

그림진단을 위한 주제색 및 불균형 판단의 자동화

Machine's Determination of Main Color and Imbalance in a Drawing for Art Psychotherapy

김성인*, 배준, 김재민
(Seong-in Kim, Jun Bae, and Jae Min Kim)

Abstract : Art psychotherapy is widely accepted as an effective tool for diagnosis and treatment of psychological disorders. Important factors for art psychotherapy diagnosis, based on the projection theory that the world of the inner mind appears in drawings, include main color and imbalance of a drawing. This paper develops a system for a machine to determine the main color and the imbalance of a drawing by color recognition and edge detection. Our proposed color recognition procedure adopts NBS(National Bureau of Standards) distance between colors in HVC(Hue, Value, Chroma) color space which is most similar to the human eye's color perception. Our edge detection procedure applies blurring, clustering and transformation to a standard color in a series. Our system considers the numbers of pixels and clusters for each color as a criterion for main color and the frequency of edge coordinates for each region for imbalance. The proposed machine procedure, verified through case studies, can help overcome the subjectivity, ambiguity and uncertainty in human decision involved in art psychotherapy.

Keywords : art psychotherapy, imbalance, color recognition, edge detection, color space, clustering, machine's decision

I. 그림진단에서의 주제색과 불균형

그림을 그리는 사람은 무의식적으로 그 자신의 내면 심리와 감정을 그림에 표현한다는 그림의 투사 기능 이론이 널리 인정되고 있다. 그림의 투사 기능 이론에 입각한 그림진단과 치료는 사람의 심리를 진단하고 치료하는데 크게 기여하여 왔다. 특히 아동은 말로는 표현하기 힘든 그들 내면의 소우주를 그림의 주제, 색깔, 선, 형태 등으로 표현한다. 아동은 보는 바를 그리는 것이 아니고 아는 바를 그리며[1], 사물의 실제 색깔을 칠하지 않고 느끼는 바를 칠한다[2]. 아동의 그림은 그들의 정신적, 정서적 성숙도, 갈망, 감정, 공상, 자라 온 환경 등을 나타낸다. 따라서 아동의 그림은 그들의 심리를 이해하고, 진단하고, 치료하는데 중요한 단서가 된다.

죽음에 이를 수도 있는 병으로 큰 수술(예를 들면, 암, 골수 이식 등)을 받게 된 아동에게 느낌을 물으면 의외로 그들의 대답은 짧고 간단하다. 이 절박한 수술이 아무 문제도 아니며, 기분이 좋고, 모든 것이 잘 될 것이라고 대답한다. 이러한 대답이 심리 치료사, 부모 및 병원 관계자들도 아동의 실제 내면 사정을 잘못 파악하게 만든다. 환자의 솔직한 불안, 두려움, 분노, 절망감은 표출될 수 있어야 하고, 그림은 이를 도와준다[3].

이러한 그림 치료의 유용성이 인정되어 미술 진료 전문가의 진술과 함께 이제는 법원에서 그림을 성적 학대를 받은 아동의 소송 증거물로서 채택하고 있다[4].

법원도 그림을 통하여 얻을 수 있는 정보의 중요성, 유용성, 타당성을 점점 인식하고 있는 것이다. 미국 변호사

협회도 아동의 증언을 돕는 수단으로 그림을 채택하는 것을 지지하고 있다[5].

그림을 해석하는데 있어서 그림의 주제, 선, 형태 등과 함께 그림의 색깔과 불균형은 중요한 역할을 한다. 색깔의 선택은 심리 표현의 첫걸음이 된다. 4-7세는 색을 인식하기 전 단계이며, 7-9세는 특정한 사물을 색으로 표현하고, 14세는 다른 색상들로 특정한 감정을 표현한다[6]. 정신적 외상을 받은 아동들은 색깔을 선택하여 그들의 심리적 고통, 갈망, 무력감, 고독감, 슬픔, 공포, 절망을 외부로 표현한다[7].

가공할 만한 죽음과 파괴를 목격하게 되는 지진, 태풍, 비행기 추락, 전쟁 등과 같은 재앙에 심리적 손상을 입은 아동들의 색채는 다양하지 못하고, 대개 검정, 흰색, 때로는 빨강의 두, 세 개 색깔에 국한한다. 그리고 대부분이 검정을 택한다.

나이에는 관계없이 여성의 경우 남성보다 다양한 색깔을 쓰며, 남성에 있어서 젊은 층이 나이 많은 층보다 다양한 색깔을 쓴다[8]. 빨강은 폭력적이거나 과격한 감정과, 노랑은 적개심과, 갈색은 수줍음과 연관되어 있다[9-12].

마찬가지로 심리, 사회적 역할 또는 사회적 위상이 그림의 불균형으로 나타난다. Lev-Wiesel and Drori (2000)는 인물화(DAP: Draw A Person)가 사회적 역할이나 사회적 위상을 투사한다는 가정 하에, 나이가 많은 과부와 기혼 여성들의 인물화를 분석하였다. 남편을 잃은 과부들은 신체적 안전에 관한 두려움, 혼자 있어야 하는 두려움, 어두움의 두려움, 정상적인 부부로부터의 냉대를 느낀다[14-16]. 이러한 과부들이 그린 사람의 형상은 기혼 여성들의 그림보다 작았으며, 머리의 위치는 보다 아래에 위치하나 전체적인 그림 크기에서는 차이가 없음을 밝혔다.

작은 그림은(높이가 18cm 이하의 작은 그림) 자기 자신의 왜소감, 사회에 대한 적응력 부족, 외부(환경) 요구에 대

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2005. 4. 26., 채택확정 : 2005. 11. 28.

김성인, 배준, 김재민 : 고려대학교 산업시스템정보공학과
(tennis@korea.ac.kr/jbae75@korea.ac.kr/plugg@hanmail.net)

한 열등감을 나타내며, 반대로 큰 그림은 사회적 지위에 대한 자신감을 나타낸다[17,18]. 또한 작은 그림은 자아인식의 부족을 나타낸다[19].

그림의 배치가 중앙에 위치함은 외부 환경에 대한 정상적 관심을 나타내며, 배치가 중앙 상단에 치우치면 목표에 대한 낙관이나[20,21] 거만하거나 타인에 대한 우월감을 나타내고[22], 이에 반해 중앙 하단에 치우침은 불안정하고 무능한 감정 그리고 우울함을 나타낸다[21].

백인 중상위 층의 정신병 환자의 그림은 정상 크기(약 18cm)에 중앙 상단에 위치하며 이와 비교하여 흑인 하위 층의 정신병 환자의 그림은 작은 크기에 중앙 하단에 치중하는 경향이 있다[23,24]. 그림의 하단 배치는 사회적 역할의 축소에서 비롯된 낮아진 자아 이미지를 반영한다[19].

그림 진단은 그 성질상 주관과 경험에 따르기 마련이다. Veltman and Browne(2001)은 5명의 학대 아동이 섞여 있는 28명의 아동을 대상으로 2명의 전문가가 학대 아동을 찾아내는 실험에서 두 전문가의 상호 신뢰성은 즐거웠던 날 그림(FKD: The Favorite Kind of Day)과 동적가족화(KFD: Kinetic Family Drawing) 모두에서 요인별로 “보통” 수준에 그쳤다. 마찬가지로 그림의 색깔과 균형에 대한 진단에서도 판단과 진단에 일관성이 없다. 예를 들면, 보는 이에 따라 주제색이 달라질 수 있다. 나아가, 주제색이 주황이면, 순응적, 명랑, 겁쟁이, 소심, 불안, 상상적, 현실도피를 나타낸다고 하는 반면에[26], 안정적, 상상적임을 나타낸다고 하는 견해도 있다[27].

같은 주황색이 이렇게 순응과 도피, 명랑과 소심, 불안과 안정이라는 상반된 결론을 담고 있다. 마찬가지로 그림 구성의 불균형에 대해서도 같은 그림에 대하여 어떤 사람은 균형이 잡혔다고 판단하고, 다른 사람은 위쪽에 치우쳤다고 보기도 한다.

이러한 점을 극복하기 위하여 KFD에서 요인들의 평가에 객관화와 수치화가 시도되고 있다[28]. 크기와 거리, 근접성의 요인들을 자로 재어 수치로 나타내는 것이다. Burns and Kaufman(1970, 1972)의 KFD 평가 방법에서 2개 요인은 계량적 성격을 갖는다. 평가자 간에 80%가 일치하면 평가의 신뢰성이 높다고 보며, 75-80%가 일치하면 평가를 인정할 수 있다고 본다. 크기 및 거리의 수치에서 약 10% 이내의 차이가 있으면 인정할 수 있다고 본다. 한편 정신적인 병을 앓고 있는 환자들의 그림을 분석하고 이를 수치로 나타내려는 연구들[31,32]도 수행되고 있다.

이러한 객관화나 수치화의 시도에도 불구하고 심리 치료나 그림 치료 분야의 대부분의 치료사들은 기술적인 도구를 인정하기를 꺼린다[33]. 기술을 도입하는데 회의적일 뿐만 아니라, 창조력을 저해시키고, 심지어 비인간적이라고 보는 전통적인 관념에 젖어 있다. 그림 치료 분야에서 컴퓨터의 기능을 활용한 연구로서, Hartwich and Brandecker(1997)는 컴퓨터가 제공하는 adobe photoshop과 같은 기능의 도구로 환자로 하여금 그림을 그리게 하여 피험자들의 반응을 연구하였다. 피험자로 하여금 종이에 그림을 그리게 하면 그림에 대한 저항감과 미술가가 아니라며 반감을 보였으나 컴퓨터가 제공하는 툴을 이용하여 그림을 그리게

하면 이러한 저항감과 반감은 줄어들었다. 또한 그림을 과정보다 저장할 수 있어 별도 촬영이 필요 없는 장점이 있다. 이러한 결과는 사람들이 컴퓨터에 익숙해져 있으며 색깔, 모양, 도구에 본능을 자극하여 장난감 상자와 같이 생각하고 있기 때문이다. 그러나 이러한 정도는 컴퓨터 기술의 초보적 활용일 뿐이다.

의료 진단, 주가 예측 등은 물론 형량 결정[35] 등의 분야에서도 컴퓨터 기술이 도입, 활용되는 마당에서 이제는 그림 진단에서도 이를 적극적으로 활용할 때이다. 컴퓨터 기술을 그림 진단에 본격적으로 응용한 연구로는 Kim et al.(인쇄중, in press)의 인공지능의 한 분야인 전문가 시스템을 하나의 방법론으로 제안한 연구가 있다. 그림 특징, 심리 증상, 개인 환경, 심리 장애의 4가지 요소로 이루어진 그림 진단 체계의 모델화로 과학적, 객관적, 통계적, 체계적이지 못하던 그림 진단 지식들을 체계화하여 모호성, 복잡성, 주관성의 문제를 극복하는 시도를 하였다.

본 연구에서는 그림 진단 요인 중 주제색과 불균형을 기계로 하여금 판단케 하는 자동화 방법을 제안한다. 먼저 그림들은 블러링(blurring)과 클러스터링(clustering)을 통하여 잡음(noise)을 제거한다. 그림의 주제색은 색상들을 대표색으로 변환하여 색상별 픽셀(pixel) 수와 클러스터 수를 근거로 판단하며, 불균형은 색상별 클러스터의 윤곽선을 추출하고, 윤곽선 좌표의 분포를 근거로 판단한다. 이러한 자동화는 정량적 데이터에 의하여 사람마다의 주관적 판단을 줄이고, 진단에 일관성을 가져올 것이다. 또한 자동화는 수백장의 그림을 진단하는 현장에서 전문가가 부족한 상황을 극복하는 도구가 될 것이다. 현재 그림 치료의 많은 전문 지식과 경험이 필요한 그림 치료사들이 매우 부족한 실정이다. 그러나 학교에 종사하는 그림 치료사들은 심리 치료사로서보다는 미술 선생으로 관여하기를 기대하고 있고, 전문가로서의 정체성을 인정받고 있지 못하다는 것을 느낀다는 조사도 있다[37].

제2절에서는 색상 및 윤곽선 인식 시스템을 개발한다. 이를 위하여 색상 체계와 대표색을 선정하고 윤곽선을 검출하기 위한 방법들을 제안한다. 제3절에서는 주제색과 불균형을 판단하기 위한 기준을 설정한다. 제4절에서는 실제 사례를 통하여 이들 방법들과 기준들을 검증한다.

II. 색상 및 윤곽선 인식

1. 색상 인식

색상을 표현하는 공간은 RGB, YUV, HSV, LUV, CIEXYZ, CIELAB, HVC 등 용도와 개념에 따라 다양하다 [38]. 이 중에서 Munsell 표색계로 불리는 HVC는 미국의 화가 Munsell에 의해 고안된 색상 공간으로 사람의 눈에 의한 색상 인식과 비슷하다. HVC는 색의 세 가지 속성으로 각각 색상(Hue), 명도(Value), 채도(Chroma)를 나타낸다. 주어진 색은 HV/C로 표기된다.

Munsell 표색계는 빨강, 노랑, 초록, 파랑, 보라의 5가지 기본색과 주황, 연두, 청록, 청보라, 붉은보라의 5가지 중간색을 더해서 10가지 색상으로 구성되어 있다. 무채색은 중성색(Neutral)의 첫 글자인 N을 붙여 나타낸다. 이 Munsell

표 1. 15가지 분류 색상(A15).

Table 1. A set of 15 standard color.

기본색 이름	HVC 표기
빨강(적)	7.5R 4/14
주황	2.5YR 6/14
노랑(황)	5Y 8.5/12
연두	7.5GY 7/10
초록(녹)	2.5G 4/10
청록	10BG 3/8
파랑(청)	5PB 4/10
남색(남)	7.5PB 2/6
보라	5P 3/10
자주(자)	7.5RP 3/10
분홍	10RP 7/8
갈색(갈)	5YR 4/8
하양(백)	N 9.5
회색(회)	N 5
검정(흑)	N 0.5

표색계는 현재 우리나라의 한국공업규격(KS A 0062-71, 색의 3 속성에 의한 표시 방법)으로 제정되어 있고 또한 교육용(교육부 고시 제312호)으로도 채택되어 있다.

우선 설명의 편의상, 주제색을 그림에서 가장 많이 사용한 색상이라고 정의하자. 그림 진단에 있어서 지식들이 언급하고 있는 주제색의 종류는 세분한다고 하여도 10여 가지를 넘지 못한다. 따라서 이 논문에서는 한국공업규격 KS A 0011, 물체색의 이름에서 분류한 15가지 색상을 기준으로 한다. 더 이상의 분류는 그림 진단에 관한 지식이나 연구 결과가 없으니 의미가 없다. 이 15가지 색상은 표 1과 같다. 이들 색상들로 이루어진 집합을 $A15 = \{\text{빨강, 주황, 노랑, 연두, 초록, 청록, 파랑, 남색, 보라, 자주, 분홍, 갈색, 하양, 회색, 검정}\}$ 으로 표시한다. 표 1에는 각 색상 $i \in A15$ 에 대한 (h^i, v^i, c^i) 값이 주어져 있다. 주어진 그림의 주제색은 픽셀별로 A15 색상 중에서 가장 가까운 색상을 찾고 색상별 픽셀 빈도수를 파악하여 가장 빈도수가 많은 색상이 된다. 기계로 하여금 가장 가까운 색상을 찾게 하는 방법으로는 색상 간의 차이를 측정하는 척도로 거리를 정의하는 방법이 있다. 미국의 국가 표준국(National Bureau of Standards: NBS)은 HVC 공간에서 두 색상(h_1, v_1, c_1)와 (h_2, v_2, c_2)의 거리 척도로

$$\begin{aligned} &dis(h_1v_1/c_1, h_2v_2/c_2) \\ &= 1.2 \{2c_1c_2 [1 - \cos(2\pi(h_1-h_2)/100)] \\ &+ (c_1-c_2)^2 + 16(v_1-v_2)^2\}^{1/2} \end{aligned}$$

을 제시하고 있다. 이를 두 색상 간의 NBS 거리로 부른다.

그런데 이 A15의 색상은 더욱 세분화될 수 있다. 예를 들면, 빨강을 진한 빨강, 빨강, 연한 빨강 등으로 세분하는 것이다. 한국공업규격 KS A 0011에는 47개의 색상 분류가 있다. 이들 색상들의 집합을 A47로 표시한다. A15 색상으로 분류하는데 있어서, 먼저 색상을 A47로 더 세분화하고, 다음에 A15로 통합하는 방법이 더 합리적이다. 왜냐하면 사람은 붉은색 계통, 파랑색 계통, 초록색 계통 등으로 크게 나누고, 예를 들어 파랑색 계통과 초록색 계통의 차이는 아

주 미미하여도 이를 구별한다. 그러나 이러한 미미한 차이가 거리에 정확히 반영되기 어려워 A15로 크게 분류하는 경우에 서로 바뀌는 경우가 있다. 따라서 먼저 A47 색상으로 세분하여 분류하고, 다음에 A15로 대표하는 것이 정확하게 된다. 한국공업규격은 이를 더 세분하여 158가지의 색상 분류도 규정하고 있으나, 거리 계산에 많은 시간을 요하게 된다.

주어진 색상(h, v, c)을 A47의 색상으로 분류하는 것은

$$\begin{aligned} &dis(hv/c, h^jv^j/c^j) = \min dis(hv/c, h^jv^j/c^j) \\ & i \in A47 \end{aligned}$$

을 만족시키는 색상 j 를 찾는 것이다.

사례: 이 연구에서의 방법을 초등학교 3학년 아동이 그린 그림 1(a)의 크레파스화 2장을 통하여 설명한다. 크레파스화에서는 크레용의 굵기로 인하여 색이 닿지를 않아 회색 남아 있거나, 충분히 칠해지지 않아 회미하게 색이 묻어 있거나 또는 두 색이 겹쳐 다른 색으로 나타나는 잡음(noise)이 있기 마련이다. 그림 A와 그림 B는 각각 대표적으로 크레파스화의 잡음이 약한 그림과 강한 그림이다. 그림들을 A47 및 A15로 분류한 결과는 각각 그림 1(b)와 그림 1(c)와 같다. 이 그림을 보면 상당한 잡음이 있고 이 그림으로부터 색상의 변화에 따른 윤곽선을 도출하면 그림 1(d)에서와 같이 분석 목적에 지나치게 복잡한 모양이 뿔을 알 수 있다.

2. 윤곽선 인식

크레파스화에는 그리는 사람의 의도와는 달리 칠해지지 않은 부분, 약하게 칠해진 부분, 겹쳐서 칠해진 부분 등의 잡음(noise)이 섞이게 된다. 이러한 잡음을 제거하는 방법의 하나는 블러링(blurring)이다. 이 논문에서는 일반적인 영상의 잡음 제거에 널리 사용되는 중앙치(median) 3x3 마스크를 적용한다[15].

한편 그림의 색상들을 비슷한 색상끼리 모으는 클러스터링(clustering)도 잡음을 제거하는데 사용될 수 있다.

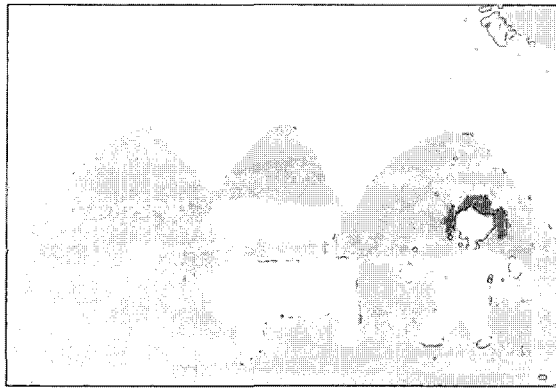
Ye et al.(2003)의 방법은 픽셀의 컬러 속성(color feature)과 공간적 연결성(spatial connectivity)을 이용하여 컬러 이미지를 분할하는 기법이다. 이 방법에서는 핵심 픽셀의 정의, 지역의 확장에 여러 주관적인 요인이 개입하게 된다. 한편 Gong et al.(1998)의 방법은 미리 정해진 개수대로 클러스터를 형성할 수 있다. 이 논문에서는 차례로 블러링, 클러스터링, A47 대표색 변환, A15 대표색 변환 후에, 색상이 바뀐 좌표들을 찾아낸다. 이 좌표들을 윤곽선이라고 부르기로 한다. 그림 2에 사례 두 그림의 이들 과정이 나타나 있고, 그림 3에 최종적인 윤곽선이 구하여져 있다.

위 결과들을 보면 블러링, 클러스터링의 효과가 매우 큰을 알 수 있다. 대체적으로 잡음들이 대부분 소거되었으며, 분석 목적에 적당한 정도의 윤곽선이 추출되었음을 볼 수 있다.

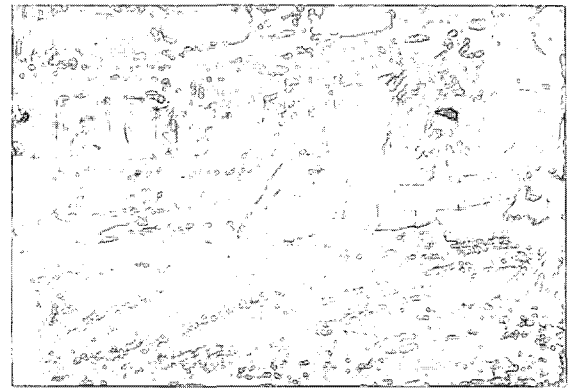
III. 주제색 및 균형 판단

1. 주제색

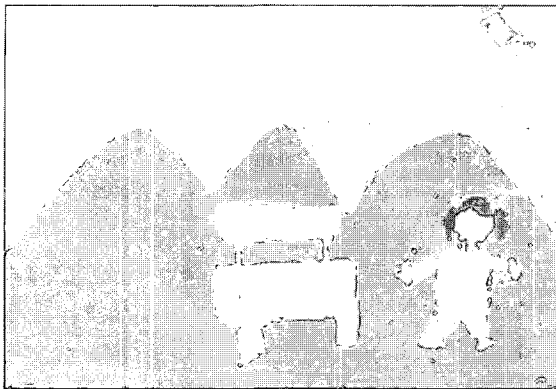
이제까지 주제색을 편의상 가장 많이 사용한 색상이라고



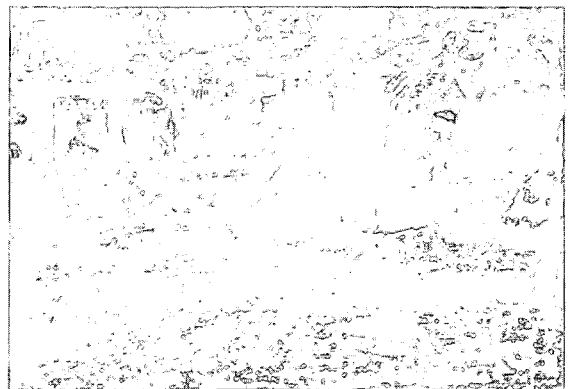
(a) Drawing A: weak noise



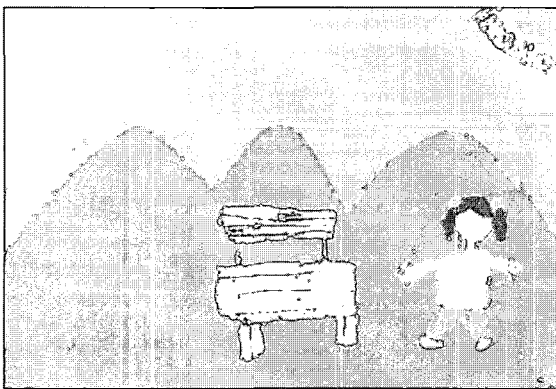
Drawing B: strong noise



(b) Classification of drawing A into A47



Classification of drawing B into A47



(c) Classification of drawing A into A15



Classification of drawing B into A15

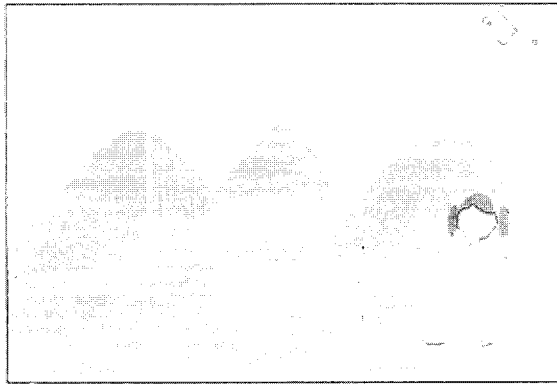


(d) Edge of drawing A

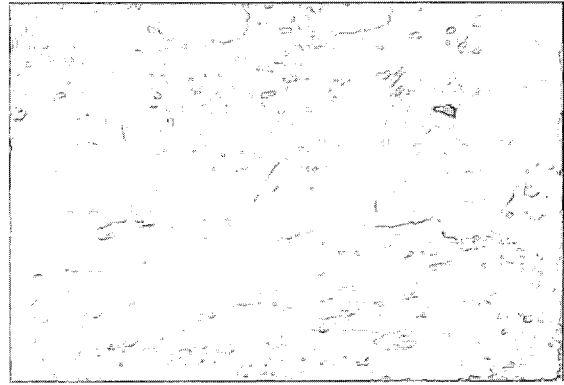


Edge of drawing B

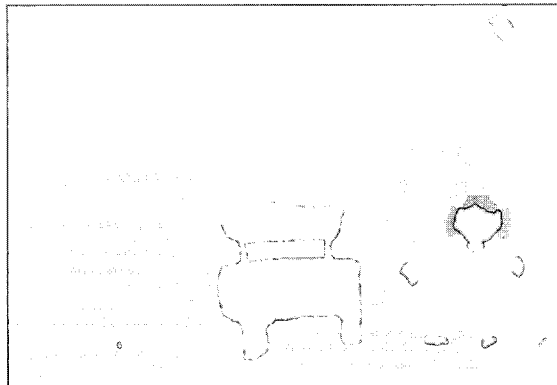
그림 1. 사례 그림의 색상 분류 및 윤곽선.
Fig. 1. Classifications of color and edges in case examples.



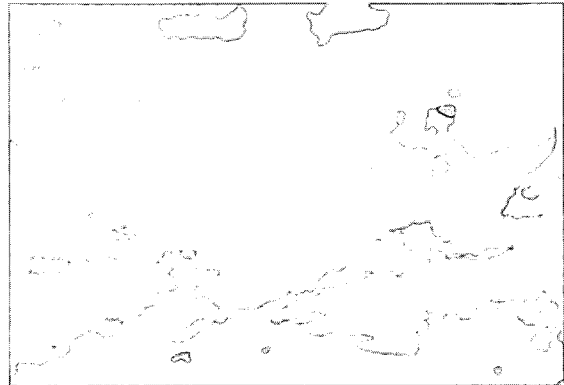
Blurring of drawing *A*



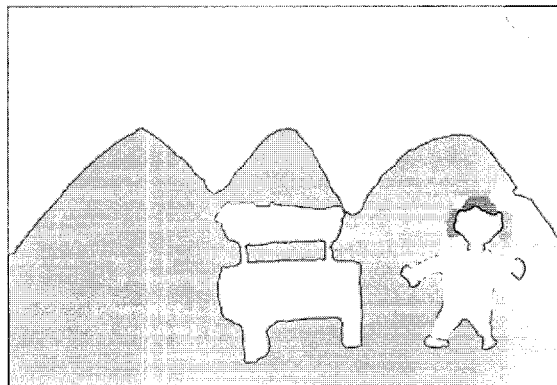
Blurring of drawing *B*



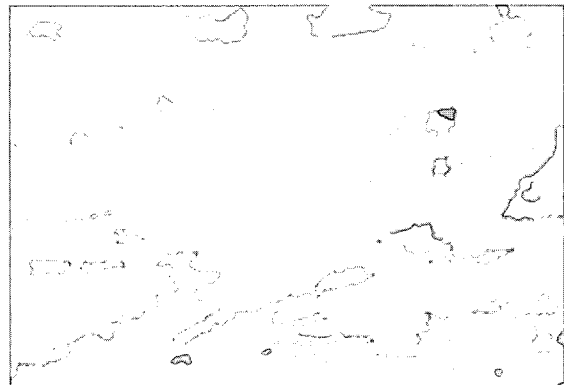
Clustering of drawing *A*



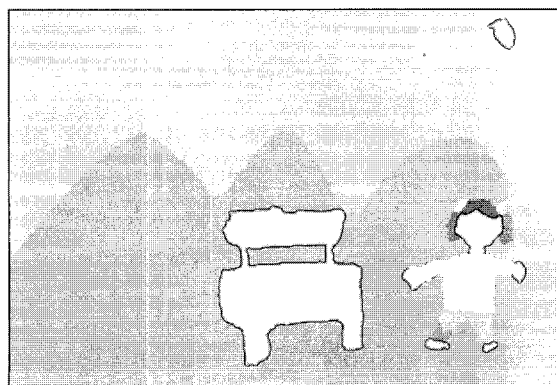
Clustering of drawing *B*



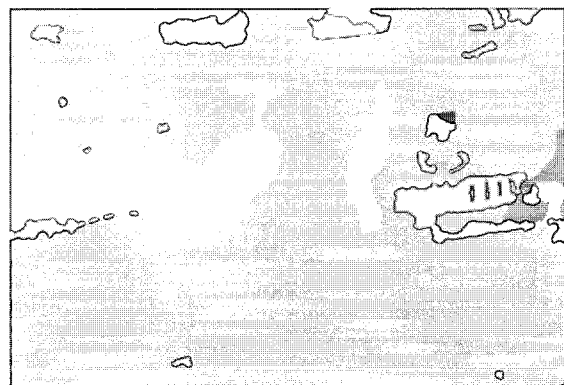
Classification of drawing *A* into *A47*



Classification of drawing *B* into *A47*



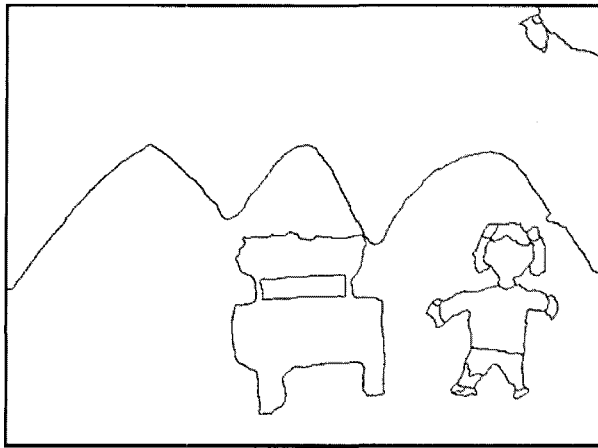
Classification of drawing *A* into *A15*



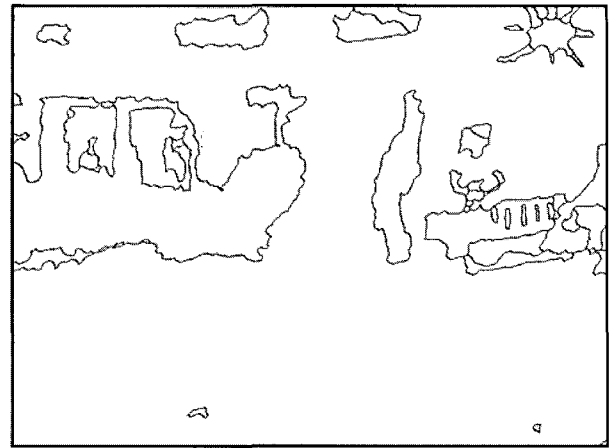
Classification of drawing *B* into *A15*

그림 2. 윤곽선 추출 과정.

Fig. 2. The procedure of detecting edge.



Edge of drawing A



Edge of drawing B

그림 3. 윤곽선.

Fig. 3. Edges.

하였다. 그러나 주제색은 그림의 주제를 표현하고자 사용하
 제일 중요한 색상으로 정의된다. 이제 집합 $A15$ 에서 주제
 색이 갖는 특성적인 요소가 무엇인지를 판단한다. 대표색 i
 $\in A15$ 에 대하여

- P_i : 색상 i 의 픽셀(pixel) 수
- $\%P_i$: 색상 i 의 픽셀 수 비율
- S_i : 색상 i 의 분할 지역 수
- $\%S_i$: 색상 i 의 분할 지역 수 비율

이라고 하자. 물론 주제색의 특성을 가장 많이 사용한 색상
 으로 규정할 수도 있다. 이 경우에 주제색은

$$P_j = \max_{i \in A15} P_i$$

를 만족시키는 색상 j 가 된다. 그러나 이 특성으로는 배경
 이 넓은 경우에는 배경색이 주제색으로 판단될 위험이 있
 다. 배경색은 픽셀 수는 많으나 분할 지역 수는 적을 경우
 가 많을 것이다. 따라서 주제색은 픽셀 수도 많고, 분할 지
 역 수도 많을 것으로 기대된다. 그리고 배경색은 한 개나
 두 개에 그치는 경우가 많을 것이다. 따라서 픽셀 수가 가
 장 큰 색상 세 개를 골라 각각의

$$P$$

또는

$$\%P \cdot \%S$$

가 가장 큰 색상을 주제색이라고 정의할 수 있다. 전자를
 주제색에 대한 정의1, 후자를 정의 2로 부르기로 한다. 어
 떤 정의가 더 적합한지는 뒤에서 실제 표본들을 통하여 검
 증하기로 한다.

사례 두 그림에 있어서 색상별 특징이 표 2에 나와 있
 다. 이 논문에서는 그림 1장의 해상도로서 전체 픽셀 수를
 $480 \times 640 = 307,200$ 으로 하였다. 그림 A에서 정의 1과 정의
 2는 똑같이 초록, 파랑, 노랑의 순으로 주제색을 판정하고
 있다. 이 그림에서 5명의 평가자 중 3명은 초록, 1명은 노
 랑, 1명은 빨강으로 판정하고 있다. 그림 B에서 정의 1과

정의 2는 모두 파랑, 회색, 하양의 순으로 주제색을 판정하
 고 있다. 5명 평가자들은 모두 회색으로 판정하고 있다. 시
 스템은 모두 배경색을 주제색으로 찾아내는 오류를 범하고
 있다. 일반적으로는 정의2가 더 정확한 것으로 판정된다.
 참고로 그림 B는 그림 A보다 다양한 색깔을 사용하고 있
 다. A47에서 그림 A는 15가지의 색깔을 사용하고 있는 반
 면에 그림 B는 16가지의 색깔을 사용하고 있다. 클러스터
 의 수를 보면 그림 A는 23개, 그림 B는 56개이다. 그림의
 복잡함은 사용한 색상의 수나 클러스터의 수로 알 수 있을
 것이다.

이를 활용하면 그림을 그리는 당시의 태도나 성의를 미
 루어 짐작할 수도 있을 것이다. 이 사례로부터 두 정의가
 모두 배경색을 주제색으로 판정함을 알 수 있다. 따라서 색
 의 수를 두 세 개로 국한하고, 클러스터 수에 비중을 더 주
 면서, 균형 잡힌 그림에서는 중앙의, 불균형 그림에서는 몰
 린 부분의 색을 분석하는 새로운 정의를 개발할 필요가 있
 다. 이 연구에서는 종이 전체의 16/25를 차지하는 중앙 또
 는 몰려있는 부분의 색깔에서 $\%P_i \cdot \%S_i$ 를 최대로 하는 색
 상을 주제색으로 정의한다. 이 새로운 정의의 타당성에 대
 해서는 뒤에서 논의한다.

2. 균형에 대한 판단

픽셀 수가 가로, 세로 각각 X, Y 인 그림 공간을

$$R = \{(x, y) \mid 1 \leq x \leq X, 1 \leq y \leq Y\}$$

으로 표시하고, 이 공간을 분할하여

$$R_i = \{(x, y) \mid X_{min}^i \leq x \leq X_{max}^i, Y_{min}^i \leq y \leq Y_{max}^i\}, i \in R9$$

으로 표시하자. 여기에서 R9는 불균형이 치우친 9개 분할
 지역의 집합으로서

$$R9 = \{\text{상, 하, 좌, 우, 좌상, 우상, 좌하, 우하, 중앙}\}$$

이다. 분할 지역 j 내의 윤곽 픽셀 수를

$$L_j, j \in R9$$

로 표시하자. 표 3은 그림 공간의 분할 및 불균형에 대한

표 2. 사례의 색깔 특징들.

Table 2. Measure of characteristics for each color and determination of main color in case drawings.

색깔	그림 A					그림 B				
	P_i	정의 1 결과	S_i	$\%P_i \cdot \%S_i$	정의 2 결과	P_i	정의 1 결과	S_i	$\%P_i \cdot \%S_i$	정의 2 결과
빨강	2,852		1	4		1,857		3	3	
주황	5,256		2	14		207		3	0	
노랑	21,830	3	5	150	3	6,205		10	30	
연두	158		2	0		2,738		6	6	
초록	143,371	1	2	404	1	0		0	0	
청록	345		1	0		2,992		2	2	
파랑	130,267	2	2	368	2	245,052	1	8	1136	1
남색	924		2	2		0		0	0	
보라	0		0	0		138		1	0	
자주	0		0	0		0		0	0	
분홍	2,206		2	6		0		0	0	
갈색	155		1	0		0		0	0	
흰색	0		0	0		7,426	3	14	56	3
회색	216		2	0		40,342	2	8	184	2
검정	620		1	0		243		1	0	
합계	307,200		23			307,200		56		

두 가지 규정을 정의하고 있다. 즉 분할은 그림의 가로와 세로의 1/2를 기준으로 하는 정의1에서는 지역의 넓이가 전체의 1/2이면 몰려 있는 픽셀 수가 70% 이상일 때에, 또한 지역의 넓이가 1/4이면 몰려 있는 픽셀 수가 50% 이상일 때에 불균형으로 정의한다. 한편, 정의2는 그림의 가로와 세로의 2/3을 기준으로 하고, 지역의 넓이가 전체의 2/3이면 몰려 있는 픽셀의 수가 80% 이상일 때에, 또한 지역의 넓이가 4/9이면 몰려 있는 픽셀 수가 65% 이상일 때에 불균형으로 정의한다. 사례 그림 두 장에 대하여 각각 두 가지 정의에 따른 윤곽 픽셀 수가 표 4에 나타나 있다. 그림 A에서 정의1과 정의2는 똑같이 하, 우, 우하를 판단하고 있다. 5명의 평가자 중 3명은 우하를, 1명은 중앙을, 1명은 하를 판단하고 있다. 시스템의 판단이 더 정확한 것으로 보인다. 그림 B에서 역시 정의1과 정의2는 똑같이 상을 판단하고 있다. 5명 평가자 중 4명은 상을, 1명은 좌를 판단하고 있다. 이 사례를 비롯하여 일반적으로 정의 2가 더 정확한 것으로 보인다.

IV. 시스템 검증

시스템의 검증을 위하여 초등학교 3학년 학생이 그린 크레파스화 50장을 표본으로 수집하였다. 이 중에서 그림 4는 이 논문의 설명에 사용된 일부를 보여준다. 이들 50장의 그림에 대하여 주제색과 불균형을 건전한 색상 인식과 균형 감각을 가진 평가자 5명이 수행하였다. 코딩은 C로 작성되었으며, 1,200x2,400 dpi의 해상도를 가진 스캐너 HP Scanjet 4470c를 통한 그림 1장의 입력에는 평균 35초가 소요되었으며, 2.4 GHz, 512 MB의 IBM PC 586에 의하여 그림 1장

의 분석과 그림 작성에 평균 60초가 소요된다.

1. 주제색 판단의 검증

대표색을 잘못 찾아낸 경우가 2장 있었다. 그 중의 하나가 그림 4(a)로 중앙에 수평 띠로 나타난 갈색 계통의 잡음이 노란 색으로 분류되었다. A47이 아닌 158가지의 색상으로 분류하면 이러한 오류가 시정될 수 있을 것이다. A15로는 구분이 부족하여 나타나야 할 윤곽선이 없어지는 경우가 1장 있었다. 그림 4(b)에서 바다와 하늘의 경계선이 없어진 것이다. A47로 구분하면 해결될 것이나 윤곽선이 복잡해지는 단점이 있다. 정의1에 의해서는 배경색을 찾는 경우가 많아서 모두 9장이었다. 그 중의 하나가 그림 4(c)이다. 최종 정의에 의하여 7장에서 배경색의 선택이 제대로 정정되었다. 평가자들의 판단이 갈라져서 2명만이 같은 결론을 내리는 경우가 2장 있다. 그림 4(d)에서 두 명은 빨강으로, 나머지 세 명은 각각 파랑, 주황, 노랑으로 판단하였다. 시스템은 파랑으로 판단하였다.

50장 중에서 5명의 평가자가 주제색 없음 3장을 포함하여 모두 일치하는 결론은 18장, 4명이 일치하는 결론은 14장, 3명이 일치하는 결론은 주제색 없음 3장을 포함하여 15장으로 모두 47장이다. 이로부터 평가자 간에 상당한 일관성이 있음을 알 수 있다. 이들 47장 중에서 주제색 없음의 6장과 대표색 전환이 잘못된 2장, 색상 부족 2장을 제외한 총 37장 중에서 시스템은 정의1에 의하여 23장과 일치하며, 정의2에 의하여 26장과 일치하며, 새로운 정의에 의하여 33장과 일치한다. 75%의 정확도를 보여주므로 이 시스템의 자동 색상 인식이 매우 효율적으로 사용 가능하다고 판정된다.

표 3. 분할 지역 및 불균형의 정의.

Table 3. Definitions of division and imbalance.

분할 지역	정의1					정의2				
	X_{min}	X_{max}	Y_{min}	Y_{max}	픽셀수 하한	X_{min}	X_{max}	Y_{min}	Y_{max}	픽셀수 하한
중앙(C)	1/4X	3/4X	1/4Y	3/4Y	50%	1/6X	5/6X	1/6Y	5/6Y	65%
상(U)	1	X	1/2Y	Y	70%	1	X	1/3Y	Y	80%
하(B)	1	X	1	1/2Y		1	X	1	2/3Y	
좌(L)	1	1/2X	1	Y		1	2/3X	1	Y	
우(R)	1/2X	X	1	Y		1/3X	X	1	Y	
좌상(LU)	X	1/2X	1/2Y	Y	50%	1	2/3X	1/3Y	Y	65%
우상(RU)	1/2X	X	1/2Y	Y		1/3X	X	1/3Y	Y	
좌하(LB)	1	1/2X	1	1/2Y		1	2/3X	1	2/3Y	
우하(RB)	1/2X	X	1	1/2Y		1/3X	X	1	2/3Y	

표 4. 사례의 불균형 판정.

Table 4. Determination of imbalance for case drawings.

분할 지역	그림A				그림B			
	정의1		정의2		정의1		정의2	
	픽셀수 (비율%)	판정	픽셀수 (비율%)	판정	픽셀수 (비율%)	판정	픽셀수 (비율%)	판정
U	1,348 (28%)		2,795 (58%)		5,025 (68%)	✓	6,517 (88%)	✓
B	3,465 (72%)	✓	4,312 (90%)	✓	2,397 (32%)		4,376 (59%)	
L	1,326 (28%)		2,183 (45%)		3,360 (46%)		4,077 (55%)	
R	3,487 (72%)	✓	4,295 (89%)	✓	4,062 (54%)		4,983 (67%)	
LU	373 (8%)		1,245 (26%)		2,407 (33%)		3,589 (48%)	
RU	975 (20%)		2,496 (52%)		2,618 (35%)		4,363 (59%)	
LB	953 (20%)		2,115 (44%)		953 (13%)		2,078 (28%)	
RB	2,512 (52%)	✓	3,843 (80%)	✓	1,444 (19%)		3,171 (42%)	
C	1,345 (28%)		2,105 (44%)		1,584 (21%)		3,085 (42%)	
합계	4,813 (100%)		4,813 (100%)		7,422 (100%)		7,422 (100%)	

2. 불균형 판단의 검증

불균형 판단에 있어서 시스템이 더 정확한 경우도 있다. 예를 들어 그림 4(e)에서 5명의 평가자 중 2명은 상단으로, 2명은 중앙으로, 1명은 하단 불균형으로 판단하고 있다. 시스템은 상단으로 판단한다.

50장 중에서 불균형 없음을 포함하여 5명의 평가자가 모두 일치하는 결론은 15장, 4명이 일치하는 결론은 14장, 3명이 일치하는 결론은 13장으로 총 45장이었다. 여기에서 대표색 전환이 잘못된 2장과 윤곽선이 검출되지 않은 2장을 제외한 총 41장 중에서 시스템은 정의 1에 의하여 35장

과 일치하며, 정의 2에 의하여 39장이 일치한다. 정의2는 불균형 판단에 있어서 95%의 매우 높은 정확도를 보여준다.

V. 결론

그림의 주제색과 불균형을 기계로 판단하는 자동화 시스템을 구축하였다. 우선 이 시스템은 수백 장의 그림을 1차 선별하여 자료를 제공하는 기능을 갖는다. 보다 자세한 판단은 사람 전문가가 수행할 수 있다. 따라서 기계는 사람 전문가의 수고를 덜고, 기초 자료를 제공할 수 있다. 판단이 애매한 경우에 제공하는 수치도 도움을 줄 것이다. 나아

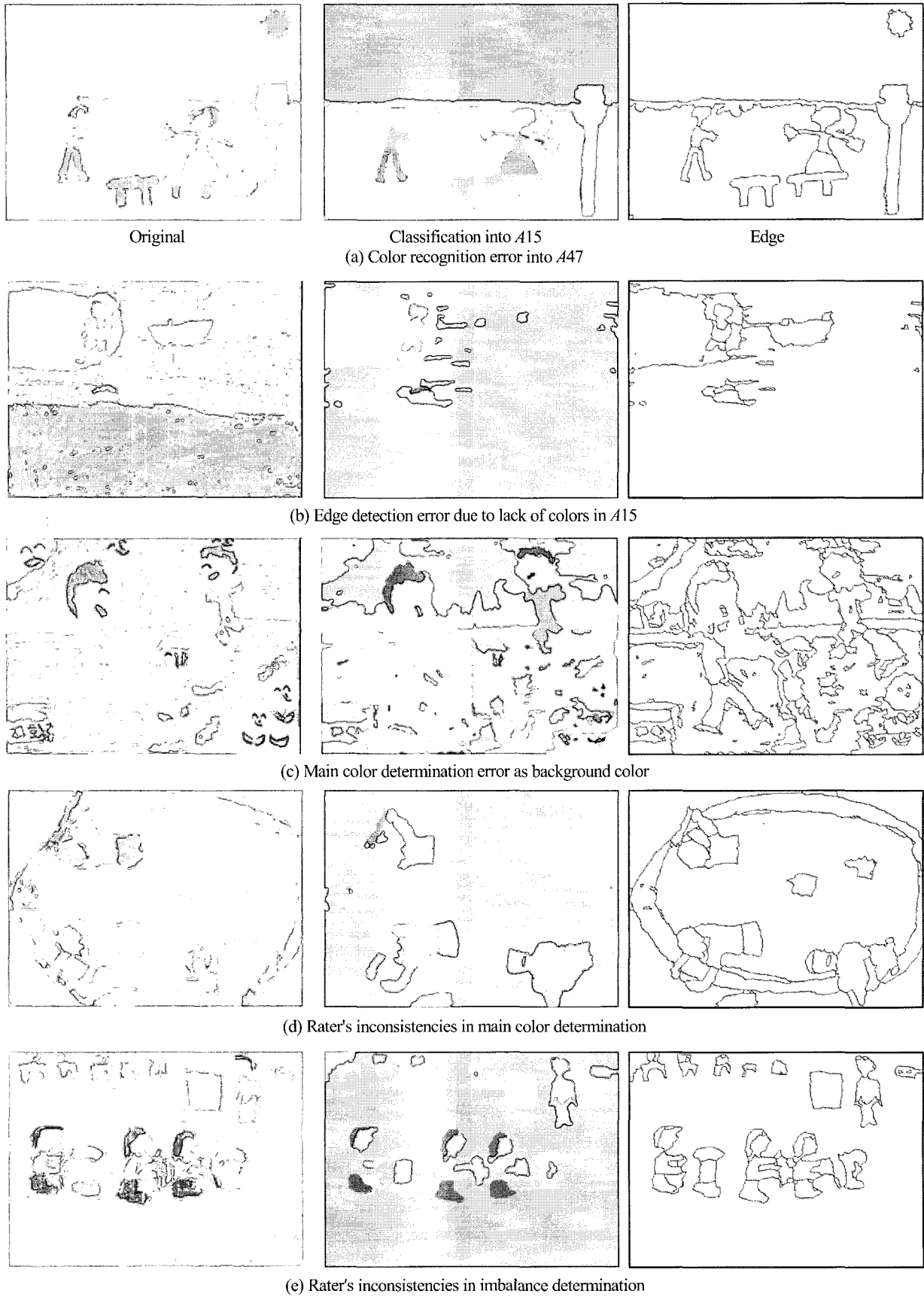


그림 4. 샘플.

Fig. 4. Samples.

가 종래의 주관적, 경험적 판단을 수치화, 객관화로 발전시키는 토대가 될 것이다.

이 논문에서는 주제색만을 판단하였으나, 부제색, 배경색 등의 판단도 필요하고, 같은 방법으로 쉽게 구현할 수 있다. 이 시스템에서 잡음은 모든 그림에 적용될 수 있는 블러링, 클러스터링에 의하여 제거하였다. 앞으로 크레파스화에 나타나는 잡음의 특성을 파악하여 이를 제거하는 특수한 방법의 개발이 필요하다. 블러링에서의 파라미터인 회수, 마스크 크기, 클러스터링에서의 파라미터인 반경, 흡수 비율 등을 자동적으로 결정하는 방법도 필요하다. 이러한 방법들은 전문가 시스템 방법론으로 해결될 수 있을 것이다.

그림 진단에서는 그림의 주제가 정해져 DAP, KFD, HTP 등 그리는 대상이 무엇인지를 미리 알 수 있다. 따라서 대상을 확인하는 데에 인공지능의 한 분야인 컴퓨터 비전을 활용하는 방법이 보다 쉽게 적용될 수 있을 것이고, 각종 척도를 수치화하는 자동화가 가능할 것이다. 이는 앞으로의 연구과제이다.

이 논문에서는 주제색, 불균형과 심리 진단 간의 관계는 다루지 않았다. 심리 진단 전문가 시스템으로의 발전이 필요하다. 또한 이 논문에서는 단지 합계만으로 검증을 대신하였다. 보다 통계학적인 검증 방법의 개발은 앞으로의 과제이다.

참고문헌

- [1] J. DiLeo, *Young Children and their Drawings*, Brunner/Mazel, New York, NY, 1970.
- [2] G. V. Thomas and A. M. J. Silk, *An Introduction to The Psychology of Children's Drawing*, Harvester/Wheatsheal, Hemel Hempstead, Herts, 1990.
- [3] M. Gunter, "Art therapy as an intervention to stabilize the defenses of children undergoing bone marrow transplantation," *The Arts in Psychotherapy*, vol. 27, pp. 3-14, 2000.
- [4] A. C. Malchiodi, *Breaking The Silence: Art Therapy with Children from Violent Homes*, Brunner/Mazel, New York, NY, 1990.
- [5] A. W. Burgess, M. P. McCausland and W. A. Wolbert, "Children's drawings as indicators of sexual trauma," *Perspectives in Psychiatric Care*, vol. 19, pp. 50-58, 1981.
- [6] V. Lowenfeld and W. L. Brittain, *Creative and Mental Growth* (7th Ed.), Macmillan, New York, NY, 1982.
- [7] V. S. Gregorian, A. Azarian, M. B. DeMaria and L. D. McDonald, "Colors of disaster: The psychology of the 'black sun'," *The Arts in Psychotherapy*, vol. 23, pp. 1-14, 1996.
- [8] L. C. Milne and P. Greenway, "Color in children's drawings: The influence of age and gender," *The Arts in Psychotherapy*, vol. 26, pp. 261-263, 1999.
- [9] E. F. Hammer, "The role of the HTP in the prognostic battery," *Journal of Clinical Psychology*, vol. 9, pp. 371-374, 1953.
- [10] E. F. Hammer, "Hierarchical organization of personality and the HTP achromatic and chromatic," in J. N. Buck and E. F. Hammer (Ed.), *Advances in The House-Tree-Person Technique: Variations and Applications*, Western Psychological Services, Los Angeles, CA, 1969.
- [11] M. Klepsch and L. Logie, *Children Draw and Tell: An Introduction to The Projective Uses of Children's Human Figure Drawings*, Brunner/Mazel, New York, NY, 1982.
- [12] J. A. Precker, "Paintings and drawing in personality assessment," *Journal of Projective Technique*, vol. 14, pp. 262-286, 1950.
- [13] R. Lev-Wiesel and D. Drori, "The effects of social status upon the self concept of elderly widows and wives assessed by human figure drawings," *The Arts in Psychotherapy*, vol. 27, pp. 263-267, 2000.
- [14] E. F. Hammer and Z. A. Piotrowski, *Advances in Projective Drawing*, Charles C. Thomas, Springfield, IL, 1997.
- [15] H. Z. Lopata, *Current Widowhood Myths and Realities*, Sage, Thousand Oaks, CA, 1996.
- [16] H. Z. Lopata, "Widows as a minority group," in D. Bell (Ed.), *Contemporary Social Gerontology*(pp. 348-355), Charles C. Thomas, Springfield, IL, 1976.
- [17] A. Abraham, Hgalui vehasamui bziurai dmut enush (*The Exposed and Secret of Human Figure Drawings*), Reshafim, Tel Aviv, 1989.
- [18] F. L. Goodenough, *Measurement of Intelligence by Drawing*, Yonkers on Hudson, World Book, New York, NY, 1926.
- [19] I. Lorge, I. Tuckman and M. B. Dunn, "Human figure drawings by younger and older adults," *Journal of Clinical Psychology*, vol. 14, pp. 54, 1958.
- [20] Z. W. Wanderer, "Validity of clinical judgements based on human figure drawings," in E. F. Hammer (Ed.), *Advances in Projective Drawing*, Charles C. Thomas, Springfield, IL, 1997.
- [21] K. A. Machover, *Personality Projection in The Drawing of The Human Figure*, Charles C. Thomas, Springfield, IL, 1949.
- [22] J. Buck, *The H-T-P Manual Supplement*, Western Psychological Services, Beverly Hills, CA, 1964.
- [23] P. T. Adler, "Evaluation of the figure drawing technique: Reliability, factorial structure, and diagnostic usefulness," *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, vol. 35, pp. 52-57, 1970.
- [24] P. T. Adler, "Ethnic and socioeconomic status differences in human figure drawings," *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, vol. 36, pp. 344-354, 1971.
- [25] M. W. Veltman and K. D. Browne, "Identifying

childhood abuse through favorite kind of day and kinetic family drawings," *The Arts in Psychotherapy*, vol. 28, pp. 151-159, 2001.

[26] R. H. Alschuler and L. W. Hattwick, *Painting and Personality: A Study of Young Children*, Univ. of Chicago Press, Chicago, IL, 1947.

[27] J. E. Kim and H. J. Lim, "Relationship between color and personality in children's drawing (in Korean)," *Journal of Korean Culture*, vol. 20, pp. 285-297, 1972.

[28] P. Wegmann and V. B. Vusenbrink, "Kinetic family drawing scoring method for cross-cultural studies," *The Arts in Psychotherapy*, vol. 27, pp. 179-190, 2000.

[29] R. C. Burns and S. H. Kaufman, *Kinetic Family Drawings (KFD): An Introduction to Understanding Children through Kinetic Drawings*, Brunner/Mazel, New York, NY, 1970.

[30] R. C. Burns and S. H. Kaufman, *Actions, Styles and Symbols in Kinetic Family Drawings (KFD): An Interpretive Manual*, Brunner/Mazel, New York, NY, 1972.

[31] G. Billingsley, "The efficacy of the diagnostic drawing series with substance related disordered clients," *Dissertation Abstracts International: Section B: The Science and Engineering*, vol. 59, pp. 55-69, 1999.

[32] K. E. G. Kent, "Relationship between the Draw-A-Person questionnaire and the Rorchach in the measurement of psychopathology," *Dissertation Abstracts International: Section B: The Science and Engineering*, vol. 60, 368.PD, 1999.

[33] J. L. Fryrear and I. E. Corbit, *Photo Art Therapy, A Jungian Perspective*, Charles C. Thomas, Springfield, IL, 1992.

[34] P. Hartwich and R. Brandecker, "Computer-based art therapy with inpatients: Acute and chronic schizophrenics and borderline cases," *The Arts in Psychotherapy*, vol. 24, pp. 367-375, 1997.

[35] S. I. Kim, Y. H. Kim, C. W. Lee, S. K. Kim and D. K. Baik, "An expert system for facilitate the uniform administration of justice in criminal cases," *Expert Systems with Applications*, vol. 5, pp. 103- 110, 1992.

[36] S. I. Kim, H. J. Ryu, J. O. Hwang and M. S. H. Kim, "An expert system approach to art psychotherapy," *The Arts in Psychotherapy*, in press.

[37] H. Wengrower, "Arts therapies in educational settings: An intercultural encounter," *The Arts in Psychotherapy*, vol. 28, pp. 109-115, 2001.

[38] X. Wan and C. C. Kuo, "A new approach to image retrieval with hierarchical color clustering," *IEEE Transactions on Circuits, Systems and Video Technologies*, vol. 8, 1998.

[39] 한국표준협회. 한국공업규격 KS A 0062-71 - 색의 3 속성에 의한 표시 방법. 한국표준협회 출판국, 서울.

[40] 한국표준협회. 한국공업규격 KS A 0011 - 물체색의 이름, 한국표준협회 출판국, 서울.

[41] Q. Ye, W. Gao and W. Zeng, "Color image segmentation using density-based clustering," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech & Signal Processing*, pp. 6-10, 2003.

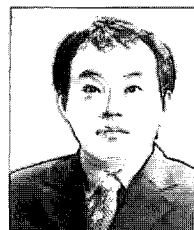
[42] Y. Gong, G. Proietti and C. Faloutsos, "Image indexing and retrieval based on human perceptual color clustering," *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Santa Barbara, CA, 1998.

[43] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing (2nd Ed.)*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2002.



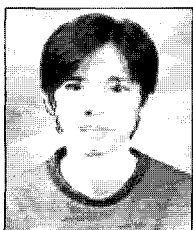
김 성 인

1970년 서울대학교 경제학과 졸업. 1973년 동대학 응용수학과 졸업. 1975년 한국과학원 산업공학과 석사. 1979년 동대학원 박사. 1979~현재 고려대학교 산업시스템 정보공학과 교수.



배 준

2002년 경일대학교 산업공학과 졸업. 현재 고려대학교 산업시스템정보공학과 석사과정.



김 재 민

2005년 고려대학교 산업시스템정보공학과 졸업.