

## 교통량 측정 : CCTV를 이용한 주행 차량 조사법

허문행<sup>1</sup> · 신성윤<sup>2\*</sup> · 이양원<sup>2</sup>

### Traffic Measurement : Moving Vehicle Method Using CCTV

Moon-Hang Huh<sup>1</sup> · Seong-Yoon Shin<sup>2\*</sup> · Yang-Won Rhee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Digital Media Engineering, Anyang University, Anyang 430-714, Korea

<sup>2</sup>Department of Computer Information Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

#### 요 약

본 논문에서는 교통망의 서비스 수준을 측정하는 주요 척도인 통행 시간과 지체 시간에 대하여 알아본다. 그리고 통행 시간의 측정 방법 중 하나인 CCTV를 활용한 주행 차량 조사법을 이용하여 교통량을 측정한다. 신호등 간격이 넓어서 연속적인 교통류 특성을 갖는 곳에서 측정을 하도록 한다. 또한 반대편의 교통류가 충분히 식별 가능한 구간이어야 하고, 구간의 끝부분에서는 유턴이 가능해야 한다. 이 방법은 CCTV를 이용하므로 측정차량의 운전수만 있으면 된다. 또한 시간, 거리, 교통량을 기록할 수 있는 장비도 필요 없다. 이런 일을 할 수 있는 소프트웨어 장비를 갖추고 있기 때문이다. 교통량 외에 평균 통행 시간, 공간 평균 속도, 교통 밀도 등도 구할 수 있다.

#### ABSTRACT

In this paper, we watch out key measure of the level of transportation service about travel time and delay time. And we measured vehicle traffic by moving vehicle method using CCTV which is one of the travel time measure. We should be measured in place of continuous traffic flow characteristics with wide traffic light interval. In addition, traffic flow on the other side of the interval must be sufficiently identifiable and at the end of this section must be possible U-turn. This method it requires only the driver of the vehicle because of the CCTV measure. In addition, We cannot require time, distance, and traffic equipment that can be recorded. Because equipped with the software to do that. In addition to traffic, average travel time, average space speed, traffic density are also available.

**키워드** : 주행 차량 조사법, CCTV, 교통량 측정, 교통 밀도

**Key word** : Moving Vehicle Method, CCTV, Vehicle Traffic, Traffic Density

접수일자 : 2013. 10. 01 심사완료일자 : 2013. 10. 25 게재확정일자 : 2013. 11. 06

\* **Corresponding Author** Seong-Yoon Shin(E-mail: s3397220@kunsan.ac.kr, Tel:+82-63-469-4860)

Department of Computer Information Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

**Open Access** <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.11.2575>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

통행 시간이란 차량이 일정 지역을 오고 가는 시간을 말하며, 지체 시간이란 어떠한 사고나 이유로 인하여 교통의 흐름이 막혀서 지연되는 시간을 말한다.

주행 차량 서비스란 주행 중인 차량의 번호판을 자동으로 인식하여 차량의 속성을 인식하는 시스템을 말한다[1]. 전자 공학, 광학, 컴퓨터 및 정보 처리 기술들을 이용하여 인식된 차량의 영상 정보를 단거리 전용 통신망, 무선 통신망, 위성 통신망 등을 이용해 교통 정보 센터에 전송하면, 교통 정보 센터에서는 저장된 자료를 분석하여 관련 기관에 분석 정보를 제공한다. 이러한 분석 정보들은 도난 차량 관리, 차량 위치 추적 등에 활용된다.

도로 교통량이란 단위 시간(일, 시간, 15분, 5분 등)에 어떤 지점을 통과하는 차량의 대수를 말한다. 교통량 조사는 장래 교통량 추정, 교통 변동 특성 파악, 도로 계획 및 관리 계획에 필요한 자료 수집 등을 위하여 수행된다. 시간당 교통량(hourly traffic)이란 한 시간당 통과 차량 대수를 말하며, 용량 분석, 교통 제어 방법 결정, 가로 및 교차로의 기하 구조 설계 시 사용된다[2].

속도 조사는 시간 평균 속도와 공간 평균 속도가 있다. 시간평균속도(Time mean speed, TMS)는 일정 시간 동안 도로상의 어느 점 또는 짧은 구간을 통과하는 모든 차량들의 속도를 산술 평균한 속도를 말하고, 공간평균속도(Space mean speed, SMS)는 일정 시간 동안 도로 구간을 통과한 모든 차량들이 주행한 거리를 걸린 시간으로 나눈 평균속도를 말한다[3]. 다시 말해서, 시간 평균 속도는 일정 지점에서 측정된 속도의 평균값을 말하며, 한 지점을 통과하는 모든 차량들의 속도 값의 합을 총 몇 수로 나눈 것이다. 공간 평균 속도는 모든 차량의 통행 거리를 차량의 통행 시간으로 나눈 것을 말한다.

차량의 밀도란 일정 도로 구간에 존재하는 차량 대수를 도로 구간의 길이를 기준으로 하여 나타내고자 하는 것이다. 다시 말해서, 교통 밀도(traffic density)란 일정 시간 내에 있어서의 단위 길이의 주행 차로에 있는 차량의 대수를 말하는데 교통 밀도는 통상 대/km로 표시한다[4]. 또한 밀도는 실시간으로 운전 시간 추산을 업데이트하거나 잠재적 문제 영역을 경찰에 경고하는 데 사용된다[5].

## II. 주행 차량 조사법

주행이란 주로 동력으로 움직이는 자동차나 열차 따위가 달리는 것을 말한다. 주행 차량 조사법은 원래 관찰자가 조사 차량을 타고 해당구간을 주행하며 직접 통행 시간 측정하는 방법이다. 이 방법은 최소한 2km~3km 정도의 도로 구간 내에 평면 교차로가 없는 경우에 적용 가능한 방법이다.

주행 차량 조사법은 신호등의 간격이 충분히 넓어서 교통류의 특성이 연속적 특성을 나타내는 곳에서 적당한 방법이다. 이 방법은 반대편의 교통류가 식별 가능해야 하고 구간의 끝에서는 유턴이 가능해야 한다는 것이 특징이다.

주행 차량 조사법은 교통류가 연속류(Uninterrupted flow) 또는 연속 교통류 일 때 적합하다. 연속류란 고속 도로를 주행하는 교통류와 같이 교통류 자체 운행 특성에 의해서 교통특성(속도, 밀도, 교통량 등)이 제약받는 교통류를 말한다. 연속류는 주행 속도를 효과적으로 사용한다. 연속류는 고속도로 기본 구간, 엇갈림 구간, 연결로와 접속부, 2차로 도로, 다차로 도로로 나누어 이용한다. 즉, 연속 교통류는 차량의 흐름을 방해하는 신호등, 정지 신호 또는 양보 신호 등의 고정된 교통 시설이 없는 곳에서의 교통 흐름으로, 교통 신호 등에 의해 교통류 흐름 단절 없이 연속적인 교통이 가능한 도로 시설에서 교통하는 교통류이다[6]. 예를 들어 고속도로 상의 교통류가 여기에 해당한다.

단속류란 도시부를 주행하는 교통류와 같이 신호등을 비롯한 교통 제어 시설에 의해서 교통 흐름이 단절되며 정지와 주행을 반복하는 교통류를 말한다. 단속류는 지체도를 효과적으로 사용하는데 신호 교차로와 비신호 교차로로 나누어 이용한다.

요즈음에는 CCTV를 이용한 교통 관련 연구들이 많이 수행되고 있다. [7]에서는 교통 정책 수립 및 도로 인프라 확충에 대한 예측 정보를 제공할 수 있는 영상 시스템 기반의 자동화된 교통량 측정 기술을 제시하였다. [8]에서는 날로 늘어가는 강력범죄와 교통, 재난재해 등에 대처하기 위한 목적으로 CCTV를 통해 기관들 간의 신속한 정보 공유와 협조 체계 마련으로 사회 안정망을 강화하는 시스템이라는 것을 강조했다. [9]에서는 CCTV를 이용하여 자율적으로 이벤트 발생을 감지하고 대응할 수 있는 시스템 개발을 목표로 하며, 교차로

에서의 차대차 사고와 차량 단독 사고를 포함한 차량 사고의 인식을 수행한다.

CCTV를 활용한 주행 차량 조사법은 측정 차량과 시간, 거리, 교통량을 기록할 수 있는 CCTV 시스템이 있어야 한다. 일반적인 주행 차량 조사법에서는 측정 차량, 시간, 거리, 그리고 교통량 등을 기록 가능한 장비와 측정 차량의 운전자와 교통량 조사자의 2인이 필요하다. 또한 조사자가 준비해야 할 스톱위치, 교통량 계수기, 그리고 조사 양식지를 갖추어야 한다. 하지만 본 시스템은 카메라의 기록으로서 모든 것을 해결한다.



그림 1. 일반적인 조사 차량  
Fig. 1 General Investigation Car



그림 2. 측정 차량  
Fig. 2 Measuring Car

측정 차량에 보통 그림 1과 같이 CCTV 한 대가 달려있는데, 주행 차량 조사용 차량에는 그림 2와 같이 두 대의 CCTV가 달려 있어서 반대 방향의 교통량까지 측정한다. 즉, CCTV를 통해서 주행하는 방향과 반대 방향으로 주행하는 차들을 계수하여 저장하는 것이다.

일반적으로 한 방향 당 5~7회의 주행과 운전자의 특성을 고려해 보정 절차를 주는데, 보정 절차로는 측정 차량이 추월한 대수에서 측정 차량을 추월한 대수를 빼다. 자세한 설명은 그림 3을 보면서 하고자 한다. 그림 3에서 카메라 1은 측정 차량이 추월한 차량 대수와 측정 차량을 추월한 차량 대수를 측정하여 이를 빼준다. 카메라 2는 반대편 차선에서 진행하는 차량의 대수를 판별한다.



그림 3. CCTV의 측정  
Fig. 3 Measurement by CCTV

### III. 측정 방법

측정 방법은 그림 4와 같이  $W$ 에서 출발해  $E$ 로 주행하며 반대편 차선으로 주행하는 교통량  $C$ 만을 기록한다.  $E$ 에 도착하면 시간  $T_e$ 를 기록하며, 방향을 바꾸어 가는데, 반대편 교통량은 측정하지 않고 조사차량을 추월하는 교통량  $O_t$ 와 추월되는 교통량  $N_p$ 를 촬영한다. 원위치로 돌아오는데 필요한 시간  $T_w$ 를 기록한다.

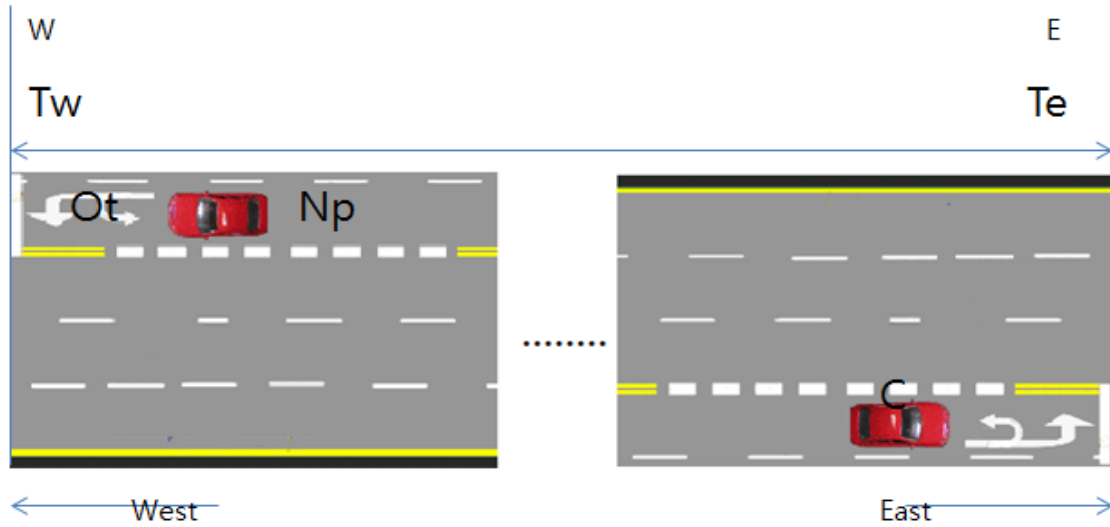


그림 4. 측정 방법  
Fig. 4 Measuring Method

반대방향 교통량( $A_t$ )은 다음 식 (1)과 같다.

$$A_t = \frac{60(C + Ot - Np)}{(Tw + Te)} \quad \text{식 (1)}$$

평균 통행 시간( $P_t$ )은 식 (2)와 같다.

$$P_t = Tw - \frac{60(Ot - Np)}{A_t} \quad \text{식 (2)}$$

구간  $d$ 와 통행시간  $P_t$ 를 얻었고 이제 공간 평균 속도 ( $S_a$ )를 식 3과 같이 구하자.

$$S_a = \frac{60 d}{P_t} \quad \text{식 (3)}$$

다음으로 교통 밀도( $D_t$ )를 식 (4)와 같이 구한다.

$$D_t = \frac{A_t}{S_a} \quad \text{식 (4)}$$

이와 같이 구하는 식들과 값들은 컴퓨터에 연결된 S/W 프로그램에 입력되어 데이터를 보관하게 된다. 이 데이터는 교통조사에 매우 유용하게 사용된다.

#### IV. 실험

본 논문에서는 실험을 위하여 2대의 카메라를 사용하였는데, 카메라는 VERET-S550-FX3 모델을 사용하였으며, 이 카메라는 주/야간 필터 체인지가 가능한 컬러 카메라이며 전천후 옥외용 하우스형 내장형이며 특수 2CHIP의 850mm 파장의 고강도출력의 고성능 적외선 카메라이고 마이컴 제어 무빙 필터가 있으며 옥외 최소 100m 이상을 적외선 투사할 수 있는 카메라이다.

실험은 [10]에서 수행한 실험과 유사하게 수행하였다. 실험을 통하여 2km 구간에서 주행 차량 조사법을 통하여 얻은 결과는 다음 표 1과 같다. 이를 바탕으로 반대 방향인 서쪽 방향의 교통량과 속도 및 교통 밀도를 구하여 보자.

이 방법은 양방향을 따로 조사할 필요성이 없다. 한번 측정 차량이 이동하면 이동하는 방향과 반대 차선의 방향까지 모두 한 번에 측정할 수 있기 때문이다.

표 1. 조사 결과표

Table. 1 Measuring Result Table

구분	2km 구간 값
동쪽 방향 통행 시간(분)	3.5
반대편 차선의 교통량(대/시)	125.3
서쪽 방향 통행 시간(분)	3.73
조사 차량이 추월한 교통량(Np)(대/시)	2.2
조사 차량을 추월하는 교통량(Ot)(대/시)	2.5

다만 문제가 되는 것은 길가에 주차해 놓은 차들이나, 장기간 방치해 놓은 차들이 정확한 교통량을 측정하는데 방해가 된다. 하지만 이런 경우는 매우 극소소이기 때문에 주행 차량 조사법으로 측정한 데이터의 변화나 오차에는 큰 차이가 없다.

상기의 식 (1)~(4)를 이용하여 서쪽 방향 교통량, 평균 통행 시간, 공간 평균 속도, 그리고 교통 밀도를 구하면 다음 표 2와 같다.

표 2. 서쪽 방향의 구한 값

Table. 2 Obtained Value of West Direction

구분	2km 구간 값
교통량(At)(대/시)	1042.323651
평균 통행 시간(Pt)(분)	3.712730892
공간 평균 속도(Sa)(km/h)	32.32122217
교통 밀도(Dt)(대/km)	32.2488935

## V. 결 론

본 논문에서는 CCTV를 활용한 주행 차량 조사법을 이용하여 교통량을 측정하였다. 연속적인 교통류 특성을 갖는 곳에서, 신호 등의 간격이 충분히 넓고, 구간의 끝에서는 유턴이 가능한 지역에서 측정하였다. 또한 반대편 차량의 교통량을 카메라로 충분히 인식할 수 있는 장소에서 측정하였다. 또한 사람이 측정 할 때처럼 다른 장비도 필요 없이 운전수만 있으면 된다. 아울러 모든 것을 총괄할 수 있는 프로그램을 자동차 내의 CCTV에 연결하여 평균 통행 시간, 공간, 평균 속도, 그리고

교통 밀도도 구할 수 있었다.

향후 연구로는 무단으로 방치해 놓거나 차선에 주정차를 시켜놓은 차량들을 계산하여 결과에서 제외시키는 방법도 좋은 연구라 생각한다.

## 감사의 글

본 논문은 안식년 기간 중 연구되었음

## REFERENCES

- [ 1 ] <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=864723&cid=391&categoryId=391>
- [ 2 ] Bo-Seon Ban, "Presentation of Road Design Room," Traffic Planning Team, Seo-Young Technology, 2004
- [ 3 ] Seong-Joo Lee, "A study of the Impact on Traffic Streams by Climate Conditions," A Thesis of Master's Degree, Inha University, 2005
- [ 4 ] <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=asansarang&logNo=100752477>
- [ 5 ] X. Li, J. Han, J.-G. Lee, and H. Gonzalez, "Traffic density-based discovery of hot routes in road networks," in International Symposium on Advances in Spatial and Temporal Databases, pp. 441 - 459. 2007.
- [ 6 ] Hyon-Yeon Leem, "Traffic Engineering," Textbook of Introduction of Road and Airport Professional Engineers, 2006.
- [ 7 ] Gwang-Soo Hong, Tae-Jung Eom, Byung-Gyu Kim, "Development of Vision-Based Monitoring System Technology for Traffic Analysis and Surveillance," Journal of Information and Security, Vol. 11, No. 4, pp. 59-66, 2011. 8
- [ 8 ] Editing Room, "Anyang Webs Security CCTV Network Building," Part 2, Urban Affair, 2013
- [ 9 ] Ju-Won Hwang, Young-Seol Lee Sung-Bae Cho, "A Traffic Incident Inference System using Outdoor Environment Recognizer based on Probability," Proc. of Korean Institute of Information Scientists and Engineers 2009, Vol. 36, No. 2(A), pp. 102-103, 2009
- [ 10 ] Won Jai Mu, Choi Jai Sung, "Transportation Engineering," Parkyoungsa, 2007



**허문행(Moon-Hang Huh)**

한국정보통신학회 정회원  
송실대학교 전자계산학과 학사  
연세대학교 공학대학원 전자계산학과 석사  
충북대학교 컴퓨터학과 박사  
ETRI 선임연구원  
KT 책임연구원  
한국소프트웨어진흥원 단장  
안양대학교 디지털미디어학과 교수  
※관심분야 : 멀티미디어 시스템 및 응용, 게임 및 모바일 앱



**신성윤(Seong-Yoon Shin)**

군산대학교 컴퓨터정보공학과 박사  
군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수  
한국정보통신학회 종신회원  
한국정보통신학회 국내학술분과 분과위원장  
한국정보통신학회 국제학술분과 분과위원장  
한국정보통신학회 재무상임이사  
한국정보통신학회 산학연 상임이사  
※관심분야 : 멀티미디어 시스템 및 응용, 가상현실, 텔레매틱스



**이양원(Yang-Won Rhee)**

송실대학교 전자계산학과 학사  
연세대학교 산업대학원 석사  
송실대학교 전자계산학과 박사  
국방관리연구소 연구원  
군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수  
한국정보통신학회 정회원  
※관심분야 : Telematics, Fuzzy Theory, Image Processing