

## 시각작업의 배경 조건과 8개 Meridian을 고려한 시각영역의 생성

### Generation of Visual Field Considering 8 Meridians and Background Conditions of Visual Tasks

기도형\* · 김형수\* · 정의승\*\* · 강동석\*\*\*

Dohyung Kee\* · Hyung Su Kim\* · Eui S. Jung\*\* · Dongseok Kang\*\*\*

#### Abstract

Among numerous factors that have an effect on visual field, the effects of background condition on the size of the visual field were investigated to obtain more practical visual field that can be readily applicable to industrial settings. A visual experiment was conducted, in which the subject was instructed to search a target with distinct orientations. Size contrast, meridian, nontarget density, and subject's gender showed a significant effect on the size of the visual field at  $\alpha=0.01$ . The size of the visual field was linearly proportional to size contrast, and inversely proportional to density. Female's visual fields were found to be significantly larger than male subjects'. The size of the visual field on horizontal axis was larger than that on vertical axis, and the size of the head & eye field on right meridian was also larger than that on left meridian. The shape was found to be horizontally oriented oval and statistically asymmetric with respect to horizontal and vertical axes. The regression equations to predict the visual fields on the given background condition were suggested. The visual fields suggested in this study would be valuable to the design of visual displays and the panel layout of various displays and controls.

**Keywords :** 시각영역, stationary field, eye field, head & eye field

\* 계명대학교 산업공학과

\*\* 포항공과대학교 산업공학과

\*\*\* 삼성전자(주)

## 1. 서론

시각은 인간이 주위로부터 취하는 정보의 약 90% 정도를 차지할 정도로 중요한 감각 기관이며, 시각작업(visual task)은 일상 생활에서 쉽게 찾아볼 수 있으며, 그것을 매일 행하고 있다. 이러한 시각작업에 대한 현재까지의 연구는 대부분 시각작업에 영향을 미치는 요인(factor)에 대한 연구가 주류를 이루어 왔으며, 시각영역(visual field)에 대한 연구는 많지 않은 실정이다 [1]. 인간의 시각 능력은 물체의 상(image)이 황반(fovea)상에 정확히 맺힐 때만 뚜렷하게 보이고, 물체의 상이 황반에서 멀어질수록 희미하게 보이게 된다 [4]. 따라서 시각작업의 설계 시에 표시장치(display)와 조종장치(control)를 배치할 때에, 중요한 것일수록 주시각영역(primary visual field)에 배치하여야 한다 [12]. 이와 같이 시각영역은 시각작업의 설계 시에 중요한 설계 원칙으로 사용되나, 시각작업에 영향을 미치는 요인들을 고려한 시각영역에 대한 연구가 부족한 실정이다.

Sanders는 시각영역을 눈과 머리의 움직임의 허용 여부에 따라 stationary field, eye field와 head field로 구분하였다. Stationary field는 머리와 눈의 움직임 허용되지 않으며 주변시야(peripheral viewing)로만 파악되는 영역을, eye field는 눈의 움직임만으로 파악되는 영역을, 그리고 head field는 눈과 머리의 움직임을 통하여 파악되는 영역을 말한다 [11]. Van Cott와 Kinkade는 시각적 표시장치(visual display)를 배치할 때, 선호되는 영역을 구분하였다. 경고용 표시장치(warning display)와 주요 표시장치(primary display)는 정상시선

(normal line of sight) 주위의 30° 원추 안에 배치하고, 부수적 표시장치(secondary display)는 정상시선을 중심으로 60° 원추 내에 배치할 것을 제안하였다 [15]. Grandjean은 물체를 구분할 수 있는 정도에 따라 area of distinct vision, middle field와 outer field로 구분하였다. Area of distinct vision은 물체를 정확하게 인식할 수 있는 영역으로 시선 주위의 1°를, middle field는 물체를 명확하게 볼 수는 없지만 대비와 움직임은 감지할 수 있는 영역으로 시선 주위의 40°를 차지한다. Outer field는 물체가 움직이지 않으면 감지할 수 없는 영역으로 시선 주위의 40°-70°를 말한다 [4]. 미국방성에서 발간하는 MIL-HDBK 759A(1981)에서는 시각영역을 수직, 수평축에 대하여 선호영역(preferred viewing area), eye field와 head & eye field로 구분하였다 [14]. 선호영역은 정상시선의 상.하.좌.우로 각 15°씩의 크기를, eye field는 눈 중심선의 좌.우로 35°, 위쪽으로 40°, 아래쪽으로 20°의 크기를, head & eye field는 좌.우로 95°, 위쪽으로 90°, 아래쪽으로 85°의 크기를 가지는 영역을 말한다. 이상에서 살펴본 시각영역들은 시각작업의 배경 조건을 고려하지 않고, 배경에 아무 물체도 없는 백지 상태를 가정한 것이어서 실제 시각작업의 특성을 제대로 반영하지 못하고 있다. 따라서, 이들 시각영역을 설계 시에 지침(guideline)으로 사용할 경우, 시각작업의 특성을 제대로 반영하기 힘든 실정이다. 이를 극복하기 위하여 Kee et al.과 기도형 등은 비표적 밀도(nontarget density), 표적과 비표적의 크기 대비(size contrast), 표적의 색(target color) 등의 배경 조건을 고려한 4개의 meridian에 대한 시각영역

을 제시하였다 [1,8]. Kee et al.과 기도형 등은 Sanders와 미국방성의 분류 방식을 따라 시각영역을 stationary field, eye field와 head & eye field로 나누어 세 종류의 시각영역을 제시하였으며, head & eye field의 경우 미국방성에서 제시한 시각영역보다 크기는 60°이상 크게 나타났다. 이는 시각작업에 영향을 미치는 배경 조건들을 반영하여 이전의 연구들에 비하여 진일보하였다고 할 수 있으나, 미국방성의 시각영역에서와 같이 4개의 meridian에 대하여서만 시각영역을 제시하여 실제 사용에 제한이 있다. 즉, 수직, 수평축에 대한 시각영역만 제시하여 달걀 모양의 수평축이 긴 마름모 형태를 보이고 있으나, 실제 시각영역은 모든 방향에 대하여 존재할 것이므로 이에 대한 개선이 요구된다 하겠다.

이상의 시각영역보다 개선된 것으로 시각영역에 시간 개념을 도입한 등반응시간 영역(isoresponse time region)이 Haines et al.과 Kee et al.에 의하여 제시되어 있다 [5,7]. 이는 주어진 시간 범위 안에 볼 수 있는 시각영역을 나타낸 것으로 시각영역에 대한 세밀한 정보를 제시하고 있으나, 이를 위하여 배경 조건을 정량적으로 환산한 후 주어진 시간대에 대한 회귀식을 계산하여야 하는 복잡성을 문제점으로 가지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 시각작업에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있는 배경 조건을 구성하는 변수 - 표적과 비표적의 크기 대비(이하 '크기 대비'라 함), 비표적 밀도 -와 피실험자의 성별을 고려한 8개 meridian에 대한 좀 더 실제적인 시각영역을 제시하고자 한다. 시각작업의 배경 조건을 고려한 시각실험을 통하여 실제 적용 가능한 시각영역과

더불어 주어진 배경조건에 대한 시각영역을 예측할 수 있는 회귀식을 제시한다. 그리고, 본 연구에서 제시된 시각영역은 기존의 시각영역 중 시각작업 설계 시에 대표적으로 사용되고 있는 미국방성의 시각영역과의 비교를 통하여, 그 차이점을 제시하고자 한다.

## 2. 실험방법

### 2.1 피실험자

10명의 남자, 5명의 여자 피실험자가 본 연구의 실험에 참여하였으며, 이들은 모두 대학과 대학원에 재학 중인 안경을 착용하지 않는 학생들이었다. 피실험자 모두는 색맹 등의 시각적 이상 증세가 없으며, 이전에 본 실험과 유사한 시각작업을 경험한 적이 없다. 피실험자의 연령은  $24.8 \pm 2.1$ 세, 신장은  $170.0 \pm 7.0$ cm, 그리고 시력은 snellen acuity 로  $20/20 \pm 20/60$ 을 보였다.

### 2.2 실험기기

반지름이 28cm이고 측정 가능한 시야범위가 180°인 기존의 시야계(visual perimeter)를, 시야 범위를 35°까지 측정할 수 있도록 개조하여 실험기기로 사용하였다. 실험에 사용된 표적과 비표적은 산업 현장이나 자동차 등의 계기에서 쉽게 찾아 볼 수 있는 원형 심볼을 사용하였으며, 비표적의 크기는 자동차 등의 실제 계기에서 많이 사용되고 있는 크기로 수직, 수평으로 각 1.4°의 시각(visual angle)을 이루게 하였다. 표적의 크기는 실험 조건에 따라 달라지며, 다음 그림1과 같이 비표적과는 심볼의 방향이 다르다.

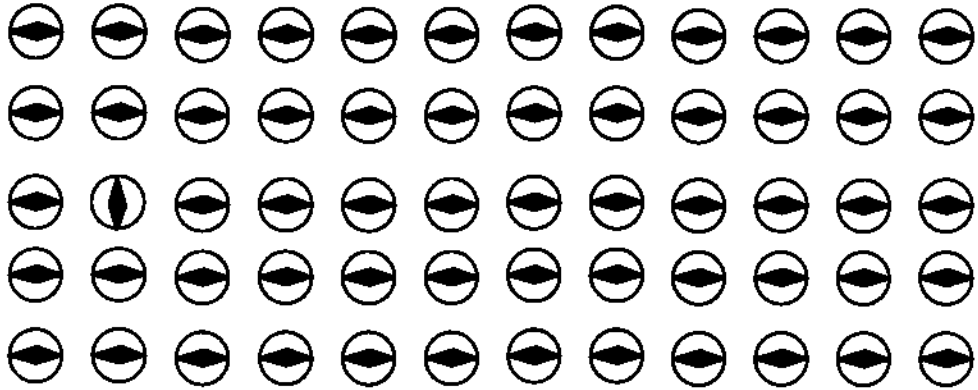


그림 1. 실험에 사용된 표적과 비표적

### 2.3 실험계획 및 절차

본 연구에서 시각작업의 배경을 나타내기 위하여 크기 대비, 비표적의 밀도, 그리고 meridian을 실험 조건을 나타내는 실험 변수로 사용하였으며, 완전요인계획법 (full factorial design)을 채택하여 실험을 수행하였다. 변수들의 정의와 수준은 표 1에 나와 있으며, meridian은 수직축 위가 0°를 나타내며 시계 방향으로 각도가 증가한다. 피실험자의 임무는 제시되는 비표적과 다른 방향의 심볼을 가지는 표적을 찾는 것이며, 실험자는 주어진 배경 조건과 표적을 피실험자에게 제시하여 stationary field, eye field, head & eye field 순으로 시각영역을 측정하였다. 각 시각영역의 크기는 표적이 보이지 않는 곳에서 시작하여 표적을 점차 움직여 표적이 보이기 시작하는 지점의 시각영역의 크기와, 반대로 표적이 보이는 곳에서 출발하여 보이지 않기를 시작할 때의 시각영역 크기의 평균값을 취하였다. Head & eye field에서 수평축(90°, 270°) 아래 부분(135°, 180°, 225°)은 시야계가 몸통에 가려 측정할 수 없기 때문에 제외하였다.

실험은 총 189개의 실험 조건으로 구성되어 있으며, 각 조건에 대하여 2회 반복 실험을 수행하여 하루 95회씩 4일간 실험을 수행하였다. 매 실험 session마다 실험에 들어가기 전에 실험 분위기에의 적응을 위하여 5회 정도의 연습을 실시하였으며, 매 32회 실험을 실시한 후에는 약 10분 정도의 휴식을 취하였다. 한 명의 피실험자의 실험 수행에는 약 10시간 정도가 소요되었으며, 실험 속도는 피실험자가 스스로 조절할 수 있게 하였다.

표 1. 실험 요인의 정의 및 수준

요 인	정의 및 수준
비표적 밀도 (D)	N/A, N=비표적의 수, A=시야계 면적 A=540 cm <sup>2</sup> , N=0, 135, 375
표적과 비표적의 크기 대비 (S)	$(H - H_0) / H_0$ , H=표적의 크기, H <sub>0</sub> =비표적의 크기 H=1.4°, H <sub>0</sub> =1.0°, 1.4°, 2.2°
Meridian (M)	축의 각도, M=0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°

### 3. 결과

#### 3.1 분산분석

실험 결과에 대한 분산 분석표는 다음 표 2에 제시되어 있으며, 본 연구에서 선정한 실험 변수 - 크기 대비, 비표적의 밀도, meridian-는 유의수준 1%에서 세 시각영역 모두에서 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 실험 변수 외의 피실험자와 피실험자의 성별도 유의수준 1%에서 세 종류의 시각영역 모두에서 유의한 것으로 나타나, 시각영역은 피실험자와 그의 성별에 따라 차이를 보이고 있다. 세 종류의 시각영역 모두에서 피실험자의 성별의 영향이 가장 크게 나타났다. 여기서, 피실험자는 피실험자의 성별에 중첩된 (nested) 변수로 가정한다. 본 연구에서 선정한 실험 변수로는 stationary field와 eye field

에서는 크기 대비의 영향이 가장 크게 나타났으며, 다음으로는 meridian, 비표적의 밀도의 순서로 영향이 크게 나타났다. Head & eye field에서는 meridian의 영향이 가장 크게 나타났으며, 다음으로 크기 대비, 비표적의 밀도의 영향이 큰 것으로 나타났다. 교호작용 (interaction effect)을 보면, stationary field와 eye field에서는 성별\*meridian, 성별\*크기 대비, 피실험자\*meridian, 피실험자\*크기 대비, 그리고 meridian\*크기 대비가 유의수준 5%에서 유의하게 나타나, meridian과 크기 대비의 영향은 피실험자와 그의 성별에 따라 다르게 나타남을 보이고 있다. Head & eye field에서는 성별\*meridian, 성별\*크기 대비와 피실험자\*meridian의 교호작용들이 5%에서 유의하게 나타났다. 이상의 분산 분석표의 교호작용에서 세 종류의 시각영역 모두에서 meridi-

표 2. 분산분석표

	Stationary field			Eye field			Head & eye field		
	DF	F	P	DF	F	P	DF	F	P
성별(G)	1	1636.7	0.000**	1	756.2	0.000**	1	1321.6	0.000**
피실험자(성별)(SB)	13	304.7	0.000**	13	210.9	0.000**	13	136.0	0.000**
비표적 밀도(D)	2	117.0	0.000**	2	52.7	0.000**	2	27.6	0.000**
Meridian(M)	7	127.6	0.000**	7	430.8	0.000**	4	726.2	0.000**
크기 대비(S)	2	1400.4	0.000**	2	471.3	0.000**	2	163.8	0.000**
G*M	7	8.7	0.000**	7	25.4	0.000**	4	49.2	0.000**
G*S	2	10.9	0.000**	2	7.1	0.000**	2	4.2	0.016*
G*D	2	2.4	0.096	2	0.3	0.715	2	0.4	0.694
SB*M	91	7.8	0.000**	91	23.7	0.000**	52	15.8	0.000**
SB*D	26	3.4	0.000**	26	0.9	0.687	26	0.7	0.848
SB*S	26	6.0	0.000**	26	2.9	0.000**	26	1.3	0.10
M*S	14	3.4	0.000**	14	2.1	0.003**	8	1.4	0.201
M*D	14	1.6	0.069	14	0.9	0.604	8	0.7	0.653

DF : degree of freedom, F : F value, P : P value,  
 \* : significant at  $\alpha=0.05$ , \*\* : significant at  $\alpha=0.01$

an과 크기 대비의 영향의 정도는 피실험자의 성별에 따라 달리 나타남을 알 수 있다.

3.2 meridian

세 종류의 시각영역에서의 meridian의 영향은 그림 2에 나와 있으며, 그림에서 보는 바와 같이 시각영역의 종류에 관계없이 거의 유사한 경향을 보이고 있다. 그림에서 수평축의 시각영역이 수직축보다 크게 나타나, 시각영역이 비대칭임을 보이고 있으며, 이는 다음 표 3의 T-test 결과로부터도 알 수 있다. Stationary field와 eye field에서 수평축(90°, 270°)의 크기가 수직축(0°, 180° in stationary field, 0° in eye field)보다 크게 나타났으며, eye field의 수직축에서 아래쪽 meridian(180°)이 위쪽 meridian(0°)보다 통계적으로 유의하게 크게 나타났다. 그리고, head & eye field에서는 수평축 위쪽 오른쪽 부분(45°, 90°)이

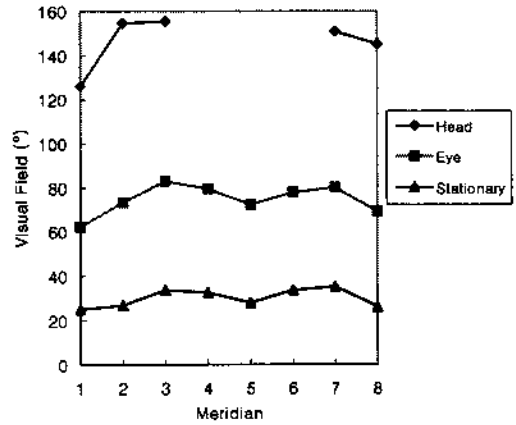


그림 2. 시각영역에서 meridian의 영향

왼쪽 부분(270°, 315°)보다 시각영역의 크기가 유의하게 크게 나타나, 세 종류의 시각영역이 수평축이 긴 달걀 모양의 비대칭임을 보이고 있다. 피실험자 15명의 좌·우 시력에 대한 pairwise T-test 결과는 좌·우 시력이 차이를 보이지 않고 있음( $p > 0.40$ )을 볼 때, 이

표 3. meridian별 시각영역의 크기 T-test

Meridian	Stationary field			Eye field			Head & eye field		
	DF	F	P	DF	F	P	DF	F	P
0° 180°	15	0.95	0.000**	15	-6.46	0.000**	not included in the experiment		
45° 225°	15	-2.22	0.042*	15	-2.82	0.013**	not included in the experiment		
90° 270°	15	-0.38	0.710	15	1.28	0.220	15	2.22	0.042*
135° 315°	15	1.91	0.075	15	-0.22	0.830	not included in the experiment		
45° 315°	15	0.22	0.830	15	1.77	0.096	15	4.67	0.000**
135° 225°	15	-0.43	0.680	15	0.97	0.350	not included in the experiment		
0°, 180° 90°, 270°	32	-3.28	0.003*	32	-7.64	0.000**	25	-17.22	0.000**

DF : degree of freedom, F : F value, P : P value,  
\* : significant at  $\alpha=0.05$ , \*\* : significant at  $\alpha=0.01$

러한 비대칭성은 좌.우 시력의 차이에 의한 것이 아니라 신체 부위의 운동 방향별 유연성의 차이, 눈의 고유한 특성에 기인한 것으로 생각된다.

### 3.3 성별

남녀의 시각영역의 크기를 비교하여 보면, 여자의 시각영역이 남자의 시각영역보다 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하게 크게 나타났다으며, 이는 남녀 시각영역에 대한 T-test 결과를 나타낸 표 4와 그림 3에서도 알 수

표 4. 성별에 따른 시각영역의 T-test

		N	Mean	T value	P value
Stationary field	female	720	35.30	18.12	0.000**
	male	1440	25.34		
Eye field	female	720	78.82	14.48	0.000**
	male	1375	70.57		
Head & eye field	female	450	156.06	18.28	0.000**
	male	870	136.77		

\* : significant at  $\alpha=0.01$

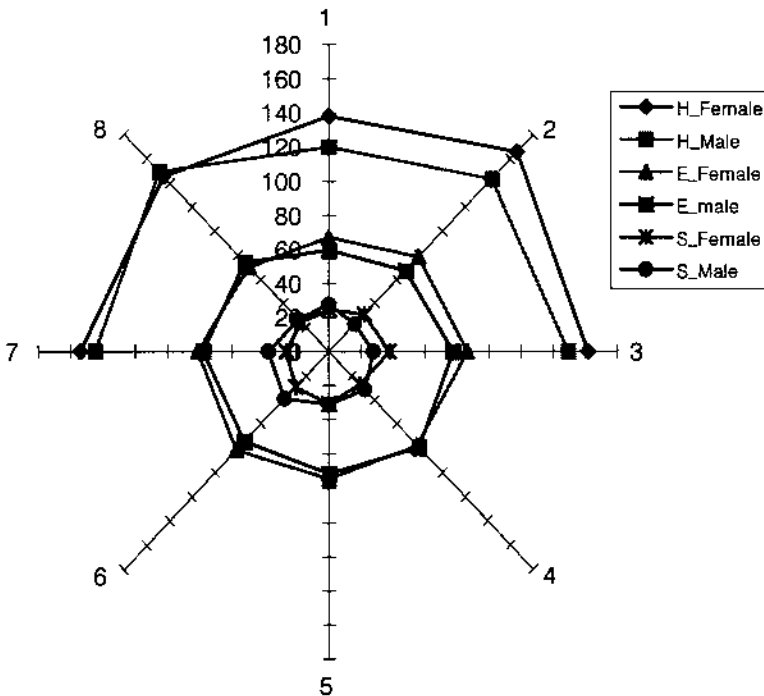


그림 3. 성별에 따른 시각영역

있다. 구체적 크기를 보면 여자의 시각영역이 stationary field에서는 약 10°(약 40%), eye field에서는 약 8°(약 12%), 그리고 head & eye field에서는 약 20°(약 15%) 정도 남자의 시각영역보다 크게 나타났다. 이러한 차이는 그림 3에서 보는 바와 같이 수평축 위의 오른쪽 부분에서 크게 나타나고 있다. T-test 결과 남녀의 시력이 차이를 보이지 않아( $p > 0.30$ ), 이러한 차이는 stationary field와 eye field에서는 여자가 남자보다 크기 대비와 meridian에 민감하게 반응하며, eye field와 head & eye field에서는 여자의 목과 눈의 동작범위(range of motion)가 남자보다 크기 때문인 것으로 추측된다.

### 3.4 시각영역

일반적으로 시각영역을 제시할 때 사용되는 백지 상태의 배경 조건(비표적 밀도 : 0)에서의 본 연구의 시각영역의 크기가 표 5에

표적의 크기에 따라 제시되어 있으며, 그림 4에는 표적의 크기가 1.4°일 때의 시각영역을 제시하고 있다. 이는 현재 시각작업의 설계 시에 가장 많이 언급되며 사용되고 있는 미국방성의 시각영역보다 상당히 크게 나타나 차이를 보이고 있다.

시각작업의 배경 조건에 따른 시각영역을 예측하기 위한 방법으로, 다중회귀식을 제시하고자 한다. 여기서 독립 변수로는 분산분석에서 영향이 통계적으로 유의하게 나타난 크기 대비, 비표적의 밀도, meridian과 피실험자의 성별을 사용하였다. 성별과 meridian을 나타내기 위하여 4개의 지시(indicator) 변수를 사용하였으며, 그 중 하나의 변수는 성별을 나타내기 위하여 사용되었으며(남:1, 여:0), 나머지 3개의 변수는 meridian을 나타내기 위하여 사용되었다(표 6).

각 시각영역에서의 다중회귀식은 다음과 같다.

표 5. 배경이 배기지상태일 때의 시각영역 (°)

			0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
표적의 크기	1.0°	Stationary field	20.0	22.0	29.0	28.0	23.0	31.0	30.0	23.0
		Eye field	60.0	69.0	80.0	77.0	71.0	76.0	77.0	65.0
		Head & eye field	123.0	153.0	153.0	*	*	*	149.0	144.0
	1.4°	Stationary field	23.0	29.0	36.0	35.0	29.0	37.0	37.0	27.0
		Eye field	63.0	75.0	85.0	83.0	73.0	80.0	82.0	70.0
		Head & eye field	128.0	157.0	158.0	*	*	*	153.0	147.0
	2.2°	Stationary field	34.0	38.0	46.0	44.0	39.0	45.0	48.0	35.0
		Eye field	68.0	81.0	89.0	84.0	77.0	82.0	89.0	76.0
		Head & eye field	131.0	163.0	162.0	*	*	*	158.0	150.0

\* : not measured



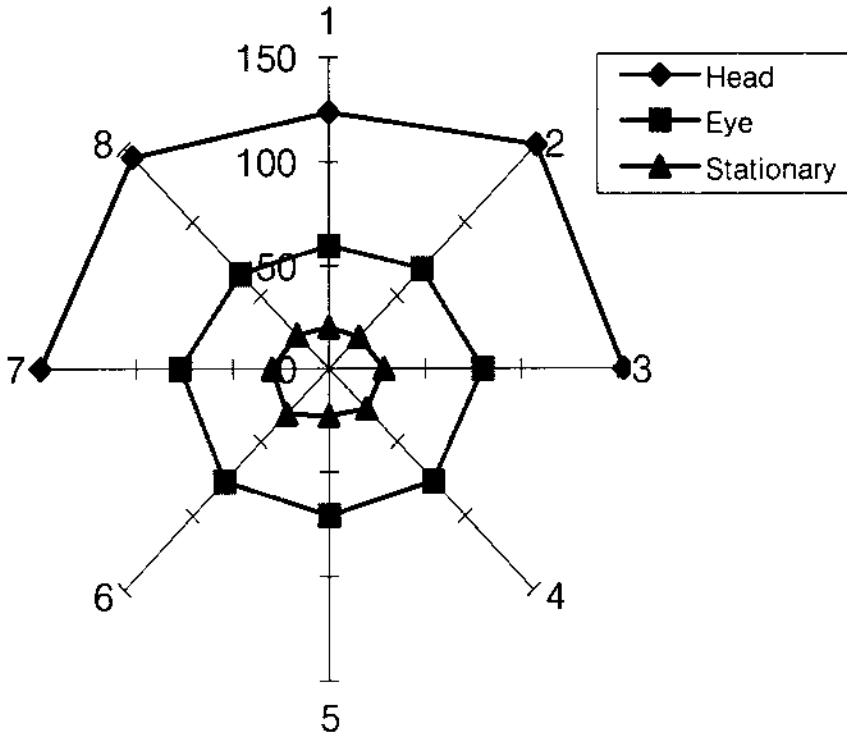


그림 4. 배경이 백지상태이고 표적의 크기가 1.4°일 때의 시각영역

표 6. meridian을 나타내는 지시 변수

Meridian(M)	m1	m2	m3
0°	0	0	0
45°	1	0	0
90°	0	1	0
135°	0	0	1
180°	1	1	0
225°	1	0	1
270°	0	1	1
315°	1	1	1

$$\text{Stationary Field}(\text{°}) = 21.84 + 1.28*m1 + 3.54*m2 - 0.66*m3 + 7.77*\text{크기 대비} - 2.09*\text{비표적의 밀도} - 10.32*\text{성별}$$

(R<sup>2</sup> = 82 %)

$$\text{Eye Field}(\text{°}) = 68.77 + 0.39*m1 + 6.47*m2 + 0.64*m3 + 4.44*\text{크기 대비} - 1.29*\text{비표적의 밀도} - 8.19*\text{성별}$$

(R<sup>2</sup> = 56 %)

$$\text{Head \& eye Field}(\text{°}) = 137.82 - 13.14*m1 + 20.91*m2 + 11.51*m3 + 4.28*\text{크기 대비} - 1.61*\text{비표적의 밀도} - 17.12*\text{성별}$$

(R<sup>2</sup> = 67 %)

### 3.5 기존 연구와의 비교

서론에서 언급한 바와 같이 현재까지 몇 가지의 시각영역이 발표되어 있으나, 미국방성에서 제시한 시각영역이 설계 시에 대표적으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 미국방

성에서 제시한 eye field와 head & eye field를 본 연구의 결과와 비교하고자 한다. 그러나, 미국방성의 시각영역이 제시된 실험 조건 - 표적의 크기, 조명 수준 등이 알려져 있지 않아 정확한 비교는 불가능하므로, 여기에서는 개략적인 비교를 하고자 한다. 따라서, 본 연구에서는 가능하면 미국방성의 시각영역과 같은 조건으로 비교하기 위하여, 미국방성에서와 같이 배경이 백지 상태인, 즉 비표적이 없는 조건의 시각영역만을 사용하여 미국방성의 시각영역과 비교한다. 미국방성의 eye field와 head & eye field의 크기는 표 7에 나와 있으며, 표 7과 그림 5에서 보

표 7. 미국방성의 시각영역 (°)

	Eye field	Head & eye field
0°	40.0	90.0
90°	35.0	95.0
180°	20.0	85.0
270°	35.0	95.0

는 바와 같이 미국방성의 시각영역은 4개의 meridian에 대하여 제시하고 있다. 표 5에 나와 있는 본 연구의 배경이 백지상태인 eye field와 head & eye field와 미국방성의 eye field와 head & eye field를 비교하여 보면, 표

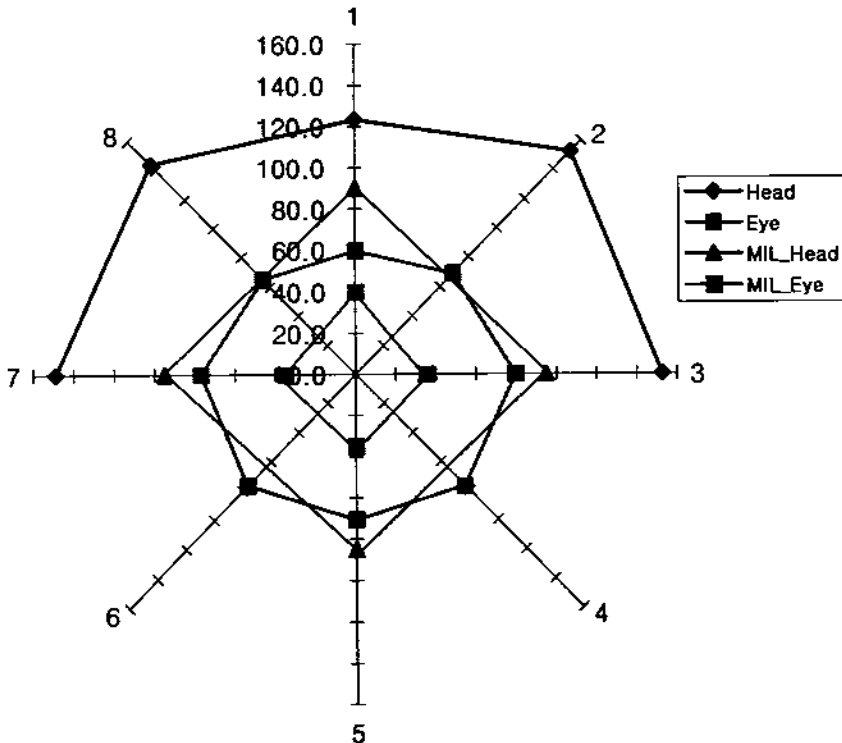


그림 5. 미국방성과 본 연구의 시각영역 비교  
(본 연구의 시각영역은 배경이 백지 상태이고 표적의 크기는 1.0°임)

적이 가장 작을 때(1.0°)에도 본 연구의 두 시각영역보다 미국방성의 시각영역이 작음을 알 수 있다(그림 5). 이러한 차이는 표적의 크기가 커질수록 크게 나타나, 표적의 크기가 2.2°일 때 eye field에서는 meridian에 따라 약 30-60°, head & eye field에서는 약 40-70° 정도 본 연구의 결과가 큰 것으로 나타났다. 이러한 사실은 표적이 큰 것은 시각 작업 설계시에 기존의 주시각영역(primary visual field)보다 외곽에 배치할 수 있음을 의미하여, 좁은 영역에 많은 계기를 배치하여야 하는 설계 문제에 융통성을 줄 수 있음을 암시한다.

그리고, 미국방성의 두 시각영역은 수평축에 대하여 좌.우 대칭인 모양으로 제시하고 있으나 (수직축의 상.하도 거의 대칭임), 본 연구에서 제시한 head & eye field는 수평축의 오른쪽 부분이 긴 좌.우 비대칭인 것으로 나타나 차이를 보이고 있다. 따라서, 시각영역이 시각 작업의 설계 지침으로 사용되기 위해서는 본 연구의 시각영역보다 작고 대칭적인 미국방성의 시각영역은 배경 조건을 고려한 비대칭적인 모양으로 수정되어야 할 것으로 생각된다.

#### 4. 결론 및 추후 연구방향

본 연구에서는 시각 실험을 통하여 시각영역의 크기에 표적과 비표적의 크기 대비, 비표적의 밀도 등의 배경 조건과 피실험자의 성별이 통계적으로 유의한 영향을 미침을 보였다. 이러한 시각 실험의 결과에 근거하여 표적과 비표적의 크기 대비, 비표적의 밀도 등의 배경 조건과 성별을 고려한 8개의 meridian에 대한 세 종류의 시각영역 -station-

ary field, eye field, head & eye field-과, 이를 예측할 수 있는 회귀식을 제시하였다. 이는 시각작업의 배경 조건을 고려하지 않고 4개의 meridian에 대하여 제시한 기존의 시각영역에 비하여 실제 활용성을 제고하였다 하겠다. 더불어, 시각영역에 대한 성별의 영향을 제시하여 시각작업 설계와 이에 종사할 작업자를 선발하는 데에 참조할 수 있게 하였다.

추후에는 비표적의 상이성(heterogeneity), 다양한 모양의 표적 등을 고려한 좀 더 실제적인 시각작업의 조건을 고려한 시각영역에 대한 연구와, 성별, 연령 등을 고려한 다양한 피실험자에 대한 실험을 수행하여 좀 더 일반적인 시각영역에 대한 연구가 요망된다.

#### 참고문헌

- [1] 기도형, “제품설계와 평가를 위한 시각영역의 생성”, 대한인간공학회지, Vol. 14, No. 1, 1995, pp. 59-67.
- [2] Drury, C.G., and Clement, M.R., “The Effect of area, density, and number of background characters on visual search”, Human Factors, 20(5), 1978, pp. 597-602.
- [3] Eastman Kodak Human Factors Section, *Ergonomic Design for People at Work*, Volume 1, Lifetime Learning Publications : Belmont, CA, 1983.
- [4] Grandjean, E., *Fitting the Task to the Man*, 4th edn, Taylor & Francis, London, 1993.
- [5] Haines, R.F. and Gilliland, K., “Isoresponse Time in the full visual field”, Journal of Applied Psychology, 58( 3), 1973, pp. 289-295.

- [6] Heuer, H., Bruwer, M., Romer, T., Kroger, H., and Knapp, H., "Preferred vertical gaze direction and observation distance", *Ergonomics*, 34(3), 1991, pp. 379-392.
- [7] Kee, D., Jung, E.S. and Chung, M.K., "Isoresponse time regions for the evaluation of visual search performance in ergonomic interface models", *Ergonomics*, 35(3), 1992, pp. 243-252.
- [8] Kee, D., Jung, E. S., Kang, D., and Shin, Y., "Generation of more practical visual field", Proc. of the 3<sup>rd</sup> Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics, 1994, pp. 598-602.
- [9] Kroemer, K.H.E, and Hill, S.G., "Preferred line of sight angle", *Ergonomics*, 29(9), 1986, pp. 1129-1134.
- [10] Monk, T.H., and Brown, B., "The effect of target surround density on visual search performance", *Human Factors*, 17(4), 1975, pp. 356-360.
- [11] Sanders, A.F., "Some aspects of the selective process in the functional visual field", *Ergonomics*, 13(1), 1970, pp. 101-117.
- [12] Sanders, M.S., and McCormick, E.J., *Human factors in engineering and design*, Seventh edn, McGraw-Hill Book Company, New York, 1993.
- [13] Salvendy, G., *Handbook of Human Factors*, John Wiley & Sons : New York, 1987.
- [14] U.S. Department of Defense, *Human Factors Engineering Design for Army Material(MIL-HDBK 759A)*, Washington, DC, 1981.
- [15] Van Cott, H.P. and Kinkade, R.G., *Human Engineering Guide to Equipment Design*, Revised edn, McGraw-Hill, New York, 1972.