Title

A Study on the effect of text information frame ratio and font size in the circular smartwatch

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to examine frame ratio of text information and text size in the circular smartwatch

Background: Recently, electronic manufacturers try to develop the original metaphor of traditional wrist watch (circle) in terms of smartwatch. They endeavor to break the square display in order to improve emotional customer satisfaction.

Method: The experiments examined twenty level of text information design, combinations of four frame ratios (1:1, 4:3, 16:9, 21:9) and five font sizes(6pt, 7pt, 8pt, 9pt, 10pt). Nineteen participants volunteered for the experiment. Dependent variables were WPM(Words read Per Minute), reading preference, design preference and total preference. Furthermore, small circle display was made by using circle display data(1.3inch). Which was exhibited in IFA(International Funkausstellung)2014.

Results: As a result, ANOVA was revealed that WPM, task time preference affect the specific frame ratio and font size. Results of ANOVA reading preference, design preference, total preference were grouped by post-analysis LSD(Least Significant Difference). Among users preferred display ratio (16:9, 21:9), font size(9pt). In conclusion 16:9 display ratio and 9pt are adaptable for text information in 1.3inch circle display

Conclusion: From the study. It is shown that 16:9 display ratio and 9pt size are more adaptable for text information in 1.3inch circle display than others. It is mainly due to the fact that the order of frame ratio and font size many affect the usability of reading long text information in a small circle display. Therefore, when developers design a circle display, it is suggested that consider square frame ratio and font size according to circle size.

Application: It may be utilized as a text information frame in the circle display design guideline for smartwatch.

Keywords: Smartwatch, Circle Display, Frame ratio, Text information, Scrolling

1. Introduction

휴대용 기기에서 인터넷 컨텐츠를 제공하게 되면서 스마트폰 사용이 보편화되었고 사용자는 기기와 어플리케이션에서 제공하는 알림(Push notification)을 수시로 확인하게 되었다(Francis, 1997; Lim and Lee, 2013). 주머니로부터 스마트폰을 꺼내 정보를 탐색하는 과정은 약 20 초 가량이 소요된다(Starner, 2013). 이에 반해 스마트워치는 정보를 획득하기에 약 2 초가 요구된다(Ashbrook, 2007). 이에 따라 스마트워치는 스마트폰에 알림에 관한 정보를 빠르게 탐색하는 활용되고 있다.

2012 년 소니(Sony)와 페블(Pebble)은 스마트워치를 출시했고, IT 기술 선도 기업 뿐 아니라 중소업체에서도 소비자에게 선보일 시계형 웨어러블 기기를 경쟁적으로 개발하고 있다.(Yang and Kim, 2014). 소비자가 제품 구매시 가격, 성능뿐 아니라 감성적 만족감을 고려하는 것은 일반적인 현상이 되었고(Gerstheimer and Lupp, 2004) 제조사는 소비자의 감성 만족도를 높이기 위해 기존 스마트워치의 사각 디스플레이를 탈피하여 기존의 손목시계의 원(circle) 형태의 메타포를 유지하려는 시도를 하고 있다.

스마트폰과 스마트워치와 같은 작은 터치스크린 기기에서 발생하는 제한점은 표시장치, 입력장치의 제약이다(Haseloff, 2001). 소형 모바일기기 외관 형태 특성이 디스플레이의 크기와 비율을 결정하게 되는데 기존의 사각디스플레이와 달리 원형 디스플레이는 내부 사각의 프레임에 글자정보를 표시함에 있어서 좌측상단, 우측상단, 좌측하단, 우측하단에 공간의 손실이 발생된다. 이러한 디스플레이 크기의 제약을 해결하기 위해 스크롤링을 하게 되는데 3~6inch 의 스마트폰에 비해 1.3~2inch 의 크기를 갖는 스마트워치에서 장문의 글자정보를 습득에 있어서 더 많은 스크롤링 동작을 하게 된다(Dillon et al, 1990). 스크롤링으로 글자 정보를 표시함에 있어서 원형 디스플레이 내 사각 디스플레이의 비율에 따라 손실 없이 표현해줄 수 있는 글자수가 달라지게 되고 정보습득에 소요되는 시간이 더 길어지면 올바른 목표를 선택하지 못하게 된다(Jones et al., 1999). 스크롤링 작업시 이전 정보를 기억해야 하는데 이때 단기기억에 필요성으로 시야범위(FOV : Field of View)를 고려하면 시선이 집중되는 방향에 있는 것이 뚜렷하고 주변은 불완전하다. 따라서 스크롤링 동작은 연속적인 정보제공에 있어서 이전, 다음의 정보를 불완전 하지만 짐작하게 한다. 스크롤링 화면 구성에 있어서 조작성 보다 시인성의 영향력을 고려(Kim, 2011)해야 하는데 원형 스마트워치는 둥근 테두리로 인해 내부 사각 프레임의 비율을 고려해야 한다. 프레임은 시청의 경계 영역을 한정하고 구성요소들이 프레임의 가운데 배치될 때 주의 분산 없이 그 소재에 가장 집중하게 하기 때문에 시각적으로 매우 중요한 구성요소이다(Woolman and Bellantoni, 1999).

내부 사각 프레임의 비율에 따라 글자 정보를 상, 하로 스크롤링 할 시 둥근 테두리에 잘려서 온전한 글자정보 노출의 비율이 달라지게 된다. 따라서 사각 프레임의 종횡비를(Aspect Ratio)고려해야 하는데 사람들은 시야각이 수직보다는 수평적으로 넓기 때문에 가로로 넓은 화면을 선호하게 된다(Kim and Oh, 2008). 현재 시중에 출시된 디스플레이 제품들의 화면비율로 원형 내에 사각프레임의 너비(Width)를 고려하여 적정 비율을 찾아보려 한다.

글자정보는 매체 개발과 함께 효율적으로 정보를 전달하기 위한 필수적인 요소이므로 이에 관한 연구는 지속적으로 진행되어왔다(Lee, 2005). 스마트워치는 화면의 크기가 작아졌으므로 이때 적합한 글자 크기 또한 달라져야 하는데 글자의 크기가 커질수록 가독성은 더 높다(Bouma, 1971). 그러나 글자의 크기가 커질수록 디스플레이에 표시할 수 있는 글자의 숫자는 적어진다. 글자의 크기는 글줄의 길이를 결정하게 되는데 제시되는 텍스트의 행당 글자수(CPL: characters per line)가 길수록 총 독서시간이 단축 된다(Kolers, 1983). 원형 화면에 글자정보를 구성함에 있어서 행당 길이가 달라지게 되고 장문의 글자정보를 행간운동간(Lee, 2004)에 습득함에 있어서 스크롤링 동작을 하게 된다. 이때 원형 디스플레이에 적합한 글자의 크기를 찾아보려 한다.

본 연구는 원형 디스플레이 내부에 정보를 구성함에 있어서 최대비율의 사각프레임 정보 표시방식 대안들과 글자의 크기를 고려할 때 정보 탐색 및 수행도, 선호에 관한 연구가 미비하기 때문에 원형 디스플레이 내부 사각의 글자정보 표시에 있어서 상하 스크롤링시 사용자의 정보 습득 정도에 대해 효과적인 원형 내 사각의 비율과 글자 크기를 연구하려고 한다.

2. Method

2.1 Research procedure

2.1.1 The size of display according to display ratio

본 연구는 원형 스마트워치 환경에서 사각 프레임으로 내부 글자정보를 구성할 때, 비율과 글자의 크기에 관한 연구를 진행하고자 하였다. IFA(International Funkausstellung)2014 에 출품된 원형 디스플레이(LG (G 와치 R))의 크기는 1.3inch 이고 이를 고려하여 1.3in 원형 디스플레이 내부에 사각의 프레임을 구성하였다.

Figure 1. Circle smartwatch exhibit at IFA 2014

첫 단계로 스마트워치 원형 프레임 내 사각프레임의 현재 시중 디스플레이에 사용하고 있는 비율 1:1, 4:3, 16:9, 21:9 로 선정하였다. 화면 양 끝단에 글자정보를 맞추었고 사용한 1.3in 원형 디스플레이 내부에 사각의

프레임을 1:1 비율의 사각 표시부로 글자정보를 구성함에 있어서 가로 2.75mm, 세로 2.75mm 로 넓이는 7.5625mm^2 가 되며 상, 하단 연속된 주변 표시부까지 고려하면 가로 2.75mm, 세로 3.87mm 넓이 10.6425mm^2 가 된다. 4:3 비율의 사각 표시부로 글자정보를 구성함에 있어서 가로 2.92mm 세로 2.18mm 넓이 6.3438mm^2 가 되며 주변 표시부는 가로 2.92mm 세로 3.87mm 넓이 11.3004mm^2 가 된다. 16:9 비율로 표시할 경우 최대치로 표시할 수 있는 비율로 구성했을 때 가로 3.27mm 세로 1.84mm 넓이 6.0168mm^2 이며 연속된 주변 표시부는 가로 3.27mm 세로 3.87mm 넓이는 12.6549mm^2 가 된다. 마지막으로 21:9 의 비율로 내부 사각 프레임에 구성했을 때 가로 3.57mm 세로 1.53mm 넓이는 5.4621mm^2 이며 연속된 주변 표시부의 넓이는 가로 3.57mm, 세로 3.87mm 넓이는 13.8159mm^2 가 된다. 원형 디스플레이 내부 사각 디스플레이를 구성함에 있어서 손실 없이 가장 많이 표시할 수 있는 방식은 1:1 비율이며 연속된 주변 표시부의 구성에서는 21:9 비율이 가장 많은 연속 정보를

표시 할 수 있다. 원형 디스플레이 글자 표시부의 사각 디스플레이 영역비율에 따라 연속된 외부프레임의 넓이가 변하고 이에 따라서 글자정보 습득에 영향이 있을 것이라고 보고 내부 사각디스플레이 비율에 따른 글자 정보 표시 방법을 확인하고자 한다.

Table 1. Text information display frame ratio according to the square frame

Display Ratio	Total Dimension (mm^2)	Square Frame Dimension (mm^2)	Total Width (mm)	Total Height (mm)	Width (Square Frame) (mm)	Height (Square Frame) (mm)
1:1	10.6425	7.5625	2.75	3.87	2.75	2.75
4:3	11.3004	6.3438	2.92	3.87	2.92	2.18
16:9	12.6549	6.0168	3.27	3.87	3.27	1.84
21:9	13.8159	5.4621	3.57	3.87	3.57	1.53

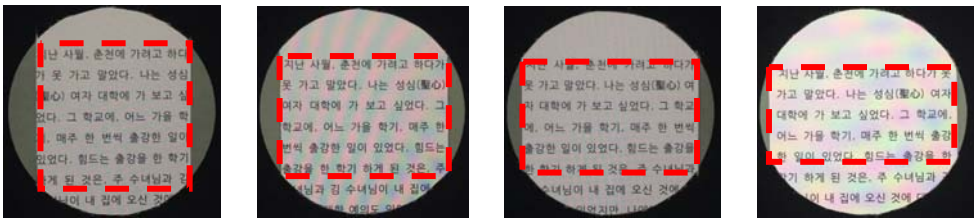

Figure 2. Total Dimension according to the Square frame

2.1.2 The size of font according to present smartwatch

글자의 크기에 대한 대비를 보기 위해 VDT(Visual Display Terminal)환경에서 글자 크기는 표준 읽는 거리 14in(35.5cm)에서 정보를 습득하도록 하였다. 최소 읽는 거리 높이 1.5~1,8mm(0.06~0.07in)(Shurtleff, 1967; Taylor, 1975)를 고려하여 이를 토대로 스마트워치 환경에서 적용 가능한 글자 6pt(1.8mm)부터 현재

스마트워치를 구성하는 글자크기인 7pt, 8pt, 9pt, 10pt 로 대안을 선정하였다. 글자 정보 탐색 시간과 오류는 밀도 증가에 따라 증가한다(Tullis, 1988). 스마트워치 1.3inch 의 경우 3~6inch 의 스마트폰보다 크기가 줄었으므로 화면 크기로 인해서 적합한 글자의 크기는 달라질 수 있다(Kim and Ji, 2006). 원형 스마트워치 디스플레이에서의 적정 글자정보의 크기를 알아보기 위해 6pt, 7pt, 8pt, 9pt, 10pt 로 다르게 하고 이때 판독성(Readability)에 영향을 미치는 글자정보의 크기는 기본 제공비율인 장평 100%, 행간 160%, 여백 0%으로 제공되었다.

원형 내 사각 프레임의 비례, 글자크기, 행폭에 따른 글자수, 사각프레임 내 페이지당 행수, 전체 페이지당 행수는 다음 표 4 와 같다.

Table 2. Text size, number of letter, number of rows per square frame, number of rows per total frame according to the square frame ratio

Ratio	Text size	Number of Letter	Number of rows per page(Square frame)	Number of rows per page(Total Frame)
1:1	6pt	14	7	10
	7pt	12	6	8
	8pt	10	5	7
	9pt	9	4	6
	10pt	7	4	6
4:3	6pt	15	5	10
	7pt	13	4	8
	8pt	11	4	8
	9pt	10	3	7
	10pt	9	3	6
16:9	6pt	15	5	10
	7pt	13	5	9
	8pt	11	5	8
	9pt	9	4	6
	10pt	9	3	6
21:9	6pt	16	4	10
	7pt	13	4	8
	8pt	12	3	7
	9pt	10	3	7

	10pt	9	3	6

3. Experimental design

본 실험에 앞서 피실험자들은 1:1 화면비율의 10pt 글자크기를 30 초동안 직접 터치 방식으로 구성된 원형 화면을 스크롤링 하여 페이지를 넘기며 준비된 글자정보를 평상시 속도로 읽는다. Full factorial 실험을 실시하여 독립변수는 4 수준의 디스플레이 비율과 5 수준의 글자크기 조합으로 총 20 가지 실험 조건이 생성되었고 학습효과를 방지하기 위해 제공되는 각 단계별 실험마다 제공되는 내용을 다르게 준비했다. 종속변수는 객관적 평가로써 화면을 스크롤링 하여 30 초 동안의 글자수를 WPM(Words per minute)로 계산하였다.

Equation(1)

WPM(Word per Minute) = (읽은 단어 수 ÷ 30) × 60

주관적 평가로써 글자정보를 습득함에 있어서 인지적인 수행시간을 평가하기 위해 읽기선호도를 측정했고, 화면비율과 글자크기에 대한 선호도를 평가하기 위해 디자인선호도를 측정했다. 그 후 전체 만족도를 9 점 척도로 평가하였다. 독립변수, 종속변수를 정리한 실험 계획은 표 3 과 같다.

Table. 3 Independent variable and Dependent variable

<table>
<tr><th colspan="2">Variables</th><th colspan="4">Description</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Independent variable</td><td>Display Ratio(width)</td><td>2.75 mm</td><td>2.92 mm</td><td>3.27 mm</td><td>3.57 mm</td></tr>
<tr><td>Font Size</td><td colspan="4">6pt, 7pt, 8pt, 9pt, 10pt</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Dependent variable</td><td>Objective measurement</td><td colspan="4">WPM</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Subjective measurement</td><td colspan="4">Reading preference</td></tr>
<tr><td colspan="4">Design Preference</td></tr>
<tr><td colspan="4">Total Preference</td></tr>
</table>

3.1 Subject

본 실험에 참여한 피실험자는 20~30 대 대학원생 19 명을 대상으로 하였다. 피실험자들은 남자 14 명, 여자 5 명이 참여하였으며 이들의 평균 연령은 28.37±2.65 세이다. 피실험자들은 시각관련 질환 병력이 없었으며 모두 교정시력 0.8 이상의 정상시력이고 스마트폰 사용경력 1 년 이상이었다. 본 연구와 관련된 실험의 목적, 내용 등에 대해 설명을 들었으며, 사전에 수필 '인연'의 내용을 알고 있는 피실험자는 본 실험에서 제외였다.

3.2 Experiment apparatus and setting

본 실험은 현재 해상도가 1280x800 인 Android 스마트폰(삼성(SHV-E300K))로 내부 사각을 가로 비율 별로 화면을 원형으로 구성하였다. 본 실험의 프로토타입을 스마트폰 환경에서 구현한 이유는 글자정보 표시 영역과 이와 관련된 디스플레이 비율, 글자크기가 모두 시각적 변수에 해당하기 때문에 외부적인 디자인 요소, 착용에 따른 영향을 미치는 요소 등을 배제하였다. 화면은 상하로 드래그 시 스크롤링 동작이 가능하였다. 글자정보에 관한 인간공학적 판단 기준을 고려하여 정보를 제공하기 위해 가시성(Visibility)을 고려하여 흰색 바탕에 검은색으로 표시하였으며 식별성(Legibility)을 고려하여 배경색은 폰트는 안드로이드 기본 폰트인 'droid sans'를 사용하였다. 글자정보는 가벼운 주제를 담아 읽기에 부담이 없는 피천득 작가의 경수필 인연(因緣)이 제공되었으며 각 글자정보를 정상독서거리 14in(35.5cm)(Sanders, 1993)에서 습득했다.

4. Result

4.1 WPM(Word per minute)

사각 프레임의 비율과 글자크기에 대한 분당 읽은 글자수(WPM) ANOVA 분석 결과는 다음과 같다. 결과는 (Table 4)에서 보여주고 있다. 화면비율(p-value:0.00)과 글자크기(p-value: 0.00)에 대해 유의한 차이가 있으며 교호작용은(p-value:0.03) 유의한 것으로 나타났다.

Table 4. ANOVA result of WPM unit : WPM

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Display Ratio	3	440098.92	146699.64	13.527	0.00*
Font Size	4	158498.18	39624.545	8.208	0.00*
Ratio*Size	12	142375.58	11864.632	2.762	0.03*

*: Significant at α=0.05

분당 읽은 글자수에 대해 2 인자 교호작용이 발생한 화면비율과 글자크기의 교호작용 그래프는 Figure3 과 같았다.

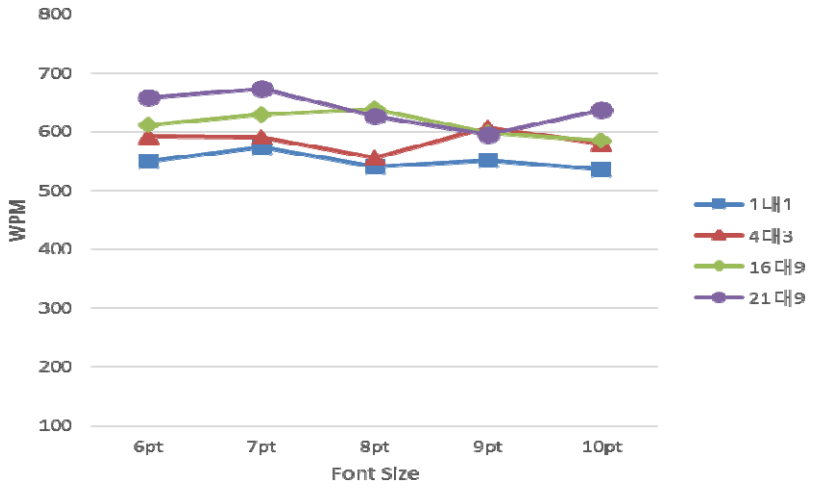

Figure 3. Interaction line plot of WPM

4.2 Reading preference

사각 프레임의 비율과 글자크기에 대한 읽기선호도의 ANOVA 분석 결과는 다음과 같다. 결과는 (Table 5) 에서 보여주고 있다. 화면비율(p-value: 0.02)과 글자크기(p-value: 0.10)에 대해 유의한 차이가 있고 교호작용은 유의하지 않은 것으로 판단되었다.

Table 5. ANOVA result of Reading preference unit : point

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Display Ratio	3	28.050	9.350	5.699	0.02*
Font Size	4	12.932	3.233	3.605	0.10*
Ratio*Size	12	12.332	1.028	1.685	0.72*

*: Significant at α=0.05

읽기선호도에서 화면비율의 선호도는 16:9, 21:9, 4:3 순이었다(Figure 4 참조). LSD(Least Significant Difference)사후분석 결과 16:9, 21:9, 4:3 이 비율선호도가 높은 A 그룹으로, 비율 선호도가 낮은 B 그룹은 1:1 이었다

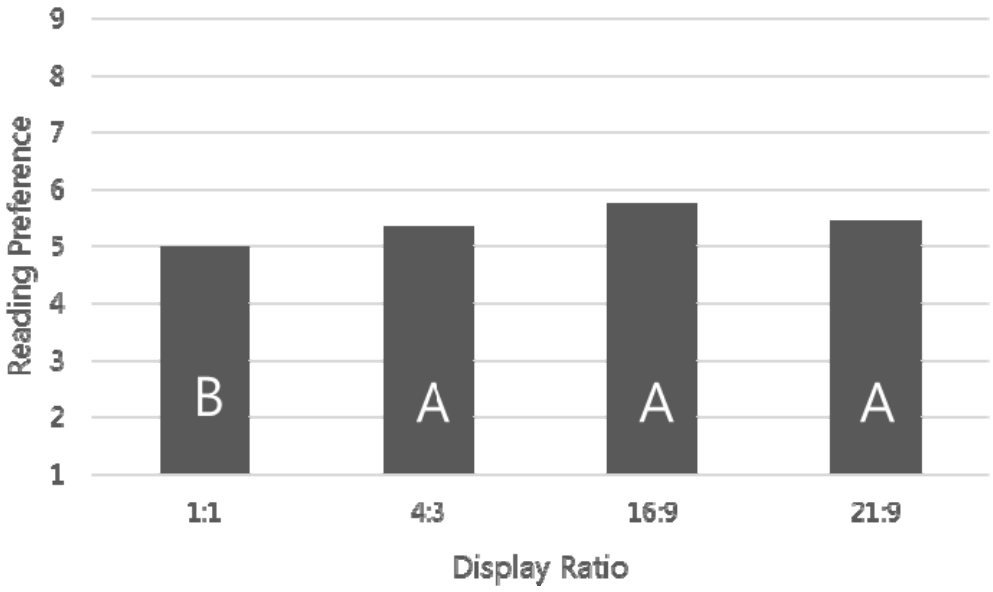

Figure 4. Identification Reading preference for Display Ratio

읽기선호도에서 글자크기의 선호도는 7pt, 6pt, 9pt, 8pt, 10pt 순이었다(Figure 5 참조). LSD 사후분석 결과 7pt 가 글자크기 선호도가 높은 A 그룹으로, 글자크기 선호도가 낮은 B 그룹은 6pt, 9pt, 8pt, 10pt 였다.

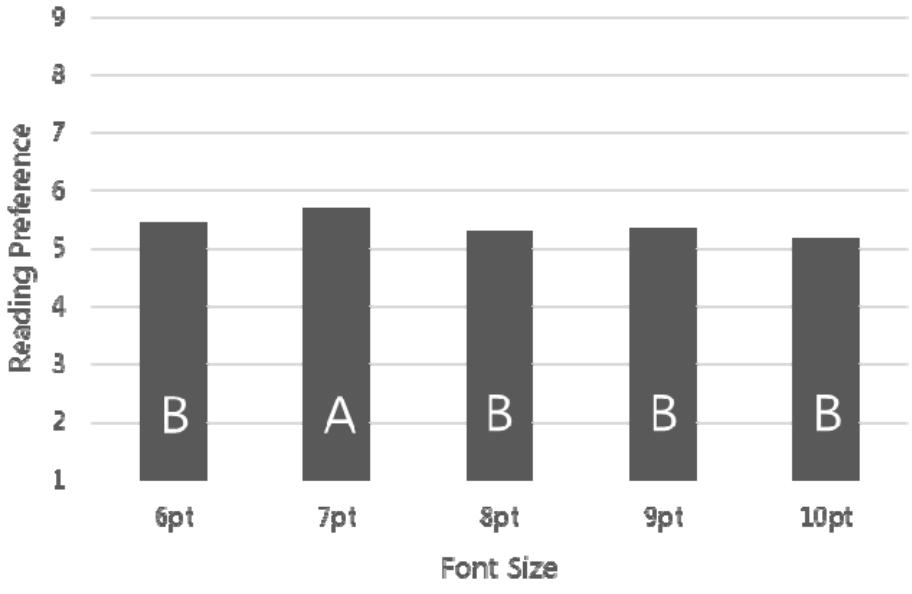

Figure 5. Identification Reading preference for Display Ratio

4.3 Design preference

원형 디스플레이 내 사각 프레임 글자정보 표시방식에 대한 디자인선호도의 ANOVA 분석 결과는 다음과 같다. 결과는 (Table 6)에서 보여주고 있다. 화면비율(p-value:0.04)과 글자크기(p-value: 0.00)에 대해 유의한 차이가 있고 교호작용은 유의하지 않은 것으로 판단되었다.

Table 6. ANOVA result of Design preference unit : point

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Display Ratio	3	113.937	37.979	14.865	0.04*
Font Size	4	152.458	38.114	13.293	0.00*
Ratio*Size	12	17.879	1.490	1.538	0.112

*: Significant at α=0.05

디자인선호도에서 화면비율의 선호도는 16:9, 21:9, 4:3, 1:1 순이었다(Figure 6 참조). LSD 사후분석 결과 16:9 과 21:9 가 비율선호도가 높은 A 그룹으로, 비율 선호도가 낮은 B 그룹은 4:3 과 1:1 이었다.

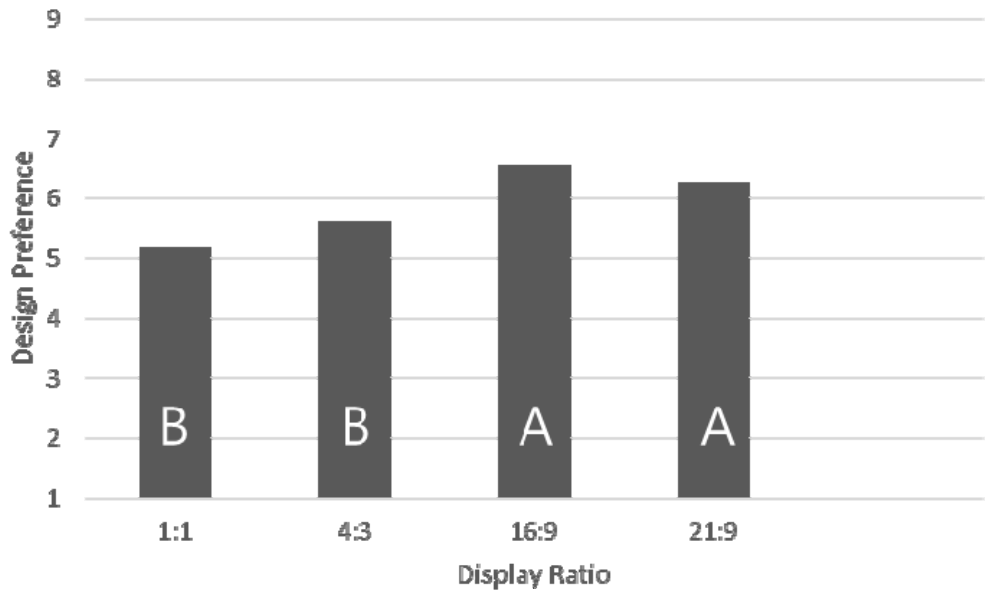

Figure 6. Identification Design preference for Display Ratio

디자인선호도에서 글자크기의 선호도는 8pt, 9pt, 10pt, 7pt, 6pt 순이었다 (Figure 7 참조). LSD 사후분석 결과 8pt, 9pt, 10pt 는 글자크기의 선호도가 높은 A 그룹, 10pt 는 B 그룹 가장 선호가 낮은 C 그룹은 6pt, 7pt 였다.

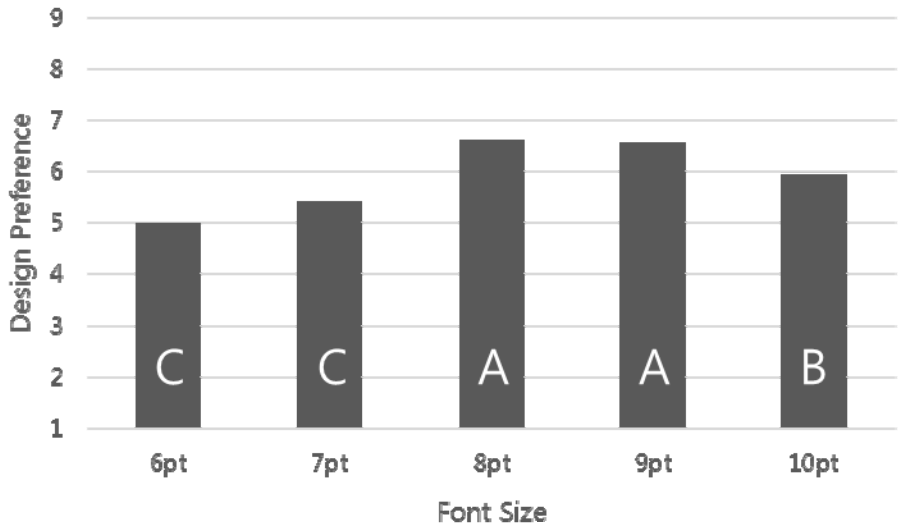

Figure 7. Identification Design preference for Font Size

4.4 Total preference

원형 디스플레이 내 사각 프레임 글자정보 표시방식에 대한 종합선호도의 ANOVA 분석 결과는 다음과 같다. 결과는 (Table 7)에서 보여주고 있다. 화면비율(p-value:0.00)과 글자크기(p-value: 0.00)에 대해 유의한 차이가 있고 교호작용은 유의하지 않은 것으로 판단되었다.

Table 7. ANOVA result of total preference unit : point

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Display Ratio	3	108.829	36.276	14.715	0.00*
Font Size	4	203.595	50.899	17.426	0.00*
Ratio*Size	12	25.184	2.099	1.666	0.76

*: Significant at α=0.05

종합선호도에서 화면비율의 선호도는 16:9, 21:9, 1:1, 4:3 순이었다(Figure 8 참조). LSD 사후분석 결과 16:9 과 21:9 가 비율선호도가 높은 A 그룹으로, 비율 선호도가 낮은 B 그룹은 4:3 과 1:1 이었다.

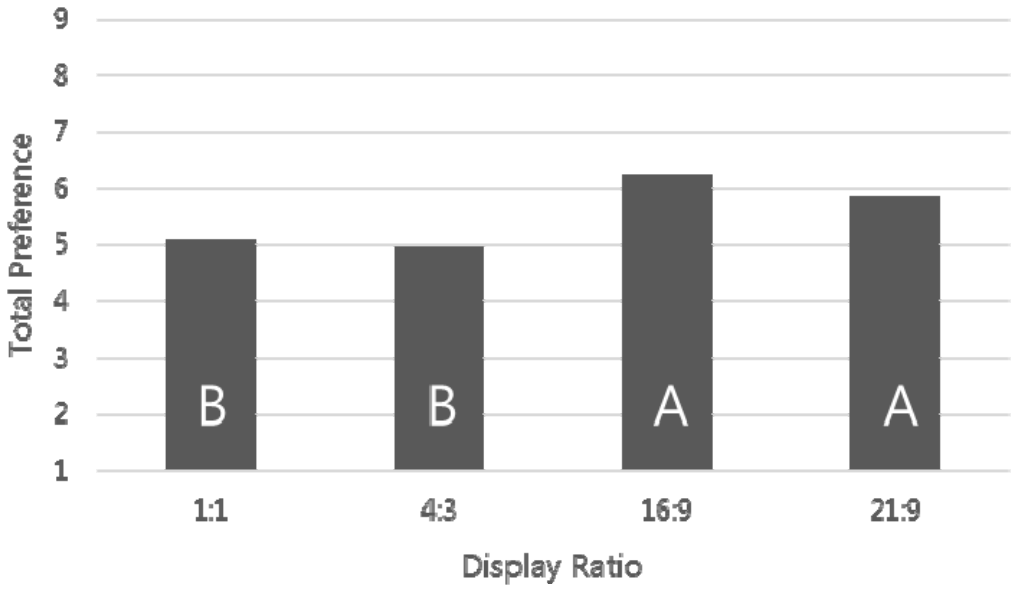

Figure 8. Identification Total preference for Display Ratio

종합선호도에서 글자크기비율의 선호도는 9pt, 8pt, 10pt, 7pt, 6pt 순이었다(Figure 9 참조). LSD 사후분석 결과 9pt 가 가장 선호도가 글자크기의 선호도가 높은 A 그룹은 9pt B 그룹은 8pt, 10pt, 선호도가 낮은 C 그룹은 6pt 였다.

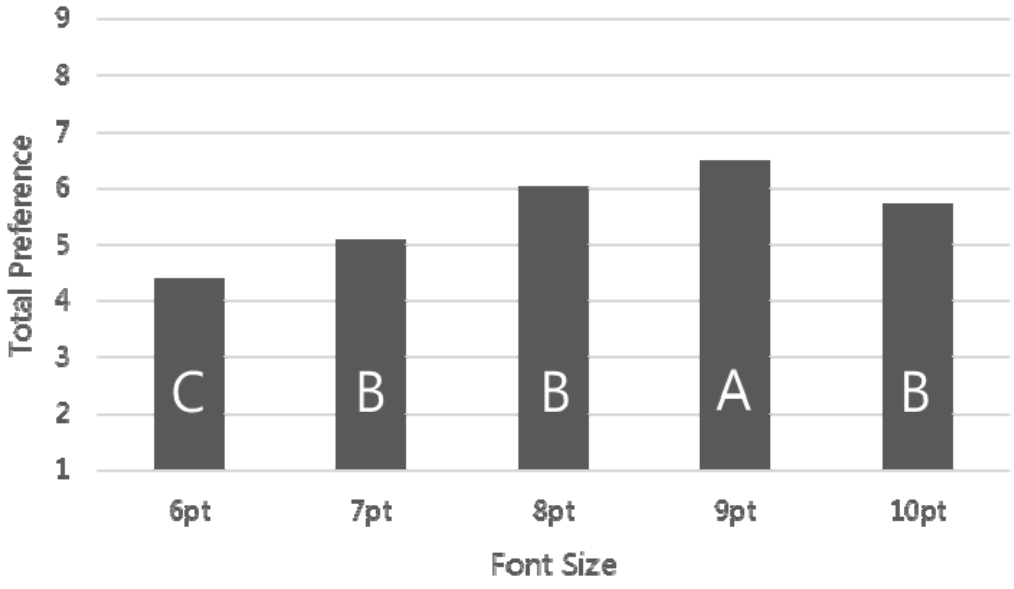

Figure 9. Identification Total preference for Font Size

5. Discussion

본 연구에서는 스마트워치의 원형디스플레이 내 사각 프레임에 글자정보를 제시할 때 적합한 화면비율과 글자 크기를 도출해보았다. 스마트워치는 기존의 스마트폰 3~6inch 보다 작은 사이즈이기 기존에 연구된 글자 정보 제공 가이드라인과 달리 1.3~2inch 에서 글자정보를 제공함에 있어서 원형 내 글자정보가 온전히 표시되는 내부 사각 프레임의 비율과 글자크기에 대해 수행도, 선호에 관한 연구가 미비하기 글자정보 표시에 있어서 상하 스크롤링시 사용자의 정보 습득정도에 대해 효과적인 원형 내 사각의 비율과 글자 크기를 연구했다. 연구에서는 4 가지 종속 변수(분당 읽은 글자수(WPM), 읽기선호도, 디자인선호도, 종합선호도)에 대해 알아 보았다.

사용자가 원형 디스플레이에서 글자정보를 습득함에 있어서 실질적인 수행능력과, 시각적 만족도를 파악하기 위해 실험 결과의 실제적인 접근을 위하여 실험 변수들의 개별적 분석뿐 아니라 통합적인 분석이 필요하다. WPM 에 대한 분산분석 결과 화면비율과 글자크기에 대해 차이가 있었고 두 변수 간에 교호작용이 발생하였다. 따라서 개별적인 분석으로 교호작용 평균 그래프(Figure 3)를 작성해보았다. 이를 보면 화면의 가로비율이 넓은 21:9, 16:9 에서 글자 크기에 관계없이 읽기 수행능력이 높은 경향이 있고 이는 가로비율이 넓어짐으로써 행간운동간에 편안함을 느끼기 때문인 것으로 보인다.

통계적으로 유의한 읽기선호도의 경우 LSD 사후분석을 통해 화면비율은 16:9, 21:9, 4:3 가 통계적으로 독립적이며 선호도가 높은 그룹으로 묶였고 1:1 은 선호도가 낮은 그룹이었다. 글자크기의 선호도는 높은 순으로 7pt A 그룹 6pt, 8pt, 9pt, 10pt 는 선호도가 낮은 B 그룹이었다.

디자인선호도에 대한 분산분석결과 화면비율과 글자크기비율에 유의한 차이가 있었고 교호작용은 발생하지 않았기 때문에 LSD 사후분석을 통해 화면비율은 16:9, 21:9 가 A 그룹 4:3 1:1 은 B 그룹으로 분류되었다. 글자크기는 8pt, 9pt 가 선호가 높은 A 그룹 10pt 는 B 그룹 6pt, 7pt 는 C 그룹으로 분류되었다. 이는 화면비율을 고려할 때 16 대 9 화면 비율에서 7pt 8pt, 9pt 가 쓰이는 것이 적절하다고 할 수 있다. 글자크기에 대한 사후분석 결과 9pt, 10pt, 8pt 는 A 그룹 7pt 6pt 는 B 그룹으로 분류되었다.

원형디스플레이 환경에서 피실험자들의 선호가 읽기선호도와, 디자인선호도 중 어떤 종속변수에 영향을 더 많이 받는지 알기 위해 주관적 척도인 종합선호도를 사용하였다(Kim, 2011). 종합선호도에서는 화면비율과 글자크기가 유의한 차이를 보였으며 두 변수간에 교호작용이 발생하지 않았다. LSD 사후분석 결과 16 대9, 21 대9 가 A 그룹 4 대3, 1 대1 이 B 그룹으로 분류되었고 글자크기에서는 9pt 가 A 그룹 8pt, 10pt, 7pt 가 B 그룹 6pt 가 C 그룹으로 분류되었다. 사후분석을 통해 읽기선호도와 디자인선호도에 대해 통계적으로 독립된 그룹으로 분류된 대안들에 A 그룹은 3 점, B 그룹은 2 점 C 그룹은 1 점의 순위점수를 부여하였고 이 순위 점수를 기준으로 2 가지 측정치에 대한 선호도 점수를 합산하여 화면 비율에 대한 최적대안을 도출해보았다(Table 8 참조).

종합선호도 글자크기의 영향력(F=17.426)이 화면비율의 영향력(F=14.715)보다 크기 때문에 글자크기에 대한 비교를 우선적으로 실시하였다.

Table 8. Display ratio and font size rank

Rank point	Reading Preference		Design Preference	
	Display Ratio	Font Size	Display Ratio	Font Size
3	4:3, 16:9, 21:9	7pt	16:9, 21:9	8pt, 9pt
2	1:1	6pt, 8pt, 9pt, 10pt	1:1, 4:3	10pt
1				6pt, 7pt

글자크기 결과를 살펴보면 글자크기는 6pt 3 점, 7pt 4 점, 8pt 5 점, 9pt 5 점, 10pt 4 점이었다. 분당읽기 속도(WPM)까지 고려한 종합선호도에서 9pt 는 사후분석결과 A 그룹으로 분류되었기 때문에 가장 좋은 글자크기 대안이라고 할 수 있다.

화면비율 결과를 살펴보면 1:1 4 점, 4:3 5 점, 16:9 6 점 21:9 6 점이었고 분당 읽기속도(WPM)까지 고려한 종합선호도에서 16:9 와 21:9 가 사후분석결과 A 그룹으로 분류되었고 16:9 는 평균선호도가 더 높았기 때문에 가장 좋은 화면비율 대안이라고 할 수 있다.

본 연구 결과 화면 비율은 16 대 9 에서 9pt 의 글자크기를 사용하는 것이 원형디스플레이에서 사각프레임으로 글자정보를 구성할 시 가장 좋은 대안이라고 할 수 있다.

6. Conclusion

기존 연구에서 모바일기기에 들어갈 소형 디스플레이 정보구조에 대해(Chae and Kim, 2004)고려했다면 본 연구는 소형 원형의 디스플레이 환경에서의 글자정보 구성간에 화면비율과 글자 크기를 고려했다는 점에서 다르다. 화면비율과 글자크기는 사용자가 글자정보를 습득하기 용이한 인지적으로 편안한 읽기선호도와 시각적으로 보기에 편안한 디자인선호도가 통계적으로 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구는 새로 출시될 원형 스마트워치의 글자정보를 프레임에 구성할 때 기초 자료로 활용이 가능하리라 보이며 원형디스플레이에서 스크롤링 간 정보 유추와 노출되는 정보양에 따라 선호도에 미치는 영향을 해석하였다는 것에 의의를 가진다. 본 연구의 한계점은 글자크기의 자간을 크기 별 비율 100%로 구성하였기 때문에 인간공학적 판단 기준을 고려한다면 판독성(Readability)에 영향을 미치는 글자정보의 장평, 행간, 여백의 비율을 글자크기 별로 동일하게 구성하고 추가적으로 분석을 해야 할 것이다.

피실험자의 성별 비율과 연령에 제한적으로 실험을 수행하였으므로 남녀 성별 비율과 연령에 따른 차이에 대한 추가 연구가 필요하리라 본다. 실험환경으로 스마트폰에서 구현된 프로토타입을 구현하여

실험을 수행하였다. 실험에서 고려하는 독립변수들이 모두 시각적 변수이므로 결과에 영향을 없지만 사용자 입장에서 스마트워치 환경과 다름으로 인한 현실성(fidelity) 측면에 대한 고려가 필요하다.

본 연구의 결과는 사용자 중심의 원형 스마트워치의 글자정보를 구성하는 프레임의 가이드라인의 하나로서 사용될 수 있을 것이라 기대된다.

REFERENCE

Ashbrook, D.L., Supporting Mobile Microinteractions , Doctoral dissertation, Georgia Institute of Technology, 2007.

Bouma, H., Visual recognition of isolated lower-case letters, *Vision Research*, 11(5), 459-474, 1971.

Bellantoni, J. and Woolman, M., *Type in motion: innovations in digital graphics*, Rizzoli, London, 1999.

Chae, M. and Kim, J., Do size and structure matter to mobile users? An empirical study of the effects of screen size, information structure, and task complexity on user activities with standard web phones, *Behaviour and Information Technology*, 23(3), 165-181, 2004.

Duchinicky, R.L. and Kolers, P.A., Readability of text scrolled on visual display terminals as a function of window size, *Human Factors*, 25(6), 683–692, 1983.

Dillon, A., Richardson, J. and McKnight, C., The effects of display size and text splitting on reading lengthy text from screen, *Behaviour & Information Technology*, 9(3), 215-227, 1990.

Francis, L., "Mobile computing: a fact in your future"*, Proceedings of the 15th annual international conference on Computer documentation* (pp. 63-67), Snowbird, UT, 1997.

Gerstheimer, O. and Lupp, C ., Needs versus technology- The challenge to design third-generation mobile applications, *Journal of Business Research*, 57(12), 1409-1415, 2004.

Haseloff, S., "Designing adaptive mobile applications In Parallel and Distributed Processing", *Proceedings. Ninth Euromicro Workshop on IEEE* (pp. 131-138), Mantova, 2001.

Jones, M., Marsden, G., Mohd-Nasir, N., Boone, K. and Buchanan, G., Improving Web interaction on small displays, *Computer Networks*, 31(11), 1129-1137, 1999.

Kim, M.H. and Ji, Y.G., "The influence of font size and separation between letters on readability", *Proceeding of 2006 HCI annual conference,* 2 (pp. 608-612), Pyeongchang, Kangwondo, 2006.

Kim, B.R., Kim, T.I., Lim Y.J. and Jung, E.S., "A Research of Design in List Scrolling Menu of Full Touch Phone", *Proceedings of the Spring Conference on Ergonomics Society of Korea*, 5 (pp. 161-165), Jeju, Jejudo, 2011.

Kim, E.J. and Oh, B.K., The research of the web site design for art museum applying proportion focused on the display ratio of 16:9, *Journal of digital convergence*, 7(3), 31-42, 2008.

Lee, K.H. and Cheng, H.I., Dynamic Textual Information Presenting Method on Digital Displays, *Journal of Korean Society of Design Science*, 18(4), 45-52, 2005.

Lee S.J, and Kim J.W., "The effect of luminance contrast & screen size on reading performance in VDT environment", *Proceeding of 2004 the HCI annual conference* (pp. 1391-1398), Pyeongchang, Kangwondo, 2004.

Lim, M.N. and Lee, J.S., "A Study On Usage Of Smartphone Push Notification", *Proceeding of the 2003 HCI annual conference* (pp. 388-392), Pyeongchang, Kangwondo, 2003.

Shurtleff, D.A., Studies in Television Legibility— A Review of the Literature, *Information Display*, 4(1), 43-48, 1967.

Sanders, M.S. and McCormick, E.J., Human factors in engineering and design, Human factors in engineering and design, 6th ed., Mcgraw-Hill, 1987.

Starner, T., Project glass: An extension of the self, *Pervasive Computing*, 12(2), 14-16, 2013.

Taylor, G.B., The Sensitivity of Response Measures of Alpha-numeric Legibility to Variations in Dot Matrix Display Parameters, Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1975.

Tullis, T., Screen design. In M. Helander(ed.), *Human-computer Interaction*, Elsevier, Amsterdam, 377-411, 1988.

Yang, J.S. and Kim, J,Y., A Case Study on the Wearable Device in the New Media Age -Focused on the Portable Device, *Journal of the Korean Society of Design Culture*, 20(2), 354-364, 2014.