

도로 정보처리와 컴퓨터비존에 관한 연구

崔亨振, 安居院 猛, 中嶋 正之

(正會員)

日本 東京工業大學 工學部 像情報工學研究施設

要 約

현재 필자가 소속하고 있는 연구실에서는, 컴퓨터 애니메이션, 컴퓨터 그래픽, 화상처리, 인공지능에 관한 연구등을 하고 있다.

本稿에서는 화상처리에 관한 연구중에서, 본 연구실에서 최근에 발표한 컴퓨터 비존에 관계있는 각종의 도로 정보처리에 관한 연구에 대해서 소개한다.

우선, 화상처리의 수법을 이용한 자동조종의 연구로서, 고속도로에서의 선행차의 자동동정에 관한 연구와 하프변환을 이용한 차량번호판 추출에 관한 연구에 대해서 소개한다. 다음에 도로망 지도처리에 관한 연구로서, 車載型 자동항법 시스템의 개요에 관한 소개와 최단시간 경로에 관한 연구, 도로지도의 자동판독에 관한 연구에 대해서 소개한다. 가까운 미래에, 점점 자동차의 자동화가 추진되고, 인공위성을 이용해서 자동차의 현재 위치를 정확하게 파악할 수 있게 되면, 本稿에서 소개하는 연구들이 보다 중요한 의미를 가지게 되리라 생각한다.

I. 序 論

최근에는, 화상처리의 수법이 산업, 의학, 공학, 예술 등의 넓은 분야에서 유용하게 사용^[1]되고 있다. 특히, 최근에는 로봇비존, 자동검사, 계측 등의 산업에의 응용을 시도한 연구^[2]가 많이 발표되고 있다. 필자가 소속하고 있는 연구실에서도 적극적으로 화상처리의 산업분야에의 응용을 시도하고 있으며, 그 관련 테마로서 자동차와 도로 정보처리에 관한 연구를 행하고 있다. 本稿에서는 필자의 연구실에서 연구하고 있는 컴퓨터비존에 관계가 깊은 연구들을 소

개한다.

현재까지 행하여진 도로 정보처리에 관한 연구는 크게 두 종류로 나눌 수 있다.

① 컴퓨터비존을 이용한 자동추적에 관한 연구 : 고속도로에서의 선행차량의 자동인식, 차량번호판의 추출과 자동판독

② 도로 지도처리에 관한 연구 :

두 점사이의 最短경로 추출, 도로지도에서의 도로 영역의 추출

본고에서는 이러한 연구의 내용 및 연구의 배경에 대해서 소개한다. 컴퓨터비존의 응용은, 자동차와 도로에 관련하는 연구가 활발히 행하여지면 이러한 연구가 중요성을 더욱 더 가지게 되리라 생각한다.

II. 자동차의 정보화

자동차를 육상 교통기관의 한 종류로 생각하면, 기차와는 달리 자유롭게 움직일 수 있다는 특징을 들 수 있다. 즉, 운전자의 뜻대로 이동시키는 것이 가능하다는 점이다. 자동차는 이러한 특징을 가지고 있으면서도, 이러한 기능을 발휘할 수 있는 도로가 제대로 정비되어 있지 않아서, 발명후 19세기까지는 큰 변화가 없었다. 그러나, 특히 20세기에 들어서, 1914년의 제1차 세계대전후, 도로의 포장이나 엔진의 개량등을 포함한 자동차의 하드웨어 부분의 연구가 진행되어 자동차의 수요는 비약적으로 늘어났다. 이후, 1983년에는 주요 7개국이 소유하고 있는 자동차는 3,200만대를 넘고 있다.

반면, 자동차의 소프트웨어 부분에 상당하는 도로의 선택은, 자동차가 등장한 이래 지금까지 도로의

선택은 운전자 한사람 한사람에게 맡겨져 왔다. 이것은, 자동차는 기차나 비행기와는 달리 전용 통행로가 없고 운전자가 단지 도로를 사용하는 사용자의 의미 밖에 없기 때문이다. 그러므로, 운전자가 도로를 선택할 경우의 지원은 간접적인 방법으로 밖에 지원할 수 없기 때문에, 운전자의 뜻대로 이동할 수 있다는 자동차의 특징을 살리기 위해서는 운전자가 미리 그 지역의 도로에 관한 지식을 가지고 있지 않으면 불가능하다. 그러나, 일반 운전자는 처음으로 그 지역을 운전하는 경우가 많기 때문에, 지금과 같은 도로망지도나 도로표지로서는 적절한 도로를 선택하는 일은 어렵다. 처음으로 운전하는 지역에서의 망설임이나 자동차가 밀집해 있는 도로에 의한 운전자의 육체적, 정신적인 피로나 시간, 연료의 소비는 당하는 당사자 혼자만의 문제가 아니라 달리고 있는 전체의 자동차를 생각하면 상당한 양이라 생각된다. 에너지 절약의 문제뿐만 아니라 점점 자동차는 사회생활 중에서 중요한 역할을 하리라 생각되므로 자동차 이용의 시간적, 경제적인 효율화와 적절한 사용은 중요한 의미를 가지게 되리라 생각한다.

이러한 상황, 즉 정보화 사회라는 사회정세, 경제적인 이유, 안정성이라는 면에서도 자동차의 정보화나 컴퓨터를 이용한 시스템화는 필요하다. 자동차의 정보화를 발전시키기 위해서는 자동차에 탑재하는 컴퓨터외에 주위의 정보를 얻기 위한 각종의 감지기 및 발신기 송신기 등의 장치도 필요하게 된다. 이러한 각종의 장치의 실용화가 가능하게 되면, 운전자에 대해서 다음과 같은 정보의 제공이 기대된다.

- ① 전방에 있는 장애물의 검출
- ② 자기위치의 확인 및 진행방향의 인식
- ③ 전방도로의 밀집상황
- ④ 목적지까지의 최단시간 경로
- ⑤ 도로표지등의 확실한 인식

이상 5 가지 정보중에는, 상대편 자동차가 제공하는 정보가 필요한 경우가 있기 때문에 일단적으로는 모든 문제점을 해결하기는 어렵고 점차적인 연구가 필요하다.

Ⅲ. 자동조종에 관한 연구

1. 종래의 자동조종차에 관한 연구

최초의 자동조종차의 연구는, 미국에서 1957년에 RCA社, GM社가 실시하였다. 일본에서는 1967년에 시속 100km의 안전한 자동조종을 실시하였다.^[9]

이러한 자동조종차는, 도로에 유도용 케이블을 매설하여 그 위를 자동차가 달리도록 되어 있기 때문에 도로에 유도용 케이블이 매설되어 있지 않는 도로에서는 달릴 수 없다. 그리고, 케이블을 매설한 후에 발생하는 장애물을 회피할 수도 없다. 그후, 인공지능을 이용한 일종의 이동로봇과 같은 자동차에 관한 연구^[10] 등의 많은 연구^[5~9]가 행하여지고 있으나, 항상 다음과 같은 기능을 가져야 한다.

- ① 진행예정 路面의 상태, 장애물의 분포등의 외부환경을 인식하는 기능
- ② 현재의 위치 및 목적지까지의 방향, 경로등 목적지까지 유도하는 정보를 검출하는 기능
- ③ ①과 ②의 결과로부터, 장애물을 회피하는 경로등의 이동기능에 대해서, 제어명령을 하달하는 문제 해결기능
- ④ ③의 명령대로 움직이는 이동기능

본 연구실에서는, 기능 ②의 목적지까지의 유도에 관한 연구를 하고 있다. 우선, 특정의 선행차량을 인식하여 계속해서 추적하는 것을 제일 목표로 하여 선행차량의 인식에 관한 연구^[10,11] 차량번호판의 추출에 관한 연구^[12~17] 등을 행하였다.

2. 선행차량의 자동동정

자동조정에 관한 종래의 연구의 대부분은 도로상의 모든 입체를 장애물로 검출만 하고 있다. 본 연구실에서는 임의의 선행차량이 추적 가능한 선행차량에, 마아크를 달지 않고 화상처리 수법만으로 선행차량의 상대적 위치관계를 파악하는 것을 목적으로 하는 선행차량 추적시스템을 검토하였다.

본 연구실에서 행한 연구^[10]는, 특정의 선행차량의 동정을 행하기 위해 입력화상에서 특징을 추출하여 모델을 작성하며, 이것을 이용하여 matching을 행했다. 여기에서 제안하는 모델의 구성에는 다음과 같은 특징이 있다.

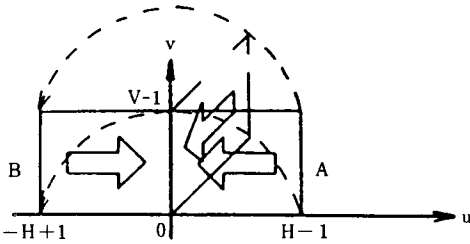
1) 2차원 모델의 채용

대상으로하는 세계는 3차원 세계이며 대상으로하는 물체도 3차원 물체이기 때문에, matching에 사용하는 모델은 3차원 모델이 적합하다. 그러나, 자동동정의 최종적인 목표는 실시간(real time) 처리가 요구되기 때문에 모델의 작성, matching의 처리시간을 고려하면 모델을 가능한 한 간단화 하여야 한다. 그래서, 주행중의 선행차량은 주로 그 背面밖에 보이지 않는 점을 이용해, 背面이 가지는 2차원 정보를 이용한 2차원 모델을 채용했다.

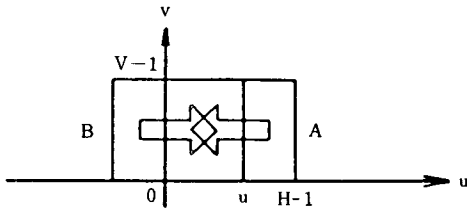
2) 대칭성의 이용

일반적으로, 자동차의 배면부가 좌우 대칭이라는 성질을 이용하여, 선행차량의 추출과 모델을 작성한다.

우선, 입력화상에 대해서 전처리를 행하여, 2值화상을 작성한다. 작성한 2值화상의 예가, 그림 2 (a)이다. 다음에, 선행차량의 2차원 위치를 파악하기 위해서, 선행차량의 대칭축 후보를 추출한다. 대칭축의 결정은, 그림 1 (a)와 같이 2值화상에 대한 鏡像을 작성하여, (b)와 같이 相關을 구하여 그 相關値가 최대로 되는 위치를 대칭축으로 결정한다.



(a) 鏡像의 작성

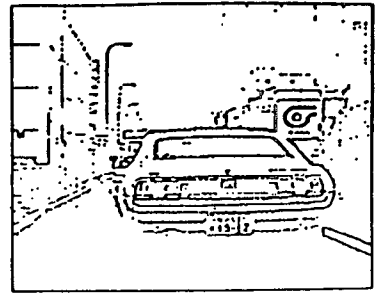


(b) 상관의 계산

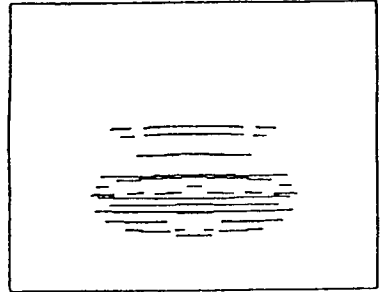
그림 1. 상관의 계산법

다음에, 대상물체 이외의 영역을 제거하는 방법으로서, 대칭축을 중심으로 2值화상을 반으로 접어서 논리積을 구하여 선행차량의 기본적인 대칭 수평 edge 성분을 포함한 화상을 구한다. 이렇게 하여 얻어진 선행차량의 대칭 수평 edge 성분이 분단되어 있을 경우에는, 접속처리를 행하여 그림 2 (b)와 같이 모델을 작성한다. 이 대칭 수평 edge 성분을 이용하여, 다음에 얻어지는 프레임안의 대칭 수평 edge 성분과, matching 를 행하여 선행차량의 동정을 행한다.

이상 설명한 것은 기본적인 동정 알고리즘이지만, 현재는 더욱 더 알고리즘을 개량하였다. 예를 들면, 그림 3과 같이 선행차량을 추출할 때 간단하게 추출이 가능한 白線을 이용하여 선행차량의 영역을 제한

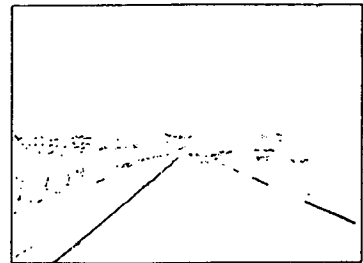


(a) 2值화상

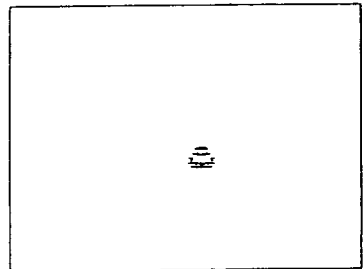


(b) 모델

그림 2. 선행차량의 모델



(a) 白線의 추출



(b) 선행차량을 추출한 결과

그림 3. 白線을 이용해 선행차량을 추출한 예

하는 방법^[11] 과 수평성분의 정확한 추출이 특히 중요하다라는 점을 고려하여, 短形 Sobel 변환에 의한 선행차량의 수평성분의 검출법^[12] 등을 행하였다.

3. 차량번호의 판독시스템

Ⅲ 장 2 절의 수법은, 차량의 형상에 대한 인식을 행하고 있기 때문에, 각각의 차량에 대해서 완전한 인식을 행하기는 불가능하였다. 특히, 같은 모델의 차량의 경우에는 추출되는 대칭 수평 edge 성분이 같기 때문에 선행차량을 추적하는 것이 곤란하다. 각각의 자동차의 차량번호가 다르다는 점을 고려하여 자동차의 차량번호를 이용해, 이러한 문제점을 해결한다. 또한, 차량번호는 유료도로나 주차장의 요금소, 도난차량의 검거등에서도 유효하게 사용되리라 생각한다. 그래서 필자들은 컴퓨터 화상처리의 수법을 이용해, 자동차의 번호판위의 차량번호를 인식해 기록하는 시스템의 검토를 하고 있다. 현재는, 우선 고속으로 차량번호판의 영역을 추출하는 여러가지 방법에 대해서 검토하고 있다. 자동차 번호판의 영역 추출에는, 다음과 같은 자동차 번호판의 특징을 이용한다.

① 자동차 번호판은 크기와 서체가 규격화되어 있다. 일본의 경우에는, 번호판은 横과 縦의 길이의 비율이 2 : 1이다.

② 자동차를 전방에서 보면 번호판은 자동차 높이의 1/2보다 아래에 있다.

③ 번호판의 edge부분에서 밝기가 급격히 변화하고 있다.

④ 자동차의 前面像에는 일반적으로 수평 edge 성분은 많이 포함되어 있지만 수직 edge 성분은 거의 포함되어 있지 않다.

이러한 특징을 이용하면, 효과적으로 차량번호판의 영역을 추출할 수 있다.

1) 자동차의 대칭축을 이용한 방법^[13]

이 방법에서는 자동차를 후방에서 촬영한 화상을 사용한다. 자동차의 형상은, 대칭성을 가지고 있다는 점을 이용하여, 자동차의 横과 縦의 대칭축을 검출함으로써 번호판의 중심점을 결정했다. 그 밖에 자동차 번호판이 가지고 있는 특징을 이용해 자동차 번호판의 영역을 추출했다. 그러나 번호판이 後面像의 중심 부근에 붙어있지 않는 자동차의 경우에는 이 방법으로 번호판 영역을 추출하는 것이 곤란했다. 그리고 자동차의 後面像을 이용했기 때문에 차체의 색이 번호판의 색과 동계열의 색일 경우에도 번호판 영역을 추출하는 것이 곤란했다.

2) 파라미터평면 영역제한을 한 하프변환을 이용한 방법^[14,15]

이 방법에서는 자동차를 전방에서 촬영한 화상을 사용했으며, 처리를 고속화하기 위해서 종래의 하프변환을 개량한 파라미터평면의 영역을 제한한 하프변환을 사용했다. 종래의 하프변환^{18~20)}은 직선, 원, 타원등의 파라미터로 표현된 도형의 패턴 특징 추출의 유력한 방법의 하나로 여러가지 화상에 대해 사용되어 왔다. 최근에는 임의형상 도형을 검출하는 일반 하프변환도 제안되어 있고, 3차원 물체의 위치 결정에도 응용되어지고 있다. 그러나 종래의 하프변환은 실용상 다음과 같은 문제점이 있다.

① 화상중에 존재하는 edge 점에 비례하여 처리시간이 많이 걸린다.

② 검출 정확도를 높이면, 파라미터평면을 기억하는 메모리가 팽대해 진다.

③ 화상중에 동시에 존재하는 다수의 도형을 동시에 검출하는 것이 곤란하다.

④ 검출한 도형의 양단점을 알 수 없다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서, 2차원 배열의 파라미터평면을 1차원 배열로 대응하는 방법과 하프변환의 기하학적 성질을 이용한 직선군 검출알고리즘 등이 제안되어 있다. 본 방식은 문제점 ①, ②를 해결하기 위한 방식이다.

본 방식에서는 자동차의 後画像에서, 파라미터평면의 영역을 제한한 하프변환을 이용하여 직선군을 검출한다. 이 방식은 추출대상의 직선의 방향이 미리 한정되어 있을 경우에, 각 edge 점에 대해서 파라미터평면에서의 궤적을 한정되어진 범위내의 부분만을 그리는 방법이다. 이 방법에 의해 필요로 하는 메모리양과 처리시간이 대폭적으로 감소된다. 본 실험은 수직선과 수평선에 둘러싸여 있는 자동차 번호판의 영역을 추출하는 것이 목적이다. 그러므로 파라미터평면상의 θ 축의 0도가 원화상의 수직선에 대응하고 90도가 수평선에 대응하는 점에 착안하여, 그림 4와 같이 θ 축의 $-3도 \sim 3도$ 의 영역과 87도 \sim 93도의 영역만으로 제한해, 그림 5(a)의 원화상에서 직선군을 추출한 예가 그림 5(b)이다. 그림 5(c)는 추출한 직선군에서 번호판의 横과 縦의 길이의 비율이 2 : 1이라는 특징을 이용하여 번호판을 둘러싸는 4개의 직선을 구한 예이며, 그림 5(d)는 추출한 번호판의 4개의 직선군에 둘러싸인 차량번호판의 영역을 잘라낸 예이다.

이 방법에 의해 필요로 하는 종래의 하프변환의 메

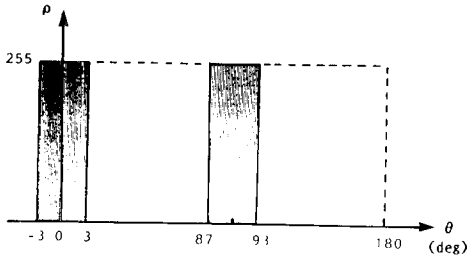


그림 4. 영역제한을 한 파라미터평면

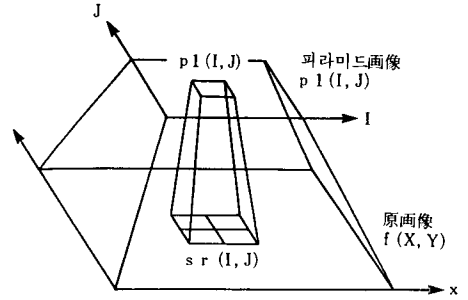
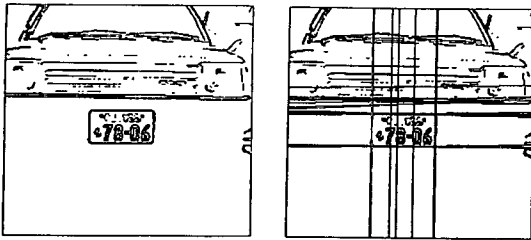
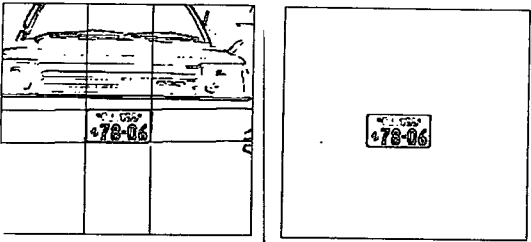


그림 6. 피라미드 구조화



(a) 원화상

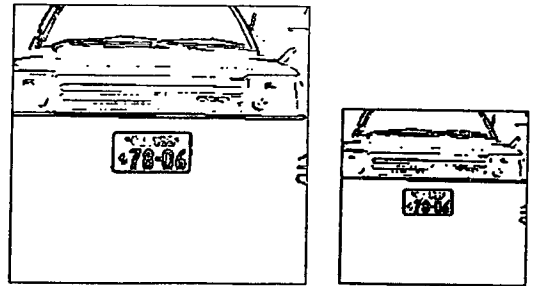
(b) 추출한 직선군



(c) 추출한 4개의 직선

(d) 차량번호판의 영역

그림 5. 차량번호판 영역추출의 예



(a) 원화상

(b) 피라미드화상

그림 7. 피라미드화상의 작성

모리양과 계산시간이 약 8%로 감소된다. 그리고, 자동차의 後画像의 중심부근에 번호판이 있지 않은 경우에도 번호판의 영역을 추출하는 것이 가능하다.

3) 피라미드 구조화 하프변환을 이용한 방법^{16,17)}

2)의 방법이 기본적인 알고리즘이나, 처리를 고속화하기 위해 피라미드 구조화^{1,21)}를 이용함으로써 하프변환을 하여야 하는 edge 점의 수를 감소시켜 처리를 고속화할 수 있으며, 처리는 다음과 같은 순서로 수행한다.

① 원화상에 대해서 화상의 피라미드 구조화를 그림 6과 같이 행하여, 그림 7(a)의 원화상에서 그림 7(b)와 같은 피라미드 화상을 작성한다.

② 피라미드 화상에 파라미터평면 영역제한 하프변환을 행하여, 후보 직선군을 추출한다.

③ 후보 직선군에 대응하는 원화상의 후보 영역을 구한다.

④ 이 후보 영역내의 edge 점에 한해서만, 파라미터평면 영역제한 하프변환을 행하여 직선군을 추출한다.

차량번호의 판독시스템에 관한 앞으로의 연구목표는 더욱 고속으로 번호판을 추출하는 방법, 차량번호의 인식, 선행차량의 추적에의 응용등이다.

IV. 도로망 지도처리에 관한 연구

前章에서는 화상처리 수법을 이용하여 선행차량의 자동인식에 관한 연구에 대해서 소개하였다. 本章에서는, 본 연구실에서 이에 관련하는 연구로서 자동차의 자동항법 시스템의 확립을 목적으로 하는 도로망 지도처리에 관한 연구에 대해서 소개한다.

1. 車載形 자동항법 시스템

수년 전부터 자동차 관련 회사에서 자동차에 컴퓨터를 탑재하여, 전자지도(electronic map)에 관한 연구^[22, 23]를 하고있다. 최근에는 기억장치의 개발, 하드웨어의 진보에 의해서 더욱 현실적인 문제로 되고 있다.

일반적으로, 車載形 자동항법 시스템^[25~27]은, 다음과 같은 4 개의 부분으로 구성된다.

- (1) 마이크로컴퓨터: 시스템의 중심이므로, 고성능의 처리가 가능한 컴퓨터가 필요하다.
- (2) 디스플레이: 운전자에게 자기위치나 道順등의 모든정보를 제공하는 창구이다.
- (3) 감지기: 자기위치나 진행방향, 거리등을 측정한다.
- (4) 입력장치: 자동차의 처음 위치나 목적지의 입력을 행한다.

본 연구실에서는 도로망에 관한 데이터구조, 데이터양, 데이터 입력실험등의 도로데이터의 디스플레이 방법에 관한 연구^[24]를 행하고 있다. 예를 들면, 도로망 데이터구조로서는 교차점기준의 포인터형을 사용하여, 고속도로·유료도로·일반국도를 레벨 0, 주요 지방도를 레벨 1, 일반지방도를 레벨 2, 나머지의 도로를 레벨3으로 계층화하여 입력한 예가 그림 8이다. 그리고 도로형상의 표지조건에 관한 검토^[28]도 행하였다.

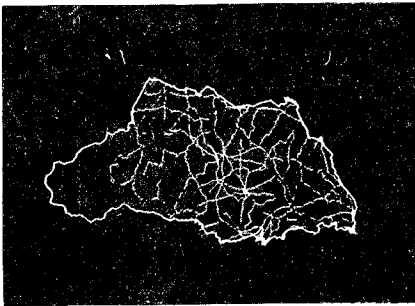


그림 8. 도로표지의 예

2. 最短시간 경로의 검출

車載形 자동항법 시스템이 실용화되면 가장 중요한 기능이 목적지까지의 最短시간 경로의 검출이라 생각한다. 最短시간 경로의 기능을 이용하여 처음부터 통행이 불가능한 도로나 자동차가 밀집해 있는 도로 등의 정보를 이용하면, 여분의 노력을 하지

않고 쾌적한 운전을 할 수 있다.

본 연구실에서는, 그래프 이론에 의한 2절점간 최단경로 문제로 유명한 Dijkstra^[31] Nicholson^[32]에 의한 방법을 이용해, 최단 시간 경로의 검출^[29]을 행했으며, 그 예가 그림 9이다. 더욱 처리를 고속화하기 위해 각 도로에 우선순위를 정하여 순위가 높은 도로를 적극적으로 사용해 최단경로를 구하는 알고리즘^[30]도 제안했다.

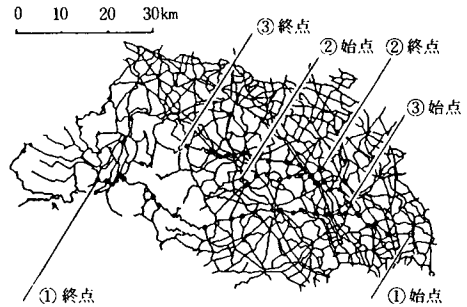


그림 9. 최단시간 경로의 검출

3. 도로지도 자동판독

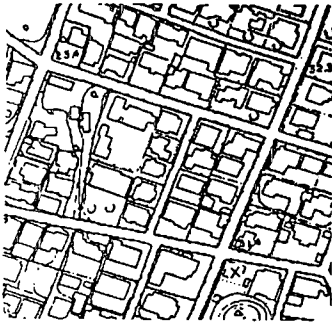
車載形의 전자지도를 작성할 때의 문제점은 각종의 지도정보의 입력이다. 본 연구실을 비롯하여 여러곳에서 지도의 자동판독에 관한 연구^[33]를 행하고 있다.

본 연구실에서는 parallel vector tracers를 이용해서 많은 정보가 들어 있는 그림 10(a)의 시가지 지도에서, 그림 10(b)와 같이 도로만을 자동추출하는 실험^[34]을 행하였다. 그리고 지도에서 효율이 좋은 도로망 정보를 자동추출하여, 그 벡터화를 행한 알고리즘^[35]도 제안했다.

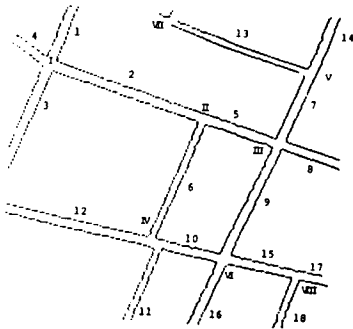
V. 결 론

本稿에서는, 본 연구실에서 행하고 있는 자동차 및 도로 정보처리에 관한 최근의 연구에 대해서 소개하였다.

이후, 점점 자동차의 자동화가 추진되고^[36] 인공지능을 이용해서 자동차의 현재위치를 정확하게 파악할 수 있게 되면, 本稿에서 소개한 연구들이 보다 중요한 의미를 가지게 되리라 생각한다. 앞으로도 계속해서 이 방면의 연구를 추진할 예정이다.



(a) 입력지도



(b) 도로의 추출결과

그림 10. 도로정보의 목적추출의 예

参 考 文 献

[1] 安居院, 中嶋, “畫像工學の基礎”, 昭晃堂
 [2] 安居院, 崔, 中嶋, “畫像處理による車兩番號の抽出”, 第一回 日本非破壞協會 畫像センシングシンポジウム, pp. 141-146, 1986.
 [3] 谷田部照雄, “人工の目を持つ知能自動車”, 人工知能百科, 日本の最近技術シリーズ (8), pp. 192-194, 1982.
 [4] 廣瀬, “兩眼視による立體障害物認識手法 - 知能自動車の人工眼 -”, 計測自動制御學會論文誌, vol. 19, no. 8, pp. 650-658, 1983.
 [5] Inigo, R.M., Mcvey, E.S., Berger, B.J. and Wirtz, M.J., “Machine vision applied to vehicle guidance,” *IEEE Trans. Pattern Analysis & Machine Intelligence*, vol. PAM1-6, pp. 830-826, 1984.
 [6] 福井, 中村, “TV畫像認識による移動ロボット

の3次元位置決め”, 昭和56年度 電子通信學會全大, 1331, 1981.

- [7] Marge, M.I. and Aggarwal, J.K., “Robot Vision for Location Determination and Obstacle Avoidance,” *IEEE CONPCON83*, pp.201-210, 1983.
 [8] Courteny, J.W., Magee, M.J. and Aggarwal, J.K., “Robot guidance using computer vision,” *Pattern Recogn*, vol. 17, no. 6, pp. 585-592, 1984.
 [9] 田上, 高橋, “自動車用慣性航法裝置 エレクトロ・ジヤイロケータ”, 自動車技術, vol. 36, no. 5, pp. 528-534, 1986.
 [10] 中嶋, 安居院, 春松, “高速道路における先行車の同定と追跡に関する検討”, 情報處理學會論文誌, vol. 27, no. 7, pp. 663-670, 1986.
 [11] 高橋, 安居院, 中嶋, “高速道路における先行車兩の同定と追跡 - 第2報 -”, TV學會技報, IPA 81-2, 1985.
 [12] 中嶋, 安居院, 高橋, “矩形Sobelオペレータによるエッジ成分の抽出とその應用, 信學技報, IE86-6, 1986.
 [13] 安居院, 崔, 中嶋, “リアビューからの車兩番號抽出法”, 昭和 60年度 電子通信學會部門全大, 115, 1985.
 [14] 安居院, 崔, 中嶋, “畫像處理を用いた車兩番號の抽出に関する研究, 電子通信學會論文誌, vol. J70-D, no. 3, pp. 560-566, 1987.
 [15] 崔, 吳, 安居院, 中嶋, “컴퓨터 화상처리를 이용한 차량번호판 추출방법”, 대한전자공학회 논문집, vol. 24, no. 2, pp. 309-314, 1987.
 [16] 安居院, 崔, 中嶋, “피라미드階層化高速ハフ變換を用いたナンバープレート領域抽出”, 電子通信學會論文誌 (1987年 7月號採録決定)
 [17] 崔, 吳, 安居院, 中嶋, “피라미드구조화 하프변환을 이용한 차량번호판 추출방법”, 韓國情報科學會 봄 학술발표회, vol. 14, no. 1, pp. 312-315, 1987.
 [18] P.V.C. Hough, “Method and means for recognizing complex patterns,” U.S. Patent 30965, 1962.
 [19] R.O. Duda and P.E. Hart, “Use of the hough transformation to detect line and curves in pictures,” *Comm. Acn*, 15, 1, pp. 11-15, 1972.

- [20] D.H. Ballard, "Generalizing the hough transform to detect arbitrary shapes," *Pattern Recognition*, 13,2, pp.111-122, 1981.
- [21] 長尾, 安居院, 中嶋, "畫像間の距離關數を用いた領域抽出法," *電子通信學會論文誌*, vol. J. 68-D, no. 8, pp. 1465-1472, 1985.
- [22] 杉川, H. T. Kung, D. Menzilcioglu, "磁氣バブルメモリを用いたエレクトロニクスマップ," *信學技報*, EC83-45, 1986.
- [23] Peter Haeussermann, "On board Computer System for Navigation," *Orientation and Route Optimization*, SAE Technical Paper Series 840485, 1984.
- [24] 安居院, 長尾, 鈴木, 中嶋, "道路網地圖處理に關する研究-第1報-", *信學技報*, OS86-7, 1986.
- [25] 坂内, 大澤, "背景地圖畫像と中間媒介圖形を用いた地理情報システム TOGIS," *コンピュータビジョン*, 14-5, 1981.
- [26] 吉野, 吉村, 田中, 市川, "地理情報システムにおける基本操作機能," *コンピュータビジョン*, 32-3, 1984.
- [27] 宮武, 松島, 角本, 江尻, "地形圖かうの道路網作成の試み," *第27回情報處理學會全大*, 40-5, 1983.
- [28] 安居院, 長尾, 鈴木, 中嶋, "道路表示のための曲線補間に關する一考察," *電子通信學會全大*, 1563, 1986.
- [29] 安居院, 三澤, 中嶋, "道路網データにおける最短時間経路割り出し," *昭和60年度 電子通信學會全大*, 42, 1985.
- [30] 安居院, 三澤, 中嶋, "主要道路網を用いた最短時間経路割り出し法," *昭和61年度 電子通信學會全大*, 1586, 1986.
- [31] Dijkstra, "A note on two problems in connection with graphs," *Numerische Mathematik*, 1, p. 269.
- [32] Nicholson, "Finding the shortest route between two points in a network," *Computer J.*, pp.275-280, 1969.
- [33] 安居院, 中嶋, "畫像處理手法を利用した地圖圖形の解析," *第2回オートカルトジャパン*, D-2
- [34] 中嶋, 安居院, 飯塚, "市街化地圖に對するパラレルベクトルトレースを用いたグラフ構造解析," *電子通信學會論文誌*, vol. J67-D, no. 12, pp. 1419-1426, 1984.
- [35] 長尾, 安居院, 中嶋, "地圖畫像中の道路網に對するベクトル化手法," *昭和62年度 電子通信學會全大*, 1987.
- [36] 原島, 笹山, "自動車における最近のエレクトロニクスの應用," *電子通信學會論文誌*, vol. 69, no. 5, pp. 453-461, 1986. *

♣ 用 語 解 說 ♣

CAS (collision avoidance system) : 충돌 예방장치

이동체, 예를 들면 선박, 항공기등의 충돌을 예방할 목적으로 고안된 전자응용 시스템. 1차 레이다를 이용하는 방식과 2차 레이다를 이용하는 방식이 있다. 전자는 단독으로 사용할 수 있기 때문에 후자보다 널리 보급되어 있다. 이 방식은 자기의 레이다 정보를 처리하여 충돌예방에 필요한 데이터를 얻어 내는 방법이다

CM (countermeasure) : 역탐지

상대 물체 표적을 탐지하려고 발사한 전파를 수신하여 역으로 그 전파의 발사원을 탐지하는 것과 그 탐지 전파를 방해하는 것. 후자를 ECM (electronic counter measure) 이라고도 한다