

화상처리 기술을 이용한 자동차 교통 제어에 관한 연구

최형진[†] 양해솔^{††}

요 약

자동항법 시스템은 자동차의 자동 운전 및 운전자에 대한 고도의 지적 보조를 지원하기 위하여 컴퓨터를 이용한 시스템을 구축하여 운전자에게 보다 많은 정보를 제공한다. 본 논문에서는 시스템에 필요한 통행차량을 추출하기 위하여 동화상 처리 기법을 이용하여 필요없는 배경 영역을 효율적으로 제거함으로써 통행차량을 추출하는 새로운 알고리즘을 제안한다. 우선 연속적으로 입력되는 복수의 입력 화상을 이용하여 서로 연속하는 입력 화상과의 차이 화상을 작성한다. 그리고 작성된 차이 화상에서 움직임이 있는 영역을 추출하여 마스크 화상을 작성한 후 전후의 마스크 화상을 이용하여 입력 화상에서 배경 영역을 제거함으로써 통행 차량을 추출한다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 배경 화상을 사용하지 않고 배경의 변화가 심한 옥외에서도 안정적으로 배경 영역을 제거하여 통행차량을 추출할 수 있으며 실제적으로 도로 상을 주행 중인 통행차량 추출에 적용한 예를 보인다.

A Study of Automatic Vehicle Control by Image Processing

Hyung Jin Choi[†] and Hae Sool Yang^{††}

ABSTRACT

Auto Navigation System is to provide a vehicle driver with more driving information by developing a computer-based system which supports advanced knowledge to a vehicle driving automation system and a driver. In this paper, we propose a new algorithm for the extraction of passing car which removes a background region using a series of images. First, we generate two difference images from three original images by getting the difference values between every two of them in sequence. Second, we generate two mask images from the two difference images. Finally, we extract passing car using the one original image and the two mask images. Using this algorithm we can extract the moving object in the outdoors.

1. 서 론

자동차는 현대 사회에서 우수한 기동성을 발휘하는 교통수단이며, 최근 자동차 수의 증가로 인하여 자동차 교통의 안전화를 목적으로 하는 자동 운전 혹은, 자동차의 자동 보조와 자동차 흐름의 효율적인 제어 등이 중요한 과제로 대두되고 있다. 미국이나 일본 등지에서는 1960년대 부터 도로교통의 자동제어를 위한 교통관제 시스템

개발을 위한 필름이나 비디오 테이프를 이용하는 방법이 연구되고 있다[1, 2, 3].

이러한 연구들은 카메라 등의 장치를 이용하여 도로 상황을 감시하거나 수작업에 의해 도로상황을 입력하여 차량의 대략적인 움직임만을 추출하고 있다. 그러나 자동차 교통제어를 하기 위해서는 차량 특징을 추출하여야 한다. 따라서 연속 화상에서 안정적으로 자동차를 추출하여 인식할 수 있다면 자동차의 개별 인식이나 교통량 제어 등 향후 목표로 하고 있는 자동 항법 시스템 구축에 크게 이바지하리라고 생각된다.

우선, 본 논문에서는 도로 위를 달리고 있는 자동차를 동적인 물체로 간주하여 배경 영역을 제거하고 움직이고 있는 자동차만을 안정적으로

· 이 논문은 93년도 학술진흥재단 신진과제 학술 연구 조성비에 의해 연구되었음.

[†] 정 회 원 : 강원대학교 전자계산학과 조교수

^{††} 종신회원 : 강원대학교 전자계산학과 교수

논문접수: 1994년 8월 30일, 심사완료: 1994년 9월 24일

추출한다.

화상처리 분야 중에서 복수의 화상을 동시에 처리하는 동화상 처리는 최근 VLSI 기술과 컴퓨터의 고속화에 힘입어 급속히 증가하고 있으며 그 응용 분야도 확대되어 중요성이 점점 높아 가고 있다.

동화상 처리는 각각의 정지 화상에서 추출한 특징을 이용하여 화상사이의 상관 관계를 검출할 수 있으므로 물체의 움직임이나 변화를 파악할 수 있다. 따라서 2차원적인 정지 화상을 여러장 이용함으로써 3차원 처리가 가능하여 보다 정확한 물체 인식을 할 수 있다. 응용 분야로서는 컴퓨터 비전, 무인 창고, 감시 시스템 등이 있다.

입력 화상에서 동적인 물체를 추출할 경우 추출 대상의 물체가 비교적 클 경우에는 배경 영역에 의한 영향이 적기 때문에 배경 영역을 별도로 제거할 필요없이 정지 화상을 이용하여 특징을 추출 인식할 수 있다. 그러나 추출대상 물체가 작을 경우에는 배경 영역을 별도로 제거하여 물체를 추출하여야 하기 때문에 배경 영역을 효율적으로 제거하여야 한다.

지금까지 제안된 배경 영역을 제거하는 일반적인 방법으로는 움직임이 포함되지 않는 배경 화상을 미리 준비 해두고 동화상과의 차이를 취하는 알고리즘이나 배경 화상을 일정한 시간 간격으로 계속 갱신하는 알고리즘 등이 제안되어져 있다[4, 5, 6, 7, 8, 9].

그러나 이러한 알고리즘들은 비교적 배경의 변화가 적은 공장 내부나 실내의 경우에는 유효하지만 시각이나 기후 변화로 인하여 배경 영역이 비교적 변화가 심한 옥외에서는 미리 준비해 둔 배경 화상을 이용하여 안정적으로 배경 영역을 제거하는 것은 곤란하다. 따라서 시각이나 기후 변화에 대응하기 위해서는 계속해서 배경 화상을 갱신하여야 할 필요성이 있으나 옥외에서는 기후 변화에 의한 명암 변화나 바람 등에 의한 배경 영역의 변화 등으로 계속해서 배경 화상을 갱신하는 일 또한 어려울 경우가 많다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하

여 배경 화상을 이용하지 않고 차이 화상과 마스크 화상을 이용하여 배경 영역을 효율적으로 제거하여 동적인 물체를 추출하는 새로운 알고리즘 제안한다.

우선, 대상물 이외의 움직임이 있는 비대상물을 제거하기 위하여 각각의 화상에 전처리를 행한 후 연속하는 화상과의 차이를 취하여 차이 화상을 작성한다. 작성한 각각의 차이 화상에서 임계값을 설정하여 필요없는 이동 영역을 제거하여 윤곽선 화상을 작성한다. 그리고 윤곽선 화상 내부에 들어가 있는 윤곽선을 제거하여 작성한 마스크 화상을 이용하여 입력 화상에서 통행 차량을 추출한다.

2. 원화상의 입력

실험에는 일반 국도에서 높이 6m의 육교 위에서 부각 30도로 고정된 비디오 카메라를 이용하여 연속적으로 원화상의 촬영을 행하였으며 촬영한 화상은 아래 조건을 이용하여 한장씩 오프라인으로 컴퓨터에 입력한다. 추출 대상인 자동차는 화상의 위쪽에서 아래쪽으로 진행한다.

따라서 화상 상부 2라인의 평균 계조값이 그 아래 2라인의 평균 계조값보다 20% 이상 계조값의 변화가 있을 경우에는 움직이는 물체인 자동차가 입력되었다고 판단하여 0.3초 후의 화상을 원화상1로 입력한다. 계속해서 0.3초 간격으로 3매의 원화상을 입력한다. 0.3초 간격으로 원화상을 입력하는 것은 일반 국도에서 시속 50km/h 전후로 자동차가 주행하고 있다고 가정하여 계산한 실험값이다. 각각의 원화상은 256*240 화소, 흑백 256계조로 입력하며 입력한 3매의 화상을 어떤 대상 물체의 원화상으로 간주한다.

본 논문의 실험은 기초적인 견해를 얻기 위하여, 처리하는 화상 중에는 대상 물체를 한 종류로 국한하였으며 날씨는 맑거나 흐린 점심 시간을 이용하여 비교적 시계가 양호한 상태에서 행하였다. (그림 1)에 0.3초 간격으로 입력한 원화상의 예를 보인다.



(a) 원화상 1



(b) 원화상 2



(c) 원화상 3

(그림 1) 원화상
(Fig. 1) Original images

3. 전처리

일반적으로 연속하는 2매의 화상에서 계조값의 차이를 구하면 2매의 화상 사이에 존재하는 계조값의 변화가 있는 부분, 즉 동적인 물체가 존재하는 부분이 추출된다. 그러나 비디오 카메라로부터 입력된 화상에는 비디오 카메라 특성에 의한 얼룩이나 시간적인 불안정성 등에 의한 노이즈가 포함되어 있다. 따라서 정지되어 있는 배경 영역일지라도 계조값의 차이는 거의 대부분 0으로 되지 않는다.

그리고 순간적인 일기 변화로 인하여 대상으로 하지않는 비대상물도 입력되므로 제거하여야 한다. 이러한 점들을 고려하여 원화상에 다음과 같은 전처리를 행한다. 전처리에서는 노이즈를 제거하기 위한 처리를 행한 후 비대상물을 제거하기 위한 처리를 행한다.

3.1 노이즈 제거

3*3 마스크에 의한 평활화 처리에 의하여 원화상에 포함되어 있는 노이즈를 제거한다. 평활화 처리에는 식(1)에 제시한 3*3 평활화 마스크 $M(m, n)$ 을 이용한다[10, 11].

$$M(m, n); \frac{1}{10} \begin{matrix} \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \end{matrix} \quad (1)$$

단, $m, n=1, 2, 3$

원화상의 주목화소 (i, j) 에서의 계조값을 $h(i, j)$ 로 가정하면, 평활화 후의 계조값 $f(i, j)$ 는 식(2)와 같다.

$$f(i, j) = h(i, j) * M(m, n) \quad (2)$$

3.2 비대상물 제거

비대상물을 제거하기 위하여 평활화 처리를 행한 화상에 대하여 3*3 마스크에 의한 수평선성

본 추출용 Sobel 변환을 행한다[10, 11, 12, 13]. 이 처리는 본 실험에서 사용하고 있는 추출 대상인 자동차에 많이 포함되어 있는 수평선성분을 강조하기 위함이며, 식(3)에서 제시한 마스크 S(m, n)을 이용한다.

$$S(m, n); \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{matrix} \quad (3)$$

단, m, n=1, 2, 3

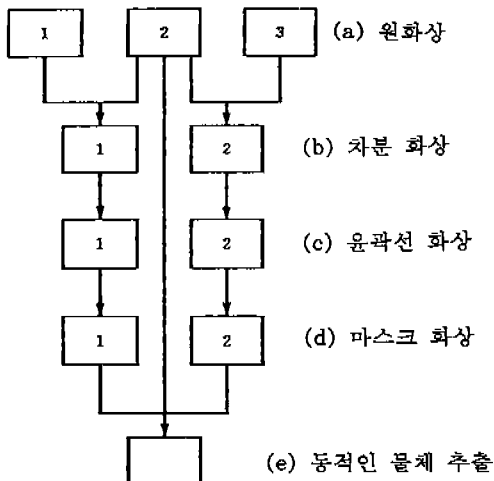
평활화 화상의 주목화소 (i, j)에서의 계조값을 f(i, j)로 가정하면 수평선 성분 강조 후의 화상 계조값 g(i, j)는 식 (4)와 같다.

$$g(i, j) = f(i, j) * s(m, n) \quad (4)$$

각각의 3매의 원화상에 식(2)와 식(4)를 이용하여 전처리를 행한 후 다음 처리를 행한다.

4. 통행차량의 추출

전처리를 행한 원화상에서 동적인 물체인 통행차량 추출은 (그림 2)에 나타난 4단계로 행하며



(그림 2) 동적인 물체 추출 수순

(Fig. 2) Procedure of moving object extraction

차이 화상의 작성, 윤곽선 화상의 작성, 마스크 화상의 작성, 마스크 화상에 의한 통행차량의 추출로 나누어진다.

4.1 차이 화상의 작성

연속 화상에서 동적인 물체를 추출하기 위하여 2매의 원화상 사이의 계조값의 차이를 취하여 차이 화상을 작성한다. 연속 화상에서 움직임이 없는 부분, 즉 계조값의 차이 변화가 없는 배경 영역을 제거함으로써 움직임이 있는 물체 만을 추출할 수 있게 된다.

(그림 2)에서 (a)의 3매의 원화상에서 (b)와 같이 2매의 차이 화상을 작성한다. 즉 원화상 1과 원화상 2에서 차이 화상 1, 원화상 2와 원화상 3에서 차이 화상 2를 각각 작성한다. 실제 차이 화상의 작성에는 식(5)를 이용한다. 여기에서 g1(i, j)와 g2(i, j)는 연속하는 2매의 원화상에서 주목하는 어떤 화소 (i, j)의 계조값이며, 구한 d(i, j)가 작성된 차이 화상에서의 화소(i, j)의 새로운 계조값으로 된다.

$$d(i, j) = (g1(i, j) - g2(i, j) * 255) / \max_d \quad (5)$$

단, i=0, 1, ..., 255,

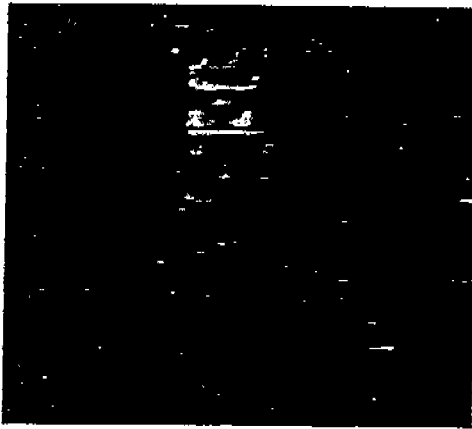
j=0, 1, ..., 239,

max-d는 |g1(i, j) - g2(i, j)| 의 최대값

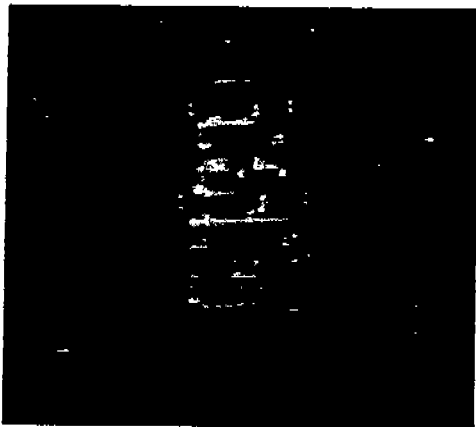
식(5)에 나타난 바와 같이 d(i, j)는 0~255로 정규화 되어 있으며 이것은 추출 대상의 특징을 강조시켜 추출하기 쉽게 하기 위함이다. 전처리로 평활화 처리와 수평선성분 추출용 Sobel 변환을 행한 3매의 원화상에서 작성한 2매의 차이 화상을 (그림 3)에 보인다.

4.2 윤곽선 화상의 작성

작성한 차이 화상에서 윤곽선 화상의 작성에 대하여 논한다. 작성한 차이 화상에서 임계값을 이용하여 0의 백화소와 1의 흑화소로 2치화 한다. 2치화 하기 위한 임계값은 실험에 의하여 전체 화소수의 5%가 흑화소가 되도록 결정하였다.

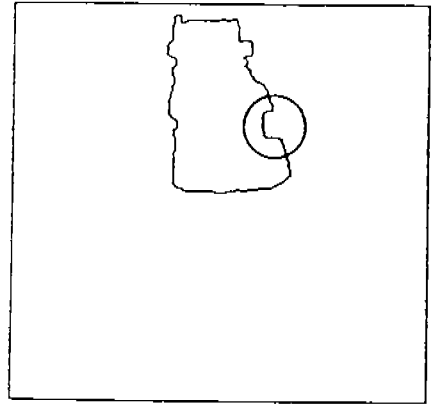


(a) 차분화상 1

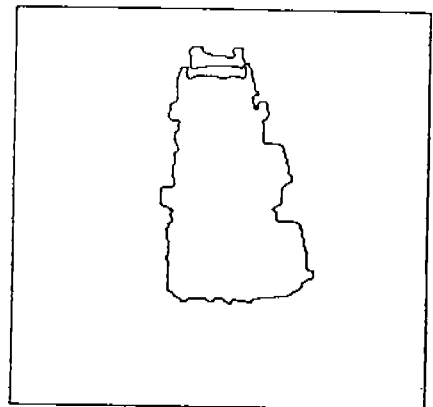


(b) 차분화상 2

(그림 3) 차분화상
(Fig. 3) Difference images



(a) 윤곽선 화상 1



(b) 윤곽선 화상 2

(그림 4) 윤곽선 화상
(Fig. 4) Contour images

2치화한 화상에서 추출 대상의 후보로 되는 영역을 추출한다. 2치화한 화상에서 추출 대상인 동적인 물체는 연속하는 2매의 원화상 사이에서 움직임이 있는 부분이며 이 영역을 후보 이동 영역이라고 정의한다. 이렇게 처리하면 추출 대상물 뿐만 아니라 전처리에서 완전히 제거되지 않은 노이즈나 움직이고 있는 비대상물들도 후보 이동 영역으로 추출되는 경우가 많다. 노이즈는 전처리의 평활화 처리에서 감소시켰기 때문에 상당히 제거되며, 비대상물은 추출 대상인 자동차에 비하여 수평선성분을 그다지 포함하고 있지 않기 때문에 수평선성분 추출용 Sobel 변환에 의하여

상대적으로 화소의 계조값이 낮아져 2치화하게 되면 비대상물이 많이 제거 되지만 부분적으로 추출되는 경우가 발생한다. 따라서 추출된 후보 이동 영역이 추출 대상인 자동차인지, 제거해야 할 노이즈나 비대상물인가를 구별하여야 한다.

추출 대상인 자동차는 수평선성분을 많이 포함하기 때문에 노이즈나 비대상물에 비하여 추출 대상인 동적인 물체는 큰 영역으로 추출된다. 따라서 추출된 후보 이동 영역의 윤곽선의 길이를 구하여 임계값을 설정함으로써 노이즈와 비대상물을 제거할 수 있다. 이상의 점들을 고려하여 추출된 후보 이동 영역의 윤곽선 길이를 구하여

일정한 윤곽선 길이 이상의 것만을 이동 영역으로 남겨두어 윤곽선 화상을 작성한다. 그러나 추출되는 후보 이동 영역의 윤곽선은 완전히 연결되어 있지 않은 경우가 많기 때문에 후보 이동 영역을 정확히 추출하기 위하여 아래와 같은 처리를 행한다. 본 논문에서는 윤곽선 절단을 방지하기 위하여 후보 이동 영역의 윤곽선에 해당하는 흑화소를 둘러싼 주변 8화소를 흑화소로 변환시켜 윤곽선 두께를 굵게하여 윤곽선을 연결시킨다.

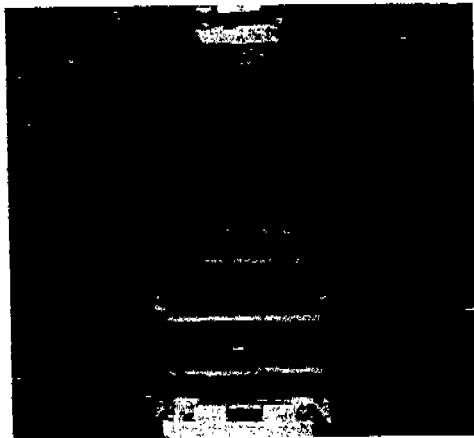
이상의 처리를 2매의 차이 화상에 각각 행하여 윤곽선 화상을 작성한다. 차이 화상 1에서 윤곽

선 화상 1, 차이 화상 2에서 윤곽선 화상 2를 작성한다. (그림 4)는 (그림 3)의 차이 화상을 2치화 하기 위한 임계값을 25, 윤곽선 길이의 임계값을 200으로 결정하여 작성한 윤곽선 화상의 예이다.

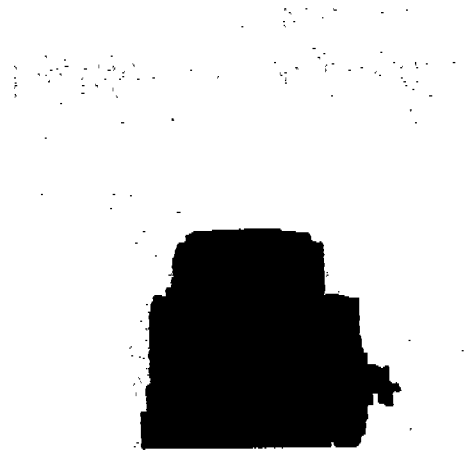
이상과 같은 처리를 행하면 (그림 5)(a)의 차이 화상에 나타난 비대상물이 윤곽선 길이를 제한함으로써 (b)와 같이 비대상물이 제거된 윤곽선 화상을 구할 수 있다.

4.3 마스크 화상의 작성

차이 화상에서 2치화하여 윤곽선을 추출하면

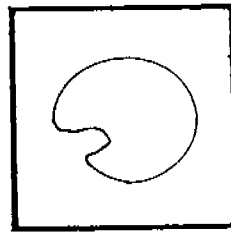


(a) 차분화상



(b) 윤곽선 화상

(그림 5) 제거된 비대상물
(Fig. 5) Removed non-object

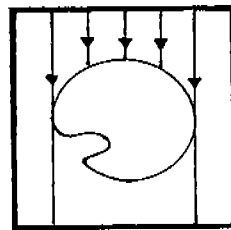


윤곽선 화상

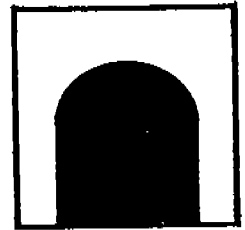


화상 A

(a)

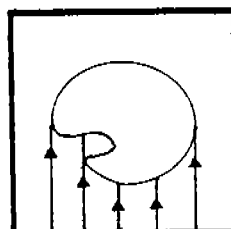


윤곽선 화상



마스크 화상

(b)



윤곽선 화상



마스크 화상

(c)

(그림 6) 마스크 화상 작성법
(Fig. 6) Masking of mask images

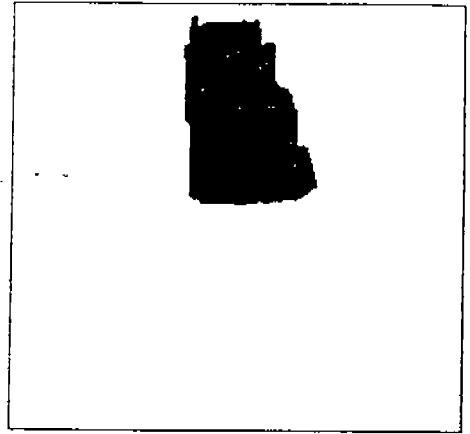
(그림 4)에 보이는 바와 같이 이동 영역의 내부까지 윤곽선이 들어가는 경우가 발생한다. 특히, 동적인 물체가 겹쳐져 있는 부분은 그 화소의 제조값이 거의 동일하기 때문에 제조값의 차이가 낮아져 내부까지 윤곽선이 들어가는 경우가 있다. 따라서 단순히 윤곽선 내부를 흑화소로 변환시켜 주는 것만으로는 정확한 이동 영역을 추출하기가 곤란하다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 아래와 같은 처리를 윤곽선 화상에 행하여 마스크 화상을 작성한다.

우선 (그림 6)에서 (a)와 같이 모든 화소를 흑화소로 한 원화상의 크기와 같은 256*240 화소의 화상 A를 정의하여 윤곽선 화상의 상단에서 수직 방향으로 윤곽선을 탐색하여 윤곽선이 검출될 때까지 (b)와 같이 화상 A에 대응하는 화소를 백화소로 변환시킨다. 하단에서도 같은 방법으로 (그림 6)의 (c)와 같은 처리를 행한다. 이렇게 하여 화상 A를 처리한 것이 마스크 화상으로 된다.

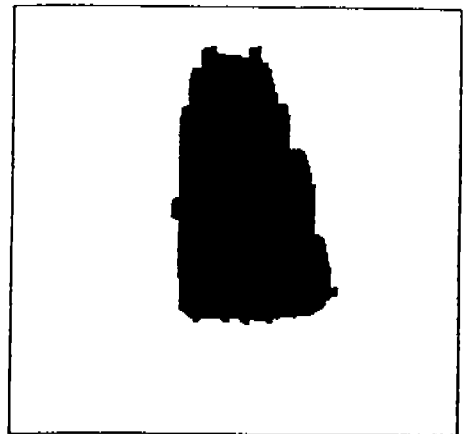
이상과 같은 처리에 의하여 이동 영역의 수평 방향 내부에 들어 있는 윤곽선을 제거할 수 있다. 수직 방향 내부에 들어있는 윤곽선을 제거하기 위해서는 수평 방향에 대해서 처리를 행하면 된다. 그러나 본 실험에서는 도로 상에서 주행하고 있는 자동차를 정면에서 촬영한 화상을 이용하고 있기 때문에 수직 방향에는 내부까지 윤곽선이 들어가는 경우가 거의 없다. 따라서 수평 방향에 대해서는 처리를 행하지 않고 마스크 화상을 작성한다. 이상의 처리를 2개의 윤곽선 화상에 각각 행하여 2개의 마스크 화상을 작성한다. 윤곽선 화상 1에서 마스크 화상 1, 윤곽선 화상 2에서 마스크 화상 2를 각각 작성한다. 작성한 마스크 화상의 예를 (그림 7)에 보인다.

4.4 통행차량의 추출

작성한 마스크 화상을 이용하여 원화상에서 동적인 물체를 검출하는 방법은 연속하는 2개의 마스크 화상의 공통 부분과 원화상의 논리곱을 구하여 행한다. 구체적으로는 (그림 2)(d)와 같이



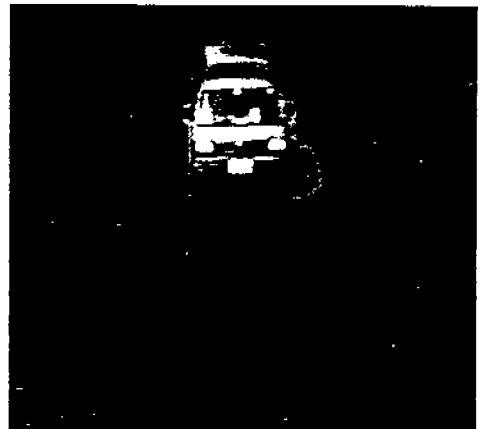
(a) 마스크 화상 1



(b) 마스크 화상 2

(그림 7) 마스크 화상

(Fig. 7) Mask images



(그림 8) 추출결과

(Fig. 8) Result of extraction

마스크 화상 1과 마스크 화상 2와의 공통부분을 원화상 2에서 추출함으로써 추출 대상으로 하는 동적인 물체인 자동차를 (그림 2)의 (e)와 같이 추출할 수 있다. (그림 8)은 2매의 마스크 화상을 이용하여 3매의 원화상의 배경 영역을 제거하고 동적인 물체인 통행차량을 추출한 예이다.

5. 결 론

본 논문에서는 배경 영역을 효율적으로 제거하기 위하여 차이 화상과 윤곽선 화상, 마스크 화상을 제안하여 배경 영역을 제거하기 때문에 외부 환경의 변화에 관계없이 추출 대상의 동적인 물체인 통행차량을 안정적으로 추출할 수 있었다.

추출 대상의 동적인 물체를 실제로 도로 위를 달리고 있는 자동차를 대상으로 하였으며 차량을 연속적으로 촬영한 연속 화상을 이용하여 배경 영역을 제거하고 추출 대상의 차량을 추출하였다.

본 실험에서는 일반 국도에서 실험을 행하였으며 0.3초 간격으로 원화상을 입력하고 있기 때문에 시속 50km/h 전후의 경우에 대해서는 안정적으로 동적인 물체인 자동차를 추출할 수 있었다. 그리고 실험 장소에 따라서 원화상을 입력 할때의 시간 간격을 변화시킴으로써 다른 경우에도 적용 될 수 있으리라 사료된다. 또한, 추출 대상으로 하는 물체에 따라서 원화상의 매수를 늘려 줄 수도 있을 것이다. 화상 내부에 포함되는 자동차 이외의 움직이고 있는 부분, 예를 들면 바람에 나부끼는 나무 가지 등의 비대상물은 화상의 평활화와 대상 물체인 차량의 특징을 강조함으로써 동적인 물체인 차량·만을 효과적으로 추출할 수 있었다.

그리고 이동 영역 추출에서 비대상 이동 영역은 윤곽선 길이가 짧다는 특징을 이용하여 제거하였다. 실험 결과는 추출한 대상물과 수동으로 잘라낸 대상물의 면적을 비교하여 80% 이상 일치하면 정확하게 추출되었다고 간주한다. 실제로 도로 위를 주행하고 있는 292대의 자동차

중에서 281대가 정확하게 추출되었으며, 나머지 11대는 자동차가 고속으로 주행 중인 경우와 4.2절에서 행한 윤곽선 연결 처리로도 윤곽선이 연결되지 않는 경우였다. 향후 추진할 연구는 복수의 동적인 물체가 존재하는 경우, 각각의 추출을 행하여 물체 각각의 움직임 분석 및 인식을 위한 알고리즘을 개발하는데 있다. 향후 추진 할 연구에서 동적인 물체의 각각의 추출에는 후보 이동 영역을 고려함으로써 많은 부분이 해결되리라고 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] R. M. Inigo, E. S. Mcvey, B. J. Berger, and M. J. Wirtz, "Machine Vision Applied to Vehicle Guidance", IEEE Trans. Pattern Analysis & Machine Intelligence, Vol. PAMI-6, pp. 820-826, 1984.
- [2] N. Hoose and L. G. Willumsen, "Automatically Extracting Traffic Data from Videotape using the CLIP4 Parallel Image Processor", Pattern Recognition Letters 6, pp. 199-213, 1987.
- [3] A. KUDO: "화상처리 수법을 이용한 교통량 측정 시스템", 일본전자통신 학회 논문지, J68-D, 3, pp. 308-315, 1985.
- [4] S. TSUJI, "동화상처리", 일본정보처리학회 논문지, 21, 6, pp. 107-112, 1980.
- [5] H. TSUKUYAMA, "동화상처리에 의한 3차원 운동의 해석", 일본 시스템과 제어학회 논문지, 28-12, pp. 698-706, 1984.
- [6] J. TODA, "A Measuring Method of Queue Length using Moving Pictures", Nat. Conv. IECE Japan, 166, 1985.
- [7] I. YAMAMOTO, "연속화상의 처리", 일본전기학회지, 105-5, pp. 417-420, 1985
- [8] J. W. COURTNEY, M. J. MAGEE and J. K. AGGARWAL, "Robot Guidance using Computer Vision", Pattern, Recognition, 17, 6, pp. 585-592, 1984.

- [9] It's gak DINSTEIN, "A New Technique for Visual Motion Alarm", Pattern Recognition Letters 6, pp. 347-351, 1988.
- [10] 최형진, T. AGUI, M. NAKAJIMA, "도로 정보처리와 컴퓨터비전에 관한 연구", 대한 전자공학회 학회지, 15, 1, pp. 106-113, 1988.
- [11] 김태균, 최형진, "화상 처리 기초", 정익사, pp. 1-350, 1990.
- [12] 최형진, T. AGUI, M. NAKAGIMA, "A Method of Number Plate Extra-ction using a

Fast Hough Transformation for A Feature Preserving Hierarchy", 일본 전자정보통신학회 논문지, J71-D, 5, pp. 856-862, 1988.

- [13] 최형진의 2명. "A Fast Hough Transformation using Pyramid Hierachy", 일본 전자정보통신학회 논문지, IE86-67, pp. 49-56, 1986.



최 형 진

1982년 영남대학교 물리학과 졸업(학사)
 1987년 日本 동경공업대학 정보공학과(공학석사)
 1990년 日本 동경공업대학 정보공학과 인공지능 전공(공학박사)
 1990년~91년 한국전자통신연

구소 선임연구원
 1991년~현재 강원대학교 전자계산학과 조교수
 관심분야: 인공 지능, 화상 처리, 패턴인식, 컴퓨터 비전, 컴퓨터그래픽 등.



양 해 술

1975년 홍익대학교 공과대학 전기공학과 졸업(학사)
 1978년 성균관대학교 정보처리학과 정보처리 전공(석사)
 1991년 日本 오사카대학 기초공학부 정보공학과 소프트웨어공학 전공(공학박사)
 1975년~79년 육군중앙경리단

전자계산실 근무

1984년~92년 성균관대학교 경영대학원 강사
 1986년~87년 日本 오사카대학 객원연구원
 1994년~현재 한국산업표준원 이사
 1994년~현재 한국정보과학회 학회지 편집부위원장
 1994년~현재 한국정보처리응용학회 논문편집위원장
 1980년~현재 강원대학교 전자계산학과 교수
 관심분야: 소프트웨어 공학(특히, S/W 품질보증과 평가, SA/SD, OOA/OOD/OOP, CASE), 소프트웨어 프로젝트관리