

# CRT 표시장치에서 내삽 추정치에 대한 구간크기의 효과

노 재 호\*

## Effect of Interval Size on Interpolation Estimates between Graduation Markers on CRT Display

Jae - Ho, Ro

### ABSTRACT

This study is concerned with the accuracy, the pattern of error with which subjects can interpolate the location of a pointer or a target between two graduation markers with various size on CRT display.

Stimuli were graphic images on CRT with a linear, end-marked, ungraduated scales having a target for t base-line sizes. The location of a target is estimated in units over the range 1-99. Smallest error of estimates was at the near ends and middle of the base-line. The median error was less 2 units, modal error was 1, and most error (:99.6%) was within 10. Subjects had a more tendency to overestimate than to underestimate at the left-part of base-line in all siges, and an opposite tendency at the right-part. A proper size to minimize the interpolation error exists such that size 500.

It is suggested that interpolation of fifths and even tenths will give a required accuracy for certain situations, and relative location and base-line size has a relevant attribute to interpolate.

### 1. 서 론

많은 양의 정보가 일상생활에서나 특정한 활동에서 요구 되어지고, 제시되어지고 있다. 제시되는 정보가 잘 설계(formatting, coding, organizing)되지 않으면, 인간에게 부담(stress)를 가중시키고, 이는 인간

오류(실수) 가능성을 가중시킨다.<sup>7)</sup> 그러므로 표시장치는 인간의 정보획득 처리시(검출, 인식, 해석) 발생하는 오류를 감소시킬 수 있도록 설계되어져야 한다.<sup>5, 7, 10, 11, 13, 14, 15)</sup>

AFSC에 의하면 인간지식의 약 80%는 시각적으로 얻어진다고 추정한다.<sup>7)</sup> 따라서 시각 표시장치의 설계는 중요하며, 여러분야에서 다양한 정보들은 시각적 암호화의 이점을 살려

\* 강원대학교 공과대학 산업공학과

형태를 변환해서 시각화된 정보전달의 계기류나 VDT를 통해 제공되고 있다. 미래의 인간-기계 체계에서 인간이 수행해야 할 주 임무인 검사(inspection), 감시과업(monitoring)에는 시각적 탐색이 공통적으로 요구된다.<sup>4,6)</sup>

표시장치 설계시의 기본적인 원칙은 다수의 정보를 제공하는 표시장치와 제시된 정보들의 통합성, 혹은 이해에 개재되는 접촉경계면에 대한 관심을 갖는데 있다.<sup>2,3)</sup> 그리고, 감지기(sensor)의 발달로 인해 정량 정보들은 매우 정확한 계수형태의 값으로 제시될 수도 있으나, 수행할 임무의 목적이나 정보의 특성에 따라서 상사형(analog-type) 계기, 묘사적(pictorial-type) 표시장치(computer-animated, sensor-generated, optically-generated)들을 통해 제공된다.<sup>3, 11, 15)</sup>

그리고, 정량적인 표시장치의 경우 명시, 묵시적으로 요구되는 정확도가 있다.<sup>5, 6, 10, 14)</sup> 이를 좀더 신속, 정확하게 사용하기 위해서, 어떤 설계가 효율적인가에 대한 많은 연구가 행해졌고, 이들에 영향을 미치는 요인들도 고찰되었다.<sup>5, 6, 7, 8, 14)</sup> 식별해야 되는 세계 특성(눈금수열, 내삽, 눈금단위길이, 눈금기울기, 눈금표시두께, 지침설계, 난잡함, 눈금 숫자위치)은 사람의 시식별 능력(visual performance)에 영향을 미친다.<sup>5, 6, 13, 14)</sup> 계기의 값을 읽는데 따른 상대적 효과 연구에서 정보를 제시하는 계기의 설계요인들 중 중요한 요인으로 선별된 내삽에 대해 연구하고자 하며 이에 필요한 시각능력은 궁극적으로 거리와 크기에 대한 변별능력이다.<sup>9, 11)</sup>

따라서, 본 연구에서는 시각공간에서 상대적 위치를 어떻게 인식하는가 하는 문제에 관해 거의 연구가 되어 있지 않은 인간의 내삽능력에 대해서 다음과 같은 것들을 고찰해보고자 한다.

첫째, 내삽능력은 기저선 크기와 위치에 따

라 어떤 영향이 있는가.

둘째, 표적위치에 따라서 추정치의 오류는 어떤 형태를 갖는가.

셋째, 이들은 어떻게 해석 되어질 수 있는가.

## 2. 실험계획

### 2-1. 피실험자

인간공학 과목을 수강했던 정상적인 시력을 갖는 대학생(남 14, 여 1)이 본 실험에 참여했고 그들의 평균나이는 26세였다. 이들중 아무도 본 실험에서 사용된 내삽작업을 한 경험은 없으나, 본 실험의 목적에 대해서는 충분한 지식을 갖고 있으며, 동기유발도 잘 되어있다.

### 2-2. 자극 및 환경

자극은 녹색형광, 14"(대각선) CRT 표시장치에 Hercules graphic mode(해상력 720 × 348, aspect ratio 2:3)로 그림 1

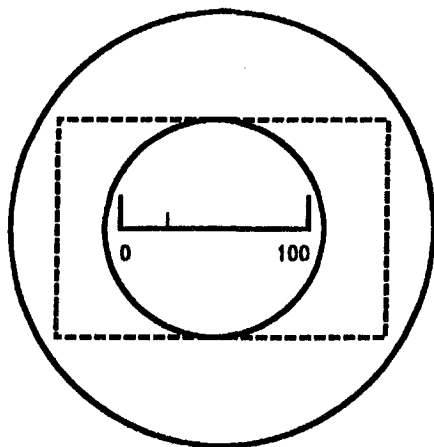


Fig. 1 Sample stimulus.

; Line : Gray diamond paper.  
; Dot-line : Hidden shape of CRT display.

처럼 화면 중앙에 제시했다. 각 명세는 표1에서와 같이, 기저선(base-line) 길이별로 끝눈금(end graduations)과 표적눈금(target graduation)을 각각 표현하였다. 이때 각 기저선과 끝눈금의 두께는 동일하게 2개 화소(pixel)로 표적눈금의 두께는 1개 화소로 표현하였다.

자극들 주변 직선들의 참조현상(reference)과 틀효과(framing effect)를 최소로 하기 위해 무광택 회색지(gray-colored

diamond paper)로 그림1에서와 같이 CRT 화면을 가려서 원형으로 만들었다.<sup>9,11)</sup> 화면상의 자극은 수평시선 높이에서 아래로 0~5°사이, 시선의 정위치(LOS)는 기저선 중앙에, 화면은 시선에 수직이 되도록 하였다.<sup>6)</sup> 이때 휘광(glare)현상이 발생되지 않도록 CRT를 배치했으며, 화면의 밝기(brightness)와 대비(contrast)의 조정은 피실험자에게 가장 적합한 상태가 되도록 피실험자가 조정하도록 했다.

Table 1. Specification of scale, mark for each size on 14" CRT display.

unit : pixel

	1	2	3	4	5	6	
Base-line	200 (8.9)*	300 (10.4)	400 (13.9)	500 (17.4)	600 (20.8)	700 (24.3)	
Unit scale	2	3	4	5	6	7	
End mark	7	11	14	18	21	25	
Target mark	4	6	7	9	11	13	
Visual angle	1**	8.8	13.2	17.5	21.9	26.0	30.2
	2***	7.8	11.9	15.8	19.7	23.4	27.3

\* Metric length : cm.  
 \*\* Degree at the distance of 45cm from CRT.  
 \*\*\* Degree at the distance of 50cm from CRT.

### 2-3. 계획 및 절차

실험계획은 1차 단위에 크기(6수준)를, 2차 단위에 표적위치를 넣어 분할한 단일 분할법(split-plot design)으로 하였다. 실험에 관한 개괄적인 절차는 그림2와 같다.<sup>16)</sup>

피실험자는 실험실내 조명수준(300 ~ 500 Lux)에 적응하도록, 입실 5분후에 실험에 응하도록, 지루함이나 피로를 줄여주기 위해 한 크기(99개위치)에 대한 실험이 끝나면 4분간의 휴식을 하게 하고, VFF(visual flicker fusion)값을 이 휴식 바로 전에 측정하였다.<sup>15)</sup> 한 크기에 대한 99개 표적위치는 무작위로 결정된 순서로 피실험자들에게 동일하게 제시하였으며, 다른 크기들은 다른 무작위로 제시했다.

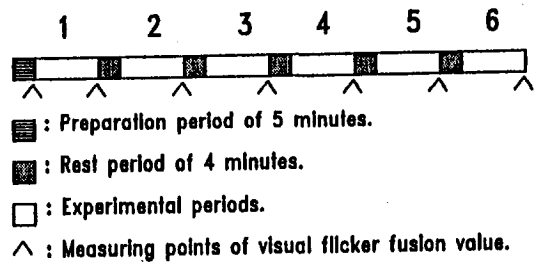


Fig.2 Experimental sequence for each randomized size.

CRT 표시장치에 한 자극이 제시되면, 피실험자가 키-보드에 직접 추정된 값을 타건하도록 했다. 이때 가능한 정확한 값을 추정하도록 요구했다.

### 3. 실험결과 및 고찰

기저선 크기(6 수준)와 표적위치(1-99)의 변화에 따른 내삽 추정 과업에서 종속변수로 오류(표적위치와 추정치의 차이: 0 보다 적으면 과소 추정치, 0 보다 크면 과대 추정치, 0 이면 정추정치), 절대오류(표적위치와 추정치 차의 절대값)을 사용하여, 인간의 내삽 수행도(performance)는 어느 정도 되는지, 어떤 변화가 있는지, 추정 형태(pattern)의 차이는 있는지를 분석하였다.

#### 3-1. 실험절차에 따른 부하 분석

표적위치 내삽 추정 과업에 영향을 줄수도 있는 피실험자의 정신피로는 VFF 척도를 이용하여 측정하였다. 그림 2에 있는 일련의 측정점 간의 측정치 차이(; 종속변수)는 기저선 크기 차이와 랜덤화에 따른 실험순서 변화에 의해 유의한 영향을 거의 받지 않음을 ANOVA 분석결과(; 표3)로 알 수 있다.

Table 3. ANOVA with the difference of CFF

Source	SS	d.f	MS	F	Sig.of F
SIZE(A)	5.30	5	1.08	0.71	0.62
SEQUENCE(B)	4.91	5	0.98	0.66	0.66
A×B	39.99	25	1.60	1.07	0.40
ERROR	80.58	54	1.49		
TOTAL	131.70	89	1.48		

이는 실험목적에 타당한 부하수준과 실험에 소요되는 시간(약 1 시간정도)이 피실험자에게 요구되었음을 의미하고, 이 후의 실험결과 분석에서 정신피로의 효과는 배제하고 실험의 목적에 대한 것을 고찰할 수 있음을 의미한다. 또한 간접적으로 학습효과에 의해 과업의 작업내용이 변하지 않음을 의미한다.<sup>15)</sup>

#### 3-2. 인간의 내삽 수행도

표 2는 절대 오류를 종속 변수로 각 조건

에 대해 분산 분석을 한 결과로 표적위치( $p=0.00 < 0.01$ )는 내삽 추정에 고도로 유의한 영향을 미치고, 기저선 크기와 표적위치의 교호작용(interaction)( $p=0.00 < 0.01$ )도 유의적이다. 기저선 크기는( $p=0.13$ ) 통계적으로 유의한 영향은 비교적 적으나 표적위치와 교호작용을 일으키는데 상당한 영향을 미침을 그림 3, 10, 12을 통해 알 수 있다. 따라서 내삽 수행도를 표적위치 뿐만 아니라 기저선 크기에 대해 분석하는 것은 의미가 있다.

Table 2. ANOVA with Absolute Error.

Source	SS	d.f	MS	F
SIZE(A)	140.62	5	28.12	1.80
SUBJECT	1497.46	14	106.96	6.86*
ERROR 1	1091.98	70	15.60	5.25*
LOCATION(B)	4946.68	98	50.48	17.00*
(A×B)	1847.13	490	3.77	1.27*
ERROR 2	24465.63	6232	2.97	
TOTAL	33989.50	6909		

\* Sig. at 0.01  
ERROR 1 : Whole-plot, ERROR 2 : Split-plot

#### 3-2-1. 기저선 크기에 따른 분석

그림 3은 오류의 빈도 분포를 나타낸 그림으로 기저선 크기에 따라 유사한 경향을 보이고 있다.

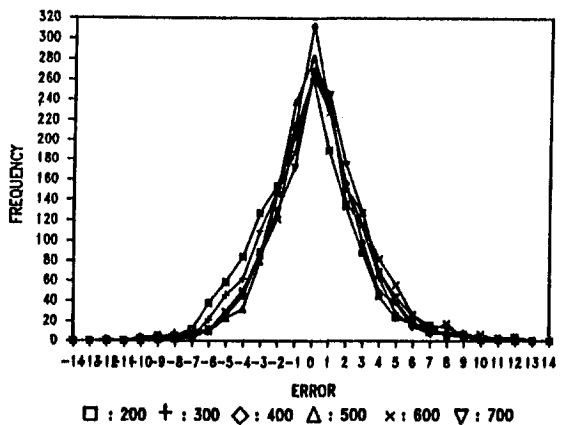


Fig. 3 Distribution of error for each size.

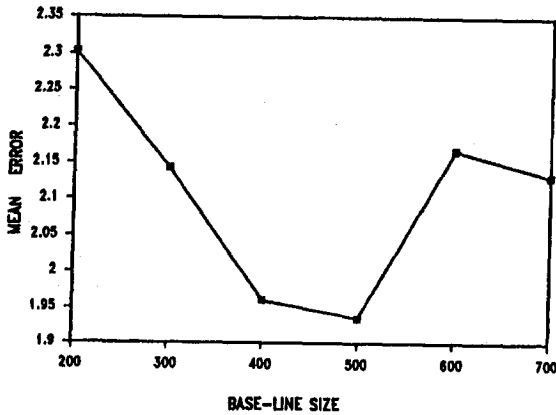


Fig. 4 Mean absolute error of estimates for each base-line size.

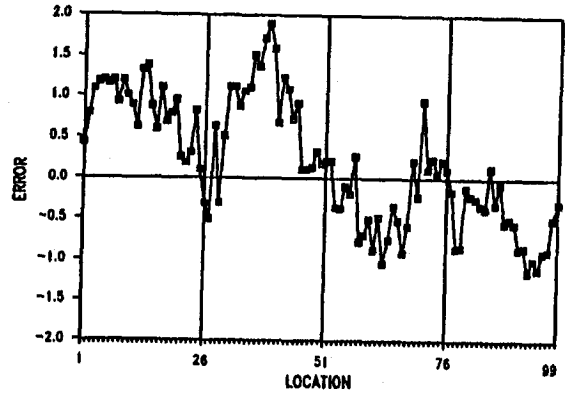


Fig. 6 Mean error of all size for each location.

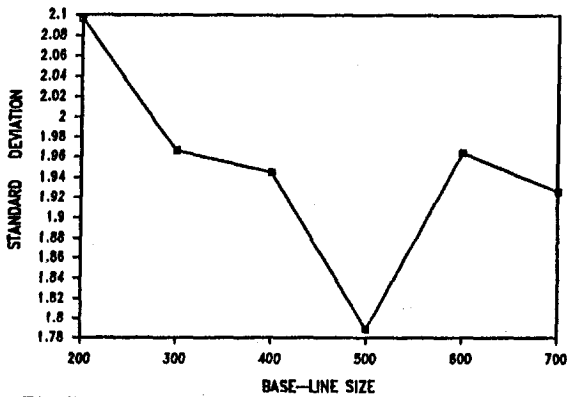


Fig. 5 Variability: absolute error of estimates for each base-line size.

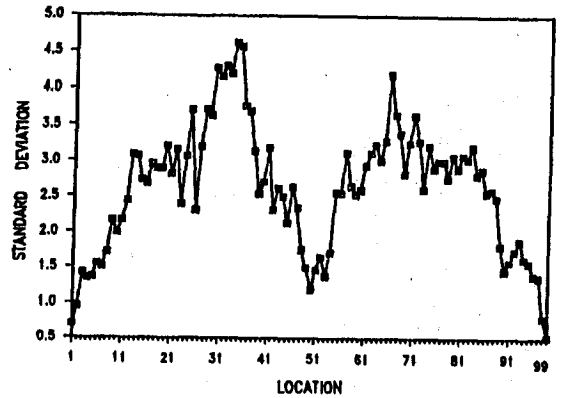


Fig. 7 Variability: error of estimates for all size at locations.

그러나 그림 4, 5에서 처럼 크기별로 절대오류는 차이가 있으며, 가장 절대오류가 적은 기저선 크기 500 과 나머지 크기들과의 분산 검정은 모두 유의적 ( $p=0.00 < 0.01$ ) 이었고, 평균 절대오류의 검정에서 400 크기만 빼고는 모두 유의적 ( $p=0.00 < 0.01$ ) 이었다.

이는 기저선 크기에 따라 내삽의 오류가 달라지고, 이를 최소로 하는 기저선 크기가 존재함을 의미한다.<sup>11)</sup>

### 3-2-2. 표적 위치에 따른 분석

표적 위치 변화에 따른 오류, 절대오류의 평균, 분산내용은 그림 6, 7, 8, 9 와 같다.

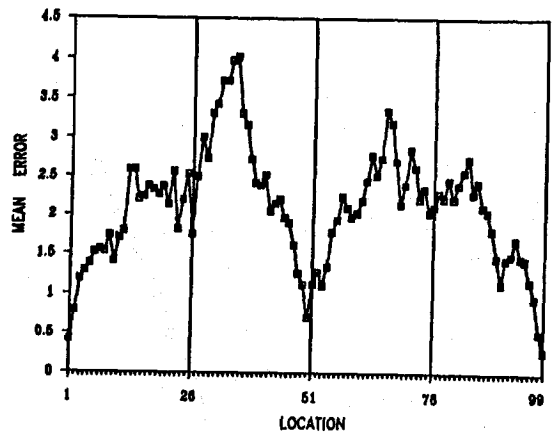


Fig. 8 Mean absolute error of estimates for all size at location.

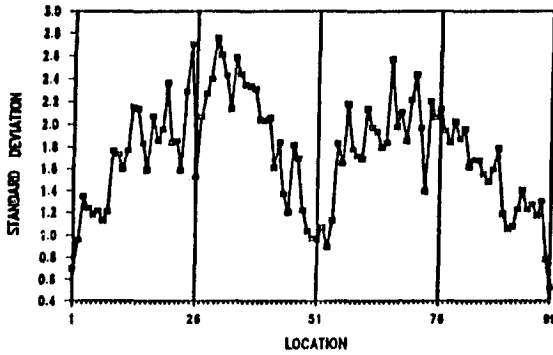


Fig. 9 Variability : absolute error of estimates for all size at locations.

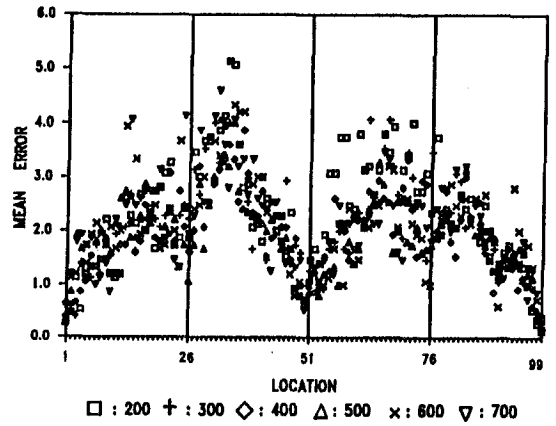


Fig. 12 Mean absolute error of estimates for each size at location.

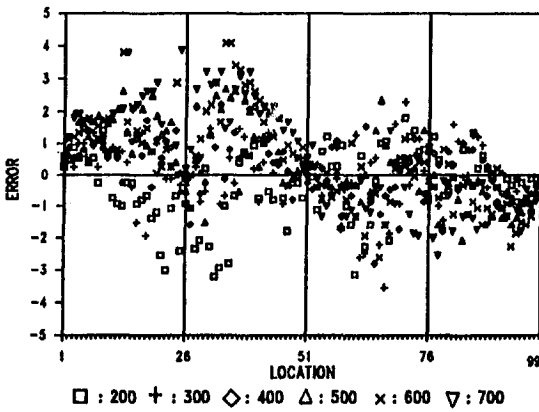


Fig. 10 Mean error of estimates for each base-line size.

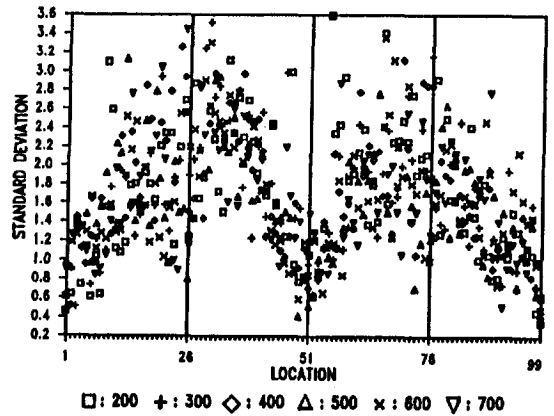


Fig. 13 Variability : absolute error of estimates for each size at locations.

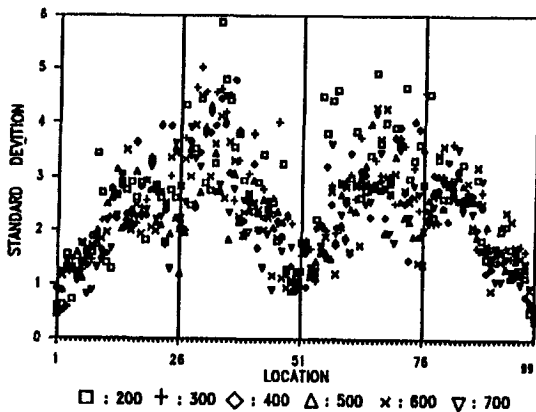


Fig. 11 Variability : error of estimates for each size at locations.

이들 그림에서 처럼 내삽 수행도가 양쪽 끝 눈금 부분과 중앙 부분이 다른 위치보다 정확하다. 이는 인간이 내삽을 하는데 전체 길이를 정신적이등분(mental bisection) 능력이 다른 등분으로 분할하는 것보다 매우 믿을만하고 정확함을 의미한다.<sup>1)</sup>

이는 실제 응용분야에서 인간공학이 눈금간의 내삽이 필요한 작업자에게 반값보다 더 정확한 추정값을 요구치 않도록 해 왔던 근거를 지지한다.<sup>5)</sup>

### 3-2-3. 기저선 크기, 표적위치에 따른 분석

기저선 크기, 표적위치에 따른 오류, 절대 오류의 평균, 분산 내용은 그림 10, 11, 12, 13 과 같다. 이들은 3-2-1, 3-2-2에서 분석한 내용과 표3의 ANOVA 분석 내용과 일치함을 나타내고 있다.

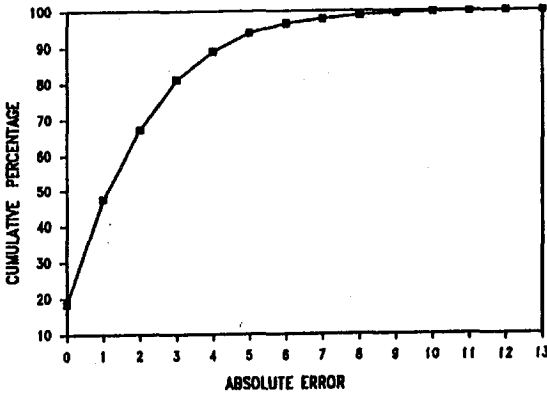


Fig. 14 Cumulative percentage of absolute error.

그림 14는 절대 오류 빈도에 대한 누적확률분포를 나타낸 그림으로 인간의 내삽 능력에 관해 다음과 같이 말할 수 있다. 이의 중앙값(median)은 1.5 단위보다 적고, 최빈값(mode)은 1 단위였고, 내삽 추정치의 99.6%가 10 단위보다 적었고, 절대오류가 13 단위보다 큰 피실험자는 없었다. 이는 5"기저선 크기의 자극을 종이위에 제시한 Cohen의 실험 결과와 일치하며, CRT 표시장치에서도 같은 내삽 능력이 있음을 보인다.<sup>1)</sup>

많은 상황에서 1/10 단위로 내삽을 요구하는 것은 믿을 만한 정확도를 얻을 수 있다. 또한 이는 눈금 설계에서 촘촘한 표준 눈금으로 인한 난잡함(clutter)를 감소시킬 수 있음을 의미한다.<sup>1)</sup> 그러나 실제 계기 설계에서는 내삽 과업이 실험에 사용한 자극보다 훨씬 더 좁은 기저선 크기에서 행해지

고 있다. 그림 4에서와 같은 경향이 유지되더라도 눈금의 1/5 단위로 내삽의 요구는 만족되리라 사료된다.

또한 CRT 표시장치에 제시되는 화상(images) 정보들에서 거리, 크기 판단이 많이 요구되어지는데 일반적으로 거리, 크기판단은 익숙한 크기나 물체(familiar size, objects)에 비교해서 결정하는데, 익숙한 크기나 물체가 없는 화상에서의 prototype 크기를 어느 것으로 하느냐는 매우 중요한 문제이다.<sup>8, 11)</sup> 따라서 본 실험에서 밝힌 오류가 적은 기저선 크기와 같은 것이 prototype 크기가 될 수 있으리라 사료된다.

### 3-3. 인간 내삽 수행의 행태(pattern)

#### 3-3-1. 기저선 크기에 따른 오류, 절대치오류 분석

표적위치가 기저선 중앙에서 왼쪽(1-49), 오른쪽(51-99)부분에 있는 경우에 대해 오류 평균치 검정과 분산의 검정을 한 결과, 모든 기저선 크기( $\alpha=0.00 < 0.01$ )에서 고도로 유의적이었고, 이들은 그림 15, 16에 제시된 것처럼, 크기가 커짐에 따라 평균오류

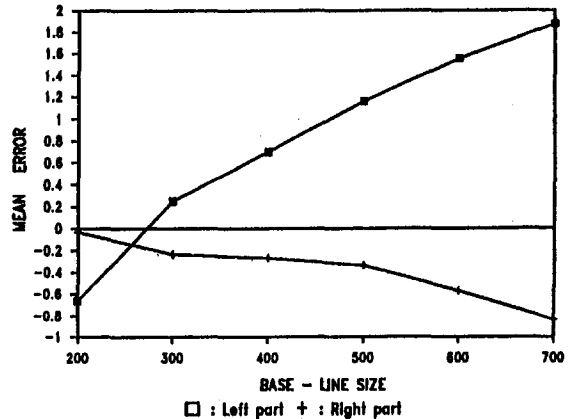


Fig. 15 Mean error of estimates for each base-line size for left, right part at the middle of base-line

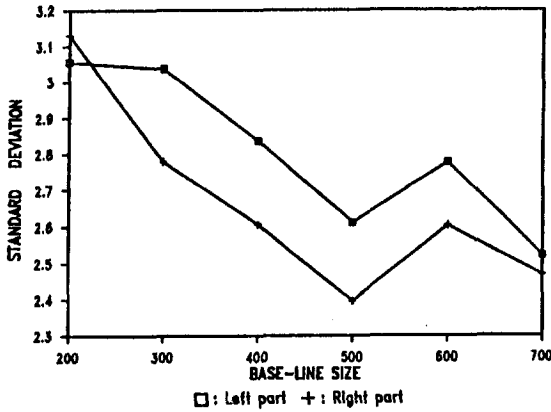


Fig. 16 Variability : error of estimates for each base-line size for left, right part at the middle of base-line

는 좌, 우부분이 모두 증가하고 이들의 차이가 더 커지는 경향이 있고, 분산은 좌,우부분이 점차 적어지다 일정한 크기에서 증가하는 경향이 있다.

절대오류의 평균치 검정에서는 500, 600, 700 기저선 크기 ( $\alpha = 0.00 < 0.01$ )에서 유의적이었고, 분산의 검정에서는 모든 크기 ( $\alpha = 0.00 < 0.01$ )에 대해 유의적이었다. 이들은 그림 17, 18에 나타난 것처럼 기저선 크기

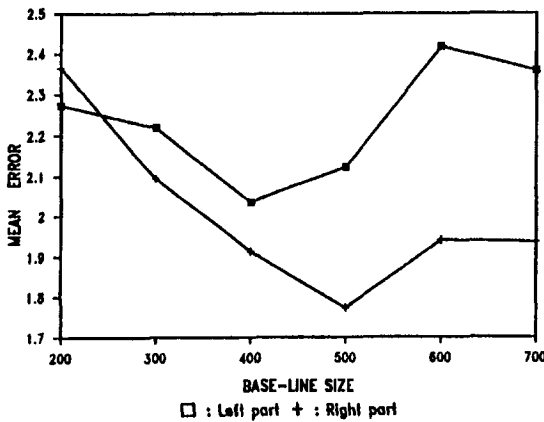


Fig. 17 Mean absolute error of estimates for each base-line size for left, right part at the middle of base-line

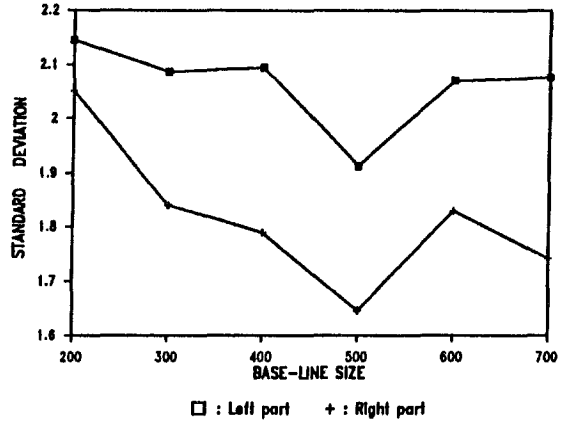


Fig. 18 Variability for left and right part at the middle of base-line : absolute error of estimates for each base-line size

가 커짐에 따라 평균 절대 오류는 좌, 우부분이 감소하다 증가하고 이들의 차이가 더 커지는 경향이 있고, 분산은 좌,우부분이 같은 경향이다.

이런 관계는 다음과 같이 해석되어 질 수 있다. 인간은 절대적인 형태로 크기나 거리를 추정하는 능력은 아주 형편없으나, 상대적인 추정 감각은 상당한 능력이 있다.<sup>5, 6, 7, 8, 9, 11</sup> 이런 차이는 거리 판단에는 많은 암시 신호 (cues) 들이 존재하고 이들의 상호작용에 의해 발생하는 현상이라 설명한다.<sup>9</sup> 또한 조절반응 (accommodation reflex)에 대한 주요 자극으로는 구성상의 변화 (textual gradient)와 요구되는 변별성 정도 (discrimination)이다.<sup>9, 11</sup> 본 실험에서는 암시 신호가 될 수 있는 요인을 제거하였고 이들 주요 자극에 요구되는 것이 같으므로, 내삼 수행도에서 인식되는 크기는 시각의 함수로 설명될 수 있다. 또한 제시된 기저선 크기는 모두 시각으로는 Sanders의 안정된 영역 (stationary area; 눈 움직임이 거의 없는 시각 30° 이내)에 들어간다. 그는 시각 (자극간의 거리)이 커질수록 오류가 증가한다고 했다.<sup>12</sup> 그러나 그림 4, 15, 16, 17, 18에



서는 내삽 수행도가 시각크기로만 해석될 수 없는 크기에 따라 개선되다 나빠지는 것을 관찰할 수 있다. 이는 좀 더 정확한 실험을 해보아야 되겠지만 인지 지도(cognitive map) (공간적 환경에 대한 정보를 모으고, 조직하고, 저장, 회상, 처리하게 하는 정신적 화상들: Downs and Stea)에서, Golledge and Zannaras의 거리추정에 관한 실험에서<sup>8)</sup> 익숙한 거리(prototypes, best examples)일수록 더 정확히 추정한다는 결과로 해석하면 피실험자의 내삽 과업시 오류를 적게하는 정신적 크기(prototype size)가 존재해서 암시신호로 작용하지 않는가 생각된다.

결론적으로 이는 내삽 추정과업이 안정되고 오류도 적은 크기가 존재함을, 또한 왼쪽부분에서 추정이 오른쪽에서보다 더 과대하게 추정되고 추정과업이 불안정함을 의미한다. 인간 내삽 수행도는 요구되는 정확도가 같은 경우 제시되는 기저선 크기에 따라 다르고 최적의 기저선 크기가 존재함을 의미한다. 이는 정보를 제시하는 계기반의 크기가 한정되어 있을때 더욱 유용한 의미를 갖게된다.<sup>10)</sup>

### 3-3-2. 표적위치에 따른 과소, 과대, 정추정치 분석

3-2, 3-3-1 분석에서 표적이 나타나는 기저선 중앙의 왼쪽, 오른쪽 부분에서 내삽수행도가 기저선 크기에 따라 오류, 절대 오류에 대한 분산과 평균치가 유의적으로 다른 것이 검정되었고, 표적위치에 따른 과대, 과소 추정치들의 평균과 표준편차를 나타내는 그림 19, 20에서 피실험자들의 행태가 다름이 고찰되므로 표적위치에 따른 피실험자들의 추정행태가 어떻게 다른지를 분석했다.

그림 21은 피실험자들이 표적위치에 따라 과대, 과소, 정추정한 횟수를 나타내고, 우선 3-3-1에서 밝혀진대로 왼쪽(1-49), 오른쪽(51-99) 위치에 대해 피실험자들의 행태가 다른지를 검정하기 위해, 귀무가설(왼쪽, 오른쪽 영역에 대해 과소, 과대, 정추하는 것이 같

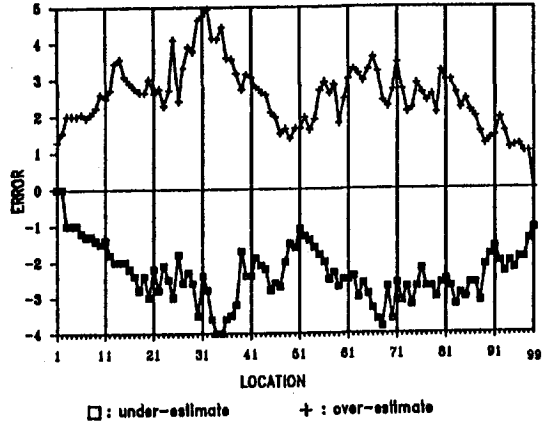


Fig. 19 Mean error of estimates (: under, over) for each location.

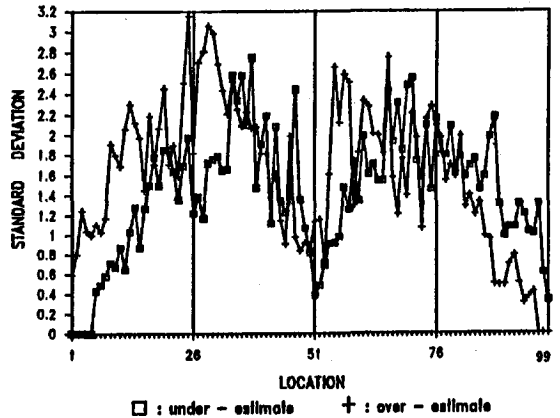


Fig. 20 Variability: error of estimates (: under, over) for locations.

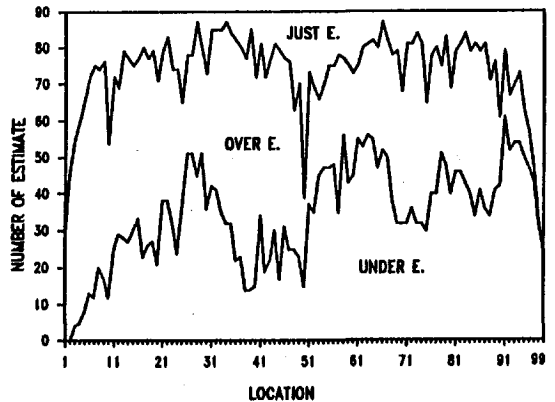


Fig. 21 Stacked frequency: under, over, just estimates for 90 trials.

다)을 동일성 검정(test for homogeneity)하였다. 결과는  $\chi^2(2) = 215.087$  유의수준( $p = 0.00 < 0.01$ )으로 대립가설이 채택되어졌다.

그러므로 피실험자의 행태를 좀 더 세분하여 분석하기 위해, 4 영역(1-24, 26-49, 51-74, 56-99)로 나누워, 귀무가설(4 영역에 출현하는 표적위치에 대해 과소, 과대, 정추정하는 횟수가 같다)을 동일성 검정한 결과  $\chi^2(6) = 595.786$  유의수준( $p = 0.00 < 0.01$ )으로 대립가설이 채택되므로, 4 영역에 출현하는 표적위치에 따라 피실험자가 과소, 과대, 정추정하는 횟수가 다르다고 할 수 있다.

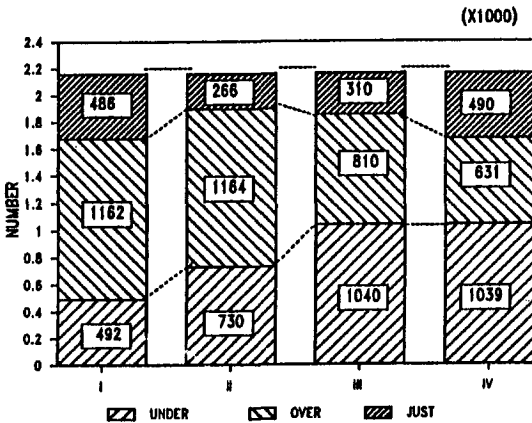


Fig. 22 Stacked frequency : number of under, over, just estimates for quadrisections of base - line.

이 내용은 그림 22에서처럼 원점에서부터 멀어질수록 과대평가하는 경향이 있음을, 정추정은 기저선 양끝에서 많이 관찰되어짐을 의미한다.<sup>7) 16)</sup>

이는 다음과 같은 이론적 설명이 가능하다. 인간이 어떤 것을 추정할 때는 기착-조정 자기발견법(anchoring and adjustment heuristic)을 사용한다.<sup>8)</sup> 이것은 추정의 기착점을 정하고 이를 조정해서 추정치를 정하는 것이다. 내삽 과업에서 정확한

기착점이 어디냐 하는 것은 더 자세한 실험을 해야겠지만, 실험 결과에 의하면 작은 것에 과대반응하고, 큰 것에 과소반응하는 사정효과(range effect)를 그림 22에서 관찰할 수 있다. 피실험자가 중앙의 왼쪽 영역에 있는 표적위치를 내삽할 때는 기저선 전체길이와 목표길이(눈금 0에서 표적위치까지)를 비교하고, 오른쪽 영역에서는 목표길이와 나머지 길이(표적위치에서 눈금 100까지)를 비교한다고 생각된다.

따라서 왼쪽 영역에서 표적이 출현하면 기착점은 눈금 0에, 오른쪽 영역에서는 기착점이 표적위치 자체가 되어 그 차이를 조정해서 내삽을 하는 행태를 갖는다고 해석되어진다.

#### 4. 결 론

CRT 표시장치에 제시된 자극들에 대한 피실험자의 내삽 추정치들을 기저선 크기와 표적위치 변화에 따른 내삽 수행도 변화와 추정 행태와 비교 분석함으로써, 아래와 같은 결과는 인간-기계 체계의 설계에서 시각적 정보 제시 방법에 도움을 줄 수 있을 것이다.

1) 내삽 수행력은 정신적 2등분 능력이 어떤 등분 능력 보다 높은 안정성과 적은 오류의 성향을 보이므로 1/2 단위 내삽으로 작업자에게 요구하기를 추천한다. 그러나 여러 상황에서는 이를 1/5 단위, 1/10 단위까지 내삽하여도 만족할 만한 정확도를 얻을 수 있을 것이다.

2) 내삽 오류가 적고, 안정한 기저선의 크기가 존재함(예, 500 pixel)을 밝혔다. 이는 크기, 거리 판단이 요구되는 VDT의 화상에서 prototype 크기의 결정(CAD, computer graphic user interface, 경계, 탐색, 검사, 감시작업, generated map 판독 등), 측정장비들의 망상(reticle)설계, 제한된 크기의 계기반에서 요구되는 정밀

성을 갖는 계기 설계등에 유용하리라 사료된다.

3) 인간의 내삽 수행 행태는 표적위치가 중앙의 왼쪽영역에 출현할 때는 기착점이 눈금0에 있어 과대 추정하고, 오른쪽에서는 표적위치 자체에 있어 과소 추정하는 속성이 있다고 사료된다.

## REFERENCE

1. Cohen, E., and Follert, R. L., "Accuracy of interpolation between scale graduations," *Human Factors*, Vol. 12, No. 5, pp. 481~483, 1970.
2. Barnett, B. J. and Wickens, C. D., "Display proximity in multicue information integration: the benefits of boxes," *Human Factors* Vol. 30, No. 1, pp. 15~24 1988.
3. Bobko, D. J., "Effect of visual display scale on duration estimates," *Human Factors*, Vol. 28, No. 2, pp. 153~158, 1986.
4. Courtney, A. J., "A search performance test for visual lobe size," *IIE Transactions*, pp. 56~62, Mar. 1986.
5. Grether, W. F. and Backer, C. A., *Visual Presentation of Information*. In H. A. Vancott and R. G. Kinkade, Eds., *Human Engineering Guide to Equipment Design*, Rev. ed., U. S. Government Printing Office, Washington, D. C., 1972.
6. Helander, M. G., *Design of Visual Displays*. In Gavriel Salvendy, Ed., *Handbook of Human Factors*, John Wiley & Sons Inc., 1987.
7. Huchingson, R. D., *New Horizons for Human Factors in Design*, McGraw Hill, 1981. •
8. Matlin, M., *Cognition*, Holt - Saunders International Ed., Japan, 1983.
9. Rock, Irvin, *An Introduction to Perception*, Macmillan Publishing Co. Inc., New York, 1975.
10. Roscoe, S. N., "Airborne displays for flight and navigation," *Human Factors*, Vol. 10, No. 4, pp. 321~332, 1968.
11. Roscoe, S. N., "Judgements of size and distance with image displays," *Human Factors*, Vol. 26, No. 6, pp. 617~629, 1984.
12. Sanders, A. F., "Some aspects of the selective process in the functional visual field," *Ergonomics*, Vol. 13, No. 1, pp. 101~117, 1970.
13. Whitehurst, H. O., "Screening designs used to estimate the relative effects of display factors on dial reading," *Human Factors*, Vol. 24, No. 3, pp. 301~310, 1982.
14. Woodson, W. E., *Human Factors Design Handbook*, McGraw - Hill, 1981.
15. 박경수, *인간공학 - 작업 경제학 -*, 증보판, 영지문화사, 1984.
16. 박성현, *현대실험계획법*, 대영사, 1987.