

# 산모 영상감시 겸용 중앙집중식 태아 전자감시 시스템의 개발 및 임상적 응용

\* 전 병문, 이 희철, 윤 흥준, 양 승인, 김 용만, 이 인식, 김 영택, 김 암, 남 주현, 목 정은\*  
송실대학교 전자공학과, \*울산대학교 의과대학, 서울중앙병원 산부인과

Development and Clinical Application of Central Fetal Monitoring System  
with Visual Maternal Monitoring function based on Personal Computer

John B. Jun, H. C. Lee, H. J. Yoon, S. I. Yang, Y. M. Kim\*, I. S. Lee\*, Y. T. Kim\*, A. Kim\*, J. H. Nam\*, J. E. Mok\*  
Dept. of Electronics Eng. Soong Sil Univ. \*Dept. of OB&GYN, Univ. of Ulsan, Asan Medical Center

## Abstracts

Electronic fetal monitoring system is an easier and usual method in various prenatal and labor period fetal surveillance methods currently in use.

But there haven't been enough cases of using the central monitoring system despite the fact that the bedside fetal monitoring system have already been widely in use in Korea as an essential medical equipment item.

We have developed more efficient central fetal monitoring system based on the personal computer with the visual maternal monitoring device using infrared camera, which processes the signals from existing bedside fetal monitoring systems such as H/P's 8040 series.

And we have performed the clinical application on 41 pregnant women and the results were satisfactory.

In conclusion, more efficient and familiar fetal monitoring is possible with our PC based central fetal monitoring system which provides the medical personnel with the view of a selected pregnant woman on the same screen where the electronic waveforms and data are displayed.

### 1. 서론

산전 및 진통 중 태아의 안녕 평가 방법에는 여러 가지 방법이 있으나<sup>1)</sup> 그중 손쉽고 보편적인 방법으로 전자식 태아 심박 및 자궁수축압 감시장치를 들 수가 있으며, 산전, 혹은 진통 중 인 산모의 진로 시 태아 심박수, 자궁수축 정도, 그리고 태아의 움직임 등을 복합적으로 비교 검토하여 태아의 안녕 여부를 판정하게 된다.<sup>2)</sup> 그래서 이 검사는 특히 고위험 임신군인 임신성 고혈압, 당뇨병 등의 내과적 질환, 그리고 저체중아 등과 연관된 산모에게 필수적일 뿐만 아니라<sup>3)</sup> 정상 산모에게 있어서도 산전 및 진통 중 기본적인 검사로 자리 잡아 가고 있다.

이러한 전자식 태아 감시장치는 크게 개인용 전자 태아 감시 장치(Bedside fetal monitoring system)와 여러 대의 개인용 태아 감시장치를 중앙에서 감시 및 통제할 수 있는 중앙 집중식 태아 감시장치의 두 종류로 구분할 수 있는데 특히 후자의 경우는 의료진의 인력절감 효과, 산과에서 발생할 수 있는 잠재적인 위험부담을 최소화할 수 있고 원격정보 표시, 정보 기능, 다중 환자 기록 저장 등의 장점을 가지고 있다. 그러나 현재 국내에는 개인용 전자 태아 감시장치의 경우, 여러 병원에서 필수적인 장비의 하나로써 운용 중에 있음에도 불구하고 중앙 집중식 태아 감시장치의 운용은 극히 적은 실정이다.

본 논문에서는 현재 병원에 PC가 널리 보급되어 있다는 점과 고성능, 저가격 CCD 카메라가 많이 개발되고 있음을 고려하여 기존의 개인용 전자 감시장치에 접속, 다수의 산모 및 태아를 동시 감시할 수 있는 산모 외관 감시 겸용 중앙 집중식 전자 태아 감시장치를 구현하여 태아의 전자 감시와 동일 화면 상에서 일반 병실 및 암실내 요양 중인 고위험 산모의 외관 감시가 이루어지도록 구성하였다.

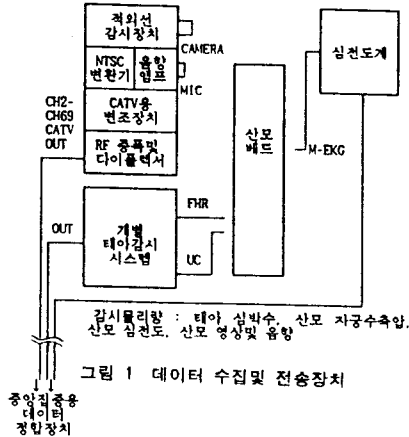
또한 고위험 임신군 중 심장 질환을 비롯한 다른 중증의 질환을 가진 산모를 위해 심전도 측정장치를 부착하여 역시 동일 화면 상에서 감시할 수 있고 MODEM을 이용한 원격 진단 기능을 추가하여 는 등, 기존의 몇 가지 제품을 일체화하고 분해능 및 처리속도를 위시하여 향상된 성능 및 편리성을 가질 뿐 아니라 데이터의 교환에 의한 향후 진단 및 데이터 베이스 등의 응용성을 갖도록 개발하였다.

### 2. 시스템 구성

본 중앙 집중 태아 감시 시스템은 개인용 컴퓨터(PC)를 중심으로 다수의 기존 개인용 태아 감시장치(Bedside Fetal Monitoring System), 산모용 심전계 및 그들로부터의 데이터 수집 및 정합장치, 그리고 적외선 겸용 영상, 음향 통합 감시 장치로 구성되어 있다.

(1) 데이터 수집 및 정합장치

본 데이터 수집 및 정합장치에서는 산모 1인의 침상마다 설치된 Bed-side Monitor로부터의 각종 출력 및 적외선 감시장치로부터의 영상 및 음향 신호를 PC로 구성된 중앙 집중 태아 감시장치로 전송한다.



본 논문에서 제작한 신호 정합장치에서는 H/P社의 8040 계열의 애널로그 출력과 본 중앙집중 태아감시 시스템의 A/D 변환기간의 신호레벨 및 임피던스의 차이를 없애도록 제작하였다. 본 신호정합 장치는 애널로그 신호를 처리하는만큼 드리프트가 없이 신호의 DC레벨을 원하는만큼 정확히 시프트하는 동시에 신호파형을 왜곡없이 증폭, 혹은 감쇠시켜주어야 하며 잠음인입음을 고려하여 일반적으로 8040 시리즈의 개인 감시장치 및 중앙집중 감시장치간의 접속가능한 거리내에서 사용되어야 하는데 그림 2에 나타나 있다.

(2) 산모 및 태아 중앙 집중 감시 장치

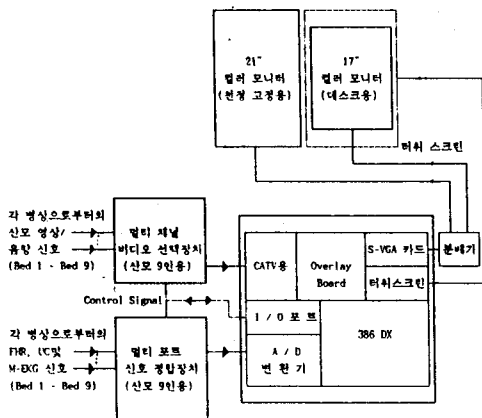


그림 2 본 중앙집중 태아 감시시스템의 구성

본 중앙집중 태아감시장치에서는 상기 데이터 수집 및 전송장치로부터 보내진 다수 산모(현재는 9명)의 임상신호를 프로토콜에 따라 동시에 분석, 감시하며 이상이 있을 경우 알람을

발생할 뿐 아니라 환자의 인적사항 및 병력 등에 대한 데이터 베이스를 유지한다.

특히 환자의 외관을 감시하는 경우에는 환자의 얼굴 등, 원하는 부위를 터치 스크린에서 대고 있으면 6배까지 연속 확대할 수 있는 디지털 줌 기능을 갖도록 구성하였다.

(3) 환자 영상 및 음향감시장치

현재까지 중환자의 감시는 전자감시장치가 접대다수를 차지하여 왔으며 보다 신속한 외관 감시의 시도 역시 별개의 CCTV 전용 모니터를 사용하던 것이 대부분이었다.

그러나 본 시스템에서는 현재 PC의 성능과 방송용 Tuner가 장착된 Overlay board가 시판되고 있음을 고려하여 환자의 외관감시를 동일화면상에서 수행하는 것이 현실적이라고 판단, 환자의 전자 및 외관감시가 동시에 이루어질 수 있도록 구성하였다.



사진 1 제작한 영상 및 음향 감시장치가 설치된 병실

또한 특별한 경우 형광등 불빛 정도의 밝기가 큰 스트레스로 작용하여 환자를 암실내에 요양시키는 경우를 감안, 적외선 조명을 사용한 이른바 Burger Camera 및 청음장치를 사용하여 일반 병실 밝기는 물론 0Lux에서도 5-6인용의 병실 전체를 지장없이 감시할 수 있도록 구성하였다.

또한 이러한 영상 및 음향 출력은 적당한 2 - 69채널 중 적당한 반송파로 변조되므로서 CATV 규격으로 중앙 집중 환자 감시장치로 전송되며 화면상에 나타난 환자의 외관에서 얼굴 등의 원하는 부위를 터치 스크린에서 만지면 그 지점을 중심으로 6배까지 연속 확대할 수 있는 디지털 줌 기능을 갖도록 소프트웨어를 구성하였다.

(4) A/D 변환기 및 데이터 수집장치 하드웨어

본 중앙 집중 태아 감시장치 시스템에서 사용한 A/D 변환회로는 8채널의 동시변환이 가능한 8 Bit형 ADC0809를 중심 소자로 사용, 설계하였다.

데이터 수집장치의 하드웨어는 PC로부터의 ±12V를 전원으로 하여 개인 태아 감시장치의 출력 신호와 중앙집중 태아감시장치에 내장된 A/D 변환기 사이의 신호의 극성, 진폭 및 임피던스 차이를 정합하기 위하여 직류레벨 시프트 회로와 정확한 배율의 증폭 및 감쇠가 가능한 선형 증폭회로를 OP 암

프로서 구성하였다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

본 중앙집중 태아감시 시스템은 1993년 9월-10월까지 서울 중앙병원의 산부인과에 입원한 총 41명의 임신부를 대상으로 임상적용을 하였으며 적용된 환자군중 정상산모군은 임신 38주에서 42주 사이의 Pitocin 점적 부어군을 비롯한 20여, 양수조기파막군이 9여, 조기진통군이 5여, 그리고 고위험 임신군은 전자간중 5여, 자간증 1여, 태반기형 1여등 7여였다.

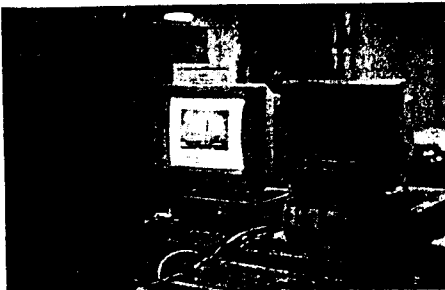


사진 2 Nurse-Station에서 운용중인 본 논문의 중앙집중 태아감시장치

본 시스템의 임상실험에서 개인용 태아감시장치로는 H/P사의 8040 및 8041 모델을 접속, 사용하였고 환자의 외관감시에는 직접제작한 적외선 점용 영상 및 음향감시장치를 적용하였으며 데이터 수집 및 종합장치에 의해 전송된 태아감시 자료와 산모의 외관을 386PC로 구성된 중앙집중식 태아감시 장치의 동일화면상에서 관찰하였다.

먼저 개인용 태아감시장치를 산모에 연결하고 환자 외관감시장치를 가동시켜 그 작동의 정확성 여부를 10여분간 확인하였으며 이러한 신호들을 PC로 구현한 중앙집중 태아감시 장치로 전송하였다.

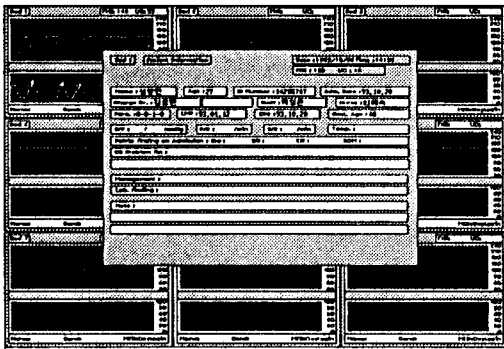


그림 3 9인 산모용 감시화면상에 원하는 산모의 데이터베이스를 올린 화면

중앙집중 태아감시 장치에서는 초기화면에서 터치 스크린을 이용하여 환자 정보메뉴를 선택하여 국영문 혼용으로 환

자의 인적사항, 임상정보 및 진료상황을 입력하였고 본 시스템에서 가능한 개인 및 다수 산모 감시화면 모드를 상황에 따라 적절히 전환하며 태아의 심박수, 산모의 자궁수축압 및 산모의 영상, 음향을 감시하였다.

감시화면에서 신호와 영상의 작동여부는 기존의 개인용 감시장치와 수시로 비교하여 확인하였는데 기존의 감시장치에 비해 훨씬 빠르고 정확하며 미려한 Data of Update은 물론, 항상 정확하고 선명한 산모의 영상 및 음향을 얻을 수 있었다.

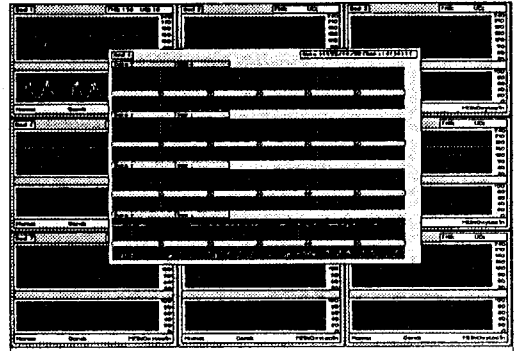


그림 4 원하는 산모의 저장된 데이터 분석(총 12시간분)

또한 9인 산모 모두 12시간동안의 모든 데이터가 저장되어 추후에 필요에 따라 참고할 수 있도록 구성하였으며 감시 데이터가 설정치를 벗어난 경우, 알람 및 문자메시지를 확인할 수 있었으며 본 중앙집중식 감시장치가 임상적용된 41여중 7여에서 태아 심박수 및 자궁수축압의 변화에 따른 Deceleration이 경고됨에 따라 제왕절개술을 시행함으로써 일련의 하드웨어 및 소프트웨어, 그리고 외부디바이스와의 접속에 이상이 없음을 관찰하였다.

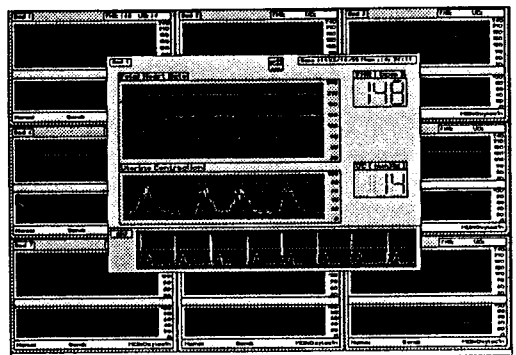


그림 5 원하는 산모의 데이터만을 확대하여 심전도와 함께 감시중인 화면

산모의 외관감시에 있어서 적외선 LED 조명에 의해 일반 병실 및 암실내의 고위험 임신군을 이상없이 감시하였고 환자의 얼굴등, 원하는 신체 일부를 연속확대하는 디지털 줌 기능도 이상없이 동작하였는데 특히 고위험 임신군중 자간증을 위시한 경우에 있어 적외선 감시장치, 그리고 디지털 줌 기능

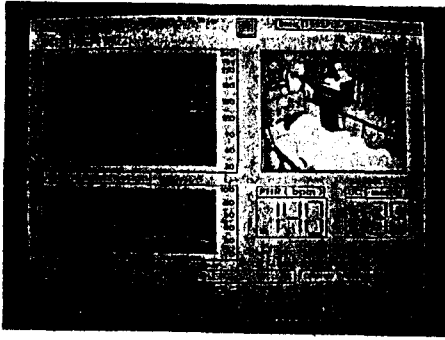


사진 3 원하는 산모만을 영상검출으로 감시중인 화면을 이용한 영상및 음향에 의해 보다 신속하고 효율적인 감시를 수행할 수 있었다.

이와같이 산모의 영상감시를 태아 전자감시자료와 동일화면상의 육안감시에 의해 보완하게 되므로 산부인과 분만장의 의사및 간호사로서는 한층 부담없고 효율적인 업무수행이 가능하였으며 1일 24시간 연속으로 수 주일동안 오류없이 동작하였다.

추후에는 접속가능한 개인용 태아감시장치의 기종을 더욱 확대하여 매뉴상에서 선택할 수 있도록 하고 병원의 기존 LAN과 연결하여 병원 어디서나 단말기를 통하여 태아및 산모의 상태를 감시할 수 있도록 기능의 다양화및 성능강화를 꾀할 예정이다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 기존의 개인용 태아 전자 감시장치에 접속, 다수의 산모및 태아를 집중 감시하는 동시에 친숙한 육안감시및 MODEM을 이용한 원격 진단이 가능한 산모 영상감시 겸용 중앙집중식 태아감시장치를 PC상에서 구현하였으며 그 주요한 특징으로는 적외선 겸용 카메라를 사용하여 일반병실 및 암실내 요양중인 산모의 영상과 전자태아감시의 데이터가 동일화면상에서 이루어지도록 한 점과, PC와 A/D변환기만을 사용하여 다수의 기존 개인용 전자 태아감시장치를 접속, 중앙집중화및 임상적응에 성공하였다는 점, 그리고 감시및 데이터 베이스 처리등 기존의 몇 가지 제종을 일체화하고 분해능 및 처리속도를 크게 높였을 뿐 아니라 사용자 인터페이스를 강화하여 한글및 컬러화면, 경고기능 강화, 터치 스크린의 적용등 편리한 조작성을 갖추고 있는 점, 그리고 빠른 시일내에 실용화가 가능하다는 점등으로서 앞으로 진단및 데이터 베이스 시스템, 통합 감시 시스템등에 지속적으로 연구 개발할 수 있어 응용분야가 다양할 것이다.

#### 참고문헌

- 1)대한산부인과학회, 산과학, 칼빈서적, pp 210-241, 1991.
- 2)Hammacher K., *Fruherkennung intrauteriner gefahrenzustande durch electrophonokardiographie and fokographie.* In Elert R. , Huter KA(eds) : *Prophylaxe Fruhkindlicher Himshadea*, Stuttgart, Georg Thieme, pp 120, 1966.
- 3)Hon E. H., *Fetal heart rate monitoring*, In Gluck L(ed) : *Modern perinatal medicine*. Chicago. Year Book, 1974
- 4)Paul R. H., Huey J. E. Jr., Yaeger C. F., "Clinical fetal monitoring." *Postgrad. Med.* Vol 61, pp 160, 1977
- 5)Beard R. W., "The detection of fetakl asphixia in labor.", *Fediatrics*. Vol 53, pp 157, 1974
- 6)Yoshiharu Kaneko and Toshiharu Jimbo, Kazuhiro Hara, Toshihiro Yanagihara, "The Development of a Computer-Aided Prenatal Information System", *Asia-Oceania J. Obstet. Gynaecol.* Vol. 15, No. 1, pp 21-24, 1989
- 7)J. Michael Jacob, *Industrial Control Electronics Applications and Design*, Prentice Hall, 1989
- 8)Mervin J. Goldman. M.D., *Principles of Clinical Electrocardiography*, 10th Edition, LANGE Medical Publications
- 9)Martin D. Seyer, *RS-232 Made Easy*, 2nd Edition, Prentice Hall
- 10)IBM PC Hardware, International Business Machines Corp.
- 11)*The Programmer's PC sourcebook*, Microsoft Press
- 12)Kent Poter, *Stretching Turbo C*, Simon & Schuster Inc.
- 13)Andrew Binstock, *The C Toolbox*, 2nd Edition, Addison-Wesley Publishing Company
- 14)Nabajyoti Barkakati, *The Waite Group's Turbo C Bible*, Howard W. Sams & Company