

ICT 기술을 이용한 응급상황에서의 구급차 위치관제 시스템

박정진^{1,2}, 유선국¹

연세대학교 의과대학 의학공학교실¹, 삼성전자²

요약

본고에서는 ICT 기술이 헬스케어 기술과 접목되어 우리의 일상생활에 영향을 줄 수 있는 여러 응용 분야 중에서, 응급상황에서 적용가능 한 응용 시스템에 대하여 검토해 보고자 한다. 응급시스템 중에서 무엇보다도 중요한 응급접점에서 환자와 관제센터를 연결하여 생명의 구명과 직결되어 있는 ICT-기반 구급차 관제 시스템에 대하여 살펴보고자 한다. 설계의 내용에는 구급차의 위치와 방향을 효과적으로 관제하기 위한 내용을 포함하며, 환자가 응급 처치를 신속히 받을 수 있으며, 관제시스템은 최단거리에 있는 최적의 병원을 찾아주고, 환자의 위치를 병원으로 전송할 수 있는 시스템으로 설계하였다. 또한 설계된 내용의 효용성을 시뮬레이션 하여 앞으로 응급체계 시스템에 적용하기 위한 가능성을 분석하고자 한다.

I. 서론

최근의 ICT (Information and Communication Technology) 기술의 급격한 발전은 우리 일상생활의 모든 부분을 바꾸어 놓고 있다. 컴퓨터, 인터넷과 스마트폰이 대중화 되면서 집에서 나, 직장, 외부생활 뿐만 아니라 걸어가면서 까지 모든 정보를 ICT 기술을 활용하여 접하게 되었다. 건강과 관련된 헬스케어 분야에서도, 이러한 ICT 기술은 아직까지는 제도적으로 해결해야 할 과제를 갖고는 있으나 사람, 사물, 병원등과 다양하게 접목되어 연속적이며, 지속적으로 건강 정보를 수집하며, 건강을 관리하며, 병원과 의사간을 유기적으로 연결하는 통신기반의 가상 환경 구축의 가능성을 열어 놓고 있다.

우리는 종종 사이렌을 울리며 다른 차들보다 우선적으로 달리는 응급차를 볼 때가 있다. 환자의 목숨이나 상태의 보전을 위하여 빠른 시간 내에 환자가 응급조치를 받을 수 있게 하려 한다. 하지만 후송된 응급환자가 응급실에 도착했을 때 병상이 없거나 또는 진단기기들이 모두 사용 중이라면 환자를 이송해

도 즉시 치료를 받지 못하고 기다릴 수밖에 없는 상황이 될 것이다. 그렇다고 다른 응급실로 이송을 한다면 그 시간 내에 환자는 치명적인 손상을 입을 확률도 높을 것이다. 따라서 응급차가 사고현장에서 가까우면서도 응급조치를 바로 받을 수 있는 곳을 바로 찾아갈 수 있다면 응급환자를 구하는데 많은 도움이 될 것이다.

이에 본고에서는 ICT 기술이 헬스케어 기술과 접목되어 우리의 일상생활에 영향을 줄 수 있는 여러 응용 분야 중에서, 응급상황에서 적용가능 한 응용 시스템에 대하여 검토해 보고자 한다. 응급시스템 중에서 무엇보다도 중요한 응급접점에서 환자와 관제센터를 연결하여 생명의 구명과 직결되어 있는 ICT-기반 구급차 관제 시스템에 대하여 살펴보고자 한다. 설계의 내용에는 구급차의 위치와 방향을 효과적으로 관제하기 위한 내용을 포함하며, 환자가 응급 처치를 신속히 받을 수 있으며, 관제시스템은 최단거리에 있는 최적의 병원을 찾아주고, 환자의 위치를 병원으로 전송할 수 있는 시스템으로 설계하였다. 또한 설계된 내용의 효용성을 시뮬레이션 하여 앞으로 응급체계 시스템에 적용하기 위한 가능성을 분석하고자 한다.

II. 위치관제 시스템

불의의 사고나 질병으로 인한 응급상황에서 환자의 생명과 신체에 대한 위협을 예방 또는 감소시키기 위해서는 현장에서의 신속하고 정확한 응급처치, 빠른 이송, 병원에서의 적합한 치료 가 필수적이며, 응급의료체계는 이러한 각 단계에서 필요한 구성요소를 조직하고 유기적으로 연결시키는 통합적인 체계를 말한다.

1. 관제시스템 설계

구급차의 위치와 방향을 결정하기 위한 시스템은 개별적인 GPS(Global Positioning System)를 이용하여 설계할 수 있다. GPS는 인공위성을 이용한 위치결정 시스템으로 차량자동항법

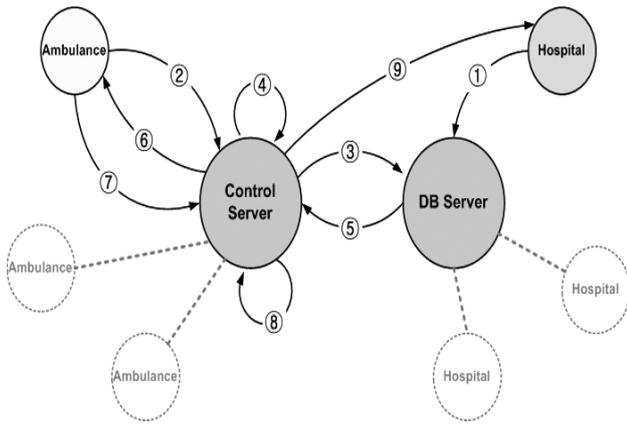


그림 1 전체 시스템의 데이터 흐름도

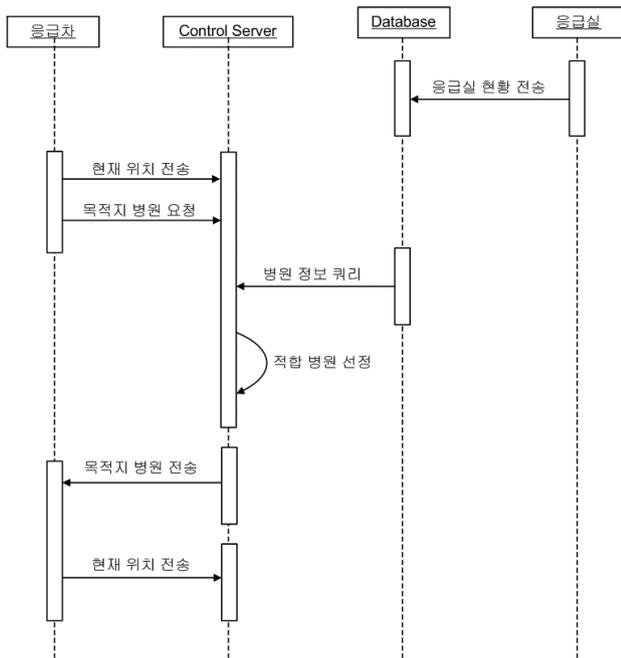


그림 2 전체 시스템의 시퀀스 다이어그램

등에 많이 이용되고 있으며, 우리가 사용하는 스마트폰 대부분에는 GPS가 내장되어 있어 위치정보의 활용이 가능하다.

① 각 응급실에서는 10분마다 데이터베이스 서버로 응급실의 상황을 전송하고 데이터베이스 서버에는 각 응급실의 데이터가 매 10분마다 실시간으로 업데이트가 된다. 사고가 발생하면 응급차가 사고지역에 도착하여 응급차 내부의 시스템을 구동하게 되면 ② 응급차의 현재 위치가 컨트롤 서버로 전송된다. 컨트롤 서버는 응급차의 현재 위치 즉, 사고 지역의 위치 정보를 받으면 ③ 적합 병원을 선정하기 위하여 데이터베이스에 연결한다. 데이터베이스와 연결된 후 ④ 서버 내부의 설정된 적합 병원 선

정 조건에 맞는 데이터베이스를 요청하며 ⑤ 해당 응급실의 정보를 데이터베이스 서버로부터 불러온다.

선정된 병원의 정보는 다시 ⑥ 응급차로 전송을 하여 신속한 환자의 이송이 이루어지도록 한다. 응급차는 지정 응급실로 이송하면서 ⑦ 실시간으로 응급차의 위치를 센터로 보내지게 되고 센터에서는 응급차의 위치 정보를 계속 수신하면서 ⑧ 센터에 응급차의 현재 위치를 표시함과 동시에 ⑨ 해당 응급실에 응급차의 위치를 알려 응급조치를 위한 준비가 가능토록 한다.

구급차 관계 시스템은 크게 4개의 구성 부로 나누어 구성하였다. 각 응급실에 설치될 병원 정보 입력 시스템, 응급차에 설치될 시스템, 데이터베이스 서버, 그리고 이를 관장하는 제어 서버 시스템 부이다. 응급차에 설치되는 시스템은 GPS 수신기로부터 위치 정보를 수신하여 서버에 전송하고 서버에서의 응급실 선정이 끝난 후 해당 응급실을 할당 받아 운전자에게 안내하는 역할을 한다.

각 병원에 설치될 병원 정보 입력 시스템은 인터넷 망을 통하여 컨트롤 서버에 접속하고 병원의 가용병상 및 가용 진단기기 등의 정보를 전달하는 역할을 한다. 컨트롤 서버는 전체적인 시스템의 중추적인 역할로서 각 시스템부의 중계 역할을 하며 응급실 선정 시에는 내부적으로 설정된 루틴에 따라 적합 병원을 선정하는 역할을 하게 된다. 데이터베이스 서버는 각 응급실의 정보를 저장하는 역할을 담당하게 된다. 전체 시스템이 작동되는 순서는 <그림 2>과 같다.

2. 응급실 병원정보 입력

응급실의 가용병상 등의 정보를 수집하기 위한 병원 정보 입력 시스템에 입력 항목들은 현재 서울응급의료정보센터에서 사용하고 있는 응급현황전송 목록을 이용하여 <표 1> 과 같이 가상적으로 구성하였다.

3. 구급차용 응급정보표시

응급차에서의 시스템은 스마트폰의 내장된 GPS난 개별적으로 위치정보를 수신 받는 장치를 이용하여 구성 할 수 있다. 응급차 측에서는 컨트롤 서버와 인터넷 접속을 통하여 정보를 주고받도록 설계하였으며 사건 발생시 해당 어플리케이션을 실행하면 GPS수신기로부터 위치 정보를 받아 현재 응급차의 위치 즉, 사고 발생 위치가 지도상에 표기 된다.

도착 병원 요청을 하면 현재의 위치가 센터로 전송되어지고 센터에서 선정한 최 적합 병원의 이름이 <그림 3>과 같이 나타난다. 목적지 병원을 할당 받은 후 위치 전송을 시작하면 그 순간으로부터 10초마다 응급차의 위치를 서버로 전송하며 이동

표 1. 응급진료센터의 전송 현황 목록

순번	항목
1	입력 일시
2	병원ID
3	응급실 가용 병상 수
4	수술실 가용 병상 수
5	신경외과 중환자실 가용 병상 수
6	신생아 중환자실 가용 병상 수
7	흉부외과 중환자실 가용 병상 수
8	일반 중환자실 가용 병상 수
9	응급실 당직자명
10	CT 가능여부
11	MRI 가능여부
12	ANGIO 가능 여부
13	A/T 가능 여부
14	입원실 가능 여부



그림 3. 이송병원할당 후 구급차 화면표시

중에 응급차 화면에서는 현재의 위치가 지도의 가운데로 나타나고 지도 배경이 스크롤 현재 자신의 위치를 파악할 수 있게 된다. 전체적인 데이터의 전송 순서는 <그림 4>와 같다.

4. 데이터베이스 구축

데이터베이스는 MS SQL SERVER 2000을 이용하여 구축하였다. 응급실측의 정보가 기록되는 데이터베이스 저장소에는 Hospital(병원 정보)테이블과 Status(응급실 상황)테이블로 구성하였으며 개체-관계 다이어그램은 <그림 5>와 같다.

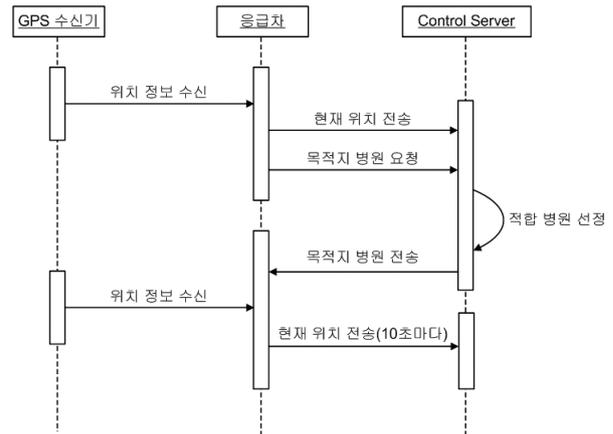


그림 4. 구급차의 시퀀스 다이어그램

5. 응급위치 관제센터

제어서버는 전체적인 통제를 하는 부분으로써 응급차와의 통신, 데이터베이스와의 통신을 관할하면서 적합 병원 선정 등을 하여 각각의 클라이언트로 전송해 주는 역할을 한다. 화면에 표시하기 위하여 5000x2800 해상도의 지도 데이터를 만들었고 이것은 서울전체의 약 75%정도가 된다. 지도의 크기가 고해상도 모니터의 크기보다 월등히 크기 때문에 UI(user Interface)에 화살표 버튼을 만들어 상, 하, 좌, 우로 이동이 되도록 하고 전체화면 보기를 하면 전체 지도 데이터가 모니터에 딱 차게 보이도록 축소하여 보여주는 기능도 첨가하였다

센터 측의 프로그램은 응급차 측에서 지도데이터를 보여주는 방식과는 다르게 사용자가 지도의 위치를 마음대로 이동하고 응급차의 위치가 지도 위에 표기되도록 하였다. 또한 응급차가 연결되면 왼쪽의 정보 창에 응급차의 번호와 현재 위치가 나타나게 한다.

응급차로부터 사건이 발생하였다는 이벤트를 받으면 데이터베이스에 저장되어 있는 각 응급실의 현황으로부터 적합 병원을 검색하여 다시 응급차에 전송하여 준다. 또한 응급차가 환자를 이송할 때에는 매 주기마다 응급차의 위치 정보를 받아 센터 어플리케이션상의 지도에서 표기를 하도록 하였다. 제어서버와 관련된 시퀀스 다이어그램은 <그림 7>과 같다.

6. 이송병원의 선정

적합 병원을 선정함에 있어서 선정의 기준으로는 가용병상 수와 병원의 위치로 정하여 설계하였다. 적합 병원을 선정함에 있어서 우선 순위는 가용병상수로 두었다. 따라서 제어서버에서는

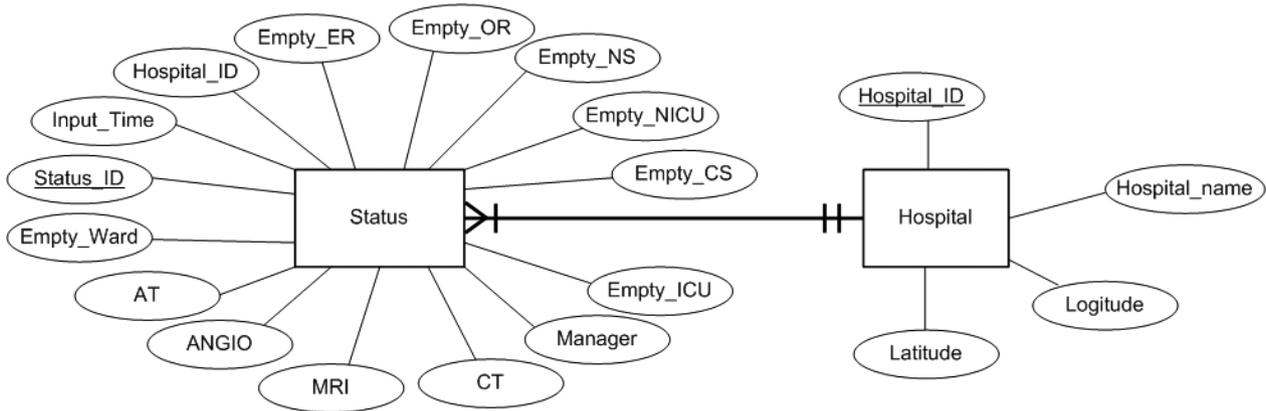


그림 5. 응급실 개체-관계 다이어그램

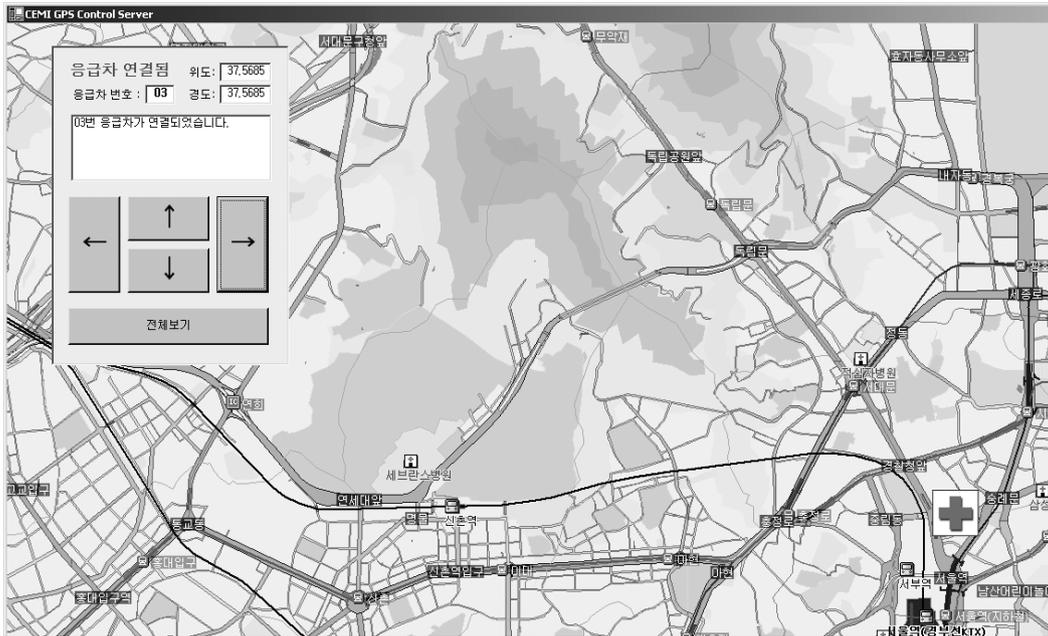


그림 6. 구급차가 연결된 관제센터 화면

데이터베이스로부터 가용병상이 있는 병원 중 사고 발생 지역에서 가장 가까운 순으로 정렬 하여 적합병원으로 선택하도록 한다.

즉, 제어서버에서는 가용병상수가 남아있는 병원 중 사고 현장에서 가장 가까운 병원을 선택하여 응급차로 알려주게 된다. 이것은 프로그래밍 상으로 하지 않고 SQL(structured Query Language) 문을 사용하여 데이터베이스로부터 조건검색을 하여 검색하도록 한다.

7. 시스템 평가 시뮬레이션

앞서 디자인한 시스템 도입 후의 효과를 평가하기 위하여 현실적인 테스트가 어려운 현장 테스트대신 시뮬레이션 프로그램을 제작하고 응급 통계 데이터를 이용하여 환자의 이송시간에 영향을 주는 항목들을 적용 하였다.

현재의 응급정보체계에서의 적합병원 검색은 크게 2가지 이유로 이송 시간을 지연시킨다. 첫 번째는 전화를 받은 직원이 구급차부근의 병원들의 가용 병상 수를 일일이 알아보면서 선정할 때에 생기는 지연이고 두 번째는 구급차의 병원선정 의뢰

시에는 가용병상 수가 있었으나 환자를 이송하는 도중에 가용 병상 수가 다 차서 다른 병원으로 재 이송 해야 하는 경우이다. 따라서 이 2가지 항목을 적용하여 시뮬레이션이 동작하도록 하였으며 이런 항목을 적용하여 만든 시뮬레이션 프로그램은 <그림 8>과 같으며, 순서도는 <그림 9>와 같다.

8. 시뮬레이션 결과

설계한 위치 관제 시스템을 이용하여 서울 시내 여러 곳에서 적합 병원을 선정 받는데 걸리는 시간을 측정하였다. 시간 측정은 응급차 측 시스템에서 도착 병원 요청을 하기 시작한 때로부터 적합 병원을 선정 받아 화면 출력이 이루어지는데 까지 걸리는 시간을 측정하였다. 총 10회 이상의 테스트를 실시한 결과 1초 미만의 시간으로 측정되었으며 이송시간은 24분 미만으로 계산되었다. 실제적인 통계치를 입력한 시뮬레이션 시행 결과는 <표 3> 과 <그림 10>과 같다.

국내 대도시 5군데와 전국 모두 시스템 도입 후가 현저하게 이송시간이 단축되는 것으로 나타났다. 도시 별로 차이는 있지만 평균적으로 9~12분정도의 시간 단축이 되는 것으로 나타났다. 대도시 이외의 지역에서 평균적인 환자 이송시간이 길므로 전국

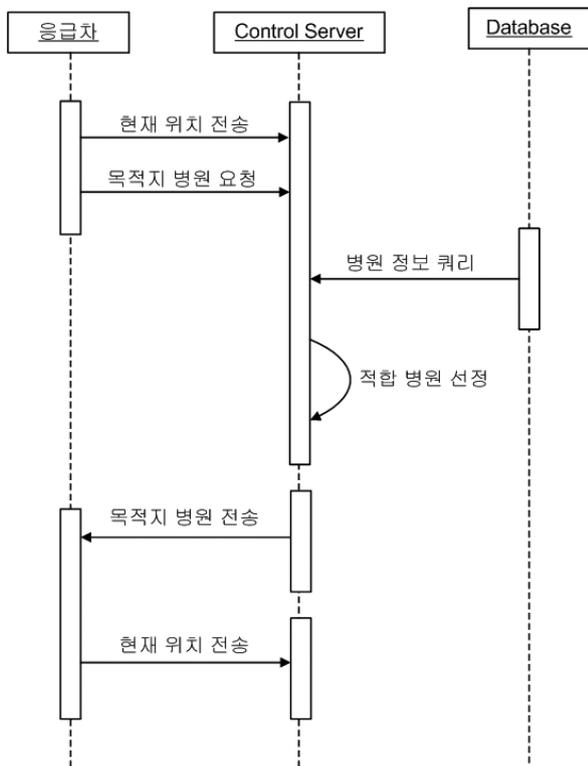


그림 7. 제어 서버 시퀀스 다이어그램

평균 데이터는 대도시보다 이송시간이 더 길게 측정되었다.

실험 자체가 랜덤 함수를 이용한 시뮬레이션이다 보니 응급 환자 발생 건수가 적은 지역에서는 매 실험 시 마다 이송시간의 편차는 약간씩 있었으며 그 편차는 최대 5초 내외였다. 응급환자 발생 건수가 가장 많은 전국 평균 데이터는 시뮬레이션 구동 시 마다 1초 정도의 편차가 생겼다.

Ⅲ. 토의 및 결론

실험 결과 등을 보면 시스템을 도입 시에는 평균 10분 내외의 이송 시간 단축이 일어나는 것을 확인할 수 있다. 분초를 다투는 응급상황에서 10분이란 수치는 수많은 생명을 살릴 수도 있고 불구를 면하게 할 수도 있는 의미 있는 수치이다. 평균적인

표 2. 환자 이송에 영향을 미치는 항목

위치 관제 시스템 도입 환경	1) 시스템 접속 및 적합 병원 탐색 시간: 응급차에서 사고 발생 버튼을 누른 후 가야 할 이송 병원 이름을 지정 받는데 까지 걸리는 시간 2) 환자 이송에 걸리는 시간: 이송 병원을 지정 받은 후 응급실까지 이송하는데 걸리는 시간
현 응급정보 체계의 환경	1) 이송 병원 결정 소요 시간: 사고가 접수된 후 가용 병상이 있는 병원을 찾기 위해 중앙센터 직원이 적합 병원을 찾는데 걸리는 시간 2) 선정 착오나 병원 사정에 의한 재 이송 비율: 도착 후 가용 병상이 없거나 잘못된 병원을 선정하여 다른 병원으로 재 이송 하는 비율 3) 환자 이송에 걸리는 시간: 사고 지점에서 환자를 병원에 이송하는데 걸리는 시간 또는 재 이송의 이유로 다른 병원으로 이송하는 걸리는 시간

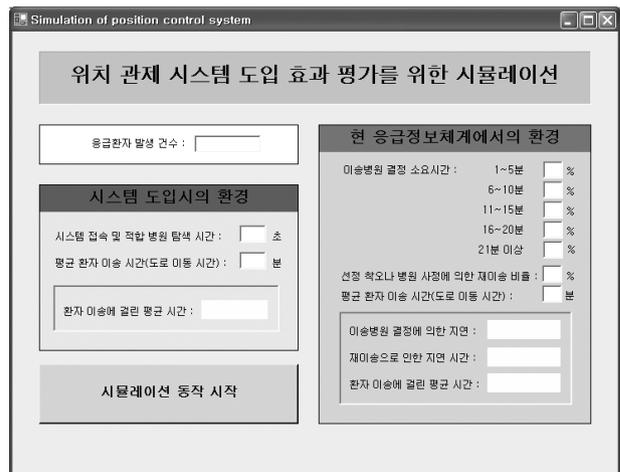


그림 8. 시뮬레이션 프로그램

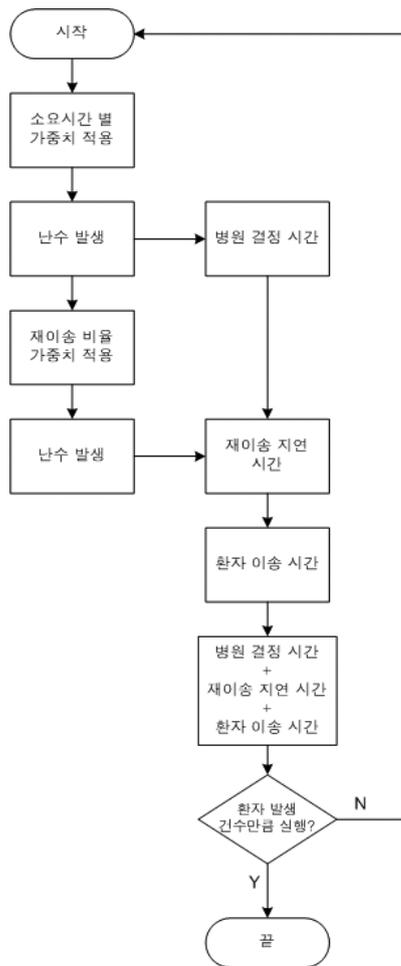


그림 9. 시뮬레이션 순서도

수치가 10분이지만 보통 환자를 현장에서 병원으로 이송하는 시간이 20분이라고 할 때에 재 이송을 한번만 해도 이송시간은 2배인 40분으로 늘어날 수 있으며, 이 시간 동안 응급처치를 받지 못하는 환자는 치명적인 손상을 입을 수도 있다. 환자를 차량으로 이송하는데 걸리는 물리적인 시간은 줄일 수 없더라도 시스템적인 시간만 줄이더라도 평균적으로 전체 이송시간의 약

표 3. 시뮬레이션 결과

도시명	현 응급정보체계 이용시			시스템 도입시		
	병원결정 시간	재이송 지연	총 이송 시간	병원 결정 시간	재이송 지연	총 이송 시간
서울	6분 56초	3분 1초	22분57초	1초	0초	13분
대구	6분 57초	4분 10초	29분 7초	1초	0초	18분
대전	6분 54초	5분 4초	33분 58초	1초	0초	22분
부산	6분 55초	3분 45초	26분 40초	1초	0초	16분
광주	6분 59초	3분 54초	27분 53초	1초	0초	17분
전국	6분 58초	5분 34초	36분 32초	1초	0초	24분

30% 이상은 단축시킬 수가 있을 것이다.

이 시스템을 도입할 때에는 실험 측정값인 이송시간 단축 외에도 부가적인 장점을 더 얻을 수 있게 된다. 첫째, 응급차의 위치가 실시간으로 응급센터로 전송되기 때문에 이를 저장하도록 하면 의료사고 발생시 환자의 총 이동경로를 추적할 수 있게 된다. 환자의 사고 발생시간, 환자가 이송에 걸린 시간, 환자가 병원에 도착한 시간 등을 수기로 기록할 필요 없이 자동으로 시스템에 기록할 수 있는 것이다. 두 번째로 구조사의 성향에 따른 병원 선정을 막을 수 있다. 객관적인 데이터를 통하여 병원을 지정하므로 응급차는 반드시 지정된 병원으로 가도록 유도하게 되며 이는 구조사의 성향에 따라 자주 들리던 병원으로 가는 등의 상황을 통제할 수 있게 된다. 세 번째로 응급사고가 자주 발생하는 지역의 검색이 가능하다. 사고 위치를 GPS를 이용하여 정확하게 측정이 되고 데이터화되어 전송되는 시스템이기 때문에 어느 정도 데이터가 모인 이후에는 각 지역 중 응급사고가 집중적으로 나타나는 지역을 확인할 수가 있고 그 원인을 분석하여 동일 사고의 예방 대책을 세울 수 있을 것이다. 네 번째는 응급센터의 업무량 감소적인 부분이다. 시스템적으로 자동으로 병원선정이 이루어진다면 전화 응대자가 가용병상 수를 입력으로 찾는 때보다 업무량은 감소하게 될 것이다.

참고 문헌

- [1] 중앙응급의료센터, <http://www.nemc.go.kr>
- [2] 서울응급의료정보센터, <http://www.se-emc.or.kr>
- [3] http://www.se-emc.or.kr:90/lcd_er_show.asp
- [4] 소방방재청, 2005년도 구급활동실적 <http://www.nema.go.kr>
- [5] 안승계, 응급의료정보센터 운영개선 방안, 연세대학교보건대학원, 2006, pp.13-22.

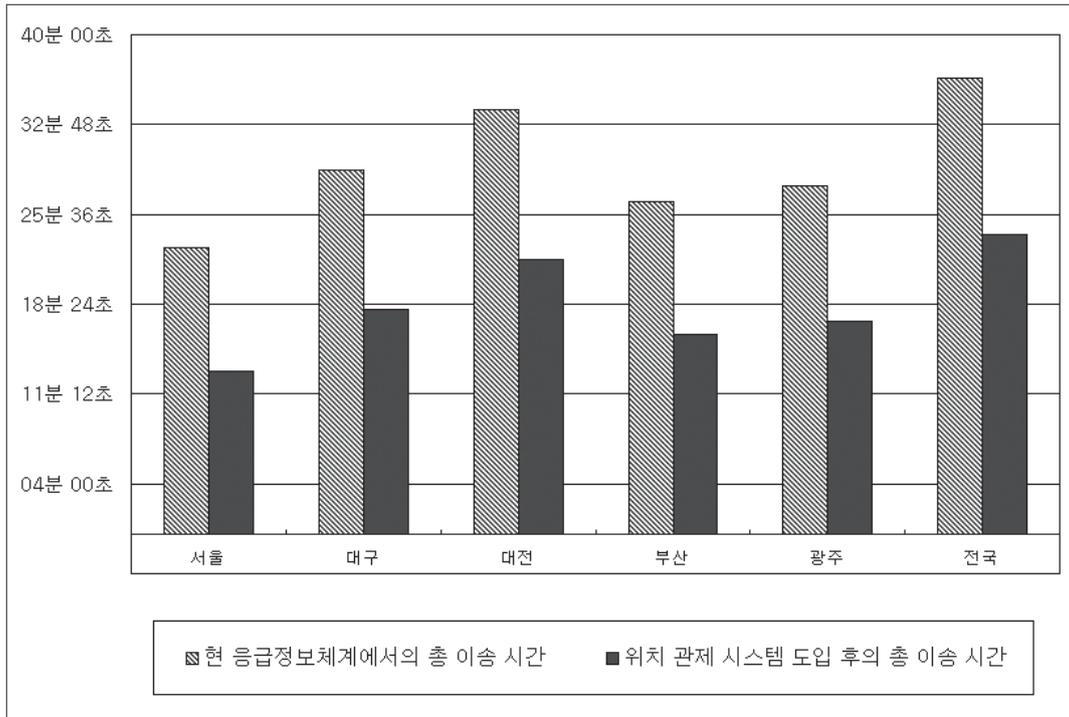


그림 10. 시뮬레이션 결과 그래프

약 력



박 정 진

2005년 연세대학교 공학사
 2007년 연세대학교 이학석사
 2007년~2009년 씨앤비텍 기술연구소 연구원
 2009년~2010년 셀런 기술연구소 주임연구원
 2010년~현재 삼성전자 책임연구원
 관심분야: Cloud Computing, Mobile Printing



유 선 국
(교신저자)

1981년 연세대학교 공학사
 1985년 연세대학교 공학석사
 1989년 연세대학교 공학박사
 2002년~2009년 이동형 응급의료 정보시스템 개발센터 소장
 1995년~현재 연세대학교 의과대학 의학공학교실 조교수, 부교수, 교수
 관심분야: 원격의료, 의료정보 디바이스, 의료영상처리