

효율적인 교통관리를 위한 혼잡상황변화 유형 분류기법 개발

Classification Method of Congestion Change Type for Efficient Traffic Management

심 상 우	Shim, Sangwoo	아주대학교 TOD기반지속가능도시교통연구센터 연구교수 (E-mail: artmania@ajou.ac.kr)
이 환 필	Lee, Hwanpil	정회원 · 한국도로공사 도로교통연구원 교통연구실 · 교신저자 (E-mail: pogijaylee@gmail.com)
이 규 진	Lee, Kyujin	아주대학교 TOD기반지속가능도시교통연구센터 (E-mail: transjin@ajou.ac.kr)
최 기 주	Choi, Keechoo	정회원 · 아주대학교 교통시스템공학과 (E-mail: keechoo@ajou.ac.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : To operate more efficient traffic management system, it is utmost important to detect the change in congestion level on a freeway segment rapidly and reliably. This study aims to develop classification method of congestion change type.

METHODS : This research proposes two classification methods to capture the change of the congestion level on freeway segments using the dedicated short range communication (DSRC) data and the vehicle detection system (VDS) data. For developing the classification methods, the decision tree models were employed in which the independent variable is the change in congestion level and the covariates are the DSRC and VDS data collected from the freeway segments in Korea.

RESULTS : The comparison results show that the decision tree model with DSRC data are better than the decision tree model with VDS data. Specifically, the decision tree model using DSRC data with better fits show approximately 95% accuracies.

CONCLUSIONS : It is expected that the congestion change type classified using the decision tree models could play an important role in future freeway traffic management strategy.

Keywords

traffic management, congestion change type, classification, decision tree, DSRC data, VDS data

Corresponding Author : Lee, Hwanpil, Researcher
Korea Expressway Corporation Research Institute, 50-5
Sancheok-ri, Dongtan-myeon, Hwaseong-si, Korea
Tel : +82.31.371.3379 Fax : +82.31.371.3219
E-mail : pogijaylee@gmail.com

International Journal of Highway Engineering

<http://www.ksre.or.kr/>

ISSN 1738-7159 (print)

ISSN 2287-3678 (Online)

Received Apr. 10, 2014 Revised Apr. 14, 2014 Accepted Jul. 4, 2014

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

고속도로의 효율적 교통관리를 위해 국내에서는 고속 도로교통관리시스템(Freeway Traffic Management System, FTMS, 이하 FTMS)을 1993년부터 구축하여 운영하고 있다. FTMS에서는 다양한 교통정보수집매체

를 통해 획득한 교통정보를 가공, 분석하여 교통류를 관리하고 있으며 필요에 따라 교통류 상태의 변화를 예측하여 관리에 활용하고 있다. 교통류 상태의 예측은 실시간 교통류 관리 시 운영자의 의사결정에 필요한 정보이지만 수집데이터 신뢰도에 따른 예측력 변동, 교통패턴 변화와 최적화되지 않은 모형에 따른 신뢰도 저하 등으

로 인해 활용하기에 어려운 측면이 있다. 또한, 예측모형을 통해 산출된 세부 예측정보는 운영자의 의사결정 과정에서 의사결정을 방해하는 과도한 정보로 작용하기도 한다.

최근 한국도로공사에서는 전자지불시스템인 하이패스 시스템을 교통정보수집에 활용하고자 본선구간에 하이패스 교통정보시스템¹⁾을 설치, 구간교통정보를 수집하여 전통적인 교통정보수집수단인 지점검지기의 한계를 보완하고 있다. 이러한 배경에서 본 연구에서는 고속도로 운영자의 의사결정과정에 도움을 줄 수 있는 정보를 생성할 수 있도록 지점교통자료와 구간교통자료의 이력데이터 분석을 통해 정체변화 유형을 분류할 수 있는 기법을 개발하였다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 다음과 같은 순서로 진행된다. 우선 관련 분야 연구사례 검토와 시사점 분석을 통해 혼잡상황 분류기법 개발을 위한 방향을 설정한다. 그리고 상습정체 구간인 경부선 서울-오산 구간에서 수집된 VDS 자료와 하이패스 교통정보시스템으로 수집된 DSRC 자료를 대상으로 상관분석을 실시하여 정체변화와 관련된 변수를 도출하고, 이를 의사결정나무모형의 입력변수로 설정한다. 하이패스 교통정보시스템의 원시자료에는 승용차 외에 버스도 포함되어 있으므로 분석 시에는 버스를 제외한 승용차를 대상으로 분석을 실시하였다. 마지막으로 입력변수를 통해 구축된 의사결정나무모형의 적용 결과 및 향후 연구과제를 제시한다.

2. 관련 연구 고찰

2.1. 관련 연구사례

Gilmore and Abe(1993)는 역전파 신경망모형을 이용하여 도시부도로의 혼잡을 예측하였으며, 시뮬레이션 결과 적용이 가능한 것으로 나타났다.

Li et al.(2008)는 퍼지와 신경망 모형에 GPS와 GIS 통합자료를 적용한 실시간 혼잡예측모형을 개발하였고, 적용 결과 역시 우수한 것으로 나타났다.

Wei and Xie(2006)은 신경망, 칼만필터, ARIMA 모형을 결합하여 도시순환도로의 교통량을 예측하였는데, 적용 결과 혼잡하지 않을 경우에는 개별 모형에 비

해 정확했으나 혼잡한 경우에는 ARIMA나 신경망 모형에 비해 정확도가 떨어지는 것으로 나타났다.

Terpstra et al.(2004)는 실제 교통자료를 이용한 예측의 정확도 향상에 기상 및 대형 이벤트와 같은 외부요인의 영향이 큰 문제를 해결하기 위해 기존 교통모형에 자료동화법(Data Assimilation)을 결합하여 이를 반영하였고, Terpstra and Meiger(2006)은 프로브 차량의 이력자료와 실시간 자료를 기반으로 자료동화법을 이용한 동적조화회귀모형으로 예측하였고, 적용 결과는 우수한 것으로 나타났다.

Kim and Lee(2004)는 퍼지 로직을 이용하여 동적 교통량-밀도 관계를 유추하여 거시 교통류 모형을 실시간으로 응용할 수 있는 방안을 제시하였다. 이 때 한 지점에서의 시간적 흐름에 따른 교통량-밀도 관계를 분석하여 자유류, 혼잡, 정체²⁾ 등의 5개 상태 다이어그램(states diagram)으로 분류하여 적용하였다.

Han et al.(2006)은 다양한 교통상황을 반영하지 못하는 패턴자료의 문제점을 해결하기 위해 통계분포를 이용하여 반복정체 발생확률을 추정하였다. 적용 결과 소통원활 및 정체 시에는 통계적 유의성은 높지만 전이 시간대에서는 유의성이 낮게 나타났다.

Bo et al.(2008)는 한계교통량 및 발생량에 대한 이차보간법(Quadratic Interpolation)을 이용하여 혼잡상황을 예측하는 기법을 제안하였고, Xiao et al.(2009)는 그레이 모형(Gray Model)을 이용하여 교통량을 예측하여 교통혼잡관리에 적용한 결과 두 방법 모두 결과가 좋은 것으로 나타났다.

Lee et al.(2010)은 검지기를 통해 측정된 연속차량의 속도배열에 대한 누적이동평균을 사용하여 연속류 도로의 불안정성을 파악하기 위한 모형을 개발하였고, 산출된 안정도 평가지수의 변화추세가 혼잡으로 인한 속도 등의 시계열적 변화와 유사하게 나타났다.

Thammasak et al.(2011)은 GPS 데이터로 획득한 차량 속도를 통해 패턴을 정의하고 의사결정모형을 통해 혼잡수준을 분류하는 기법을 제안하였고 해당 기법의 적용 결과 높은 정확도를 나타내는 것으로 나타났다.

Seo(2012)는 실제속도와 정체기준속도의 비율, 정체기준 교통량과 현재 교통량 비율, 정체기준 점유율과 현재 점유율 비율을 적용한 혼잡지표를 이용해서 정체상황을 판단하고, 정체가 발생하였을 시 정체상황이 악화,

1) 정식명칭은 하이패스 교통정보시스템이지만 통신방식인 DSRC(Dedicated Short Range Communication)로 통칭하여 부르며 본 연구에서도 하이패스 교통정보시스템을 DSRC로 통칭

2) 혼잡은 용량을 초과한 상황을 의미하는 반면 정체는 교통관리시스템에서 통행속도가 40km/h 이하인 경우를 의미함

유지, 완화되는지에 대해 정체상황의 추이를 판단할 수 있는 알고리즘을 개발하였다.

2.2. 시사점 도출

선행연구 검토결과 교통혼잡에 관한 대부분의 연구들은 실제 운영자가 교통관리에 활용할 수 있는 혼잡상황의 분류나 추이판단에 관한 연구는 활발히 이루어지지 않았으며, 대부분 전통적인 예측기법이나 통계분포를 이용해서 정량적 예측값을 산정하는데 주안점을 두고 있다. 정량적 예측값은 그 자체로도 혼잡의 추이판단이 가능한 자료이나 예측값에 대한 정확도가 확보되어야 운영자에게 의미 있는 정보로 활용될 수 있다. 즉, 혼잡상황 예측에 관한 선행연구들은 한정된 이력자료를 활용하는 실험환경에서는 높은 정확도를 나타낼 수 있으며 시스템화를 위한 기반 기술로서는 가치가 있다고 할 수 있지만, 급격한 교통패턴의 변화, 다양한 교통패턴 등이 발생하는 실시간 교통류 관리시스템에 적용시키기에는 모형 튜닝 및 최적화, 패턴 인식을 위한 학습 등의 제반환경 조성, 실시간 연산시간의 확보 등과 같은 문제가 발생한다. 이러한 문제에 대한 해결이 선행되지 않으면 예측결과의 정확도를 확보하기 어려우며, 이러한 상태에서 정량화된 값으로 예측정보를 제공할 경우 운영자의 판단에 혼란을 가중시킬 우려가 있다.

이에 전통적인 교통상황 예측기법에서 벗어나 정량화된 예측정보의 확인과정 없이 직관적인 혼잡상황 변화 유형에 대한 추이를 제공한다면 운영자의 의사결정 효율성이 증대될 수 있을 것이라 판단되므로 교통관리시스템에 적용이 용이하고, 튜닝 및 최적화를 최소화하면서 혼잡의 추이판단을 분류할 수 있는 실용적인 기술 개발이 필요하다.

3. 혼잡상황변화 유형 분류기법 개발

혼잡상황변화를 파악하면서 시스템에 쉽게 적용하기 위해서는 혼잡상황변화 유형을 분류할 필요가 있다. 혼잡상황변화 유형을 분류하는 것은 현재 시점의 혼잡상황이 어떻게 변화할 것인지에 대한 상황을 분류하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 Data Mining 기법 중 하나인 의사결정나무를 이용하여 혼잡상황변화 패턴을 분류하였다.

의사결정나무는 돌발상황 처리시간 판단(Ha et al. (2010)), 운전자 우회결정요인(Kang et al. (2011)), 화물차 행태 분석(Kim et al. (2010)), 사고심각도 패턴

인식(Sohn and Shin(2001)) 및 사고위험분석(Karine and Nadjim(2001)) 등 여러 분야 연구에 활용되었으며, 이들 연구에서는 모두 의사결정나무모형 개발 시 관련성 높은 변수를 대상으로 적용하였다. 이에 본 연구에서는 과거 이력자료를 기반으로 통행속도와 관련성이 높은 교통량, 정체구간 수 등의 변수에 대한 상관분석을 통해 의사결정나무의 분류기준 및 입력변수를 설정하였으며, 수집시스템 차이를 파악하기 위해 수집자료에 따른 의사결정나무모형을 개발하였다.

3.1. 한국도로공사 수집자료 분석

한국도로공사에서는 교통상황을 분석할 수 있는 VDS, DSRC, TCS(Toll Collection System) 등과 같은 교통자료와 돌발상황과 기상정보 등의 부가자료를 수집하여 저장하고 있다. TCS 자료는 요금징수시스템의 톨게이트 진·출입 시 발생하는 명세내역으로 통행완료 전까지 실시간으로 자료를 수집할 수 없는 문제가 있다. 또한 돌발상황 자료는 사고심각도 및 처리시간 등에 대한 시스템화된 자료³⁾가 부족하고, 기상정보도 넓은 영역의 구간자료로 수집되기 때문에 혼잡상황변화를 검지하는데 적용하기 어려운 문제가 있다. 이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 VDS와 DSRC가 혼잡상황변화 검지에 가장 적합한 자료로 판단하였으며 VDS, DSRC 자료를 혼잡상황변화 유형 분류를 위한 입력자료로 설정하였다.

고속도로에서는 교통류관리를 위한 기본단위로 IC, JC의 조합으로 구성되는 Conzone 단위로 교통정보 제공 및 관리를 하고 있는데 Conzone에 위치한 VDS를 통해 수집할 수 있는 자료는 교통량, 속도이며 속도를 기준으로 정체지점 수를 파악할 수 있다. DSRC를 통해 수집할 수 있는 자료는 노변기지국인 RSE(Road-side Equipment)구간의 평균통행시간이지만 통행시간을 속도로 변환하면 VDS와 동일하게 정체구간 수를 파악할 수 있다.

일반적인 교통류이론에 의하면 교통량이 증가하면 통행속도가 감소하고, 그 결과 정체지점수 및 구간수가 증가하게 된다. 이를 확인하기 위해 수도권 서울TG~안성IC 구간의 2011년 8월 자료를 이용하여 5분 단위로 집계된 VDS 교통량 변화에 따른 DSRC 통행속도 변화를 분석하였다.

3) 돌발상황 자료는 교통특성 변화를 시스템에서 자동으로 검지하여 기록하는 자료가 아니라 교통경찰이나 고속도로 순찰요원에 의해 현장에서 인력에 의해 작성된 자료로 사고 발생시간, 처리완료시간 등의 시간정보는 주관적 판단이 많이 개입됨

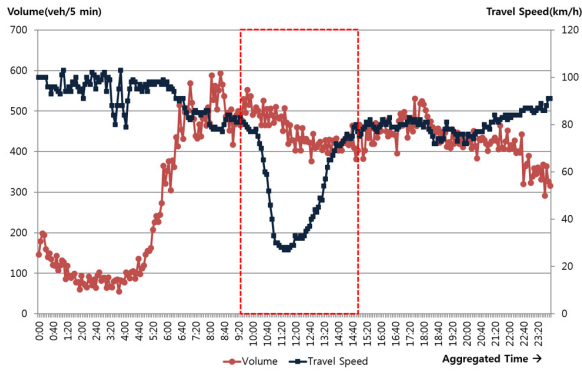


Fig. 1 Relationship of Volume and Travel Speed (Suwon IC~Giheung IC)

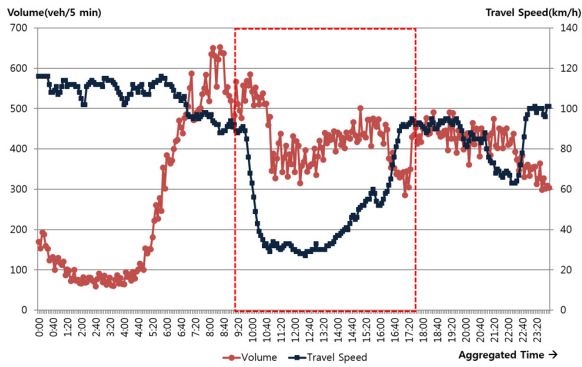


Fig. 2 Relationship of Volume and Travel Speed (Giheung IC~Osan IC)

Fig. 1, 2는 수원IC~기흥IC, 기흥IC~오산IC 구간의 VDS 교통량과 DSRC 통행속도의 관계를 나타낸 것이다. 이를 보면 오전 6시~8시에는 교통량이 증가하면 통행속도가 감소하는 일반적인 형태를 보이고 있지만 이후 시간대에서는 교통량이 유지되거나 감소되는 상황에서 통행속도가 감소하거나 유지되는 형태로 나타났다. 이는 혼잡류 상태에서 정상류 상태로 교통상황이 복귀되기 이전에는 혼잡의 영향으로 교통량 감소에 따른 통행속도 증가가 곧바로 일어나지 않기 때문이다. 이에 본 연구에서는 혼잡상황변화 파악이 어려운 교통량은 입력 변수에서 제외하였다.

Fig. 3, 4는 기흥IC~오산IC 구간의 VDS 정체지점수 (Congested Point, CP) 및 DSRC 정체구간수 (Congested Link, CL)와 DSRC 통행속도의 관계를 나타낸 것이다. 정체상황이 변화는 시간대에서는 정체지점수 및 구간수가 증가하면 통행속도가 감소하고, 감소하면 증가하는 형태를 보이고 있으나 정체가 유지되는 경우에는 정체지점수 및 구간수의 증감에도 통행속도는 유사하게 나타났다. 반면 정체지점 및 구간이 발생하지 않은 경우에는 이와 같은 관계를 보이고 있지 않으므로

정체지점 및 구간 발생 여부를 반영할 필요가 있을 것으로 사료된다.

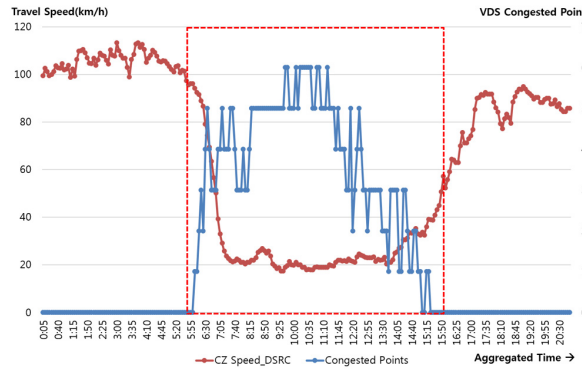


Fig. 3 Relationship of VDS Congested Point and Travel Speed (Giheung IC~Osan IC)

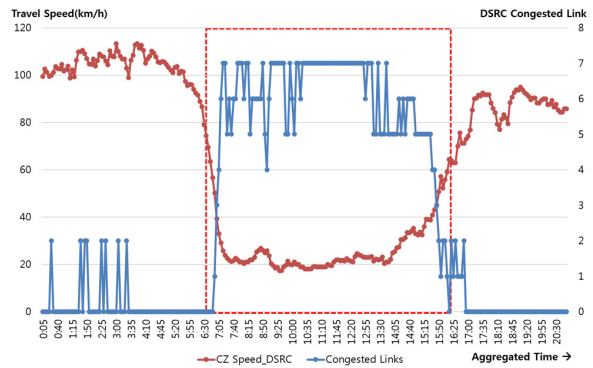


Fig. 4 Relationship of DSRC Congested Link and Travel Speed (Giheung IC~Osan IC)

이러한 결과의 발생원인은 VDS와 DSRC의 통행속도 산출방식 차이 때문이다. VDS는 차로별로 수집된 차로별 지점속도를 해당 차로를 지나간 교통량을 가중평균하여 지점화 시킨 후 구간내의 지점속도를 조화평균하여 공간평균속도를 산출한다. 반면 DSRC는 통과차량들의 평균통행시간을 산출, 통행속도로 변환하고 있다. Shin et al.(2012)의 연구에서는 이러한 방식의 차이에 따른 정체판정오류 수준을 비교하였으며, 정체 시 DSRC의 판정오류(2.45%)가 VDS의 판정오류(19.02%)에 비해 작다는 결과를 제시하였다. 본 연구에서는 이러한 결과를 반영하여 출발기준 DSRC 통행속도⁴⁾를 입력변수로 설정하였다.

3.2. 의사결정나무 모형 개발

3.2.1. 입력변수 설정

4) 차량이 출발한 시간을 기준으로 집계한 DSRC 통행시간을 이용하여 산출한 통행속도

본 연구에서는 15분 Conzone 구간속도 변화와 정체 지점 및 구간수 변화, 정체지점수 변화와 정체구간수 변화에 대한 상관분석을 통해 의사결정나무 모형의 입력 변수를 설정하였다. 혼잡상황변화에 따라 정체지점수 및 구간수, 통행속도 변화가 발생하게 되므로 Conzone의 정체지점수 및 구간수와 출발기준 DSRC 통행속도의 상관분석 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Result of Correlation Analysis

Conzone	# of VDS CP vs. Travel Speed	# of DSRC CL vs. Travel Speed	# of DSRC CL vs. # of VDS CP
Seoul TG ~Shingal JC	-0.69	-0.74	0.89
Shingal JC ~Suwon IC	-0.68	-0.75	0.88
Suwon IC ~Giheung IC	-0.70	-0.91	0.78
Giheung IC ~Osan IC	-0.77	-0.90	0.82
Osan IC ~Anseong JC	-0.64	-0.71	0.75
Anseong JC ~Anseong IC	-0.85	-0.92	0.91

정체지점수 및 구간수⁵⁾와 통행속도의 상관계수는 -0.6 이상으로 관련성이 높게 나타났으며, DSRC 정체구간수와 통행속도의 상관계수가 VDS 정체지점수의 상관계수에 비해 높게 나타났다. 또한 VDS 정체지점수와 DSRC 정체구간수 변화에 대한 상관분석 결과 상관계수가 0.75 이상으로 나타나 두 자료는 각각 적용해야 되는 것으로 나타났다.

이와 같은 상관분석결과 및 수집자료 분석을 기반으로 설정된 의사결정나무의 입력변수는 다음과 같다.

- 종속변수: 출발시간 기준 DSRC 통행속도
- 독립변수
 - 정체여부: VDS 지점 및 DSRC 구간의 정체여부
 - 15분 구간속도 변화: 현재 Conzone 속도-15분 전 Conzone 속도
 - 15분 정체지점(구간) 변화: 현재 정체지점(구간) 수-15분 전 정체지점(구간) 수

5) Conzone 구간에 설치된 VDS 지점 및 RSE-RSE 구간 중 통행속도가 40km/h 이하인 지점 및 구간수

종속변수로 도착시간 기준 DSRC 통행속도가 아닌 출발시간 기준 DSRC 통행속도를 선정한 이유는 출발시간 기준 DSRC 통행속도가 실제 경험하는 통행속도인 반면 도착시간 기준 DSRC 통행속도는 통행시간만큼 시간차집(Time-lag)이 발생하기 때문이다. 그러나 도착시간 기준 통행속도⁶⁾는 실시간 수집자료에 해당하므로 본 연구에서는 이를 독립변수로 적용하였다. 단, 15분 구간속도 변화량은 연속형 변수이므로 이를 기반으로 의사결정나무 모형을 개발할 경우 시스템 적용이 어려운 문제가 있다. 이에 본 연구에서는 시스템 상에서 혼잡상황변화를 판단할 수 있는 기준으로 통행속도 변화가 큰 전이시간대의 평균속도 변화량을 사용하였으며, 그 이유는 판단결과의 변동성을 감소시켜 운영자의 혼란을 최소화할 수 있기 때문이다. 2011년 8~10월의 전이시간대⁷⁾ 15분 Conzone 속도 변화량을 분석한 결과 평균속도 변화량은 10.2km/h로 나타났으며, 이에 본 연구에서는 15분 Conzone 속도 변화량이 10km/h 이상 변화하면 혼잡상황이 변화하는 것으로 가정하여 10km/h 이상 증가하면 “증가”, 반대로 10km/h 이상 감소하면 “감소”, 그 외의 경우는 “유지”로 분류하였다.

3.2.2. 의사결정나무 모형 개발

각 수집시스템의 입력변수를 기반으로 할 때 Table 2와 같이 2가지의 의사결정나무를 개발할 수 있다.

Table 2. Input Variable by Applied Decision Tree

Classification	Input Variable
VDS	- VDS Point Congested Status - Change of VDS Congested Points - Change of VDS Section Speed
DSRC	- DSRC Link Congested Status - Change of DSRC Congested Links - Change of DSRC Section Speed

의사결정나무는 2011년 8월~10월(3개월)의 이력자료를 활용하여 구축하였다. VDS 수집자료를 기반으로 혼잡상황 유형을 분류한 결과는 Fig. 5와 같이 정체여부, 정체지점수 변화, 15분 구간속도 변화 순으로 총 11개 상황으로 분류되었다. 정체지점이 발생한 경우 정체

6) 차량이 도착한 시간을 기준으로 집계한 통행시간을 이용하여 산출한 통행속도

7) 교통상황(혼잡이 증가하거나 감소)이 변화하는 시간대를 의미함

지점이 증가하고 통행속도가 감소하는 상황에서는 정체
가 증가하는 반면 정체지점이 감소하고 통행속도가 증
가하면 정체가 감소하는 것으로 나타났다. 또한 정체가
발생하지 않은 경우 정체지점이 증가하지 않으므로 정
체지점 증가에 대한 분류 기준은 나타나지 않았다.

DSRC 수집자료 기반의 혼잡상황 유형을 분류한 결
과 역시 11개 상황으로 VDS 수집자료를 기반으로 한

경우와 유사하게 나타났다. 그러나 Fig. 6와 같이 정체
여부, 15분 구간속도 변화, 정체구간수 변화 순으로 분
류된 차이가 있다. 또한 정체 발생 시에는 7개 상황으로
VDS 수집자료를 기반으로 한 모형보다 1개의 상황을
더 세분화되었으며, 15분 구간속도 변화가 유지되는 상
황에서도 정체구간의 변화에 따라 혼잡상황을 분류하는
차이가 있다.

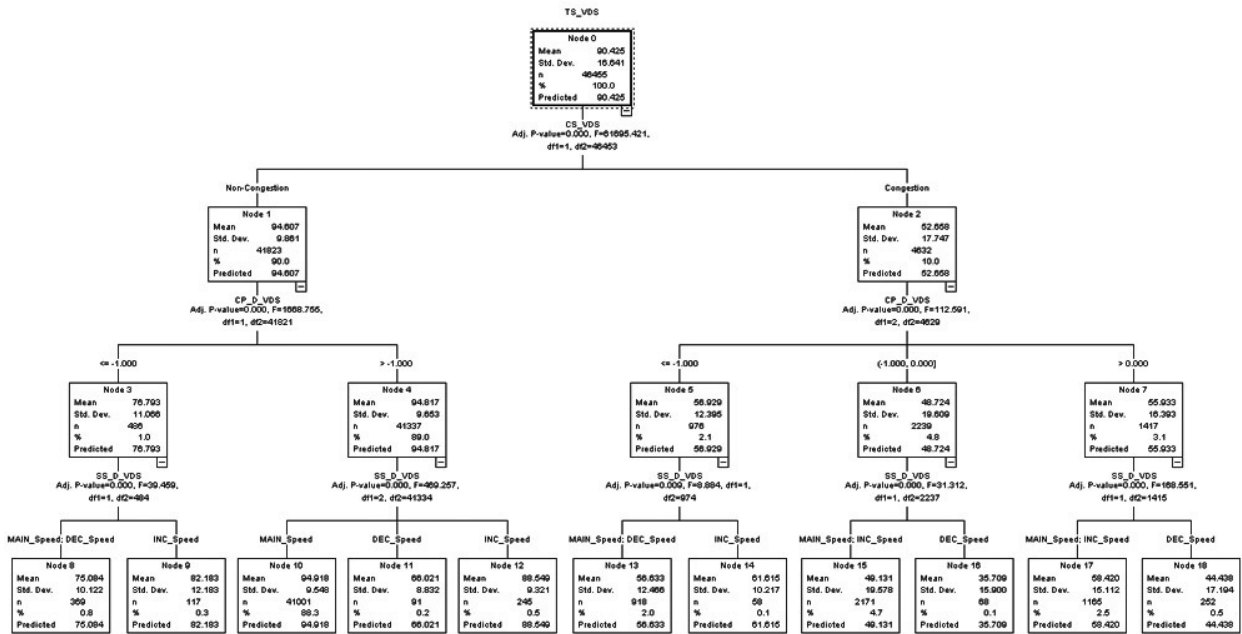


Fig. 5 Decision Tree Model using VDS Data

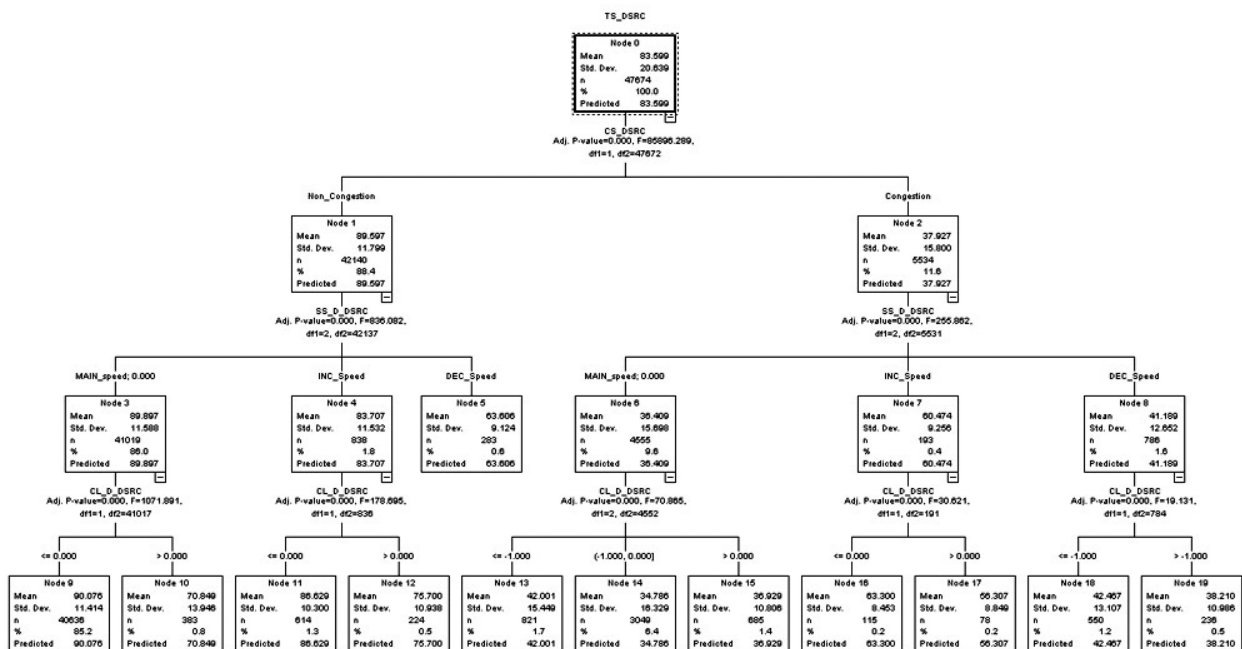


Fig. 6 Decision Tree Model using DSRC Data

4. 정체변화 유형 기법 적용 결과

경부선 서울TG~안성IC 구간의 2011년 11월 자료를 대상으로 실제 구간의 출발시간 기준 통행속도 변화와 수집체계별 의사결정나무 모형 결과 비교를 통해 적용성을 평가하였다. 실제 구간속도 변화는 15분 동안 계속 증가하면 “증가”, 계속 감소하면 “감소”, 그 외의 경우는 “유지”로 판정하였다. 평가지표는 정확도(실제 상황과 모형의 판정결과가 동일한 비율)로 판단하였고 분석 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Accuracy by Applied Decision Tree Models

Conzone	Congestion Status	VDS	DSRC
Seoul TG ~Shingal JC	Increase	60.6%	99.2%
	Maintain	96.6%	97.8%
	Decrease	21.0%	99.3%
Shingal JC ~Suwon IC	Increase	47.6%	100.0%
	Maintain	95.1%	97.7%
	Decrease	2.4%	99.4%
Suwon IC ~Giheung IC	Increase	30.7%	96.3%
	Maintain	94.2%	94.3%
	Decrease	7.4%	96.9%
Giheung IC ~Osan IC	Increase	31.8%	95.9%
	Maintain	93.7%	82.4%
	Decrease	4.5%	90.5%
Osan IC ~Anseong JC	Increase	39.7%	89.7%
	Maintain	97.5%	95.5%
	Decrease	16.7%	79.2%
Anseong JC ~Anseong IC	Increase	31.0%	98.6%
	Maintain	95.5%	97.3%
	Decrease	1.6%	99.2%
Total	Increase	39.5%	97.0%
	Maintain	95.4%	94.7%
	Decrease	8.0%	94.8%

VDS 수집자료를 위주로 하는 의사결정나무는 “유지” 상황에서는 정확도가 높으나 혼잡상황변화 정보가 필요한 상황인 “증가”나 “감소”에서는 정확도가 낮게 나타나 운영관리 시 문제가 발생할 것으로 예상된다. 반면 DSRC 수집자료를 기반으로 한 경우는 대부분 95% 내외의 정확도를 보이고 있다. 이는 Shin et al.(2012)의 연구 결과를 볼 때 정체지점에 대한 오판율이 DSRC에 비해 VDS가 더 높기 때문에 나타난 결과로 판단된다. 이러한 결과로 볼 때 VDS 수집자료만 존재하는 경우는 부정확한 결과로 인해 운영자의 혼란을 가중시킬 수 있으므로 의사결정나무 모형의 결과는 DSRC 자료가 수

집되는 구간에 한해 적용하고 활용하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 Data Mining 기법 중 하나인 의사결정나무를 이용하여 변화 패턴 분류를 통해 혼잡상황변화를 분류하는 방안을 개발하였으며, 이에 대한 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 한국도로공사의 보유자료 중 적용 가능한 자료인 VDS 및 DSRC 수집자료를 기반으로 출발시간기준 통행속도와 교통량의 관계를 분석한 결과 용량 이후의 불안정류에서는 교통량 변화에 따른 통행속도 변화는 연관성이 적게 나타났다. 반면 정체지점수 및 구간수의 경우는 정체지점수 및 구간수가 증가할수록 통행속도는 감소하는 음(-)의 상관관계가 나타났다.

둘째, 수집체계의 차이를 고려하여 2개의 의사결정나무 모형을 구축한 결과 VDS 수집자료를 기반으로 할 경우 정체여부, 정체지점수 변화, 15분 구간속도 변화 순으로 총 11개 상황으로 분류된 반면 DSRC 수집자료를 기반으로 한 경우는 VDS 수집자료와 동일하게 11개 상황으로 분류되었으나 정체여부, 15분 구간속도 변화, 정체구간수 변화 순으로 분류되었으며, 정체 발생 시에는 7개 상황으로 VDS 수집자료를 기반으로 한 모형보다 1개의 상황을 더 세분화되어 나타났다.

셋째, VDS와 DSRC 수집자료 기반의 의사결정나무 모형의 적용 결과 DSRC 수집자료 기반의 의사결정나무 모형의 판정결과는 대부분 95% 내외의 정확도를 보이는데 비해 VDS는 혼잡상황이 증가하거나 감소하는 상황에서 정확도가 낮게 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 VDS 자료만 존재하는 경우는 부정확한 결과로 인해 운영자의 혼란을 가중시킬 수 있으므로 DSRC 자료가 수집되는 구간에 한해 의사결정나무 모형의 결과를 활용하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

본 연구에서 개발한 모형은 일부 구간을 대상으로 설정한 것으로 실제 적용 시 많은 구간의 자료를 이용하여 개발할 필요가 있으며, 15분 속도 변화량은 판단결과의 변동성을 감소시키기 위해 속도 변화량이 가장 큰 시간대인 전이시간대의 평균속도 변화량을 사용하였으나 혼잡상황 변화 판단의 정확도를 향상시키기 위해 세부 기준을 마련하여야 할 것이다. 또한 본 연구는 Conzone 구간을 대상으로 분석하였으나 이를 고속도로 노선, 경로 등 중·장거리 통행에 적용하지 못하였다. 중·장거리

통행은 Conzone 구간과 상이할 것으로 판단되므로 본 연구 결과를 그대로 적용하는 것은 어려울 것으로 판단되므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다. 마지막으로 본 연구는 반복정체구간을 대상으로 분석하였으며, 돌발상황 및 날씨 등 다른 변수는 고려하지 못하였으므로 이에 대한 세부자료 수집을 통해 돌발상황 등 특이 상황에서의 정체변화를 판단할 수 있는 모형 개발이 필요할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This survey was supported by DSRC Data and funded by Korea Expressway Corporation and the National Research Foundation of Korea grant funded by the Korea government(MSIP) (NRF-2010-0029446).

References

- Bo R., Li F., Wang C. (2008), Congestion Prediction for ACOFP Framework Using Quadratic Interpolation, Power and Energy Society General Meeting, Pittsburgh, USA.
- Gilmore J., Abe N. (1993), Neural Networks System for Traffic congestion Forecasting, Proceedings of 1993 International Joint Conference on Neural Networks, Nagoya, Japan.
- Ha O. K., Park D. J., Won J. M., Jung C. H. (2010), The Prediction Models for Clearance Times for the Unexpected Incidences According to Traffic Accident Classifications in Highway, J. Korea Institute of Intelli. Transp. Syst., Vol 9, No. 1, Korean Institute of Intelligent Transport Systems, pp. 101-110.
- Han Y. J., Son B. S., Kim W. K. (2006), A Statistical Method for Predicting Recurrent Congestion Time in Urban Freeway, J. Korean Soc. Transp., Vol 24, No. 3, Korean Society of Transportation, pp.29-37.
- Kang J. W., Kum K. J., Son S. N. (2011), Drivers Detour Decision Factor Analysis with Combined Method of Decision Tree and Neural Network Algorithm, J. Korean Soc. Road Eng., Vol 13, No. 3, Korean Society of Road Engineers, pp. 167-176.
- Karine Z., Nadjim C. (2001), Spatial Decision Tree-Application to Traffic Risk Analysis, 2001 Proceedings of the ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications, Beirut, Lebanon.
- Kim H. S., Park D. J., Kim C. S., Choi C. H., Kim K. S. (2010), An Analysis of Choice Behavior for Tour Type of Commercial Vehicle Using Decision Tree, J. Korean Soc. Transp., Vol 28, No. 6, Korean Society of Transportation, pp. 43-54.
- Kim Y. H., Lee S. B. (2004), Analysis of Characteristics of the Dynamic Flow-Density Relation and its Application to Traffic Flow Models, J. Korean Soc. Transp., Vol 22, No. 3, Korean Society of Transportation, pp.179-201.
- Lee S. H., Ahn W. Y., Kang H. C. (2010), A Study on Forecasting Traffic Congestion Using IMA (Integrated Moving Average) of Speed Sequence Array, J. Korean Soc. Civil Eng., Vol 30, No. 2D, Korean Society of Civil Engineers, pp.113-118.
- Li H., Xu J., Huang L., Lin P. (2008), Congestion Forecast Model from Integrated GPS/GIS Data based on Fuzzy Logic and Neural Network, 2nd International Symposium on Intelligent Information Technology Application, Shanghai, China.
- Seo H. I. (2012), A Study of Qualitative Traffic Condition Decision Index Development on Urban Arterial, Master Thesis, Hanyang University
- Shin K. W., Jeon S. M., Choi K. C., Namkoong S., Shim S. W., Yi Y. G., False Congestion Detection Rate: Loop Detector Speed vs. Progressive DSRC Link Travel Speed, Proceedings of 19th ITS World Congress, Vienna, Austria
- Sohn S. Y., Shin H. W. (2001), Pattern Recognition for Road Traffic Accident Severity in Korea, Ergonomics, Vol 44, No. 1, pp. 107~117
- Terpstra F. P., Meijer G. R., Visser A. (2004), Intelligent Adaptive Traffic Forecasting System using Data Assimilation for use in Travel Information Systems, The Symposium on Professional Practice in AI a Stream within the First IFIP Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations AIAI-2004, Toulouse, France.
- Terpstra F. P., Meijer G. R. (2006), Data Assimilation Approach to Adaptive Forecasting using Floating Car Data. 13th ITS World Congress, London, UK.
- Thammasak T., Satidchoke P., and Wasan P. (2011), The Optimization of an Intelligent Traffic Congestion Level Classification from Motorists' Judgments on Vehicle's Moving Patterns, World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 5, No. 5, International Science Index 53, pp.580-585.
- Wei G., Xie H. (2006), A Combination Forecasting Model of Urban Ring Road Traffic Flow, Proceedings of the IEEE ITSC 2006, Toronto, Canada.
- Xiao L., Wang Z., Xu B., Hong P. (2009), Research on Traffic Monitoring Network and its Traffic Flow Forecast and Congestion Control Model Based on Wireless Sensor Networks, 2009 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, Zhangjiajie, China.