

KOSHA GUIDE

X - 75 - 2017

설계 단계에서의 휴먼에러 평가
기법(THEA)에 관한 지침

2017. 10.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국교통대학교 안전공학과 박정철
- 제·개정 경과
 - 2017년 9월 리스크관리분야 제정위원회 심의(제정)
- 관련규격 및 자료
 - N.A. Stanton, P.M. Salmon, G.H. Walker, C. Baber, D.P. Jenkins (2005) Human Factors Methods - A Practical Guide for Engineering and Design. Ashgate.
 - S. Pocock, P. Wright, M. Harrison (2001) "THEA - A Technique for Human Error Assessment Early in Design" The Human Factor in System Reliability - Is Human Performance Predictable? Defense Technical Information Center Compilation Part Notice ADPO10441
 - S. Pocock, B. Fields, M. Harrison, P. Wright (2001) THEA - A Reference Guide. University of York Technical Report.
 - KOSHA GUIDE G-120(인적에러 방지를 위한 안전가이드)
 - KOSHA GUIDE X-69(제어실 운전원 휴먼에러확률 예측기법(THERP)에 관한 기술지침)
 - KOSHA GUIDE X-1(리스크 관리의 용어 정의에 관한 지침)
- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2017년 10월 31일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

설계 단계에서의 휴먼에러 평가 기법(THEA)에 관한 지침

1. 목 적

이 지침은 목표, 계획, 수행 작업, 인지/평가/해석 측면의 질문에 대한 응답을 통해 설계의 초기 단계에서 휴먼에러의 위험을 확인하고 해결할 수 있도록 하는 기법인 설계 단계에서의 휴먼에러 평가 기법(Technique for Human Error Assessment, THEA)에 대한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 휴먼에러로 인한 사고 위험이 있는 제품을 설계하는 사업장에서 설계 초기 단계에 잠재적 휴먼에러를 확인하고 해결하는 데 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “휴먼에러(Human error)”라 함은 인간이 수행하는 일련의 행동이나 행동군 중에서 수용 한계를 벗어난 행동, 즉 시스템의 정상적 기능을 위하여 정의된 인간의 행동 한계를 넘은, 감내할 수 없는 행동을 말한다.

(나) “작업(Task)”라 함은 시스템의 목적이나 기능을 달성하기 위한 인간 행동의 단위를 말한다.

(다) “계층적 작업분석(Hierarchical task analysis)”이라 함은 작업을 목표에 따라 여러 개의 세부 작업들로 나누고 이 세부 작업들을 다시 더 작은 작업들로 나누는 과정을 반복함으로써 작업의 구조를 계층의 형태로 상세하게 표현하는 분석 방법을 말한다.

- (라) “인간공학(Human factors / Ergonomics)”이라 함은 인간의 행위, 능력, 한계, 특성을 파악하여 인간이 편리하고, 안전하고, 생산적이고, 효율적으로 사용할 수 있도록 도구, 기계, 시스템, 작업, 환경의 설계에 응용하는 학문을 말한다.
- (마) “인간 신뢰도(Human reliability)”라 함은 신뢰할 수 있거나 사용할 수 있는 시스템에 대하여 인간의 행동이 성공적으로 이루어질 확률을 말한다. 즉, 시스템의 신뢰도나 가용도를 훼손할만한 외적인 직무나 행동이 실행되지 않을 뿐만 아니라, 요구되는 시간 내에 시스템이 요구하는 인간행동, 직무, 또는 작업이 성공적으로 완수될 확률을 말한다.
- (바) “인간 신뢰도 분석(Human reliability analysis)”이라 함은 인간 신뢰도가 추정되는 방법을 말한다.
- (사) “생략에러(Omission error)”라 함은 인간이 업무를 수행하는 도중, 정해진 바에 따라 수행하여야 하는 행위를 수행하지 않아 발생한 휴먼에러를 말한다.
- (아) “리스크(Risk)”라 함은 특정 목적에 영향을 주는 긍정 또는 부정적인 상황의 발생 기회에 대한 불확실성을 말한다.

- (2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은법 시행령, 같은법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 설계 단계에서의 휴먼에러 평가 기법(THEA) 개요

4.1. 개발 배경

- (1) 이 기법은 인간공학에 대한 전문 지식이 없는 설계자와 엔지니어들이 인터페이스 설계의 초기 단계에서 사용자 상호작용의 문제점을 발견하는 것을 돕기 위한 목적으로 2001년 Pocock, Harrison, Wright and Johnson에 의해 처음 개발되었다.
- (2) 설계 초기 단계에서 잠재적인 사용자 인터페이스 설계 문제를 확인하고 제거하기 위한 기법으로 개발되었다.
- (3) 범용적인 기법으로 다양한 분야에 활용할 수 있다.

4.2. 기법의 특징

- (1) 이 기법은 목표, 계획, 수행 작업, 인지/평가/해석 등 4가지 측면에 대한 일련의 질문들을 활용하는 체크리스트 형태의 기법이다.
- (2) 대상 작업에 대한 계층적 작업분석과 함께 분석 대상 시나리오를 상세하게 기술하는 시나리오 기반 분석 접근방법을 활용한다.
- (3) 휴먼에러 확인을 위해 구조적인 접근방법을 사용하며, Norman의 작업 실행 모델(Norman, 1988)에 기반한다.

5. 설계 단계에서의 휴먼에러 평가 기법(THEA) 절차

설계 단계에서의 휴먼에러 평가 기법의 수행 절차는 5개의 세부 단계로 구성된다.

5.1. 단계 1: 시스템 분석

이 단계에서는 분석 대상이 되는 시스템과 작업 또는 시나리오에 대해 분석하여 기술한다. 이 시스템 분석은 시스템의 기능과 인터페이스의 상세한 명세(Specification)와 시스템이 다른 시스템과 상호작용하는 방식에 대한 설명을 포함한다.

5.2. 단계 2: 시나리오 분석

이 단계에서는 분석 대상 시나리오의 형태를 결정한다. 시나리오 분석을 위해 다음 <표 1>과 같은 시나리오 템플릿이 제공된다. 분석 대상 시나리오에 대해 상세하게 설명하기 위해, 잠재적으로 에러를 불러일으킬 수 있는 행동과 정황적 요인 등의 정보가 포함된다.

<표 1> 시나리오 분석을 위한 템플릿

항목	내용
작업자	<ul style="list-style-type: none"> - 수행 인원은 누구이고 어떤 조직의 소속인가? - 인원의 역할과 목표 및 책임은 무엇인가?
선정 근거	<ul style="list-style-type: none"> - 이 시나리오를 선정한 이유는?
상황 및 환경	<ul style="list-style-type: none"> - 시나리오가 발생하는 장소의 물리적 환경은? - 시나리오 상에서 외부 또는 환경으로부터 발생하는 사건이나 문제는 무엇인가?
작업 정황	<ul style="list-style-type: none"> - 어떠한 작업이 수행되는가? - 어떠한 절차가 있으며, 절차대로 진행되는가?
시스템 정황	<ul style="list-style-type: none"> - 어떠한 장치와 기술이 사용되는가? - 어떠한 사용성 문제가 있을 수 있는가? - 사용자가 어떠한 영향을 받을 수 있는가?
행동	<ul style="list-style-type: none"> - 작업이 정황 내에서 어떻게 수행되는가? - 활동들이 어떻게 중첩되는가? - 행동들이 어떠한 목표에 관련되는가?
예외적 상황	<ul style="list-style-type: none"> - (환경의 불확실성이나 작업자, 상황, 설계 옵션, 시스템, 작업 정황의 변동에 의해) 시나리오가 어떻게 다르게 진행될 수 있는가?
가정	<ul style="list-style-type: none"> - 시나리오에 영향을 미칠 수 있는 가정에는 어떠한 것들이 있는가?

시나리오의 도출을 위한 주요 참고자료는 다음을 포함한다.

- (1) 시스템의 이전 버전에 대한 경험. 이전의 유사한 시스템에서 보고된 문제점
- (2) 사건 및 사고 보고서
- (3) 빈번한 상황 및 일상 운전
- (4) 새로운 기술의 도입
- (5) 설계 컨셉의 변화

사용 정황을 충분히 분석하기 위해 얼마나 많은 시나리오가 필요한지 결정하기 위해서는 전문가의 판단이 필요하다. 따라서 적어도 1명의 해당 분야에 대한 전문가가 시나리오 구성 과정에 참여하는 것이 바람직하다.

5.3. 단계 3: 계층적 작업분석

이 단계에서는 계층적 작업분석을 통해 운전원이나 사용자가 시나리오 상에서 수행해야 하는 작업의 목표, 계획, 의도된 행동 등에 대해 철저하게 분석하여 기술한다.

- (1) 작업을 목표에 따라 여러 개의 세부 작업들로 구분하고, 필요한 경우 세부 작업들을 다시 더 작은 작업들로 나누는 과정을 반복한다.
- (2) 계층적 작업분석에 필요한 정보를 수집하기 위해 다음과 같은 다양한 데이터 수집 방법들이 사용될 수 있다.
 - (가) 실제 작업이 어떻게 수행되는지에 관한 전문가/작업자 대상 인터뷰
 - (나) 분석 대상 작업에 대한 직접적 또는 간접적 관찰
 - (다) 절차서, 작업 보조자료(체크리스트 등), 교육/훈련 자료, 관련 리스크 평가 결과 등에 대한 검토

5.4. 단계 4: 에러 분석

이 단계는 작업 수행 중에 발생할 수 있는 휴먼에러를 확인하고 기술한다. 분석자는 구조적 질문지 또는 체크리스트 형태의 접근방식을 활용할 수 있다. 잠재적 에러를 발견하기 위해 대상 시나리오에 대해 질문을 던진다. 발생 가능한 에러에 대해 분석자는 에러와 그 원인, 결과를 기록한다. 질문은 계층적 작업분석 결과 각각의 목표나 작업에 대해 질문하거나 또는 문제가 예상되는 특정 부분에 대해 선택적으로 적용할 수 있다. 에러 확인 질문은 <표 2>와 같이 네 가지 범주로 구성된다. 각각의 에러 확인 질문은 결과 및 설계 이슈와 연관된다.

<표 2> 에러 확인 질문과 그에 따른 결과 및 설계 이슈

범주	질문	결과	예시 및 설계 이슈
목 표 (Goal)	G1. 인터페이스나 환경의 자극요인 또는 작업의 본질 자체가 작업 목표를 유발하여 작업이 시작될 수 있도록 하는가?	그렇지 않은 경우, 목표가 상실되거나, 잊혀지거나, 활성화되지 않음 (생략에러)	작업을 유발하는 자극 요인이 명확하고 의미있는가? 사용자가 모든 목표를 기억할 필요가 있는가?
	G2. 사용자 인터페이스가 목표를 환기시키거나 제시하는가?	그렇지 않은 경우, 목표가 활성화되지 않음. (생략에러) 인터페이스가 목표를 제시하더라도, 그것이 잘못된 것일 수 있음	예시 - 비행 계획의 그래픽 디스플레이는 현재 상황과 함께 예정된 목표를 표시함
	G3. 목표들이 서로 충돌하는가?	충돌 관계를 해결하기 위해 인지적 부담이 늘어날 수 있음(에러 발생 가능) 충돌 관계를 해결할 수 없을 경우 일부 목표가 상실되거나, 버려지거나, 부분적으로만 달성될 수 있음	설계를 통해 충돌을 배제하거나 사용자에게 해결할 수 있도록 도움
	G4. 세부 목표를 모두 달성하지 않고서도 목표가 달성가능한가?	세부 목표를 잃어버릴 수 있음 (생략에러)	예시 - 현금인출기에서 현금을 인출하는 목표를 달성한 경우라도 인출 후 현금카드를 챙기는 세부 목표는 달성되지 않았을 수 있음.
계 획 (Plan)	P1. 행동이 상황에 따라 선택되는가, 또는 사전에 계획이 필요한가?	사전 계획이 필요하다면 인지적 부담이 큼 하지만, 가능한 경우, 사전 계획을 통해 에러와 실패를 줄일 수 있음	
	P2. 잘 훈련되고 정의된 계획이 있는가?	계획이 잘 알려져 있거나 훈련되어 있지 않으면 잊혀지거나 잘못 기억될 수 있음 계획이 사전에 정의되어 있지 않고, 사용자에게 의해 수립되어야 하는 경우, 사용자가 목표에 대해 가지고 있는 지식과 계획 수립을 위한 인터페이스에 따라 성공이 좌우됨	
	P3. 서로 비슷한 행동이나 계획이 있는가? 다른 행동이나 계획보다 더 자주 사용되는 행동이나 계획이 있는가?	비슷하면서 더 빈도가 잦은 계획과 혼동함으로 인해, 전체 또는 일부 작업이 다른 작업으로 대체될 수 있음	
	P4. 작업이 계획대로, 또는 목표를 향해 성공적으로 진행되고 있는지 보여주는 피드백이 있는가?	피드백이 불충분한 경우, 사용자가 계획의 진행 상황을 혼동할 수 있음. 이로 인해 불필요하거나 부적절한 행동이 수행될 수 있음.	

행위(Action)	A1. 행위를 수행하는데 신체적/정신적 어려움이 있는가?	어렵고, 복잡하고, 불편한 행위는 잘못 수행되기 쉬움	
	A2. 어떤 시점에 불가능한 행위가 있는가?		
	A3. 현재 어떤 모드에 있는지에 따라 올바른 행위가 달라지는가?	사용자가 현재의 모드가 무엇인지, 모드에 따라 행위의 효과가 어떻게 달라지는지 알아야 하는 부담을 줌. 이러한 지식의 문제로 인해 논리적 행위가 다른 잘못된 행위로 대체될 수 있음	
	A4. 올바른 조작을 위해 추가적 행위가 필요한 경우, 이에 대한 정보가 적시에 제공되는가?	제공되지 않는 경우, 추가적 목표가 상실(생략에러)되어 사용자가 주 목표를 수행하지 못할 수 있음. 혼동과 방향감 상실을 불러일으킬 수 있음	
인지 (Perception)/ 평가 (Evaluation)/ 해석 (Interpretation)	I1. 사용자 행위에 따른 시스템의 변화가 인지 가능한가?	행위에 대한 피드백이 없으면 사용자는 행동을 반복할 수 있으며, 이는 잠재적으로 부정적인 효과를 불러올 수 있음.	
	I2. 사용자 행위의 영향이 즉각 인지 가능한가?	피드백이 지연되면 사용자는 시스템 상태에 대해 혼동할 수 있으며, 이는 불필요하거나 부적절한 행위로 이어질 수 있음.	
	I3. 자동 시스템에 의한 시스템의 변화를 사용자가 명확하게 인지 가능한가?	자동 시스템의 변화에 대한 인식하지 못하거나 사용자의 정신모형에 오인이 생길 수 있음. 일례로 현재 모드 설정에 대해 오인함으로써 잠재적으로 부적절한 행위로 이어질 수 있음.	
	I4. 자동 시스템의 행동의 영향을 사용자가 즉각 인지 가능한가?	피드백이 지연되면 사용자는 시스템 상태에 대해 혼동할 수 있으며, 이는 불필요하거나 부적절한 행위로 이어질 수 있음.	
	I5. 작업이 감시, 경계, 지속적 주의 등을 포함하는가?	사용자의 주의를 감시 작업으로부터 쉽게 다른 곳으로 분산될 수 있음. 이로 인해 행위를 반복 수행하거나 뒤늦게 수행, 또는 새로운 목표를 촉발하는 행위를 생략할 수 있음	
	I6. 제공된 정보들을 활용해 사용자가 시스템의 상태에 대한 결정을 내릴 수 있는가?	사용자가 시스템 상태에 대한 결정을 할 수 없는 경우, 사용자는 필요로 하는 정보를 기억해야 하며 이를 잊거나 잘못 기억해낼 수 있음	
	I7. 복잡한 추론, 계산, 의사결정을 포함하는가?	복잡한 인지적 작업은 잘못 수행되기 쉽고, 다른 작업을 늦게 수행되거나 생략하도록 만들 수 있음	
	I8. 현재 어떤 모드에 있는지에 따라 올바른 해석이 달라지는가?	사용자가 현재의 모드가 무엇인지, 모드에 따라 적합한 정보의 해석이 어떻게 달라지는지 알아야 하는 부담을 줌. 이러한 지식의 문제로 인해 논리적 정보가 다른 잘못된 정보로 대체될 수 있음	

5.5. 단계 5: 설계 시사점 및 개선방안 제시

각각의 확인된 에러에 대해 설계 개선책을 제시한다. 이는 분석자의 주관적 판단에 주로 의존한다.

6. 장점과 단점

6.1. 장점

- (1) 휴먼에러의 확인을 위한 구조적 접근방법을 제공한다.
- (2) 시스템 수명주기 상의 초기 단계에 활용할 수 있어, 잠재적인 인터페이스 문제를 설계 과정의 초반에 확인하여 제거할 수 있다.
- (3) 에러확인 질문은 Norman의 행동 실행 모델이라는 견고한 이론에 기초하고 있다.
- (4) 범용적 기법으로서 다양한 분야에 활용될 수 있다.

6.2. 단점

- (1) 에러 형태에 대한 분류체계 없이 에러 확인 질문들만을 활용하기 때문에 분석자의 입장에서 에러의 형태가 불명확할 수 있다.
- (2) 수행하기 위해 많은 자원이 필요하며, 특히 시간이 오래 걸린다.
- (3) 제공되는 에러 결과와 설계 이슈가 일반적이어서 적용성이 떨어질 수 있다.
- (4) 인간공학에 대한 전문지식이 없는 분석자들에게 에러 확인 질문에 있는 용어들이 난해하게 느껴지거나 혼동될 수 있다.

부록 1. 설계 단계에서의 휴먼에러 평가 기법(THEA) 적용 예시

(출처: S. Pocock, B. Fields, M. Harrison, P. Wright (2001) THEA - A Reference Guide)

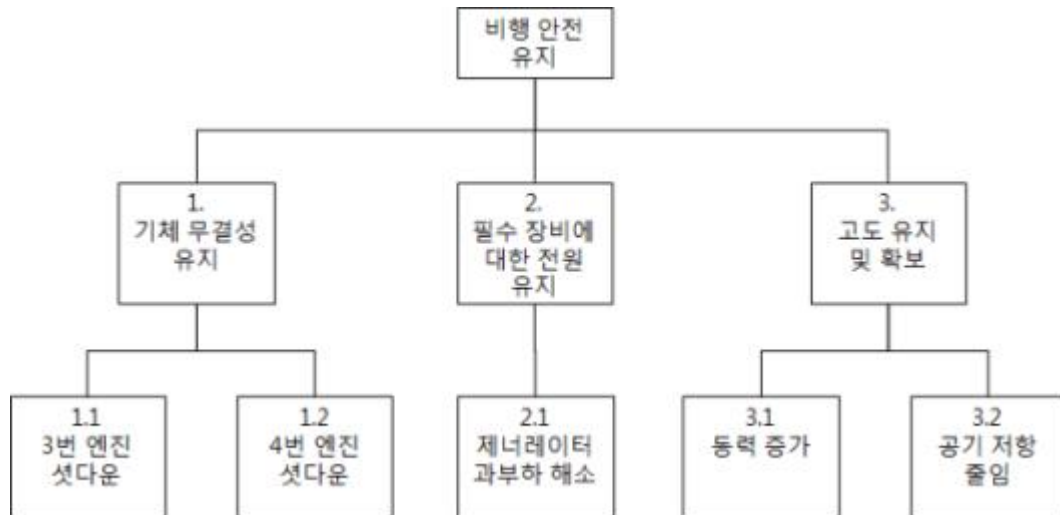
다음 예시는 어선의 조업을 모니터링하는 정찰기의 3인용 조종석에서 비행 엔지니어의 역할을 자동화하여 2인용으로 재설계하는 작업에 대하여 설계 단계에서의 휴먼에러 평가 기법(THEA)을 적용한 사례를 나타낸다.

<부록 표 1>은 조류가 비행기에 부딪히거나 엔진 속에 빨려들어가 항공사고를 일으키는 버드 스트라이크(Bird strike) 시나리오를 템플릿에 따라 분석한 것이다.

<부록 표 1> 버드 스트라이크 대응에 대한 시나리오 분석 결과

항목	내용
작업자	제안된 설계는 기존과 다르게 3인이 아니라 비행 엔지니어를 제외한 2인의 조종사에 의해 비행이 이루어짐. 두 조종사의 주 임무는 비행기를 목적지까지 안전하게 비행하는 것임.
선정 근거	이 시나리오는 이전의 시스템에서 비행 엔지니어의 역할이 중요한 시나리오이기 때문에 선택되었음. 이 시나리오를 통해, 새로 도입된 자동화 기술이 기존 비행 엔지니어의 기술과 지식을 얼마나 효과적으로 대체할 수 있는지 테스트할 수 있음.
상황 및 환경	<ul style="list-style-type: none"> - 시작 조건에서 비행기는 주간에 수면 위로 저공(200피트 상공) 비행을 하면서 어선들을 촬영하고 있음. 연료를 절약하기 위해, 비행기는 4개의 엔진 중 3개를 사용해 비행하고 있음. - 비행기의 두 엔진(3, 4번)이 작동 중인 우측에 새가 강하게 충돌함. 이로 인해 두 엔진이 모두 정지하고 엔진 화재 경고가 점등됨. 엔진 문제로 인해 이 엔진들의 제너레이터가 정지하고, 나머지 제너레이터에 과부하가 걸림. 이로 인해 잠시 후 일련의 경고 및 주의 신호들이 작동함.
작업 상황	<ul style="list-style-type: none"> - 조종사들은 엔진 화재/정지와 2차적 경고에 대한 절차를 수행하기 전에 즉각 비행을 유지하기 위한 행동을 취해야 함. 비행 유지를 위한 우선 대응의 순서는 동력, 공기저항, 트림, 엔진 재점화임. - 한 개의 엔진으로는 현재 고도를 유지하거나 상승시키기 부족함에도 불구하고, 조종사는 고도를 확보하고자 함. 따라서 가장 좌측의 1번 엔진을 재점화하는 것이 중요함. 조종사들은 이를 완료한 뒤, 엔진 화재 및 정지 절차를 수행해야 함. 두 절차 모두 즉각 행동과 후속 행동의 조합으로 구성됨. 보통의 경우, 후속 행동을 취하기에 앞서 현재 경보에 대한 모든 즉각 행동이 먼저 수행됨.
시스템 상황	- 위의 절차는 전자식 중앙 항공기 모니터(Electronic centralised aircraft monitoring, ECAM) 화면 하단에 전자 절차 형태로 존재함. 추가로, 절차는 비행 참조 카드에도 적혀 있으며, 조종사의 기억에도 존재할 것임.
행동	- 조종사의 행동은 두 명 중 한명이 수행하는 명백하고 신체적인 행위(대부분 입력 또는 의사소통)임.
예외적 상황	이 시나리오와 유사한 아래의 시나리오들이 있음. <ul style="list-style-type: none"> - 유압 펌프 정지 - 추가적인 내비게이션 작업 - 화재 절차 실패
가정	특정한 가정 없음. 간소화를 위해 특이 상황은 고려되지 않음.

<부록 그림 1>은 이 작업에 대해 계층적 작업분석을 수행한 결과를 나타낸다.



<부록 그림 1> 버드 스트라이크 대응 작업의 계층적 작업분석 결과

<부록 표 2>는 이 작업에 대해 설계 단계에서의 휴먼에러 평가 기법(THEA)을 적용한 결과를 나타낸다.

<부록 표 2> 버드스트라이크 대응작업에 대한 설계단계에서의 휴먼에러 평가기법(THEA) 분석 결과

시나리오 명		버드 스트라이크 대응		
분석자		OOO		
분석 일시		0000년 00월 00일		
범주	질문	문제 원인	결과	설계 이슈
목표	G1. 인터페이스나 환경의 자극요인 또는 작업의 본질 자체가 작업 목표를 유발하여 작업이 시작될 수 있도록 하는가?	<ul style="list-style-type: none"> - 많은 작업 목표들이 인터페이스와 환경에 의해 직접적으로 유발됨 (엔진 연기 발생, 화재 경보 등) - 하위 목표는 다른 자극요인의 유발과 그룹 의사결정의 조합으로 발생함 - 일부 목표는 일반적 조종술에 의해 활성화됨 (동력, 공기저항 등) 	클린업 행위에 대한 지시가 화면상에 있지만 다른 작업이 개입하는 경우 화면에서 사라짐. ("4번 엔진 섯다운"으로 전환 시 "3번 엔진 클린업" 표시 없어짐) "4번 엔진 섯다운" 또는 "3번 엔진 클린업" 작업이 생략되거나 지	

		- 특히 화면상의 하나의 자극에 관해 몇 개의 목표가 있는 경우, 일부 목표는 잘 유발되지 않음 (“4번 엔진 셧다운” 또는 “3번 엔진 클린업”)	연될 수 있음.	
	G2. 사용자가 인터페이스가 목표를 환기시키거나 제시하는가?	경보 디스플레이 내의 데이터의 존재가 필요한 행위를 제시함	디스플레이가 조종사들의 주의를 충분히 끌 수 있다고 가정함.	
	G3. 목표들이 서로 충돌하는가?	동력을 증가시키는 목표와 3번 엔진을 셧다운하는 것이 상충됨	이 충돌의 해결을 위해 조종사와 보조조종사 간에 협의가 필요함. 협의에 필요한 시간으로 인해 결정이 너무 늦을 수 있음.	
	G4. 세부 목표를 모두 달성하지 않고서도 목표가 달성가능한가?	미확인 (하위 작업의 분석결과 참조)		
계획	P1. 행동이 상황에 따라 선택되는가, 또는 사전에 계획이 필요한가?	작업이 대부분 미리 잘 계획되고 연습됨. 자동화 시스템과 상호작용하는 부분과 다양한 목표를 관리하는 부분은 계획이 부족함. (4번 엔진에 대한 작업을 위해 3번 엔진에 대한 작업을 분리하여 일부를 먼저, 일부를 나중에 수행함)	행동 수준에서 계획이 잘 지원되나, 목표 수준에서 우선순위를 정하고 작업을 중간에 끼워넣는 것에 대해서는 연습이 부족함. 행동의 계획이 잘 되어 있는 것이 우선순위를 정함에 있어 에러를 유발할 수 있음.	
	P2. 잘 훈련되고 정의된 계획이 있는가?	미리 계획된 절차를 따르는 것 (엔진 셧다운하는 방법)과 비행 중 의사 결정(엔진 셧다운하는 시점)이 혼재되어 있음.	P1 참조. 셧다운 시점이 미리 계획될 수 없기 때문에 비행 중 의사결정에 에러가 있을 수 있음.	
	P3. 서로 비슷한 행동이나 계획이 있는가? 다른 행동이나 계획보다 더 자주 사용되는 행동이나 계획이 있는가?	3번 엔진 점화와 4번 엔진 실패가 유사함. 엔진 화재 절차가 더 잘 연습되어 있음.	4번 엔진에 대해 엔진 화재 절차가 수행될 수 있음. 하지만 이는 엔진 실패에 대한 행동의 상위집합임.	
	P4. 작업이 계획대로, 또는 목표를 향해 성공적으로 진행되고 있는지 보여주는 피드백이 있는가?	미확인 (하위 작업의 분석결과 참조)		
수행행위	A1. 행위를 수행하는 데 신체적/정신적 어려움이 있는가?	인터페이스 작업(행동 확인 등)의 위치가 어색함.	작업이 생략되거나 반복될 수 있음.	
	A2. 어떤 시점에 불가능한 행위가 있는가?	소화기 샷(Shot)이 사용되면 재사용이 불가함.	1번과 2번 샷 버튼을 혼동하지 않는 것이 중	

			요함.	
	A3. 현재 어떤 모드에 있는지에 따라 올바른 행위가 달라지는가?	최소 조종 속도 이하로 플랩(Flap)을 후퇴시킬 경우 실속을 유발할 수 있음.	플랩 후퇴 시점에 대한 결정이 필수적이고 중요함.	
	A4. 올바른 조작을 위해 추가적 행위가 필요한 경우, 이에 대한 정보가 적시에 제공되는가?	다양한 경보들 간 전환과 행동의 확인으로 인해 시간이 부족할 수 있음.	작업이 생략될 수 있음.	
인지 / 평가 / 해석	I1. 사용자 행위에 따른 시스템의 변화가 인지 가능한가?	상호작용 작업은 직접적인 피드백이 미흡함. (계획의 완료 등)	-	
	I2. 사용자 행위의 영향이 즉각 인지 가능한가?	이 시나리오에서 대부분의 행위의 영향은 즉각 인지 가능함.	-	
	I3. 자동 시스템에 의한 시스템의 변화를 사용자가 명확하게 인지 가능한가?	미확인 (하위 작업의 분석결과 참조)	-	
	I4. 자동 시스템의 행동의 영향을 사용자가 즉각 인지 가능한가?	미확인 (하위 작업의 분석결과 참조)	-	
	I5. 작업이 감시, 경계, 지속적 주의 등을 포함하는가?	일반적으로 포함되지 않으나, 행동 간 시간 간격을 모니터링해야 하는 경우가 있음 (첫번째 샷 사용 후, 30초 경과 후에 두번째 샷 사용)	기다리는 동안 우선순위가 높은 다른 작업을 수행함으로 인해 두번째 샷이 늦어지거나 잊혀질 수 있음.	
	I6. 제공된 정보들을 활용해 사용자가 시스템의 상태에 대한 결정을 내릴 수 있는가?	상호작용 작업에 관련된 정보는 사용자가 항목을 확인한 경우에만 결정 가능함.	-	
	I7. 복잡한 추론, 계산, 의사결정을 포함하는가?	포함할 수 있음. 표준 작업 절차가 준수되는 경우 최소화 가능함.	조종사의 표준 작업 절차 준수를 가정함.	
	I8. 현재 어떤 모드에 있는지에 따라 올바른 해석이 달라지는가?	미확인 (하위 작업의 분석결과 참조)	-	