

효과적인 간호간병통합서비스를 위한 실시간 웹시스템 개발

김예림, 권춘기, 공용해*
순천향대학교 의료IT공학과

Real-time Web System Development for Effective Nursing & Care Integration Services

Ye-Lim Kim, Chun-Ki Kwon, Yong-Hae Kong*

Department of Medical IT Engineering, Soonchunhyang University

요 약 병동에서 발생하는 처방, 픽업, 액팅 정보는 데이터베이스에 저장되고 조회되어 관련 부서에 전달된다. 그러나 처방, 픽업, 액팅은 많은 부서가 매우 자주 확인하는 정보이므로 빈번한 조회로 인해 병원정보시스템에 큰 부하를 유발한다. 특히 간호와 간병 업무가 통합되면 실시간으로 전달해야 하는 픽업과 액팅 업무도 함께 증가하는데 이로 인하여 데이터베이스 조회와 정보전송량 또한 증가하게 된다. 우리는 이러한 비효율 문제를 효과적으로 해결하기 위하여 데이터베이스 조회를 배제하고 실시간 웹 방식으로 픽업 및 액팅 정보를 전송하는 간호간병통합정보시스템 개발을 목표로 하였다. 아울러 간호간병통합서비스 도입으로 증가하는 업무와 함께 책임도 커지므로 병동의 모든 환자에 대한 액팅 상황을 모든 근무자가 실시간으로 점검할 수 있는 병동액팅현황판을 제공하여 서비스의 질을 향상시키고자 하였다. 이를 위해 픽업 및 액팅 업무 분석을 중심으로 데이터베이스를 설계하고, 픽업과 액팅 발생 즉시 정보 전달이 가능하도록 실시간 웹 기술을 정보시스템에 적용하였다. 기존 데이터베이스 조회 방법과 개발한 시스템의 소요 시간과 정보 전송량을 측정된 결과, 기존 방식 보다 시간과 전송량을 크게 줄일 수 있었다.

Abstract Prescription, pickup, and acting information from the ward are stored in a hospital database, and can be accessed and retrieved by the relevant departments. Frequent inquiries from many departments can cause a great load on the hospital information system. When the nursing and care services are integrated, the real-time pickup and acting tasks are also increased, which may lead to an increase in database inquiries, thereby increasing the amount of information being transferred. To effectively solve this inefficiency problem, we aimed to develop a nursing and care integrated information system that excludes database inquiries and incorporate a method that transmits pickup and acting information in real-time. Because the new system increases the workload and responsibility, we developed a ward acting dashboard so that every ward employee can determine all the acting situations of patients in real-time to improve the quality of services. We designed a database by concentrating on the pickup and acting business procedures, and applied real-time web techniques to enable pickup and acting information to be delivered instantly. Through our implementation, we were able to reduce the inquiry time and transmission amount significantly compared with the existing method.

Keywords : Hospital Information System, Nursing Services, Pickup and Acting, Database Inquiry, Real-time Web

1. 서론

2016년도 보건복지부 보도 자료에 따르면 간병인이

나 가족 대신 간호사가 중심이 돼 간병과 간호서비스를 제공하는 간호간병통합서비스(구 포괄간호서비스)를 동년 4월부터 상급종합병원을 시작으로 동년 말까지 400

*Corresponding Author : Yong-Hae Kong(Soonchunhyang Univ.)

Tel: +82-41-530-1320 email: yhkong@sch.ac.kr

Received October 14, 2016

Revised (1st November 8, 2016, 2nd November 28, 2016)

Accepted December 8, 2016

Published December 31, 2016

개 병원으로 확대 예정이다[1]. 그러나 우리나라 급성기 병상 당 활동 간호 인력 수는 0.28명에 불과해 OECD 회원국 평균인 1.25명에도 크게 못 미친다[2,3]. 또한, 현행 의료법 시행규칙에서 요구하는 일반 입원환자 2.5명당 간호사 1명을 두는 인력규정은 환자 5-7명을 돌보는 미국, 일본 등의 선진국 수준에도 못 미치는 입원환자 13명당 1명으로 추산되는 현실적 장벽에 막혀있다[4]. 간호 간병의 효율성 제고에 관련된 연구는 대부분 간호사 업무 효율이나 생산성 향상에 관한 업무 프로세스에 중점을 두고 있으나, 간호간병 정보시스템의 효율을 향상시키고자 하는 연구는 찾기 어렵다[5-9].

병원의 각 병동에서 3교대로 종사하는 모든 간호사들은 24시간 빠짐없이 담당 환자에 대한 의사의 처방을 재확인하고 응답하는 픽업(Pickup)을 시행한다. 또한, 간호사는 픽업 내역을 바탕으로 스케줄에 따라 환자에 대한 실질적인 간호 및 간병 행위인 액팅(Acting)을 수행하고 시각을 입력한다. 의사 처방, 간호사 픽업 및 액팅 정보는 모두 데이터베이스에 한 번만 저장되므로 정보시스템에 큰 부하를 유발하지는 않는다. 반면에, 이 정보들의 조회는 많은 직원과 부서에서 매우 자주 필요하므로 정보시스템에 큰 부하를 유발하게 된다. 더욱이 병동 간호사의 기존 업무에 간병인의 업무가 추가되면 픽업 및 액팅 횟수도 늘어나서 데이터베이스 조회를 증가시키므로 서버와 네트워크에 매우 큰 부하를 발생시키게 된다. 따라서 간호간병통합서비스에서 가장 많이 발생함과 동시에 실시간 전달이 필수적인 픽업과 액팅 업무에 소요되는 시간과 부하를 줄이는 방안이 반드시 필요하다.

처방, 픽업, 액팅 정보를 효과적으로 전달하는데 정보의 생성과 동시에 전송하는 HPPT 규약의 실시간 웹 기술이 대안이 될 수 있다. 물론 근래에 들어 소개된 실시간 웹 기술은 아직까지는 보편화되어 있지 않을 뿐만 아니라 기존 정보시스템의 복잡도에 새 기술을 적용하기가 어려운 실정이므로 특정 분야에 제한되어 적용되고 있다[10,11]. 방대하고 복잡한 병원정보시스템에 실시간 웹 기술을 적용한 사례는 아직 찾아보기 어렵다. 특히 대형 병원의 정보시스템 구축이나 유지에서 발생하는 실질적인 문제점은 정보시스템의 응답반응 속도가 느려지는데 있지만 대부분 이에 대한 해결 방안은 서버나 네트워크 증설 등의 비용 투자로 이루어지고 있다. 따라서 병동의 기존 간호 업무에 간병 업무까지 추가되는 간호간병서비스를 효과적으로 지원하는 방안으로 실시간 웹 기술을

적용하는 시도는 매우 필요한 시점이라 할 수 있다.

간호사가 24시간 간병인이나 보호자 없이 환자를 돌보는 새로운 간호간병통합서비스를 성공적으로 정착시키기 위해서는 간호간병 업무를 효과적으로 지원할 수 있는 정보시스템의 개발이 함께 이루어져야 한다. 이에 본 연구는 기존 병동 간호사의 업무에 간병인의 업무를 포함하는 간호간병통합서비스를 효과적으로 지원할 수 있는 실시간 웹(Real-time Web) 정보시스템의 개발을 목표로 하였다.

간호간병통합서비스가 도입되면 간호사의 업무증가와 함께 책임도 더 커지게 된다. 이에 따른 보완책으로 병동마다 전체적인 액팅 현황 정보를 병동액팅현황판에 제공하고자 한다. 이는 개별 간호사가 사용하는 픽업 및 액팅 뷰와는 별도로 병동 차원의 총체적 간호를 지원하기 위한 방안이다[12]. 즉, 3교대 근무하는 모든 병동 관계자가 병동의 모든 환자에게 필요한 액팅 실시 여부를 실시간으로 상호 공유하여 점검할 수 있게 함으로써 간호간병통합서비스의 오류를 줄임과 동시에 질적 향상을 도모할 수 있다.

우리는 먼저 간호간병통합서비스에서 픽업 및 액팅 업무 중심의 흐름을 분석하여 데이터베이스를 설계한 후 웹 방식의 정보시스템을 구축하였다. 특히 처방, 픽업, 액팅 정보가 발생되어 저장된 이후 빈번한 조회에 의해 관련 부서에 정보를 전달하는 과정을 정보의 발생, 저장, 전송 과정으로 전환하였다. 즉, 데이터베이스 조회를 배제하면서도 픽업과 액팅 정보가 발생하는 즉시 관련 클라이언트들이 이러한 정보를 수신할 수 있도록 실시간 웹 기술을 정보시스템에 적용하였다. 간호간병통합서비스에서 발생하는 여러 상황에 대하여 기존의 데이터베이스 조회 및 실시간 웹 방식에 따라 소요되는 시간과 전송 정보량을 측정하여 그 효과를 실험하였다.

2. 연구 배경

간호간병통합서비스의 주요 업무인 픽업, 액팅, 병동액팅현황판을 조사하고 정보시스템에 과부하를 발생시키는 요인을 분석한다. 이를 바탕으로 정보시스템 효율을 개선하기 위하여 정보가 생성되는 즉시 수신이 가능한 실시간 웹 전송방식을 조사한다.

2.1 간호간병통합서비스

간호간병통합서비스란 병원에 입원한 환자가 간병인이나 가족대신 병원의 간호 인력이 종합적인 간병 서비스를 제공하는 제도이다. 즉, 간호사가 입원병상의 전문 간호서비스를 24시간 전담하여 환자가 개인적으로 간병인을 두거나 보호자가 환자를 돌보지 않고 입원생활을 편하게 유지 할 수 있는 서비스이다[13,14].

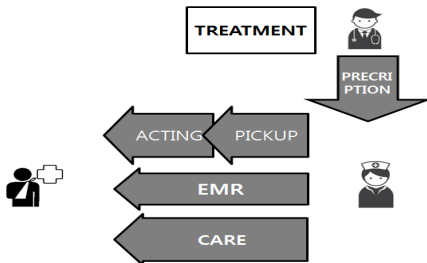


Fig. 1. Nursing & Care Integration Services Diagram

간호간병통합서비스 업무는 그림1과 같이 입원 환자를 대상으로 의사가 처방을 내리면 간호사는 처방을 픽업하고 차트기록, 약전달, 주사, 검사, 체혈, 식이, V/S (활력정보), I/O Check(섭취량/배설량), BST(혈당검사) 등의 액팅을 시행한다. 간호사는 간병인이 담당했던 식사, 목욕, 옷 갈아입기, 대소변 처리, 재활 및 보행 훈련, 욕창 예방, 심리적 지원 등의 업무를 맡게 된다. 여기서 픽업과 액팅은 매우 중요하면서도 자주 처리해야 하는 업무다.

2.1.1 픽업(Pickup)

의사가 환자에게 처방을 내린 후 담당 간호사가 이 처방에 대해 정확하게 확인했다고 응답하는 것을 픽업(Pickup) 또는 간호사 확인(Nurse Confirm/Nurse Recheck)이라 한다. 병동에서는 한국간호사 윤리강령 32조에 따라서 전문의가 아닌 전공의가 처방을 내릴 수 있기 때문에 처방오류의 예방 차원에서 간호사가 처방을 재차 확인하는 과정을 둔다[15].

2.1.2 액팅(Acting)

액팅(Acting/Check/차팅/차지/시행)은 간호사가 환자에게 시행하는 모든 행위를 말한다. 간호사는 픽업한 사항을 확인하여 스케줄에 따라 환자에 대하여 실질적인 간호 및 간병 행위를 정확하게 수행한 다음 액팅 시각을

입력한다.

2.1.3 병동액팅현황판

간호전달체계에서 간호서비스의 질이 가장 높은 총체적 간호를 효과적으로 지원하는 방안으로 근무 교대 간호사를 포함한 병동 관계자 모두가 액팅 수행 진척 상황을 효과적으로 공유하고자 하였다. 이에 대한 방안으로 개별 병동에 그림2와 같이 병동 환자 전체의 환자정보, 주치의, 담당간호사, 액팅구분, 계획대비 수행 횟수, 진척률 등을 실시간으로 제공하는 병동액팅현황판을 대형 모니터에 보인다. 이는 국제공항에서 실시간으로 항공기 출발 및 도착 안내 정보를 제공하는 것과 같은 효과를 가지므로 간호간병통합서비스에서 발생하는 오류를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 환자 서비스를 질적으로 향상시킬 수 있다.

환자명	환자번호	담당간호사	주치의	약	검사	활력	간병	비고
이	3	박예지	김철수	4/7 57%	2/3 67%	3/6 50%	3/8 38%	치매환자
곽	4	박예지	권정은	1/4 25%	1/2 50%	1/3 33%	1/1 100%	.
이	3	박예지	김철수	2/6 33%	1/2 50%	3/4 75%	2/3 67%	
박	3	유미영	김철수	6/10 60%	3/4 75%	5/8 66%	6/12 50%	낙상위험환자
이	2	정소지	권정은	2/6 33%	1/1 100%	1/4 25%	1/3 33%	

Fig. 2. Ward Acting Dashboard Example

2.2 픽업 및 액팅 효율 개선 방안

간호사의 픽업 및 액팅 업무 효율 증대를 위하여 실시간 웹(Real-time Web) 기술을 조사하였다. 실시간 웹은 HTTP 프로토콜을 기반으로 실시간성 정보를 전송하는 것으로서 정기적 또는 부정기적으로 정보를 받는 것과 달리 정보가 만들어지는 즉시 수신할 수 있도록 해주는 서비스이다. 실시간 웹을 지원하는 기술로는 롱폴링과 웹소켓 방식이 대표적이다[16].

2.2.1 롱폴링(LongPolling)

일정시간 간격으로 클라이언트가 서버에게 이벤트가 발생했는지를 확인하는 폴링(Polling)방식의 비효율을 보완하는 롱폴링방식은 클라이언트가 서버에 최초 접속한 후 연결을 유지한다. 롱폴링방식은 그림3a와 같이 이벤트가 발생하면 응답신호를 보내고 다시 요청신호를 서버에 전달한다[17,18].

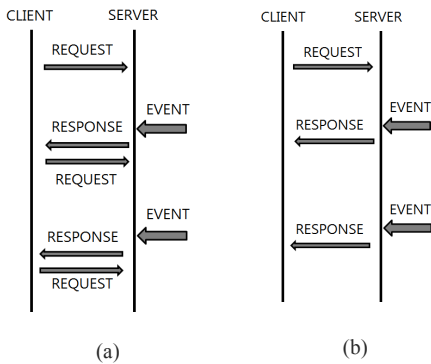


Fig. 3. LongPolling and Websocket Protocol (a) Long Polling Protocol (b) Websocket Protocol

2.2.2 웹소켓(Websocket)

웹소켓방식은 서버와 클라이언트 연결을 핸드셰이킹 과정을 통해 완료한 후, 전이중 방식으로 그림3b처럼 요청신호를 한 번만 받은 후에 이벤트가 발생하면 데이터를 전송한다[19]. 웹소켓방식은 그림4의 TCP 형태로 전송하므로 TCP 헤더의 데이터 영역에 HTTP 헤더가 포함되지 않는다[20].

Source Port Number(16bits)		Destination Port Number(16bits)	
Sequence Number(32bits)			
Acknowledgement Number(32bits)			
Header Length (4bits)	Reserved (6bits)	U	A
		R	C
		P	S
		S	I
		G	K
		H	T
		N	N
TCP Checksum(16bits)		Window Size (16bits)	
Urgent Pointer(16bits)		Options	
Data			

Fig. 4. TCP Header Contents

3. 설계

간호간병통합서비스에서 픽업과 액팅을 중심으로 업무를 분석하여 데이터베이스 스키마를 개발하고, 이를 기반으로 픽업과 액팅이 실시간으로 전송 가능한 웹시스템을 설계하였다.

데이터베이스에 저장된 픽업과 액팅 내역들을 담당자나 병동액팅현황판 등의 클라이언트에 전달하려면 데이터베이스 테이블 전체를 조회한 결과를 전송해야 한다. 액팅의 예를 들면, 대형병원의 병동수, 병동별 환자수,

환자당 액팅수(투약, 주사, 검사, 식이, 활력정보, 대소변 관리 등 포함)를 고려하면 매우 많은 데이터베이스 조회와 네트워크 전송이 요구되므로 시스템 전체에 큰 부하를 유발함을 예상할 수 있다. 이러한 문제에 대한 해결 방안으로 처방, 픽업, 액팅 저장 후 조회로 정보를 전달하는 과정을 정보의 발생 저장 전송 과정으로 전환하게 하였다. 이에 따라 픽업과 액팅이 발생하면 데이터베이스 조회 없이 실시간으로 발생 정보를 해당 클라이언트에 전송하는 다음의 두 가지 방식을 설계하였다. 톨폴링 방식은 서블릿을 이용하여 이벤트를 보내는 형식으로 설계하였고, 웹소켓방식은 웹소켓 서버를 사용하여 설계하였다. 두 방식 모두 이벤트를 JSON형태로 해당 클라이언트에 메시지를 전송하도록 하였다.

3.1 픽업 및 액팅 스키마

간호간병통합정보시스템에서 간호사의 업무를 처방, 활력측정, 간병업무로 나누어 그림5와 같은 데이터베이스를 설계하였다. 처방, 픽업, 액팅 업무가 유기적으로 연계되어 시행되도록 하였고, 액팅시간은 지정한 횟수만큼 차례대로 저장되게 하였다.

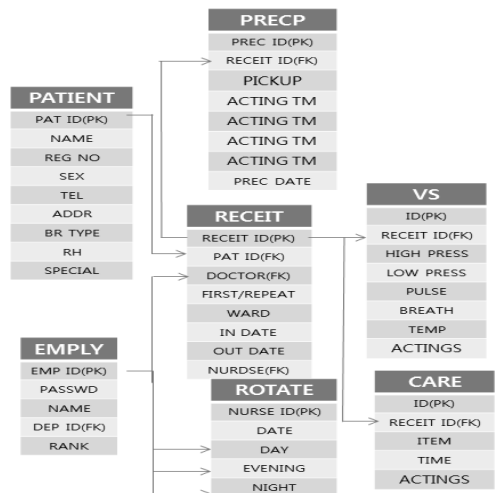


Fig. 5. Nursing & Care Integration Services Schema

3.2 실시간 웹 설계

그림6에 픽업과 액팅 내역의 실시간 전송 흐름을 보았다. 의사가 환자에게 처방을 내리면(1), 처방정보가 데이터베이스에 저장되고 환자의 담당 간호사에게 즉시 전달된다(2). 간호사가 의사가 내린 처방에 대해 확인하고

픽업하면 픽업내역이 서버로 전송되어 저장되고(3.a), 서버는 데이터베이스 조회를 하지 않고 픽업내역을 수신아이디 확인을 통해 해당 병동액팅현황판으로 전송한다(4). 픽업내역에 대해 간호사가 액팅을 시행하면 액팅정보가 서버로 전송되어 저장되고(3.b), 서버는 데이터베이스 조회 없이 액팅 내역을 수신아이디를 확인하여 해당 병동액팅현황판으로 전송한다(4).

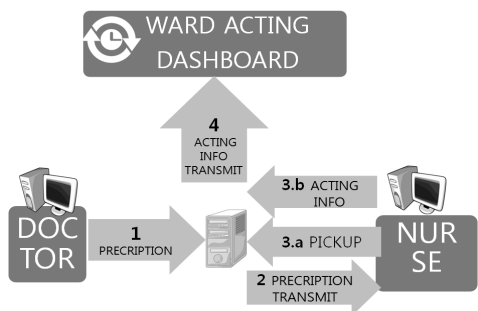


Fig. 6. Real-time Web Transmission Diagram

3.2.1 픽업 설계

의사가 병동 환자에 대한 처방을 내리면 담당 간호사의 뷰에 즉시 반영되도록 하였고, 간호사는 처방을 확인하고 픽업할 수 있다. 픽업과 동시에 픽업내역들은 해당 병동액팅현황판에 반영되도록 하였다. 대부분의 픽업내역은 복수의 처방을 포함하므로 픽업내역 전체를 한꺼번에 전송하기 위해 JSONArray 형태로 전송하였다.

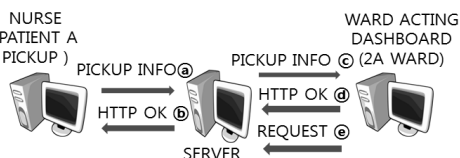


Fig. 7. Longpolling Pickup Transmission Process

롱폴링방식의 픽업을 그림7과 같이 패키지가 전송되도록 설계하였다. 픽업내역을 2A 병동의 병동액팅현황판으로 지정해서 전송하는 경우를 예로 들었다. 간호사가 픽업내역을 서버로 전송하면(㉑), 서버는 이를 데이터베이스에 저장하고 이에 대한 응답신호를 보낸다(㉒). 이어서 서버는 병동액팅현황판에 픽업한 내역들을 보내고(㉓), 병동액팅현황판은 (㉔)에 대한 응답신호를 서버로 보낸다(㉕). 롱폴링방식은 서버와 클라이언트 연결 유지를 위해 클라이언트는 응답신호 도착 후 바로 요청신호를 보내야하

로, (㉔)은 이전에 병동액팅현황판이 보낸 요청신호에 대한 응답신호를 포함한다. 마지막으로 병동액팅현황판은 다시 요청신호를 서버에게 전송한다(㉑). 이는 서버에 이벤트가 발생하여 클라이언트에 응답신호를 보낸 후 클라이언트가 다시 요청 신호를 보내지 않으면, 서버는 클라이언트에게 데이터를 전송할 수 없기 때문이다.

픽업을 TCP 형태로 패키지를 전송하는 웹소켓방식으로 설계하면 그림8에서 보듯이 간호사가 픽업내역을 서버로 전송하게 되면(㉑), 서버는 병동액팅현황판에 픽업한 내역들을 보낸다(㉒). 웹소켓방식은 핸드셰이크 과정을 통하여 통신 환경을 일치시키기 때문에 클라이언트와 서버 간 연결이 유지되므로 서버와 클라이언트 간에 응답신호나 요청신호를 보내지 않고 데이터만 전송한다.

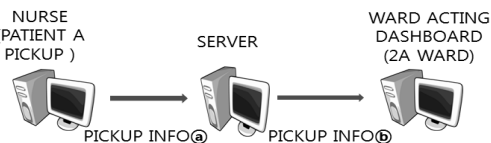


Fig. 8. Websocket Pickup Transmission Process

3.2.2 액팅 설계

간호사가 간호 업무화면에서 픽업내역을 액팅하면 이 정보가 실시간으로 병동액팅현황판에 수신되어 픽업내역이 삽입된다. 롱폴링방식의 액팅 패키지 전송과정은 그림 9와 같이 액팅내역을 2A 병동의 병동액팅현황판에 지정하여 전송하는 롱폴링 픽업 과정과 유사하다.

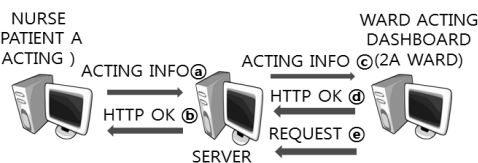


Fig. 9. Longpolling Acting Transmission Process

웹소켓 액팅은 그림10과 같은 과정으로 패키지를 2A 병동의 병동액팅현황판에 지정해서 전송한다.

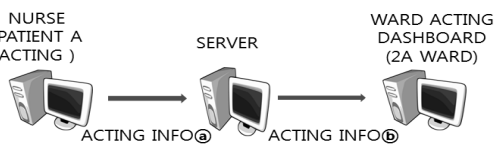


Fig. 10. Websocket Acting Transmission Process

3.3 지정 전송 설계

실시간 웹 방식에서 사용되는 기술들은 브로드캐스트 통신방식을 사용한다. 브로드캐스트 방식은 필요하지 않은 정보를 클라이언트에게 전송하는 단점이 있으므로 해당되는 클라이언트에만 지정해서 전송할 수 있는 방식이 필요하다.

액팅내역을 담당 간호사나 병동액팅현황판으로만 지정해서 전송하려면 해당 클라이언트 주소가 있어야한다. 이를 위해서 클라이언트가 서버에 최초로 접속하는 시점에 고유한 키를 부여하여 클라이언트 부서 등의 관련 정보와 함께 그림11의 클라이언트 해시맵(Client Hash Map)에 저장한다, 이러한 해시맵은 클라이언트의 접속 개시나 접속종료 이벤트에 따라 동적으로 관리되도록 하였다. 클라이언트 해시맵의 역참조로 주소를 획득하여 해당 간호사나 병동액팅현황판으로만 지정전송이 가능하게 하였다.

UNIQUE KEY	CLIENT (WARD)	CLIENT (NURSE)
a	2A	n789
b	2C	n056
c	2B	n412
d	2C	n974
e	2A	n881
...

Fig. 11. Client Hash Map Content

4. 결과

병동에서 빈번하게 발생하는 픽업과 액팅을 중심으로 3장의 설계를 바탕으로 간호간병통합시스템을 구현하고, 픽업과 액팅이 실시간으로 전송되도록 톨폴링과 웹소켓 기법을 구현한 시스템에 적용하였다. 다음은 간호간병통합시스템의 핵심인 픽업과 액팅을 구현한 결과로서, 톨폴링과 웹소켓 방법은 전송방식에만 차이가 있으므로 화면구성은 동일하다.

4.1 픽업

의사가 그림12a에서 2A병동을 조회하여 ‘이OO’ 환자를 선택하고 그림12b와 같이 주사와 약을 처방한다. 이 처방은 서버의 데이터베이스에 저장되고 동시에 즉시 담당 간호사에게 전송된다.



Fig. 12. Doctor's Prescription and Nurse's Pickup View (a) Doctor's Prescription View(2A Ward) (b) Nurse's Pickup View after Prescription

전송된 처방은 그림13a처럼 간호사 뷰에 실시간으로 추가된다. 이에 따라 담당 간호사는 처방목록을 확인하고 픽업하면 그림13b와 같이 픽업한 내역들이 비활성화되어 이미 픽업된 내역으로 표시된다.



Fig. 13. Nurse's Pickup View Change (a) Nurse's View before Prescription Pickup (b) Nurse's View after Prescription Pickup

간호사가 그림13과 같이 픽업하면 담당 간호사 액팅 뷰는 픽업 이전인 그림14a에서 픽업 이후인 그림14b로 실시간으로 액팅 스케줄이 상단에 삽입된다.

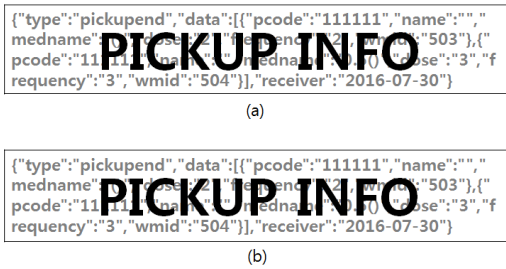


Fig. 16. Websocket Pickup Packet Data Samples (a) ㉔ Packet at Figure 8 (b) ㉔Packet at Figure 8

4.2 액팅

그림17a의 병동액팅현황판에서 ‘이OO’ 환자는 투약 예정이 6회이고 투약시행이 2인 상태이므로 약 구분에 2/6과 진척률 33%로 나타난다. 이 상태에서 그림17b와 같은 간호사의 액팅뷰에서 ‘이OO’ 환자에게 보령맥스틴 주 0.5그램을 20시에 1회 투여하는 액팅을 시행하면, 그림17c처럼 병동액팅현황판이 화면갱신 없이 ‘이OO’ 환자의 약 구분에 3/6과 50%로 실시간 수정되었다.

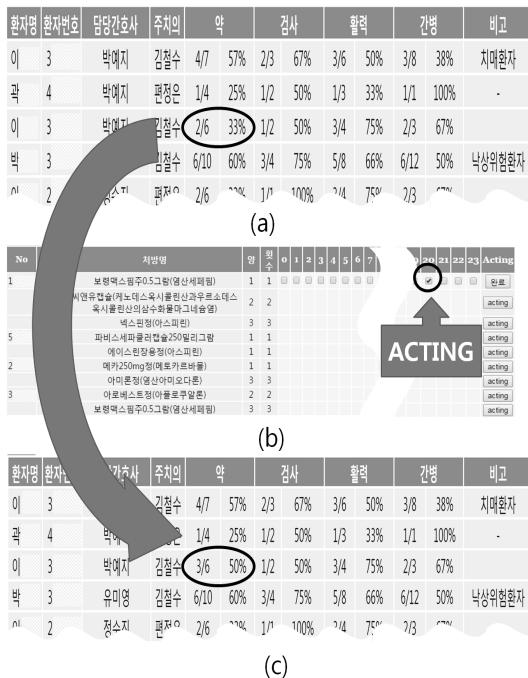


Fig. 17. Ward Acting Dashboard Change (a) Ward Acting Dashboard before Acting (b) Nurse's Acting View (c) Ward Acting Dashboard after Acting

로플링방식 액팅은 그림15의 ㉔~㉔와 동일하게

HTTP 헤더를 포함하나, 픽업과의 차이점은 전송데이터가 하나이므로 JSONArray가 불필요하였다.

웹소켓방식으로 전체 액팅내역을 전송할 때의 패킷의 TCP 데이터를 그림 18a에 보였다. 병동액팅현황판은 액팅 상태만 간결하게 보이므로 전체 액팅 내역을 보낼 필요가 없다. 따라서 그림 18b와 같이 액팅 구분과 횟수만 보내어 전송량이 감소하였다.

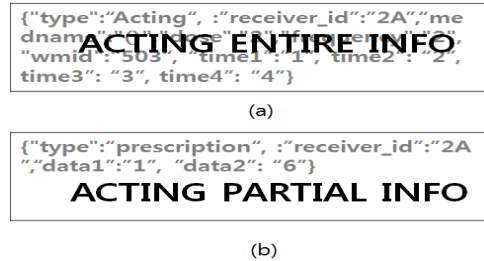


Fig. 18. Websocket Acting Packet Data Samples (a) Full Acting Packet (b) Partial Acting Packet

4.3 실험

간호간병통합시스템에서 픽업 및 액팅내역을 클라이언트에 전달하기 위해 데이터베이스 전체를 조회하는 경우와 로플링 및 웹소켓 방식으로 실시간 웹 전송하는 경우를 대비하여 소요되는 시간과 전송량을 측정하였다.

Table 1. Ward Acting Dashboard Turnaround Time (Database Inquiry) (Milliseconds)

Number of Patients	Database Inquiry
10	106
20	131
30	162
40	187
50	218
60	246
70	271
80	304
90	331
100	357

먼저 기존의 방법인 액팅 관련 데이터베이스 테이블 전체를 조회하여 병동액팅현황판을 갱신하는데 소요되는 시간을 측정하였다. 액팅 관련 테이블의 데이터가 10만 건이 저장되어있을 때 병동의 환자수를 10명 단위로

증가시키며 소요시간을 측정하였다. 데이터베이스 조회 방식은 병동액팅현황판을 한 번 갱신하는데 표1과 같이 환자수가 증가함에 따라 소요시간도 선형으로 증가함을 보였다.

실시간 웹 방식은 액팅내역을 즉시 전송하므로 병동 액팅현황판 전체를 갱신할 필요가 없다. 액팅이 실시간으로 병동액팅현황판에 반영되는 시간을 측정한 표2의 결과는 소요시간이 액팅 횟수에 비례하여 증가하였고, 롱폴링방식이 웹소켓방식에 비해 액팅이 반영되는데 45% 정도 더 시간이 소요되었다. 표2는 샘플 수가 적은 경우이므로 맨-위트니 검정을 시행하였다. 그 결과 롱폴링방식과 웹소켓방식 간의 소요시간에는 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다($p=0.337$).

Table 2. Ward Acting Dashboard Turnaround Time (Real-time Web)

(Milliseconds)

no. of Actings	Longpolling	Websocket
1	2.1	1.7
2	4.1	3.0
4	8.6	5.6
6	11.8	8.3
8	16.8	10.1
10	20.5	13.6
Average Rank	7.5	5.5
p-value	0.337	

픽업 및 액팅이 발생할 때 롱폴링방식과 웹소켓방식에 의해 전송되는 패킷을 분석하여 전송량의 차이를 측정하였다. 전송량은 픽업과 액팅 두 경우를 나누어 측정하였다. 그리고 픽업과 액팅 각각은 롱폴링과 웹소켓 방식으로 구분하여 측정하였다.

Table 3. Pickup Transmission Amount(Real-time Web) (Bytes)

no. of Clients	Longpolling	Websocket
1	2285	756
2	3387	1130
4	5591	1878
6	7795	2626
8	9999	3374
10	12203	4122
Average Rank	8.83	4.17
p-value	0.025	

픽업된 내역들은 담당 간호사, 담당 의사, 책임 간호사, 교대 간호사, 병동액팅현황판 등의 클라이언트에 전송될 수 있다. 표3은 픽업내역을 3개로 고정하고 클라이언트의 수를 증가시켰을 때 전송되는 패킷의 데이터의 양을 측정한 결과로서 롱폴링방식이 웹소켓방식에 비해 전송량이 약 3배로 나타났다. 그 결과 롱폴링방식과 웹소켓방식의 픽업 전송량은 유의한 차이가 있다고 판단되었다($p=0.025$).

다음 실험에서는 간호사가 액팅하는 횟수를 증가시키며 간호사나 병동액팅현황판 클라이언트에 액팅 내역을 전송하는 패킷의 데이터의 양을 측정하였다. 간호사에게 액팅 내역을 전송할 때는 액팅에 대한 전체 정보를 전달하지만 병동액팅현황판에 전달할 경우에는 구분 및 횟수만 전송한다. 액팅정보 전체를 전달하는 경우와 부분 정보를 전달하는 경우의 전송량을 측정한 결과를 표4에 보였다. 액팅수에 비례해서 전송량은 두 방식 모두 증가하지만 부분정보 전송량이 반 정도로 작았다. 또한 액팅 전체정보를 전달하는 경우에 롱폴링방식이 웹소켓방식보다 약 3.5배 전송량이 많았고, 부분정보를 전송할 때는 롱폴링방식이 웹소켓방식의 약 4.8배를 더 전송하였다. 표4에 대한 맨-위트니 검정 결과는 전체전송($p=0.046$)의 경우와 부분전송($p=0.021$)의 경우 액팅 전송량에 있어 롱폴링방식과 웹소켓방식 간에 모두 유의한 차이를 보였다.

Table 4. Acting Transmission Amount(Real-time Web) (Bytes)

Number of Actings	Entire Acting Transmission		Partial Acting Transmission	
	Long Polling	Web Socket	Long Polling	Web Socket
2	4106	1180	2526	520
4	8212	2360	5052	1040
6	12318	3540	7578	1560
8	16424	4720	10104	2080
10	20530	5900	12630	2600
20	41060	11800	25260	5200
30	61590	17700	37890	7800
40	82120	23600	50520	10400
Average Rank	10.88	6.13	11.25	5.75
p-value	0.046		0.021	

표5는 데이터베이스 조회 방식에서 액팅 횟수가 증가할 때 전송되는 데이터의 양을 측정할 결과로서 액팅 횟수에 비례하여 전송량이 증가하였다. 표4의 전송량과 비교하면 데이터베이스 조회 전송량이 웹소켓방식의 약 23배로 나타났다.

Table 5. Acting Transmission Amount(Database Inquiry) (Bytes)

Number of Actings	Database Inquiry
2	12136
4	24272
6	36408
8	48544
10	60680
20	121360
30	182040
40	242720

5. 논의 및 고찰

본 연구에서는 간호 간병 업무를 지원하는 정보시스템의 효율을 향상시키고자 하였다. 3교대 24시간 환자에 대한 의사의 처방을 픽업하고 실질적인 액팅을 수행하려면 이러한 내역들을 관련 부서에 매우 빈번하게 전달해야만 한다. 그러나 처방, 픽업, 액팅은 많은 부서에서 자주 확인해야하는 정보이므로 데이터베이스 조회 증가를 유발한다. 우리는 가장 많이 발생함과 동시에 실시간 전달이 필수적인 픽업과 액팅 업무에 소요되는 시간과 부하를 줄이고자 실시간 웹 기술을 정보시스템에 접목하였다.

먼저 픽업 및 액팅 업무를 분석하여 데이터베이스를 설계하였다. 처방, 픽업, 액팅 정보가 발생되어 저장한 다음 조회에 의해 관련 부서에 정보를 전달하는 과정을 정보의 발생, 저장, 전송 과정으로 전환하였다. 이러한 전환을 기반으로 데이터베이스 조회를 배제하면서도 발생 정보를 즉시 전송하는 실시간 웹 정보시스템을 개발하였다. 4장에서 정보의 생성과 동시에 실시간으로 간호사 픽업뷰와 병동액팅현황판이 수정되는 것을 보였다. 또한, 픽업과 액팅 내역을 전송하는 실제 데이터 패킷을 조사함으로써 반드시 필요한 정보들만 해당 클라이언트에 전달되는 과정을 확인하였다. 또한, 총체적 간호를 지원하는 병동액팅현황판이 모든 환자에 대한 액팅 실시

여부를 실시간으로 상호 점검하는데 효과적임을 보였다. 이러한 구현 결과들을 종합해보면 간호간병통합서비스에서 픽업과 액팅 정보를 데이터베이스 조회 없이 관련 부서에 효과적으로 전달할 수 있었다.

다음으로 개발한 시스템의 효율을 측정하기 위하여 데이터베이스 조회와 실시간 웹 방식에 따라 소요되는 시간과 전송 정보량을 측정하는 실험을 수행하였다. 데이터베이스 조회 방식으로 병동액팅현황판을 갱신하는데 소요되는 시간은 환자수에 비례하였다. 액팅 테이블에 데이터가 누적될수록 당연히 소요시간도 증가하게 된다. 이에 반해 병동액팅현황판에 액팅이 반영되는 시간은 액팅수에 비례하였으며 톨폴링방식은 웹소켓방식보다 45% 더 소요되었다. 병동액팅현황판을 갱신하기 위하여 매 수초마다 데이터베이스를 조회해야 하는 반면에 실시간 전송 방식은 환자수에 무관하게 액팅수 만큼만 시간이 요구되었다. 매 10초마다 병동액팅현황판을 갱신한다고 가정하더라도 환자가 100명이면 357밀리초가 필요하지만, 매 10초에 발생하는 액팅수를 10회로 매우 크게 설정하여도 웹소켓방식은 13.6밀리초에 불과하였다. 따라서 실시간 전송 방식이 데이터베이스를 조회하는 방법보다 소요시간을 크게 감소시켰다. 데이터베이스 조회 방식도 액팅수에 비례하여 전송량이 증가하였고 웹소켓방식보다 23배 더 컸다. 픽업 전송량은 톨폴링방식보다 웹소켓방식이 1/3로 적었다. 액팅 전체와 부분 정보 전달의 경우 톨폴링방식이 웹소켓방식보다 각각 3.5배와 4.8배 전송량이 많았다. 또한 액팅수에 따라 두 방식 모두 전송량이 증가하지만 부분정보는 1/2로 축약된 전송이 가능하였다. 통계적 검정에서도 두 방식 간의 전송량 차이가 유의한 것으로 나타났다.

이러한 효율 측정 결과를 종합해보면 액팅에 있어서는 데이터베이스 조회와 실시간 웹 방식의 소요시간과 정보전송량은 수십 배의 차이를 보였다. 픽업과 액팅의 경우 톨폴링방식이 웹소켓방식에 비해 픽업 소요시간은 45%, 픽업 전송에는 3배, 액팅 전송에는 4배의 차이를 보여 웹소켓방식이 소요시간보다 전송량에서 더 효과적임을 보였다. 결과적으로 웹소켓 전송 방식이 기존 데이터베이스 조회 방식보다 픽업과 액팅 위주의 간호간병서비스에서 소요시간과 정보전송량을 큰 폭으로 줄임으로서 정보시스템의 효율을 크게 향상시켰다.

6. 결론

병동 간호사가 입원 환자를 돌봄에 있어 보호자나 간병인의 역할까지 포함하는 간호간병통합서비스가 2016년 상반기부터 시작하여 모든 병원으로 확대되고 있다. 본 연구는 기존 간호사의 업무에 간병인의 업무가 가중되는 통합서비스를 효과적으로 지원할 수 있는 간호간병통합정보시스템을 개발하였다.

간호간병통합서비스에서 픽업과 액팅 업무 증가로 인한 데이터베이스 조회와 네트워크 정보 전송량을 줄이기 위하여 처방, 픽업, 액팅 정보 발생, 저장, 빈번한 조회에 의한 정보전달 과정을 정보 발생, 저장, 전송 과정으로 전환하는 실시간 웹 정보전달 방식을 개발하였다. 즉, 간호사의 픽업과 액팅 전달에 데이터베이스 조회를 배제하면서도 발생 정보를 즉시 전송 가능하도록 하였다. 또한, 모든 병동 관계자가 병동의 모든 환자에 대한 액팅이 예정대로 정확하게 진행되는 상황을 실시간으로 확인할 수 있는 병동액팅현황판을 이용해 체계적으로 공유함으로써 간호간병서비스의 질을 향상시킬 수 있었다.

개발한 실시간 웹 시스템의 효율을 측정한 결과 기존의 데이터베이스 조회 방식 보다 조회시간과 전송량을 크게 줄일 수 있었고, 웹소켓방식의 전달로 소요시간과 전송량을 최소화할 수 있었다. 결과적으로 새로운 간호간병통합서비스의 도입에 개발한 시스템이 효과적인 접근이라고 사료된다.

References

- [1] *The Ministry of Health and Welfare Press Release*, pp. 1-6, March, 2016.
- [2] Nami Hwang, "Comprehensive Nursing Care Service Expansion Method For the Medical Institution Hospitalization Service Quality Assurance", *Korea Institute for Health and Social Affairs*, no. 286, pp. 1-8, July, 2015.
- [3] Nami Hwang, DaJug Kim, "An Overview of the Nursing Systems of France and Germany", *Health and Welfare Policy Forum*, vol. 11, no. 217, pp. 76-89. November, 2011.
- [4] "Hospital Leaving Nurses", dongA.com, <http://news.donga.com/3/all/20160906/80167933/2>, September, 2016.
- [5] YangHee Park, InGak Kwon, KyeiSook Park, HaeJung Jang, MiRa Song, HeeJin Kim, "Case Study on Improvements in Non-value-added Nursing Activities to Increase the Efficiency of Nursing Care", *Journal of*

Korean Society of Quality Assurance in Health Care, vol. 19, no. 2, pp. 68-80, January, 2013.

- [6] SooYoun Lee, JiYoung Lim, "Evaluation of the Efficiency of General Nursing Units using Data Envelopment Analysis (DEA)", *Journal of Korean Academic Society of Home Health Care Nursing*, vol. 18, no. 2, pp. 118-125, November, 2011.
- [7] SungChul Sihm, "Analysis on Influential Factors on EMR System Use of Nurses : Focus on Add-On EMR", *Master Thesis, Department of Hospital Administration, The Graduate School of Public Health, Yonsei University*, February, 2013.
- [8] JeHo Song, InSang Lee, YouYub Lee, "Ringer's Solution Detector and Transceiver Design for Efficient Manage of Patient" *Journal of the Korea Academia Industrial Cooperation Society*, vol. 17, no. 9, pp. 45-50, September, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.9.45>
- [9] Jisook Kang, Sunja Kim, Wonjeong Kim, "The Autonomy, Nursing Performance based on the Awareness and Satisfaction of EMR System for Nurses", *Journal of the Korea Academia Industrial Cooperation Society*, vol. 16, no. 9, pp. 6061-6070, September, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.9.6061>
- [10] Jun-Ho Lim, "Real time web application using COMET", *Master Thesis, Depart of Electronics and Computer Engineering, The Graduate School of Engineering and Technology, Korea University*, June, 2011.
- [11] WonIl Seo, "The Study of WebSocket Application for Web-Base Call Center Application", *Master Thesis, Depart of Software engineering, The Graduate School of Information Sciences, Soongsil University*, November, 2014.
- [12] JiYeun Kim, BoHyun Park, YuKyung Ko, "The Status Nursing Care Delivery System and the Influencing Factors on Quality of Nursing Care," *Korea Journal of Hospital Management*, vol. 21, no. 2, pp. 24-36, May, 2016.
- [13] HyunHee Gil, "Job Analysis of the Nursing CareService in Hospital Without a Guardian", *Master Thesis, Major in Clinical Case Management, Graduate School of Clinical Nursing Information, Hanyang University*, February, 2011.
- [14] YoungRan Yeun, "Effects of Comprehensive Nursing Service on the Nursing Performance, Job Satisfaction and Customer Orientation among Nurses", *Journal of the Korea Academia Industrial Cooperation Society*, vol. 16, no. 1, pp. 317-323, May 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.1.317>
- [15] *Ethical Guidelines for Republic of Korea Nurse*, 32 Statement, Jul. 2007.
- [16] Pterneas Vangos, *Getting Started with HTML5 WebSocket Programming : Safe and Scalable Real-Time Web Application Development*, Acorn Publication, 2014.
- [17] HakJun Kim, SunHeum Lee, YongHae Kong, "Hybrid Order Communication System Development Combining MVC Model and Event-Driven Network", *Journal of Korea Institute of Information Technology*, vol. 13, no. 11, pp. 147-157, Nov. 2015.

DOI: <https://doi.org/10.14801/jkiit.2015.13.11.147>

- [18] JongEun Park, OJin Kwon, HongChang Lee, MyungJoon Lee, "A Java Push Engine Supporting Long Polling", *Korea Information Science Society, Korea Computer Convention Collection of Dissertations*, vol. 37, no. 1(D), pp. 306-310, Jun. 2010.
- [19] HyungTae Kim, "Design and Implementation of Real-time Reservation System using WebSocket", *Master Thesis, Major in Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Hanyang University*, Aug. 2013.
- [20] ChangGyu Jin, MiJung Choi, "Pattern-based Signature Generation for Identification of HTTP Applications", *Journal of Information Technology and Architecture*, vol. 10. no. 1, pp. 101-111, Mar. 2013.

공 용 해(Yong-Hae Kong)

[정회원]



- 1982년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학사)
- 1986년 5월 : 뉴욕대학교(폴리텍) 컴퓨터과학과 (공학석사)
- 1990년 5월 : 뉴욕대학교(폴리텍) 컴퓨터과학과 (공학박사)
- 1991년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 의료IT공학과 교수

<관심분야>
병원정보, 지능형웹

김 예 림(Ye-Lim Kim)

[정회원]



- 2013년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 의료IT공학과

<관심분야>
웹프로그래밍, 병원정보

권 춘 기(Chun-Ki Kwon)

[정회원]



- 1992년 2월 : 고려대학교 전기공학과 (공학사)
- 1994년 2월 : 고려대학교 일반대학원 전기공학과 (공학석사)
- 2005년 8월 : 퍼듀대학교 전기전산공학과 (공학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 의료IT공학과 교수

<관심분야>
생체신호처리, 의료용모터드라이브