

실시간신호제어시스템에서의 오프셋전이 알고리즘 정립에 관한 연구

Study on the Establishment of Offset Transition Algorithm
in Real-Time Traffic Signal Control

황인택

(서울대학교 환경대학원, 석사과정,
int78@hanmail.net)

이영인

(서울대학교 환경대학원, 교수,
yilee@snu.ac.kr)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구의 배경
 - 2. 연구의 목적
 - II. 선행연구 및 관련이론 고찰
 - 1. 선행연구 고찰
 - 2. 관련이론 고찰
 - III. 알고리즘의 정립
 - 1. 한주기 오프셋전이 알고리즘의 근거
 - 2. 연구방법론
 - 3. 주기의 전이 발생
 - IV. 알고리즘의 효과분석
 - 1. 시뮬레이션 모형선택
 - 2. 분석자료 수집
 - 3. 시나리오 설정
 - 4. 신호시간설계
 - 5. 결과 및 해석
 - V. 결론 및 향후연구과제
- 참고문헌

I. 서론

1. 연구의 배경

실시간신호제어시스템이란 도로에 설치된 차량검지기기에 의해 수집된 자료를 분석하여 현장의 실제 교통량에 가장 적합한 신호주기 및 신호현시를 자동으로 조절하고 운영하는 교통신호제어시스템이다. 실시간신호제어를 통해 도시교통의 동적관리를 능동화하고, 양질의 교통정보를 제공하며 교통상황에 맞는 신호제어시스템의 도입이 가능하다.

실시간신호제어시스템에서, 연동방향 혹은 주기가 변화하는 경우에 오프셋과 교차로간의 주기의 시점을 맞추기 위해서 오프셋전이 필요한데, 현재 실시간신호제어시스템에서는 단일주기에 너무 많은 양의 전이를 수행하는 것을 지양하고 있다. 통상적으로 3주기에 걸쳐 오프셋값의 변화에 따른 주기길이 변화가 발생하게 되고,

최근의 최적주기 오프셋과 이전 최적주기의 오프셋의 차이에 따라 비중요교차로의 주기를 증가시킬 것인지, 감소시킬 것인지를 결정하게 된다. 하지만 기존의 실시간신호제어시스템에서는 세주기마다 주기길이를 변화시킬지, 그대로 유지할지에 대한 여부를 파악하고, 주기길이를 변화시킬 필요가 있을 때 세주기마다 한 번씩 주기길이를 조정하기 때문에 교통상황에 변화에 민감하게 반응하지 못하는 단점을 가지고 있다. 따라서 주기마다 주기길이의 변화여부를 파악하고 변화가 필요할 시, 한주기만에 주기길이 변화한다면 교통상황의 변동에 대해 보다 능동적인 대응이 가능할 것이다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 교통변동상황을 효율적으로 반영하지 못하는 기존의 점진적 오프셋전이 알고

리즘과 비교하여, 보다 현실상황을 반영할 수 있도록 신호교차로의 지체를 최소화할 수 있는 옵셋전이 알고리즘을 개발하였고, 시뮬레이션을 통해 효과를 분석하였다.

II. 선행연구 및 관련이론 고찰

1. 선행연구 고찰

교통혼잡, 교통사고, 환경오염 등 교통문제의 심각성에 대한 사회적 인식이 커지면서 이를 해결하기 위한 여러 연구가 진행 중이다. 특히 도심내 교통지체를 완화하기 위한 방안으로 신호운영의 효율성을 증진시키는 방안에 대한 많은 연구가 활발히 진행되고 있고, 1993년 실시간신호제어시스템을 개발하면서 교통상황에 따른 신호제어가 가능해지게 되었으며, 실시간신호제어시스템의 효과를 증진시킬 수 있도록 하기 위해 많은 연구를 수행하고 있는 실정이다.

박재완(2003)은, 두 개의 연동그룹이 하나의 연동그룹으로 결합시 요구되는 옵셋과 주기의 효율적인 전이방법을 찾기 위하여 교차로 평균 지체도를 효과척도(MOE)로 설정하고, 한주기, 두주기, 세주기, 네주기의 전이방법들을 설정하여 비교·분석하였다. 그 결과 한주기에 걸쳐 전이가 이루어지는 전이방법이 지체도가 가장 낮게 분석되었다.

Lin·Taso(2000)는 기존의 연구가 신호운영 시간 설계에 국한되어 신호제어군 설계에 관한 연구가 부족함을 지적하고, 신호제어군 설계를 위한 기준을 수립하였다. Lin과 Taso가 제시한 기준은 교차로 혼잡도, 도로특성, 임계도로구간 길이, 교통서비스수준, 교통흐름의 연속성이며, 오프라인 상태에서의 신호제어군 설계를 연구 범위로 설정하였다.

Shoup·Bullock(1999)은, 감응연동신호제어 시스템의 조기녹색회귀(Early Green Return)현상으로 인한 부정적인 제어상태를 억제하는 옵셋 신호운영변수 설계방안을 제시하였고, 비 연동방향 감응현시 종결로 인한 여유시간을 주방향에 충분히 활용할 수 있는 감응연동신호제어 시스템에서 활용이 가능하도록 하였다.

Abbas·Bullock·Head(2001)는 옵셋시간과 옵셋전이 적용시점을 설계하는 알고리즘을 개

발하였다. 검지기로부터 추정된 점유율과 교통량 자료를 이용하여 연동현시를 5초간격으로 전·후 이동시켜가며 최적 옵셋전이시점을 도출하는 방법을 제시하였지만, 옵셋전이길이에 대한 연구는 제외하였다.

Abbas·Bullock(2002)은 간선도로 주 연동방향을 기준으로 옵셋값을 실시간으로 설계하는 알고리즘을 제안하였고, 현시생략과 차량도착행태 등으로 영향을 받는 실시간 신호제어시스템의 안정성에 많은 제약을 받는다고 분석하였다.

2. 관련이론 고찰

실시간신호제어시스템은 도로에 설치된 차량 검지기로부터 수집된 자료를 분석하여 현장의 실제 교통량에 가장 적합한 신호주기 및 신호현시를 자동으로 조절하고 운영하는 교통신호제어시스템으로써, 교통신호제어 및 운영의 고도화, 도시교통관리의 능동화, 양질의 교통정보 제공, 경찰활동의 지원, 우리나라 교통상황에 맞는 신호제어시스템으로 안정화, 첨단교통체계(ITS)의 주요 서브시스템으로 신호운영의 효율성 및 교통처리능력을 향상시키는 역할을 수행하는데 목적이 있다.

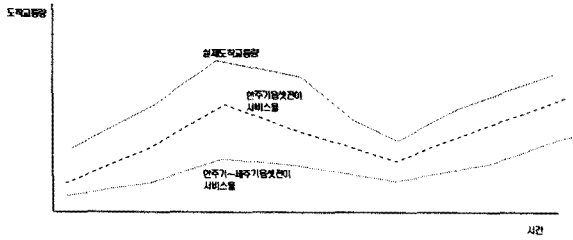
실시간 대응제어는 수집된 방향별 교통량에 따라 현시를 배분하기 때문에 좌회전 교통량이 많으면 좌회전 현시값이 크게 나오고 직진 교통량이 많으면 직진 현시값이 크게 나온다. 즉, 실시간 교통상황에 맞는 최적의 주기와 현시가 결정되기 때문에 주어진 시간을 최대한 효율적으로 차량이 이용할 수 있게 된다.

<표 1> 실시간신호제어시스템 알고리즘

교통상황 변수의 산정	<ul style="list-style-type: none"> • 검지기 자료 1차 처리 알고리즘 • 검지기 자료 2차 처리 알고리즘 • 기초변수 산출 <ul style="list-style-type: none"> - 포화도 관련변수(ADS, MDS, CDS, FDS) - 대기행렬길이산정
신호제어 변수의 산정	<ul style="list-style-type: none"> • 주기길이산정 • 현시배분 • 옵셋결정 • 그룹결합분리 • 옵셋전이(필요시) • SCI, MI의 신호계획 선택
감응제어	<ul style="list-style-type: none"> • 좌회전 감응제어 • 앞막힘 예방제어
기타제어	<ul style="list-style-type: none"> • 진출램프제어

III. 알고리즘의 정립

1. 한주기 읍셋전이 알고리즘의 근거



<그림 1> 전이주기에 따른 통과교통량

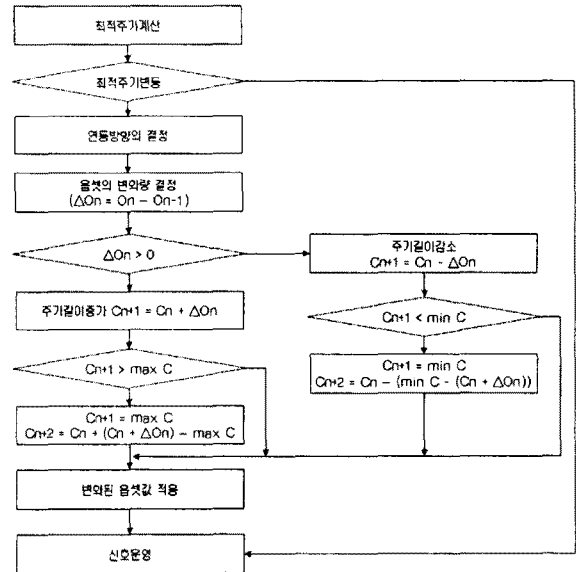
직선으로 표현된 선은 실제로 교차로에 도착하는 차량을 의미하고, 가운데의 큰 점선은 한 주기만에 주기가 변하는 경우에 교차로를 통과할 수 있는 차량들을 의미한다. 또한 제일 아래의 작은 점선은 기존의 실시간신호제어시스템으로써 주기길이가 달라질 필요가 있을 때 한 주기, 혹은 세주기에 걸쳐 주기길이가 변하는 경우에 교차로를 통과하는 차량들을 의미한다.

교통량에 변화가 생기면 기존의 실시간신호제어시스템에서는 세주기마다 주기길이를 변화시킬지, 그대로 유지할지에 대한 여부를 파악하고, 주기길이를 변화시킬 필요가 있을 때 세주기마다 한번씩 주기길이를 조정하기 때문에 교통상황에 변화에 민감하게 반응하지 못하게 된다. 따라서 한주기 읍셋전이 사용시를 나타내는 가운데의 곡선보다 완만한 곡선을 나타내게 되고, 더 적은 교통량을 통과시키게 된다. 따라서 교통상황이 변하여 읍셋이 달라짐에 따라 주기길이의 변화가 필요한 경우, 주기변화 여부를 파악하고 한주기만에 주기를 전이시키는 경우가, 세주기에 걸쳐 주기를 변경하는 경우와 비교하였을 때 많은 차량의 통과가 가능한 것으로 판단된다.

2. 연구방법론

본 연구에서는 기존의 실시간신호제어시스템에서 세주기에 걸쳐 주기를 변화시키는 알고리즘과 비교하여, 한주기만에 최근 최적주기의 읍셋과 이전 최적주기 읍셋의 차이만큼 주기길이를 변화시킬 수 있는 알고리즘을 개발하고 이의 우수성을 입증하는 것을 목표로 한다. 실시

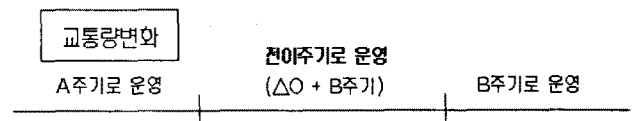
간신호제어방식의 장점을 최대한 극대화하는 동시에, 주기길이의 변화가 필요할 시, 한주기 동안 주기를 변화시킴으로써 교차로 신호운영 시 최적주기를 최대한 적용할 수 있도록 하였다.



<그림 2> 한주기 읍셋전이 알고리즘

3. 주기의 전이 발생

교통의 흐름이 변하게 되면 최적주거나 연동방향이 달라지게 되어 읍셋이 변하게 된다. 연동방향에 대하여 읍셋을 다시 맞추기 위해서는 주기길이를 변화시켜야 하는데, 이전 최적주기의 읍셋값과 현재 최적주기의 읍셋값의 차이만큼을 변화시킨다.



<그림 3> 읍셋전이주기 설계

위의 그림에서, A주기로 운영되던 교차로에 교통상황의 변화가 있다면 최적주기를 계산 후, 주기에 맞는 읍셋을 다시 산정하게 되는데, 그 값을 O_{n+1} 이라고 하고, 이전 최적주기의 읍셋을 O_n 이라고 하면, 읍셋의 변화량은 $\Delta O_n = O_{n+1} - O_n$ 이고, ΔO_n 만큼 주기길이가 변하게 되며 ΔO_n 에 따라 주기길이를 증가시킬지, 감

소시킬지를 결정하게 된다.

1) $\Delta On > 0$: 주기길이를 증가시킴

$$C_{n+1} = C_n + \Delta On$$

if) $C_{n+1} > \max C$

$$C_{n+1}' = \max C$$

$$C_{n+2} = C_B(B주기) + (C_{n+1} - \max C)$$

ΔOn 이 0보다 큰 경우, 주기길이를 ΔOn 만큼 증가시키는데, 증가된 주기길이 C_{n+1} 가 설정된 최대주기(max C)보다 작다면 C_{n+1} 의 주기길이 그대로 신호를 운영하지만, C_{n+1} 이 최대주기보다 크다면 주기길이 C_{n+1}' 를 최대주기로 설정하고, 그 다음주기에 C_{n+1} 과 최대주기와와의 차이만큼을 더해줌으로써 옅셋을 맞춰주고, 증가된 주기길이 C_{n+1} 과 C_{n+2} 로 신호가 운영되며, 전이주기가 끝나고 난 뒤에는 최적주기 B로 운영된다.

2) $\Delta On < 0$: 주기길이를 감소시킴

$$C_{n+1} = C_n - \Delta On$$

if) $C_{n+1} < \min C$

$$C_{n+1}' = \min C$$

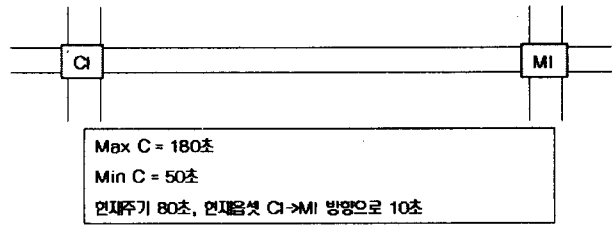
$$C_{n+2} = C_B(B주기) - (\min C - C_{n+1})$$

ΔOn 이 0보다 작은 경우, 주기길이를 ΔOn 만큼 감소시키는데, 감소된 주기길이 C_{n+1} 가 설정된 최소주기(min C)보다 크다면 C_{n+1} 의 주기길이 그대로 신호를 운영하지만, C_{n+1} 이 최소주기보다 작다면 주기길이 C_{n+1}' 를 최소주기로 설정하고, 그 다음주기에 B주기에서 최소주기와 C_{n+1} 와의 차이만큼을 빼줌으로써 옅셋을 맞춰주고, 감소된 주기길이 C_{n+1} 과 C_{n+2} 로 신호가 운영되며, 전이주기가 끝나고 난 뒤에는 최적주기 B로 운영된다.

4. 기존 실시간신호제어시스템과의 차이

기존의 실시간신호제어시스템과 제안된 신호제어시스템을 비교하기 위하여 가상의 네트워크를 구성하였다. 한 개의 CI와 한 개의 MI로 구성되어 있고 설정된 최대주기는 180초, 최소주기는 50초이다. 그리고 현재 두 교차로 모두 80초의 주기로 운영되고 있고, 연동방향은 CI에

서 MI쪽으로 10초의 옅셋이 적용되고 있다.



<그림 4> 알고리즘 비교를 위한 가상네트워크

이때 교통량에 변화가 생겨 CI의 주기길이가 80초에서 100초로 증가하고, 옅셋이 10초에서 50초로 바뀌게 되면, 옅셋의 변화량(ΔO)는 40초가 된다.

<표 2> 신호제어에 의해 산정된 최적주기

기존의 신호제어			제안된 신호제어		
주기	CI	MI	주기	CI	MI
1	80	80	1	80	80
2	100	133	2	100	140
3	100	107	3	100	100
4	100	100	4	100	100
5	100	100	5	100	100
전체 5주기중 3주기가 최적주기로 운영			전체 5주기중 4주기가 최적주기로 운영		

기존의 신호제어에서 CI의 주기는 80, 100, 100, 100, 100초로 운영이 되고, MI의 주기는 한번에 증가할 수 있는 주기길이가 제한되어 있기 때문에 옅셋의 변화량 40초만큼 증가하지 못하고 최대변화량인 주기길이의 33%만 증가하여 133초의 주기로 운영된다. 그리고 다음주기에 40초에서 최대주기변화량 33초를 뺀 7초가 더해져 3주기째에 107초로 운영된다. 그리고 4번째, 5번째 주기에는 증가된 주기인 100초로 운영된다. 결국 전체 5주기 중 3주기가 최적주기로 운영된다.

제안된 신호제어에서 CI의 주기는 기존의 신호제어시스템과 마찬가지로 80, 100, 100, 100, 100초로 운영이 된다. 그러나 MI의 주기는 설정된 최대주기까지 변화할 수 있기 때문에 100초에서 40초가 증가된 140초로 운영된다. 이 때

증가된 주기가 최대주기보다 클 경우에는 증가된 주기대신 최대주기로 대체되고, 다음주기에 나머지 차이만큼 더해지게 된다. 읍셋의 전이가 모두 발생하였으므로 세 번째 주기부터는 최적주기인 100초, 100초, 100초로 운영이 가능하다. 따라서 전체 5주기 중 4주기가 최적주기로 운영될 수 있다.

기존의 신호제어시스템에서는 주기가 여러 주기에 걸쳐 전이되어 최적주기로 운영되지 못하는 경우가 많이 발생하였지만, 제안된 신호제어시스템에서는 주기가 한번에 전이되기 때문에 기존의 신호제어시스템보다 보다 많은 교차로의 최적주기 운영이 가능함을 알 수 있다.

IV. 알고리즘의 효과분석

1. 시뮬레이션 모형선택

TSIS의 CORSIM은 미시적 시뮬레이션 모형으로써 정주기, 감응제어, 버스운영, 장애물, 주차, 교통량변동 등에 대한 모의실험을 자세하게 구현 및 분석할 수 있다. 하지만 CORSIM 모형은 신호제어체계 분석에 있어 고정주기 및 감응제어만을 지원하고 실시간신호제어시스템을 적용할 수 없는 한계가 있기 때문에 CORSIM의 RTE(Run Time Extension)을 통해 실시간 신호제어시스템을 구현하였다.

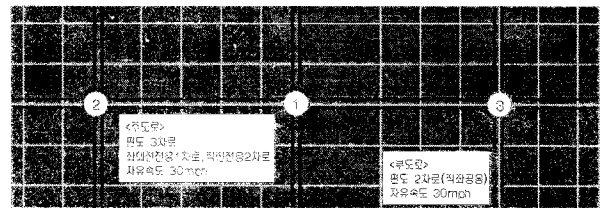
CORSIM의 RTE를 사용하면 현장실험이 부득이 하게 어려운 경우, 현장에서와 같이 검지기 DATA를 직접처리 할 수 있기 때문에 컴퓨터를 이용하여 실시간 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있다. 또한 Output을 이용하여 검지된 Data가 적절히 신호시간에 반영되고 있는 지를 평가함으로써 각 장비간의 연결이 적절히 이루어지고 있는지를 쉽게 알 수 있다. 그리고 돌발상황이나 교통상황의 변동시 알고리즘의 수정이 용이하다.

따라서 본 연구에서는 모의실험 도구로써 CORSIM의 RTE를 이용하여 한주기 읍셋전이 알고리즘의 효과를 분석하고 기존의 실시간신호제어시스템의 읍셋전이 알고리즘과 비교하기로 한다.

2. 분석자료수집

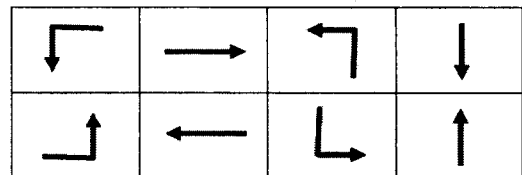
시뮬레이션을 통한 효과분석을 위해서 동서를 축으로 하는 세 개의 교차로로 이루어진 도로망에 유입교통량의 방향별 비율을 좌회전 20%, 직진 80%로 가정하였다.

본 연구의 모의실험 네트워크는 다음 그림과 같다. 중요교차로인 1번 교차로를 중심으로 왼쪽에 2번교차로, 오른쪽에 3번교차로가 있고, 2번과 3번교차로는 비중요교차로로 설정하였다. 동서방향이 주도로로써 양방향 6차로, 남북방향이 양방향 4차로로 구성되어 있고, 동서방향의 경우 좌회전 전용1차로, 직진전용 2차로로 구성되어 있다. 교차로간 간격은 500ft이며, 우회전은 없다고 가정하였다.



<그림 5> 모의실험을 위한 네트워크

신호운영은 효과분석을 위해 8개 현시의 좌회전 방식(Dual-Ring)을 선택하였다. 제일 첫 번째 현시에 주도로의 좌회전이 이루어지고, 두 번째 현시에는 주도로의 직진으로 현시를 배분하였다. 세 번째와 네 번째 현시에는 각각 부도로의 좌회전과 직진으로 현시를 배분하였다.



<그림 6> 효과분석을 위한 신호운영

본 연구에서 발전시킨 읍셋전이 알고리즘을 RTE를 활용하여 평가하였다. 이 때 제안 읍셋전이 알고리즘의 정확한 평가를 위해서 기존 실시간신호시스템의 세주기에 걸친 읍셋전이 알고리즘을 비교군으로 설정하였다. 각 시나리오마다 동일한 조건하에서 T7-F를 활용하여 최적신호시간을 산출하고, RTE를 이용하여 적용하였다. 읍셋전이 알고리즘은 NETSIM을 이

용하여 발생한 차량의 DATA를 이용하여 최적 신호 시간을 산출한 후 각 시나리오에 적용하여 결과를 도출하였다.

3. 시나리오 설정

본 모형의 평가를 위한 모의실험의 시나리오는 총6개이고, 그에 따른 case는 모두 12개이다. 비포화($v/c=0.6$), 근포화($v/c=0.8$), 포화($v/c=1.0$) 시의 상황에 대한 시나리오를 설정하였고, 기본적인 연동방향은 EB로 설정하였다. 연동방향이 바뀌는 경우와 바뀌지 않는 경우를 비교하여, 연동방향의 변화에 따른 읍셋전이 알고리즘의 효과를 비교·분석하였다. 제안된 읍셋전이 알고리즘의 교통량변화에 따른 지체도와 통과교통량, 통행속도의 값을, 기존의 읍셋전이 알고리즘의 지체도, 통과교통량, 통행속도와 비교·분석하였다.

<표 3> 교통상황별 시나리오

			EB (v/c)변화	WB v/c변화	연동 방향
교차로 v/c=0.6	시나 리오1	case1 (한주기)	0.8→1.0	0.6→0.6	-
		case2 (세주기)	0.8→1.0	0.6→0.6	-
	시나 리오2	case3 (한주기)	0.8→0.6	0.6→1.0	변화
		case4 (세주기)	0.8→0.6	0.6→1.0	변화
교차로 v/c=0.8	시나 리오3	case5 (한주기)	1.0→1.0	0.8→0.6	
		case6 (세주기)	1.0→1.0	0.8→0.6	-
	시나 리오4	case7 (한주기)	1.0→0.6	0.8→1.0	변화
		case8 (세주기)	1.0→0.6	0.8→1.0	변화
교차로 v/c=1.0	시나 리오5	case9 (한주기)	1.0→1.0	1.0→1.0	-
		case10 (세주기)	1.0→1.0	1.0→1.0	-
	시나 리오6	case11 (한주기)	1.0→0.6	1.0→1.0	변화
		case12 (세주기)	1.0→0.6	1.0→1.0	변화

4. 신호시간설계

주기길이와 연동방향에 따른 읍셋패턴의 설정을 위해 T7-F를 사용하여 각 교차로의 신호 시간을 설계하였다. CORSIM에서 구성한 모의 실험의 네트워크와 동일한 조건을 이용하여 T7-F에서 최적화하고 각 교차로의 읍셋 및 현

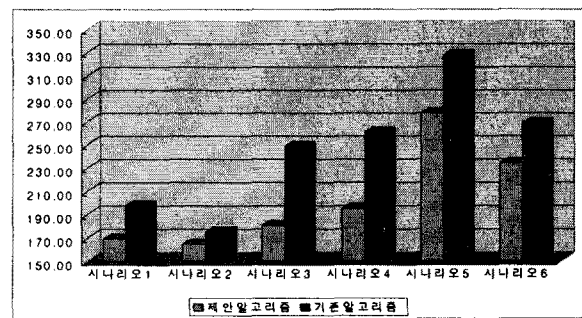
시길이를 결정하였고, 그 결과 90초까지는 동일한 읍셋을 적용하고 100초부터는 연동방향에 따라 읍셋패턴을 선택하는 것으로 나타났다.

5. 결과 및 해석

시뮬레이션 분석 결과 네트워크 전체의 시나리오별 평균지체는 다음과 같이 나타났다.

<표 4> 시나리오별 네트워크 평균지체(초)

	시나 리오1	시나 리오2	시나 리오3	시나 리오4	시나 리오5	시나 리오6
제안 알고리즘	169.38	164.60	180.80	195.60	277.22	233.84
기존 알고리즘	198.30	175.55	248.84	260.79	327.58	268.86



<그림 7> 시나리오별 네트워크 평균지체(초)

시나리오1, 시나리오2와 시나리오3, 시나리오4, 시나리오5, 시나리오6을 비교했을 때 시나리오1, 2에 비해 시나리오3, 4, 5, 6의 경우, 제안 알고리즘이 기존알고리즘보다 네트워크의 평균 지체가 상당히 적은 것으로 나타났다. 시나리오 1,2는 포화도 0.6을 기준으로, 시나리오 3,4는 포화도 0.8을 기준으로, 시나리오 5,6은 포화도 1.0을 기준으로 신호시간을 산출하였기 때문에, 결론적으로 제안된 읍셋전이 알고리즘은 비포화 시 보다 근포화 및 포화상황에 지체를 더 감소시키는 것으로 해석 할 수 있다. 이는 대부분의 지체가 비포화시 보다 포화시에 발생하는 것을 감안하여 볼때, 제안알고리즘이 지체를 해소시키는 데 효율적인 역할을 수행한다고 할 수 있다.

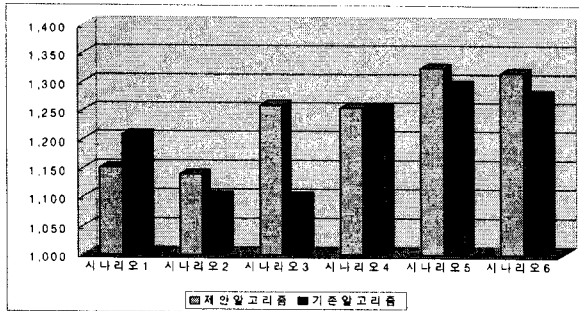
특히 시나리오 3과 4의 경우 기존알고리즘과의 지체 차이가 가장 큰 것으로 나타났다. 시나리오 3과 4는 포화도 0.8인 경우로써, 교차로의 교통량변화율이 가장 큰 경우이다. 이 경우 지체가 크게 감소한 것으로 보아, 제안알고리즘은 교통량의 변화가 클 때 민감하게 반응하여

지체를 감소시킨다는 것을 알 수 있다.

네트워크 전체의 시나리오별 통과교통량을 살펴보면 대부분의 시나리오에서, 제안알고리즘이 기존알고리즘보다 차량을 많이 통과시키고 있는 것으로 나타났다.

<표 5> 시나리오별 네트워크 통과교통량(대)

	시나리오1	시나리오2	시나리오3	시나리오4	시나리오5	시나리오6
제안 알고리즘	1,150	1,140	1,260	1,255	1,324	1,316
기존 알고리즘	1,209	1,103	1,101	1,254	1,295	1,277

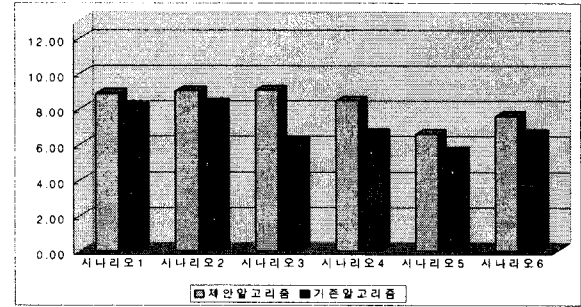


<그림 8> 시나리오별 네트워크 통과교통량(대)

네트워크 전체의 시나리오별 평균통행속도를 살펴보면, 시나리오 3과 4의 경우 기존알고리즘과의 평균통행속도 차이가 가장 큰 것으로 나타났다. 시나리오 3과 4는 포화도 0.8이고, 교차로의 교통량변화율이 가장 큰 경우를 나타내는데, 이 때 평균통행속도차이가 가장 많이 나는 것으로 미루어, 제안알고리즘은 교통량의 변화가 클 때 민감하게 반응하여 평균통행속도를 증가시킨다는 것을 알 수 있다.

<표 6> 시나리오별 네트워크 평균통행속도(km/h)

	시나리오1	시나리오2	시나리오3	시나리오4	시나리오5	시나리오6
제안 알고리즘	8.86	9.01	9.04	8.46	6.59	7.58
기존 알고리즘	8.11	8.30	6.18	6.62	5.58	6.56



<그림 9> 시나리오별 네트워크 평균통행속도(km/h)

V. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 신호운영의 효율성 향상을 위해 실시간신호제어시스템에서의 한주기 읍셋전이 알고리즘을 정립하여 사례분석을 통해 그 효과를 평가하였다.

한주기 읍셋전이 알고리즘은 교통상황 변동시 연동방향과 주기길이가 변함에 따라 읍셋이 달라지게 되고, 읍셋을 맞추기 위하여 주기길이를 변화시킬 필요가 있을 때 세주기에 걸쳐 주기길이가 변하던 기존의 읍셋전이 알고리즘과는 달리, 한주기만에 주기길이가 변하도록 하여 교통상황의 변동에 민감하게 반응할 수 있도록 하여 네트워크의 지체를 감소시키기 위한 것이다.

교통상황 변동 전 최적주기의 읍셋과 변동 후 최적주기의 읍셋의 차이인 읍셋의 변화량이 0보다 크면 주기길이를 증가시키고, 읍셋의 변화량이 0보다 작으면 주기길이가 감소되도록 하였으며, 주기길이 변화 필요시 한주기만에 주기길이가 변할 수 있도록 하여 가능한 많은 횡수의 최적주기 신호운영이 가능하도록 하였다.

효과분석은 교통량 수준이 비포화($v/c=0.6$), 근포화($v/c=0.8$), 포화($v/c=1.0$)일 경우를 고려하였고, 한 개의 시나리오는 교통량이 시간대별·방향별로 증가하거나 감소하는 경우에 대한 두 개의 case로 구분하였으며, 연동방향의 변화를 고려하여 총 6개의 시나리오로 설정하였다. 그리고 주기길리와 연동방향에 따른 읍셋패턴의 결정을 위해 T7-F를 사용하여 각 교차로의 읍셋, 주기, 현시길이를 설계하였다.

차량당 평균지체도, 시간당 통과교통량, 차량당 평균통행속도를 MOE로 하고 RTE를 이용하여 분석한 결과, 교통량의 변화가 클 때 기존 옵셋전이 알고리즘에 비해 제안 옵셋전이 알고리즘의 지체도가 낮게 나타나, 제안알고리즘은 교통량의 변화가 클 때 민감하게 반응하여 지체를 감소시킨다는 것을 알 수 있었다. 또한 통과교통량의 경우 제안알고리즘이 기존 알고리즘보다 차량을 많이 통과시키고 있는 것으로 나타났고, 평균통행속도의 경우 역시 교통량의 변화가 클 때 민감하게 반응하여 평균통행속도를 증가시킨다는 것을 알 수 있다.

본 연구는 몇 가지 한계점을 가지고 있고, 그에 따른 향후 연구과제는 다음과 같다.

첫째, 포화도가 0.6, 0.8, 1.0인 경우에 대하여 분석하였으며, 향후 보다 다양한 교통상황 하에 서의 분석이 필요하다.

둘째, 본 연구에서는 한 개의 SubArea에 대한 효과분석만을 수행하였는데, SubArea 결합/분리 알고리즘을 포함한 여러개의 SubArea를 대상으로 하는 네트워크에서의 효과분석이 필요하다.

참고문헌

1. 김강휘(2006), 실시간신호제어 독립교차로 서비스수준 분석방법개발, 한양대학교
2. 박재원(2003), 실시간신호제어 연동주기 변화에 따른 옵셋전이 구현 주기 전환방법 연구, 한양대학교
3. 안주혁(2003), 실시간 신호제어시스템에서의 지체 최소화 신호주기 산정에 관한 연구, 한양대 산업경영대학원
4. 이정윤(2003), 실시간신호제어시스템을 위한 신경망 적용 지체최소화 주기길이 설계모형 개발, 한양대학교
5. 이주애(2003), 미시적 교통류 시뮬레이션을 이용한 실시간 신호제어 시스템의 평가 및 알고리즘 개선방안 연구, 한국항공대학교
6. 도철웅(1998), 교통공학원론(상), 청문각
7. 서울시(2003), 신신호시스템 검증·평가
8. 서울지방경찰청(2001), 2000년 신신호시스템 기능개선
9. 서울지방경찰청(2002), 실시간 신호제어시스템 실무해설집
10. Federal Highway Administration(2001), 'TSIS User's Guide', Virginia USA
11. ITT Industries, Inc., Systems Division(2003), CORSIM Run-Time Extension (RTE) Developer's Guide Version 5.1