

# 영상처리와 DS-SS통신 방식을 이용한 Automatic Car Parking System 구현

## Implementation of Automatic Car Parking System using vision processing and DS-SS communication system

김대천 봉병은 임명섭  
Kim, Dae cheon Bong, Byung eun Lim, Myoung seob

**Abstract** - The pattern recognition of automobile and parking line for the automatic car parking system was processed based on statistical method for reducing the processing time. The command of driving for parking at the vacant parking lot was transmitted from processor to motor driven actuator using direct sequence spread spectrum communication, which enables the multiple transmission in CAN(controller area network). The test-bed which has CCD camera, processor, radio transceiver and FPGA was implemented and demonstrated to be operated well.

**Key Words** : Automatic car parking(자동 주차), Direct sequence spread spectrum(직접 시퀀스 대역 확산), vision processing(영상 처리), pattern recognition(패턴 인식), CCD(Charge Coupled Device) 카메라

### 1. 장 서론

최근 들어 지능형 차량(intelligent vehicle)에 대한 관심이 증대되어 가고 있다. 특히, 오늘날 많은 선진국과 자동차 메이커들은 보다 지능화된 차량 연구를 위하여 많은 투자를 하고 있다. 이러한 연구 중 비전 시스템을 통한 무인 자동차에 대한 연구는 그 중요성이 더해가고 있다.

본 논문은 이러한 '무인운전'의 시작점이라 할 수 있는 자동주차 시스템에 관한 연구와 구현이다. 2장에서는 Automatic Car Parking System의 전반적인 흐름에 대하여 살펴보고, 3장에서는 카메라로부터 입력받은 영상 데이터를 비전처리(vision processing)와 패턴 인식(pattern recognition)의 영상 처리를 통하여 주차장 내에 비어 있는 주차 공간을 찾아 실제로 주차 시키는 방법에 대하여 논의하였다. 4장에서는 실제 차량 내에서 다중 접속이 가능하고 노이즈에 대해 안전하게 데이터를 전송할 수 있는 방법인 DS-SS(Direct Sequence Spread Spectrum) 통신시스템에 대하여 논하였다. 끝으로 5장에서 결론을 맺었다.

### 2. 장 Parking system의 개요

Figure1.은 automatic car parking system의 전체 블록도이다. 주차장 위에 설치된 카메라로부터 찍혀진 데이터는 컴퓨터로 전송된다. frame grabber의 buffer에 카메라의 데이터

가 저장되며 실시간으로 영상처리가 이루어진다. 저장된 데이터를 사용하여 비전처리, 패턴인식을 한 후 주차장 내의 빈 주차 공간을 찾게 된다. 진행 알고리즘을 따라 자동차는 비어있는 주차공간에 자동으로 주차되게 된다.

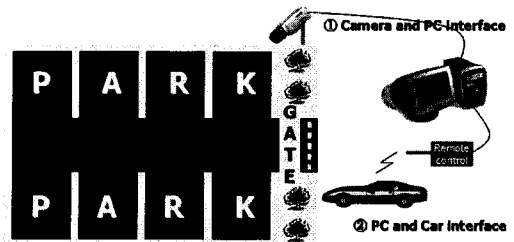


Figure1. automatic car parking system 전체 구성도

### 3. 장 Image Processing

#### 3.1절 비전 시스템의 구성

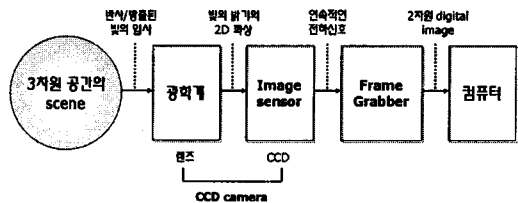


Figure2. 비전 시스템의 구성.

Figure2.에 비전 시스템의 구성을 나타내었다. 광학계는 3차원 장면을 2차원으로 투사(projection)시킨다. image sensor

\* 金大川 : 全北大學 情報通信工學科 碩士課程  
\*\* 奉丙恩 : 全北大學 情報通信工學科 碩士  
\*\*\*林明燮 : 全北大學 情報通信工學科 副教授·工博

는 빛의 밝기를 전기적인 신호로 변환하는 것으로, 사용되는 센서로는 CCD(Charge Coupled Device)를 이용한 카메라가 사용된다. 카메라는 광학계와 image sensor로 구성된다. frame grabber(화상 캡처 보드)는 analog 신호를 digital 신호로 바꾸어 화상 신호의 한 frame을 메모리에 저장하는 장치이다. 컴퓨터는 frame grabber로부터 얻어진 화상을 처리하기 위한 여러 가지 알고리즘을 수행하고 그 처리 결과 등을 저장한다.

비전 시스템은 물체의 위치 계산에 대한 정밀도와 함께 빠른 처리 속도가 매우 중요하다. 보통 상용의 비전보드는 초당 30프레임의 화상을 제공한다. 즉, 약 33ms 마다 새로운 화상이 저장된다고 할 수 있으며, parking system에서 영상 처리, 진행 알고리즘 등의 처리시간이 33ms를 넘지 않는다면 1초에 30번의 명령이나 정보를 자동차에게 전달할 수 있다.

### 3.2절 vision processing

#### 3.2.1절 영상 획득

실제 물리적 화상은 연속적이지만, digital 컴퓨터에서 이 화상을 다루기 위해서는 2차원 화상을 바둑판 모양으로 나누어 유한개의 격자(grid)를 만들고, 각 격자의 중심에서 그 격자의 농담 값(intensity)을 취한다. 이는 표본화(sampling)와 양자화(quantization)의 과정으로 요약된다.

표본화(sampling)란 공간에서 연속적인 화상을 이산적으로 유한개의 격자로 분할하는 것을 말한다. 표본화를 통해 얻어진 각각의 격자를 화소(pixel)라고 한다. 즉, digital 컴퓨터에서 화상은 화소로 구성된 2차원 배열이라고 할 수 있다. 표본화율(sampling rate)은 digital 화상이 갖는 화소의 수를 결정하므로, 이것은 화상 분해도(image resolution)에 직결된다. 한편, 각 화소에서의 농담 값은 본래 연속적이지만, digital 컴퓨터에서는 이것을 이산적인 정수 값으로 나타내게 되는 데 이것을 양자화라고 한다. 즉, 부호 없는 8-bit 정수(1 byte)로 양자화를 수행할 경우,  $2^8 = 256$  이므로 각 화소는 [0, 255] 범위 내의 정수 값을 갖는다. 양자화는 한 화상에서 각 화소의 농담을 나타내기 위해 사용되는 농담 값의 수를 결정한다. 양자화를 위해 1 bit만이 사용될 경우, 농담 값은 0 또는 1 값을 갖으며, 이렇게 만들어진 화상을 2진화상이라고 한다. 칼라 화상의 경우, 적(R), 녹(G), 청(B)의 세 가지 성분을 각각에 대하여 8비트로 양자화하면,  $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 1.677 \times 10^7$  가지의 색을 나타낼 수 있다.

#### 3.2.2 절 영상처리

2진화상은 농담 값이 0 또는 1로서, 256개의 농담 값 또는 color를 갖는 화상에 비해 그 데이터양이 적으므로 빠른 계산 시간과 적은 메모리 비용의 효과를 얻을 수 있다. 대신 화상에 대한 상세한 정보를 나타낼 수는 없다. 하지만, 2진화상 처리 기법들은 컴퓨터 비전에서의 기본 내용이다.

2진화상을 만들기 위해서는 임계값 처리 과정이 필요하다. 앞에서 언급했듯이, 양자화 과정을 통해 얻어진 각 화소는 주어진 범위의 정수 값을 갖게 된다. 임계값 처리란 특정 임계값 범위 내에 있는 화소 값은 1, 그 밖에 있는 것은 0으로 2진화하는 것을 말한다.

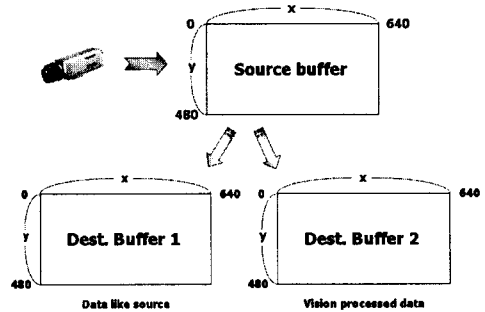


Figure3. 비전처리 알고리즘 1.

위의 Figure3은 비전 처리된 데이터가 어떻게 출력되는지를 나타내 주고 있다. 우선 source buffer를 보면 640×480의 resolution을 가지고 있다는 것을 알 수 있다. 먼저 카메라로 찍은 영상이 source buffer로 입력된다. 찍은 영상 그대로를 보여주는 역할을 Figure3의 왼쪽 하단에 있는 Dest. Buffer1이 한다. 그리고 알고리즘에 따라 비전 처리된 데이터를 출력해주는 역할을 Dest. Buffer2가 한다. 데이터가 Dest. Buffer2로 옮겨지면 Source buffer에는 새로운 영상 frame이 다시 입력되어 영상이 끊이지 않고 입, 출력될 수 있다.

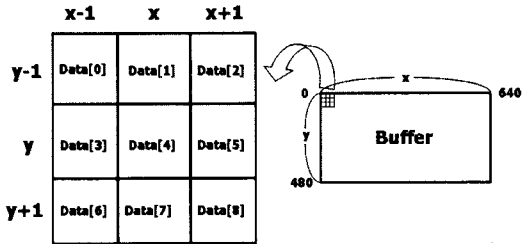


Figure4. 비전처리 알고리즘 2.

Figure4는 비전처리를 위한 픽셀의 그룹화를 보여준다. 카메라로부터 입력받아 저장된 영상 데이터는 각각 9개의 픽셀들로 그룹화 된다. 각각의 pixel 값([0, 255])들의 평균과 분산값들을 구한다. 그 분산 값을 이용하여 Figure5와 같이 물체의 경계선들만 표시할 수 있게 된다.

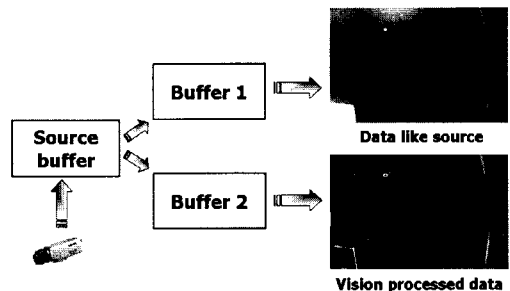


Figure5. 비전 처리 결과

### 3.3절 패턴인식

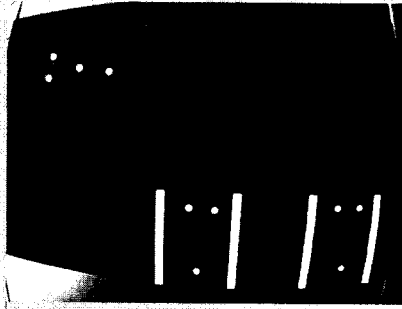


Figure6. 패턴인식 전 주차장 영상.

Figure6.은 주차장 위에서 카메라로 찍은 영상이다. 왼쪽 상단에 주차하려는 차가 정차해 있다. 그리고 오른쪽 아래에 4개의 주차라인이 그려 있고 3개의 주차 공간 중 2곳은 차가 이미 주차되어 있다. 패턴인식을 통해 자동차를 구분하기 위하여 흰 점을 붙였다. 자동차도 주차할 자동차는 점 4개, 주차되어진 자동차는 점 3개를 붙여서 구분했다. 그리고 점이 2개 붙어있는 쪽은 뒤, 점이 1개 붙어있는 쪽은 앞, 이렇게 앞·뒤를 구분했다. 이제 패턴인식을 통하여 입력한 주차라인과 같은 크기의 패턴을 발견하면 주차라인이라 정의하고 점 4개의 사물은 주차될 자동차로 점 3개의 사물은 주차된 자동차로 그 패턴을 정의할 수 있다.

Figure7.는 비전 처리된 데이터를 패턴인식 한 결과를 보여주고 있다.

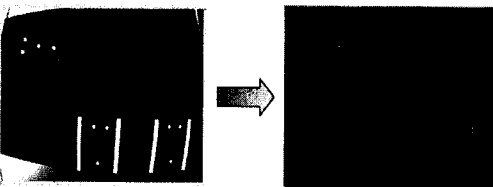


Figure7. 패턴인식 결과.

왼쪽은 Figure6.에서 보았던 영상이고 오른쪽은 패턴인식을 통하여 우리가 알기 원하는 것들의 외곽선은 하얀색으로, 그 외의 불필요한 노이즈 성분들은 완전히 제거 됐음을 알 수 있다. 이미 주차되어진 주차공간은 주차라인 속에 +자를 가상으로 그어주고 주차 가능한 공간은 비워 두어 가상의 진행선을 비어 있는 공간으로 그어줄 수 있다.

## 4장 Signal transmission

### 4.1절 Direct Sequence Spread Spectrum

위에서 구현한 시스템을 실제 차량 내부에 탑재할 경우 잡음에 대한 내성이 강하고 협대역 간섭의 영향을 줄일 수 있으며, 타 기기에 대한 고주파 영향을 최소화할 수 있는 통신방법이 요구된다. 한 회선에 중요한 여러 가지 신호가 동시에 전송될 수 있는 차세대 CAN(Controller Area Network)시

스템을 고려하여 스펙트럼 확산 통신(DS-SS)이 사용되었으며 FPGA test-bed를 이용하여 다중 접속 환경과 동기 포착 및 유지에 관한 알고리즘을 구현하였다. Figure8.에서는 FIR 필터를 통과한 후의 Multi-level 신호를 볼 수 있으며, Figure9.에서는 시스템이 동기를 유지하는 것을 볼 수 있다.

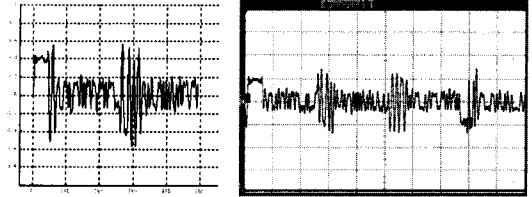


Figure8. Multi-level waveform after FIR

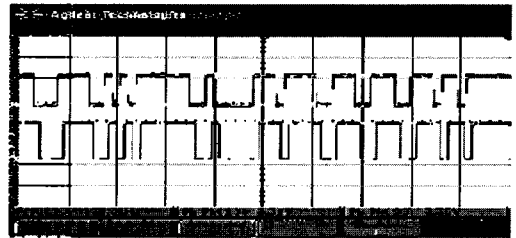


Figure9. Input data and Output data at the synchronization state

## 5장 결론

본 논문에서는 자동 주차를 위한 시스템의 모델링을 수행하였고, 영상처리 기법과 패턴 인식에 대하여 설명하였다. 실제 비전 시스템을 통하여 차량 제어를 실시하였다. 또한 본 시스템을 실제 차량에 적용할 때 이용할 통신 방법에 대해서도 살펴보았다.

현재 카메라는 공동으로 사용하는 주차장을 바라보도록 위치해 있다. 따라서 이 시스템은 공용주차장에서 사용할 수 있는 방식이다. 한 단계 나아가 카메라가 자동차 내에 위치해 있고 자동차 내부에 영상처리와 진행명령을 내리는 프로세서를 탑재하여 개인주차공간까지 주차범위를 확대할 수 있는 연구가 필요하겠다.

## 참 고 문 헌

- [1] I.E. Paromtchik and C. Laugier, "Autonomous Parallel Parking of a Nonholonomic Vehicle". IEEE Intelligent Vehicle Symposium, NJ, USA, pp13-18, 1996
- [2] C. Laugier and F. Thierry, "Sensor-based control architecture for a car-like vehicle". Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Volume 1, pages 216-222, 1998.
- [3] 김상운, 패턴인식 및 학습. 홍릉과학출판사, 2003.
- [4] T. Aach, A. Kaup and R. Mester, "Statistical change detection in moving video". Signal Processing. Image communications, Vol. 1, nr. 2, 1993.