JESK J Ergon Soc Korea 2018; 37(4): 523-531
http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2018.37.4.523
http://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

Effects of Background Colors on the Visual Search and Visual Lobe

Seung Kweon Hong

Korea National University of Transportation, Department of Industrial and Management Engineering, Chungju, 27569

바탕색이 시각탐색과 비쥬얼 롭에 미치는 영향

홍 승 권

한국교통대학교 산업경영공학전공

Corresponding Author
Seung Kweon Hong
Korea National University of Transportation, Department of Industrial and Management Engineering, Chungju, 27569
Mobile : +82-10-9797-5389
Email : skhong@ut.ac.kr

Received : July 09, 2018
Revised : July 18, 2018
Accepted : July 23, 2018

Copyright@2018 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Objective: The aim of this study is to investigate discrimination power of a black letter on the 3 types of color background; red, green and blue colors.

Background: In previous studies on visual search, the similarity between distractors and target was main factor to visual search performance. However, there were a few studies on how the background color of visual search field affects visual search performance.

Method: In the search fields with black distractors, black target and 3 types of background colors, all of ten subjects were participated in two kinds of experiments. Each subject performed visual search experiments of 50 times for a kind of background color to measure an average time of visual search. Each subject repeated visual lobe experiments of 720 times for one background color and the size of visual lobe was measured using these measurements.

Results: The size of visual lobe was not affected by the background color. Visual search time was significantly different when the background color was green and blue. However, when the background color was green and red, and red and blue, the visual search time was not significantly different.

Conclusion: The background color effect appeared in visual search time, but not in the size of visual lobe. These results may indicate that there is more background color effect when searching target with sufficient time than when searching target in a short time.

Application: The results of this research will be helpful in selecting color background for black letter or black object.

Keywords: Visual search, Legibility, Visual lobe, Background color, Short time reading

1. Introduction

인간은 대부분의 외부 정보를 눈을 통해 지각한다. 따라서 인간정보처리 측면에서 인간의 시 능력(Visual Performance)은 매우 중요한 능력이라고 할 수 있다. 정보전달 매체의

발달로 인하여, 많은 정보를 칼라로 표현하고, 인간은 칼라로 표현된 정보를 지각한다. 빛의 3원색인 빨강, 초록, 파랑 색을 잘 조합하면, 총 1,670만개의 칼라를 표현할 수 있다. 칼라의 적절한 활용은 인간의 미적 감성을 표현하고 전달하려고 할 때 효과적일 수 있으며, 전달하고자 하는 내용이나 의미를 효과적으로 전달 할 수 있기 때문에, 칼라에 대한 다양한 연구들이 진행되어 왔다(Keyes, 1993; Ling and Schaik, 2002).

본 연구는 검정색의 목표물을 시각적으로 탐색할 때, 다양한 바탕색의 영향을 측정하는 연구다. 관련된 기존연구에서 글자 칼라와 배경 칼라의 차이에 따른 글자 가독성의 변화에 대한 연구들이 수행되었다(Shieh and Lin, 2000; Hill and Scharff, 1997). 이들 연구에서 바탕색과 글자 사이의 명도대비가 높을수록 가독성이 우수하다는 결과를 제시하였다. 따라서 흰색바탕에 검정색 글자 또는 검정색 바탕에 흰색글자를 추천하고 있다. 그러나 글자색과 바탕색간의 명도대비가 최대일 때 가독성이 최대가 아닐 수도 있다는 주장이 제시되었고, Hill and Scharff (1997)은 글자색을 검정색으로 고정하고, 바탕색을 흰색, 옅은 회색, 중간 회색, 어두운 회색으로 설정하여 가독성 측정 실험을 실시하였다. 결과는 중간 회색과 어두운 회색을 바탕색으로 할 때, 가독성이 더 우수했다.

한편, 글자색과 바탕색의 대비효과가 나타날 수 있는 경우는 명도대비 이외에도 채도대비, 색상대비가 있다. 이러한 3가지 종류의 대비는 동시대비(simultaneous contrast)의 종류이며, 동시대비는 두 가지 이상의 색을 동시에 볼 때, 그들 색이 서로 영향을 미쳐 색을 단독으로 볼 때와 다르게 보이는 현상을 말한다. 채도대비는 가독성에 거의 영향을 미치지 않는다고 알려져 왔으며, 색상대비는 가독성에 유의한 영향요소인지에 대한 연구는 명확한 결론에 도달하지 못한 상황이다(Jung et al., 2006). Jung et al. (2006)의 연구에 의하면 명도대비는 유의하게 가독성에 영향을 주었지만, 색상대비는 가독성에 유의한 요소가 아니었다.

본 연구는 명도를 균일하게 설정하고 3종류의 색상(빨강, 초록, 파랑)을 시각탐색공간의 배경으로 설정하였을 때, 검정색의 방해글자(distractors)에서 검정색 표적글자(target)을 시각적으로 탐색하는 실험연구다. 일반적으로 검정색의 표적/방해자극과 바탕색간의 색상차이를 동일하고, 명도도 균일하게 설정한다면, 시각탐색 수행도는 동일해야 한다. 만약 수행도가 동일하지 않다면, 시각탐색 수행도에 다른 어떤 요인이 영향을 미친 것으로 추정할 수 있다. Rosenholtz et al. (2004)의 연구는 본 연구와 비슷하게 바탕색을 변화시키면서 시각탐색 수행도를 측정하였다. 이들의 실험방법은 본 연구의 실험방법과는 다르지만, 바탕색이 방해자극과 표적의 유사성에 영향을 주어 시각탐색 수행도를 변화시켰다는 결론을 도출하였다.

본 연구는 시각탐색 수행도를 두 가지 방법으로 측정하여 바탕색이 시각탐색 수행도에 미치는 영향을 두 가지 측면에서 조사한다. 첫 번째 실험에서 비쥬얼 롭(visual lobe)의 크기를 측정한다. 비쥬얼 롭은 짧은 시간(약 300ms, 눈의 응시점을 변화시키지 않는 시간) 동안 시각탐색공간의 중앙을 응시하면서, 시각탐색공간에 나타난 표적의 위치에 따른 표적탐색 확률을 나타낸다. 응시하는 중앙부분에 나타난 표적탐색 확률은 높고, 중앙에서 멀어지면 멀어질수록 표적탐색 확률은 낮기 때문에, Z축(높이)을 탐색확률로 표시하고 중앙점에서의 거리를 X축과 Y축으로 나타내면, 비쥬얼 롭은 콘 모양이 된다(Chan and So, 2006; Hong and Drury, 2002). 비쥬얼 롭은 한번 응시할 때 볼 수 있는 유용한 시각장(useful field of view)이며, 짧은 시간 동안의 시각탐색 수행도를 나타내기도 한다. 두 번째 실험에서는 주어진 탐색공간에서 표적을 찾을 때까지 걸린 시간을 측정하였다. 이 측정방법은 제한된 짧은 시간 동안에 탐색할 수 있는 능력을 측정하는 것이 아니라, 충분한 시간 동안 탐색하는 탐색능력을 측정한다는 측면에 비쥬얼 롭 크기 측정방법과 대별된다.

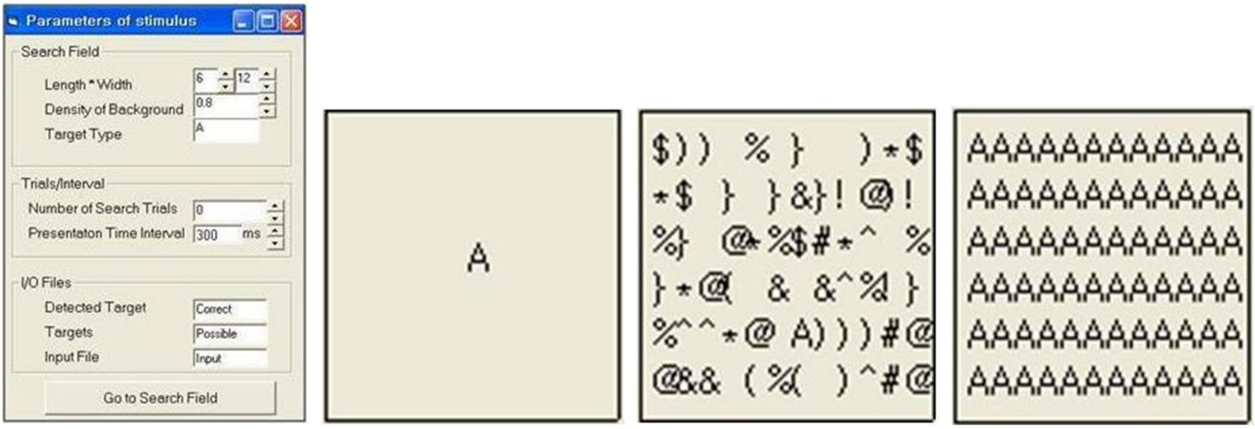
2. Experiment for the Size of Visual Lobe Measurement

2.1 Participants and apparatus

본 실험의 피 실험자는 20대 남자 5명, 여자 5명 총 10명이었다. 10명 모두 색약, 색맹이 없는 대학생이었다. 연구에 사용된 모니터는 HP사의 W1907 모델로써, 해상도는 1440×900였다. 모든 피 실험자들은 이 모니터에 나타나는 자극들을 보면서 실험을 하였다. 모니터가 다를 경우에 나타나는 자극의 크기가 다르게 나타날 수 있기 때문에 한 대의 모니터로 실험을 실시하였다. 모니터와 피 실험자간의 거리는 50cm로 고정하였다.

피 실험자들에게 제공되는 자극은 Visual Basic으로 만든 프로그램에 의해서 제공되었다. Figure 1(a)는 프로그램의 초기 설정 페이지이다. 프로그램을 설정하고 난 후에, 시작 버튼을 누르면, 비쥬얼 롭을 측정하기 위한 시작화면(Figure 1(b))으로 이동한다. 시작화면은 피

실험자들이 눈을 화면의 중앙에 고정시키기 위한 윈도우다. 이 화면이 나타나면, 피 실험자들은 가운데 나타난 A를 보고 눈동자를 고정시킨다. 그리고 화면상의 임의의 지점에서 마우스를 클릭하면, 시각탐색 창으로 이동한다. 시각탐색 창은 Figure 1(c)와 같으며, 300ms 동안 나타났다가 자동으로 사라진다. 피 실험자들의 눈이 움직일 수 없는 짧은 시간이다. 즉 피 실험자들이 눈을 움직이지 못하는 짧은 시간 동안에 화면의 임의의 지점에 나타난 표적 'A'를 찾는 실험 장치다. 시각탐색 창이 사라진 후에 자동적으로 Figure 1(d)의 위치표시 창이 나타난다. 피 실험자들은 시각탐색 창에서 발견한 표적의 위치에 해당하는 곳을 위치표시 창에서 찾아서 마우스롤 클릭한다. 이를 통해 피 실험자들이 정확히 표적을 발견했는지 그리고 발견한 표적의 위치도 측정할 수 있다. 이러한 실험을 반복함으로써 피 실험자가 어느 위치에 나타난 표적을 어떤 확률을 갖고 식별하는지를 판별할 수 있다.



(a) Setup display (b) Visual focus window (c) Visual search window (d) Position selection window

Figure 1. Stimuli for visual lobe measurement

2.2 Experimental design

시각탐색 창에는 세로방향으로 6개의 글자가 나타날 수 있고, 가로방향으로 12개, 총 72개의 글자가 방해자극으로 나타났다. 표적('A')은 72개 위치 중에 랜덤하게 나타났다. 시각탐색 창의 밀도(Density of Background)는 0.8 (80%)로 설정하였다. 72개의 위치에서 약 58개의 위치에 글자가 나타나고, 14개의 위치는 빈 공간으로 나타난다. 실험의 반복 횟수는 피 실험자마다 각 72개의 위치에서 표적이 평균 10회 출현할 수 있도록 720회 반복 실험하였다. 시각탐색 창의 재현시간은 300ms로 설정하였다. 시각탐색 창의 배경색은 Adobe Photoshop CIE LAB 색체계를 사용하여 방해자극/표적 (L=50, a=0, b=0), 그리고 바탕색의 명도값은 동일하게 50으로 고정하였다. 바탕색은 순색의 R (L=50, a=127, b=127), G (L=50, a=-127, b=127), B (L=50, a=0, b=-127) 색상으로 Figure 2와 같이 설정하였다. 따라서 피 실험자는 각 색상(빨강, 초록, 파랑)마다 초점 고정 창에서 시선을 중앙에 고정시킨 후 시각탐색 창에서 불규칙하게 출현하는 표적 'A'를 300ms 동안 찾았다. 순서에 의한 학습효과를 배제하기 위해 피 실험자들에게 주어진 탐색공간의 색상은 랜덤하게 부여되었다.

2.3 Results

72개의 각 위치에서 표적 'A'가 출현한 횟수대비 표적을 찾은 횟수를 측정하여 위치별 확률값을 구하였다. Figure 3과 같이 약 0.5의 확률값을 가진 위치를 연결하여 경계선을 그린다. 경계선이 사각형의 형태가 되도록 근사값을 사용했다. 그리고 이 경계선이 형성하는 면적이 비쥬얼 롭의 크기가 된다(Kraiss and Knaueuper, 1982; Hong and Drury, 2002; Chan and So, 2006). 측정된 면적의 크기에 대한 2-Way ANOVA 분석을 실시하였다. 빨강색을 배경색으로 했을 때, 평균 비쥬얼 롭의 크기는 24.4글자였으며, 초록색 바탕색에서는 25.7글자, 파랑색이 바탕색일 경우에는 25.4글자였다. 바탕색에 따라 비쥬얼 롭의 크기는 유의하게 변하지 않았다($F(2, 18) = 0.41$ $p = 0.669$). 단지 피 실험자 개인간에는 유의하게 비쥬얼 롭의 크기가 달랐다($F(9, 18) = 44.45$ $p < 0.001$).

Figure 2. Background colors of visual search windows (Red, Green, Blue)

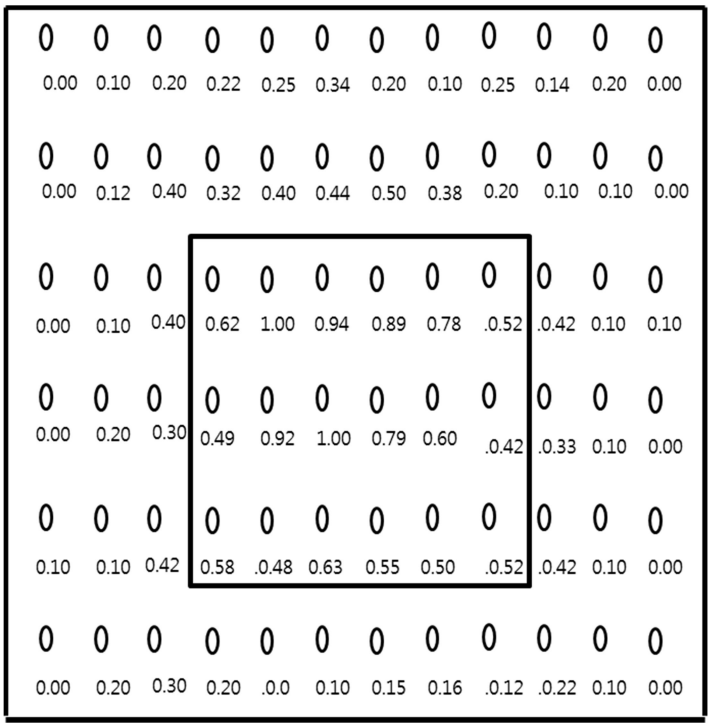


Figure 3. Targets with detection probabilities of 0.5 or more

3. Experiment for Visual Search Time Measurement

3.1 Participants and apparatus

이 실험에 참여한 피 실험자는 비쥬얼 롭 측정 실험에 참여한 동일한 10명의 피 실험자였다. 시각탐색능력 측정은 많은 방해자극 속에서 표적자극을 탐색하는 시간을 측정하는 것이다. 이를 위한 실험장치도 Visual Basic을 이용하여 소프트웨어를 제작하였다. Figure 4는 시각탐색능력 측정을 위한 프로그램의 초기 설정 페이지와 시각탐색 창을 나타낸다. 시각탐색을 위한 설정값을 입력한 후에, 시작 버튼을 누르면, 시각탐색 창이 나타난다. 피 실험자들은 시각탐색 창에서 찾고자 하는 표적 'A' 발견한 후에 발견한 표적을 마우스로 클릭을 한다. 프로그램은 클릭된 위치에 표적이 존재했다면, 시각탐색 창이 열린 시각부터 마우스 클릭이 시행된 시간까지의 시간이

자동 기록된다. 이 시간은 특정 표적을 발견하는데 걸린 시각탐색 시간이다.

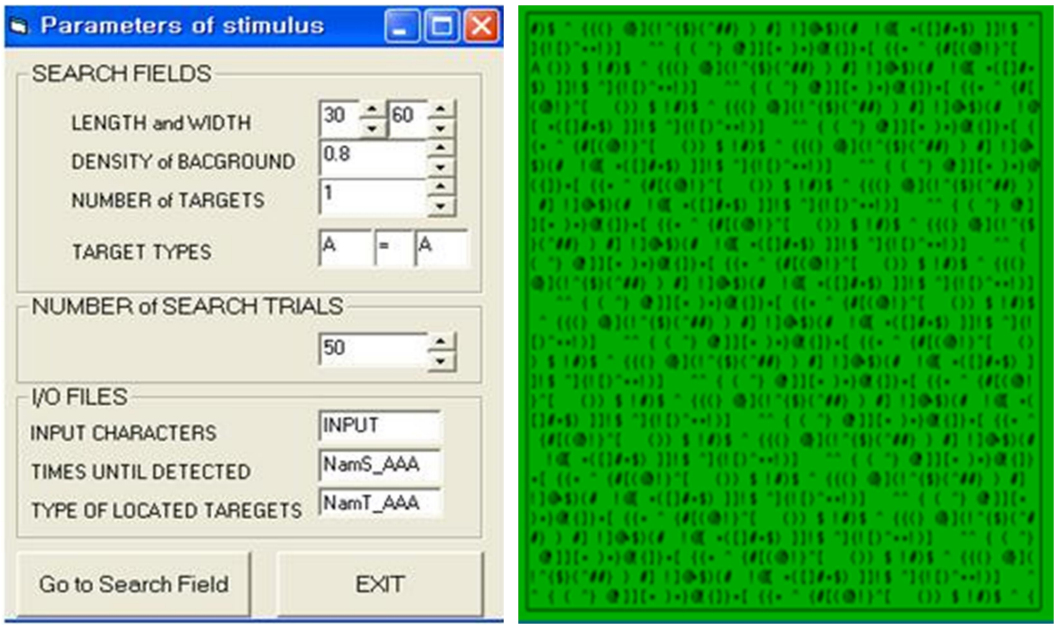


Figure 4. Set-up display and visual search window for visual search time measurement

3.2 Experimental design

시각탐색 창의 크기는 30*60(글자수)으로 설정하였다. 이 크기는 세로방향으로 30개, 가로방향으로 60개의 글자가 방해자극으로 나타날 수 있다는 것을 의미한다. 시각탐색 창의 밀도는 0.8 (80%)로 설정하였다. 표적 'A'의 위치는 시각탐색 창에 랜덤하게 나타나도록 하였다. 실험의 반복 횟수는 50회로 설정하였고, 시각탐색 창의 배경색은 이전 실험에서와 같이 3가지 색상으로 나타나게 했다. 따라서 피 실험자들은 랜덤한 위치에 나타나는 표적을 시간제약 없이 가능한 빠르게 탐색하였다. 순서에 의한 학습효과를 배제하기 위해 피 실험자들에게 주어진 탐색공간의 색상은 랜덤하게 부여되었다.

3.3 Results

표적발견에 걸리는 시간은 동일한 시각 환경에서 동일한 표적에 대하여 실험을 실시할 지라도 차이가 많이 난다. 일반적으로 탐색시간은 지수분포의 형태를 따른다고 한다. 따라서 일반적인 산술평균에 의해 시각탐색 시간의 평균을 산출하지 않고, GMST (Geometric Mean Search Time)을 계산한다(Hong and Lee, 2011; Morawski et al., 1980)를 산출하였다.

이 방법은 동일한 실험조건에서 충분한 횟수의 반복 실험을 했다는 것을 가정한다. 즉, 충분히 많은 반복 횟수를 통해 산출된 탐색시간 중에서 가장 긴 탐색시간의 의미하는 것은, 이 시간 내에는 대부분의 표적을 발견할 수 있다는 것이다. 만약 가장 긴 시간 내에 표적을 탐색하라고 한다면, 거의 100% 표적을 발견할 것이라는 가정이다. Table 1은 한 명의 피 실험자가 빨강색의 바탕화면에서 표적을 발견한 시간들이다. 두 번째 행은 50번 측정한 탐색시간을 작은 탐색시간부터 큰 탐색시간 순으로 배열한 것이다. 그리고 세 번째 행은 등간격으로 약 0.02 확률부터 0.99 확률까지 배열한 것이다. 두 번째 행의 값들을 가로축에, 세 번째 행의 값들을 세로축에 표시하면, Figure 5와 같은 그래프가 형성된다. 그래프에 의하면, 약 20초의 시간을 피 실험자에게 허용한다면, 90%의 확률로 표적을 찾고자 있다는 것을 의미한다. 그리고 시각탐색 시간과 표적탐색 누적확률간의 관계는 지수분포의 형태를 따른다.

Table 1. Relationship between search times and cumulative target detection probabilities

Num. of trials	1	2	3	4	5	..	..	..	44	45	46	47	48	49	50
Search time	1.36	2.39	2.39	2.44	2.55	..	..	..	19.23	20.36	21.59	25.06	37.94	46.72	66.02
Cumulative prob.	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	..	..	..	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00
LN (1-p)'	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	..	..	..	2.11	2.29	2.51	2.80	3.20	3.86	6.91

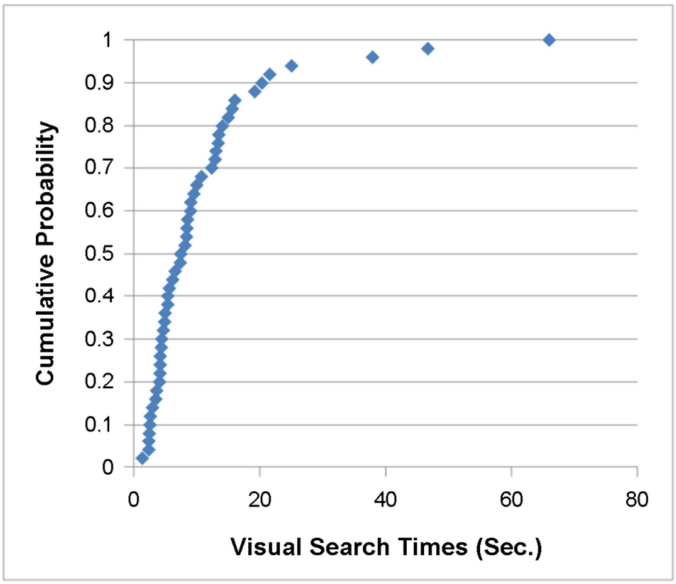


Figure 5. Times to find a target and probabilities

Figure 5 그래프에서 평균값을 산술평균에 의해 산출한다면, 긴 탐색시간의 영향력이 지나치게 크게 나타나기 때문에 다음과 같은 방법에 의해서 GMST (Geometric Mean Search Time)를 산출한다. 표적탐색을 위한 누적 확률값을 f(t)로 표현한다면, 식 (1)과 같이 표현할 수 있다. 식 (1)에서 양변에 동일하게 자연로그값을 곱하면, 식 (2)이 된다. f(t)를 확률 p라고 한다면 식 (3)이 된다. 식 (3)은 오차값을 반영하면, 식 (4)가 되고, 식 (4)는 일차 선형 회귀식(예, Y=ax +b)이다.

$$f(t) = 1 - exp(-\lambda t) \quad (1)$$

$$\ln(1 - f(t)) = -\lambda t \quad (2)$$

$$-\ln(1 - p) = \lambda t \quad (3)$$

$$-\ln(1 - p) = \lambda t + \varepsilon \quad (4)$$

식(4)의 -ln(1-p) 은 Y에 해당하며, Table 1의 넷째 행이 하나의 사례다. 이 선형 회귀식에서 기울기에 해당하는 λ 값을 구할 수 있다. 그리고 1/λ는 지수분포의 평균값이기 때문에 이 값이 시각탐색 시간의 평균값(GMST)이 된다. 예를 들어, 피 실험자 1이 빨강색의 배경색에서 표적을 탐지하는 시간의 평균값은 Figure 6과 같이 Table 1의 넷째 행(-ln(1-p))과 둘째 행 사이의 선형 회귀식을 구하면, 기울기

λ 값은 0.1013이다. 이 값의 역수인 9.87이 탐색시간의 평균 즉 GMST가 된다.

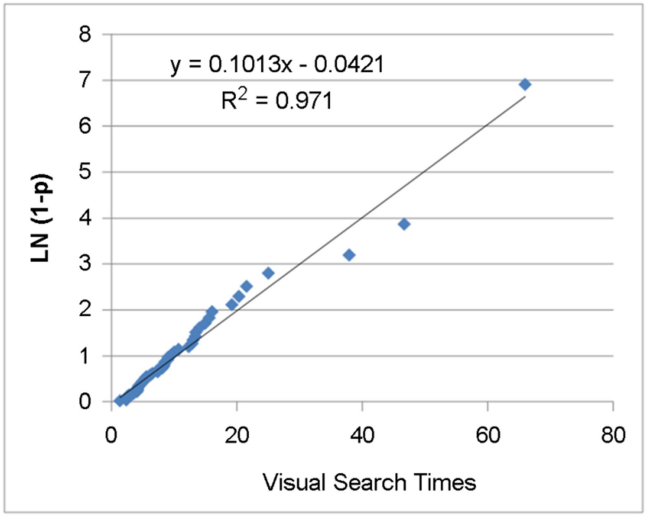


Figure 6. Relationship between visual search times and -LN(1-p)

상기의 방법으로 피 실험자들이 수행한 세 가지 바탕색에서의 탐색시간의 평균값을 도출하였다. 파랑 바탕색의 경우 평균탐색시간은 11.71 sec., 초록 바탕색의 경우, 10.60 sec., 빨강 바탕색의 경우 10.76 sec.였다. 2-way ANOVA 분석의 결과는 바탕색에 따라 탐색시간은 유의하게 달랐다($F(2, 18) = 3.78$, $p = 0.043$). 그리고 개인에 따른 탐색시간 또한 유의하게 달랐다($F(9, 18) = 21.99$ $p < 0.001$). 대응표본의 T-검정의 결과는 초록색 배경과 파랑색 배경일 때, 탐색시간의 차이가 유의하게 있었다($t(9) = -2.429$, $p = 0.038$). 그러나 초록색과 빨강색, 그리고 파랑색과 빨강색일 경우에는 유의한 차이가 없었다.

4. Conclusions and Discussion

본 연구에서는 시각탐색공간의 바탕색과 방해자극/표적의 명도를 균일하게 설정하고, 바탕색을 빨강, 초록, 파랑색으로 변화시킨 시각적 탐색 환경에서 검은색 표적글자를 검은색 방해자극으로부터 탐색하는 실험을 실시하였다. 검정색의 방해자극/표적(L=50, a=0, b=0)과 3가지 바탕색의 R (L=50, a=127, b=127), G (L=50, a=-127, b=127), B (L=50, a=0, b=-127) 사이의 색상차이는 델타 E 값으로 동일하게 179.6이었다. 이러한 실험환경 설정은 바탕색과 방해자극/표적 사이의 명도대비와 색상대비의 차이에 따라 시각탐색 수행도의 차이가 나타나는 것을 배제한 것을 의미한다.

따라서 본 연구에서는 Rosenholtz et al. (2004)의 연구결과 처럼 바탕색이 방해자극과 표적의 유사성에 영향을 주어 시각탐색 수행도를 변화시킬 수 있는지를 조사하려고 했다. 첫 번째 실험(비쥬얼 롭 측정 실험)의 결과는 바탕색을 변화시킬지라도 비쥬얼 롭의 크기는 변화가 없었다. 즉 매우 짧은 시간(300ms) 동안 피 실험자의 눈동자를 움직이지 않고, 표적을 탐지할 때, 바탕색의 영향은 없었다. 그러나 두 번째 실험(탐색시간 측정 실험)에서는 초록색 바탕색의 경우, 탐색시간이 가장 짧았다. 그러나 통계적으로는 초록색 바탕의 경우와 가장 탐색시간이 길었던 파랑색 바탕의 경우와의 비교에서만, 유의하게 탐색시간의 차이가 있었다. 이러한 결과는 충분한 시간을 갖고 표적을 탐색하는 경우에는 바탕색이 표적탐색에 영향을 줄 수 있다고 해석할 수 있을 것이다.

탐색시간이 바탕색의 영향을 받는다는 결과는 Rosenholtz et al. (2004)의 연구결과와 유사하다. 그러나 Rosenholtz et al. (2004) 연구에서의 방해자극과 표적은 특정색상으로 채워진 원이었다. 반면에 본 연구에서는 방해자극과 표적이 글자와 기호였다. 즉, 바탕색은 방해자극이 글자/기호인 경우에도 방해자극과 표적 사이의 유사성 또는 표적의 돌출성에 영향을 주었다고 할 수 있다. 한편 시각탐색 실

험 후에 피 실험자들을 대상으로 어떤 바탕색에서 눈의 피로가 적었다고 생각하는지에 대한 설문을 실시하였다. 모든 피 실험자들은 초록색을 바탕색으로 할 때, 피로감을 덜 느꼈다고 대답하였다. 이러한 느낌도 표적탐색 시간에 영향을 미쳤을 가능성은 있다.

본 연구에 참여한 피 실험자들은 10명의 대학생들이었다. 본 연구의 제한점은 피 실험자의 수가 충분하지 않았다는 것이다. 만약 피 실험자 수가 충분하였다면, 다른 색상의 바탕색에서도 바탕색의 영향이 관측될 수도 있었을 것이다. 추후연구에서는 이러한 점을 고려하여 연구를 시행할 것이며, 대학생이 아닌 고령자의 경우는 다른 결과가 도출될 수도 있을 것이기 때문에 고령자를 대상으로 한 연구도 의미가 있을 것이다.

References

Chan, A.H.S. and So, D.K.T., Measurement and quantification of visual lobe shape characteristics, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(6), 541-552, 2006.

Hill, A.L. and Scharff, L.V., "Legibility of computer displays with various foreground/background color combinations, font styles, and font types.," *Proceedings of the Eleventh National Conference on Undergraduate Research*, 724-746, 1997.

Hong, S.K. and Drury, C.G., "Sensitivity and validity of visual search models for multiple targets", *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3(1), 85-110, 2002.

Hong, S.K. and Lee, Y.W., "A sampling inspection plan with human error: considering the relationship between visual inspection time and human error rate", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 30(5), 645-650, 2011.

Jung, H.H., Cho, K.J. and Han, K.H., "The Impact of Brightness, Polarity, and Hue Difference on Legibility and Emotional Effect of Word in Visual Display", *Cognitive Science*, 17(4), 337-356, 2006.

Keyes, E., Typography, Color, and Information Structure, *Technical Communication*, 40(4), 638-654, 1993.

Kraiss, K.F. and Knaueuper, A., Using Visual Lobe Area Measurements to Predict Visual Search Performance, *Human Factors*, 24(6), 673-682, 1982.

Ling, J. and Schaik, P.V., The effect of text and background color on visual search of Web pages, *Displays*, 23, 223-230, 2002.

Morawski, T., Drury, C.G. and Karwan, M.H., "Predicting Search Performance for Multiple Targets", *Human Factors*, 22(6), 707-718, 1980.

Rosenholtz, R., Nagy, A.L. and Bell, N.R., The effect of background color on asymmetries in color search, Journal of Vision, 4, 224-240, 2004.

Shieh, K.K. and Lin, C.C., Effects of screen type, ambient illumination and color combination on VDT visual performance and subjective preference, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26, 527-536, 2000.

Author listings

Seung Kweon Hong: skhong@ut.ac.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, State University of New York
Position title: Professor, Department of Industrial and Management Engineering, Korea National University of Transportation
Areas of interest: Human-computer Interaction, Cognitive Engineering, Macro-Ergonomics