

論文

신호탐지론을 활용한 조종사 Error 차이 분석

권오영*

Analysis of the Difference in Pilot Error by Using the Signal Detection Theory

Kwon Oh-Young*

ABSTRACT

This study was to analyze the difference in pilot error by using the Signal Detection Theory. The task was to detect the targeted aircraft(signal) which is different shape from many other aircraft(noise). From the two experiments, we differentiated the task difficulty followed by change in noise stimuli. Experiment 1 was to search the signal stimuli(fighter plane) while the noise stimuli(cargo plane) were increasing. The results from the Experiment 1 showed the tendency to decrease the hit rate by increasing the number of noise stimuli. However, the false alarm rate was not increased. The sensitivity(d') showed quite high. In Experiment 2, a disturbance stimulus(helicopter) was added to noise stimuli. The result was generally similar to those of Experiment 1. However, the hit rate was lower than that of Experiment 1.

Key Words : Signal Detection Theory(신호탐지론), Pilot Error(조종사 error) Noise(노이즈), Hit rate(정확률), False-alarm rate(오경보율), Sensitivity(민감도)

1. 서론

조종사는 항공기 내부의 계기정보 뿐만 아니라 항공기 외부의 상황을 지속적으로 확인하면서 항공기를 조종한다[1]. 항공기 내의 계기정보는 항공기의 자세, 고도, 속도 등 항공기의 현 상태에 대한 정보를 나타내어 준다. 외부 환경정보는 목표지점과 항공기간의 거리 또는 깊이를 판단하게 하는 시각단서를 제공할 뿐만 아니라, 대상의 정체를 파악하게 하는 정보를 가지고 있다. 특히, 조종사가 비행 중 타 항공기의 정체를 파악하는 시각탐지문제는 일차적으로 대단히 중요하다. 만일 교전상황이라면, 날아오는 항공기가 적기인지 아군기인지를 파악하는 것은 생존과 직결되기 때

문이다. 비 교전상황이라도 공중에서 포착되는 물체의 정체를 파악하는 것은 다음 행동 결정에 중요한 요인이 된다.

시각탐지 과제는 크게 세 종류로 구분해 볼 수 있다. 가장 고전적이며 보편적으로 사용되는 과제는 표적자극의 단순 탐지과제이다. 즉, 배경의 표면결과 차이나는 표적자극이 있는지의 여부를 판단하는 것이다[2,3]. 두 번째 유형의 시각탐지 과제는 표적자극의 위치판단 과제이다. 즉, 실험참가자들에게 반복 제시되는 표적자극의 위치를 판단하게 하는 과제이다[4,5,6]. 일반적으로 표적자극의 위치판단은 중심선을 경계로 위쪽에 있는지 아니면 아래쪽에 있는지를 판단하게 된다. 마지막으로 표적자극의 재인 과제를 들 수 있다. 표적자극의 존재 여부와 위치를 넘어서서 그 자극의 정체를 확인하는 과제이다. 표적이 되는 자극은 주로 방향을 달리한 것이다. 예컨대, 대각선으로 구성된 배경 표면결 속에서 표적자극이 수

2010년 3월 10일 접수 ~2010년 3월 26일 심사완료

* 공군항공안전관리단 항공심리연구원

연락처사, E-mail : kwonoy50@hanmail.net

경기도 평택시 평택우체국 사서함 25호

직선인지 수평선인지를 판단하는 과제가 이것에 해당한다. 앞서 살펴본 시각탐지과제는 실생활에서 적용된다기 보다는, 대부분 시각적 현상을 세분화하고 단순화하여 특정 요소가 어떻게 탐지되는가라는 문제를 특성화된 실험연구를 통해서 밝히는데 초점을 두고 있다. 본 연구에서는 신호탐지론(Signal Detection Theory)을 사용하여 여러 항공기(노이즈) 중에서 형태가 다른 표적 항공기(신호)를 탐지하는 과제를 다루고자 하였다. 본 연구에서 사용된 자극(항공기)은 특정 요소에서만 차이가 나는 단순 과제를 넘어서서 여러 요소(직선, 곡선, 전체 윤곽, 형태 등)가 복합적으로 구성되어 있다. 여러 요소가 복합적으로 구성된 자극은 실생활에서 우리가 흔히 접하는 자극이므로 훨씬 더 현실감이 있어서 실용 가치가 크다고 볼 수 있다.

1950년대에 만들어진 신호탐지론은 오랫동안 사람의 기본적인 의사결정의 일면을 설명하는데 사용되어진 모델이다. 신호탐지론이라는 명칭은, 레이더 스크린상에서 간섭물체(clutter)로부터 목표물(targets)을 찾아내고 감시하는 사람의 행동을 설명하는 데에 처음으로 응용되면서 사용되었다[7]. 그 이후에도 신호탐지 패러다임은 다양한 분야에서 활용되어 왔다. 예컨대, 핵 발전소 감독자가 정상적이지 못한 시스템상의 오기능을 탐지하고[8], 항공관제 도중에 발생하는 결정적인 사건을 탐지하는 관제사의 과제[9]나, 인쇄물 교정자가 인쇄오류를 찾아내는 문제나[10], 방사능 기사가 X선 사진에서 악성종양을 발견하는 문제나[11,12], F4 기종 조종사에게 컴퓨터 시뮬레이션 교전상황에서 열 미사일(heat missile)을 발사해야 할 것인가 아니면 레이더 미사일(radar missile)을 발사해야 할 것인가라는 선택의 과제[13] 등을 들 수 있다.

신호탐지론은 구별이 쉽지 않는 비연속적인 세상의 두 가지 상태(신호, 노이즈)가 존재하는 모든 상황에서 적용 가능하다[7]. 외부 상태인 신호가 있거나 또는 노이즈가 있을 시, 이에 대한 내적 반응인 '예' 또는 '아니오'의 두 가지 반응범주로 나누어진다. 외부 세상에 대한 두 가지 상태와 두 가지의 반응범주를 조합하면 Fig 1과 같다.

신호탐지론은 그림 1에서 나타나는 각 열에서 관찰된 총 횟수를 각 칸의 발생횟수로 나누어 얻는 확률로써 이 값들을 표현한다.

		외부 세상의 상태	
		신 호	노이즈
내적 반응	예	적 중 (Hit)	오경보 (False Alarm)
	아니오	놓 침 (Miss)	정확기각 (Correct Reject)

Fig 1. 신호탐지론의 반응패턴

본 연구의 목적은 신호탐지론을 사용하여 노이즈의 변화가 시각탐지과제 수행에 어떠한 영향을 미치는 지를 살펴보는 것이다. 노이즈의 변화는 노이즈의 양을 증가시키거나 방해자극을 추가하는 방식으로 조작되었다. 이러한 연구결과를 통해 궁극적으로는 비행 시 조종사의 인적예러 예방의 단초를 마련하는 것이다.

II. 실험 1

실험 1에서는 노이즈 증가에 따른 반응경향성을 알아보려고 노이즈 자극 개수 즉, 수송기 항공기의 개수를 변화시켜 신호자극인 전투기(F16 형태)를 탐지하는 과제를 수행하였다. 전체 항공기의 개수는 5개, 10개, 15개씩으로 제시되는 세 구획조건으로 구성되었다. 자극에서 항공기가 제시되는 위치는 매 시행마다 화면 전체에 무선회시켰다.

전체 항공기의 개수를 5개, 10개, 그리고 15개로 한 것은 다음과 같은 이유이다. 사전 예비실험에서 항공기 자극을 1000msec 동안 제시했을 때, 전체 항공기의 개수가 3개일 때는 거의 대부분 실험참가자가 적중률과 오경보율에서 완벽한 수행수준을 보였기 때문이다. 그래서 전체 항공기의 최소 개수가 5개 일 때 비교적 적중률과 오경보율이 나타날 것으로 판단되었기 때문에 최소

기준을 5개로 설정하였다. 전체 항공기의 개수를 10개와 15개로 늘린 것은 물리적으로 최소 기준의 배수가 되기 때문에 임의로 설정하였다.

2.1 실험 방법

2.1.1 실험참가자

공군 항공안전관리단에서 안전교육과정에 입학했거나 항공안전관리단에 근무하는 장병을 대상으로 실험을 실시하였다. 이들은 세 구획조건에서 신호자극인 전투기를 탐지하는 과제를 모두 수행하였다.

2.1.2 실험재료 및 도구

노이즈자극은 수송기였으며, 신호자극은 전투기였다. 노이즈 자극과 신호자극의 크기는 모두 직선 길이가 4mm가 되도록 하였다. 연습시행에서는 제시되는 항공기의 총 대수가 4대가 되도록 하였다.

실험자극은 17인치 LCD모니터에 제시되었으며 해상도는 1024 × 768이었다. 자극이 제시되는 모니터로부터 실험참가자의 눈까지의 거리는 40cm 정도가 되도록 하였다.

2.1.3 실험절차

실험은 세 구획으로 나누어서 실시되었다. 한 구획에서는 탐지해야 할 항공기의 자극 개수가 5개가 되도록 하였다. 다른 한 구획에서는 탐지해야 할 항공기의 자극 개수가 10개가 되도록 하였다. 나머지 구획에서는 탐지해야 할 항공기의 자극 개수가 15개가 되도록 하였다. 구획의 제시순서는 순서의 효과를 제거하기 위하여 실험참가자의 순번에 따라 교대가 되도록 하였다.

실험참가자에게 먼저 실험의 목적과 방법을 간단히 설명한 다음, 더 이상의 질문이 없는지를 확인한 후, 본 실험에 들어갔다. 화면 중앙에 ‘+’ 표시가 응시점으로 300msec동안 제시되고, 다시 300msec가 지난 후에 탐지과제 자극을 제시하였다.

실험참가자의 과제는 제시되는 자극 중 신호자극이 나타났는지를 탐지하는 것이었다. 제시된

자극은 1000msec동안만 화면에 제시되었다. 1000msec동안만 자극을 제시한 이유는 다음과 같다. 첫째, 측정되는 종속변인이 시간이 아니라 적중 또는 정확기각의 개수이기 때문에 시간의 제한이 없다면 오경보나 놓침과 같은 반응은 거의 행하지 않는다. 이런 상황에서는 항공기의 총 자극 개수가 아무리 늘어나도 수행차이가 나타날 가능성이 없다. 두 번째는 시간의 제한이 심리적 각성상태를 유발시키는 효과가 있기 때문이다. 주어진 시간내에 빨리 판단하고 반응하는 것이 실제의 비행 임무상황과 유사하기 때문이다.

한 구획당 시행회수는 모두 40회가 되도록 하였다. 40회의 시행회수 중 20회는 신호자극이 반드시 1개는 나타나도록 하였으며, 나머지 20회는 노이즈자극만 나타나도록 하였다. 예컨대, 제시되는 항공기의 총 개수가 5개인 구획에서, 어떤 시행에서는 그중 1대는 신호자극, 나머지는 노이즈 자극이며, 어떤 시행에서는 모두 노이즈 자극으로만 제시된다. 신호자극이 나타나는 시기는 무선회화였기 때문에 실험참가자들이 언제 신호자극이 나타날 것인지를 전혀 예측하지 못하도록 하였다.

실험참가자는 왼손 집게손가락과 가운데손가락을 사용하여 신호자극의 유무를 해당 키보드에 입력하였다. 만일 제시되는 자극 즉 항공기 중에서 신호자극이 나타나면 즉, 전투기 항공기가 보이면 ‘있음’키(키보드상에 X에 해당)를, 신호자극이 없고 노이즈자극(수송기)만 있을 경우에는 ‘없음’키(키보드상 Z에 해당)를 누르도록 하였다. ‘있음’키는 집게 손가락을, ‘없음’키는 가운데 손가락을 각각 사용하도록 하였다.

실험방법의 숙지를 위해 20회의 연습시행을 실시하였으며, 본 실험은 각 구획당 40시행 총 120시행이 되도록 하였다. 항공기가 컴퓨터 모니터상에 제시되는 위치는 무선회화시켰다. 시행간 간격은 300msec이었다.

2.1.4 실험설계

독립변인은 총 자극 개수(5개, 10개, 15개)였으며 참가자내 변인이었다. 종속변인은 적중과 정확기각 개수였다.

2.2 결과 및 논의

실험 1에서는 탐지해야 할 총 자극 개수를 늘림으로써 노이즈의 변화를 조작하였다. 실험참가자가 실험의 각 구획에서 에러를 전혀 범하지 않으려면 100%의 적중률(즉, 적중 개수 20개)과 0%의 오경보율(즉, 정확기각 개수 20개)을 보여야 한다. 노이즈자극 개수의 증가에 따른 신호자극의 탐지를 살펴본 실험 1의 결과는 다음과 같다.

적중률은 총 자극의 개수가 증가할수록 감소하는 경향을 보인 반면, 정확기각은 크게 감소하지 않았다(그림 2참고). 대응표본 t검증(paired samples t-test)을 실시해 본 결과, 적중의 개수는 총 자극 개수가 5개인 조건이 10개인 조건 [$t(14)=2.64, p<.05$]과 15개인 조건 [$t(14)=3.61, p<.01$]보다 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 총 자극의 개수가 10개인 조건과 15개인 조건간의 적중의 개수는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 오경보의 개수를 대상으로 조건간 차이검증을 실시해 본 결과에서도 통계적인 차이가 발견되지 않았다.

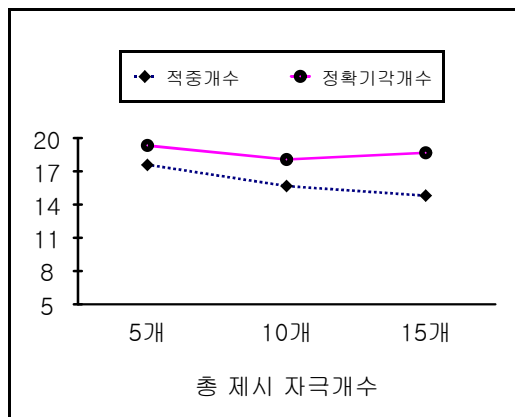


Fig 2. 노이즈 증가에 따른 적중과 정확기각개수

적중률이 총 자극의 개수가 증가함에 따라 떨어지는 것으로 나타난 것은 신호자극을 제대로 탐지하지 못하는 에러(즉, 나타난 전투기를 못보고 없는 것으로 판단한 에러)가 증가함을 의미한다. 반면, 오경보율을 분석해 보면 제한된 시간이지만 총 자극의 개수가 증가하여도 신호자극이

없을 때, 있는 것으로 잘못 판단하는 에러는 크게 변화하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 제한된 시간의 제약조건에서 탐지 또는 처리해야 할 정보의 양이 증가할수록 탐지되지 않는 자극을 있는 것으로 오인하지 않지만, 탐지해야 할 자극을 놓치는 에러가 더 증가될 수 있음을 의미한다.

Fig 3은 노이즈 증가에 따른 ROC(Receiver Operating Characteristic:수용자 조작특성)를 나타낸 것이다. Fig 3에서 보는 바와 같이, 동질적인 항공기에서 이질적인 항공기를 탐지하는 본 실험 연구에서는 실험 참가자들의 민감도가 상당히 높은 것으로 나타났다. 또한 적중률은 높고 오경보율은 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 실험에 사용된 노이즈자극(수송기)과 신호자극(전투기)이 서로 유사하거나 애매하지 않고 비교적 판별이 용이하기 때문일 수 있다. 또 다른 가능성은 제시되는 자극들의 지속시간(1000msec)이 노이즈자극과 신호자극을 충분히 변별할 수 있기 때문에 나타날 수도 있다. 물론 자극의 유사성 정도와 자극 노출시간간의 상호작용이 개입할 가능성도 배제할 수 없다. 한편, C 값이 모든 조건에서 0보다 큰 것으로 나타나 다소 보수적인 판단을 행한 것으로 나타났다. 즉, 실험참가자들은 신호자극이 나타났을 때는 다소 놓치는 반응을 보이지만 나타나지 않은 신호자극을 나타낸 것으로 착각하는 반응 경향성은 거의 없는 것으로 나타났다.

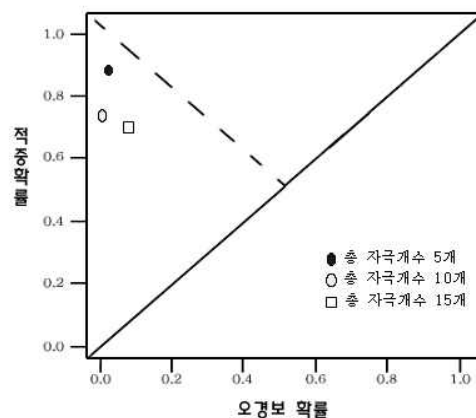


Fig 3. 노이즈 증가에 따른 ROC

III. 실험 2

실험 2에서는 노이즈자극 증가와 더불어 방해 자극(헬기) 출현에 따른 반응경향성을 알아보고자 하였다. 방해자극은 노이즈자극과는 또 다른 이질적인 자극이지만 신호자극으로 탐지되지 말아야 하는 자극이다. 방해자극의 출현은 노이즈 자극과의 변별과정과 신호자극과의 변별과정이 개입되기 때문에 실험참가자의 인지적 노력이 증가될 것으로 가정된다. 이러한 인지적 부담은 시간의 제약하에서 에러의 증가를 초래할 것으로 예상된다.

전체 자극 개수는 실험 1에서와 마찬가지로 5개, 10개, 15개의 조건으로 동일하였다. 실험 1과의 유일한 차이는 방해자극이 하나 추가되었다는 것이다. 방해자극은 매 시행마다 1개가 포함되도록 하였다. 실험참가자의 과제는 실험 1과 마찬가지로 여전히 신호자극인 전투기의 유무를 확인하는 것이다.

3.1 실험 방법 및 설계

실험방법과 설계는 실험 1과 동일하였다. 실험 참가자는 실험 1에 참가하지 않은 사람을 대상으로 하였다.

3.2 결과 및 논의

실험 1에서와 마찬가지로 적중률은 총 자극의 개수가 증가할수록 감소하는 경향을 보인 반면, 정확기각은 크게 감소하지 않았다(그림 10참고). 대응표본 t검증(paired samples t-test)을 실시해 본 결과, 적중의 개수는 총 자극 개수가 5개인 조건이 10개인 조건[t(14)=4.036, p<.01]과 15개인 조건[t(14)=5.593, p<.01]보다 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 총 자극의 개수가 10개인 조건과 15개인 조건간의 적중의 개수는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 오경보 개수를 대상으로 조건간 차이검증을 실시해 본 결과 통계적 차이가 발견되지 않았다. 이러한 결과는 실험 1과 동일한 패턴을 나타내고 있다.

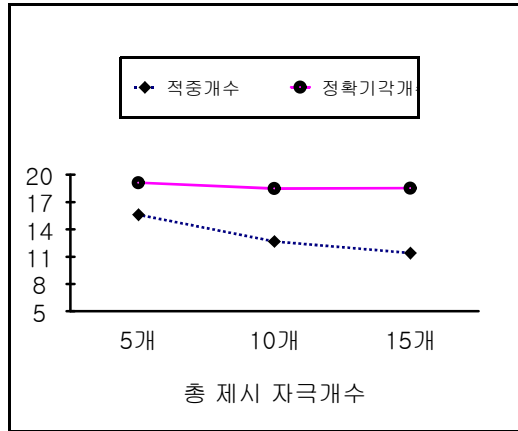


Fig 4. 방해자극 추가에 따른 적중과 정확기각개수

실험 2의 정확기각율은 실험 1과 별 차이 없지만 적중률은 실험 1보다 세 조건에서 모두 10% 정도 떨어지는 것으로 나타났다. 실험 1과 실험 2의 적중률에 대한 변량을 분석해 본 결과, 실험 2의 적중률이 더 떨어지는 것으로 나타났다 [F(1,28)=15.40, p<.01].

ROC의 결과는 실험 1과 유사하였다.

IV. 종합논의

조종사는 비행을 할 때, 항공기 내부의 각종 계기정보와 항공기 외부의 환경정보를 기본으로 하여 제어 행동을 한다. 조종사가 항공기 내부의 계기단서를 정확하게 참조하는 것도 중요하지만, 외부 환경에서 나타나는 물체의 정체성을 확인하는 것도 중요한 문제이다. 나타난 물체의 정체를 파악하는 문제는 교전상태라면, 적기인가 아닌가를 판단하고 그에 따라 행동을 취하는 생존과 직결되고, 편대비행이나 기타 비행 등 비교전 상태라면 임무수행의 성공여부와 사고 가능성과 직결될 수 있다.

본 연구는 비행 중 항공기의 외부 환경에서 나타나는 항공기의 정체를 확인하는 문제를 다루고자 하였다. 보다 구체적으로 표현하면, 나타나는 항공기 중 탐지해야 할 이질적인 표적 항공기를 찾는 문제를 신호탐지론의 방법을 사용하여 알아보고자 하였다. 이러한 시각탐지 과제를 수행하는 과정에서 노이즈의 변화가 신호탐지에 어

땡게 영향을 미치는지를 밝혀보고자 두 가지 실험을 하였다. 실험 1에서는 노이즈 증가에 따른 신호탐지 차이를 알아보려고 하였다. 실험 2에서는 방해자극을 추가하여 노이즈의 변화를 조작하고 이에 따른 신호탐지 차이를 알아보려고 하였다.

실험 1에서는 노이즈자극인 수송기의 개수를 변화시켜 신호자극인 전투기(F16형태)를 탐지하는 과제를 수행하였다. 탐지해야 할 총 자극 개수는 5개, 10개, 그리고 15개가 되도록 늘림으로써 노이즈의 변화를 조작하였다. 그 결과 적중률은 노이즈의 개수가 증가할수록 감소하는 경향을 보인 반면, 오경보는 거의 증가하지 않았다.

이러한 결과는 제한된 시간의 제약조건에서 탐지 또는 처리해야 할 정보의 양이 증가할수록 탐지되지 않는 자극을 있는 것으로 오인하지 않지만, 탐지해야 할 자극을 놓치는 에러가 더 증가되었음을 나타내었다.

실험 2에서는 노이즈자극 증가와 더불어 방해 자극 출현에 따른 반응경향성을 알아보려고 하였다. 방해자극은 노이즈자극과는 또 다른 이질적인 자극이지만 신호자극으로 탐지되지 말아야 하는 자극이었다. 방해자극의 출현은 노이즈자극과의 변별과정과 신호자극과의 변별과정이 개입되기 때문에 실험참가자의 인지적 노력이 증가될 것으로 가정된다. 이러한 인지적 부담은 시간의 제약하에서 에러의 증가를 초래할 것으로 예상되었다.

실험 2의 결과도 실험 1의 결과와 마찬가지로 적중률은 노이즈의 개수가 증가할수록 감소하는 경향을 보인 반면, 정확기각은 크게 감소하지 않았다. 그러나 실험 1과 비교해본 결과, 방해자극의 출현은 적중률을 더욱 떨어뜨리는 현상을 보였다. 방해자극은 노이즈자극의 증가와 더불어 목표행동을 행하는 데에 에러유발 요인으로 작용하였다.

한편 두 실험 모두에서 실험 참가자들의 민감도가 상당히 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 실험에 사용된 자극인 수송기와 전투기가 비교적 쉽게 구별이 가능하였기 때문에 나타날 수 있다. 또 다른 가능성은 제시되는 자극들의 지속시간(1000msec)이 수송기와 전투기를 구

분할 수 있을 만큼 충분히 긴 시간이었기 때문에 발생할 수도 있다.

본 실험 연구의 결과가 현실적인 문제에 시사하는 바는 다음과 같이 정리해 볼 수 있겠다. 첫째, 비행에서 주 임무 수행과정상에 부수적으로 처리해야 할 정보가 많게 되면 주된 임무를 정확하게 처리할 가능성은 일반적으로 줄어든다는 것이다. 이러한 문제는 비단 조종사에게만 해당되는 것은 아니다. 관제사의 경우도 마찬가지이다. 신호탐지론을 활용한 시각탐지과제는 관제사의 업무수행형태와 유사하기 때문에 특히, 관제 구역내에 항공기 활동이 증가하게 되면 관제사가 표적 항공기에 대한 관제를 빠뜨리거나 잘못된 정보를 제공하는 에러를 범할 가능성도 증가하게 된다.

둘째, 비행에서 주 임무 수행과정상에 또 다른 이질적인 정보가 개입되면 단순히 정보량이 많은 차원보다 더 심각한 에러가 발생할 수 있다는 것이다. 예를 들면, 항공기를 착륙시키는 과정에서 착륙 제원과 절차에 집중하고 있는 조종사에게 현 상황에 부합되지 않는 무선통화는 충분히 이질적인 정보가 될 수 있다.

셋째, 제한된 시간의 한계 내에서 감당할 수 없는 정보처리량을 요구한다면 에러의 발생 가능성은 높다는 것이다. 특히, 비상상황이 발생했을 때 조종사는 심리적으로 긴장되거나 두려움이라는 정서의 개입으로 정보처리의 폭이 일반적으로 좁아진다. 이때는 평소에 처리가능한 정보량이라 할지라도 감당하기 어려운 상태가 된다. 물론, 본 실험에서는 정보량이 증가할 때 긴장도 더 증가했을 것이라는 객관적 증거는 없다. 오히려 현 자극지속시간(1000msec)은 본 시각탐지과제를 수행하기에 충분한 시간이 되었다. 그러나 자극지속시간을 800msec로 바꿔본 예비실험에서는 적중률과 함께 정확기각률도 크게 떨어지는 현상이 발견되었기 때문이다.

본 연구의 결과를 토대로 하여, 앞으로 더 세밀하고 구체적인 연구를 수행해 볼만한 가치가 있다. 일차적으로는 과제의 난이도를 보다 다양하게 구성하여 인적 에러의 영향을 살펴보는 것이다. 예컨대, 탐지해야 할 자극의 지속시간을 더 줄여보는 것과 노이즈자극과 신호자극의 유사성

정도를 좀 더 세분화하여 다루는 것, 그리고 방해자극의 개수를 추가해 보는 것이 되겠다. 이러한 연구는 비교적 다른 변인이 통제된 상황에서 특정 변인의 영향을 알아보는 데 필요하다. 이차적으로는 본 연구를 실용적인 문제로 확대하는 것이다. 각 단계별 비행 임무를 수행하는 과정에서, 조종사가 처리해야하는 정보의 형태와 양에 따른 에러를 분석하는 것은 최적의 임무수행 수준을 설정하는데 중요한 기준을 마련해 줄 수 있다. 관제사의 경우에서도 실제 관제 상황을 모의함으로써, 적정 임무의 기준을 마련하는데 도움을 줄 수 있다.

후 기

이 논문은 2008년도 공군본부의 국고지원연구(과제번호:KAFA 08-07)에 의해 진행되었음

참고문헌

- [1] 권오영, 신현정(1999). 비행기 착륙장면에서 진입각 지시등의 배열과 거리 및 활주로 단서가 진입각 판단에 미치는 효과. 한국실험 및 인지심리학회 여름학술대회발표논문집, 43-52.
- [2] Pashler, H. (1988). Cross-dimensional interaction and texture segregation. *Perception & Psychophysics*, 43, 307-318.
- [3] Treisman, A. (1988). Features and objects: The 14th Bartlett Memorial Lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 201-237.
- [4] Atkinson, J., & Braddick, O. J. (1989). "Where" and "what" in visual search. *Perception*, 18, 181-189.
- [5] Johnston, J., & Pashler, H. (1990). Identity and location in visual feature perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 843-856.
- [6] Sagi, D., & Julesz, B. (1985a). Detection versus discrimination of visual orientation. *Perception*, 14, 619-628.
- [7] Green, D. M., & Sweets, J. A. (1966). *Signal Detection Theory and Psychophysics*. New York: Wiley.
- [8] Lees, F. P., & Sayers, B. (1976). The Behavior of process monitors under emergency conditions. In T. Sheridan & G. Johanssen (Eds.), *Monitoring behavior and supervisory control*. New York: Plenum.
- [9] Bisseret, A. (1981). Application of signal detection theory to decision making in supervisory control. *Ergonomics*, 24, 81-94.
- [10] Anderson, K. J., & Revelle, W. (1982). Impulsivity, caffeine, and proofreading: A test of the Easterbrook hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 614-624.
- [11] Parasuraman, R. (1985). Detection and identification of abnormalities in chest x-rays: Effects of reader skill, disease prevalence, and reporting standards. In R. E. Eberts & C. G. Eberts (Eds.), *Trends in ergonomics/human factors II (pp. 59-66)*. Amsterdam: North-Holland.
- [12] Swets, J. A., & Pickett, R. M. (1982). *The evaluation of diagnostic systems*. New York: Academic Press.
- [13] Eubanks, L. J., & Killeen, P. R. (1983). 'An application of Signal Detection Theory to air combat training'. *Human Factors*, 25, 449-451.