

마이크로 프로세서를 이용한 선량측정 장치의 제작과 그 응용에 관한 연구

강정구, 이정옥, 김승곤

전북대학교 자연과학대학 물리학과

김부길, 김진기*

전북대학교 의과대학 의공학과, 치료방사선과*

초 록

마이크로 프로세서를 이용하여 8채널 방식의 선량측정장치를 구성하여 방사선 치료시 환자의 부위별 선량측정 및 밀봉선원을 이용한 치료에서의 선량분포와 뇌정위적 방사선 수술에서의 선량 측정에 이용할 수 있도록 하였다.

본 연구에서는 방사선 검출소자에 상용 반도체도 이용할 수 있도록 하는데도 목적을 두고 여러개의 검출소자의 신호를 실시간 계측이 가능토록 하였으며 개인용 컴퓨터의 RS-232C 직렬 포트를 이용하여 본 시스템의 모든 기능을 제어하고 데이터 처리를 하도록 하였다.

1. 서 론

최근 방사선 치료계획 시스템은 컴퓨터 기술의 발달과 각종 소프트웨어의 개발로 시스템의 성능이 크게 향상 되었으며 감마 나이프등 새로운 방사선 치료기의 도입으로 방사선 치료시 치료 계획 시스템의 의존성이 크게 증대되어가고 있다. 특히 workstation급의 hardware에 3D(3차원) 그래픽 기법의 도입과 최적화 알고리즘의 채택등으로 단시간내에 정확한 선량계산 및 최적화된 치료계획을 실현할 수 있게 되었다.

현재 대부분의 치료계획 시스템의 software에서의 선량계산은 테이블 참조 방식으로 프로그램이 되어 있으며 이들 source테이블은 여러단계의 검증 과정을 거쳐 정확하게 작성이 되어 있다. 그러므로 방사선 치료장비의 유지 보수에 따른 beam데이터의 변화나 applicator의 응용에 따라 일부 혹은 새로운 source 테이블 작성이 필요하게 된다. 이에 각 병원에 널리 보급되어 있는 personal computer를 이용하여 제어할 수 있으며 Detector로 소형의 반도체 detector를 여러개 사용할 수 있는 multi-detector방식의 선량측정 및 선량분포 측정 시스템을 single chip 마이크로 프로세서를 이용하여 개발하여 선량 및 선량분포 측정에 이용 하고자 한다.

2. 방 법

personal 컴퓨터를 이용한 제어 방식에는 컴퓨터 내부의 expansion slot에 I/Oboard를 장착하는 방식과 모든 컴퓨터에 장착된 serial port(RS-232C)를 이용하는 방식의 2가지가 있다¹. 양 방법 사이에는 각각 장단점이 있으며 특히 personal 컴퓨터 내부 slot에 I/O board를 장착하는 방식에는 시스템 개발에 몇가지 불편한 사항이 있다. 먼저 치료실 내의 검출기에서

Personal computer에 연결하기 위해선 여러가닥의 케이블을 연결해야 하기 때문에 장거리로 하기엔 불편하다. 또한 어드레스와 데이터 버스가 노출된 상태이기 때문에 전기적인 노이즈에 무방비 상태에 놓이게 되어 신호가 불안전 하다. 따라서 본 연구에서는 접속이 간편한 serial 통신방식을 이용하였다.

detector에서 검출된 신호를 A/D 변환한후 memory에 저장한후 serial port를 이용하여 personal 컴퓨터에 전송하여 데이터 처리를 실행하였다. 그림 1에 본 시스템의 전체 block diagram을 보였으며 그림 2에 CPU주변회로를 보였다. CPU는 산업용 자동화 회로에 많이 응용하고 있는 Intel MSC-51 MPU(Micro Processor Unit)을 사용하였다. MCS-51 MPU는 직렬 통신용 완전 이중 USART(Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter)를 내장하고 있고 16비트 타이머/카운터가 내장되어 있어 하드웨어를 매우 간단하게 구성할 수 있는 MPU이다²⁻⁵. 이것을 일반 CPU로 개발할 경우 통신용 USART와 타이머/카운터를 별도로 사용해야 하므로 상당히 복잡한 회로가 되어 버린다.

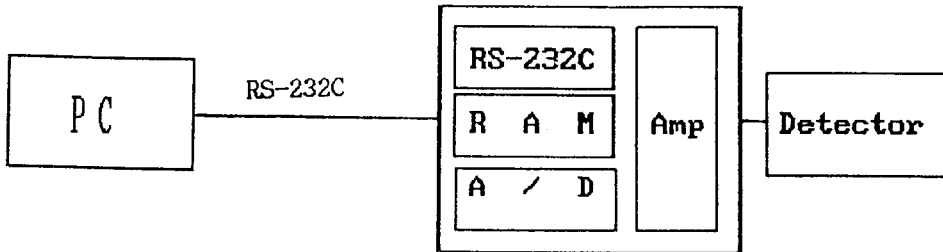


Fig. 1. Block diagram of the system

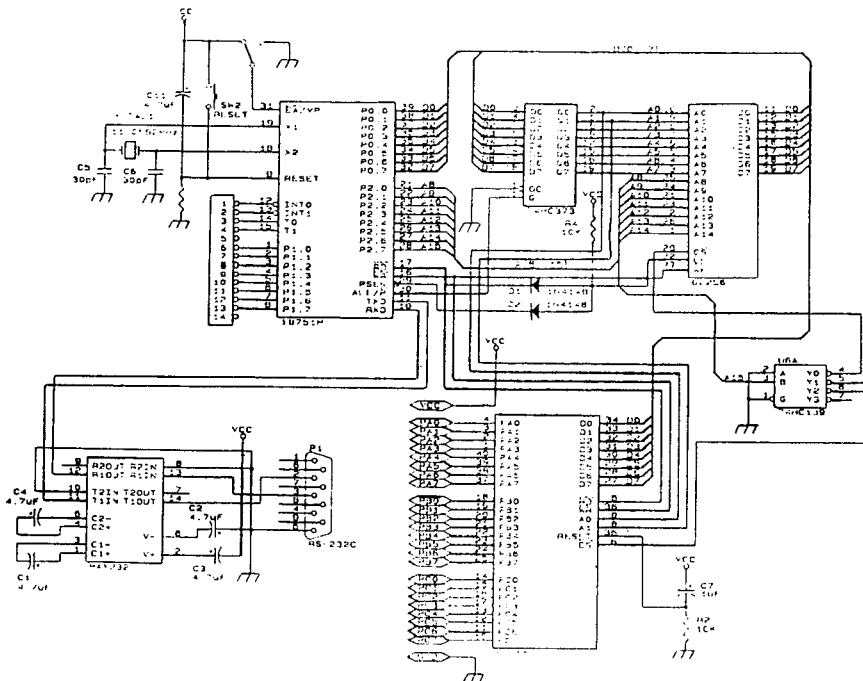


Fig. 2. Circuit of CPU board

1) RS-232C

일반적으로 personal 컴퓨터와 주변기기 또는 측정기와의 신호 수신에 가장 널리 이용하는 방식이다. 본 시스템에서는 일반적으로 $\pm 12V$ 전원을 필요로 하는 IC 대신 +5V 단일 전원으로 동작하며 RS-232C/V28 규격을 만족하는 드라이버/리시버 2조를 내장한 MAXIM사의 CMOS IC인 MAX-232C chip을 사용하였다. 본 시스템과 personal 컴퓨터와의 통신에는 일반 통신용 에뮬레이터를 사용하여 8데이터비트, no parity, 1 스톱비트 그리고 9600 BPS로 전송하였다.

2) CPU

본 시스템의 심장부인 CPU는 8비트 마이크로 컨트롤러 8051 계열중 외부 ROM Version인 80C31BH를 사용하였다. 필요한 어드레스중 하위 8비트를 얻기위하여 어드레스 래치에 74HC373을 사용하고 있으며 상위 8비트 어드레스는 port 2를 사용하였다. CPU 구동 메인 프로그램 메모리는 27C256을 사용 하였으며 데이터 저장에 사용되는 RAM에는 32KB 62256을 사용하였다. CPU 클록은 CPU 내부에서 9600 BPS에 동기하도록 타이머를 사용하는데 맞도록 11.0592MHz의 X-tal을 사용 발진부를 구성하였으며 외부 제어에는 8비트 3포트 PPI (Programable Peripheral Interface)인 8255 2개를 사용하였다.

3) A/D 컨버터

실제 측정값의 정확성에 가장 영향을 주는 부분이 A/D 컨버터 부분인데 본 시스템에서는 8비트 A/D 컨버터는 NS사의 8채널/16채널의 ADC0809/ADC0817을 사용하였으며 샘플&홀드에 LF398을 사용하였다. 그림 3에 A/D컨버터부를 보였다.

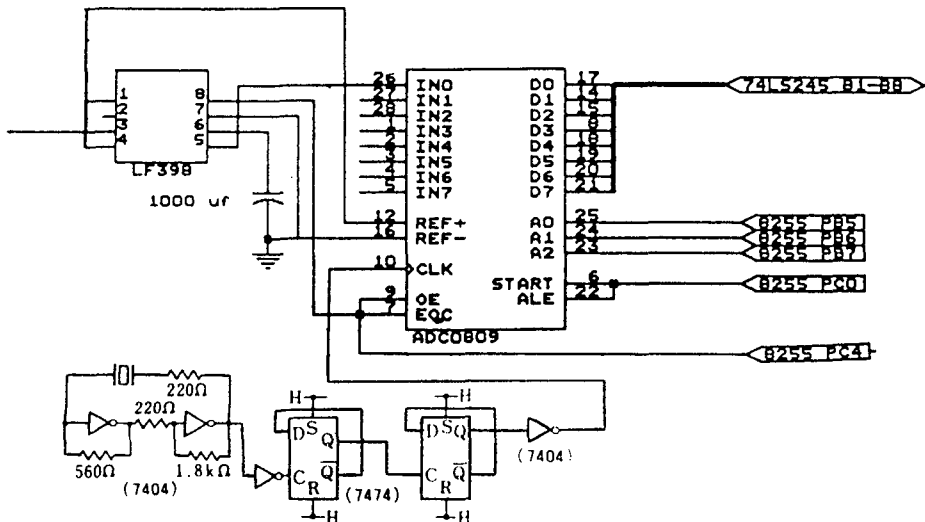


Fig. 3. Circuit of A/D converter board

4) Detector

방사선량의 검출은 실리콘 반도체 검출기를 사용하였으며 실제 본 시스템의 구동 확인을 위해 일반 범용 Photo diode를 8개 이용하여 Detector array를 제작하였다. 반도체 검출기에서 출력된 미소의 전류를 OP-Amp를 이용 전류증폭과 전류-전압 변환을 한후 버퍼를 거쳐 A/D 컨버터에 입력하였다.

5) 소프트웨어

본 시스템에서 필요한 소프트웨어는 시스템 구동에 필요한 프로그램과 시스템에서 전송된 데이터를 처리하는 PC용 프로그램이 필요하다.

먼저 본 시스템 자체 구동에 필요한 프로그램은 Detector의 검출 신호를 A/D 컨버트 하기 위한 A/D 컨버터 제어 루틴과 데이터의 순차적 전송을 위한 Memory 관리 루틴, PC로 데이터를 전송하기 위한 통신 루틴 그리고 인터럽트 처리 루틴과 Detector를 이동시키기 위한 Stepping Motor 구동 루틴등으로 구성되어 있다.

PC에서의 데이터 처리 프로그램은 데이터의 수신을 위한 통신루틴과 데이터 관리루틴, 데이터의 그래픽 처리를 위한 Graphic Display루틴 그리고 Printer와 Plotter로 출력하기 위한 루틴 등으로 구성이 되어 있다.

3. 결과 및 고찰

일반 범용 Diode나 Photo-diode등을 이용하여 치료용 방사선의 선량 측정에 이용하려는 시도는 여러 사람들에 의해 시도 되었으며 환자의 선량 계측등에 대한 제한적인 이용 가능성이 제시되고 있다⁶⁻⁸. 본 연구에서는 이들 반도체 소자를 이용하여 계측시스템을 구성하고 이의 방사선 치료 분야의 이용 가능성을 연구한후 향후 이들 반도체 검출 소자들의 물리적 특성을 지속적으로 연구하고자 하였다. 따라서 본 연구에서는 일반 범용 반도체 소자를 채택한 시스템 개발과 방사선 치료에 이용 가능성에 대한 연구를 한정했으며 실제 데이터 처리등의 소프트웨어 개발을 손쉽게 진행하기 위해 Visible-ray에 의한 데이터 처리를 시행하였다.

실제로 측정값의 정확성에 가장 영향을 주는 부분이 A/D 컨버터 부분이다. 본 연구에서는 8비트 A/D 컨버터를 사용하였으나 12비트 컨버터로 손쉽게 교체할 수 있게 하였다. 그러나 방사선 치료에 이용하기 위한 데이터 측정에 8비트의 범용 A/D 컨버터를 이용해도 크게 무리는 없다고 생각한다. 실제 외국에서 제작된 Dosimetry시스템에서 대부분 8비트 A/D컨버터가 사용되고 있다.

PC에서의 데이터 처리와 이들 데이터의 그래픽 Display의 포맷에 상당한 고심을 하였다. 일반 PC용 프로그램처럼 멀티 윈도우 방식의 화려한 그래픽 처리가 아니라 측정 데이터의 그래프화 및 데이터 상호 비교에 주안점을 두고 화상 처리를 하였다. 향후 지속적인 보완이 필요하다고 생각된다. 그림 4에 본 시스템에서 측정된 데이터를 화면에 보인것을 Hardcopy한것을 보였다.

향후 에너지 의존성, 선량을 의존성, 선량측정 범위등 범용 반도체 소자에 대한 물리적 특성에

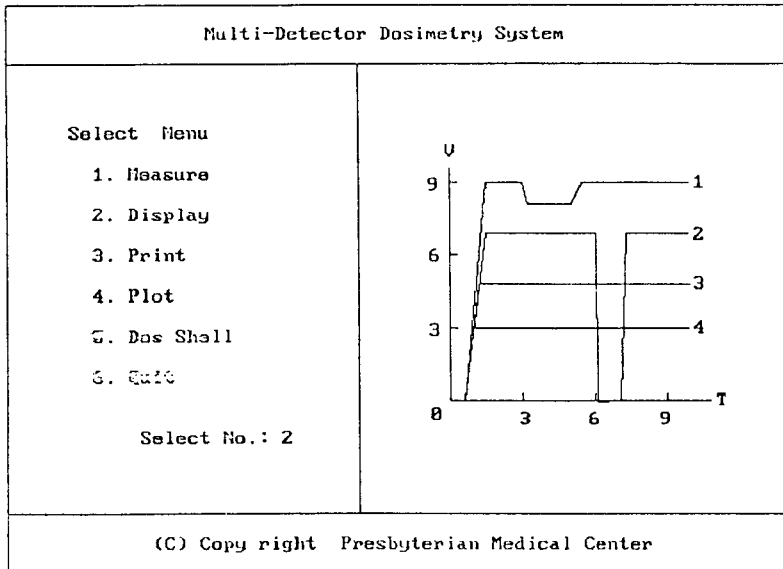


Fig. 4. Sample of resulting data acquisition

대한 연구가 진행된다면 이들 소자들을 이용하여 Stereotactic Surgery 및 Gamma-knife 등의 Small Field Dosimetry와 Brachytherapy에 이용되는 방사선 선원에 대한 측정에 대단히 편리하게 이용될 수 있을 것이다.

4. 결 론

본 시스템은 고에너지 방사선 치료장비의 정비후 빔 데이터의 측정이나 Irregular Shape Patient Dosimetry등에 이용할 수 있으며 Ion Chamber로는 곤란한 Small Field Dosimetry나 Implant Brachytherapy에서의 선량측정등 방사선 치료 분야에서 대단히 편리하게 이용할 수 있다. 또한 상용 반도체를 검출기로 활용하기 위해서는 이들 반도체에 대한 물리적 특성의 지속적 연구가 필요하며 데이터를 처리한 결과의 효과적인 그래픽 처리를 위해선 소프트웨어의 계속적인 개선이 필요하다.

참고문헌

1. L.C.Eggebrecht:Interfacing to the IBM personal computer:Sams (1990)
2. Intel Corporation:Microcontroller user's guide (1982)
3. Intel corporation:Microcomponent system handbook (1987)
4. Intel Corporation:Embedded controller handbook (1987)
5. Intel Corporation:MCS-51 Macro assembler/utility user's guide for DOS (1986)
6. K. Aoki, M.Koyama:Measurement of diagnostic X-ray spectra using silicon photodiode:Med. Phys. 16, 529-536(1986)
7. R.L. Tomas, J.E. Shaw:Radiation measurement with diode detectors Phys.

- Med. Biol. 23, 519-523(1987)
8. D.O.Shin, S.E.Hong, B.Y.Yi, M.Z.Lee: The construction of solid detector system using commercially available diode and its application Kor. Jour. Med. Phys. 1, 91-95(1990)

Study on the multi-channel dosimetry system with microprocessor and its application to radition therapy

Jeong Ku Kang, Jeong Ok Lee, Seung Kon Kim

Dept. of Physics, Jeonbuk National University, Jeonju 560-756 Korea

Bu Kil Kim, Jin Ki Kim

Dept. of Biomedical Engineering, Radition Oncology

Colleage of Medicıne, Jeonbuk National University, Jeonju 560-756 Korea

Abstract

We have desingned multi channel dosimetry system with Intel single-chip microprocessor. We considered that this system is very useful for patient dose measurement, measurement of sealed source dose distribution and calibration of small field for stereotatic radiosurgery system.

We have designed that this system use commercially available semiconductor detector and personal computer can control this system and process data through RS-232C serial port.