

정규화와 엔트로피의 최소화에 의한 영상 경계의 애매성 제거 및 영상 구조 파악에 의한 경계선 추출

조 동 옥[†] · 백 승 재^{††}

요 약

본 논문에서는 정규화 및 엔트로피의 최소화에 의해 영상의 애매성을 제거한 후, 톨미론을 적용하여 영상구조의 파악을 통하여 잡음 제거 및 경계선을 추출하는 방법에 대해 제안하고자 한다. 기존의 방법은 두 개의 영역이 유사한 명암도 분포 값을 가지면서 접촉되어 있거나 명암도 값의 분포가 완만한 경우 경계선을 추출하지 못하는 문제가 존재하였다. 이는 후의 특징 추출 등과 같은 처리 과정에 영향을 미쳐 오인식과 직결되는 문제점을 야기한다. 본 논문에서는 이같은 문제점을 해결하기 위한 방법론을 제안하고자 하며, 실험에 의해 본 논문의 유용성을 입증하고자 한다.

Removal of the Ambiguity of Images by Normalization and Entropy Minimization and Edge Detection by Understanding of Image Structures

Dong-Uk Cho[†] · Seung-Jae Baek^{††}

ABSTRACT

This paper proposes on the methods of noise removal and edge extraction which is done by eliminating the ambiguities of the image using normalization and minimizing the entropy. Pre-existing methods have their own peculiarities and limitations, such as gray level distributions change very slowly or two regions which having similar gray level distribution are touched. This affects on the post processing such as feature extraction, as a result, this leads to false-recognition or no-recognition. Therefore, this paper proposes on the methods which overcome these problems. Finally, the effectiveness of this paper is demonstrated by several experiments.

1. 서 론

영상 인식은 크게 세 단계로 나뉘어질 수 있다. 첫 번째가 잡음 제거나 경계선 추출과 같은 전처리과정(pre-processing), 두 번째가 정경내의 물체에 대해 특징을 추출하는 특징 추출, 그리고 마지막으로 셋째가 표준 물체에 대해 특징값을 저장하는 학습과 입력 영상

의 특징값과 표준 물체의 특징값이 어느 정도 일치하는가를 맞추어 보는 정합과정으로 나눌 수 있다^{[1][4]}. 이 중에서 전처리 과정의 수행이 가장 중요한 단계가 된다. 왜냐하면 전처리 과정의 수행이 올바르게 처리되지 못하면 안되면 이것은 다음 단계인 특징 추출에 영향을 미치며 결과적으로 마지막 단계인 정합과정에서 오인식이나 미인식 등과 같은 문제를 야기하기 때문이다. 이를 위해 기존에 저자가 발표했던 논문^[5]을 바탕으로 발표시 해결할 수 없었던 부분을 보완·개선하여 이같은 문제를 해결하고자 한다. 통상 영상의 구조는 크게 세부류로 구분할 수 있다. 첫 번째가 잡음구조, 두 번째가

* 본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 청주대학교 정보통신 연구센터의 지원에 의한 것입니다.
† 정 회 원 : 서원대학교 정보통신공학과 교수
†† 정 회 원 : 청주대학교 대학원 전자공학과
논문접수 : 1999년 6월 1일, 심사완료 : 1999년 9월 1일

경계구조, 그리고 마지막으로 세 번째가 잡음 구조도 경계구조도 아닌 균일(homogeneous)구조로 나눌 수 있다. 그러나 영상에 있어 명암도 값의 분포가 비슷한 두 개의 영역이 접촉되어 있는 경우에는 이를 균일 구조로 처리하게 되는 문제가 존재했다. 즉, 이는 두 개의 영역이 접촉되어 있어 명백한 경계 구조이지만 현재 존재하는 영상 처리 기법들^{[6][7]}로서는 이 같은 경우 이를 경계 구조로 파악하지 않고 균일 구조로 처리하게 되는 문제점이 있었다. 이를 위해 따라서 본 논문에서는 기존에 톨 이론을 적용하여 영상 구조를 파악했던 저자의 방법을 보완·개선하여 이같이 경계 구조가 균일 구조로 파악되는 문제점을 개선하고자 한다. 이것은 입력 영상의 명암도값을 정규화하고 이의 엔트로피를 최소화하는 과정을 거침으로써 영상의 애매성을 해결하고자 하며 제안한 논문의 유용성을 실험에 의해 입증하고자 한다.

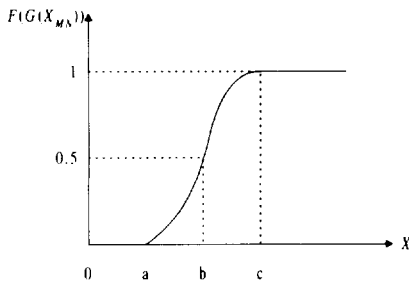
2. 영상에 있어서 엔트로피의 최소화

통상 비슷한 명암도 분포값을 가지는 물체들이 접촉되어 있는 영상을 많이 접하게 된다. 이같은 경우 기존의 방법들^{[6][7]}은 두 개의 물체를 하나의 영역으로 추출하게 되어 결국 오인식을 일으키는 문제점을 야기했다. 이를 위해 본 논문에서는 정규화와 엔트로피의 최소화에 의해 불명료한 물체의 경계를 추출하는 방법을 제안하고자 한다.

2.1 정규화

$M \times N$ 의 해상도와 L등급의 명암도를 가지는 영상은 (식1)과 같이 정규화가 가능하다. 이것은 (그림 1)과 같은 의미를 가지는 함수가 된다.

$$N_{MN} = F(G(X_{MN})) = \left[1 + \frac{|X_{\max} - X_{MN}|}{F_d} \right]^{-F} \quad (1)$$



(그림 1) 정규화 함수

(그림 1)에서

$$F(G(X_{MN})) = \begin{cases} 0 & \dots\dots X \leq a \\ 2\left(\frac{x-a}{c-a}\right)^2 & \dots\dots a \leq X \leq b \\ 1 - 2\left(\frac{x-c}{c-a}\right)^2 & \dots\dots b \leq X \leq c \\ 1 & \dots\dots X \geq c \end{cases} \quad (2)$$

(1)식에서 X_{MN} 은 $M \times N$ 영상에서 (M, N)위치에서의 명암도값을 뜻하며, X_{\max} 는 최대 명암도값을 일컫는다. 또한 N_{MN} 은 L등급의 명암도값이 0~1사이의 정규화된 값으로 바뀐 것이며, F_e 와 F_d 는 영상의 특성에 따라 적절히 조정해 주는 제어 요소가 된다. 이 때 정규화된 N_{MN} 에 대한 엔트로피는 (2)식에 의해 측정할 수 있다.

$$H(X_{MN}) = \frac{1}{MN \ln 2} \sum_M \sum_N S_n(N_{MN}) \quad (3)$$

여기서

$$S_n(N_{MN}) = -N_{MN} \ln(N_{MN}) - (1 - N_{MN}) \ln(1 - N_{MN}) \quad (4)$$

이다. 따라서 통상 두 개의 영역이 접해 있는 부분은 영상의 혼잡도를 나타내는 엔트로피의 값이 최대가 된다. 따라서 이를 최소화 시켜 주어야 하며 이를 (5)식을 이용하여 행한다.

$$N'_{MN} = F(N_{MN}) = \begin{cases} 2(N_{MN})^2, & 0 \leq N_{MN} \leq 0.5 \\ 1 - 2(1 - N_{MN})^2, & 0.5 \leq N_{MN} \leq 1 \end{cases} \quad (5)$$

(5)식을 적절히 반복 수행하게 되면 영상의 혼잡도가 감소하게 된다. 이제 영상의 혼잡도를 최소화 한 후 이를 다시 원래의 명암도값으로 환원시켜야 하는데 이를 (6)식을 이용하여 수행한다.

$$G'_{(X_{MN})} = 255 * N'_{MN} \quad (6)$$

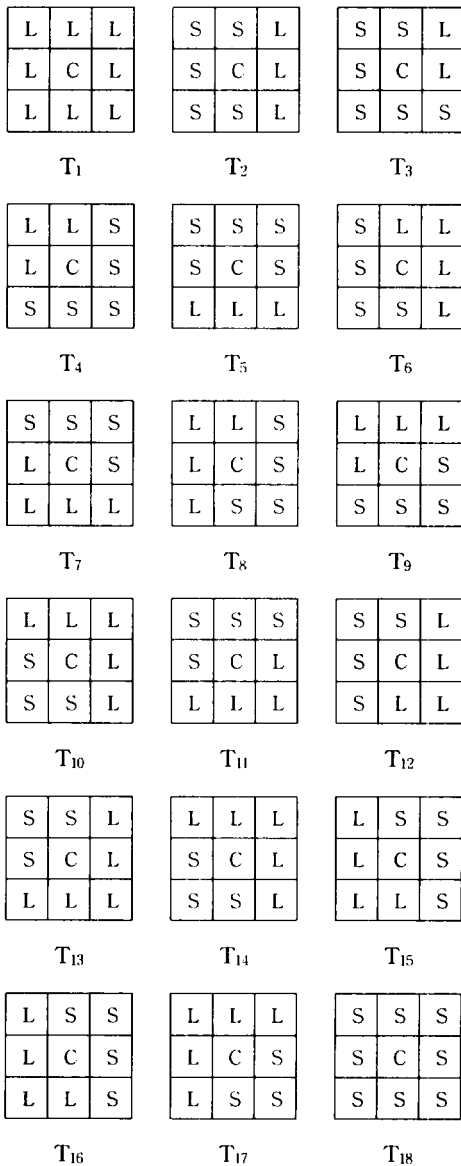
여기서 $G'_{(X_{MN})}$ 은 $M \times N$ 영상에서 (M, N)좌표에서의 새로운 명암도값을 뜻하게 된다.

3. 톨이론에 의한 경계선 추출 및 잡음제거

3.1 영상구조의 파악

이제 앞장에서 기술한 방법에 영상의 애매성이 제거

된 새로운 명암도값을 갖는 영상에 대해 경계선 추출 및 잡음제거를 행해야만 한다. 이를 위해 톨이론¹⁸⁾을 적용한다. 통상 영상 구조는 크게 잡음 영역, 경계 영역 그리고 잡음도 경계도 아닌 균일 영역으로 나뉘어진다. 이를 3×3창 내에서 나타내면 (그림 2)와 같이 크게 18개의 유형으로 영상구조를 나타내는 것이 가능하다.



(그림 2) 영상의 구조

여기서 T₁은 잡음구조를, T₂~T₁₇은 경계구조, 그리고 T₁₈은 균일 영역을 나타낸다. 이때 'S'는 중심화소 C를 중심으로 명암도의 차가 적다(Small)는 의미를, 'L'은 크다(Large)는 의미를 갖는다. 또한 'S'와 'L'을 계산하기 위한 식은 아래식과 같다.

$$\Psi_s(X) = -\log[-(X-255)/255] \quad (7)$$

여기서 $X = |C - S|$

$$\Psi_L(X) = -\log[X/255] \quad (8)$$

여기서 $X = |C - L|$

위 식에 의해 3×3창 내에서 해당 화소가 'S'인지 'L'인지를 결정하고 나면 이것이 (그림 2)의 어떤 영상 구조에 속하는가를 파악해야 한다. 이를 위해 'S'는 '1'의 값으로 'L'은 '0'의 값으로 할당된 후 이를 (그림 2)의 영상 구조의 값과 XOR작업을 하여 그 값이 최소가 되는 원형(template)을 선택하여 영상 구조를 파악할 수 있게 된다.

3.2 잡음 제거 및 경계 추출

이제 파악된 영상 구조를 바탕으로 잡음제거 및 경계 추출을 행하여야 한다. 이때 경계구조로 파악된 영상구조는 경계선을 추출하고, 잡음 구조로 파악된 영상 구조는 3×3창 내의 잡음을 제거하여 새로운 명암도 값으로 대치한다¹⁵⁾.

4. 실험 및 고찰

본 논문에서의 실험은 IBM-PC상에서 C언어를 사용하여 구현하였다. (그림 3), (그림 6)과 (그림 9)가 원본 영상이며 (그림 4), (그림 7)과 (그림 10)이 평균 필터로 잡음을 제거하고 Sobel연산으로 경계선을 추출한 예를 나타낸다. 최종적으로 (그림 5), (그림 8)과 (그림 11)이 제안한 방법에 의해 잡음을 제거하고 경계선을 추출한 예를 나타내었다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 방법이 기존의 방법 보다 좋은 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다. 예로서 (그림 3)의 소녀 영상의 경우 제안한 방법(그림 5)이 기존 방법(그림 4)에서 추출하지 못했던 소녀의 얼굴 인물 내부와 옷의 무늬 부분에 대한 경계를 보다 잘 추출할 수 있었으며 잡음도 보다 효과적으로 추출할 수 있었다. 이는

기존의 방법이 완만한 명암도의 변화를 감지하지 못하는 반면 제안한 방법은 이를 효과적으로 감지한다는 것을 의미한다. 마찬가지로 (그림 7)과 (그림 8)을 비교해 보아도 제안한 방법(그림 8)이 기존 방법(그림 7)보다 태극기와 왼쪽 인물의 바지 등의 경계선을 보다 확실하게 추출할 수 있음을 확인할 수 있었다. 최종적으로 비행기와 구름이 서로 접촉되어 한 덩어리로 뭉쳐져 있는 영상인 (그림 9)의 영상을 비교해 보자.

기존 방법의 결과인 (그림 10)은 구름과 비행기의 경계 부분이 서로 구분이 되지 않고 하나의 물체로 파악이 되어 경계선이 추출된 것을 알 수 있다. 그러나 제안한 방법에 의한 결과인 (그림 11)을 보면 구름과 비행기의 의미 있는 경계 부분을 보다 확실하게 추출할 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한 비행기 내부의 미세한 경계선과 구름 내부에서 존재하는 미세한 경계선도 기존 방법에 의한 것 보다 추출이 잘 났음을 알 수 있었다.

이는 정규화와 엔트로피의 최소화에 의해 영상의 애매성을 제거하여 경계선을 추출하였기 때문이다. 결과적으로 본 논문에서 제안한 방법이 기존 방법보다 효율적으로 전처리과정을 수행할 수 있음을 알 수 있었다. 향후 제안한 알고리즘을 가지고 영상 시스템 구축에 사용할 수 있는 휴먼 비전(human vision)분야나 기계 인식(machine perception)분야 등에 적용하여 구축한 시스템의 효율성과 유용성을 입증하기 위한 연구가 지속적으로 행해져야 하리라 여겨진다.

5. 결 론

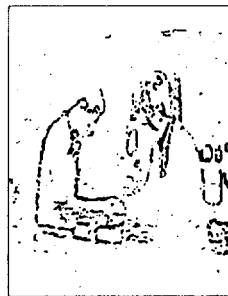
본 논문에서는 정규화와 엔트로피의 최소화에 의해 영상의 애매성을 제거하고 잡음제거 및 경계선을 추출하는 방법에 대해 제안하였다. 입력 영상의 명암도값



(그림 5) 제안한 방법에 의한 결과



(그림 6) 원본 영상



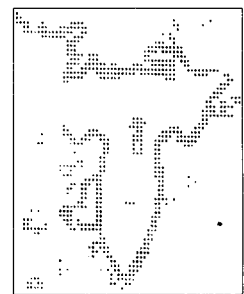
(그림 7) 기존의 방법에 의한 결과



(그림 8) 제안한 방법에 의한 결과



(그림 9) 원본 영상



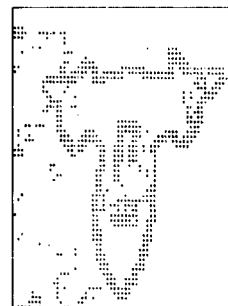
(그림 10) 기존의 방법에 의한 결과



(그림 3) 원본 영상



(그림 4) 기존의 방법에 의한 결과



(그림 11) 제안한 방법에 의한 결과

을 정규화하고 이에 엔트로피의 최소화를 통하여 기존의 명암도값을 새로운 명암도값으로 대체하였다.

새로운 명암도값은 영상의 애매성이 제거된 것이므로 이에 물이론에 의해 영상 구조를 파악하고 경계선 추출 및 잡음 제거를 행하였다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 제안한 방법이 영상의 애매성을 제거하여 보다 확실하게 의미 있는 경계선을 추출할 수 있음을 확인할 수 있었다. 차후 이 같은 전처리 과정 알고리즘을 통하여 휴먼비전과 기계 인식 시스템에 접목하여 하나의 시스템으로의 유용성을 입증하는 일과 보다 세밀한 영상 구조를 정의하는 것에 대한 연구를 지속적으로 행해야 하리라 여겨진다.

참 고 문 헌

[1] M. D. Levine, Vision in Man and Machine, McGraw-Hill, 1995
 [2] Ballard and Brown, Computer Vision, Prentice-Hall, 1982
 [3] R. Nevatia, Machine Perception, Prentice-Hall, 1982
 [4] A. K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NT, 1989
 [5] 조동욱 "화상 구조 파악에 의한 화상의 잡음 제거 및 경계선 추출", 한국정보처리학회 논문지, Vol.4, No.7, 1997
 [6] K. Etemd and R. Chellappa, "A Neural Network Based Edge Detector," Proc. IEEE Int'l Conf. on Neural Network, 1993
 [7] K. Bowyer et al, "Comparison of Edge Detectors: A Methodology and Initial Study," Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition, 1996
 [8] D. Dubois and H. Prade, "Toll sets," Proc. IFSA'91, Brussels, Artificial Intelligence, 1991



조 동 욱

e-mail : ducho@dragon.scowon.ac.kr
 1979.3~1983.2 한양대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)
 1983.9~1985.8 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1985.9~1989.2 한양대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(공학박사)

1982~1983 (주)신도리코 장학생 겸 기술연구소 연구원
 1989~1990 한양대학교 Post Doc. 연구원
 1989~1991 동양공업전문대학 전자통신공학과 조교수
 1993.12 공립학교 교원 임용고시 출제 위원
 1995.3~1997.2 서원대학교 전자계산소 소장
 1995~1997 한국통신학회 충북지부 감사
 1996.10 중앙일보 선정, "충청을 이끌 50인"
 1996.11 한국통신학회, 한국통신학회 충북지부 학술상 수상
 1997.1 중부매일 선정, "21세기의 주역 5인"
 1997.3 서원대학교 개교 기념 공로상 수상
 1997.6 대한적십자사 감사패 수여
 1997.7 한국통신학회 공로상 수상
 1997.12 중앙일보 선정, "한국을 움직이는 인물"
 1999.8 중앙일보 뉴미디어 선정, "한국의 주요 인사"
 1999.3~1995.5 미국 Oregon State University 전기 및 컴퓨터공학과 교환교수
 1991~현재 서원대학교 정보통신공학과 부교수
 1997~현재 충북지방 중소기업기술지원단 위원
 1998~현재 한국통신학회 충북지부 부지부장
 1999~현재 한국정보처리학회 논문지 편집위원
 1999~현재 한국통신학회 학회지 편집위원
 1999.10 멀티미디어 기술사
 1999.11 한국통신학회, 한국통신학회 충북지부 학술상 수상
 관심분야 : 영상처리 및 인식, 퍼지 및 톨 이론, 멀티미디어 시스템

백 승 재

e-mail : charisma@wslab.chongju.ac.kr
 1990.3~1997.2 청주대학교 전자공학과 (공학사)
 1997.3~1999.2 청주대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1999.3~현재 청주대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학중
 관심분야 : 영상처리 및 인식, 부호이론

