J. Korean Soc. Transp.
Vol.32, No.5, pp.452-461, October 2014
http://dx.doi.org/10.7470/jkst.2014.32.5.452

Journal of Korean Society of Transportation
pISSN : 1229-1366
eISSN : 2234-4217

Article

자동주차조사 시스템 개발 및 활용에 관한 연구

이영우 · 권혁준*
대구대학교 토목공학과

A Study on Development and Utilization of Automatic Parking Survey System

LEE, Young Woo · KWON, Hyuck Jun*
Department of Civil Engineering, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

Abstract

Conventional parking survey has been usually performed by a person, which has a lot of problems such as decreased mobility, data input error, longer time and expensiveness. Therefore, this study attempted to develop an automatic parking survey method using lately commercialized equipments that were highly efficient imagery interpretation equipments, GPS, and infrared lighting fixtures. In addition, this study developed a parking analysis software that enables to modify and save data, and analyze survey data by the automatic parking survey method. When parking survey is conducted using automatic parking survey method, surveying accuracy is influenced by the running speed of a surveying vehicle, the photographing angle of an imagery interpretation equipment, the gap between parking vehicles and the distance of a surveying vehicle to parking vehicles. Therefore, this study drew optimum conditions by testing on each items for accuracy improvement, and developed a parking analysis software for systematic storage and management of parking survey data, supporting the parking analysis and output the parking analysis result.

기존 주차조사는 광범위한 조사지역을 대상으로 조사원이 직접 주차차량의 번호판을 확인하는 방식으로 기동성의 저하, 조사와 입력의 이원화로 인한 입력오류, 많은 조사시간과 비용이 소요되는 단점을 가지고 있었다. 따라서 본 연구에서는 기존 조사원에 의한 주차조사의 단점을 극복하기 위해 최근 상용화된 고성능 영상분석장비, 위성측량장비, 적외선 조명 등을 이용하여 자동주차조사를 위한 방법에 관한 연구를 수행하였으며 본 연구결과 개발된 자동주차조사 방법을 이용하여 조사된 데이터를 수정, 저장, 분석 및 출력이 가능한 주차분석 소프트웨어를 개발하였다. 장비를 이용한 자동주차조사 시 조사차량의 주행속도, 영상분석장비의 촬영각도, 주차차량 상호간 차간간격, 조사차량과 주차차량의 이격거리 등에 의해 조사의 정밀도가 영향을 받는 것으로 나타나 장비를 이용한 자동주차조사의 정확도를 향상시키기 위해 실험을 통해 각 요소별 최적조합을 도출하였다. 또한 기존 주차조사 데이터가 체계적으로 저장, 관리되지 못하고 있는 문제점을 극복하고 주자정책 수립을 지원하기 위한 주차분석을 지원하기 위한 주차분석 소프트웨어를 개발하였다.

Keywords
automatic parking survey method, imagery interpretation equipment, parking analysis software, parking survey, vehicle plate recognition
자동주차조사방법, 영상분석장비, 주차 분석 소프트웨어, 주차조사, 차량번호판인식

* : Corresponding Author
jjun1983@nate.com, Phone: +82-53-850-6520, Fax: +82-53-850-6529

Received 18 July 2014, Accepted 13 October 2014

Ⓒ Korean Society of Transportation
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.

서론

1. 연구의 배경 및 목적

자동차의 증가는 끊임없이 교통문제를 발생시키고 있으며 그 중에서도 도시의 주차문제는 심각한 수준에 이르고 있는 실정이다.

상업지역이나 중심업무지구 뿐만 아니라 주택가의 이면도로는 주차의 수요·공급의 불균형으로 불법주차가 만연하고 있으며 이로 인하여 보행자들의 보행권 및 보행환경 침해, 교통사고의 원인, 교통소통 능력의 저하, 응급상황 시 차량 이동을 방해하는 주요 원인이 되는 등 사회·경제적으로 심각한 문제를 발생시키고 있다.

주차문제를 해소하기 위해 각 지방자치단체에서는 수시로 주차수급실태조사를 실시하여 마을단위주차장, 공영주차장 설치, 화물차 주차장 설치 등 다양한 해결방안을 모색하고 있지만 실질적인 해법은 찾지 못하고 있는 실정이다. 이는 각 지자체의 주차문제 해결방안의 기초자료가 되는 주차조사가 일회성으로 그치고 있고 조사의 신뢰성과 정확도를 확보하지 못하여 주차실태에 대한 명확한 파악이 어렵기 때문이다.

지금까지 주차조사는 주로 조사원을 이용한 인력조사 방법을 사용하고 있다. 인력을 이용한 주차조사 방법은 조사대상지역이 광범위하고 조사대상 주차차량의 대수가 매우 많은 주차조사의 특성에 비해 기동성이 부족한 단점으로 인해 조사시간이 많이 소요되는 문제점을 가지고 있다. 또한 수기로 작성한 초안을 다시 전산에 입력하는 문제로 인해 입력오류가 발생할 가능성도 매우 높으며 조사원의 전문성 부족으로 일관성 있는 자료의 수집이 곤란한 문제점도 가지고 있다. 이 외에도 야간조사 시 시야확보가 원활하지 않고 조사원의 집중력 저하 및 안전사고 발생 위험 등 다양한 문제점이 있다.

조사원에 의한 주차조사 방법은 이러한 한계로 인해 많은 시간과 예산이 소요되는 고비용, 저효율의 문제점이 있으며 추후 자료의 확인이 불가능하여 조사의 신뢰성과 정확성을 확보하는데도 어려움이 있는 실정이다.

이러한 이유로 조사원에 의한 주차조사의 한계를 극복하고 경제적이고 효율적인 주차조사시스템에 대한 필요성이 증대되고 있으며 주차조사 데이터의 체계적인 관리에 대한 요구 또한 높아지고 있다.

최근 Ha et al.(2014)은 모바일 단말기 어플리케이션을 이용한 차량번호판 인지 시스템을 개발하여 특허등록 하는 등 다양한 시스템들이 개발되고 있으나 이들 장비를 주차조사에 접목하기 위한 연구들은 전혀 이루어지고 있지 못하는 실정이다.

본 연구에서는 현재 개발되어 있는 각종 장비들을 주차조사에 접목하기 위한 연구를 수행하였다. 최근 상용화되어 있는 고성능 영상분석장비와 주차차량의 위치를 측정하기 위한 위성측량장비를 차량에 탑재하고 주행하면서 주차차량의 위치정보와 함께 차량번호판을 자동 조사하는 방법에 대한 연구를 수행하였으며 조사된 데이터를 실시간으로 수정, 저장, 분석 및 출력을 지원하는 소프트웨어를 개발하였다.

2. 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 기존 주차조사에서 조사원에 의한 인력조사로 인한 문제점을 보완하고 보다 정확하고 신뢰성을 높일 수 있는 조사방법에 대한 연구를 수행하였다. 또한, 조사데이터를 체계적으로 관리하고 효율적인 주차실태 분석이 가능한 주차분석소프트웨어를 개발하였다.

먼저, 장비를 이용한 자동주차조사 방법을 개발하기 위해 최근 상용화된 영상분석장비를 이용하여 주차차량의 번호판을 자동으로 촬영하는데 필요한 촬영각도, 조사차량의 주행속도, 조사차량과 주차차량간의 이격거리, 주차차량 상호간의 차간거리 등 다양한 변수들을 고려한 조사를 실시하여 가장 최적의 주차조사 방법을 개발하고 현장조사를 통해 검증을 실시하였다.

최적의 주차조사 방법을 개발하기 위해 대구대학교 공과대학 운동장에 여러 대의 차량을 변수들의 시나리오에 따라 배치하고 조사차량에 고성능 영상분석장비를 탑재하고 주행하면서 실험조사를 실시하였으며 이렇게 개발된 각 변수들의 최적조합 결과를 바탕으로 대구광역시 북구 침산1동 침산로9길 일대의 실제 주차된 차량을 대상으로 검증을 실시하였다.

다음으로 조사된 데이터를 효율적으로 수정하고 저장하며 저장된 데이터를 분석하는 기능을 기지고 있으며 조사결과 및 분석결과에 대한 출력을 지원하는 주차분석 소프트웨어를 개발하였다.

본 연구를 통해 도출된 장비를 이용한 자동주차조사 방법 및 분석소프트웨어가 개발목표를 만족하는지 최종 검증을 실시하였다. 이에 따라서 대구광역시 동구 신암동 일대를 대상으로 현장에 주차된 1,521대의 차량을 현장조사를 통해 빈도분석 실시하였으며 주차분석 소프트웨어에 대한 평가를 통해 확인 및 검증을 실시하였다.

선행연구에 대한 고찰

1. 기존 주차조사방법에 대한 고찰

주차조사 방법은 조사의 목적과 분석내용에 따라 다르며 주차조사의 궁극적인 목적은 주차장 운영 및 이용현황 분석을 통한 도시 교통환경의 개선이다. 주차조사의 세부적인 목적은 주차시설의 공급, 기존주차시설의 활용, 주차수요의 관리, 주차발생원인의 해소, 주차정책에 대한 법적·행정적 지원 등 다양하게 구분될 수 있다. 이러한 목적에 따라 주차조사 방법은 달라질 수 있으나 크게 주차시설 현황조사, 주차차량대수 조사, 주차시간 조사 등으로 구분할 수 있다.

주차시설조사는 노외, 노상을 비롯한 공급주차면수 및 시설 등에 대한 조사로 주로 문헌조사와 병행하여 인력을 이용한 조사가 일반적이다. 주차차량대수를 조사하는 방법은 소도시의 중심지에서 주차수요가 매우 근사한 값을 나타내는 지표인 주차이용도를 점검하는데 유용하게 활용되는 방법이다. 주차이용도 조사는 조사대상구역에 도착한 차량대수와 주차대수를 조사하여 첨두주차시간을 결정하거나 조사시간에 주차되어 있는 차량의 대수를 파악하는데 유용하게 이용된다. 이 외에도 다양한 주차특성을 분석하기 위해서 주차된 차량의 번호판을 조사하는 방법이 있다. 조사대상 범위 내에 있는 주차차량의 번호판을 일정시간을 간격으로 모두 기록하는 방법으로 인력을 이용한 조사가 일반적으로 활용되고 있다.

지금까지 살펴본 주차조사 방법은 조사의 특성상 대부분 인력을 이용한 직접조사 방법이 적용되고 있으며 이로 인해 저효율, 고비용의 문제가 발생하고 있는 실정이다. 또한, 수집된 주차조사 데이터를 바탕으로 한 분석이론은 주차수요를 산정하거나 추정하는 이론이 대부분을 차지하고 있다.

본 연구는 이러한 문제를 해소하기 위해 장비를 이용한 자동주차조사방법과 조사데이터 수정, 저장, 분석 및 출력을 지원하는 소프트웨어 개발에 대한 연구를 수행하였다.

2. 선행연구 및 관련기술 고찰

주차관련 선행연구는 주차현황 및 이용현황을 조사하여 주차수요예측, 주차특성분석, 주차발생원단위산정 등에 대한 연구가 대부분으로 연구를 위해 실질적인 기초자료가 되는 주차조사방법에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

주차와 관련된 선행연구를 살펴보면 Ko et al.(2012)는 공동주택 아파트를 대상으로 주차원단위 산정에 관한 연구를 실시하였는데 광주광역시의 아파트 단지를 대상으로 문헌조사와 현장조사, 설문조사를 실시하여 주차수요예측에 영향을 미치는 요인을 선정하여 주차원단위 산정모형을 개발하였다. Oh and Park.(2009)은 공동주택의 주차장 설치기준을 분석하기 위해 2006년도에 국토교통부에서 수행한 주차원단위 수요분석 등 연구에서 30개 도시를 대상으로 문헌조사 및 현장조사를 실시하여 연구의 기초자료로 사용하였다. Lee(2008)는 주차원단위 분석을 통한 주택의 주차수요산정기법 연구에서 각 도시별로 해당 도시의 주차특성을 고려한 주차수요를 추정하여 적용하는 것이 합리적이라고 판단하여 단독주택지역과 공동주택지역을 대상으로 현장조사를 실시하고 시설물별 주차원단위의 합리적인 적용방안을 제시하는 연구를 수행하였다. Lee(2012)는 자동주차조사방법을 이용하여 불법주차특성을 분석하였다.

선행연구를 살펴보면 알 수 있듯이 주차문제를 해결하기 위해 각 도시를 대상으로 주차수요예측, 주차특성분석, 주차원단위 등에 관해 연구가 대부분이었으며 각 연구의 기초자료가 되는 주차조사와 관련된 연구는 매우 미비한 실정이다. 특히 본 연구와 직접적으로 관련된 장비를 이용한 조사의 영향요인과 관련된 기술적인 부분에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 대부분의 선행연구들에서 연구를 위한 기초 데이터를 문헌조사나 조사자가 직접 현장을 방문하여 조사하는 방법을 사용하고 있었다.

주차조사와 관련된 국내 관련기술 현황을 살펴보면 대부분 불법주차단속과 관련된 시스템이었으며 본 연구에서 사용하고자 하는 주차조사를 위한 선행연구 및 관련기술은 거의 찾아보기 힘들었다. 불법 주차단속 시스템은 고정형 카메라를 이용하여 촬영 영역 내에서 불법주차를 단속하는 기술이 대부분을 차지하고 있으며 일부 이동식 카메라를 통해 차량번호판을 촬영하여 인식하는 기술이 개발되어 단속시점과 종점 사이에 카메라의 위치로 주차단속 위치를 결정하는 기술이 이용되고 있다.

또한 본 연구에서 주차조사의 정확성과 신뢰성을 높이기 위해 접목시킨 위성측량을 통한 위치측정에 대한 기존 기술은 대부분 국외에서 원천기술을 보유하고 있는 것으로 나타났다.

먼저 개인 휴대용 단말기에 내장되어 있는 위치 확인

시스템을 이용하여 위치정보, 주차위반 정보를 서버로 전송하고 서버에서 불법 차량의 위치정보와 위반내용을 대응시키는 시스템이 개발되어있다. 위성측량을 통해 이동식 실시간 위치 측정 기술인 R-Track 기술은 저고도 위성과 강력한 위성 신호 수신능력으로 RTK엔진을 직접 지원하는 기술, GPS, GLONASS 등의 위성신호를 신속하고 안정적으로 처리하여 보다 향상된 RTK 솔루션을 유지하며 빠른 초기화 및 초기화 유실을 방지하여 대기시간을 줄임으로써 생산성 향상에 기여하는 핵심기술은 모두 해외에서 개발되어 보유하고 있다.

따라서 본 연구에서는 기존 상용화되어 있는 장비들을 주차조사에 접목하여 주차조사 데이터를 보다 효율적이고 정확하게 수집할 수 있는 장비를 이용한 자동주차조사 방법과 주차분석을 지원할 수 있는 소프트웨어의 개발에 관한 연구를 수행하였다.

장비를 이용한 자동주차조사 방법 개발

1. 자동주차조사 방법 개발을 위한 실험

본 연구는 기존의 인력을 이용하여 차량 번호판을 수기로 기록하는 주차조사의 단점을 보완하기 위해 최근 상용화된 고성능 영상분석장비를 주차조사에 접목하고 위성측량장비 등을 조합하여 주차조사를 실시하는 방법에 대한 연구를 수행하였다.

기존의 차량번호판 촬영을 통한 불법주·정차 단속시스템의 경우에도 고정형 카메라를 이용하거나 주행하면서 촬영 영역 내의 불법 주·정차를 단속하는 기술은 도로의 길어깨 부분을 촬영하는데 최적화되어 있어 보도 등 다양한 지점에 주차되어 있는 주차차량을 조사하여야 하는 주차조사 기술과는 다소 차이가 있다. 그리고 주차된 차량의 위치정보를 동시에 조사하는 기술개발은 아직 부족한 실정이다.

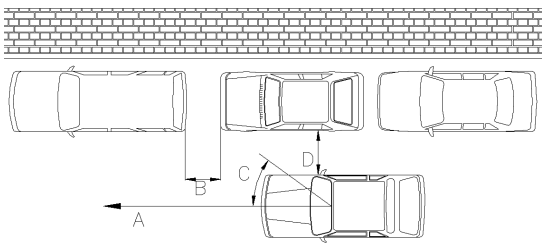
따라서 본 연구에서는 최근 상용화되어 있는 고성능 영상분석장비, 위성측량장비, 야간 조명장치 등 각종 첨단 장비를 주차조사에 접목시켜 활용하는 방법론에 대한 연구를 실시하였다.

고성능 영상분석장비를 이용하여 주차된 차량의 번호판을 촬영하고 위성측량장비로는 조사지점에 대한 위치정보를 수집하였으며 적외선 촬영이 가능한 조명장치를 이용하여 야간조사도 가능하게 시스템을 구축하였다.

이렇게 구축된 시스템을 이용하여 주차조사를 실시하기 위해서는 주차차량 번호판 인식 정밀도를 높이기 위한 다양한 요인들이 검토되고 최적화된 조사방법에 대한 연구가 뒷받침되어야 한다.

Table 1. Experimental scenario

Variable	Parameter
Surveying Vehicle Speed	10, 20, 30, 40kph
Photographing Angle	30˚, 45˚, 60˚
Gap of Parking Vehicle to Parking Vehicle	0.5, 1.0, 1.5m
Distance of Surveying Vehicle to Parking Vehicle	0.5, 1.0, 1.5, 2.0m



A=Surveying Vehicle Speed
B=Gap of Parking Vehicle to Parking Vehicle
C=Photographing Angle
D=Distance of Surveying Vehicle to Parking Vehicle

Figure 1. Experimental method

고성능 영상분석장비를 이용하여 주차차량의 번호판을 촬영할 때 인식 정밀도에 영향을 주는 요인으로는 조사차량의 주행속도, 영상분석장비의 촬영각도, 주차차량 상호간의 차간거리, 조사차량과 주차차량간의 이격거리 등이 있다.

본 연구에서는 이러한 다양한 요인들을 최적화하기 위한 실험을 실시하였다. 조사차량의 주행속도, 영상분석장비의 촬영각도, 조사차량과 주차차량의 이격거리, 주차차량 상호간의 차간거리를 변수로 사용하여 조건을 다양하게 변화시켜 총 144가지의 시나리오를 만들어 실험을 실시하였다.

장비를 이용한 자동주차조사 방법을 개발하기 위해 Table 1과 Figure 1과 같이 각 영향요인별로 시나리오를 설정하여 실험을 실시하였다.

실험은 2013년 8월 27-29일 대구대학교 공과대학운동장에서 6대의 차량을 대상으로 실시하였다. 조사차량의 주행속도는 조사시점부터 종점까지 등속운행하였으며 10kph, 20kph, 30kph, 40kph로 구분하였다. 고성능 영상분석장비의 촬영각도는 전방을 기준으로 주차차량 방향으로 기울어진 카메라의 각도로 정의하여 30°, 45°, 60°로 구분하였다. 주차차량 상호간 차간간격은 앞차의 뒤 범퍼에서부터 뒤차의 앞 범퍼까지의 거리로 0.5m,

1.0m, 1.5m로 구분하였다. 조사차량과 주차차량과의 이격거리는 조사차량과 주차차량의 타이어를 기준으로 거리를 측정하여 0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0m 로 구분하여 실험을 실시하였다.

2. 실험결과 분석

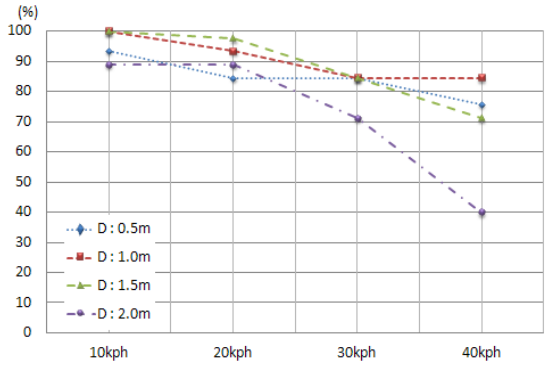
본 연구에서 구축된 자동주차조사시스템을 이용한 차량번호판 검지는 자동검지와 수동검지로 구분된다. 자동검지는 조사차량에 탑재된 영상분석장비가 주차차량의 번호판을 충분히 인식할 수 있을 경우에 자동으로 인식한다. 수동검지는 조사대상 주차차량 번호판의 훼손상태나 여러 환경적 요인으로 인해 번호판 인식이 불가능 할 경우 조사자에 의해 수정·입력하는 방식으로 진행된다.

수동검지의 경우 조사차량의 속도에 의해 검지 가능 여부가 판별되며, 수동검지가 가능한 조사차량의 속도는 20kph이하인 것으로 확인되었다. 20kph를 초과하면 조사자의 인지·반응과정 시간보다 주차차량이 더 빠르게 지나가게 되어 충분한 수정·입력시간을 확보할 수 없기에 수동검지가 곤란하다고 판단된다.

본 실험에서는 모든 조사과정이 자동으로 실시되었을 때를 기준으로 가장 최적의 조사방법에 대해 연구를 수행하였다. 각 변수별 조합을 통한 현장조사 분석 결과는 Figure 2 - Figure 4와 같이 나타났다.

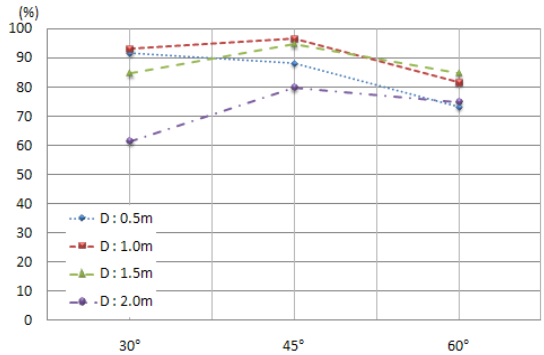
Figure 2는 조사차량과 주차차량 간의 이격거리와 조사차량의 속도에 따라 검지율을 나타낸 것이다. 조사차량의 속도별로 산정된 검지율은 촬영각도와 주차차량 간 차간거리를 변화시켜 조사한 결과를 평균한 값이다. 이격거리가 0.5m인 경우 10-30kph까지는 80%이상의 검지율을 보이고 있지만 30kph가 넘어가면서부터 검지율이 서서히 감소되는 것을 알 수 있다. 이는 이격거리가 0.5-2.0m까지 공통적으로 나타는 사항이다. 이격거리가 0.5m일 때 보다 1.0-1.5m사이에서 평균적으로 검지율이 높게 나타는데, 이는 영상분석장비의 화각의 영향으로 보여지고, 이격거리 1.0-1.5m일 때 주차차량의 번호판이 영상분석장비의 포커스에 노출되는 시간이 길어지기 때문으로 판단된다.

Figure 3은 조사차량과 주차차량간의 이격거리와 영상분석장비의 촬영각도와의 관계를 나타내는 그래프로 조사차량과 주차차량간의 이격거리별로 검지율을 나타낸 것이다. 촬영각도 검지율은 조사차량 속도와 주차차량간 차간거리를 변화시켜 조사한 결과를 평균한 값이다.



Distance of Surveying Vehicle to Parking Vehicle : 0.5-2.0m
Gap of Parking Vehicle to Parking Vehicle : 0.5-1.5m
Photographing Angle : 30-60°

Figure 2. Experimental result of surveying vehicle speed with distance of surveying vehicle to parking vehicle



Distance of Surveying Vehicle to Parking Vehicle : 0.5-2.0m
Gap of Parking Vehicle to Parking Vehicle : 0.5-1.5m
Surveying Vehicle Speed : 10-40kph

Figure 3. Experimental results of photographing angle with distance of surveying vehicle to parking vehicle

Figure 3을 살펴보면 조사차량과 주차차량 간의 이격거리와 관계없이 촬영각도가 45°일 경우 검지율이 가장 높게 나타났다.

조사차량과 주차차량간의 이격거리가 0.5-1.5m까지는 80%이상의 검지율을 확보할 수 있지만, 이격거리가 2.0m가 되면 검지율이 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 조사차량과 주차차량간의 거리가 1.5m를 초과하면 자동으로 번호판을 인식을 하지 못하는 경우가 증가하는 것을 나타내는 것이다.

Figure 4는 조사차량과 주차차량간의 이격거리와 주차차량 상호간의 차간간격의 관계에 따라 검지율을 나타낸 것이다. 주차차량 상호간의 차간간격에 산정된 검지율은 촬영각도와 조사차량 속도를 변화시켜 조사한 결과를 평균한 값이다.

조사차량과 주차차량 간의 이격거리에 따라 조사대상

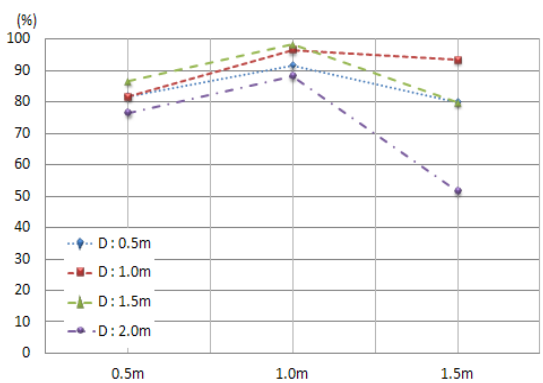
차량간의 차간간격이 검지율에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 판단된다. 단지 조사차량과 주차차량간의 이격거리가 2.0m일 때 주차차량 상호간 차간거리가 1.5m를 넘어가면 검지율이 급격히 떨어지는 것으로 나타나 조사차량과 주차차량간 이격거리를 2.0m 이상으로 조사하는 것은 피하여야 할 것으로 판단된다.

본 실험을 실시한 결과 기계적, 환경적 여건 등의 원인으로 인해 주차차량의 번호판이 인식되지 못하는 경우가 발생되는 것을 알 수 있었다. 주차차량의 번호판을 인식하지 못하는 요인으로는 주차차량의 번호판 훼손 등에 의한 불량이나 영상분석장비와 태양의 역광으로 인하여 자동검지가 되지 않는 상황이 발생하는 것이 대표적이다. 이러한 이유로 영상분석장비에 의해 주차차량의 번호판이 촬영은 되지만 조사데이터가 자동으로 입력되지 않는 경우를 대비하여 수동촬영이 반드시 병행되어야 조사데이터의 누락을 최소화할 수 있을 것으로 판단된다.

Figure 2 - 4를 종합적으로 분석한 결과 조사차량의 주행속도 30kph 이하에서는 높은 검지율을 확보할 수 있지만 주차차량의 번호판 인식률을 극대화하기 위해 수동촬영을 병행할 경우 20kph 이하 속도로 촬영하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

영상분석장비의 촬영각도는 30-60°로 모두 사용이 가능한 것으로 나타났으나 45°가 가장 최적의 촬영각도로 분석되었다.

조사차량과 주차차량간의 이격거리는 1.5m이내로 하여 조사한다면 높은 검지율을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.



Distance of Surveying Vehicle to Parking Vehicle : 0.5-2.0m
Surveying Vehicle Speed : 10-40kph
Photographing Angle : 30- 60°

Figure 4. Experimental results of gap of parking vehicle to parking vehicle with distance of surveying vehicle to parking vehicle

3. 실험결과에 대한 검증

장비를 이용한 자동주차조사 방법을 개발하기 위한 실험은 주차차량 번호판 인식률에 영향을 주는 요인들을 분석하고 조사에 가장 최적의 값을 찾아내고자 실험장소에서 실시한 실험으로 현장의 제약조건들이 모두 고려된 결과는 아니다. 따라서 본 실험결과를 바탕으로 실험을 통해 본 연구에서 개발된 조사방법에 대해 현장조사를 통한 검증을 실시하였다.

실험결과에 대한 검증을 위한 현장조사는 2013년 9월 14일 10:00-13:00 대구광역시 북구 침산 1동 침산로 9길 일대의 차량 20대를 대상으로 실시하였다.

현장실험에서는 조사자가 제어할 수 있는 변수인 조사차량 주행속도, 고성능 영상분석장비의 촬영각도를 변화시키면서 조사하였으며 조사차량과 주차차량과의 이격거리는 현장조사 대상지의 교통조건, 도로조건 등에 의해 실험장소에서와 같이 일정한 이격거리를 유지하기 어려웠으나 현장조건을 고려하여 1.5m의 일정한 이격거리를 유지하면서 조사하기 위해 노력하였다.

주차차량 상호간 차간간격은 현장에 주차된 차량을 대상으로 조사하였다. 현장에 주차되어 있는 주차차량 상호간 차간간격을 조사한 결과 최저 0.5m에서 최고 3.2m의 차간간격을 유지하면서 주차되어 있는 것으로 나타났다.

Figure 5 - 7은 조사차량의 속도, 영상분석장비의 각도, 주차차량간의 차간간격에 따른 검지율을 나타낸 것으로 자동검지, 수동검지 데이터를 포함된 것이다.

장비를 이용한 자동주차조사 방법에 대한 검증을 위한 현장조사 결과를 살펴보면 조사차량의 속도가 20kph 이내일 경우 100% 검지율을 나타내었다. 이는 영상분석장비의 각도 30°, 45°, 60° 모두 검지가 되는 것을 말하며 조사대상차량간의 차간간격 0.5m이상이면 모든 주

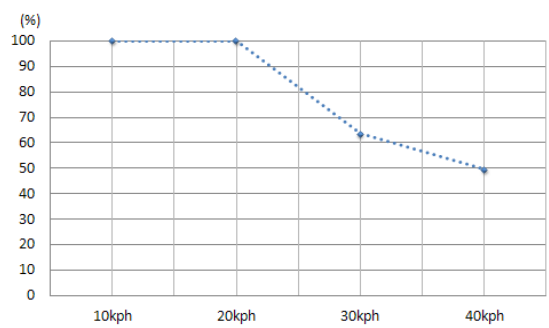


Figure 5. Experimental results on filed(surveying vehicle speed)

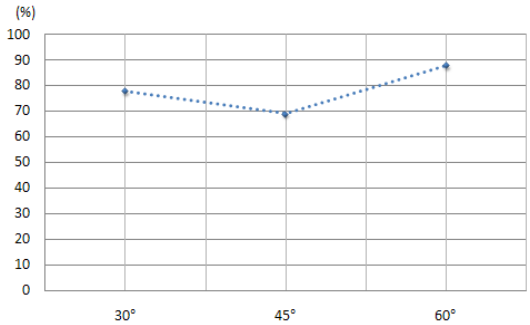


Figure 6. Experimental results on filed(photographing angle)

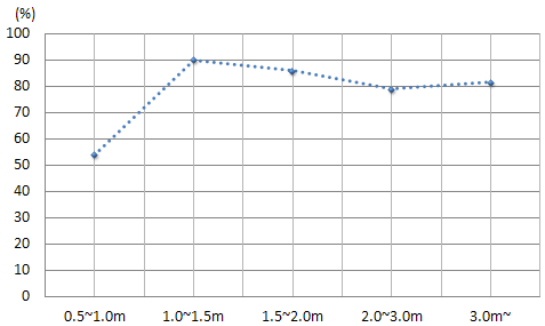


Figure 7. Experimental results on filed(distance of surveying vehicle to parking vehicle)

Table 2. Optimal manual

Variable	Parameter
Surveying Vehicle Speed	20kph below
Photographing Angle	30-60°
Gap of Parking Vehicle to Parking Vehicle	over 0.5m
Distance of Surveying Vehicle to Parking Vehicle	1.5m below

차차량에 대한 검지가 가능한 것임을 알 수 있다.

최적값을 도출하기 위해 실시된 실험장소에서의 실험결과과 검증을 위한 현장조사 결과를 종합적으로 고려할 때 장비를 이용한 최적의 주차조사 방법은 Table 2와 같이 나타났다.

실시간 주차 분석 소프트웨어 개발

1. 소프트웨어 개요

자동주차조사 방법을 이용하여 수집된 데이터를 자동으로 수정, 저장·관리하고 다양한 분석을 지원하는 소프트웨어를 개발하였다. 이 소프트웨어는 인력에 의해 수기로 작성된 조사데이터를 입력하는데 필요한 시간과 노력을 줄일 수 있으며 전산입력의 오류 등을 방지할 수

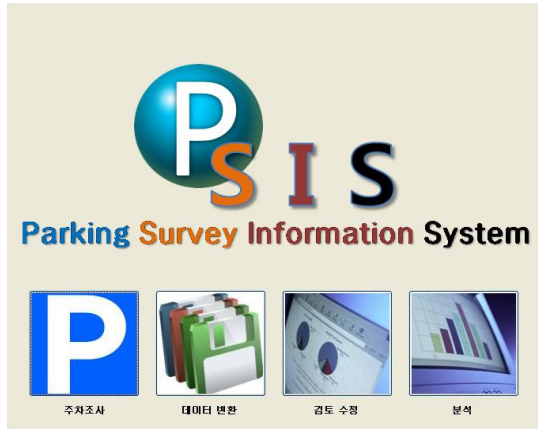


Figure 8. main screen of PSIS

있을 것으로 기대된다. 또한 데이터의 변환, 조사데이터의 저장, 수정, 분석, 출력 등을 지원함으로써 효과적인 주차정책 수립을 위해 필요한 다양한 분석을 지원할 수 있을 것이다.

본 연구에서 개발한 실시간 주차 분석 소프트웨어는 PSIS(Parking Survey Information System)로 명명하였으며 Figure 8은 PSIS의 메인화면을 나타낸 것 이다.

현장에서 장비를 이용한 주차조사를 실시하면서 자동으로 조사데이터를 입력하면 조사의 효율을 극대화 할 수 있다. 따라서 PSIS는 현장에서 조사데이터를 자동으로 입력할 수 있는 기능을 갖추고 있으며 또한 현장에서 즉시 수정이나 분석, 편집이 가능하도록 소프트웨어를 개발하였다. 데이터 수정 및 분석은 사용자의 편의성과 범용 소프트웨어와의 연계를 위해 Microsoft Office EXCEL과 연동되고 편집기능을 EXCEL 툴과 동일하게 구축하였다.

2. 분석항목

분석기능이 유용하게 사용되기 위해서는 각 지자체에서 보유하고 있고 주차실태 분석에 이용이 가능한 자료를 파악하여야 한다. 이를 조사한 결과 각 지자체에서는 관내차량, 용도지역 등으로 주차데이터를 구분하고 있었으며 법정동으로도 주차데이터가 구분되어 있었다. 또한 현재 주소체계가 변경됨에 따라 가로명이나 블록별로 주차데이터를 구분할 필요가 있을 것으로 판단된다.

이러한 주차조사 데이터의 분류항목에 따라 주차현황을 분석할 수 있는 항목을 9개로 나누어 개발하였으며 Figure 9는 PSIS의 분석항목을 나타낸 것이다.

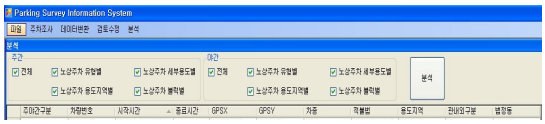


Figure 9. Analysis tool of PSIS

① 주간 노상주차 유형별 분석
② 주간 노상주차 용도별 분석
③ 주간 노상주차 세부용도별 분석
④ 주간 노상주차 블록별 분석
⑤ 야간 노상주차 유형별 분석
⑥ 야간 노상주차 용도별 분석
⑦ 야간 노상주차 세부용도별 분석
⑧ 야간 노상주차 블록별 분석
⑨ 주/야간 전체 통합분석

주차조사 결과를 바탕으로 저장 및 분류된 데이터를 활용하여 효과적인 주차정책 수립을 지원하기 위한 다양한 주차분석이 가능한 소프트웨어를 개발하였다.

PSIS에서는 기본적으로 주간과 야간으로 구분하여 분석을 실시할 수 있으며 적법주차와 불법주차로 나누고 불법주차는 다시 세부항목으로 불법주차차량의 위치에 따른 이면도로, 주차구획선이외, Set-back구간, 보도위 주차로 구분할 수 있다.

용도별 주차현황 분석은 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역으로 구분하여 분석이 가능하며 각 용도지역에서 주차유형별, 블록별로 분석이 가능하다. 블록별 주차현황 분석은 과거 법정동별 분석과 현재의 주소체계에 맞춰 가로명으로 분석이 가능하도록 소프트웨어를 개발하였다.

또한 분석결과를 출력할 수 있는 기능을 추가하였다. 저장된 데이터 및 분석결과를 표, 그래프로 출력가능하며 사용자의 편의성과 범용소프트웨어와의 호환성을 확보하기 위해 Microsoft Office EXCEL과 연동하여 나타내도록 하였다. 그 결과 출력가능 항목은 표 15개, 그래프 20개로 총 35개의 다양한 분석결과를 나타낼 수 있도록 하였다.

시스템 및 소프트웨어 검증

본 연구결과 개발된 장비를 이용한 주차조사시스템과 실시간 주차 조사 분석 소프트웨어에 대한 검증을 위해 2014년 4월 18일 대구광역시 동구 신암동 일대를 대상으로 주간조사를 09:00-12:00에 실시하여 679대의 주차차량을 조사하였으며 야간조사는 19:00-22:00에 842대를 조사하여 총 1,521대를 현장에서 조사를 실시하였다. 소프트웨어에 대한 평가는 2014년 4월 19일에 실시하였다.

Table 3. Test result

Evaluation Items	Unit	Result
Detecting Rate	%	99.47
Minimum Gap of Parking Vehicle to Parking Vehicle	m	0.4
Auto Detecting Rate	%	96.32
Auto Storage Rate	%	100
Analysis Items	ea	9
Output	ea	table : 15 graph : 20

현장조사를 통한 검증결과 총 1,521대를 대상으로 조사하여 주간 676대, 야간 837대로 총 1,513대의 주차차량이 검지되어 본 연구에서 개발된 주차조사 방법을 이용하여 조사한 차량번호판 인식율은 99.47%로 나타났다. 이 중 영상촬영은 가능하였으나 차량번호판 훼손, 역광 등으로 인해 자동으로 차량번호가 입력되지 않아 수동으로 차량번호를 입력한 차량이 48대 포함되어 있다. 순수하게 자동으로 주차차량번호판을 인식하여 데이터 입력까지 완료된 차량대수는 1,465대로 장비를 이용한 자동주차조사의 주차차량번호판 인식율은 96.32%로 나타났다. 주차차량 번호판이 촬영되지 않아 조사에서 누락된 주차차량의 대수는 총 8대이며 원인별로 살펴보면 차량번호판 부분에 장애물이 설치된 경우 3대, 주차차량 상호간 차간간격이 40cm미만인 경우 5대로 나타났다.

조사데이터의 자동기록율은 조사데이터를 자동으로 인식하여 오류없이 저장까지 완료되는 비율로 주차차량의 번호판을 자동으로 인식한 1,465대 모두 오류없이 차량번호가 입력되었다.

PSIS를 이용하여 분석할 수 있는 항목은 주간 노상주차 유형별 분석, 주간 노상주차 용도별 분석, 주간 노상주차 세부용도별 분석, 주간 노상주차 블록별 분석, 야간 노상주차 유형별 분석, 야간 노상주차 용도별 분석, 야간 노상주차 세부용도별 분석, 야간 노상주차 블록별 분석, 주야간 전체 통합 분석으로 총 9개이다.

주차분석 결과에 대한 출력을 지원하는 항목 수는 9개의 주차분석 항목을 바탕으로 표 15개, 그래프 20개로 총 35개의 출력물을 얻을 수 있으며 모든 과정이 오류없이 작동되는 것으로 평가되었다.

Table 3은 시험 분석 및 소프트웨어 평가 결과를 나타낸 것이다.

결론

기존 주차조사는 광범위한 조사지역을 조사원이 직접 현장 확인하는 방식으로 기동성의 저하, 조사와 입력의 이원화로 인한 입력오류, 많은 조사기간 및 비용이 소요되는 등의 단점을 가지고 있었다.

본 연구는 이러한 인력을 이용한 주차조사의 단점을 보완하기 위해 기존 개발되어 있는 고성능 영상분석장비와 위성측량장비를 주차조사에 접목시켜 장비를 이용하여 자동으로 조사를 실시하는 방법을 개발하고 주차조사 데이터를 실시간으로 저장, 수정, 분석 및 출력이 가능한 소프트웨어를 개발하였다.

본 연구에서 제시한 장비를 이용한 자동주차조사 방법은 최근 상용화된 각종 첨단 장비를 주차조사에 접목시켜 활용하는 것으로 고성능 영상분석장비, 위성측량장비, 조명장치 등을 이용하여 주차된 차량의 번호판을 자동으로 인식하여 촬영하고 위성측량장비로 조사지점에 대한 위치정보를 수집할 수 있다. 조명장치를 이용한 적외선 촬영은 야간조사가 가능하며 영상분석 장비는 최적의 촬영각도를 선택할 수 있도록 회전이 가능하도록 장비를 설치하였다.

자동주차조사의 정밀도를 향상시키기 위해 주차차량의 번호판 인식에 영향을 주는 요인으로는 조사차량의 주행속도, 영상분석장비의 촬영각도, 조사차량과 주차차량간의 이격거리, 주차차량 상호간의 차간간격의 최적조합을 찾아내는 연구를 수행한 결과 조사차량의 주행속도는 30kph까지 조사가 가능하며 차량번호판 훼손, 역광 등으로 인해 주차차량 번호판의 자동기록에 불가능한 경우 수동으로 주차차량 번호판 촬영하기 위해서는 수동촬영 버튼을 누르는 시간을 고려하여 20kph이내가 적정한 것으로 나타났다.

영상분석장비의 각도는 조사차량의 전방을 기준으로 30-60°에서 조사가 가능하며 최적의 촬영각도는 45°로 분석되었다. 주차차량 상호간의 차간간격은 0.4m이상에서 조사가 가능하였으며 조사차량과 주차차량간의 이격거리는 1.5m이내에서 높은 검지율을 가지는 것으로 분석되었다. 이러한 연구결과를 바탕으로 장비를 이용한 자동주차조사 방법 매뉴얼을 제시하였다.

또한 본 연구에서는 장비를 이용한 자동주차조사 방법을 이용하여 조사된 데이터를 체계적이고 효율적으로 저장, 관리, 분석 및 출력 할 수 있는 실시간 주차 분석 소프트웨어인 PSIS(Parking Survey Information System)를 개발하였다.

PSIS는 본 연구결과 개발된 장비를 이용하여 주차조사를 실시하면서 현장에서 수집데이터의 수정, 저장 및 분석이 가능하도록 개발되었으며 사용자의 편의성과 범용 소프트웨어와의 호환성을 확보하기 위해 Microsoft Office EXCEL과 연동이 가능하도록 개발되었으며 편집기능이 EXCEL 툴과 동일하도록 개발하였다.

주차조사 데이터의 분석항목은 기본적으로 주간과 야간으로 구분하였으며 적법과 불법주차를 분석할 수 있으며 불법주차는 다시 세부항목으로 불법주차차량의 위치에 따른 이면도로, 주차구획선이외, Set-back구간, 보도 위 주차로 구분하였다.

용도별 주차현황 분석은 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역으로 구분하여 분석이 가능하며 각 용도지역에서 세부적으로 주차유형별, 블록별로 분석이 가능하다. 블록별 주차현황 분석은 과거 법정동별 분석과 현재의 주소체계에 맞춰 가로명으로 분석이 가능하도록 소프트웨어를 개발하였다.

PSIS는 주차분석 결과에 대한 출력을 지원하는 기능을 가지고 있는데 총 9개의 주차분석 항목을 바탕으로 표 15개, 그래프 20개로 총 35개의 분석결과를 출력할 수 있도록 개발되었다.

자동주차조사 방법 및 분석소프트웨어가 개발목표를 만족하는지 최종 검증을 위한 현장조사를 분석한 결과 총 1,521대의 조사대상 주차차량 중 1,513대의 차량번호판이 조사되어 주차차량의 번호판 인식율은 99.47%로 나타났으며 이중 자동으로 차량번호판이 검지되어 데이터 입력까지 완료된 경우가 1,465대로 96.32%였으며 차량번호판이 촬영은 되었으나 번호판의 훼손, 역광 등으로 인해 데이터가 입력되지 않아 차량번호를 수동으로 입력한 경우가 48대가 있었다. 조사가 누락된 차량의 대수는 8대였으며 원인으로는 차량번호판 부분에 장애물이 있는 경우, 주차차량 상호간 차간간격이 40cm미만으로 매우 근접되어 주차된 경우가 있었다. 조사데이터의 자동기록은 주차차량의 번호판을 자동으로 인식한 1,465대 모두 오류없이 차량번호가 입력되었다.

주차 분석 소프트웨어인 PSIS에 대한 검증결과 총 9개의 분석항목에 대한 분석이 가능하였으며 분석결과에 대한 출력도 오류없이 정상 작동되는 것으로 평가되었다.

본 연구결과를 주차조사에 활용할 경우 기존 조사원에 의한 주차조사의 단점들을 상당부분 극복할 수 있을 것으로 기대된다.

차량 평균 전장 5m, 평균 보행시간 4kph, 기록시간 30sec라 가정하면 조사원을 이용한 주차조사시 시간당 약 100대를 조사할 수 있으며 조사데이터의 입력을 위한 시간이 추가적으로 소요된다. 그러나 본 연구결과를 활용하면 시간당 약 2,000대의 주차차량에 대한 조사 가능하며 실시간 주차 분석 소프트웨어를 이용할 경우 데이터 입력을 위한 추가적인 시간이 현저히 줄어들어 조사원에 의한 주차조사에 비해 높은 경쟁력을 가질 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서 개발된 장비를 이용한 자동주차조사 방법은 촬영영상과 위치데이터로 조사기록이 남기 때문에 사후 검증이 가능하여 조사의 신뢰성과 정확성을 높일 수 있으며, 조사원에 의한 주차조사시 야간에 발생할 수 있는 안전사고의 방지에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 현재 개발되어 있는 각종 장비들을 조합하여 주차조사를 하기 위한 연구로 개발한 시스템은 보다 발전되고 활용성 높은 장비들을 주차조사에 활용할 수 있도록 지속적인 관심이 필요하며 소프트웨어는 주차와 관련된 다양한 분석이 가능한 도구로 활용성에 대한 추가적인 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 소프트웨어 분석결과를 이용하여 다양한 연구가 가능할 것으로 판단됨에 따라 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the 2014 research grant of the Daegu University.

REFERENCES

Daegu-Gyeongbuk Development Institute (2007), A Study on Parking Supply and Demand Survey Guideline Written, Republic of Korea, 24-35

Ko D. B., Kwon S. D., Park J. J., Son S. H., Ha T. J. (2012), A Study on Estimating of Parking Units -Focused on Condominium Apartments-, The 66th Conference of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, 119-124.

Lee Y. W. (2008), Calculation Methods of Parking Demand for Housing Using Parking Basic Units Analysis, J. Korean Soc. Transp., 26(4), Korean Society of Transportation, 149-157.

Lee Y. W. (2012), Analysis of Illegal Parking Pattern using Automated Parking Survey Method, Deagu University Institute of Science and Technology.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2006), Parking Demand Calculation of Parking Basic Unite, Republic of Korea, 7-35.

Oh J. H., Park J. S. (2009), Estimation of Parking Requirements of an Apartment, 29(4), Korean Society of Civil Engineers, 451-457.

♧ 주 작 성 자 : 이영우
♧ 교 신 저 자 : 권혁준
♧ 논문투고일 : 2014. 7. 18
♧ 논문심사일 : 2014. 8. 24 (1차)
2014. 9. 27 (2차)
2014. 10. 3 (3차)
2014. 10. 13 (4차)
♧ 심사판정일 : 2014. 10. 13
♧ 반론접수기한 : 2015. 2. 28
♧ 3인 익명 심사필
♧ 1인 abstract 교정필