

딥 러닝 기반 이미지 인식을 이용한 주차 정보 서비스 시스템

이세훈*, 박정원*, 김병호°

*°인하공업전문대학 컴퓨터시스템과

e-mail : seihoon@inhac.ac.kr*, parkjung1129@naver.com*, dayon18@naver.com°

Parking Information Service System using Image Recognition based on Deep Learning

Se-Hoon Lee*, Jung-Won Park*, Byung-Ho Kim°

*°Dept. of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College

● Abstract ●

주차는 자동차를 이용하는 사람들의 편리한 이동을 위한 기반 행위에 포함되는 요소이다. 따라서 이러한 주차 문제를 해결하는 다양한 서비스가 존재하나, 이러한 서비스를 제공하는 시스템을 개발하기 위해서는 주차공간의 특성을 고려해야 하는 어려움이 있다. 본 연구에서는 카메라 모듈과 딥러닝 알고리즘을 기반으로 하는 이미지 센싱을 활용하여 기존 시스템의 주차 감지 센서부 구축의 문제점을 개선하며, 주차장 수요가 많은 ‘러쉬 타임’을 반영하여 주차공간을 안내하고 운전자를 유도하는 주차정보시스템을 개발한다.

키워드: 딥러닝(Deep learning), 주차정보시스템(Parking Information System), 이미지 센싱(Image Sensing)

I. Introduction

2014년도 이후 우리나라에 등록되어 있는 자동차는 2천12만 대로 전년도 대비 71만 대, 5년간 평균 52만 대씩 증가하는 추세이다[1]. 이러한 증가 추세에 맞추어 공영, 부설주차장 또한 늘고 있다[2].

Total Parking area retain rate of Seoul City

구분	자동차등록대수(천 대)	주차면수(천 면)	주차확보율(%)
전체	2,978	3,596	120.8
주박가	2,302	2,261	98.3

주차장 증설이 표면적으로는 주차문제를 해결하는 것처럼 보이나, 표1과 같이 주차공간의 수요가 많아 차량이 물리는 문화시설 및 주거 밀집구역, 학교 등 거점 시설을 이용할 때의 주차불편을 해소할 수 있는 핵심 방법이 될 수는 없다.

따라서 본 연구에서는 특정 거점의 주차문제를 해결하기 위해 주차장 점유율 정보 시스템에 딥 러닝의 DBN(딥 벨리프 네트워크) 알고리즘을 사용함으로써 수요가 많은 특정 시간대까지 고려하여 주차장에 입장하는 차량을 계수하고 이를 반영하여 가용공간을 판단하는 시스템을 제안한다. 서비스 제공자는 카메라 모듈을 사용하여 주차장의 효율적인 사용을 위한 시스템의 하드웨어 구축 비용을 절감하고, 서비스 사용자는 안드로이드 앱을 이용하여 제공자가 가공한 정보를 수신하여 주차정보를 실시간으로 확인하고, 안내를 받도록 하여 궁극적으로는 제공자와 사용자 모두에게 편리한 솔루션을 제공하는 시스템을 개발한다.

II. 관련 연구 고찰

1. 기존 시스템 비교 분석

표 2는 대표적인 주차 공간 서비스 시스템을 비교한 것으로, 파크 라이트는 적외선 센싱을 이용하는 것과 구현 범위가 넓어 구축비용이 크다는 점을 제외하면 본 연구와 가장 유사하다[3]. 파크 히어는 섭외하여 연계된 공영 및 부설 주차장의 정보를 종합하여 제공하는 서비스이며, 사용자에게 예약을 받는 기능을 추가하여 생방향 서비스

를 구현한다[4].

Compared Similar Parking Information System

구분	영국 - 런던 스마트 파킹 서비스 '파크 라이트'	국내 - 파킹 스퀘어 '파크 히어'
목적	주차 감지, 디스플레이 제공	주차장 정보 제공, 알림, 예약, 할인
처리 방법	적외선 센싱	다량의 주차장 정보 중첩, 서비스
구성	차량 감지 센서 부, 신호 전송 부, 스마트폰	제휴 주차장들의 가용공간 정보 수집
제공 서비스	어플 기반 대 단위 주차정보 제공	어플 기반 쌍방향 서비스 실시간 주차장 점유율 정보 제공, 사용자 예약
특징	도시 전체 주차장 정보 감지 센서 부 구축 비용이 크다.	제휴 대상만 서비스 제공 주차 정보 응용 서비스

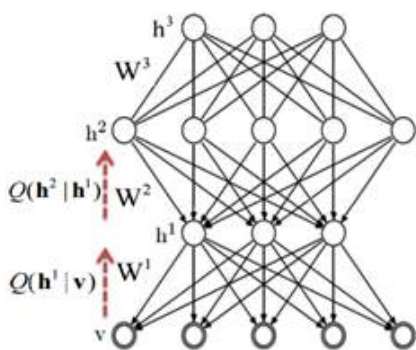
2. 기술적 비교 분석

표 3은 주차정보시스템에 적용되는 대표적인 기술들을 비교한다. 주차된 차량을 인식하기 위해 본 시스템에서는 외부 장치에 해당하는 감지센서를 카메라 모듈로 구현하고, 주차장의 현재 이미지를 서버가 수신하여 사용자에게 전송할 주차장 점유정보를 생성한다. 여기서는 강력한 인식을 바탕으로 하는 머신러닝의 한 종류인 딥러닝의 DBN알고리즘[5]을 사용한다.

Applicable Technical comparison

구분	적외선 센싱	OpenCV "SURF"	딥러닝 이미지 인식
하드웨어	적외선센서	카메라	카메라
특징	1:1 대응 센싱 인식거리 짧음	객체 특징 점 비교 객체 인식 특징 점 외에 인식X	1:N 대응 센싱. 강력한 인식률
처리방식	입력 센서 값 기준 판단	그레이 스케일의 특징점 검출 및 비교	데이터 셋을 이용한 신경망 구성 → 입력 이미지 내 객체 분류

그림 1은 비주얼 레이어와 n개 이상의 히든 레이어를 가지는 신경망을 구성하고 이용하기 위한 수식이다[5].



$$P(x, h^1, \dots, h^\ell) = \left(\prod_{k=0}^{\ell-2} P(h^k | h^{k+1}) \right) P(h^{\ell-1}, h^\ell)$$

Deep-Belief-Net Structure and expression

또한, 이와 같은 알고리즘을 시스템에 적용하기 위해서 표 4와 같은 딥러닝 라이브러리를 사용할 수 있다.

Compare deeplearning libraies

구분	토치7	티아노	CAFFE	DL4J
언어	루아	파이썬	C	자바
목적	연구목적	연구목적	범용적	범용적
커뮤니티	적음	활동적 커뮤니티	보통	활동적 커뮤니티
특징	계산에 강하다. 구글, 페이스북에서 사용 GPU 지원	비 분산 프레임워크, 아이폰 OS, 안드로이드 및 FPGA 백엔드에 포트, 임베디드에 사용	머신 비전 전용 GPU 지원	GPU 지원 (연결설정 자동화), 크로스 플랫폼

본 연구에서는 활성화된 커뮤니티가 존재하며 GPU를 통한 병렬 프로세싱을 지원하는 스카이 마인드의 딥러닝 오픈소스 라이브러리인 DL4J(Deep Learning 4 Java)를 사용한다[6].

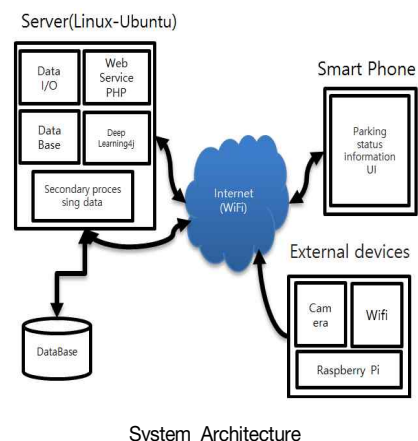
III. 딥 러닝 기반 주차 정보 서비스 시스템 설계

1. 시스템 개요

시스템의 전체 구성도는 그림2와 같으며, 외부 디바이스는 라즈베리 파이에 카메라 모듈과 와이파이 확장 쉘드를 부착하여 구성하며 서버는 이미지 센싱에 필요한 사양에 만족하는 GPU탑재 PC로 구성한다.

외부 디바이스는 요청에 의해 이미지를 서버에게 송신하고, 서버는 이를 처리하여 DB에 그 결과를 저장한다.

사용자가 안드로이드 기반 앱으로 주차정보를 요청하면 DB의 결과값을 연산한 후 사용자 스마트 폰으로 전송하고, 앱은 주차정보를 이용해 주차 상태 UI를 구성한다. 시스템을 구성하는 외부 디바이스와 서버, 스마트 폰을 연결하는 네트워크는 WiFi를 사용하며, 웹은 JSP로 개발하며, DataBase는 mySQL로 개발한다.



System Architecture

2. 주차 공간 이미지 분석

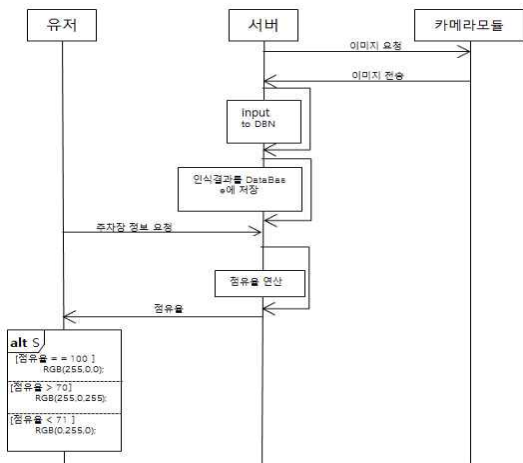
그림 3은 사용자에게 "점유율 전송"기능의 흐름을 나타내는 시퀀스 다이어그램이다. 가장 먼저 서버가 이미지를 요청하면, 외부 디바이스는 이미지를 받고 이를 인풋 데이터로 하여 인공신경망에 최적화시킨다.

이미 인공신경망에 최적화되어 있는 이미지 데이터 셋에 의해 현재 인풋 된 이미지가 해석되며, 서버는 이 해석결과를 데이터베이스에 저장한다. 여기서 해석된 결과라는 인풋 된 이미지에 인식된 자동차를 계수한 결과이다. 따라서 서버는 데이터베이스에 "현재시간, 인식된 차의 갯수, 전체 주차공간"을 저장한다.

이렇게 이미지를 인식하는 하나의 프로세스가 끝날 동안, 주차공간 수요를 반영하기 위해 사용자의 주차장 점유정보 요청 건수를 계수한 후 현재 점유정보와 요청 건수를 함께 합산한 점유율을 사용자에게 전송한다. 점유율을 전송 받은 사용자의 앱은 점유율이 100%인 주차공간은 적색, 70%이상인 주차공간은 황색, 이외의 경우 녹색으로 지정하고, 사용자 앱의 지도 내 주차공간을 해당 색으로 채운다.

여기서 주차장 수요가 많을 때를 고려한 점유율을 구하는 수식은 다음과 같으며, 현재 주차공간 T의 현재상태 C와 수요량, 그리고 사용자 X가 이용할 수 있는 경우의 수를 계산하여 백분율R을 구한다.

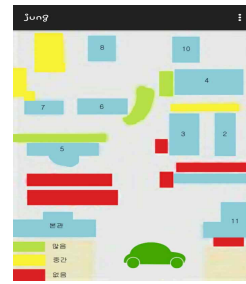
$$R = \frac{\{C + (S - 1)! \times 2 \times X\}}{T} \times 100$$



Sequence Diagram of Occupancy rate

3. 사용자 앱

사용자는 안드로이드 앱을 이용해 교내 주차공간을 추상화한 지도를 통해서 안내 및 유도 서비스를 이용한다. 또한 주차정보를 직관적으로 인식하고 확인할 수 있도록 각기 다른 색(녹색, 황색, 적색)을 표시하는 범례를 구성하고 제공하여 가독성을 높인다.



User Interface

무선통신 가능한 '카메라 모듈'을 통한 주차 공간 이미지를 비교하기 위해 서버 자체적으로 남는 주차 공간을 계산한다. 따라서 서비스구축 비용이 감소하고 구축에 제한성 감소하며 시스템 이식성이 높다. 즉 가로등, 기둥 등 카메라가 조망권을 확보할 수 있고 와이파이가 가능한 곳 어디든 감지센서 부 구축이 가능하다.

IV. 실험 및 평가

딥러닝을 이용한 이미지 인식을 위해서는 사전에 서버에 주차장의 이미지가 수치화돼 저장되어 있어야만 외부 디바이스에서 받은 주차장 이미지에 대해서 몇 대가 주차되어 있는지 결과값을 가져올 수 있다.

따라서 본 연구에서는 먼저 강력한 인식률을 보이는 인공 신경망을 구성해보기 위해 (일괄처리 사이즈)를 하향 조정하는 테스트를 진행했다.

주차장 이미지가 아닌 좀 더 가벼운 '수선화 데이터 셋'을 이용하여 사전에 훈련되는 데이터들이 좀 더 작게 나누어 강력한 일괄처리를 하도록 했다. 이때 배치 사이즈(일괄처리 사이즈)를 하향 조정했다.

Downward regulation of Batch size

구분	전	후
Batch size	180	110

일괄처리량은 신경망에 넣어 분류시킬 데이터 셋을 나누어 처리할 사이즈를 지정하는 값으로서, 한번에 병렬 처리되는 데이터의 묶음의 크기를 지정한다.

```

Actual Class 2 was predicted with Predicted 1 with count 4 times
Actual Class 2 was predicted with Predicted 2 with count 2 times
=====점수=====
정밀도: 0.4286낮음
정확성: 0.3464낮음
기억성: 0.3296낮음
예측정확도 F1 Score: 0.33782522514085933낮음
=====
o.d.c.CNNIrisExample - *****Example finished*****
Process finished with exit code 0
    
```

Score of batchsize '180'

일괄 처리량이 180일때는 분류가 제대로 되지 않아 예측정확도가 약 33%로 낮은 수준이다.

```
Actual Class 1 was predicted with Predicted 1 with count 1 times
Actual Class 2 was predicted with Predicted 2 with count 1 times
=====점수=====
정밀도: 0.68높음
정확성: 0.6905높음
기억성: 0.6833높음
예측정확도 F1 Score: 0.6868861929520508높음
=====
o.d.c.CNNIrisExample - *****Example finished*****
Process finished with exit code 0
```

Score of batchsize '110'

하지만 일괄 처리량이 110일 때는 각 히든 레이어가 데이터 셋을 잘 분류하여 신경망에 데이터가 트레이닝 됨으로써 클래스 별로 강한 군집을 이루게 되어 예측정확도가 68%이상으로 일괄 처리량이 180일 때와 대비하여 약 35%정도 개선되었음을 확인했다. 위 결과 값은 훈련된 신경망에 같은 인풋데이터가 10번이 들어오면 3번은 더 정확하게 인식해낼 수 있다는 말과 같다.

V. Conclusions

지금까지 본 시스템을 제안하는 것부터 설계까지의 단계에 대한 고찰과 본 시스템에 적용되는 딥러닝을 사용하기 위해 프로그램 구성방법과 데이터 셋을 처리하는 방법을 연구했다. 주차공간의 자동차를 인식하기 위해 인공신경망을 구성하는 것은 데이터의 크기에 따라 유동적으로 매개변수를 달리하는 것으로 쉽게 구현할 수 있도록 Library가 지원한다. 하지만 원하는 결과를 얻기 위해서는 조건에 만족하는 충분한 양의 데이터 셋을 확보해 신경망에 트레이닝 시켜야한다. 또한 데이터 셋을 단순화하기 위해서는 카메라 모듈이 고정된 높이 사각을 가지고 이미지를 센싱해야 한다. 뿐만 아니라, 분류한 다음, 학습된 신경망에 데이터를 입력했을 때, 입력 이미지에 자동차가 몇 대가 있는지 노멀라이징하는 부분이 분류작업(Classify) 다음으로 수행할 과업이다.

References

- [1] Type of vehicle, per application, local car Enrollment- Seoul Special City , <http://traffic.seoul.go.kr/archives/314> , Jun. 2014
- [2] Cars and parking rate- Seoul Special City , http://www.si.re.kr/sites/default/files/2012-PR-51_0.pdf , Sep. 2014
- [3] ParkRight app: find parking in Westminster - City of Westminster, <https://www.westminster.gov.uk/parkright> , Jun. 2015
- [4] Park Here - Parking Square Inc. <http://parkhere.co.kr/> , Dec. 2013
- [5] A fast learning algorithm for deep belief nets - Geoffrey E. Hinton, Department of Computer Science University of Toronto , http://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/neco.2006.18.7.1527#.VY6HIPnt_U ,Dec. 2015
- [6] DeepLearning for Java : <http://deeplearnig4j.org>
- [7] Learning And-Or Models to Represent Context and Occlusion for Car Detection and Viewpoint Estimation -T Wu, B Li, SC Zhu - arXiv preprint , <http://arxiv.org/abs/1501.07359> , Jan. 2015
- [8] Joint Deep Learning for Car Detection- S Feyzabadi - arXiv preprint , <http://arxiv.org/abs/1412.7854> , Dec. 2014
- [9] Parking Information System for User Convenience : - Sangmyung Univ. South Korea , http://society.kisti.re.kr/sv/SV_svpsbs03VR.do?method=detail&menuid=1&subid=11&cn2=HOJBAY_2010_y2010m05a_471 , 2010
- [10] Efficient Utilization of Existing Parking Spaces in Seoul - The Seoul Institute , https://www.si.re.kr/sites/default/files/2012-PR-51_0.pdf , 2012