국토연구 제73권(2012. 6): pp261~270

교외간선도로의 차두시간 분포에 대한 사례 연구

Case Study of Time Headway Distribution on Suburban Arterial

박창수
Park Changsoo
경주대학교 조경도시개발학과 부교수
Prof., Dept. of Landscape and Urban Development, Gyeongju Univ.
(parkcs@gju.ac.kr)

장진환
Jang Jinhwan
한국건설기술연구원 도로연구부 연구원
Researcher, Korea Institute of Construction Technology
(jhjang@kict.re.kr)

목 차

Ⅰ. 서론
1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 방법

Ⅱ. 문헌고찰

Ⅲ. 본론
1. 데이터 수집
2. 데이터 분석

Ⅳ. 결론

www.kci.go.kr

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

차두시간의 분포에 대한 그동안의 연구는 주로 연속 교통류에서만 활발하게 진행되었다. 단속류는 차두시간이 일정하여 주로 포화 차두시간, 손실시간 등에 관한 연구만 주로 진행되었다. 그런데 교외 간선도로는 교차로 간 거리가 1km 이상 길어 단속류의 특성인 차량군을 형성하지 않고, 그렇다고 연속류의 특성인 차두시간이 완전히 분산된 특성도 가지고 있지 않은 독특한 형태다. 따라서 이에 대한 차두시간 분포 연구가 반드시 수행되어야 한다. 본 연구는 교외지역 교차로 간 거리가 1km 이상인 도로의 차두시간 분포 특성을 연구하여 통계적 분포모형을 제시하고자 한다.

2. 연구의 방법

연구 대상 지역은 고속도로의 진입램프(on-ramp)와 진출램프(off-ramp) 사이에서 약 1.3km의 간격과 0.7의 녹색비율(green ratio, g/c)을 지닌 무통제 신호 교차로의 상하행 지역을 지정하여 비디오를 통하여 차두시간 데이터를 수집하였다. 차두시간 데이터 수집을 위해 차량 검지기(detector) 평가를 위한 기초 데이터에 대해 기초 데이터 소스(Baseline Data Source: BDS)가 활용되었다. 교통류 영역을 이용해 차두시간 분포를 분석하기 위해서 수집된 데이터를 5개의 흐름 집단으로 분류했다. 널리 이용되고 있는 통계 패키지인 Stat::Fit®을 이용해 많은 양의 이론적 분포모형을 고찰한 각각의 교통흐름에 적합한 분포모형들이 유도되었다. 그러나 5~9v/m의 교통흐름에 대해서는 차두간격 데이터의 무작위성 입증을 위한 독립성 검정에서 독립동일분포(Independent and Identical Distribution: IID) 가정이 기각되었다. 그러므로 이 교통흐름에 관해서는 어떠한 통계모형도 유도될 수 없었다.

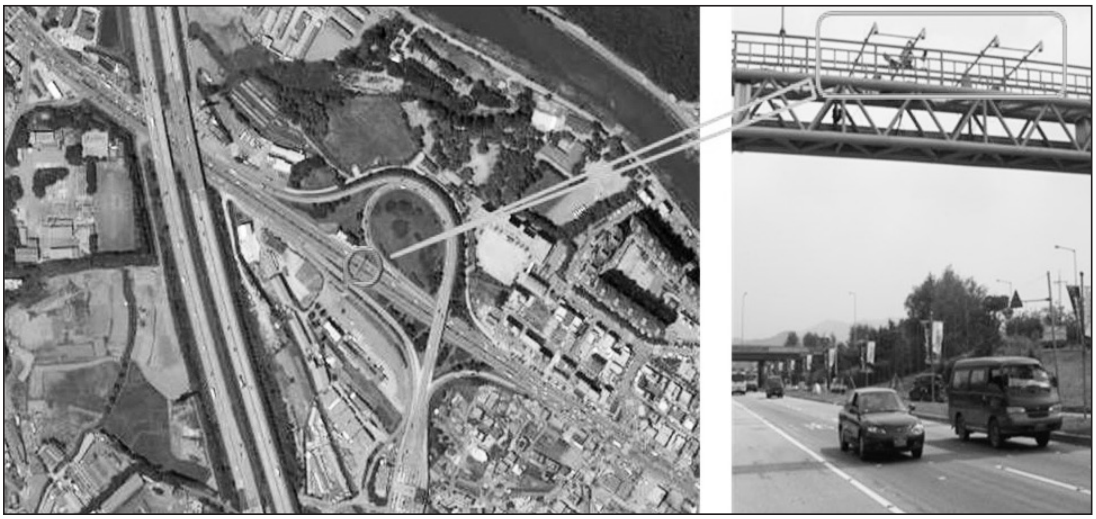
II. 문헌고찰

단일차로의 연속적 차량들 간의 경과시간으로 정의되는 차두시간(time headway) 분포에 관한 연구는 오랫동안 지속되어왔으며, 특히 차두시간은 안전, 서비스 수준(Level Of Service: LOS), 용량 분석 등에 주요한 변수다. 안전의 관점에서 보면 선행 차량이 갑자기 멈추는 경우에는 최소한의 차두시간이 준수되어야 사고를 예방할 수 있으며, LOS의 관점에서 보면 특정 구간 내에서 차두시간이 5초 미만인 차량군의 비율이 하나의 지표가 될 수 있다. 그리고 차두시간 분포는 교차로(intersection) 또는 램프(ramp)에서의 합류(merging)와 교차의 기회를 결정하며, 고속도로의 용량과 교차로의 포화 교통류율(saturation flow rate)은 차두시간으로 산정할 수 있다.

차두시간 분포에 대한 정확한 모델링은 교통 시뮬레이션 모형에서의 차량 생성에서 기초적인 중요성을 지닌다. 그런데 여러 교통 문제 해결을 위해 많은 교통 시뮬레이션 모형들이 연속류 도로와 단속류 도로에 대해 개발되었는데, 시뮬레이션 모형 성능 측정의 핵심적인 요소는 시뮬레이션 과정에 입력되는 차량 도착 시간의 생성이다. 그러므로 시뮬레이션 연구자들은 차두시간을 체계적으로 기술하는 수학적 모형 개발에 상당한 노력을 기울여 차두시간 분포를 기술하는 많은 이론상 모형들이 유도되었다. Hoogendoon(1998) 등은 2차로 교외 고속도로의 차두시간 데이터와 Pearson-III 기반의 일반대기열 모형(Generalized Queuing Model: GQM)을 이용해 차량유형별 차두시간에 대해 추정된 변수들과 Fourier-series 분석을 바탕으로 차두시간 모형의 변수를 추정하는 새로운 기법을 제안했다. Luttinen(1992)은 Cowan M3 차두시간 분포모형의 일차 통

www.kci.go.kr

그림 1 _ 연구 대상 지역과 데이터 수집 장치



계적 속성을 기술하고 핀란드의 2차로 도로의 차두시간 데이터를 이용한 최소제곱 추정치의 정확성을 평가했다. Al-Ghamdi(2001)는 상당한 양의 차두시간 데이터 분석을 통해서, 신호등이 없는 도시 간선도로에 대한 감마 분포, 고속도로에 대한 음지수적(negative exponential)·이동지수적(shifted exponential) 또는 Erlang 분포는 우수한 적합도를 제공한다는 것을 발견했다. 그는 또한 분포 변수들에 대한 분석을 통해서 교통류 영역의 경계를 정의했다. Pueboobpaphan and Park(2003)는 휴스턴의 고속도로에서 AVI 태그를 부착한 프로브 차량(probe vehicle)의 차두시간 분포를 조사했다. Arasan and Koshy(2003)는 인근 교차로의 영향을 받지 않으며 원동기 2륜 차량이 대다수인 혼합 교통(mixed-traffic)의 차두시간 분포에 대한 심층 조사를 수행했다. Zhang et al.(2007)은 시애틀 지역 고속도로의 일반 도로와 HOV(다인승 차량 전용) 도로에서 관찰된 데이터를 이용해 차두시간 분포에 관한 포괄적 연구를 수행했다.

앞서 기술된 바와 같이 차두시간 분포에 관한 선행 연구들은 대부분 연속류 도로에 대해서만 수행되었다. 그 이유는 단속류는 차량들이 교통 신호에 의한 흐름의 차단과 진행의 반복으로 인해 차량들이 차량군을 형성하여 움직여 차두시간이 일정하기 때문이다. 그러므로 본 연구는 신호등이 1km 이상 떨어져 설치되어 차량들이 차량군을 형성하지 않는 간선도로의 차두시간의 특징을 조사하여, 간선도로의 차두시간에 대한 통계적 분포모형을 제시하고자 한다.

III. 본론

1. 데이터 수집

교통 검지기 평가를 위한 기초 데이터 생성을 위해 개발된 BDS를 적용해 차두시간 데이터를 수집했으며, 100Hz(1/100초)에서 매우 정확한 차두간격 데이터가 확보될 수 있었다. 비디오 영상의 대용량 데이터에 대해 3시간의 데이터 확인 결과 BDS 데이터에서 어떠한 오류도 발견되지 않았다. 유일한 오차는 straddling(두 차로 사이에서 운행)과 차로 변경에서 나타났으며, 이는 차두시간 분석에서는 제외되는 것이 바람직하다. 경기도의 도시 및 교외 간선도로에서

www.kci.go.kr

표 1 _ 수집된 차두의 기술적 통계치

통계치	5~ 9v/m	10~ 14v/m	15~ 19v/m	20~ 24v/m	25~ 29v/m
샘플 크기	6,201	8,000	8,000	5,744	2,709
최소 (초)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
최대 (초)	45.2	36.0	23.4	17.6	10.4
평균 (초)	6.6	4.2	3.2	2.6	2.2
중간 값 (초)	4.1	3.0	2.4	2.1	1.9
최빈 값 (초)	1.6	1.7	1.6	1.4	1.5
표준편차 (초)	6.4	3.7	2.4	1.8	1.2
변이 계수	0.97	0.88	0.75	0.69	0.55

표 2 _ 자기상관관계 검정과 연의 검정을 이용한 독립성 검정 결과

독립성 검정		5~ 9v/m	10~ 14v/m	15~ 19v/m	20~ 24v/m	25~ 29v/m
자기 상관관계	최대 양수	0.06	0.06	0.05	0.04	0.06
	최대 음수	−0.05	−0.06	−0.04	−0.04	−0.07
연의 검정 (=0.05)	p값	8E−11	0.14	0.17	0.31	0.10

〈그림 1〉에 묘사되듯이 BDS를 통하여 3일간 연속으로 차두시간 데이터가 수집되었다.

연구 대상 지역은 고속도로의 진입램프(on-ramp)와 진출램프(off-ramp) 사이에서 약 1.3km의 간격과 0.7의 녹색비율(g/c)을 지닌 무통제 신호 교차로의 상하행 지역을 지정하였다. 도로는 각 방향 2차로이고, 평지이며 제한 속도는 80km/h였다. 이러한 측면들 모두가 한국의 도시 및 교외 간선도로의 전형적인 특징들을 나타낸다. 교통류 영역별 차두시간을 조사하기 위해서 5대/분(300대/시)부터 시작해 5v/m 간격으로 29v/m(1,740v/h)까지 데이터가 수집되었다. 〈표 1〉에서 알 수 있듯이 수집된 데이터의 기초 통계치는 차두시간의 일반적 특징을 따랐다. 즉 차두시간의 최빈 값은 항상 중간 값보다 작았으며, 중간 값은 평균 값보다 작았지만 그 차이는 교통흐름의 증가에 따라 좁혀졌고 평균 대비 표준편차의 비는 낮은 교통흐름에서 거의 1에 가까웠지만 교통흐름이 증가하면서 감소했다.

데이터를 특정 분포모형에 적합화하는 절차 모두에서 데이터는 독립동일분포(IID)를 따르고, 각 시점은 다른 시점에 대해 독립적이며 모든 데이터 수집 지점은 동일한 분포를 가진다고 가정되었다. 수집되는 차두간격 데이터의 타당성 입증을 위해 자기상관관계 검정(autocorrelation test)과 연의 검정(run test)을 포함한 두 검정이 수행되었다.

수집된 차두간격의 독립성을 조사하기 위한 분석으로 −1(음)부터 1(양)까지의 값이 산출되는 자기상관관계 분석에서는 〈표 2〉에서 보듯이 모든 교통흐름에서 데이터 수집 시점 간의 상관관계가 거의 나타나지 않았다. 한편 동일한 속성을 지닌 숫자의 연속류 발생을 조사하는 연의 검정에서는 역시 〈표 2〉에서 보듯이 5~9v/m의 p값이 미리 설정된 유의수준인 0.05보다 낮았기 때문에 5~9v/m 교통흐름의 무작위성은 기각되었다. 그러므로 적합화 절차는 나머지 4개의 교통흐름에 대해서만 수행되었다.

2. 데이터 분석

앞서 기술된 지역에서 수집된 데이터를 합리적으로 기술하는 적절한 분포모형을 결정하기 위해 데이터에 대한 분석이 수행되었다. 광범위한 통계적 분포모형들에 대한 조사에서 〈표 3〉에서 보듯이 일부 분포가 각 흐름에 대해 결정되었다. 연속류 도로의 차두시간 분포에 관해 널리 알려진 모형들과는 달리 Johnson SB, Johnson SU, Log−Logistic과 같이 익숙하지 않은 분포들이 유도되었다. 이는 신호등이 설치된 도로의 차두시간 특징은 고속도로, 2차로 도시

www.kci.go.kr

표 3 _ 적합화된 분포모형들의 함수식과 변수들

분포	함수식	변수
Johnson SB	$f(x) = \frac{\delta}{\sqrt{2\pi}y(1-y)\lambda} \exp\left[-\frac{1}{2}\left\{\gamma + \delta \ln\left(\frac{y}{1-y}\right)\right\}^2\right]$	y=(x-ξ)/λ, ξ=위치 변수, λ=규모 변수 > 0, γ=비대칭도 변수, δ=모양 변수 > 0
Johnson SU	$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi}\sqrt{y^2+1}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left\{\gamma + \delta \ln(y + \sqrt{y^2+1})\right\}^2\right]$	y=(x-ξ)/λ, ξ= 위치 변수, λ=규모 변수 > 0, γ=비대칭도 변수, δ=모양 변수 > 0
Log-Logistic	$f(x) = \left\{\alpha\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha-1}\right\} / \beta\left\{1+\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha}\right\}^2$	α=모양 변수 > 0, β=규모 변수 > 0, γ=위치 변수
Log-정규	$f(x) = \frac{1}{(x-\min)\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{\{\ln(x-\min) - \mu\}^2}{2\pi\sigma^2}\right]$	μ=포함된 정규의 평균, σ=포함된 정규의 표준편차, min=x의 최솟값

고속도로, 신호등이 없는 간선도로와 같은 연속류 도로의 특징과는 다르다는 것을 의미한다. 10~14v/m의 교통 흐름에 적합한 Johnson SB 분포는 베타 분포와 유사하며, Log-정규 분포와 Johnson SU 분포는 정규 분포의 변형이다. 나머지 3개의 교통 흐름에 가장 적합한 Johnson SU 분포는 비유계 연속분포(unbounded continuous distribution)이며, log-정규 분포 및 Johnson SB 분포와 함께 가장 일반적으로 발생하는 단봉(unimodal) 분포를 기술하는 데 이용될 수 있다. 20~24v/m과 25~29v/m을 두 번째로 잘 기술하는 log-logistic 분포는 유계 연속 분포이며, 감마 분포와 마찬가지로 각각 3개의 영역이 포함되어 있다. α=1인 경우에는 최소 x(또는 γ)에서 시작해서 이후에 단조 감소하는 지수 분포와 유사하다. α<1인 경우에는 γ에서 무한대이고 x의 증가와 함께 단조 감소하는 경향이 있다. α>1인 경우에는 γ에서 확률은 0이며, α와 β 모두에 적합한 값에서 최대치이고 이후에 감소하는 경향이 있다. 연속류 도로의 차두시간을 기술하는 가장 적절한 모형으로 알려진 log-정규 분포는 또한 25~29v/m 흐름에 대해서 채택되었다.

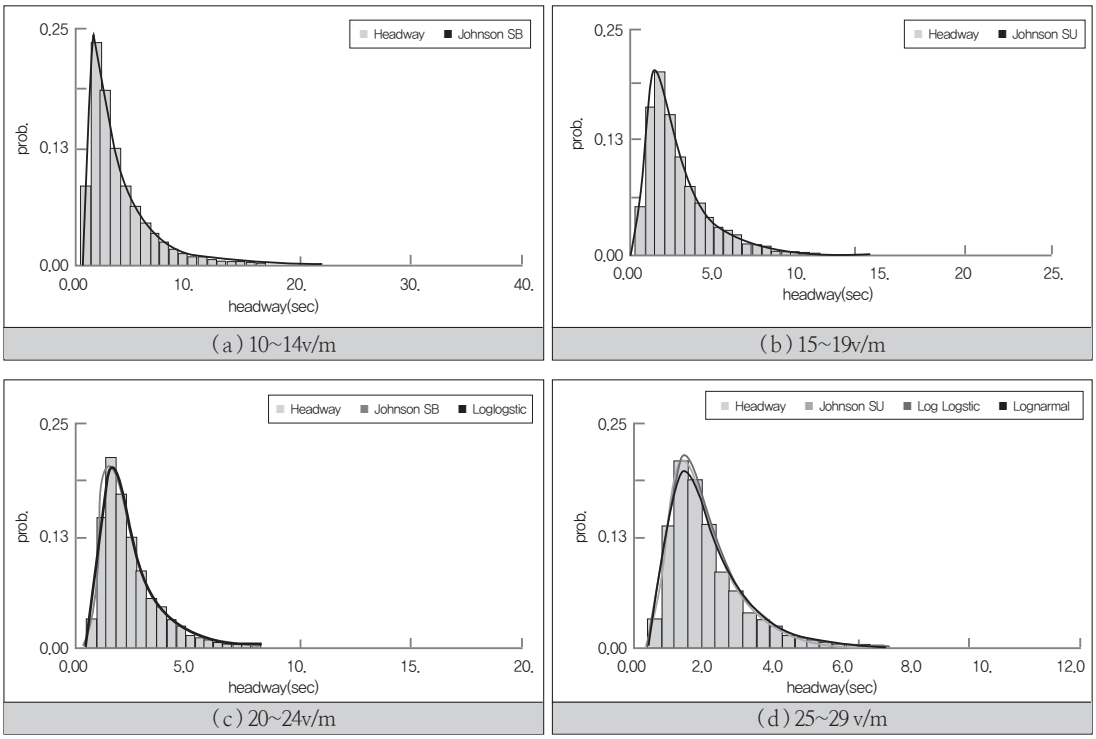
〈표 4〉에서와 같이 제안된 모형에 대한 전통적인 최대 우도 추정법(Maximum Likelihood Estimate: MLE)과 적합도 검정을 이용한 변수 추정이 Kolmogorov Smirnov(KS)를 이용해 5% 수준에서

표 4 _ 적합화된 분포모형들의 적합도와 추정 변수

흐름 속도	α=0.05에서 적합화된 분포	추정 변수	KS 검정(p값)
10~14v/m	Johnson SB 분포	ξ=0.67, λ=104.57, γ=3.71, δ=0.98	0.10
15~19v/m	Johnson SU 분포	ξ=0.78, λ=0.52, γ=-2.18, δ=1.15	0.34
20~24v/m	Johnson SU 분포	ξ=0.66, λ=0.46, γ=-2.45, δ=1.31	0.11
	Log-Logistic 분포	α=2.50, β=1.70, γ=0.41	0.10
25~29v/m	Johnson SU 분포	ξ=0.61, λ=0.49, γ=-2.49, δ=1.49	0.75
	Log-Logistic 분포	α=2.72, β=1.46, γ=0.41	0.70
	Log-정규 분포	μ=0.53, σ=0.56, min=0.20	0.09

www.kci.go.kr

그림 2_ 추정 변수를 이용한 히스토그램과 밀도 그래프



(a) 10~14v/m　(b) 15~19v/m

(c) 20~24v/m　(d) 25~29 v/m

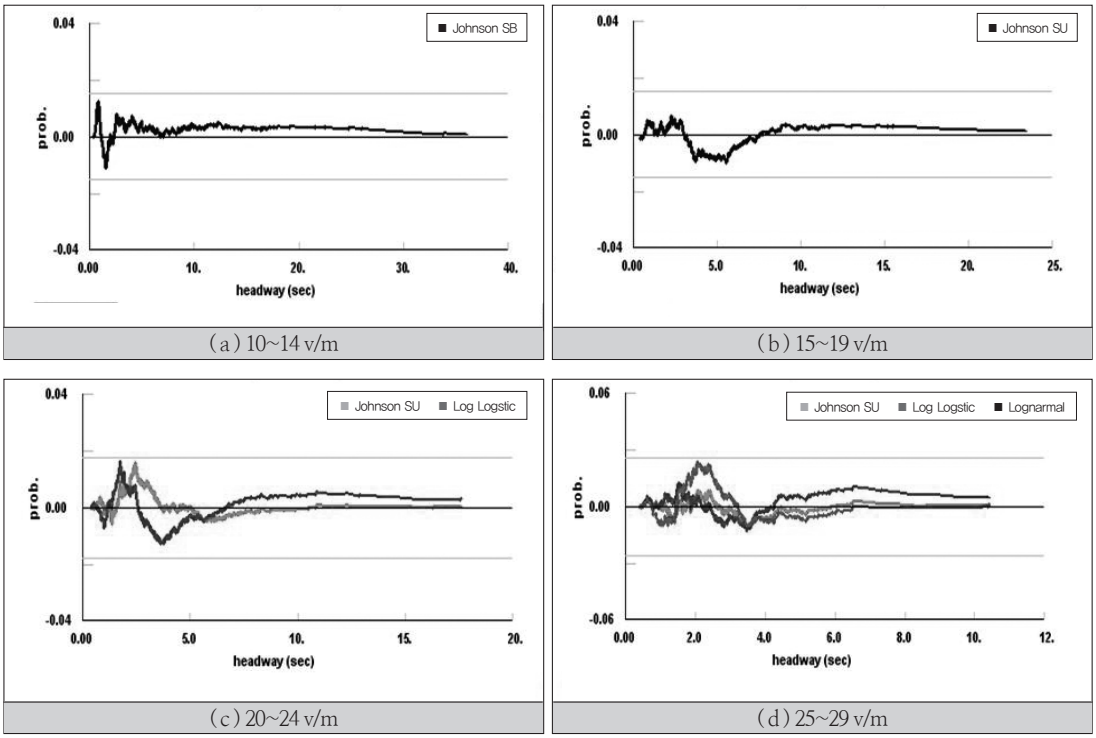
수행되었다. 단일 분포모형에 있어서 MLE 기법은 일반적으로 최상의 비편향 추정치로 알려져 있다. χ2, KS, Anderson Darling(AD) 검정 중에서 적합화된 누적 분포의 적합도 검정인 KS 검정이 가장 보수적인 검정, 즉 오류를 적합화할 가능성이 가장 낮은 검증법이기 때문에 많은 연구자들은 이 검정법을 이용한다.

〈그림 2〉는 차두간격과 적합화된 분포의 히스토그램이다. 교통 흐름이 증가하면서 20~24v/m를 제외하고 더 높은 p값을 지닌 더욱 많은 분포들이 관찰된 데이터에 적합한 것으로 나타났다. 이것은 신호가 설치된 간선도로의 차두간격 분포는 교통 신호의 영향으로 인한 결정론적 상태로부터 모든 연속류 도로에서 발생하는 무작위 상태로 이동한다는 것을 의미한다. 잔차 그래프는 쉽게 예측 가능하듯이 p값의 증가에 따른 감소 패턴을 보여준다. 흥미롭게도 모든 잔차들은 더 낮은 교통 흐름 속도에서 더 높은 잔차를 보이고, 교통 흐름 속도가 증가할수록 감소하는 경향이 나타났다(〈그림 3〉 참조). 이는 이론적 차두간격 분포는 더 긴 차두간격을 지닌 자유로운 이동 상태보다는 차두간격이 더 짧은 차두간격을 지닌 이동에 적합하지 않다는 것을 의미한다.

신호가 설치된 간선도로의 차두시간 특징에 대해 더욱 깊이 이해하기 위해서는 변수들 간의 관계에 대한 조사가 중요한 가치를 지닌다. 결정계수(coefficients of determination)가 모든 경우에 대해 0.99 내외인 〈그림 4〉에서 볼 수 있듯이 교통흐름 속도와 반비례하는 평균 차두간격은 교통 흐름과 변이계수의 경우에서와 같이 차두시간의 표준편차와 높은 상관관계를 지닌다. 차두시간의 표준편차는 교통량에 대한 관찰에서 직접 계산될 수 있다는 점을 감안한다면 차두시간의 평균과 표준편차의 관계는 중요한 것으로 간주될 수 있다.

www.kci.go.kr

그림 3 _ 통계 분포의 잔차



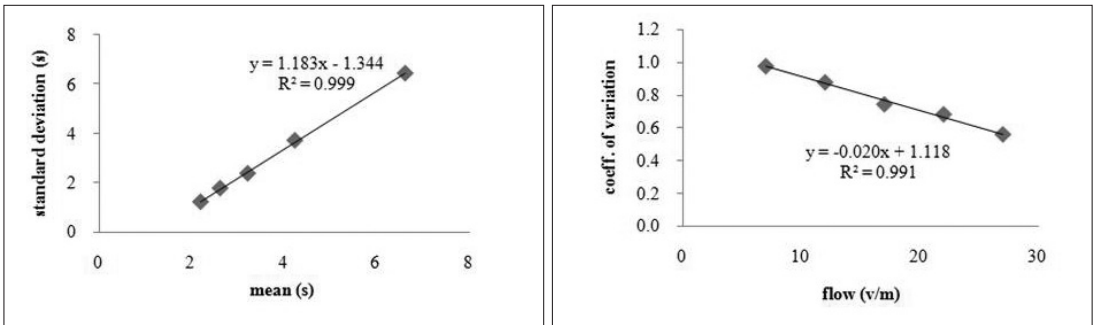
(a) 10~14 v/m | (b) 15~19 v/m

(c) 20~24 v/m | (d) 25~29 v/m

연속류 도로에 대한 볼록 또는 오목 관계를 제시하는 기존의 연구들과는 달리 본 연구에서 CV와 교통흐름의 관계는 선형이었다. 특히 주목할 점은 표준편차와 평균의 관계에 대한 적합선의 경사는 연속류 도로에 대한 이전의 연구결과에서보다 더 높았다는 점이다. 이것은 교통 흐름이 증가하면서 신호가 설치된 간선도로의 차두시간 분산은 연속류 도로의 분산에 비해 급격하게 감소한다는 것을 의미하며, 그 이유는 신호의 영향 때문이다.

본 연구의 결과를 통해서 두 가지 결론이 도출될 수 있다. 첫째, 매우 낮은 교통흐름에서는 연의 검정에 의한 무작위성의 기각으로 인해 확률적 분포가 채택될 수 없다. 또 다른 하나는 이동 음지수, Erlang 또는 Pearson Type III 분포와 같은 잘 알려진 차두간격

그림 4 _ 차두시간의 표준편차와 평균, 차두시간의 CV와 흐름 속도의 관계



(a) 차두시간의 표준편차와 평균 | (b) 차두시간의 CV와 흐름 속도

www.kci.go.kr

모형들은 적합하지 않았으며, 이는 신호가 설치된 간선도로(단속류 도로의 한 예)에 대한 차두간격 분포는 고속도로나 신호가 설치되지 않은 간선도로(연속류 도로)와는 다르다는 것을 의미한다. 평균과 표준편차의 관계나 CV와 교통흐름 속도의 관계 또한 연속류 도로에서의 초기 연구와 달랐으며, 이러한 것들은 앞서 언급된 유추 가능한 단속류 도로의 특징에 의한 것이다. 본 연구는 도시 및 교외 간선도로의 차두간격 특징에 대한 더욱 깊은 이해를 제공할 뿐만 아니라, 신호가 설치된 간선도로의 차량 이동을 적절하게 기술하는 시뮬레이션 프로그램의 개발을 위한 출발점이 될 수도 있을 것이다.

IV. 결론

본 연구는 차량검지기 평가에 이용되는 레이저 차량검지기를 이용해 신호가 설치된 도시 외곽 간선도로에서 수집된 차두시간의 특징을 조사하였으며, 교통흐름별로 수집된 차두간격에 적합한 몇 가지의 확률적 분포모형을 제시했다. 본 연구에서 확인된 차두시간의 특징 중 연속류 도로의 특징과 다른 점은 다음과 같다. 매우 낮은 교통 흐름(5~9v/m)에 대한 무작위 검정은 기각되었다는 사실은 교통 흐름에 대한 통계적 적합화 절차를 무의미하게 만들며, 이는 연속류 도로에는 해당하지 않는다. 더욱이 다른 교통 흐름 상태에 대해 적합화된 모형들은 연속류 도로에 대한 모형들과는 약간 달랐다. 차두시간의 표준편차와 평균의 관계, CV와 교통흐름의 관계는 연속류 도로에서와 비교해 매우 상관관계가 강했으며, 이는 교통 신호의 영향에 의한 것이다.

Stat::Fit®을 이용해 많은 통계적 분포를 탐구한 결과 10~14v/m에 대해서는 Johnson SB 분포, 15~19v/m, 20~24v/m, 25~29v/m 분포에 대해서는 Johnson SU 분포가 가장 적절한 모형이었다. Log-logistic은 또한 20~24v/m와 25~29v/m 분포를 충분히 설명할 수 있는 것으로 증명되었다. log-정규 분포는 가장 낮은 p값을 가지고 있지만 25~29v/m에 대해서 채택되었다.

각 모형의 변수들은 MLE로부터 추정되었으며, KS 검정에 의해 적합성 검정이 수행되었다. log-정규 분포를 제외한 유도된 모든 분포들은 차두시간 분포에 대해 상당한 지식을 보유한 연구자들에게조차 친숙하지 않아 보였다. 이는 연속류 도로에 대해서만 적절한 분포모형을 이용해 차량을 생성시키는 시뮬레이션 소프트웨어를 활용해서 신호가 설치된 간선도로의 특징을 분석할 때에는 부정확한 결과가 도출될 수 있다는 것을 보여준다. 그러므로 단속류 도로의 차두간격 분포에 관한 연구의 중요성이 강조되어야 한다. 본 연구는 신호가 설치된 교외 간선도로에 대해 적합한 시뮬레이션 모형의 개발을 향한 선구적 연구에 기여할 수 있다. 제안된 분포모형들의 공간적 이전성은 전 세계의 다른 교외 간선도로의 차두시간 데이터를 통해 입증되어야 한다는 점 또한 염두에 두어야 한다.

참고문헌

Arasan, V., Thamizh and Koshy, R. Z. 2003. "Headway Distribution of Heterogeneous Traffic on Urban Arterials". *IE(I) Journal-CV* vol.84. pp210-215.

Al-Ghamdi, Ali S. 2001. "Analysis of Time Headways on Urban Roads: Case Study from Riyadh". *Journal of Transportation Engineering* vol.27. pp289-294

Hoogendoorn, Serge P. and Botma, Hein. 1997. "Modeling and Estimation of Headway Distributions, Transportation Research Record". *Journal of the Transportation Research Board* vol.1591. pp14-22.

Hoogendoorn, Serge P. and Bovy, Piet H. L. 1998. "New Estimation Technique for Vehicle-Type-Specific Headway

www.kci.go.kr

Distributions, Transportation Research Record". *Journal of the Transportation Research Board* vol.1646. pp18-28.

Johnson, N. L. 1949. "Systems of Frequency Curves Generated by Methods of Translation". *Biometrika* vol.36. pp149-176.

Johnson, Norman L., Kota, Samuel. and Balakrishnan, N. 1994. *Continuous Univariate Distributions*. New York : John Wiley and Sons.

Luttinen, R. T. 1992. "Statistical. Properties of Vehicle Time Headways". *Journal of the Transportation Research Record* vol.1365. pp92-98.

_____. 1999. "Properties of Cowan's M3 Headway Distribution, Transportation Research Record". *Journal of the Transportation Research Board* vol.1678. pp189-196.

May, Adolf D. 1990. *Traffic Flow Fundamentals*. New Jersey : Prentice-Halll.

Mei, Minjie. and Bullen, A., Graham R. 1993. "Log-normal Distribution for High Traffic Flows". *Journal of the Transportation Research Record* no.1398. pp125-128.

Ministry of Lang. 2001. *Transport and Maritime Affairs*, *Korean Highway Capacity Manual*. Gyeonggi : MLTM.

Pueboobpaphan, Rattaphol. and Park, Dongjoo. 2003. "Characteristics of Probe Vehicles' Time Headway". *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* vol.5. pp2065-2076.

Zhang, Guohui., Wang, Yinhai., Wei, Heng. and Chen, Yanyan. 2007. "Examining Headway Distribution Models Using Urban Freeway Loop Event Data". TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM. Washington, DC : National Research Council.

• 논문 접수일: 2012. 2. 16
• 심사 시작일: 2012. 4. 4
• 심사 완료일: 2012. 6. 1

www.kci.go.kr

Abstract

Case Study of Time Headway Distribution on Suburban Arterial

Keywords: Time Headway Distribution, Interrupted Facility, Johnson SB Model, Johnson SU Model, Log-Logistic Model, Log-normal Model

Time headway is fundamental importance in traffic engineering. For any of the traffic simulations to address traffic problems to be effective, accurate vehicle generation is essential. Previous research into this subject has focused on the stochastic modeling for uninterrupted facilities. Yet little researches for an interrupted facility have been performed. This paper proposed the theoretical headway models for a suburban arterial in Korea. Using the laser sensor-based traffic detector, a large amount of accurate headway data was obtained. To analyze by traffic flow states, the headway data were divided into five flow states. Subsequent runs test rejected the randomness for the 5-9 v/m flow. Hence, theoretical modeling for the remaining flow (10-14 v/m, 15-19 v/m, 20-24 v/m, and 25-29 v/m) is performed. The goodness of fit tests by Kolmogorov Smirnov (KS) statistic revealed that the Johnson SB model for 10-14 v/m flow, the Johnson SU model for the other three flows fitted best. The Log-Logistic model was second-best for 20-24 and 25-29 v/m flow. The Log-normal model was also accepted for 25-29 v/m flow. Some analyses not only on the statistics of the headway, but the fitted model exhibited somewhat different characteristics compared to those of the headway from uninterrupted facilities. This paper can provide better understanding of the headway from interrupted facilities and starting point for developing a well-descriptive simulation model for signalized arterials.

교외간선도로의 차두시간 분포에 대한 사례 연구

주제어: 차두시간 분포, 단속류 도로, Johnson SB 모형, Johnson SU 모형, log-logistic 모형, log-정규 모형

교통공학에 있어서 차두시간은 매우 중요한 요소이며, 특히 교통분석을 위한 교통 시뮬레이션 프로그램 운영 시 필수적이다. 그런데 그동안의 차두시간에 관한 연구는 대부분 연속류에 관한 확률모델링에 초점이 맞추어져 있었고, 단속류에 관한 연구는 거의 이루어지지 않은 상태다. 따라서 본 연구는 교외간선도로의 차두시간에 관한 이론적 모델을 제시하고자 하며, 연구방법으로 레이저 차량검지기를 이용하여 차량들의 정확한 차두시간을 수집하였으며, 교통류 흐름의 상태를 분석하기 위하여 차두시간 데이터를 5대 단위로 분류하여 분석하였다. 분당 5~9대의 차두시간은 계속적인 테스트에도 불구하고 차두시간의 무작위성이 나타나지 않아 10~14v/m, 15~19v/m, 20~24v/m, 25~29v/m의 차두시간을 이용하여 이론적인 모델링 작업을 하였다. Stat::Fit®을 이용해 많은 통계적 분포를 탐구한 결과 10~14v/m에 대해서는 Johnson SB 분포, 15~19v/m, 20~24v/m, 25~29v/m 분포에 대해서는 Johnson SU 분포가 가장 적절한 모형이었다. Log-logistic은 또한 20~24v/m와 25~29v/m 분포를 충분히 설명할 수 있는 것으로 증명되었다. log-정규 분포는 가장 낮은 p값을 가지고 있지만 25~29v/m에 대해서 채택되었다. 각 모형의 변수들은 MLE로부터 추정되었으며, KS 검정에 의해 적합성 검정이 수행되었다. log-정규 분포를 제외한 유도된 모든 분포들은 차두시간 분포에 대해 상당한 지식을 보유한 연구자들에게조차 친숙하지 않아 보였다. 이는 연속류 도로에 대해서만 적절한 분포모형을 이용해 차량을 생성시키는 시뮬레이션 소프트웨어를 활용해서 신호가 설치된 간선도로의 특징을 분석할 때는 부정확한 결과가 도출될 수 있다는 것을 보여준다. 그러므로 단속류 도로의 차두간격 분포에 관한 연구의 중요성이 강조되어야 한다.

www.kci.go.kr