

ECG 신호 원격 처리 시스템의 제어 알고리즘에 관한 연구

김 영서, 최 장순, 정 상봉, 장 현석, 홍 승홍
 인하대학교 공과대학 전자공학과

Control algorithm of remote transmission and processing system
 for ECG signal

Y.S.Kim, C.S.Choi, S.B.Jung, W.S.Chang, S.H.Hong
 Dept. of Electronic Eng., INHA University

Abstract- Control algorithm for remote transmission processing system for ECG signals is proposed. Software for the system hardware consists of system control algorithm and signal processing algorithm. Since signal processing algorithm is now under developing, this paper describes the details of system control only.

1. 서 론

1950년대 이후 40년간 끊임없이 발전되어 고도화된 컴퓨터 기술은, 앞으로 전문가 시스템(Expert System)의 방향으로 발전되어 갈 것이며, 인공지능(Artificial Intelligence)을 시스템에 부여하려는 움직임이 활발해지고 있다. 각 분야별 전문가 시스템들은 기업체에서 배일에 가려진 체계 개발 추진되고 있으나, 아직 초보단계로 벗어나지 못하고 있다. 특히 1980년대 이후 고밀도 소자의 기하 급수적인 발전은 시스템의 고도화를 가속화시키고 있기 때문에 이와같은 기술 추세의 의료분야에도 도입되어, 폭발적으로 증가하는 의료정보에 대처하려는 움직임이 우리나라에서도 서서히 일고 있다. 최근 ECG 신호의 실시간 처리 및 원격 전송을 위한 시스템은, 다양한 기능과 시스템의 지능화를 위한 시스템 제어 및 이에 맞는 전용하드웨어의 설계가 필요하고 시스템 정합후 적합한 신호 처리 알고리즘의 필요성이 요구된다. 따라서 본 연구에서는, 이와 같은 요구를 만족시키는 하드웨어 및 소프트웨어를 구현하였는바

신호 처리 알고리즘은 기능 향상을 위해 현재 계속 연구중이므로 우선 시스템 제어 알고리즘만을 제시, 이의 기능을 평가하였다.

2. 알고리즘

시스템 하드웨어와 소프트웨어를 접속하기 위한 SCIS(Software Command Interface Structure)가 요구된다. 그림1은 소프트웨어 인터페이스를 위한 하드웨어 구성도로, 제어 및 신호처리를 담당하는 컴퓨터는 SCIS에 의거 각 I/O Port에 초기화를 수행하며 시스템의 Activity에 따라 7개의 하드웨어 모듈을 제어한다. 전면 패널에서 Manual 선택 스위치로 STD-12Lead Mode를 선택후 컴퓨터는 선택 스위치의 Status를 체크하여 데이터 처리 과정을 수행한다.

만일 모니터모드의 어떤 Activity가 있다고 할 경우 3-Ch 입력된 신호는 3-Ch DAC를 통하여 Strip Chart Recorder 또는 Storage Oscilloscope로 모니터 할 수 있다.

Analysis모드(KDC; Keyboard Display Card의 SW2 OFF상태)에서는 수신된 3채널 데이터를 잡음제거과정과 QRS 신호 검출과정을 통하여 변수를 추출한다.

Multi-channel 모드에서 전면 패널의 선택 스위치를 Multi 모드에 놓으면 3Ch Lead가 각각 독립적으로 동작한다. Simulator 모드에서 선택스위치는 'C'의 Common위치에 있어야 하고 키보드에 의해 시뮬레이터 메뉴를 선정할 수 있으며 KDC의 SW2는

앞에서 말한 것과 같다. Dual UART Card의 ch.1에 CRT 터미날을 접속하여 사용할 때 Screen EDITOR에 의거, 메뉴를 선정 할 수 있다. 그림 2에 OS의 데이터 흐름도를 보인다.

모든 소프트웨어 모듈은 데이터 버퍼를 공통 영역으로 설정하여 처리한다. EDAM(ECG Data Acquisition and Measurement Module) 하드웨어 모듈로 입력된 데이터는, ESP(ECG Signal Processing Module) 소프트웨어 모듈에 의해 데이터버퍼와 연결되어 있고 데이터 처리는 이 소프트웨어 모듈에서 이루어진다. ESP의 처리결과는 데이터버퍼에 놓이게 되고 I/O Control 모듈에 의해 출력되거나 새로운 Activity를 받는다. CCM(Command Control Module)에서는 새로 수신된 명령을 해석하여 시스템의 Activity Flag를 제어한다. MCM(Modem Control Module)에서는 데이터 전송/수신을 수행하며 모뎀을 제어 하고 신호전송시 TP(Turning Point) Algorithm을 적용, 50%까지 Data를 감속 시킨뒤 신호를 전송하여 전송Speed를 높인다. AIDT(Arrhythmia Identification Table)또는 부정맥 식별표로서 데이터버퍼에 초기과정에서 로딩 된다.

그림 3은 시스템 제어 알고리즘의 흐름도로서 초기 과정을 거쳐 EDITOR의 필요성이 요구되면 EDITOR를 수행하며, 그 내용은 AIDT표 수정과 환자 변수입력 등 각종 파라미터의 수정이 되는데, 새로운 명령이 수신될 경우 우선 Local/Remote Command를 구분하여 해석한다. 시스템 Activity가 결정된뒤 ESP처리를 수행한 다음 MODEM이나 I/O제어를 수행한다. 그리고 다음으로 Configuration을 얻기위해 초기화 과정으로 건너뛰며, Active Flag에 의해 상태를 살펴본뒤 다음 루틴을 수행하는 시스템으로 설계되어 있다.

3. 시스템 제어

시스템의 모든 제어를 하기위한 프로토콜은 다음과 같다.

- (1)Initialization [INIT] (2)Monitor [MONT]
(3)Command Control [CCM] (4)MODEM Control [MCM]

- (5)I/O Control [I/OCM] (6)EDITOR [EDTR]
(7)Interrupt Handler [INTH]

Initialization은 시스템의 I/O를 초기화시키며 시스템 RAM 영역을 초기화 시키고 동작중에서 시스템 환경에 적합하도록 I/O Port Configuration을 수행하며, 시스템 모듈을 변경시킨다. 모니터(Monitor)는 시스템의 관리(System Management)를 수행하는 하위모듈관리 프로그램으로 실시간 처리를 위해 Time Base로 시스템이 동작할수 있도록 Time Schedule을 수행한다.

Command Control은 키보드 데이터, Local CRT터미날 또는 MODEM을 통하여 수신된 데이터를 해석 하여 그 결과를 하드웨어 또는 소프트웨어 모듈을 통제하기 위한 Activity Flag의 Set/Reset을 수행하며 처리 데이터는 데이터 버퍼에 수록된다.

MODEM Control은 Command입력과 요구에 따라 처리데이터 원격 전송을 수행하며 주로 ECG 데이터 전송을 위해 설계되었다.

I/O Control에서 UART Card는 2ch로 구성되며 ch.1은 터미날 전용이다. 한 화면상에 Menu표시를 위한 콘트롤 캐릭터는 다종의 CRT터미날을 제어할 수 있는 ASCII 캐릭터 코드를 사용하였다. ESC A,B,C,D의 커서 콘트롤과 Bell,Home 등 6개의 제어문자를 사용하였으며 속도는 2400 Baud 로 고정시켰다.

EDITOR에서는 환자의 변수입력과 AIDT수정을 한다. 환자의 입력변수는 검사년월일(6), 검사자번호(6), 연령(2), 성별(1), 이름(40), 병원 동 및 호수(40)이다. AIDT는 부정맥 판정 테이블로서 RRI의 범위, ARRI의 범위, QA, RA, SA의 범위 등의 내용이 포함되어 있다. 그림4에 CRT Terminal 을 통한 화면 편집 과정을 보인다.

Interrupt Handler는 컴퓨터카드에 있는 타이머(8253 3-Ch)에 의해 수행되며, Ch.0은 System Real Time Clock 으로 동작하며 25ms마다 +1씩 계수하여 시스템 시간을 계산하는데 사용된다. Ch.1은 ADC용으로 4ms마다 Interrupt 할 수 있도록

타이머를 Set하였다. Ch.2는 DAC/MODEM의 Activity에 따라, Time Schedule을 한다. 그림 5는 Interrupt Handler의 흐름도이다.

3ch 중에서 한 채널이라도 Activity가 있으면 Interrupt Handler를 Call 하게되며, Interrupt Latches Reset후 각 채널의 Activity Flag을 체크하여 각각의 서비스 루틴을 처리한다.

4. 결 과

보다 효율적인 ECG 신호의 실시간 처리 및 원격 전송을 위하여 전체 시스템은 신호 처리 시간을 줄이기 위해 하드웨어와 소프트웨어로서 적절히 분담 처리할 수 있도록 설계하였고 하드웨어의 프로그래밍을 최우선으로 하였다.

소프트웨어 시험은 각 모듈별 기능 시험 및 실행 시간으로 성능 분석되었다.

여기에서 제시된 시스템 제어 알고리즘으로 300ms 내에 실시간 변수를 측정하여 부정맥 판정을 하였으며 AIDT를 편집하기 위하여 MDLI (Message Display Language Interpreter)를 활용, High Level Interaction Operation을 행함으로써 쉽게 CRT 터미널상에서 화면 편집을 할 수 있도록 하였다. 표 1은 시스템의 각 모듈별 소프트웨어 처리 시간표로서 EDITOR는 실행 시간에 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

AIDT 변수가 40 개 이내인 경우 현 단계에서도 300 ms 내 신호 처리 및 전송이 가능하여 실시간 처리라는 요구 조건을 충분히 만족하나 변수 확장 및 신호의 정확한 해석, 다중 채널용 전용 처리 모듈 추가 등 시스템의 성능 개선을 위한 연구가 현재 진행중이다.

참고 문헌

1. M.Okajima, L.Stark, G.Whipple, and S.Yasui, "Computer Pattern Recognition Techniques : Some Results with Real Electrocardiographic Data", IEEE trans. on BME, pp 106-114, July,1963.
2. M.L.Ahlstrom and W.J.Tomkins, "Digital Filter for Real Time ECG Signal Processing using Microprocessors", IEEE trans. on BME, vol.BME-32,no.9 pp 708-713, Sep.1985.

3. K.Nodera, Y.Maeda, M.Yokota, and T.Kakehi, "Computer System for ECG Data Processing", Fusitsu, vol.23, no.5, pp 140-154, 1972.
4. Andrew A. Schoenberg and H. Edward Booth, "Errors in Digital and Analog ECG Telephone Transmission", IEEE Computer in Cardiology, pp 383-386, Sep.1979.
5. W.J. Tomkins and J.G. Webster, "Design of Microcomputer-based Medical Instrumentation", Prentice-Hall inc., 1981.
6. Roger S. Pressman, "Software Engineering : A Practitioner's Approach", McGraw-Hill Book Co., 1981.
7. 홍승홍, 민용기, "Syntactic 방법에 의한 ECG-Complex 검출", 대한전자공학회 전자계산, 계측제어, 의용전자생체 연구회, 학술연구발표회논문집, pp 814, 1981.6.
8. 계신응, 장원석, 홍승홍, "공중전화 회선용 다중채널 ECG 데이터 원격 측정 시스템의 설계", 의공학회지 제 7권 1호, pp 21, 1986.6.
9. 이경중, 송항봉, 이명호, 윤형로, "다중 채널 실시간 부정맥 검출 시스템 설계에 관한 연구", 의공학회지, 제 8권 제 2호, pp 21521, 1987.2.

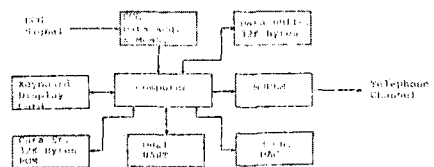


그림 1 소프트웨어 인터페이스를 위한 하드웨어 구성도

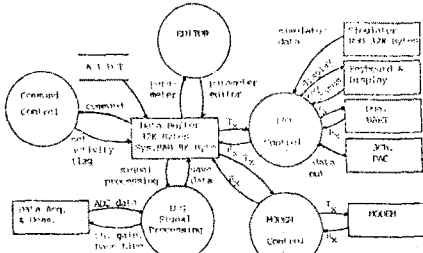


그림 2 OS 데이터 흐름도

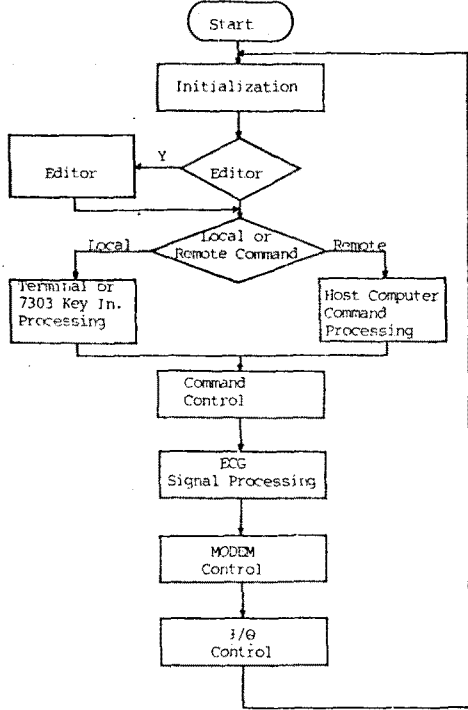


그림 3 시스템 흐름도

SET-UP MENU FOR CAEAS
 CHOOSE FUNCTION BY TYPING THE APPROPRIATE
 FOLLOWED BY A 'CR'.

- MAIN MENU
1. AIDT EDITOR
 2. AEPT DISPLAY
 3. PATIENT IDENTIFICATION
 4. SYSTEM STATUS
 5. SYSTEM PARAMETER
 6. ARRHYTHMIA CODE ABBREVIATION
 7. BUILT-IN-TEST

-->
 PRESS 'ESC' TO SYSTEM MONITOR

그림 4 EDITOR MENU

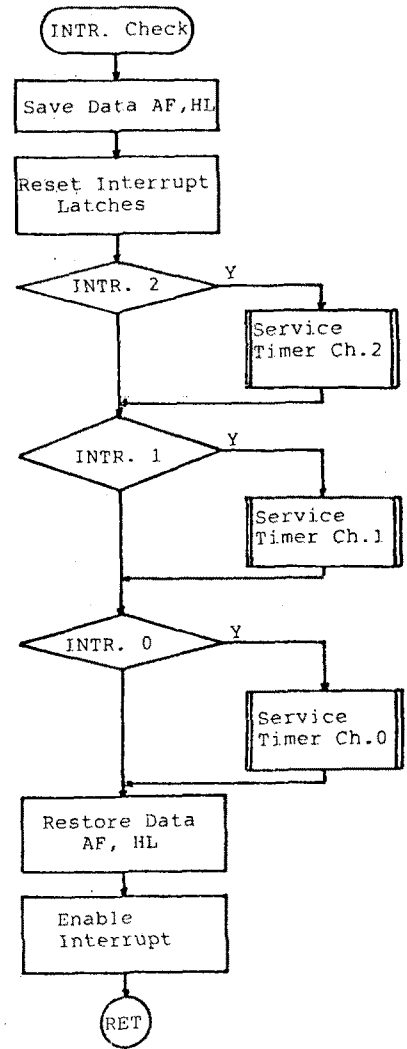


그림 5 Interrupt Handler의 흐름도

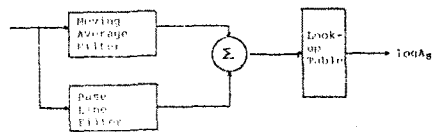


그림 6 잡음제거 필터 구성도

모듈명	처리시간	프로그램용량
Monitor	50 ms	1 k
Command Control	50 ms	3 k
ECG Signal 처리	100 ms	5 k
Modem Control	50 ms	2 k
I/O Control	50 ms	5 k
Editor	영향 없음	8 k
계	300 ms	24 k

표 1 소프트웨어 처리 시간 계산