

조종사 상황인식 측정도구 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Pilot's Situation Awareness Measure Tool

권보현* (대한 항공), 김철영(한국 항공대학교)

1. 서론

1. 연구 배경

상황인식은 항공기를 운항하는 조종사가 역동적인 비행환경에서 자신과 항공기의 상황을 지속적으로 인식하고 인식된 내용을 자신의 지식과 경험을 바탕으로 이해하고 이러한 이해를 기반으로 미래를 예측하며 적절한 의사 결정을 유도해 나가는 과정이다. 자동화가 이루어지기 이전의 항공기들은 조종사가 조종간을 잡고 있기 때문에 최소한 측각에 의한 항공기의 상태 변화는 감지할 수 있었다. 그러나 최근의 민간 항공기들은 장거리 대형화됨에 따라 고도의 자동화가 이루어져 실제 조종사들은 이륙을 한 이후에는 대부분의 시간동안 조종간에서 손을 떼고 자동화에 의한 운항을 하고 있다. 따라서 항공기에 대한 지속적인 감시(Monitoring)를 하지 않는다면 조종사의 의도를 벗어난 운항이 이루어질 수 있다. 그러므로 상황 인식은 항공기가 자동화됨에 따라 더욱 필요성이 부각되고 있는 분야이다. 상황 인식에 대해서는 심리학 분야뿐만 아니라 항공 안전 분야에서도 많은 연구가 이루어지고 있으며 다른 분야와도 연계되어 연구되고 있다. Mica R. Endsley는 일반항공(General Aviation)조종사들과 관제사들을 대상으로 상황 인식능력을 실시간으로 측정하여 발표한 바 있다. 이 때 사용된 측정 도구는 SART(Situation Awareness Rating Technique)이며 시뮬레이션 상황하에서 측정하였다. Ute Fisher et al(1995)는 미국 민간 대형 항공사에 근무하고 있는 28명의 자원 조종사들을 대상으로 22가지의 준사고 사례를 카드로 만든 다음 이것을 범주별로 구분하도록 하는 연구를 통해 지식 구조를 연구한 바 있다. 본 연구는 민간 항공 운송에 종사하는 조종사들의 상황 인식 능력을 측정하는 도구를 개발하는데 필요한 고려 요소와 측정 도구의 유용성 검증에 초점을 맞추고자 한다.

2. 측정 도구 개발 방법 및 한계

가. 측정 도구 개발 방법

현재까지 개발되어 이용 가능한 SA 측정들은 다양하지만 크게 생리적 기법, 성능 척도, 주관적 평가 방법, 설문지 기법으로 구분할 수 있는데 본 연구에서는 설문지 중심의 측정 도구를 개발하고자 한다. 설문지 구성은 지식 구조 부문과 상황인식 능력 측정의 두 부문으로 크게 나누어진다. 지식구조 부문은 다시 3 부문으로 나누어 피설문자의 문제 인식 유형, 상황 선택 방향 선호도, 사례 구분 방법 등을 측정하게 된다. 문제 인식 유형은 제시된 단어에 대해 관련되는 단어를 나열하고 선택하게 한다. 이 때 관련되는 단어들은 서술적(개념적) 지식에 관련되는 단어이거나 절차적 지식에 관련되는 단어이다. Glaser & Chi(1988)는 전문가가 된다는 것은 무엇이 어떠한다는 식의 서술적 지식(what - knowledge)에서 절차적 지식(how - knowledge)으로 변환되는 것이며 이 절차지식을 문제해결에 적용하고 그 과정을 통해 수정된 새로운 절차적 지식을 생성해 가고 상당히 많은 절차적 지식이 자동화 되어 문제 상황과 관련된 지식을 기억에서 인출하는 빠르다고 보았다. 따라서 초보자들은 숙련자들에 비해 절차적 지식 보다는 개념적(서술적) 지식에 더 익숙할 것으로 가정한다. 상황 선택 방향 선호도는 조종사들이 주어진 동일 조건하에서 불확실한 위험요소를 선호하느냐 혹은 확실히 인지된 위험요소를 선호하느냐하는 것을 측정하는 것이다. 이것은 조종사들의 위험에 대한 선택 유형이 상황 인식에 미치는 영향을 측정하기 위한 것이다. 사례 구분 방법은 항공 준사고 보고 제도(KAIRS : Korea confidential Aviation Incident Reporting System)에 보고된 사례 중 여러 비행 단계에서 선택한 24가지 사례를 유사한 원인별로 분류(sorting)하도록 한

다. 일반적으로 분류(sorting) 방법은 피설문자에 의해 임의적으로 분류하는 방법을 사용하나 이런 방법은 피설문자의 참여도나 학술적인 지식이 수준 이상일 경우 효과적이라고 판단되어 본 연구에서는 승무원 자원관리(CRM : Crew Resource Management)의 5가지 기법(skill)을 제시하여 분류하도록 하였다. 사례 분류는 사전에 승무원 자원 관리 전문가 3-4인을 선정하여 계량화(scoring)한다. 즉 주어진 사례별로 전문가들이 1, 2, 3 원인을 선정해 3점, 2점, 1점을 부여한 후 피설문자가 가장 관련 있는 것을 선택했을 경우 3점, 그 다음 2점, 그리고 1점을 주어 점수화(scoring)하는 것이다. 이렇게 했을 경우 전체적인 점수가 기록된다.

마지막으로 4가지의 비행관련 사례를 제시해 Mica R. Endsley의 이론에 의한 상황 인식 3단계에 대한 능력을 측정한다. 측정 방법은 기술(記述)형 설문지를 사용하며 마찬가지로 전문가들이 점수(scoring)화 한다. 이렇게 측정된 자료들은 지식 구조 부문의 점수와 합산되어 전체적인 상황인식 능력이 점수(scoring)화 되는 것이다. 설문 대상자는 민간 항공사에 근무하고 있는 조종사들로 숙련급 조종사(비행 교관)과 비숙련 조종사(신입 부기장)들로 나누어 각 30여 명씩 선정하여 설문한다. 조종사들 선발 기준은 연령이나 비행시간보다는 해 기종에서 비행교관을 하는 조종사들을 숙련급 조종사로 분류하였으며 비숙련조종사는 민간항공 조종사 경력 1년 이하로 구분하였다. 설문 작성 시간은 60분간의 시간제한을 둔다.

연구에서 고려되는 각 변수는 다음과 같다.

1) 독립 변수

비행 중 발생할 수 있는 가상 비정상 상황

2) 매개 변수

- 지식 구조

- 시간적 제한

3) 종속 변수

- 상황 인식 능력

- 대처 형태

나. 연구의 한계

본 연구는 현업에 근무하고 있는 민간항공 조종사들을 대상으로 하며 가상적인 내용을 기술한 설문지를 통해서 측정하므로 설문내용 이해도와 문장 이해도에 따라 실제 상황인식 능력과의 차이를 보일 수 있다. 또한 대상 집단의 참가 동기 정도에 따라 높은 신뢰도를 나타내지 못할 수도 있다. 그러나 이러한 연구를 통해

상황인식 능력을 분석할 수 있는 도구(tool)을 개발하여 측정함으로써 조종사들의 지식 구조에 영향을 주는 요소를 알 수 있고 이러한 지식 구조가 상황인식에 미치는 영향을 분석할 수 있을 것이다. 이러한 분석은 비행 교육/훈련 방법을 개선할 수 있는 하나의 계기가 될 것이다.

II. 본론

1. 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 상호작용하는 과정을 의식적으로 인식을 하는 행위'라고 하였다. 내부 환경이란 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. 상황인식의 제 단계

Mica R. Endsley의 이론에 의한 상황 인식 3단계는 다음과 같다.

1) 상황인식 레벨 1 (인지)

상황인식에서 인지는 가장 기본이 되는 것이다. 중요한 정보에 대한 기본적인 인지 없이는 상황에 대한 정확한 그림이 그려지지 않고 아주 다른 방향으로 전개될 수 있다. Jones & Endsley (1996)는 조종사들이 시스템에 대한 이해 부족이나 인지과정에서의 문제로 인해 필요한 정보의 인지에서 약 76%의 상황인식 에러(error)를 발생하고 있는 것을 발견했다.

2) 상황인식 레벨 2 (이해)

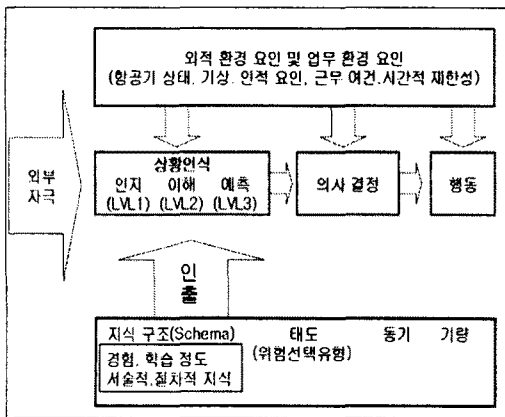
상황인식의 2단계는 사람들이 인지한 정보를 어떻게 조합하고 해석하고 저장하거나 존속시키는가 하는 단계이다. 따라서 이 단계는 정보의 획득이나 인식 이상의 의미를 포함하며 여러 조각의 정보를 집적하는 것을 포함한다. 20% 정도의 상황인식 에러(error)가 레벨(level) 2에서 발생하고 있다. (Jones & Endsley, 1996)

Flach (1995)는 레벨 2에 있는 사람은 레벨 1 단계에서 받아들인 정보에서 업무에 관련되는 내용과 중요한 점을 찾아낼 수 있다고 했다.

3) 상황인식 레벨 3(예측)

상황인식의 가장 높은 단계로서 상황이 전개 될 방향을 예측하는 능력을 가지게 된다. 레벨 3은 운영자가 상황인식에 대한 가장 높은 단계이며 현재 상황에서 변화 가능성이 있는 미래에 대한 예측을 하는 것이다. 그리고 단시간 내에 의사결정을 하게 된다. 경험이 많은 운영자(조종사)는 미래 예측에 많은 의존을 하게 되며 이렇게 되는 것을 전문가라고 할 수 있다.

다. 상황인식 모델(Model)



2. 지식 구조에 대한 이론적 고찰

가. 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 과정에서 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)

나. 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 범주화 한다. 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 것 인지 전체론적(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.

III. 논의 및 시사점

여러 가지 연구 결과를 종합해 볼 때 전문가는 초보자에 비해 많은 지식 구조상의 차이점을 가지고 있는 것으로 밝혀졌다.(Sternberg, 1998) 조종사들도 다른 전문적인 집단과 마찬가지로 지식 구조가 상황 인식과 의사 결정에 많은 영향을 줄 것으로 판단된다. Ute Fisher et al(1995)의 연구에서도 경험은 문제에 대한 이해 능력을 변화시키고 이러한 능력은 문제 인

식과 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.

상황인식에 영향을 미치는 지식구조에 대해 심리학적인 연구와 이론적인 연구는 많은 성과를 거두었지만 항공 분야에서 실제 운항 중인 조종사들에 대한 연구는 제약이 많은 관계로 활발한 연구가 이루어지지 못했다. 물론 시뮬레이션 상황에서는 가능하겠지만 이 역시 쉬운 일은 아닐 것이다. 본 연구가 전문가와 초보자(숙련자와 비숙련자)의 차이점을 밝히는데 어느 정도 기여하겠지만 지식구조의 모든 면을 밝히는 데는 한계가 있으리라 생각한다. 특히 설문지를 이용한 연구에서 완벽한 정의 상관관계를 성립할 것을 기대하기는 무리일 것이다. 하지만 조종사들의 상황인식 능력을 측정할 수 있는 도구를 만들고 조종사들의 상황인식 능력을 측정하여 훈련/교육에 활용할 수 있다면 큰 도움이 될 것이다. 또한 조종사들의 상황인식 능력을 측정하고 배양하기 위해서는 최소한 고정식 훈련장비(Fixed based Training Device) 또는 시뮬레이터(Simulator)를 활용하여 상황을 부여하고 그에 따른 상황인식 능력을 측정한다면 보다 실질적인 연구가 될 것으로 사료된다. 이를 위해서는 관련기관과 조종사들의 적극적인 참여가 필수적이다.

참고문헌

1. 박 수애, 김 민영, 김 용석, 손 영우, '위험 사건에 대한 민항기 조종사의 인식 구조 및 의사결정 요인 연구' 제7회 항공안전 세미나, 2004.
2. 이 순철, 'Human Error의 심리학적 이해', 제 5회 항공안전과 Human Factor 세미나, 1999.
3. 이 정모 외, '이해의 심리적 과정의 한 모델', 대우 학술 총서, 1989.
4. 이홍주, '선형지식구조이론과 영어독서' 한국 영어교육학회, 1985.
5. 한덕용 외, '인간의 마음과 행동', 박영사, 2005.
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. 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.
9. 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.