

마이크로프로세서를 이용한 병원용 환자 링거액 잔류유량 원격 실시간 검사 시스템 개발

Development of a Remote Monitoring System of the Residual Amount of Ringer's Solution at Hospitals Using a Microprocessor

하관용*, 권종원**, 오드게렐***, 김희식****

서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부

Kwan-Yong Ha*, Chul Nam**, Odgelral***, Hie-Sik Kim****
Department of Electrical Engineering, University of Seoul, Korea
(Tel: +82-2-2210-2569 E-mail: drhskim@uos.ac.kr)

Abstract - A real-time measurement and control system was developed. This system is used for nurses at hospitals to check the residual quantity and changing time of Ringer's solution in nurses' room. Load Cell is utilized as a sensor to check the residual quantity of Ringer's solution. This Load Cell detects the physical changes of Ringer's solution and transfers electronic signal to the amplifier. Amplified analog signal is converted into digital signal by A/D converter. Developed Embedded system, which computes these data with microprocess(8052) then makes it possible to monitor the residual quantity of Ringer's solution real-time on a server computer. A Checking system on Residual Quantity of Ringer's Solution Using Load cell cut costs using a simple design for a circuit

Key Words : Remote Monitoring, Ringer's Solution, Hospital, Loadcell, Nurse, Microprocessor

1. 연구 배경

병원에서 환자가 링거액을 투입되는 동안 간호사들은 수시로 링거액 잔량을 확인하는 번거로움이 많았다. 입원한 환자들 대부분은 링거액을 투입하고 있고 간호사들의 업무 비중 또한 링거액 잔량 확인하는 일에 많은 시간을 할애 되고 있는 실정이다. 이에 본 논문은 간호사실에서 실시간으로 링거액 잔량상태 확인이 가능하고 교체해야 할 타이밍을 실시간으로 알려주는 시스템을 구현하였다. 링거액 잔량 무게를 측정하기 위한 감지부로서 로드셀을 사용하였다. 로드셀에서 링거액의 물리적인 변화를 전기적 신호로 출력되는 신호를 증폭하여 아날로그 신호를 디지털신호로 A/D Converter하였다. 마이크로 프로세서에서 데이터를 처리한 후 서버 컴퓨터에서 실시간으로 링거액 잔량을 모니터링 할 수 있는 임베디드 시스템을 개발하였다.

본 논문에서는 링거액 잔량감시 시스템 구현 방법은 로드셀에서 출력되는 전압의 변화를 임베디드 시스템에 내장된 S3C2410 프로세서의 A/D 컨버터의 입력으로 사용하여 링거액 잔량 변화를 측정하였다. 로드셀 특성을 고려한 측정 시

간격 조정 및 자체개발한 데이터 처리 알고리즘으로 링거액 잔량 측정의 정밀도를 높였다. 측정된 온도 데이터는 메모리에 저장되며, CGI 응용프로그램으로 웹 화면으로 표시 되도록 하였다.

2. 시스템 설계 및 구성

2.1 하드웨어 시스템 설계

시스템 하드웨어 설계는 크게 링거액 무게를 측정하기 위한 로드셀과 신호검출을 위한 회로부 및 마이크로프로세서, 그리고 측정된 결과를 디지털 신호로 변환하여 간호사실에서 서버 컴퓨터로 전송하기 위한 데이터 획득부(임베디드 보드) 및 간호사실의 서버컴퓨터와 클라이언트로 구성되었다.

2.1.1 링거액 잔량 측정용 로드셀

로드셀은 링거액 중량 힘을 받았을 때 생기는 로드셀 감지부의 탄성변형을 감지부 표면에 부착된 스트레인 게이지의 저항변화를 측정함으로써 힘의 크기를 전기적인 신호로 검출할 수 있도록 설계되어 있다.

본 연구에서 사용되는 로드셀은 분선에서 제작한 BS-301A를 사용하였다. 링거액 잔량 변화에 대해 민감하여야 하므로 정밀한 A/D 변환을 위하여 온도 안정성, 낮은 드리프트 특성 그리고 분해능이 우수한 로드셀을 사용하였다.

저자 소개

- *서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 박사과정
- **서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 석사과정
- ***서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 박사과정
- ****서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수

2.1.3 회로부 및 마이크로프로세서

로드셀로부터 출력된 전기적 신호를 검출하기 위한 회로부는 링거액 잔량 무게의 신호를 검출한 미소 신호를 증폭하기 위한 연산증폭기와 필터 그리고 전원 장치로 구성하였다. 마이크로 프로세서는 8052 MPU core를 사용하였다. 마이크로 프로세서에 의해 모니터링 되는 아날로그 회로로써 OP Amp의 오프셋과 드리프트 특성을 저감 시키며 소프트웨어 알고리즘에 의해 안정되고 정밀한 A/D 변환이 가능하도록 시스템 회로를 설계하였다. 또한 RS-232 통신 방식으로 데이터 획득하는 임베디드 보드에 데이터 전송이 가능하다.

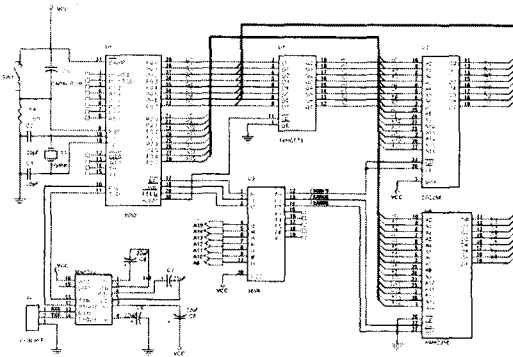


Fig. 1. Block diagram of the electronics parts.

로드셀에 온도 변화 조건에서도 안정된 출력을 유지 할 수 있어야 하므로 로드셀의 기계적, 물리적 특성들을 고려한 온도 보상과 아날로그 회로의 오프셋 전압과 드리프트 특성을 최소화하도록 A/D변환이 가능케 하였으며, 또한 샘플링 속도를 향상 시켰으며 소프트웨어에 의한 안정된 A/D변환이 가능하도록 신호처리 알고리즘을 구현하였다.

2.1.3 데이터 획득부 임베디드보드

그림2는 GES에서 제작된 임베디드 보드로 삼성의 S3C2410 SoC를 사용하였다. 운영체제는 임베디드 리눅스 커널을 포팅하고, 루트 파일 시스템을 설치하였다.

임베디드 리눅스 커널 버전은 2.4.18-rmk7-pxal-mz1을 적용하였다. 커널 버전은 2.4.18 버전의 안전화 버전에 MPU 제조사에서 S3C2410에 대한 패치를 가하고 임베디드 보드를 만든 GES에서 보드패치를 가한 버전을 사용하였다.

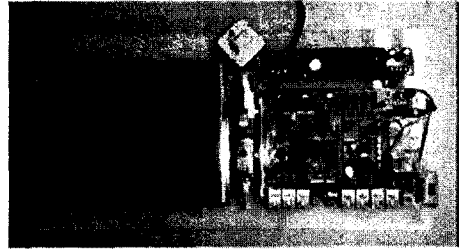


Fig.2 Embedded Board

2.2 프로토콜 및 알고리즘 구현

서버컴퓨터와 링거잔량 감지부 사이의 통신을 위해 다음과 같은 통신 프레임이 사용되었다

STX	수신구분	ID	data	ETX	LRC
-----	------	----	------	-----	-----

프로토콜은 시작(STX)과 종료(EXT)에 각 1바이트씩을 할당하고 여러 개의 링거 잔량 계측이 가능하도록 고유 ID 1바이트와 데이터 2바이트로 할당하였다. 이때 명령은 ASCII code 단일 문자로 각종 기능의 세트 및 조정을 위한 동작을 수행하며 데이터 text의 경우는 A/D변환 데이터 혹은 preset 데이터가 전송된다.

로드셀에서 검출된 신호를 A/D 변환회로를 통하여 디지털 신호로 변환 후 감지부 회로에 저장된 데이터를 서버컴퓨터에서 ID의 전송에 의한 통신 인터럽트를 대기하는 상태로 된다. 통신 인터럽트에 의하여 자신의 ID와 데이터전송의 요구가 확인되면 저장된 데이터를 마스터로 전송한다.

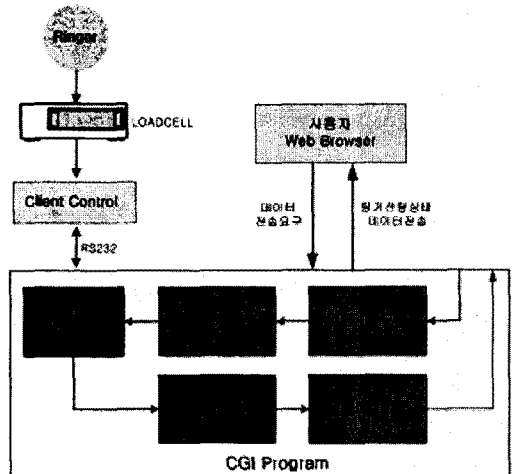


Fig. 3. CGI Program and alghrizm

즉 각각의 환자 링거액 잔량 데이터에는 호출되는 ID1 IDn의 순서대로 데이터를 전송하여 서버컴퓨터에 모든 감지부의 링거잔량 감지 데이터가 수집되는 알고리즘을 구현하였다.

ID는 8비트로 구성하였으며 256개까지 수신이 가능토록 구현하였다. 멀티프로세싱으로 프로세서 상호간의 하나의 회선을 공유하며, 프로토콜에서는 하나의 프레임에 9개의 데이터 비트가 있으며 9번째 비트는 어드레스와 데이터를 표시하는 기능을 갖는다. 9개의 데이터 비트 다음에는 stop비트가 있으며, 이 stop비트가 수신되면 9번째 비트를 조사하여 이것이 "1"인 경우에는 인터럽트 처리하도록 한다. 이러한 방법으로 멀티프로세싱 기법을 구현하였다.

3. 시스템 구성 및 실험 결과

3.1 시스템 구성

3.1.1 링거액의 중량을 계측한 로드셀

링거액 잔량 측정 시 정확한 잔량을 측정하기 위해 로드셀을 하단에 설치하지 않고, 상단에 부착하여 링거액 저장용기의 무게 변화를 검출할 수 있도록 측정 매커니즘을 구현하였다.

그리고 로드셀 용량은 링거액 최대중량 1kg의 용량을 고려하여 1.2kg의 용량을 갖는 로드셀을 적용하였다.

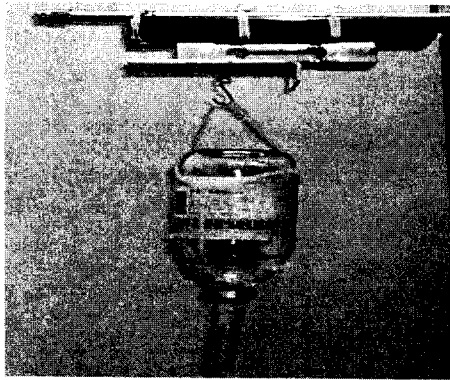


Fig. 4. Loadcell and a Ringer Bottle

3.1.2 시스템 구성도 및 네트워크 설정

타겟보드에서는 메모리의 한계로 개발 과정에서는 호스트 컴퓨터의 NFS 파일시스템을 사용하여 호스트 컴퓨터의 하드디스크를 타겟보드의 메모리로 간주하고 사용한다. 호스트 컴퓨터에 ftp 서버를 설치하여 개발용 컴퓨터에서 프로그램 다운로드를 한다.

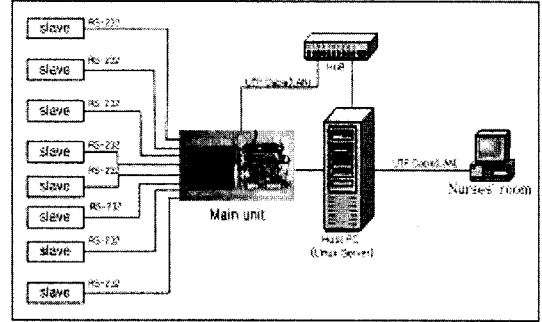


Fig. 5. Dava Transfer Network System

시리얼 통신은 minicom 프로그램을 다운로드 후 설치하여 윈도우의 하이퍼터미널 프로그램과 같은 형태로 리눅스에서 타겟보드와 통신에 사용된다.

구분	설정
Serial Device	/dev/ttyR0-R7
Bps/Par/Bits	115200 8N1
Hardware Flow Control	No
Software Flow Control	No

호스트 컴퓨터와 타겟보드와의 통신 방법은 부트로더를 다운로드하는 JTAG(Joint Test Access Group) 케이블, 부트로더와 커널, 루트 파일 시스템을 다운로드하는 시리얼 케이블, 통신의 속도를 향상시킨 네트워크 케이블을 이용한다.

임베디드보드에서 네트워크를 사용하기 위해 호스트 컴퓨터와 임베디드 보드의 IP 주소는 다음과 같이 설정하였다.

```
HOST_NAME="Ringer_server"
eth0_IPADDR="203.249.97.58"
eth0_NETMASK="255.255.255.0"
ROUTE_DEFAULT="203.249.97.1"
DNS_SERVER="nameserver 203.249.96.100"
NFS_SERVER_IP="203.249.97.55"
NFS_SERVER_DIR="/nfs/work"
MOUNT_CLIENT_DIR="/mnt"
```

3.2 소프트웨어 및 웹 프로그램

링거병의 잔류량 무게는 환자에 의한 병의 흔들림이나 움직임에 따라 출력 신호가 변화하는데, 이에 따른 에러를 줄이기 위하여 평균필터 프로그램과 시간에 따른 에러 제거 알고리즘을 적용하였다.

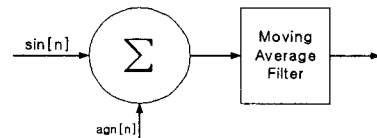


Fig. 6. Corrupted Signal through a Moving Average Filter.

작동에러를 제거하고 안정적으로 사용하기 위하여 평균필터 알고리즘은 다음과 같이 적요하였다.

$$Y[n] = \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} \dots (1)$$

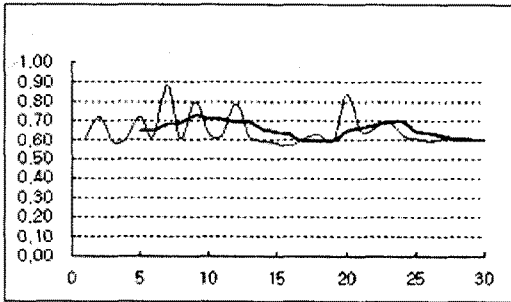


Fig.7. Average Filter of the Weight Signal

아래 그림은 간호사실 클라이언트를 통하여 서버에 접속하여 "링거액 잔량 감시"를 클릭하면 임베디드 시스템의 CGI 프로그램에 의해 현재의 해당병실에 링거액 투약중인 환자개인마다 링거액 잔량을 실시간으로 남은 시간과 링거를 교체해야 할 해당환자 번호를 보여준다. 링거액 잔량 측정은 600bps 전송속도로 측정된 결과를 표시하였다.

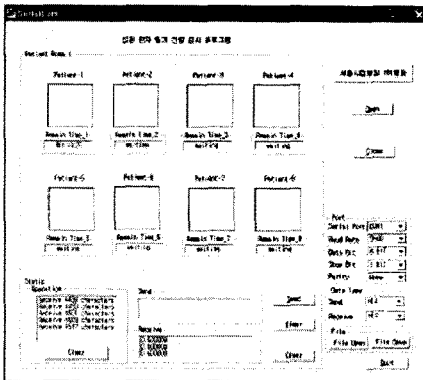


Fig.8. Windows Screen of Main Control

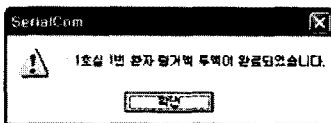


Fig.9. End Alarm of Ringer Solution Injection

4. 결과

로드셀을 이용하여 간호사실에서 실시간으로 링거액 잔량 계측 감시하는 시스템을 구현하였다. 임베디드 시스템에 리눅스를 적용하여 네트워크가 가능하고 환자의 체온이나 혈압도 간호사실에서 계측이 가능 할 수 있도록 구현이 가능해졌다. 또한 로드셀의 특성을 고려하여 계측 시스템의 구현에 임

베디드 보드에서 자체 제작한 알고리즘을 적용하여 계측 정밀도를 높였다. 그리고 원격계측 시스템의 구현으로 네트워크가 구성되는 곳에서는 어디에서든지 링거액 잔량 감시가 가능하도록 구현하였다.

위와 같이 연구를 통해 임베디드 리눅스의 적용 분야의 확대, 개발의 효율성, 원격으로 입원 환자의 간호에 필요한 요소를 감시할 경우 보안 문제 등은 앞으로 계속하여 연구할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] Chan-Won Park, Kwang-Hee An, "A Study on the Developn entof Digital output Load Cell" KIIEE, Journal, Vol 11, No1, P114-122, February 1997.
- [2] Chan-won Park, Kwang-Hee An "A Design of A/D Interface for Load Cell Weighing Sensor, KIEE, IEEK Conference pp. 237-240, 1995.
- [3] Jun-Bin Ko, Won-Du Choi, Sung-Gu Park, Young-Ho Lee "A Study on the Measurement of Constraint Force of STS304 Thin Plate Using the Load Cell" Journal of KWS. Vol. 19. No. 5 October. 2001
- [4] http://www.mathworks.com/academia/student_center/home/work/signal/signal_problem2.html