Title

A Research on Curved Display Comparing to Flat Display Regarding Posture, Tilt Angle, Focusing Area and Satisfaction

ABSTRACT

Objective: This study is conducted on the differences between flat and curved displays with respect to location of focused points, posture and satisfaction as well as preferred tilt angles.

Background: In order to avoid physical and eye fatigue caused by misplayed sitting posture, many studies have asserted that the display requires appropriate location, size and tilt angle as well as curvature. However, most studies have focused on the work environment and the results are varied in the extent.

Method: Eye height data in sitting posture were collected from 30 participants. Participants selected the most comfortable viewing angle within the range from 0°to 12°while watching videos for both curved and flat display. Then, physical and eye fatigue and overall satisfaction were subjectively evaluated. Lateral diagram describing viewing display condition was set and used to develop linear models for expecting the preferred tilt angle.

Results: Due to sitting in the natural viewing posture rather than upright, the eye height is lowered to about 4.6 centimeters, on average, for both displays showing no significant differences. In contrast, preferred angles for the two displays are significantly different and this can be interpreted that curvature vary the points focused. Two linear models as functions of sitting eye height are developed to expect preferred tilt angle for each display. Based on the result of overall satisfaction evaluation, curved display is statistically better than flat display.

Conclusion: The results show that flat and curved displays are significantly different expect for the viewing posture. However, reasons for preferring curved display are not accurately factorized and the linear models are limited in the experiment condition such as size of display, distance between display and viewer and other physical environmental factors. Further studies on curved displays under more various conditions are required.

Application: This study can contribute to use of the curved display in various way.

Keywords

Curved display, Viewing angle, Display curvature, Vision, Tilt angle

1. Introduction

기술이 발전함에 따라 점점 더 다양한 형태의 영상 표시 장치(Visual Display Terminal)의 생산이 가능하게 되었다. 이에 따라 화면의 크기, 해상도 및 수평 위치, 높이, 화면과 눈 사이의 거리와 같은 3차원적 위치 등에 집중된 영상 표시 장치의 형태에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다.

일반적으로 눈의 피로를 줄이기 위해 안구 주위의 여섯 개 근육을 조절하는데(Kroemer and Hill 1986), TV, 컴퓨터 모니터, 휴대폰 화면과 같은 영상 표시 장치의 화면이 잘못 놓여진 경우에는 눈 근육을 피로하게 할 수 있다. 눈 근육이 피로하면 이를 해소하기 위해 머리를 움직여 눈의 피로를 최소로 하는 위치를 찾게 된다. 이때 적절하지 않은 자세를 선택하여 오래 유지하게 되면 목에 무리를 줄 수 있다. 사무 환경에서는 컴퓨터를 많이 사용하기 때문에 VDT가 놓여진 위치나 기울기가 특히 중요하여 이에 관한 연구가 많이 진행되어왔다. 그 결과로 크고 해상도가 높은 화면이 일의 능률을 높일 수 있다는 것과(Shupp, Andrews et al. 2009), 사용자가 선호하는 모니터의 거리보다 더 가깝게 모니터를 위치시키는 경우 눈을 더 피로하게 하는 경향이 있다는 것이(Jaschinski, Heuer et al. 1998) 밝혀졌다. 화면의 높이에 관해서는 여러 연구의 결과가 조금씩 다르다. 하지만 공통적으로 눈과 목의 근육을 이완시키기 위해서 사용자의 눈높이보다 모니터의 높이가 낮아야 한다는 결론을 내렸다(Grandjean, Hünting et al. 1983, Straker and Mekhora 2000, Fostervold 2003). 모니터의 높이가 달라짐에 따라 화면의 기울기도 함께 달라지는데, 기울어진 정도에 관해서는 화면 높이에 관한 연구와 마찬가지로 연구마다 각각 정도의 차이가 있다(Straker and Mekhora 2000). 하지만 능률 측면을 강조하는 사무 환경 이외의 디스플레이 사용 환경을 적용한 연구는 아직 많이 부족하다.

영상 표시 장치에 대한 기술 개발 및 연구의 흐름을 보면 이제까지는 크기, 해상도, 3D와 같은 기술에 초점을 맞춰왔으나 점차 기기간 연결성이나 곡면 화면의 기능으로 그 초점이 바뀌는 추세이다(Han 2013). Han(2013)의 보고서에 따르면 가전 제품의 경우 최대의 국제 전시회인 CES (Consumer Electronics Show)에서 가장 최신 기술이 선보여지기 때문에 전문가들이나 언론의 주목을 받게 되는데 가장 최근에 열린 CES 2013에서 관람자들의 이목을 가장 많이 이끈 제품은 곡면 TV였다. 곡률을 가진 디스플레이에 관한 연구의 경우 이제까지 기술적인 문제로 제품 구현이 어려웠고 따라서 이에 관한 연구의 필요성이 크지 않았다. 그러나 기술이 발전함에 따라 제품 구현이 가능하게 되어 이에 관한 연구의 필요성이 대두되고 있다.

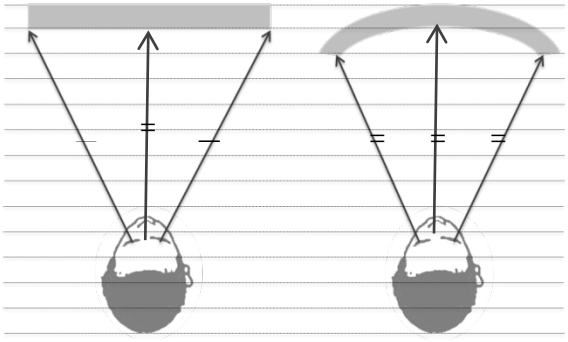


Figure 1. Difference of viewing distance between flat and curved TV

곡면 화면은 평면 화면과 다른 점이 있다. 평면 화면의 경우 화면의 중심부와 양 끝을 응시할 때 시거리(viewing distance)가 달라지는데 이로 인한 시각적 왜곡이 생긴다. Figure 1이 설명하듯이 곡면 화면을 응시하는 경우 이러한 시거리 차를 줄일 수 있음을 알 수 있다. 평면화면의 중심부와 양 끝 부분에 대한 시거리 차이는 화면의 크기가 커질수록 커지게 되는데 대형 곡면화면의 경우에는 이러한 현상이 덜 나타난다.

과거에 평면 화면을 여러 대 이용, 배치시켜 곡면을 형성한 연구에서 평면 화면보다 곡면화면이 더 효율적이라는 것이 밝혀져 곡면화면의 시거리 차 완화 효과는 증명되었지만 (Shupp, Andrews et al. 2009), 이 결과는 사무 환경에 국한되어있고 실험에 쓰인 디스플레이의 곡률 반지름이 762mm이었기 때문에 일반적인 디스플레이 사용 환경에 적용시킬 수 없다. TV를 시청 하는 경우, 사용 컴퓨터 화면을 사용할 때와 비교했을 때 사용 목적이 다를 뿐만 아니라 화면 크기의 차이가 크고 시청 거리가 더 길기 때문이다.

따라서 TV와 같은 일상적인 디스플레이의 사용에 대해서, 특히 곡률을 가진 디스플레이에 관해서는 전반적으로 아직 더 많은 연구가 필요하다. 앞서 언급한 바와 같이 사무 환경에서의 컴퓨터 모니터의 각도에 관한 연구는 그 결과가 일관되지 않고 대형 디스플레이에 적용하는데 무리가 있기 때문이다.
본 실험에서는 일반 TV에 적용시킬 수 있는 55인치 크기의 곡면 TV와 같은 크기의 평면 TV를 비교하고 그 결과를 분석해 보았다. 비교 대상은 두 화면의 시청 자세 변화, 시청 선호 각도, 주 응시 지점 및 화면에 대한 선호도로 설정하였다.

2. Literature review

두 형태의 TV를 비교하기 위하여 평가 요소의 추출이 필요하여 이를 위해 TV 시청과 관련된 주요 요소에 대한 문헌 조사를 실시하였다.

일반적으로 사람들은 영상물을 시청할 때 얼굴이나 손 혹은 그 안에서 일어나는 다양한 움직임에 집중한다(Smith 2012). 이러한 주요 요소들은 화면의 경계로부터 1/3 지점에 위치할 때 시각적으로 안정적인 구도를 얻을 수 있는데 이를 황금률(Rule of Thirds)이라 일컫는다(Grill and Scanlon 1983, Krages 2005). 하지만 운동 경기와 같은 영상물의 경우 역동적인 움직임이 많으므로 항상 황금률을 적용하는 것은 어렵다. 이런 경우에는 시청자들은 평균적으로 화면의 중심을 응시하는 경향이 있다(Jin 2013).

시선의 방향은 응시지점을 결정하게 되는데 시선과 화면은 수직으로 만나게 된다. 화면의 기울기를 바닥면에 수직인 선과 화면과의 각도 차라고 정의하면 응시 지점에 따라 화면의 기울기가 변하게 된다. 즉, 같은 자세에서 가장 편한 시선의 방향을 유지 할 수 있는 화면의 기울기는 유일 하기 때문에 화면의 기울기 또는 화면 각도는 시청 자세에 영향을 준다고 할 수 있다.

또한 VDT를 사용하는 중의 자세는 신체적 피로를 야기 시킬 수 있는데(Seghers et al 2010), TV도 예외가 아니다. Jin(2013)의 연구 결과에 따르면, TV 시청 만족도는 신체 피로도의 증가에 의해 감소되는 경향이 있는데 이를 통해 TV 시청 자세는 시청 만족도에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

위와 같은 내용을 바탕으로 두 화면의 눈과 목의 피로도를 고려한 만족도, 시청 자세, 시청 시 주로 응시하는 초점 위치 (주 응시 지점), 그리고 최적 TV 기울기에 관해 곡면 TV와 평면 TV를 비교하는 실험을 설계 하였다.

3. Method

3.1 Hypothesis

귀무 가설과 대립 가설을 다음과 같이 세우고 본 연구를 진행하였다.

H0: 곡면 화면과 평면 화면은 각 TV 시청 관련 요소에 대하여 유의한 차이가 없다.

H1: 곡면 화면과 평면 화면은 각 TV 시청 관련 요소에 대하여 유의한 차이가 있다.

3.2 Subject

본 실험은 30명의 20세 이상 50세 이하 성인(남 24명, 여 6명)을 대상으로 진행되었다. 앉은 눈높이(Eye Height, sitting)는 Figure 2에서와 같이 앉은 면에서 눈초리 점까지의 수직거리로 정의 되는데 이번 실험에는 지식경제부 기술 표준원이 주관하는 Size Korea의 인체치수 조사 보급 사업에서 제공한 앉은 눈높이 통계 정보를 사용하였다. 시청 눈높이(Eye height, sitting on the given couch)를 바닥 면에서부터 눈초리 점까지의 수직 높이라 정의하였을 때, 피실험자 집단의 시청 눈높이와 한국인 전체 집단의 시청 눈높이의 분포를 비교하기 위해 20세 이상의 100세 미만 한국인의 앉은 눈높이에 실험에 쓰인 의자의 높이, 451.5mm를 합하였다.

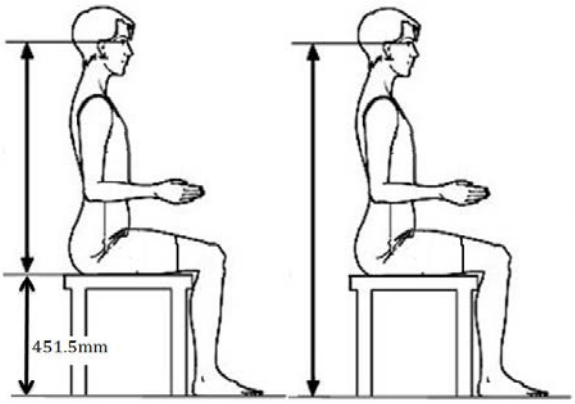


Figure 2. Description of Eye Height, sitting (left) and Eye location, sitting on the given couch (right)

3.3 Variables

실험에서 통제 변수는 TV 크기, 위치, TV와 피실험자 간 거리이고 독립변수는 두 가지 TV 화면이다. 종속변수는 TV 시청 중 자세, 선호하는 화면의 기울기, 주 응시 지점, 그리고 시청 만족도로 평면 화면과 곡면 화면이 각 종속 변수에 미치는 영향을 분석 할 수 있는 실험을 설계하였다.

3.4 Apparatus

본 실험을 위해 무선 리모컨으로 연속적인 각도 조절이 가능한 지그 장치를 제작하였다. 제작된 지그 위에 평면 55인치 OLED 디스플레이와 같은 사이즈의 곡률 반지름 5000mm인 곡면 OLED 디스플레이를 설치하고 각 디스플레이의 선호 각도를 측정하였다. 지그 장치의 각도 조절 범위는 0°에서 12°사이이고 매초 기울어진 각도를 기록하여 text 파일 형태로 저장하였다.

Figure 3. TV, angle-adjustable jig and recording system

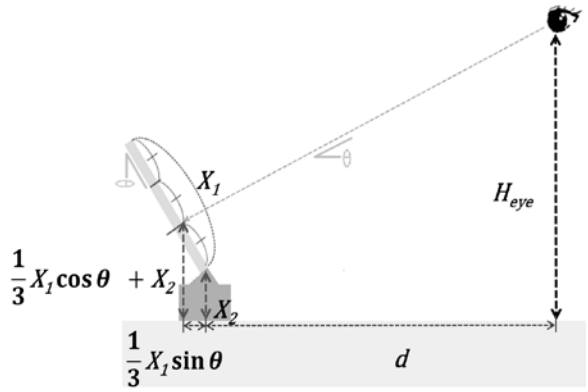
3.5 Procedure

본 실험은 평면화면과 곡면화면을 대상으로 수행되었다. 먼저 피실험자를 높이 451.5mm의 의자에 앉게 한 후 앉은 눈높이를 측정하고 평면 디스플레이를 통하여 12분 이상 각각 다른 영상을 시청하게 하였다. 본 실험에 사용한 영상들은 이전 예비실험을 통해 눈의 피로도, 만족도, 시청 몰입도에 영상 간 유의한 차이가 없음을 확인한 영상들로 영상에 따른 차이를 통제할 수 있었다.

의자와 화면 간 거리는 3400mm로 일정하게 하였다. 카메라의 반대쪽 벽에 눈금을 표시하여 움직이는 정도를 정량적으로 확인할 수 있게 하였다. 영상 시청 중에 무선 리모컨을 통하여 각도를 자유롭게 조절할 수 있게 하였고 영상이 끝나기 전까지 최적 화면 기울기를 찾게 하였다. 또한, 각도 조절 패턴을 확인 하기 위하여 영상이 재생되는 동안 실시간으로 각도를 저장하였다. 그 후에 설문지를 통하여 평면 디스플레이의 시청 만족도 및 시각적, 신체적인 피로도, 시청 몰입도를 조사하였다. 평면 화면을 이용한 실험이 모두 끝나면 다른 영상을 곡면 화면을 통해 시청하게 하는 실험을 반복하였다. 영상을 시청하는 동안 시청 자세의 변화와 그 패턴을 분석하기 위해 피실험자의 측면 동영상도 함께 촬영하였다.

3.6 Expecting viewing angle

화면의 각도는 여러 변수에 의해 결정된다. 화면을 시청할 때 눈이 응시하는 지점이 일정하다고 가정한 경우, 화면의 기울기를 변하게 하는 변수는 시청자의 앉은 눈높이, 화면 높이, TV 세로길이 및 TV 시청 거리이다.



θ :tilted angle
X1: TV length
X2: TV height
Heye: Eye height, sitting
d : Distance from TV

Figure 4. A diagram when focusing lower 1/3 pointThe text in a paragraph should be typed single-spaced and left aligned without indentation. Please insert a blank

본 실험에서는 응시 지점을 황금률을 적용한 하부 1/3 지점과 화면 정 중앙 지점이라고 가정하였다. Figure 4 는 눈이 TV 하부 1/3 지점을 응시한다는 가정하에 만든 모형이다. 이 경우 식 (1)을 통해 화면의 기울기 θ 를 예측할 수 있다. 응시하는 지점이 달라지는 경우에는 TV 높이(X1)의 계수를 바꾸어 계산이 가능하다. 화면 중간 지점을 응시하는 경우에는 X1 의 계수를 1/2 로 적용한다.

$$\text{tna}\,\theta = \left\{\frac{H_{eye}-\left(\frac{1}{3}X_1\cos\theta+X_2\right)}{\frac{1}{3}X_1\sin\theta+d}\right\} \quad (1)$$

θ :tilted angle
X_1 : TV length
X_2 : TV height
H_{eye} : Eye height, sitting
d : Distance from TV

식(1)을 변환하여 응시 지점이 화면 하단 1/3 지점일 때 적용되는 시청 눈높이와 화면 기울기 간 관계식을 도출하였다. 그 결과는 식(2)와 같다.

θ_{exp} = 0.1599 H_{eye} - 11.37 (2)
θ_{exp} : expected tilt angle
H_{eye}: Eye height, sitting

위와 마찬가지로 응시 지점을 화면 정 중앙으로 지정하고 관계식을 도출하였고 그 결과는 식(3)과 같다.

θ_{exp} = 0.1607 H_{eye} - 12.85 (3)
θ_{exp} : expected tilt angle
H_{eye}: Eye height, sitting

이를 통해 TV의 길이, 의자의 높이, 화면과 실험자의 위치가 일정하다고 가정하면 눈높이와 시청 선호 각도는 응시 지점에 상관없이 모두 완벽한 선형 관계가 있음을 알 수 있다.

4. Results

4.1 Sample representativeness test

실험 집단의 대표성을 검정하기 위하여 Table 1 에서와 같이 피실험자 집단과 한국인 집단의 시청 눈높이 분포를 비교 분석하였다.

Table 1. Distribution of eye height, sitting on the given couch, Korean population (2004)

	Participant Group (N=30)	Korean Population (N=6005)	Difference
Distribution	Eye height, sitting on the given couch (cm)	Eye height, sitting on the given couch (cm)	(cm)
Maximum	123.0	135.8	12.8
75th Percentile	116.0	126.5	10.5
50th Percentile	114.0	123.2	9.2
25th Percentile	110.9	120.1	9.2
Minimum	103.0	101.6	-1.4

피실험자 집단의 시청 눈높이는 Shapiro-Wilk 검정 결과 정규성을 따르는 것으로 나타났다($p = 0.642$). 하지만 한국인 전체 집단이 실험 집단 보다 시청 눈높이가 약 10cm 정도 더 높은 것으로 나타났다. 실험에 참가한 인원의 80%가 남성이었기 때문에 남녀 비율의 차이로 인한 편중 효과를 고려하면 이 차이가 더 커지게 된다. 하지만 이러한 차이는 실험에 사용된 의자의 꺼짐 현상으로 인한 측정수단의 효과 때문으로 밝혀졌다.

의자의 꺼지는 정도를 확인하기 위한 추가 실험 결과와 실험 영상 자료 분석 결과를 종합하여 의자의 꺼지는 정도를 확인하였다. 실험자의 몸무게와 앉은 엉덩이 너비에 따라 그 정도가 조금씩 다르지만 의자의 꺼짐 현상으로 인한 눈높이 감소는 평균 11.0cm 였다. 따라서 한국인의 시청 눈높이를 11.0cm 낮추고 남녀 비율을 4:1 로 맞추어 한국인의 시청 눈높이 분포를 보정한 결과 figure 5 에서와 같이 두 집단 간 평균 시청 눈높이 차이는 0.7 ㎜로 감소하였다. 이를 통해 피실험자 집단의 대표성을 검증하여 실험 결과를 특정 집단이 아닌 한국인 전체 집단에 적용할 수 있다.

4.2 Change in posture and eye height

Figure 6 는 일반적인 앉은 자세(왼쪽)와 시청 자세(오른쪽)이다. 실험 시작 시 측정한 눈높이와 실험 종료 시 측정한 눈높이의 변화에 대해 분석해보니 평균적으로 평면의 경우 4.5cm, 곡면의 경우 4.6cm 가 줄어든 경향을 보였다. 이는 TV 시청 자세가 일반적인 앉은 자세와 차이가 있기 때문인데 이는 대략

10cm 정도의 시청 거리증가로도 이어졌다. 또한, 이러한 낮아진 시청자세는 앞의 Table 1 에서 나타난 한국인 전체 집단과 피실험자 집단의 눈높이 차이의 설명한다. 두 화면의 곡률 차이가 시청 눈높이에 영향을 주는지 알아보기 위하여 쌍체 비교 (paired sample test)를 실시한 결과 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p = 0.831$). 이를 통하여 곡면화면과 평면화면이 시청 눈높이 미치는 영향이 다르지 않다는 결론을 내렸다.

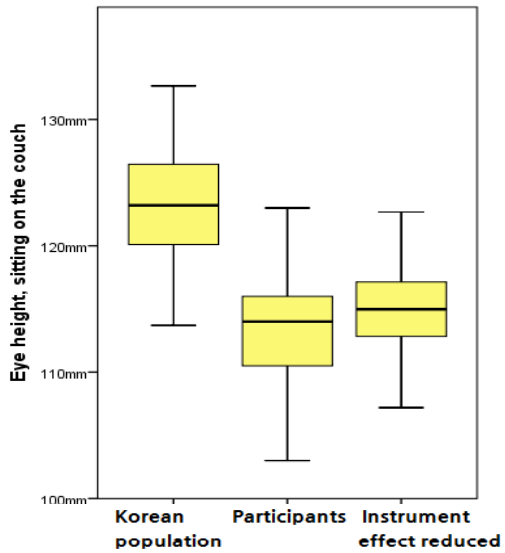


Figure 5. Box plot for eye height, sitting on the couch, of participant group and Korean population, and for the corrected value of participant group

Figure 6. Posture differences

4.3 Preferred tilted angles

TV 의 최적 화면 각도를 분석한 결과, 평면 화면과 곡면 화면 모두 피실험자가 기울어지지 않은 화면을 선호하는 집단과 기울어진 TV 를 선호하는 집단으로 크게 나뉘어졌다. 그러나 기울어진 정도에 관해서는 TV 간 차이가 있었다. Figure 7 와 Figure 8 에서 보여지듯이 평면 TV 의 경우, Shapiro-Wilk 검정 결과 선호하는 각도가 6°~7°를 중심으로 정규 분포의 모양을 보인 반면 ($p = 0.127$), 곡면 TV 의 경우에는

2°~3°의 빈도가 가장 높고 정규 분포 곡선 (p = 0.68)이 왼쪽으로 기울어졌다. 평균 값도 마찬가지로 평면 화면이 5.67°로 곡면 화면의 4.56° 보다 더 많이 기울어진 것을 선호하는 경향을 보였다. 평면과 곡면화면의 선호 각도에 대한 쌍체 비교 결과, 두 화면의 선호 각도에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (p= 0.021, α= 0.05).

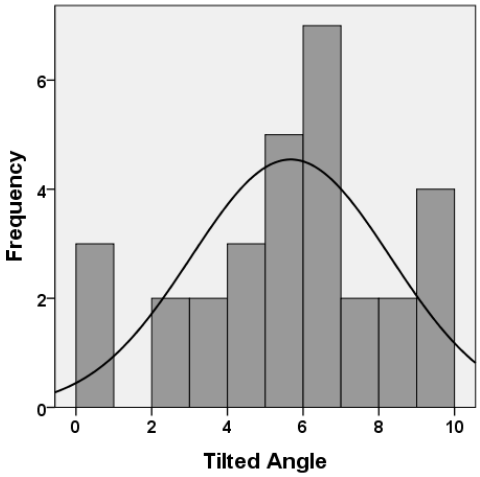


Figure 7. Frequency histogram, Flat TV

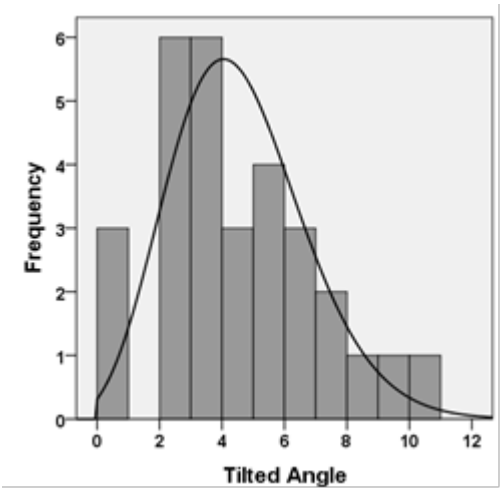


Figure 8. Frequency histogram, Curved TV

4.4 Difference in Focused points

피실험자들이 선택한 최적 화면 각도와 예상 화면 각도는 현실적으로 차이가 있다. 응시 지점에 따른 예측 정확도를 최대화 하기 위해서 화면 하부 1/3 지점과 중앙 지점을 적용한 예상 화면 각도를 비교하였다. 예상 화면 각도는 2.4 의 식(1)을 통해 도출하였다. 그 결과는 Table 2 와 같다. 이를 통해 평면화면은 화면 하단 1/3 지점을, 곡면 화면의 경우에는 화면 중앙을 응시하는 경향이 있다는 결론을

내릴 수 있다. Table 3 은 식(1)에 대한 변수와 그 값에 대해 나타내고 있다. 실험 시 의자와 화면간 거리는 3400mm 이지만 실제 시청 상황에서는 3.1 에서 설명하였듯이 100mm 가 증가되었다. 따라서 예상 화면 각도 도출에는 그 거리에 3500mm 를 적용하였다.

Table 2. Probability that the absolute value of error is less than 2° for each focus point

	Focus point	Probability that the absolute value of error is less than 2°
Flat display	center	0.50
	lower 1/3	0.67
Curved display	center	0.64
	lower 1/3	0.37

Table 3. Independent variable and constants used

Variable/Constants	Description
X_1: TV length	Given, 704mm
X_2: TV height	Given, 511.5 mm
H_{eye}: Eye height, sitting	Independent Variable
d': Actual distance from TV	Given, 3500 mm

평면 화면을 시청 하는 경우 화면 하단 1/3 지점을 응시할 때, 곡면 화면의 경우 화면 정 중앙을 시청할 때 예측 정확도가 올라가므로 2.4 의 식(2)는 평면 화면에, 식(3)은 곡면화면에 적용하는 것이 더 적합하다는 것을 알 수 있다. 또한 두 식을 통해 평면 화면을 응시하는 경우에 일반적으로 화면의 기울기가 더 크다는 것을 알 수 있다.

4.5 Satisfaction level

두 화면에 대해 100 점 척도의 만족도 조사를 실시한 결과 평면의 경우 평균이 76.3 이었고 곡면의 경우 평균이 82.2 으로 나타나 평면보다 더 높은 만족도를 보였다. 표준편차 값은 평면이 11.14, 곡면이 8.84 으로 나타났고 이를 통해 평면 화면의 만족도가 곡면화면의 경우보다 개인차가 더 크다는 것이 나타났다.

5. Conclusion

본 연구에서는 평면 화면과 곡면 화면의 비교하기 위한 실험을 진행하여 두 화면의 시청 자세 변화, 시청 선호 각도 및 화면에 대한 선호도에 대한 차이를 규명해보았다.

그 결과로 3.1에서 수립된 가설에 대해서 다음과 같이 검증하였다.

H_0, TV 시청자세: 곡면 화면과 평면 화면은 TV 시청 자세에 대하여 유의한 차이가 없다.

H_1, TV 시청 선호 각도, 주 응시 지점, 만족도: 곡면 화면과 평면 화면은 TV 시청 선호 각도, 주 응시 지점, 만족도에 관하여 유의한 차이가 있다.

두 화면에 대한 시청 자세 변화 정도를 분석하기 위해서 쌍체 비교를 실시하였다. 그 결과, 두 화면에 유의한 차이가 나타나지 않아 자세 변화에 있어 화면의 곡률 유무에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 본 연구에서 시청 전후 눈높이의 변화 이외의 특별한 시청 중 움직임은 나타나지 않았는데 이는 시청 시간이 길지 않았고 동영상 촬영으로 인한 부자연스러운 행동에 대한 결과일 수 있다. 따라서 시청 자세 패턴에 대한 분석은 이번 연구의 남겨진 과제이다.

시청 선호 각도에 대해서는 평면과 곡면에 따라 다른 결과가 나타났다. 평균 선호 각도는 평면 화면과 곡면 화면이 각각 5.67°와 4.56° 로 평면 화면이 더 큰 기울기 값을 가졌고, 선호 각도의 분포에서도 곡면 화면이 더 작은 쪽으로 치우친 경향을 보였다. 선호 각도의 예측 값과 비교하여서도 같은 결과를 도출하였다. 이는 곧 두 화면에 시선이 집중되는 위치가 다르다는 것을 의미한다. 평면의 경우 화면의 하단으로부터 1/3 지점을 주로 시청하며, 곡면의 경우에는 1/2 지점을 중심으로 시청하는 것으로 나타났다. 화면 정 중앙을 응시한다는 것은 곧 화면의 어느 한 부분을 응시한다기 보다 화면 전체를 응시 한다는 것을 의미한다. 이러한 경향은 Useful field of view(UFOV)의 개념으로도 설명 가능 하다. 한 시점에 시각정보를 추출 할 수 있는 영역을 UFOV라 정의한다. 이 영역의 크기가 일정하다는 것을 가정하고 화면 중심을 응시할 때와 그렇지 않은 경우를 비교하면 UFOV에 포함 되는 TV 화면은 전자의 경우에 더 넓어진다. 따라서 곡면 화면의 중앙을 응시하는 경향이 화면 전체를 응시하는 것을 돕는다고 해석할 수 있다.

또한 식(2)와 식(3)을 통해 평면화면의 선호 기울기가 일반적인 앉은 키를 고려하였을 때 항상 더 크다는 것도 알 수 있다. 하지만 두 관계식 모두 의자 높이, 화면과의 거리 등 본 실험 조건에 국한되어 있으므로 다른 조건과 제한 요소들을 가진 환경에 적용하는 경우에는 상수 및 계수를 조정하는 것이 필요하다.

앞의 두 선형 모형을 의자의 꺼짐 현상과 편한 시청 자세로 인한 낮아진 앉은 눈높이를 고려한 한국인 전체 집단으로 확장하여 적용시켰을 때 도출되는 예상 선호 각도가 실험 결과와 크게 다르지 않았다. 추후 연구에서는 앞의 두 고려사항을 고려한 실험 설계가 필요하다. 하지만 이번 연구는 제시한 모형의 조건을 수정, 변경하여 다른 조건에서 각각 적용되는 모형을 생성할 수 있다는 점, 그 결과가 선형 모형이기 때문에 많은 데이터가 필요하지 않다는 점, 그리고 일반 집단에서도 적용 가능하다는 점을 찾은 것에 그 의미가 있다.

곡면과 평면에 대한 만족도의 측면에서는 곡면에 대해 만족도가 더 높게 나타났다. 그 원인에는 앞서 말했듯이 화면 전체를 응시하는 것이 신체적으로 더 편하고 한번에 더 많은 정보를 받아 들일 수 있다는 점을 들 수 있다. 이외에도 입체감의 증대, 시거리 차의 감소, 신선함 등 여러 이유가 있겠으나 그에 대한 구체적인 이유에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다.

References

Fostervold, K. I., VDU work with downward gaze: the emperor's new clothes or scientifically sound?, *International journal of industrial ergonomics*, 31(3), 161-167, 2003

Grandjean, E., W. Hünting and M. Pidermann, VDT workstation design: Preferred settings and their effects.,

Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society 25(2), 161-175, 1983
Grill, T. and M. Scanlon, Photographic composition, *Amphoto,* 1983.
Han, E. Y., Primary trend of ICT indentified through CES 2013, *Policy of Broadcasting and Telecommunication*, 25(2), 46-55, 2013
Jaschinski, W., H. Heuer and H. Kylian, Preferred position of visual displays relative to the eyes: a field study of visual strain and individual differences., *Ergonomics* 41(7), 1034-1049, 1998.
Jin and Ahn, Effect of backward screen inclination on immersion, fatigue and comfort for a large - screen panel display, *HCI 2013*, 1, 689-692, 2013
Korean Agency for Technology and Standards, *The 5th Korean National Anthropometric Survey Final Report*, 2004.
Krages, B., *Photography: the art of composition*, Allworth Press, 2005.
Kroemer, K. H. E. and S. G. Hill. Preferred line of sight angle., *Ergonomics* 29(9), 1129-1134, 1986.
Seghers, Jan, Jochem, Arnaud, and Spaepen, Posture, muscle activity and muscle fatigue in prolonged VDT work at different screen height settings, *Ergonomics,* 46(7), 714-730. 2003
Shupp, L., C. Andrews, M. Dickey-Kurdziolek, B. Yost and C. North, Shaping the display of the future: The effects of display size and curvature on user performance and insights., *Human–Computer Interaction* 24(1-2), 230-272, 2009.
Smith, T. J., Attentional theory of cinematic continuity. *Projections: The Journal for Movies and Mind,* 6(1), 1-27, 2012.
Straker, L. and K. Mekhora, An evaluation of visual display unit placement by electromyography, posture, discomfort and preference. *International Journal of Industrial Ergonomics,* 26(3), 389-398, 2000.
Size Korea Home Page, http://sizekorea.kats.go.kr (retrieved December 1, 2011).