

## 자동 현상기의 지능화된 보충시스템 개발

· 김만기, 김서확, 신동익, 허수진  
울산대학교 의과대학, 서울중앙병원 의공학과

### An Intelligent Developer Replenish System for Automatic Film Processor

· M. G. Kim, S. H. Kim, D. I. Shin, S. J. Huh  
Department of Biomedical Engineering, Asan Medical Center,  
University of Ulsan College of Medicine

#### ABSTRACT

An intelligent developer replenish system was developed for automatic film processor. The system detects the gray level of a developed film and determines the amount of the developer to be added to the system. Using the film darkness detection system, it was found that the film darkness is inversely proportional to the amount of light exposure, that the developer retrograde after developing certain number of films without replenishment and the number is dependent upon the parts of the body, and that the developer does not retrograde when 30 ml of developer is added after each chest film processing. The use of this system resulted in a decrease in the amount of developer by 40%.

#### 서론

자동현상기란 방사선 촬영한 필름을 현상할 때 사용되며, 현상 및 정착의 공정을 자동으로 처리하는 장비를 말한다. 현상기의 상태에 따라 현상되는 필름의 품질이 결정되며, 현상기의 상태를 최적으로 유지하는데 중요한 요소는 현상 및 정착처리체의 활성도 유지이다. 현상처리를 계속하면 필름 표면에 존재하는 AgBr의 환원작용이 현상액내에서 현상을 억제하게 된다. 현재의 현상기들은 최적의 현상조건을 유지하기 위하여 필름을 현상할 때마다 일정량의 현상액을 보충해서 교체시키는 방법을 사용하고 있다. 기존의 보충방식에 있어서 보충량은 삽입되는 필름의 길이 또는 면적에 의한 일괄적인 방법이며, 현상액의 과잉공급을 초래하고 있다. 본 연구에서는 필름의 흑화도에 따라 보충량을 결정하는 지능적인 보충시스템을 개발하였다. 새로이 개발된 시스템은 필름의 흑화도에 의해 적정량의 현상액을 보충함으로써 현상되는 필름의 품질은 유지하면서 보충되는 현상액의 양은 줄일 수 있었다.

#### 본론

본 연구는 지능적인 보충시스템의 개발에 관한 것이다. 현상되는 필름에 대하여 실시간으로 흑화도를 검출하고, 검출된 흑화도로서 현상액의 노후화 정도를 산출하여 적정한 보충량을 결정하는 방식으로 구현되었다.

본 연구에서 개발된 시스템은 마이크로 콘트롤러를 이용하여 제어하였다.<sup>1)</sup>

감광이 많이 된 필름일수록 현상액 내에서 AgBr의 환원작용이 활발해져서 노후화가 빨리 진행된다. 따라서 현상되는 필름의 총 감광량을 알 수 있다면 현상액의 노후화도 이에 비례하여 계산해낼 수 있다.

본 연구에서는 필름의 흑화도와 면적으로써 총 감광량을 추정하여 현상액의 노후도를 계산하고, 적정 보충량 설정 알고리즘에 의해 현상액을 보충하는 시스템을 구현하였다. 그림 1에 시스템 블럭도를 나타내었다.

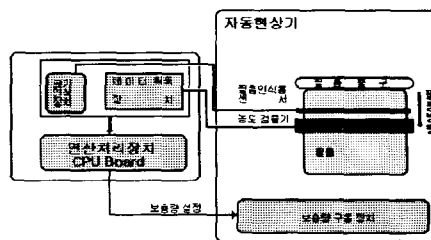


그림 1. 시스템 블럭도

#### 1. 하드웨어 연구개발 및 결과

연산처리장치는 흑화도 검출장치와 필름크기 인식장치로부터 입력되는 데이터를 이용하여 흑화도의 총 누적량을 계산하고 이를 근거로 보충해야 할 현상액의 양을 주어진 알고리즘을 이용하여 결정하는 기능을 수행한다. 연산처리장치의 입력은 흑화도와 필름 크기이고 출력은 보충펌프를 구동한다.

검출장치는 필름이 통과할 때 필름의 감광정도에 역비례한 출력을 보인다. 흑화도를 검출하여 필름의 감광정도를 구하려는 방법이 타당함을 증명할 수 있었다.

데이터 획득장치는 필름 흑화도 검출장치에서 출력되는 신호를 디지털로 변환하고 흑화도 검출장치의 제어에 사용되는 클럭을 발생하는 장치이다.<sup>2)</sup>

필름 크기 인식장치는 다양한 필름의 크기를 알기 위한 장치이다. 현상액의 노후화를 판단하기 위해서는 흑화도와 필름의 면적을 동시에 알아내어야 한다.

개발한 시스템을 이용하여 데이터를 영상이미지로 변환하면 필름의 규격만큼만 데이터를 얻는 것을 확인할 수 있었다.<sup>3),4)</sup> 사진 1에 개발한 연산처리 장치를 보였다.

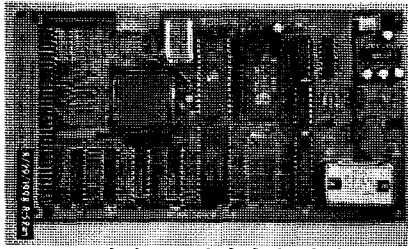


사진 1. 연산처리 장치

2. 적정 보충량 설정 알고리즘의 연구 및 결과

현상기내의 현상액은 필름의 감광 정도에 따라 현상액내에 누적되는 Br<sup>-</sup> 이온의 양에 의해 노후된다. 감광정도에 따른 현상액의 노후화를 알아내고 적정한 보충량을 설정하기 위하여 실험들을 하였고, 실험 결과를 이용하여 흑화도에 따른 보충량을 설정하는 알고리즘을 개발하였다.

- 가. 흑화도에 따른 적정 보충량을 설정하기 위한 실험.
- 1) 흑화도와 감광 정도와의 관계 산출 - 실험 1
  - 2) 흑화도에 따른 현상액 노후화 측정 - 실험 2
  - 3) 기준 흑화도에 대한 적정 보충량 설정 - 실험 3

흑화도는 필름의 감광 정도에만 관계하며 그 값에 반 비례한다는 사실을 알아내었다

실험 2는 현상액을 보충하지 않은 상태에서 대표적 촬영부위인 Chest, Pelvis, Hand & foot, Skull의 인체 모형에 대하여 각 부위별 촬영한 필름을 현상액의 노후화가 한계 시점에 도달할 때까지 현상을 하고, 그 시점까지 처리된 필름의 매수를 기록하였다.

실험 결과 흑화도가 누적되어 일정한 값이 되면, 현상액의 상태가 노후화한계점에 이른다는 것을 알수 있었다. 이로써 필름의 흑화도를 누적하면 현상액의 노후화를 판단할 수 있다는 사실을 확인하였다.

실험 3은 일정 흑화도에 적정 양의 현상액을 보충하여 현상액의 노후화가 한계점까지 도달하지 않도록 하는 것이었다. Chest를 촬영한 필름에 대하여 현상 시 무보충, 5ml, 10ml, 30ml로 보충하며 실험한 결과가 그림 2이다.

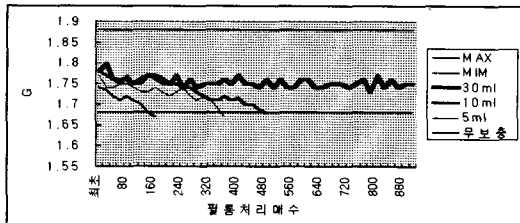


그림 2. 보충량에 따른 필름 처리매수

위 실험의 결과로서 chest 촬영 필름의 경우 현상액의 상태를 최적의 상태로 유지할 수 있는 적정 보충량이 30ml 임을 알 수 있었다. 위 그림 2는 현상액의 보충량 변화에 대하여 필름 처리매수가 비교적 선형적인 값으로 나타나있다.

일정한 흑화도에 대하여 보충량을 변화할 경우 현상액의 노후정도가 같은 변화율로 변화하는 것은, 현상되는 필름에 의하여 노후되는 현상액의 정도가 매우 일정하다고 판단할 수 있었다.

나. 일반적 흑화도에서의 보충량 설정 알고리즘

실험 2와 3을 통하여 흑화도의 누적에 의하여 일정한 시점에서 현상액의 노후화가 한계점에 이른다는 것과 흑화도에 따른 적정 보충량이 존재함을 보였다.

기준 흑화도의 적정 보충량을 설정한 뒤 적절한 계산을 적용하여 흑화도에 따른 적정 현상액 보충량을 산출할 수 있었다.

결론

이상의 실험과 결과를 통해 기존의 일괄적이던 보충방식에 비하여 훨씬 효율적인 보충시스템을 개발하였다. 새로 개발된 보충 시스템은 기존의 방식에 비해 40% 이상의 현상액을 절감하는 효과를 가져왔다.<sup>5)</sup> 또한 기존의 현상기에 부착하는 방식으로 시스템 개선시 추가되는 부담을 최소화하였다.

현상액의 자연적인 노후화에 따른 영향을 살펴보기 위해 6일간 현상액을 방치하여 실험을 해본 결과 현상액의 노후화는 일어나지 않았다. 이에 본 연구에서는 자연 노후화에 따른 현상액의 보충은 고려하지 않았다.

현상액의 상태는 수세수, 온도등 많은 요소들에 의해 영향을 받는다. 본 연구에서는 다른 조건들은 일정하게 유지시키고 다만 흑화도만을 고려하여 적정 보충량을 산출하는 방법을 구현하였다. 다른 요소들까지 고려할 수 있다면 좀 더 지능적인 현상액 보충 시스템개발이 가능할 것으로 보인다.

또한 분해능이 높은 센서를 사용하여 흑화도 검출 장치를 제작한다면 간이 스캐너로서의 기능 확대가 가능 할 것으로 보인다

참고 문헌

1. 나종래외 2명, "센서컨트롤러 인텔 8096 구조와 설계", Ohm사, 1991.
2. Analog Device, Inc., "1992 Data Converter Reference Manual Volume II", Analog Device, Inc, pp. 2.637-2.652, 1992.
3. Eric Stroo & Brenda L. Matteson, "Microsoft Visual C++ Microsoft foundation Class LibraryReference", Microsoft Press, pp. 520-673, 1995.
4. Willis J. Tompkins, "Biomedical Digital Signal Processing", Prentice Hall International, pp. 78-85, 1993.
5. "Automatic X-ray Film Processor JP-903N Operation and Service Manual", Jungwon Precision Ind. CO., LTD., 1996.

본 연구는 보건복지부의 G7 의료공학기술개발 사업의 지원으로 이루어졌음을 밝힙니다.