



(사)한국SCM학회
제 8회 한국 대학생 SCM경진대회



시뮬레이션을 이용한 특정 지역의 상습정체구간 개선 방안 연구

- 인천 남구 주안동 '석바위 사거리' -

INCHEON NATIONAL UNIVERSITY



정다빈, 박상아
지도교수 : 신광섭

Table of Contents

I. 연구 배경 및 목적

II. 연구 방법 및 분석

III. 결론

IV. 참고문헌

1. 연구 배경 및 목적

■ 문제 제기

신호에 의한 타의적 "교리물기"

교차로 간 정체 문제에 대하여 보통 운전자들의 '교리물기' 현상을 주요 원인으로 손꼽는다. '교리물기'는 잦은 신호 대기를 피하기 위한 운전자들의 자의적 정지선 위반 행위로 교통 정체와 교통 사고를 유발한다.

그러나, 일부 운전자들의 의한 자의적 '교리물기'도 분명 존재하지만 **도로 구조상의 타의적 '교리물기'도 존재한다.** 이는 **비균등적인 신호주기와 비효율적인 교통 프로세스에 의해 발생**한다. 하지만 현재 경찰청에서는 모든 '교리물기' 현상을 자의적 행위로만 판단하여 과잉 단속을 실행하고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 객관적인 시각과 효율적인 교통 프로세스와 신호 주기를 개선하기 위한 시도가 필요하다.

"녹색불" 교리물기 적발 급증..과잉 단속 논란

광주 경찰청은 지난 2월부터 교통 무질서를 개선하겠다고며 교차로 교리물기 행위를 집중 단속하고 있다. 교차로 통행방법 위반으로 적발한 건수는 1500여 건으로, 지난 2년 전 같은 기간보다 9배 가까이 늘어난 수치이다. 하지만 도로 교통 상의 구조를 생각하지 않고 교통법전만 강조하고있는 경찰에 대한 운전자들의 항의가 빗발치고 있다. 올해 교차로 통행방법 위반으로 광주 경찰이 운전자에게 부과한 과태료는 모두 7천 5백 여 만원이다. 과잉 단속 논란과 함께 경찰이 교통 질서 개선을 빌미로 서민들의 부담만 가중시키는 것이 아니냐는 지적이 나오고 있다.

2017년 04월 18일
KBS 이준호 기자

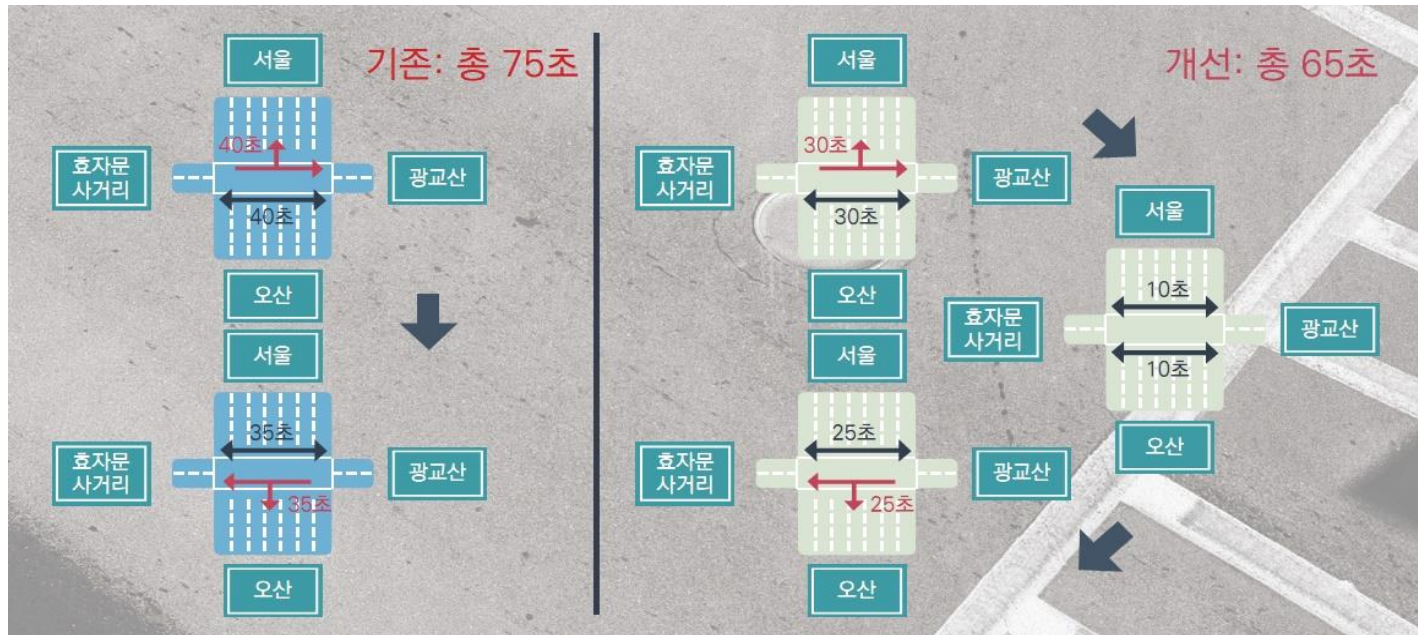


1. 연구 배경 및 목적

- 사례 분석 '파장천 사거리'

“교통특채 경찰, 교차로 '숨은 10초' 개선...속도 43%↑”

최해민 기자, 연합뉴스, 2016.07.18



상습정체 구간의 차량 통행량을 기준 으로
기존 신호체계를 신호 간격을 조정하여 교통흐름 개선

1. 연구 배경 및 목적

- 연구 목적

상습정체 구간의 차량 통행량을 기준으로
기존 신호체계를 신호 간격을 조정하여 교통흐름을 개선한 '파장천 사거리 사례'

아이디어 착안

인천의 상습정체구간 중 하나를 선정하여
해당 구간의 신호체계를 수정을 통한 상습정체구간 해소방안 모색 시도

연구 목적

시뮬레이션을 통한 해당 상습정체구간의
정체 원인 분석 및 해소방안의 실제 효과 입증

2. 연구 방법 및 분석

지역 선정



지역 선정

- 인천교통정보센터에서 제공한 상승정체구간 목록 중 선정
- 인천광역시 남구 주안동에 위치한 '**석바위 사거리**' 선정

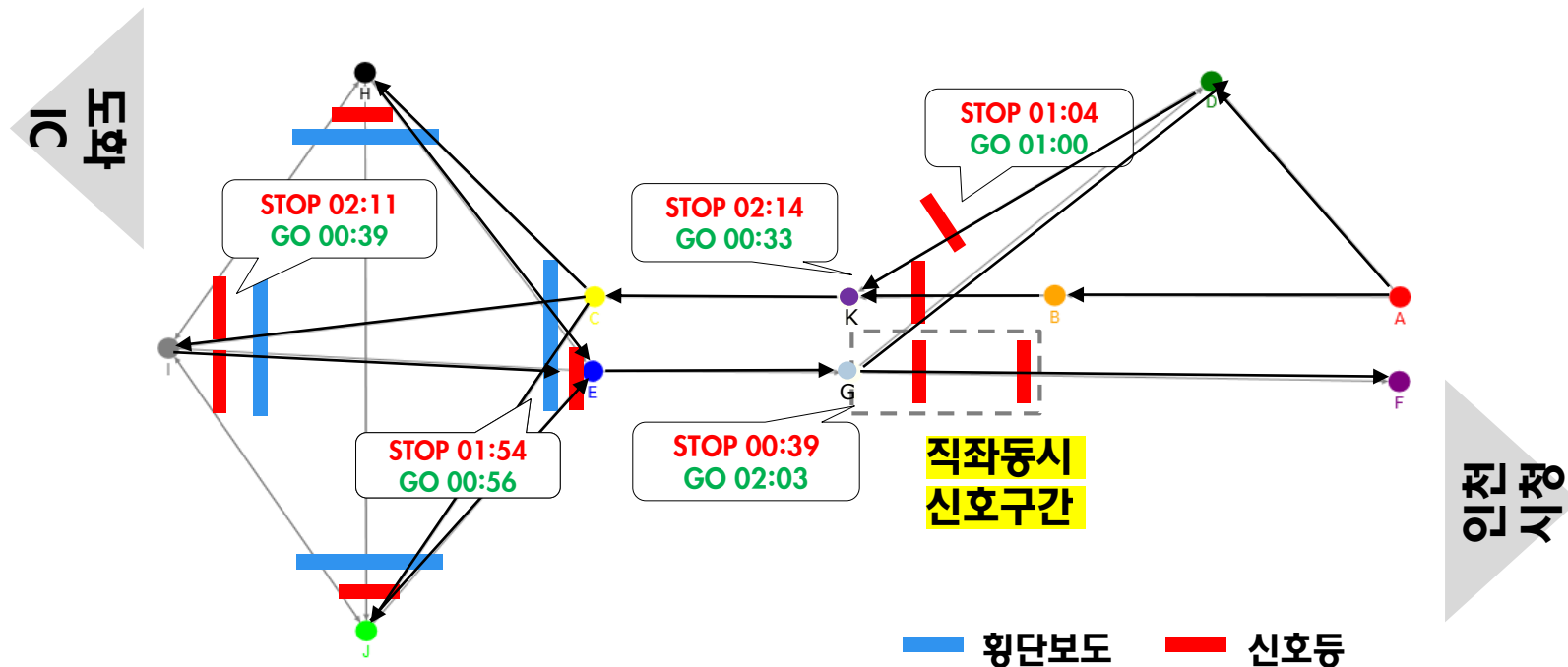
선정 이유

- 현재 '**소통실명제***' 실시 중인 지역
- 해당 구간 내 신호등의 신호시간이 불균등함
- 해당 정체구간 내 차량유입량과 비해 짧은 직진 신호 시간
- 차량유입량을 고려한 신호 간격 조정만으로도 충분한 효과가 나타날 것으로 예상

* 교통정체 문제 해소를 위해 인천시에서 실시하는 통행속도 개선 대책안

2. 연구 방법 및 분석

현황 분석



현황

(B→K 구간 : 4차선) + (D→K 구간 : 2차선)

- 총 6차선의 차량유입 발생
- C지점이 받는 직진신호시간 :

약 39초

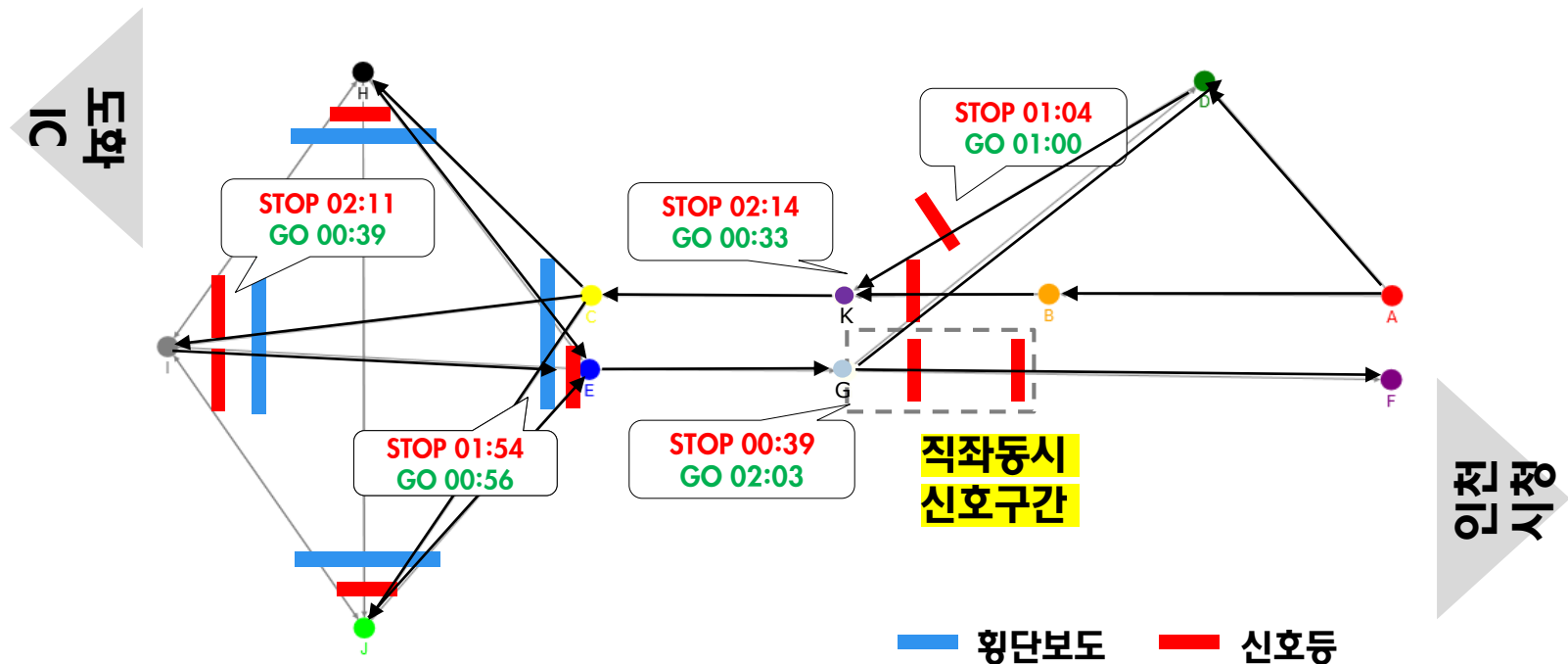
(E→D 구간 : 2차선) + (E→F 구간 : 3차선)

- 총 5차선의 차량유입 발생
- G지점이 받는 직좌동시 신호시간 :

약 2분 3초

2. 연구 방법 및 분석

현황 분석

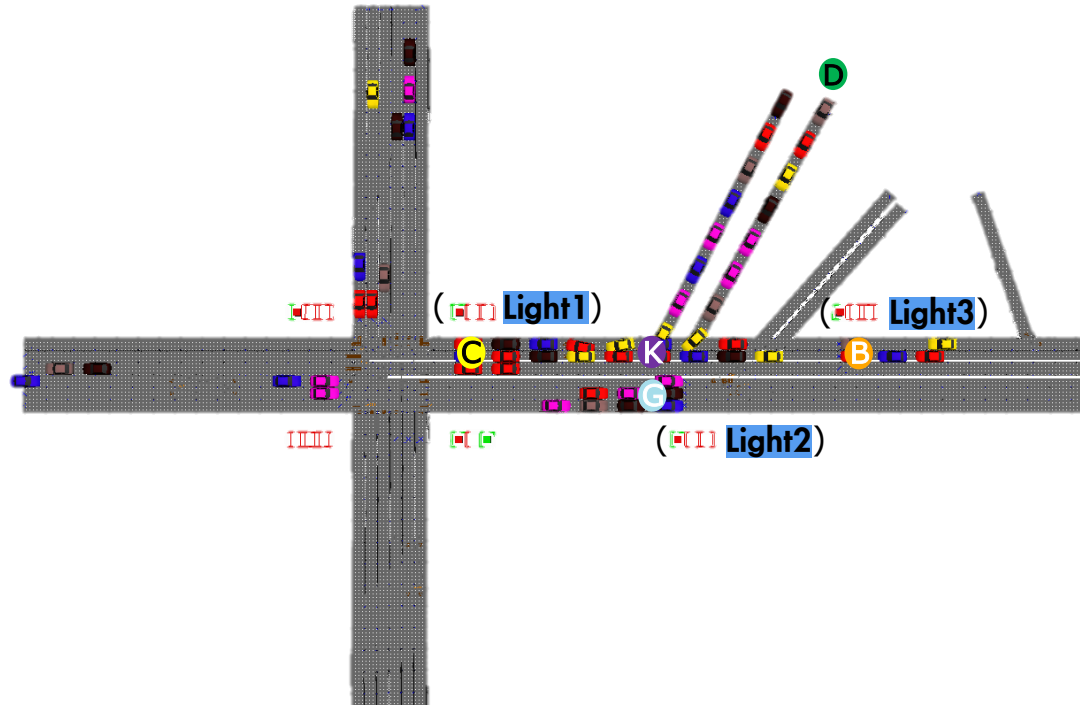


문제점

- G→D 구간(좌회전)을 위한 B→C 구간을 B→K→C로 B→C로의 연결 차단
- 도화IC 방면(C지점)의 직진신호시간이 약 39초로 매우 짧아 A→K, K→C, D→K 구간들의 정체 발생
- 짧은 직진신호시간으로 인해 B→K 구간 사이에 “교리물기” 문제 발생
- “교리물기” 발생 시 사고위험률 高
- 반대로 E→D 구간은 지나치게 긴 좌회전신호시간(약 2분 3초)로 대기시간이 거의 없음

2. 연구 방법 및 분석

▪ Automod 모델링 기준



Automod 모델링 기준

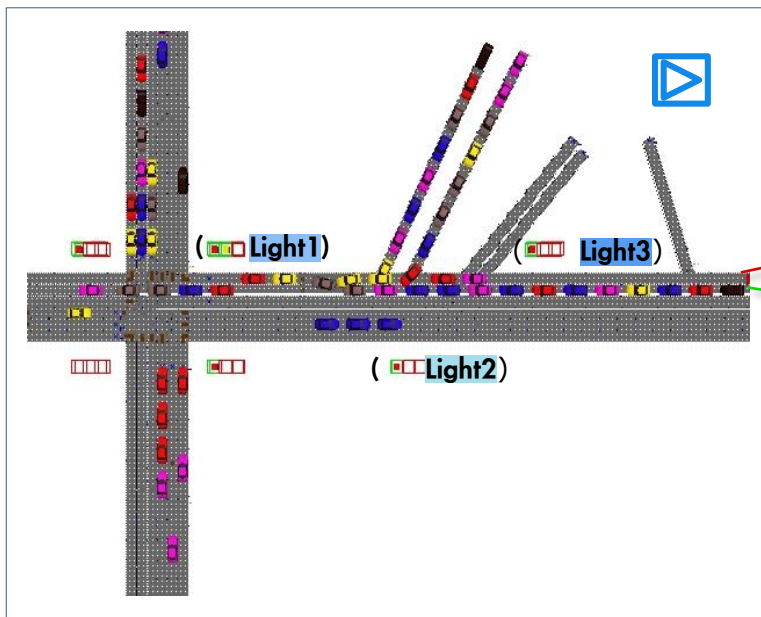
- 조건 1 : 실제 도로상황은 좌회전차선1, 직진차선2, 우회전차선1로 총 4차선이나 시뮬레이션의 간략화를 위해 좌회전차선1, 직진차선1, 우회전차선1로 총 3차선으로 설계함
- 조건 2 : As-Is의 신호시간은 평일 출퇴근시간대*의 시간을 적용
- 조건 3 : To-Be 설정시에 신호시간을 조정할 신호등은 각각 Light1, Light2, Light3라고 칭함

* 2017년 3월 31일 08:00~08:30, 17:30~18:00시 측정기준 / 출근시간대와 퇴근시간대의 신호시간은 동일

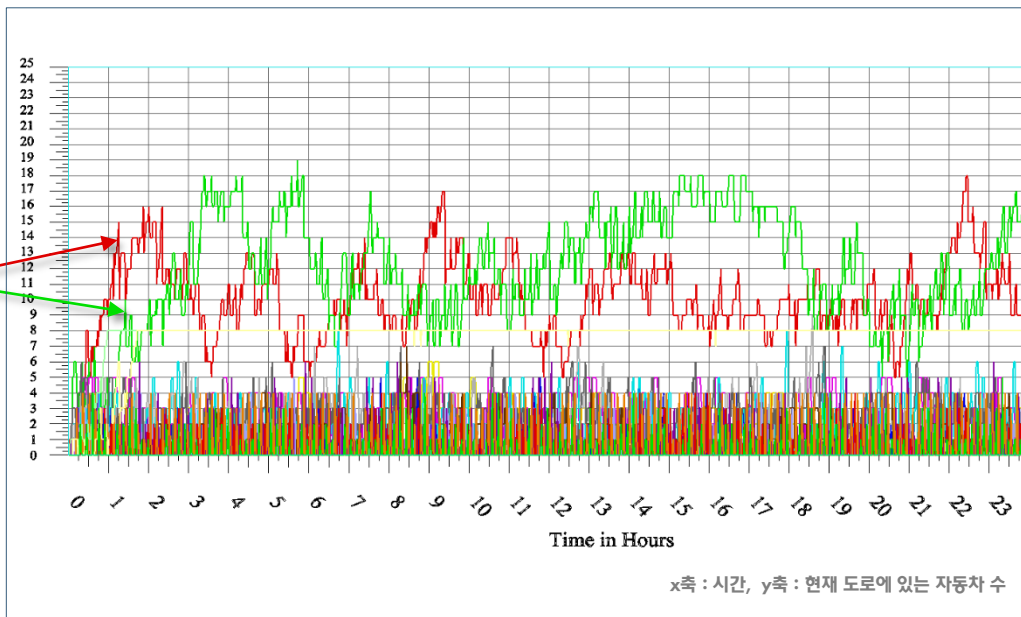
2. 연구 방법 및 분석

As-Is 분석

As-Is 신호체계 기존 시뮬레이션 결과



As-Is 1분당 구간별 자동차 대수 그래프

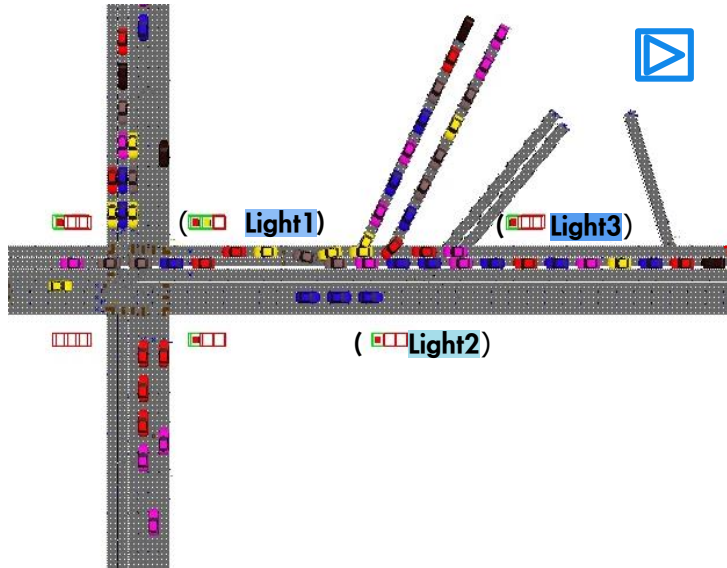


(As-Is)	Light1	Light2	Light3
Red Sign	131초	39초	134초
Green Sign	39초	123초	33초

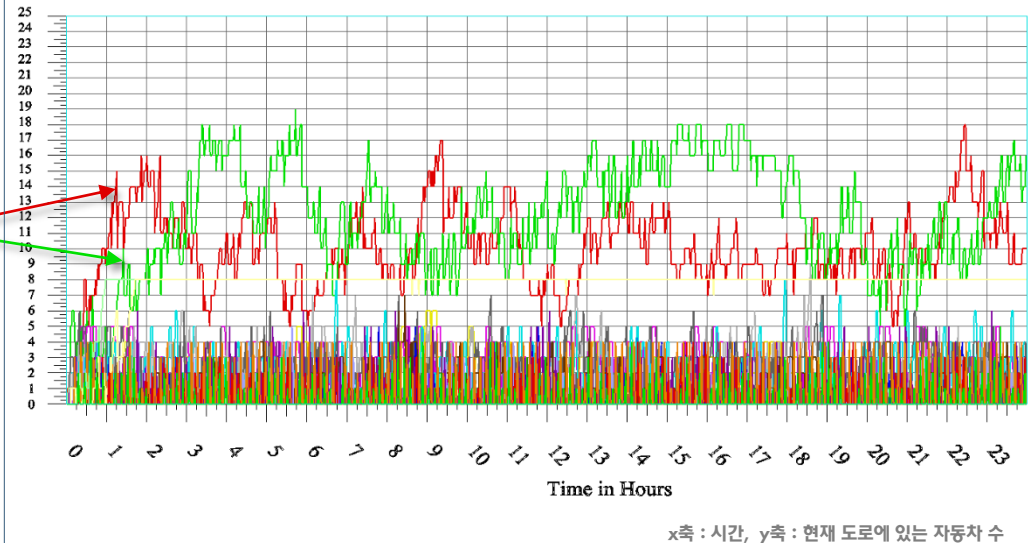
2. 연구 방법 및 분석

As-Is 분석

As-Is 신호체계 기존 시뮬레이션 결과



As-Is 1분당 구간별 자동차 대수 그래프

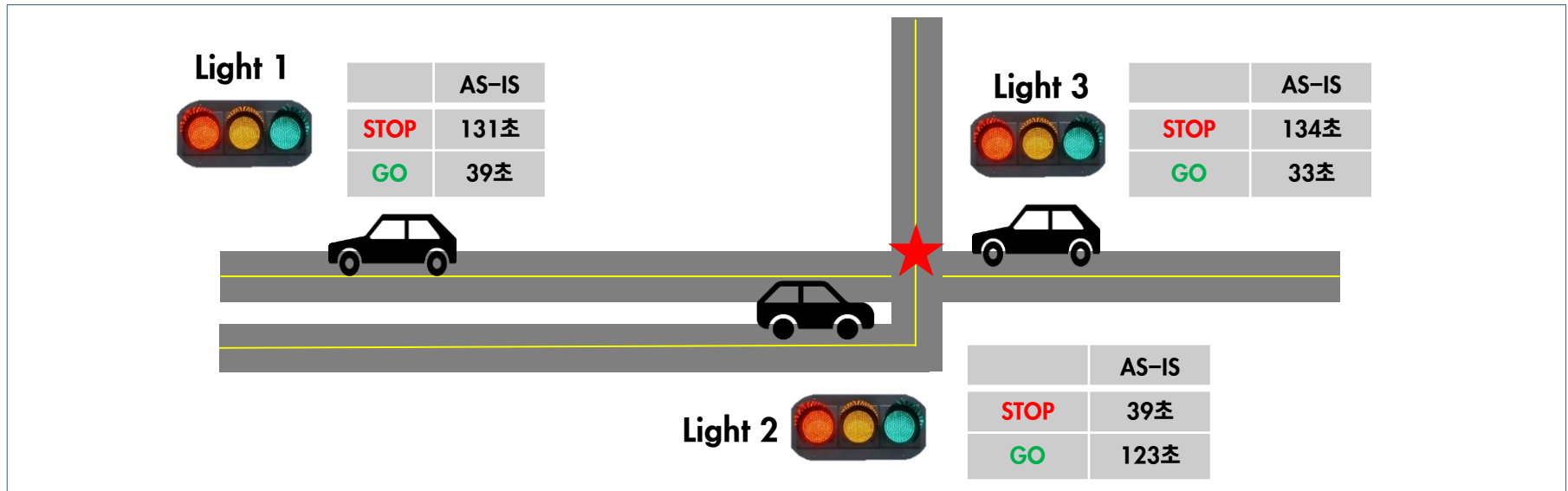


As-Is 결과 분석

- 다른 도로들보다 상습정체구간의 정체정도는 월등히 높은 상황
- 하지만 정체구간이 받는 직진신호는 굉장히 짧고 정지신호는 굉장히 긴 상황 (Light1, Light3)
- As-Is의 출퇴근시간대의 신호체계로 24시간 운영한다 가정 했을 때 그래프에서 볼 수 있듯이 정체가 해소되는 시간은 없을 것이라 예상

2. 연구 방법 및 분석

As-Is 문제 특징



As-Is 문제 특징

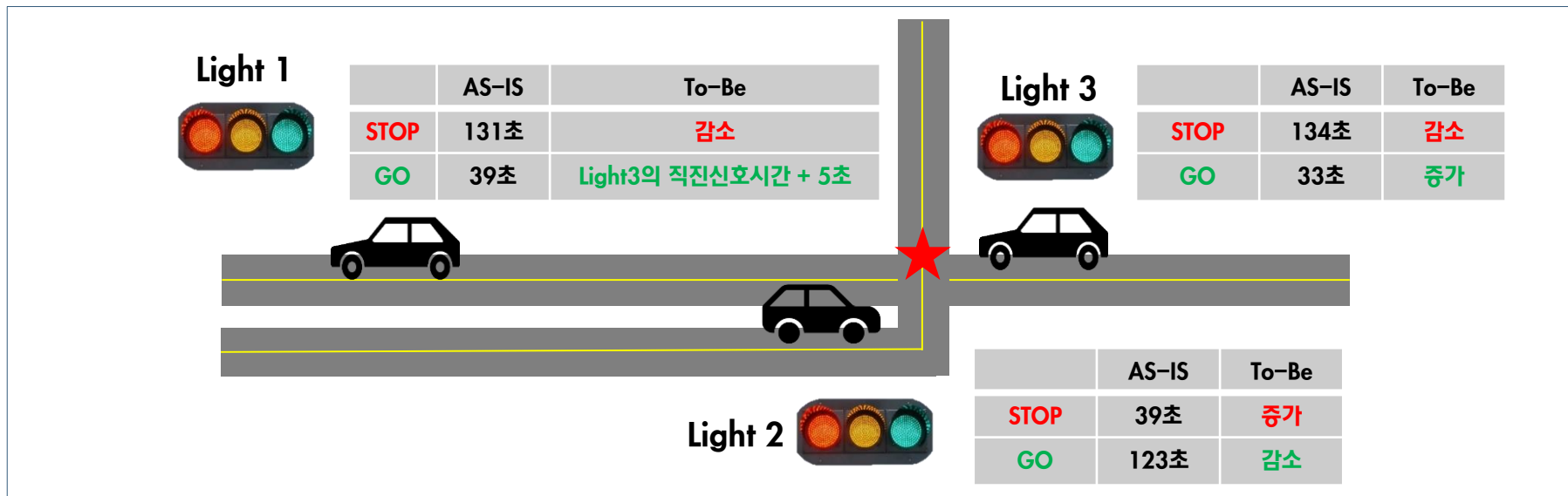
직진신호 : Light 1(39초), Light 3(33초) < Light 2(123초)

정지신호 : Light 1(131초), Light 3(134초) > Light 2(39초)

- Light 3 구간의 차량이 Light 1 구간에 도달해도 Light 1의 직진 신호가 짧아 Light1에서 벗어나지 못함
- 신호에 의한 '**타의적 교리물기(★)**'가 발생
- 이에 반해 **Light 2의 좌회전(직진) 신호가 지나치게 김**
- 차량유입량에 비해 짧은 도화IC방면의 직진신호시간과 ★를 지나는 Light2의 좌회전 차량을 위한 Light1과 Light3의 단절로 정체차량수 증가

2. 연구 방법 및 분석

■ To-Be 개선 방안



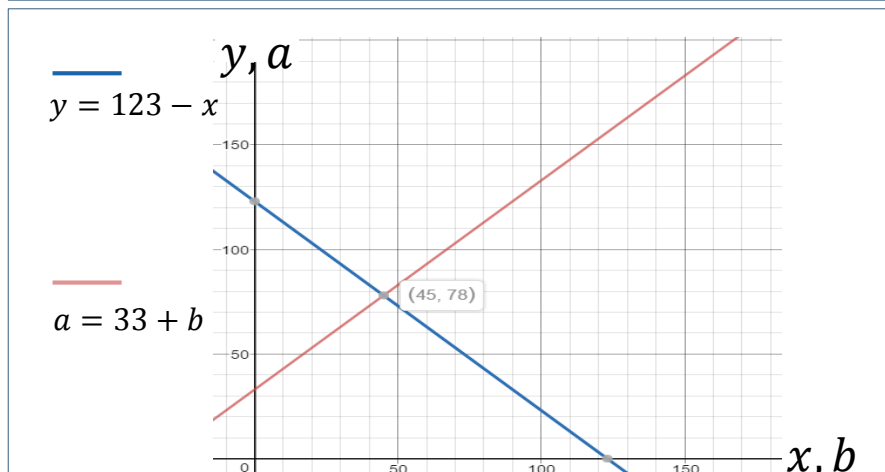
To-Be 개선 방안

1. Light 2의 좌회전(직진) 신호 시간을 줄이고 Light1과 Light3의 직진신호를 늘림
2. Light 1과 Light 3 구간 사이에서 발생하는 '교리물기(★)'를 해결하기 위해서 **Light 1의 구간의 신호를 Light 3의 신호보다 약 5초 더 길게 배분**하여 Light 1 구간의 대기 차량 수를 감소시킴
3. **Light 1,3의 정지 신호를 감소시키고 Light 2의 정지 신호를 증가**시킴

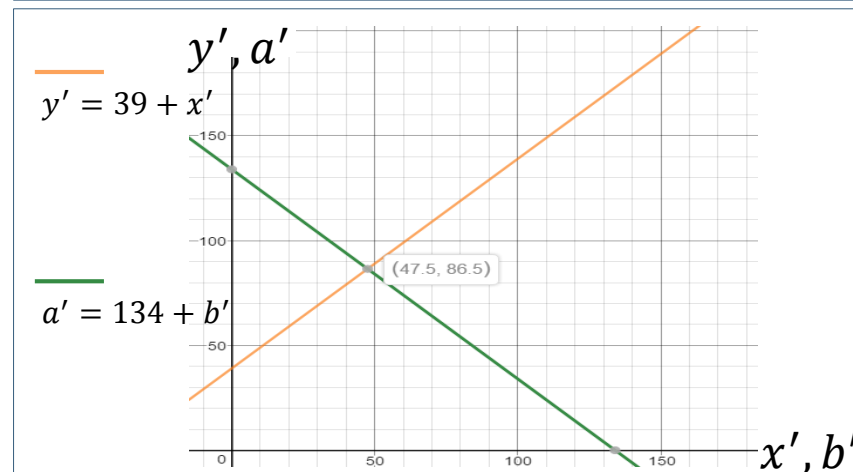
2. 연구 방법 및 분석

■ To-Be 설정 조건

조건 1 · 2에 따른 Light2와 Light3의 직진신호시간



조건 1 · 2에 따른 Light2와 Light3의 정지신호시간



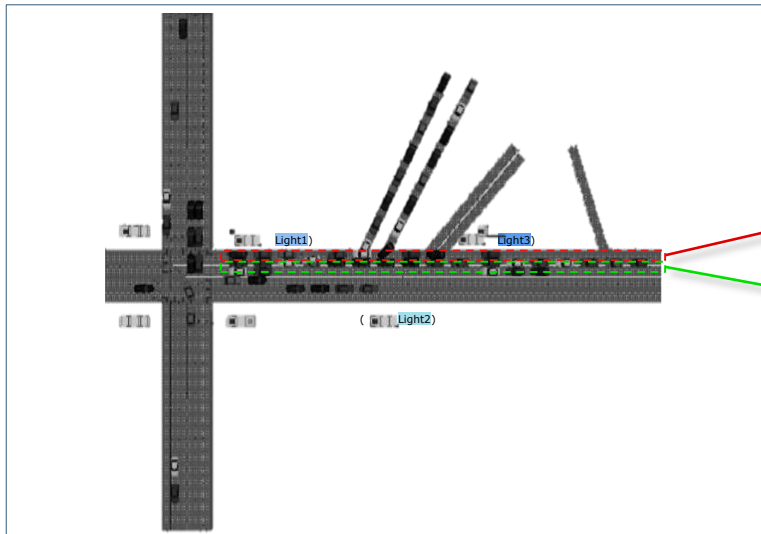
To-Be
설정 조건

1. Light2의 직진신호시간은 감소시키고 정지신호시간은 증가시킴 :
 $y(\text{Light2의 직진신호시간}) = 123 - x$, $y'(\text{Light2의 정지신호시간}) = 39 + x'$
2. Light3의 직진신호시간은 증가시키고 정지신호시간은 감소시킴 :
 $a(\text{Light3의 직진신호시간}) = 33 + b$, $a'(\text{Light3의 정지신호시간}) = 134 - b'$
3. Light2의 직진신호시간은 항상 Light3의 직진신호시간보다 5초 씩 길게 설정함
4. Light1 · 2 · 3외의 다른 신호시간은 그대로 유지
5. To-Be의 시작 기준점은 $y = a$, $y' = a'$ 가 되는 x 좌표, x' 로 설정 **(45,48)**

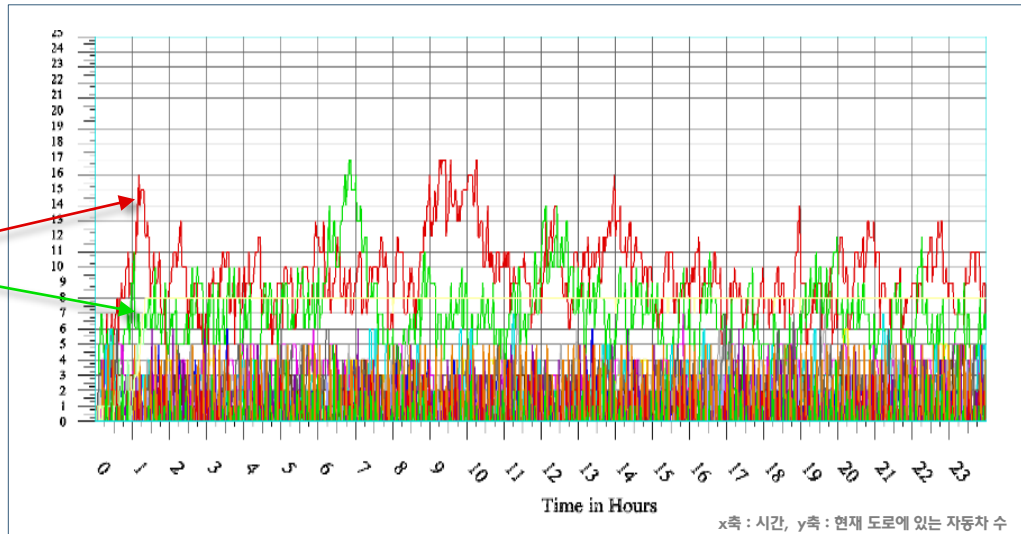
2. 연구 방법 및 분석

■ To-Be 1

To-Be 1 시뮬레이션 캡처



To-Be 1 1분당 구간별 자동차 대수 그래프



To-Be 1

신호 시간

(To-Be 1)	Light1	Light2	Light3
Red Sign	48초	48초	48초
Green Sign	50초	45초	45초

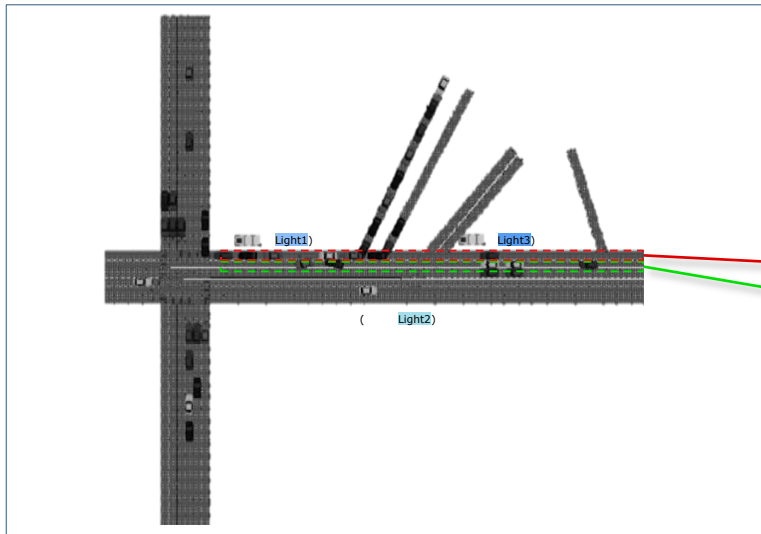
T-test

t	df	P-value	결과
8.071	1440	0.000	차이 있음

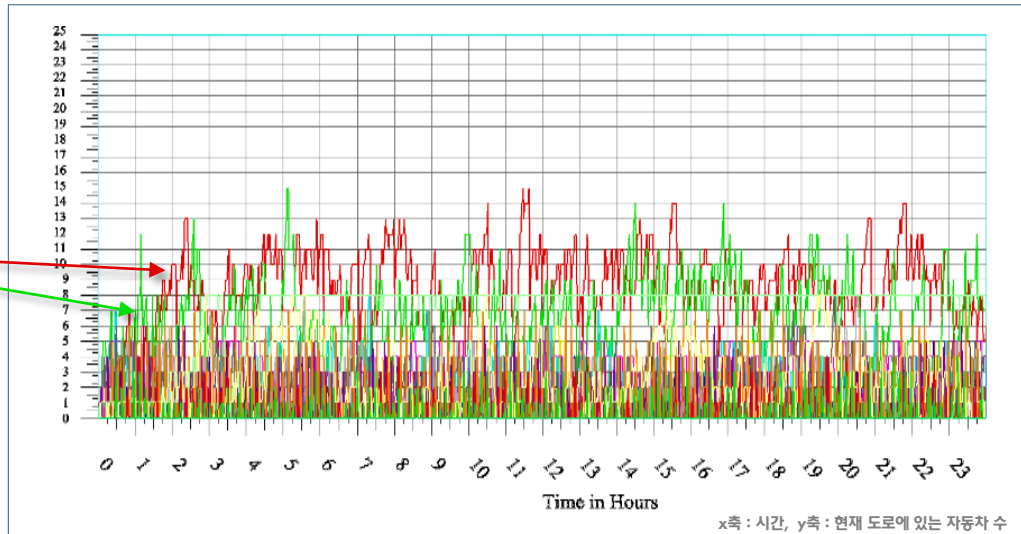
2. 연구 방법 및 분석

■ To-Be 2

To-Be 2 시뮬레이션 캡처



To-Be 2 1분당 구간별 자동차 대수 그래프



To-Be 2

신호 시간

(To-Be 2)	Light1	Light2	Light3
Red Sign	68초	68초	68초
Green Sign	70초	65초	65초

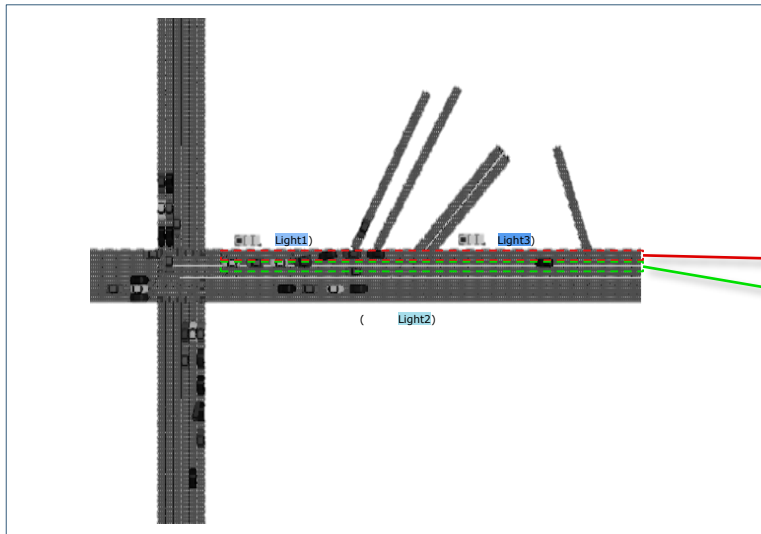
T-test

t	df	P-value	결과
15.925	1440	0.000	차이 있음

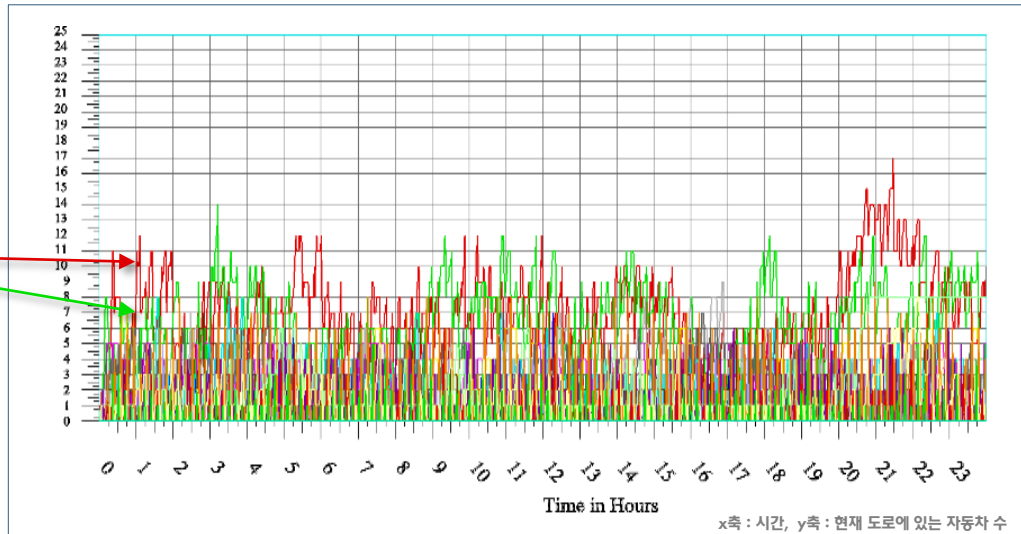
2. 연구 방법 및 분석

■ To-Be 3

To-Be 3 시뮬레이션 캡처



To-Be 3 1분당 구간별 자동차 대수 그래프



To-Be 3

신호 시간

(To-Be 2)	Light1	Light2	Light3
Red Sign	90초	90초	90초
Green Sign	90초	85초	85초

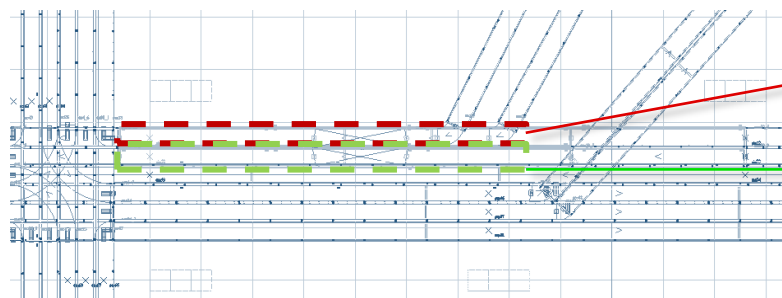
T-test

t	df	P-value	결과
34.875	1440	0.000	차이 있음

2. 연구 방법 및 분석

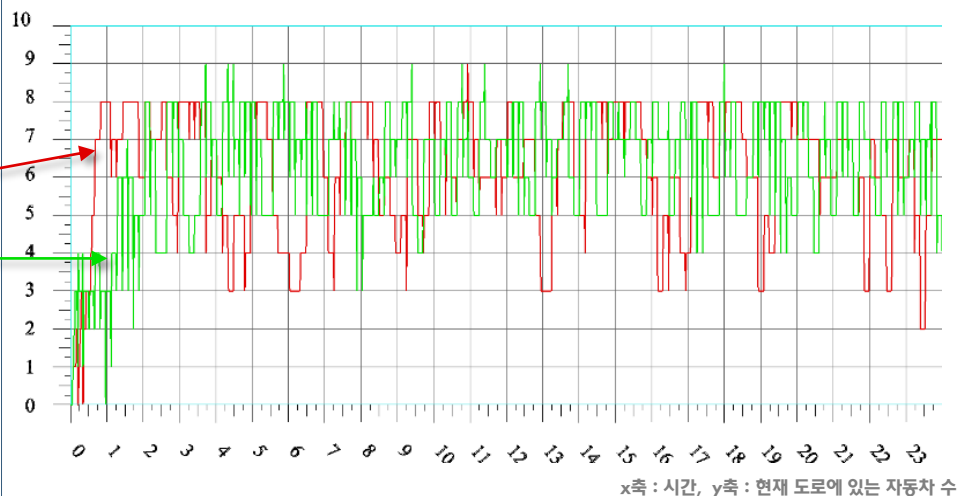
교리물기

교리물기 구간 설정



-설정한 구간의 최대 용량(8~9)* 이상을 지나가면 교리물기가 진행된다 가정한다

As-Is 1분당 교리물기 구간별 자동차 대수 그래프



교리물기 As-Is 분석

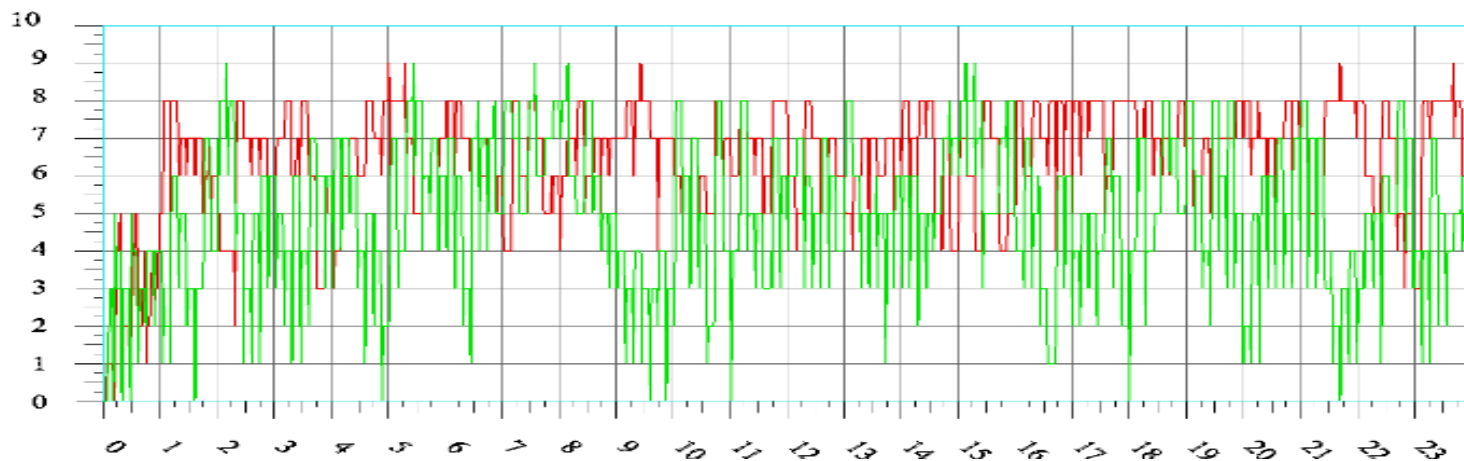
- 초반을 제외, 도로에 3대이상의 차량이 항상 有(= 도로의 모든 차량이 빠져나가는 순간 無)
- 차량 대수의 변동폭이 작음 (= 차량 유입량 > 빠져나가는 차량)
- 현재 그래프가 최대 용량(8~9)을 보이는 시간대가 빈번하게 나타남
- 분석기준: 전체 그래프가 밑으로 내려올 수록, 변동 폭이 클 수록 개선효과가 크다고 볼 수 있음

* 자동차가 걸리는 위치에 따라 최대 용량은 8과 9 모두 가능하다

2. 연구 방법 및 분석

교리물기 To-Be 1

To-Be 1 1분당 교리물기 구간별 자동차 대수 그래프



x축 : 시간, y축 : 현재 도로에 있는 자동차 수

To-Be 1

신호 시간

(To-Be 1)	Light1	Light2	Light3
Red Sign	48초	48초	48초
Green Sign	50초	45초	45초

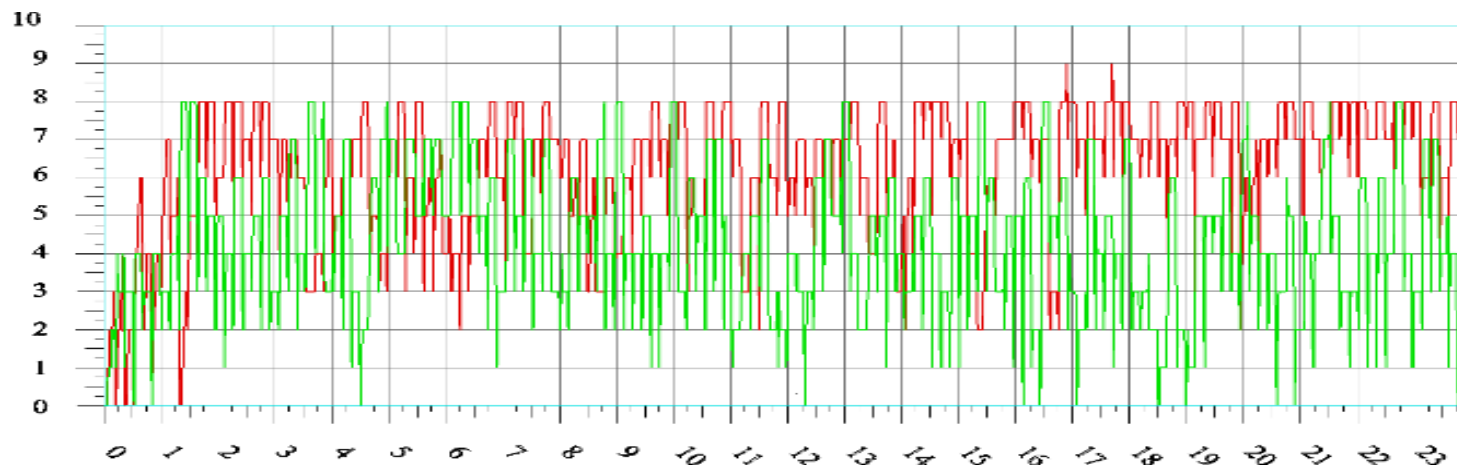
T-test

t	df	P-value	결과
23.009	1440	0.000	차이 있음

2. 연구 방법 및 분석

▪ 교리물기 To-Be 2

To-Be 2 1분당 교리물기 구간별 자동차 대수 그래프



x축 : 시간, y축 : 현재 도로에 있는 자동차 수

To-Be 2

신호 시간

(To-Be 2)	Light1	Light2	Light3
Red Sign	68초	68초	68초
Green Sign	70초	65초	65초

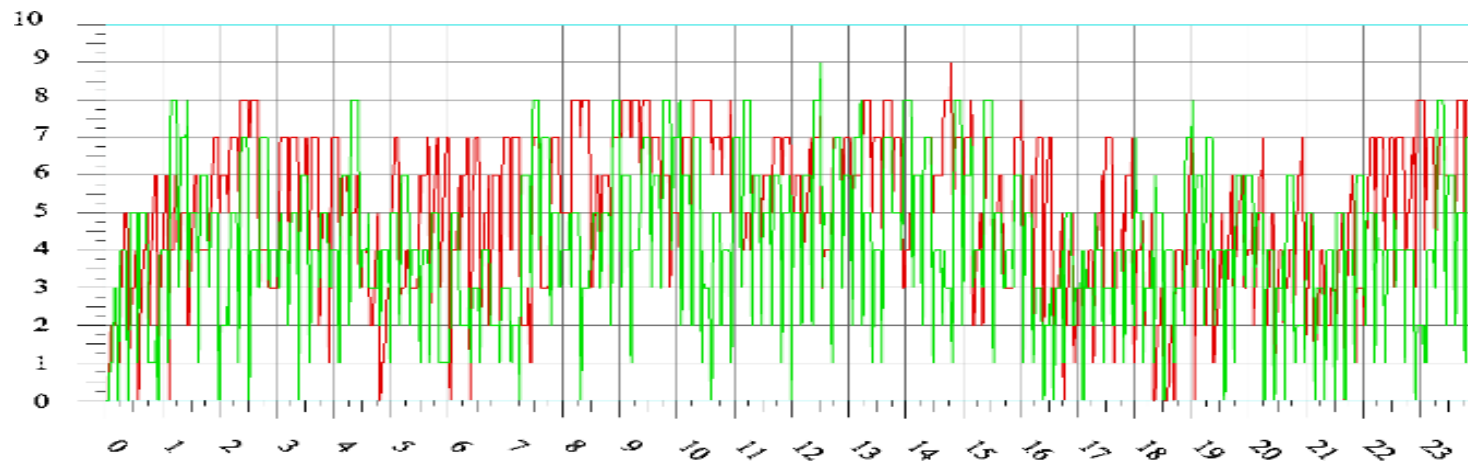
T-test

t	df	P-value	결과
33.988	1440	0.000	차이 있음

2. 연구 방법 및 분석

▪ 교리물기 To-Be 3

To-Be 3 1분당 교리물기 구간별 자동차 대수 그래프



x축 : 시간, y축 : 현재 도로에 있는 자동차 수

To-Be 3

신호 시간

(To-Be 2)	Light1	Light2	Light3
Red Sign	90초	90초	90초
Green Sign	90초	85초	85초

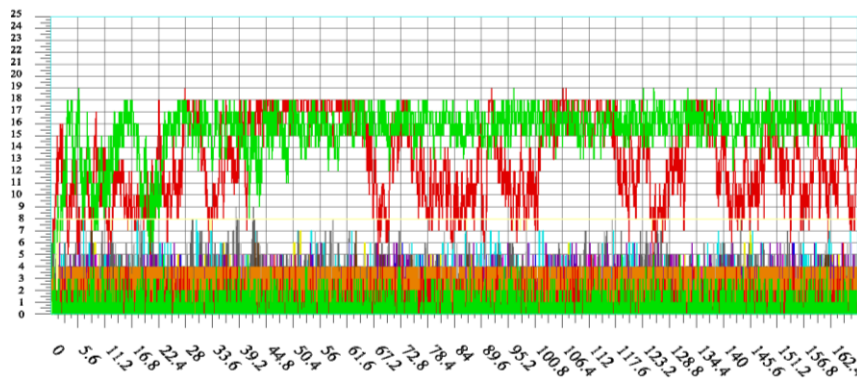
T-test

t	df	P-value	결과
34.002	1440	0.000	차이 있음

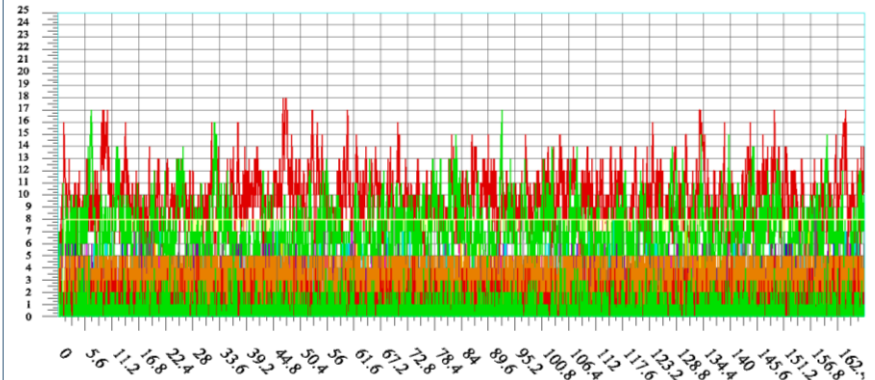
2. 연구 방법 및 분석

■ 추가실험 : 일주일 가동 그래프

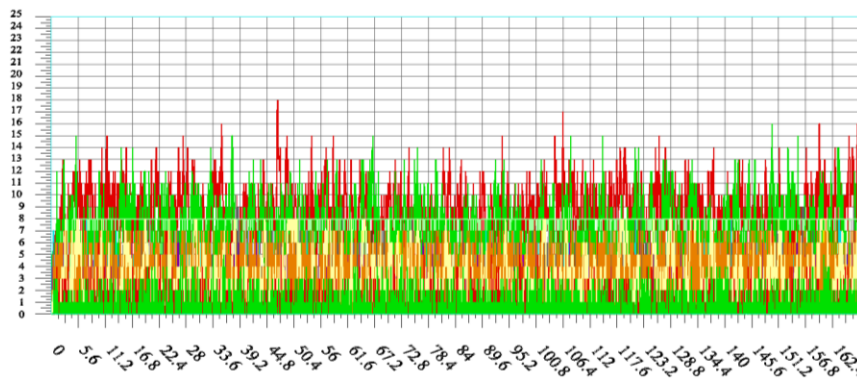
As-Is 시뮬레이션 일주일 가동 그래프



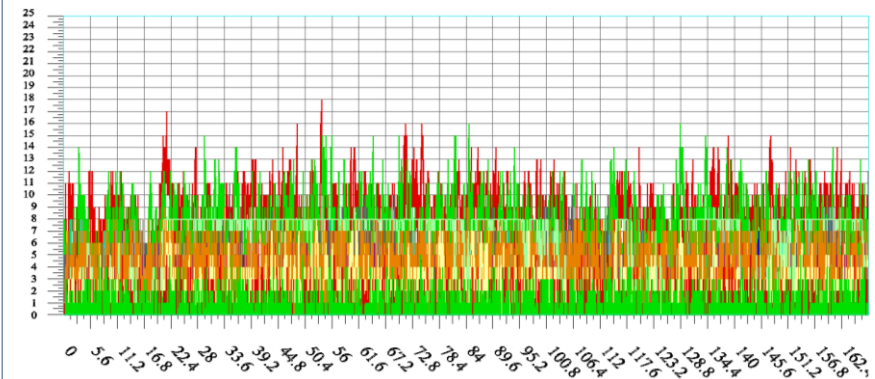
To-Be 1 시뮬레이션 일주일 가동 그래프



To-Be 2 시뮬레이션 일주일 가동 그래프



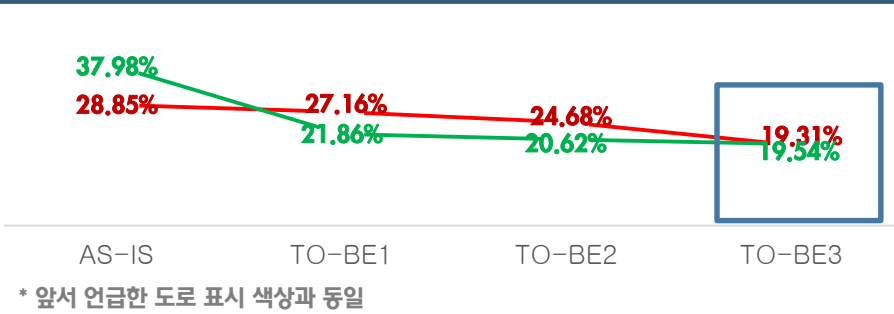
To-Be 3 시뮬레이션 일주일 가동 그래프



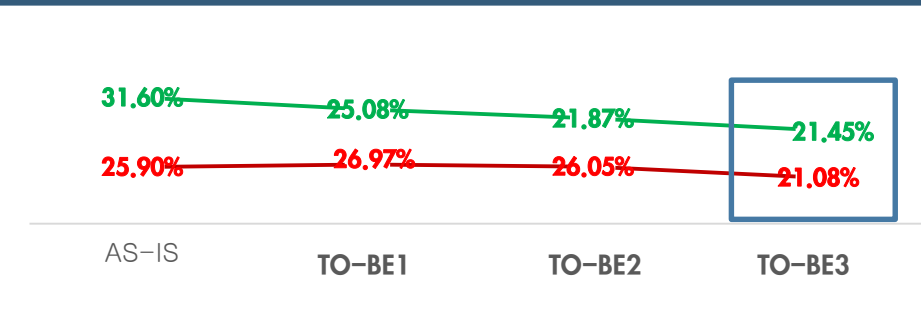
3. 결론

연구 결과

정체구간 평균 대기 차량대수 변화율



교리물기 구간 평균 대기 차량대수 변화율



도로 As-Is와 To-Be 비교

	As-Is	To-be1	To-be2	To-be3
As-Is		down	down	down
To-be1	up		down	down
To-be2	up	up		down
To-be3	up	up	up	

up : 세로축보다 가로축의 자동차 수가 더 많다
down : 세로축보다 가로축의 자동차 수가 더 적다

도로 As-Is와 To-Be 비교

	As-Is	To-be1	To-be2	To-be3
As-Is		up	up	down
To-be1	down		down	down
To-be2	down	up		down
To-be3	up	up	up	

up : 세로축보다 가로축의 자동차 수가 더 많다
down : 세로축보다 가로축의 자동차 수가 더 적다

연구 결과

- 평균대기차량수가 To-Be 모두에서 As-Is보다 감소
- 그 중 **To-Be 3가 가장 효과적**
- 교리물기구간의 경우 As-Is보다 To-Be1 · 2에선 증가하고 To-Be3에선 감소
- **신호재배분으로 정체구간 전체를 개선하고 교리물기문제도 해결 가능**

3. 결론

▪ 기대효과 및 한계점



**“ 이 교차로에서는 보통 세 차례 이상 신호대기를 받지만
이를 피하려고
습관적으로 꼬리 물기를 하는 차량도 정체의 원인입니다 ”**

- 남구청 교통정책과 김대성

인천 상습 교통정체구간 '소통실명제' 실시한다, 황금천 기자, 동아일보, 20170323

기대효과

- **신호시간간격 조정만으로 차량정체문제 일부분 해소**
- **신호에 의한 타의적 꼬리물기를 일정부분 해소**
- 사회적 비용 감소
- 도로구조 변화 없이 신호시간간격 조정만으로 교통 효율성 증가가 가능하다는 점에서 지역적 활용도가 높음

한계점

- 시뮬레이션 특성상 운전자의 양보, 교통경찰의 교통정리와 같은 사항 포함시키지 못함
- 좌회전, 우회전, 직진 차량 비율을 일정하게 적용 시킴
- 현실 적용에 있어서는 일일 총 통행 차량 대수, 실제 구간별 대기 차량 대수 등의 데이터 필요

4. 참고문헌

- 교차로 병목개선 사례로 바라보는 사물인터넷의 가치, 신광섭, CLO, 2016.11.14
- 수원시 파장천사거리 신호주기 바꾸니 차량 속도 43% '쑥', 홍성수, 인천일보, 2016.07.19
- 교통특채 경찰, 교차로 '숨은 10초' 개선...속도 43%↑, 최해민, 연합뉴스, 2016.07.18
- “녹색불” 교리물기 적발 급증 .. 과잉 단속 논란, 이준호, KBS, 2017.04.18
- 인천 상습 교통정체구간 '소통실명제' 실시한다, 황금천, 동아일보, 2017.03.23

Thank You for Listening !



인천대학교
INCHEON NATIONAL UNIVERSITY