

지식구조가 조종사 상황인식에 미치는 영향에 관한 연구

A Study on the knowledge structure impacts to pilot's situation awareness

권 보현(B777 기장, 대한 항공), 김 칠영(한국 항공대학교 항공운항학과 교수)

I. 서 론

1. 연구 배경

상황인식은 항공기를 운영하는 조종사가 역동적인 비행환경에서 자신과 항공기의 상황을 지속적으로 인식하고 이러한 인식을 기반으로 미래를 예측하며 적절한 의사 결정을 유도해 나가는 과정이다. 항공기가 더욱 자동화 되고 조종실에 근무하는 승무원의 수가 최소화됨에 따라 상황인식은 보다 중요한 인적 요소로 인식되고 있다. 최근의 많은 항공 사고를 분석해 보면 상황 인식의 부족이 원인이 된 경우가 많은 것을 알 수 있다. 미 델타 항공에서는 상황인식의 중요성을 강조하기 위해 CRM(Crew Resource Management) 훈련모듈에서 다른 요소들과 분리해 독립적인 과정으로 만들었다. 이렇게 중요한 상황인식에 영향을 주는 요소들은 지식과 경험, 조종 기량, 피로와 스트레스 등 많은 요소들이 있지만 상황을 인식하는 첫 단계가 정보를 받아들여 분석하고 의미를 파악하는 지식 구조에서 시작된다. 관련된 정보들이 조직화되어 덩어리를 이루고 있는 지식 단계를 스키마(schema)라고 하는데 스키마들이 상황 맥락에 따라 일시적으로 생겨나고 활성화되어 스키마들 사이에 서로 부합되어 응집성이 유지되도록 만들어 가는 과정을 지식 구조의 활용이라고 부른다. 지식 구조의 활용은 경우에 따라 차이가 나지만 전문가(expert)와 초보자(novice)에 따라 차이가 크며 교육/훈련과정에서 학습한 지식과 방법에 따라 영향을 받는다. 따라서 본 연구는 상황 인식을 하는데 결정적인 영향을 미치는 조종사의 지식 구조에 초점을 맞추어 상황 인식 과정에 지식 구조가 어떻게 영향을 미치는지에 대해 연구하고자 한다.

2. 연구조사 방법 및 한계

가. 연구조사 방법

지식 구조가 조종사들의 상황인식에 미치는 영향을 조사하기 위해서는 지식 구조의 형성과정과

정도에 대한 선행 조사를 한 다음 상황인식과의 연관관계를 연구하고자 한다. 연구 대상 집단은 현업에서 근무하고 있는 조종사(기장 및 부조종사)를 대상으로 30명 내외로 선정하며 선정된 조종사들을 전문가(숙련 조종사) 집단과 초보자(비숙련 조종사) 집단으로 분리한 다음 설문 조사와 고정식 시뮬레이터(Fixed base Training Device)에서 특정 상황을 부여해 상황 인식 정도를 측정한다. 측정과 분석 도구는 세계적으로 인정받고 있는 SAGAT(Situation Awareness Global Assessment Technique)를 활용할 계획이다. 연구에서 고려되는 각 변수는 다음과 같다.

1) 독립 변수

비행 중 발생할 수 있는 비정상 상황(가상부여)

2) 매개 변수

- 지식 구조
- 시간적 제한

3) 종속 변수

- 상황 인식 능력
- 대처 형태

나. 연구의 한계 및 시사점

본 연구는 현업에 근무하고 있는 민간항공 조종사들을 대상으로 하며 가상적인 환경에서 측정하므로 실제 상황과의 차이를 보일 수 있다. 또한 대상 집단의 표본 수가 한정되어 있고 대상자의 참가 동기 정도에 따라 높은 신뢰도를 나타내지 못할 수도 있다. 그러나 이러한 연구를 통해 조종사들의 지식 구조에 영향을 주는 요소를 알 수 있고 이러한 지식 구조가 상황인식에 미치는 영향을 유추함으로써 조종사 교육/훈련 방법 선정에 참고가 될 수 있을 것으로 생각한다.

II. 본론

1. 지식 구조에 대한 이론적 고찰

가. 지식 구조의 형성

인간은 주위의 여러 가지 정보들을 받아들여 자신의 지식으로 만든다. 지식은 교육을 통하여 습득하거나 자신의 경험을 통하여 습득하기도 한다. 이러한 지식은 스키마(Schema)를 이루어 일반적인 절차, 대상, 지각 결과, 일련의 사건 또는 상황을 인식하고 의사 결정을 하는데 사용된다. 지식 구조의 형성 과정을 설명하는데 주로 스키마(Schema) 이론이 많이 사용된다. 스키마 이론이란 지식덩이가 기억에 부호화되어 경험을 이해하고 저장하는데 이용된다고 전제하는 모형들의 집단을 일컫는 말이다. Bartlett(1932)는 ‘스키마를 과거 경험의 적극적인 조직화’로 정의하고 조직화를 ‘많은 구체적인 예를 표상할 수 있는 일반적인 인지 구조를 구축하는 과정’이라고 보았다. 그러나 Bartlett도 스키마가 구조화되어 있다는 것을 강조했지만 그 조직이 어떠한 것인지에 대해서는 명시하지 못하였다. 이제 많은 심리학자들은 스키마를 특정한 경우의 상세한 속성들로 매울 수 있는 골격 구조로 인식하고 있다. 스키마는 범주의 한 부분을 차지하며 대상의 속성, 사건의 전형적 계열 등이 구체화 될 수 있는 슬롯 구조를 가지고 있다. 만약 정보나 지식이 조직화되지 않고 하나의 개별적인 조각(cluster)으로 존재할 경우 쉽게 잊혀지거나 기억해 내기가 곤란하다. 따라서 인간은 지각된 정보를 나름대로의 규칙에 의해 분류하고 범주화하는 것이다. 이러한 과정은 의식적으로 이루어질 수도 있고 무의식적으로 이루어질 수도 있다.

나. 지식 구조의 기능

판단이나 결정을 내리는 과정은 그 과정을 수행하는 개인이나 집단과 그러한 판단, 결정을 내리기를 요구하는 상호 작용에 의해 이루어진다. (Stevenson, Busemeyer & Naylor, 1990 ; Kleindorfer & Schoemaker, 1993) 범주화된 지식은 어떤 상황에 직면했을 때 이를 인식하고 행동하는데 필요한 실마리가 된다. 이러한 행동에는 하나의 상위 스키마와 다수의 하위 스키마가 계층적으로 조직화되어 있으며 각 스키마는 각각의 활성화 역치에 따라 활성화되기도 하고 억제되기도 한다. 즉 환경과의 상호작용 중에 인간이 사용하는 지식구조 혹은 활동구조인 스키마의 활성화와 실행에 의해 행동으로 나타나는 것이다. (이순철, 1999) 만약 스키마가 잘못 활성화되거나 활성화된 스키마가 잘못 실행될 경우 인간은 여러 가지 에러(Error)를 발생할 수 있다. 또는 스키마가 활성화되지 않아 에러를 발생하는 경우도 있다. 이러한 에러는 상황인식과 의사 결정 과

정에서 잘못된 결과를 초래할 수 있다.

업무가 요구하는 최적의 인지적 기술이 무엇인지 분석하기 위해서 사용하는 대표적인 방법 중의 하나가 그 분야의 전문가와 초보자의 인지적 능력을 비교하는 것이다. 자신의 분야에 대한 구체적인 지식을 학습함으로써 특정 분야에서 특출하게 되는 과정을 전문성의 습득과정이라고 한다. 지금까지의 연구에 의하면 직무에 필요한 기술을 습득하게 됨에 따라 지식의 구조와 조직에서 질적인 변화가 발생하고 지식이 사용되는 효율성과 유연성이 증가한다. (Royer, Cisero & Carlo, 1993)

다. 전문가와 초보자의 지식 구조의 차이

전문가와 초보자의 의미적 지식구조의 차이는 문제 유형과 같은 범주적 지식구조에서의 차이를 초래하는데 초보자는 표면적 유사성을 중심으로 문제를 분류하고 범주화 하는 반면 전문가는 구조적 유사성을 중심으로 문제를 분류하고 범주화한다. 전문가들은 특히 문제를 분류할 때 문제 유형 중심으로 범주화를 하며 이는 문제해결과 관련된 지식 중심의 처리로 이어진다.

비행 중 상황인식과 의사 결정을 내리는데 많은 요소들이 복합적으로 작용하고 있다. 비행 단계, 항공기 종류, 문제의 종류, 가용 시간, 가용 자원과 위험 정도 등이 포함된다. 경험이 많은 조종사는 경험이 적은 조종사들과 상황에 대해 다르게 접근하고 다른 측면에서 상황을 인식할 것으로 유추한다. (Ute Fisher, Judith Orassanu, Mike Wich, 1995) 경험 많은 조종사들은 상황에 따라 분석적으로 접근할 것인지 全觀的(Holistic)으로 접근할 것인지 결정할 것이며 가용 시간과 자원에 따라 위험 상황 인식 정도도 달라질 것이다. 또한 상황이 어떻게 전개되어 갈 것인지 유추하고 그 결과까지 판단하게 될 것이다. 여기에서 경험이 많다는 것은 경력뿐만 아니라 특정의 감각 능력까지도 포함된다.

2. 상황 인식에 대한 이론적 고찰 가. 학술적 정의

Beringer, D.B., and Hancock, P.A. (1989)는 상황인식에 대해 다음과 같이 정의했다. ‘상황인식은 내부적인 환경과 외부적인 환경이 상호 작용하는 과정을 의식적으로 인식을 하는 행위’라고 하였다. 내부환경이란 독립된 감각 공간을 말하고 외부 환경이란 시, 공간에 내포되어 인간에게 시현되는 정보를 것을 말한다. 조종사들의 상황인식에 대해 많은 연구를 하고 있는

Endsley, M.R.(1988)는 상황인식을 '특정 시간, 특정 위치에서 조종사 자신의 주변에서 발생하고 있는 현상을 내부적으로 모델화 한 것'이라고 보았다.

나. 비행 환경이 상황인식에 미치는 제요소

1) 지식 구조

조종사의 지식 구조에 따라 상황 인식의 차이를 나타낸다. 지식 구조는 교육/훈련의 효과와 개인적인 감각 능력 등에 의해 영향을 받는다. 잘못된 지식 구조나 지식 구조의 부재 시 상황 판단을 그르칠 수 있다.

2) 항공기 디자인

항공기 디자인이 상황인식과정에서 인간에게 에러(Error)를 유발할 수 있다. 첨단 항공기들은 많은 자동화 장비를 사용하고 있다. 구형 항공기의 계기들을 한 곳으로 집중시킴(PFD : Primary Flight Display)에 따라 공간 활용도가 높아지고 계기 판독이 용이할 것으로 기대했다. 그러나 공간 활용도는 좋아졌으나 좁은 공간에 계기들을 디지털 화하여 집중함으로써 지시문자가 작아지고 항공기 상태 변화에 따른 계기치의 변화를 인지하는데 주의가 필요하게 되었다.

3) 자동화(Automation)

항공기의 자동화는 조종사들의 업무량을 감소시켜주고 힘든 일을 대신해 주는 기능이 있다. 그러나 이러한 기능이 결함을 일으켰을 때 경보 장치가 작동하지 않을 경우는 인지하기가 곤란하며 모드의 변화를 제대로 인지하고 이해하지 못하면 에러를 유발하게 된다. 또한 시스템의 작동원리와 변화를 예측하지 못할 경우에도 문제가 발생한다. 상황인식에서 자동화에 대한 비중이 높은 것도 인간과 기계의 인터페이스에서 입력된 정보는 중간 검증 없이 바로 실행으로 이어지기 때문에 조종사 상호간의 인지와 모드 변화에 대한 이해가 필수적이기 때문이다.

4) 피로와 스트레스

현대의 대형항공기들은 장거리를 비행함에 따라 시차 문제와 야간 비행을 하게 된다. 조종사는 장시간의 비행으로 피로와 스트레스가 쌓이게 되고 비행 중 상황 인식에 영향을 받게 된다. 많은 연구에서 피로는 음주 상태와 같이 지각과 인지 능력을 저하시킨다고 밝혀져 있다.

5) 시간적 제한성/근급성

비행은 항공기가 3차원의 공간을 연속적으로 움직이는 과정이므로 연료나 기상, 비상상태 등

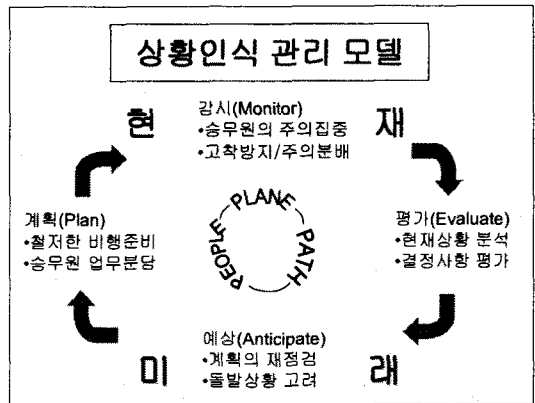
의 영향을 받게 된다. 따라서 상황을 인식하고 의사 결정을 해야 할 시간적 제한을 받게 된다. 급박한 사태의 경우 조종사는 정보의 입력과 전달이 제한을 받게 되고 자원을 활용할 수 없게 됨에 따라 적절한 상황 인식을 할 수 없게 된다.

6) 가용 자원의 제한

항공기가 비행 중에는 사용할 수 있는 가용 자원이 제한을 받는다. 최신 항공기들은 위성전화와 ACARS (Aircraft Communication Addressing & Reporting System)가 달려 있어 필요한 정보를 다소 많이 받을 수 있지만 HF 나 VHF 통신 능력만 있는 항공기의 경우는 정보와 가용자원의 제한으로 상황 인식의 어려움을 초래할 수 있다.

다. 상황 인식 모델

상황인식 모델은 아래 그림과 같이 계획-감시-평가-예상의 순환으로 이루어지며 현재에 대한 평가 후 미래를 예측하는 모형이다.



III. 결론

여러 가지 연구 결과를 종합해 볼 때 전문가 는 초보자에 비해 많은 지식 구조상의 차이점을 가지고 있는 것으로 밝혀졌다.(Sternberg, 1998) 그러나 조종사들을 대상으로 지식 구조의 차이를 연구한 경우는 별로 없는 실정이다. 조종사들도 다른 전문적인 집단과 마찬가지로 지식 구조가 상황 인식과 의사 결정에 많은 영향을 줄 것으로 판단된다. 지식 구조는 형성단계부터 중요한데 조종사 선발 시 기본적인 지식 구조에 대한 검증을 하고 선발된 조종사에 대해서는 교육/훈련을 통하여 비행에 적합한 지식 구조를 형성해 주어야 할 것이다. Ute Fisher et al(1995)는 미국 민간 대형 항공사에 근무하

고 있는 28명의 자원 조종사들을 대상으로 22가지의 준사고 사례를 카드로 만든 다음 이것을 범주별로 구분하도록 하는 연구를 통해 지식 구조를 연구한 바 있다. 이 연구에서도 경험은 문제에 대한 이해 능력을 변화시키고 이러한 능력은 문제 인식과 해결 능력에 영향을 미친다는 것을 입증하였다.

지식 구조의 형성과 상황 인식 능력 향상은 어느 개인의 노력이나 시간이 해결해 주는 문제는 아니다. 고가의 장비와 인명을 책임지고 있는 조종사들이 정확한 상황인식과 문제 해결 능력을 발휘한다면 항공 사고를 줄이고 효율적인 운항을 하는데 기여할 것이다. 따라서 교육/훈련과정을 항공기 매뉴얼의 단편적인 지식들을 연결해서 하나의 지식 구조를 형성할 수 있는 과정을 만들어야 한다. 간단한 방법이지만 효율적인 것은 FTD(Fixed based Training Device)를 이용하여 습득한 지식을 기기 조작과 반응을 통해 체득시켜주고 상황 부여를 통해 복합적인 지식의 고리를 연결해 주어야 한다. 일부 항공사에서는 의사 결정 트리(Decision Making Tree)를 제공해 신속하고 정확한 의사결정을 유도하나 이 것은 조종사의 창의적인 사고를 제약할 수 있는 단점이 있다. 또한 모든 경우를 의사 결정 트리를 이용하여 해결 할 수는 없다. 따라서 조종사의 교육/훈련은 항공기 매뉴얼과 운항 규정, 상황을 연결하여 하나의 단초에서 거미줄처럼 관련 내용이 연결될 수 있는 방향으로 해 주어야 하는데 전문가들이 만든 LOFT(Line Oriented Flight Training) 프로그램도 효과적일 것이다. 또한 조종사 각자도 상황인식 능력을 향상 시킬 수 있도록 사례 연구(Case Study)를 통해 사례의 간접 체험을 해 보는 것도 도움이 될 것이다. 마지막으로 지식 구조의 창의성을 저해하는 행정당국 또는 항공사의 규정이나 처벌 등은 지양되어야 할 것이다.

참고 문헌

1. 이 순철, 'Human Error의 심리학적 이해', 제 5회 항공안전과 Human Factor 세미나, 1999.
2. 박 수애, 김 민영, 김 용석, 손 영우, '위험사건에 대한 민항기 조종사의 인식 구조 및 의사 결정 요인 연구' 제7회 항공안전 세미나, 2004.

3. 이 정모 외, 이해의 심리적 과정의 한 모델, 대우 학술 총서, 1989.
4. 이홍주, '선협지식구조이론과 영어독서' 한국 영어교육학회, 1985.
5. Renee J.Stout and Eduardo Sales, Kurt Kraiger, 'The Role of Trainee Knowledge Structures in Aviation Team Environments' The International Journal of Aviation Psychology, 1996.
6. Debra G. Jones and Mica R. Endsley, 'Use of Real-Time Probes for Measuring Situation Awareness' The International Journal of Aviation Psychology, 2002.
7. Mica R. Endsley, 'Automation and Situation Awareness' In R. Parasuraman & M.Mouloua(Eds.), Automation and Human Performance: Theory and applications, 1996.
8. Ute Fisher, Judith Orassanu, Mike Wich, 'Expert Pilot's Perceptions of Problem Situations'. In R. Jensen (Ed.), Proceedings of the 8th International Symposium on Aviation Psychology, April 1995.