

차량검지기 점유율 자료의 활용성 제고 방안 고찰

장진환

I. 서론

교통류 특징을 나타내는 3대 요소는 교통량, 속도, 밀도이다(Adolf D. May, 1990). 이 중에서 교통량과 속도는 한 지점에서 수집하는 자료로써, 최근 첨단 차량검지기 개발로 인해 비교적 용이하게 수집할 수 있다. 하지만 밀도의 경우에는 일정 공간에서 수집하는 자료로써, 직접적인 자료수집이 매우 어렵다. 물론 항공이나 위성사진을 판독하여 수집할 수는 있지만, 이는 상당한 현실적 제약이 존재한다. 따라서 밀도를 직접적으로 측정하는 대신 점유율(occupancy) 자료를 수집하여 밀도의 추정치를 산출한다. 그러나 점유율을 사용하여 밀도를 추정하는 과정에서 발생하는 오차로 인해 최근에는 점유율을 밀도 대응으로 활용하는 방안을 주장하는 학자들도 있다(Leslie N. Jacobson, 1998).

점유율이란 단위시간당 해당 차량검지기의 검지영역 위에 차량이 머무른 시간의 합이 차지하는 비율(%)로써 정의된다(Michael Dalglish, 2008). 최근 지능형교통체계(ITS)가 전국적으로 구축되면서 점유율에 대한 수집이 활발해지고 있다. 이 중에서 실시간 신호제어용으로 설치된 검지기의 점유율은 포화도 산출의 기초자료로써 활발히 활용되고 있지만, 실시간 교통정보(Advance Traffic Management and Information Systems, ATMIS) 제공용으로 설치된 차량검지기의 점유율 자료 활용도는 크게 저하되고 있는 실정이다. ATMIS에서 수집하는 점유율 자료는 주로 돌발상황 감지 목적으로 활용되는데, 돌발상황(incident)이란 정상적인 교통류를 방해하는 모든

상황을 말하는 것으로써, 여기에는 고장차량, 교통사고, 도로공사, 노상 잔해물(debris) 등이 있다. 돌발상황 감지기법에는 패턴인식기법, 통계기법, 교통류모형 등이 이용된다(Kaan Ozbay, 1999).

- 패턴인식기법 : California, APID 알고리즘 등
- 통계적 기법 : SND, Bayesian, 시계열분석, 필터링모형, 신경망, Fuzzy 등
- 교통류 모형 : McMaster 알고리즘 등

미국 전역의 고속도로에서 점유율 자료를 이용한 돌발상황 감지 알고리즘을 활용하여 돌발상황에 대한 감지시간을 평균 5.2분에서 3분으로 단축시킬 경우 약 11%의 교통사고 사망자 수가 감소하고, 이를 연간 편익으로 환산할 경우 약 1.2조원의 편익이 발생하는 것으로 보고되기도 하였다(Evanco, 1996). 이러한 막대한 편익을 창출할 수 있는 점유율 자료의 활용성이 저하되고 있는 데에는 검지기가 수집하는 자료의 오차수준에 대한 논제는 제외하고라도 크게 두 가지 문제점이 존재한다. 첫째, 점유율 산출 방법론에 대한 문제이고, 두 번째는 異種의 검지기가 점유율을 산출하는 검지영역 相異의 문제이다. 따라서 本稿에서는 이러한 문제점을 해결하여 실시간 교통정보 제공용 검지기의 점유율 자료에 대한 활용성을 제고하는 방안에 대해 고찰하였다.

II. 본론

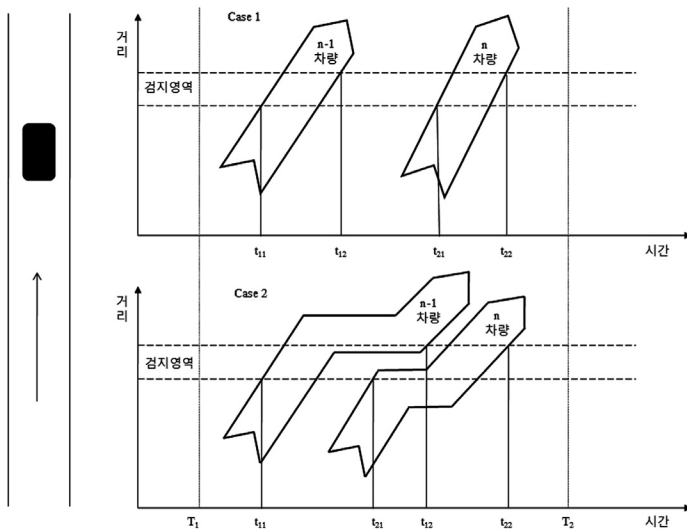
교통 혼잡 정도의 척도로써 사용되는 점유율은 도로상에서 20초, 30초 또는 1분 주기로 수집되어 교통관리센터로 전송되는데, 이러한 점유율을 산출하는 방법은 두 가지가 있다. 첫째, 단위시간 동안 해당 검지기의 검지영역이 차량(들)로 인해 점유된(on) 시간이 차지하는 비율로써 산출하는 방법이고, 두 번째는 단위시간 동안 해당 검지기의 검지영역을 통과한 개별 차량의 점유시간(On Time, OT)의 합이 차지하는 비율로써 산출하는 방법이 있다. 얼핏 보기에는 같은 방법론으로 보이지만 두 가지 경우를 수식으로 표현하면 다음과 같은 차이가 있다.

$$\%Acc = \frac{\sum \text{차량(들)의 검지기 점유시간}}{\text{관측 단위시간}} \times 100 = \frac{\sum t_0}{T} \times 100 \quad (1)$$

$$\%Acc = \frac{\sum \text{개별 통과차량의 검지기 점유시간 합}}{\text{관측 단위시간}} \times 100 = \frac{\sum t_i}{T} \times 100 \quad (2)$$

그렇다면 상기 식(1)과 식(2)의 차이점은 무엇일까? <그림 1>은 이 문제에 대한 해답을 제공한다. Case 1(안정류 상태)의 경우에는 관측 단위시간 (T_2-T_1) 동안 점유시간이 식(1)과 식(2) 모든 경우에서 $[(t_{12}-t_{11}) + (t_{22}-t_{21})]$ 로써 동일하지만, Case 2(강제류 상황)의 경우를 살펴보면 식(1)에 의해 산출되는 점유시간은 $(t_{22}-t_{11})$ 이지만 식(2)에 의해 산출되는 점유시간은 $[(t_{12}-t_{11}) + (t_{22}-t_{21})]$ 로써 식(2)에 의해 산출되는 점유시간은 식(1)에 의해 산출되는 시간보다 $(t_{12}-t_{21})$ 만큼 증가하게 된다.

결과적으로 차량이 정체시(tailgating 또는 stop-and-go 상황 발생시) 두 대 이상의 차량이 동일한 검지기의 검지영역 위에 존재할 경우 식(2)와 같이 개별차량의 점유시간 합을 이용하여 점유율을 산정할 경우 점유율을 과대 계상하는 오류를 범하여 자칫 점유율이 100%가 초과하는 경우도 발생할 수 있다. 그러나 현재 우리나라 대부분의 실시간 교통정보 제공용으로

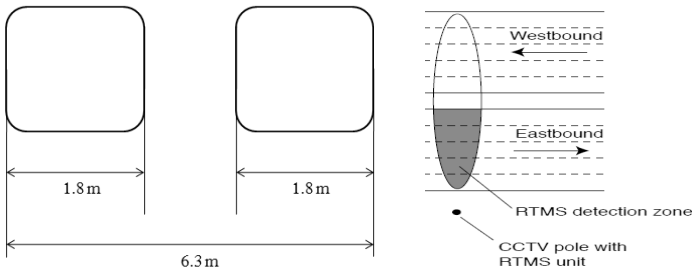


<그림 1> 검지기의 검지영역을 통과하는 차량의 궤적

설치된 차량검지기는 식(2)의 방법론을 이용하여 점유율을 산출한 후 교통 정보센터로 전송하고 있는 실정이다. 왜냐하면 단위시간 동안 교통량, 속도 자료를 산출하기 위해서는 개별차량에 대한 자료가 필요한데 점유시간 역시 교통량, 속도 산출 방법론과 유사하게 개별차량 자료를 이용하여 총 점유시간을 산출하기 때문이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 검지기에서 통과차량에 대한 자료를 수집할 때 교통량, 속도를 산출하는 알고리즘과 점유율을 산출하는 알고리즘이 별도의 프로세스로 진행되어야 한다. 저자가 국내 대부분의 차량검지기 제조업체 담당자들과 면담한 결과, 기존의 검지기를 이용하여 식(1)에 의한 방법으로 점유율을 산출하는 데에는 큰 문제가 없을 것이라고 하였다. 단지 이를 요구하는 수요처가 없었기 때문에 기존의 방법인 식(2)에 의한 방법으로 점유율을 산정한다고 했다. 따라서 개별 수요처에서 기존에 설치·운영 중인 차량검지기 점유율 산정 방식을 식(1)에 의한 방법론으로 변경하는 데에는 큰 무리가 없을 것으로 사료된다.

검지기가 수집하는 점유율 자료에 대한 또 하나의 이슈는 검지기별로 점유율을 산출하는 검지영역 길이가 상이하다는 것이다. 현재 국내에 보급된 검지기는 검지센서별 모델별로 다양한 검지영역 길이를 갖고 있다. 예를 들어 영상검지기의 검지영역은 제작회사별로 6m, 3m 등으로 다양하고 루프검지기의(〈그림 2〉 左) 경우에도 모델에 따라서 점유율을 산출하는 검지영역 길이가 1.8m인 것도 있고 6.3m인 것도 있다. RTMS라는 모델명을 지닌 레이더 검지기의(〈그림 2〉 右) 경우에는 동일한 검지기라 할지라도 차로별로 검지영역 길이가 상이하다고 알려져 있다(Benjamin Coifman, 2005).

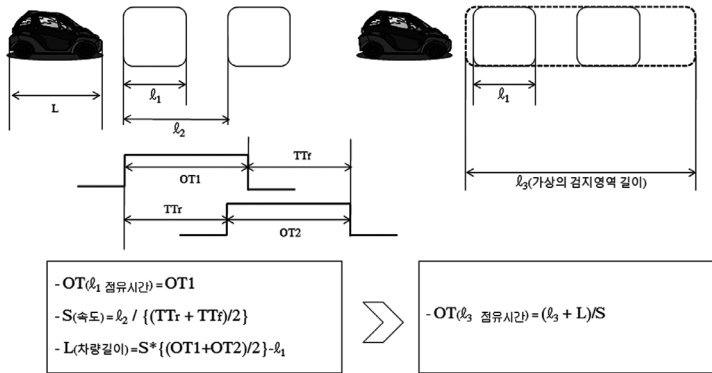


〈그림 2〉 루프검지기 및 RTMS(레이더) 검지기 검지영역

일반적으로 검지기가 수집하는 자료는 정확성과 일관성 요건을 만족해야 한다. 정확성(accuracy)이란 하나의 검지기에서 기준값과 대비하여 얼마나 오차가 발생하는가에 대한 개념이고, 일관성(consistency)이란 여러 개의 검지기가 수집하는 자료가 일관성이 있는가에 대한 개념이다(Lawrence A. Klein, 2001). 정확성은 검지기가 수집하는 모든 자료(교통량, 속도, 점유율)에 해당하는 요건이고, 일관성은 주로 점유율 자료에 해당하는 요건이다.

검지기의 검지영역 길이가 다를 경우 동일한 교통류를 정확하게 검지하더라도 점유율 자료는 상이하게 도출될 수밖에 없다. 예를 들어 30초(수집주기) 동안 차량길이가 3m인 10대의 자동차가 20mps(72kph)로 검지영역이 3m인 검지기1과 6m인 검지기2를 통과 했다고 한다면 검지기1이 산출하는 점유율은 $10\% \{ \{10 \times (3\text{m}/20\text{mps})\} / 30\text{s} \}$ 이고 검지기2는 $15\% \{ \{10 \times (6\text{m}/20\text{mps})\} / 30\text{s} \}$ 의 점유율을 산출하게 된다. 이와 같이 점유율 산출시에는 차량길이가 변수로 작용하기 때문에 단순히 검지영역 길이가 두 배가 된다고 해서 점유율도 두 배가 되지는 않는다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 異種의 검지기가 설치되었을 경우 이들 검지기의 검지영역 길이를 일치시켜야 한다. 일반적으로 비매설식 검지기(영상검지기 등)의 경우에는 장비 운영자가 쉽게 점유율 산출을 위한 검지영역 길이를 변화시킬 수 있고, 루프검지기의 경우에도 <그림 2>에서 보듯이 점유율을 산출하는 검지영역 길이를 1.8m, 6.3m 등으로 가변시킬 수 있을 뿐만 아니라 1.8m와 6.3m 사이의 점유율은 비례식을 사용하여



<그림 3> 가상의 검지영역에서 점유시간 산출 방안

산출할 수도 있다. 물론 이 경우 해당 차량은 1.8m~6.3m 구간 사이에서 등속운동 한다는 가정이 필요하다. 만약 검지기의 검지영역 길이를 일치시킬 수 없을 경우에는 <그림 3>과 같이 속도(S)와 점유시간(OT1, OT2) 자료를 이용하여 산출한 차량길이(L)를 이용하여 가상의 검지영역(l_3)에서의 점유시간($OT \ell_3$)을 再산정 해주어야 한다.

III. 결론

본고에서는 현재 ITS 구축을 위해 고속도로 및 일반국도에 널리 설치되어 있고 향후에도 지속적으로 설치될(고속도로 100%, 일반국도 약40%) 예정인 차량검지기가 수집하는 점유율 자료에 대한 문제점과 이를 해결하기 위한 방안을 고찰하였다. ITS는 지능을 요구하고, 지능은 정보를 요구하며, 정보는 자료를 요구한다. 따라서 검지기에서 수집하는 자료의 품질이 ITS의 핵심이라고 할 수 있을 것이다. ITS에서 흔히 쓰는 말 중에 garbage in, garbage out이라는 말이 있다. 검지기에서 수집하는 자료의 품질이 좋지 않는데 제공되는 정보의 품질이 좋을 수가 없는 것이다. 만약 그렇지 않다면 자료를 가공·처리하는 알고리즘이 잘 못 되었다는 결론이 나온다.

본고에서는 현재 국내에서 운영 중인 차량검지기가 수집하는 점유율 자료의 두 가지 문제점을 언급하였다. 첫째는 점유율 자료의 산출 방법론이 단위시간당 검지기 검지영역이 차량에 의해 점유된 시간을 이용하여 점유율을 산정하지 않고, 개별차량 점유시간 자료를 단순 집계하여 점유율을 산정한다는 것이고, 두 번째는 서로 다른 종류(모델)의 검지기 검지영역 길이가 같지 않다는 것이다. 첫째 원인으로 인해 특히 차량이 정체시 점유율이 100%가 초과하는 값이 도출되는 등 점유율을 과대 계측할 수 있고, 두 번째 원인으로 인해 동일한 교통류가 통과했음에도 불구하고 검지기별로 서로 다른 점유율 값을 산출할 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 점유율 산출을 위하여 검지기 검지영역이 차량에 의해 점유된 시간을 계측하는 알고리즘이 교통량, 속도 자료를 산출하는 로직과 별도의 프로세스로 작동되어야 하고, 이종의 검지기간에 상이한 검지영역 길이를 물리(하드웨어)적으로 또는 소프트웨어적으로 변경하여 검지영역 길이를 일치시켜 주어야 한다. 본고로 인해 첨단교통시

스택인 ITS에서 수집하는 점유율 자료의 이해도 및 활용도를 증진시켜 건설교통산업과 IT산업의 융복합 산업인 ITS 산업의 특징으로 인해 최근 범국가적으로 활발한 투자가 진행되고 있는 ATMIS 사업의 투자효과를 증진시킬 수 있기를 기대한다. 아울러 본고에서는 언급하지 않았지만 교통량, 속도 자료에 비해 정확도가 떨어지는 점유율 자료의 정확도도 지속적으로 향상시켜야 할 것이다.

참고문헌

1. Adolf D. May(1990), Traffic Flow Fundamentals, Prentice Hall.
2. Leslie N. Jacobson, Nancy L. Nihan, and Jeffrey D. Bender(1998), Detecting Erroneous Loop Detector Data in a Freeway Traffic Management System, TRR No. 1287, TRB.
3. Michael Dalglish and Neil Hoose(2008), Highway Traffic Monitoring and Data Quality, Artech House.
4. Kaan Ozbay and Pushkin Kachroo(1999), Incident Management in Intelligent Transportation Systems, Artech House.
5. Evanco M. W., The Impact of Rapid Incident Detection on Freeway Accident Fatalities, Mitretek Report, Mclean, 1996.
6. Benjamin Coifman(2005), Freeway Detector Assessment, TRR No. 1917, TRB
7. Lawrence A. Klein(2001), Sensor Technologies and Data Requirements for ITS, Artech House.



장진환