

Assessing of Glance Legibility of Hangul Typefaces by the Elderly

Seung Kweon Hong

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

고령자에 의한 한글 서체 순간판독 수행도 평가

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 : October 16, 2018

Revised : October 22, 2018

Accepted : October 30, 2018

Objective: The aim of this study is to investigate the glance legibility of three types of Hangul typeface by the elderly.

Background: There are situations where people need to read letters in a short time. Especially elderly people are vulnerable to reading letters in a short time. Therefore, it is necessary to develop Hangul typefaces for the elderly and to evaluate the legibility of the typefaces.

Method: The legibility of the three Korean typefaces was evaluated in a short period of 300ms. One typeface was a commercial typeface and the other two typefaces were a regular and bold type of typefaces redesigned to improve legibility. In addition to the type of the typefaces, the size of the letters and the complexity of the letters were set as independent variables.

Results: The analysis of variance on the number of fault reading showed that redesigned typefaces were better read in a short time by the elderly. The effect of this legibility improvement was better when the letters were small in size and when the letters were more complex.

Conclusion: The redesigned Hangul typefaces have wider spacing between strokes and strokes, more enlarged internal space of the letters and less ambiguous forms of strokes than the commercial typeface. Such a Hangul typeface redesign contributed to the glance legibility of the elderly.

Application: The result of this study might be used as a guide for developing Hangul typeface with high glance legibility performance.

Keywords: Glance legibility, Old people, Typeface design, Hangul, Stroke width

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.

1. Introduction

한글, 한자, 영어 등 대부분의 문자에는 다양한 서체가 존재한다. 그리고 지속적으로 새로운 서체들이 개발되고 있다. 글자가 정보를 전달하는 수단으로만 사용된다면, 다양한 서체 개발의 욕구는 크지 않을 것이다. 그러나 포스터, 광고, 간판 등의 특수한 목적을

위해 서체들이 개발되고 있으며, 최근에는 글을 쓰는 사람의 감성을 효과적으로 전달하기 위한 목적으로 키네틱 타이포그래피도 개발되고 있다(Kim, 2007). 이렇게 서체가 특수목적과 감성 표현의 수단으로 사용되고 있지만, 글자 본연의 기능은 정보를 전달하는 기능이다. 따라서 감성 표현이 중요한 키네틱 타이포그래피에서도 가독성은 중요한 이슈가 되고 있다(Hong, 2018).

본 연구의 관심은 짧은 시간에 글자를 읽어야 하는 상황에 적합한 서체의 개발과 이러한 서체의 가독성을 평가하는 것이다. 일반적으로 사용되는 서체는 충분한 시간적 여유를 갖고, 글자를 판독하는 상황을 전제로 개발된 서체들이라고 할 수 있다. 따라서 이러한 서체의 가독성을 측정하는 방법도 이에 준하여 충분한 응시시간을 갖고 글자를 판독할 수 있는 최소거리를 측정하는 경우가 많다. 그러나 동시에 또는 순차적으로 주의자원(attention resource)을 할당해야 하는 멀티 태스크(multi-tasks)를 수행해야 하는 경우에는 충분한 시간적 여유를 갖고 글자를 읽을 수 없다. 비행 조종사가 비행을 하면서 계기판의 정보를 읽거나 자동차 운전자가 운전 중에 계기판의 정보를 읽어야 하는 경우는 짧은 시간에 습득하고자 하는 정보를 읽어야 하는 대표적인 상황들이다(Vinot and Athenes, 2012).

짧은 시간에 대상물을 식별할 수 있는 능력을 순간판독(glance legibility)이라고 하며, "대상물에 한번 눈이 머무는 정도의 매우 짧은 시간 동안에 대상물을 식별할 수 있는 수행도"라고 정의하고 있다(Uchida et al., 2006; Shieh and Huang, 2004). 순간판독 수행도의 측정에는 교통 표시판의 심볼설계를 위한 그래픽 디자인 연구에서 사용되었고(Dewar, 1976; Shinar et al., 2003; Shieh and Huang, 2004), 서체를 디자인하기 위한 서체 평가 방법으로도 사용되고 있다(Dobres et al., 2016; Dobres et al., 2017).

국내에서 한글 서체 가독성 평가를 위해 순간판독 수행도를 측정한 연구사례는 많지 않다. Hong (2014)은 특정한 서체를 대상으로 20대의 피실험자와 60대의 피실험자의 순간판독 수행도를 측정하였다. 글자를 디스플레이하는 시간을 0.3초와 1초로 설정하고 정확하게 읽은 글자수를 측정했을 때, 1초 동안 판독하는 글자수는 그룹간에 큰 차이가 없었다. 그러나 0.3초 동안 판독하는 경우에는 판독 글자수에 큰 차이가 나타났다. 한편 글자 획수가 많은 경우와 적은 경우의 비교에서도 글자 획수가 적은 경우에는 큰 차이가 없었지만, 글자 획수가 많아졌을 경우에는 판독 글자수의 차이가 컸다. 고령자들은 충분한 시간 동안 글자를 판독하는 경우보다는 짧은 시간에 판독하는 경우에 더 어려움을 느낀다고 할 수 있다.

본 연구에서는 세 가지 한글 고딕 서체의 순간판독 수행도를 측정하고 비교하였다. 피실험자는 순간판독에 취약한 고령자들을 선정하였다. 연구에 사용된 하나의 서체는 순간판독 수행도를 고려하지 않고 개발된 일반 사용목적의 서체였으며, 다른 두 가지 서체는 순간판독 수행도가 우수할 것으로 기대하며 개발된 서체였다. 개발된 두 서체의 차이는 서체의 획 굵기를 달리한 일반 서체와 볼드체였다.

2. Typeface Design and Legibility

서체의 가독성에 영향을 미치는 요인은 외적인 요인과 내적인 요인으로 구분될 수 있다(Bigelow and Matteson, 2011). 외적요인은 조도, 색상대비, 서체크기, 휘도대비 등과 같은 심물리학적 고려요인들(psychophysical considerations)이다. 반면에 내적요인은 서체의 특성이나 서체모양과 관련된 요인으로 획폭비, 획의 굵기, 획의 모양, 세리프 등이다. Bigelow and Matteson (2011)는 내적요인에 대한 연구는 외적요인에 비해 수행된 연구가 적다고 지적하였다.

본 연구는 서체의 내적요인에 대한 연구의 한 유형으로 시각적 혼잡(visual crowding) 현상을 감소시키는 서체의 개발과 이러한 서체의 순간판독 수행도를 측정한 연구다. 서체에서 시각적 혼잡 현상은 획과 획 사이의 공간이 좁거나, 글자모양이 다른 글자와 구분하기 어렵게 설계되었을 때, 글자의 가독성이 떨어지는 현상이다(Perea and Gomez, 2012; Montani et al., 2014). 이러한 현상에 착안하여 Reimer et al. (2014)는 영문자를 대상으로 서체 비교연구를 수행하였다.

Reimer et al. (2014) 연구는 자동차 운전 중에 운전자들이 짧은 시간에 네비게이션 디스플레이상의 글자를 읽을 때 어떤 서체가 더 높은 가독성을 보이는지 평가하였다. 그들은 'Humanist' 서체의 일종인 'Frutiger' 체와 'Square Grotesque' 서체의 일종인 'Eurostile' 체를 비교 평가하였다. Figure 1은 두 가지 서체의 특성을 나타내며, 'Frutiger' 체가 시각적 혼잡 현상을 적게 유발하는 서체다.

- 글자의 모양을 구분하기 쉽게 근접한 부분의 공간을 넓혔다(Open spaces).

- 알파벳과 알파벳 사이의 공간을 넓혔다(Ample intercharacter spacing).
- 혼동될 수 있는 모양의 글자를 구분이 쉽도록 설계하였다(Unambiguous forms).
- 한 글자에서도 획의 굵기와 모양을 변화시켜 글자모양을 구분하기 쉽게 하였다(Varying proportions).

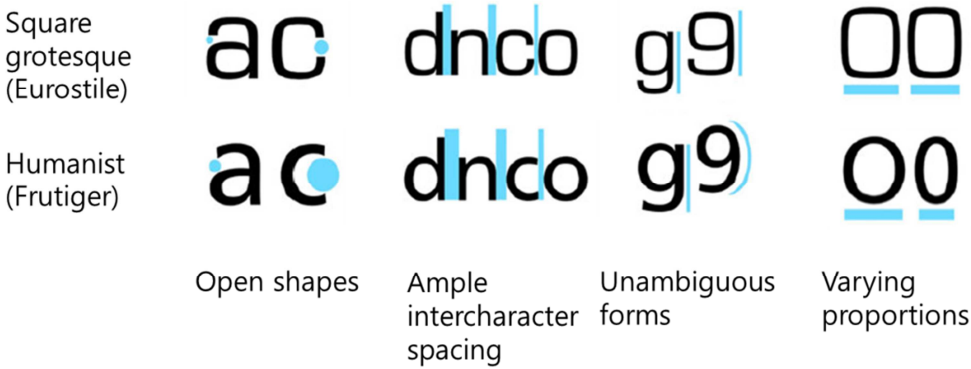


Figure 1. Two types of typefaces used for the experiments of Reimer et al. (2014)

Reimer et al. (2014) 연구의 결과는 짧은 시간 동안 글자를 판독할 때 'Frutiger' 체의 가독성이 우수함을 보였다. 그들은 눈-응시 추적 장치(eye tracker)를 사용하여 운전자의 눈이 글자에 머무는 시간을 측정하였으며, 피실험자들은 'Frutiger' 체로 정보가 표시되었을 때 10.6% 더 짧은 응시시간에 정보들을 판독할 수 있었다.

본 연구에서는 영문자 'Frutiger' 체 설계의 개념을 차용하여 개발된 한글 서체를 연구의 대상으로 설정하였다. 영문자와 한글은 문자의 모양과 특성이 다르기 때문에, 근본적으로 동일한 서체를 개발할 수는 없다. 그러나 'Frutiger' 체와 유사하게 시각적 혼잡(visual crowding) 현상을 감소시킬 수 있도록 설계되었다. Figure 2는 기존 서체와 개발된 서체의 특징을 나타낸다.

- 글자의 모양을 구분하기 쉽게 중성이나 종성에 사용되는 'ㅇ'과 'ㅁ'의 내부공간을 넓혔다(Open spaces).
- 획과 획 사이의 공간, 자음과 모음 사이의 공간을 넓혔다(Ample intercharacter spacing).
- 혼동될 수 있는 모양의 글자들의 구분을 명확히 하기 위해 'ㄹ'의 높이를 높였으며, 종성의 자음을 작게 하여 여백을 만들었고, 'ㅎ' 'ㅈ'과 같은 자음에서 가로로 누워 있던 꼭지를 세로로 세웠다(Unambiguous forms).

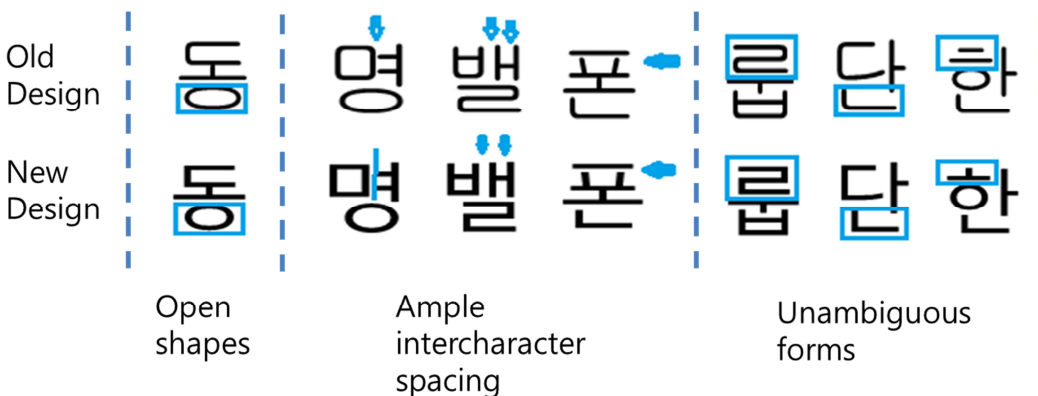


Figure 2. Comparing new typeface of old typeface

3. Method

3.1 Participants

본 실험은 총 15명의 고령자를 대상으로 실시하였다. 피실험자들의 평균 연령은 78.0세(71세부터 88세까지)였으며, 여성 9명, 남성 6명이 참여하였다. 피실험자들의 시력은 교정시력 0.8 이상의 정상시력이었으며, 안 질환이 없는 상태였다.

3.2 Experimental apparatus

본 실험에서 피실험자들은 300ms의 짧은 시간에 제시된 한글 낱 글자들을 판독하였다. Figure 3과 같이 실험이 시작되면, 컴퓨터 모니터의 정 가운데에 피실험자의 눈을 고정시킬 수 있는 'x' 표시가 나타난다. 피실험자가 이 표시를 응시하고 있으면, 1,500ms 후에 판독해야 하는 자극이 나타난다. 이 자극은 300ms 동안 나타났다가 사라진다. 그 동안 피실험자는 나타난 3개의 낱 글자를 판독해야 한다. 자극이 사라진 후에 무슨 글자를 읽었는지 실험자에게 구도로 응답했다. 실험자는 피실험자 응답의 정확성을 기록했으며, 이러한 과정의 실험을 반복적으로 수행했다.

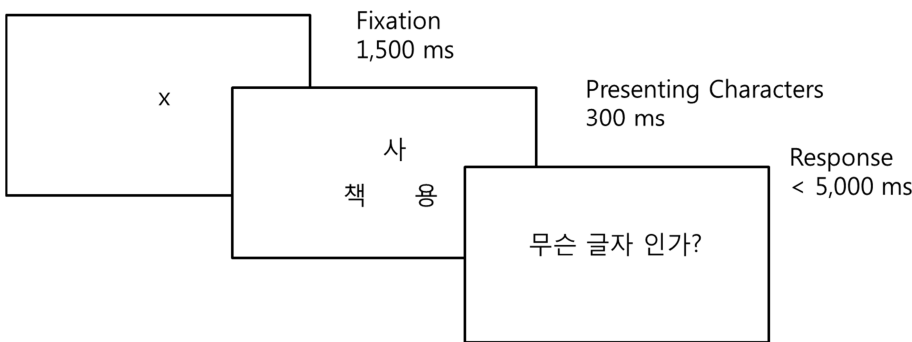


Figure 3. The structure of an individual trial of the experiment

자극을 제시하는 300ms의 시간은 기존의 순간판독 실험에 설정했던 시간이고, 일반적인 시각탐색 실험에서 눈이 한 곳에 머무는 시간이다(Hong and Drury, 2002; Hong, 2014; Tsang and Chan, 2013). 피실험자와 모니터 사이의 거리는 50cm로 설정하였으며, 피실험자들의 머리움직임을 제어하기 위하여 턱 고정기를 사용하여 고정하였다. 실험실의 조도 수준은 600lx로 설정하였고, 모든 피실험자들은 한 대의 PC에서 실험을 수행하였다.

표시되는 3개의 낱 글자는 3가지 서체에서 각각 한 글자씩을 선택되었으며, 특정한 서체의 글자가 특정한 위치에 표시되는 않도록 표시위치를 변경하였다. 3개의 낱 글자를 표시하는 위치는 피실험자가 초점시(focal vision)를 사용하여 글자를 판독할 수 있도록 시각도 2도 범위 내에 표시하였다. 표시된 글자는 흰색 바탕에 검은색 글자였으며, 동일한 글자가 반복적으로 표시되면 피실험자들이 글자를 기억할 수 있기 때문에 가능한 다른 글자들을 표시하였다. 그러나 15명의 모든 피실험자는 같은 일련의 글자들을 판독했다.

3.3 Experimental design

Table 1과 같이 15명의 피실험자들은 3 서체, 2폰트크기, 2 글자 복잡도, 각 조건에서 40번 반복 실험을 실시하였다. 따라서 수집된 총 데이터 수는 7,200개였으며, 피실험자들이 어떤 글자를 정확히 판독하고, 어떤 글자를 잘못 판독하였는지 관측할 수 있었다. 여기서 글자의 복잡도는 한 개의 낱 글자에 포함된 획의 수가 6개 이하인 경우는 간단한 글자로 7개 이상의 획을 포함한 글자는 복잡한 글자로 설정하였다.

Table 1. Independent variables of this experiment

Independent variables	Levels
Font type	Old, New regular, New bold
Complexity of Hangul	Simple (2~6 strokes), Complex (7~15 strokes)
Font size	12 font, 15 font

4. Results

4.1 Analysis of variance

피실험자들의 순간판독 실험결과에 의하면, 기존 서체에서 평균 72.3% 잘못 판독하였고, 개선된 일반 서체에서는 67.5%, 볼드체에서는 66.1% 잘못 판독하였다. Table 2은 피실험자들이 40번의 반복 실험에서 잘못 판독한 글자수의 평균과 표준편차를 제시하고 있다. 잘못 판독한 글자수에 대한 분산분석을 실시하였다. Table 3는 분산분석 결과의 요약을 나타낸다. 모든 주 요인들은 유의하게 변인에 따라 판독율이 다르게 나타났으며, 글자의 복잡도와 피실험자, 글자크기와 글자의 복잡도, 글자크기와 피실험자 사이에서 교호작용이 유의하게 나타났다.

Table 2. Average of the number of fault reading by the participants

Typeface		Old	New regular	New bold
12 font	Simple	28.06 (4.62)	26.20 (6.96)	24.53 (7.43)
	Complex	33.73 (3.58)	29.20 (5.36)	30.33 (5.92)
15 font	Simple	21.20 (6.83)	21.73 (8.41)	22.33 (8.17)
	Complex	32.73 (3.56)	30.93 (5.36)	28.60 (5.42)

() : Standard deviation

Table 3. Analysis of variance on the number of fault reading

Variables	DF	F-value	p-value
Font type	2	5.82	0.004**
Font size	1	15.11	< 0.001**
Complexity	1	123.03	< 0.001**
Subject	14	10.55	< 0.001**
Font type * Font size	2	1.55	0.218
Complexity * Subject	14	2.78	0.002**
Font type * Complexity	2	1.84	0.165
Font type * Subject	28	0.71	0.848
Font size * Complexity	1	11.24	0.001**
Font size * Subject	14	4.57	< 0.001**

* $p < .05$, ** $p < .01$

Figure 4는 교호작용을 나타내고 있다. 글자가 복잡할 경우에는 글자의 크기에 상관없이 비슷한 오판 비율을 보이지만, 글자가 단순한 경우에는 글자크기에 따라 오판 비율이 급변하였다. 기존 서체는 글자의 크기와 글자의 복잡도에 따라 오판 비율의 변화가 심했다. 그러나 개발된 서체들은 상대적으로 글자크기와 글자의 복잡도에 영향을 적게 받으면서, 기존 서체에 비해 오판율이 낮았다.

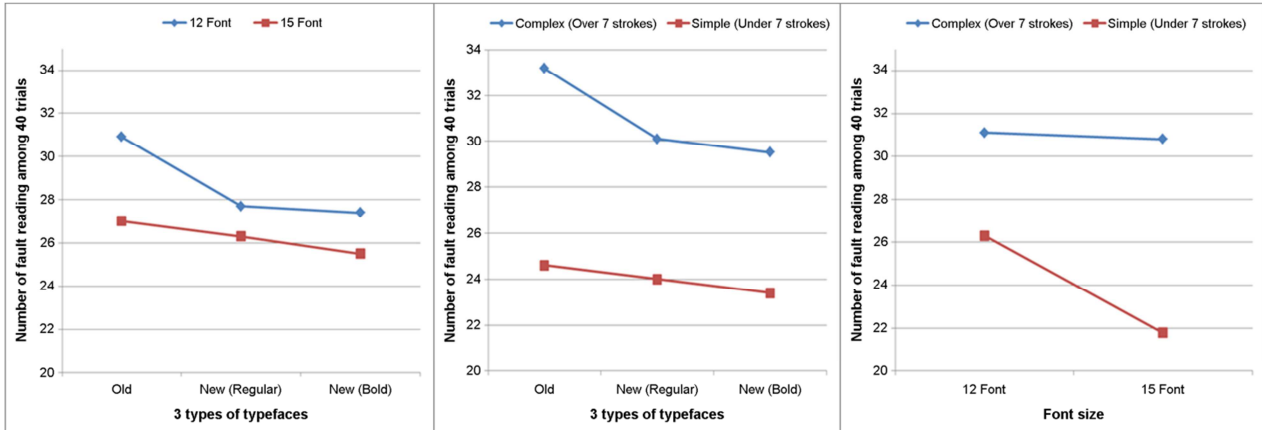


Figure 4. Interaction effects among font size, letter complexity and typeface

4.2 Legibility difference of from the identical letters

획의 굵기나 세리프, 글자모양, 획과 획 사이의 간격 등과 같이 서체의 개별 특성이 가독성에 미치는 영향을 측정하는 것은 서체 디자인을 위한 중요한 실험연구일 수 있다. 그러나 다른 특성들을 통제하고 특정한 서체 특성이 가독성에 미치는 영향을 측정하는 것은 어렵다(Russell-Minda et al., 2007). 서체의 다양한 특성요인들이 복합적으로 가독성에 영향을 미치기 때문이다. 즉 여러 요인간의 교호작용으로 인하여 가독성 향상에 도움이 될 것으로 예상되는 여러 요소들이 한 글자에 혼재할 때, 오히려 가독성에 부정적으로 작용할 수도 있기 때문이다. 그러나 본 연구에서는 가독성 향상에 기여할 것으로 기대되는 특성요인들이 다수 포함된 글자가 가독성이 높을 것이라는 예상하에, 가독성 향상 요인 수와 가독성 향상도의 상관관계를 분석하였다.

본 연구에서 각 피실험자들에게 제시된 글자는 가능한 동일하지 않은 글자들을 제시하였다. 따라서 동일한 글자가 다른 서체로 제시된 경우는 많지 않았다. 기존 서체와 개선된 일반 서체가 동일한 글자로 제시된 경우는 21개 글자였으며, 기존 서체와 개선된 볼드체가 동일한 글자로 제시된 경우는 19개 글자였다. Table 4는 이러한 글자들과 분석과정을 나타낸다. 동일한 글자를 판독하는 경우에 기존 서체와 개선된 서체에서 잘못 판독한 경우의 수를 관측하였고, 그 수의 차이(기존 서체 오판 - 개선된 서체 오판)를 계산하였다 이 차이는 양수이며 큰 숫자일 수록 개선된 서체의 가독성이 우수함을 나타낸다.

한편 각 글자의 개선요인 수, 즉 '내부공간의 확대', '획과 획간의 거리확대', '모호한 모양의 제거' 요인의 수를 측정하고, 이 요인들의 수를 합산하였다. 이러한 요인이 많이 포함된 글자는 기존 서체 글자보다 가독성이 우수하다고 예상할 수 있다. 이 요인들의 수와 가독성 향상도(기존 서체 오판수와 개선된 서체 오판수의 차이) 사이의 선형회귀분석을 실시하였다. 선형 회귀식의 결정계수는 낮았지만 요인 수가 많이 포함된 글자는 가독성이 높은 경향을 보이고 있다. p -값으로 판단한다면, 개선된 일반 서체에서는 유의하게 가독성 개선효과가 있었지만, 개선된 볼드체는 유의한 개선효과가 나타나지는 않았다.

$$\text{가독성 향상도(기존 서체 오판 수 - 개선된 일반 서체 오판 수)} = -4.41 + 2.37(\text{요인수}) \quad (1)$$

$$R^2 = 24.7\%, p = 0.022.$$

$$\text{가독성 향상도(기존 서체 오판 수 - 개선된 볼드체 오판 수)} = -0.10 + 1.12(\text{요인수}) \quad (2)$$

$R^2 = 7.6\%, p = 0.255.$

Table 4. Legibility of the identical letters

Identical letters		짱	해	난	로	.....	찰	룹	타	포
Old vs New regular	Difference	9	9	7	6	.....	-2	-6	-6	-6
	Open spaces	1	1	0	0	.....	0	0	0	0
	Intercharacter spacing	2	3	1	0	.....	0	1	1	1
	Unambiguous forms	1	1	1	1	.....	1	1	0	1
	Total	4	5	2	1	.....	1	2	1	2
Identical letters		차	뱌	불	편	.....	해	허	찰	전
Old vs New bold	Difference	15	9	9	9	.....	-2	-2	-3	-6
	Open spaces	0	0	0	0	.....	1	1	0	0
	Intercharacter spacing	1	2	2	2	.....	3	0	0	0
	Unambiguous forms	1	1	1	1	.....	1	1	1	1
	Total	2	3	3	3	.....	5	2	1	1

5. Discussion and Conclusion

본 연구는 한글 서체의 '내부공간의 확대', '획과 획간의 거리확대', '모호한 모양의 개선'의 효과가 순간판단 수행도에 미치는 영향을 평가하기 위한 실험연구였다. 이러한 서체 재설계의 효과는 분산분석에서 유의하게 나타났다. 그리고 그 효과는 글자의 크기가 작을 때와 글자의 획수가 많아서 복잡한 글자일 경우에 더 현저하게 나타났다.

한편 본 연구는 추가적으로 동일한 글자가 다른 서체로 표시되었을 경우에 서체 재설계의 효과를 분석하였다. 특정 글자에 포함된 개선요인의 수가 클수록 피실험자들이 더 잘 판독할 수 있을 것으로 기대하였다. 선형회귀분석 결과에 의하면, 개선요인 수의 증가가 판독률을 증가시키는 경향을 보였지만, 개선된 일반 서체에서만, 유의한 상관관계를 보였고, 개선된 볼드체에서는 유의하지 않은 상관관계가 나타났다. 개선효과가 크지 않게 나타난 이유는 세 가지 요약될 수 있을 것이다. 첫째는 여러 가지 개선요인들이 복합적으로 한 글자에 포함될 때, 요인들 사이의 교호작용은 항상 가독성에 긍정적인 영향을 주지는 않을 수 있다는 것이다(Russell-Minda et al., 2007). 두 번째 이유는 본 실험에서 같은 글자를 다른 서체로 피실험자들에게 제시된 경우의 수가 적었기 때문에 데이터의 부족으로 통계적으로 유의한 결과를 얻기 어려웠다. 마지막으로 한 글자에 포함된 개선요인의 수가 많을 수 없기 때문에 선형회귀분석에서 유의한 결과의 도출이 어려웠을 것이다. 그러나 개선요인의 수가 증가하면서 한글 가독성이 증가하는 경향을 볼 수 있었다는 것은 의미가 있는 결과일 것이다.

본 연구는 한글의 순간판독 수행도를 측정하였다. 한글의 가독성을 측정하기 위해 순간판독 수행도를 측정한 연구사례는 많지 않기 때문에, 의미있는 사례연구라고 할 수 있다. 특히, 고령자들은 순간판독이 어렵기 때문에, 고령자를 위한 한글 서체 개발에서는 순간판독 수행도의 측정은 유용한 가독성 판단 방법으로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 같은 서체의 볼드체와 일반체도 비교하였다. 일반적으로 글자 획의 굵기는 지나치게 굵거나 지나치게 가늘면, 가독성에 저해요인이 된다. 본 연구에서 실시한 분산분석에서는 볼드체가 통계적으로 유의하지는 않지만, 일반체에 비해 가독성이 높았다. 그러나 동일글자에 대한 분석에서는 볼드체가 일반체보다 가독성이 우수하지 않은 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 대상인 볼드체와

일반체는 가독성 측면에서 어떤 굵기의 글자체가 더 우수하다고 결론을 내릴 수 없었다.

일반적으로 서체의 어떤 내적요인이 서체의 가독성을 높이는지에 대한 연구가 부족한 상황이다(Russell-Minda et al., 2007). 따라서 가독성이 높은 서체를 개발하려고 할 때 개발자들은 어려움을 느끼게 될 것이다, 본 연구에서 분석한 개선요인 수와 가독성 개선효과의 상관관계분석은 설계요인 간의 교호작용을 고려하지 않았기 때문에 정밀한 분석 방법이라고 할 수는 없지만, 설계요인의 효과를 분석하는 유용한 방법이 될 것이다. 본 연구에서는 피실험자들의 학습효과나 기억효과를 배제하기 위해 가능한 상이한 글자들을 배제하였기 때문에 동일한 글자를 다른 서체로 피실험자들에게 제시한 경우가 적었다. 그러나 후속연구의 실험계획단계에서 이런 경우의 수를 충분히 많이 설정한다면, 유용한 방법으로 활용될 수도 있을 것이다.

References

- Bigelow, C. and Matteson, S., Font improvements in cockpit displays and their relevance to automotive safety, *Paper Presented at the Society of Information Displays 2011 Vehicle Displays and Interfaces Symposium*, University of Michigan-Dearborn, 2011.
- Dewar, R.E., The slash obscures the symbol on prohibitive traffic signs, *Human Factors*, 18(3), 253-258, 1976.
- Dobres, J., Chahine, N. and Reimer, B., Effects of ambient illumination, contrast polarity, and letter size on text legibility under glance-like reading, *Applied Ergonomics*, 60, 68-73, 2017.
- Dobres, J., Chahine, N., Reimer, B., Gould, D., Mehler, B. and Coughlin, J.F., Utilising psychophysical techniques to investigate the effects of age, typeface design, size and display polarity on glance legibility, *Ergonomics*, 59(10), 1377-1391, 2016.
- Hong, S.K., Legibility of Korean text by the elderly in a short period of time, *Presented at the Proceedings of the 1st Conference on Ergonomics and Design*, Jeju, South Korea, 2014.
- Hong, S.K. and Drury, C.G., Sensitivity and validity of visual search models for multiple targets, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3, 85-110, 2002.
- Hong, S.K., Hangul legibility of moving reader and kinetic typography, *Journal of the Ergonomic Society of Korea*, 37(4), 1-9, 2018.
- Kim, H.J., Expressing emotion in kinetic typography: Categorized by the characteristic of the early 20th century expressive typography, *Journal of Korea Society of Design Science*, 73, 20(5), 291-302, 2007.
- Montani, V., Facoetti, A. and Zorzi, M., The effect of decreased interletter spacing on orthographic processing, *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(3), 824-832, 2014.
- Perea, M. and Gomez, P., Increasing interletter spacing facilitates encoding of words, *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(2), 332-338, 2012.
- Reimer, B., Mehler, B., Dobres, J., Coughlin, J.F., Matteson, S., Gould, D., Chahine, N. and Levantovsky, V., Assessing the impact of typeface design in a text-rich automotive user interface, *Ergonomics*, 57(11), 1643-1658, 2014.
- Russell-Minda, E., Jutai, J.W., Strong, J.G., Campbell, K.A., Gold, D., Pretty, L. and Wilmot, L., The legibility of typefaces for readers with low vision: A Research Review, *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 402-415, 2007.

Shieh, K.K. and Huang, S.M., Effects of pictorial size and circle-slash thickness on glance legibility for prohibitive symbols, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33, 73-83, 2004.

Shinar, D., Dewar, R.E., Summala, H. and Zakowska, L., Traffic sign symbol comprehension: A cross-cultural study, *Ergonomics*, 46(15), 1549-1565, 2003.

Tsang, S.H. and Chan, A.H.S., Effect of color contrast on visual lobe shape characteristics, *Perceptual & Motor Skills: Perception*, 116(2), 435-455, 2013.

Uchida, N., Kepecs, A. and Mainen, Z.F., Seeing at a glance, smelling in a whiff: Rapid forms of perceptual decision making. *Nature Reviews. Neuroscience*, 7(6), 485-491, 2006.

Vinot, J.L. and Athenes, S., Legible, Are You Sure?: An experimentation-based typographical design in safety-critical context, *Presented at the Proceedings of the 2012 ACM Annual Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York: ACM, 2287-2296, 2012.

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