

## 論文

### 정상 상황과 비정상 상황에서 조종사의 수행을 예측하는 요인

이경수\*, 손영우\*\*

### Factors predicting pilots' performance in routine and non-routine situations

Kyung-Soo Lee\*, Young Woo Sohn\*\*

#### ABSTRACT

This study aimed to provide empirical evidence about expert performance approach in aviation field and the results suggested that the amount of experience(e.g. total flight hour) is necessary but not sufficient index of a pilot's expertise or superior performance. 43 pilots participated and completed a spatial span task and SA (situation awareness) tasks. To explore the factors predicting the performance in routine and non-routine situations, discriminant analysis was conducted. The results of discriminant analysis indicated that different variables are related with the performance in routine and non-routine situation. The factors predicting performance in routine situation were the spatial span scores and total flight hours. On the other hand, the factors predicting performance in non-routine situation were age and the qualification for instrument flying. In real world, total flight time which represents the quantity of experience has been frequently used to predict flight abilities and as an important index of expertise. The results of this study suggest that these kinds of factors have to be used cautiously to predict the performance in abnormal situation.

**Key Words** : expert performance approach (전문가 수행 관점), 상황인식(situation awareness), routine situation(정상 상황), non-routine situation(비정상 상황)

#### 1. 서론

그동안 우리는 한 분야에서 얼마나 오랫동안 일했는가를 전문성의 판단 기준으로 종종 사용해왔다. 그러나 전문가 수행 관점(expert-performance approach)에서 보면 얼마나 오랫동안 해당 분야에서 경험을 쌓았는가는 우수한 수행을 예측하는 변인이 아닐 수도 있다 (예; Ericsson 외, 2007). Ericsson(1996)은 특정 분야에서의 경험의 양은

높은 수준의 수행에 대한 충분한 예측변인이 아니고 주장하였으며, 이는 개인이 일단 어느 정도의 수행 수준에 도달한 후에는 단지 경험을 많이 하는 것만으로는 추가적인 발전이 항상 보장되는 것은 아님을 의미한다.

예를 들어 Henderson-Everhardus (2004)는 76명의 간호사들을 5개의 수준으로 나누고 말초 동맥 질환을 찾기 위한 혈관 검사 정확도를 측정하였다. 연구 결과 근무년수와 우수한 수행과의 연관성은 나타나지 않았으며 오히려 간호와 관련된 자격증이 우수한 수행과 관련이 있음이 나타났다. 연구자는 대개는 간호사들이 자격증을 취득하는 과정 동안 특별한 훈련 기간을 거치며 수행에 대한 피드백을 받게 된다는 것에 주목하였으며 이것이 의도된 연습(deliberate practice)의 과

2010년 10월 20일 접수~2010년 12월 10일 심사완료

\* 연세대학교 심리학과

\*\* 연세대학교 심리학과

연락처: e-mail: ysohn@yonsei.ac.kr

서울 서대문구 성산로 262

정과 유사함을 강조하였다. Ericsson 등(2007)의 정의에 의하면 의도된 연습은 수행의 특정 측면을 효과적으로 발전시키기 위한 목적을 가지고 고난된 특별한 연습 활동으로써 반복적인 연습과 즉각적인 피드백, 성찰과 문제 해결의 기회를 제공함으로써 수행의 목표를 달성할 기회를 제공한다. 위와 같은 특징을 가진 의도된 연습은 전문성을 습득하는 중요하고 필수적인 방법이며 분야를 불문하고 전문가가 되는 과정에서 공통적으로 필요한 것이라고 간주되어 왔다.

본 연구는 이러한 전문가 수행 관점(expert-performance approach)이 항공 분야에서도 적용될 것이라는 전제 하에 진행되었다. 최근의 기술 발달로 인해 조종과 관련된 업무는 단순히 기계를 조작하는 조작 스킬 이외에도 정보를 해석하고 통합하고, 개정하고, 상황에 가장 적합한 판단과 선택을 내려야 하는 고도의 인지적 과제로 변했다. 비상 상황에서의 조종사 업무 역시 변화하였는데 항공기와 같은 복잡한 기계는 발생하는 문제도 복잡하며 더군다나 이러한 복잡한 시스템 하에서 발생하는 비상상황은 종종 매뉴얼로는 해결할 수 없는 예상치 못한 상황일 경우가 있다. 따라서 “시스템의 기능에 영향을 미칠 수 있는 행동과 환경적인 사건들을 포함하여 전형적으로 나타날 수 있는 인과적인 상호작용에 대한 표상”(Durso & Gronlund, 1999)으로 정의할 수 있는 멘탈모델(mental model)의 존재는 비상상황에서의 문제 해결과 적합한 대처 행동을 찾는 데 결정적인 역할을 할 것으로 보인다. 일반적으로 이러한 멘탈 모델은 장기 기억에 저장된 일종의 지식 체계(Rouse & Morris, 1985)로 여겨지기 때문에 단순한 반복 학습이 아닌 의도적 학습과 같은 특별한 학습과정과 경험을 통해서 얻어질 수 있을 것으로 보인다.

본 연구에서는 조종사들의 수행에 대한 준거로 안전한 비행의 필수적인 요소로 지적되어 온 상황인식을 사용하였다 (예; 김민영 등, 2005; 손영우 & 박수애, 2003; 손영우 & 이경수, 2009). 상황인식을 정의하는데 가장 널리 사용되는 Endsley(1995)의 정의에 의하면 상황인식이란 “환경으로부터 오는 정보를 지각하고 이에 대한 이해를 바탕으로 미래를 예측하는 것”이며 지각, 이해, 예측이라는 세 단계로 나누어진다. 첫 번째 단계는 환경의 여러 출처로부터 나온 정보들을 지각하고 두 번째 단계는 지각된 정보들을 통합, 이해하여 현재의 시스템 상황을 의미있고 일관성있게 표상화하고 마지막 셋째 단계는 가까운 미래에 발생할 시스템의 상태를 예측하는 것

이다(Endsley, 1995). 본 연구에서는 비행 상황인식의 개념을 정보처리틀에 입각한 Endsley의 이론을 따라 여러 계기판으로부터 제시되는 정보들을 지각하고, 그 정보들을 의미 있는 형태로 통합, 이해하여, 가까운 미래에 발생할 비행기의 상태 및 위치를 예측하는 능력으로 정의하였다.

일반적으로 정상 상황에서는 반복적으로 경험해 온 일상적인 수행을 얼마나 빨리 정확하게 실행하는가가 중요하다. 따라서 정상 상황에서의 상황인식은 경험의 양에 의해서도 충분히 예측될 수 있을지 모른다. 왜냐하면 정상적인 조건 하에서는 얼마나 많은 횟수에 걸쳐 습관화되고 자동화되었는가가 상황인식 과제의 수행에 영향을 미칠 것이기 때문이다. 하지만 비정상적인 상황에서의 상황인식은 경험의 양에 의해 예측되지 않을 수도 있다. 왜냐하면 비정상적인 상황에서는 한 번도 경험하지 않은 상황에 대처하여야 하며 성공적인 수행을 위해서는 중요한 원리에 대한 심도 있는 이해와 시스템의 작동 원리에 대한 지식이 필요할 것이기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 정상 상황과 비정상 상황에서의 수행에는 서로 다른 요인들이 영향을 미칠 것이라고 보고, 경험의 양 이외에 비정상 상황에서의 우수한 수행을 예측하는 개인적인 변인이 무엇인지 탐색하는 목적을 가지고 있다.

## II. 연구 방법

전문성의 차이가 나는 조종사들(전문가/초보자)을 대상으로 상황의 특수성에서(정상적/비정상적) 차이가 나는 비행 상황을 제시하여 상황인식을 측정하였다. 이를 위해 실험시작 전에 실험참가자들의 비행교육과 경험에 대한 설문지 응답 자료를 수집하였다. 먼저 참가자들의 작업 기억 용량을 측정하는 과제를 수행하도록 하고 뒤이어 수행을 측정하기 위해 상황인식 과제를 제시하고 비행 상황인식 정확도와 비행 상황 자극에 대한 반응시간을 측정하였다. 구체적인 실험참가자, 실험자극, 및 실험절차는 다음과 같다.

### 2.1. 연구 대상

본 실험을 위한 참가자들은 미국 동부지역의 비행학교 소속 조종사 43명이었으며(평균 연령 43.94세, 최소 연령은 18세, 최대 연령은 65세), \$50의 실험 참가 수당을 받고 실험에 참가하였다. 이들의 총 비행 시간은 최소 52 시간에서 최

대 5500시간이었으며 평균 총 비행시간은 1149.02 시간이었다. 또한 최근 90일간의 비행시간은 최소 0시간에서 최대 250시간으로 최근 90일간의 평균 비행시간은 36.48 시간이었고, 이들 중 총 14명이 계기비행증명(Instrument Rating)을 가지고 있었다.

## 2.2. 실험 자극

### 2.2.1. 작업 기억 용량 측정 과제

본 실험을 위해서 Shah와 Miyake (1996)의 작업기억 용량 측정 과제와 유사한 방법이 사용되었다. 이 과제는 공간적인 정보의 처리와 저장을 동시에 측정하는 다중과제 조건을 유도하도록 고안되었다. 이전의 많은 연구자들에 의해 공간적인 처리와 언어적인 처리가 서로 다른 작업 기억 자원을 사용한다고 가정되어 왔으며(예; Daneman & Tardif, 1987; Shah & Miyake, 1996), 많은 상황인식 관련 연구들은 상황인식 과제가 언어적인 작업 기억 보다는 공간적인 작업기억과 관련이 있음을 증명해 왔다(예; Caretta et al., 1996; Sohn & Doane, 2004). 따라서 본 연구에서는 개인의 공간 정보 처리와 관련된 용량을 측정하기 위해 공간 작업기억 용량만을 측정하였다.

작업 기억 용량을 측정하기 위해 참가자들에게 일련의 영어 알파벳 대문자들(F, J, L, P, R)을 보여주었는데 이때 알파벳 대문자들은 정상적인 모양이거나 혹은 거울에 비친 모습으로 제시되었으며 각각 서로 다른 방향으로 회전된 모양으로 나타나도록 하였다. 참가자들은 각각의 문자가 정상이었는지 혹은 거울에 비친 모습이었는지를 큰 소리로 응답하고 뒤이어 어떤 방향으로 회전되어 있었는지를 제시된 순서에 따라 가능한 빨리 그리고 정확히 응답하여야 했다. 작업 기억 용량 과제를 위해서 총 20개의 문자 세트가 제작되었다 (2, 3, 4, 5개의 문자로 제작된 세트 각 5개씩). 공간 작업 기억 용량을 계산하는 과정은 Shah와 Miyake (1996)의 방법과 동일한 방법이 사용되었다.

### 2.2.2. 상황인식 과제

본 실험에서 사용된 비행 상황인식 과제는 앞에서 언급한 상황인식의 정의를 반영하도록 제작되었다. 각 실험참가자에게 Fig.1(a)와 같은 화면의 동영상상이 20초 또는 40초간 제시되고 그 동영상의 상영이 끝나자마자 Fig.1(b)와 같은 비행목

표가 적힌 화면이 제시되었다.

실험에 사용된 동영상은 비행기 조종 장치 조절의 입력과 출력 및 비행기의 현재 상태와 위치를 표시하는 7개의 기본 계기판에서 일어나는 지속적인 변화를 보여주었다. 실험자극들 중의 절반은 일상적인 비행상황을, 다른 절반은 기본 계기판에서 한 계기가 오작동하는 비정상적인 비행상황을 보여주었다. 비행목표 화면은 비행의 세 중심축인 고도, 방향, 및 속도에 대한 정보를 제시한다. 실험참가자의 과제는 동영상에서 제시된 비행기가 동영상 직후 제시된 비행목표에 조정장치의 추가적인 조절없이 약 10초안에 도달할 것인지를 판단하는 것이다. 이 과제를 성공적으로 수행하기 위해서는 앞에서 상황인식을 정의할 때 언급한, 여러 계기판으로부터 제시되는 정보들을 지각하고, 그 정보들을 의미있는 형태로 통합, 이해하여, 가까운 미래에 발생할 비행기의 상태 및 위치를 예측하는 능력이 요구되었다.



(a) 계기판 화면

Altitude: 3500 ft  
Heading: 180°  
Airspeed: 90 kt

(b) 비행 목표 화면

Fig.1 상황인식과제에서 사용되는 실험자극의 예

## 2.3. 실험 절차

실험참가자들은 비행경험 및 인구학적 배경을 묻는 설문지를 작성한 후, 작업 기억 용량 과제와 연달아 상황인식 과제를 수행하였다. 먼저 작업 기억 용량 과제를 위해서 참가자들에게 짧은 문자세트 (2개의 문자로 이루어짐)부터 긴 문자세트(5개의 문자로 이루어짐)까지 순서대로 제시되었다. 모니터에 문자가 나타나면 참가자들은

문자가 정상적인지 혹은 거울에 비친 모습인지를 큰 소리로 응답하도록 하였고 문자들이 전부 나타난 후에는 제시된 각 문자가 회전된 방향을 차례대로 버튼을 이용하여 반응하도록 하였다. 처음 5번의 시행 동안은 두 개의 문자로 이루어진 문자 세트들의 회전 방향을 기억하여야 했으며 다음에 몇 개의 문자가 나타날 것인지 알려준 후에 점점 긴 문자 세트들의 회전 방향을 기억하여야 했다(3, 4, 5개의 문자 세트 역시 각 5번의 시행).

상황인식 과제는 4개의 블록으로 구성되었는데 각 블록 당 1개의 연습시행을 포함하여 12개 시행으로 구성되었다. 첫 번째 블록은 20초간 정상적 상황, 두 번째 블록은 40초간 정상적 상황, 세 번째 블록은 20초간 비정상적 상황, 그리고 마지막 네 번째 블록은 40초간 비정상적 상황이 자극으로 제시되었다. 참가자들은 제시된 동영상의 비행장면을 근거로 비행기가 목표 상태에 도달할 수 있는가의 여부를 “C(Consistent)”와 “I(Inconsistent)”로 표시된 자판을 눌러 표시하였다. 그리고 나면 다음 시행이 시작되었다. 참가자들은 각 블록을 시작할 때에 이 절차에 익숙해지도록 2번 혹은 3번의 연습시행을 하였다. 연습시행에서는 판단의 정확성에 대한 피드백을 주었으나 실제 실험시행에서는 피드백을 주지 않았다.

### III. 연구 결과

#### 3.1. 작업 기억 용량 계산

Shah와 Miyake (1996)의 점수 계산법에 따라 참가자들의 공간 작업 기억 용량을 계산하였다. 참가자들의 작업 기억 용량은 모든 문자의 방향을 순서대로 정확히 회상한 문자세트의 최대 크기로 정의되었다 (각 세트 크기별로 준비된 5개 중 적어도 3개 이상 맞춘 경우). 만약 참가자가 다음 세트 크기의 5개 시행 중 2개를 정확히 맞춘 경우에는 0.5점이 가산되었고, 특정 레벨에서 세 개 미만으로 맞추었으나 더 높은 레벨에서 2개 이상을 맞추게 되면 가장 낮은 점수와 가장 높은 점수의 평균 점수가 용량 점수로 계산되었다. 가능한 최대 점수는 5.0 점이고 가능한 최소 점수는 1.0 점(2개의 문자로 이루어진 세트에서 하나만 맞추거나 하나도 못 맞춘 경우)이다.

참가자들의 평균 작업 기억 용량은 2.68이었고 표준 편차는 0.96이었다.

#### 3.2. 수행 점수 계산

조종사들의 상황 인식 정도를 측정하기 위해 “consistent” 판단에 대한 적중(hit)과 오 경보(false alarm) 비율을 계산하였다.

본 연구에서의 적중 비율은 일치(consistent) 조건에서 “consistent”라고 응답한 비율이며, 오 경보 비율은 비 일치(inconsistent) 조건에서 “consistent”라고 응답한 비율이다. 이렇게 산출된 적중과 오 경보 비율을 이용하여 다음 식에 따라 조종사들의 판단 민감성( $d'$ )을 계산하였다. 다음 식에서 “H”는 적중 비율을 의미하며 “FA”는 오경보 비율을 의미한다.

$$d' \text{ (sensitivity)} = \Phi^{-1}(H) - \Phi^{-1}(FA)$$

위의 식을 통해 산출된 판단 민감성은 상황인식 과제의 수행 점수로 사용되었다. 조종사들이 정상 상황과 비정상 상황에서의 상황인식 수행 점수는 Table 1에 나타나 있다.

Table 1 정상 상황과 비정상 상황에서의 상황인식 수행 점수 평균

구 분	최소값 최대값	평 균	표준편차
정상 상황	.09 3.11	1.50	.75
비정상 상황	.04 3.11	1.43	.71

#### 3.3. 판별 분석

정상 상황과 비정상 상황에서의 수행을 예측하는 변인을 밝히기 위해서 단계적 판별분석이 사용되었다. 먼저 정상 상황에서의 수행 점수의 중앙치(median) 값에 따라 각각 평균 이상의 고 수행 집단(22명, 평균은 2.13, 표준편차는 .49)과 평균 이하의 저 수행 집단(21명, 평균은 .91, 표준편차는 .36)으로 나누었다. 또한 비정상 상황에서의 수행 역시 같은 방법으로 중앙치를 기준으로 두 집단으로 나누었다(고 수행 집단은 21명으로 평균은 1.99, 표준편차는 .46이며 저 수행 집단은 22명으로 평균은 .84, 표준편차는 .36). 이후 판별 분석이 실시되었는데 고, 저 수행 집단을 종속 변인으로 하고 공간 작업 기억 용량, 연령, 계기 비행 증명 소지 여부, 총 비행시간, 총 계기비행 시간, 최근 90일 이내의 비행시간을 예측 변인으로 선정하였다. 선정된 변수들 중 비행시

간과 관련된 변수들은 경험의 양을 대표하는 변인들로 선정되었으며 계기비행 증명 여부는 Henderson-Everhardus (2004)의 연구에서와 같이 의도된 연습에 대한 지표로 선정되었다. 실질적인 분석에 앞서 총 비행시간과 총 계기비행 시간, 최근 90일 이내의 비행시간은 분포의 비정상성으로 인해 제곱근을 취하여 정상적 분포를 이루도록 변환시켰다.

먼저 정상 상황에서의 변별 함수가 생성되었으며,  $\Lambda = .741$ ,  $\chi^2=9.599$ ,  $df = 2$ ,  $p < .01$ , 정상 상황에서의 고 수행과 저 수행 집단 간에 유의미한 차이가 나타났다. 결과적으로 공간 작업 기억 용량과 총 비행시간이 함수에 포함되었으며 연령, 계기비행증명 유무, 총 계기 비행시간, 최근 90일 간의 비행시간은 함수에서 제외되었다. Table 2는 정상 상황과 비정상 상황에서의 고, 저 수행 집단 간 각 변인들에 대한 평균과 표준편차를 나타내며 Table 3은 유의미한 변인들로 구성된 판별 함수의 상관 회귀 계수와 표준화된 함수계수를 보여준다. 전반적으로 변별 함수는 69.8%의 결과를 성공적으로 예측하였으며, 세부적으로 보았을 때, 저 수행 집단에 대해서는 72.7% 그리고 고 수행 집단에 대해서는 66.7%의 정확도를 보여주었다. 변별 함수에 대한 집단 평균을 보았을 때 저 수행 집단은 -.558, 고 수행 집단은 .591의 평균을 보여주었다. 이 결과는 공간 작업 기억 용량이 크고 총 비행시간이 길수록 정상 상황에서 더 좋은 수행을 보여줄 가능성이 높다는 것을 보여준다.

그 다음으로 비정상 상황에서의 변별 함수가 생성되었으며,  $\Lambda = .686$ ,  $\chi^2=12.072$ ,  $df = 2$ ,  $p < .01$ , 비정상 상황에서의 고 수행과 저 수행 집단 간에 유의미한 차이가 나타났다. 정상 상황과는 다르게 연령과 계기 비행증명 소지 여부가 함수에 포함되었으며 공간 작업 기억 용량과 총 비행시간, 총 계기 비행시간, 최근 90일 간의 비행시간은 함수에서 제외되었다. 전반적으로 변별 함수는 76.7%의 결과를 성공적으로 예측하였으며, 세부적으로 보았을 때, 저 수행 집단에 대해서는 85.7% 그리고 고 수행 집단에 대해서는 68.2%의 정확도를 보여주었다. 변별 함수에 대한 집단 평균을 보았을 때 저 수행 집단은 .716, 고 수행 집단은 -.603의 평균을 보여주었다. 이 결과는 계기 비행증명을 가지고 있고 더 젊은 연령의 조종사일수록 비정상 상황에서 더 좋은 수행을 보여줄 가능성이 높다는 것을 보여준다.

Table 2 정상과 비정상 상황에서 집단 간의 평균과 표준 편차(SD)

구분	집단평균 (SD)			
	고 수행 집단		저 수행 집단	
	정상	비정상	정상	비정상
공간작업 기억용량	3.12 (1.04)	2.81 (1.07)	2.36 (0.82)	2.63 (0.92)
연령	42.65 (13.47)	38.89 (13.39)	45.17 (12.55)	49.94 (9.48)
계기비행 증명소지 여부	0.47 (0.51)	0.53 (0.51)	0.22 (0.43)	0.13 (0.34)
총 비행시간	34.55 (20.71)	28.89 (15.67)	20.57 (10.60)	25.53 (19.94)
총 계기비행 시간	10.04 (6.38)	7.91 (5.93)	5.91 (4.82)	7.19 (7.52)
최근 90일 이내 비행시간	5.49 (4.06)	4.48 (3.90)	3.52 (3.61)	3.41 (3.06)

Note: 계기비행증명 소지여부는 범주 변인으로써 자격증을 가지고 있으면 1, 자격증을 가지고 있지 않으면 0으로 코딩

Table 3 정상과 비정상 상황에서의 판별 함수의 상관계수와 표준화된 함수 계수

	예측변인	판별함수의 상관회귀계수	표준화된 함수계수
정상 상황	공간작업 기억용량	.706	.667
	총 비행시간	.746	.709
비정상 상황	연령	.711	.728
	계기비행 증명 소지여부	-.686	-.704

Note: 표준화된 함수 계수=Standardized function coefficient ; 판별 함수의 상관 회귀 계수=Correlation coefficient with discriminant function

#### IV. 결 론

판별 분석 결과 정상 상황과 비정상 상황에서 수행은 서로 다른 변인들과 관련이 있음이 드러났다. 정상 상황에서의 수행은 공간 작업 기억 용량과 총 비행시간과 관련이 있었던 반면, 비정상 상황에서의 수행은 연령과 계기 비행 자격증 유무와 관련이 있는 것으로 나타났다.

그동안 많은 연구들에서 작업 기억 이 여러 가지 인지적인 과제의 수행과 관련이 있음이 밝혀져 왔다. 예를 들어 작업 기억 용량은 언어 이해 (Daneman & Merikle, 1996), 수학적 문제 해결 (Adams & Hitch, 1997), 방향 찾기(Engle, Carullo, & Collins, 1991), 강의 노트 작성(Kiewra & Benton, 1988) 등과 같은 과제의 수행과 상관이 있는 것으로 나타났다. 본 연구결과에서 나타난 정상상황에서의 수행에 대한 공간 작업 기억 용량과의 관계 역시 이러한 이전 연구 결과들과 일치하는 것이라고 볼 수 있을 것이다. 그러나 작업 기억은 용량 제한으로 인해 과제가 복잡하거나 어려워질수록 부하가 생길 가능성이 발생하는데, 이로 인해 비정상 상황과 같은 새롭거나 어려운 상황에서는 작업 기억에 의존하여서는 좋은 수행을 보일 수 없다. Ericsson과 Kintsch(1995)는 이와 같은 상황에 대한 설명을 제공할 수 있는 LTWM(long term working memory)라는 전문가들의 기억 메커니즘을 주장하였는데, LTWM를 발전시켜 온 전문가들은 초보자들에 비해 작업 기억 용량에 대한 의존도가 더 낮은 것으로 나타났다(Sohn & Doane, 2003). 따라서 과제의 난이도가 낮은 정상 상황에서는 평소 수행이 저조한 저수행 집단 역시 작업 기억만을 이용하여 충분히 좋은 수행을 보일 수 있지만 과제 난이도가 높은 비정상 상황에서는 작업 기억에만 의존해서는 좋은 수행을 보일 수 없는 것으로 보인다.

정상 상황에서의 수행을 예측하는 또 하나의 유의미한 변인은 총 비행시간이었다. 정상적인 상황에서는 반복적으로 연습해온 것을 정확히 실행하는 것이 중요하므로 오랜 시간에 걸쳐 자동화된 습관적인 반응에 의해서도 충분히 좋은 수행을 보일 수 있다. 이런 상황에서는 대처 행동과 관련된 많은 레퍼토리나 적응 능력이 그다지 필요하지 않을 수 있으며 단순하고 반복적인 경험만을 가지고도 어느 정도의 수행 수준을 보여주는 것이 가능할 것이기 때문에 누가 얼마나 많이 반복적으로 연습하였는가 중요한 수행의 요인이 될 수 있다. 그러나 본 연구의 결과는 비정상적인 상황에서의 수행은 총비행시간과 관련이 없음을 보여줌으로써 이를 비정상상황에서의 수행을 예측하는 요인으로 사용하기에는 충분치 않음을 보여준다.

비정상 상황에서의 수행에 대한 강한 예측 요인이었던 계기 비행 증명 소지 여부는 조종사들이 불리한 기상 조건 하에서도 기기들을 이용해서 정확한 비행을 할 수 있음을 의미하며 문제가

있는 기기들을 다루는 능력이 있는지 없는지를 알려주는 지표이다. 정상적인 상황과 다르게 비정상적인 상황에서의 수행은 단순한 지식과 습관적인 경험 이외의 특별한 종류의 경험과 지식이 요구될 수 있다. 즉, 의도적 연습(deliberate practice)을 통해 얻어진 특별한 경험이나 멘탈 모델 등이 요구될 수 있다. 시계 비행과 비교하였을 때, 계기 비행은 특별한 훈련이 요구되며 이를 위해서는 기기들을 사용하는 방법과 레이더의 정보를 통해 정확한 비행을 하는 방법을 배우게 된다. 이러한 과정 동안에 시스템의 작동 원리와 비행기의 물리적 상태와 기기가 제공하는 정보 사이의 관계 등을 배울 수 있을 것으로 보인다. 따라서 이러한 훈련 과정 동안에 전문 조종사들은 일종의 의도적 연습을 수행하게 될 것이다.

연령 또한 비정상 상황에서의 수행에 대한 강한 예측 요인이었다. 항공 분야의 몇몇 연구들을 보면 연령과 관련된 수행의 감소가 발견되곤 하였다 (예; Morrow 등, 2001; Taylor 등, 2007). Morrow 등 (2001)은 이러한 연령과 관련된 수행 감소를 인지 능력의 감소와 관련이 있다고 주장하였으며 이전 연구들에서도 공간적 능력과 연령간의 부적 관련성이 발견되었음을 예로 들었다 (예; Arbuckle 등, 1994). 본 연구에서 발견된 비정상 상황에서의 수행에 대한 연령의 효과는 이러한 이유와 맥락을 같이 하는 효과일 것으로 추정된다. 그러나 Taylor 등(2007)은 중단 연구를 통해 연령에 따른 수행의 감소가 전문성이 높은 집단에서는 덜 나타난다는 것을 검증하였는데 본 연구가 가진 횡단적인 특징으로 인하여 연령과 수행의 부적 관계만을 관찰할 수 있었다.

그동안 일반적으로 총 비행시간은 조종사들의 비행 능력을 예측하는 중요한 변인으로 종종 사용되어 왔다. 즉, 경험의 양이 전문성의 중요한 지표로 사용되어 왔다는 것이다. 그러나 본 연구의 결과는 전문가 수행 관점에서 주장하는 것과 같이 경험의 양이 아니라 질이 중요함을 보여준다. 경험의 양을 가지고서는 일상적인 상황에서의 수행은 충분히 예측할 수 있지만 비일상적인 상황에서는 경험의 양 만으로는 좋은 수행을 보장할 수 없다는 것이다. 따라서 본 연구는 조종사들의 훈련 및 평가와 관련된 몇 가지 실용적인 함의점들을 지니고 있다. 이번 연구의 결과에 따르면 정상적인 상황에서 획득된 상대적으로 단순한 조종 기술에 대한 판단과 평가로는 비정상 상황에서의 안정적인 수행을 예측하기 어려우며, 비정상 상황에서의 수행을 증진시키기 위해서는

시스템의 기능과 원리에 대해 심도 있는 이해를 할 수 있는 의도적 학습의 기회를 제공하여야 한다는 것이다. 또한 조종사들의 비행 기술을 평가 하는데 있어서 정상 상황에서의 수행이나 총비행 시간과 같은 경험의 양만을 가지고 평가하는 것에 주의를 기울여야 함을 보여준다.

본 연구는 개인용 컴퓨터에 7개의 기본적인 조종실 계기만을 제시한 저 충실도(low-fidelity) 계기 비행 시뮬레이션을 구현하였다는 점에서 방법론적인 한계를 지닌다. 이런 한계점으로 인해 본 연구에서는 계기의 고장과 오작동에 따른 비정상적 비행 상황만을 제시할 수밖에 없었다. 후속 연구에서는 고 충실도(high-fidelity) 시뮬레이션을 이용하여 보다 복잡하고 다양한 비정상적인 비행 상황을 구현하고, 비행시간과 경험이 다양한 보다 많은 수의 조종사들 실험참가자로 사용하여 연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 기대한다.

## 후 기

본 연구는 BK21 지원 사업인 ‘인지 및 심리과학 전문 인력 양성 및 실용화사업단’에 의해 수행됨

## 참 고 문 헌

- [1] 김민영, 손영우, 박수애 (2005). 의사결정의 판단 기준과 정보 선택에 있어서 경험과 맥락의 영향: 조종사를 대상으로. 한국심리학회지: 산업 및 조직, 18, 225-246.
- [2] 손영우, 박수애 (2003). 전문성과 작업기억 부하량이 조종사의 상황인식에 미치는 영향. 한국심리학회지: 산업 및 조직, 16, 155-174.
- 손영우, 이경수 (2009). 조종사 상황인식의 적응적 전문성: 전문가와 초보자의 계기비행 수행 비교. 감성과학, 12, 55-64.
- [3] Adams, J. W., & Hitch, G. J. (1997). Working memory and children's mental addition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67, 21-38.
- [4] Arbuckle, T. Y., Cooney, R., Milne, J., & Melchoir, A. (1994). Memory for spatial layouts in relation to age and schema typicality. *Psychology and Aging*, 9, 467-480.
- [5] Carretta, T. R., Perry, D. C., & Ree, M. J. (1996). Prediction of situational awareness in F-15 pilots. *International Journal of Aviation Psychology*, 6, 21-41.
- [6] Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 422-433.
- [7] Daneman, M., & Tardif, T. (1987). Working memory and reading skill reexamined. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance XII: The psychology of reading* (pp. 491-508). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [8] Durso, F. T., & Gronlund, S. D. (1999). Situation awareness. In F. T. Durso, R. Nickerson, R. Schvaneveldt, S. Dumais, S. Lindsay, & M. T. H. Chi (Eds.), *The handbook of applied cognition* (pp. 283-314). New York: Wiley.
- [9] Henderson-Everhardus MC. (2004). Does Nursing Expertise Contribute to the Accuracy of Vascular Assessment in the Detection of Peripheral Arterial Disease? [dissertation]. Denton: Texas Women's College.
- [10] Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37, 32-64.
- [11] Endsley, M. R. (2006). Expertise and situation awareness. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*, (pp.633-651). Cambridge University Press: Cambridge.
- [12] Engle, R. W., Cantor, J., & Carullo, J. (1992). Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 972-992.
- [13] Ericsson, K. A. (2006). The influence of experience and deliberate practice on the development of superior expert performance. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. Hoffman (Eds), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*, (pp.683-705). Cambridge University Press: Cambridge.
- [14] Ericsson, K. A. & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review* 102, 211-245.
- [15] Ericsson, K. A., Whyte, J., & Ward, P. (2007). Expert performance in nursing: Reviewing research on expertise in nursing within the framework of the expert-performance approach. *Advances in*

Nursing Science, 30, E58-E71.

[16] Kiewra, K. A., & Benton, S. L. (1988). The relationship between information-processing ability and notetaking. *Contemporary Educational Psychology*, 13, 33-44.

[17] Morrow D. G., Menard, W. E., Stine-Morrow, E. A. L., Teller, T. & Bryant, D. (2001). The influence of expertise and task factors on age differences in pilot communication. *Psychology and aging*, 16, 31-46.

[18] Rouse, W. B., & Morris, N. M. (1985). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models (DTIC #AD-A159080). Atlanta, GA: Center for Man-Machine Systems Research, Georgia Institute of Technology.

[19] Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 4-27.

[20] Sohn, Y. W., & Doane, S. M. (2003). Roles of working memory capacity and long-term working memory skill in complex task performance. *Memory & Cognition*, 31, 458-466.

[21] Sohn, Y. W., & Doane, S. M. (2004). Memory Processes of Flight Situation Awareness: Interactive Roles of Working Memory Capacity, Long-Term Working Memory, and Expertise. *Human Factors*, 46, 461-475.

[22] Taylor, J. L., Kennedy, Q., Noda, A., & Yesavage, A. (2007). Pilot age and expertise predict flight simulator performance: a 3-year longitudinal study. *Neurology*, 68, 648-654.