

電力線搬送通信을 이용한 탱크모니터링 시스템의 開發에 관한 研究

김형기* , 유영호**

A Study on Development of Tank Monitoring System using Power Line carrier Communication

Hyungki Kim, Yungho Yu

Abstract

This study describes the design and implementation of tank monitoring system using the Power Line carrier Communication(PLC). In order to monitor the level and temperature of the tanks, a lot of gauges are used in a ship and the industry, which the target system to be measured is spread out to wide area, so the cost of installing a communication line is very high. Recently, to reduce the installation cost, many kinds of control and monitoring systems tend to use the method of power line carrier communication.

The system consists of two parts. The one is main system which monitors local gauges, the other is local gauges which measure the analog signals of the tanks. The signals between them are transmitted through the power line with FSK(frequency shift keying) modulation of PCM baseband data signals. Received signals at the power connection are demodulated by PLL(phase locked loop) demodulation, so reliable data are transferred.

This experiment of PLC was carried out with 150m power line of 10.4 ϕ . In this case, we select the carrier frequency of 24KHz because amplitude attenuation of power line is low at the 10KHz~30KHz frequency. This carrier frequency is synchronized with a 1200bps data rate.

* 한국해양대학교

** 한국해양대학교 자동화·정보공학부 조교수

1. 서론

현재 선박과 플랜트 산업현장에서 각종 탱크의 레벨 및 온도를 자동으로 측정하여 감시하는 게이지들이 사용되고 있다. 하지만 많은 타겟 시스템이 수 km에 걸쳐 분산되어 있을 경우 이를 통합하여 종합적으로 감시하는데는 상당한 통신선로 추가 설치비용이 들게 될 뿐만아니라 통신선로를 설치하는데 기술적인 어려움이 따르게 된다. 따라서 최근 들어 각종 제어장치 및 원격 시스템의 경우 전력선을 이용한 통신방법이 많이 사용되고 있는 추세이다.

전력선 통신은 배전 자동화를 위한 중요한 통신 링크로서 전력선망 어디에서나 접근할 수 있다는 것 외에 추가 설비의 제한성을 주지않는 등의 여러 장점들로 인해 보다 높은 데이터 속도와 낮은 전송전력을 갖는 PLC(Power Line Carrier) 통신시스템 개발에 많은 시도가 있어 왔다.^[1] 전력선 반송통신시스템에는 전력 송·배전 반송(Power Transmission Line Carrier) 통신시스템이 있으며 이는 수백볼트에서 수천 볼트의 전압을 전달하므로 고압으로부터 유기되는 잡음레벨과 전기기기의 스위치 동작에 따른 넓은 주파수 스펙트럼의 노이즈 발생, 제한된 대역폭 및 감쇄특성 그리고 부하에 의한 선로 임피던스 레벨의 특성변화 등의 많은 문제점을 갖는다.^{[6][8]}

근래에는 근거리 통신망(LAN)의 발달과 공장 자동화, 홈 오토메이션 등의 필요성이 커짐에 따라 낮은 전송전력선을 이용한 통신이 많은 잇점을 가지게 되므로 건물내 및 국부적인 시스템에서 고속의 데이터전송이 필요치 않은 경우, 잡음원을 최소화하여 신뢰성 있는 전력선 반송통신을 쉽게 구현할 수 있다.

실제 과거 몇 년동안, 전력선을 이용한 통신에 관한 연구가 꾸준히 진행되고 있으며, 그 실례로서 네쇼날반도체사는 다양한 전력선 모뎀칩을 개발하고 있고, 유럽에서는 전력선통신을 이용한 가정용 네트워킹 시스템을 구현하기위하여 1992년부터 홈 오토메이션에 관한 기초안인 EHS-프로토콜(European Home Systems)^[2]이 제정되어 이제는 평가 단계에 까지 와 있다.

본 연구에서는 이러한 전력선 반송통신의 장점을 이용하여 전력선 모뎀장치를 구현하고 이를 이용하여 탱크 모니터링 시스템을 원칩 마이크로프로세서(80196KC)를 사용하여 개발한다. 전력선 모뎀장치의 구현에서 전송데이터를 선로와 결합하기 위해 선로가 갖고 있는 주파수 특성을 검토하고 PCM 데이터신호의 주파수성분의 대역통과특성에 관하여 실험을 행한다. 탱크모니터링시스템의 구성은 로컬게이지와 메인시스템으로 구성하고 로컬게이지는 탱크에서 측정된 레벨과 온도의 아날로그신호를 80196KC의 AD변환채널로 입력받아 디지털신호로 변환한 후 개발한 PLC통신시스템을 이용하여 메인시스템으로 데이터신호를 전송한다. 메인시스템은 각 로컬게이지로부터 송신된 데이터를 수집하여 각 탱크레벨 및 온도를 표시하거나 에러상태를 나타낸다.

2. 전력선 반송통신의 구현 및 실험

'0' 과 '1' 로 연속되는 PCM신호는 신호 있는 정보값에 따라 주파수대역폭을 정하기위해 다음과 같이 고려하였다. 크기는 A, 구형파주기함수 E(t), 펄스폭 τ , 주기 T, 기본주파수 ω_0 일 때 펄스함수는

$$E(t) = \frac{\tau A}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \text{Sin}(n\omega_0\tau/2) e^{jn\omega_0 t} \quad \text{-----}(2.1)$$

이므로 PCM신호의 스펙트럼 이산정도는 펄스(데이터 비트) τ 에 의해 정해지게 되므로 시리얼신호의 주파수대역폭은 Fig. 2.1과 같다.

FSK의 점유 주파수대역폭은 원리적으로 무한대로 확장이 가능하지만 실제로는 변조파의 전체 에너지의 95%을 포함하는 측파대까지를 점유주파수 대역폭이라 한다. 이 점유주파수의 대역폭은 변조지수(m)의 크기에 따라 다르게 되고, 이 변조지수는 변조의 깊이를 표시하는 파라메타로서 다음 식으로 정의 된다.^[10]

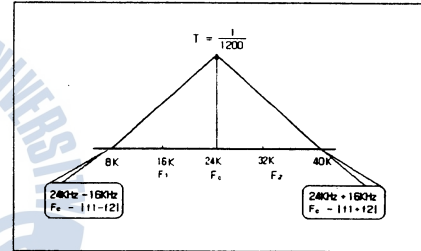


Fig. 2.1 bandwidth of FSK signal

$$m = |f_1 - f_2| \cdot T \quad \text{-----}(2.2)$$

마크와 스페이스주파수 f_1 과 f_2 는 "0"과 "1"에 해당하는 반송주파수 이다. FSK 신호의 주파수스펙트럼은 f_1 과 f_2 의 단일 주파수 스펙트럼이 아니고, 변조지수 m에 의해 스펙트럼의 넓이가 변화하게 된다. 일반적으로 m이 큰 경우에 스펙트럼의 분포가 넓게 되고 f_1 f_2 의 분리가 명확하게 된다. 그러나 m이 작은 경우에는 스펙트럼의 분포가 좁게되고, $m < 1$ 일 때 제 1 측파대 정도까지의 스펙트럼 분포를 가진다. 이와 같이 FSK가 가지는 주파수 대역폭은 전체에너지의 95% 정도를 가진다고 고려하면 아래의 식과 같이 구할 수가 있다.^[1, 11]

$$m \ll 1 : B = 2 \cdot \frac{1}{T} \quad \text{-----}(2.3)$$

$$m \gg 1 : B = 2 \cdot m \cdot \frac{1}{T} = 2 |f_1 - f_2| \quad \text{-----}(2.4)$$

따라서, 전송속도를 1200bps, 반송주파수 f_1 과 f_2 를 $24 \pm 8\text{KHz}$ 를 사용할 경우 FSK의 주파수 대역폭 B_f 을 계산하면 아래와 같이 된다.

$$m = |32000 - 16000| \cdot \frac{1}{1200} = 13.3$$

이되어 $m \gg 1$ 이므로 주파수대역폭 B_f 는

$$B_f = 2 \cdot |32000 - 16000| = 32\text{KHz}$$

가 된다. 이를 더욱 구체적으로 알아보기 위해 99%의 전력비를 갖는 스펙트럼범위를 대역폭으로 알아 보았다. 시리얼 신호의 스펙트럼 이산은 프레임 구성비트의 값에 의해 결정되며, 예로서 데이터 값 55H(01010101B) 와 10H(11110000B)때의 신호파형이 갖는 스펙트럼분포를 확인하였다. 시리얼 프레임의 구성은 시작비트 1비트, 데이터비트 8비트, 프로그래머블비트 1비트 그리고, 정지비트 1비트로 구성되는 11비트 비동기식 프레임구조로 되어 있다. 300bps 로 전송실험결과 성능이 우수하였으며, 2400bps까지는 무난히 전송가능함을 확인하였다. 다만 예기치 않은 잡음을 고려 했을 때는 이보다 전송속도를 저속으로 한다면 만족스럽게 통신이 가능하게 할 수 있다.

저항 임피던스가 10.4Ω 이고, 길이가 350m 인 두가닥의 트위스트 단선선로에 주파수 입력에 따른 선로의 주파수 특성을 실험하였다.

Photo 1은 반송주파수가 192Hz의 경우로서 위의 것이 선로의 파형이며 아래것이 복조된 파형으로 192Hz 보다 적을 경우 반송주파수의 복조가 어렵게 됨을 알수 있었다.

Photo 2는 반송주파수가 192KHz의 경우로서 위의 것이 선로의 파형이며 아래것이 복조된 파형으로 192KHz 보다 높은 주파수를 전송 하였을 때 신호의 감쇄로 인해 복조가 어렵게 됨을 알수 있었다.

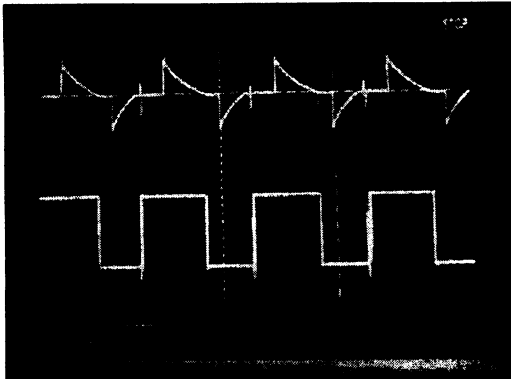


Photo 1 Line characteristics when carrier frequency is 192Hz

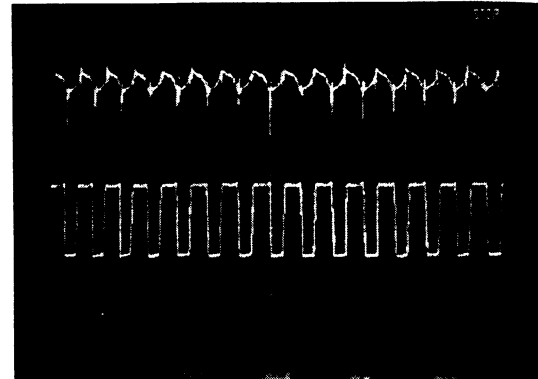


Photo 2 Line characteristics when carrier frequency is 192KHz

따라서 이 경우 신호 전송을 위한 반송주파수는 192Hz 에서 192KHz 사이의 주파수를

선택함으로써 신뢰성 있는 통신이 가능함을 알 수가 있다. 그러나, 예기치 않은 노이즈로 인한 오류를 방지하기 위해서는 적절한 점유주파수 대역폭을 선정함으로써 안정된 신호전송 및 복조가 가능하게 된다.

3. 전력선 반송통신을 이용한 탱크모니터링 시스템의 구성과 기능

3.1 메인시스템의 구성 및 기능

초기 메인시스템에서 Remote로 각 탱크의 파라메타인 탱크번호, 레벨측정방법(Ullaging, Sounding), 온도측정(°F,°C), 레벨Alarm(0~99.999m), 온도Alarm(-40°C~+99°C), Gravity(0~2.00), Sampling 간격(1~20)을 설정할 수가 있다. 이 파라메타는 로컬게이지에서도 설정가능하다.

여러 탱크의 레벨,온도,에러상태 데이터를 로컬게이지로부터 전송받아 DOT LED로 제작된 2개의 표시장치(UP,LOW)에 나타내고, 16개 탱크의 레벨경보, 온도경보, 상태에러경보를 각각의 표시LED에 나타내도록 하였다.

메인시스템은 CPU부, 통신부, 표시부, 조작부로 구성된다.

3.2 로컬게이지의 구성 및 기능

탱크의 레벨과 온도의 아날로그 신호를 A/D 변환하고, 메인시스템으로 그 변환된 값을 전송한다. 초기에 탱크의 파라메타를 설정하며 이 파라메타 값은 메인시스템에서도 설정이 가능하므로 반드시 설정시 같은 파라메타를 입력하여야 한다. 표시장치로는 LCD를 사용하며 선택 스위치를 조작하여 탱크의 레벨값, 탱크의 상·중·하 온도를 쉽게 확인할 수 있도록 한다. AUTO 스위치를 선택하면 자동으로 레벨, 온도를 2초간격으로 표시한다. 시스템에 이상이 있을 경우는 해당 경보등이 작동하여 고장부분을 표시하므로 용이하게 고장진단을 가능하게 하였다.

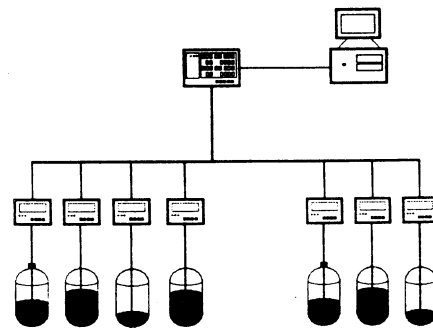


Fig 3.1 Configuration of tank monitoring system

4. 탱크모니터링 시스템이 설계 및 구현

4.1 메인 시스템의 구현

(1) MPU 데이터 처리부

MPU 데이터 처리부는 Intel사의 80C196KC를 사용하였다. 80C196KC는 MCS-96 CHMOS형 고성능 16비트 마이크로컨트롤러로 기존의 MCS-96계열들보다 두 배의 메모리를 가지며 동작 속도면에서도 30%이상 향상되었고, Timer와 다양한 I/O를 내장하고 있어 각종 컨트롤러에 적합하다.^[4]

로컬게이지를 모니터하기 위한 메인시스템의 MPU부의 메모리의 영역은 ROM영역을 8K바이트, RAM영역으로 32K바이트를 사용한다. 그리고 두 개의 8255 PPI A, B, C 포트를 출력으로 사용하기 위해 메모리를 할당하고 있다. 또한, 나머지의 필요한 입출력장치는 80c196KC의 내장된 입출력 포트를 사용하였으며, 80c196KC의 포트 1은 데이터 표시장치인 DOT LED을 드라이버하기 위해 Serial data, /BRIGHT, CLK, A0, A1, A2, A3 로 각각 사용한다. 여기서 A3 비트에 의해 두개의 표시장치 중 하나가 선택된다. 포트 0과 HSI 입력단자는 입력키로 사용하고, HSO0은 경보장치의 출력단자로서 사용하고 있다.

(2) 데이터 송·수신부의 구성

송신부는 PCM 시리얼 신호를 통과 주파수대역이 다른 전송선로에 송신하기위해 비교적 잡음에 강한 FM 변조방식인 FSK(Frequency Shift Keying)로 변조하여 송신한다. FSK 변조방식은 VCO에의한 방법도 있으나, 이 경우는 PLL로 동작을 시킨다 해도 주파수 안정이 만족되지 않으므로 Mark Frequency F_1 와 Space Frequency F_2 를 크리스탈 클럭을 분주하여 각각 $24\text{KHz} \pm 8\text{KHz}$ 로 변조된 FSK(Frequency Shift Keying) 신호를 발생시킨다. Fig. 4.1은 메인시스템의 송신부의 기능을 나타내는 블록도 이다.

송신부의 출력신호는 TXD 단자의 시리얼 데이터신호에 따라 멀티플렉서에 의해 Mark 주파수를 32KHz로 하고, Space 주파수를 16KHz로 분주한다. FSK 변조된 후 구형파로 인한 고조파 성분을 없애기 위해 R-L-C로 정현발진파로 변환하여 배전선로와 결합하였다.

수신부는 입력신호의 위상차를 검출하고, 검출신호를 직류신호로 복조한다. 이를 위해 동작 중심 주파수 및 대역폭의 설정이 용이하고, 높은 주파수 안정도의 대역통과 여파기 특성을 지니고 있는 PLL(Phase Locked Loop)로 복조한다. 복조하기 위해 연산증폭기를 거쳐 증폭하고 직류신호로 변환한 뒤 위상차를 검출하여 데이터를 시리얼 신호를 복조한다.

(3) DOT LED 디스플레이 장치

두 개의 독립적인 표시부는 DOT LED(LM-0352VRB)로 구성하고 이를 구동하기 위한 드라이버회로는 시리얼 입력/패러렐 출력 시프트레지스터 74HC4049 14개를 사용하여 제작하였으며, 표시하고자 하는 문자들은 5×7 폰트로 나타낸다. 또한, 16개 탱크의 모든 정보상태를 표시하기 위해 8255 PPI로 LED를 구동하도록 하였다.

외부 출력으로는 호스트 컴퓨터와 연결이 가능하도록 USART 8251 IC를 사용한 시리얼 포트를 내장하고 있다.

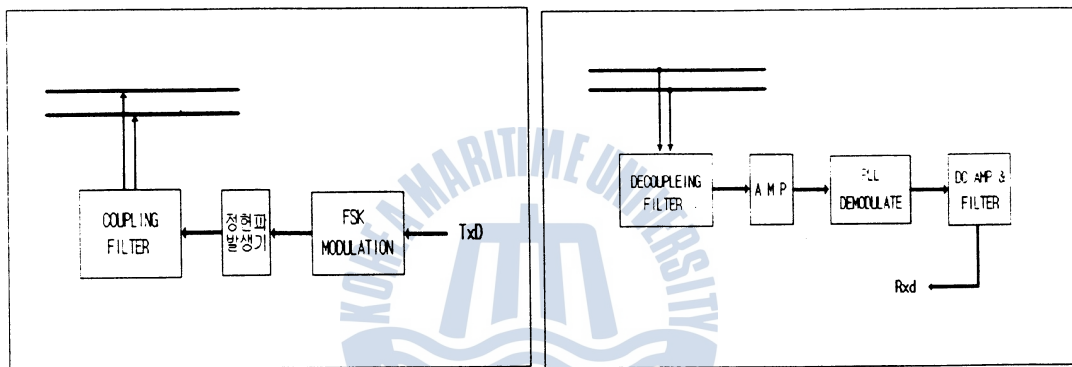


Fig. 4.1 Block diagram of transmitter Fig. 4.2 Block diagram of receiver

4.2 로컬게이지의 구현

(1) 로컬게이지의 MPU 보드

로컬게이지의 MPU 제작은 메인시스템의 MPU와 똑같이 80c196KC를 사용하여 로컬게이지를 제작하였다. 로컬게이지의 메모리 영역은 2000H~4FFFH 까지 16KB 영역을 ROM 영역으로, 8000H~FFFFH까지 32KB을 RAM영역으로 사용한다. 7000H~7003H는 로컬게이지의 LCD를 위한 메모리 영역으로 8255 PPI을 출력모드로 설정하여 사용한다.

I80C196KC의 포트1은 입력모드, 출력모드, 에러상태를 표시하기위해 출력포트로 사용하고, HSI0, HSI1, HSI2, HSI3와 EXTIN(P2.3)은 키입력을 위해 외부인터럽트 소스로서 사용한다.

아날로그 입력은 포트0의 8채널 중 ACH0, ACH1, ACH2, ACH4을 사용하여 탱크센서에서 발생하는 아날로그 값을 디지털로 변환한다. 이 A/D 변환부는 10비트의 분해능을 가지는데 변환값의 계산은 다음식과 같다.

$$[\text{변환값}] = 1023 \times (V_i - \text{ANGND}) / (V_{\text{ref}} - \text{ANGND}) \quad \text{-----}(4.1)$$

그리고 과전압이 입력 되었을 때 아날로그 입력단을 보호하기 위해 전류제한 저항을 달아 안전하게 A/D 변환이 가능하도록 하였다. 선박의 롤링이나 피칭에 의해 레벨이 지나치게 흔들리지 않도록 입력파라메타 값으로 세팅된 샘플링간격으로 샘플링하여 디지털 필터를 통과하도록 하였다. Fig. 4.3에 로컬게이지의 전체 블록도를 나타내었다.

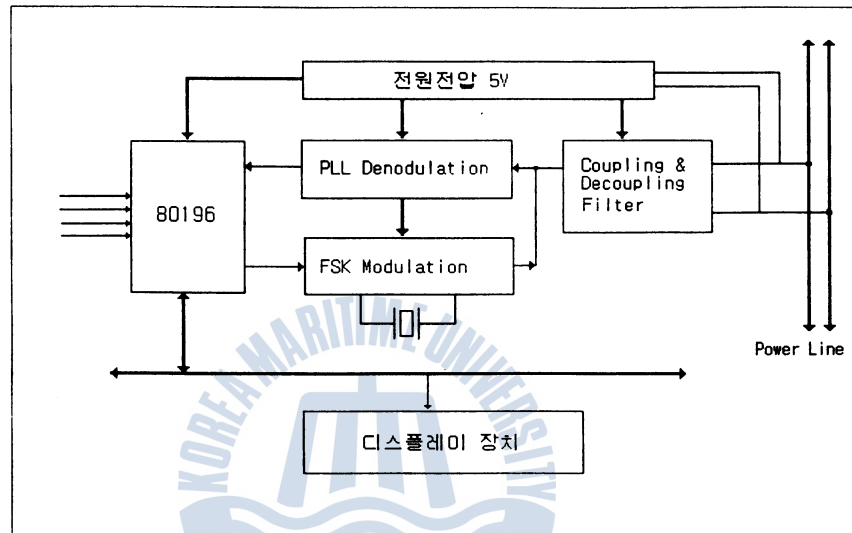


Fig. 4.3 Block diagram of Local gauge

(2) 데이터 송·수신부의 구성

메인 시스템과 같이 송신 데이터를 FSK 변조하여 송신하고, 수신 데이터는 PLL 복조하여 수신 한다. 로컬게이지는 반송파에 실려 오는 변조파와 DC전원 24V가 함께 전송되므로 이를 분리하기 위해 DC-DC Converter 와 전압레귤레이터를 사용하였다. 공급전원이 DC전원이므로 교류 보다는 쉽게 분리가 가능하며, 단지 신호의 세기에만 영향을 준다.

로컬게이지는 위험지역에 설치되기 때문에 과전류로 인한 스파크가 발생되지 않도록 하여야 하므로 사용전류를 가능하면 150 mA 이하로 제한한다. 전류의 사용을 최소로 줄이기 위해서 LED와 같은 전류소모가 많은 것을 사용할 수 없으므로, 소비전력이 낮은 LCD(FEM:5026)을 사용하여 표시장치를 제작하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 전력선 모뎀장치를 이용하여 소량의 데이터 전송이 가능함을 확인하고

이를 탱크모니터링 시스템에 적용하여 탱크모니터링 시스템을 구현하였다. 제작된 장치는 실제 현장에 장착하여 동작이 가능하도록 모든 환경과 제약조건을 고려하여 설계 하였다.

또한 실험을 통해 전송선로의 임피던스에 의한 신호감쇄를 고려해 반송주파수를 190HZ ~190KHz에서는 데이터 전송이 가능함을 확인 하였으며, 길이가 150m, 선로 저항 10.4Ω 인 경우 가장 안정적인 주파수 대역은 10KHz에서 35KHz임을 알수 있었다. 또한 전기기기 등의 스위치 동작에 의한 노이즈에도 데이터의 신뢰성 있는 송·수신이 가능함을 확인할 수 있었다.

앞으로 전력선 모뎀장치와 세부적인 회로특성들에 대해 개선해야할 점이 많으며, 아울러 배전선의 전송특성에 대해서도 상세한 연구가 뒤 따라야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] A.C.M Chen, "Automated Power Distribution", IEEE Spectrum, April. 1982, pp. 55- 60.
- [2] Woojoo Hi_Tech corp., "Measurement & Interface", Oct. 1996, pp. 45~8.
- [3] Frank F.E. Owen, "PCM and Digital Transmission System", McGraw Hill, Inc., 1982, pp. 35-48.
- [4] Intel, 16bit Embedded Controllors, 1991.
- [5] Intel, Embedded Applications, 1994.
- [6] MOTOROLA logic data HandBook, 1991.
- [7] Larry Hughes, "Data Communications", 1993.
- [8] TankaKa, "Transmission characteristics of a power line used for data communications at high frequencies", IEEE Trans, Cons. Electron., vol.35, 1989, pp. 37~41.
- [9] M. Annis and R. Larson, "Bi-directional Power-line-carrier load management", Electrical Review International, vol.203, 1978, pp. 40~43.
- [10] "테"-타 傳送기술 實用ノウハウ의すへ" て", CQ출판사, 1991.
- [11] 최순만, " A Study of BFSK MODEM Device on Electric Power Line Distribution System", 한국해양대학교 대학원, 1990, pp. 6~24.
- [12] 이정환 감수, "전자공학핸드북", 도서출판 기다리, 1975년



자동차 인식을 위한 번호판 영역 추출에 관한 연구

원 증 운*, 조 석 제**

A Study on the Extraction of a Vehicle License Plate Area for the Recognition of Cars

Jong-Un Won, Seok-Je Cho

Abstract

In this paper, a new method is proposed to extract a license plate area from a motor vehicle image. We obtain the binary image depending on the spatial variance which is computed for each pixel over a local neighborhood in the horizontal direction, extract features of a license plate from the obtained thresholded image by searching in the vertical direction, and extract the license plate area by finding the feature nearest the license plate center among extracted features.

By using the proposed method, we can obtain information about the location of text. It's useful for the recognition of the license plate.

I. 서 론

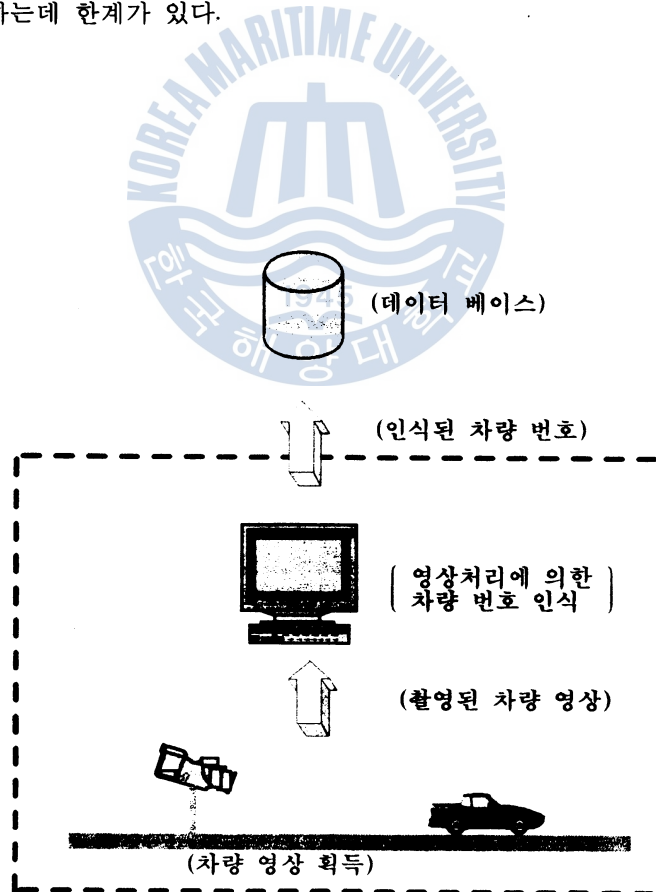
교통량이 급증함에 따라 도로교통과 관련된 많은 부분에서 자동화를 필요로하고 있다. 특히 차량 번호판을 무인으로 감지하고 인식하는 장치는 범죄 및 도난 차량 검문검색, 교통 감시, 요금징수 자동화 등에 적용할 수 있다. 이는 관련 분야의 인력 절감, 서비스 개선 및 만성적인 도로체증을 해결할 수 있는 한 방법이다. 따라서 최근 차량 번호 자동 인식에 대한 연구가 다양하게 진행되어지고 있다. 주행중인 차량을 대상으로 차량 번호를 인식하는 것은 차량의 다양한 명암도, 색상 및 형태 등으로 인하여 매우 복잡한 영상 처리 과정을 요한다.

* 한국해양대학교 대학원 제어계측공학과

** 한국해양대학교 자동차·정보공학부 조교수

차량 번호 자동 인식은 도로를 주행하는 차량을 CCD 카메라로 촬영하여 디지털 영상으로 변환하고, 이 영상에서 번호판 영역을 추출하고 차량 번호를 인식한다. 그림1은 차량 번호 자동 인식 과정을 나타내고 있다. 차량 번호판 자동 인식 시스템의 여러 처리 과정 중에서 가장 어렵고 문제가 되는 것은 번호판 영역 추출과정이다. 따라서 빠른 시간에 정확하게 번호판 영역을 추출하기 위해 여러 가지 방법들이 연구되고 있다.^{[1][2][3][4][5]}

기존의 연구 방법들은 차량 영상의 윤곽선을 검출하고 허프 변환(Hough Transform)을 수행하는 방법^[1], 수리형태학과 투영기법에 의한 방법^[2], 번호판 영역의 명암도 변화의 특성을 이용한 방법^[3] 등이 있다. 허프 변환을 이용하는 방법은 번호판의 테두리가 명확할 경우 번호판 영역 추출이 용이하다. 그러나 계산량이 많고 시간이 많이 걸리는 단점과 테두리의 훼손이 있을 경우 번호판 영역 추출을 실패할 수 있다. 수리형태학과 투영기법을 이용한 방법에서는 수직 및 수평투영만으로는 번호판이 가지는 특징점의 부족으로 번호판의 위치를 추정하는데 한계가 있다.



(차량 번호 자동 인식 시스템)

그림 1. 차량 번호 자동 인식 과정

본 연구에서는 문자열의 명암도 변화와 배경의 명암도 변화의 차이를 이용하여 전체 영상에서 번호판의 문자열을 찾아서 번호판 영역을 추출하는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 기존의 방법보다 계산량이 적고, 테두리가 훼손되었을 경우에도 인식이 가능하고, 비교적 정확한 번호판의 영역을 얻을 수 있으며, 문자인식 단계에서 유용한 문자열의 위치에 대한 정보를 제공한다. 본 논문의 구성은 II장에서 한국 차량 번호판의 특징과 본 논문에서 제안하는 번호판 영역 추출방법에 관해 설명하고, III장 실험 및 고찰에서는 제안한 방법을 실험을 통해 분석하고, IV장 결론에서는 본 논문에서 제안한 방법이 가지는 특징과 앞으로의 연구 진행 방향에 대하여 설명하겠다.

II. 자동차 번호판 영역 추출

1. 자동차 번호판 특징

한국의 자동차 번호판은 구조적인 특징과 색상에 따른 특징 두 가지 특징으로 나타낼 수 있다. 구조적인 특징은 번호판 테두리의 가로 세로 길이의 비율이 2:1이고, 윗부분에 지역을 나타내는 문자와 용도를 나타내는 숫자로 구성된 문자열이 있고, 아랫부분에는 일련 번호에 해당하는 한 문자와 네자리의 숫자로 구성된 문자열이 있다. 이들 두 문자열에 포함된 문자와 숫자들은 일정한 크기이며, 일정한 간격으로 위치한다. 색상에 따른 특징은 자가용의 경우 녹색 바탕에 흰색 글자이고, 영업용의 경우는 노란색 바탕에 파란색 글자이다. 번호판을 흑백 영상으로 나타내었을 경우 자가용과 영업용의 바탕과 글자의 명암도가 서로 반대의 명암도로 나타난다.

2. 번호판 영역 추출 개요

번호판 영역 추출은 번호판이 가지는 고유의 특징을 정의하고 이를 탐색함으로써 이루어진다. 번호판의 특징은 번호판이 가지는 고유의 색상, 구조적인 형태 및 문자들의 배열이 가지는 특징을 들 수 있다. 색상의 특징을 이용하면 번호판의 색상과 차량의 색상이 같은 경우에는 번호판 영역 추출이 어렵다. 본 연구에서는 번호판에 있는 두 문자열의 특징으로 부터 번호판 영역을 추출하고자 한다. 전체 차량 영상에서 번호판에 배치되어있는 이들 문자열을 찾으면 번호판의 영역을 찾을 수 있다. 또한 문자인식 단계에서 중요한 정보로 쓰일 수 있는 각 문자열의 수직 방향의 위치를 정확히 알 수 있다.

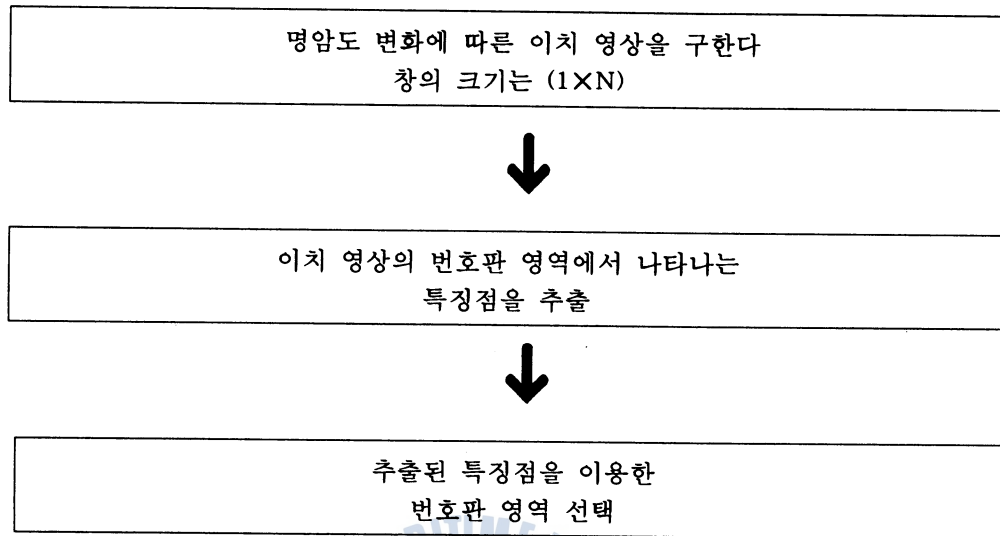


그림 2. 번호판 영역 추출 순서도

본 연구의 번호판 영역 추출 순서는 다음과 같다. 첫 번째 단계는 수평 방향의 일정한 창의 범위 내에서 각 화소들간의 명암도 변화를 구하고 번호판의 문자열과 배경을 구분할 수 있는 적당한 문턱치를 설정하여 이치 영상을 얻는다. 두 번째 단계는 이치 영상을 구했을 때 번호판 영역에서 나타나는 특징점을 찾는다. 세 번째 단계는 번호판 영역을 추출한다. 번호판 영역에 해당하는 특징점들은 일정한 범위 내에 밀집되어 있고, 번호판 중심에 존재하는 특징점일수록 이웃한 특징점이 많다. 따라서 이웃한 특징점의 수가 가장 많은 특징점을 선택하면, 번호판의 중심을 구할 수 있다. 그림2는 이러한 과정을 나타내고 있다.

3. 명암도 변화를 이용한 이치 영상

차량 번호판에 포함된 문자열의 문자들은 일정한 간격과 비슷한 높이를 갖고 있다. 그리고 문자열의 명암도 변화는 번호판 배경의 명암도 변화보다 크게 나타난다. 따라서, 문자의 높이를 알고 있다면 수평 방향의 명암도 변화를 계산하여 문자열을 쉽게 추출할 수 있다. 촬영되는 차량 영상의 크기가 일정하다면, 번호판의 문자들의 높이는 사전 지식으로부터 쉽게 알 수 있다. 그러나 수평 방향의 명암도 변화를 계산하여 문자열을 추출할 경우에는 수직 방향의 위치는 정확히 알 수 있지만, 수평 방향의 위치는 알 수 없다. 따라서 일정한 크기의 창(1xN)을 사용하여 수평 방향으로 근접한 화소들의 명암도 변화를 계산함으로써 수평 방향의 위치도 알 수 있다. 촬영된 차량 영상에 대해 수평 방향으로 일정한 거리(N)안의 인접한 화소들의 명암도 변화를 식(1)과 같이 정의하여 구한다.

$$V(x, y) = \sum_{i=x-\frac{(N-1)}{2}}^{x+\frac{(N-1)}{2}} |P(i+1, y) - P(i, y)| \quad (1)$$

여기서,

N : 창의 크기.

$P(\cdot)$: 촬영된 차량 영상에서의 명암도.

$V(x, y)$: $P(x, y)$ 를 중심으로 $x+(N-1)/2$ 에서 $x+(N-1)/2$ 까지의 $P(\cdot)$ 의 명암도 변화의 합.

식(1)에서 구한 $V(x, y)$ 가 문턱치 TH_V 이상의 값을 가지면 이치 영상 $TH(x, y)$ 에 1을 할당하고, 그렇지 못하면 0을 할당하여 이치 영상을 구한다. 그림3은 명암도 변화를 이용하여 얻은 이치 영상을 나타낸 것이다.



그림 3. 명암도 변화를 구하여 얻은 이치 영상

4. 번호판 특징 패턴 추출

차량 영상의 명암도 변화를 이용하여 이치 영상을 얻었을 때 번호판 영역에서 나타나는 패턴을 번호판의 특징점으로 설정하여 번호판 영역을 찾는다. 이 패턴은 수직 방향으로 작은 문자열(UP), 문자열사이의 틈(B) 그리고, 큰 문자열(DOWN)에 해당하는 영역들이 순서대로 일정한 높이를 가지고 있다. UP, B, DOWN의 높이는 획득한 차량 영상이 크기 불변일 경우에 촬영된 차량 영상의 사전 지식에 의해 쉽게 얻을 수 있다.

특징점을 찾기 위해 이치 영상을 대상으로 수직 방향으로 탐색한다. 이때 UP, B, DOWN 영역을 순서대로 만족하는 곳을 찾아서 특징점으로 설정하고, 각 영역의 위치에 대한 정보를 저장한다.

5. 번호판 영역 선택

앞의 특징 패턴 추출 과정에서 추출된 각 특징점들에 저장된 UP, B, DOWN 영역에 대

한 정보를 번호판의 수직 방향의 위치에 대한 정보로 사용할 수 있다. 그러나 특징점들 중에는 번호판이 특징점으로 인식된 것과 기타 다른 것들이 특징점으로 인식된 것이 있어, 추출된 특징점들로부터 번호판의 수평 방향의 위치를 구할 수 없다.

추출된 특징점들 가운데 번호판 영역에 해당하는 특징점은 일정한 범위 내에 밀집되어 있고, 기타 다른 것들에 의해 추출된 특징점은 흩어져 있다. 번호판 영역의 특징점이라도 번호판의 양옆에 존재하는 특징점은 번호판의 중심에 존재하는 특징점보다 이웃에 존재하는 특징점의 개수가 적다. 즉 번호판의 중심에 있는 특징점일수로 이웃에 존재하는 특징점의 개수를 많이 가진다. 그러므로 이웃에 존재하는 특징점의 개수가 많은 번호판의 중심이 되는 특징점을 구함으로써 번호판의 수평 방향의 위치를 구한다.

이러한 점을 감안하여 어느 한 특징점 $P(i)$ 를 중심으로 상하 좌우방향으로 일정한 범위만큼 탐색하여 탐색 범위 내에 있는 특징점의 개수를 특징점 $P(i)$ 가 번호판의 중심이 될 가능성으로 정하고, 모든 특징점들을 대상으로 번호판의 중심이 될 가능성을 구한다. 이들 가능성을 비교하여 가장 큰 가능성을 가지는 특징점을 번호판의 중심 특징점으로 선택한다. 이렇게 선택된 중심 특징점을 기준으로 상하 좌우로 번호판의 크기만큼 확장시켜 번호판의 영역을 구한다. 이때 확장 범위는 촬영된 번호판의 사전 지식으로부터 쉽게 얻을 수 있다.

III. 실험 및 고찰

본 장에서는 제안한 번호판 문자열 추출에 의한 번호판 영역 추출 방법을 실제 차량 영상에 적용시켜 제안한 방법의 유용성을 실험을 통해서 알아보았다. 교내에 주차중인 승용차, 택시, 소형트럭과 버스 등 여러 차량을 대상으로 72개의 차량 영상을 얻어 실험을 하였다. 이때 차량 영상의 크기가 일정해야함으로 촬영되는 차량의 위치가 카메라로부터 일정한 거리에 있다고 가정하여 실험용 차량 영상을 얻었다.

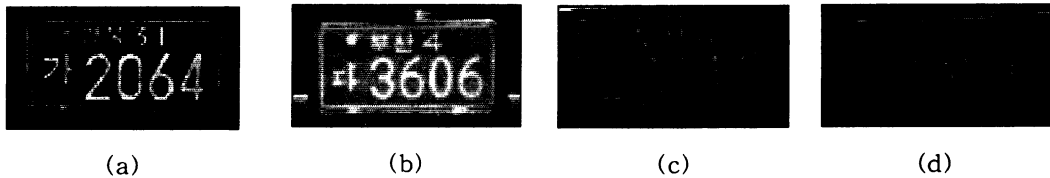


그림 4. 실험에 사용된 차량 번호판의 예

그림4는 실험에 사용된 대표적인 차량 번호판들의 예이다. (a)는 보통의 차량 번호판에서 나타나는 명암도 영상이고, (b)는 빛의 영향으로 번호판 전체의 명암도가 커진 경우이다. 이와 같은 경우는 야간에 조명 장치가 설치된 곳에서 나타날 수 있다. (c)와 (d)는 번호판이 훼손된 경우이다.

차량은 도로 폭내 어느 곳이든지 위치할 수 있으므로 실험에 사용한 차량 영상은 도로의 폭을 포함할 수 있는 크기를 가지도록 하였다. 이때 촬영된 차량 영상의 해상도가 낮을수록 크기도 작아져서 계산량이 적어지고 번호판 추출 시간이 적게 걸리는 장점이 있다. 그러나 차량 영상의 해상도가 낮으면 번호판의 글자를 인식하기가 어렵다. 해상도가 클 경우에는 차량 영상의 크기도 커지게 되어서 번호판 영역 추출을 위한 계산량이 증가하게 되어 번호판 영역 추출 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 이러한 점을 감안하여 도로의 폭(3m)을 포함할 수 있고 번호판의 글자를 인식할 수 있는 차량 영상의 크기로 512×256을 사용하였다. 이때 번호판의 위쪽 문자열의 높이는 약 8화소이고 아래쪽 문자열은 약 16화소이었다. 그리고, 문자열과 문자열 사이의 간격은 약 2화소이었다.

번호판의 문자열을 찾기 위하여 창의 크기를 1×23으로 설정하고 각 화소의 명암도 변화를 구하였다. 이치 영상을 얻기 위한 문턱치(TH_V)는 130으로 일정하게 두었다. 영상에 포함된 잡음이나, 문자의 훼손 등의 원인으로 이치 영상에서 번호판의 문자열에 해당하는 부분의 높이가 변할 수 있다. 이러한 점을 감안하여 위쪽의 문자열에 해당하는 부분은 6에서 12화소, 문자열과 문자열사이의 간격에 해당하는 부분은 1에서 3화소, 아래쪽 문자열에 해당하는 부분은 16에서 23화소로 설정하여, 이치 영상을 대상으로 수직방향으로 탐색하면서 특징점을 추출하였다. 추출된 특징점들로 부터 번호판의 중심 특징점을 찾기위한 탐색 범위는 각 특징점을 기준으로 왼쪽 34화소, 오른쪽 34화소, 위쪽 4화소 아래쪽 4화소로 설정하고 이웃한 특징점의 개수를 구하였다.

그림5는 제안된 방법을 이용하여 번호판 영역을 추출하는 과정을 나타낸 것이다. (a)는 촬영된 차량 영상이고, (b)는 (a)를 대상으로 명암도 변화를 구하여 문턱치를 130으로 설정하여 이치 영상을 얻은 것이다. (b)에서 번호판에 해당하는 부분에 작은 문자열과 큰 문자열에 의해 만들어진 특징점들이 나타남을 볼 수 있다. (c)는 추출된 특징점을 나타낸 것이다. (나)는 번호판에 존재하는 특징점들이고 (가)는 잡음에 의해 추출된 특징점이다. (d)는 본 논문에서 제안한 방법에 의해 추출된 번호판의 영역이다.

주간에 무작위로 촬영한 차량 영상을 대상으로 앞에서 설정한 값을 일정하게 두고 실험한 결과 총 72개 가운데 71개는 번호판 영역 추출에 성공하였고, 1개는 실패하였다. 그러나 실패한 차량 영상에 대해 문턱치(TH_V)를 130에서 75로 변경하였을 경우 번호판 영역을 추출할 수 있었다. 이는 문자열 전체에 발생한 잡음의 영향으로 번호판의 배경 영역과 문자 영역의 명암도 차이가 작아진 경우이다.

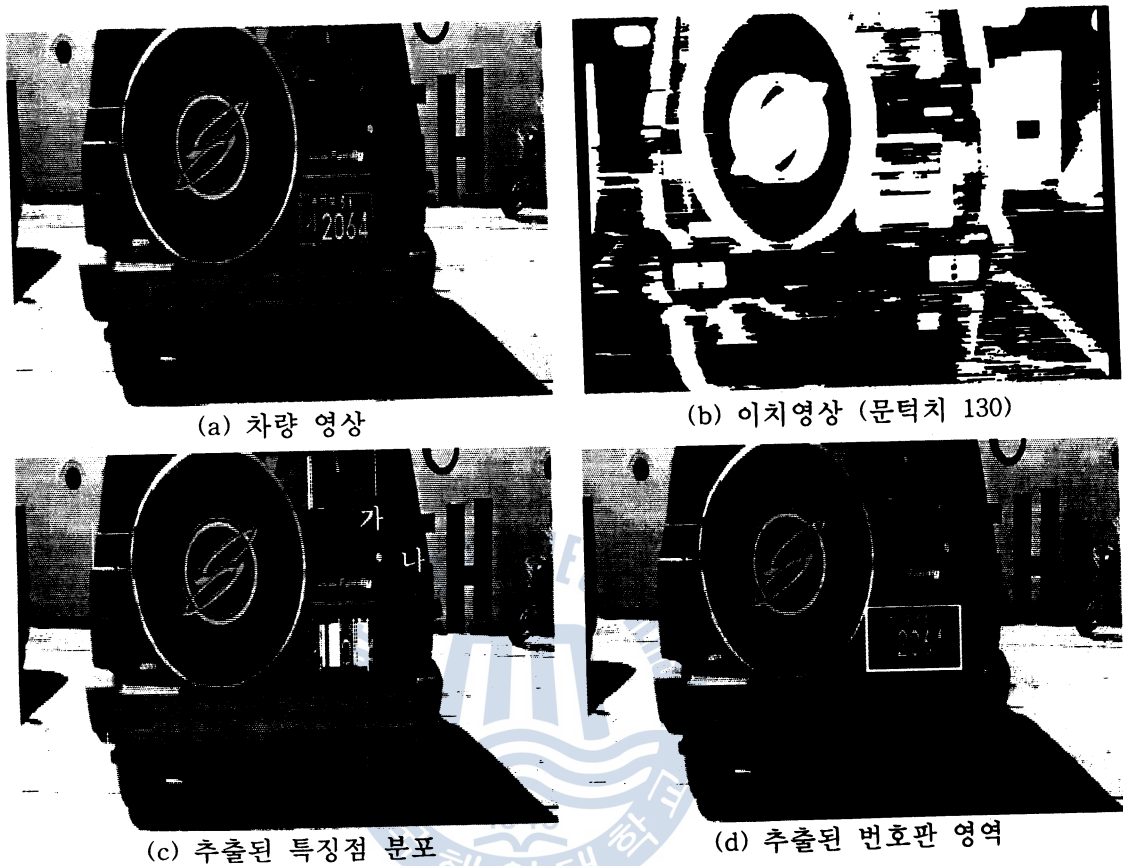


그림 5. 제안된 방법에 의한 번호판 영역 추출

IV. 결 론

본 논문에서는 번호판 문자 구성의 특징을 이용하여 번호판의 영역을 추출하는 새로운 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 기존의 방법에 비하여 알고리즘이 간단하고 연산량이 적고, 번호판 테두리가 훼손되었을 경우와 문자 부분이 국부적으로 훼손되었을 경우에도 인식이 가능했으며, 비교적 정확한 번호판의 위치를 얻을 수 있었다. 또한 문자인식 단계에서 유용하게 쓰일 수 있는 문자들의 수직 방향의 위치에 대한 정보를 번호판 영역 추출 단계에서 얻을 수 있었다.

이치 영상을 얻기 위한 문턱치를 잘 선정할 경우 거의 모든 번호판의 영역 추출이 가능하다. 따라서 앞으로 환경의 변화에 적응할 수 있는 문턱치를 자동으로 구하는 방법에 대해서 연구할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] R. O. Duda, P. E. Hart, "Use of the Hough transformation to detect line and curve in pictures," *Comm. ACM*, 15, No. 1, pp. 11-15, 1972.
- [2] 황 영환, 박 진우, 최 환수, "자동차 번호판 인식에 관한 연구," 제7회 신호처리합동 학술대회 논문집, Vol. 7, No. 1, pp. 433-437, 1994.
- [3] 전 병태, 윤 호섭, "신호처리 기법을 이용한 차량 번호판 추출방법," 전자공학회지, Vol. 30, No. B-7, pp. 92-101, 1993.
- [4] 공 정탁, 김 종찬, 이 하운, 김 수중, "광학적 형태학을 이용한 자동차 번호판 추출," 제9회 신호처리합동학술대회 논문집, Vol. 9, No. 1, pp. 509-512, 1996.
- [5] M. Notturmo Granieri, F. Stabile, and P. Comelli, "Recognition of Motor Vehicle License Plates," Jorge L. and C. Sanz, *Image Technology*, Springer, pp. 231-252.
- [6] D. H. Ballard, *Computer Vision*, Prentice-Hall Inc. , pp. 76-79, 1991.
- [7] Rafael C. Gonzalez, and Richard E. Woods, *Digital Image Proccessing*, Addison-Wesley Publishing Company.
- [8] J. Ohya, A. Shio and S. Akamatsu, "Recognizing characters in scene images," *IEEE Trans. PAMI-16*, pp. 214-224, 1994.
- [9] Y. Ohta, T. Kanade and T. Sakai., "Colour information for region segmentation," *Computer Graphic and Image processing*, Vol. 13, pp. 222-241.
- [10] YU ZHONG, KALLE KARU, and ANIL K. JAIN, "Locating text in complex color images," *Pattern Recognition*, Vol. 28, No. 10, pp. 1523-1535, 1995.

