

## 경계작업 척도로서의 안구운동 특성

(Saccadic Movement as a Performance Measure of Vigilance Task)

이 면 우 \*  
이 관 행 \*  
조 영 진 \*

### Abstract

Experiments on the eye movement behavior were performed using Vidicon Eye Camera.

Factorial design (3 × 3) was used to evaluate the validity of the eye movement as a performance measure in vigilance task. Eye movement data were recorded in video tapes, then the data were converted to digital signals, which were reduced to quantitative fixation and saccadic movement data by a microcomputer.

To compare with existing vigilance performance measures, response time and the number of false alarms were also recorded.

The results showed that the saccadic movement is a good measure of the performance in vigilance task :

1. Both the response time and the saccadic movement increased significantly during the initial two time blocks.
2. High correlations were shown between the response time and the saccadic movement.
3. The locational uncertainty affects the saccadic movement, the number of fixations, the response time but doesn't affect the duration of eye fixations.

### I. 서 론

경계작업 (vigilance task) 은 자주 나타나지 않는 표적 (signal) 을 비교적 장시간에 걸쳐 관찰 (observing), 탐지 (detecting), 보고 (reporting) 하는 작업을 말하며, 계기를 감시하는 오퍼레이터, 레이더 탐지병, 자동차 운전자, 항공기 조종사, 보조 근무자, 제품 검사자가 행하는 작업 등이 모두 이에 속한다고 볼 수 있다.

경계작업 특성분석에 사용되어온 기존 척도로는 반응시간 (response time), 탐지확률 (Pde-

tect), 허위경보 (false alarm) 등이 있다.

본 연구에서는 시각경계작업의 수행도 측정을 위한 새로운 기준으로써 안구운동특성을 측정하였고, 기존척도와 비교분석하여 그 타당성을 입증하였다.

인간의 눈은 시계 (visual field) 의 입력정보를 인식하는데 가장 중요한 감지기관 (sense organ) 이므로 시각입력정보의 인식은 안구운동에 의존한다고 할 수 있다. 경계작업에서의 안구운동연구는 관찰하는 시간경과에 따른 안구운동의 변화형태가 관건이 된다. 신호 (signal) 및 잡

\* 서울대학교 공과대학

음 (noise) 의 크기, 형태, 색깔, 발생위치 등의 변화에 따른 안구운동형태에 대한 연구는 지금까지 많이 진행되어 왔다 [2, 3, 5, 6, 12]

그러나 시간경과에 따른 안구운동형태 변화에 대한 연구는 흔하지 않다. 본 연구에서는 신호발생위치의 불확실성 (Locational Uncertainty)과 함께 신호발생간격의 불확실성 (Temporal Uncertainty)을 부여한 복잡한 경계작업에서 시간경과에 따른 작업자의 안구운동특성을 분석하였다.

인식과정 연구에서의 안구운동형태는 시각정보와 fixation의 관계 및 자극지각 (stimuli perception) 영향요인에 크게 좌우된다. Fixation, saccade 및 감지에 영향을 미치는 요인에 대한 연구내용을 살펴보면 아래와 같다.

### 1. Fixation

Fixation이란 시계의 한 목표물을 계속해서 응시하는 행동을 말하며 이 때 시각정보의 전달이 이루어진다.

시각입력 형태의 복잡성 (visual complexity)에 따른 안구운동 특성 연구에서 fixation이 주로 분석되어 왔는데, 그 이유는 목표물에 대한 정보가 fixation기간에 얻어지고 fixation과 fixation사이에서는 거의 얻어지지 않기 때문이다.

Gould와 Schaffer(1965)에 의하면 단위면적당 fixation의 수와 단위면적당 주요자극 (critical stimuli)의 존재확률은 높은 상관관계를 갖는다고 한다 [5, 12]

Ohtani(1971)에 의하면 fixation기간은 작업의 종류에 따라 다양한 분포를 보이며 (0.1~10 sec), 세밀한 탐색작업 (detail search)에서는 긴 시간이 소요되고, scanning의 경우는 짧은 시간이 소요되는 경향을 보인다고 한다 [14]

### 2. Saccade

Saccade란 시계의 한 목표물로부터 다른 목표물로 응시방향을 신속히 변화시키는 행동, 즉 fixation간의 안구운동을 말한다.

Saccade는 somatic movement로서 40°를 움직이는데 걸리는 시간이 인간의 경우 약 100 msec로 보통의 근육운동보다 훨씬 빠르고 ballistic nature를 가져 한번 시작이 되면 그 목표와 방향, 속도의 조절이 불가능하다. Saccade

는 응시방향의 변화를 가져와 시계의 내용을 신속히 탐색할 수 있게 할 뿐만 아니라, 몸의 움직임에 따라 흔들리는 시계를 보정하여 안정된 상의 유지에 기여하며, 시각부하의 증가에 따른 운동형태의 변화를 보인다 [12, 15].

### 3. 감지 (stimuli perception)에 영향을 미치는 요소

Display설계시 고려하는 신호와 잡음의 크기, 형태, 색깔, 대비 (contrast), 조명, 노출시간, 발생위치, 잡음의 밀도등에 따라 입력자극이 달라지며, 작업자의 선천적 성향, 동기 (motivation), 훈련, 경험등은 시각정보의 수용에 큰 영향을 미친다. 또한 작업의 필요성 및 제약조건에 따라서도 시각정보의 수용에 변화가 올 수 있다. 그러므로 시각정보와 안구운동간의 일관성있는 변화형태를 보기 위해서는 위의 요소들을 고려한 "useful field of view"의 선정이 필요하다 [12].

## II. 실험방법

### 1. 실험설계 (Experimental design)

Display는 6×6 analysis matrix (가로 20° 세로 20°, 70 Cm×70 Cm) 안에 녹색 타원형의 잡음 (지름 2° 21' (8.2 Cm), 짧은지름 1° 31' (5.3 Cm))을 배열하였으며, 밝기의 차이가 나는 녹색원 (지름 34', 2.0 Cm)을 신호로 발생하도록 하였다. (신호 260 Lux, 바탕 220 Lux) 신호지속시간 (duration time)은 피실험자에 의하여 결정되도록 하고 (selfpaced), 발생빈도는 Temporal Uncertainty에 따라 상이하게 부여하였다.

실험변수로는 작업변수 (task variables)로서 Locational Uncertainty와 Temporal Uncertainty의 변화를 주었으며, 시간경과에 따른 수행도를 보기 위하여 1 session을 3개의 time block으로 나누었다. 이상의 실험설계를 요약하면 table-1과 같다. 위의 실험설계에 따라 안구운동 수행 변수로서 fixation수, fixation-duration, saccade운동거리를 측정하고, 기존 수행 변수로서 반응시간과 허위경보 및 blocking 횡수도 함께 측정하였다.

Table-1에서의 Locational Uncertainty 및 Temporal Uncertainty level은 다음과 같이

		Locational Uncertainty									
		LC			LS			LR			
		Time block 1	Time Block 2	Time block 3	Time block 1	Time block 2	Time block 3	Time block 1	Time block 2	Time block 3	
Temporal Uncertainty	TC	Subject 1									
		Subject 2									
	TS	Subject 1									
		Subject 2									
	TR	Subject 1									
		Subject 2									

Table 1. Experimental design of the vigilance task

설계되었다.

## 2. Locational Uncertainty (Lu)

LC : 신호가 항상 (3, 3)의 위치에서 발생한다.

LS : 다음 신호가 나타나는 위치는 이전 신호가 위치했던 열과 행에 한하여 동일한 확률로 나타난다.

LR : 신호발생 위치가 무작위로 나타난다.

## 3. Temporal Uncertainty (Tu)

TC : 신호발생 시간간격이 60 초로 동일하다.

TS : 다음 신호의 발생은 이전 신호보다 10 초 짧거나 긴 간격을 동일한 확률로 부여한다.

TR : 0 초에서 110 초 사이에서 발생시간 간격이 무작위로 주어진다.

## 4. 피실험자 (Subjects)

정상시력을 갖고 calibration error 가 적은 대학교 2학년 학생 2명을 피실험자로서 선발하였다. 피실험자들은 실험설계에서 제시된 각각 3 단계의 LU 및 TU-level 에 대하여 본실험 전의 12일에 걸친 예비훈련을 행하였다.

## 5. 실험장치 (Apparatus)

안구운동 측정기기로는 Vidicon Eye Camera (Model TTK-4)를 사용하고 eye mark 의 정확한 기록을 위하여 TV-monitor (Model TCK-2003PW)와 VTR을 사용하였다. 화면에 나타나는 신호와 잡음은 slide-projector 2대를 사용하여 발생토록 하였으며, 신호발생 시간간

격은 연속자극발생기 (Continuous-Stimulus Generator)와 Relay를 사용하여 조정되었다. Slide projector로 신호발생시 projector 작동 소음에 의한 cue를 없애기 위하여 실험기간동안 tape recorder를 사용하여 80 dB의 white noise를 발생시켰다.

Vidicon Eye Camera에서는 Eye Mark Camera와 Visual Field Camera가 있어 각각에 나타난 lamp의 상(image)과 화면에 영사되는 display의 상을 받아들인다. 이 두개의 상은 Eye Camera Controller Unit에 있는 Mixer에서 혼합되어 TV-monitor에는 display와 십자형의 eye mark가 함께 나타나게 된다. 따라서 eye mark의 위치는 TV-monitor에 나타나면서 그 내용이 그대로 VTR에 녹화된다.

VTR에 녹화된 안구운동자료의 분석을 위하여 microcomputer (Apple II plus)를 사용하였으며, VTR녹화 데이터의 microcomputer 입력을 가능하게 하기 위하여 연결장치로서 Interfacing Unit을 제작하여 사용하였다.

반응시간은 response Key와 digital timer를 사용하여 측정 기록되었다. 이상에서 설명한 실험장치의 배열은 figure-1과 같다.(figure-2 참조).

## 6. 실험절차 (Procedure)

### 가. Calibration

2 m거리에서 Landolt Ring (Ring의 간격 25min., 지름 10.5 Cm)을 사용하여 calibration을 하였으며, calibration error의 주 원

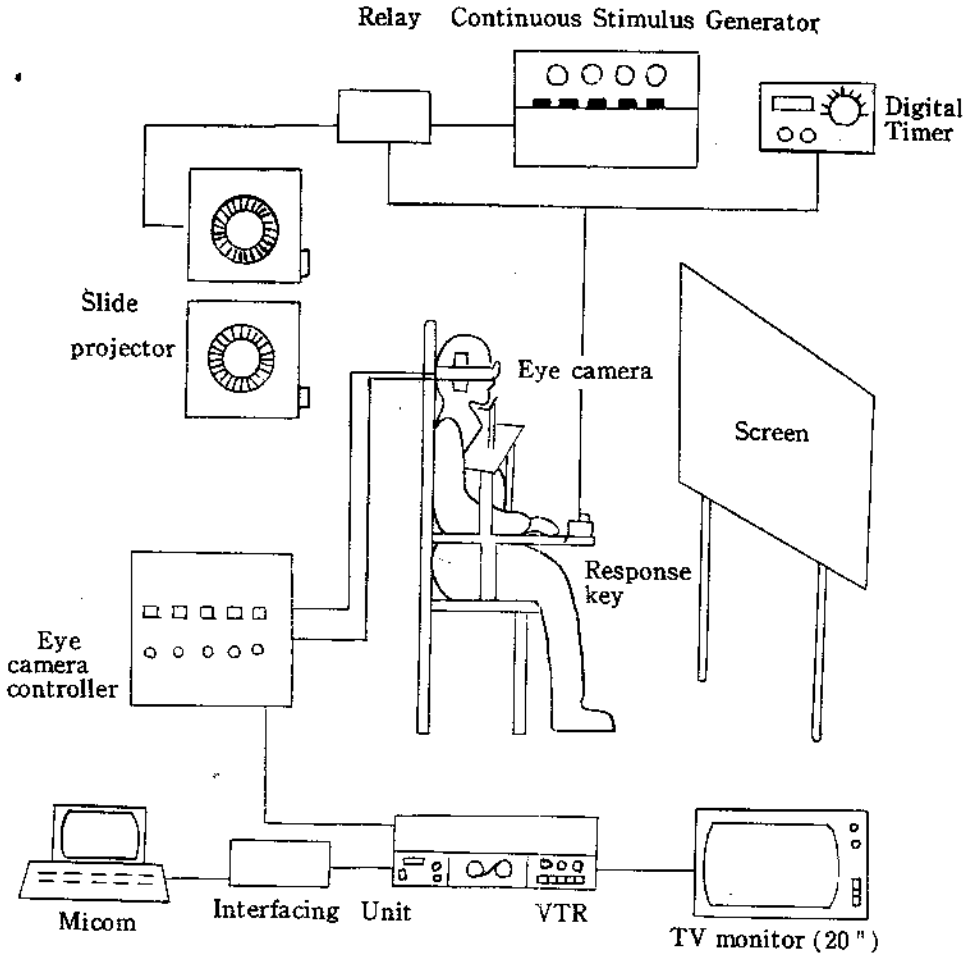


Figure 1. Layout of the Equipment



Figure 2. Photograph illustrating the visual vigilance task.

인이 되는 머리움직임은 2" 폭의 머리밴드와 10" 폭의 허리밴드를 사용하여 머리와 허리부분을

고정함으로써 감소시키고, 헬멧미끄러짐은 의자에 턱 받침대를 부착하여 감소시켰다.

나. 예비실험 및 본실험

실험 당일에 시행된 10분간의 예비 실험기간 동안에 정확한 calibration 을 하여 monitor 에 선명한 eye mark 가 나타나도록 조정하고, 당일 실험할 내용을 실험자에게 숙지시켰다. 다음 10분간의 휴식을 한다음 30분동안의 본 실험을 하였다. 실험일정은 피실험자 2명에 대하여 각각 9개의 factor level 에 대한 실험을 하루에 1개씩 실시하였다. 실험 전에는 항상 실험예정된 LU level 에 따른 display set 을 projector tray 에 준비하였으며, 연속자극 발생기에 TU level 에 따라 시간조정을 할 종이 tape 를 준비하였다.

실험이 시작되면 피실험자는 신호가 발생할 때

마다 오른쪽팔 앞에 위치한 response key를 눌러 신호탐색여부를 실험자에게 알림과 동시에 digital timer로부터 반응시간을 측정할 수 있도록 하였다.

#### 다. 자료녹화 (Data recording)

녹화기기로 사용한 VTR은 1초에 50Fields의 영상을 자료로 녹화할 수 있기 때문에 안구운동의 순간동작을 파악하는데 적합하였다.

VTR에 녹화된 안구운동자료는 백색십자형의 eye mark 부분이 명도가 가장 높다. 명도가 제일 높은 eye mark 부분은 oscilloscope 상에서 바탕보다 약 300 mV 높은 전압을 보였다. 전압

의 차이를 이용하여 바탕보다 300mV 높은 곳에 나타나는 파형을 1 frame (20 msec)에 하나씩 찾도록 한 후 AC파형을 digital로 변환시키고 timer로 수평수직 동기신호를 측정하여 eye mark의 위치를 X, Y좌표로 나타내었다. X, Y좌표로 표시된 안구운동자료는 1초에 50개씩 발생하게 된다. Microcomputer 연결회로를 이용하여 필요한 분석시간에 해당하는 자료를 Microcomputer에 입력하여 저장하고, 기억된 자료로부터 fixation과 saccade 정보를 추출하였다. 녹화자료의 microcomputer 연결계통도를 보면 figure-3와 같다.

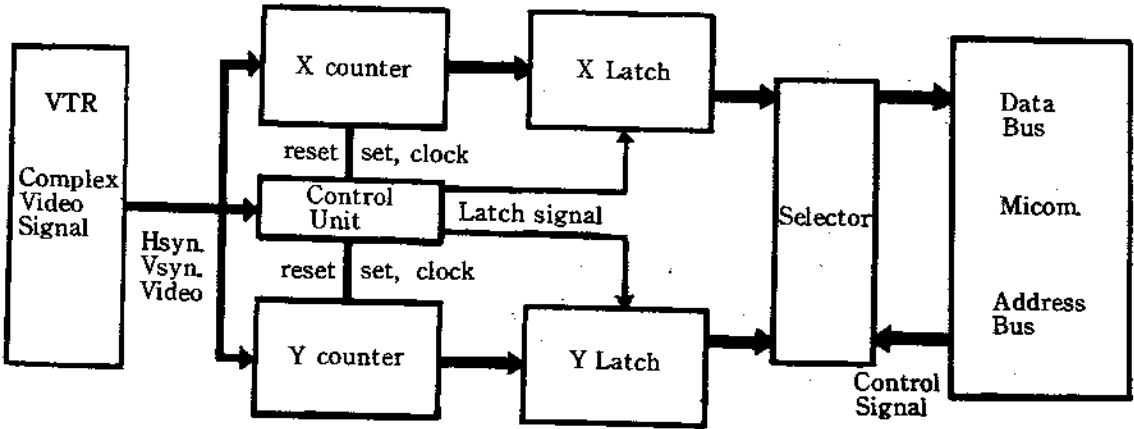


Figure 3. Block diagram of the microcomputer interfacing unit

### III. 실험결과

#### 1. 자료처리 (Data reduction)

안구운동의 분석에서 가장 중요한 것은 자극원 (stimuli field) 과 실험에서 얻어진 안구운동 자료를 연관시키는 작업이다. 안구운동 자료로부터 fixation과 saccade에 대한 통계량을 구하려면 fixation과 saccade의 분류가 선행되어야 한다. Fixation과 saccade는 운동위치의 허용범위와 지속시간 (duration)에 의해서 경험적으로 정의되어 왔는데 시각작업의 종류에 따라 다양한 기준을 보이고 있다. [4, 16]

본 연구에서는 fixation duration을 60msec (3 frame)로 하고, 시각변화가  $1^{\circ} 15'$  이하의 안구운동을 동일한 fixation으로 정의하고, 운동거리가 정의의 범위를 벗어나거나 duration이

60msec 이하인 것은 saccade로 하였다. 따라서 여기서는  $1^{\circ}$ 이내의 움직임은 보이는 drift와 involuntary saccade는 고려하지 않았다. Drift와 involuntary saccade는 microsaccadic movement로서 Suction Cap 방법과 Purkinje Image 방법등으로 측정이 가능하나 본 연구에서 사용한 각막반사 시스템 eye camera로는 그 움직임의 측정이 불가능하다. [8, 18]

Session 당 30분씩 녹화된 자료중에서 시간경과에 따른 수행도변화형태를 보기 위하여 session을 10분 간격으로 셋으로 구분하고 각각의 구간에서 1분씩의 자료를 무작위로 추출하여 마이크로컴퓨터 연결장치를 이용하여 microcomputer에 저장하고 (1분간의 자료가 차지하는 기억용량은 6KB), 1분씩의 자료를 batch로 처리하였다.

2. 실험결과 및 분석

경계작업특성 분석의 기존 수행변수로 선정된 반응시간과 러위경보, 안구운동 수행변수로 사용한 fixation 수, saccade 운동거리, fixation duration에 대한 실험결과를 분산분석하여 요약하면 table-2와 같다.

Table-2의 결과를 설명하면 아래와 같다.

가. Fixation 수

평균 fixation의 수는 1분에 190개에서 310개의 분포를 보였으며 LU level에 따른 fixation 수의 변화는 LS의 영향은 LC보다 크며 ( $\alpha=0.01$ ), LR의 영향도 LC의 영향보다 크

		Independent variables						
		L	I	T	LI	LT	IT	LIT
Performance variables	Number of fixation	***						
	Saccadic movement distance	***		*				
	Fixation duration							
	Response time	**		**				
	False alarm							
	Number of blocking							

{ \*, \*\*, \*\*\*는 각각  $\alpha=.1, .05, .01$ 에서 유의함을 나타내고  
 L : Locational Uncertainty factor  
 I : Temporal Uncertainty factor  
 T : Time Block을 나타내며  
 나머지는 Interaction을 나타낸다.

Table 2. ANOVA of the Vigilance Task

게 나타났다. ( $\alpha=0.01$ ) 그러나 LS와 LR이 fixation 수에 미치는 영향의 차이는 없었다.

나. Saccade 운동형태

평균 saccade 운동거리는  $0.4^\circ$ 에서  $6.7^\circ$ 의 분포를 보였으며 table-2에서 보면 LU와 Time Block이 공히 평균 saccade 운동거리에 영향을 주고 있으며, TU의 영향은 없고, factor 간의 interaction도 유의한 것이 없게 나타났다.

Saccade 운동거리에 대한 LU의 영향을 보면 LC가 운동거리에 미치는 영향과 LS가 미치는 영향은 차이가 있고 ( $\alpha=0.01$ ), LC와 LR ( $\alpha=0.01$ ), LS와 LR ( $\alpha=0.05$ )도 각각 운동거리에 미치는 영향의 차이가 유의하다 (figure 4-a 참조).

다음 Saccade 운동거리에 대한 time block의 영향을 보면 T1과 T2에서의 saccade 운동거리의 차이는 유의하며 ( $\alpha=0.05$ ), T1과 T3의 차이도 유의하였다 ( $\alpha=0.05$ ). 그러나 T2와 T3 간의 saccade 운동거리의 차이는 유의하지 않았다 (figure 4-b 참조).

다. Fixation duration

평균 fixation duration은 260 msec 까지의

분포를 보였으며, table-2에서 보는 바와 같이 어떤 factor도 duration에 영향을 주지 못하고 있으며, factor 간의 interaction도 없다.

라. 반응시간 (Response Time)

평균 반응시간은 0.9초에서 1.1초의 분포를 보였으며, LU와 TU의 영향이 의미있게 나타났다. (figure 4-c, d 참조).

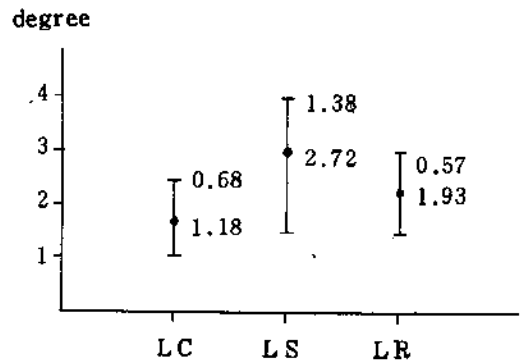


Figure 4-a. Effects of Locational Uncertainty on saccadic movement distance

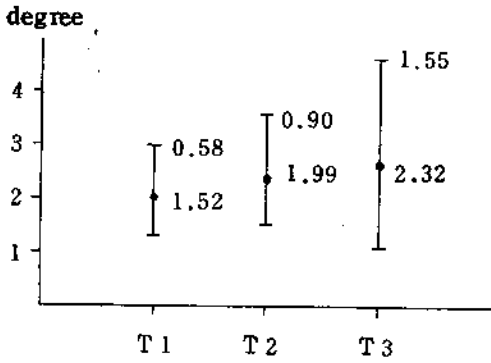


Figure 4-b. Effects of Time Block on saccadic movement distance

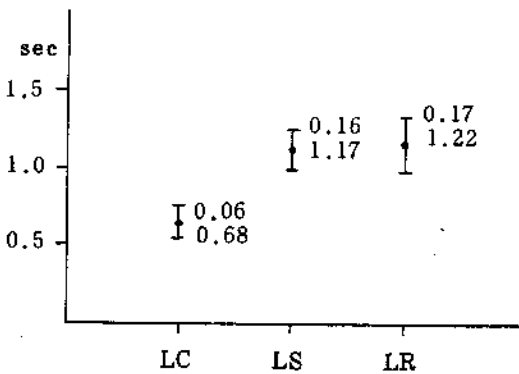


Figure 4-c. Effects of Locational-Uncertainty on reaction time

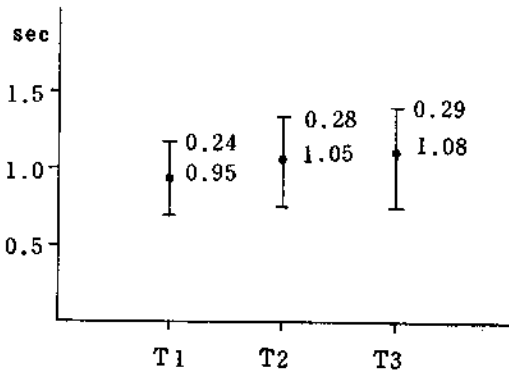


Figure 4-d. Effects of Time Block on reaction time

잘 나타나지 않는다는 대부분의 과거 연구와 일치한다. 경계작업에서는 주로 구별임계치를 넘는 신호 (dominant signal) 를 사용하므로 실험 결과와 같이 허위경보가 거의 나타나지 않는다.

Vigilance Performance 측정에서 주요한 factor가 되는 blocking 횟수도 locational uncertainty, temporal uncertainty 및 time block에 따른 유의한 결과가 나타나지 않았다.

### 3. 수행변수와 독립변수간의 회귀분석

실험의 수행변수 (performance variables)의 분산분석 결과 saccade 운동거리와 반응시간이 의미있게 나타났다. 수행변수에 영향을 주는 독립변수는 stepwise multiple regression을 하여 추출되었다. 총자승합 (total sum of square)에서 자승합의 감소정도가 1%이하인 독립변수는 제외하고 그 이상인 것만을 중요도가 높은 변수의 순서로 선정한 결과 아래의 식을 구하였다.

$$\hat{Y}_{SD} = 1.98 + 0.78X_{LS} - 0.74X_{LC} - 0.47X_{T1} + 0.32X_{T3} \dots\dots\dots (1)$$

$$\hat{Y}_{RT} = 1.23 - 0.51X_{LC} - 0.11X_{T1} \dots\dots\dots (2)$$

여기서  $\hat{Y}_{SD}$  : saccade 운동거리의 추정치,  
 $\hat{Y}_{RT}$  : 반응시간의 추정치

$X_{LC}$  : Locational Uncertainty factor에서의 constant level

$X_{LS}$  : Locational Uncertainty factor에서의 stochastic level

$X_{T1}$  : Time Block 1의 영향

$X_{T3}$  : Time Block 3의 영향을 나타낸다.

위의 식 (1) (2)에서 보는 바와 같이 saccade 운동거리와 반응시간이 모두 LC와 Time Block 3의 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 경계작업 수행도 측정의 기준척도인 반응시간에 영향을 주는 factor들은 모두 saccade 운동거리에 영향을 미치고 있다. 이는 saccade가 반응시간과 마찬가지로 경계작업 수행도의 측정기준으로 사용될 수 있음을 보여준다.

### 4. 수행변수간의 상관관계분석

기준척도인 반응시간과 본 연구에서 사용한 saccade 운동거리간의 상관관계를 canonical correlation 방법에 의하여 구하였다.

Locational Uncertainty level에 따른 saccade 운동거리와 반응시간의 canonical correl-

마. 허위경보 (False alarm) 및 Blocking 횟수 총반응 횟수중 허위경보는 0.75%밖에 되지 않았다. 이것은 경계작업수행도 측정시 허위경보는

ation coefficient 는 0.82( $\alpha=0.01$ )로 나타났고, Time block 에 따른 saccade 운동거리와 반응시간의 canonical correlation coefficient 는 0.76 ( $\alpha=0.1$ )로 나타났다. 위의 결과는 반응시간과 saccade 운동거리 간에 매우 높은 상관관계가 있음을 보이고 있다.

**5. 경계작업척도로서의 Saccade 와 반응시간**  
Saccade 운동거리와 반응시간에 영향을 주는 중요한 독립변수가 동일하고, saccade 운동거리와 반응시간 간의 상관관계가 매우 높게 나타났다. 이것은 안구운동의 특성을 나타내는 saccade 운동거리가 기존척도인 반응시간과 마찬가지로 경계작업 수행도를 측정하는데 일관성있는 척도 (consistent measure)가 됨을 보인 것이다.

#### IV. 결론 및 토의

##### 1. 결론

앞의 실험결과로부터 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. LU와 TU가 주어진 경계작업에서 반응시간과 saccade 운동거리는 time block 1 과 time block 2에서 증가현상을 보였다. 이것은 시간경과에 따라 수행도가 저하됨을 나타낸다.

2. Stepwise multiple regression에 의하여 반응시간과 saccade 운동거리가 식 (1), (2)와 같이 같은 factor의 영향을 받는 회귀방정식으로 나타나고, canonical correlation에 의하여 반응시간과 saccade 운동거리의 상관계수가 LU-factor에서 0.82, time block factor에서 0.76으로 나타났다. 이것은 안구운동특성 중의 saccade 운동거리가 기존의 수행변수인 반응시간과 마찬가지로 경계작업수행도를 측정하는데 일관성있는 척도가 될 수 있음을 보인다.

3. LU는 fixation 수, saccade 운동거리에 영향을 주어 신호발생위치의 변화가 안구운동 형태에 큰 영향을 보임을 나타냈다. TU의 영향은 전혀 나타나지 않았는데 이것은 피실험자가 신호발생 시간간격에 무관한 반응을 보이는 것으로 볼 수 있겠다.

Fixation duration은 작업에 따라 변화를 보이는 경우도 있으나 본 실험에서는 그 영향이 나타나지 않았다. [5]

##### 2. 토의

자동차운전, RADAR 탐색등 장시간의 시각경계작업이 요구되는 실제 상황을 고려할 때, 특히 시간경과에 따른 안구운동형태의 변화는 중요한 의미를 갖을 것으로 생각된다.

실제 상황과 근사한 실험이 설계되면 운전자의 안전 프로그램이나 조작수 (operator)의 선발 및 훈련 프로그램의 개발에 기준을 제공할 수 있을 것이다.

또한 본 연구에서는 fixation을 시각변화 1° 15' 이내 duration 60 msec 이상으로 정의하여 이에 따른 통계량을 분석하였으나, 시각부하가 심하게 걸리는 경계작업에서의 microsaccadic movement의 고려도 의미있게 생각되며, 이를 위해서는 각막반사 eye camera 계열보다 정확도 (resolution)가 좋은 안구운동 측정장치에 의한 경계작업연구도 기대된다.

#### References

1. Adams, J. A. and L. R. Boulter 1964. Spatial and Temporal uncertainty as determinants of vigilance behavior. *J. exp. psy.* 67(2): 127-131.
2. Childs, J. M. 1976. Signal complexity, Response Complexity, and spatial specification in vigilance. *Human Factors*. 18 (2) : 149-160.
3. Drury, C. G. and M. R. Clement 1978. The Effects of Area, Density and number of background characters on visual search. *Human Factors*. 20(5) : 597-602.
4. Gatchell, S. M. 1977. *Power Boat operators' visual behavior patterns*. Unpublished doctoral thesis, Univ. of Michigan.
5. Gould, J. D. and A. Schaffer 1965. Eye movement patterns in scanning Numeric Displays. *Perceptual & Motor skills* 20: 521-535.
6. Hiscock, M. and K. J. Bergstorm 1981. Ocular motility as an Indicator of verbal & visuospatial processing. *Memory & Cognition*. 9(3) : 332-338.
7. Kinchla, R. A. and L. G. Allen 1969. *A Theory of visual movement perception*.



- 
- Psychological Review, 76(6): 537-558.
8. Levine, J. M. 1966. Effects of values and costs on the detection and identification of signals in Auditory vigilance. Human Factors, 8 :525-537.
  9. Mackworth, J. F. 1969. Vigilance and Habituation. 183-199. Penguin Education. New York.
  10. Mackworth, J. F. 1970. Vigilance and attention. 144-157. Penguin Education. New York.
  11. Montgomery, D. C. 1976. Design & Analysis of Experiments. John Wiley & Sons, Inc.
  12. Monty, R. A. & J. W. Senders 1976. Eye movements and Psychological processes. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Assoc.
  13. Neter, J. and W. Wasserman 1974. Applied Linear Statistical Models. Richard D. Irwin, Inc.
  14. Ohtani, A. 1971. An analysis of eye movements during a Visual task. Ergonomics, 14 (1) :167-174.
  15. Remington, R. W. 1980. Attention and saccadic eye movements. J. exp. psy. 6 (4): 726-744.
  16. Synertek, Inc. 1975. SY 6500/MCS6500 Microcomputer Family Programming Manual.
  17. Synertek, Inc. 1975, SY 6500/MCS6500 Microcomputer Family Hardware Manual.
  18. Young, L. R. and D. Sheena 1975. Eye movement Measurement Techniques. American Psychologist 30 : 315-330.