

지각된 정보구조의 효과적 형성을 위한

색공간 네비게이션 시스템 연구

- 작은 디스플레이 화면상의 위계적 정보구조를 중심으로 -

A Color Navigation System for Effective Perceived Structure: Focused on Hierarchical Menu Structure in Small Display

경소영(So-Young Kyung)

박경욱(Kyungwook Park)

박준아(Joonah Park)

김진우(Jinwoo Kim)

연세대학교 대학원 인지과학 협동과정 HCI Lab.

This study was supported by a Korea Research Foundation Grant (KRF-2000-005-C00012)

## 1. 서 론

## 2. 이론적 배경

- 2-1 내적모형(internal model)
- 2-2 자동 처리 이론(automatic processing theory)
- 2-3 색 공간 모델(color space model)
- 2-4 카테고리 정보로서의 색상(Hue)
- 2-5 깊이 정보로서의 톤(Tone)

## 3. 연구 가설

## 4. 사전 연구

- 4-1 연구목적
- 4-2 연구절차
- 4-3 연구결과

## 5. 본연구

- 5-1 실험도구
- 5-2 실험설계
- 5-3 실험절차
- 5-4 실험결과

## 6. 결 론

## 참고문헌

### (要約)

작은 화면에서 방대한 규모의 정보를 보기 위해서는 정보구조가 잘 조직화 되어야 하고, 항해 보조장치가 적절하게 제공되어야 한다. 본 연구는 위계적인 구조(Hierarchical structure)를 지닌 정보공간을 작은 디스플레이 공간(small screen)에서 제시할 때 사용자가 실제 공간구조와 유사하게 내적모형(internal model)을 형성하도록 하기 위하여 어떻게 항해 단서(navigation cue)를 제공하는 것이 효과적인지를 밝히고자 하는데 그 목적이 있다. 본 연구에서는 색을 중심으로 연구내용이 이루어 졌으며, 이는 색이 가지고 있는 속성과 색공간 개념이 위계구조의 정보공간과 잘 맵핑될 수 있다고 판단되었기 때문이다. 정보공간을 위한 색공간은 색상과 톤 개념을 기반으로 정의되었다. 1차 사전 설문조사가 진행되었고, 2차 본 실험을 통해서 색 단서(color cue) 제공이 사용자의 공간구조 이해 및 항해 성과(navigation performance)에 미치는 영향을 실증적으로 검증하였다. 실험 결과는 첫째, 카테고리 구분을 위해 사용된 색상은 정보공간의 개념을 이해하는데는 도움이 되지만, 항해 성과에는 부정적인 영향을 주었다. 둘째, 톤으로 제공된 정보 깊이에 대한 단서는 정보공간의 개념 이해에도 별 도움이 되지 않았으며, 항해 성과에도 역시 부정적인 영향을 주었다. 본 연구는 연구결과의 제한점과 향후 연구에 대한 기술로 마무리 하였다.

### (Abstract)

This study investigates effective ways to help users form a correct mental model of the hierarchical information space (HIS) in small display. The focus is the effect of color cue on understanding the structure and navigating the information space. The concept of color space (CS) corresponds well to the HIS - one color has a unique position in the CS as a piece of information does in HIS. In this study, we empirically examined two types of color cue, namely, categorical and depth cue. Hue was used as a categorical cue and tone was used as a depth cue. In our experiment, we evaluate the effectiveness of the color cues in the mobile internet system. Subjects were asked to perform four searching tasks and four comparison tasks. The results of experiment reveal that the categorical cues significantly improve the user's mental model whereas decrease navigation performances. The depth cues cannot aid in understanding the HIS as well as improve navigation performances. This study concludes with limitations of the study and descriptions of future studies.

### (Keyword)

Color navigation system, Hierarchical information space, Small screen

## 1. 서론

최근 들어 모바일 정보기기를 이용한 정보 서비스의 사용자가 급격하게 증가하고 있으며 모바일 기기의 특성인 작은 디스플레이 공간(small screen)에서의 정보표현이 중요한 이슈로 대두되고 있다 1)2)3)4). 작은 화면에서 방대한 정보구조를 효과적으로 보여주기 위해서는 위계적인 구조(hierarchical structure)로 정보를 조직화 하는 것이 효과적이다 5). 위계적인 메뉴구조(Hierarchical menu structure)란 6) 카테고리 및 서브카테고리로 구성된 메뉴 분류로서 Breadth와 Depth의 개념으로 체계화한 메뉴시스템을 의미하며 흔히 트리구조(tree structure)로 표현이 가능하다. Depth는 최종 정보단위에 도달하기까지 거쳐가야 하는 단계(level)의 수를 의미하고 Breadth는 각 단계(level)에서 선택 가능한 대안의 수를 의미한다 7). 모바일 인터넷 환경을 기존 데스크 탑의 인터넷 환경과 비교해 보면 두 가지 제한점이 있다. 첫째, 시스템 측면에서 보면, 작은 스크린 사이즈와 제한된 입력장치, 즉 디바이스의 한계를 들 수 있다 8). 작은 화면으로 인하여 한번에 볼 수 있는 정보의 양이 매우 한정되기 때문에 대규모 사이트일 경우, 정보공간(information space)에 대한 공간지식(spatial knowledge)을 형성하기 매우 어려운 실정이다. 더욱이 입력장치의 제약은 목적하는 과업을 수행하기 위한 사용자의 버튼조작(key stroke) 회수를 증가 시켜서 과업 복잡도(task complexity)와 처리부담(processing cost)을 높이는 결과를 야기시킨다 9). 둘째, 사용자 측면에서는 단기기억장치(STM)의 한계로 모바일 인터넷을 통해서 과업을 수행하려고 할 때, 과업수행에 필요한 인지적 자원(Cognitive resource)이 부족해지는 현상이다 10). 모바일 인터넷 환경에서 사용자가 원하는 정

보를 찾기 위해서는 데스크 탑 환경에 비해서 월등히 많은 버튼조작과 화면전환을 겪어야 한다. 이것은 사용자가 항해과정 동안에 계속 자신의 현재상태를 파악해야 하고, 지나는 경로들을 기억해야 하는 인지부담(cognitive overload)을 의미한다.

높은 처리비용(processing cost)으로 인한 인지적 부담(cognitive overload)의 증가와 과업 복잡도(task complexity)의 증가로 사용자들은 모바일 인터넷을 사용하면서 정보공간 내에서 길을 잃는 현상(disorientation; lost in space)과 인지적 과부하(cognitive overload)를 경험하게 된다 11). 길을 잃는 현상(disorientation)이란 12)13) 공간 내에서 현재 자신의 위치가 어디인지를 파악하지 못하거나 원하는 정보를 찾기 위해서 어디로 가야하는지를 알지 못하는 상태를 말한다. 사용자가 이와 같이 공간 내에서 길을 잃었다고 느끼게 되면 공간항해의 어려움(navigation difficulty)을 경험하게 되는 것이다. 인지적 부담(cognitive overload)이 발생하면 사용자는 인지과부하(cognitive overhead) 현상을 경험하게 된다. 인지 과부하(cognitive overhead)란 14) 과업 수행을 위해 필요한 인지자원의 부족현상을 겪는 것을 뜻하는데, 인지과부하(cognitive overhead)가 높을수록 사용자의 과업수행 성과(performance)는 저하된다.

따라서, 이러한 모바일 인터넷의 특징에 의한 한계점을 극복하기 위해서는 적절한 항해 보조 장치(navigational aids)의 필요성이 절실히 대두되고 있다. 특히, 작은 화면과 제한된 입력장치, 그리고 처리비용이 높은 과업수행과정이라는 모바일 인터넷의 특수한 환경 하에서는 사용자의 인지부담(cognitive overload)을 최소화 하고 디스플레이 공간을 절약하는 동시에 정보공간에 대한 구조적 정보를 제공할 수 있는 방안으로 항해보조도구(navigational aids)가 제공되어야 한다. 기존 데스크 탑 환경에서는 항해보조도구(navigational aids)로서 글로벌 네비게이션 시스템(global navigation system)과 로컬 네비게이션 시스템(local navigation system) 기능의 네비게이션 바, 조망정보를 제공하는 사이트 맵 등이 다양한 형태로 제공되고 있다 15). 그러나, 기존의 데스크 탑 환경에서 제공되어 오던 항해 보조 도구들은 화면에 많은 공간을 차지하므로 작은 화면이란 제약된 환경에서 데스크 탑과 동일한 형태로 제공하는 것은 현실적으로 불가능하다. 현재로는 한 화면에 최대 12라인의 정보밖에 제공되지 못하는 상황에서 항해 보조 도구들에 많은 영역을 할당할 수 없기 때문이다. 따라서, 모바일 환경에 적합한 항해 보조도구(navigational

1) Lieberman, H.: A multiscale, multilayer, translucent virtual space. Paper presented at the Proceedings of Information Visualisation 97, London, 27-29, (1997).

2) Sarkar, M., Snibbe, S. S., Tversky, J. O., & Reiss, P. S.: Stretching the rubber sheet: a metaphor for viewing large layouts on small screens. UIST 93, 81-91, (1993).

3) Tullis, S. T.: Screen Design (2nd ed.). Amsterdam: North-Holland, (1997).

4) Ware, C.: Information Visualization: Perception for Design. San Diego: Academic Press, (2000).

5) Rumpradit, C., & Donnell, L. M.: Navigational cues on user interface design to produce better information seeking on the world wide web. Paper presented at the Hawaii International Conference on System Sciences, (1999).

6) Norman, K.: The Psychology of Menu Selection: Designing Cognitive Control at the Human/Computer Interface, Ablex Publishing Corporation, (1991).

7) Jacko, J. A., & Salvendy, G.: Hierarchical menu design: breadth, depth, and task complexity. Perceptual and Motor Skills, 82, 1187-1202, (1996).

8) Haseloff, S.: Designing adaptive mobile applications. Paper presented at the Proceedings of the Ninth Euromicro Workshop on Parallel and Distributed Processing (PDP '01), (2001).

9) Jacko, J. A., & Salvendy, G.: Hierarchical menu design: breadth, depth, and task complexity. Perceptual and Motor Skills, 82, 1187-1202, (1996).

10) Buchanan, G., Farrant, S., Jones, M., Thimbleby, H., Marsden, G., & Pazzani, M.: Improving mobile internet usability. Paper presented at the ACM, (2001).

11) Elm, W. C., & Woods, D. D.: Getting lost: a case study in interface design. Paper presented at the Proceeding of the Human Factors Society, (1985).

12) Conklin, J.: Hypertext: introduction and survey. Computer, 17-41, (1987).

13) McAleese, R.: Hypertext: Theory into Practice. London: Oxford Intellect Limited, (1989).

14) Rumpradit, C., & Donnell, L. M.: Navigational cues on user interface design to produce better information seeking on the world wide web. Paper presented at the Hawaii International Conference on System Sciences, (1999).

15) Rosenfeld, L & Morville, P.: Information Architecture for the World Wide Web. Cambridge: O'Reilly, (1998).

aids) 또는 항해보조단서(navigational cues)를 개발하는 것이 시급한 실정이다.

본 연구에서는 작은 디스플레이 공간에서 방대한 정보를 제공하기 위하여 색의 특성을 이용한 구조적 단서(cues)를 활용하는 방안을 제안하였다. 본 연구에서 색에 초점을 맞춘 이유는 다음과 같다. 첫째, 색에는 주의를 기울이지 않아도 정보가 처리된다는 '자동 처리(automatic processing)'라는 특징이 있어서 이러한 특징을 활용하여 색을 항해보조단서(navigational cues)로 사용한다면, 사용자가 정보공간구조에 대한 부가정보를 처리하기 위해 추가 인지자원(cognitive resource)을 사용하지 않아도 되므로 인지부하가 높은 모바일 인터넷과 같은 상황에서 효과적으로 정보를 제공할 수 있다 16). 둘째, 색(color)의 삼속성(색상, 명도, 채도)으로 개념화된 색공간 모델과 위계적인 구조의 정보공간(hierarchical menu structure)의 특성을 맵핑시켜서 항해보조단서(navigational cues)를 제공한다면, 색공간과 정보공간의 공통적인 특징으로 인하여 사용자들은 정보공간의 구조를 더 잘 이해할 수 있을 것이다. 결국, 색공간 특성을 적용한 단서(cues)를 화면의 배경영역을 활용하여 제공하는 방법은 단서제공을 위한 추가적인 영역을 필요로 하지 않으므로 작은 디스플레이 화면에서 최소한의 공간을 활용하여 정보공간에 대한 구조적 단서(cue)를 제공할 수 있다는 장점을 갖는다.

그러나, 대부분의 기존 연구들은 카테고리 측면에서 색의 효용에 대한 연구들에 치중되어 있으며 17)18)19)20)21) 색상과 형태, 색상과 크기 등, 색공간 개념의 세가지 축 중에서 명도와 채도를 제외한 색상의 축만을 기본으로 하여 연구가 이루어지고 있는 실정이다 22)23). 색공간 개념의 적용이 정보공간 구조 이해에 매우 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 이론적인 타당성에도 불구하고 색의 속성을 모두 포함한 색공간 전체를 대상으로 다룬 실증적인 연구는 거의 진행되지 않았으며, 시스템 디자인 시에 단순히 설계자들의 추측에 의한 논리에 의해 색이 적용되는 실정이다 24).

16) Healey, G. C., Booth, K. S., & Enns, T. J: Perceptual colors and textures for scientific visualization. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 5, 190-221. (1995).

17) Kawai, M., Uchikawa, K., & Ujike, H: Influence of color category on visual search. Paper presented at the In Annual Meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Fort Lauderdale, (1995).

18) Kay, P., Berlin, L. M., & Merrifield, W: Color naming across languages. In C. L. Hardin & L. Maffi (Eds.), *Color Categories in Thought and Language*. Cambridge: Cambridge University Press, (1997).

19) Post, D. L., & Greene, F. A: Color name boundaries for equally bright stimuli on a CRT: Phase 1. *Society for Information Display, Digest of Technical Papers* 86, 70-73, (1986).

20) Ware, C: *Information Visualization: Perception for Design*. San Diego: Academic Press, (2000).

21) Belpaeme, T: Simulating the formation of color categories. Paper presented at the Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 01), Seattle, (2001).

22) Healey, G. C: Perceptual techniques for scientific visualization. *SIGGRAPH*, 5, 1-26, (1999).

23) Healey, G. C., & Enns, T. J: Large datasets at a glance: combining textures and colors in scientific visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 5(2), 145-167, (1999).

따라서 본 연구에서는 작은 화면에서 위계적인 구조로 조직화된 대규모 사이트 정보를 제공할 때 사용자가 효과적으로 공간에 대한 이해를 할 수 있도록 제공하는 단서(cue)를 색공간 이론을 적용하여 제시함으로써 색의 속성이 실제 정보공간구조의 이해에 어떠한 영향을 미치는지를 밝혀보고자 하였다. 색의 삼속성을 기초로 먼셀(1905), 오스트발트(1923), PCCS, NCS 등 다양한 색공간 이론들이 정의되어 있는데, 정보공간을 위한 색공간을 정의하기 위해서 이미 개념화된 색공간을 선정한 후 정보공간의 구조적 특징을 반영하여 수정된 색공간을 설정하였고, 사전실험으로 색과 메뉴 이름간의 상관유무를 확인하기 위한 이메일 설문조사를 실시하였다. 이어서 본 실험에서는 색공간 개념이 적용된 모바일 인터넷 시뮬레이터를 개발하여 구조 파악 정도와 항해 편의성을 측정하였다. 본 연구 결과는 검증이 없이 지금까지 적용되어 왔던 색공간 개념의 효용성을 밝히고, 색공간 개념을 적용하는 것이 정보공간의 구조이해와 항해 편의성에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 실증적인 자료로 활용할 수 있을 것이다.

## 2. 이론적 배경

### 2-1. 내적모형(internal model)

내적모형이란<sup>25)</sup> 사용자가 경험을 통해서 머리 속에 형성하게 되는 개념적인 모형을 말한다. 항해과정을 통해서 사용자는 경험한 정보공간에 대한 내적모형을 형성하게 되며, 형성된 모형을 기초로 원하는 정보를 찾기 위한 항해 계획을 세우게 된다. 다시 말하면, 어떠한 경험을 했는가에 따라서 같은 공간이라도 지각되는 정보구조(perceived structure)가 달라질 수 있으며, 지각된 단편적인 정보의 통합에 의해서 사용자는 전체 정보공간에 대한 내적 모형을 형성하게 되는 것이다. 이렇게 형성된 내적모형은 향후 정보공간을 항해하기 위한 계획을 수립하는 틀로써 활용된다 26).

정보공간의 실제 구조(real structure)와 지각된 구조(perceived structure)의 차이가 클수록 사용자는 공간 내에서 길을 잃고 헤매는 현상(disorientation; lost in space)을 더욱 많이 경험하게 되며 27)28)29)30) 공간 내에서 많이 헤맬수록 더 많은 항해의 어려움(navigation difficulty)을 겪게 된다. 길을 잃는 현상을 방지하기 위하여 보조 단서(navigational cues)를 제공하고, 항해의 어려움을 감소시키기 위하여 항해 보조 도구

24) Weinman, L: [www.lynda.com/hex.html](http://www.lynda.com/hex.html), (2002).

25) Spence, R: *Information Visualization*. Barcelona: ACM press, (2001).

26) Downs, R. M., & Stea, D: *Maps in Minds: Reflections on Cognitive Mapping*. New York: Harper and Row, (1977).

27) Conklin, J: Hypertext: introduction and survey. *Computer*, 17-41, (1987).

28) Edwards, D., & Hardman, L: Lost in hyperspace: cognitive mapping and navigation in a hypertext environment. In R. McAleese (Ed.), *Hypertext: Theory into practice*: Oxford, 105-125, (1989).

29) Johnson, H., & Otter, M: Lost in hyperspace: metrics and mental models. *Interacting with computers*, 13, 1-40, (2000).

30) McAleese, R: *Hypertext: Theory into Practice*. London: Oxford Intellect Limited, (1989).

(navigational aids)가 사용되는 것이 일반적이는데, 이러한 항해 보조단서(navigational cues)와 도구(navigational aids)는 사용자가 내적 모형을 수립하는데 직접적으로 영향을 미치는 요인 이므로 설계구조와 유사한 내적모형을 형성할 수 있도록 제공 되어야만 한다.

## 2-2. 자동 처리 이론(automatic processing theory)

시각적인 요소들 중에는 사람이 그 특성에 주의를 집중하지 않아도 그 속성에 대한 정보가 자동적으로 처리되는 요소들이 있다. Stroop color-word test<sup>31)</sup>가 대표적인 예로써, 빨간색으로 쓰여진 '파랑'이라는 글씨를 읽을 때, '빨강'으로 잘못 읽게 되는 것은, 파랑이라는 의미를 인지하기 전에 빨강이라는 색상이 자동처리 되기 때문이다. 자동적 처리란 이렇게 주의를 주지 않은 상태에서 이미 정보가 처리되는 속성을 의미하며 이러한 속성을 갖는 요소들은 색(color), 크기(size), 형태(form), 방향(orientation) 등이 있다<sup>32)33)</sup>. 주의를 주지 않은 상태에서도 정보처리가 가능하다는 것은 앞에서 제시한 작은 디스플레이 공간(small screen)과 인지처리 비용(processing cost & cognitive overload)이 많이 드는 환경에서 인지과부하(cognitive overhead)를 최소화할 수 있도록 정보를 제공할 수 있다는 가능성을 의미한다. 본 연구에서는 자동적 처리의 속성을 갖는 여러 가지 요소 중에서 위계 구조의 정보공간과 같이 공간개념을 형성할 수 있는 색을 선택하여 색공간 모델의 특성을 반영한 공간구조단서(cues)를 제공하였다.

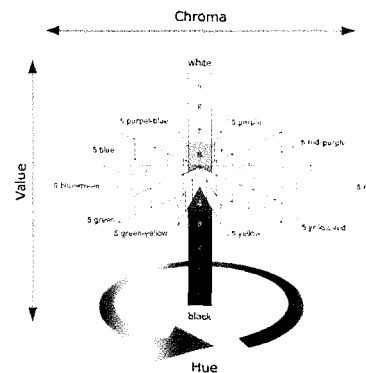
## 2-3. 색 공간 모델(color space model)

색 공간 체계를 확립하기 위한 논의는 고대 그리스의 철학자(Dnpedocles, Democritus, Plato, Aristotle)들로부터 현대에 이르기 까지 색 이론가들에 의해서 계속되어 왔으며 먼셀 색체계, 오스트발트 색체계, PCCS 색체계, NCS 색체계 등 다양한 관점으로 개념이 정립되어 왔다<sup>34)</sup>.

먼셀(Munsell) 표색계<sup>35)</sup>는 "색의 3속성에 의한 방법"이며 합리적인 표색방법으로 국제적으로 널리 사용되고 있다. 1898년 Albert H. Munsell이 Hermann Helmholtz의 세 가지 변인으로 구성된 개념 - 색상(hue), 명도(value: lightness or darkness), 채도(chroma: saturation of brightness) - 을 바탕으로 수립한 색체계로서 1943년에 미국 광학회(Optical Society of America)에 의해 수정되었으며, 시각적인 등보도성에 의해 구성되어진 체계이다. 오스트발트는 E. 헤링의 4원색설을 기초로 3색(검정, 흰색, 순색)의 혼합비에 의해 색공간을 구성하였으며, 물리적인 혼합비의 개념으로서 이론적으로 체계화

한 색체계이다. 현대에 들어 일본색채연구소가 1964년에 PCCS(practical color coordinate system) 색체계를 발표하였는데, 이 색체계는 명도와 채도를 톤(Tone)이라는 개념으로 정리해 색상과 톤이라는 두 계열로 색채를 체계화했다는 특징이 있다<sup>36)</sup>. 마지막으로, 스웨덴 색채연구소(Sweden Color Center)에 의해 체계화 된 NCS(Natural Color System) 색체계는 인간이 어떻게 색채를 보느냐에 기초한 논리적인 색체계이다. 인간이 구별할 수 있는 가장 기초적인 6가지 색채 즉, 흰색(W), 검정(S), 노랑(Y), 빨강(R), 파랑(B), 녹색(G)을 기본색으로 모든 색을 표기한다<sup>37)</sup>.

색공간의 기본 개념은 일반적으로 세 가지 축으로 구성되며 어떤 이론을 적용하는가에 따라서 축의 개념이 달라진다. 그림 [1]은 먼셀 색입체의 삼차원 개념모형으로서 색상, 명도, 채도로 구성된 축의 개념을 이해하기 쉽도록 표현한 것이다. 중심축(수직축)은 흰색에서 검은색으로의 무채색의 특성을 반영한 명도변화(value)를 의미하고, 중심축(수직축)으로부터 외곽으로 뻗어나가는 수평축은 색의 강도가 높아지는 채도의 변화(chroma)를 의미하며, 공간의 외곽 둘레는 서로 다른 색상의 변화(hue)를 의미한다. 색상(hue)은 색의 이름을 통칭하며 연속적인 속성을 지닌다. 명도(value)는 상대적인 밝고 어두움을 나타내며 선형적, 단계적으로 변화한다. 채도(chroma)는 색상강도 또는 선명함, 그것의 맑고 탁함을 의미하며 채도가 가장 높은 순색은 가장 자기다운 색을 뜻한다<sup>38)39)</sup>. 이 세 가지의 개념은 색의 삼속성으로 정의되며 색 들간의 차이점을 명확하게 구분하기 위해서 사용되어지고 있다.



[그림 1] 먼셀색입체의 삼차원 개념모형

그림 [2]는 색상(A), 명도(B), 채도(C)의 세 축을 기준으로 만들어진 색공간이며, 그림 [3]은 정보의 너비(breadth; category)와 정보의 깊이(depth; level)로 구성된 위계적인 구조의 정보공간이다. 두 공간 모두 점선으로 형상화 된 원뿔형태의 공간으로 모델화 시킬 수 있으며 이러한 공간적인 맵핑을 통해서

31) Stroop, J.R: Studies of interference in the serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662, (1935).

32) Triesman, A., & Gormican, S: Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95(1), 15-48, (1988).

33) Ware, C: *Information Visualization: Perception for Design*. San Diego: Academic Press, (2000).

34) Feisner, E. A: *Color Studies*. New York: Fairchild Publications, Inc, (2001).

35) Birren, F: *Munsell: a grammar of color*. New York: Van Nostrand Reinhold Company, (1969).

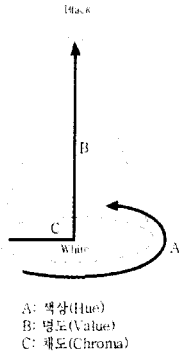
36) 한국색채학회: *컬러리스트 (이론편)*, 서울, 도서출판 국제, (2002).

37) 박필제 & 백숙자: *칼라 코디네이터를 위한 색채학 입문*, 서울, 형설출판사, (1999).

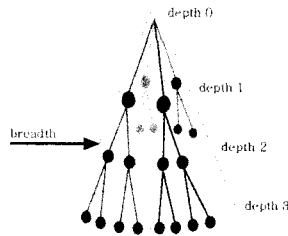
38) Healey, G. C., Booth, S. K., & Enns, T. J: Visualizing real-time multivariate data using preattentive processing. *TOMACS*, 5, 3, 190-221, (1995).

39) Hunt, R: *Measuring Colour*. London: Ellis Horwood, (1991).

정보공간의 구조에 대한 단서(cues)를 제공하는 것이 이 연구의 중심 개념이다. 본 연구는 색공간과 정보공간을 맵핑시켜 타당한 색 단서(color cue)를 제공함으로써 사용자가 정보공간에 대한 내적모형을 잘 형성할 수 있고, 과업 수행성과도 높아질 것이라는 가설에서 출발하였다.



[그림 2] 색공간 개념도 (Color Space)



[그림 3] 위계구조의 정보공간 (Hierarchical Information Space)

위계적인 정보구조와 색공간 개념의 공통적인 특징은 다음과 같다. 첫째, 위계적인 구조를 갖는 정보공간에서의 한 정보는 공간내의 어느 한 좌표에 위치한다. 이러한 특징은, 색공간 내에서 한 샘플 색은 오직 한 위치를 차지한다는 점에서 동일한 개념이라고 볼 수 있다. 그러므로, 색(color)의 속성을 이용한 공간구조 단서(cue)의 제공을 통하여 정보공간 내에서 현재 위치에 대한 정보를 제공한다는 것은 공간 내에서 각 페이지의 유일한 좌표 정보를 지각적으로 습득할 수 있도록 하는 것을 의미한다. 둘째, 색공간 모델에서는 색상, 명도, 채도의 차이에 의해 샘플색 간에 일정한 거리차를 갖게 된다. 이러한 거리차는 위계적인 구조의 정보공간에서 정보들 간에 카테고리(category)와 정보의 깊이(depth)에 의해 형성되어지는 거리차와 유사하다고 할 수 있다.

최근 색공간 개념은 과학적 시각화(scientific visualization) 분야에서 많이 적용되고 있으며 정보인출 시스템에 색공간 개념을 적용하는 것이 효과적이라는 것은 이미 많은 연구를 통해서 알려져 온 사실이다 40). 예를 들어, 선형적인 데이터에는 선형적인 색변화를 적용하면 데이터의 변화가 쉽게 이해될 수 있다 41). 그러나 이러한 선형 연구들은 주로 색상(hue)

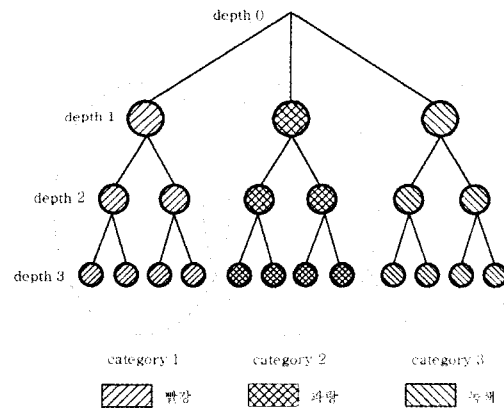
40) Healey, G. C., & Enns, T. J: Large datasets at a glance: combining textures and colors in scientific visualization. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 5, 2, 145-167, (1999).

만을 중심으로 이루어져 왔다. 이것은 색공간에서 단지 한가지의 축을 중심으로 한 단면을 적용한 것으로 볼 수 있으며, 공간의 개념을 도입했다고 보기는 어렵다. 단면을 공간으로 인식하기 위해서는 명도와 채도라는 다른 두 개의 축도 포함하여 고려되어야 한다. 그러나, 사람은 명도와 채도의 변화를 명확히 구분하는데 어려움을 겪으므로 본 연구에서는 두 개념을 하나로 통합할 수 있는 톤(tone)의 개념을 적용하여 색상과 톤으로 구성되는 공간을 개념화 하였다.

## 2-4. 카테고리 정보로서의 색상(Hue)

색상은 카테고리를 나누거나 레이블링을 하는데에 효과적으로 사용되어져 왔다 42). 유일한 색조(unique hues) 43)는 조명의 영향을 받지 않고 언제나 그 색상 자체로써 지각되는 색을 말하며 유일한 색조에 가까울수록 사람들이 기억하기도 쉽다. 하지만, 누구나 일관되게 구분하고 이름 붙일 수 있는 색은 단지 8가지 정도에 불과하며, 카테고리를 구분하기 위한 레이블로 적합한 색의 수도 이에 따라 한정된다 44).

본 연구에서는 그림 [4]에서와 같이 위계적 구조의 정보공간에서 카테고리를 구분하기 위한 방안으로 각 카테고리마다 다른 색상을 적용하여 사용자가 보고 있는 화면이 어떠한 카테고리에 속한 정보인지를 파악하기 쉽도록 제공하였다. 사용자는 정보공간을 향해하면서 제공된 색 단서(color cue)를 자동 처리과정을 통해 이해함으로써 모바일 인터넷과 같은 제약된 상황에서 정보공간에 대한 내적모형을 실제 정보구조와 유사하게 수립할 수 있으며, 더불어 과업수행 성과도 향상될 것이다.



[그림 4] 카테고리에 따라 다른 색상을 적용한 정보공간의 개념도

41) Raidl, R. G., & Tastl, I: Finding a perceptual uniform color space with evolution strategies. IEEE, 513-517, (1997).

42) Ware, C: Information Visualization: Perception for Design. San Diego: Academic Press, (2000).

43) Hurvich, L. M: Color Vision. Sunderland: Sinauer Associates, (1981).

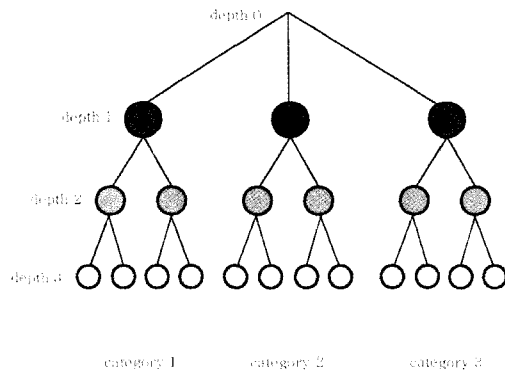
44) Post, D. L., & Greene, F. A: Color name boundaries for equally bright stimuli on a CRT: Phase 1. Society for Information Display, Digest of Technical Papers 86, 70-73, (1986).

## 2-5. 깊이 정보로서의 톤(Tone)

시각적인 요소들에는 계층효과(visual layering effect)가 존재한다 45). 시각적 계층효과란 각 요소들이 갖고 있는 기본적인 물리적 속성들의 정도차이에 따라서 계층이 형성된다는 것으로 같은 계층에 있는 요소들은 비슷한 속성을 지닌다 46). 특히, 명도와 채도의 복합 개념인 톤(tone)은 선형적인 단계를 지니고 있어 깊이정보를 2차원의 평면에 구분할 수 있도록 표현하는데 매우 효과적으로 사용될 수 있다 47). 그 한 예로 해수면의 깊이와 땅의 고도에 톤 개념을 적용하여 시각화하는 경우, 고도가 높아지거나 해수면이 깊어질수록 어두운 톤으로 표현됨을 알 수 있다. 이러한 깊이 개념에 톤이 아닌 색상을 적용하면 높이정보를 파악할 수 없게 된다.

톤(tone)의 선형성은 밝아지는 톤과 어두워지는 톤, 이렇게 두 가지의 방향성을 갖는다 48). 멀리 보이는 부분, 즉 깊이가 깊어질수록 배경이 밝은 경우에는 밝은 톤으로, 배경이 어두운 경우에는 어두운 톤으로 표현하는데, 이것은 깊이가 깊어질수록 배경색과의 톤 차이가 적어진다는 의미이기도 하다.

본 연구에서는 그림 [5]와 같이 정보의 깊이에 따라서 다른 톤을 적용하여 사용자가 언제든지 현재 보고 있는 정보의 위치가 전체 정보공간 내에 어느 정도 깊이의 정보를 보고 있는 것인지를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 이러한 구조적인 단서의 제공을 통해서 사용자는 정보공간 구조를 쉽게 파악할 수 있을 것이다.



[그림 5] 정보의 깊이에 따라 다른 톤을 적용한 정보공간의 개념도

## 3. 연구 가설

본 연구는 위계적인 구조(Hierarchical structure)를 지닌 정보

45) Laar, D. L. V: Psychological and cartographic principles for the production of visual layering effects in computer displays. *Displays*, 22, 125-135, (2000).

46) Healey, G. C: Perceptual techniques for scientific visualization. *SIGGRAPH*, 5, 1-26, (1999).

47) Tufte, R. E: *Visual Explanations*. Cheshire: Graphic Press, (1997).

48) Doshier, B. A., Sperling, G., & Gasko, M: MacSpin: dynamic graphics on a desktop computer. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 51-58, (1988).

공간(information space)을 작은 디스플레이 공간(small screen)을 통해서 제시할 때 실제 공간구조와 유사하게 지각된 구조(perceived structure)를 형성하도록 하기 위하여 어떻게 향해 단서(navigation cue)를 제공하는 것이 효과적인지를 밝히고자 하는데 그 목적이 있다. 제공 가능한 여러 종류의 단서(cues) 중 색 단서(color cue)를 중심으로 연구 내용이 이루어졌으며, 이것은 색이 가지고 있는 속성과 색공간 개념이 정보공간과 가장 잘 맵핑될 수 있다고 판단되었기 때문이다. 원하는 정보를 찾는 과정은 실제 세상에서 길을 찾아가는 과정으로 비유되며 49), 길찾기 과정에는 경로지식(Route knowledge)과 구조지식(Survey knowledge)이 사용된다. 경로지식은 경험을 통해서 습득한 경로에 대한 지식을 의미하는데 과업수행의 성과와 직접적인 연관이 있고, 구조지식은 전체 정보공간의 구조를 파악해 나가면서 형성되는 지식으로서 정보공간 구조를 이해하는데 도움이 되는 지식이다. 정보공간 내에서 이 두 가지 지식을 잘 형성한다면, 정보공간 구조의 이해와 과업수행 성과 모두 향상될 것이다 50). 따라서, 본 연구에서는 정보공간의 구조적 특징과 맵핑이 가능한 색공간을 정의하고, 정의된 색공간이 실제로 정보공간에 적용되었을 때의 효용성을 정보공간 구조의 이해 측면과 과업수행의 성과 측면에서 측정해보고자 하였다.

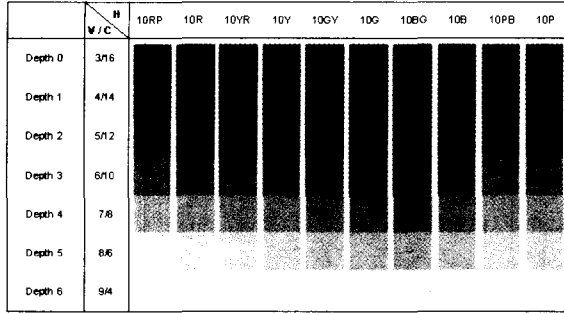
본 연구에서는 정보공간을 위한 색공간 선정을 위하여 미국 광학회(OSA)가 국제조명위원회(CIE)의 체계에 따라서 1943년 수정한 수정 먼셀 색체계를 기본으로 사용하였다. 먼셀 색공간이 지각적인 등간격에 의해 정의된 공간이라고는 하지만, 색상과 톤의 개념이 아닌, 색상, 명도, 채도 색의 3요소로 개념화된 공간이므로 그대로 적용하기엔 우리가 따른다. PCCS 색공간은 톤의 개념이 적용되었다는 점에서 본 연구의 가설에 잘 부합되지만, 모든 색상이 같은 단계의 톤을 가지고 있다는 기본 전제는 실제 순색들이 가지고 있는 명도, 채도의 정도차가 있다는 사실을 무시한 체계이다. 이는 색 샘플간의 간격(interval)이 등간격이 아니라는 것을 의미하는데, 위계적인 구조의 정보공간과 맵핑되는 색공간은 한 단계 깊이가 변화할 때 톤의 변화율이 등간격으로 변화되어야 한다는 가정에 위배되므로 본 연구에 적용하기 위한 색공간으로는 적절하지 않다.

따라서, 본 연구에서는 기존 색공간 개념들을 바탕으로 정보공간을 위한 색공간을 새롭게 정의 하였다. 정보공간을 위한 색공간은 카테고리에 따라 다른 색상을, 정보의 깊이에 따라 다른 톤을 적용하였다. 색공간을 정보공간에 적용함으로써 사용자들은 지각된 구조와 실제 정보공간 구조의 차이를 감소시킬 수 있으므로 공간구조에 대한 명확한 내적 모형을 확립할 수 있을 것이다. 또, 효과적인 브라우징 전략 수립이 가능하므로 공간 내에서 헤매지 않고 항해할 효과적으로 수행할 수 있어 과업수행 성과가 향상될 것이다. 색상(Hue)은 먼셀 표색계에서 빨강(10R), 노랑(10Y), 녹색(10G), 파랑(10B), 보라(10P),

49) Raubal, M., Egenhofer, M. J., Pfoser, D., & Tryfona, N: Structuring space with image schemata: wayfinding in airports as a case study. Paper presented at the COSIT 97, Laurel Highlands, PA, (1997).

50) Darken, R. P., & Sibert, J. L: Wayfinding strategies and behaviors in large virtual worlds. Paper presented at the ACM SIGCHI 96, (1996).

주황(10YR), 연두(10GY), 청록(10GY), 남색(10PB), 자주(10RP) 10개의 대표색을 선정하였고, 톤(tone)은 depth가 한 단계 깊어질 수록 명도는 한 단계 증가하고, 채도는 두 단계 증가하였다. 10RP의 경우를 예로 들어보면, depth가 깊어짐에 따라서 10RP3/16, 10RP4/14, 10RP5/12, 10RP6/10, 10RP7/8, 10RP8/6, 10RP9/4로 변화되었으며 다른 색들도 이와 마찬가지로 색을 선정하였다. 그림 [6]은 이렇게 만들어진 색 공간을 평면의 그리드 형태로 표현한 것이다.



[그림 6] 정보공간에 적용하기 위한 색공간

본 연구에서는 정보의 깊이가 깊어질수록 색의 톤이 밝아지도록 자극을 제시하였다. 글씨의 색(검정)이 변하지 않는다면, 바탕색의 톤이 밝아질수록 화면에 제시되는 바탕색과 글씨의 콘트라스트가 강해지므로 정보의 깊이가 깊어질수록 사용자는 그 내용을 명확하게 인식할 수 있다. Basic level theory에 의하면, Basic level 51)은 가장 명확하게 구분되는 카테고리의 레벨을 의미하는데 색공간(Color space)에서는 카테고리를 구분할 수 있는 순색의 포화도가 높은 색, 즉 채도가 높은 색이 Basic level에 해당한다. 따라서, Basic level에 해당하는 정보의 깊이(depth) level 1, level 2에 채도가 높은 색을 배치한 것이다. 위에 설명한 가설을 정리하면 아래와 같다.

H1: 색공간을 정보공간에 적용함으로써 사용자들은 공간구조에 대하여 명확한 내적모형을 확립할 수 있을 것이다.

H1-1: 카테고리에 따라 다른 색상을 적용하면 정보공간 구조에 대한 명확한 내적 모형을 확립할 수 있을 것이다.

H1-2: 정보의 깊이에 따라 다른 톤을 적용하면 정보공간 구조에 대한 명확한 내적 모형을 확립할 수 있을 것이다.

H2: 색공간을 정보공간에 적용함으로써 과업수행 성과가 향상될 것이다.

H2-1: 카테고리에 따라 다른 색상을 적용하면 과업수행 성과가 향상될 것이다.

H2-2: 정보의 깊이에 따라 다른 톤을 적용하면 과업수행 성과가 향상될 것이다.

본 연구 목표의 달성을 위해서 사전연구로서 설문조사가 진행되었고, 본 실험을 통해서 색 단서(color cue)의 제공유무가

51) Rosch, C.B. Mervis, W.D.Gray, D.M.Johnson, and P.Boyes-Braem. Basic objects in natural categories. Cognitive Psychology, 8:382-439, (1976).

사용자의 공간구조 이해와 항해 성과(navigation performance)에 미치는 영향을 실증적으로 검증하였다.

## 4. 사전 연구

### 4-1. 연구목적

본 실험에 사용할 시스템에 적용하기 위한 카테고리 색을 선택하기 위하여 메뉴 레이블의 의미와 색상간의 상관관계가 있는지를 규명하기 위한 사전 설문조사를 실시하였다. 이는 관계가 있을 경우는 동등한 수준에서 연관성을 갖도록 카테고리 색을 배치하고, 관계가 없다고 규명될 경우는 색공간 내에서의 등간격으로 색 단서(color cue)를 적용하기 위한 목적으로서 진행되었다.

### 4-2. 연구절차

본 연구에서는 색이 재현되는 매체간의 차이를 배제하기 위해서 색의 선택, 설문자극, 실험자극제시가 모두 모니터 상에서 진행되었다. 학부생 44명 (남:30명, 여:14명)이 이메일을 통한 온라인 설문에 참여하였으며 참여자의 평균연령은 26세였다. 그림 [6]에서 선정된 10개의 대표색이 랜덤한 순서로 제시되었다. 채도가 높은 색일수록 카테고리의 대표성이 높기 때문에 각 색 단면에서 가장 채도가 높은 색들이 선택되었다. 선택된 색상표는 면셀 표기법으로 10RP5/26, 10R7/22, 10YR8/20, 10Y9/20, 10GY7/28, 10G6/28, 10BG6/20, 10B5/20, 10PB4/28, 10P6/28 였다.

피험자들은 색상표에서 자신이 가장 선호하는 색의 번호를 적도록 하였고, 제시된 51개의 콘텐츠 이름과 연관성이 있다고 생각하는 색 번호를 적어넣도록 하였다. 제시된 콘텐츠의 이름은 모바일 인터넷에서 일반적으로 사용되는 상위 카테고리 이름으로 선정하였다.

H	10RP	10R	10YR	10Y	10GY	10G	10BG	10B	10PB	10P
V/C	5/26	7/22	8/20	9/20	7/28	6/28	6/20	5/20	4/28	6/28
Sample										

[그림 7] 설문에 제시된 색상표

다음으로 10개의 색상이름 리스트(빨강, 주황, 노랑, 연두, 녹색, 청록, 파랑, 남색, 보라, 자주)와 9개의 카테고리 이름(신규/이벤트, 휴대폰꾸미기, 교육/취업, 증권/금융/재테크, 오락/엔터테인먼트, 쇼핑/예매/경매, 위치/교통/여행, 이메일/커뮤니티, 뉴스/생활정보)을 제시하고 둘 사이의 상관여부를 질문을 하였다. 이는 색상이름이 갖는 이미지와 카테고리 이름이 갖는 이미지 간의 연관성을 보기 위한 질문이었고 모든 리스트의 순서는 랜덤하게 제시되었다.

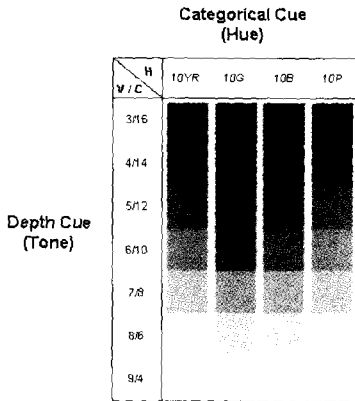
### 4-3. 연구결과

카테고리 이름과 색상 이름간에는 '빨강-신규'를 제외하고는 유의미한 상관관계가 보이지 않았다. 특이한 점은 오락/엔터



테인먼트의 경우는 모든 색에 고루 분포되는 경향을 보였으며, 이는 개인의 선호도가 매우 크게 작용하는 카테고리라고 볼 수 있다. 색상의 선호도는 남색이 23%로 가장 높았으며, 청록이 2%, 연두가 5%로 낮은 선호도를 보였다.

본 실험에서 쓰일 시스템에 적용하기 위하여 선호도가 너무 낮거나 높은 색상인 남색, 청록, 연두를 제외하였고, 콘텐츠 이름에 따라서 상관정도의 차가 심한 빨강과 노랑을 제외하여 본 실험을 위한 색공간을 재정의 하였다. 이렇게 선택된 색상은 그림 [6]의 색공간에서 주황(YR), 녹색(G), 파랑(B), 보라(P)의 네 가지였으며 최종 선택된 색공간은 그림 [8]과 같다.



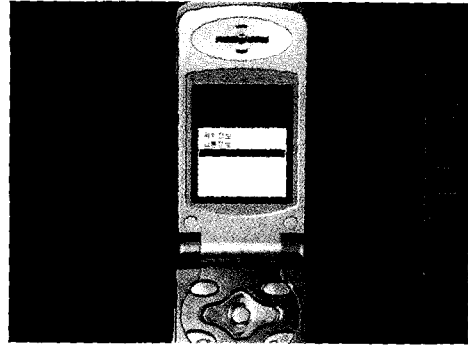
[그림 8] 설문결과와 최종 선정된 색공간

## 5. 본 연구

### 5-1. 실험도구

#### 시뮬레이터 제작

본 연구에서는 작은 화면에서 보여지는 위계적 구조로 이루어진 정보공간의 실험 환경으로 모바일 인터넷을 선택하였다. 색의 변화에 의한 효과를 검증하기 위하여 색이 변하는 휴대폰 LCD 영역 이외는 무채색으로 처리하여 다른 색과의 상호작용을 배제한 시뮬레이터를 데스크 탑 환경에서 개발하였다. 현재 TFT LCD의 휴대폰이 출시되고 있지만, 대부분의 사용자들이 흑백, 혹은 4Gray LCD가 장착된 휴대폰을 많이 사용하고 있다. TFT LCD도 모니터와는 달리 화면이 매우 어두워 색의 재현이 어렵고, 256 STN LCD는 색의 수에 제한이 있다는 점을 고려한다면, 휴대폰 환경에서의 색공간에 대한 테스트는 현재의 기술을 기반으로 하는 어려운 실정이다. 시뮬레이터는 그림 [9]와 같이 화면 중앙에 휴대폰 이미지가 있고, 배경은 검은색으로 전체 화면처리를 하여 사용자가 과제 수행시에 최대한 주의를 집중할 수 있도록 배려하였으며, 시스템 조작은 조이패드를 이용하여 화면을 보면서 조작이 가능하도록 하였다. 이는 키패드에 익숙해진 사용자들이 휴대폰 화면에 시선의 초점을 맞추고 조작하는 모바일 인터넷 상황과 최대한 유사하도록 시뮬레이터 환경을 고려한 것이다.



[그림 9] 시뮬레이터 샘플 화면

시스템을 실행시키면 실험처치를 선택할 수 있도록 구성 하였으며, 실험자, 피험자 정보와 무선적으로 배치된 과업 순서가 로그데이터에 저장되도록 하였다. 피험자가 시뮬레이터를 사용하여 과제를 수행한 후 얻어지는 로그 데이터의 형식은 표 [1]과 같다.

[표 1] 수집된 로그데이터 형식

날짜	시간	Lap time	현재 노드번호	현재 페이지 제목
01-11-10	오전11:05	1.234	0	M-Top
현재 선택된 내용	선택한 버튼의 종류	이동한 노드번호	이동한 페이지 제목	이동한 후 선택된 내용
뉴스생활정보	Down	0	M-Top	오락/엔터테인먼트

### 5-2. 실험설계

#### 피험자

한달 이상 모바일 인터넷 사용경험이 있는 사용자 80명이 웹 사이트 광고를 통해서 참가하였다. 각 집단마다 남, 여 각 10명씩 총 20명이 참여하였다. 피험자의 평균연령은 22세였으며, 남자 평균 23세, 여자 평균 21세였다.

#### 실험처치

모두 4개의 집단으로 실험이 진행되었는데, 표[2]와 같이 서로 다른 색상을 이용한 Categorical cue의 제공유무와 정보의 깊이에 따라 톤을 변화시키는 depth cue의 제공유무를 기준으로 집단을 구분하였다. (1)통제집단은 아무런 색 단서가 제공되지 않은 현재 모바일 인터넷 사이트와 동일하였고(Color cue 제공 안함), (2)카테고리마다 다른 색상이 적용된 집단(Categorical cue 제공함), (3)정보의 깊이에 따라 톤이 변화되는 집단(Depth cue 제공함), 그리고, (4)색상과 톤이 함께 적용된 집단(Categorical cue, Depth cue 모두 제공함)으로 실험 집단이 구성되었다.

[표 2] 실험집단

Depth cue (Factor B)	Categorical cue (Factor A)	
	제공하지 않음 (a1)	제공함 (a2)
제공하지 않음 (b1)	(1) Group A	(2) Group B
제공함 (b2)	(3) Group C	(4) Group D

**사이트구조 및 과업설계**

실험에 사용된 사이트는 실제 모바일 인터넷 사이트와 유사한 복잡한 구조였다. 사이트는 4개의 카테고리 그림 [10]에서와 같이 최 상위 페이지를 제외한 6레벨(depth)로 구성되었고, 각 페이지의 메뉴의 개수(노드수)는 1-6사이로 다양하였다. 카테고리는 뉴스/생활정보, 오락/엔터테인먼트, 쇼핑/예매/경매/쿠폰, 휴대폰/커뮤니티의 4개로 구성되었다.

[그림 10] 오락/엔터테인먼트 카테고리의 샘플 사이트 구조

과업은 피험자가 주어진 상황을 이해한 후 시스템을 이용하여 문제를 해결하도록 제시되었다. 하나의 타겟 정보를 찾는 간단한 과업부터, 두 가지 정보를 찾고 비교하여 주어진 문제에 적합한 답을 결정해야 하는 복잡한 과업까지 다양하게 제시되었다.

**평가 및 측정(measurement)**

본 연구에서는 경로지식과 구조지식의 형성 정도를 평가함으로써 색상과 톤으로 구성된 색 단서(Color cue) 제공 유무가 항해수행 성과와 정보구조 이해에 미치는 영향을 규명해보고자 하였다. 항해수행 성과를 위해서는 경로지식(Route knowledge)을 측정하였고, 정보구조의 이해정도를 측정하기 위하여 구조지식(Survey knowledge)을 측정하였다.

경로지식(Route knowledge)의 측정을 위하여 로그데이터를 분석하였는데, 표 [1]의 형태로 수집된 데이터에서 과제별로 경로지식과 관련된 데이터를 추출하여 그룹간 비교하였다. 구조지식(Survey knowledge)의 측정을 위하여 정보공간의 구조적 특징을 반영한 그리드를 개발하였다. 그리드는 총 4가지의 형태(색이 제공되지 않은 경우, 색상만 제공된 경우, 톤만 제공된 경우, 색상과 톤이 제공된 경우)로 제공되었고, 모든 피험자에게 4가지 형태가 과제별로 다르게 제시되었다. 피험자가 주어진 과업을 완료한 후에 지나온 경로에 해당하는 메뉴를 제시하고 전체 정보공간 내에 어디에 위치하는지를 제공된

그리드에서 선택하도록 하였다. 이 때, 피험자는 카테고리 정보의 깊이를 고려하여 응답하여야 하고, 이 과정을 통해서 카테고리 정보의 깊이에 대한 정답율을 측정하였다.

**5-3. 실험절차**

실험절차는 크게 네 단계로 진행되었다. 첫째, 실험에 참가하기 전에 모든 피험자에게는 웹사이트에서 색약 및 색맹 검사를 실시하여 실험참여 가능여부를 판단하였다. 이는 본 연구가 색 단서 제공의 효과를 알아보기 위한 실험이므로 반드시 검증되어야 하는 중요한 과정이었다. 테스트에 통과하지 못한 명의 피험자는 통제집단에 배치하였다.

둘째, 검사를 통과한 피험자들에게 사전 설문을 실시하였다. 사전 설문 내용은 유선 인터넷 사용경험, 무선 인터넷 사용경험, 즐겨 사용하는 모바일 콘텐츠에 관한 질문이었으며 실험자극에 대한 친숙도를 측정하기 위해 실시하였다.

셋째, 시스템 사용법과 과제수행 방식에 대한 설명이 실시되었다. 피험자는 사용할 시스템과 입력장치에 익숙해지도록 1-2분 간의 브라우징 과정을 경험하도록 하였다. 시스템에 대한 이해가 끝나면, 실험집단별로 다르게 제시된 자극의 특징(색, 톤)을 인식하도록 부가적인 설명을 하였다. 다음으로 연습문제를 실시하여 실제 본 과업 수행과정을 경험하도록 하였다.

넷째, 본 과업이 수행되었다. 한 과업은 전반부와 후반부로 나누어 두 번 실시되었고 모든 피험자에게 동일한 8개의 과업이 랜덤하게 제시되었다. 피험자가 제시된 과업을 소리 내어 읽은 후, 빠른 시간 내에 목표 정보를 찾아 정답을 말하면 과제가 종료되었다. 목표를 찾는 동안 피험자는 자신이 생각하기에 목표지점까지 최단거리라고 생각되는 경로를 선택하여 버튼을 누르도록 요구되었다. 실험자가 시작 버튼을 누르면 초기 접속 화면이 뜨고, 실험자가 종료버튼을 누를 때 까지 검색한 시간과 탐색 경로가 기록되었다. 증반에 시행된 4개의 과업에 대해서는 과업수행 완료 후 구조지식(Survey knowledge) 측정을 위한 과정이 수행되었다. 측정도구는, 색이 적용되지 않은 그리드(none), 색상이 적용된 그리드(hue), 톤이 적용된 그리드(ton), 색상과 톤이 적용된 그리드(hueTone)의 4가지 다른 형태로 제공되었고, 모든 피험자가 각각의 측정도구에 대하여 두 가지 문제를 답하였으며, 한 피험자 당 8번 측정하였다.

**5-4. 실험결과**

색상으로 제공된 카테고리 단서(categorical cue)와 톤으로 제공된 정보의 깊이 단서(depth cue)를 설문을 통해서 manipulation check 해본 결과 피험자들 모두 100% 이해한 것으로 나타났다.

경로지식(Route knowledge)을 측정하기 위해서 로그데이터를 다섯 가지의 종속변수로 재 정의 하였다. 총 80명의 데이터 중에서, 피험자가 주어진 과업을 완벽하게 수행하지 못한 경우의 로그데이터를 제외한 75명의 데이터가 최종적으로 분석에 사용되었다. 제외된 데이터는 표[2]에서 Group A에서 2개, Group B에서 1개, Group C에서 2개로 총 5개였다. 종속변수로는 페이지간 네비게이션 횟수, 페이지내 네비게이션 횟수, 총 버튼 클릭수, 총 방문 노드수, 과업수행 완료시간이 항해성

과(navigation performance)를 나타내는 지표로서 정의되었으며 2way ANOVA 기법을 통해서 색상단서(Color cue)의 제공 유무가 경로지식(Route knowledge) 형성에 어떠한 효과가 있는지를 검증하였다. 과제별 페이지간 네비게이션 횟수(BPN: between page navigation), 페이지내 네비게이션 횟수(WPN: within page navigation), 총 버튼 클릭수(C: click)는 과제를 완료하기까지 피험자가 클릭한 버튼의 횟수를 optimal 클릭수로 나누어 비율로 계산하였고, 방문한 노드 수(VN: visited node)는 방문한 페이지의 수를 optimal 페이지 수로 나누어 계산하였다. optimal 페이지 수와 클릭수는 주어진 목표를 가장 적은 횟수의 버튼 조작으로 찾은 경우에 방문해야하는 페이지 수와 버튼 클릭수를 의미한다. 비율이 높을수록 피험자가 최적의 항해상황과 비교하여 길을 잃는 현상(disorientation)을 많이 경험한 것이고, 경로지식(route knowledge)이 효율적으로 형성되지 않았다고 해석할 수 있다. 다섯 가지의 측정치를 구한 식은 다음과 같다.

$$WPN(t) = \text{총 WPN 횟수} / \text{optimal WPN 수}$$

$$BPN(t) = \text{총 BPN 횟수} / \text{optimal BPN 수}$$

$$C(t) = \text{총 Click 횟수} / \text{optimal Click 수}$$

$$VN(t) = \text{방문한 node 수} / \text{optimal Node 수}$$

$$TCT(t) = \text{과업수행 완료시간}$$

페이지 내의 네비게이션을 2way ANOVA 기법으로 분석한 결과가 표[3]에 표시되어 있다. 표의 내용은 optimal path일 경우와 비교하여 어느 정도 WPN이 증가하였는가를 비율로서 나타낸 것으로서 '1'이 최적의 경우를 의미한다.

[표 3] 페이지 내 네비게이션 비율 WPN(t)

Depth cue (Factor B)	Categorical cue (Factor A)		평균
	제공하지 않음 (a1)	제공함 (a2)	
제공하지 않음 (b1)	1.771	1.932	1.849
제공함 (b2)	1.954	2.196	2.075
평균	1.860	2.064	

페이지 내 네비게이션 수는 색상정보를 제공한 경우( $F(75, 1)=4.139, p<.046$ ) 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 표[3]에서 평균차이를 비교해보면, 카테고리에 따라서 색상을 다르게 제공한 경우가 그렇지 않은 경우보다 더 낮은 항해 성과(navigation performance)를 보였다. 페이지 내 네비게이션 수는 톤 정보를 제공한 경우에도( $F(75, 1)=5.073, p<.027$ ) 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 색상을 제공한 경우와 마찬가지로 톤을 제공한 경우가 제공하지 않은 경우보다 더 낮은 항해 성과(navigation performance)를 보였다. 페이지 내 네비게이션 수의 색상과 톤의 상호작용 효과는( $F(75, 1)=0.149, ns$ ) 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

Categorical cue를 제공한 경우가 그렇지 않은 경우보다 WPN이 증가하는 것을 볼 수 있으며, Depth cue를 제공한 경우도 마찬가지이다. 이는 카테고리에 따라서 다른 색상을 적용하는 경우, 정보 깊이에 따라 톤이 변화하는 경우 피험자가 길을 잃는 현상(disorientation)을 더 많이 경험하였다는 의미로 해석이 가능하다. 따라서, 색상과 톤을 제공한 경우 경로지식(route knowledge) 형성과 항해 성과(navigation performance)에 모두 부정적인 영향을 주었음을 알 수 있다.

다음으로, Color cue의 제공 유무가 구조지식(Survey knowledge) 형성에 어떠한 효과가 있는지를 2way ANOVA 기법으로 검증하였다. 구조지식(Survey knowledge)을 측정하기 위한 그리드 측정도구에서 얻은 정답율이 분석용 데이터로 사용되었다. 데이터 분석 결과 카테고리 정답율의 경우 색상 제공 여부에 따른 주효과가 나타났다. 카테고리의 정답율은 단서를 제공한 집단과 그렇지 않은 집단간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $F(80, 1)=7.407, p<.008$ ). 톤 제공여부에 따른 주효과( $F(80, 1)=0.061, ns$ )와 색상과 톤의 상호작용 효과( $F(80, 1)=1.240, ns$ )는 나타나지 않았다. 각 효과의 평균차이를 비교한 내용은 표[4]와 같다. 표의 내용은 카테고리의 정답을 응답한 경우를 백분율로 표시한 것이다.

즉, Categorical cue를 제공하는 경우에 정답율이 유의미하게 높은 성과를 보였으며, 색상정보를 카테고리에 따라서 다르게 제공하는 것이 정보구조의 카테고리를 파악하는데 도움이 되었다는 사실이 증명된 것이다. 이러한 결과는, 카테고리에 따라 서로 다른 색상을 이용하여 레이블링을 하는 것이 작은 디스플레이 공간에서 방대한 정보를 이해하는데 효과적이라는 것을 의미한다.

[표 4] 카테고리 정답율

Depth cue (Factor B)	Categorical cue (Factor A)		평균
	제공하지 않음 (a1)	제공함 (a2)	
제공하지 않음 (b1)	61%	81%	71%
제공함 (b2)	66%	74%	70%
평균	63%	77%	

## 6. 결론

본 연구는 작은 디스플레이 공간(small screen)에 위계적인 구조(Hierarchical structure)를 지닌 방대한 양의 정보를 제시할 때 실제 공간구조와 가장 유사하게 지각된 구조(perceived structure)를 형성하도록 하기 위하여 어떻게 항해 단서(navigation cue)를 제공하는 것이 효과적인지를 밝히고자 하는데 그 목적이 있었다. 그 중, 색상과 톤이라는 색의 속성을 이용한 색 단서(color cue)가 정보공간 구조의 이해와 항해 성과에 어떠한 영향을 주는지를 실험을 통해서 검증해 보았다. 실험 결과, 색상으로 카테고리 정보를 제공하는 것이 구조지

식(survey knowledge)을 형성하는 측면에는 도움이 되지만, 경로지식(route knowledge)을 높이는 측면에는 부정적인 영향을 주었다는 것을 알 수 있다. 정보의 깊이에 따라서 톤을 점점 밝게 제공하는 것은 구조지식(survey knowledge)을 형성하는 측면에도 도움이 되지 않았고, 경로지식(route knowledge)을 높이는 측면 역시 부정적인 영향을 주었다.

그렇다면, 왜 색상이 구조의 이해에는 도움이 되는데, 항해 성과에는 부정적인 영향을 준 것일까? 그리고, 톤은 구조의 이해와 항해 성과에 부정적인 영향을 준 것일까? 그 이유는 공간을 이해하는데 사용되는 사람의 공간 기억 구조(spatial memory structure)의 특성에서 찾아볼 수 있다. 공간기억은 장면기억(scene memory)과 경로기억(path memory)으로 구분되며 자극을 어떻게 제시하는가와 어떠한 경험을 하는가에 따라서 두 가지 공간기억에 다르게 영향을 준다<sup>52)</sup>. 즉, 공간의 구조를 이해하고 기억해내는 일과, 공간을 잘 항해하는 것, 이 두 가지 행위는 모두 공간 메모리(spatial memory)와 연관되지만, 각기 다른 특성을 갖는 것이며, 색상과 톤도 두 기억에 영향을 주는 정도가 다르다는 것이다. 색상은 다른 색들과 구분되는 속성으로서 지겨운 강한 이미지를 남긴다. 따라서, 색상은 장면기억에 보다 강하게 작용한다. 반면, 항해과정을 겪으면서 톤이 변화해 나가는 과정을 경험하는 것은 경로기억에 영향을 준다. 즉, 경로기억은 route knowledge에, 장면기억은 survey knowledge 형성에 영향을 미치는 것이다.

공간기억구조의 특성에 의하면 톤을 제공한 경우에는 route knowledge 측정시에 긍정적인 영향을 주었어야 하는데 실험 결과는 오히려 부정적인 것으로 나타났다. 이것은 본 실험 시 색 자극을 제시할 때 한 화면에 오직 한 가지의 색만이 제시되고 주변색(지나온 경로)에 대한 정보를 함께 제공하지 않았기 때문으로 추측된다. 톤은 색상과 같이 명확하게 구분되는 개념이 아니라 먼저 보았던 밝기와 비교해서 상대적으로 어둡다, 혹은 밝다와 같이 상대적인 개념이므로 이러한 비교가 불가능한 상태에서 제공되는 톤의 정보는 오히려 과업 수행 시 사용자의 주의를 분산시키는 작용을 했을 것이다. 결론적으로, 피험자들이 기억해야만 하는 인지적 부담(cognitive overload)을 증가시킨 결과라고 할 수 있다.

본 연구에는 몇 가지 한계점이 있다. 첫째, 본 실험에서는 색상과 톤이 서로 다른 페이지에 독립적으로 제시되었다. 그 때문에 정확정보의 부족으로 서로간의 연관성을 알기 어려웠을 것이고, 결국, 색 단서의 제공 여부가 항해성과에 긍정적인 영향을 미치지 못했다고 볼 수 있다. 따라서, 추후 연구에서는 현재 위치에 대한 색 정보와 지나온 경로 등 정확에 대한 색 정보를 함께 제공하여 피험자가 연관성을 파악할 수 있도록 제공해주어야 할 것이다. 둘째, 색의 특성이 자동 처리가 되기 때문에 그것을 인지하기 까지 많은 노출이 필요하다. 따라서 추후 연구에서는 좀더 오랜 기간 동안 실험 자극을 제공하여 자동처리된 정보의 활용가능성을 높여야 할 것이다. 마지막으로 자동 처리의 특성을 갖는 다른 요소(형태, 크기, 방향,

움직임)를 색과 함께 단서(cue)로서 제공하여 사용자가 좀더 명확한 구조정보를 얻을 수 있도록 해야 한다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 시스템 디자인 시에 설계자들의 추측과 직관에 의해 적용되었던 색공간 개념의 유용성을 실험을 통해서 실증적인 검증을 하였다. 위계적인 구조로 구성된 정보공간에 효과적으로 적용할 수 있는 색공간을 정의하였다. 특히, 사람의 지각적인 특성인 자동 처리 이론을 바탕으로 하여 정보공간에 적용하는 색공간의 효용성을 설명하였으며, 실증적인 검증을 통해서 색상과 톤 개념의 적용이 정보구조의 이해와 정보항해의 효용성에 미치는 영향을 분석하였다.

둘째, 본 연구는 색공간 모델의 세가지 축(색상, 명도, 채도)을 고려한 색공간 개념을 정보공간에 적용하였다. 기존 연구들은 주로 색상의 속성에 치중된 연구들이 많았다<sup>53)54)55)</sup>. 따라서, 색공간 개념의 일부만을 한정된 영역에서 다루어 왔음을 알 수 있다. 본 연구에서는 색의 부분적 특성이 아니라 전체적 공간개념을 적용하였다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다.

마지막으로, 작은 디스플레이 공간이라는 제약된 환경에 적합한 항해보조 도구의 제공방안을 모색하였다. 디스플레이 공간이 작다는 것은 기존 데스크 탑에서 흔히 사용되었던 다양한 항해보조 도구들을 사용할 수 없는 모바일 인터넷과 같은 경우를 의미한다. 다시 말하면, 최소한의 영역을 활용해서 단서를 제공해야 한다는 것인데 본 연구에서는 자동 처리특성을 갖는 색을 배경에 활용하여 카테고리 단서와 정보의 깊이에 대한 단서를 제공하였다. 결론적으로, 작은 디스플레이 공간상에서 방대한 정보공간에 대한 이해를 돕기 위한 구체적인 단서 제공방법을 모색하였는데 그 의의가 있다.

52) Gaunet, F., Vidal, M., Kemeny, A., & Berthoz, A: Active, passive and snapshot exploration in a virtual environment: influence on scene memory, reorientation and path memory. *Cognitive Brain Research*, 11, 409-420, (2001).

53) Healey, G. C: Perceptual techniques for scientific visualization. *SIGGRAPH*, 5, 1-26, (1999).

54) Healey, G. C., Booth, K. S., & Enns, T. J: Perceptual colors and textures for scientific visualization. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 5, 190-221, (1995).

55) Healey, G. C., & Enns, T. J: Large datasets at a glance: combining textures and colors in scientific visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 5(2), 145-167, (1999).

## 참고문헌

- Androustos, D., Plataniotis, K. N., & Venetsanopoulos, A. N: Distance measures for color image retrieval. *IEEE, 770-773*, (1998).
- Belpaeme, T: Simulating the formation of color categories. Paper presented at the Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 01), Seattle, (2001).
- Birren, F: *Munsell: a grammar of color*. New York: Van Nostrand Reinhold Company, (1969).
- Buchanan, G., Farrant, S., Jones, M., Thimbleby, H., Marsden, G., & Pazzani, M: Improving mobile internet usability. Paper presented at the ACM, (2001).
- Conklin, J: *Hypertext: introduction and survey*. Computer, 17-41, (1987).
- Darken, R. P., & Sibert, J. L: Wayfinding strategies and behaviors in large virtual worlds. Paper presented at the ACM SIGCHI 96, (1996).
- Doshier, B. A., Sperling, G., & Gasko, M: MacSpin: dynamic graphics on a desktop computer. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 51-58, (1988).
- Downs, R. M., & Stea, D: *Maps in Minds: Reflections on Cognitive Mapping*. New York: Harper and Row, (1977).
- Edwards, D., & Hardman, L: Lost in hyperspace: cognitive mapping and navigation in a hypertext environment. In R. McAleese (Ed.), *Hypertext: Theory into practice*: Oxford, 105-125, (1989).
- Elm, W. C., & Woods, D. D: Getting lost: a case study in interface design. Paper presented at the Proceeding of the Human Factors Society, (1985).
- Feisner, E. A: *Color Studies*. New York: Fairchild Publications, Inc, (2001).
- Gaunet, F., Vidal, M., Kemeny, A., & Berthoz, A: Active, passive and snapshot exploration in a virtual environment: influence on scene memory, reorientation and path memory. *Cognitive Brain Research*, 11, 409-420, (2001).
- Haseloff, S: Designing adaptive mobile applications. Paper presented at the Proceedings of the Ninth Euromicro Workshop on Parallel and Distributed Processing (PDP '01), (2001).
- Healey, G. C., & Enns, T. J: Large datasets at a glance: combining textures and colors in scientific visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 5(2), 145-167, (1999).
- Healey, G. C., Booth, K. S., & Enns, T. J: Perceptual colors and textures for scientific visualization. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 5, 190-221, (1995).
- Healey, G. C., Booth, S. K., & Enns, T. J: Visualizing real-time multivariate data using preattentive processing. *TOMACS*, 5, 3, 190-221, (1995).
- Healey, G. C: Perceptual techniques for scientific visualization. *SIGGRAPH*, 5, 1-26, (1999).
- Hunt, R: *Measuring Colour*. London: Ellis Horwood, (1991).
- Hurvich, L. M: *Color Vision*. Sunderland: Sinauer Associates, (1981).
- Jacko, J. A., & Salvendy, G: Hierarchical menu design: breadth, depth, and task complexity. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 1187-1202, (1996).
- Johnson, H., & Otter, M: Lost in hyperspace: metrics and mental models. *Interacting with computers*, 13, 1-40, (2000).
- Kawai, M., Uchikawa, K., & Ujike, H: Influence of color category on visual search. Paper presented at the In Annual Meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Fort Lauderdale, (1995).
- Kay, P., Berlin, L. M., & Merrifield, W: Color naming across languages. In C. L. Hardin & L. Maffi (Eds.), *Color Categories in Thought and Language*. Cambridge: Cambridge University Press, (1997).
- Laar, D. L. V: Psychological and cartographic principles for the production of visual layering effects in computer displays. *Displays*, 22, 125-135, (2000).
- Lieberman, H: A multiscale, multilayer, translucent virtual space. Paper presented at the Proceedings of Information Visualisation 97, London, 27-29, (1997).
- McAleese, R: *Hypertext: Theory into Practice*. London: Oxford Intellect Limited, (1989).
- Norman, K: *The Psychology of Menu Selection: Designing Cognitive Control at the Human/Computer Interface*, Ablex Publishing Corporation, (1991).
- Post, D. L., & Greene, F. A: Color name boundaries for equally bright stimuli on a CRT: Phase 1. *Society for Information Display, Digest of Technical Papers* 86, 70-73, (1986).
- Raidl, R. G., & Tastl, I: Finding a perceptual uniform color space with evolution strategies. *IEEE*, 513-517, (1997).

- Raubal, M., Egenhofer, M. J., Pfoser, D., & Tryfona, N: Structuring space with image schemata: wayfinding in airports as a case study. Paper presented at the COSIT 97, Laurel Highlands, PA, (1997).
- Rosch, C.B. Mervis, W.D.Gray, D.M.Johnson, and P.Boyes-Braem. Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8:382-439, (1976).
- Rosenfeld, L & Morville, P: *Information Architecture for the World Wide Web*. Cambridge: O'Reilly, (1998).
- Rumpradit, C., & Donnell, L. M: Navigational cues on user interface design to produce better information seeking on the world wide web. Paper presented at the Hawaii International Conference on System Sciences, (1999).
- Sarkar, M., Snibbe, S. S., Tversky, J. O., & Reiss, P. S: Stretching the rubber sheet: a metaphor for viewing large layouts on small screens. *UIST 93*, 81-91, (1993).
- Spence, R: *Information Visualization*. Barcelona: ACM press, (2001).
- Stroop, J.R: Studies of interference in the serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662, (1935).
- Triesman, A., & Gormican, S: Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95(1), 15-48, (1988).
- Tufte, R. E: *Visual Explanations*. Cheshire: Graphic Press, (1997).
- Tullis, S. T: *Screen Design* (2nd ed.). Amsterdam: North-Holland, (1997).
- Ware, C: *Information Visualization: Perception for Design*. San Diego: Academic Press, (2000).
- Weinman, L: [www.lynda.com/hex.html](http://www.lynda.com/hex.html), (2002).
- 박필제 & 백숙자: *칼라 코디네이터를 위한 색채학 입문*, 서울, 형설출판사, (1999).
- 한국색채학회: *컬러리스트 (이론편)*, 서울, 도서출판 국제, (2002).