

주차 시설 현황 조사를 통한 주차 회전율 파악에 관한 연구

이현창¹ · 신성윤^{2*} · 신광성²

A Study on Understanding Parking Turnover through Parking Survey

Hyun-Chang Lee¹ · Seong-Yoon Shin^{2*} · Kwang-Seong Shin²

¹School of Info. and e-Comm, Institute of Convergence and Creativity, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Department of Computer Information Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

요 약

본 논문에서는 효율적으로 주차 공간을 확보하고 주차장의 성능을 향상시키기 위한 방법 중 하나인 차량 번호판 조사를 이용하여 평균 주차 시간과 주차 회전율을 구하였다. 특이할 만한 사항은 일반적인 차량 번호판 조사는 사람이 직접 수행하게 되어있는데 본 조사에서는 사람이 직접 조사하지 않고 CCTV를 통하여 조사를 수행하였다. 따라서 적당한 조사 시간 간격(인터벌)을 두고 평균 주차 지속 시간과 주차 회전율을 구한 것이다. 이것으로 인하여 효율적으로 주차장을 사용하는지 여부와 차량의 주차 소통 여부를 쉽게 알 수 있다. 단지 실험에서 문자 인식 부분은 4-방향 프로젝션을 이용하여 추출하는데 이번 연구에선 제외하였다.

ABSTRACT

This paper researches on securing parking spaces and improving parking performance, by use of vehicle license plate investigation for average parking time and parking turnover ratio. Even though general surveys on vehicle license plate investigation are performed by the person, our survey is performed by the machine, CCTV. Unusually, our method checks average parking time and parking turnover ratio at time intervals of the survey. So, it is easy to check whether a parking lot is effectively used and its traffic flows smoothly or not. In our experiment, we exclude a method to recognize characters by use of 4-direction projection.

키워드 : 주차 공간, 차량 번호판 조사, 평균 주차 시간, 주차 회전율

Key word : Parking Space, Vehicle License Plate Investigation, Average Parking Duration, Parking Turnover

접수일자 : 2014. 10. 01 심사완료일자 : 2014. 10. 31 게재확정일자 : 2014. 11. 05

* **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.2014.18.11.2645>

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. 서론

주차의 국어사전에서의 정의는 자동차를 일정한 곳에 세워 두는 것을 뜻하며, 특히 도로 교통법에서는 자동차가 승객을 기다리거나 화물을 싣거나 고장 따위로 정지하여 있는 상태, 또는 운전사가 자동차로부터 떠나 있어서 즉시 운전할 수 없는 상태를 이른다[1].

주차장이란 차를 세워 두도록 마련한 곳[2]을 말하는데, 주차장의 종류는 장소, 요금 시설에 따라서 분류된다[3]. 장소에 따라 실내와 실외 주차장으로, 요금에 따라서 무료와 유료 주차장으로, 시설에 따라서 독립과 부설 주차장으로 분류된다. 또한 주차장법[2,4,5]에 의하면 주차장은 다음과 같은 세 종류가 있다.

가. 노상주차장 : 노면 또는 교통광장(교차점광장)의 일정한 구역에 설치된 주차장으로서 일반의 이용에 제공되는 것

나. 노외주차장 : 도로의 노면 및 교통광장외의 장소에 설치된 주차장으로서 일반의 이용에 제공되는 것

다. 부설주차장 : 부설주차장 설치 규정에 의하여 건축물, 골목연습장 기타 주차수요를 유발하는 시설에 부대하여 설치된 주차장으로서 당해 건축물·시설의 이용자 또는 일반의 이용에 제공되는 것

또한 주차장은 용도에 따라 공용 주차장과 공영 주차장으로 분류된다[6]. 공용 주차장은 공동으로 사용하는 주차장을 말하는데, 동일 빌딩 등 주변에 개인들이 공동으로 마련하여 공동으로 이용하는 주차장을 말한다. 공영주차장이란 각급 행정기관이 나날이 증가하는 주차수요에 비하여 주차공간이 턱없이 부족한 현실을 고려하여 관내 교통소통 및 주차난 해소를 목적으로 일반인들이 이용하도록 하는 주차장을 말한다.

II. 관련연구

주차나 주차 요금 관련 연구는 상당히 많지만 그중 몇 가지만 들어보면 다음과 같다. 먼저 주차 공간에 대한 예측을 하는 관련연구로서, 주차장은 Caliskan, Barthels, Scheuermann, 그리고 Mauve에 따라, 연속 시간 마르코프 체인에 의해 모델링되고, 주차장은 정기적으로 점유 공간, 용량, 차량 네트워크를 통해 도착과 주차 요금에 대해 통신한다. 차량의 네비게이션 시스템은

이러한 데이터로부터 도착 가능한 주차 공간의 확률을 계산한다[7]. 다음으로 [8]에서는 주차 요금과 주차 공급이 교통 혼잡을 완화하도록 설계 할 수 있는 방법을 조사하여 총 사회적 비용을 절감 할 수 있다고 했다. [9]에서는 증가하는 차량 수량의 관점에서 GSM 모듈을 기반으로 설계된 지능형 주차 시스템을 소개하였고, [10]에서는 주차 수용 능력의 손실을 방지하고 트래픽 성능 향상을 위해 주차 지역에서 교차로까지의 최소 거리를 정의하였다. [11]에서는 주차가 가능한지에 대한 검색이 글로벌 도시화와 자동차 대중화의 성장의 가장 어려운 결과 중 하나이다. 따라서 시공간 상으로 구성된 주차 선택 및 검색 동작에 대한 전반적인 프레임 워크를 제시하였다.

국내연구로는 [12]에서는 계획적으로 조성된 단독주택지구의 주차부족을 야기하는 근본적 원인이 현실을 제대로 고려하지 못한 토지이용계획에 있음을 제기하고 이에 대한 개선방안을 모색하고자 하였다. [13]에서는 공공주택 아파트를 대상으로 현실에 적합한 주차원단위를 산정하고자 하였으며, 현장조사 및 설문조사를 실시하고, 구득자료에 대한 분석을 수행함으로써, 기존 교통영향평가의 주차원단위 산정 문제점을 도출하였다. [14]에서는 서울시 주거지 학교와 공원의 주차시설 입체화 사례의 물리적 특성과 이용을 조사하여 안전성과 효율성, 기능성을 비교·분석하여 계획방안을 제안하였다. 이 밖에도 지하 주차장 영역의 세부 사항을 계획하고 공간 효율성 문제를 지적한 논문들도 있다[15-18]. 이와 같이 주차 시설 및 주차 공간에 대한 수많은 연구 문헌들이 있다. 본 연구에서는 실시간 비디오로 주차장을 촬영하도록 하여 차량 번호판 인식을 수행한다. 그리하여 주차의 지속 시간과 주차 회전을 구하는 것을 본 논문의 최종 목적으로 한다. 하지만 본 논문에서는 번호판 인식은 이전에 사용한 알고리즘[19]을 이용하여 간단히 구하고 되도록 주차 지속 시간과 주차 회전을 구하는데 전력하도록 한다.

III. 교통조사

3.1. 일반적인 조사

교통조사는 일반적으로 시설적인 자료와 사회 경제적인 자료, 교통류 특성에 관한 자료, 그리고 기타로 분

류된다. 시설적인 자료에는 가로망, 제어시설, 주차시설, 도로 조건, 그리고 대중교통 등과 관련된 교통 시설에 관한 자료들을 말한다. 사회 경제적인 자료에는 인구규모, 차량 등록 대수, 그리고 소득 수준 등 교통수요에 직간접적으로 영향을 주는 자료들을 말한다. 교통류 특성에 관한 자료에는 교통량, 속도 통행 시간, 지체 시간, 밀도, 그리고 차두 간격 등에 대하여 현장에서 인력에 의한 직접 조사, 자동 검지기, 그리고 사진 촬영 등으로 조사한 자료를 말한다. 그리고 기타 조사에는 교통사고 흔히 발생하는 지점과 사고의 유형 및 특성, 그리고 사고가 발생했을 때의 환경, 시설, 개인적인 현상 등을 말하는 교통사고 자료와 주차 시설 현황, 주차대수, 주차 지속 시간 등을 다루는 주차 자료, 그리고 물류 및 대중교통 자료, 보행자 관련 자료 등으로 구분된다.

본 논문에서는 교통조사에서 기타 조사의 한 종류인 주차 자료를 다루도록 한다. 교통조사의 한 종류인 주차 시설 현황 조사는 일반적으로 5년을 기준으로 정기적으로 행해지는 주차시설현황에 대한 최신 자료의 확보를 위해서 조사가 수행된다. 또한 미래의 주차 계획과 정책을 수립하는 자료 확보를 위해 수행된다.

주차시설현황조사 항목은 주차면수, 최대주차시간 및 운영시간, 주차장 이용제한 사항, 주차요금 징수방식 및 주차요금, 그리고 주차시설 형태(노상·노외/평면·기계식)가 있으며 조사 지역을 살펴보면 중심 업무 지역, 소규모 업무 지역, 그리고 특정수요 발생지로 나눌 수 있다.

3.2. 주차시설 이용현황조사

효율적인 주차장의 이용과 효율 면에서 만족스럽지 못한 점들을 검토하기 위하여, 그리고 장기 주차 차량의 분포를 알기 위해서 수행하는 조사인 주차시설 이용현황 조사이다. 주차시설 이용현황조사는 누적주차 대수 조사와 차량 번호판 조사의 두 가지 방법이 있다.

누적주차대수 조사는 날짜별, 요일별, 시간대별 주차장을 이용하는 양이 어떻게 변하는지, 주차장을 이용하는 사람이 많은 시간대의 주차수요분석을 수행하기 위하여 조사를 한다. 여기에서 우리는 시간대별 주차장 진출입 차량의 대수와 주차면수 조사 등으로 누적주차대수의 계산을 수행할 수 있다. 그렇지만 주차를 얼마나 오래 하였는지와 일정 시간대의 주차면당 출입 횟수를 말하는 주차 회전을 알 수가 없다.

차량번호판 조사는 누적주차대수 조사와는 다르게 주차된 차량이 얼마나 오래 주차되어 있었는지를 나타내는 평균 주차지속시간과 주차면당 출입 횟수인 차량의 회전을 알 수 있으므로 상당히 많이 사용하는 조사 방법이다.

본 논문에서는 차량번호판 조사를 목적으로 [5]에서와 유사한 방법으로 주차지속시간과 주차 회전을 계산하고자 한다. 평균주차지속시간에서 조사시간 간격을 전체의 주차된 차량에 알맞게 이용하여 식 (1)과 같은 연산을 통하여 알아낼 수 있다.

$$C_x = C_1 + C_2 + \dots + C_x$$

$$CMI = \sum_{n=1}^k C_x NI \quad \text{식 (1)}$$

$$AT = \frac{CMI}{V_c}$$

여기에서 AT 는 평균 주차 지속시간을 말하고, V_c 는 조사에서 관찰된 차량의 총 대수를 말한다. C_x 는 X 번 조사할 동안 계속해서 주차한 차량의 대수(대)를 말하는데 이는 C_1 에서 C_x 까지를 더한 값이며, N 은 주차한 차량이 관찰된 횟수를 말하고, I 는 조사한 시간의 인터벌(interval)인 간격(시)을 말한다.

다음으로 구할 주차 회전율은 일정한 시간대의 단위 주차면당 차량의 출입횟수를 뜻하는 것으로 차량번호판 조사에서 대단히 중요한 요소이다. 주차 회전율이란 1개의 주차 면에 1시간 당 주차한 차량의 대수를 뜻하는 것이다. 주차 회전율에 관한 공식은 다음 식 (2)와 같다.

$$PR = \frac{V_c}{T_x \times P_x} \quad \text{식 (2)}$$

여기에서 PR 은 주차 회전율을 나타내고, P_x 는 총 주차면수를 나타내며, T_x 는 조사 시간을 나타낸다.

본 논문에서는 식 (1)과 식 (2)를 활용하여 평균 주차지속시간과 주차 회전을 구하도록 한다. 먼저 CCTV를 통하여 주차장을 촬영한 비디오가 입력되면 차량번호판을 조사하여 평균 주차 지속시간과 주차 회전을 연산하여 구하도록 한다.

그리고 기타 주차 특성 지표로 사용되는 것은 이용효

을, 최고 점유율, 침두시 주차 집중률 등이 있는데 이들은 나중에 다루기로하고 본 논문에서는 평균 주차지속 시간과 주차 회전율만 다루도록 한다.

IV. 실험

본 논문의 실험은 Window 7에서 Visual C++ 2011을 이용하였다. 카메라는 삼성의 SCR 736 카메라로 고해상도 차량 식별 카메라이다. 또한 650TV 52만 화소 Diagonal 6mm(1/3형) Super HAD CCD ii 카메라이다.

본 논문에서 실험 환경은 그림 1과 같이 카메라 4대로 총 10대를 주차할 수 있는 Block 4개를 촬영하도록 하였다. 1대의 카메라로 1개의 Block을 촬영하는 것이다. 각 Block에는 총 10대를 주차할 수 있다.

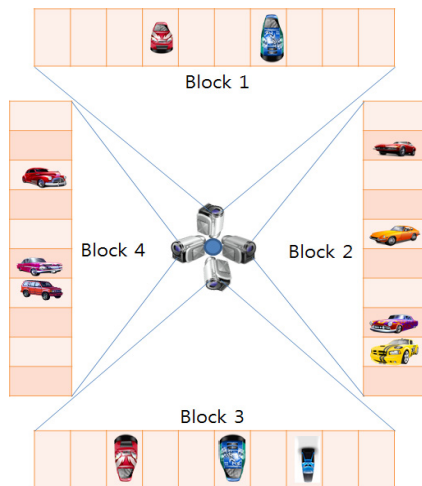


그림 1. 카메라의 분포
Fig. 1 The Distribution of Camera

그림 2는 카메라 중에서 1대의 카메라로 촬영한 영상에서 자동차 1대분의 영상이다. 자동차는 주차되어 있고, 카메라가 이 차량의 번호판을 읽어서 인식하는 것이다.

그림 3은 이렇게 얻은 번호판 영상 중에서 번호판 영역만 잘라낸 영상이다. 사람이 자동차 번호판을 알기가 어렵지만 카메라로 얻은 경우에는 번호판을 쉽게 인식할 수 있다.



그림 2. 자동차 한대의 영상
Fig. 2 Image of One Car



그림 3. 자동차의 번호판
Fig. 3 License Plate of Car

본 논문에서는 차량 번호판 인식을 수행하였는데, 이 방법은 [15]에서 제안한 4-방향 프로젝션 방법을 이용하여 수행하였다. 하지만 본 논문에서는 다루지 않고, 평균 주차 시간과 주차 회전율에 중점을 두어 다루며, 문자인식 부분은 다음에 다루도록 한다.

주차된 차량의 3일차 조사 결과, 주차 면수(T_x)는 50면이고(한 개의 Block을 3일 동안 조사), 조사 시간 간격(I)은 10분일 경우의 다음 표 1과 같은 주차 조사 결과를 얻었다. 여기에서 조사 시간(P_x)은 2시간이다.

표 1. 주차 조사 결과
Table. 1 Results of Parking Survey

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1일차 C_x	6	5	4	6	4	5	4	3	5	3
1일차 N	7	6	6	8	6	6	7	7	6	6
2일차 C_x	7	6	7	5	5	6	7	8	7	7
2일차 N	8	9	7	6	7	6	8	10	9	7
3일차 C_x	7	8	6	7	7	5	4	4	5	4
3일차 N	8	8	7	7	8	9	7	7	8	8

여기에서 관찰된 총 차량 대수(V_c)는 표 2와 같다. 조사 시간 간격 I 는 10분이므로 1시간(60분)의 1/6이므로 0.167이다. 1일차 $\sum CNI$ 를 구하면 49.355가 나온다. 그리고 2일차 $\sum CNI$ 를 구하면 84.836, 3일차 $\sum CNI$ 를 구하면 73.48이 나온다. 그리하여 평균 주차 지속 시간(AT)과 1개의 주차면 당 1시간당 주차한 차량의 대수인 주차 회전율(PR)을 구한 것은 다음 표 3과 같다.

표 2. 관찰된 차량의 총 대수

Table. 2 The Total Number of Observed Vehicles

일차	1일차	2일차	3일차
V_c	168	178	106

평균 주차 지속 시간(AT)은 $\sum CNI$ 를 관찰된 차량의 총 대수로 나눈 값으로 표 3의 AT와 같다. 또한 총 주차 면수(P_x)와 조사 시간(T_x)은 각각 50면과 2시간으로 이를 곱하면 100이 된다. 따라서 관찰된 총 차량 대수를 100으로 나눈 값이 그대로 주차 회전을 이 된다.

표 3. 평균 주차 시간과 주차 회전을

Table. 3 Average Parking Time and Parking Turnover

일차	1일차	2일차	3일차
AT	0.294	0.477	1.443
TR	1.68	1.78	1.06

표 3에서 평균 주차 지속 시간(AT)은 보통 시간당 0.5대 이하이다. 그렇지만 1개의 주차면 당 시간당 주차 차량 대수를 말하는 주차 회전은 1.06에서 1.78(대/면/시)로서 시간당 주차면당 약 1.35대의 주차를 한다는 것을 나타내고 있다. 이는 차를 빨리 빼고 빨리 대지는 않고 보통 정도로 빼고 대는 것을 말한다.

V. 결 론

본 논문에서는 차량 번호판 조사를 이용하여 평균 주차 시간과 주차 회전을 구하였다. 이는 보다 효율적으로 주차 공간을 확보하고 주차장의 성능을 향상시키기 위한 방법 중 하나이다. 특히 차량 번호판 조사에서는 사람이 직접 조사하지 않고 CCTV를 통하여 조사를 수행하였다. 즉 알맞은 조사 시간 간격을 두고 평균 주차 지속 시간과 주차 회전을 구한 것이다. 이는 주차장을 효율적으로 사용하는지의 여부와 차량을 얼마나 빨리 대고 빼는지의 여부를 알 수 있다. 다만 실험에서 문자 인식 부분은 4-방향 프로젝션을 이용한다고만 되어 있는데, 4-방향 프로젝션에 대한 연구는 다음번에 수행하기로 하였고, 본 논문에서는 제외하였다.

REFERENCES

- [1] NAVER Korean Language Dictionary, Parking, <http://krdic.naver.com/detail.nhn?docid=34979200>
- [2] NAVER Korean Language Dictionary, Parking Lot, <http://krdic.naver.com/detail.nhn?docid=34979800>
- [3] Wikipedia, Parking Lot, <http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%A3%BC%EC%B0%A8%EC%9E%A5>
- [4] Wikisource, Parking Lot Law, http://ko.wikisource.org/wiki/%EB%8C%80%ED%95%9C%EB%AF%BC%EA%B5%AD_%EC%A3%BC%EC%B0%A8%EC%9E%A5%EB%B2%95
- [5] Kang-Ho Lee, Seong-Yoon Shin, Byeong-Seok Choi, "Efficient Parking Management through The Investigation of Car License Plate Using Camera," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 18, No. 11. pp. 145-151, 2013.
- [6] NAVER Knowledge iN, Common Parking Lot and Public Parking Lot, http://kin.naver.com/qna/detail.nhn?d1id=8&dirId=811&docId=100165817&qb=6rO17JiBIOyvjOyWqOyepeqzvCDqs7Xsmqkg7KO87LCo7J6l7J2YIOyWqOydtA=&enc=utf8§ion=kin&rank=1&search_sort=0&spq=0&pid=R/YJpc5Y7u0ssclItrKssssssss-292184&sid=U-v6xXJvLDQAACsJCoQ
- [7] Klappenecker, Andreas, Hyunyoung Lee, and Jennifer L. Welch. "Finding available parking spaces made easy," *Ad Hoc Networks 12*, pp. 243-249, 2014.
- [8] QIAN. Zhen Sean, XIAO. Feng Evan, ZHANG. H. M., "Managing morning commute traffic with parking," *Transportation research, Part B: Methodological*, Vol. 46, No. 7, pp. 894-916, 2012.
- [9] Qin. Shihong, and Xiangling Yao, "An intelligent parking system based on GSM module," *Appl. Math*, Vol. 7, No. 1L, pp. 55-59, 2013.
- [10] CAO. Jin, IVT. ETH, NIKIAS VASILEIOS, E. T. H, "On-street parking near intersections, effects on traffic", 2013.
- [11] HILVERT. Ofir, TOLEDO. Tomer, BEKHOR. Shlomo, "Framework and Model for Parking Decisions," *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2319, No. 1, pp. 30-38, 2012.
- [12] Kwon Sung-Dae, Ko Dong-Bong, Park Je-Jin, Ha Tae-Jun, "Development of Estimation Models for Parking Units -Focused on Gwangju Metropolitan City Condominium Apartments-," *Journal of the Korean Society of Civil*

- Engineers*, Vol. 34, No. 2, pp. 549-559, April, 2014.
- [13] Dong-Il Lim, "Cause of Land-use on the Parking Difficulties in the Planned Residential Area-Case Study of GyoDong 2 Land development District in GangNeung City-," *Journal of The Korea Contents Association*, Vol. 13, No. 6, pp. 496-506, 2013.6.
- [14] Kim Yoon-Sun, Yang Woo-Hyun, "Analysis and Design Guideline of the Parking Facility Combined with Schools and Parks in Urban Residential Area," *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 28, No. 9, pp. 219-230, 2012.
- [15] Lim Chaeyeon, Lee Sung Ho, Lee Dong Hoon, Kim Sun Kuk, "Application study for the space efficiency improvement of the underground parking lots in the apartment building," *Proc. of Korean Institute of Ecological Architecture and Environment*, Vol. 19, pp. 61-63, 2010.
- [16] Song Sung-Hyun, Lee Min-Seok, "A Study on Expansion for the Parking Space of Rental Housing Complexes," *Journal of the Korean Housing Association*, Vol. 24, No. 2, pp. 35-44, 2013.
- [17] Hong Joong Cho, Guh Le Bang, Sang Hee Lee, "A Parking Space for the Disabled from the Universal Design Viewpoint," *Proc. of Korean Council of Physical, Multiple, & Health Disabilities*, Vol. 52, No. 3, pp. 91-112, 2009.
- [18] Sung-Hak Chung, Yeo-Hwan Yoon, "Review of the User-Centered Parking Spaces Design," *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 58, No. 1, pp. 61-67, 2010.
- [19] Moon-Hang Heo, "Creation of Video Summary Using Scene-Change Detection and Caption Information Analysis," Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Chungbuk Univ., 2003.8.



이현창(Hyun-Chang Leeg)

홍익대학교 컴퓨터과학과(공학박사)
 원광대학교 전자상거래학부 교수
 한국정보통신학회 국문지 이사
 ※관심분야 : 시멘틱웹, 영상처리, 유비쿼터스 컴퓨팅



신성윤(Seong-Yoon Shin)

군산대학교 컴퓨터정보공학과 박사
 한국정보통신학회 국문지부회장
 군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수
 ※관심분야 : 멀티미디어 시스템 및 응용, 가상현실, 텔레메틱스



신광성(Kwang-Seong Shin)

2005.3 전북대학교 컴퓨터공학과 석사
 2014.3 군산대학교 컴퓨터정보공학과 박사
 2008.8-현재 군산대학교 컴퓨터정보공학과 겸임교수
 ※관심분야 : 컴퓨터비전, 디지털포렌식, 멀티미디어 시스템 및 응용