

Implementation of A Hospital Information System in Ubiquitous and Mobile Environment

Jae-Hyuk Jang*, Gab-Sig Sim**

Abstract

In this paper, we developed a Hospital Information System in which the business process is formalized and a wire/wireless integrated solution is used. This system consists of the administration office program, the medical office program, the ward management program and the rounds management program. The administration office program can enroll and accept patients, issue and reissue the RFID card. The medical office program inputs a medical examination and treatment, outputs a diagnosis, requests a hospitalization, retrieves the record of a medical examination and treatment, assigns the corresponding examination room to the accepted patients, and updates the number of an waiting patient and a patient number according to the examination room on real time. The ward management program handles hospitalizations and leaving hospital, a nurse's note, and an isolation ward monitoring. The rounds management program handles a medical examination and treatment, and a leaving hospital using PDA.

This developed system can be built at low cost and increase the quality of the medical services highly by making it automated the medical administration automation. Also the small number of the medical staffs can manage the inpatients efficiently by using the monitoring functions.

▶ Keyword : Hospital Information System, Ubiquitous, Mobile, RFID tag, IP camera

I. Introduction

최근 대형병원 간 경쟁이 심화되고 의료분야의 정책 변화와 정보기술(IT)산업의 발달로 의료 기관들도 새로운 변화를 모색하고 있다[1]. 병원 중심에서 환자 중심의 서비스 형태로 변화하고 있으며, 정보통신기술(ICT)과 의료 IT분야를 접목하여 병원정보시스템(HIS: Hospital Information System) 통합을 시도하고 있다. 유선 및 무선 인터넷 병원과 원격진료를 이용한 새로운 형태의 온·오프라인 의료정보시스템이 그 예이다 [2][3].

국내에서는 1990년대 중반 이후부터 의료진의 처방을 전자적으로 처리하기 위한 처방전달시스템(OCS: Order

Communicating System)과 의료영상을 디지털화하여 저장하고 전송하기 위한 의료영상저장전송시스템(PACS: Picture Archiving Communication System), 환자 진료기록의 전자적 관리를 위한 전자의무기록(EMR: Electronic Medical Record) 등 진료 분야의 정보시스템 도입이 가속화되었다[4]. 최근에는 Ubiquitous 기술이 확산되면서 의료정보화 또한 큰 전환을 맞고 있다. e-Health 개념에서 논의되던 인터넷 기반 개인 건강 관리뿐만 아니라 언제 어디서나 개인의 건강관리와 적극적인 예방활동 및 진료가 가능한 u-Health 시대로의 진입이 가시화되고 있다[5][6]. PDA 등과 같은 무선 단말기를 활용하는 Mobile 병원은 Ubiquitous 병원으로 발전하고 있으며, 이는 기

• First Author: Jae-Hyuk Jang, Corresponding Author: Gab-Sig Sim

*Jae-Hyuk Jang(jhyuk@gnu.ac.kr), Industry-Academic Cooperation Foundation, Gyeongsang National University

**Gab-Sig Sim(gssim@gntech.ac.kr), Department of Liberal Arts, Gyeongnam National University of Science and Technology

• Received: 2015. 10. 13, Revised: 2015. 10. 28, Accepted: 2015. 12. 02.

• This work was supported by Gyeongnam National University of Science and Technology Grant 2015

존의 HIS가 가지는 복잡한 절차, 시간적 제약 등의 한계를 극복하여 현장에서 효율적인 진료정보 처리를 가능케 함으로써 진료의 효율을 높이고, 환자정보를 실시간으로 제공함으로써 의료사고를 예방하고 의료서비스의 질을 향상시킬 수 있다 [7][8][9].

따라서 본 논문에서는 Ubiquitous 환경에서 핵심 기술 장치로 주목받고 있는 RFID 태그와 Mobile 장치인 PDA, IP 카메라를 이용하여 HIS를 구축하였다. 구축된 시스템은 환자의 진료카드를 RFID 태그로 대체하여 환자의 접수, 진료 대기시간을 단축하고, 실시간으로 환자의 정보를 갱신하여 입·출력 처리한다. 그리고 병원의 행정업무 절차를 개선하고 처방전 전달, 입원환자 관리의 편의성을 제공함이 목적이다.

논문의 구성을 살펴보면, 2장에서는 관련 연구로 HIS에 대해 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 구축한 HIS의 설계 및 구축환경, 구조 그리고 시스템의 구성 요소들을 상세히 기술하고, 마지막으로 4장에서는 결론을 제시한다.

II. Related works

1. Medical Information System

의료정보 시스템은 환자의 진료, 의학연구, 의학교육 및 병원 경영에 필요한 정보들을 수집, 가공하여 효율적으로 관리하는 의료업무 자동화 정보시스템을 의미한다.

일반적으로 의료정보 시스템은 원무, 진료 및 진료지원을 하는 병원정보시스템(HIS), 전자 의무기록시스템(EMR), 의료영상 저장전송시스템(PACS)로 구성된다. [4][6][10].

1.1 Hospital Information System

HIS는 OCS를 중심으로 하는 통합의료정보 시스템이다. OCS는 의사의 처방을 컴퓨터를 이용해 신속, 정확하게 진료 지원 부서에 전달하는 시스템이다. OCS를 통해 환자의 수납업무 및 투약대기 시간을 단축하는 등 진료 프로세스를 단순화 할 수 있어 인력배치의 효율성을 기대할 수 있다. HIS는 간편한 처방관리 기능, 의사의 처방에 근거한 간호 관리나 청구절차 자동화 기능을 제공한다. 또한 각 환자에 대한 검사결과와 누적결과에 대한 통합적인 조회도 이루어진다. HIS는 처방에 따른 검사예약 관리가 자동으로 이루어지며 임상병리 검사의 품질관리도 수행이 가능하다. 또한 OCS와 의료검사장비 사이의 인터페이스 호환성을 지원하며, 전송이 지연되거나 결과관리에 오류가 발생하는 것도 방지할 수 있다.

1.2 Electronic Medical Record

EMR은 진료, 원무, 통계에 걸친 전체 병원업무를 자동화함은 물론 영상저장 및 전송시스템과의 자동연계로 미래 지향적인 진료환경을 구축할 수 있어 병원 경영의 효율성을 높일 수

있을 것으로 기대된다. EMR의 도입으로 보험청구 업무 자동화 및 실시간 청구가 가능하고 진료 및 대기시간을 단축한다. 또한 진료비, 검사내역 등을 자동통계 처리 할 수 있어 인건비 절감이 가능하며, PACS와 차트 연계, 필름 없는 병원 환경 구축이 가능하다.

1.3 Picture Archiving Communication System

기존의 각종 의료영상 장비가 환자의 환부 부위를 촬영하여 필름을 통해 영상판독을 수행하던 것에 반해, PACS는 의료영상 장비에서 바로 디지털화 된 영상을 획득한 후, 네트워크를 이용하여 영상을 전송하고, 모니터를 통해 즉시 판독·저장할 수 있도록 하는 시스템이다. PACS는 기존 필름 시스템의 문제점으로 지적됐던 분실위험, 공간 확보, 인력투입, 원본영상 재현의 어려움 등을 해결해 주고, 진료시간을 단축함으로써 의료 생산성을 높여준다. 또한 체계적인 영상자료 데이터베이스를 구축하여 의학연구 및 교육의 기초자료를 제공한다. 현재 중소병원 및 대형병원들은 필름이 전혀 들지 않는 풀 PACS 환경에서 진료서비스를 하고 있다.

2. Recent Trends

최근에 병원에서는 기존의 Desk-top Computing 환경의 HIS가 Mobile Computing 환경의 OCS 및 의료영상을 제공하는 기술로 진보하고 있으며, 유·무선 통합 솔루션을 위한 통합이 이루어지고 있다[1]. 특히 PDA, Mobile 폰, 무선 랜을 이용한 Mobile 환경의 병원시스템은 원격진료 및 재택진료의 Mobile 진료시스템 구축이 가능하다[2][4]. 이를 통해 환자에게는 진료의 만족도를 고려한 양질의 의료서비스가 가능하며, 의료진은 업무의 편리성 및 의료의 질적인 향상을 기대할 수 있다. 그러나 기존의 의료정보 시스템은 정형화 되지 않은 업무 프로세스, 많은 오프라인 문서, 이질적인 업무처리 집단, 차별화 되지 않은 의료정보 서비스 등의 문제점을 가지고 있다 [5][8]. 또한 일부 대형병원은 유·무선 통합 솔루션 및 플랫폼의 부재, 유선 및 무선 프로세스의 구분을 위한 네트워크 정책 부재, 데이터 접근 편의성 증대 요구, 전자적 품질 관리의 서비스 개선 요구, Mobile 솔루션의 데이터 및 이미지 로딩의 지연 문제, 무선 영역의 보안 문제, 무선 네트워크의 연결 불확실성 등이 문제로 지적되고 있다[4][8].

III. Design and Implementation of System

본 논문에서는 의료정보 시스템 중 HIS의 문제점을 보완하여 내원환자와 입원환자의 편의성과 진료업무의 효율성을 재고할 수 있도록 업무 프로세스를 체계화하고 해당 기능을 설계하였다. 본 장에서는 구축한 HIS의 설계 및 구조, 구축환경, 그리고 시스템의 각 세부 구현에 대해 기술한다. 구축된 시스템은

시스템 사용의 유형을 각 업무 별로 나누어 환자의 등록·접수 및 RFID 발급·재발급, 환자 진료 및 처방전달, 진단서 출력, 입원요구, 진료기록 조회, 환자의 입·퇴원, 간호사 메모 기능, 특수 병실 모니터링 기능, PDA를 이용한 처방 및 퇴원 등을 처리할 수 있도록 구성하였다.

1. System Environments

본 절에서는 Ubiquitous와 Mobile을 이용한 HIS의 구축 환경과 구축 언어, 시스템 구성 요소와 시스템 운영 환경에 대해 기술한다.

시스템 구축 환경은 다음과 같다. 데이터베이스는 MS SQL Server 2005를 사용하였으며, 구축 언어는 Visual C#.NET을 사용하였다. 데이터베이스 연동 프로그램은 ADO.NET, 데이터베이스와 RFID 시스템간의 연동에는 Socket Program, PDA 프로그램에는 Mobile Program, Web Program으로는 ASP.NET 프로그램을 사용하였다. 원무과, 진료과, 입원관리, 회진관리 프로그램은 .NET Framework가 설치된 Windows XP에서 구동이 되며, 휴대용 단말기인 PDA는 .NET Compact Framework가 설치된 Window CE를 운영체제로 사용하였다. 시스템 구축에 사용한 장비는 다음과 같다. RFID 태그 리더기로는 INTSYS INT-900H 산업용 PDA와 OMRON사의 V750 BA50D04 RFID System 모델을 사용하였으며, IP 카메라는 RZ-50을 사용하였다. RFID 태그는 V600-D23P72를 사용하였다.

2. System Design

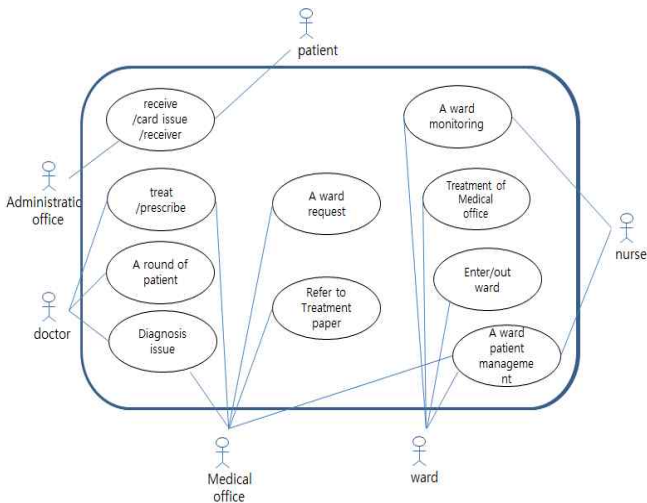


Fig. 1. UseCase Diagram

Fig 1은 HIS 구축을 위한 실제 병원업무 범위를 기준으로 외부의 Actor와 시스템과의 관계를 정형화한 UseCase 다이어그램이다. Fig 1에서 보는 것과 같이 HIS에는 환자, 원무과, 의사, 진료과, 입원실, 간호사 6개의 Actor가 연관되어 있으며, 업무 유형은 크게 10개의 UseCase로 나타낼 수 있다.

Fig 2는 구축된 시스템의 구성도이다. 시스템 구성도는 크게 원무과, 진료과, 입원실, 회진관리 프로그램으로 나누어진다. 원무과, 진료과, 입원실 프로그램은 Visual C#.NET을 이용하여 구축하였으며, 회진관리 프로그램은 Mobile 프로그램을 사용하여 구축하였다.

원무과 프로그램에는 RFID 태그를, 입원실 프로그램에는 집중치료실 모니터링을 위한 IP 카메라를 추가하여 구축하였다. 그리고 입원실 관리용 프로그램은 RFID 태그의 식별정보를 RFID 판독기가 읽어오면 해당 프로그램으로 RS-232c통신을 이용하여 전송하게 된다. 각 프로그램은 구현 시 실시간으로 DB를 공유하여 빠른 처리가 가능하다.

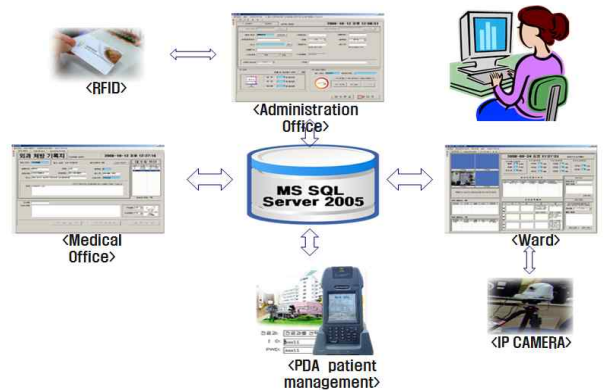


Fig. 2. System Configuration

Fig 3은 시스템을 이용하여 이루어지는 실제 업무처리 과정을 체계화하였다. 각 직원이 시스템에 로그인하면 시스템은 해당 직원에게 부여된 아이디와 해당 진료과, 비밀번호 일치 여부를 확인한 후, 로그인 정보 일치 시 해당 진료과의 품을 활성화한다.

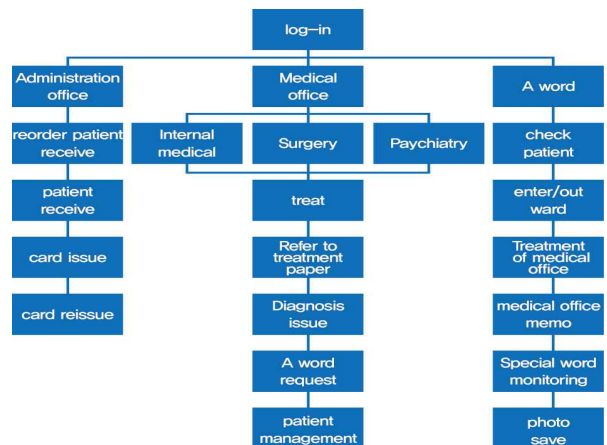


Fig. 3. Business Process

각 부서별 주요 업무는 다음과 같다. 원무과는 초·재진환자 접수, 카드 발급·재발급을 담당하며, 진료과는 각 과로 나누어 환자진료, 진료기록 검색, 처방, 진단서 발급, 입원요구,

입원환자 관리를 담당한다. 입원실은 환자검색, 입·퇴원 처리, 진료과별 처방, 진료과별 메모, 특수 병실 모니터링을 담당한다.

Fig 4는 각 클래스 정의도이다.

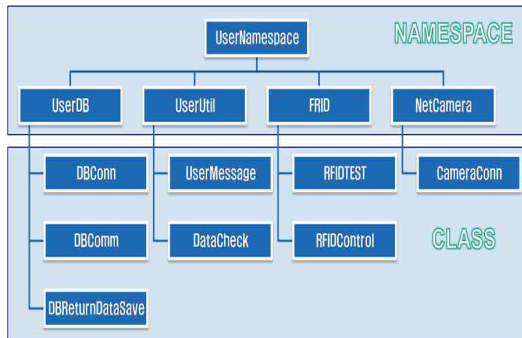


Fig. 4. Class Definition

각 클래스는 크게 데이터베이스 연결 및 리턴 데이터 처리를 위한 클래스, 정규식을 통한 입력 데이터의 유효성 검사를 위한 클래스, RFID 장비 테스트 및 사용을 위한 클래스, 네트워크 카메라 테스트 및 사용을 위한 클래스로 정의하였다.

3. Detailed Implementation of System

3.1 Administration Office Program

원무과 프로그램은 크게 접수, 발급, 배정, 갱신, 설정 기능을 가지고 있다. Fig 5는 원무과 프로그램의 실제 처리 모습이 다.

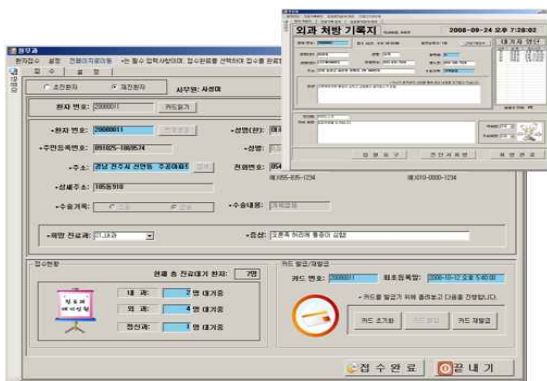


Fig 5. Administration Office Program

접수의 경우 병원에 내원한 환자를 초진과 재진으로 나누어 처리할 수 있도록 구성하였다. 초진환자의 경우 먼저 인적사항을 입력한 후, 차후 내원 시 접수에 사용할 수 있도록 진료카드를 발급하는 기능을 구현하였다. 재진환자의 경우에는 기존에 발급한 진료카드를 통해 접수처리가 가능하다.

접수 처리된 데이터는 유효성 검사를 실시하여 DB에 저장되어진다. 접수된 환자는 각 진료과로 배정되어지며, 이때 진료과별 대기 인원과 환자번호는 실시간 갱신되어진다. 관리자는 별

도로 RFID 수신기 IP 설정, RFID 포트 설정, RFID ANT 설정이 가능하다.

3.2 Medical Office Program

진료과 프로그램은 크게 처방, 진료기록 검색, 진단서 발급, 입원요구, 입원환자 관리기능을 가지고 있다. 진료과 프로그램은 로그인 정보에 따라 각 진료과를 구분하여 표시한다. 진료과 프로그램은 해당 과별로 진료대기자 명단과 수를 실시간으로 자동 갱신하여 표시해 주며, 환자에 대한 처방과 환자의 진료기록 검색이 가능하다. Fig 6은 진료과 프로그램의 처방 업무 처리 화면이다.

처방의 경우에는 입원요구, 진단서 발급, 약과 주사 처방이 가능하다. 진단서의 경우는 이미지 문서화와 출력이 가능하다. 진료기록 검색은 진료중인 환자의 진료기록을 확인할 수 있으며, 진료기록 상세보기 기능과 환자의 입원 내역 조회 기능을 구현하였다.



Fig. 6. Medical Office Program

Fig. 7은 입원환자 관리를 위한 화면이다.

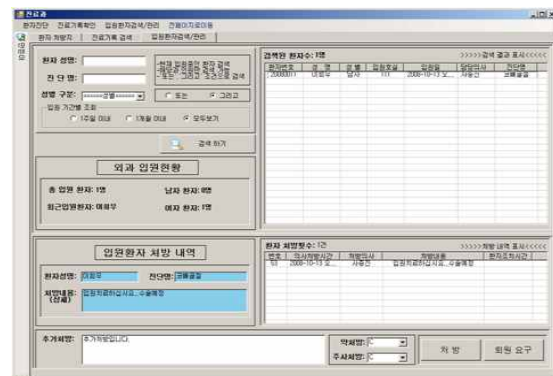


Fig. 7. Patient Monitoring Display

입원환자 관리화면은 조건별 환자 조회가 가능하고, 해당 진료과별 입원현황을 요약하여 표시할 수 있다. 또한 검색된 환자에 대한 처방내역 확인이 가능하며, 환자에 대한 추가 처방 및 퇴원요구 처리가 가능하다.

3.3 Award Management Program

입원실 프로그램은 크게 주화면, 입원실 관리, 모니터링, 설정 기능을 가지고 있다. Fig. 8은 입원실 관리 주화면의 모습이다.



Fig. 8. Ward Management Main Display

입원실 관리 주화면은 입·퇴원 예정 환자를 실시간 갱신하여 표시해주며, 화면 왼쪽 상단에 집중치료실 모니터링 화면을 상시 출력해 준다. 그리고 진료과별, 인원 구분별 입원현황을 실시간 자동 갱신하여 보여주며, 자동 갱신된 환자 처방 목록 표시, 상세보기 기능을 구현하였다. 이외에 간호사들의 편의를 위해 진료과별 메모 입력 및 삭제, 상세보기 기능을 구현하였다. Fig. 9는 입원실 관리화면의 모습이다.



Fig. 9. Ward Management Display

입원실 관리화면에서는 RFID 태그 및 주민등록번호를 통해 입 퇴원 예정 환자 검색이 가능하며, 입원 예정 환자에 대해서 희망 병실을 검색 후 배정할 수 있는 기능을 구현하였다. 또한 퇴원환자 처리 기능, 조건별 환자검색 기능, 조건별 병실검색 기능, 진료과별 입원현황 표시 기능을 구현하여 간호사들이 수시로 환자 및 병실의 상태를 확인할 수 있도록 하였다.

Fig. 10은 집중치료실 모니터링 화면이다. 집중치료실 모니터링의 경우 먼저 해당 병실의 환자 및 보호자의 모니터링 동의와 모니터링 된 자료는 환자의 진료에만 사용하는 것을 전제하였다. 집중치료실 모니터링 화면에서는 집중치료실 상세 모니터링 기능을 제공한다.

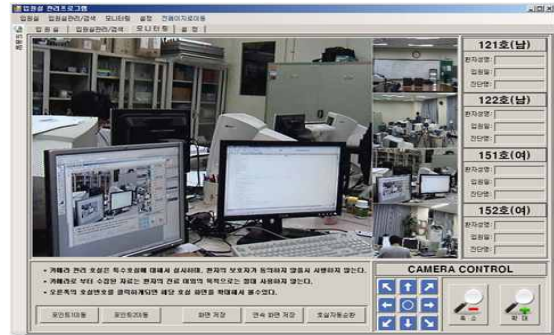


Fig. 10. Intensive Care Ward Monitoring Display

이 경우 화면 우측의 병실 번호를 선택하면 해당 병실의 모니터링 화면을 확대하여 보여준다. 또한 환자 또는 보호자의 병실 내 이동에 따른 모니터링 효율 저하를 방지하기 위해 화면에 해당 병실의 카메라를 수동으로 컨트롤할 수 있는 기능을 구현하였으며, 빠른 모니터링 기능 회복을 위해 환자의 침상을 원점 지정된 위치 바로 찾기 기능도 구현하였다. 또한 카메라의 줌인 기능을 사용하여 모니터링 화면의 확대 및 축소가 가능하도록 하여 필요한 경우 환자에 대한 세밀한 관찰이 가능하도록 하였다. 이외에도 화면저장 및 연속저장 기능, 지정된 병실 자동 순환 모니터링 기능을 구현하여 적은 인원으로도 효율적으로 병실을 관리할 수 있도록 하였다.

입원실 프로그램의 설정 화면은 관리자가 RFID 수신기 IP 설정, RFID 포트 설정, RFID ANT 설정, 병실별 카메라 IP 설정, 병실별 카메라 포트 설정이 가능하도록 구현하였다.

3.4 Rounds Management Program

Fig. 11은 PDA를 이용한 회진관리 프로그램 화면이다.



Fig 11. A Rounds Management Program

회진 시 각 의료진은 PDA를 이용하여 환자의 정보를 조회, 수정할 수 있다. 또한 회진관리 프로그램은 RFID 태그 정보를 통한 환자 검색이 가능하며, 환자의 처방에 대한 기록 확인이 가능하다. 또한 환자에 대한 추가 처방 및 퇴원 요청에 대한 처리도 가능하다.

IV. Conclusions

최근 Ubiquitous와 Mobile 기기 등 첨단 IT 기술의 발전과 융·복합을 통한 업무 프로세스 혁신에 대한 관심이 증대되고 있다. 기존의 Desk-top 환경에서의 조직 중심의 업무처리 프로세스가 Mobile 환경에서의 사용자 중심의 형태로 변화하고 있으며, 유·무선 통합을 위한 솔루션 통합이 활발히 이루어지고 있다. 그러나 아직까지 상당수 병원에서는 기존의 정형화 되지 않은 업무 프로세스, 과다한 오프라인 문서, 이질적 업무처리 집단, 유·무선 통합 솔루션 및 플랫폼의 부재, 전사적 품질관리 개선 요구 등의 문제로 업무 소통에 상당한 불편함이 있다.

본 논문에서는 Ubiquitous와 Mobile 기술을 이용하고 프로세스 개선을 통해 환자들이 검사 차트를 들고 다니며 진료과 앞에 대기하고, 직원들이 수기 메모를 사용하여 의사소통하는 불편함을 개선하였다.

구축된 시스템은 환자 등록·접수 및 RFID 발급·재발급, 환자 진료, 처방전달 및 진단서 출력, 입원요구, 진료기록 조회, 환자 입·퇴원, 간호사 메모 기능, 특수 병실 모니터링 기능, PDA를 이용한 처방 및 퇴원 등을 처리할 수 있다. 따라서 대기시간 단축을 통한 환자들의 만족도 제고가 기대된다. 또한 자동화된 모니터링 기능과 실시간 정보 전송이 가능하여 중·소형 병원의 경우 적은 인원으로 입원환자 관리가 가능하여 병원의 경쟁력 강화에 도움이 될 것으로 사료된다.

향후 연구에서는 기 구축된 시스템을 보완, 발전시켜 위치 추적에 의한 환자의 이동 및 대기시간 감소, 진료선택의 자동화 서비스 등이 가능한 시스템으로 확장할 예정이다.

REFERENCE

- [1] Jong Soo Choi, Dong Ho Kim, Jae Jun Kim, Poong Lyul Rhee, Dong Soo Kim, "Implementation of Smart Health Checkup System Using Active RFID Technology", Journal of Information Technology and Architecture, Vol.11 No.1, pp.45-58, Mar. 2014.
- [2] Yong Sik Jung, "Implementation plan of integrated medical information system for ubiquitous healthcare service", Journal of Korea Industrial Information Systems Society, Vol.15, No.2, pp.115-126, Jun. 2010.
- [3] Si Chun Noh and Jung Hee Hwang "A Study of Software Architecture Design Methods for Multiple Access Control under Web-based Medical Information System Environment", Journal of Information and Security, Vol.11, No.4, pp.43-49, Aug. 2011.
- [4] I.S.Cho and H.S.Kwon, "Efficient Sharing System of Medical Information for Interoperability between PACS System", Journal of the Korean Institute of Communication and Information Sciences(KICS), Vol.13, No.3, pp.498-504, May. 2009
- [5] Y. S. Jung, "Implementation plan of integrated medical information system for ubiquitous healthcare service", Journal of Korea Industrial Information Systems Society, Vol.15, No.2, pp.115-126, Jun. 2010.
- [6] S. C. Noh and J. H. Hwang "A Study of Software Architecture Design Methods for Multiple Access Control under Web-based Medical Information System Environment", Journal of Information and Security, Vol.11, No.4, pp.43-49, Aug. 2011.
- [7] Dae Kun Cho and Suk. Chun. Park "Development and Implementation of Monitoring System for Management of Virtual Resource Based on Cloud Computing", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol.18, No.2, pp.41-47, Feb. 2013.
- [8] Yun-Young Sok, Seok-Hun Kim, "Integrated Medical Information System Implementation for the u-Healthcare Service Environment", Journal of the Korea Contents Society, Vol.14 No.5, pp.1-7, May. 2014.
- [9] Seok hun Kim, Jin young Jung, Sook yun Kim, "Design of Operating room Patients Location System for u-Hospital", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 18, No. 1, pp.103-110, Jan. 2013.
- [10] Young-Bok Cho, Sung-Hee Woo, Sang-Ho Lee, "The CloudHIS System for Personal Healthcare Information Integration Scheme of Cloud Computing Environment", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 19, No. 5, pp.27-35, May. 2014.

Authors



Jae-Hyuk Jang received a M.S. degree in Computer Engineering from Kangwon University, Seoul, Korea, in 2002, a Ph.D. degree in Computer Science from Gyeongsang National University, Jinju, Korea, in 2006.

Dr. Jang is currently a Professor in Industry-Academic Cooperation Foundation, Gyeongsang National University. He is interested in software engineering, network security, and internet of things.



Gab-Sig Sim received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Statistics from Chonnam National University, Gwangju, Korea, in 1985, 1987 and 1993, respectively.

Dr. Sim joined the faculty of the Department of Liberal Arts at Jinju National University, Jinju, Korea, in 1993. He is currently a Professor in the Department of Liberal Arts, Gyeongnam National University of Science and Technology. He is interested in information security, internet ethics, and information society.