

무선통신을 이용한 응급차량 우선신호 운영전략에 관한 연구

An Operational Strategy for Emergency Vehicle Preemption by Wireless Communication

유혜천

(서울시립대 교통공학과, 석사과정)

김영찬

(서울시립대 교통공학과, 교수)

Key Words : ITS, Emergency Vehicle Preemption(EVP),

목 차

I. 서론

1. 연구배경 및 목적
2. 연구진행방법

II. 운영전략 개발 및 평가

1. 이론적 배경
2. 해외사례
3. 보행신호와 EVP 처리와 관계
4. EVP 적용을 위한 네트워크 구성 및 전략수립

III. 결론 및 향후과제

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

소방방재청이 발행한 2004년 상반기 화재발생 분석에 의하면, 2004년 상반기(1월~6월)에 총 17,949건의 화재가 발생하였으며, 약 84억원의 재산 손실이 발생하였다. 화재진압 구조대의 보다 신속한 화재발생지점의 도착으로 손실피해액을 현저히 감소시킬 수 있음에도 불구하고, 이면도로의 불법주정차, 접근도로 상의 정체와 지체로 인한 혼잡, 그리고 신호교차로의 교통신호의 연계성의 부재가 신속한 접근을 방해하여 손실의 정도를 심화시키고 있다. 화재발생뿐 아니라 의료, 치안 등의 긴급상황은 접근도로의 여건들을 개선함으로써 피해정도를 완화시킬 수 있을 것이다. 따라서 응급차량의 진행노선에 포함된 신호교차로에서 최우선의 Right-of-Way를 응급차량에게 부여하는 Emergency Vehicle Preemption(EVP)를 활용한다면, 응급차량의 가능한 최소통행시간을 확보하여 신속한 사고발생지점으로의 도착을 가능하게 한다. 이미 EVP를 시행하고 있는 국가들의 경우 빛 혹은 소리로 응급차량을 검지하여 EVP를 운영하는 사례가 있었으나, 본 연구에서는 각 응급차량마다 ID를 부여하고 이를 검지하여 무선으로 인접 신호교차로 제어기와 통신하여 EVP를 적용하는 방식을 채택하였다.

한편, EVP를 적용함에 있어 보행자를 위한 신호현시, 부방

향 차량들과 상충 및 지체로 인한 통행시간 증가, 정지신호로 인하여 대기하는 차량들에 대한 대응방안 등 안전상, 운영상 다양한 고려사항이 발생한다. 해당 교차로상의 정지신호 혹은 장애요소로 인하여 대기하는 차량들의 유무를 고려하고, 응급차량 진행방향과 상충하는 보행신호 상황을 동시에 포함하여 EVP 현시운영방안을 본 연구를 통하여 전략적으로 수립한다. 여기에 덧붙여 EVP의 사후 정상현시운영으로 복귀하는 Recovery/Compensation 과정에서 교차로 모든 방향 차량소통에 있어 기존현시의 균형상태에 이르도록 최적의 전환방법도 중요한 연구내용이다.

2. 연구진행방법

본 연구에서는 기존의 EVP 운영방법을 고찰하고, 적용시의 문제점을 분석하여 해결방안을 강구함은 물론 현실을 고려한 조건들을 만족시키는 시뮬레이터를 선정하여, 신호운영방식을 전략적으로 접근하여, 모의시험을 통해 평가하는 방법으로 수행하고자 한다.

II. 운영전략 개발 및 평가

1. 이론적 배경

1) 우선신호 적용방식(Priority, Preemption)

우선신호기법은 'Signal Priority'와 'Signal Preemption'으로 분류할 수 있다. 'Signal Priority'는 우선신호를 부여해야 하는 차량의 접근이 감지되면 타 현시를 고려하여 최적의 우선신호를 제공하는 기법이고, 'Signal Preemption'은 우선신호에 해당하는 차량 접근시 타 현시를 즉시 종결하고 관련차량에게 현시를 부여하는 기법이다.

(1) Priority

① Passive Priority

해당차량 검지유무에 관계없이 signal priority가 적용되는 기법으로 주로 우선신호 적용차량 운행의 빈도가 높고 교통량이 낮으며 운행패턴을 예측할 수 있는 구간에 적용하는 기법이다.

② Active Priority

우선신호 적용차량의 검지를 통하여 적용하는 방식으로 주로 대중교통에 이용되고 있으며, 이에 해당하는 다양한 기법은 <표 1>과 같다.

<표 1> Active Priority의 기법

기법	내용
Early Green	통과하려는 교차로의 신호가 정지신호를 나타내고 있으며, 우선신호 적용차량이 접근하고 있는 경우, 신호는 녹색으로 전환시켜 차량진행에 우선권을 부여하는 기법
Green Extension	통과하려는 교차로의 신호가 녹색을 나타내고 있으며, 우선신호 적용차량이 접근하고 있을 경우, 녹색시간을 연장시켜 차량진행에 우선권을 부여하는 기법
Actuated Transit Phase	주로 버스전용 좌회전 차로에 적용되는 기법으로, 차량이 검지되면 좌회전 현시를 제공하는 기법
Phase Insertion	정산현시순서에서 우선신호의 진행방향에 해당하는 현시를 삽입하는 기법
Phase Rotation	우선신호 적용차량의 진행현시에 유리하도록 leading과 lagging의 순서를 전환하는 기법
Adaptive /Real-Time	실시간으로 차량들을 검지하여 위에 언급한 방법들을 조합하는 기법

(2) Preemption

Priority와 비교해서 우선신호 적용에 있어 강제성을 나타내고 있어, 소방 및 응급관련 차량등의 긴급차량의 진행 및 철도건설목 인근 신호교차로에서 기존 신호운영을 중지시키고 긴급차량진행 및 열차 접근에 대한 일반차량의 안전성을 보장하기 위하여 우선권을 부여하는데 이용되고 있다.

2. 해외사례

1) BLISS (Brisbane Linked Intersection Signal System)-Brisbane
 처음 제공되었던 BLISS 시스템은 응급차량의 검지정보를 제

공하지 않았다. 응급사건 발생시 해당 소방서 혹은 병원에서 응급처리신호를 수동으로 작동시켜 응급차량진행을 운영하였다. 최대 차량진행전방의 10개 교차로까지 녹색시간과 출발지체를 고려하여 신호를 제어하였다. 이후 대중교통 우선신호를 위해서 제공된 VID(Vehicle Identification)은 응급차량에 적용되어 preemption의 향상에 도움을 주었다.

2) Milwaukee

OPTICOM Based System으로 운영되는 Milwaukee에서는 lift bridge와 함께 preemption이 운영된다. 이 지역의 특징은 우선신호로 제어되는 교차로에 lift bridge가 인접해 있으며 교차로에 높은 보행자 교통량이 있다. 또한 도심의 경우 일방통행으로 인한 응급차량의 역주행이 불가피한 상황이다. 따라서 응급차량의 출발과 동시에 역주행해야 하는 도로구간이 발생하게 되며, 해당 교차로로 유입되는 차량을 제한하기 위하여 해당 교차로의 보행신호는 적색으로 유지한다.(2000년 이후에는 양방향으로 개선). Preemption 현시를 30초로 적용시키고 있다. 소방서에서의 차량 출발이 지연되거나 2대 이상의 다수의 응급차량이 출발 경우 additional extension preemption을 30초 단위로 연장시킨다.

3) OPTICOM Houston, TX , Vicenza, Italy

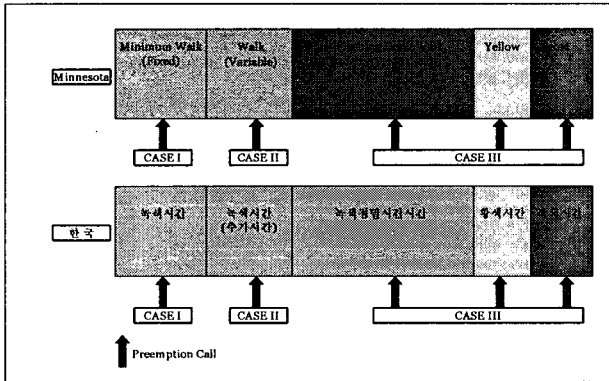
미국의 Houston시를 관할하는 소방서 두 곳과 관련된 22개의 신호교차로에 OPTICOM을 설치하여 운영하고 있다. 가장 큰 특징은 응급차량의 신속한 이동을 위하여 차량도착 500m 전방에서 감지하여 신호운영체계를 preemption으로 자연스럽게 전환시키는 점이다. OPTICOM based system의 경우에 최대 2500ft(약750m)의 검지거리를 보이고 있으며, 이는 시스템 사양별 편차가 있다. 이탈리아 Vicenza시 역시 OPTICOM을 채택하여 치안, 응급, 소방 관련 긴급차량에게 우선신호를 부여하였다. 네델란드, 영국에서도 이와 유사한 방식을 사용하고 있다. 이탈리아의 Vicenza시의 경우 시험운영기간의 첫 3개월간 preemption 적용 결과, 41개의 신호교차로를 통해 기존 신호체계에서 제공하지 않았던 우선신호를 제공할 수 있어 신속한 응급차량의 소통을 보장해 주었다.

3. 보행신호와 EVP 처리의 관계

Emergency Vehicle Preemption(EVP)를 적용함에 있어 응급차량의 접근시 신속하게 EVP처리를 위한 현시운영으로 전환이 가장 중요한 핵심이다. 그러나 이런 과정에서 교차로를 횡단하고 있는 보행자의 안전성 보장이 우선 해결되어야 하는 과제이다. Preemption call 이 수신되어 모든 접근로의 횡단 보도를 이용하고 있는 보행자들의 횡단을 중지시키려할 때 횡단에 필요한 최소보행자신호를 고려하여 안전한 횡단을 보장하고 나서, preemption control을 적용시켜야 한다. 여기서 유념하여야 할 점은 preemption이 적용되고 있는 시간동안 모든 방향의 보행신호는 정지신호로 운영되어 응급차량의 모든 방향(직진, 우회전, 좌회전) 진행을 용이하게 하여야 한다는 점이다.

1) 상황별 보행신호종결 전략

응급차량이 교차로에 접근할 때, 보행신호는 다양한 상황에서 보행신호를 종결시킬 수 있다. <그림 1>은 미국 미네소타주에서 적용하고 있는 보행신호 상황별 preemption call 접수시 종결방법을 제시하고 있으며, 우리나라의 조건에 대응하여 적용해 보았다.



<그림 1> 보행신호상황별 preemption call 수신

① CASE I

최소녹색시간을 종결시키고 추가녹색시간(variable walk)은 생략하고 녹색점멸시간(flushing don't walk)으로 전환시킨 후 보행신호를 종결한다.

② CASE II

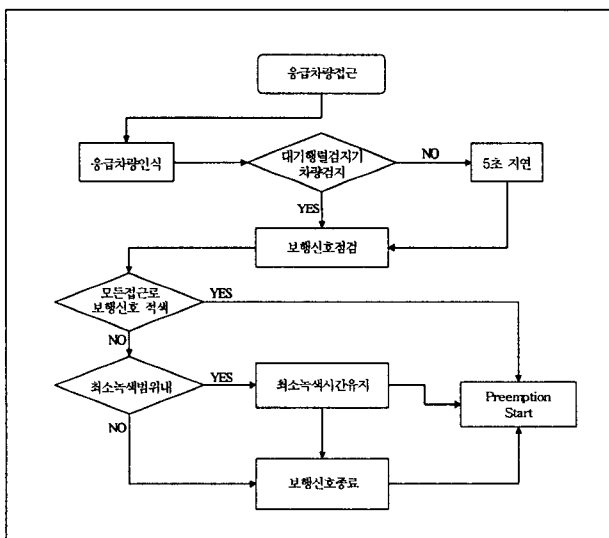
Preemption call이 접수되면 즉시 녹색점멸시간(flushing don't walk)으로 전환시킨 후 보행신호를 종결시킨다.

③ CASE III

Preemption call이 접수되었을 당시의 현시를 기존 스케줄에 의거하여 진행시킨다.

2) 보행신호종결 및 preemption 개시전략

응급차량의 접근에 따른 보행신호 종결과 preemption 제어개시 전략을 아래 <그림 2>과 같이 작성하였다.

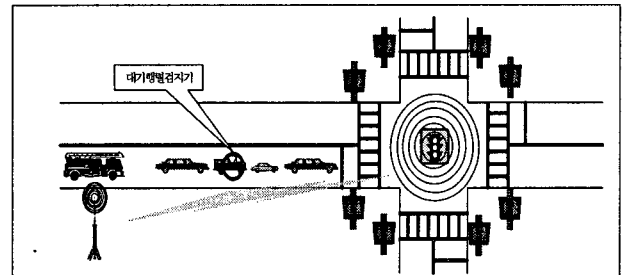


<그림 2> 보행신호를 고려한 preemption 수행절차

4. EVP 적용을 위한 네트워크 구성 및 전략수립

1) Preemption 적용을 위한 신호교차로 layout

<그림 3>을 통해 제시하고 있는 응급차량 우선신호를 위하여 응급차량의 접근을 검지할 수 있는 가로변 검지기와 응급차량의 접근에 따른 교차로 접근로상의 대기하고 있는 차량들의 상태를 파악할 수 있는 대기행렬검지기, 마지막으로 교차로 내부에 설치되어 응급차량의 교차로통과를 인식할 수 있는 exit detector가 있다.



<그림 3> Preemption 신호교차로 개념도

2) 구성요소들의 다양한 위치 변화

대기행렬검지기를 설치하여 route clearance의 개념을 적용하였다. 대기행렬검지기의 위치는 정지선을 기준으로 상류부로 100m, 150m, 200m의 지점에 설치하여 각각의 상황에서의 네트워크 전반의 통행시간 변화를 모의시험을 통해 알아본다. 또한, 응급차량이 접근하여 preemption call이 발생하였을 때, 대기행렬검지기상에 차량의 유무를 점검하여 차량이 점유하고 있으면 해당교차로의 보행신호를 점검한다. 만약 대기행렬검지기상의 차량점유가 검지되지 않았을 경우, 보행신호점검을 5, 10, 15초 후 각각 실시한다. 마지막으로 응급차량의 접근을 검지하는 가로변 검지기의 위치 역시 300m, 350m, 400m의 지점으로 변화를 주어 통행시간의 변화를 알아본다. 앞의 해외사례에 의하면 OPTICOM 방식에서는 응급차량이 접근하면 통상 정지선 500m 전방에서 인식하여 preemption control으로 전환시키고 있지만, 국내의 경우 500m 혹은 그 이상의 거리를 적용하여 가로변 응급차량 검지기를 설치하여 운영하기엔 교차로별 거리가 상대적으로 짧은 경향이 있어, 300~400m의 설정값을 적용하였다.

위에서 언급하였듯이, 교차로에 접근하는 응급차량에게 우선신호를 부여하기 위한 전략으로 preemption call 이 수신되면 응급차량이 횡단할 신호교차로의 현시운영 중 보행신호를 고려하여 preemption control mode로 전환되어 교차로 내 설치되어 있는 exit detector가 응급차량의 완전한 교차로 통과를 인식할 때까지 유지시킨다.

2) EVP의 평가방법

EVP를 적용함으로써 본 연구를 위해서 구성된 신호교차로 네트워크상의 변화를 알아보기 위하여 효과척도를 선정할 필요가 있다. 응급차량의 통행시간 변화, 다른 일반차량의 통행시간 변화, 네트워크 정지지체의 변화를 통해 시스템을 평가해 보았다.

2) Preemption이 적용중인 신호교차로의 환경

- 응급차량의 전방향 진행을 위하여 직진, 좌회전, 우회전 현 시를 제공함
- 모든 접근로의 횡단보도 보행신호는 정지신호로 제어
- 해당교차로는 preemption call을 수신하면 응급차량의 접근과 preemption control을 알려줄 수 있는 보조장치를 설치하여 일반차량과 보행자들에게 정보를 제공하여 안전성을 부여

III. 결론 및 향후과제

발표당일 최종자료 제작 후 배포예정.

참고문헌

1. 消防防災廳 防護課, 2004년 상반기 화재발생 분석, 2004
2. Fox, K., Chen, H., Montgomery, F., Smith, M., Jones, S., *Selected Vehicle Priority in the UTM Environment (UTMC01): Literature Review*, Reference No. SPRUCE/1A, 1998