ITS 와 WiBro 기반 실시간 교통 정보 분석 방법 연구

Sung Joo Lee

DPNM Lab.

Graduate School for Information Technology
POSTECH, Korea
forstar@postech.ac.kr

2008. 12. 22

목차

1. 서론

2. 관련 연구

3. 연속 검지 방식 제안

4. 교통 정보 통합 시스템 제안

5. 실험 결과 및 분석

6. 결론 및 향후 연구 과제

연구 배경 / 목표

❖ 연구 배경

- 지능형 교통 체계(ITS)에서 제공하는 실시간 교통 정보 서비스는 정밀한 검지체계와 신뢰성 있는 통행시간 산출이 관건임
- 현재 실시간 교통 혼잡 정보는 수집 방식에 따라 상이한 결과가 발생
- 기존의 지점/구간/정성적 수집 방식 및 연속적 수집 방식을 통해 수집한 정보들을 교차 분석하여 보다 신뢰성 있는 교통 정보 제공이 필요

❖ 연구 목표

- 기존 교통 정보 수집방식과 WiBro를 응용한 방식의 상호 보완을 통한 실시간 교통 정보 수집 방안 제시
- 다양한 검지 정보를 이용한 교통 정보 통합 시스템 제안

관련 연구

❖ 지능형교통체계(ITS :Intelligent Transport System)

- 기존 교통체계의 구성요소에 첨단기술 적용하여 실시간 교통정보를 수집/관리/제공함으로써 교통체계 운영,이용효율을 극대화하여 이용자 편의와 교통안전을 제공하는 교통 체계 [국토해양부]

<지능형 교통 체계의 개념 [2]>

ITS 서비스 분야

❖ 첨단교통정보시스템(ATIS : Advanced Traveler Information System)

- 실시간 교통정보를 제공하여 교통수요의 분산, 감축 및 이용효율의 극대화를 추구하기 위한 제반분야
- 실시간 교통정보제공, 종합여행안내, 최적경로안내 서비스 등

❖ 첨단교통관리시스템(ATMS : Advanced Traffic Management System)

- 기존의 수동적 교통관리를 과학화, 첨단화, 효율화하여 교통흐름을 원활하게 하기 위한 제반시스템
- 실시간 교통제어, 돌발상황관리, 자동요금징수, 자동교통단속, 중차량관리 등

❖ 첨단대중교통시스템(APTS : Advanced Public Transportation System)

- 대중교통정보제공, 대중교통관리 서비스 등

❖ 첨단화물운송시스템(CVO : Commercial Vehicle Operation)

- 화물 및 화물차량관리, 위험물 차량관리 서비스 등

❖ 첨단차량-도로시스템(AVHS : Advanced Vehicle and Highway System)

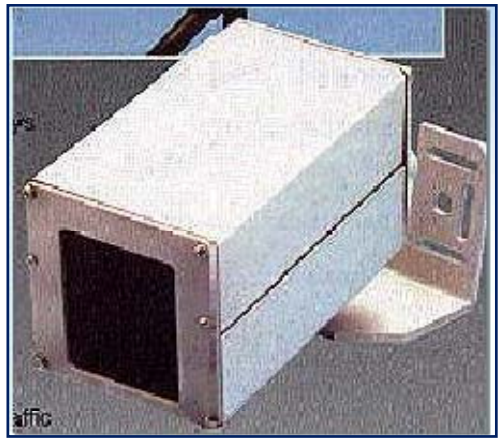
- 교통사고예방, 도로용량증대 서비스 등

지점 검지 방식

❖ 지점 검지 방식

- 도로의 한 지점에서 교통량, 점유율, 순간속도 등 정보를 수집

❖ 검지 기술

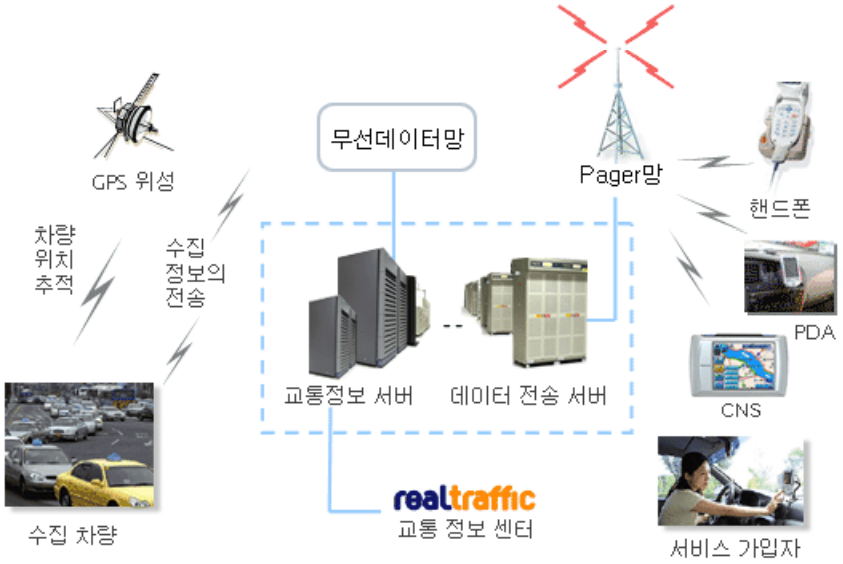


구간 검지 방식

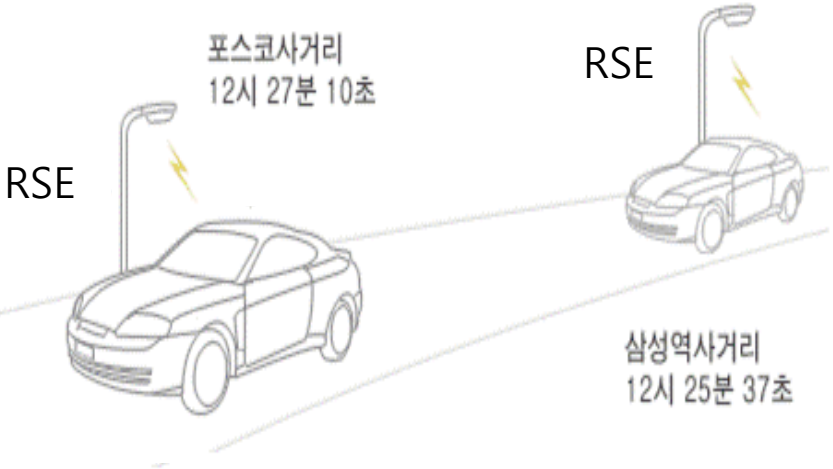
❖ 구간 검지 방식

- 지점과 지점을 연결하는 구간에서 통행시간, 속도 등의 정보를 수집

❖ 검지 기술



<GPS+무선데이터망>



<Beacon / DSRC 방식>

RSE : Road side Equipment

DSRC : Dedicated Short Range Communication

정성적 정보 수집 방식

❖ 정성적 수집 방식

- 숫자로 계량화하기 어려운 교통상황(도로의 혼잡 정보 혹은 사고 발생 여부) 수집

❖ 수집 방법

- 교통 통신원
- 시민 제보
- 사전 공지된 교통 통제
- CCTV 모니터링

연속 검지 방식

❖ WiBro 위치 측정 기술을 이용한 방식

- WiBro 망을 이용하여 측정한 위치 정보와 시간 정보를 통해 지점 속도 /구간 속도 측정 가능
- 측정된 위치 정보와 시간 정보를 WiBro 망을 통해 중앙 센터로 전송
- 위치 정보 정확도 향상이 관건임

❖ WiBro+GPS 이용한 방식

- GPS 단말을 이용하여 위치 및 속도 정보 수집 후 WiBro망을 통해 전송
- WiBro / WCDMA 보완적으로 적용 가능

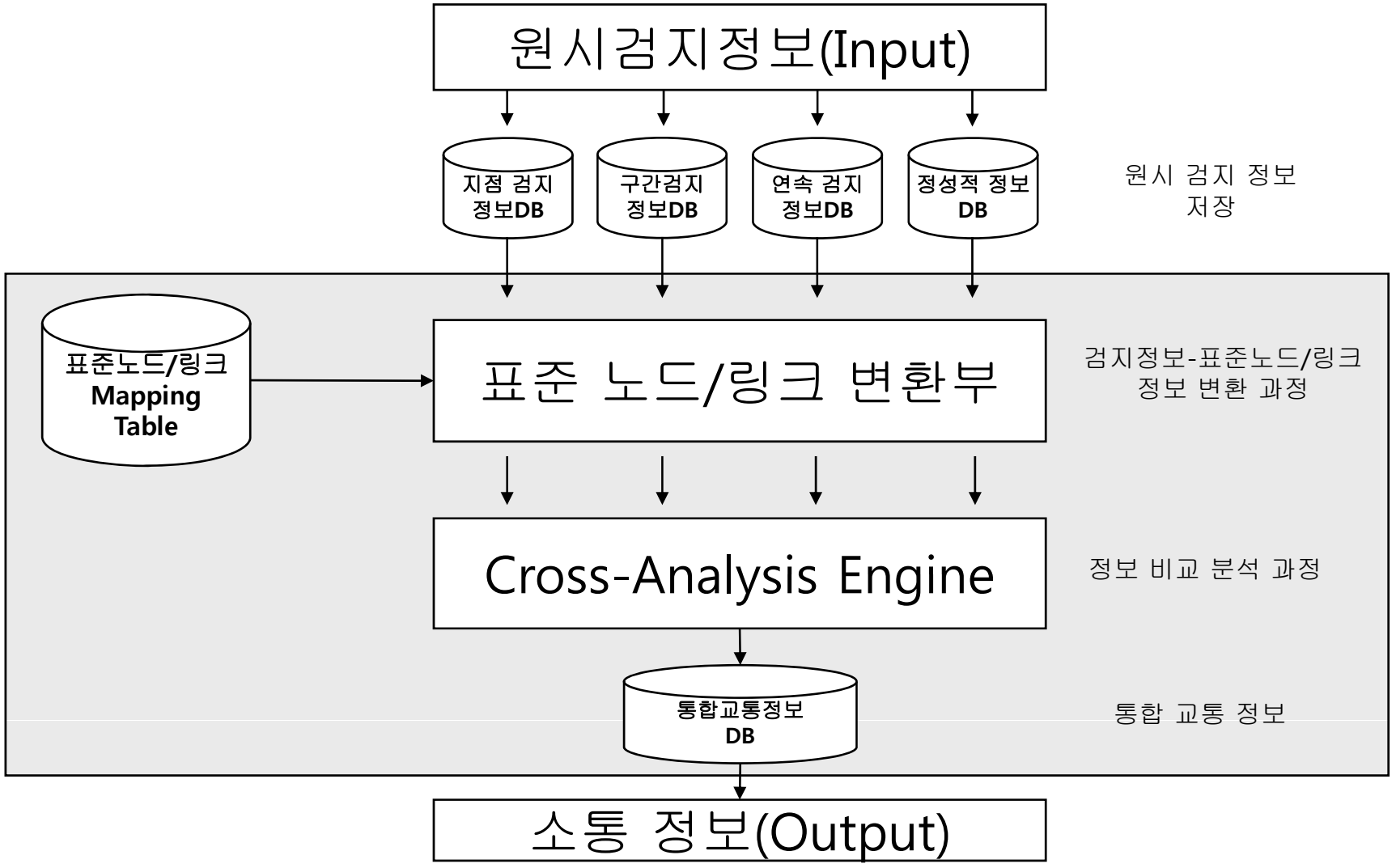
❖ 운행하는 차량을 따라 지속적으로 세밀한 교통 정보 수집 가능

- WiBro 장착 단말기로부터 측정된 위치 정보와 시간 정보를 일정 주기로 중앙 센터로 전송
- 실시간 수집된 속도 정보를 이용하여 해당 구간의 통행 속도 판단

검지 방식 비교

수집 방식	수집 기술	수집 내용	설치 목적	특징
지점 검지 방식	지점 검지기 (루프, 초음파, 초단파, 영상검지기)	교통량, 점유율, 지점 속도, 대기행렬길이, 차종	교통량 조사, 대기행렬 길이 조사, 신호시간 조정	구간에 걸친 특성을 반영하지 못하기 때문에 구간 통행 시간 제공 어려움
구간 검지 방식	DSRC방식 Beacon+Probe Car GPS+무선통신 AVI(Automatic Vehicle Identification)	구간 통행 시간 속도, 위치	구간 통행시간 조사	구간 정보 제공 비교적 높은 신뢰성 누락구간 발생 시간 지연 발생 일반 차량 소통 정보와 차이 발생
연속 검지 방식	WiBro, GPS+WiBro , CDMA, HSDPA	실시간 통행 속도, 위치 정보	교통량 조사, 통행 속도 조사	본 연구에서 제안
정성적 정보 수집	CCTV	혼잡도, 사고 정보	교통 상태 모니터링	높은 신뢰성 정보의 분산 실시간 처리 불가 주관적 정보
	교통 통신원 제보 사전 공지(통제정보)	혼잡도, 도로공사, 교통 통제 구간, 재해정보, 신호고장 등	정체구간 파악	

교통 정보 통합 시스템


원시검지정보(Input)
지점 검지 정보DB
구간검지 정보DB
연속 검지 정보DB
정성적 정보 DB
원시 검지 정보 저장
표준노드/링크 Mapping Table
표준 노드/링크 변환부
검지정보-표준노드/링크 정보 변환 과정
Cross-Analysis Engine
정보 비교 분석 과정
통합교통정보 DB
통합 교통 정보
소통 정보(Output)

Cross-Analysis Engine

❖ 가중치 적용 모델 기반의 교통 정보 통합 실시

- 링크속도 분산비를 가중치로 부여하여 구간 평균 속도 산출

❖ 구간 L 내에 각 검지 정보가 존재하는 경우

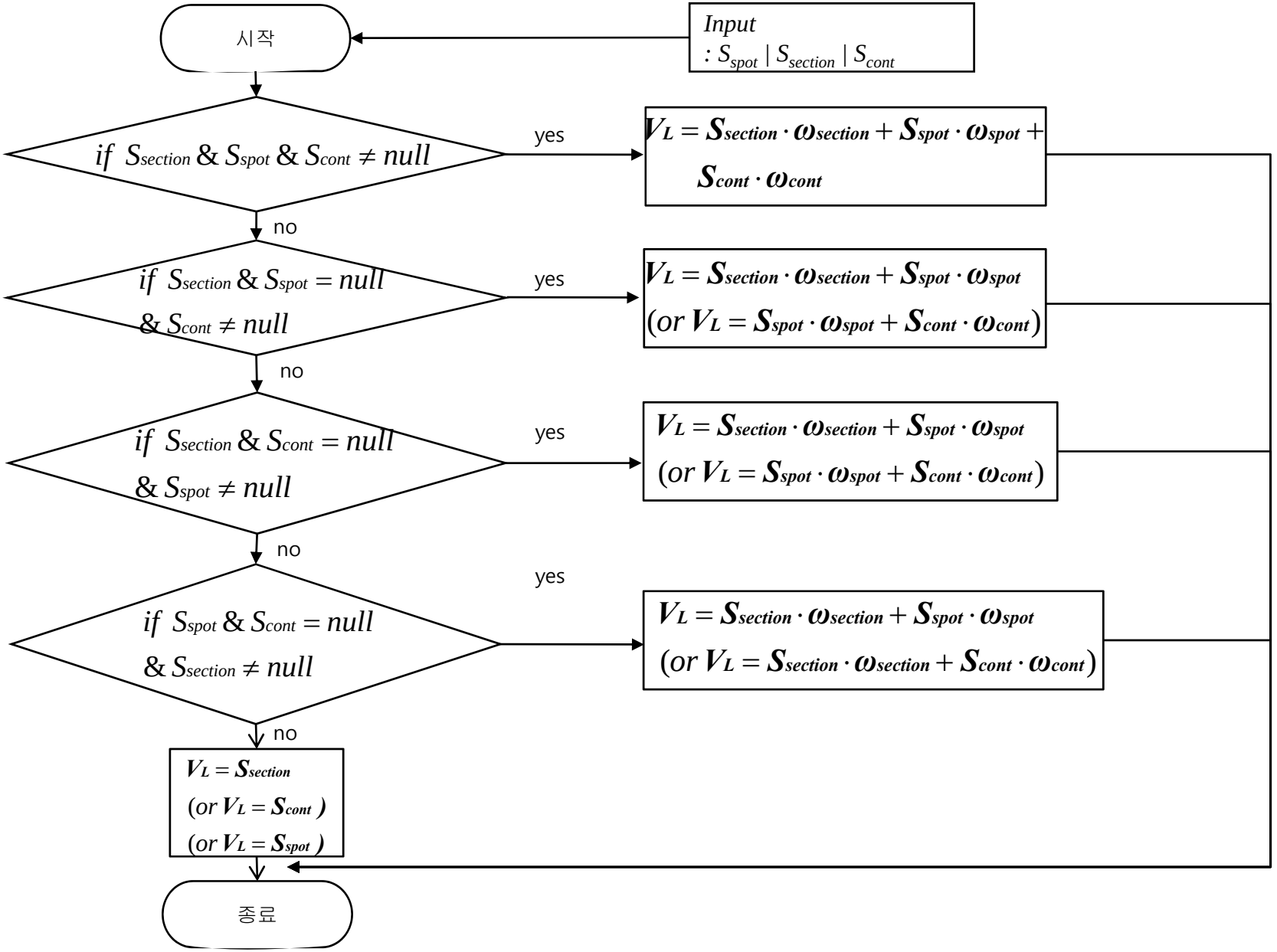
- $V_L = S_{spot} \cdot \omega_{spot} + S_{section} \cdot \omega_{section} + S_{cont} \cdot \omega_{cont}$
- 가중치 ω

$$\omega_{spot} = \frac{1/\sigma^2_{spot}}{1/\sigma^2_{spot} + 1/\sigma^2_{section} + 1/\sigma^2_{cont}} \qquad \omega_{section} = \frac{1/\sigma^2_{section}}{1/\sigma^2_{spot} + 1/\sigma^2_{section} + 1/\sigma^2_{cont}}$$

$$\omega_{cont} = \frac{1/\sigma^2_{cont}}{1/\sigma^2_{spot} + 1/\sigma^2_{section} + 1/\sigma^2_{cont}}$$

- $\omega_{spot} + \omega_{section} + \omega_{cont} = 1$
- σ^2_{spot} : 지점 검지기 통행속도의 분산
- $\sigma^2_{section}$: 구간 검지기 통행속도의 분산
- σ^2_{cont} : 연속 검지기 통행속도의 분산

Cross-Analysis Engine



실험 방법

❖실험 정보 수집

- 실험 구간
  - 서울시 강변북로 양화대교-천호대교 구간

- 실험 일시
  - 2008년 11월 22일 16:30~17:00

- 검지 정보 수집
  - 구간 검지 정보 : (주)ROTIS (www.roadi.co.kr)
  - 지점 검지 정보 : 서울시 도시고속도로 관리센터
  - 연속 검지 정보 : GPS Log 정보 수집으로 대체

❖연속 검지 정보 수집 방법

- 실험 환경
  - Mio 168Rs PDA / Mappy map
- 자료 처리
  - 차량 주행간 1초 단위로 GPS Log 수집
  - GPS Log 에서 날짜, 시간, 위도, 경도, 속도, 이동거리 등 추출
- 수집 주기 판단
  - 연속 검지 정보 수집 주기를 1초 /5초 /30초 / 60초 단위로 비교 분석하여 적절한 수집 주기 판단

분석

❖ 실험 구간

- 서울시 강변북로 양화대교 – 천호대교 구간

구간	양화→서강	서강→마포	마포→원효	원효→한강	한강→동작	동작→반포	반포→한남	한남→동호	동호→성수	성수→영동	영동→청담	청담→잠실	잠실→올림픽	올림픽→천호
구간ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
구간 길이 (km)	2.1	1.5	1.2	1.4	2.1	1.2	2	1.4	1.1	2.2	0.7	2	1.5	1

❖ 실제 측정값 선정

- GPS Log 데이터 중 1초 단위로 수집한 결과를 실측 값으로 선정

❖ 정확도 판단

- 평균절대비율오차(MAPE : Mean Absolute Percentage Error)

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{T_i^{est} - T_i^{G\cdot T}}{T_i^{G\cdot T}}\right| * 100$$

T_i^{est} : 추정값

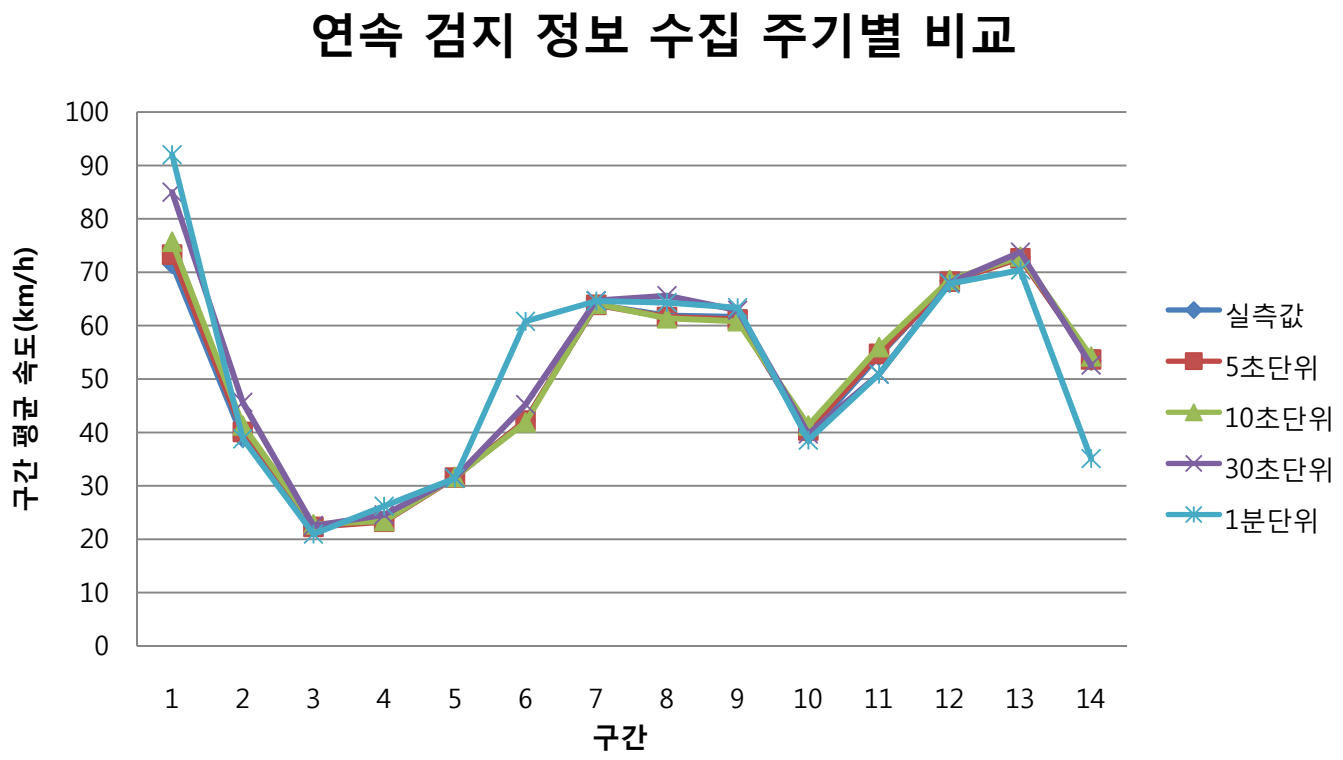
$T_i^{G\cdot T}$: 실측값

n : 관측수

연속 검지 정보 수집 주기 분석

❖1초 단위 수집한 Log값을 실측 값으로 선정

- 5초 / 10초 / 30초 / 1분 단위로 Log값 추출하여 평균 속도 계산 후 실측 값과 비교



❖연속 검지 정보 수집 주기 분석

- 1초 단위 수집한 L… …로 선정
  - 5초 / 10초 / 30초 /… …출하여 평균 속도 계산 후 실측 값과 비교

평균절대 오차율 (MAPE)

구간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	MAPE (%)
5초 단위	2.43	2.72	0.31	1.15	0.32	0.07	0.08	0.44	0.79	1.84	0.59	0.18	0.21	0.41	0.82
10초 단위	5.78	5.79	1.74	0.55	0.06	0.81	0.20	0.84	1.35	4.19	2.87	0.32	0.22	1.42	1.87
30초 단위	18.76	16.88	0.67	4.38	0.51	7.15	1.19	5.99	1.98	0.25	6.43	0.44	1.35	1.61	4.83
1분 단위	28.55	0.61	6.34	11.30	0.79	44.04	1.03	3.89	2.76	2.67	6.43	0.73	3.26	34.34	10.48

- 분석 결과
  - 실측 값과 오차 및 평균 오차율(MAPE) 비교 결과 5초 및 10초 단위로 수집한 경우 대표 값과 0.82%, 1.87% 차이로 큰 차이가 없음
  - WiBro 전송 시간 및 센터에서 정보 처리 시간 고려하여 10초 단위로 수집하는 것이 효율적

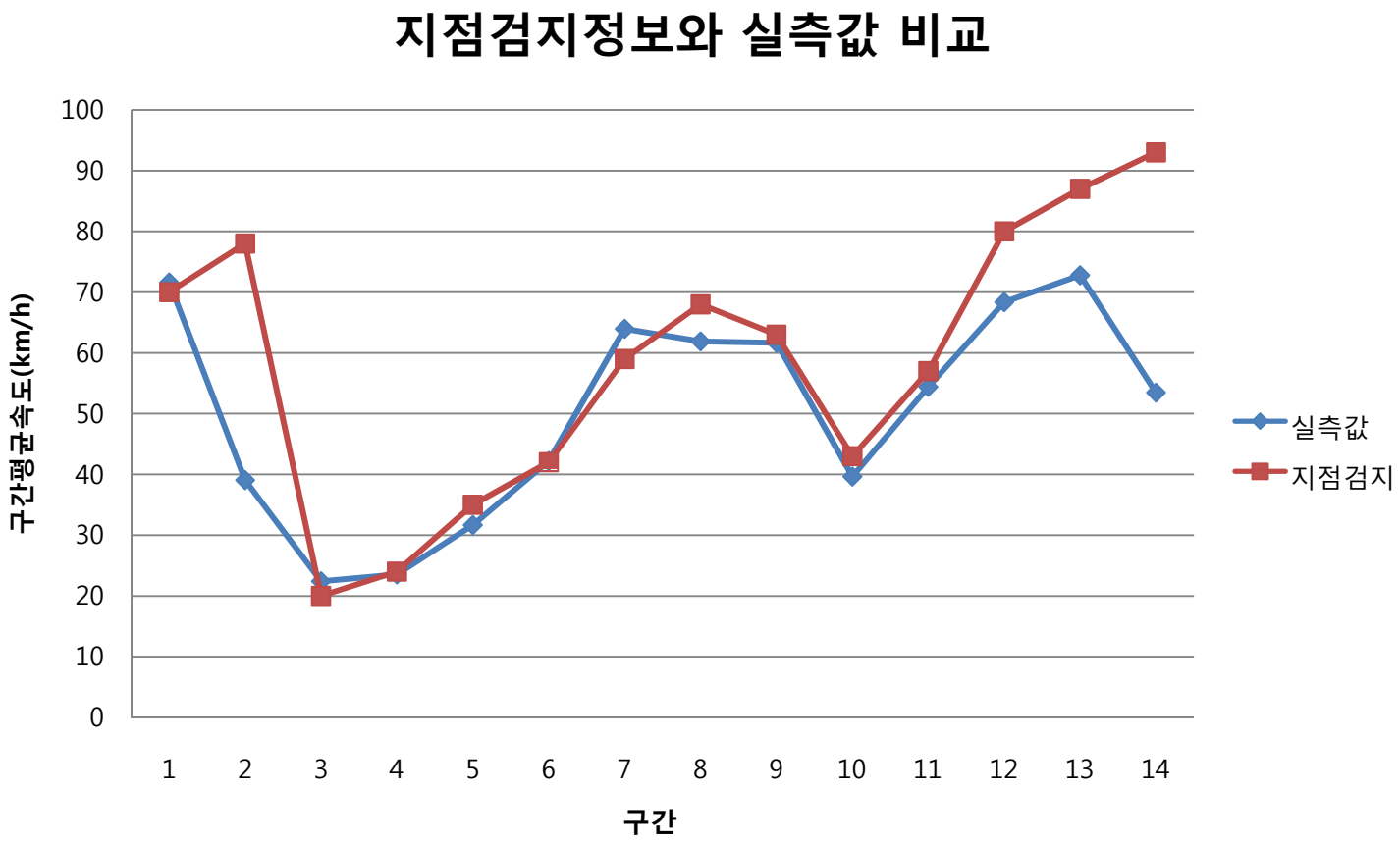
시나리오 분석

시나리오	검지 정보	비고
시나리오 1-1	지점 검지 정보만 존재하는 경우	단독 측정
시나리오 1-2	구간 검지 정보만 존재하는 경우	단독 측정
시나리오 2-1	지점 검지 정보와 구간 검지 정보 존재하는 경우	지점 검지 정보와 연속 검지 정보 Cross-Analysis
시나리오 2-2	지점 검지 정보와 연속 검지 정보 존재하는 경우	지점 검지 정보와 연속 검지 정보 Cross-Analysis
시나리오 2-3	구간 검지 정보와 연속 검지 정보 존재하는 경우	구간 검지 정보와 연속 검지 정보 Cross-Analysis
시나리오 3	지점 / 구간 / 연속 검지 정보 모두 존재하는 경우	지점 / 구간 / 연속 검지 정보 Cross-Analysis

시나리오 1-1

❖ 지점 검지 정보 또는 구간 검지 정보만 존재하는 경우

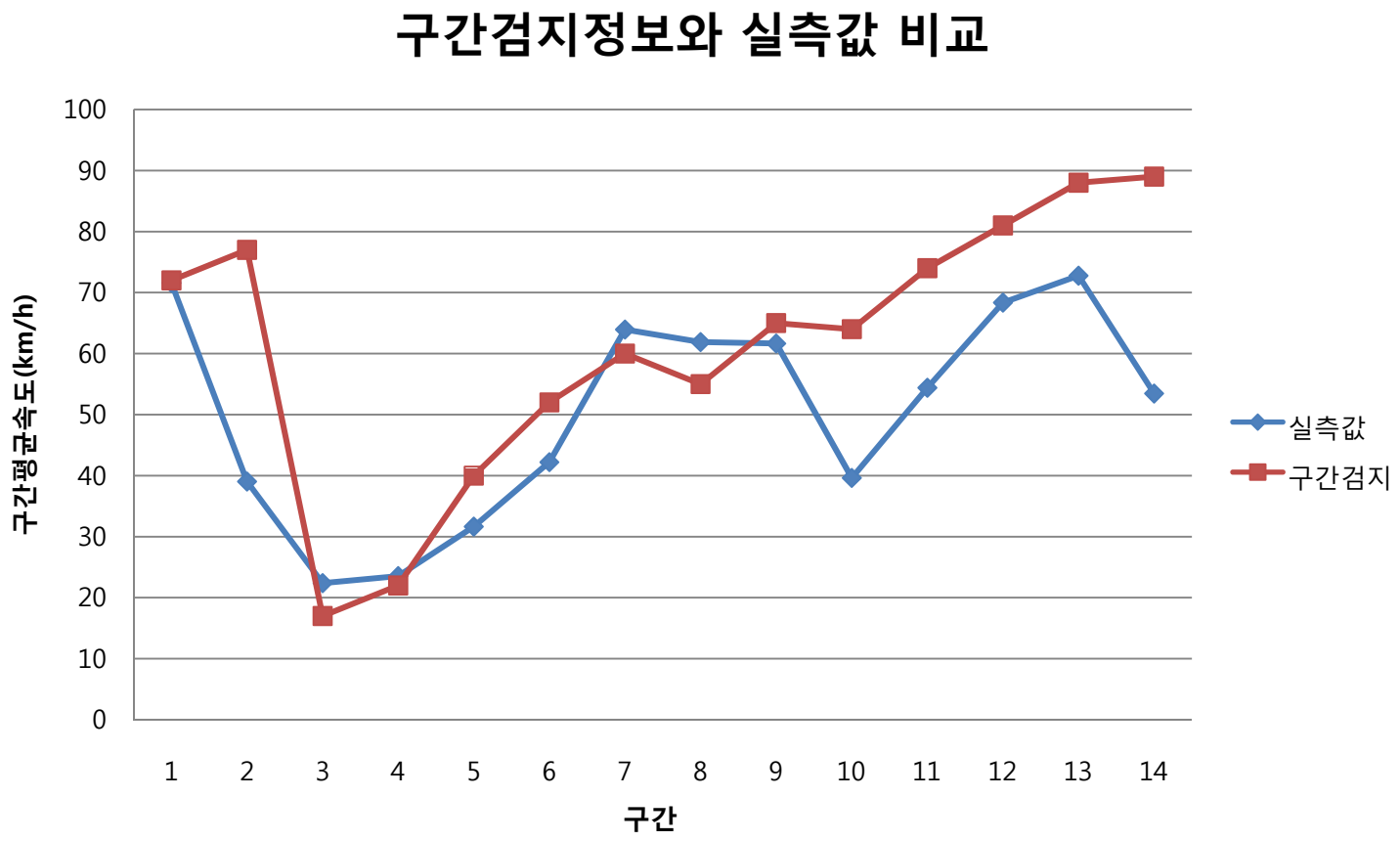
- 지점 검지 정보와 실측 값 비교



시나리오 1-2

❖ 지점 검지 정보 또는 구간 검지 정보만 존재하는 경우

- 구간 검지 정보와 실측 값 비교



시나리오 1 분석

❖ 지점 검지 정보 또는 구간 검지 정보만 존재하는 경우

- 지점 / 구간 검지 정보와 실측 값 오차 비교

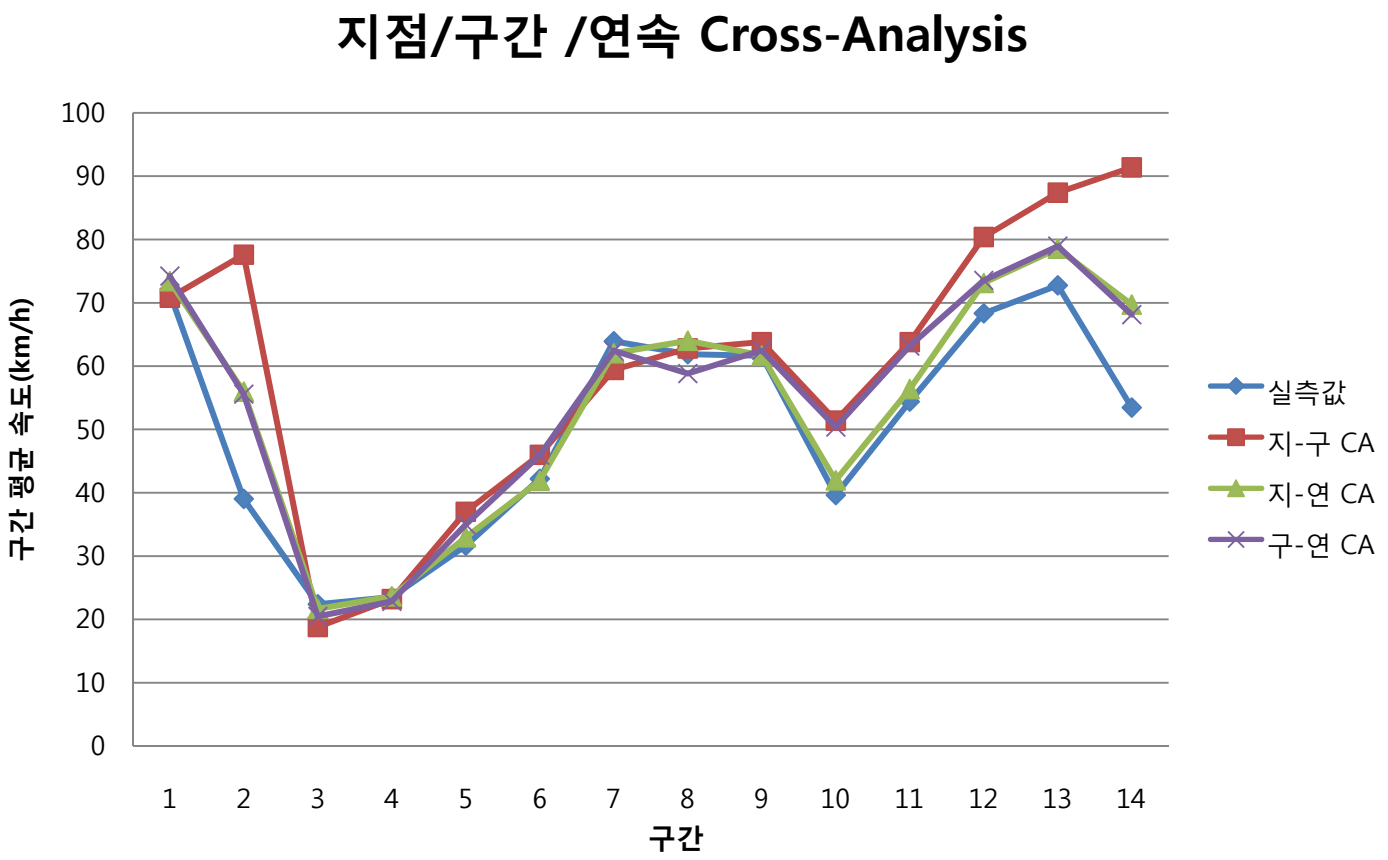
구간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	MAPE(%)
지점	2.19	99.80	10.67	1.95	10.58	0.50	7.73	9.87	2.19	8.50	4.78	17.04	19.55	73.96	19.24
구간	0.60	97.23	24.07	6.54	26.38	23.19	6.16	11.13	5.43	61.49	36.03	18.51	20.93	66.48	28.87

- **분석 결과**
  - 구간 2, 구간 14 통과 시 사고로 인한 지체 발생
  - 지점/구간 검지 정보는 실시간 급격한 속도 변화는 반영어려움

시나리오 2

❖ 지점 / 구간 / 연속 검지 정보 중 두 가지 존재하는 경우

- Cross-Analysis 결과와 실측 값 비교



시나리오 2 분석

❖ 지점 / 구간 / 연속 검지 정보 중 두 가지 존재하는 경우

- **지점 / 구간 /연속 검지 정보 Cross-Analysis 결과와 실측 값 오차 비교**

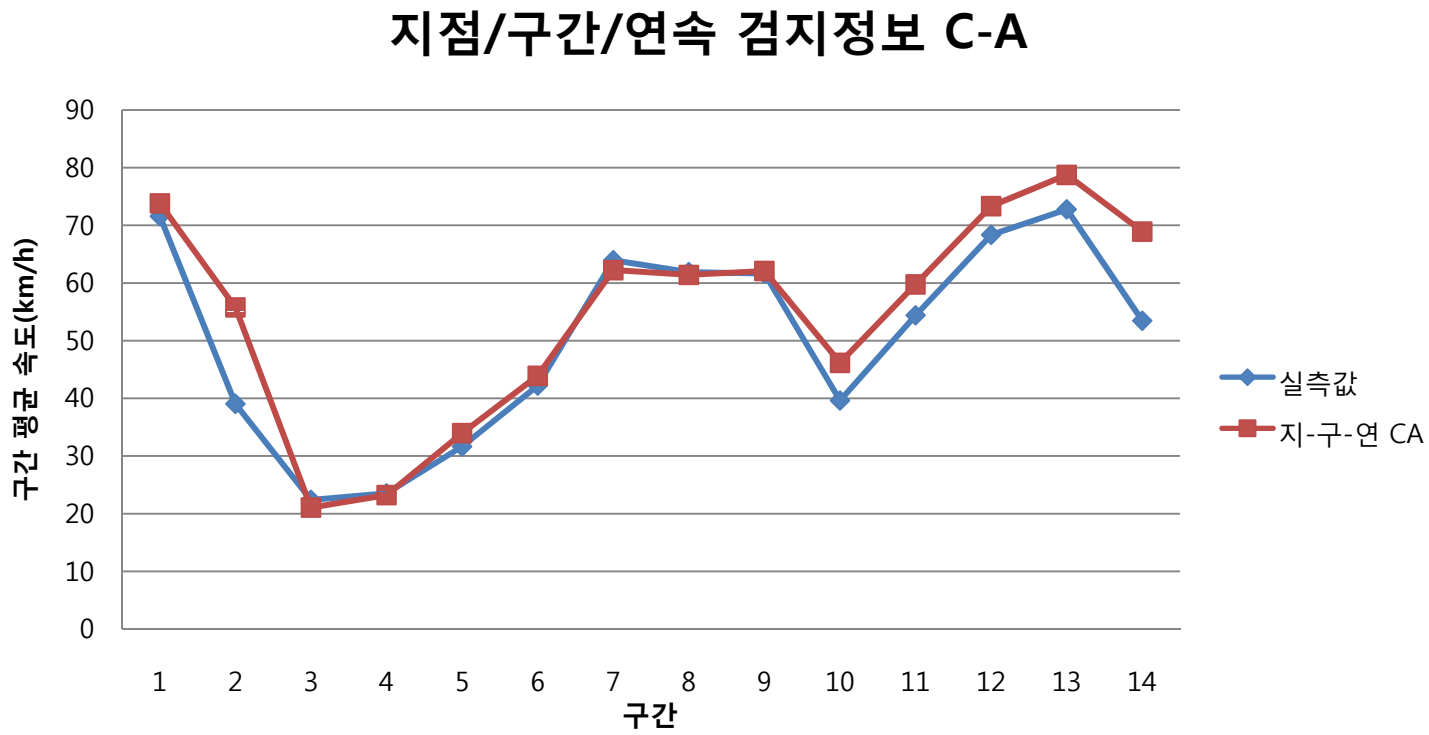
구간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	MAPE(%)
지-구 CA	1.08	98.77	16.03	1.44	16.90	8.98	7.10	1.47	3.49	29.70	17.28	17.63	20.10	70.97	22.21
지-연 CA	2.59	43.39	3.22	0.45	4.20	0.68	2.97	3.44	0.07	5.91	3.63	7.01	7.95	30.44	8.28
구-연 CA	3.71	42.37	8.58	2.95	10.52	8.79	2.34	4.96	1.37	27.11	16.13	7.60	8.50	27.44	12.31

- **분석 결과**
  - **Cross-Analysis 적용 시 지점 / 구간 검지 정보 단독 측정에 비해 오차율 감소**
  - **연속 검지 정보를 이용하여 Cross-Analysis 적용 시 상대적으로 작은 오차 발생**

시나리오 3

❖ 지점 검지 정보 및 구간 검지, 연속 검지 정보 모두 존재하는 경우

- 지점 / 구간 / 연속 검지 정보 Cross-Analysis 결과와 실측 값 오차 비교



시나리오 3 분석

❖ 지점 검지 정보 및 구간 검지, 연속 검지 정보 모두 존재하는 경우

- 지점 / 구간 / 연속 검지 정보 Cross-Analysis 결과와 실측 값 오차 비교

구간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	MAPE(%)
지-구-연 CA	3.15	42.88	5.90	1.25	7.36	4.06	2.66	0.76	0.72	16.51	9.88	7.30	8.23	28.94	9.97

- 분석 결과
  - 모든 검지 정보 Cross-Analysis 결과 전 구간에 대한 오차율 감소
  - 절대 오차 평균 10% 미만으로 지점, 구간 검지 정보만 활용하는 것에 비해 2배 이상 오차율 감소

분석 결과 종합

❖연속 검지 정보 수집 주기 분석

- 1초, 5초, 10초, 30초, 1분 단위 분석 결과 10초 단위로 수집 시 1% 내외의 오차를 보이며, 1초와 5초 단위로 수집할 경우 10초 단위 수집보다 정확하지만 거의 차이 없음
- 향후 WiBro 전송 및 센터에서 정보 처리 시간 등을 고려할 때 10초 단위 수집이 효율적임

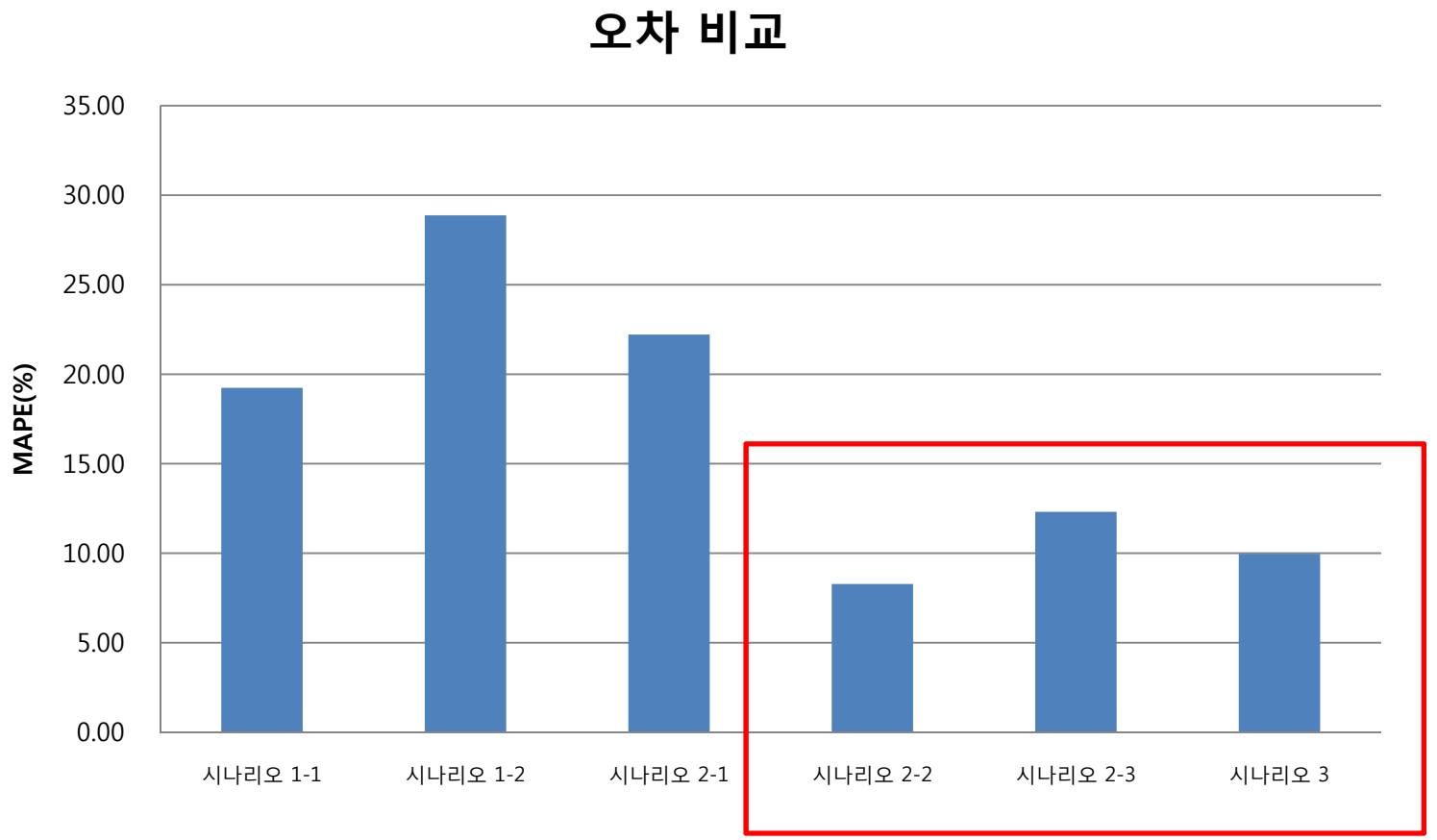
❖시나리오 분석

- 지점, 구간 검지 정보 단독 활용 시 갑작스러운 속도 변화(사고 등)가 반영되는데 시간이 소요되어 큰 오차 발생
- 연속 검지 정보 활용하여 Cross-Analysis Engine을 활용할 경우 오차가 감소

분석 결과 종합

❖ 연속 검지 정보 활용 효과

- 지점 / 구간 검지 정보만 활용 시에 비해 연속 검지 정보와 Cross-Analysis 한 경우 오차율 감소



결론 및 향후 연구

❖결론

- WiBro를 활용한 연속 검지 방식 제안
- 기존 검지 정보와 연속 검지 정보의 상호 보완적 분석을 통해 신뢰성 및 정확도가 향상된 통합 교통 정보 산출 가능
- 교통 정보 통합 시스템 및 Cross-Analysis Engine 제시
- 실제 주행을 통한 자료 수집 및 실험을 통하여 Cross-Analysis 알고리즘 검증

❖향후 연구

- 정성적 검지 정보를 Cross-Analysis Engine에 적용하는 방안
- 속도 정보 뿐만 아니라 다른 교통 정보 파라미터 (점유율, 대기행렬 길이 등)을 Cross-Analysis Engine에 적용하는 방안

Q & A

감사합니다

참고 문헌

1. 건설교통부, “2007년도 지능형 교통체계 시행계획”, 2007
2. 건설교통부, "지능형 교통체계 기본계획 21", 2000
3. 국가교통정보센터, "http://www.its.go.kr"
4. USN based Telematics Service Technology, 장병태, ETRI 센서융합텔레매틱스 연구팀(ppt)
5. 김정호, "비콘(Beacon) 시스템의 현황과 전망", 한국 ITS 학회지 04년 제1호, 2004
6. 최기주, "Killer Application 으로서 텔레매틱스 활성화를 위한 실시간 교통정보의 수집, 가공 및 제공 : 기술적 현황 및 과제", 전자공학회자 제 33권 제 10호, 2006
7. Wenhua Jiao, Pin Jiang, Ruoju Liu, Wenbo Wang, Yuanyuan Ma, "Providing Location Service for Mobile WiMAX", Communications, 2008. ICC '08. IEEE International Conference on, May 2008
8. 송승헌, "와이브로 망을 활용한 위치 인식 시스템의 성능 분석", 석사학위논문, 충남대학교, 2008
9. 이원재, "교통정보 및 관리시스템의 효율적인 운영방안에 대한 연구", 석사학위논문, 아주대학교, 2008
10. 건설교통부, “지능형 교통체계 표준 노드/링크 구축·운영지침 해설서”, 2005