

아이트래커를 이용한 모니터 글자 대비도에 따른 눈의 피로도 연구

김하림, 정주현*

건양대학교 안경광학과, 대전 302-718

투고일(2014년 11월 4일), 수정일(2014년 12월 15일), 게재확정일(2014년 12월 18일)

목적: 모니터 글자 대비 변화에 따른 눈의 피로도를 측정하여 모니터 글자 대비도와 눈의 피로도의 연관성에 대해 연구하고자 하였다. **방법:** 최대교정시력 1.0 이상의 피검자 53명(평균연령 22.68±1.85) 중 읽기속도 검사에 통과한 45명(평균연령 22.68±1.85)을 대상으로 각각 Black(대비 100%), Dark gray(대비 80%), Gray(대비 60%), Light gray(대비 30%) 글자로 이루어진 4가지 시표를 무작위로 읽도록 하였다. 피검자가 시표를 읽는 동안 아이트래커로 피검자의 안구를 추적하여 모니터 글자 대비에 따른 피검자의 눈의 피로도의 변화를 측정하였다. **결과:** 피검자들의 평균측정시간은 Black, Dark gray, Gray, Light gray에서 33.635 sec, 32.266 sec, 33.936 sec, 34.848 sec로 측정되었다. 평균안구고정시간은 Black, Dark gray, Gray, Light gray에서 0.224 sec, 0.218 sec, 0.239 sec, 0.243 sec로 측정되었다. 평균동공크기는 Black, Dark gray, Gray, Light gray에서 41.133 mm, 41.160 mm, 40.880 mm, 40.459 mm로 측정되었다. 평균 눈깜박임 빈도수는 Black, Dark gray, Gray, Light gray에서 0.211 blinks/sec, 0.206 blinks/sec, 0.221 blinks/sec, 0.238 blinks/sec로 측정되었다. **결론:** 피검자들의 평균측정시간과 평균안구고정시간은 Dark gray가 가장 짧았으며, Light gray에서 가장 길었다. 평균 동공크기는 Dark gray에서 가장 컸으며, Light gray에서 가장 작았다. 평균 눈 깜박임 빈도수는 Dark gray에서 가장 적었으며, Light gray에서 가장 많았다. 모니터 글자 밝기에 따른 눈의 피로도는 Dark gray에서 가장 적었으며 Black, Gray, Light gray 순으로 증가하였다.

주제어: 피로도, 대비도, 읽기속도, 평균고정시간, 독서요류

서 론

최근 디스플레이 장치는 대형화, 고휘도 및 응답속도 면에서 매우 향상된 성능을 가진다. 또한 색역과 색 표현 능력이 향상되어 선명한 화질을 재현할 수 있게 되었다.^[1] 일반적으로 디스플레이 장치의 사용자들은 디스플레이 색상의 기본 설정을 그대로 사용하기 때문에 디스플레이에 노출되어 있는 시간이 증가할수록 눈의 피로도가 증가하며 스트레스 강도도 높아지게 된다. 이러한 피로도는 시각적 성능을 떨어뜨릴 뿐만 아니라, 사용자에게 스트레스를 제공한다.^[2] VDT 증후군이란 ‘컴퓨터 단말기 증후군’이라 할 만큼 컴퓨터 작업과 밀접하게 연결된 신종 질병이다. 특히 컴퓨터 앞에서 좋지 않은 자세로 장시간 무리하게 반복 작업을 하는 사람이나 주위 환경과 맞지 않는 디스플레이의 환경 설정 하에서 일하는 작업자에게 더 많이 발생한다. 이러한 작업을 수행함에 있어 작업자의 육체적, 정신적 피로에 의한 능력을 떨어뜨리고 있으며 이는 곧 사용자의 피로도를 증가시킨다.^[3] 따라서 개인의 환경과 감성에 적합한 디스플레이 장치의 색채 성향을 찾아내

고 디스플레이 장치의 색채를 조절할 수 있다면 사용자의 안정피로를 감소시킬 수 있고, 좀 더 편안한 조건에서 많은 독서를 수행할 수 있을 것이다.^[4]

글자에 색이 더해지면서 글자의 역할은 증대되고 정보 전달이 효과적으로 이루어진다. 이 글자색은 또다시 배경색 위에 얹어져서 배색의 관계가 형성된다. 그러면 바탕을 이루고 있는 배경색과 글자색의 배색관계에 따라 안정피로를 감소시킴으로서 장시간 가독을 할 수 있을 것이다.^[5]

본 연구는 모니터 글자 대비에 따른 피로도를 측정하여, 모니터와 전자미디어 사용에서 안정피로를 감소시킬 수 있는 데이터를 제공하기 위한 기초 연구가 될 것이다.

대상 및 방법

1. 대상

안질환이 없고 최대교정시력 1.0이상인 피검자(평균연령 22.68±1.85)를 대상으로 읽기속도 검사를 163개의 단어로 실시하였으며, 123개 이상의 단어를 읽은 피검자를 선정하여 피로도 검사를 실시하였다. 처음 연구에 참가한

*Corresponding author: Ju-Hyun Jeong, TEL: +82-42-600-6330, E-mail: jengju@konyang.ac.kr



Fig. 1. ASL Eye-Trac D6.

참가자는 총 53명이었으며, 읽기속도 검사에서 통과하지 못한 8명을 제외한 45명을 대상으로 검사를 진행하였다.

2. 방법

글자 밝기에 따른 피로도의 측정은 배경색을 White로 통일한 상태로 글자색상은 Black, Dark gray, Gray, Light gray 4가지로 하였으며, 실험의 객관성을 높이기 위해 시표를 랜덤으로 제시하여 진행하였다. 글자의 색상은 CEI 색 데이터틀 기준으로 대비 100%(Black), 대비 80%(Dark gray), 대비 60%(Gray), 대비 30%(Light gray)로 하였다.

글자 밝기에 따른 피로도를 평가하는 모든 검사는 아이트래커를 이용하여 측정하였다(Fig. 1). 아이트래커 검사는 읽기속도 검사를 할 때와 동일한 환경으로 평균조도 120 Lux로 측정하였으며, 아이트래커 앞 약 60 cm 거리에 턱받침 지지대를 위치시켜 검사거리를 유지하고 턱받침 지지대로 피검자의 머리 운동을 최대한 고정시킨 상태에서 실시하였다. 검사 후 통계처리는 독립변수로 모니터 글자 색상을 설정하고 종속변수로 평균 측정시간, 평균안구고정시간, 평균동공크기, 눈 깜박임 빈도수로 하여 Descriptive statistics를 실시한 뒤 데이터 간 $P < 0.05$ 수준에서 Paired t-test를 실시하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서는 대비 글자 중 Dark gray인 경우 평균 측정시간이 32.266 sec로 측정되었으며 검사한 글자시표 중 가장 짧은 측정시간을 보였다. Black인 경우 33.635 sec로

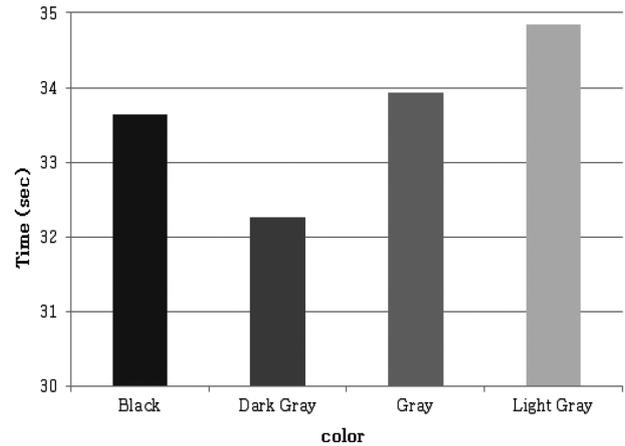


Fig. 2. Mean of event duration.

측정되었으며 검사한 글자시표 중 Dark gray 다음으로 짧은 측정시간을 보였다. Gray에서 33.936 sec, Light gray에서는 34.848 sec로 측정되었다(Table 1). Black은 Dark gray 보다 약 4% 증가하였으며, Gray는 Black 보다 약 1% 증가하였고 Light gray 보다는 약 3% 증가하였다. Gray는 Dark gray 보다 5% 증가하였으며 Light gray 보다 약 4% 증가하였다. Light gray는 Black 보다 약 4% 증가하였다(Fig. 2). Black, Dark gray, Gray, Light gray 글자 대비도 간의 평균 측정시간의 유의성을 확인하기 위하여 Paired t-test를 실시하였다. 측정시간 뿐만 아니라 평균안구고정시간, 평균동공크기, 눈깜박임 빈도수 등 모든 유의성 검정에서 유의한 차이를 확인하지는 못하였지만 각 대비글자 간 t값의 상대성을 확인하는 것에 의미를 두었다(Table 2). Black과 Dark gray, Light gray와 Black을 비교한 결과 $t = 0.571$, $t = 0.192$ 로 t는 양수로 Dark gray가 Black 보다, Black이 Light gray 보다 짧은 측정시간을 보였다. Dark gray와 Gray, Dark gray와 Light gray에서는 두 비교 모두 $t = -0.759$, Gray와 Light gray에서는 $t = -0.287$ 로 t는 음수로 Dark gray가 Gray 보다, Dark gray가 Light gray 보다 더 짧은 측정시간을 보였으며, Gray는 Light gray 보다 더 짧은 측정시간을 보였다. 모든 분석에서 유의하지는 않았지만 t값으로도 미루어 Dark gray, Black, Gray, Light gray 순으로 평균 측정시간이 늘어나는 것을 알 수 있었다. 이수진^[6]의 논문에서 글자대비를 10단계로 나누고 측정시간

Table 1. Descriptive Statistics of letter contrast

	Black	Dark gray	Gray	Light gray
Event duration (sec)	33.635 ± 8.52	32.266 ± 7.78	33.936 ± 9.28	34.848 ± 9.04
Fixation duration (sec)	0.224 ± 0.03	0.218 ± 0.03	0.239 ± 0.03	0.243 ± 0.05
Pupil size (mm)	41.133 ± 5.63	41.160 ± 5.58	40.880 ± 5.72	40.459 ± 4.69
Blink frequency (blink/sec)	0.211 ± 0.12	0.206 ± 0.11	0.221 ± 0.14	0.238 ± 0.15

Table 2. T-test for equality of means

		Black/ Dark gray	Black/ Gray	Dark gray/ Gray	Dark gray/ Light gray	Gray/ Light gray	Light gray/ Black
Event Duration	t	0.571	0.088	-0.759	-0.759	-0.287	0.192
	Sig. (2-tailed)	0.570	0.930	0.451	0.451	0.775	0.848
Average of Fixation Duration	t	0.887	-1.206	-2.063	-2.640	-0.636	1.815
	Sig. (2-tailed)	0.378	0.233	0.043	0.011	0.527	0.075
Average of Pupil size	t	-0.106	-0.403	0.167	0.167	0.465	-0.056
	Sig. (2-tailed)	0.916	0.688	0.868	0.868	0.643	0.956
Blink Frequency	t	-0.048	0.331	0.369	-0.183	-0.580	0.239
	Sig. (2-tailed)	0.962	0.741	0.713	0.856	0.564	0.812

을 검사항목 중 하나로 피로도를 측정하였다. 측정시간에 있어 글자 대비의 적정치를 벗어나면 측정시간이 다시 증가하는 경향을 볼 수 있었다. 그리고 글자의 밝기대비와 피로도간에 유사한 관계가 있다고 이야기 하고 있다. 피로도에 있어 피로도의 최저치와 밝기대비의 최대치가 일치하지 않고 글자 밝기대비의 적정치가 있어서 이를 벗어나면 피로도가 다시 증가하는 것으로 나타났다. Michael Bernard 등^[7]의 논문에서 글자 크기와 글자 서체에 대한 가독성 측정을 하였는데 글자 크기가 작을수록 측정시간이 증가하였고, sans serif서체 보다 serif서체에서 측정시간의 변화가 급격히 일어나는 결과를 보여주었다. 이에 측정시간이 길어질수록 피검자가 글자를 인지하는 시간이 길어지므로 점차 가독성이 떨어지고, 이에 따른 시각적 인지 피로도가 증가하는 것을 알 수 있었다.

대비 글자 중 Dark gray인 경우 평균 안구고정시간이 0.218sec로 측정되었으며 검사한 글자시표 중 가장 짧은 고정시간을 보였다. Black인 경우 0.224 sec로 측정되었으며 검사한 글자시표 중 Dark gray 다음으로 짧은 고정시간을 보였다. Gray에서 0.239 sec, Light gray에서는 0.243 sec으로 측정되었다(Table 1). Black은 Dark gray 보다 약 3% 평균 고정시간이 증가하였으며 Gray는 Black 보다 약 6% 증가하였고 Dark gray 보다는 약 10% 증가하였다. Light gray의 평균 안구고정시간은 Black 보다 약 8% 증가하였으며 Dark gray 보다 12%, Gray보다 약 2% 증가하였다(Fig. 3). Black과 Dark gray를 비교한 결과 $t=0.887$ 로 t 는 양수로 Dark gray가 Black보다 짧은 고정시간을 보였다. Black과 Gray, Dark gray와 Gray, Light gray에서는 각 $t=-1.206$, $t=-2.063$, $t=-2.640$ 로 t 는 음수로 Black 보다 Gray가, Gray, Light gray 보다 Dark gray가 더 짧은 고정시간을 보였다. Gray와 Light gray의 분석에서도 t 는 역시 $t=-0.636$ 로 음수를 나타내어 Gray가 Light gray보다 짧은 고정시간을 보였다. Light gray와 Black의 분석에서는

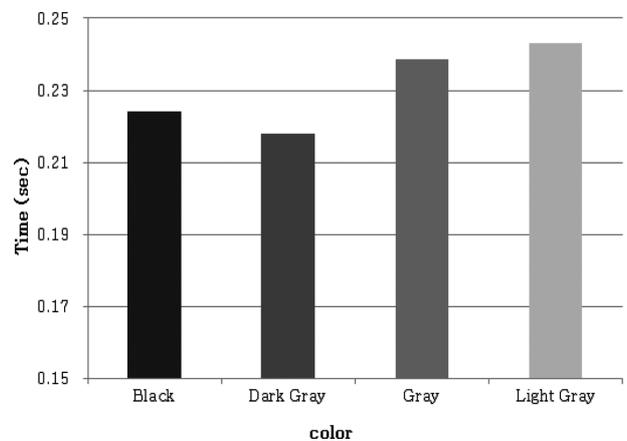


Fig. 3. Mean of average of fixation duration.

$t=1.815$ 로 t 는 양수로 Black이 Light gray 보다 짧은 고정시간을 보였다(Table 2). 모든 분석에서 유의하지는 않았지만 t 값으로도 미루어 Dark gray, Black, Gray, Light gray 순으로 평균 안구고정시간이 늘어나는 것을 알 수 있었다. Rayner, K 등^[8]의 연구에 의하면 글이 읽기 어려울수록 안구고정시간이 증가하며 고정시간이 짧다는 것은 그만큼 빨리 인식을 할 수 있다고 이야기 하고 있다. 고정시간이 길면 안구를 한곳에 고정하고 있었던 시간이 길었다는 뜻이고 측정시간과 비슷한 원리로 안구 고정시간이 늘어난다면 그만큼 인식에 대한 피로도가 가중되었다는 뜻이다.

대비 글자 중 Dark gray인 경우 평균 동공크기가 41.160 mm로 측정되었으며 검사한 글자시표 중 가장 큰 동공크기를 보였다. Black인 경우 41.133 mm로 측정되었으며 Gray에서 40.880 mm, Light gray에서는 40.459 mm로 측정되었다(Table 1). Dark gray는 Black 보다 약 0.1% 증가하였으며, Gray 보다 약 1% 증가하였고 Light gray 보다는 약 2% 증가하였다. Dark gray는 Gray 보다 1% 증가하였으며 Light gray 보다는 2% 증가하였다. Gray는 Light gray 보다 평균 동공크기가 약 1% 증가하였다(Fig. 4). 비

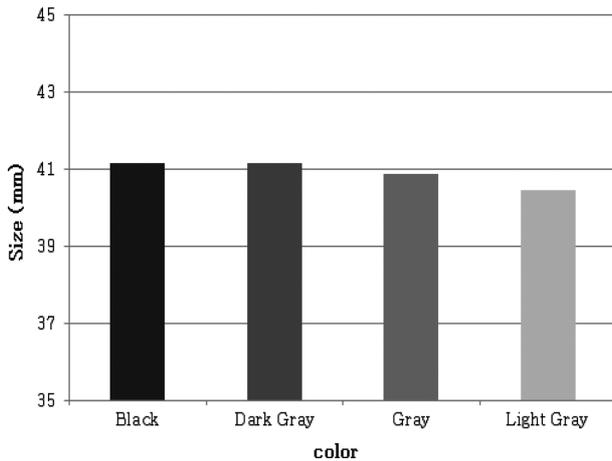


Fig. 4. Mean of average of pupil size.

교적 Black과 Dark gray 글자시표의 평균 동공크기가 Gray, Light gray 보다 큰 것은 알 수 있었지만 각 4가지 대비글자들의 상대적인 크고 작음을 확인할 수 없었다. Hess^[9]의 연구에 의하면 동공크기가 작아질수록 피검자가 받는 부하가 많다는 뜻으로 피검자의 피로도가 증가하기 때문에 비교적 큰 동공크기에서의 독서를 권장하고 있다. 휘도가 높을수록 조절이 힘들수록 평균 동공크기는 줄어들며 그에 대한 피로도가 증가한다는 것으로 해석할 수 있다.

눈 깜빡임 빈도수는 피검자가 시표를 읽는 동안 눈 깜빡임 횟수를 측정된 후, 측정시간과 나누어 계산한다. 이것은 정량적으로 피검자의 피로도를 측정하는데 쓰이는 측정방법이며 눈 깜빡임의 빈도수가 높을수록 눈의 피로도가 증가한다는 것을 암시한다.^[10] Lee^[11]는 글자 크기를 변수로 하여 눈 깜빡임을 측정하였다. 종이책의 경우는 10 pt가 가장 낮았고 10 pt, 12 pt 순으로 차례로 눈 깜빡임 빈도수가 높았다. 전자책의 경우는 8 pt의 경우가 가장 낮았으며, 10 pt와 12 pt의 차이는 거의 없었다. 눈깜빡임 빈도수의 크기 단위는 1분당 빈도수 blinks/min 이다. 글자 대비별 눈 깜빡임 빈도수에 대한 데이터는 Table 1과 같으며 이는 blinks/sec 단위로 계산된 값이다. Dark gray인 경우 눈깜빡임 빈도수가 0.206 blinks/sec로 측정되었으며 검사한 글자시표 중 적었다. Black인 경우 0.211 blinks/sec로 측정되었으며 검사한 글자시표 중 Dark gray 다음으로 적은 빈도수를 보였다. Gray에서 0.221 blinks/sec, Light gray에서는 0.238 blinks/sec로 측정되었다. Black은 Dark gray보다 약 3% 증가하였으며, Gray는 Black보다 약 5% 증가하며 Dark gray보다 약 7% 증가하였다. Light gray는 Black보다 13%, Dark gray보다 16% 증가하였으며, Gray 보다는 8% 증가하였다(Fig. 5). Black과 Dark gray를 비교한 결과 $t=-0.048$ 로 는 음수로 Dark gray가 Black보다 적

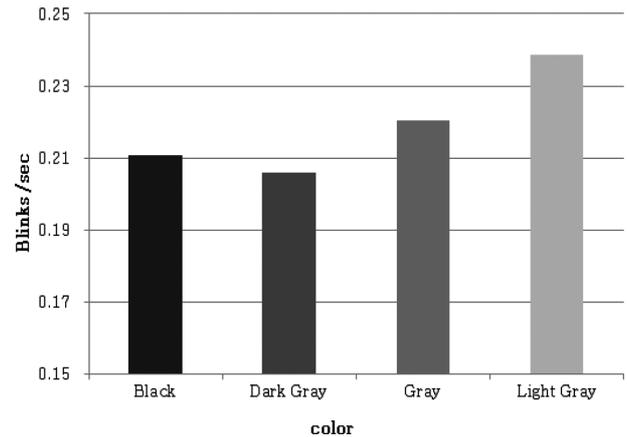


Fig. 5. Mean of 1blink frequency.

은 눈깜박임 빈도수를 보였다. Black과 Gray, Dark gray와 Gray에서는 각 $t=0.331$, $t=0.369$ 로 t 는 양수로 Black, Dark gray가 Gray보다 상대적으로 눈 깜박임 빈도수가 적다는 것을 알 수 있다. Dark gray와 Light gray, Gray와 Light gray에서 t 는 각 $t=-0.183$, $t=-0.580$ 로 Dark gray와 Gray가 Light gray 보다 빈도수가 더 적은 것을 알 수 있었다. Light gray와 Black의 분석에서는 $t=0.239$ 로 Black이 Light gray보다 눈깜박임 빈도수가 적은 것을 알 수 있었다. 모든 분석에서 유의하지는 않았지만 t 값으로도 미루어 Dark gray, Black, Gray, Light gray 순으로 눈깜박임 빈도수가 늘어나는 것을 알 수 있었다(Table 2).

본 연구에서 결과적으로 평균 동공크기를 제외한 모든 항목에서 Dark gray, Black, Gray, Light gray 순으로 피로도가 증가하는 경향을 보였다. Shieh, K.등^[12]의 12가지 색 조합을 비교한 연구에서 휘도대비가 높을수록 피검자의 더 좋은 수행능력이 나왔다고 보고하고 있다. 이는 대비가 증가하면 가독성이 증가한다는 것으로 글자의 밝기 때문에 가독성이 변화한다고 이야기하고 있다. Hill 등^[13]의 연구에서는 Black으로 글자색을 통일한 상태에서 휘도별로 White, Light gray, Medium gray, Dark gray로 4가지 색상으로 가독성을 검사한 결과 바탕색 Medium gray, Dark gray가 White 보다 가독성이 높게 나와, 글자색과 배경색 사이 휘도대비가 최대일 때 글자의 인지능력 또한 최고가 아니라는 것을 제시하였다. Hall 등^[14]의 연구에서는 피검자에게 제시되어지는 웹사이트의 글자 내용을 상업적인 콘텐츠를 다룬 웹 페이지 군과 교육적인 콘텐츠를 다룬 웹 페이지 군으로 나누어 검사하였는데, 교육적인 콘텐츠를 다룬 웹 페이지 군에서 Dark blue 바탕에 Light blue글자색이, White 바탕에 Black 글자색의 가독성보다 더 좋았다는 결과를 제시하였다. 이에 대해 글자대비가 증가할수록 인지 능력 또한 높아지지만 특정 수준에 이르면 시각적 피로 외에 인지적 피로가 가중될 수 있으므로 높은

대비 글자가 가독성에 부정적인 요소로 작용할 수 있다고 이야기하며 이것은 근접한 곳에 위치한 서로 다른 색상이나 높은 대비에서 떨림 현상이 일어나는 시각적 정보의 부하에 의한 대비효과로 인해 흰 바탕의 검은 글씨가 좋은 색 조합이 아닐 수 있다고 주장하고 있다.

결 론

측정시간의 대비글자에 따른 평균값에서 Dark gray를 기준으로 Black은 4%, Gray는 5%, Light gray는 8% 증가하였다. 평균측정시간은 Dark gray, Black, Gray, Light gray 순으로 증가하였다.

평균안구고정시간의 대비글자에 따른 평균값에서 Dark gray를 기준으로 Black은 3%, Gray는 10%, Light gray는 12% 증가하였다. 평균안구고정시간은 Dark gray, Black, Gray, Light gray 순으로 증가하였다.

평균 동공크기의 대비글자에 따른 평균값은 Black과 Dark gray에서 비교적 큰 동공크기를 보였으며, Gray와 Light gray에서 비교적 작은 동공크기를 보였다.

눈깜박임 빈도수의 대비글자에 따른 평균값에서 Dark gray를 기준으로 Black은 2%, Gray는 7%, Light gray는 16% 증가하였다. 눈깜박임 빈도수는 Dark gray, Black, Gray, Light gray 순으로 증가하였다.

본 연구에서 피로도를 평가하는 항목인 측정시간, 평균안구고정시간, 평균동공크기, 눈깜박임 빈도수 중 측정시간, 평균안구고정시간, 눈깜박임 빈도수에서 Dark gray, Black, Gray, Light gray 순으로 피로도가 증가하는 경향을 보였다.

REFERENCES

- [1] Lee TH, Kwon OS, Park TY, Ha YH. Hue shift model and hue correction in high luminance display. *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*. 2007; 44(4):60-69.
- [2] Lee SJ. The effect of brightness contrast in readability of VDT display. Yonsei University, Seoul. 2004;29-32.
- [3] K.K.shih Effects of reflection and polarity on LCD viewing distance. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2000;25;1037.
- [4] Lee YK. An Analysis of Effect of LCD's Work Environment on Visual Performance and Fatigue. Hanyang University, Seoul. 2008;4-5.
- [5] Seo JY, Kim JW, Cho HC. Human-Friendly Intelligent Hue Control System for Display Unit. *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*. 2007;17(1): 13-18.
- [6] Beak YC, Kwon JE. A Study on the sensible communication of text and background colors in the web pages. *Software Media studies*. 2004;2004(3):1-11.
- [7] Bernard, Michael, Chia Hui Liao, and Melissa Mills. The effects of font type and size on the legibility and reading time of online text by older adults. CHI'01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2001.
- [8] McConkie, G. W., Rayner, K. The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics*. 1975;17(6):578-586.
- [9] Hess, E. H. Pupillometrics. In N. S. Greenfield & R. A. Sternbach (Eds.), *Handbook of psychophysiology*. New York: Holt, Rinehart & Winston. 1972;491-531.
- [10] Divjak, Matjaz., Horst Bischof. Eye Blink Based Fatigue Detection for Prevention of Computer Vision Syndrome. *MVA*. 2009;350-353.
- [11] Lee MH. A comparison of legibility between the e-book and paper-book using eyetracker. Hanyang University, Seoul. 2012.
- [12] Strong, E. K. Values of white space in advertising. *Journal of Applied Psychology*. 1926;10(3):107-116.
- [13] Hill, A.L., 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*. 1997; 724-746.
- [14] Hall and Hanna. The Impact of Web Page Text-Background Color Combinations on Readability, Retention, Aesthetics, and Behavioral Intention. *Behaviour & Information Technology*. Special Issue on HCI in MIS. 2003; 23(3):277.

The Study of Visual Fatigue by Monitor Letter Contrast with an Eye Tracker

Ha-Rim Kim and Ju-Hyun Jeong*

Dept. of Optometry, konyang University, Daejeon 302-718

(Received November 4, 2014: Revised December 15, 2014: Accepted December 18, 2014)

Purpose: This study is to investigate correlation between eye fatigue and letter contrast according to letter contrast changes on monitor display. **Methods:** Reading speed test were carried out for 53 subjects (mean age: 22.68 ± 1.85 years) who have over Best-corrected visual acuity (BCVA) 1.0, and 45 subjects, who could read over 123 out of 163 letters among 53 subjects were selected. They were asked to read the letters which were composed of Black (contrast 100%), Dark gray (contrast 80%), Gray (contrast 80%), Light gray (contrast 30%) randomly. The change of their eye fatigue by letter contrast on monitor display was measured by monitoring their eyes with an eye-tracker while they were reading letters. **Results:** Event Duration (sec) was 33.635 for Black, 32.266 Dark gray, 33.936 for Gray, and 34.848 for Light gray. Average of Fixation Duration (sec) was 0.224 for Black, 0.218 for Dark gray, 0.239 for Gray and 0.243 for Light gray. Average of Pupil diameter (mm) was 41.133 mm for Black, 41.160 mm for Dark gray, 40.880 mm for Gray and 40.459 mm for Light gray. Frequency (blinks/sec) was 0.211 for Black, 0.206 for Dark gray, 0.221 for Gray, and 0.238 for Light gray. **Conclusions:** Event Duration and average of Fixation Duration were the shortest for Dark gray and the longest for Light gray. In average Pupil diameter was the biggest Dark gray and the smallest for Light gray. Blink Frequency (blinks/sec) was the lowest for Dark gray and the highest for Light gray. Visual fatigue by brightness of letters on monitor display was the least for Dark gray followed by Black, Gray and Light gray.

Key words: Fatigue, Contrast, Reading speed, Average of fixation duration, Reading error