한 무인 측정 지점에서의 원격 계측 자동화 시스템 개념도를 나타내었다. 외부와의 통신이 되지 않는 무인 측정 지점(unmanned station)에 컴퓨터와 데이터 수집 시스템, IEEE-1394 카메라, 근거리 무선통신을 위한 액세스 포인트 등의 주변 장치를 설치하고 데이터 수집을 하는 시스템 보여 주고 있다. 무인 측정점에는 외부와의 통신이 되지 않기 때문에 무인 측정점에서 수집된 측정 데이터를 수집하기 위해서는 근거리 액세스 포인트에 의한 통신이 가능한 위치까지 로보레일(robo rail) 시스템이 도착함으로써 무인측정점과 로보레일 간의 무선 통신이 가능하도록 하였다. 이러한 조건에서 무인 측정점의 수집된 데이터를 로보레일 PC로 전송이 가능하게 된다.

만일 무인 측정점에 외부와 통신이 가능하다면 방문용 로보레일 시스템이 필요 없게 된다. 그러나, 아직도 외부와의 통신이 지원되지 않는 지역이 많은 실정이며 본 연구 결과를 적용할 수 있을 것으로 사료된다. 무인 측정시스템을 방문하는 로보레일도 필요에 따라서는 무인화 할 수 있다.

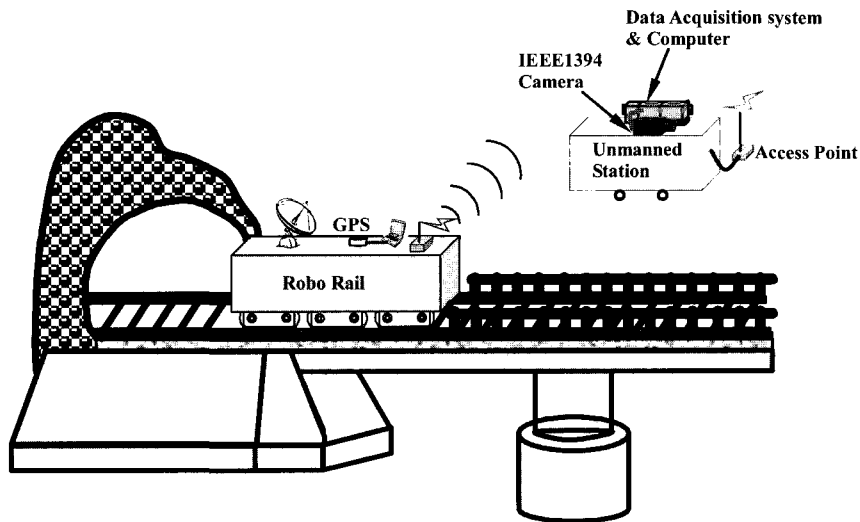


Fig. 1 Conceptual diagram showing automatic measurement at an unmanned measuring station using image processing and wireless networks

3. GPS 센서를 이용한 로보레일 위치 측정

3.1 GPS 센서

위도, 경도, 고도 및 시간에 관한 정보를 얻기 위해 GPS 센서는 Garmin 사의 제품을 사용하였다. 일반적으로 널리 사용되는 형식은 NMEA(National Marine Electronics Association) 0183 이다. 사용한 GPS 센서의 사양을 Table 1에 요약하였다.

3.2 GPS 센서 초기 위치 검정

GPS 센서의 위치 정보를 계산하기 위해서는 센서의 초기 위치 검정 과정이 필요한데 우리 나라의 지정된 위치에 직접 가져가서 알려진 위도 경도 정보를 설정하여야 한다. 본 연구에서는 서울산업대학교 교정에 설치된 상시 관측소에 직접 방문하여 위도 및 경도를 GPS 센서에 설정하였다. Fig. 2는 GPS 센서 설정 화면을 보여주고 있다.

Table 1. Specification of the GPS sensor used

Input voltage	8-30V
Input Current	50mA at 13.8 Vdc
GPS accuracy	Position: < 15 meters, 95% typical Velocity: 0.1 knot RMS steady state
Baud Rates	300/600/1200/2400/4800/9600/19200/ 38400
Interface	Serial Interface(RS-232C)

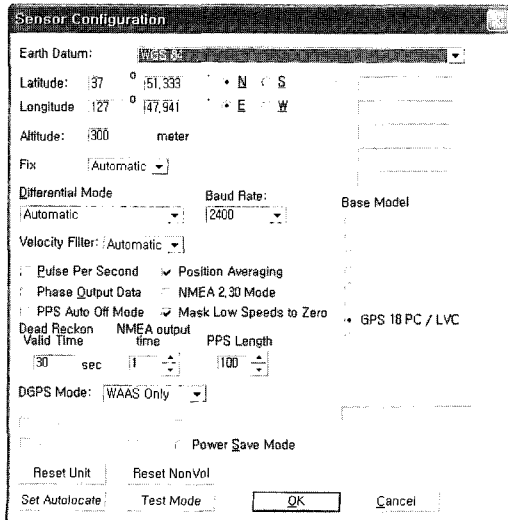


Fig. 2 GPS sensor configuration

3.3 GPS 위치 정보 측정

로보레일의 위도와 경도 위치 정보를 알기 위해서 컴퓨터의 시리얼 포트에 GPS 센서를 연결하고 NMEA 0183⁽⁹⁾ 프로토콜을 사용하여 LabView 프로그램을 작성하였다. GPS 센서에 프로토콜을 NMEA로 설정해주면, NMEA 문장의 문자열이 흘러나오는 것을 볼 수가 있다. 출력되는 문자열의 예를 보면,

```
$GPRMC,154232,A,2758.612,N,08210.515,W,085.4,084.4,230394,003.1,W*43[CR][LF].....
$PGGA,170834,4124.8963,N,08151.6838,W,1,05,1.5,280.2,M,-34.0,M*75[CR][LF].....
```

와 같이 시리얼포트를 통해서 출력되므로 이 중에서 필요한 위치 정보를 읽어 내면 원하는 데이터를 얻을 수 있다. 예를 들면 GPGLL을 사용하는 경우, 문자열 중 GPGLL을 찾아내어 그 뒤에 이어 나오는 문자열을 읽어 내어 NMEA 규칙에 따라서 위도 경도 정보를 읽어 내면된다. GPGLL NMEA 1083 sentence의 하나로 다음과 같은 구성을 하고 있다.

\$GPGLL, (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7)**hh [CR][LF]

- (1): 경도 ddmm.mmmm 포맷
- (2): 경도 N or S
- (3): 위도 dddmm.mmmmm 포맷
- (4): 위도 E or W
- (5): 우주표준시(UTC)
- (6): STATUS
- (7): Mode Indicator

Fig. 3은 전술한 방식으로 작성한 LabView 블록다이어그램이며 차량에 GPS 센서와 노트북 PC를 탑재하고 시험한 결과 GPS 위치 정보를 효과적으로 얻을 수 있었다.

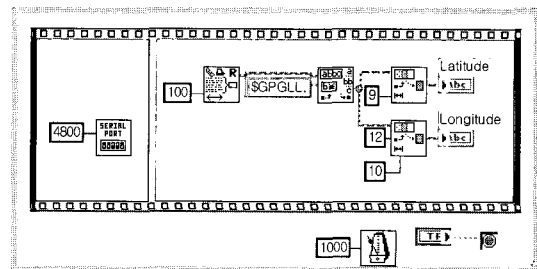


Fig. 3 LabView block diagram for getting position information from the GPS sensor.

4. IEEE-1394 카메라 이미지 캡처 및 화상처리

4.1 IEEE-1394 카메라의 이미지 캡처

IEEE-1394 포트를 이용하면 이미지보드가 없이도 화상 수집 및 화상 처리가 가능하다. 특히, 이미지보드 사용이 불편한 일반 노트북 컴퓨터에서도 IEEE-1394 화상카메라만 있으면 PC의 1394포트를 이용하여 화상수집 및 처리가 가능하다. 내셔널 인스트루먼트사의 1394 카메라용 컴퓨터 CVS-1450을 사용하였다. CVS-1450은 3개의 독립된 1394 포트를 가지고 있으며 PC에서 화상처리 관련 LabView 프로그램을 작성한 후 LabView 실행파일을 다운로드 받아 독립적으로 이미지를 캡처하고 화상처리 할 수 있다.

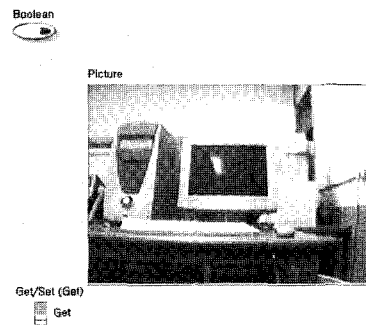
기본 프로그램은 LabView와 1394 드라이버 모듈⁽¹⁰⁾을 사용하였다. 연속적으로 이미지를 획득하기 위해 그래프 함수(Graph function)를 사용하였으며 그래프 함수를 이용하면 팝업된 독립적인 윈도우가 아니라 LabView 프론트 패널 실행 윈도우 내의 컨트롤 개체로 나타난다. LabView의 중요한 기능인 웹출판(Web Publishing)을 이용하여 서버 PC를 웹서버로 설정하면 원격으로 클라이언 PC가 웹 브라우저를 통해서 서버 PC에서 실행 중인 프론트 패널에 접속할 수 있기 때문에 원격으로 화상 모니터링이 용이 해진다. Fig. 4에는 그래프 함수를 이용한 이미지 캡처 LabView 프로그램의 프론트 패널과 블록 다이어그램을 나타내고 있다.

4.2 웹출판

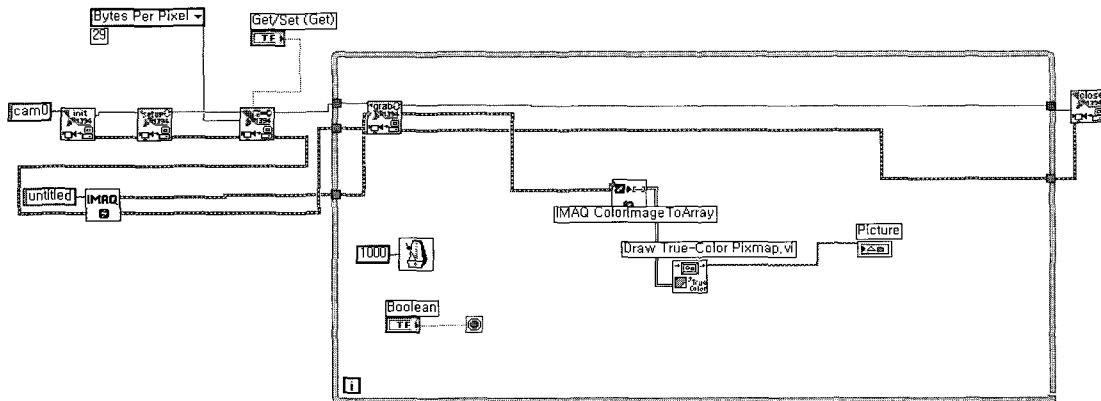
웹출판 도구는 LabView에서 지원하는 화면전송 도구가기 때문에 서버측에서 웹서버를 실행시켜 놓은 상태라면 클

라이언트측에서는 언제든지 사용자가 원할 때 서버에 접속해서 현지의 화면을 볼 수 있는 장점이 있다. 또한 제어권을 가지고 있을 경우 클라이언트 측에서 서버측의 프로그램을 제어할 수 있기 때문에 프로그램의 실행 및 중지도 원격으로 제어할 수 있다. 동시에 여러 계측장비의 센싱값을 모니터링 할 수 있고 제어할 수 있는 강력한 장점을 가지고 있다. 웹출판 도구를 사용할 경우 동영상의 전송속도가 약간 떨어지는 단점이 있지만 약간의 시간지연을 주어 전송하면 화면 끊김 현상을 줄일 수 있었다. 1초 간격으로 무한루프(While Loop)를 실행시켜 획득한 이미지를 웹출판 도구로 이미지 전송을 했을 때 연속적인 이미지를 전송할 때 나타났던 화면의 끊김 현상을 줄일 수 있었으며 화면 상태를 판독하는 데는 큰 무리가 없었다.

Fig. 5는 IEEE-1394 카메라로 이미지(Fig. 4 웹출판 이미지)를 캡처한 후 웹출판 도구를 이용하여 웹상에 올려 놓은



(a) Front panel



(b) Block

Fig. 4 LabView block diagram and front panel for getting continuous image capture with IEEE-1394 camera

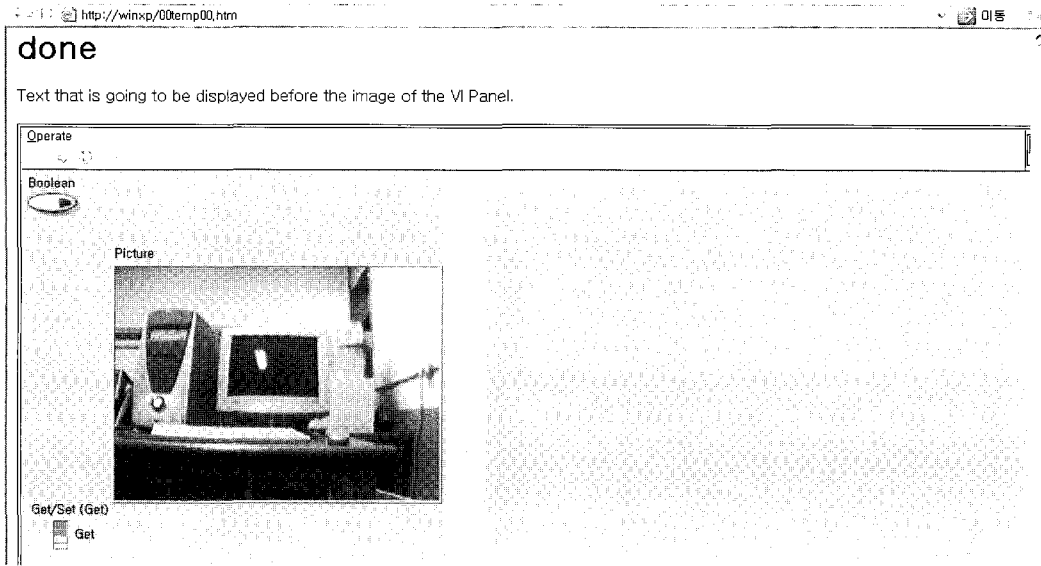


Fig. 5 Web image browsed from web sever which published image captured with IEEE-1394 camera

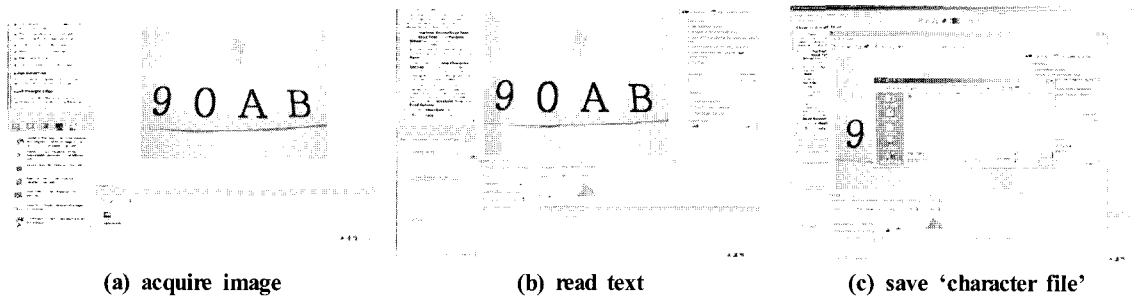


Fig. 6 Making 'character file' set from convert image to character data with 'Read Text' function in NI-Vision

것을 클라이언트 PC의 인터넷익스플로러로 접속하여 원격 모니터링 하는 예를 보여 주고 있다.

4.3 문자 인식

네트워크 상에서 캡처된 이미지를 그대로 전송하게 되면 이미지의 파일의 크기가 크기 때문에 파일의 전송 및 저장에 과부하 문제를 일으킨다. 숫자 및 글자가 포함된 이미지를 IEEE-1394 카메라로 캡처하고 이미지를 화상처리함으로써 이미지에 포함된 숫자 및 글자를 텍스트 데이터로 변환 할 수 있으며 이를 파일로 저장하였다. 저장된 텍스트 데이터 파일은 캡처된 이미지의 파일 크기에 비해서 크게 줄어들게 된다.

문자인식을 하려면 우선 문자 인식에 기본 데이터베이스가 될 문자 파일(character file set)을 추출하여야 하는데

이 문자 파일이 캡처 이미지로부터 숫자 및 글자를 읽어 낼 때 기준이 된다. 내셔널 인스트루먼트 Vision 7.1 프로그램을 사용하여 IEEE-1394 카메라로부터 캡처된 숫자 및 글자 이미지를 이용하여 문자 파일 데이터베이스를 만드는 과정을 Fig. 6에 나타내었다. 화상 캡처 함수 'acquire image' 함수를 이용하여 1394 카메라로부터 Fig. 6 (a) 나타낸 것과 같은 원형 이미지(original image)를 획득한다. 원형 이미지에 나타낸 90AB 숫자 및 글자를 읽어 내기 위해서 Fig. 6 (b)에 나타낸 것과 같이 비전스크립트 함수 중 'Read Text' 함수를 이용하여 텍스트를 읽어낸다. 글자 및 숫자를 읽어 내는 과정을 상세히 설명하면, 마우스 드래그(Drag)을 하여 숫자가 표시된 구역을 설정하고(후에 프로그램 실행 시 설정한 구역 내 명암차이에 의하여 문자를 인식하게 된다) 해당 문

자 인식에 대한 training을 위해 설정 윈도우 화면에 해당 문자를 입력한 후 train 버튼을 선택하면 된다. Fig. 6 (c)는 Fig. 6 (a), Fig. 6 (b)에서 획득한 문자파일 데이터베이스를 저장하는 과정을 보여 주고 있다.

Fig. 6 (c)에서 획득한 문자파일 데이터베이스를 이용하여 문자를 인식하는 예를 Fig. 7에 나타내었다. 이미 만들어 놓은 문자셋을 Fig. 7 (a)와 같이 열고 Fig. 7 (b)와 같이 90AB 를 에워싸는 사각형의 박스를 지정하면 문자열을 인식하여 읽어낸다. 항상 캡쳐 이미지의 일정한 위치의 사각 박스 구역만을 문자인식 하려면 구역을 지정해서 스크립트 파일로 저장을 해주면 사각 박스 부분만 숫자와 문자의 텍스트 데이터로 변환된다. 정해진 구역 내 명암차이에 의한 문자인식을 하므로 구역지정을 잘 해야 하며, 문자 자체가 가지고 있는 기본 이미지와 실시간 획득 이미지 간의 거리차이 및 밝기 차이에 의해 문자 인식 능력이 크게 좌우된다. vi를 생성할 때의 카메라 위치 및 대상위치를 그대로 유지하면서 측정한다면 인식능력이 올라가겠지만 카메라 위치 및 조명에 의한 밝기 변화 등에 의해 결과 값이 많이 좌우된다. 또한 기본적인 NI-Vision 7.1에서 작성할 수 있는 인식 프로그램

은 Fig. 7과 같이 문자열이 가로방향 1줄로 배치된 경우에는 잘 인식하나 여러 줄로 문자열이 배치되어 있을 경우 잘 인식하지 못한다는 단점이 있다.

5. 계측파일 전송

Fig. 1에 나타낸 것과 같이 외부와의 유무선 통신이 지원되지 않는 무인 측정 지점에 데이터 계측 시스템을 설치하고 이곳에서 캡쳐된 화상 데이터 및 캡쳐된 이미지의 화상 처리에 의한 텍스트 데이터를 파일 형태로 저장하여 놓는다. 무인 측정점 PC에 저장된 데이터를 수집하기 위해 로보레일(검측시스템)이 도착하면 무인 측정점에 설치된 액세스포인트에 의해 PC 간의 무선 통신이 가능하게 되며, 무인측정점 PC에 저장된 데이터를 로보레일에 설치된 PC로 자동 전송할 수 있다.

본 연구에서 사용한 데이터 자동 전송 알고리즘을 요약하면, 무인측정점에 설치된 PC(클라이언트 PC)는 이미 수집하여 놓은 데이터 파일을 로보레일의 서버 PC로 전송하기 위해 무한 루프 프로그램(Client.vi)을 실행하면서 로보레일 서버 PC로의 지속적인 통신 접속을 시도한다. 이러한 조건에서 로보레일 서버 PC에 Server.vi 프로그램을 실행시켜 무인측정점 PC의 Client.vi로부터의 통신 접속을 인가시키면 로보 레일이 무인 측정점에 도달하는 순간에 무인측정점에 저장된 데이터 파일의 전송이 완료된다. TCP/IP 네트워크 프로토콜을 사용하여 파일 전송을 하였다. 또한, 로보레일에 GPS센서를 장착하고 센서로부터 나오는 NMEA 0183 문장을 컴퓨터의 시리얼포트로 읽어 들여 이것을 분석하여 로보레일의 위치를 항상 모니터링하며 기록한다.

Fig. 8과 Fig. 9는 각각, National Instrument 사의 공개 vi⁽¹²⁾를 수정하여 두 대의 PC 간 데이터 파일 전송 알고리즘을 구현한 LabView 프로그램인, Client.vi와 Server.vi의 블록다이아그램 일부를 나타낸 것이다. Client.vi와 Server.vi는 각각 무인측정점 PC와 로보레일 PC에서 실행된 상태에서 데이터 파일 전송 알고리즘을 테스트 하였다. 무선랜 카드가 탑재되어 있는 노트북 PC에 Server.vi를 실행시키고 이동하면 로보레일에 탑재된 PC와 동등한 조건에 있다고 볼 수 있다. 또한 1394 카메라용 컴퓨터 CVS-1450에 Clinet.vi를 실행시키면 무인 측정점에 탑재된 PC와 동등한 조건에 있다고 볼 수 있다. CVS-1450의 메모리상에 이미지파일들을 저장해둔 상태에서 Client.vi를 1450에 다운로드한 뒤 액세스 포인트에 CVS-1450을 물려 놓고 약 30 미터이상 떨어진 곳으로부터 노트북 PC를 들고 접근해 오면서 이미지 파일 전송 실험을

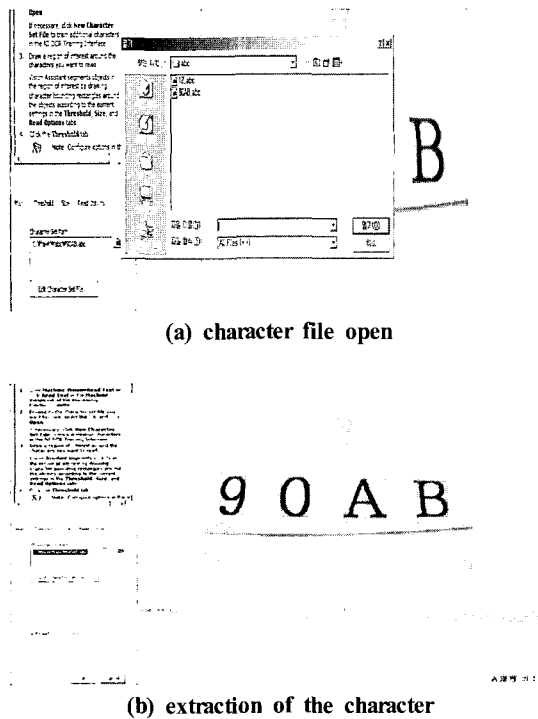


Fig. 7 Extracting character data from the captured image with IEEE-1394 camera

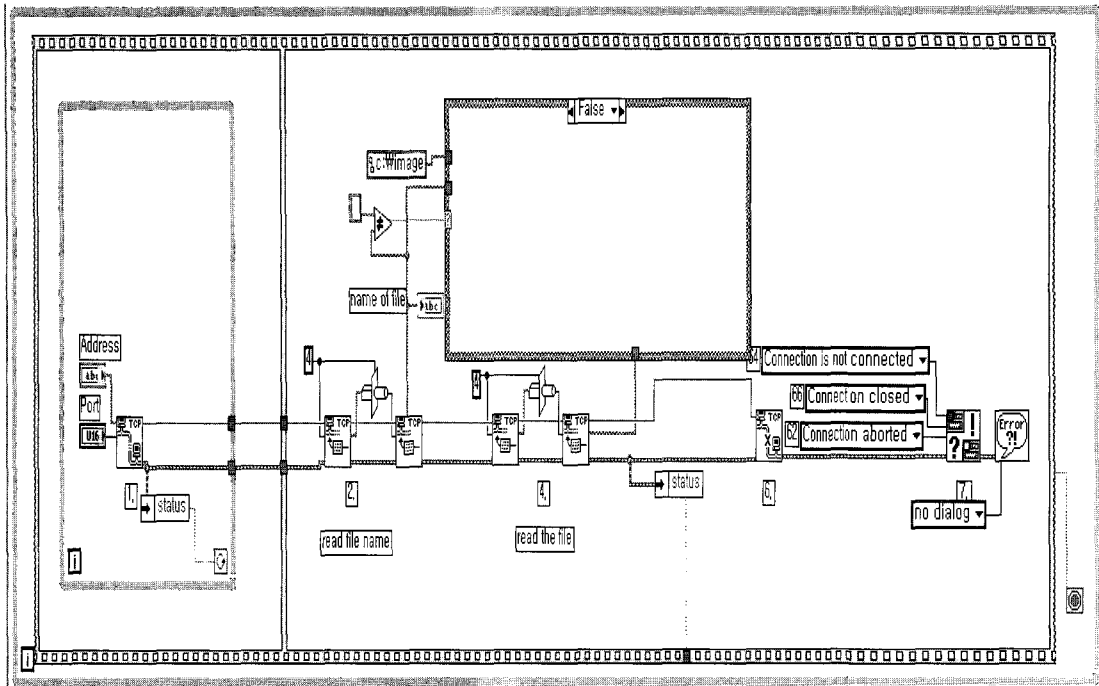


Fig. 8 Block diagram of the client.vi

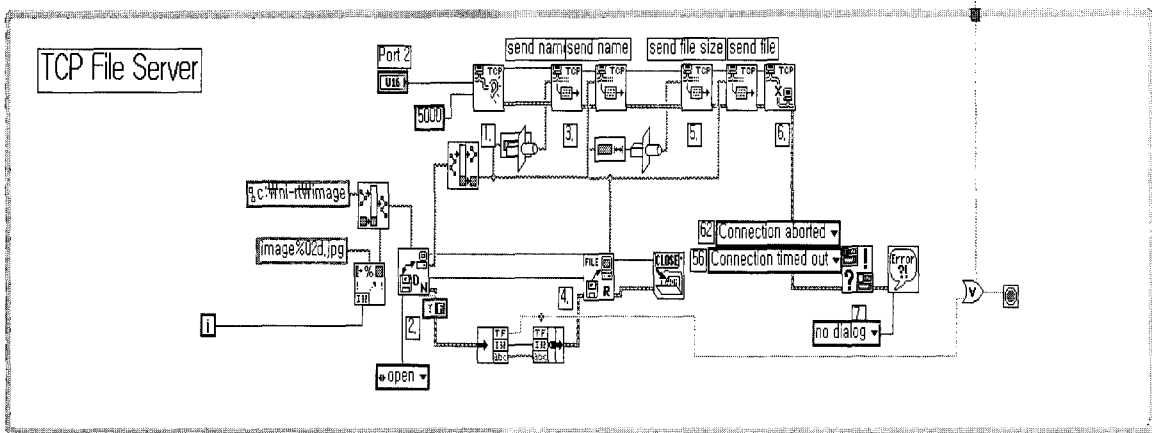


Fig. 9 Block diagram of the server.vi

한 결과 CVS-1450의 이미지 파일을 노트북PC의 C:/image 폴더에 전송하는데 성공했다. 캡처된 숫자 및 글자 이미지 파일을 화상 처리하여 획득한 텍스트 파일도 동일한 방법을 사용하여 전송을 할 수 있었다.

6. 결론

- (1) 외부와 인터넷 통신이 지원되지 않는 무인측정지점에 데이터 수집 시스템을 설치하고 이곳에서의 측정된 데이터를 파일로 저장하고 있다가, 데이터 수집을 위해 모뎀

일이 무인측정지점에 직접 방문하여 데이터를 수집하는 것을 구현할 수 있는 알고리즘을 개발하였다.

- (2) 데이터 수집을 위해 1394 카메라 화상 캡처, 문자인식, 숫자인식 가능하도록 화상 처리하여 텍스트 파일로 저장한 후 그 파일을 무선네트워크로 전송하는 방안을 제시하였다.

후 기

본 연구는 한국철도기술연구원 ‘선로시설물 점검 자동화를 위한 Robo-rail system 개발’ 과제 관련 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) Lim, Y. C., 2003, *LabView 7 and GPIB communication*, LabView Jiki Publishing Co. Ltd.
- (2) System Science Research, 1993, *RS-232C Handbook*, Sewun Publishing Co. Ltd.
- (3) National Instruments, 2003, *LabView 7.0 User Manual*, National Instruments Co. Ltd.
- (4) Suh, J. H. and Park, H. B., 2003, “Real time Remote Monitoring and Control Using LabView,” *KIMICS Journal*, Vol. 7, No. 48, pp. 779~787.
- (5) Nam, Y. and Kim, J. S., 2004, “Laboratory on network,” *Journal of the Korean Vaccum Society*, Vol. 13, No. 4, pp. 164~174.
- (6) Lee, T. K. and Kim, Y. K., 2000, “A Study on the implementation of Medical Telemetry systems using wireless public data network,” *KIMICS Fall Conference*, Vol.4, No. 2, pp. 278~283.
- (7) Ko, C. S., Kim, T. W., Song, J. K., Kim, B. Y. and Choi, K. H., 2000, “Development of Tele-Medicine System Using Wireless Data Communication,” *KIEE/KORMS Fall Conferenc*, Session PB9.1, pp. 758~761.
- (8) Ju, G.Y. and Choi, J.C., 2000, “A Study on the Acquisition and Remote-transmission of the Multi measurement data,” *KIMICS Fall Conference*, Vol. 4, No. 2, pp. 528~533.
- (9) Garmin Co. Ltd, 2004, *GPS18 Technical Specification*.
- (10) National Instruments, 2003, *NI-IMAQ for IEEE 1394 Cameras Manual*.
- (11) Lee, C. H, 2005, “A Study on automatic measurement of swirl generated from intake port of engine cylinder head using an I-IEEE-1394 camera and step motors,” *Transactions of KSMTE*, Vol. 14, No. 6, pp. 88~94.
- (12) www.ni.com, 2005, NI TCP-IP Example code.