

응급차량을 위한 최적경로안내시스템

Optimal Route Guidance System for Emergency Vehicles

이태수* · 김성삼** · 유환희***

Lee, Tae Soo · Kim, Seong Sam · Yoo, Hwan Hee

요 旨

우리나라 응급의료체계의 구축은 선진국이 1960년대 초 시작한 반면 1980년 이후 구축되기 시작하여 아직까지 미흡한 편이다. 사고 및 재해 발생시 응급환자에 대한 적절한 처치는 관련정보가 빠르게 전달되고, 적절하게 사용되어 응급환자로 하여금 지체시간내에 얼마나 적합한 응급의료서비스를 수혜토록 하느냐가 가장 중요하다.

이를 위해 본 연구는 의료기관, 소방서 등 의료체계의 실태조사를 통하여 현재의 응급의료체계의 현황과 문제점을 분석하였다. GIS를 이용하여 119구급차 등 응급차량이 가는 경로와 일반 시민들이 이용할 수 있는 응급경로탐색에서 많은 영향을 미치는 교통요소, 좌회전, 우회전, 경유지, 시간대별 교통량을 고려하였다. 그리고 환자의 상태에 따른 병원을 찾도록 정보를 제공하였다. 이러한 교통요소 및 병원에 대한 정보를 제공함으로써 보다 나은 환자이송에 최적경로를 제시하고자 하였다.

1. 연구배경 및 목적

최근 들어 빈번히 발생하는 대규모 재난, 재해시에 드러난 우리의 재해관련 종합적 대처 역량의 부족은 안전한 상태에서 삶을 영위할 국민의 기본권을 보장하기에 미흡한 면이 있다 하겠다. 응급의료 서비스의 질을 높이고, 응급환자의 생명을 보호하기 위한 응급의료 서비스 시스템의 구축은 절실히 필요하다. 이를 위하여 우리나라의 경우 119소방구급대, 129응급 환자 정보센터, 24시간 구명안내 센터, 인명 구조단 등의 응급의료 서비스기관으로 나타나고 있다. 그러나, 이러한 각각의 응급의료센터간에는 응급의료 서비스 시스템의 구축부재로 적절한 연계와 체계적인 출동이 이루어지지 못하고 있다.

따라서, 사고 및 재해 발생시 응급환자에 대한 적절한 처치는 관련정보가 빠르게 전달되고, 적절하게 사용되어 응급환자로 하여금 지체시간내에 얼마나 적합한 응급의료 서비스를 수혜토록 하느냐가 가장 중요하다. 응급환자의 지체시간은 생명과 직결된 중요한 문제이며 또한 응급환자가 필요로 하는 치료가 이루어질 수 있는가 하는 인자도 시간과 매우 밀접한 관련이 있다.

즉, 응급의료 서비스 구축에 있어서 출동시간의 단축여부와 병원의 정보는 응급의료 시스템에 있어서 매우 중요한 부분이다. 즉, 최단시간에 출동하여 환자의 상태에 적절한 병원을 찾아서 후송하는 것은 응급의료체계의 매우 중요한 역할이다.

이를 위해 본 연구는 우리나라의 재난재해체계 및 의료기관, 소방서, 129 등 응급의료체계의 실태조사를 통하여 현재의 응급의료체계의 현황과 문제점을 분석하였다. 그리고 의

*준회원 · 경상대학교 건설공학부 도시공학과 석사과정 · 055-751-5321(E-mail:daybomb@hanmail.net)

**준회원 · 경상대학교 건설공학부 도시공학과 박사과정 · 055-751-5321(E-mail:kimss333@hanmail.net)

***정회원 · 경상대학교 건설공학부 도시공학과 교수 · 공학박사 · 055-751-5321(E-mail:hhyoo@nongae.gsnu.ac.kr)

국의 응급의료체계 현황을 파악하고, GIS를 이용하여 빠른 시간내에 병원에 도착할 수 있도록 최적경로탐색에 관해 연구하였다. 119 응급구급차와 기타 병원응급구급차가 가는 경로와 일반 시민들이 이용할 수 있는 응급경로탐색에서 많은 영향을 미치는 교통요소 즉, 좌회전, 우회전, 경유지, 시간대별 교통량을 고려하였다. 많은 교통요소를 고려함으로써 최적경로탐색에 신뢰성을 가지게 함으로써 재난응급경로탐색에 유용하도록 하였다.

2. 재난 응급의료체계의 유형

2.1 민방위형의 재난방지체계(civic defense model)

일상적인 응급의료체계와는 관련이 없는 별도의 응급의료체계를 구축하며 재난 현장에서 민방위대 또는 자원봉사자를 활용하여 구조 및 처치를 하는 방법으로 현장에서 재해자에게 단지 기본적인 도움만을 제공하고 재해자를 병원으로 신속히 후송하는 것을 원칙으로 한다.

2.2 응급의료체계형의 재난방지체계(EMS model)

일상적인 응급의료체계를 운영하는 자원이 재난의학적 처치를 하도록 운영하는 방법을 말한다.

2.2.1. 응급의료체계의 단계

- ①현장단계 : 응급환자가 발생하였다는 신고가 접수되는 동시에 현장으로 응급차량과 인원을 출동시켜서, 환자가 발생한 현장에서부터 응급처치를 시행하는 단계
- ②이송단계 : 응급환자를 현장으로부터 병원까지 이송하기 위한 단계
- ③병원단계 : 응급환자가 응급센터에 도착하여 신속하고 전문적인 응급처치를 받는 단계

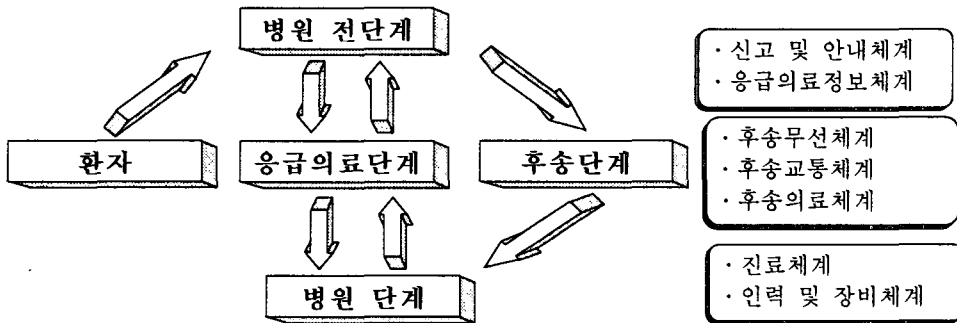


그림 1. 우리나라의 응급의료체계 구성도

3. 최적경로 알고리즘

3.1. 외판원 문제(salesman problem)

최적 경로탐색의 알고리즘은 TSP의 해법으로, 외판원문제는 한 외판원이 본사를 출발하여 그의 고객이 있는 모든 도시를 두 번 이상 방문하지 않고 반드시 한 번은 방문하고 본사로 돌아오는 최소비용의 순환로를 찾는 문제이다.

외판원문제는 우체부문제와 거의 같은 방법으로 네트워크로 모형화된다. 방문해야 할 도시가 교점이 되고 도시간의 도로구간이 호가 되며 도로구간에서 소요되는 비용(또는 도로구간의 길이)이 호의 비용 파라미터가 된다. 특정의 교점을 출발하여 각 교점을 정확하게 한 번만 방문하고 원점으로 되돌아오는 최소비용의 순환로가 최적해이다.

3.2. 교차로 제약이 있는 네트워크 변환

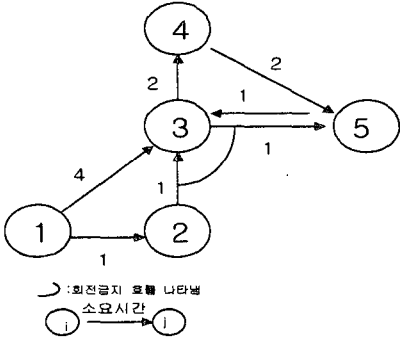


그림 2. 교차로가 있는 네트워크

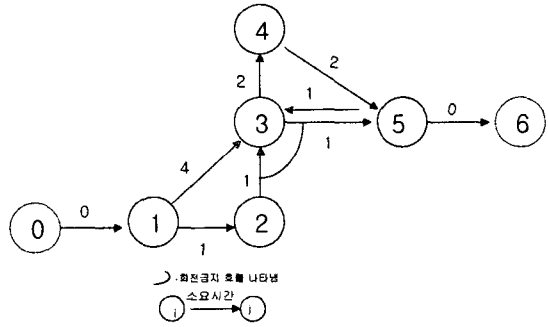


그림 3. 점과 호를 추가한 후의 네트워크

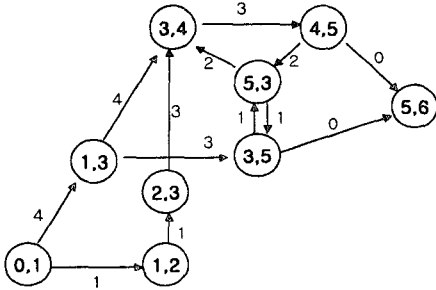


그림 4. 변환된 네트워크

교차로	지연시간
①→②→③	0
①→③→④	2
①→③→⑤	2
②→③→④	1
③→④→⑤	1
④→⑤→③	1
⑤→③→④	0
③→⑤→③	0
⑤→③→⑤	0

그림 5. 교차로 지연시간

그림2에서 점②에서 점③으로 진입하여 점⑤로는 갈 수 없다. 즉 점②→점③→점⑤는 갈 수 없는 경로이다. 또한 그림5로부터 점①→점③→점④로 갈 때 교차로인 점③에서의 지연시간은 2임을 알 수 있다. 그림3과 같이 점①과⑥을 첨가한다. 점①에서 출발한 ①로 가는 호를 추가하고 도착점⑤에서 점⑥으로 가는 호를 첨가한다. 물론 호(①,①)은 회전 지연 없이 점 ①에서 나가는 모든 호를 통해 빠져나갈 수 있으며 점⑤로 들어오는 모든 호는 회전 지연 없이 호(⑤,⑥)을 통해 점⑥으로 갈 수 있다. 그림4는 교차로 제약이 암묵적으로 고려된 변형된 네트워크로 그림3의 각 호가 그림4의 한 점에 해당된다. 예를 들어, 그림3의 호(①,③)이 그림4의 점<1,3>이 된다. 그리고 그림4의 각 점의 이웃점은 그림3의 해당호의 이웃한 호들에 대응한다. 여기서 어떤 호의 이웃한 호들에 대응한다. 여기서 어떤 호의 이웃한 호란 그 호의 도착점을 출발점으로 하는 호들 중에 교차로 금지가 없는 호를 말한다. 그림3에서 호(①,③)의 이웃한 호의 집합은 {(③,④),(③,⑤)}이다. 그림4의 점<1,3>의 이웃한 점은 점<3,4>와 점<3,5>이 된다. 그림4의 호(<a,b>,<b,c>)의 길이는 그림3의 호(b,c)의 길이와 그림3의 a→b→c의 교차로 지연시간을 합한 값이다. 예를 들어 그림4에서 호(<1,3>,<3,4>)의 길이는 4가 되는데 이는 그림3의 호(③,④)의 길이

2와 점①→점③→점④의 교차로 지연시간2을 더한 값을 알 수 있다. 또한 그림4에서 출발점은 점<0,1>이고 도착점은 점<5,6>이 된다. 변형된 네트워크에서는 기존의 Dijkstra 방법을 사용하여 최단경로를 구할 수 있다.

4. 진주시 구조 및 구급활동현황

4.1. 진주시 소방서 일반현황

진주시 소방서에서 2002년 1월부터 6월까지 구조대의 구조 및 구급활동일지를 기반으로 한 자료로서 표1, 2, 3은 진주시 구조 및 구급활동과 사고장소별 구조건수를 나타낸 것이다.

표 1. 구조 활동 현황

구분	출동건수	처리건수	구조인원	미처리 건수	일일평균 구조건수
2001. 6	706	476	397	230	3.9건
2002.6	680	500	640	180	3.8건
전년대비	-26	24	243	-50	
증감(%)	-3.6	5	61.2	-21.7	

표 2. 사고장소별 구조건수

구분	계	주택 아파트	공장 작업장	차량 도로상	사무실	하천 바다	지하 맨홀	산	기타	
년도	2001.6	476	175	19	149	9	13	·	21	90
	2002.6	500	133	6	236	30	12	3	7	73
	증감 (%)	24 (5)	-42 (-24)	-13 (-68)	87 (58.3)	21 (238)	-1 (-7.6)	3 (100)	-14 (-66)	-17 (-18.8)

표 3 구급 활동 현황

구분 연도	출동 건수	이송 건수	미이송 건 수	이 송 환자수 (명)	환자 구분(명)						
					교통 사고	사고 부상	급성 질환	만성 질환	약물 중독	임산부	기타
'01.6월	6789	5108	1681	5346	821	1071	1199	1645	118	36	456
'02.6월	6336	4642	1694	4907	878	951	1157	1344	132	38	407
증 감 (%)	-453 (-6.6)	-466 (-9.1)	13 (0.7)	-439 (-8.2)	57 (6.9)	-120 (-11.2)	-42 (-3.5)	-301 (-18)	14 (11.8)	2 (5.5)	-49 (-10)

5. 재난응급의료체계의 최적경로안내 시스템 개발

본 연구에서 대상지역은 소방서가 있는 공단지역을 중심으로 범위를 정하였으며 실제로 소방서의 구급차가 이동한 경로일지자료를 근거로 최적경로안내 시스템에 시행했을 때 차이를 비교하였다.

5.1 데이터의 구축

본 연구에 사용된 데이터는 2002년 1월부터 7월까지 진주시 소방서구급차의 구급활동 일지와, 2000년 11월 24일과 2001년 11월 9일에 조사한 교차로 교통량데이터를 근거로 하였다. 도로데이터와 건축물데이터에서 도로데이터는 1/5000수치지도에서 진주시 주간선 및 보조간선에 해당하는 주요도로를 구성하고, 지구별 소로망 결정조서를 참고자료로 새주소체계의 소로 및 골목길에 해당하는 도로를 구성하였다. 도로에 대한 속성정보는 도로명, 도로기종점, 도로연장, 시간대별교통량으로 구성하였으며 건물데이터는 직접 병원 및 소방서, 경찰서, 시청 등 관계기관을 방문하여 자료 조사하였으며 속성데이터로 구축하였다.

5.2 시스템의 구현

재난응급의료 및 최적경로탐색 기능을 중심으로 한 데스크탑 기반의 시스템을 Visual Basic 6.0과 MapObjects 2.1로 개발하였다. 시스템 자료처리는 입력, 공간분석, 정보표시 과정으로 구성되며, 교통정보와 구/신주소의 입력과정을 거쳐 최단경로와 최적경로를 공간분석하고 공간분석 및 속성검색을 통한 자료들을 표시하는 과정을 거치게 하였다. 그림 6은 본 시스템의 자료처리 과정을 나타낸 것이다.

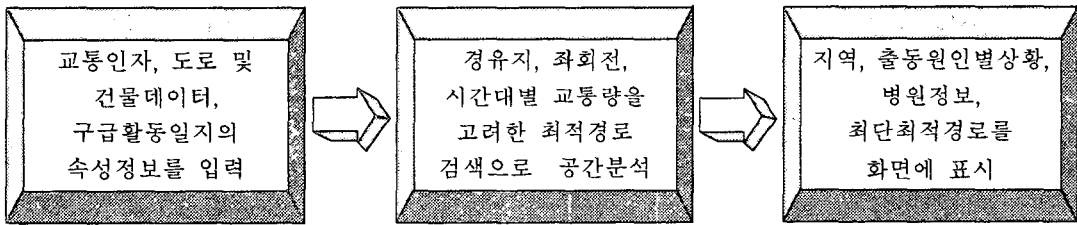


그림 6. 시스템 자료처리 흐름도

6. 응급의료경로탐색 시스템의 기능 구현

6.1 경유지, 좌우회전, 고려한 최단경로 검색

일반적으로 최단경로라면 도로길이만 고려한 경로였는데 실지에 적합하게 교차로의 좌회전, 우회전뿐만 아니라 도로의 기점과 종점을 선택하고 경유지를 선택함으로써 유동적인 경로 선택을 할 수 있다.

6.2 교통량을 고려한 최적경로 검색

기존의 교통량을 바탕으로 출근시간과 퇴근시간의 첨두시간에 따라 최적경로를 선택함으로써 보다 나은 경로를 이용할 수 있다.

6.3 주변시설 및 관련정보 검색

사고지점에서 수술과 응급처치가 가능한 병원을 찾을 수 있을 뿐만 아니라 월별 구조건수 및 구조인원, 사고장소별 구조건수 및 구조인원, 환자별, 시간대별 구급 활동 현황과 교차로마다 시간대별 직진, 좌회전, 우회전 교통량, 예정된 도로공사 등을 검색할 수 있다.

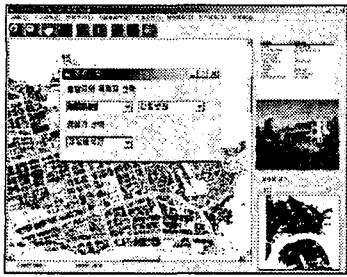


그림 7. 경유지를 고려한 최적경로

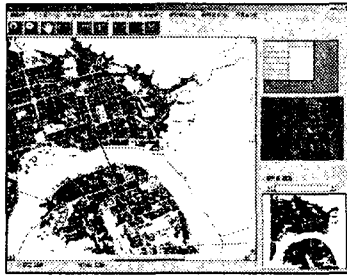


그림 8. 교통량을 고려한 최적경로

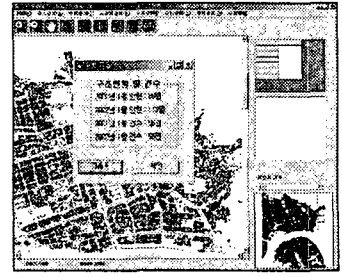


그림 9. 월별 구조건수 및 현황

7. 결론

본 연구에서는 재난응급의료 경로안내시스템을 최단 및 최적경로알고리즘을 이용하여 MapObjects 2.1과 Visual Basic 6.0으로 개발구축함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 재난응급의료 경로안내시스템을 외관원문제에 대한 알고리즘과 네트워크를 변환시킨 후 Dijkstra 알고리즘을 기본으로 개발하였으며 재난응급의료체계에서 가장 중요한 환자 이송시간에 영향을 미치는 교통인자들, 좌회전, 교차로, 시간대별 교통량 등을 고려하여 시스템을 개발하였다.

2) 교통인자들을 고려한 재난응급의료경로 안내시스템을 개발하여 소방서 구급차가 실제로 이송한 경로들과 비교검증 하였으며, 경유지 및 좌회전을 고려함으로써 최단경로의 신뢰성이 높아짐에 따라 이송시간을 줄일 수 있음을 검증하였다.

3) 재난응급의료체계의 현황과 문제점을 분석했으며, 시간, 장소별 구조현황과 수술가능여부, 입원가능 병실 보유현황 등 병원에 대한 정보를 미리 파악함으로써 응급시 신속, 정확하게 대처할 수 있는 기회를 마련하게 되었다.

8. 참고문헌

1. 강맹규(2001) 네트워크와 알고리즘, 박영사
2. 남궁성(1996) 전문가시스템을 이용한 최적경로탐색 시스템의 개발, 한양대학교 박사학위 논문
3. 이임순(1998) 지리정보체계(GIS)를 이용한 응급의료 정보서비스 시스템 구축, 경희대 석사학위논문
4. 소경숙(2001) GIS를 이용한 교통정보 제공시스템 개발에 관한 연구, 서울시립대 석사학위논문
5. 김규종(1992) 129 응급의료체계에 대한 고찰, 서울대 석사학위논문
6. 이종연, 남광우(2000) 최단시간 경로 검색을 위한 지능형 지리정보시스템, 컴퓨터정보학회, 제8권 제2호
7. 박찬규, 박순달, 진희채(1998) 교차로 제약과 지연이 있는 네트워크에서 최단경로탐색, 한국경영과학회지 제23권 3호
8. 최기주(1995) U-TURN을 포함한 가로망 표현 및 최단경로의 구현, 대한교통학회지 제13권 제3호 pp 35-52
9. ESRI(2001) Emergency response data without the web: mapobjects solution
10. ESRI(2001) Emergency response management in the city of san diego