

시각작업의 설계와 평가를 위한 표적의 크기, 색과 위치에 따른 시각영역

기도형†

계명대학교 산업시스템공학과

Visual Fields Reflecting Effects of Target Size, Color and Meridian in Visual Tasks

Dohyung Kee

Department of Industrial and Systems Engineering, Keimyung University, Daegu, 704-701

This study aims to develop three types of the visual fields: stationary field, eye field, and head field, which are classified depending upon the eye and head movements. A visual experiment taking target size, target color, and meridian into account was conducted, in which the L32 orthogonal array was employed. The results showed that target size and meridian were significant at $\alpha = 0.01$ in all three visual fields. Contrary to expectation, target color was significant at $\alpha = 0.10$ only in the head field. Furthermore, the differences in size of the head field depending upon four target colors were negligibly small. Three linear regression models were provided to generate visual fields which are appropriate for given visual task's characteristics. In addition, a simple method using adjusting factor was also proposed so that anyone without knowledge for human factors/ergonomics can easily generate and use them when designing or evaluating visual tasks. It is expected that the visual fields presented in this study can be easily used even by non-ergonomic experts in real situations due to their simplicity.

Keywords : visual field, stationary field, eye field, head field, visual task

1. 서론

조종장치(control)와 표시장치(display)의 인간공학적 배치(arrangement)는 인적 오류(human error)를 방지하고, 이로 인한 사고의 예방을 위해서 중요하다. 이들의 잘못된 설계는 크고 작은 사고를 유발할 수 있으며, 산업의 발달과 함께 복잡하여진 시스템에서는 대형 사고로 연결될 수 있다. 실제로 잘못된 조종장치와 표시장치의 배치가 미국 Three Miles Island의 원자력발전소 2호기(TMI-2)의 방사능 누출 사고의 하나의 원인으로 작용하였다(Casey, 1993). 조종장치와 표시장치를 인간공학적으로 올바르게 배치하기 위해서는 인간공학 전문가가 아

니더라도 설계시 쉽게 참조할 수 있는 지침이 필요하다. Van Cott and Kinkade(1972)는 주된 시각적 임무, 주시각 임무와 교호작용하는 보조조종장치, 조종장치/표시장치 등의 순으로 배치시 고려되어야 하는 우선 순위를 제시하고 있다. 이러한 우선 순위에 따라 조종장치와 표시장치를 배치하려면 계기들을 배치할 수 있는 유용한 공간을 중요도에 따라 몇 개의 영역으로 나눌 수 있어야 한다. 이를 위하여 인간의 감각 중 가장 많은 정보를 취득하는 시각작업에서는 시각영역(visual field)이 자주 사용되고 있다.

일반적으로 시각영역은 눈과 머리의 움직임의 허용 여부에 따라 stationary field, eye field, head field로 나누어진다(Sanders, 1970). 현재까지 시각작업의 설계에는 미국방성에서 제시하고

있는 MIL-HDBK 759A(1981)의 선호영역(preferred viewing area), eye field, head and eye field 등의 시각영역이 많이 사용되고 있다. 이러한 미국방성의 시각영역들은 간단하여 참조하기 쉬우나, 시각영역의 크기에 큰 영향을 줄 수 있는 표적과 배경 조건이 전혀 고려되어 있지 않아 실제 시각작업의 설계에 사용되기에는 문제가 있다. Oosimamasa(1973)은 시각영역을 구분하지 않고 표적의 크기, 색, 광도에 따라 시각영역(크기로 보아 stationary field에 해당하는 것으로 추정됨)의 크기가 달라짐을 각 요인별로 독립적으로 보였다. Boff and Lincoln(1988)은 과거의 여러 연구들을 종합하여 표적의 크기와 색이 시각영역 중 eye field의 크기에 영향을 미침을 밝혔다. 그러나 Oosimamasa(1973)와 Boff and Lincoln(1988)의 연구는 세 시각영역 중 eye field나 stationary field만 다루었으며, 표적 조건들의 영향을 정량화하지 않고 단지 표적의 조건에 따라 시각영역의 크기가 달라진다는 사실만을 제시하고 있으며, 표적의 크기가 실제 사용되는 것보다 매우 작거나(최대 20') 시각(visual angle)이 아닌 절대적인 크기(mm 단위)로 제시하고 있어 현실적으로 참조하기 어려운 문제가 있다.

Wulfec(1958)은 4개의 meridian에 대한 eye field와 head and eye field의 크기를 제시하였으나, 실험 시 사용된 표적의 크기 등의 실험조건을 제시하지 않았고, 시각영역을 좌우 대칭인 것으로 가정하고 있으며 stationary field는 제시하지 않았다. Kee(1995, 1997)는 비표적 밀도(nontarget density), 표적과 비표적의 크기 대비(size contrast)를 고려한, 4개의 meridian과 8개의 meridian에 대한 Sanders(1970)의 분류에 의한 3가지의 시각영역을 제시하였다. Kee(1997)의 연구는 세 종류의 시각영역을 제시하고 시각작업의 배경조건과 8개 meridian을 고려하여 실제 시각작업의 상황에 근접한 것이라 할 수 있으나, 시각영역의 생성을 위해서는 비표적의 밀도와 표적과 비표적의 크기 대비를 정의하여야 하는 등 인간공학적 지식이 없는 현장의 실무자들이 사용하기에는 간단하지 않은 문제점이 있다. 따라서, 이러한 시각영역이 인간공학의 비전문가인 현장의 실무자들도 실제 시각작업의 설계에 시각영역을 사용할 수 있도록 하기 위해서는 좀 더 단순하고 쉬운 시각영역의 생성 방법이 요구된다고 할 수 있다.

본 연구에서는 지금까지의 연구에서 시각영역의 크기에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 표적에 관련된 요인들만을 실험 변수로 하여, 누구나 쉽게 산출하여 사용할 수 있는 시각영역을 제시하고자 한다. Kee(1995, 1997)의 연구에서 표적과 비표적의 크기 대비가 시각영역의 크기에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 다음으로 meridian, 비표적 밀도의 순서로 영향의 정도가 큰 것으로 나타났다. Boff and Lincoln(1988)과 Oosimamasa(1973)의 연구에서는 표적의 크기와 색이 큰 영향을 미침을 보였다. 따라서, 본 연구에서는 이들 중 영향이 큰 것으로 밝혀진 표적에 관련된 표적 크기와 표적 색을 반영하는 시각영역을 8개의 meridian 상에 제시하고자 한다. 시각영역은 Sanders(1970)의 분류에 따라 stationary field, eye

field, head field로 나누어 제시한다. 여기에서 stationary field는 눈과 목을 움직이지 않고 고정된 상태에서 파악할 수 있는 시각영역을, eye field는 눈만을 움직여 파악할 수 있는 시각영역을, 그리고 head field는 눈과 목을 움직여 파악할 수 있는 최대 시각영역을 의미한다.

2. 실험방법

2.1 피실험자

시각영역의 생성을 위한 실험에는 건강한 남자 대학생 19명이 참가하였으며, 피실험자에게는 실험 수행시간에 대한 수당을 지급하였다. 모든 피실험자는 이전에 본 실험과 유사한 시각작업에 종사한 적이 없으며 색맹 등 시각적 이상 등의 병력이 없는 자로 하였다. 피실험자는 안경을 착용하지 않았으며 이들에 대한 인체측정치 및 시력의 평균과 표준편차는 다음과 같다: (1) 나이 - 24.5세 \pm 1.4, (2) 신장 - 175.6cm \pm 5.7, (3) 시력(relative acuity) - 좌 1.14 \pm 0.30, 우 1.08 \pm 0.38. 좌우 시력은 pairwise t-test에서 유의수준 10% 이상에서 차이가 없는 것으로 나타났다.

2.2 실험 기기 및 방법

실험 기기로는 한 방향(meridian)으로 90°까지의 시야 범위를 측정할 수 있는 기존의 시야계(perimeter, Takei사)를 170°까지 측정할 수 있도록 개조하여 사용하였다. 즉, 기존의 시야계를 분해하여 시야계의 한쪽 끝이 시야계의 중심에 오도록 재조립하여 측정 가능 시야범위가 한 방향으로 170°가 되도록 하였으며, 실험조건에 따라 시야계의 조립과 분해를 반복하였다. 실험 수행시에는 시야계의 중심이 피실험자의 눈 높이에 오도록 실험 table의 높이를 조절하여 사용하였다. 실험에 사용된 표적은 자동차나 산업체의 계기에 많이 사용되고 있어 쉽게 찾아볼 수 있는 원형 심볼을 사용하였다(<그림 1>).

실험에는 표적 크기, 표적 색과 meridian을 변수로 사용하였으며, 그 내용은 다음 <표 1>과 같다. meridian은 표적이 놓이는 축의 위치를 말하며, 일반적으로 수직축 위 부분을 0°로 하고 시계 방향으로 각도가 증가하는 식으로 나타낸다. 표적의 크기는 기존의 시각영역에 관한 연구들(Sanders, 1970; Kee, 1995, 1997)에서 많이 사용되는 크기와 실제 산업 현장, 자동차, 항공기 등의 계기들에서 사용되고 있는 크기를 고려하여



그림 1. 실험에 사용된 표적.

표 1. 실험 변수

요 인	수 준
표적의 크기	0.6°, 1.0°, 1.4°, 1.8°
표적의 색	검정, 빨강, 파랑, 녹색
meridian	0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°

선정하였으며, 표적의 색은 대표적 색 4종류를 선정하였다. <표 1>에 나오는 실험 변수와 수준에 대하여 완전요인 계획법(full factorial design)으로 실험을 수행하기에는 실험의 크기가 크므로, 본 연구에서는 32회의 실험으로 이들 요인들을 반영할 수 있는 L32 직교배열표(orthogonal array)를 채택하였다. 직교배열표의 배열 원칙에 따라 표적의 크기는 1, 2, 3열에, 표적의 색은 4, 8, 12열에, 그리고 meridian은 5, 6, 7, 16, 21, 22, 23열에 배열하였다. 또한, 각 실험변수의 수준들은 할당된 열에 random하게 배치하였다.

실험 순서는 모든 피실험자에게 random하게 하였으며, 실험에 앞서 피실험자의 눈 높이에 알맞게 실험 table의 높이를 조절하여 시야계의 높이를 조정하였다. 피실험자는 시야계의 턱 받침대에 턱을 고정시킨 후, 실험조건(treatment)에 따라 실험자가 제시하는 표적의 원 내에 있는 다이아몬드 모양이 가리키는 수직 혹은 수평의 방향을 구별하는 실험을 수행한다. 여기서 피실험자는 표적의 색에 관계없이 표적의 방향만을 구분한다. head field의 측정시에는 머리를 살짝 들어 턱 받침대를 회전점으로 하여 머리를 회전하도록 하였다. 실험에서는 표적이 눈에서 보이는 곳에서 시작하여 표적을 점차 바깥쪽으로 움직여 보이지 않을 때까지의 시각영역과, 표적이 보이지 않는 곳에서 시작하여 보이기 시작하는 지점까지의 시각영역을 각각 구하였다. 주어진 실험조건에 대한 시각영역은 이상과 같이 구하여진 2 시각영역의 평균치로 하였다. 매 실험에서 실험 속도는 피실험자 스스로 조절할 수 있게 하였으며, 한번의 실험에서 stationary field, eye field, head field의 순서로 3 시각영역을 측정하였다. 수직 축 아래 부분인 180°의 meridian에서는 몸통 때문에 시야계를 head field의 측정에 알맞게 set-up할 수 없으므로(이 meridian 상에서는 몸통에 가려 90° 이상을 측정할 수 없음), 이 meridian은 head field 측정 실험에서 제외하였다.

본(main) 실험의 시작 전에 5~10회의 연습을 시행하여 피실험자가 실험 환경에 적응하게 하였다. 5회의 실험 수행시마다 5분 이상의 휴식 시간을 피실험자에게 주었으며, 휴식 시간 동안에 녹색이 많은 산을 바라보게 하여 눈의 피로를 줄일 수 있도록 하였다. 매 실험 사이에도 실험자가 시야계를 실험조건에 맞게 조정하는 동안, 피실험자는 약 1분 정도의 휴식을 취하였다. 실험은 하루에 16회씩 수행하여 전체 실험을 수행하는 데는 2일이 걸렸으며, 16회의 실험 수행에는 약 2시간이 소요되었다. 실험은 환기가 잘되며 조도가 450 lux 이상인 밝은 공간에서 수행되었다.

3. 결과

3.1 분산분석

분산 분석의 결과는 다음 <표 2>에 정리되어 있으며, 표적의 크기, meridian은 유의수준 1%에서 3시각영역 모두에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 표적의 색은 head field에서만 유의수준 10%에서 유의한 것으로 나타났다. 표에서 보는 바와 같이 표적의 크기가 3종류의 시각영역 모두에 가장 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

3.2 표적 색의 영향

시각영역 측정을 위한 실험에 사용된 4가지 표적의 색에 따른 시각영역의 크기를 <그림 2>에 나타내었으며, 그림에서 보는 바와 같이 위의 분산분석에서처럼 그 영향이 매우 미미함을 알 수 있다. <그림 2>에서 각 표적의 색에 대한 stationary field와 eye field의 크기는 8개 meridian의, head field의 크기는 7개 meridian에 대한 시각영역의 평균값이다. 분산분석에서는 표적의 색의 영향이 head field에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났으나, 그림에서는 빨간색의 시각영역이 조금 크나 그

표 2. 분산분석표

시각영역	요 인	자유도	Mean Square	F value
stationary	표적의 크기	3	3481.15	597.16**
	표적의 색	3	3.37	0.59
	meridian	7	140.83	24.64**
	error	18	5.71	
eye	표적의 크기	3	4227.27	356.76**
	표적의 색	3	11.88	1.03
	meridian	7	1063.16	90.74**
	error	18	11.84	
head	표적의 크기	3	3934.46	576.03**
	표적의 색	3	19.98	2.88*
	meridian	6	108.88	15.93**
	error	15	6.83	

*significant at $\alpha = 0.10$, **significant at $\alpha = 0.01$.

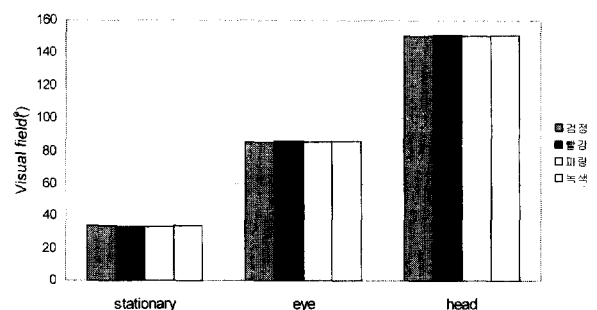


그림 2. 표적의 색에 따른 시각영역.

차이는 매우 작은 것을 볼 수 있다.

3.3 시각영역

시각영역은 시각작업의 특성 중 표적의 크기 및 색에 따라 시각영역을 생성하여 사용할 수 있도록, 일반적인 회귀식의 형태와 adjusting factor를 이용하여 단순 덧셈만으로 생성할 수 있는 방법 등 2가지의 방법을 제시하였다. 회귀식에는 분산분석에서 유의한 것으로 나타난 변수를 독립변수로 하였다. head field에서 $\alpha = 0.10$ 에서 유의하게 나타난 표적의 색은 <그림 2>에서 보는 바와 같이 색간 차이가 약 1° 전후로 작아, 실제 시각작업 설계시에 그 차이가 큰 의미가 없을 것으로 생각되어 회귀식에 포함하지 않았다. 따라서, 세 시각영역 모두에서 표적의 크기와 meridian이 독립 변수로 사용되었다. 8개의 meridian을 나타내기 위하여 세 개의 지시변수(indicator variable)를 사용하였으며, 사용된 지시변수는 다음 <표 3>과 같다. 표적의 크기는 정량적 변수이므로 <표 1>에 사용한 단위를 그대로 사용하였으며, 세 시각영역에 대한 회귀식은 <표 4>에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 stationary field와 head field의 R²값이 각각 약 85%와 76%로 선형 회귀식으로 fitting의 정도가 좋음을 보이고 있다.

연구의 목적에서 언급한 바와 같이 인간공학 비전문가도 설계시 시각영역을 쉽게 참조할 수 있도록, 복잡한 회귀식의 계산 과정 없이 adjusting factor를 이용하여 간단한 덧셈만으로 시각영역을 구할 수 있도록 다음과 같은 방법을 제시한다. 즉,

표 3. meridian 지시변수

	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

표 4. 시각영역의 회귀식

시각영역	회귀식	R ² (%)
stationary field	$7.55 + 21.36 * \text{표적의 크기}(°) - 3.94 * m1 + 1.44 * m2 + 2.81 * m3$	85.4
eye field	$61.88 + 19.24 * \text{표적의 크기}(°) - 7.41 * m1 + 1.22 * m2 + 7.12 * m3$	58.5
head field	$107.25 + 32.77 * \text{표적의 크기}(°) + 3.54 * m1 + 6.87 * m2 - 2.15 * m3$	75.5

표 5. 시각영역의 크기

meridian \ 시각영역(°)	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	adjusting factor
stationary field	20	16	22	23	18	19	25	21	4°
eye field	73	66	75	81	67	73	82	74	4°
head field	127	130	134	125	137	128	132	135	7°

본 연구에서 사용한 표적의 크기 중 가장 작은 0.6°에 대한 각 시각영역을 기본(base)으로 하고, 표적의 크기가 이보다 커질 때 마다 일정량을 더하면 시각영역이 구해지게 한다. 위의 <표 5>에는 meridian별로 표적의 크기가 0.6°일 때의 각 시각영역의 크기와 이에 더해지는 adjusting factor의 값이 나와 있다. <표 5>에서 meridian별 시각영역의 크기는 회귀식을 이용하여 계산한 것이고, adjusting factor는 회귀식에서 표적의 크기의 계수값에 0.2를 곱한 값의 근사치이다. 여기서, adjusting factor는 표적의 크기가 0.2° 커질 때마다 시각영역의 기본값에 더해 여지는 값이다. 표적의 크기가 일정량 증가할 때의 시각영역의 상대적 증가량을 나타내고자 할 때, 표적 크기의 증가량이 0.1°일 때는 시각영역의 증가량이 작아(2~3.3°) 이에 따른 시각영역의 변경이 큰 의미가 없으므로 적당한 크기의 변화를 수반하는 0.2°를 선택하였다. 따라서, 시각영역은 표적 크기가 0.6°일 때의 크기에 표적이 0.6°에 비하여 커진 정도에 대한 adjusting factor의 값을 더하여 구한다. 예를 들어, 표적이 1.0°일 때 head field의 0° meridian 상의 시각영역의 크기는, 표적이 0.6°에 비하여 0.4°가 커졌으므로 adjusting factor 7°의 2배를 기본값에 더하여, 즉 $127 + 2 * 7 = 141$ 가 된다. 이 값은 회귀식을 이용하여 구할 때의 140°와 거의 같게 된다.

세 시각영역을 8개의 meridian 상에 나타내면 다음 <그림 3>과 같다. 여기에서 meridian을 표시하는 숫자 1은 0°, 2는 45° 등으로 숫자의 증가에 따라 시계 방향으로 45°씩 증가한다. 그림에서 보는 바와 같이 수직 축 위보다는 아래쪽과 수평축 상이, 왼쪽보다는 오른쪽 부분이 조금 큼을 보이고 있다. 수직 축 아래에 있는 meridian 180°(<그림 3>에서 '5') 상에서의 head field

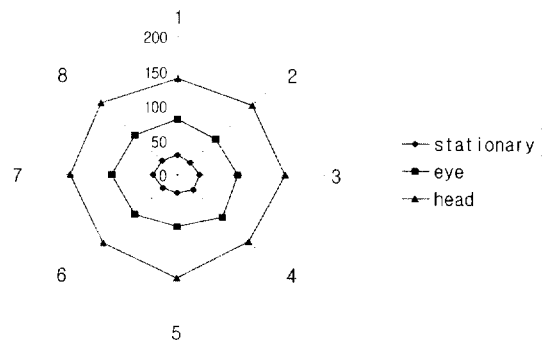


그림 3. 표적의 크기가 1.0°일 때의 시각영역.

는 실제 실험을 수행하지 않았으나, 회귀식을 이용한 추정 값을 나타낸 것이다. 앞에서 언급한 바와 같이 이 meridian에 대해서는 현실적으로 head field에 대한 실험을 수행할 수 없었으나, 다른 실험조건을 바탕으로 추정 값을 나타내어 실제 시각 작업 설계시에 참조할 수 있게 하였다.

3.4 타 연구와의 비교

현재까지 발표되어 있는 여러 시각영역 중 Wulfreck(1958), Oosimamasa(1973), Boff and Lincoln(1988), MIL-HDBK 759A (1981)의 시각영역과 본 연구의 결과를 비교한다. 그러나 선행 연구들이 본 연구와 실험조건이 다를 뿐만 아니라 표적의 크기 등의 실험조건을 명확히 밝히지 않아 정확한 비교는 어려운 실정이다. 그리고 선행 연구들은 본 연구에서와 같이 세 종류의 시각영역을 모두 다루지 않고, 하나 혹은 두 종류의 시각영역만을 다루고 있다. 따라서, 여기에서는 시각영역의 크기가 연구에 따라 차이를 보이고, 본 연구에서 제시한 시각영역의 크기의 타당성을 제시하기 위하여 기존 연구와의 비교 결과를 제시한다. Wulfreck(1958), Oosimamasa(1973), Boff and Lincoln(1988)의 연구 결과는 본 연구에서처럼 구체적으로 시각영역을 분류하지 않고 있으나, 여기에서는 개략적인 비교를 위하여 제시된 시각영역의 크기를 기준으로 본 연구에서 분류한 세 종류의 시각영역에 matching시킨 것이다. 다음 <표 6>에서 본 연구의 표적 크기는 시각이 1.0°이며, Oosimamasa(1973)의 연구에서는 본 연구의 표적 크기 1.0°에 가장 가까울 것으로 생각되는 10 mm 표적에 대한 자료이며, Boff and Lincoln(1988)은 자료는 제시한 표적의 크기 중 가장 큰 20'에 해당하는 시각영역이다. Boff and Lincoln(1988)은 오른쪽 monocular visual field에 대해서만 표적의 크기에 따른 시각영역을 제시하고 있어, <표 6>의 수치는 이를 나타낸 것이다.

<표 6>에서 보는 바와 같이 미국방성(1981)의 시각영역을

제한 연구들의 시각영역은 차이가 있기는 하지만, 표적 크기의 차이를 고려하면 그 크기가 어느 정도 비슷하다고 할 수 있다. 반면, 미국방성(1981)의 eye field는 본 연구의 stationary field와, head and eye field는 본 연구의 eye field와 크기가 비슷함을 보이고 있어 실제보다 과소 평가된 것으로 보인다. 미국방성(1981)과 Wulfreck(1958)의 연구는 4개의 meridian 상에 시각영역을 제시하였으며, 타 연구와 달리 시각영역이 좌·우 대칭인 것으로 제시하였다.

4. 토의 및 결론

분산분석에서 표적의 색은 stationary field와 eye field에서는 유의하지 않았으나, 눈과 목의 움직임이 허용됨에 따라 작게나마 영향을 정도가 조금씩 증가하여 head field에서는 유의수준 10%에서 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 실험 도중에 피실험자들에게 표적의 색의 영향을 물어보았을 때, 각 시각영역의 한계(limit) 부분에서는 색깔을 거의 구분할 수 없이 희미하게 까맣게만 보여 표적의 존재 여부만 볼 수 있다고 답하였다. 이러한 경향은 눈이나 목의 움직임을 제한할수록 두드러져 stationary field에서 표적의 색을 구분할 수 없는 정도가 가장 심하였고, head field에서 이 정도가 stationary field와 eye field에서 보다 상대적으로 작게 나타났다. 즉, 시각영역의 파악을 위한 동작의 자유도가 많이 주어질수록 표적의 색의 영향이 커진다고 할 수 있다. 이러한 이유로 인하여 표적의 색의 영향의 정도가 stationary field, eye field, head field로 가면서 작게나마 증가한 것으로 추정된다. 따라서, 표적의 색은 시각 탐색 작업에서의 반응시간, 시인성(visibility) 등에는 영향을 미칠 것으로 기대되나, 시각영역의 크기에 대한 영향은 무시할 만 하다고 할 수 있다. 이러한 본 연구의 결과는 eye field 혹은 stationary field의 크기가 청색, 노랑, 빨강, 녹색의 순서로 커진

표 6. 시각영역의 비교

시각영역(°) \ meridian		meridian								
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	
본 연구	stationary	29	25	30	32	26	28	33	29	
	eye	81	74	82	88	75	81	90	82	
	head	140	144	147	*	*	*	145	148	
Oosimamasa(10mm)	stationary	37	38	42	42	46	53	60	36	
Boff & Lincoln(20')	eye	58	*	73	*	72	*	*	*	
Wulfreck	eye	48	*	74	*	66	*	74	*	
	head	128	*	146	*	156	*	146	*	
미국방성	eye	40	*	35	*	20	*	35	*	
	head	90	*	95	*	85	*	95	*	

* 자료 없음.

다는 Oosimamasa(1973)와 Boff and Lincoln(1988)의 연구 결과와 차이를 보인다 하겠다. 전 연구의 정확한 실험 배경이 문헌에 명시되어 있지 않아 차이의 원인에 대하여 논하는 것에 제한이 있으나, 제시된 표적과 배경 등의 실험조건이 차이가 하나의 원인일 것으로 추정된다. 기존의 연구에서는 본 연구와 같이 수동으로 실험자가 조작하는 시야계가 아닌 전자적 시야계를 사용하여 배경이 밝은 불빛이 비치는 하얀색이며, 표적으로는 주어진 색의 발광 표적을 사용한 것으로 보인다. 본 연구에서는 흰색 바탕에 <그림 1>과 같은 표적을 사용하여 기존 연구와 차이를 보이고 있다. 실제 현실에서는 선행 연구에서 사용한 불빛이 빛나는 배경과 발광 표적보다는 본 연구와 같은 배경과 표적이 많이 사용되고 있다. 두번째 이유는 실험 수행시의 시각작업의 차이를 들 수 있다. 본 연구에서는 <그림 1>에서와 같이 표적 내의 다이아몬드 모양의 방향까지 확인하게 하였으나, 기존 연구에서는 표적의 존재 유무만을 확인하게 하는 탐색작업(search task)을 수행한 것이 아닌가 추정된다. 그리고 본 연구에서는 피실험자로 하여금 표적의 색에 관계없이 오로지 표적의 방향에 따른 시각영역의 크기만을 응답하게 하였기 때문에, 색의 영향이 미미하게 나타난 것으로도 추정된다. 즉, 피실험자에게 표적의 색을 구분할 수 있는 영역을 답하게 하였다면 표적의 색의 영향이 좀 더 크게 나타날 것으로 추정되므로, 이에 대한 추후 연구가 요망된다.

본 연구에서 제시한 시각영역은 Kee(1995, 1997)가 제시한 것에 비하여, 비표적의 밀도, 표적과 비표적의 크기 대비 등의 시각작업의 조건을 고려하지 않았기 때문에, 시각영역의 정확성은 조금 떨어진다고 할 수 있다. 위의 시각영역은 시각작업의 대표적 배경 특성을 반영하여 좀 더 정확하며, 배경 조건이 시각영역의 크기에 미치는 영향의 정도를 제시하였다는 점에서 미국방성의 시각영역에 비하여 개선된 것이라 할 수 있다. 그러나 위의 연구에서 시각영역의 생성을 위하여 제시한 회귀식에 사용된 배경 조건의 정의에 따라 실제 시각작업의 특성을 반영한 값들을 계산하기가 쉽지 않은 문제점이 있다. 비표적의 밀도와 표적과 비표적의 크기 대비를 계산하여야 하고, 배경에 아무 것도 없는 백지 상태일 때는 표적과 비표적의 크기 대비가 정의되지 않는 문제가 있다. 즉, 실제 시각작업에 사용되고 있는 비표적들은 모든 비표적이 동일하였던 전 연구의 실험조건과 달리 크기, 모양, 색 등이 다양하여, 단순히 그것들의 숫자를 이용한 하나의 식으로 비표적의 밀도를 나타내는 것은 무리가 있으며, 비표적과 표적의 크기 대비 계산시 다양한 비표적의 크기 중 어느 비표적의 크기를 사용할 것인가 하는 등의 문제가 있다. 이에 비하여, 본 연구에서는 복잡한 계산과정이 필요 없는 표적의 크기만을 다룬 회귀식과 표적의 크기에 따라 adjusting factor를 이용하여 시각영역을 구하는 방법들을 제시하여, 현장 실무자를 비롯한 누구나 쉽게 참조할 수 있게 하였다. 또한, 위의 연구에서는 head field 측정시 수평축 아래 부분에 있는 3개의 meridian을 현실적 문제로 제외하였으나, 본 연구에서는 수직축 아래의 하나의 meridian만을 제외한

7개의 meridian에 대한 head field를 측정·제시하였다.

Oosimamasa(1973)와 Boff and Lincoln(1988)은 세 시각영역 중 하나의 시각영역, 즉 eye field 혹은 stationary field에 대한 표적의 크기와 표적 색의 영향을 각 요인별로 독립적으로 다루었다. 그리고 위의 연구들과 더불어 Wulfeck(1958)의 연구도 미국방성의 MIL-HDBK 759A(1981)의 시각영역과 같이 배경 조건, 표적, 시각작업 등의 실험조건을 명확히 밝히지 않고 변수들의 영향의 정도를 정량화하여 제시하지 않았으며, 표적의 크기와 색에 대한 세 종류의 시각영역 중 어느 한 시각영역의 경향만을 제시하고 있어 시각작업의 설계에 일반적 지침으로 사용하기에는 한계가 있다 하겠다. 반면, 본 연구에서는 두 실험 변수를 동시에 고려한 세 시각영역을 제시하였다.

본 연구의 시각영역은 미국방성의 MIL-HDBK 759A(1981)에서의 시각영역과 같이 배경 조건은 고려하지 않고, 표적에 관련된 요인들만을 반영하여 사용하기가 용이하여 졌다고 할 수 있다. 그러나 미국방성의 시각영역에서는 표적의 크기에 관계없이 시각영역을 4개의 meridian 상에 제시하고 있으나, 본 연구에서는 시각영역의 크기에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 알려져 있는 표적의 크기를 고려한 시각영역들을 8개의 meridian 상에 제시하여 미국방성의 시각영역에 비하여 좀 더 실제적이라 할 수 있다. 미국방성의 시각영역은 <표 6>에서 본 바와 같이 타 연구에 비하여 그 크기가 작게 나타나, 시각영역이 실제보다 과소 평가된 것으로 생각된다. 또한, 시각영역의 크기에 미치는 표적 색의 영향이 다른 요인들에 비하여 크지 않음을 밝혀, 기존 연구들에 비하여 진일보된 것이라 할 수 있다. 그리고 <표 6>의 시각영역의 비교에서 본 바와 같이 본 연구의 시각영역은 Wulfeck(1958), Oosimamasa(1973)와 Boff and Lincoln(1988)의 시각영역과 크기는 비슷하나, 표적의 크기와 색의 영향을 정성적으로 한 종류의 시각영역에 대해서만 제시한 선행 연구들에 비하여, 이들 요인들의 영향의 정도를 세 종류의 시각영역에 대하여 정량화하여 제시하여 시각작업의 설계시 참조가 용이하도록 하였다. Oosimamasa(1973) 등의 연구에서의 광원이 사용된 실험조건과 달리, 본 연구에서는 현장에서 쉽게 볼 수 있는 배경과 표적을 사용하여 좀 더 실제적인 시각영역을 제시하였다고 할 수 있다.

참고문헌

- Boff, K. R. and Lincoln, J. E. (1988), *Engineering Data Compendium: Human Perception and Performance*, AAMRL, Wright-Patterson AFB, OH.
- Casey, S. (1993), *Set Phasers on Stun and other True Tales of Design Technology, and Human Error*, Aegean Publishing Company, Santa Barbara, CA.
- Kee, D. H. (1995), Generation of a practical visual field for the design and evaluation, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, **14**(1), 59-67.
- Kee, D. H. (1997), Generation of visual field considering 8

- meridians and background conditions of visual tasks, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **23**(3), 533-544.
- Oosimamasa (1973), *Human Factors Handbook*, Asakura Syotea.
- Sanders, A. F. (1970), Some aspects of the selective process in the functional visual field, *Ergonomics*, **13**(1), 101-117.
- U. S. Department of Defense (1981), *Human Factors Engineering Design for Army Material* (MIL-HDBK 759A), Washington, D.C.
- Van Cott, H. P. and Kinkade, R. G. (1972), *Human Engineering Guide to Equipment Design*, Revised ed., McGraw-Hill Book Company, NY.
- Woodson, W. E., Tillman, B. and Tillman, P. (1982), *Human Factors Design Handbook*, 2nd edition, McGraw-Hill Book Company, New York.