

색 자극에 의한 감성의 정량적 평가

한병희, 김지훈, 김남균*

전북대학교 대학원 의용생체공학과

*전북대학교 의과대학 의공학교실

The Quantitative Estimation of Human Sensibility using Color Stimulation

B. H. Han, J. H. Kim, N. G. Kim*

Dept. of Biomedical Engineering, Graduate School, Chonbuk National University

*Dept. of Biomedical Engineering, College of Medicine, Chonbuk National University

ABSTRACT

The purpose of this study is to estimate human sensibility quantitatively under color stimulation. We measured biological signals such as EEG, ECG, skin conductance and the number of respiration and eye blinking that were compared with color sensibilities mutually. Our result showed that red, yellow and violet color provoked active and exciting senses dominatively and blue, cyan, pink, and black color were involved in tranquil and resting emotions deeply. Our quantitative estimations of color sensibilities are useful in the design of manufactured goods and color therapy.

서론

최근 커뮤니케이션 또는 제품의 디자인 등에 있어서, 감성을 중시하는 시스템 제작이 성황을 이루고 있다. 이러한 배경을 바탕으로 본 논문에서는 색감의 감성정보화에 초점을 맞추고자 한다. 색은 우리 생활에 있어 가장 기본적인 특성 중의 하나이다. 과학 기술의 발전으로 인해 우리는 수천 가지의 색들을 창조할 수 있게 되었고, 그 색들은 일상적 시각 환경을 지배하며 우리 머리 속에 분류된 수천 가지의 자극으로 생활에 충격을 준다. 따라서 색은 육체적, 정신적 반응과 기능의 시작을 의미하는 것이며, 또한 심리상태에 영향을 주고, 감정을 통제하고 구매 욕구를 불러일으킴으로써 사람들의 행동 양식을 좌우한다.

과거의 의학 전문가들은 색을 이용하여 사람을 원기 왕성하게 하거나 우울하게도 할 수 있다는 것을 알고 있었다. 현대는 여러 색 전문가들에 의하여 색의 심리적, 생리적 영향이 확인되면서 제품 디자인이나 색 치료 등에 다양하게 이용되고 있으나[1], 아직 정량적인 데이터를 가진 명확한 이론은 정립되지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 색 자극이 인간에게 미치는 영향을 정량적으로 평가하고자 한다.

색은 시각적 인식의 요소로 정의될 수 있으며, 시각적 인식은 두 망막의 분광적 합성결과로서 두 영

역 사이의 색 진동을 보는 것이다. 따라서, 색 감각은 시각과 상호 면밀한 관계가 있다. 상의 색소 에너지는 망막에 선택적 흡수되고, 다시 망막 내의 추상체(cone cell)와 간상체(rod cell)의 시각 색소 수용기를 통하여 시신경으로 전달되며, 이것이 시신경 교차(optic chiasma)를 지나 시축(optic tract)을 거쳐 중뇌 시상외측 핵(lateral geniculate body)에 도달한다. 여기서 시신경 섬유는 시냅스(synapse)를 지나 시방선(optic radiation)을 이루어 대뇌피질 후두엽의 조거구에 있는 시각 중추에 이르게 되어 색채 자극을 인식하게 된다. 인식하는 속도는 수 백msec 이하이다[4][9]. 지속적인 색 반응인 색 인상은 90초 이내에 이루어지고, 그 중 60%가 사물과 장소, 환경에 대한 수용과 거부를 결정짓게 되며, 또한 색 인상은 짧은 시간에 이루어지고 오랫동안 지속된다[1]. 따라서, 색을 인식하고, 색에 대하여 반응하는 동안의 생체 신호는 일상적인 신호와는 다른 양상을 보이게 된다. 이에 본 연구는 다양한 색 자극을 제시하고, 그에 따른 생체신호를 측정, 비교 분석하여 그 때의 추출된 정량화 데이터를 색 자극에 대한 감성 지표의 일부로 삼고자 한다.

실험 구성 및 방법

1. 시스템 구성

본 시스템은 색 자극에 대한 생체 신호를 측정하기 위한 시스템으로써 그림 1과 같이 구성하였다. 생체 신호를 측정할 때 외부 환경에 의한 영향을 최소로 줄이기 위하여, 300×300×280cm 크기의 방음압실 내부에 데이터 전송 시스템, Amplifier, 색 자극 제시 시스템, 감시 카메라 등을 설치하고, 방음압실 외부에 IBM-PC Computer를 기반으로 하는 데이터 Acquisition 시스템, 색 자극 Control Box, 감시 Monitor를 연결하여 전체 시스템을 구성하였다.

생체 신호 데이터 Acquisition 시스템은 Biopac사의 MP100WS와 분석 소프트웨어 AcqKnowledge III를 이용하였다. 색채 자극 제시 시스템으로는 고휘도, 고연색성의 할로젠 램프와 Red, Yellow, Pink,

Violet, Blue, Cyan, Green의 7종류의 Gelatin Filter를 사용하였다.

간 생체신호를 받는 것으로 생체 신호 측정은 끝난다.

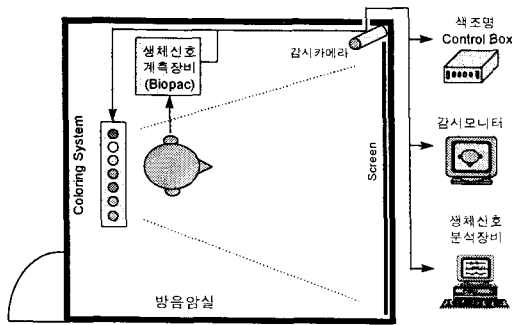


그림 1. 시스템 개략도

2. 실험방법

2.1 생체 신호 측정

20에서 29세 사이의 성인 남자 17명을 대상으로 하여 본 실험을 실시하였다. 피험자를 방음암실의 의자에 앉힌 후, 실험 방법과 실험에 응하는 태도 등을 주지시키고, 최대한 실험에 대한 긴장을 풀어준 후, ECG(심전도), EOG(안전도), 피부 전도도(SC), 호흡(RSP)에 대한 각각의 앰프에 전극 및 Transducer를 연결하고, 마지막으로 EEG(뇌전도)를 측정하기 위하여 Cap을 피험자의 머리에 국제 10-20 전극법의 위치에 맞게 씌운다. 이 때, EEG는 단극 유도법으로 C3, P3, O1, T3의 4 채널에 대하여 측정하며, ECG는 Lead I 유도법으로 측정한다[2][3][5-8].

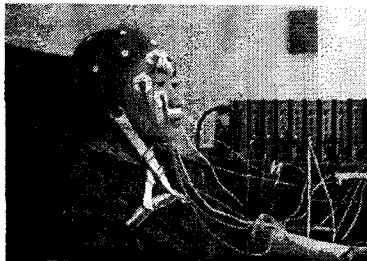


그림 2. 생체 신호 측정 장면

다음 단계로 Acquisition 시스템 및 감시 시스템을 On 시킨 후, Red의 색 자극을 제시하고 90초간 생체신호를 측정하고(그림 2), 3분간 휴식 시간을 갖는다. 이 때, Sampling Rate는 100Hz로 하고[3], 휴식시간에는 제시된 색 자극에 대한 피험자의 심리적 의식 및 경험을 알아보기 위하여 7점 척도(매우 약함: 1, 상당히 약함: 2, 약간 약함: 3, 중간: 4, 약간 강함: 5, 상당히 강함: 6, 매우 강함: 7), 20 항목(그림 4)의 설문지 조사를 한다. 휴식이 끝나면 다음 색 자극을 Red의 제시 방법과 동일하게 제시한다. 색 자극 제시 순서는 순간적으로 급격하게 감성이 변하는 것을 피하기 위하여 비슷한 색감을 가지는 색의 순(Red → Yellow → Pink → Violet → Blue → Cyan → Green)으로 제시하였다. 이상의 7 종류의 색 자극을 제시 후 피험자의 무자극 안정 상태를 평가하기 위하여 조명을 완전히 Off 시킨 상태(Black)에서 90초

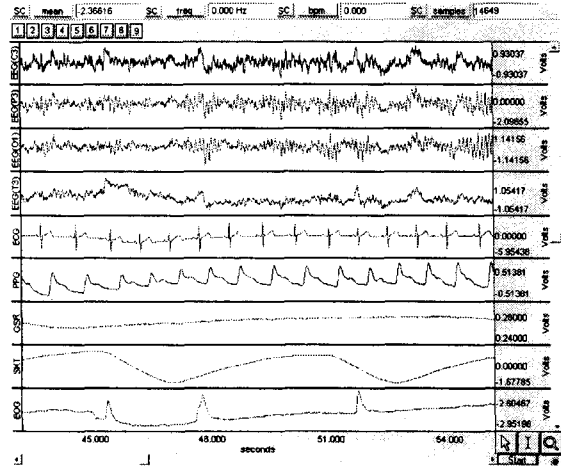


그림 3. 측정된 생체신호 데이터의 일부분

2.2 생체 신호의 분석 방법

7가지의 색 자극의 감성을 정량적인 데이터로 나타내기 위하여 그림 3과 같은 Raw 데이터를 분석한다. 먼저, EEG는 FFT를 이용한 Power Spectrum 분석법을 사용한다. 90초간의 데이터를 5.12초 간격으로 분할하여 512 포인트씩 FFT를 실행하여 이 때의 δ , θ , α , β 파의 Power를 각각 다른 색에 대하여 비교 분석한다[5][10]. ECG는 분당 R파(Peak)의 수를 나타내는 BPM(Beat per Minute), 그리고 SC는 Mean값의 크기로서, RSP와 EOG는 각각 90초간의 호흡 수와 눈의 깜박임 수를 나타내는 Peak의 개수를 구하여 각각의 색 자극에 대한 추출 Parameter로 사용한다.

실험 결과

1. 설문지 조사

개인의 특정 색에 대한 의식을 알아보기 위하여 특정 색 자극 후에 그림 4의 (h)와 같은 20 항목에 대하여 4점이 중앙점인 7점 척도로 조사한 결과, 그림 4와 같은 평균값을 나타내는 것으로 조사되었다. Red는 화려하며 따뜻하고 열정적인 감성이 지배적이며, Yellow는 가볍고 약하며, Pink는 둔한 감성, 또 Violet은 정적이며, Blue는 차갑고 수수한 감성, Cyan은 약하고, Green은 가볍고 순수한 감성이 크게 나타났다.

Wagner 색채연구소는 색을 친밀감을 가지는 대상자의 범위에 따라서 분류계와 비분류계로 나눈다. 분류계의 색은 Red와 같은 색으로 특정 대상자에게만 호감을 주는 색이고, 반면에 비분류계는 Orange와 같은, 격이 없는 친밀성으로 광범위한 호소력을 지닌 색을 말한다[1]. 본 실험에서 사용한 색 자극용 조명 시스템의 색 중 Red, Blue는 중앙 척도에서 상대적으로 큰 이탈도를 보이는 분류계의 색으로 작용하고 있으며, Pink와 Cyan은 작은 이탈도를 나타내는 비분류계의 색으로 작용하고 있다.

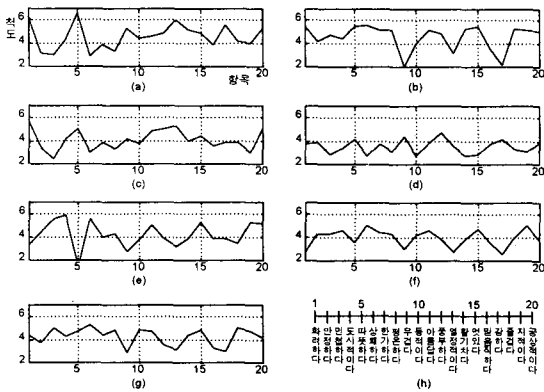


그림 4. 설문지 조사의 결과
 (a) Red, (b) Yellow, (c) Pink, (d) Violet,
 (e) Blue, (f) Cyan, (g) Green, (h) 20 항목

2. 생체 신호의 분석

2.1 EEG

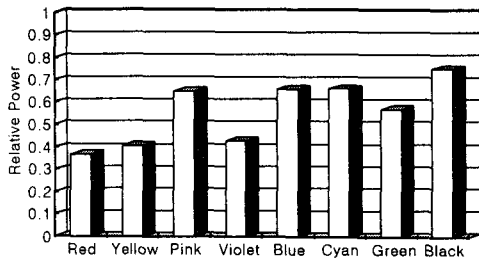


그림 5. α 파의 Relative Power

90초간의 데이터는 5.12초 간격으로 분할하여 512 포인트씩 FFT를 실행하여 이 때의 δ , θ , α , β 파의 Power를 각각 다른 색에 대하여 비교 분석하였다. 이 때, O1의 α 파 Relative Power(α 파의 Power / α 파의 Power + β 파의 Power)가 그림 5와 같이 각각의 색에 따라 차이를 보였다. Red, Yellow, Violet은 상대적으로 작은 Power를 나타내서 활동적인 색임을 나타내고, 반면에 Pink, Blue, Cyan은 비활동적인 색임을 보여주고 있으며, Black은 가장 비활동적인 색으로 나타났다. Green은 0.5를 약간 상회하는 중간적인 색으로 조사되었다. C3, P3, T3에서의 α 파 Relative Power도 크기는 약간 작지만, 그림 5와 같은 양상을 보였다.

2.2 ECG

ECG는 R파(Peak)를 Detection한 후 분당 Peak의 수를 나타내는 BPM(Beat per Minute)으로 각각의 색에 대한 Parameter를 추출하였다(그림 6). Red는 76.3의 가장 큰 BPM을 보여 줌으로써, 활력 에너지가 증가하고, 혈액순환이 좋아진다는 통념에 부합하였다. Yellow와 Violet도 Red보다는 작지만 비교적 높은 BPM을 나타냈으나, Black, Blue, Pink는 낮은 BPM을 나타내 진정 또는 안정의 색임을 보여주고 있다.

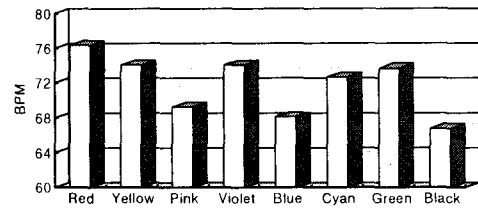


그림 6. ECG의 BPM

2.3 피부 전도도

색에 따른 긴장상태를 알 수 있는 손바닥의 피부 전도도(SC: Skin Conductance)를 분석하기 위하여, 90초간의 SC 평균값의 크기를 추출하였다. 각각의 색에 대하여, 개인차가 심하고 큰 차이는 없었으나, Blue, Cyan, Green, Black에 비하여 Red, Yellow, Pink, Violet은 상대적으로 약간 높은 전도도를 나타냈다.(그림 7)

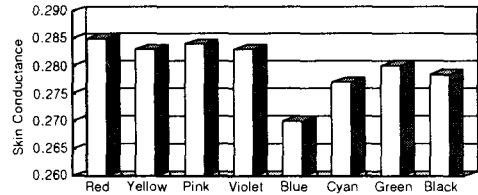


그림 7. Skin Conductance

2.4 호흡

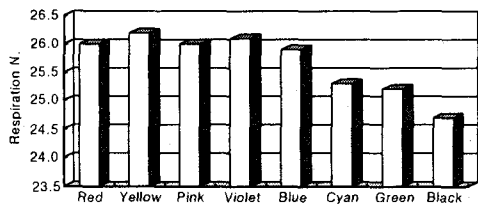


그림 8. Respiration Number

인체의 안정도와 관련이 깊은 호흡(RSP: Respiration)의 수를 비교 분석하기 위하여, 각각의 색에 대한 90초간의 호흡 파형의 Positive Peak를 검출하였다. 그림 8처럼, 25에서 26회 사이가 대부분이었으며, 따라서 큰 차이가 나타났다고 보기는 어렵지만, Black의 환경만큼은 평균 24.7회의 비교적 낮은 값을 나타내서 휴식의 색임을 보여주고 있다.

2.5 EOG

눈의 깜박임(Blinking) 수를 추출하여 색에 대한 긴장도를 정상적으로 변환하기 위하여 90초간의 Positive Peak를 검출한 결과, 그림 9와 같이 나타났다. 30에서 50사이에 분포하고 있으나, 눈의 깜박임 수는 일반적인 색감에 의한 차이보다는 실험 당시의 주변 상황에 의하여 크게 변화를 보였다.

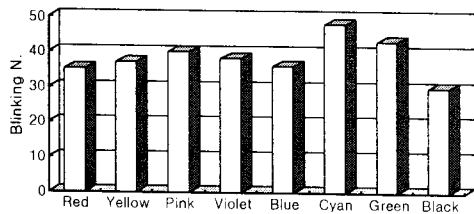


그림 9. Blinking Number

고찰

이제까지 색에 대한 여러 선행 연구들이 수행되어 왔다. 색이 가지는 이미지는 이미 제품의 디자인 부분에 실제로 응용되어지고 있으나 그것이 감성을 대표한다고는 말할 수 없다. 색에 대한 인간의 반응은 성, 연령, 지능, 교육수준, 환경 등을 포함해서 여러 가지 요인들에 따라 다르다.[1] 따라서, 정확한 색 감성을 추출하기 위해서는 광범위한 심리적인 반응과 그 때의 생체 반응에 의한 종합적인 감성 평가 방법이 요구된다.

본 논문에서는 개개인의 독특한 색 심리 반응을 도출하기 위한 설문조사와 더불어 생체 반응 측정을 병행함으로써 색에 대한 감성 자체가 가지는 오류 근거를 최소화하려고 하였다. 그러나, 소수의 피험자를 대상으로한 실험 결과, 설문과 생체 신호 사이에는 약간의 차이가 있었다. 소수의 설문으로 통상적인 색감을 대표하기는 어렵기 때문에 보다 폭넓은 조사가 실시되어야 한다.

또한 생체신호의 측정 및 비교 분석처리는 일반적인 색감과 유사함을 보여주고 있으나, 실험을 진행하면서 색 자극을 제시할 때, 색이 가지는 요소들(색상, 채도, 명도, tone 등)을 어떻게 반영하느냐 하는 것이 난점으로 부각되었다. 본 연구에서는 색 자극 제시법으로 널리 사용될 수 있는 조명에 의한 제시법을 제안하였다. 이 방법이 Painting에 의한 방법이나 자연 색에 의한 방법보다는 전기적인 방법을 사용하는 점에서 실험적으로 구현하기가 용이하였다. 또 하나의 문제점은 외부 환경 변화에도 불구하고 신체의 내적 조직이 균형을 유지하는 개인적 항상성으로 인하여 몇 분에서 몇 시간동안 색 자극에 대한 반응이 나타나지 않는 경우도 발견되었다.

위와 같은 색에 대한 감성 추출의 난점에도 불구하고, 색과 감성에 대한 연구는 계속되어야 하며, 연구 방향은 감성 제품 개발에만 그치지 않고 색치료(Color Therapy)나 음악(청각)과 색(시각)의 상관성을 토대로 한 시청각 동시 자극이 인간의 감성에 미치는 영향에 관한 연구와 같은 복합적이면서 포괄적인 방향으로 진행되어야 한다.

결론

색 자극이 인간의 감성에 미치는 영향을 정량적으로 평가하기 위하여, 본 연구에서는 Red, Yellow, Pink, Violet, Blue, Cyan, Green의 7종류의 색 자극을 제시하고, 각각의 자극에 따른 설문 조사와 생체 신호 측정 및 분석을 수행한 결과, 다음과 같은 결론

을 얻었다.

먼저, 설문지 조사 결과, Red는 따뜻하고 열정적이며, Yellow는 가볍고 약하며, Blue는 차갑고 순수한 감성을 유발한다는 의견이 지배적으로 도출됨을 확인하였다. 그리고, 생체 신호의 분석을 통하여 Red, Yellow, Violet은 상대적으로 낮은 α 파의 Power를 가지며, ECG의 BPM과 피부 전도도, 호흡수가 높게 나타나 활동적인 색으로 나타났으며, 반면에 Blue, Cyan, Pink, Black은 비활동적인 색으로 평가되었다.

이와 같은 결과는, 제품개발이나 색치료 등에 이용할 수 있는 색에 대한 감성의 정량적인 지표의 개발 방법 및 지표의 한 예로 그 가치를 지니며, 앞으로의 색에 대한 감성의 폭넓은 연구의 기초를 마련하였다.

참고 문헌

1. M. Walker, "The Power of Color", Avery Publishing Group, Inc., 1996.
2. R. Weitkunat ed., "Digital Biosignal Processing", Elsevier, pp. 27-80, 1991.
3. M. Wester, A. Macy, W. McMullen, R. Nakazawa and J. Busch, "AcqKnowledgeIII for the MP100WS", Biopac Systems, Inc., 1994.
4. A. J. Vander, J. H. Sherman and D. S. Luciano, "Human Physiology: the Mechanisms of Body Function. 6th ed.", McGraw-Hill, pp. 249-257, 1994.
5. J. J. Im, "Measurements and Interpretation of Physiological Signals Evoked by Auditory Stimulation", Proceedings of the 2nd Acoustical Society of Korea, pp. 87-96, October 1996.
6. M. Nakamura and H. Shibasaki, "Automatic Interpretation of Awake EEG: Artificial Realization of Human Skill", Proceedings of the 11th KACC, pp. 19-23, October 1996.
7. 韓善浩, 齋勝章二, "臨床腦波", 一潮閣, pp. 12-17, 1987.
8. 金井泉, 金井正光, "臨床検査法提要", 高文社, pp. 845-1016, 1984.
9. 고건일외 7인, "인체생리학", 탐구당, pp. 283-296, 1993.
10. 황민철, "감성의 정량적 정성적 평가", 감성공학기술, KRISS, pp. 31-39, 1996.