

인적오류 분석을 위한 지원시스템 프레임워크 개발

신민주^a, 백동현^b, 김동산^c, 윤완철^d

^a한양대학교 일반대학원 e-business경영학과
경기도 안산시 상록구 사1동 1271번지 한양대학교 일반대학원 e-business경영학과
Tel:+82-31-400-5636, Fax:+ 82-31-406-6242, E-mail: phi1618@hanyang.ac.kr
^bE-mail: estarpaek@hanyang.ac.kr

^cKAIST 산업공학과
대전광역시 유성구 과학로 335 (구성동 373-1) KAIST 산업공학과 3125호
Tel: + 82-42-869-3159, Fax: + 82-42-869-3110, E-mail: kimdongsan@gmail.com
^dE-mail: wcyoon@kaist.ac.kr

Abstract

국외에서는 대형시스템을 사용하는 항공, 해양, 원자력, 철도 등에서 발생하는 사고 중 인적오류가 포함된 사고에 대한 분석 및 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나, 국내의 경우 인적오류 연구에 대한 필요성도 미비한 상황이다. 특히, 철도산업의 경우 사고 분석을 위한 방법이나 절차, 인적오류와 관련된 원인요소에 대한 항목이 제한적이어서 사고 분석이 어려운 실정이다. 이에 본 연구에서는 인적오류가 내재된 사고 분석 및 분석 지원, 사고 사례 관리 등이 가능한 지원시스템의 프레임워크를 제안한다.

Keywords:

Human Error, Association Rules, Decision Support System

1. 서론

항공, 해양, 철도, 원자력 등과 같은 대형 시스템은 일상생활과 밀접하게 연관되어 사람들의 생활을 편리하게 하지만, 사고가 발생하게 되면 엄청난 인명, 재산상의 손해를 초래한다. 이러한 대형 시스템의 사고 예로는 미국 TMI 원자력발전소 사고(1979년), 영국의 킹스크로스 지하철역사 사고(1987년), 대구 지하철 화재 사고(2003년) 등으로 나라와 산업을 가리지 않고 발생한다. 이러한 대형 사고의 원인 중 주요한 원인으로 손꼽히는 것이 인적오류이다. 그래서 국외에서는 인적오류의 원인 연구를 통한 해결방안을 모색하는 등 인적오류를 줄이기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 그러나, 우리나라에서는 인적오류에 대한 연구도 미비할 뿐더러 인적오류의 필요성에 대한 인식도 부족한 실정이다. 철도산업에 있어서도 인적오류가 포함된 사고를 분석하기 위한 방법이나 절차 등이 없으며, 인적오류와 관련된 원인별 요소 항목도 제한적이어서 사고 분석이 어려운 실정이다.[8]

이에 본 연구에서는 인적오류가 내재된 사고 분석을 위한 의사결정을 지원할 수 있도록 하는 전산화 시스템의 prototype을 개발하였으며, prototype은 인적오류 분석 모듈을 중심으로 개발하였다. 개발 시스템의 활용을 통해 분석자는 사고 분석에 필요한 정보를 제공받으며 사고의 인적오류 유형, 사고를 유발시킨 오류의 원인요소 등을 체계적으로 정리, 분석할 수 있으며 분석된 사고 사례를 통해 동종 사고에 대한 예방대책을 작성하여 인적오류가 내재된 사고의 발생빈도를 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

2. 이론적 배경

2.1 인적오류(Human Error)

인적오류(Human Error)는 의도한 목적을 이루기 위해 계획된 행위들이 실패하여 의도하지 않은 결과를 야기한 행위를 의미한다(Reason, 1990) 계획 자체는 적절한데 행위가 계획대로 이루어지지 않은 경우를 '실수(slips)라고 하고, 행위에는 문제가 없었지만 계획이 부적절하여 실패한 경우를 '착오(mistakes)'라고 한다. 기억의 문제로 생긴 오류를 따로 구분하여 '기억실패(lapses)'라고 하기도 한다.

인적오류에 대한 연구는 국내에서는 1990년대부터 원자력발전 분야를 중심으로 시작되었고, 다른 분야에서는 관련 연구가 부족한 상황이다. 이에 반해 국외에서는 원자력, 항공, 선박, 철도, 의료 분야 등에서 인적오류 분석 기법 및 체계 등에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

2.2 연관규칙(Association rules) 기법

데이터 마이닝(data mining)은 방대한 양의 데이터 중에서 의미 있는 패턴이나 규칙을 찾기 위한 일련의 분석 과정으로 주로 인터넷 상거래 사이트에서 고객 맞춤 서비스를 제공하는 목적으로 사용되고 있다. 그 중에서 연관규칙은 인터넷 쇼핑몰 고객들의 장바구니 분석, 고객 프로파일

구매 행동 간의 연관성 검색 등에 활용된다. 연관규칙의 알고리즘은 다음과 같다.

$$CF = \{cf_1, cf_2, cf_3, \dots, cf_n\}, E \subseteq CF \quad (1)$$

위 식 (1)에서 C.F(Cause Factor)는 사고를 유발시킨 오류의 원인요소들의 집합이고, E는 사고를 유발시킨 오류인 E는 CF의 부분집합이 된다. 이러한 경우 연관규칙은 다음과 같은 형태를 취하게 된다.

$$X \rightarrow Y (X \subseteq CF \text{ and } Y \subseteq CF) \quad (2)$$

(2)와 같은 연관규칙이 존재할 경우, 오류 내에 존재하는 원인요소 X가 존재하면 어느 정도의 확률을 가지고 Y 역시 오류 내에 존재함을 의미한다.

일반적으로 연관규칙을 측량화할 때 참고하는 지표로는 세 가지가 있는데, 지지도는 원인요소 사이의 연관 정도의 중요도를 나타내며 신뢰도는 원인요소 사이에 연관 정도를 나타낸다. 첫 단계에서는 사용자가 정의한 최소 지지도 값을 넘은 규칙들만 골라낸 후에 최소 신뢰도 값을 넘어선 규칙들을 골라내면 된다. 향상도 값은 연관규칙에 연계되어 있는 원인요소가 많은 사고에 활용하면 더 의미있는 규칙을 추출할 수 있다.

표 1 연관규칙 측량화 방법

지표	설명
	도출식
지지도 (Support)	원인요소 A, B가 오류 원인으로 동시에 존재할 수 있을 확률로 정의
	$S = P(A \cap B) = \frac{\text{원인요소 A와 B를 포함하는 사고 전체 사고수}(N)}{\text{전체 사고수}(N)}$
신뢰도 (Confidence)	원인요소 A를 포함하는 오류 중에서 원인요소 B가 포함될 확률로 정의
	$C = P(B A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{\text{원인요소 A와 B를 포함하는 사고수}}{\text{원인요소 A를 포함하는 사고수}}$
향상도 (Lift)	원인요소 A를 포함한 경우, 오류가 원인요소 B를 포함하는 경우와 원인요소 B가 임의로 포함되는 경우의 비를 측정하는 경우
	$L = \frac{P(B A)}{P(B)} = \frac{P(A \cap B)}{P(A)P(B)}$

2.3 의사결정 지원 시스템 (Decision Support System)

의사결정 지원 시스템(Decision Support System:DSS)는 1970년대 초기에 Gorry와 Scott-Morton에 의해서 "의사결정자가 비정형적 문제를 해결하기 위해서

데이터와 모형을 사용하도록 도와주는 상호작용적인 컴퓨터기반 시스템"으로 정의하였다.[2][5]

1980년대 중반에는 인공지능 분야의 발전으로 전문가시스템(Expert Systems) 또는 지식기반시스템(Knowledge-Based Systemes)과의 결합은 의사결정 지원 시스템에 전문지식과 추론기능을 추가하였으며, 전통적 구조와 구분하기 위해 지능형 의사결정 지원 시스템(Intelligent DSS) 등의 용어를 사용하였다.

1990년대에는 의사결정 직무의 특성, 사용자의 요구만이 아니라 의사결정 과정의 전후 관계 등을 고려한 Adaptive Decision Support System 혹은 interactive Decision Support System 등의 용어를 사용하였다.[1][6]

3. 인적오류 사고 분석을 위한 지원 시스템 프레임워크

본 연구에서 제안하는 인적오류 사고 분석을 위한 지원 시스템은 그림 1과 같이 인적오류 분석 모듈, 유사사고 검색 모듈, 원인요소 추천 모듈, 원인요소 관리 모듈, 통계 모듈로 구성 되어 있다. 모듈은 필요한 분석 지원 기능들의 프로그램 그룹으로 효율적인 프로그램 관리를 가능하게 하였으며, 모든 분석 결과는 Database에 저장되어 필요한 경우 조회 할 수 있도록 한다. 또한, 분석 결과 보고 지원 기능 등을 통해 시스템 사용자 간의 지식 관리 기능을 제공하고, 인적오류 분석 결과는 타 시스템과의 연계 기능을 통해 철도 사고 방지를 위한 교육 정책 및 제도 수립 시에 제공한다. 이하에서는 각 모듈에 대해 자세히 설명한다.

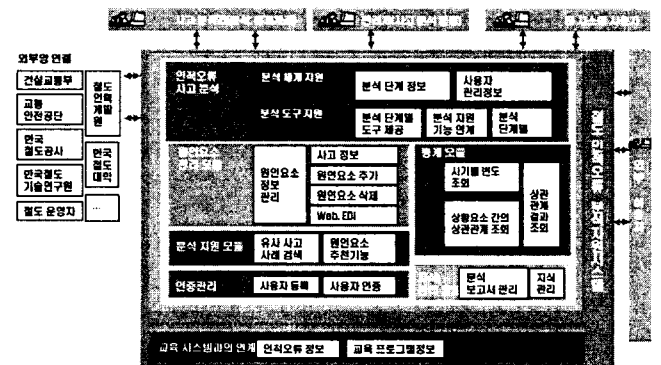


그림 1 인적오류 사고 분석 지원시스템 아키텍처

3.1 인적오류 분석 모듈

이 모듈은 인적오류 분석을 위한 분석 체계 및 도구를 제공하여 분석자가 순차적으로 분석을 진행하여 사고에 내재되어 있는 인적오류 분석이 이루어 지도록 지원한다. 분석 체계는 그림 2에 설명된 것과 같이 분석준비, 정보수집, 사고재구성, 원인분석, 예방대책 마련, 분석결과 보고 단계로

구분되어 있으며, 각 단계는 몇 개의 세부 단계로 이루어져 있다.

분석준비 단계에서는 현장 조사를 통해 수집된 자료들을 토대로 사고의 개요를 파악함으로써 현재까지 수집된 정보는 무엇이고, 수집해야 할 정보는 무엇인지를 파악하는 단계이다.

다음 단계인 정보수집 단계에서는 수집해야 할 정보수집 계획 및 정보 수집을 하며, 인터뷰를 통해 기본상황분석과 인적행위분석을 수집한다. 정보수집 계획을 세울 때 사용자는 절차서 DB, 규정/정책 DB 등을 통해서 수집해야 할 정보의 리스트를 제공받음으로써 좀 더 효과적으로 분석을 할 수 있다.

세 번째 단계인 사고재구성 단계에서는 수집된 정보들을 토대로 사고의 전개 과정을 재 구성하고, 발생한 인적오류 중 별도의 원인분석이 필요한 분석대상 오류를 선정한다.

다음 단계인 원인분석 단계에서는 앞 단계에서 선택한 분석대상 오류에 대한 유형 및 원인요소, 발생한 오류에 대한 대응과정 등을 파악하는 단계로 사고 발생의 주 원인을 밝혀내는 단계이다. 이 때, 원인요소에 대한 정보는 원인요소 DB로부터, 방지벽에 대한 정보는 방지벽 DB로부터 제공받을 수 있고, 각각의 원인요소 및 방지벽에 대한 정보 관리를 유용하게 할 수 있다. 또한, 원인요소 추천 모듈을 이용하면 분석자가 원인요소 분석 시에 좀 더 편리하고 의미있는 정보를 제공 받을 수 있다.

예방대책 마련 단계에서는 원인분석 단계에서의 결과를 토대로 향후 사고 발생을 방지하기 위한 행정적, 물리적 예방대책을 작성하는 단계로 예방대책에 관한 내용을 DB로부터 제공받을 수 있다.

마지막 단계인 분석결과 보고 단계에서는 앞 단계까지 나온 분석 결과를 종합하여 보고 양식으로 정리한 후, 관련 기관 및 분석 책임자에게 내용을 보고하는 단계이다.

각 각의 단계에서 분석된 분석 결과는 분석 DB에 저장되고 최종 결과물인 보고서는 보고서 DB에 각각 저장되고 분석자 외의 관리자, 조회자 등이 열람할 수 있다.

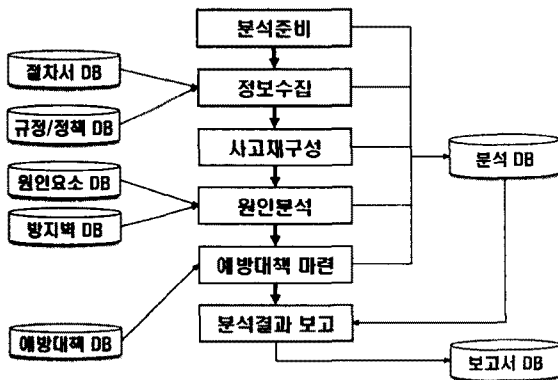


그림 2 인적오류 분석 모듈의 사고분석절차

3.2 유사사고 검색 모듈

유사사고 검색 모듈은 분석자가 인적오류 분석 시에 효과적인 사고 분석을 하도록 분석을 지원하는

기능으로 분석 중인 사고와 유사한 사고를 과거 분석 결과를 토대로 검색해준다. 현재 분석자가 분석중인 사고와 과거 사고 사례들 간의 유사성을 Euclidian distance index의 방법으로 측정하여 유사도가 높은 사고부터 낮은 사고의 순으로 정렬된 결과를 분석자에게 제공한다.

Euclidian distance는 군집분석의 방법으로 분석대상을 분류기준변수에 근거하여 군집화하는데 있어서 유사성 혹은 거리를 이용한 방법을 가지고 구하는 것이다. 유사성이라 함은 분류하고자 하는 변수에 의해서 분석대상 사이의 비슷한 정도를 평가하는 것이라 할 수 있다. 본 연구에서 사용한 변수는 명목척도인 사고종류, 오류유형, 간격척도인 기본상황분석의 결과 작업자, 직무, 작업환경, 조직에 대한 상황분석표 결과이다. 명목척도와 간격척도를 함께 계산할 수 없으므로 간격척도를 통해 추천된 유사사고 결과와 명목척도를 통한 유사사고 결과를 동시에 보여주고 결과값에 대한 선택은 분석자 스스로가 할 수 있도록 한다.

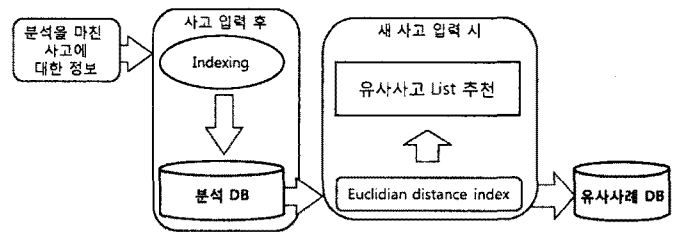


그림 3 유사사고 검색 모듈 논리적 모델

3.3 원인요소 추천 모듈

사고분석절차 중 네 번째 단계인 원인분석 단계에서는 사고를 유발시킨 각각의 오류에 대해서 원인요소를 밝혀내는 단계이다. 그러나, 원인요소 분석표에 포함된 항목의 개수가 중분류는 13개, 각각의 중분류에 포함된 세부 항목들의 개수를 모두 합하면 151개가 된다. 이 개수는 오류 하나에 해당하는 원인요소의 개수로 오류가 1개씩 증가할 때마다 분석해야 하는 원인요소의 수는 배가 된다.

이에 분석자에게 연관규칙 분석 결과값을 제공함으로써 의미 있는 정보를 제공해 주어 더 의미있는 규칙을 발견할 수 있다.

표 2는 예시로 작성된 테이블이다. 아래의 테이블은 사고를 유발시킨 오류 {A,B,C,D,E,F,G,H,I,J}와 오류가 발생한 원인을 분석한 원인요소{a,b,c,d,e}의 결과를 나타내고 있다. 동그라미가 쳐진 셀은 해당 오류를 유발시킨 원인요소로 선택된 것임을 뜻한다. 즉, 오류 A를 유발시킨 원인은 원인요소 a,c,d,e가 되는 것이다.

이 테이블에 대해서 연관 규칙을 찾기 위해 지지도와 신뢰도를 각각 40% 이상이라고 가정하였다.

표 2 원인요소 추천 모듈 사례

	원인요소 a	원인요소 b	원인요소 c	원인요소 d	원인요소 e
오류 A	○		○	○	○
오류 B	○		○	○	○
오류 C	○	○		○	○
오류 D		○		○	
오류 E		○		○	
오류 F		○	○		
오류 G		○	○		
오류 H	○	○			○
오류 I		○		○	
오류 J		○			○

그 결과 4개의 연관규칙을 발견할 수 있었다.

표 3 사례에 대한 연관규칙 결과

연관규칙 (원인요소)	지지도, 신뢰도
a → e	지지도 40%, 신뢰도 40%
b → d	지지도 40%, 신뢰도 50%
d → b	지지도 40%, 신뢰도 66.6%
e → a	지지도 40%, 신뢰도 80%

위의 결과값을 바탕으로 시스템은 사용자에게 원인요소를 추천한다.

또한, 시스템은 원인요소 항목 중 a,e가 동시에 포함된 오류의 경우 30%의 지지도와 100%의 신뢰도로 원인요소 d를 추천한다.

3.4 원인요소 관리 모듈

원인요소 관리 모듈은 원인요소에 대한 추가, 삭제, 수정 등 원인요소의 Life Cycle을 관리한다. 본 연구에서 제안하는 인적오류 분석 지원 시스템에서의 주 목적은 인적오류가 포함된 사고에 대한 원인요소를 밝혀내어 그와 같은 동종의 사고 재발을 예방하는 것이다. 그렇기 때문에 원인요소가 새로 추가되거나 혹은 삭제, 변경 되었을 때에 그에 따른 정보 및 Naming 관리 등을 함으로써 시계열에 따른 정보 관리를 해주어야 한다.

그림 4와 같이 원인요소 관리 모듈은 사고 분석 Data로 부터 자료를 받아서 원인요소에 대한 관리 기능 - 추가, 삭제, 원인요소 추가 시의 Naming, 원인요소 변경 시의 Conversion - 을 수행한 후, 그 결과를 원인요소 DB에 저장한다. 원인요소가 추가, 삭제 되었을 때의 정보를 활용하면 시간의 흐름에 따른 원인요소의 변화 양상 등을 예측할 수 있다.

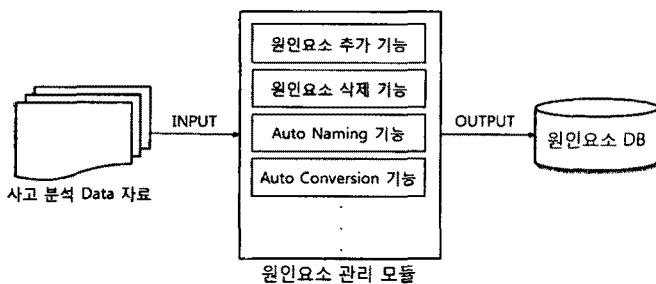


그림 4 원인요소 관리 모듈의 세부 기능

3.5 통계 모듈

통계 모듈은 기존의 분석된 사고들을 대상으로 시기별, 상황요소별 등의 여러 가지 의미있는 범주로 사고의 원인을 통계처리하여 인적오류의 경향을 파악하여 효율적인 인적행위연구 및 대책안 수립을 지원한다. 분석 DB와 원인요소 DB를 통계의 대상으로 삼아 크게 시기별 사건발생빈도 (연도/월/요일/시간), 상황별 원인요소빈도, 두 사고간의 상관관계 등의 통계자료를 표, 여러 형태의 그래프 등으로 사용자에게 제공한다.

4. 인적오류 분석 지원 시스템 Prototype 개발

인적오류 분석 지원 시스템(Computer Aided System for Human Error Analysis and Reduction, 이하 CAS-HEAR)의 사용자 모듈의 메뉴 구성은 사고 등록 및 관리, 사고 분석, 분석 사례 열람, 사고 통계 열람을 기본구성으로 한다.(그림 5)

사고 등록 및 관리는 발생한 철도 사고에 대한 시스템 등록 및 현재 분석 중인 사고에 대한 전 과정을 관리하는 기능을 제공한다.

사고 분석은 분석준비, 정보수집, 사고 재구성, 원인분석, 예방대책 마련의 각 단계에 대한 분석 지원 기능과 분석결과를 정리하고 보고하는 분석결과 보고 기능을 지원할 수 있도록 구성되어 있다.

분석사례열람은 과거에 분석한 사고 사례를 열람할 수 있는 기능을 제공한다. 과거 사고 사례의 보고서 및 분석 결과를 열람할 수 있고, 사용자 등록에 따라 관련 자료를 출력할 수 있도록 한다.

사고통계열람은 과거에 분석한 사고 사례를 통해 통계 처리를 제공한다. 시기별, 상황요소별 등의 여러 가지 의미있는 범주로 사건의 원인을 통계 처리하여 인적오류의 경향을 파악하여 효율적인 철도 사고의 인적행위연구 및 대책안 수립을 지원해 준다.

본 연구에서는 '사고 분석' 기능에 대해 구현하였다. 사고 분석 기능 외의 사고 등록 및 관리, 분석 사례 열람, 사고통계열람 등은 추후 연구를 통해 구현할 계획이다.

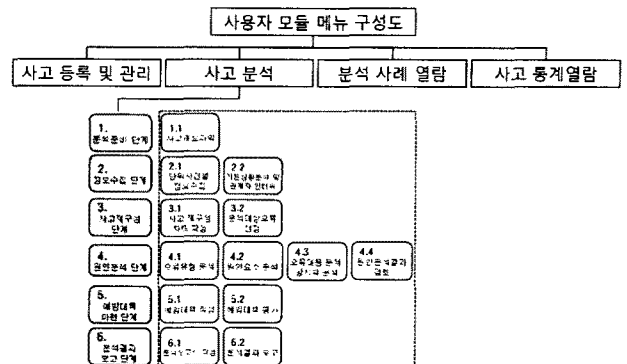


그림 5 CAS-HEAR 사용자 모듈의 메뉴 구성

그림 6은 사용자 모듈의 주요화면이다. 그림 6(a)에서 사용자가 ID/PASSWORD를 입력하고 들어간 후, 사고 분석 메뉴를 클릭하면 그림 6(b)와 같이 분석하고자 하는 사고에 대한 사고 개요를 작성하는 화면이 나온다.

사고 개요 파악 단계에서는 사고번호, 사고명, 발생일자, 발생장소, 발생경위, 사고결과 등과 같은 사고에 대한 기본적인 정보를 중심으로 작성한다. 사고에 대한 기본 정보 입력을 마치면, 사고가 발생한 경위를 시간 순서에 따라 몇 개의 단위사건(event)으로 구분한 후, 단위사건별로 행위 및 시스템 상태, 관련 상황정보를 입력한다. 여기서 “단위사건은 실제 일어난 것으로 특정 주체(subject)와 그 주체가 일으킨 행동(action)으로 이루어진다.” 여기서 주체(subject)는 사람, 기계 등을 포함한 사물을 의미한다.[11]

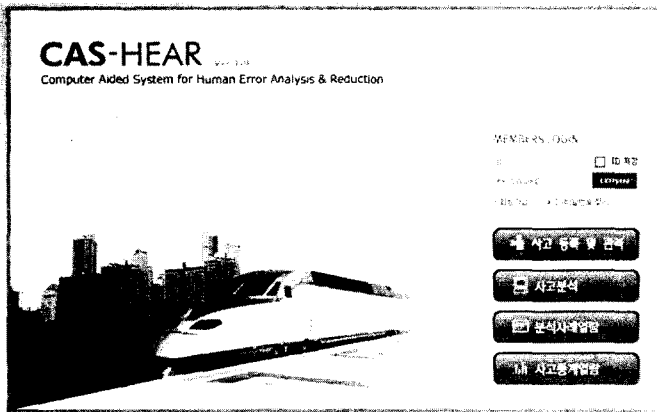
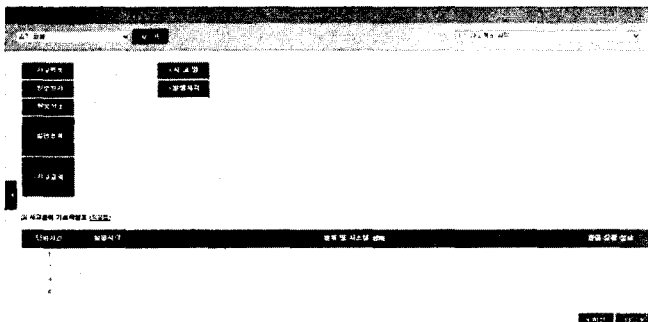


그림 6 사용자 모듈 주요 화면
(a) CAS-HEAR의 초기 화면



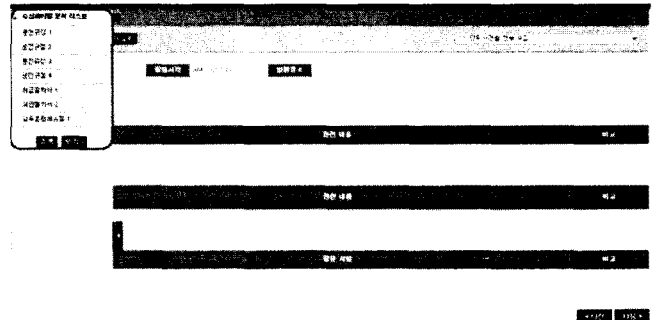
(b) 분석 준비 단계_사고 개요 파악

다음 단계는 단위사건별로 필요한 정보 수집 계획을 수립하고, 그 계획에 따라 정보를 수집하는 단계로 화면 설계는 그림 6(c)과 같다. 단위사건별로 일련번호, 발생시각, 내용, 행위주체 등에 대해서 정리하고 수집해야할 문서, 기록장치 및 물리적 근거, 인터뷰 대상자의 순서로 입력한다. 이 때, 시스템에서는 화면 왼쪽에 분석 지원 기능으로 수집해야할 문서의 리스트를 보여준다. 사용자는 이를 보고 필요한 문서 등을 찾아보거나 수집해야할

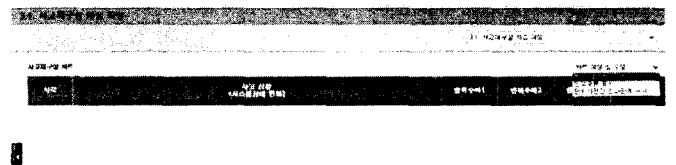
정보에 포함시킬 수 있다.

인터뷰 대상자에 대해서는 작업자, 직무, 작업환경, 조직에 대해서 기본상황 분석을 실시한 후 인터뷰 대상자의 행위나 시스템의 상태가 관련 절차서, 규정 등을 준수하였는 지를 조사한다.

사고 재구성 단계에서는 앞 단계에서 수집된 정보를 바탕으로 시간 순서에 따른 행위주체자, 시스템의 상태 변화 등을 차트 형태로 작성한 후, 인적오류라고 생각되는 행위에 대해서는 별도로 표시를 한다. 이 때 선택한 인적오류 중 별도의 원인분석이 필요한 분석대상 오류를 오류 선정 기준에 따라 선정한다.



(c) 정보 수집 단계_단위사건별 정보 수집



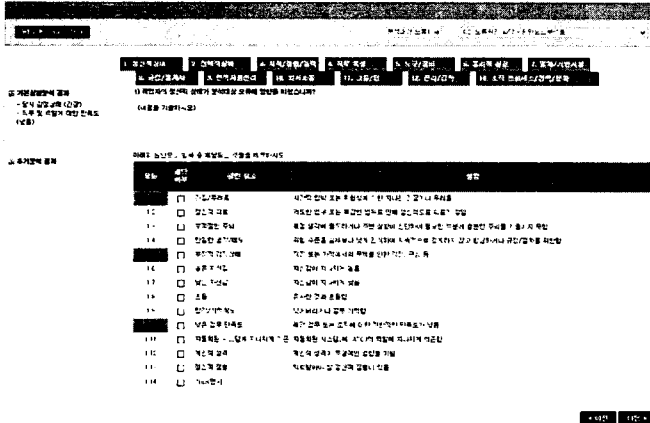
(d) 사고재구성 단계_사고재구성 차트 작성

앞 단계에서 선택한 분석대상 오류에 대해서는 각각의 오류에 대한 심층 분석을 하는데, 먼저 오류의 유형을 파악한 후에 오류의 원인에 대해 파악한다. 오류 원인을 파악하는 화면은 그림 6(e)와 같이, 중분류 13개 -정신적 상태/신체적 상태/작업자의 지식, 경험, 능력/직무의 특성/작업장 내의 도구 및 장비/작업장 내의 물리적 환경/열차, 기반시설, 외부 환경/규정 및 업무절차서의 특성/조직의 인적자원 관리/작업자간 의사소통/그룹 또는 팀의 특성/관리 및 감독의 문제/조직의 프로세스, 정책 및 문화- 의 항목으로 나누어져 있으며 각각의 중분류는 8개 정도의 소분류로 구분된다. 또한, 각각의 중분류 항목은 Tab 기능으로 구현되어 있어서 항목간의 이동이 자유롭다.

오류에 대한 원인 파악을 마친 후, 발생한 오류를 막을 수 있었던 방지벽의 존재 여부, 오류를 알아차린 행위주체자의 대응, 오류를 알아차린 발견 과정 등에 대한 조사 및 결과를 정리한다.

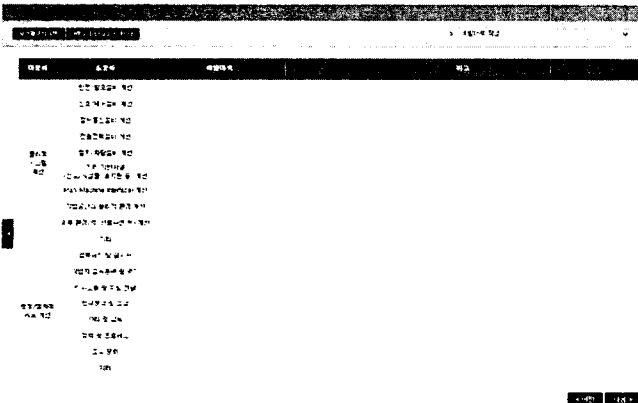
다음 단계인 예방대책 마련 단계에서는 분석한

사고와 같은 동종 사고의 재발을 위한 향후 예방대책을 마련하는 단계로 그림 6(f)와 같이 예방대책 작성시에는 크게 물리적 시스템 개선, 행정/절차적 제도 개선으로 분류되어서 분석자가 예방대책 작성시에 도움이 되도록 작성 가이드를 제공하고 있다.



(e) 원인분석 단계_오류 원인 파악

이 단계까지 마치게 되면 앞에서 분석, 작성한 결과를 정리하여 보고하는 분석결과 보고 단계로 넘어가고 이로써 사고 분석은 끝이 난다.



(f) 예방대책 마련 단계_예방대책 작성

5. 결론

본 연구에서는 인적오류가 포함된 사고를 분석하기 위한 분석 지원 시스템의 프레임워크를 제안하였고, 제안한 기능 중 일부를 prototype 시스템을 구현하였다. 분석 지원 시스템의 프레임워크로 인적오류 사고를 분석할 수 있는 인적오류 분석 모듈, 유사한 사고를 검색해주는 유사사고 검색 모듈, 사고를 유발시킨 오류에 대한 원인요소를 추천해주는 원인요소 추천 모듈, 각각의 원인요소들을 관리하는 원인요소 관리 모듈, 각종 통계처리를 지원하는 통계모듈 등으로 구성되어 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 원인요소 추천을 연관규칙 기법을 이용한다는 것에 대한

비판이 있을 수 있다.

둘째, 시스템의 사용자 즉 사고 분석을 담당하는 분석자의 요구사항이 반영되지 않았다는 점에서 시스템 프레임워크에 대한 필요성을 확보하기 어렵다. 향후 연구과제로 현재 개발된 prototype을 완전한 시스템의 형태로 구축하는 것이 필요하다. Prototype의 경우, 인적오류 분석 모듈에 대해서만 구현이 된 상태이기 때문에 타 모듈과의 연동을 확인할 수 없었다. 또한 통계 모듈에 대해서도 시계열 추이 등을 포함한 분석 방법에 대한 연구가 필요하다. 아울러 사고 사례의 수가 증가하면 유사사고 검색 모듈의 경우 처리 속도가 기하급수적으로 증가하기 때문에 이를 줄일 수 있는 방법에 대한 추후 연구가 요구된다.

References

- [1] Fazlollahi, B., Parikh, M.A., and Verma, S.(1993) "Adaptive decision support system," Decision Support Systems 20 pp.297-315
- [2] Gorry, G. A., and M.S.Scott-Morton,(1971) "A Framework for Management Information Systems," Sloan Management Review, Vol.13, No.1 pp.55-70
- [3] Grabowski M., and Roberts K.H.(1996). "Human and Organizational Error in Large Scale Systems," IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics-part a: Systems and Humans, Vol. 26, No. 1
- [4] Reason, J. (1990). "Human Error," Cambridge University Press; New York.
- [5] Scott-Morton, M.S.(1971) "Management Decision Systems:Computer Based Support for Decision Making," Cambridge, MA:Division of Research, Harvard University
- [6] Yau, C. (1993). "An Interactive Decision Support System for Airline Planning," IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics. Vol. 23, No. 6
- [7] Yoon, W.C. and Hammer, J.M.(1988). "Deep-Reasoning Fault Diagnosis : An Aid and a Model," IEEE Trans. On System, Man, and Cybernetics, Vol. 18, no.4,
- [8] 김동산, 백동현, and 윤완철 (2007). "인적오류 분석기법의 국내외 활용 현황 및 국내 철도 산업에의 적용 방안," 한국철도학회논문집 제10권 제1호 pp.7~15
- [9] 안현철, 한인구, and 김경재 (2006). "연관규칙기법과 분류모형을 결합한 상품 추천 시스템: G 인터넷 쇼핑몰의 사례," Information Systems Review, Vol. 8, No. 1
- [10] 윤종찬, 김종진, and 윤성대 (2006). "다중크로스셀링 기반의 개인 상품 추천 시스템의 설계," Journal of Korea Multimedia Society Vol.9, No.9, pp.1095-1106
- [11] 이기현, 고병진, and 조근식 (2002). "연관 규칙과 협력적 여과 방식을 이용한 추천 시스템," 한국지능정보시스템학회논문지 제8권 제2호 pp.91~103
- [12] 성낙원 et al. (2006). "건설 클레임 관리를 위한 웹기반의 의사결정 지원 시스템 개발," 대한토목학회 논문집 제26권 제1D호 pp.115~123
- [13] 한국전력공사 전력연구원 (1998). "원자력발전소 인적행위개선시스템(K-HPES) 개발 (II)," 최종보고서
- [14] 건설교통부 (2006). "안전업무종사자 교육훈련체계 구축 연구보고서," 최종보고서
- [15] 건설교통부 (2007). "안전업무종사자 교육훈련체계 구축 연구보고서," 중간보고서