

통행시간 신뢰성 개념 및 활용방안

Concept and Application of Travel Time Reliability



장진환

I. 서론

대부분 도시 통행자(운전자, 승객)들은 비록 좋아하지는 않더라도 도로정체 상황에 익숙해져 있다. 그래서 그들은 목적지에 늦지 않기 위해 정체시간을 감안하여 일찍 출발한다. 그러나 만약 평상시에 정체상황을 감안하더라도 30분이면 도착하던 곳을 사전에 아무 경고나 정보제공이 없이 1시간에 도착한다면 어떻게 될까? 아마 통행자는 회사에 지각하거나 화물운송이 지연되어 예정된 선적을 하지 못하거나 고객과의 약속을 지키지 못하여 계약을 못하게 되는 경우 등이 발생할 것이다.

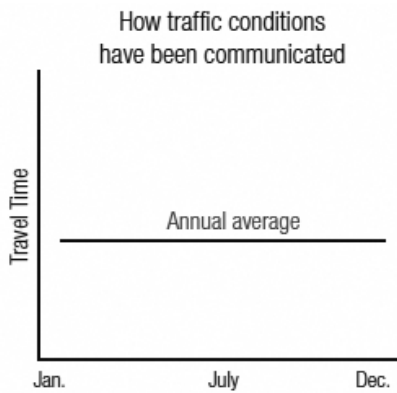
통행자는 다소 정체가 발생하더라도 통행시간이 신뢰성 있기를 바란다. 다시 말해서 동일한 구간을 통행하는데 요일별(day-of-week)로 혹은 시간대별(time-of-day)로 일관성 있고(consistent) 신뢰할 수 있는(dependable) 통행시간이 소요되기를 기대한다. 예를 들어, 집에서 직장까지 오늘 30분(정체시간 포함)이 소요되었다면 내일과 모

레도 30분이 소요되기를 바라고, 오전에 30분이 소요되었다면, 오후에도 야간에도 30분이 소요되기를 바란다.

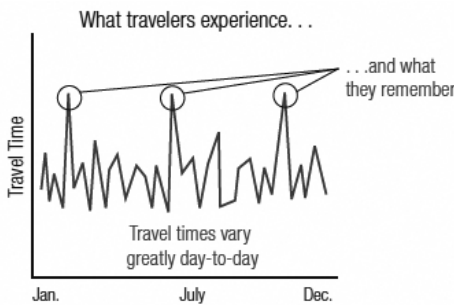
II. 통행시간 신뢰성 개념

대부분 통행자들은 그들이 통상적으로 경험하는 정체시간 보다 긴 정체시간(unexpected delay)에 대해 두려움을 갖기 때문에 정해진 구간을 통행하는데 소요된 평균 시간보다 과다 소요된 통행시간 즉, 악조건의 상황을 고려하여 일정계획을 수립하는 경향이 있다(그림 1). 따라서 통행시간 신뢰성(또는 변동성)은 평균 통행시간보다 통행자에게 중요한 의미로 부각된다.

그림 2는 돌발상황관리시스템 구축 전·후의 통행시간 변화를 나타낸 것이다. 이 경우, 평균 통행시간의 감소는 미미하지만 신속한 돌발상황 처리를 통해 통행시간 신뢰성(변동성)은 크게 개선(감소)하였다. 다시 말해서 통행자들은 예상치 못한 정체를 훨씬 덜 경험하게 된다.



(a) 평균 통행시간



(b) 실제 통행시간

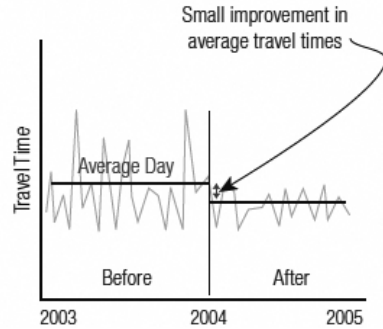
(출처 : Travel Time Reliability, FHWA, 2006)

그림 1. 평균 통행시간(a)과 실제 통행시간(b) 비교

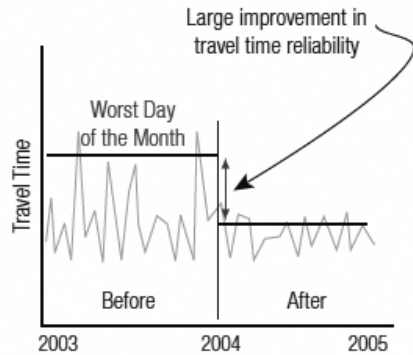
III. 통행시간 신뢰성 지표

통행시간 신뢰성 측정을 위해 가장 널리 사용되는 지표는 95번째 백분위 통행시간(95th percentile travel time), 버퍼 인덱스(Buffer Index), 계획시간 인덱스(Planning Time Index) 등이 있다. 표준편차, 변동계수 등 몇몇 통계치를 이용하여 통행시간 신뢰성을 측정할 수도 있지만 이러한 통계치는 정책 결정자, 일반인 등 비전문가들이 이해하기에 다소 어려움이 있을 뿐만 아니라 일찍 도착한 통행시간과 늦게 도착한 통행시간에 동일한 가중치를 부여하기 때문에 통행시간 신뢰성 지표로서 효과적이지 않은 것으로 알려져 있다(FHWA, 2011). 일반적으로 사람들은 일찍 도착하는 것보다 늦게 도착하는 것에 대한 패널티를 크게 부여한다.

95번째 백분위 통행시간은 통행시간 신뢰성을



(a) 평균 통행시간 비교



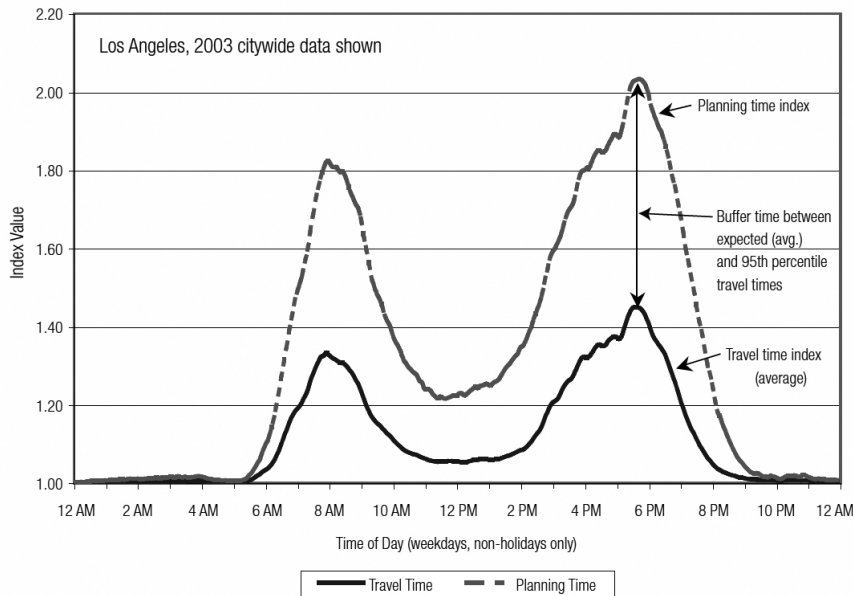
(b) 통행시간 신뢰성 지표 비교

(출처 : Travel Time Reliability, FHWA, 2006)

그림 2. 평균 통행시간과 통행시간 신뢰성 지표를 이용한 도로투자사업 효과 비교

위한 가장 간단한 방법으로써 이는 정해진 기간 동안 총 통행시간을 순위별로 나열한 후 전체 95번째 백분위 통행시간을 구하면 된다. 그러나 이는 구간 길이에 따라 통행시간이 다르게 측정되기 때문에 구간 길이가 서로 다른 전체 도로를 대상으로 투자우선순위 등을 결정하기에는 부적합하다.

버퍼 인덱스는 여유 통행시간을 나타내는 지표로써, 이는 통행자가 95% 신뢰수준에서 목적지에 정해진 시각에 도착하기 위해 평균 통행시간 외에 추가로 할당해야 하는 시간을 평균 통행시간으로 나눈 값이다. 예를 들어, 버퍼 인덱스가 0.4이고 해당구간 평균 통행시간이 20분일 경우, 통행자는 100회 중 95회를 제시시간에 도착하기 위해 20분 이외에 추가로 8분(20분×0.4)을 할당해야 한다. 이 경우, 총 통행시간은 28분이 되는데, 이것이 바로 계획시간이고 계획시간 인덱스는 1.4가 된다.



(출처 : <http://mobility.tamu.edu/nmp/>)

그림 3. 통행시간 신뢰성 지표와 평균통행시간 비교

평균(또는 자유류) 통행시간이 20분이고, 95번째 백분위 통행시간이 28분일 때,
 ◆ 버퍼 인덱스 = (28분-20분)/20분 = 0.4
 ◆ 계획시간 인덱스 = 28분/20분 = 1.4

다시 말해서 버퍼 인덱스는 평균 통행시간 외에 추가로 소요되는 통행시간을 나타내고 계획 통행시간 인덱스는 총 통행시간을 나타낸다. 95번째 백분위 통행시간과 달리 버퍼 및 계획 통행시간 인덱스는 도로연장에 관계없이 상호 절대 비교가 가능한 지표이기 때문에 도로투자사업의 우선순위 등 선정 시 유용한 지표로 사용될 수 있다.

IV. 통행시간 신뢰성 지표 활용방안

기존의 도로투자 사업은 대부분 평균값에 기초하여 우선순위가 정해졌다. 예를 들어, 연평균 일교통량(AADT)를 이용하여 추정한 장래 교통량에 근거한 서비스 수준 분석 등을 통해 신규도로 건설, ITS 사업 투자 등 우선순위를 선정하였고, 교차로의 평균 지체시간 등 분석을 통해 선형개량,

입체교차로 건설 등 투자 우선순위를 선정하였다.

이로 인해 평균 교통량이나 평균 통행시간은 크지 않지만, 특정일(휴일 등) 또는 특정 시간대(침두시 등)에 집중 되는 교통량 또는 돌발상황 등에 따른 비 반복 정체가 자주 발생하는 도로의 경우에는 상대적으로 투자 우선순위가 낮을 수밖에 없었다. 그러나 전술했듯이 통행자들이 체감하는 해당 도로의 서비스 수준은 평균값 보다는 변동성에 따른 통행시간 신뢰성 지표가 더 크게 작용하기 때문에 기존의 방법은 효율성이 저하될 소지가 있다.

또한 기존에는 도로투자사업 효과를 측정하기 위해 주로 평균 통행시간 감소분만 고려하였을 뿐, 통행시간 신뢰성 저하에 따라 발생하는 버퍼시간(목적지에 일찍 도착함으로써 남는 시간)의 비효율성은 고려하지 않았다.

따라서 전 장에서 언급한 통행시간 신뢰성 지표를 도입하여 각종 도로투자 사업(도로 건설, 선형 개량, 돌발상황관리시스템, 램프미터링, 교통정보 제공시스템 등) 우선순위 선정 및 효과분석에 활용되어야 할 것이다. 또한 해당 도로구간의 통행시간 변동성이 크더라도 이에 대한 정보를 사전에 통행자에게

정확하게 제공할 수 있다면 상가에서 언급한 버퍼 시간의 비효율성을 감소시킬 수 있을 것이다. 다시 말해서 실시간 교통정보 정확도 향상(버퍼시간 감소 가능)에 따른 편익 산출이 명확해 질 것이다.

V. 향후 과제

이러한 통행시간 신뢰성 지표를 실제 도로투자 사업에 활용하기 위해서는 두 가지 이슈사항 해결이 필요하다.

첫째, 통행시간 신뢰성 향상에 따른 편익의 원 단위를 산정해야 한다. 기존의 평균값을 이용한 도로투자 사업의 경우, 평균 통행시간 절감분에 따른 편익 산출이 예비타당성 조사지침에 의거하여 명확하다. 그러나 통행시간 신뢰성 향상에 따른 버퍼 시간 감소 편익에 관해서는 국외 몇몇 연구가 있기는 하지만(Wunderlich, 2001; Carrion, 2012), 국내 관련 연구는 현재까지 전무한 것으로 파악되고 있다. 따라서 국내 여건을 반영한 편익산출 연구 및 지침 마련이 수반되어야 할 것이다.

둘째, 통행시간 신뢰성 지표의 효율적인 측정방안이다. 다행히 최근에는 ITS가 전국적으로 구축됨에 따라 ITS 구축 구간에는 ITS 이력자료를 활용하여 통행시간 신뢰성 지표를 측정할 수 있다. 그러나 현재 국내 대부분 ITS 운영 예산에는 기 구축 시스템의 운영 및 유지관리비만이 책정되었을 뿐, 이력자료를 활용한 통행시간 신뢰성 지표 산출 등에 대한 예산은 마련되어 있지 못한 실정이다. 그러나 미국 등 선진국에서는 ITS 이력자료 관리시스템(ADMS)을 도입하여 통행시간 신뢰성 지표 산출을 통한 도로투자사업 효율성 극대화 등을 도모하고 있다(INRIX, 2012, Bertini, 2007). 또한 ITS가 미 구축된 도로구간의 경우에는 단기적으로 기존 도로 교통량 조사 자료와 BPR(Bureau of Public Road) 식 등을 이용하여 구간 통행시간을 추정하는 한편, 장기적으로는 저가의 Bluetooth 검지기 등을 활용한 통행시간 직접 조사 등의 방안도 병행 강구해야 할 것이다.

우리나라의 중앙정부 연평균 도로투자사업 규모는 약 7,000억원에 달한다(국토해양부, 2001). 이러한 막대한 예산의 효율적 집행의 중요성은 두 말할 나위가 없을 것이다. 소규모의 R&D 예산을 투입하여 통행시간 신뢰성 지표의 활용방안을 계량화하고, 선진국처럼 매년 수억 원의 예산만을 투입하여 통행시간 신뢰성 지표를 효율적으로 측정할 수 있다면, 매년 약 7,000억 원이라는 막대한 예산을 현재보다 훨씬 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본稿는 “차세대 도로교통정보서비스 고도화 기술 개발” 과제의 지원에 의해 작성되었음.

참고문헌

- 국토해양부(2011), 제2차 도로정비기본계획(2011-2020).
- C. Carrion and D. Levinson(2012), Value of travel time reliability: A review of current evidence, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol.46, No.4, pp.720-741.
- FHWA(2011), Travel Time Reliability Measures.
- INRIX(2012), Traffic Information, <http://inrix.com/trafficinformation.asp>, Accessed Sep.
- L. Bertini and K. Lyman(2007), Developing improved travel time reliability measures for real-time and archived ITS applications, ITS Europe, Aalborg, Denmark.
- Wunderlich, K., Shah, V., Larkin, J., and M. Hardy(2001), On Time Reliability Impacts of ATIS: Washington, D.C., Case Study, USDOT EDL 13335.