

RFID를 이용한 검체 프린팅 시스템

김용필¹ · 최광일¹ · 정희경^{2*}

Clinical Specimen Printing System using RFID

Yong-phil Kim¹ · Kwang-il Choi¹ · Hoe-kyung Jung^{2*}

¹Timesystem Co. Ltd, Daejeon 302-830, Korea

²Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

요 약

최근 들어 검체 관리의 부실 및 병리 정보의 불일치 등으로 의료사고가 증가하고 있다. 또한, 향후 불치병 치료와 신약 개발의 결과 검증을 위해 많은 병기 조직의 수요가 예측되며, 환자의 병력, 투약 정보, 검사결과에 따른 맞춤형 의료용 병기 관리가 필요한 실정이다.

본 논문에서는 RFID를 기반으로 U-Healthcare 환경을 지원할 수 있는 바이오 병리조직 통합 프린팅 시스템을 제안하였다. 바이오 병리조직의 검사, 관리 시스템 지원을 통해 효율적 업무와 비용 절감 기대되며, 무엇보다도 의료사고를 원천적으로 방지할 수 있는 시스템으로 활용될 것이다.

ABSTRACT

Although the demand for histopathological examinations has been increasing, medical accidents in management of specimens also have been increasing because most of the examinations are processed manually which can cause careless handing, confusing information and mismatching during the procedure. In the future, histopatological examination will be used frequently for handing incurable diseases and verification of new drug. Thus, efficient and error-free management system for handling personalized medical history and test results is infallibly necessary.

In this paper, I have proposed an integrated printing system for informatization of histopathological examination that support the u-Healthcare environment based on RFID in near future. The proposed system supports systematization of whole examination process and information of pathological samples. This system will contribute to reduction of costs, improvement of operational efficiency, and mostly fundamental prevention of medical accidents.

키워드 : 검체, 바이오 조직, RFID, 통합 프린팅 시스템

Key word : Sample, Bio Organization, RFID, Integrated Printing System

접수일자 : 2013. 11. 12 심사완료일자 : 2013. 12. 11 게재확정일자 : 2013. 12. 24

* **Corresponding Author** Hoe-Kyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.2.251>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

대부분의 종합병원들은 병리와 운영을 통해 환자 병증의 확진을 위해 포매용 카세트(Embedding Cassettes)를 이용하고 있다. 이에 따라 환자의 치료시기와 방법이 결정된다[1-3]. 이와 같이 의학적으로 핵심적 분야인 병리와 업무는 현재까지 대부분의 업무가 수작업으로 이루어져 시간과 비용 및 업무적 효율성에 많은 장벽을 가지고 있다. 특히 검체를 보관하는 포매용 카세트에 인식번호를 수기로 기록하여 정보의 불일치뿐만 아니라 업무적 병목현상으로 환자들의 진료기간과 사회적 비용이 증가하고 있다. 종합병원에서 사용하는 평균 셀 카세트는 연평균 약 5만개 이상이 소모되며 이를 관리하기 위한 인력도 6~10명 정도가 필요하다. 이러한 병기조직은 평균 5년 이상 보관하는 것이 생명윤리법으로 지정되어 있어 수작업으로 관리하는 것에 한계 상황이 다가오고 있다[4-8].

이에 본 논문에서는 정보기술(IT), 센서네트워크, 환자 진료 업무와 관련된 시스템을 결합하여 앞으로 다가올 U-Healthcare 환경을 지원할 수 있는 병리조직 검사 시스템 정보화를 위한 맞춤형 병리조직 통합 프린팅 시스템을 제안한다. 이를 위한 연구 내용은 다음과 같다.

- 조직검사용 포매용 카세트 및 맞춤형 복합기
- 포매용 카세트 PCB 제작 및 자동 이송 트레이
- 인터페이스용 임베디드 소프트웨어 및 펌웨어

본 논문의 구성은 2장에서 통합 프린팅 시스템을 설계하고, 3장에서는 구현 내용을 기술하며, 4장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

II. 본 론

본 장에서는 통합 프린팅 시스템 설계 내용을 기술한다.

2.1. 전체 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 시스템은 그림 1과 같이 개별적으로 운용이 가능한 독립시스템으로 구성되며 조직 검사를 위한 포매용 카세트 제작 및 맞춤형 복합기기로

설계하였다. 또한 병원 내 의료정보가 포매용 카세트에 직접 연동되어 실시간 기록 관리와 검색이 가능하도록 하였다.

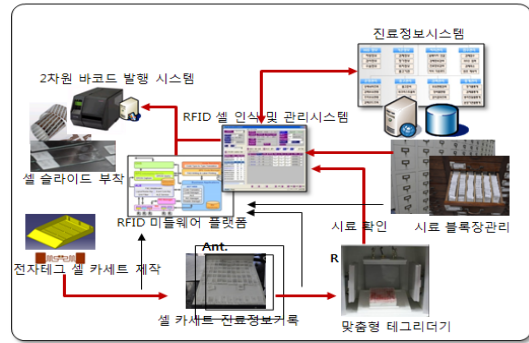


그림 1. 시스템 구성 및 흐름도
Fig.1 System configuration and flow

2.2. 병리조직과 진료정보 연계 검색시스템 구성

병리조직의 출입과 연계된 진료정보 공유시스템 개발은 특정 질환, 인구학적 특성, 의학적 특성과 연계된 검체 조직 검색시스템 개발을 제안한다. 또한 투약 및 처치 내용에 따른 포매용 카세트 검색시스템과 연계되어 검체에 대한 약물정보, 검사결과정보, 처치정보가 제공되어야 한다. 병리조직 정보와 진료정보 연계 개념도를 그림 2에 보인다.

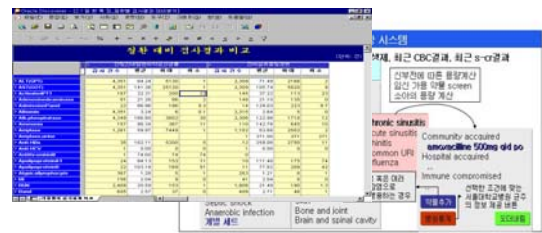


그림 2. 병리조직 정보와 진료정보 연계 개념도
Fig. 2 Concept of connection between histopathological information and clinical information

2.3. 하드웨어 설계

2.3.1. 포매용 카세트 설계

현재 사용되는 포매용 카세트 모양을 수정하여 소형 전자 태그가 직접 삽입된 포매용 카세트 시제품을 설계하였다.

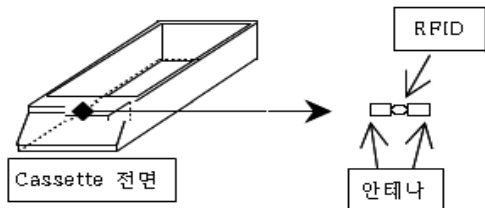


그림 3. 전자태그 삽입된 포매용 카세트 개념도
Fig. 3 Concept of embedding cassette with RFID

규격은 28mm x 44mm이며 구조는 top 뚜껑을 분리하여 메인 트레이에 조립하는 형태이다[2]. 재질은 아세탈 폴리머(Acetal Polymer)로 검체 박피 및 염색 시약에 내성을 지녀야 하며 RFID 태그는 Smart Active Label (SAL 급)로 주파수 범위가 840~960MHz이어야 간섭을 최소화 할 수 있다. 또한 칩 명세는 512bit이며 프로토콜은 ISO18000-6C GEN2, 인식거리는 고정형 30cm, 핸드형 5cm~10cm로 하였다. 태그 장착방법은 초음파를 이용하여 태그 안테나를 카세트면에 용착하여 외부 충격과 검사 시약에 강성을 지니도록 하였다. 특징으로는 강알카리, 강산성, 방부제(포름알데히드) 등 내약품성 우수하며 방수성, 열충격성, 내부부식성, 난연성이 강하고 상하 조립이 용이하고 태그는 외부 충격 시 클랙 방지가 뛰어나도록 설계하였다. 또한 디자인에서도 수작업 필기 작업 범위에 RFID 태그를 삽입하고 가로의 주름망을 세로로 변경하여 조직의 단면 범위를 넓게 하였다. 또한 육안검사 및 시약반응 검사의 효과를 높이고 파라핀 검출이 용이하도록 개선하였다

2.3.2. 프린터 하드웨어 설계

1) 프린터 디자인 설계

카세트, 슬라이드 프린터 디자인은 사용자들의 업무적 판단과 마케팅 전략에 직접적인 영향을 미치는 중요 요소이다. 이에 따라 디자인 전문 인력을 활용하여 사전 실사 디자인을 대상으로 현업 사용자들의 확인절차를 거쳐 완성 제품에 대한 디자인 변경 및 설계 변경에

최소화 하였다(그림 4).

2) 조직병리 포매용 카세트 프린터 설계

조직병리 업무 맞춤 기구 설계는 외관·구조·형합·작동 등의 모든 측면을 고려한 2D 또는 3D의 도면 DATA 작성해 회로기판 PCB의 표면에 직접 설장할 수 있는 부품을 전자회로에 부착, 표면실장기술을 적용하였다(그림 5).

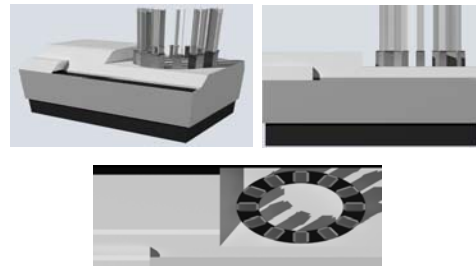


그림 4. 프린터 디자인 렌더링
Fig. 4 Printer design rendering

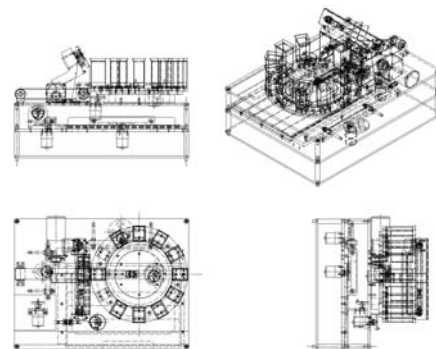


그림 5. 포매용 카세트 프린터 설계
Fig. 5 Design of embedding cassette printer

3) 포매용 카세트 자동 이송 트레이 설계

조직병리에서 하루 평균 100여개의 포매용 카세트 수요에 맞추어 최대 200개까지 추가적인 카세트 적재 없이 일일업무를 수행할 수 있는 자동이송 트레이를 설계하였다. 개발절차는 컨베이어 벨트에 의한 자동 이송 트레이 설계 및 제작, 제작의 경제성 확보를 위한 공통 부품 최대화 설계, 포매용 카세트 프린터기에 맞춤형 부속품으로 용착을 실시하였다(그림 6).

제작의 효율화와 성공률을 높이고자 설계 공학적방법론에 의한 과학적 실험적 설계기법을 채택하였고, CAD/

CAM을 이용한 3면 입체 설계기법 적용하여 설계, 제작, 판매, 테스트 사이트의 조직들이 초기 설계 요구부터 참여하여 제작 및 사용에 대한 오류를 최소화하였다.

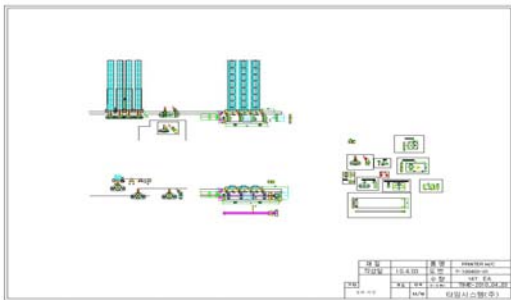


그림 6. 카세트 자동 이송 트레이 설계도
Fig. 6 Design of cassette auto-loading tray

2.4. 소프트웨어 설계

2.4.1. 병리조직 위치 및 정보관리 시스템

본 논문에서 개발한 인터페이스용 임베디드 소프트웨어는 개발된 프린터를 이용하여 검체 정보를 포매용 카세트에 출력하는데 사용하는 것으로 접수일자, 병리번호, 검체 수량, 환자명, 나이, 성별, 블럭번호 등의 정보가 포매용 카세트 표면에 인쇄되고 저장되도록 설계하였으며, 이 정보를 이용하여 환자번호, 처방내역 등이 연계될 수 있도록 프로그램하였다. 또한, 장비 인터페이스 환경설정을 위해 기본, 슬라이드 장비, 카세트 장비 설정 등에 대한 정보를 설정할 수 있는 기준정보 프로그램을 구현하였으며, 또한 전송속도, 포트정보, 전송대기 시간 등을 조정할 수 있게 설계하였다.

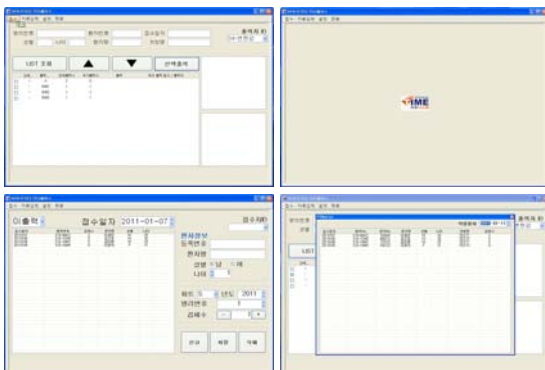


그림 7. 프로그램 인터페이스 화면
Fig. 7 The program interface screen

소프트웨어 개발 환경은 JAVA와 JSP를 통해 Web 환경에서 구동이 가능한 프로그램을 개발하였으며 주된 업무 인터페이스는 Oracle DBMS 함수와 프로시저어를 이용하여 병원정보시스템의 진료정보를 인터페이스 하도록 하였다(그림 7).

III. 통합 프린팅 시스템 구현

3.1. 출력 시스템 구현

3.1.1. 프린터 구현

병리검사에 사용되는 카세트 프린터(그림 8)와 슬라이드 프린터를 자동으로 이송시켜 응용 소프트웨어와 의료정보 공유에 의해 자동으로 검체를 인쇄하는 출력기와 이에 따른 소프트웨어 개발하였다. 본 출력기는 시약 및 테스트 약품에 내구성이 있는 잉크와 헤드 방식을 사용하며 카세트와 슬라이드 앞면에 직접 분사하는 것을 원칙으로 한다. 또한 여기에 사용되는 응용 소프트웨어는 검체번호와 환자의 인적사항 및 병력 등을 관리할 수 있도록 하였으며 검체 슬라이드의 보관 위치 관리도 가능하다.



그림 8. 카세트 프린터
Fig. 8 Cassette Printer

3.1.2. 트레이 구현

슬라이드 전용 트레이를 제작하여 출력기 상단에 장착시켜 자동으로 적재, 이송, 출력, 배출의 과정을 이행하는 시스템을 구현하였다(그림 9).

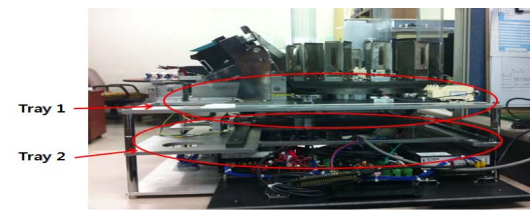


그림 9. 소용량(Tray 1) 및 대용량(Tray 2) 저장 트레이
Fig. 9 Small(Tray 1) and large(Tray 2) scale storage tray

3.2. 정보관리 및 잉크조절 시스템

3.2.1. 병리조직 위치 및 정보관리 모듈

카세트, 슬라이드 관리 응용 소프트웨어는 DBMS에 윈도우 프로그램을 이용한 2-Tire 방식으로 일반 윈도우 환경에서 구동된다. 관리되는 모듈들은 검체번호 자동생성, 환자의 인적 사항 관리, 검체 기본 정보 관리, 일자 및 의료진 관리가 가능해야 하며 여기에 실질적으로 작업자들의 이력까지 관리가 가능하다(그림 10).



그림 10. 카세트 슬라이드 위치 및 정보관리 화면
Fig. 10 Cassette slide position and Information Management Screen

3.2.2. 출력기의 간섭 최소화한 잉크조절 모듈

잉크젯 헤더는 사용횟수에 따라 생명이 다하는 주기를 가지고 있으며 이에 따라 복수의 잉크젯 헤더 채널에 간섭이 발생하여 인쇄의 질을 떨어뜨릴 수 있다. 이러한 간섭을 극복하고자 구동 속도 및 간격을 조절하여 정전기 및 간섭을 최소화하고 있으며 헤더 형태로 탐슈터 형 헤더로 제안하여 헤더의 수명과 인쇄 질을 최적화한다. 미세 조절 및 클리닝 기능을 통해 그림 11과 같이 잉크 분사량을 조절할 수 있도록 하였다.

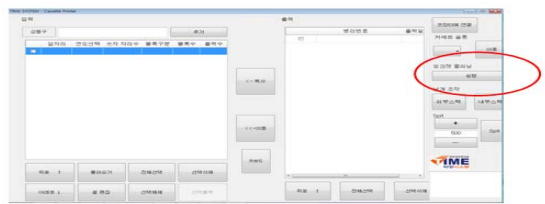


그림 11. 잉크 미세 조절 설정
Fig. 11 Ink fine adjustment setting

3.3. 시제품 개발

본 논문에서는 의료기관의 조직병리과에서 사용하는 포맷 카세트에 대해 자동으로 인체정보 및 의료정보와 연계하여 지능형 포맷에 검체 접수번호를 부여

하고 RFID 칩에 결과를 저장하는 맞춤형 자동화 시스템을 개발하였다. 개발된 시제품은 포매용 카세트에 프린팅하는 시스템(그림 12)과 슬라이드에 프린팅하는 시스템(그림 13)으로 구성된다. 카세트 프린트 장비에는 카세트를 대형 종합병원에서 처리하는 일반적인 양인 100여개 정도 트레이 하여 연속으로 정보를 저장하고 출력하는 기능을 탑재하였다.



그림 12. 조직병리용 카세트 프린터
Fig. 12 Cassette printer

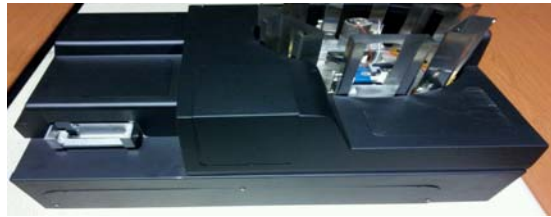


그림 13. 조직병리용 슬라이드 프린터
Fig. 13 Slides printer

IV. 결 론

본 논문에서는 U-Healthcare 환경을 지원할 수 있는 병리조직 검사용 통합 프린팅 시스템을 제안하고, 해당 시스템에 필수적인 포매용 카세트와 UV 잉크를 이용한 슬라이드 프린터를 구현하였다. 아울러, 개발된 하드웨어와 병리조직을 손쉽게 관리할 수 있는 통합관리 소프트웨어를 구현하였다.

병리조직의 검사, 판독, 관리 등의 업무에 개발된 통합 프린팅 시스템을 적용시키면 환자의 검체 관리가 자동화될 수 있으며 이로 인해 병리조직 업무 전반에 효율성을 증대시킬 수 있을 것이다. 또한, 초기 도입비용이 고가인 국외 제품의 기능을 도입하므로 저렴한 비용의 시스템을 국산화하므로 비용 절감 효과를 극대화시킬 수 있을 것이다.

향후 과제로는 개발된 시스템이 각 병원에서 운용 중인 의료정보시스템과 연계될 수 있는 기능과 실무 사용자의 요구사항이 반영된 시스템이 되도록 성능 향상이 필요할 것이다.

REFERENCES

- [1] W. K. Min, Y. M. Choi, "Asan Medical Center Laboratory Information System (R) Information Communication System for Routine Hematology Using a Down-Sized Computer," *Journal of biomedical engineering research*, vol.15, no.3, pp.333-340, Sep. 1994.
- [2] K.T. Kim et al, *Understanding of the Immunohistochemical*, Seoul, Daehak pub., 2005.
- [3] J. Y. Kim et al, *Diagnostic Cytology*, Seoul, Shingwang pub., 2006.
- [4] D. S. Kim, D. G. Kim, C. J. Chan, R. Lee, "Histomorphometry and stability analysis of early loaded implants with two different surface conditions in beagle dogs," *The journal of advanced prosthodontics*, vol.1, no. 1, pp.10-18, Mar. 2009.
- [5] Peter Harrop and Raghu Das, "RFID for Animals, Food and Farming 2011-2021: Forecasts, Technologies, Players," IDTechEx Reports. 2010.
- [6] Khasha Ghaffarzadeh and Harry Zervos, "Conductive Ink Markets 2012-2018: Forecasts, Technologies, Players," IDTechEx Reports. 2013.
- [7] T. S. Song, W. S. Lee, T. Y. Kim, J. Lyou, "Design and Performance Analysis of Emulator for Standard Conformance Test of Active RFID," *ETRI Journal*, vol. 31, No. 4. pp. 376-386, Aug. 2009.
- [8] P. Harrop, R. Das, "RFID for Animals, Food and Farming 2011-2021: Forecasts, Technologies, Players," IDTechEx Reports. 2010.



김용필(Yong-Phil Kim)

1994년 배재대학교 물리학과(이학사)
 2014년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2006년~현재 타임시스템(주) 대표이사
 ※관심분야 : NTIS, XML, RFID, Web Services, MPEG-21, Ubiquitous Computing, USN, Mobile Services



최광일(Kwang-II Choi)

1999년 충남대학교 컴퓨터공학과(이학사)
 2014년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2006년~현재 타임시스템(주) 이사
 ※관심분야 : NTIS, 분산컴퓨팅, RFID, Ubiquitous Computing, USN, Mobile Services, Cloud Services, 보안시스템



정회경(Hoe-Kyung Jung)

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 1994년~현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
 ※관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, XML, SVG, Web Services, Semantic Web, MPEG-21, Ubiquitous Computing, USN