

차로이용률을 고려한 지점 자료의 집락화 방법에 관한 연구

A Study of Aggregating Spot Data Method According to Ratio of Lane Usage

안 광 훈
(한국도로공사 도로교통기술원
연구원)

백 승 걸
(한국도로공사 도로교통기술원
책임연구원)

남 궁 성
(한국교통연구원 도로교통기술원
수석연구원)

Key Words : BIS, 버스도착예정시간, 논리오차, 정보가공주기, 정보제공주기, 버스정류장 단말

목 차

- I. 서론
 - II. 현황 및 관련 이론 고찰
 - 1. 고속도로 차량검지기 자료처리과정
 - 2. 고속도로 차량검지기 자료처리과정 문제점 조사·분석 과정
 - 3. ADUS/ADMS
 - 4. 차량검지기 자료처리과정 개선사항 고찰
 - III. 차로 이용률을 지점 자료의 집락화 방법에 관한 연구
 - 1. 고속도로 차량검지기 지점자료 생성과정
 - 2. 자료의 수집
 - 3. 차로별 Lane Usage분석
 - IV. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

I. 서론

흔히 "Data Rich and Information poor"에서 알 수 있듯이 고속도로에 설치된 차량검지기를 통해 많은 정보가 수집·저장되고 있지만 이에 대한 활용도는 매우 낮은 실정으로, 고속도로에서 수집 저장되는 이력자료의 활용도를 효과적으로 향상시키기 위해 ADUS/ADMS에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나, 방대한 이력교통자료의 활용도를 높이기 위해서는 우선 차량검지기 자료처리과정에 대한 체계적인 조사·분석을 통한 차량검지기 자료의 신뢰성 확보가 선행되어야 한다. 이에 본 연구에서는 차량검지기 자료처리과정에 대하여 살펴보았으며, 도출된 문제점의 규모 파악 및 해결방안 도출을 위해 유형분류를 실시하였다. 그리고 차량검지기 자료처리과정의 신뢰성 향상을 위해 고속도로 차량검지기 자료처리과정중 지점데이터 생성시 동일 차로 이용률 적용에 따른 문제점 분석과 함께 개선방안에 대하여 살펴보았다.

II. 현황 및 관련 이론 고찰

1. 고속도로 차량검지기 자료처리과정

현장 검지기에서 수집된 자료는 센터내의 LD(Lane Detection Processing)에서 종합되고, 현장 검지기 원시자료의 검증을 위해 로그파일을 기록하고, FD(Field Data Processing)로 전달된다. FD는 원시데이터를 받아서 가공하는 모듈로 필터링 과정을 수행하며, 가장 먼저 원시데이터의 장애정보를 검사하여 장애정보가 있을 경우 에러처리를 수행하게 된다. FD에서의 필터링과정은 다음과 같은 3단계로 이루어진다.

[1] 검지지점 전체자료의 이상여부 필터링

[2] 루프별 장애여부 필터링

[3] 교통량, 점유율, 속도 이상치 필터링

필터링과정을 거친 가공데이터는 루프별 데이터로부터 지점별 데이터를 생성하는 데이터 그룹화 과정이 이루어지게 되며, 생성된 루프별 데이터와 지점별 데이터는 HD로 전달되어 진다.

루프별 데이터와 지점별 데이터로 집계단위별(5분, 15분, 1시간, 1일)자료를 생성하는 HD(Historical Data Processing)는 임시 주기변수에 저장된 루프별, 지점별 주기 데이터를 집계시간에 따라 집계하여 집계데이터를 생성하게 되며, 집계데이터로 각 시간단위별 집계자료를 루프와 지점별로 DB에 저장한다.

ID(Incident Detection Processing)는 지점별로 가공된 30초 주기자료를 사용하여 돌발상황 감지 알고리즘을 수행하는 모듈로서 APID, DES, DELOS 세 가지 돌발상황 감지 알고리즘 수행결과를 통해 각 지점별 돌발상황 감지여부를 판단 이를 관리하기 위해 IM으로 결과를 전달하게 된다.

IM(Incident Management Processing)은 ID에서 전달받은 지점별 돌발상황 감지 현황과 운영자에 의해 감지된 돌발상황 현황을 바탕으로 돌발상황 발생여부를 확인할 수 있도록 운영자에게 알리고 적절한 대응방안을 제시해 주는 역할을 수행하게 된다.

구간별 현재의 정체상황을 판단하는 CD (Congestion Detection Processing)는 각 구간별로 계산된 평균통행속도로 현재의 각 구간별 정체상황을 판단하여 그 결과를 CM으로 전달하게 되며, CM(Congestion Management Processing)은 CD

에서 판단된 현 상태의 구간별 정체상황과 이전 시간대의 정체상황을 비교하여 정체 상태를 판정하여 각 상태에 적절한 대응방안을 제시하게 된다.

마지막으로, TD(Travelzone Data Processing)는 정보제공 구간의 각 차로별 30주기(15분) 동안의 교통량, 점유율, 속도를 산정하여, 15분, 1시간마다 정보제공 구간의 차로별 교통량, 점유율, 속도값을 DB에 저장하게 된다.

2. 차량검지기 자료처리과정 문제점 조사·분석 방법

고속도로에 설치된 차량검지기를 통해 많은 정보를 수집 저장하고 있지만 "Data Rich and Information poor"라는 용어처럼 자료의 활용도는 매우 낮은 실정이다. 고속도로 차량검지기 자료의 관리체계는 이력자료의 저장시 교통계획, 운영, 안전, 돌발관리, 교통정보제공, 교통예보 등 다양한 유형의 활용을 위해 필요한 자료형식, 집락간격, 과거 이력자료의 양, 갱신주기 등에 대한 합리적 연구가 없이 정해진 집락간격과 형식으로 저장되어지며, 특정 목적을 위해 DB로부터 자료를 얻고자 할 경우 user interface가 존재하지 않기 때문에 이용자가 별도의 작업을 통해 자료를 취득해야만 한다. 또한 다양한 활용방안을 고려하지 않은 이력자료의 구축으로 인해 자료의 사용에 있어 많은 제약을 받고 있어 이력정보의 활용도가 매우 낮은 형편이다.

본 연구에서는 ADUS/ADMS를 구현하기에 앞서 우선 검지기 자료처리과정에 대한 신뢰성 확보를 위한 방안으로 도로공사 FTMS 자료처리과정의 개선방향에 대하여 분석하였다.

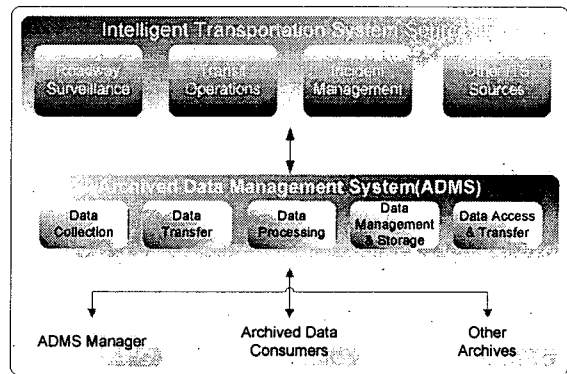
검지기 자료 처리과정의 신뢰성 확보를 위한 연구의 진행방향으로는 자료처리과정의 오류 및 개선사항을 보완하는 방법과 검지기로부터 수집된 데이터의 질을 평가하는 방법으로 수행되어 진다.

본 연구에서는 문헌분석과 프로그램 소스분석, 타 기관의

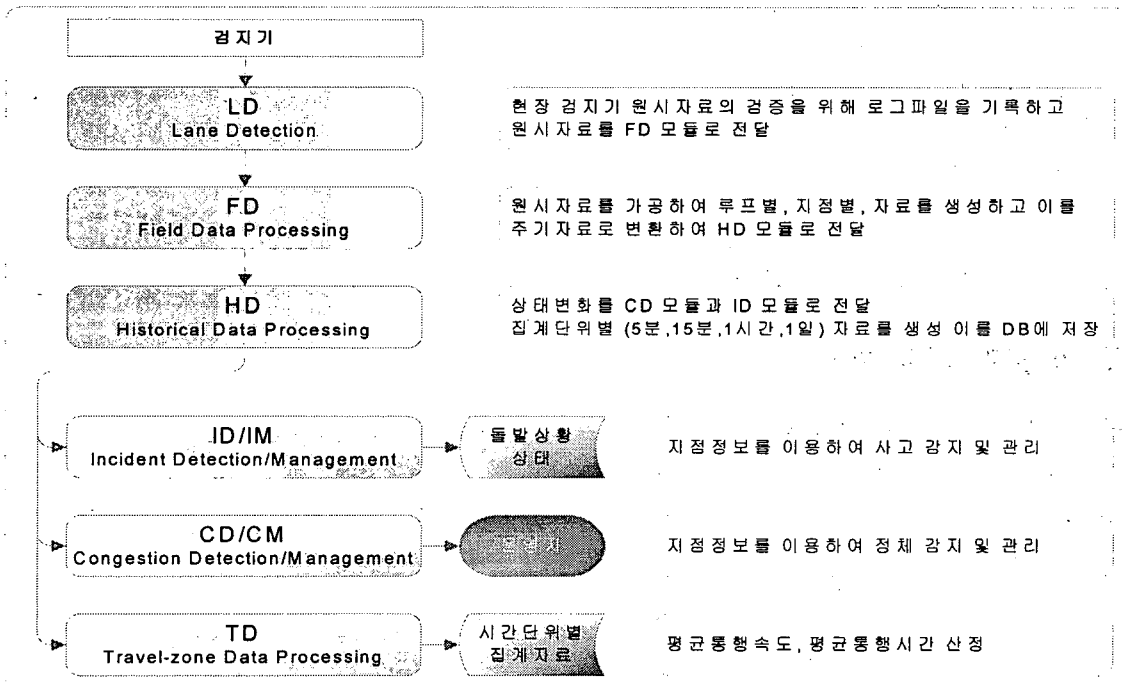
교통관리시스템 벤치마킹, 그리고 현장의 실무자들의 인터뷰를 통하여 검지기 자료의 신뢰성 향상을 위한 각 처리과정별 분석을 통하여, 현 도로공사 차량 검지기 자료처리과정의 개선방향을 살펴보았다. 그리고 분석된 개선사항에 대한 해결방안 및 규모를 파악하기 위한 유형분류를 실시하였으며, 유형별 문제점에 대한 개선방향을 살펴보았다.

3. ADUS/ADMS

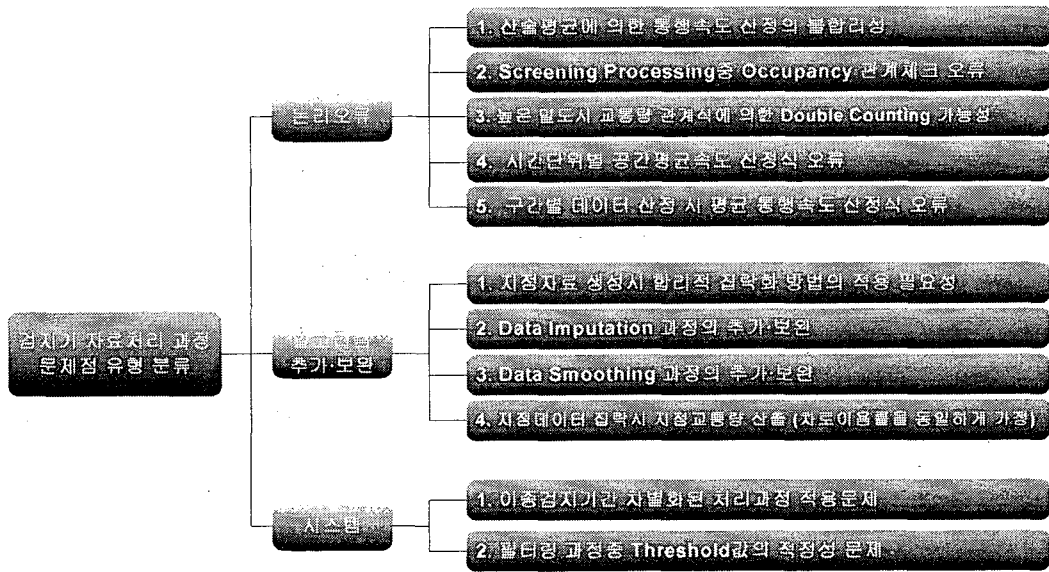
ADUS(Archived Data User Service)는 ITS관련 자료를 수집하고 저장하여 이용자에게 가공 저장된 이력정보를 Off-Line추진의 활용이 가능하도록 하는 User 서비스로서, ITS를 통해 수집되는 자료를 다양한 목적(교통계획 및 정책, 교통정보제공, 대중교통관리체계, 도로설계, 교통운영등)에 효율적으로 이용 가능하도록 데이터의 가공처리, 저장, 공급과정을 체계적으로 구성하는 것을 목적으로 하며, ADUS 기능에 대한 User Interface를 제공하는 시스템을 ADMS(Archived Data Management)라 한다.



<그림 2> ADMS/ADUS 개념도



<그림 1> 고속도로 차량검지기 자료처리과정



<그림 3> 검지기 자료처리 과정 개선사항 유형 분류

4. 차량검지기 자료처리과정 개선사항

고속도로 차량검지기 자료 처리과정의 개선사항의 해결방안 및 규모를 파악하기 위해서는 유형분류가 필요하게 된다. 본 연구에서는 검지기 자료 처리과정상 개선사항을 다음의 세 가지 유형으로 분류하였다. 자세한 내용은 교통학회 학술대회 자료에 기술되어 있다.

첫째, 차량검지기 자료처리과정상의 논리 오류나 산정식의 오류에 의해 발생하는 오류와 관련된 개선사항이다.

둘째, 차량검지기를 통해 수집된 자료의 신뢰성을 향상시키기 위해 알고리즘의 추가와 기존알고리즘의 기능을 수정하는 알고리즘 보완과 관련된 개선사항이다.

셋째, 차량검지기 자료의 수집체계 및 통신체계, 그리고 자료의 처리과정 전반을 모두 포함하는 차량검지기 자료처리 시스템과 관련된 개선사항이다.

현재 고속도로 교통관리 시스템에서는 논리오류, 알고리즘 추가보완, 시스템관련 문제점이 검지기 자료 전체의 신뢰도에 미치는 규모를 파악하고 개선방향 모색하고자 도출된 문제점 중 지점자료 생성시 합리적 집락화 방법의 적용 필요성에 대한 분석을 수행하였다.

III. 차로 이용률(Lane Usage)을 고려한

지점 자료 집락화 방법

1. 차량검지기 지점 자료 집락화 과정

교통량의 경우 자료가 유효한 루프들의 합산 값을 정상적으로 작동하는 유효 루프의 수로 나누어 평균차로당 교통량을 산출하고, 여기에 차로수를 곱한 값을 지점별 교통량으로 산출하게 된다.

$$vol_{total} = \sum_{i=1}^{loop} vol_i, (vol_i \neq Con_Bad_Data)$$

$$vol_{uds} = \frac{vol_{total} \times N_{lane}}{N_{loop}}$$

여기서, vol_{uds} : 지점별 교통량

N_{lane} : lane의 수, N_{loop} : loop의 수

여기서, 지점 교통량(Volume) 산출시 시간대와 지점에 따른 차로 이용률 분포에 대한 추가 연구 없이, 한 지점에서 전체차로의 차로이용률(Lane Usage)은 동일하다는 전제하에 평균차로당 교통량에 차로수를 곱하여 지점데이터를 산출하게 되므로 교통량이 과대 또는 과소 추정될 수 있다.

2. 자료의 수집

본 분석은 고속도로 교통관리시스템(FTMS)에서 수집된 자료를 이용하였다. 고속도로 전체구간 중 비교적 검지기 성능이 우수하게 유지되고 있는 서해안선(2002년)과 경부선(2003년)에 설치되어 운영 중인 차량검지기를 이용하여 자료를 수집하여 분석을 실시하였다.

2·3차로 구간은 서해안선 구간 중 공간적으로 동질성을 유지할 수 있도록 정상적으로 작동하는 6~7개의 검지기를 대상 검지기로 선정하였으며, 4차로 구간은 경부선 구간 동대구(이정 129.0)지역에서 2003년도에 설치되어 상태가 양호한 검지기를 대상으로 분석을 실시하였다.

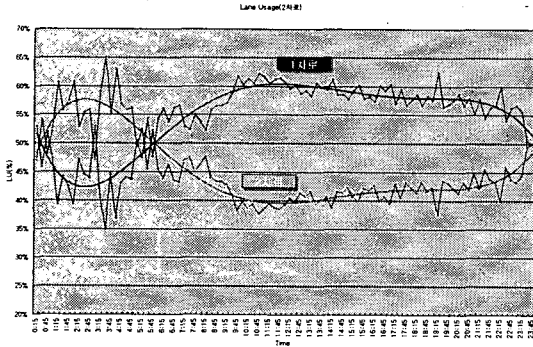
3. 차로별 Lane Usage 분석

30초 수집데이터를 5분 간격으로 집락화 하여 분석을 하였으며 <그림 4>는 2차선 도로상에서 각 차로별 차로 이용률을 보여주고 있다. 차로별 차로 이용률이 하루 중 두번만 평형상

태를 나타내며 그 외 시간대에서는 차로이용률이 다르게 분포하는 것을 보여준다.

<표 3> 2차선 도로의 평균 LaneUsage

Lane Usage(%)	
1차로	2차로
56 %	44 %

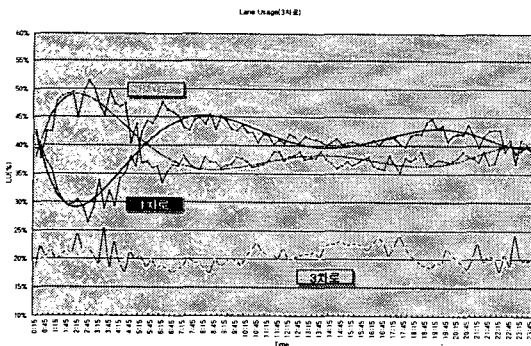


<그림 4> 2차로 도로의 LaneUsage

<그림 5>은 3차선 도로에의 차로이용률을 보여주고 있다. 오전중 1·2차의 차로이용률은 높은 차이를 나타내지만, 오후부터는 그 차이가 줄어든다. 최 외곽 차로인 3차로의 차로 이용률이 평균 20%정도로 1·2차로에 비해 낮게 나타난다.

<표 4> 3차선 도로의 평균 LaneUsage

Lane Usage(%)		
1차로	2차로	3차로
39 %	37 %	24 %

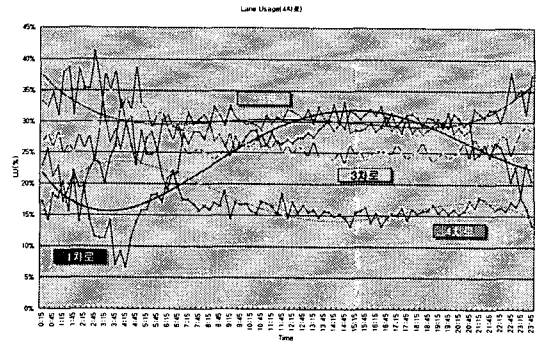


<그림 5> 3차로 도로의 LaneUsage

<그림 6>은 4차선 도로에서의 각 차로별 차로 이용률로서, 3차로구간과 같이 최외곽 차로인 4차로의 차로 이용률이 다른 차선에 비해 비교적 낮게 나타나고 있으며, 2차로가 29%로 다른 차로에 비해 높은 이용률을 나타내는 것을 보여주고 있다.

<표 5> 4차선 도로의 평균 LaneUsage

Lane Usage(%)			
1차로	2차로	3차로	4차로
25 %	29 %	26 %	21 %



<그림 6> 4차로 도로의 LaneUsage

4차로 구간의 차로 이용률을 보면 2차로의 이용률이 높게 나타나며, 외곽 차로인 4차로의 차로이용률이 비교적 낮게 나타는 것으로 알 수 있다. 4차로 구간의 차로이용률을 분석해보면 운전자들은 2·3차로로 주행하는 것을 선호하며, 4차로의 경우 고속도로 입·출입구간에서의 혼잡 때문에 운전자들이 4차로로 주행하는 것을 꺼려하는 행태가 반영되었기 때문으로 분석된다.

<표 6> LDS 지점별 LaneUsage(4차로)

LDS Number	Lane Usage(%)			
	1차로	2차로	3차로	4차로
0010LD1290	26	28	26	20
0010LD1299	26	30	26	18
0010LD1310	28	30	26	16
0010LD1319	20	23	29	28
0010LD1328	28	31	26	16
0010LD1338	26	31	26	17

FTMS 2세대 보고서에 의하면 전체 loop검지기 기준으로 정상적인 자료가 수집되는 비율이 80%미만으로 분석되고 있다. 20%에 해당하는 Bad data는 누락되어 처리 되며, 평균 차로당 교통량에 의해 지점데이터가 생성되고, 이때 교통량이 실제값에 비해 왜곡되는 현상이 발생되게 되는 문제점을 가지게 된다.

더 신뢰성 있는 자료를 수집·저장하기 위해서는 고속도로에서 각 차로별 차로 이용률이 시간대에 따라 다르게 분포하는 점을 고려한 검지기 지점 데이터 생성 process가 필요하다.

현재 우회국도의 경우 누락 처리되는 자료들을 보정하기 위한 공간적 추세활용법, 시간적 추세활용법, 이력자료 활용법 등을 이용한 합리적인 보정누락처리보정 알고리즘이 적용되어 있으며, 이를 통해 신뢰성 저하의 문제를 최소화 하려는 노력을 기울이고 있다.

본 연구에서는 고속도로 차량검지기에서 수집되는 수집자료의 차로 이용률을 살펴보았으며, 2차로에서는 1·2차로간 평균 차로이용률이 12%정도 차이를 나타내는 것으로, 3차로 구간에서는 1·2차로(37%이상)에 비해 3차로의 차로이용률이 24%로 비교적 낮게 나타났다. 4차로 분석구간에서는 1·4차로가 2·3차로에 비해 낮은 차로이용률을 나타냈다. 이를 통해 시간대에

따라 차로 이용률이 다르게 나타나고 있으며, 동일한 구간에 대해서는 유사한 차로 이용률을 나타내고 있는 것을 알 수 있었다. 차로 이용률이 다르게 분포함에도 불구하고 현 고속도로 교통관리 시스템에서는 차로 이용률이 동일하다고 가정하고 지점데이터를 산정한다. 이는 지점자료 집락시 교통량의 과대 또는 과소추정으로 인해 수집자료에 대한 신뢰성이 낮아지는 문제점을 안고 있다. 본 연구에서는 이에 대한 해결방향으로서 차로별 시간대별 차로이용률이 다르게 분포하는 것을 고려한 지점자료의 합리적인 집락화 방법이 필요하며, 우회국도에서 사용하고 있는 누락처리 알고리즘의 고속도로 교통관리 시스템 적용 가능성 검토와 차로 이용률의 과거 이력 profile을 통한 누락처리 알고리즘의 적용성을 검토하여 수집데이터의 신뢰성 확보 방안의 검토가 필요하다.

IV. 결론 및 향후 연구과제

고속도로에서 수집 저장되는 이력자료의 활용도를 효과적으로 향상시키기 위해 ADUS/ADMS 구축에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나, 방대한 이력교통자료의 활용도를 높이기 위해 우선 차량검지기 자료처리과정에 대한 체계적인 조사·분석을 통한 차량검지기 자료의 신뢰성 확보가 선행되어야 한다.

이에 본 연구에서는 고속도로 차량검지기 자료처리과정에 대한 종합적인 문제점 분석을 통해 고속도로 교통관리 시스템의 개선사항에 대하여 살펴보았으며, 차로 이용률과 관련된 문제점과 개선방향에 연구의 초점을 맞추어 수행하였다. 현 고속도로 차량검지기 자료처리과정 조사·분석 결과는 다음과 같다.

첫째로 고속도로 검지기 자료처리과정을 모듈별(LD,FD,HD, ID/IM,CD/CM,TD)로 살펴보았다.

둘째로 고속도로 차량검지기 자료처리과정에서 도출된 개선사항을 그 해결방안과 규모를 파악하기 위해 오류 관련 개선사항, 알고리즘의 추가 및 보완, 전체 시스템 관련 개선사항으로 분류하였다.

셋째로, 차로이용률(Lane Usage)과 관련된 차량검지기 자료처리과정의 신뢰성 향상을 위한 개선방향을 살펴보았다.

넷째로, 차로이용률을 동일하게 가정한 후 지점 자료를 산정하는데 분석결과 차선별 시간대별로 고속도로의 차로이용률이 상이하게 나타나, 차로이용률을 동일하게 가정한 지점자료 생성과정은 교통량의 과대 또는 과소추정의 문제점을 야기하므로, 이를 보정하기 위해 적절한 누락처리 보정 알고리즘의 적용을 통한 개선이 필요하다.

향후 연구과제로는, 본 연구를 통해 도출되어진 개선사항이 차량검지기 자료 처리과정의 데이터 신뢰성에 미치는 영향을 파악하기 위해서 자료처리과정을 평가하기 위한 평가 프로그램의 구축과 이를 통한 차량검지기 자료처리과정의 개선이 필요하다.

검지기 자료처리과정에서 도출된 문제점의 유형분류 방법과 차량검지기 자료처리과정의 추가적 문제점 도출의 수행과 오

류에 대한 민감도 분석이 수행되어야 한다.

또한 장기간의 자료 수집을 통한 시간에 대한 차로 이용률의 연관성 파악과 공간적 연관성에 대한 파악이 추가로 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 한국도로공사, 2004, 제2세대 FTMS 구축방안 연구 최종보고서
2. 한국도로공사, 2003, 고속도로 우회도로ITS구축(1단계) 실시 설계보고서
3. 한국도로공사, 2003, 교통정보센터 운영S/W 재개발 용역
4. McGhee(2003), Systems approach for developing an archived data management system(ADMS): ADMS Virginia implementation
5. Zhang et al(2003), Investigating dual-loop errors using video ground-truth data
6. Brian L. Smith(2002), Use of Local Distribution Patterns to Estimate Missing Data Value from Traffic Monitoring System