

공간상관거리를 이용한 차량 추적과 번호판 자동 인식 임베디드 시스템 구현

강진석[†]·최연성^{††}·김장형^{†††}

요약

본 논문에서는 모바일 단말기에 부착되어 있는 카메라를 통하여 입력되는 차량의 전, 후면의 번호판을 자동으로 인식, 검증하는 기술을 바탕으로 차량 번호를 검출하고 무선 통신망을 통해 원격 서버에 차량 번호와 모바일 단말기의 위치 정보를 함께 전송함으로써 어디서든지 차량 조회 및 차량 위치 추적을 위한 시스템을 제안한다. 모바일 단말기에서 획득된 차량의 정보는 부호화되어 무선 통신망을 통하여 원격지의 서버로 전송된다. 원격지의 서버는 복호화 과정을 거쳐 전송된 텍스트 형식의 차량 번호와 위치 정보는 실시간 추정된 공간상관거리를 통하여 사용자의 위치를 측정하기 위해 공간정보와 속성 정보를 갖는 수치 값들 가운데 원하는 데이터 값에 가장 우선하는 특성 정보를 통해 적합한 위치를 추적이 가능한 임베디드형 이동 가능한 차량 번호판 인식 시스템을 구현한다.

Implementation of Embedded System for Vehicle Tracking and License Plates Recognition using Spatial Relative Distance

Jin-Suk Kang[†] · Yeon-Sung Choi^{††} · Jang-Hyung Kim^{†††}

ABSTRACT

The proposed system in this paper uses a camera attached to a mobile device in order to inquire a car and track its location anywhere. To do this, the system recognizes and verifies license plates on the front and back of a car. The plates are scanned by the camera attached to a mobile device. The technology enables us to detect a car registration number and to transmit the number along with the location of the device to a server through a wireless communication network. The information of a car obtained through the terminal is encoded and transmitted to a server in a remote place through a wireless communication network also. The car registration number and its location information are decoded and transmitted as a text to the server in a remote place. In order to track a user's location through spatial relative distance estimated in real-time, the server uses the spatial and attribute information which are the most prior to the desired data value. With this property information, the right location can be calculated.

키워드 : PDA, 공간상관거리(Spatial Relative Distance)

1. 서론

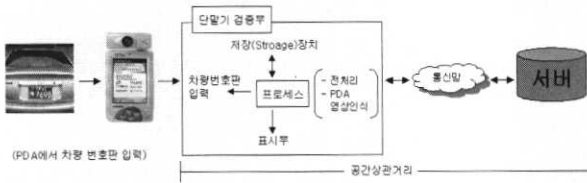
컴퓨터 기술과 인터넷을 포함한 정보통신의 발달은 개인용 컴퓨터(PC)의 보급을 급격히 촉진시켰으며 개인용 컴퓨터의 확산과 더불어 핸드 헬드 PC(HPC), 개인 휴대 단말기(PDA) 또한 정보 통신사업의 지속적 성장과 더불어 널리 보급되고 있다. 이는 개인 데이터베이스 관리, MP3 플레이어, 인터넷위킹, 지리정보 시스템(GPS), 음성통신, 결제 시스템 등의 다양한 서비스를 시간, 공간적 제약 없이 편리하게 사용할 수 있도록 해준다. 이런 휴대폰, 개인휴대 단말기들처럼 일반 PC의 하드디스크가 아니라 ROM, RAM등에 소형화된 OS(Windows CE, 임베디드 리눅스, pSOS등)을 인식시켜 구동하는 전자제어 시스템을 임베디드 시스템

이라고 한다. 임베디드 시스템들은 개인 휴대 단말기뿐만 아니라, 각종 전자 제품 및 가정이나 공장에서 자동화 제어 시스템으로도 사용되고 있다. 하지만 임베디드 시스템에 관한 구현 솔루션이나 소프트웨어는 아직도 하드웨어의 발전과 비교할 경우 상대적으로 미비한 상태이다.

본 논문에서는 이러한 임베디드 시스템에서 디지털 촬영기와 PDA를 연결시킨 장치를 통해 차량번호를 자동으로 검출하였다. 이때 먼저 차량 번호판 영역을 검색하고, 번호판의 문자와 숫자영역을 검출하여 텍스트 형식으로 전송한다. 이는 사용자가 차량을 보고 차량번호를 판단하는 주관적인 방법에서 탈피해, 영상처리 기법을 통해 차량번호 검색에 객관성을 부여 하였으며, 사용자가 눈으로 판단하기 어려운 차량번호를 디지털화된 영상을 가지고 처리함으로써 보다 정확한 차량 번호를 검출할 수 있다. 더군다나 개인 휴대 단말기의 특성을 활용해 언제 어디서든지 차량 정보 조회 및 위치 추적이 가능하여 차량 도난 방지 및 보안,

† 준회원 : 제주대학교 대학원 컴퓨터공학과
 †† 정회원 : 군산대학교 전자정보공학부 교수
 ††† 정회원 : 제주대학교 통신컴퓨터공학부 교수
 논문접수 : 2002년 10월 31일, 심사완료 : 2003년 6월 16일

차량 위치 및 경로 추적, 차량 과속 측정 등 다양한 분야에 적용 될 수 있다.



(그림 1) 전체 구성도

2. PDA 구성 및 주요 형태

2.1 PDA 개요

2.1.1 일반적 개요

PDA(Personal Digital Assistant)는 손에 들고 다닐 수 있는 크기(Handheld Size)의 일종의 초소형 컴퓨터이다. PDA는 노트북이나 펜 컴퓨터 또는 휴대용 단말기(Handheld Terminal)와는 달리 입력방식이 키보드가 아니라 일반적으로 터치스크린을 이용한 입력방법을 쓰고 있으며, 또한 기억장치로 하드디스크를 쓰지 않고 RAM, ROM을 기억장치로 사용한다. 그 외에도 PDA는 다음과 같은 특성이 있다.



(그림 2) PDA 모양

- ① PIMS(Personal Information Management System : 개인정보관리) 기능
- ② 무선 통신을 위한 기능
- ③ IrDA(Infrared Data Association : 적외선통신)기능
- ④ 일반 PC와의 Serial Communication 기능
- ⑤ 간편한 보조 장치(CF Memory, CF Camera, GPS수신 등) 추가기능

2.1.2 PDA의 주요 구성

① 프로세서

PDA는 전자수첩보다 훨씬 강력한 기능을 가져야 하기 때문에 고성능 프로세서를 요구한다. 그렇지만 노트북용 모바일 프로세서는 너무 크고 전력소비량도 크기 때문에 적합하지는 않다. 또한 기존의 PC의 CPU 보다는 전력 소모가 적으며 초절전 고성능의 RISC형 프로세서를 선호하고 있다.

② 운영체제

미국의 Geoworks사가 개발한 GESO를 필두로하여 Windows OS와 유사한 인터페이스와 무선통신을 지원하는 Magic cap과 문자인식, 객체지향적 저장장치기능, 유무선 통신 기능 등을 지원하는 IBM사의 Workspace등 10여 가지에 이른다.

③ 입출력 방식

PDA의 중량 및 크기를 감소시키기 위한 방법 중 하나로써 PDA는 화면(LCD)에 부착된 디지털타이저에 필기 문자를 입력하여 프로세서로 하여금 이를 인식하도록 하는 방법을 사용하고 있다.

④ 저장 장치

PDA는 일반적으로 RAM과 ROM만을 가지며 이를 일반 PC의 하드 디스크로 사용하고 있다. 그렇기 때문에 PDA 저장능력은 그 한계가 있으며 이에 따라 다양한 확장 메모리(CF 메모리)를 부가적으로 설치해 사용할 수 있도록 하고 있다.

2.2 형태적 분류

개인휴대정보 단말기란 의미의 PDA는 HPC (Handheld-PC), Palm, CellVic, Smart Phone, 또는 전자수첩과 유사한 Electronic Orgnaizer 등으로 다양하게 불려지고 있으며 그 내용은 <표 1>과 같다.

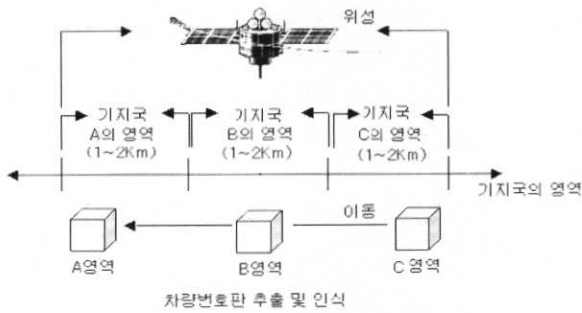
<표 1> PDA의 형태적 분류

분류	형 태	주 요 기 능
Handheld PC	Clamshel Type with Keyboard	스프레드쉬트 기능을 가지는 초소형 노트북 형태의 휴대용 단말기 • PC와 연결가능하며 PC보조용으로 사용 • Keyboard 입력방식과 내장 모뎀을 채택
Palm	Pad Type with Keyboard OSD Touch panel	• 개인 정보관리를 주 기능으로 하는 일반 용도의 Standart Handheld Organizer • PC와 프로그램 및 Data 접속 가능 • 입력장치는 필기인식, 터치스크린 사용 • 대부분 통신 기능을 Option으로 제공
Smart Phone	CellularPhone OSD Touch P무디	• 휴대전화와 결합하여 개인정보 관리, E-Mail 작성, 인터넷 검색 등에 활용 • 통신 기능에 중점 • 입력장치는 펜 입력, 터치스크린 방식

3. 공간상관거리의 위치 추적

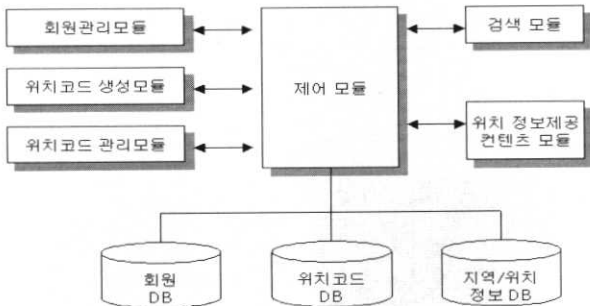
PDA의 이동 및 위치를 제공하기 위해, 각각의 목적지들에 대응하는 위치코드를 포함한 위치코드 데이터베이스를 갖는 운영서버를 구비하며 운영서버는 위치코드 DB로부터 생성되는 위치코드포함 목적지관련 조회차량번호를 단말 클라이언트에 온·오프라인을 통하여 제공하고, 단말 클라이언트는 제공된 위치코드 포함 목적지 관련 내용을 참고하여 운영서버에 위치코드를 전송하여 원하는 목적지에 관련된 목적지

관련 정보 및 조회 내용에 대한 상태의 정보를 제공한다.



(그림 3) 기지국 영역내의 위치 구성

GPS 기술은 위성이 지구 전역을 공전하면서 방송하는 GPS 신호를 수신하여 위치를 파악하는 방법으로 보편적인 위치 파악에 가장 많이 사용되는 기술이다. 그러나 일반인이 사용할 수 있는 GPS 신호에는 의도적으로 위치의 정확도를 떨어뜨리기 위한 SA(Selective Availability)가 포함되어 오차가 100M(최대 300M)까지 발생하며, 또한 GPS 위성의 배치상태, 기상상태, 건물 등에 의한 전파의 반사로 인하여 오차 범위가 확대될 수도 있다. GPS 방식을 보완하기 위한 방식이 DGPS(Differential GPS)이다. DGPS의 원리는 정확한 위치를 알고 있는 고정국에서 수신한 GPS 신호의 오차를 분석한 후, GPS 수신기로 송신하면 GPS 수신기가 자신이 수신한 GPS 신호에서 오차를 제거하여 정확한 위치를 파악하도록 하는 것으로 위치를 5M 이내로 보정할 수 있다.



(그림 4) 위치코드 데이터베이스 블록도

3.1 단말기 위치 추적

(그림 4)과 같이 운영서버는 가입한 회원 DB, 위치코드 DB 및 지리·위치정보 DB를 구비 또는 관련정보가 저장되며 위치코드 DB는 목적지와 연계된 위치코드가 저장된다. 이때 적용되는 위치코드는 목적지의 경위 정보, 사용자가 요청한 번호 등 서비스 제공자가 설정하는 코드를 조합하여 구성한다. 지역·위치정보 DB에는 목적지에 관련된 다양한 지리정보와 위치정보들이 저장되는데 필요에 따라서는 위치코드 DB와 지리·위치정보 DB를 별도로 두지 않고 하나의 DB로 통합하여 사용할 수 있다.

사용자 위치 실시간 측정 방법은 다수의 기지국으로부터

오차 보정 값을 수신하고 위치정보 제공위성으로부터 클럭 정보와 위성궤도 정보 등을 수신한다. 이후에 보정 오차를 계산 후 상관거리를 구한다. 다음으로 칼만 필터링을 수행한 후에 사용자 위치를 측정하는 과정으로 정보를 제공한다.

3.2 위치정보의 공간 최소화

위치 정보 제공위성 j에 의한 3개의 기지국으로 가정하였을 때, 모든 위치정보 제공위성에 대한 다음의 과정에 의한 계산 값을 합하여 총 위치정보 제공 위성의 개수로 나눈 후에 이러한 계산 과정을 일정 시간 구간 안에서 이산적인 처리를 수행하면 (그림 5)에서와 같이 식 (1)의 기준국 사이의 거리에 따라 보정 오차의 형태 값을 갖는 상관거리와 식 (2)의 데이터 윈도우에서 갱신된 추정된 거리라고, W(i)는 각 데이터 포인트에 대한 웨이팅(데이터 값이 급변하지 않는 값; 여기서는 1)이다.

$$D(1) \quad D(2), A \quad D(t-1) \quad D(t) = \frac{\sum_{j=1}^{Nast} \frac{D_{12}^j + D_{23}^j + D_{13}^j}{3}}{Nast} \quad (1)$$

$$\hat{D}(t) = \frac{\sum_{i=1}^t D(i)W(i)}{\sum_{i=1}^t W(i)} \quad (2)$$

(그림 5) 위치정보 공간 상관거리

$$D(t) = \frac{\sum_{j=1}^{Nast} \frac{D_{12}^j + D_{23}^j + D_{13}^j}{3}}{Nast} \quad (1)$$

여기서 Nast는 총 위치정보 제공위성의 개수를 나타내며 이산적으로 수행된 결과 값을 사용하여 갱신된 상관거리를 구하면 식 (2)와 같다.

$$\hat{D}(t) = \frac{\sum_{i=1}^t D(i)W(i)}{\sum_{i=1}^t W(i)} \quad (2)$$

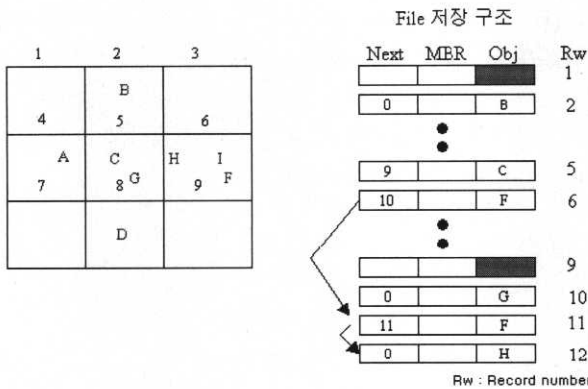
$\hat{D}(t)$ 윈도우에서 갱신되고 추정된 상관거리를 나타내며 급변하지 않는 데이터 값을 감안하여 W(t)는 1로 나타내었으며, 데이터 윈도우의 크기와 상관거리의 상황을 생각하여 데이터윈도우의 크기를 미리 정하여 실험을 한다. 또한, 이러한 상관거리는 사용자의 위치를 측정하는 방법에 관한 것으로, 특히 실시간으로 추정된 사용자의 위치를 측정하는 방법에 가장 적합하였다.

4. 번호판 문자 추출과 인식

4.1 PDA에서의 영상 표현

PDA는 저장 공간이 일반 PC 보다 매우 제한적이다. 따

라서 PC에서 사용되는 공간데이터를 처리하는데 문제점이 발생한다. 일반적으로 공간데이터는 크기가 크고, 데이터 간에 질의 처리를 수행하기 위해서는 매우 많은 연산 처리가 필요하다. 그러므로 저장 공간이 극히 제한 적인 PDA에서 공간데이터를 표현하기 위해서는 순차적인 레코드 저장 구조를 갖는 방법이 필요하다. 순차적인 레코드 구조에서는 순서대로 데이터를 저장하기 때문에 검색 질의 시간이 길어지므로 PDA용 카메라에서 들어온 영상을 색인 공간을 두어 공간데이터를 표현하는 방법이 매우 효율적이다.



(그림 6) PDA에서의 순차적 색인 구조

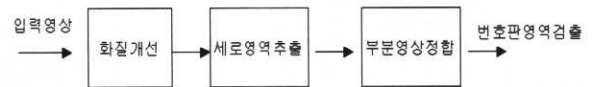
이 경우 들어온 입력 영상에 대해 영상을 처리하고 난 후 그 데이터를 순차적인 구조로 저장 공간에 저장하면, 영역 질의에 대한 검색이 순차적으로 발생하므로 검색 시간이 길어진다. 그러므로 영상 처리된 공간 데이터를 색인 인덱스 구조로 표현한다. (그림 6)는 PDA에서 데이터 공간을 일정한 크기로 나누고 색인구조를 가진 인덱스 파일로 표현한 모습을 보여주고 있다. 여기서 하나의 레코드에는 인덱스번호(Next), 공간 객체의 MBR 영역(MBR), 실제 공간 객체 데이터(OBJ)로 구성된다. 즉, 하나의 레코드에는 하나의 객체를 저장하고 있고 동일 셀에 속한 다른 객체의 레코드 인덱스에 의해 연결 리스트 형태로 저장된다. 각 셀은 셀 내의 객체가 저장된 연결 리스트의 첫 노드를 포인트하고 있는 것과 같은 구조이다.

4.2 전처리(Preprocess)

PDA 카메라를 통해 입력 받는 정지 영상(Still image)에서 중요한 부분은 차량의 번호판 영역을 검출해 내는 알고리즘이라 할 수 있다. 기존에 연구된 방법에는 크게 명암 정보를 이용한 번호판 영역 추출방법과 에지검출과 허프 변환을 이용한 특징추출 방법이 있었지만, 명암 정보를 이용한 추출 방법은 주위에 환경에 민감하게 작용하기 때문에 주위 환경에 의한 잡음이 생길 경우 인식율이 떨어지며, 특징 추출 방법은 번호판 영역에 수직, 수평 성분을 가지고 추출하는 방법이기 때문에 번호판 테두리에 잡음이나, 훼손이 있을시 인식율이 떨어지고 처리시간이 길어 실시간 처

리에는 적합하지 않다.

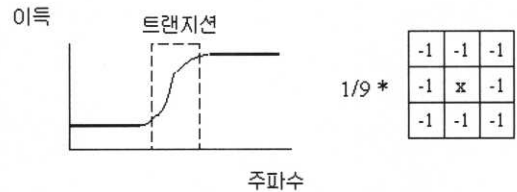
본 논문에서는 고주파 강조 필터(High-frequency emphasis filter)를 사용하여 입력된 영상의 화질을 개선하고, 수직 명암 값 분포 변화와 차량 번호판 모형을 이용한 부분 영상 정합을 통해 번호판 영역을 추출 하였다. 이때 변환 처리된 영상의 데이터 표현은 순차적 구조로 PDA 저장 공간에 저장하는 것이 아니라 효과적이고, 빠른 검색 처리를 위해 색인 인덱스 구조로 저장하여 번호판 영역의 특징을 추출한다.



(그림 7) 전처리 과정

4.2.1 화질 개선

PDA용 카메라로 촬영 입력된 영상은 640×480 크기의 해상도를 가지며, 스무딩(흐림) 현상이 매우 심하다. 따라서 차량 번호판 영역을 정확하게 추출하기 위해 영상의 화질 개선 작업이 필요하다. 번호판 테두리는 영상에서 고주파 성분이므로 고주파 영역, 즉 영상에서의 세부적인 윤곽선 부분만을 강조하기 위해 고주파 강조 필터(high-frequency emphasis filter)를 사용하여 화질을 개선하였다.



(그림 8) 고주파 강조 필터와 3×3 마스크



(a) (b)

(그림 9) (a) 원 영상과 (b) 화질 개선 후 영상

$$\begin{aligned}
 g(x, y) &= Af(x, y) - f_L(x, y) \\
 &= (A-1)f(x, y) + f(x, y) - f_L(x, y) \\
 &= (A-1)f(x, y) + f_H(x, y)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

※ (f(x, y) : 원 영상, f_H(x, y) : 고역통과 필터영상, A : 상수)

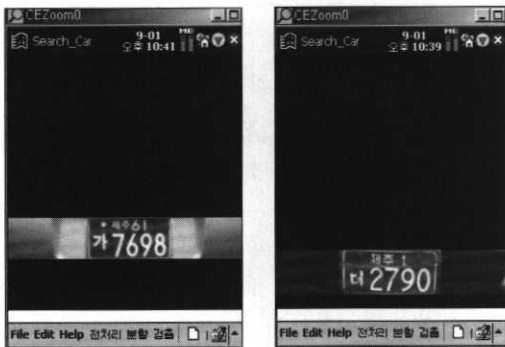
4.2.2 수직 명암 값 변화분포의 영역 추출

입력된 차량 전, 후면 영상에서는 수직 성분의 빈도수가 차량 번호판 영역에서 가장 높다. 즉 번호판 영역을 임계값을 이용해 이진화 처리를 하면, 주위보다 많은 명암 값 변화 분포를 갖는다. 이러한 특징을 이용하여 먼저 수직 필터(Vertical Filter)를 적용하여 수직 에지를 구하고, 아래에서 위로 20픽셀 단위로 수평으로 검색하면서, 영상이 수평 부분에 명암 값 변화 분포를 조사한다. 이때 명암 값 변화 분포가 일정 값 이상일 때 그 영역을 번호판의 세로 영역으로 한다. 이렇게 추출된 세로 영역은 하나 이상이며, 이때 추출된 영역부분을 번호판의 후보영역으로 한다.

V ₀	V ₅	V ₁₀	=	-1	0	1
V ₁	V ₆	V ₁₁		-1	0	1
V ₂	V ₇	V ₁₂		-1	0	1
V ₃	V ₈	V ₁₃		-1	0	1
V ₄	V ₉	V ₁₄		-1	0	1

(그림 10) 3×5 Vertical Filter

$$I_{V(X,Y)} = \sum_{i=0}^4 V_i \times I_{(X,Y+1)} + \sum_{i=0}^4 V_{5+i} \times I_{(X+1,Y+i)} + \sum_{i=0}^4 V_{10+i} \times I_{(X+2,Y+i)} \quad (4)$$



(그림 11) 차량 전·후면 영역 검출

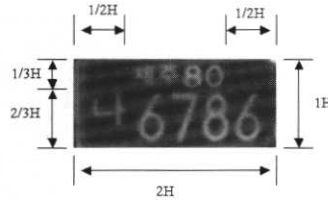
4.2.3 차량 번호판 모형과의 영상 정합

영상 정합을 하기 위해서는 비교하기 위한 두 개 이상의 대상이 있어야 한다. 여기서는 차량 번호판의 특징을 이용하여 앞에서 추출된 차량의 세로 영역과 정합하고, 비교할 이진화된 차량 번호판 모형을 만든다. 이때 다음과 같은 번호판의 고유 특징을 이용한다. 첫째, 차량 번호판의 비율은 가로 세로가 2 : 1의 비율을 가진다. 둘째, 차량 번호판과 내부에 있는 문자는 서로 대조적인 명암값을 갖는다. 셋째, 차량 번호판의 상단부와 하단부 비율은 1 : 2이다.

(그림 12)은 차량 번호판 영역의 고유 특징인 상대 비율을 보여 주고 있다.

영상 정합을 통한 번호판 영역 추출 시간을 단축하기 위해 차량의 세로 영역에서 수직 윤곽선을 검출하고, 명암 값

분포를 조사하여 추출된 차량 후보영역에 대해 번호판 모형을 정합 시켜 검출한다.



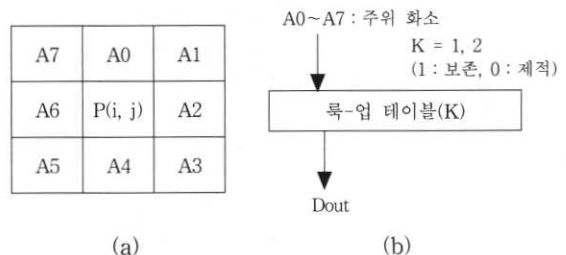
(그림 12) 차량 번호판 영역의 상대 비율



(그림 13) 전·후면 번호판영역 검출

4.3 PDA에서 텍스트 인식

PDA용 카메라를 통해 들어온 차량의 정지영상 데이터의 세션화 처리 과정은 원하는 영상의 데이터를 얻기 위한 방법으로 일반적으로 입력패턴의 특징을 파괴하지 않으면서, 검색된 경계 화소를 제거하는 연산을 반복적으로 수행하는 방법이다. 세션화 과정은 중심화소 P(i, j)의 값이 1의 값을 취할 때 수행되며 템플릿에 순차적으로 연산을 적용하여 골격(번호판의 문자/숫자)을 추출하는 방법으로 화소 점의 제거 기준 결정 값이 룩-업 테이블(Lookup-Table : LUT)에 저장되어 각 해당하는 조건에 따라 결정 값을 취하는 테이블 맵핑(Table Mapping)법을 도입한다.



(그림 14) (a) 8-화소 주소비트와 (b) LUT

LUT는 (그림 14)에 나타난 것과 같이 8-이웃화소에 대하여 각각에 주소비트를 설정하고 세션화 알고리즘에 기초한 마스크 형태에 따라 생성되는 상위, 하위 주소를 수직방향과 수평방향으로 교차하는 부분의 값에 따라서 세션화가

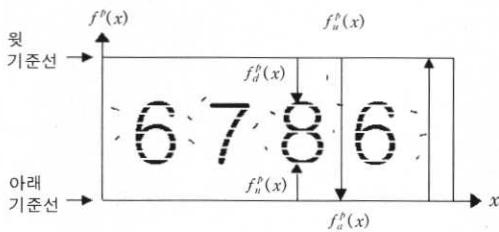
이루어진다. 여기서 n 번째 반복에서 화소에 주어진 새로운 값은 (n-1) 번째 반복에서 그 자신의 값과 주위 8화소의 값에 영향을 받게 된다. (n-1) 번째의 부분 반복에서 좌표(i, j)의 값을 P(i, j, n-1)로 나타내면 n 번째의 부분 반복에서 그 좌표의 화소 값은 식 (5)와 같다.

$$\begin{aligned}
 P(i, j, n) = & FUNC | P(i-1, j-1, n-1), \\
 & P(i-1, j, n-1), P(i-1, j+1, n-1), \\
 & P(i, j-1, n-1), P(i, j, n-1), \\
 & P(i, j+1, n-1), P(i+1, j-1, n-1), \\
 & P(i+1, j, n-1), P(i+1, j+1, n-1)
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

4.3.1 최소인접 사각형(MBR)

카메라를 통해 입력된 차량의 번호판 영상을 문자 영역들로 분할하는 방법은 특정한 문자의 구조를 가정하지 않고 문자 영역들 사이의 여백만을 이용함으로써 문자의 크기와 모양, 문자 행의 기울기에 무관하게 문서 영상의 영역들로 분할하는 장치와 방법을 제공하여야 한다. 이는 번호판의 영상을 입력하는 과정과 입력된 영상 내의 물체를 적합한 형태인 문자로 표현한다. 기존에는 영상의 문자 인식으로 구조, 크기, 모양에 많은 의존도를 가져 런 길이 평활화(Run-length smearing), 재귀적 x-y 분할(Recursive x-y cut) 방법 등이 있으나 문자의 크기를 예측하기 어렵거나 문자의 기울어진 형상에 대해 영역을 잘 분할하지 못하는 제약이 있었다.

본 논문에서는 번호판 영상 내의 문자들 자체의 특징은 무시하고 공간적인 위치 정보만을 고려함으로써 특정한 구조를 가지지 않거나 문자 크기와 모양이 매우 가변적이거나 또는 문자 행이 수평 방향으로부터 많이 기울어진 문서의 영상에서도 강한 클러스터링에 적합한 형태로 표현하는 방법을 적용한다. 이는 각각의 번호판 영상으로부터 크기와 모양, 행의 기울기에 무관하게 영역들을 분할하여 추출할 수 있다.



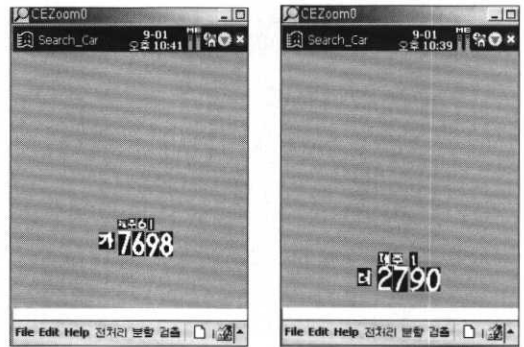
(그림 15) 에지 값 형성 기준치

우선적으로 선행되어야 할 최소인접 사각형(Minimum Bounding Rectangle)의 중심점 좌표를 계산하여 이 연결 요소의 위치를 한 점으로 표현한다. 즉, 한 연결 요소의 최소인접 사각형의 왼쪽 위 좌표와 오른쪽 아래 좌표가 각각 (x1, y1)과 (x2, y2)로 주어지며 에지 값으로 형성된 영상에 대하여 (그림 15)와 같이 윗 기준선과 아래 기준선에서 수직 방향으로 검출된 첫 번째 에지성분 거리를 이용하여 f^p(x)를

추출한다.

즉, 아래 기준선에서 수직 위 방향으로 라인 탐색 시 첫 번째 에지성분이 나타날 때까지의 거리 f_u^p(x)와 윗 기준선으로부터 수직 아래 방향으로 라인 탐색 시 첫 번째 에지성분이 나타날 때까지의 거리 f_d^p(x)를 구하고 노이즈에 의한 영향에 덜 민감하도록 하기 위해 구해진 f_u^p(x)와 f_d^p(x) 신호를 가산한 신호 f^p(x) = f_u^p(x) + f_d^p(x)를 표현한다. 출력된 값은 가우시안 필터로 전송한다.

가우시안 필터링된 값 중에서 국부 최대 값을 검출하며, 이를 영상분할 검색의 기준점으로 삼아 영상의 분할 처리를 하는데 사용한다.



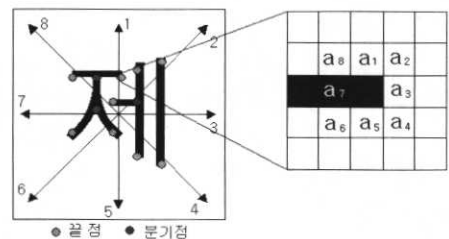
(그림 16) 문자 분할 영상

4.3.2 Text Extraction

숫자 또는 문자의 데이터를 표현하는데 있어 계산 시간, 효율적인 인식율을 위해 Field Effect 기법을 적용한다. 이는 민감한 반응에 대처하기 위해 사용되며 (그림 17)와 같이 8방향으로 검색하여 문자·숫자가 있는지 판단하고 이를 표준 패턴과의 유사성을 인식한다. 또한, 위치점을 찾기 위해 특징점의 방향성을 찾아 문자를 인식하였으며 (그림 17)와 같이 주변 픽셀들의 상태를 파악하여 방향성을 결정하였다. 식 (6)는 8방향으로 Field Effect의 특징점 표현이며 식 (7)은 추출된 특징점에 대한 방향성을 나타낸다.

$$F_i = \begin{cases} 0, & \text{특징점}(x, y) = 0 \\ 1, & \text{특징점}(x, y) = 255 \end{cases}
 \tag{6}$$

$$F(k) = \sum_{x=0}^{255} F_i \times k
 \tag{7}$$



(그림 17) 개선된 Field Effect 기법

문자의 경우 자소의 조합으로 문자를 구성하여 초성, 중성, 종성의 구분과 2350자 이상 인식하여야 하는 인식기의 크기, 많은 계산량 등 PDA에 적합하지 않다.

문자 정보의 표현을 위해 방향성을 판단하여 상태그래프를 이용한 문자 인식 처리과정으로서 먼저, 문자의 끝점과 분기점에서 방향성을 판단하고 이때 이 방향성 정보를 구성된 상태 그래프에 적용시켜 문자를 인식한다. 분기점에서 방향은 8방향 코드를 사용하며, 이때 상태 그래프의 빠른 처리 시간을 위해 8비트 중 1비트만 Set 시켜 사용한다.

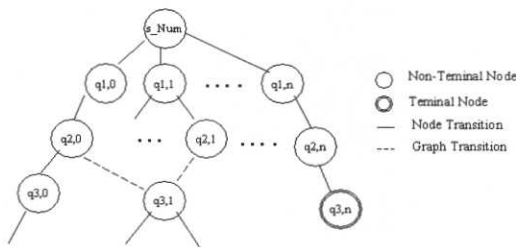
<표 2> 8bit 방향 코드

8방향 코드	8bit 표현
1	00000001
2	00000010
3	00000100
4	00001000
5	00010000
6	00100000
7	01000000
8	10000000

그리고 각 순서(초성-중성-종성)에 따라 미리 구성된 상태 그래프를 따라 추적하여 문자를 인식하며 상태 그래프는 2개의 계층 중 1계층에서는 초성과 종성에서 자음을 인식하고, 2계층에서는 한글의 모음을 인식한다. 이러한 문자 인식을 위한 상태 그래프는 하나의 시작점을 갖고, 하나 또는 그 이상의 끝점을 갖는다. 그리고 그래프의 깊이에 따라 레벨을 구분하며, 레벨 1에서 j번째 노드는 다음과 같이 표현한다.

$$q_{i,j} = \{sNum, P, PreN, NextN\} \quad (8)$$

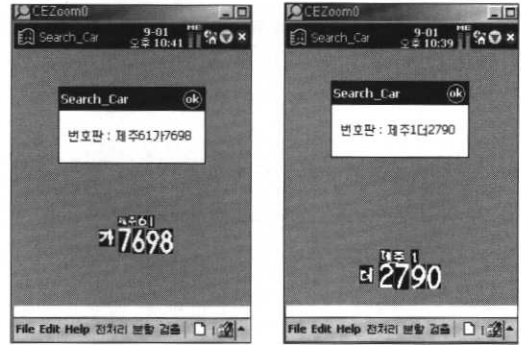
이때 $sNum$ 은 시작점을, P는 현재 노드에 8방향 코드를, $PreN$ 은 1레벨 이전에 부모 노드, $NextN$ 은 i레벨 이후에 자식 노드를 나타낸다. 이때 $q_{i,j}[NextN] = 0$ 일 때는 Terminal 노드로 간주한다.



(그림 18) 상태 그래프 구조

(그림 18)은 상태 그래프의 구조를 보여준다. 이때 레벨 1에서 추적할 1+1 노드는 중복을 허용함으로써 상태 그래프

를 효율적으로 구성하면 (그림 19)과 같이 인식된 결과가 표현되었다.



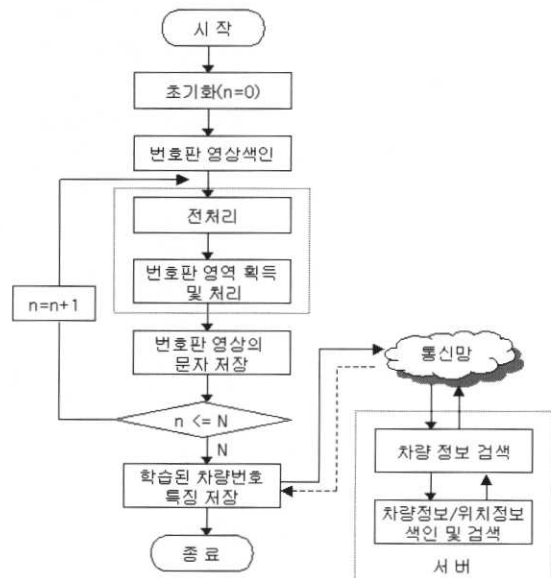
(그림 19) 문자·숫자의 복합 내용 검출 결과

5. 실험 고찰 및 결론

본 논문은 Windows CE 운영체제와 32Mbyte를 갖는 IPaq 3630 PDA 모델에서 PDA에 장착된 카메라로 촬영한 320×240픽셀 크기의 그레이 영상을 가지고 실험을 하였다. 전체적인 논문의 흐름은 (그림 20)과 같은 처리로 진행을 한다. 또한, 실험을 위해 총 100개의 영상을 가지고 실험한 결과는 <표 3>와 같다.

<표 3> 단계별 인식 결과

단 계	구 분	성공 횟수/실험 대상	성공률(%)
번호판 영역추출	번호판 영역추출	94/100	94%
	문자 영역추출	95/100	95%
	문자인식	92/100	92%



(그림 20) 흐름도

본 논문에서는 임베디드 시스템인 PDA와 같은 이동단말기에서 공간데이터를 효율적으로 다루며 순차적인 색인 구조를 통한 가변길이 레코드 단위의 저장구조로 표현하였다. 이를 이용하여 차량 번호를 검출하였고, 이 결과를 단말기의 위치 정보와 결합시켜 DB로 전송하여 차량 위치 추적에 사용될 수 있는 방법을 제시하고 있다.

특히, 메모리 제약이 있는 임베디드 시스템에서 레코드를 순차적 인덱스 구조로 저장하여 탐색시간을 줄였고 공간상 관거리의 위치추적으로 차량 위치정보의 오차율을 최대한 줄일 수 있도록 하였다.

이는 PDA용 카메라를 통해 입력된 차량의 정지영상 데이터의 번호판 모형 부분 영상정합을 통하여 숫자, 문자 영역의 구분 처리한 패턴 인식의 처리과정이 PDA용으로 구현이 가능함을 입증하며, 차후, 관련 응용프로그램의 발전성에 입각하여 많은 임베디드용 시스템의 촉진을 기대하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] A. Antonacopoulos, D. Karatzas and J. Ortiz Lopez, "Accessing textual information embedded in internet images," Proc. SPIE, Vol.4311, pp.198-205, Feb., 2001.

[2] H. Aradhye, C. Dorai and J. C. Shim, "Study of embedded font context and kernel space methods for improved videotext recognition," Proc IEEE Trans., pp.825-828, Jun., 2001.

[3] E. Lin, C. Podilchuk and E. Delp, "A Hybrid embedded video codec using base layer information for enhancement layer coding," Proc IEEE Trans., pp.1005-1008, Jun., 2001.

[4] N. Kavvadias, A. Chatzigeorgiou, N. Zervas and S. Nikolaidis, "Memory hierarchy exploration for low power architectures in embedded multimedia applications," Proc IEEE Trans., pp.1005-1008, Jun., 2001.

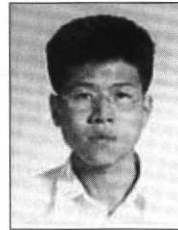
[5] T. Guionnet, C. Guillemot and S. Pateux, "Embedded multiple description coding for progressive image transmission over unreliable channels," Proc IEEE Trans. pp.1005-1008, Jun., 2001.

[6] J. Zhou and D. Lopresti, "Extracting Text form WWW Images," Proceedings of the 4th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR '97), Ulm, Germany, August, 1997.

[7] J. R. Parker, "Algorithms for image processing and computer vision," John Wiley & Sons, New York, 1997.

[8] 홍성민, 국일호, 조원경, "제한된 필기글꼴을 이용한 휴대형 정보기기용 한영 온라인 문자인식에 관한 연구". 한국통신학회논문지, 제26권 제4호, pp.479-489, 1999.

[9] 이용주, "수직 및 수평 명암도 변화값과 원형 패턴벡터를 이용한 차량번호판 추출 및 인식 알고리즘", 정보과학회논문지, 제8-B권 제2호, pp.195-200, 2001.



강진석

e-mail : jskang01@cheju.ac.kr
 1999년 제주대학교 정보공학과(공학사)
 2001년 제주대학교 대학원 정보공학과 (공학석사)
 2001년~현재 제주대학교 정보공학과 대학원 박사과정

관심분야 : 멀티미디어 시스템, 영상처리



최연성

e-mail : yschoi@kunsan.ac.kr
 1982년 중앙대학교 전자공학과(공학사)
 1984년 중앙대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1990년 중앙대학교 전자공학과 대학원 (공학박사)

1988년~1991년 제주대학교 정보공학과 조교수
 1995년~1996년 군산대학교 전자계산소장
 1991년~현재 군산대학교 전자정보공학부 교수
 관심분야 : 영상처리, 멀티미디어 시스템, 신호처리 시스템



김장형

e-mail : janghkh@cheju.ac.kr
 1981년 홍익대학교 정밀기계공학과 (공학사)
 1983년 연세대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
 1990년 홍익대학교 대학원 기계공학과 (공학박사)

1998년~2000년 제주대학교 전자계산소장
 1984년~현재 제주대학교 통신컴퓨터공학부 교수
 관심분야 : CAD·CAM, 멀티미디어, 인공지능