

IHS 칼라 좌표계에 의한 심도정보 계측

조 석 제* · 김 종 화*

Depth information measurement by IHS color coordinate

Seok-Je Cho · Jong-Hwa Kim

Abstract

Stereo vision is useful in obtaining three-dimensional depth information from two images taken from different viewpoints. Matching process, the key step in the stereo vision, is difficult and computationally expensive. To solve the stereo matching problem, a new algorithm using IHS color coordinate is proposed here. IHS coordinate appropriately represents human vision color perception and it is easy to manipulate intensity, hue, saturation of the image. Human vision color information can offer abundant feature, so that it reduces ambiguity and improves matching performance compared with the conventional methods.

1. 서 론

스테레오 영상을 정합하는 방법은 기본특징(primitive)의 종류에 따라 특징점 정합(feature-based matching)과 영역 정합(region-based matching)으로 나눌 수 있다. 특징점 정합법은 영상의 경계선, 꼭지점, 영교차점(zero-crossing) 등을 기본특징으로 사용하여 정합한다. 이는 물체의 불연속점에 관련된 특징 부분만 정합하므로 계산속도도 빠르고 비교적 정확한 거리정보를 얻을 수 있다. 그러나 영상의 특징점들에서만 거리정보를 얻으므로 면을 보간하는 후처리 과정이 필요하다. 영역 정합법은 영상의 명암도를 특징으로 사용하여 비교하므로 영상의 모든 부분의 거리정보를 얻을 수 있으나 국부 공간 구조가 부족한 평활한 지역

* 한국해양대학교 제어계측공학과 조교수

에서는 성능이 떨어지는 어려운 점이 있다[1-5].

이러한 명암도 패턴의 유사도를 이용한 영역 정합법은 명도의 차가 적은 영역에서 두 영상을 정합하기가 어렵다. 따라서 명도차가 현저한 양질의 명도 영상이나 이치영상에 주로 사용되어 오고 있다. 최근 이러한 문제점을 해결하기 위해 R.G.B., I.H.S. , Y.I.Q.등과 같은 칼라 정보를 이용한 연구들이 수행되고 있다 [6-8]. 그러나 이들에서는 단순히 3개의 칼라성분을 통합한다는 의미만 가지고 있어서 각 화소 마다의 특징이나 인간의 시각각 요소를 고려하지 않는 경향이 있다. 본 연구에서는 영상영역의 특징에 따라 색 포화도가 다른점을 고려하여 유채색 계통의 영역과 무채색 계통의 영역으로 분할하고, 유.무채색에 따라 스테레오 정합을 수행하고자 한다.

2. 명암도, 색상 및 색 포화도(IHS)에 의한 스테레오 정합

2.1. IHS 좌표계

칼라는 에너지의 스펙트럼 뿐만 아니라 인식하는 인간의 심리적인 감각에 의해서도 표현되어지는 psychophysical한 개념을 가지고 있다. 특히 인간이 색채를 인식할때 색의 성분을 빨간색과 파란색, 밝은색과 어두운색, 연한색과 진한색, 또는 맑은색과 흐린색 등으로 표현한다. 이러한 표현들은 색을 지각하는데 구별되어야 할 성질, 곧 색의 3요소인 명암도(Intensity), 색상(Hue) 및 색 포화도(Saturation)이다.

명암도는 영상의 밝기를 나타내며, 색상은 칼라 스펙트럼의 위치와 관계되는 것으로 빨강, 파랑등으로 표현된다. 한편 색 포화도는 칼라의 선명성을 나타내는 것으로 순수 스펙트럼의 칼라는 완전히 포화된(saturated) 것이며 흐린 칼라는 포화되지 않은(desaturated) 칼라를 나타낸다.

심리적인 양인 색상, 명암도 및 색 포화도를 물리적인 양으로 바꾸기위해서, 식(1)과 같이 RGB 값으로 부터 NTSC 전송방식의 YIQ값을 구하고, 이로부터 식(2)와 같이 IHS값을 구했다. 이를 그림 1과 같이 원통의 좌표계로 표현할 수 있다. 즉 각도는 색상(H)을, 반지름의 크기는 색 포화도(S)를, 그리고 명암도(I)는 수직축의 높이를 나타낸다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\text{Intensity} = Y \quad (2)$$

$$\text{Saturation} = \sqrt{I^2 + Q^2}$$

$$\text{Hue} = \tan^{-1} \frac{Q}{I}$$

IHS 칼라 좌표계에 의한 심도정보 계측

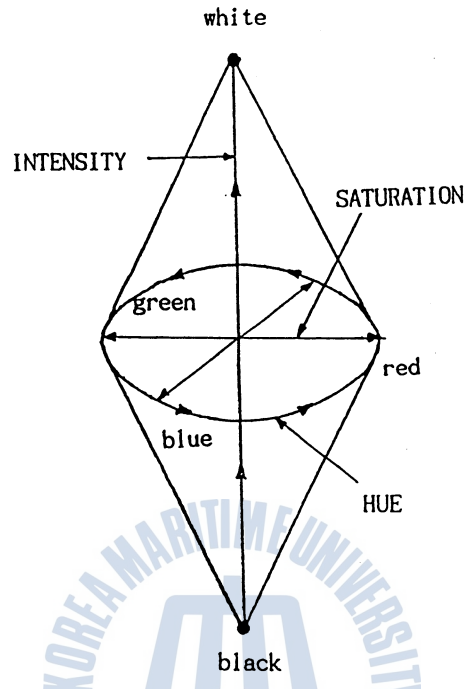


그림 1. IHS 칼라 좌표계

2.2. 스테레오 정합

칼라 영상을 정합하기 위해서는 좌 우 두영상의 유사도(similarity)측정이 중요하다. 두 영상에서 각 칼라 성분의 차를 식(3)과 같은 에너지 함수로 정의하여 유사도를 계산한다.

$$E_{IHS}(x, d) = \sum_{\alpha \in IHS} \sum_{c \in W} \{I_{L\alpha}(x+c) - I_{R\alpha}(x+c+d)\}^2 \quad (3)$$

여기서 I_L 과 I_R 은 좌 우 영상을, d 는 변이(disparity)를, α 는 IHS 각 칼라 성분을 나타내고, W 는 정합하고자 하는 화소 주위의 창을 의미한다. 다양하게 칼라 성분을 가지는 화소들을 정합하기 위해 3성분을 일괄적으로 적용하는 것 보다, 색 포화도가 높은 부분은 색 정보가 중요하며, 색 포화도가 낮은 부분은 색 정보가 중요하지 않는 부분이므로 영상을 구성하는 각 화소의 칼라성분에 따라 다른 특징을 적용하는 것이 유용할 것이다.

본 연구에서는 칼라 영상을 유채색(Chromatic color) 계통과 무채색(Achromatic color) 계통의 두 가지로 분류하여 서로 다르게 좌 우 영상을 비교하므로써 정합을 효율적으로 하고자 한다. IHS 좌표계에서 유채색 성분은 색상(H)과 색 포화도(S)이며, 무채색 성분은 명암도(I) 성분이다. 유채색 신호는 S의 크기와 H의 각도를 가지는 2차원으로 나타낼 수 있으며 무채색 신호는 I의 크기를 나타낸다.

일반적으로 색포화도가 낮은 영역은 유채색 성분이 약하고, 무채색 성분이 강하다. 따라서 식 (4)와 같이 영상의 각 화소의 색 포화도에 문턱치를 주어 색 포화도가 높은 부분(S_H)과 낮은 부분(S_L)으로 영역을 분할한다.

$$S_H = \sum_{c \in W} I_s(x+c) \geq \text{THRESHOLD} \quad (4)$$

$$S_L = \sum_{c \in W} I_s(x+c) < \text{THRESHOLD}$$

색 포화도가 낮은 영역은 명암도 성분만을, 색 포화도가 일정치 이상인 영역은 유채색 성분인 H와 S성분을 정합을 위한 기본요소로 사용한다. 이는 색 포화도가 낮은 영역에서의 색상과 색 포화도, 색 포화도가 높은 영역에서의 명암도는 정합에서 중요한 요소로 작용할수 없다는 것으로 유사도 측정을 위한 좌우 영상의 차를 나타내면 식(5)와 같다.

$$E_{IHS}(x, d) = \delta_L \sum_{\alpha \in I} \sum_{c \in W} \{I_{L\alpha}(x+c) - I_{R\alpha}(x+c+d)\}^2 \quad (5)$$

$$+ \delta_H \sum_{\alpha \in HS} \sum_{c \in W} \{I_{L\alpha}(x+c) - I_{R\alpha}(x+c+d)\}^2$$

여기서 $\delta_H(\delta_L)$ 은 색 포화도가 문턱치 이상일때 1(0) 이고 문턱치 이하일때는 0(1)이다. 스테레오 정합과정을 나타내면 그림 2와 같다.

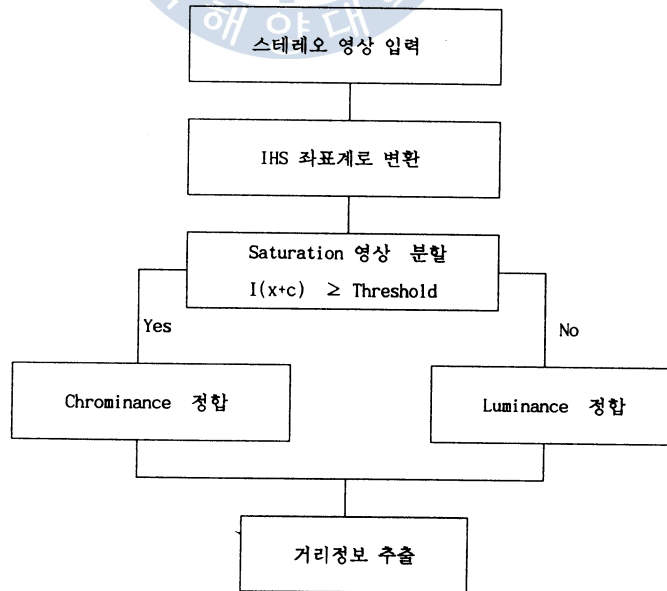
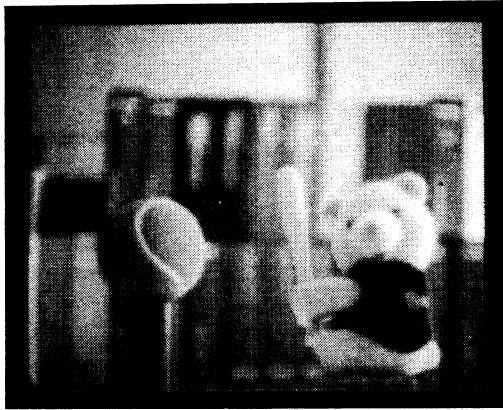
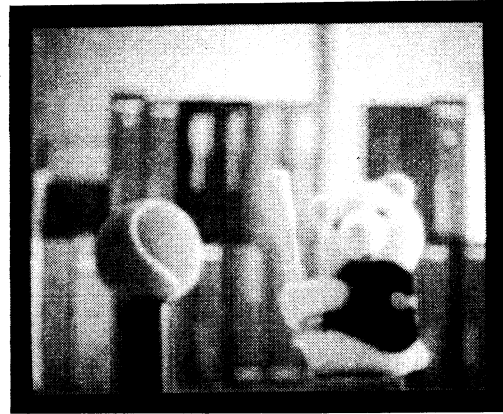


그림 2. 칼라 스테레오 정합과정

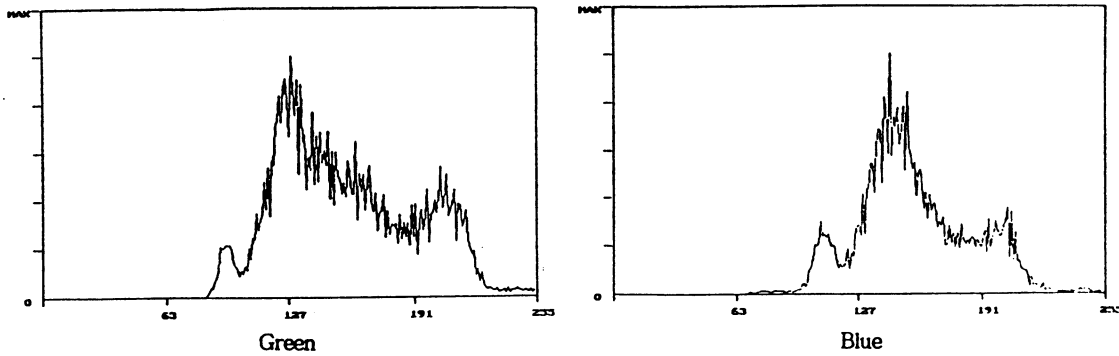
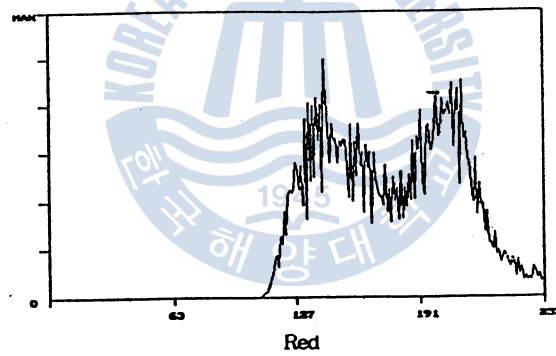


(a) 좌측 영상



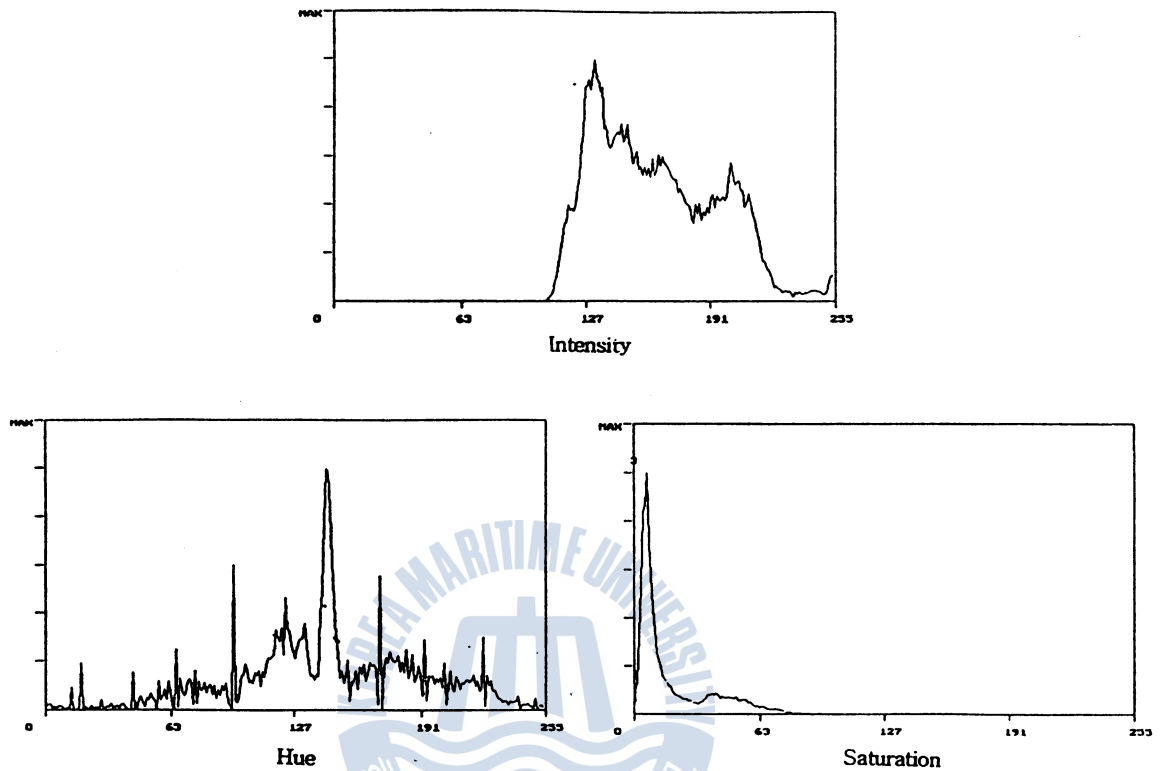
(b) 우측 영상

그림 3. 칼라 스테레오 영상



(a) RGB 성분의 분포

IHS 칼라 좌표계에 의한 심도정보 계측



(b) · IHS 성분의 분포

그림 4. 좌측영상의 칼라 성분별 분포

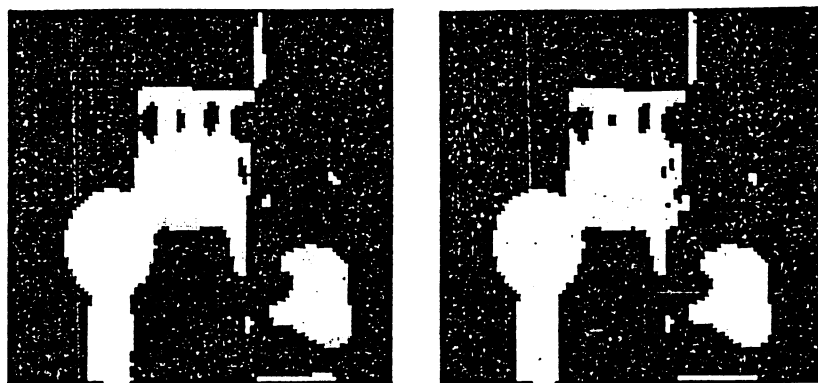
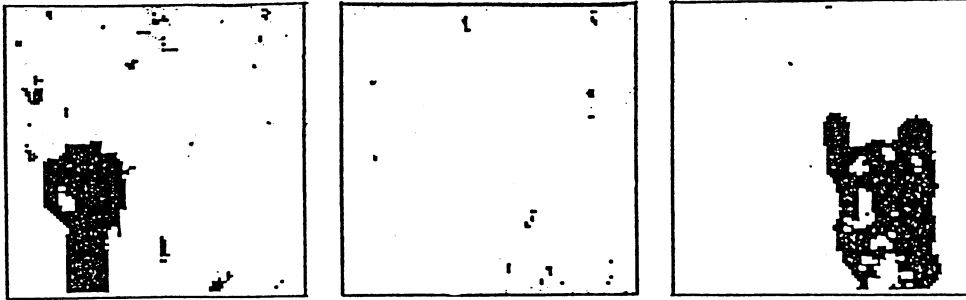


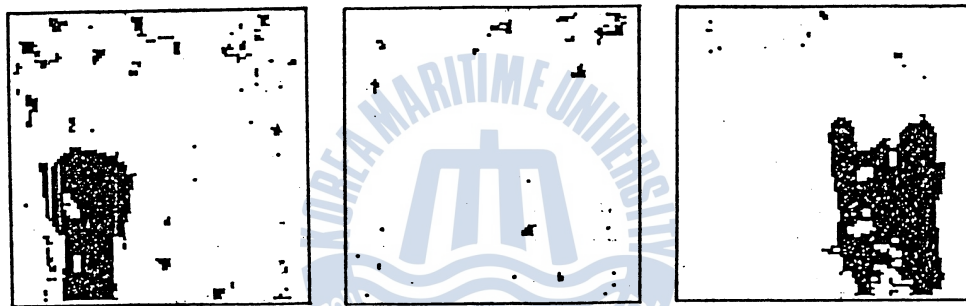
그림 5. 색 포화도에 의해 분할한 스테레오 영상

(threshold = 32)

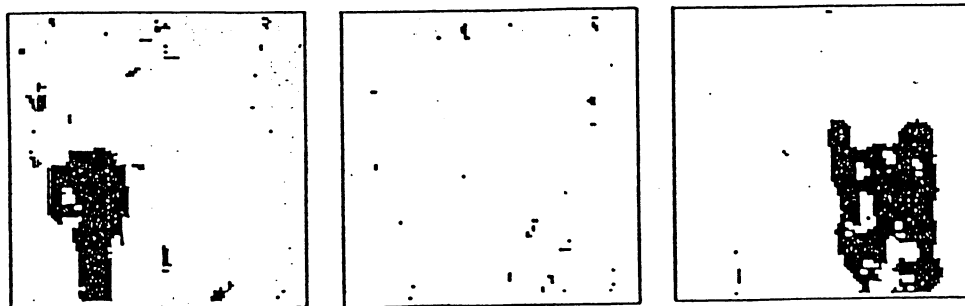
조석제 · 김종화



(a) 제안한 방법에 의한 결과



(b) IHS 모두를 적용한 결과



(c) 명암도에 의한 정합

실험 6. 실험결과(disparity 1, 2, 3)

3. 실험 및 고찰

실험에 사용된 칼라 스테레오 영상은 Epipolar line이 수평이 되도록 얻은 100 X 100 크기의 영상으로, 영상의 허용 최대변이(maximum disparity)는 5화소 이다. 그림 4(a)는 좌측 영상의 RGB성분을 히스토그램으로 나타낸 것으로 전반적으로 RGB 값이 큰 밝은영상이다. 그림 4(b)는 좌측 영상의 IHS성분의 히스토그램을 나타낸 것이다. 색상(hue) 성분은 $-180^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 로 표현되나 이를 $0^{\circ} \sim 255^{\circ}$ 값으로 정규화 했으며, 색 포화도 성분이 전반적으로 낮게 나타나는 영상임을 알 수 있다.

색 포화도 값 32를 기준으로 영상을 유채색 계통과 무채색 계통으로 분할하면 그림 5와 같다. 여기서 밝은 부분은 유채색 계통이며 어두운 부분은 무채색 계통이다. 그림 6(a)는 제안한 방법에 의한 정합결과 이다. 그리고 그림 6(b)는 전영상에 IHS 원소를 적용한 결과이며, 그림 6(c)는 순수한 명암도 값만으로 정합한 결과이다.

실험에서 공은 변이가 1인 화소에서 곱인형은 3인 화소에서 정합 되었다. 유채색 성분이 약한 일부 배경부분에서는 명암도 만 사용한 정합이 더 우수한 결과를 보였다. 이 부분에서는 도입된 칼라 성분으로 인해 오히려 오 정합되는 결과를 보이고 있다. 유채색 성분이 강한 나머지 부분에서는 명암도만 사용한 경우보다 칼라를 사용한 경우가 더욱 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 제안한 방법은 모든 부분에서 특히 물체와 배경의 경계부분에서 우수하게 정합이 되며 정확한 변이 정보를 얻을 수 있었다.

제안한 칼라 스테레오 정합법은 명암도 정보와 칼라 정보를 선별적으로 적용함으로써 조밀하고 정확한 거리정보를 얻을 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 스테레오 정합을 위한 원시 특징으로 IHS 칼라 정보를 이용하였다. 칼라 패턴의 유사도를 비교함에 있어서 유채색 계통과 무채색 계통으로 영상을 분할하고, 분할된 영상에 따라 정합하는 원시 특징을 다르게 적용함으로써 우수한 정합결과를 얻을 수 있었다. 제안된 스테레오 영상 정합법은 기존의 칼라 영상 정합이나 명암도 영상정합보다 더욱 정확하고 조밀한 거리정보를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- 1) Y. Shirai, Three-dimensional computer vision, Springer-Verlag: New York, pp.122-140, 1987.
- 2) B. Julesz, "Binocular depth perception of computer generated pattern," Bell Sys. Tech. J., vol.39,

pp.1125-1162, 1960.

- 3) N. Kim, and A. Bovik, "A contour based stereo matching algorithm using disparity continuity," Pattern Recognition, vol.21, no.5, pp.505-514, 1984.
- 4) 하영호, 조석제, 이준재, "스테레오 정합을 위한 최적화 에너지 함수의 신경회로망 모델링", 대한전자공학회 논문지, vol.27, no.8, pp.129-137, 1990.
- 5) 하영호 외 5인, "칼라 영상처리 및 인식 기술연구", 한국과학재단 연구보고서, 1993, 6
- 6) J. Jordan III, and A. Bovik, "Dense color stereo," SPIE Visual Communication and Image Processing '90, vol.1360, pp.1069-1078, 1990.
- 7) 奥富 正敏, 吉崎 修, 富田 剛司, "カラーステレオマッチングとその視神経乳頭 3次元計測への應用," 日本電子情報通信學會論文誌, D-II, vol.J76-D-II, no.2, pp.342-349, 1993.
- 8) 조석제, 도경훈, 이준재, 이왕국, 하영호, "칼라정보와 신경회로망 모델을 이용한 스테레오 정합", 정보과학회논문지, vol.20, no.7, pp.1029-1038, 1993.
- 9) J. M. Rubin, and W. A. Richards, "Color vision and image intensity: When are change material?," MIT AI Lab., A.I.Memo no.631, May, 1981.
- 10) 甘青, 小谷 一孔, 宮原 誠, "高品位カラ-畫像の處理に必要な量子化精度," 日本電子情報通信學會論文誌, D-II, vol.J76-D-II, no.9, pp.1902-1909, 1993.
- 11) A. K. Jain, Fundamental of Digital Image Processing, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New York, 1989.
- 12) R. C. Gonzalez and Paul Wintz, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1987.
- 13) Y. Ohta, T. Kanata and T. Sakai, "Color information for region segmentation," Computer Graphics and Image Processing, vol.13, pp.222-241, 1980.
- 14) O. D. Faugers, "Digital color image processing within the framework of a human visual model," IEEE Trans. on ASSP, vol.27, no.4, pp.380-392, 1979.
- 15) B. Buchsbaum, and J. L. Goldstein, "Optimum probabilistic processing in color perception. I. Colour discrimination," Proc. R. Soc. Lond. B. vol.205, pp.229-247, 1979.
- 16) B. Buchsbaum, and J. L. Goldstein, "Optimum probabilistic processing in color perception. II. Colour Vision as template matching," Proc. R. Soc. Lond. B. vol.205, pp.249-266, 1979.

