

건설안전관리 데이터베이스 및 추론 시스템 구축

Development of Reasoning System and Database for Construction Safety Management

정 병 화* · 정 영 식**

Chung, Byoung-Hwa · Chung, Young-Shik

요 약

모든 산업이 그러하듯 건설산업 역시 여러 종류의 리스크를 수반하게 마련이다. 더욱이 최근 건설 프로젝트가 대형화되면서 리스크의 발생 가능성이 증가하는 실정으로 효율적인 리스크관리의 필요성이 대두되고 있다.

국내 건설회사의 리스크관리 실태를 분석하기 위해 설문조사와 인터뷰를 실시한 후 두 표본 t-검정으로 분석하였다. 그 결과 전형적인 리스크관리는 잘 되는 실정이나 리스크인자를 미리 예측하고 이를 경감 할 수 있는 Prototype · Simulation 등은 미흡한 실정이다. 이에 대한 대응책으로 사례기반추론기법을 적용하여 공사관리자 · 안전담당자가 건설현장에서 실시간으로 리스크인자를 효과적으로 경감시킬 수 있도록 지원하는 건설관리 추론 시스템을 구축하였다. 건설관리 추론 시스템은 사례 기반 관리 · 사례 타입 관리 · 사례 베이스 관리 · 사례 질의문 관리 등으로 구축하여 효과적으로 구현 할 수 있도록 하였다.

키워드 : 리스크관리, 사례기반추론, 건설관리 추론 시스템

1. 서 론

1.1 연구의 목적 및 배경

건설공사에서 리스크는 프로젝트 목적에 영향을 미치는 어떠한 사건의 발생 가능성이다. 리스크는 일반적으로 부정적인 영향을 초래할 사건의 발생가능성과, 불확실한 위험을 내포하는 요인 · 요소와 사건이 발생할 확률 및 그 심각성 등의 포괄적인 의미를 가진다고 정의한다. 여기서 리스크는 국가현황리스크, 건설사업리스크, 회사자체리스크, 프로젝트리스크, 기술리스크로 분류할 수 있으며 프로젝트리스크의 한 구성요소인 건설안전이 본 연구에서 대상으로 하는 리스크이고 이를 일반적인 리스크관리기법을 이용하여 대응책을 연구한다. 국내 건설공사의 건설안전사고는 매년 감소 추세를 보이고 있으나 사망 등 중대재해의 비율은 오히려 증가하고 있는 실정이다. 또한, PQ(Pre-Qualification)심사 시 안전관리 활동에 관한 가감 점수가 상정됨에 따라 재해율이 높은 업체가 각종 공사 입찰 시 상당한 불이익을 받게 되므로 적절한 리스크관리의 필요성이 대두되고

있다. 따라서 본 연구에서는 전문가 시스템(Expert System)의 중요한 지식추론기법인 사례기반추론(Case-Based Reasoning)을 적용하여 건설현장의 안전관리를 효과적으로 지원하는 건설관리 추론 시스템(Construction Management Reasoning System)을 구축하여 안전사고를 경감시켜 양질의 건설공사를 수행 할 수 있게 하는 방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

1.2 연구 방법

리스크관리 과정은 미국 프로젝트 관리 협회(PMI)에서 발간한 PMBOK에서 분류한 리스크 규명 · 리스크 분석 · 리스크 제어 및 대응의 과정으로 이루어지며 리스크인자를 규명하기 위하여 전문가의 의견과 관련 법규로 리스크인자를 규명하였다.(PMI, 1996) 규명된 리스크인자를 분석하기 위해 국내 건설회사 시공순위 1~400위까지를 표본으로 하여 설문조사와 직접 인터뷰를 통하여 조사한 다음, 그 결과로 두 표본 t-검정(Two Sample t-test)으로 분석한 결과 전형적인 리스크관리 즉 안전보건규정, 안전보건조직표, 안전점검, 안전일지작성... 등은 잘 관리되고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 리스크인자를 미리 예측하고 대처하기 위한 시제선정(PrototypeSystem)

* 일반회원, 울산과학기술대 공간디자인학부 겸임교수

** 일반회원, 울산대학교 지구환경시스템공학부교수, 공학박사

· 시뮬레이션(Simulation) · 비용절감분석 · 효과분석 · 벤치마킹(Benchmarking) · 누락된 리스크 재파악 등은 미흡한 것으로 분석되었다.(정병화, 2002)

표 1. 중점 리스크인자 분석

검정기법	문항
사업관리 · 리스크관리 · 중소 대형건설회사의 분류에 의한 검정 후 중점관리 문항	안전보건관리 규정 작성
	안전교육 실시
	년간 안전교육 계획 수립
	누락된 리스크를 재파악
	비용절감 분석
	효과 분석
	Prototype 선정
	Simulation
Benchmarking	

이에 대한 대응책으로 전문가시스템인 사례기반추론(Case-Based Reasoning)을 이용하여 실시간으로 안전담당자가 현장의 상황을 조회할 수 있는 건설관리 추론 시스템(Construction Management Reasoning System)을 구축하였다. 건설관리 추론 시스템은 사례개념관리(Concept Management) · 사례타입관리(Type Management) · 사례베이스 구축(Explorer Management) · 사례질의문관리(Navigator Management)의 4단계로 구축하였다. 사례개념관리 · 사례타입관리 모듈에서의 기존 연구는 색인 항목을 10개 속성 정도로 정의 하여 건설재해 사례를 자세히 설명할 수 없고 각 속성의 경중치를 동일하게 부여하여 조회 결과의 정확도가 떨어져 본 연구에서는 15개 속성으로 세분화하여 건설재해사례를 명확하게 표현하였다.

또한 각 속성의 경중치(Weight)를 일반적인 속성은 1로 인지도가 높은 속성은 2를 부여하여 유사척도에 의한 유사도의 정확성을 기하였다. 사례베이스구축에서는 과거 건설재해사례를

데이터베이스 하는 모듈이다. 사례질의 문관리 모듈에서는 앞에서 구축된 사례베이스를 이용하여 실제 시공현장의 상황을 입력하고 조회하면 우선 순위에 의하여 유사사례를 조회한다. 안전담당자는 조회된 사례를 이용하여 효과적인 안전관리를 수행한다.

본 연구의 흐름도는 <그림 1>과 같다.

2. 사례기반추론의 이론적 고찰

사례기반추론의 기본적인 생각은 과거에 사용하였던 문제해결 방식을 유추하여 현재의 문제를 해결하고자 하는 것이다.

일반적으로 과거에 경험했던 상황과 유사한 상황의 문제에 다시 직면했을 때는 첫 번째 보다 더욱 쉽고 빠르게 문제를 해결할 수 있고 과거의 실수를 회상하여 더욱 효과적이고 확실하게 문제를 해결해야 한다. 따라서 사례기반추론이란 주어진 새로운 문제(Problem)를 단순한 과거의 유사한 사례(Case)를 바탕으로 풀어나가는 기법이다.

2.1 사례기반추론 절차

CBR의 기본절차는 <그림 2>와 같이 주기적인 절차로 나타낼 수 있다. CBR의 추론절차를 설명하면 CBR에서 추론이 수행될 때 새로운 문제는 사례베이스(Case Base)의 사례들에 대해 부합(Matching)이 이루어지고 하나 또는 그 이상의 유사사례(Similar Cases)가 조회(Retrieval)된다. 그 다음 부합하는 사례에 의해 제안된 해(Solution)는 재이용(Reuse)되고 그 해의 성공여부가 테스트(Test)된다. 만약, 조회된 사례가 밀접하게 부합되지 않는다면 그 해는 수정(Revision)되어야 한다. 이렇게 하여 사례베이스에 저장(Retainment)될 수 있는 새로운 사례가 생성된다.(A.Adamodt, 1994)

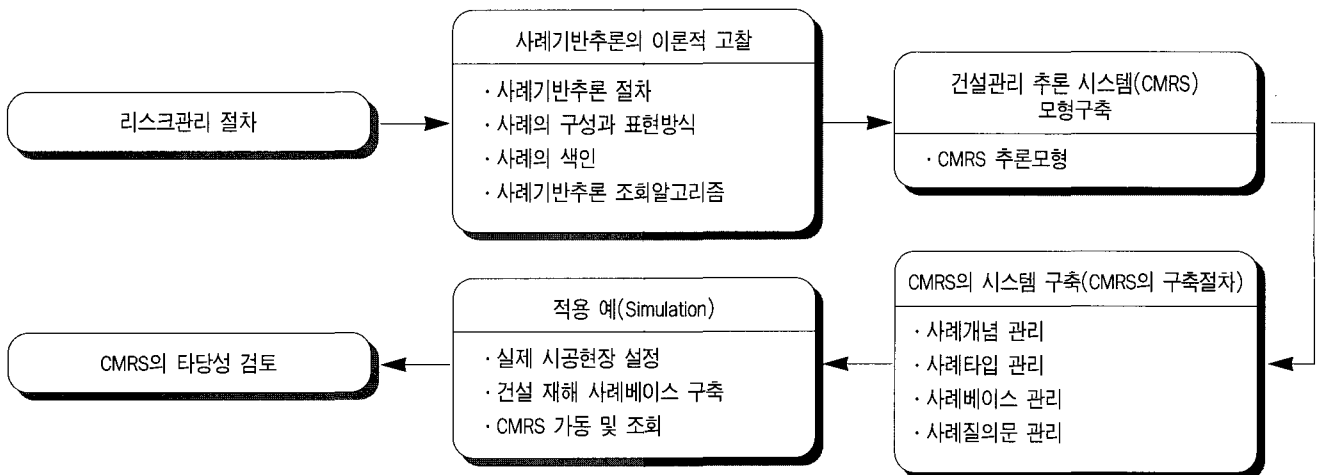


그림 1. 연구의 흐름도

2.2 사례의 구성과 표현형식

(1) 사례의 구성

일반적으로 사례의 표현을 위한 구성항목의 선정에서는 각각의 구성항목의 기능성과 정보 획득의 용이성을 고려하여야 하며, 사례(Case)에는 문제(Problem)의 내용과 해의 내용이 포함되어야 한다.(Watson, 1994) 사례에는 사례의 내용인 과거의 교훈이 사용될 수 있었던 상황이 포함된다. 사례는 전형적으로 다음 <표 2>와 같이 구성된다

표 2. 사례의 구성

구 성 항 목	내 용
문제 · 상황 표현 (Problem · Situation Description)	문제와 그 문제가 해결될 당시의 상황 묘사
해(Solution)	문제가 발생했을 당시의 전문가의 반응 및 추론된 해결방법을 서술

사례는 대개 특정한 결과를 이끌어내는 주요한 특성(Features)의 리스트로서 표현된다. 사례를 표현하는 대표적인 특성을 선별하는 작업은 사례기반 추론에서의 가장 중요한 지식공학(Knowledge Engineering)업무에 해당한다.

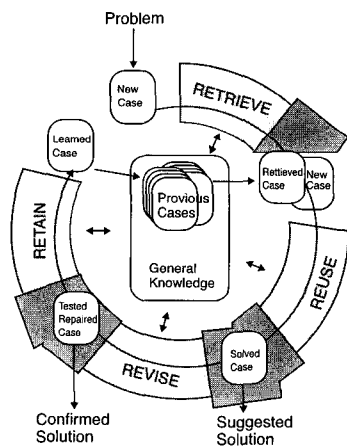


그림 2. CBR의 주기적 절차

특히 하나의 사례를 표현하기 위해 너무 많은 특성이 사용되면, 사례베이스의 확장에 따라 사례베이스의 크기가 너무 커져서 사례기반시스템의 추론 효율이 저하되므로 사례의 용도에 맞게 그 문제의 특징을 표현하는데 주요한 특성들을 선정하는 것이 중요하다. 더욱이 특성의 리스트가 너무 길면 이용이 어려워므로 기피하거나 입력의 잘못으로 인한 오류를 유발할 수 있다.

(2) 사례의 표현 방식

사례기반시스템에서 사례는 프레임(Frame), 객체(Object), 의미망(Semantic Net) 또는 규칙(Rules)등의 인공지능 분야에

서 사용되는 모든 지식표현형식으로 표현될 수 있는데 대부분의 사례기반추론 소프트웨어에서 프레임 표현을 많이 사용하고 있다

2.3 사례의 색인(Index)

사례기반추론의 가장 중요한 문제가 색인의 선정이며 건설재해사례의 색인항목은 해당 사례에 대한 접근경로를 제공하는 정보이다.(A. Adamodt, 1994) 본 연구에서는 재해예방을 목적으로 하는 건설공사 안전관리자의 입장에서 재해상황정보는 과거재해사례의 구체적 내용을 표현하는 정보로 보았으며, 구체적 재해예방을 위해 현장과 유사한 재해사례에 접근하는 경로를 제공하는 색인항목으로는 공사 수행 전에 공사관리자나 안전담당자가 파악할 수 있는 일반정보와 작업상황정보 중 재해 유발원인으로 작용할 수 있으며 구체적 작업상황을 특징적으로 표현할 수 있는 항목으로 선정하였다.

특히 안전관리의 행위 과학적인 측면의 연구성과를 반영하여 재해요인의 효과적 제어를 하기 위해, 기존의 물적 대책에 중점을 두어온 안전대책을 개선하여 인적 요인의 제어를 위한 대책을 수립할 수 있도록 하였다. 즉, 현장과 유사한 과거재해사례의 검색 시에 요구되는 현장 작업 상황에 대한 색인항목으로 작업자에 대한 정보(직종)가 포함되어야 한다. 보통 건설재해분석 항목은 대분류, 중분류, 소분류로 구성하나 본 연구에서는 쉽게 이용할 수 있게 공사용형을 대분류로 작업위치를 중분류로 작업단계를 소분류로 하였다. 따라서 <표 3>과 같이 건설재해사례를 15개의 속성을 필드(Field)로 하는 재해사례를 하나의 레코드(Record)로 하는 테이블(Table)형식으로 사례베이스를 구축하였다.

표 3. 색인의 속성

범 주	순번	색 인 항 목
일반정보	1	발생일자 (Date)
	2	작업특성 (Activity Feature)
	3	연령 (Age)
	4	직종 (Occupation)
	5	공정율 (Progress)
	6	사망자 수 (Dead Persons)
작업정보	7	부상자 수 (Wounded Persons)
	8	공사용형 (Facilities)
	9	작업위치 (Activity Position)
	10	작업단계 (Activity Step)
	11	장비 (Equipment)
	12	자재 (Materials)
	13	도구 (Tool)
사고상황정보	14	재해상태 (Accident Situation)
재해대책정보	15	재해예방방안 (Prevention Plan)

2.4 사례기반추론 조회 알고리즘

건설재해 사례베이스에서 주어진 현장상황과 유사한 상황에서 발생한 재해사례를 조회하는 알고리즘에 대하여 설명하고자 한다. 본 연구에서는 건설관리 추론 시스템의 성능 면을 고려하여 유사재해사례의 조회를 두 단계의 조회 알고리즘을 거쳐 수행하고자 한다. 제1단계에서는 건설재해사례의 색인 항목 중 현장상황과 저장된 재해사례와의 유사도를 측정하는 데 가장 기본적인 역할을 하는 색인항목의 중요도에 따라 재해사례를 차별망으로 계층화한 다음, 기본적인 색인항목에 대해 건설현장 상황과 저장된 재해사례간의 유사도를 측정하여 유사재해사례들만으로 검색할 재해사례의 범위를 좁힌다. 그리고 제1단계에서 선별된 재해사례들을 대상으로 유사도를 측정하여 각 재해사례별로 유사척도를 계산하고 재해사례의 순위를 부여한다.

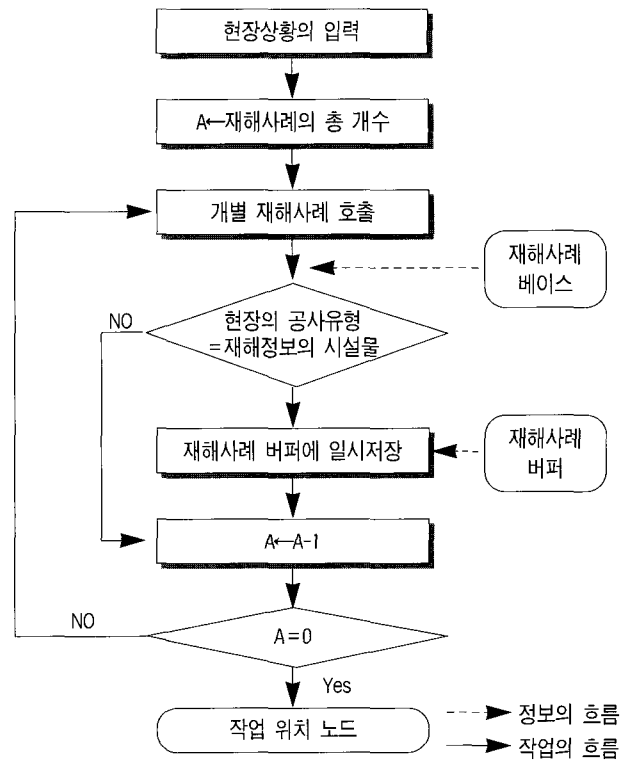


그림 3. 차별망에 의한 유사사례군 탐색 알고리즘

(1) 차별망에 의한 유사사례군 탐색 (단계 1)

차별망에서는 최상위 노드(Node)에서부터 하위 노드로의 탐색을 수행하면서 탐색 중에 있는 현재 노드에 대한 부합(Matching)이 성공하면 현재 노드의 하위 노드에 대한 부합을 계속하여 계층상의 말단 노드에 도달하는 것으로 이 말단 노드에 연결된 재해사례들을 유사사례군(Similar Case Group)으로 구분하게 된다.

(2) 최근치 알고리즘에 의한 유사재해사례 조회(단계2)

사례베이스로부터 유사사례를 조회하기 위해서는 사례를 조직화한 다음 이를 바탕으로 부합함수(Matching Function)를 도입하여 주어진 문제와 기존의 사례들이 어느 정도 유사한지를 평가하게 된다. 이러한 부합을 바탕으로 기존 사례들의 유사척도(Similarity Score)에 따라 등급이 정해져서 유사사례가 조회된다. 유사척도는 대조된 사례들 간의 상대적인 유사성을 판정할 수 있게 해 주는 측정치를 의미한다.(예태곤, 1999)

3. 사례기반추론을 이용한 건설관리 추론 시스템의 개념적 모형 구축

사례기반시스템 개발도구를 이용하여 건설관리 추론 시스템(Construction Management Reasoning System)의 구축과 구현에 관하여 기술한다. 본 연구에서 제시하는 추론모형을 구현하기 위한 도구는 기존에 구축되어 있는 재해사례데이터베이스의 자료를 사례베이스의 사례로 공유하는 기능을 지원하며 사례의 프레임 표현을 지원할 수 있어야 한다. 또한 유사사례의 조회에 차별망의 탐색기능을 구현할 수 있고 최근치 알고리즘에 의한 유사척도 계산을 지원할 수 있어야 한다. 뿐만 아니라

실용화될 수 있는 시스템의 개발까지 고려한다면 개발작업을 지원하는 제반 기능이 편리하고 적응규칙을 이용한 적응단계를 구현하는 것도 지원할 수 있는 도구가 유리하다.

따라서 본 연구에서는 기존에 사용되는 사례기반시스템의 개발도구들의 주요 특성 및 기능을 비교해 본 결과 이러한 요구조건을 만족시키면서도 시스템 구현에 편리한 CBR-Works 4 Professional을 추론모형의 개발도구로 선정하였다. CBR-Works 4 Professional을 이용한 CMRS를 구축시 건설공사 작업분류체계의 대분류·중분류·소분류·세분류 등의 복잡성을

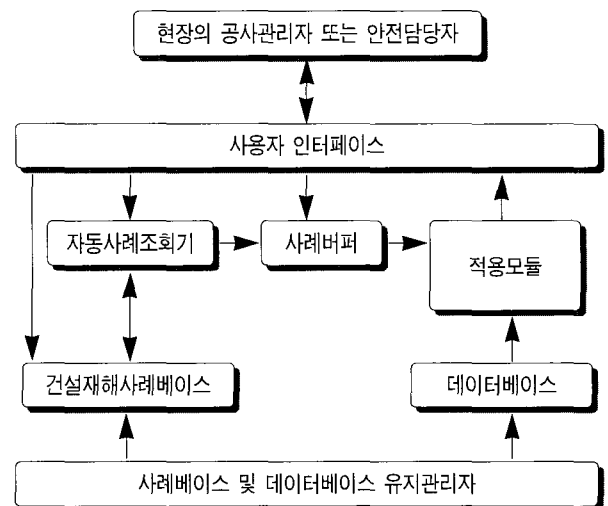


그림 4. 리스크관리 대응 시스템 추론모형

관련하게 작업할 수 있도록 15개 속성으로 구성하기 위함과 각 속성의 중요도에 따라 경중치를 부여하기 위해 적합하다. <그림 4>는 앞장에서 구축한 추론모형을 구현하기 위한 시스템을 나타내고 있다.

4. CMRS 시스템 구축

4.1 CMRS의 구축 절차

CMRS를 구현하기 위하여 사례개념 관리·사례타입 관리·사례베이스 관리·사례질의문관리 등으로 구축하였으며 그 구축과정을 하나씩 기술한다.

(1) 사례개념 관리(Concept Management)

사례개념 관리 모듈은 객체지향개념을 도입하여 문제영역의 사례객체와 객체간의 관계를 생성하고 편집하는 것을 지원하는 모듈이다. <그림 5>는 건설재해사례의 사례객체를 표현한 것이다. 사례의 각 속성은 사례 개념 관리에서 지원하는 사례의 속성표현 기능을 이용하여 내부적으로는 프레임 형식으로 사례와 사례를 구성하는 각 속성(Attribute)의 종류 및 속성의 타입과 속성의 경중치(Weight)의 특징을 정의할 수 있다. 앞에서 정의한 색인 15개 속성을 Boolean·Date·Time·String·Integer등으로 분류하여 정의하였다.

특히 사례를 구성하는 속성을 정의할 때 그 속성이 색인으로 사용될 것인지 아닌지를 지정할 수 있으며 또한 시스템 구현의 편의상 건설재해사례의 구성항목 중 색인에 해당하는 항목을 건설재해사례의 속성으로 정의한 것을 보여준다.

또한, 재해사례의 색인 중 현장상황과 일치하지 않을 때 색인의 값에 따라서 관련 안전기준 및 안전 작업지침을 사례베이스를 참조하여 안전대책을 현장상황에 맞게 적용·수정·설명·학습의 단계를 거쳐 변용 하여야 한다.

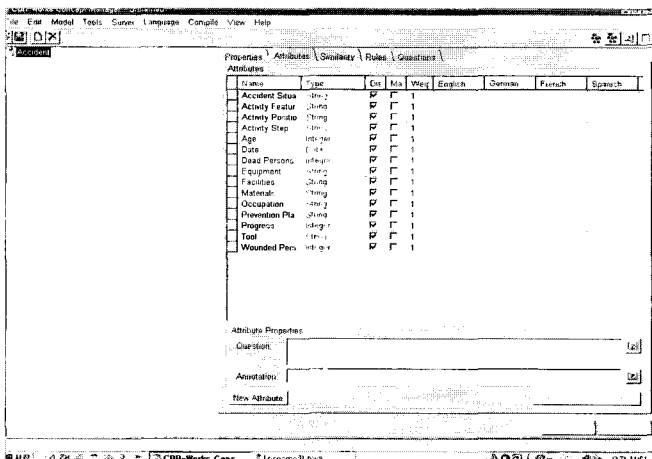


그림 5. 사례개념 관리

안전담당자는 적용·수정·설명·학습의 단계를 거쳐 제안된 재해사례를 통해 안전점검항목과 이에 대응하는 안전대책을 제공받을 수 있는 것이 CMRS의 장점이다.

(2) 사례타입 관리(Type Management)

사례타입 관리 모듈에서는 사례의 속성별로 자료유형을 정의할 수 있다.

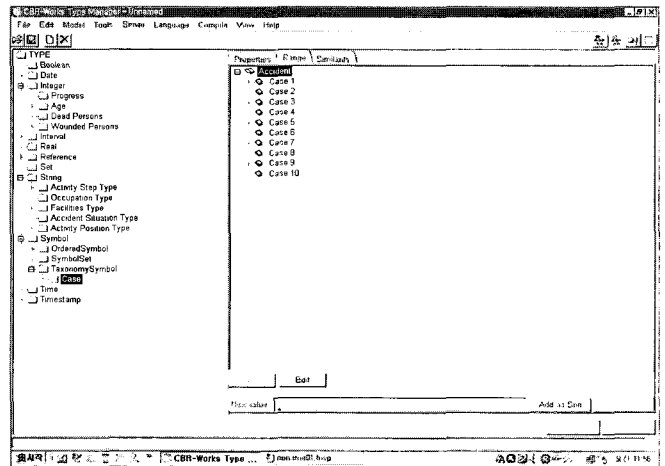


그림 6. 사례타입 관리

<그림 6>은 건설재해사례의 색인 15개 속성에 관한 자료유형을 Date·Integer·String·Symbol·Time등으로 재분류하여 정의하는 과정을 보여준다.

(3) 사례베이스 구축(Explorer Management)

사례베이스 구축의 모듈에서는 사례를 생성하고 사례베이스와 사례버퍼를 관리하는 기능을 지원한다. <그림 7>은 道路建設工事中에서 발생하는 건설재해사례를 Case1·Case2·Case3·Case4,.....으로 생성한 다음 사례의 색인 15개 속성을 하나씩 입력하여 사례베이스화하는 과정을 보여준다.

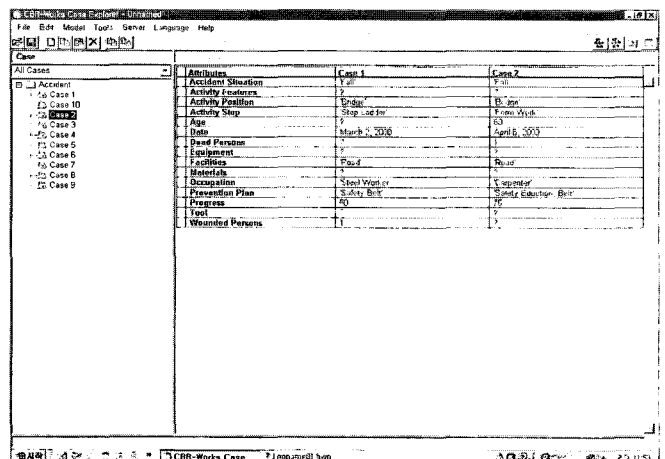


그림 7. 사례베이스 구축

(4) 사례질의문 관리(Navigator Management)

사례질의문 관리 모듈에서는 사례기반시스템의 가동시 시스템이 사용자의 요구사항을 입력받기 위한 질의문을 정의 할 수 있다.

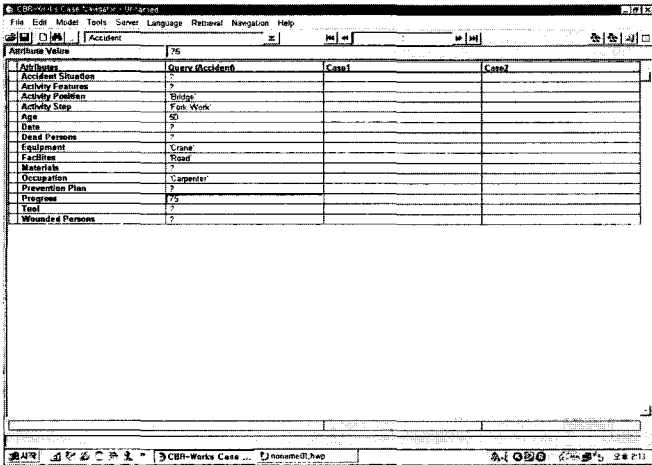


그림 8. 사례질의문 관리

<그림 8>은 리스크관리 대응 시스템에서 안전담당자가의 建設工事現場 상황의 분석내용인 Accident Situation · Activity Feature · Activity Position · Activity Step · Facilities · Occupation · Progress · Age · Date · Dead Persons · Wounded Persons · Equipment · Tool · Materials · Prevention Plan 등 15개의 색인 항목을 입력받기 위한 질의문을 정의하는 과정을 보여준다.

5. 시제 시스템(Prototype System)의 구현

이상과 같이 구현한 시제 시스템은 지금의 建設現場 상황에서 가장 발생 가능한 건설재해를 조회하여 리스크관리 대응 시스템의 구축모형의 타당성을 검증하는데는 충분한 것으로 판단되며 다음 장의 적용 예에서 구체적 사례를 통해 설명하고자 한다.

6. 적용 예(Simulation)

앞에서 구축한 건설관리 추론 시스템을 재해가 발생한 실제 현장에 적용하여 추론모형의 타당성을 검증하고자한다.

적용 예를 통한 타당성을 검증하는 순서는 다음과 같다.

- ① 재해가 발생한 실제 시공현장을 선정
- ② 과거 건설재해사례들을 사례베이스로 구축
- ③ 시공현장 상황을 입력
- ④ CMRS를 가동하여 시공현장에서 발생한 유사 재해사례를 조회

⑤ 조회 결과로 시공현장의 위험요소와 안전대책을 수립

본 적용 예에서는 한국도로공사 부설 도로연구소에서 조사한 2000년 안전사고 사례 및 분석 중에서 재해발생빈도가 가장 높은 교량공사를 대상으로 하였다.

(1) 실제 시공현장 선정 : 천안-논산간 화봉교 슬라브 강재거푸집 해체 작업을 50세의 형틀목공이 크레인을 이용하여 오늘 작업을 실시하고자 한다. 이때 안전관리자는 아래의 속성으로 입력하여 조회한다.

- 작업개요: 천안- 논산간 도로공사 화봉교 슬라브 강재거푸집 해체작업
- 작업일자: 2002. . .
- 작업자: 형틀목공
- 장비: Crane
- 작업자의 나이: 50세
- 공정율: 75%

(2) 건설재해사례베이스 구축

추론모형의 적용을 위해서 충분한 관련사례를 수집하여 사례베이스를 구축하여야 한다. 본 연구에서는 한국도로공사 부설 도로연구소에서 발간한 '안전사고 사례 및 분석'에 수록된 재해사례를 사례베이스로 구축하였다.

본 연구에서 구축한 CMRS는 한글지원이 되지 않아 사례연구에 사용되는 속성은 인터넷 토목사전의 영어표기를 참조하여 구성하였다. 사례베이스화하기 위한 사례개념 관리 · 사례타입 관리 · 사례베이스 구축 · 사례질의문 관리 과정은 다음과 같다.

① 사례개념 관리 : 사례개념 관리 모듈에서는 15개 속성을 Date는 String, Facility는 String, Progress는 Integer, Age는 Integer, Occupation은 String, Activity Position은 String, Activity Step은 String, Equipment는 String, Tool

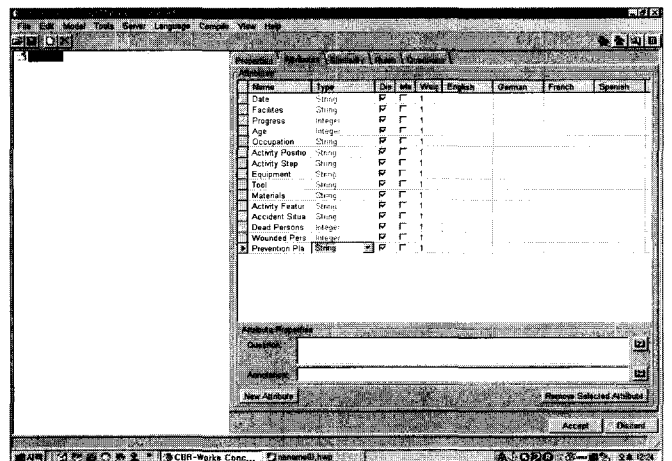


그림 9. 사례개념 관리의 Properties

은 String, Materials는 String, Activity Features는 String, Activity Situation은 String, Dead Persons는 Integer, Wounded Persons는 Integer, Prevention Plan은 String으로 정의하고 입력한다. 그리고 본 연구에서는 각 속성의 경중치(Weight)를 일반적인 속성은 1로 하고, 보다 중요한 속성인 Facility, Activity Position, Activity Step, Activity Situation 등은 2로 정의하고 입력한다.

② 사례타입 관리 : 사례타입 관리 모듈에서는 Date는 Date항에, Integer는 Progress, Age, Dead Persons, Wounded Persons, String은 Activity Step, Occupation, Facility, Activity Situation, Activity Position 등으로 재분류하여 사례타입 관리 모듈의 왼쪽과 같이 정의하였다.

또한 Taxonomy Symbol에서 새로운 Case를 만들고 데이터베이스 할 Case의 종류를 Case1 · Case2 · Case3.....Case34 등으로 구축한다.

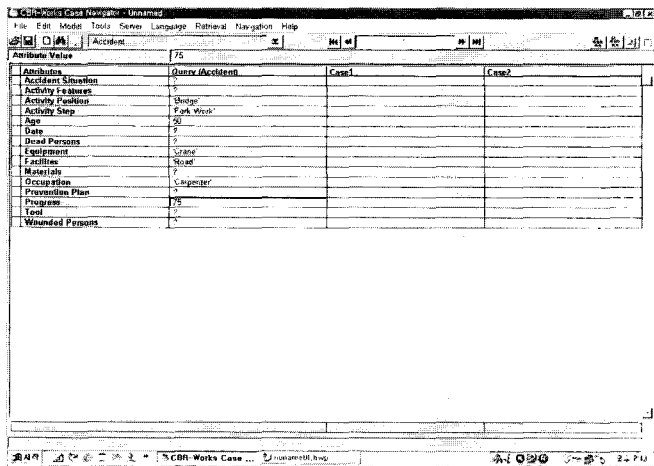


그림 10. 사례타입 관리의 Range

③ 사례베이스 구축 : 사례베이스 구축 모듈에서는 데이터베이스 하기위해 한국도로공사에서 발간한 “안전사고 사례 및 분

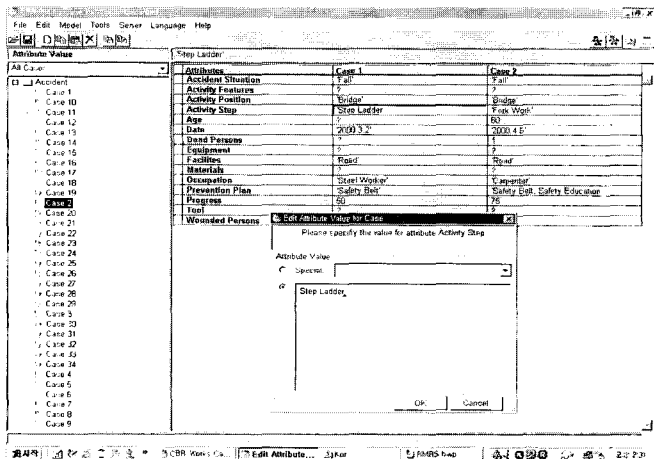


그림 11. 사례베이스 구축 방법

석”에 있는 사례들을 Case1 · Case2 · Case3.....Case34 등으로 사례베이스 구축 모듈의 왼쪽과 같이 구축한 다음 Case1를 클릭하면 Edit Attribute Value for Case 창에서 15개 속성을 하나씩 입력한다. 이러한 작업을 반복하여 사례베이스화 하였다.

④ 사례질의문관리 : 사례질의문 관리 모듈에서는 사례베이스 구축 모듈에서 사례베이스화 한 것을 이용하여 현장상황을 입력한 후 조회하는 모듈이다. Query(Accident)의 각 속성을 더블 클릭한 후 그 내용을 하나씩 입력한다.

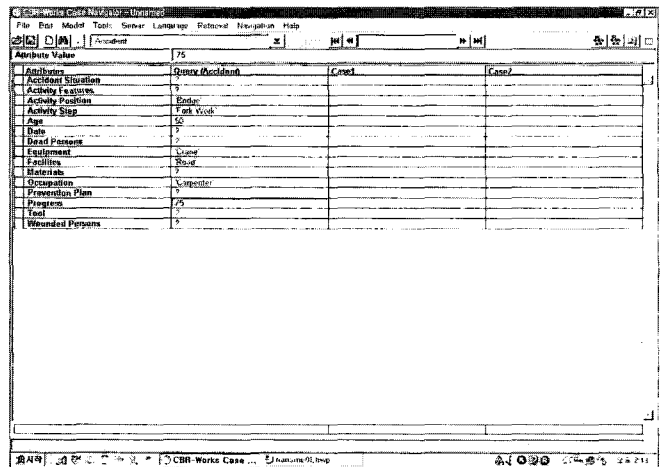


그림 12. 사례질의문 관리

(3) CMRS의 가동 및 조회

실제 시공현장의 상황을 CMRS에 입력한 후 가동시키면 사례베이스에 저장된 재해사례 중 유사도가 높은 사례들을 제공 받을 수 있다.

〈그림 13 · 14〉는 CMRS에 시공현장 상황을 입력한 후 Navigator Management 키로 조회를 통한 유사재해사례의 결과를 보여주고 있다. CMRS에 의해 제공된 유사재해사례 중 가장 유사도가 높게 나타난 상위 3개의 재해사례 Case 2(유사도:

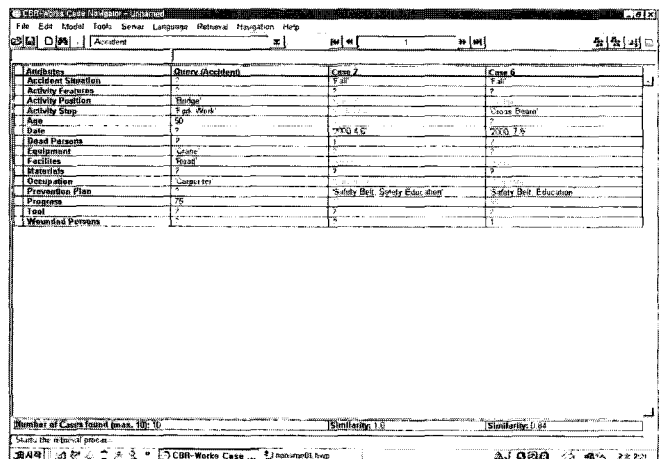


그림 13. CMRS 조회 결과(순위 1 · 2위)

1.0) · Case 6(유사도: 0.84) · Case 9(유사도: 0.824)의 구성 색인인 공사유형 · 직종 · 작업위치 · 장비 · 재해상태 · 재해예방방안등의 재해예방정보를 이용하여 공사관리자와 안전담당자는 안전교육과 안전점검, 안전대책을 수립하면 안전한 공사가 가능하다고 판단된다.

Attribute Value	Query	Accident	Case1	Case2
Accident Situation	?			
Activity Features	?			
Activity Position	'Bridge'			
Activity Step	'Work Work'			
Age	50			
Date	?			
Dead Persons	?			
Equipment	'Crane'			
Facilities	'Wood'			
Material	?			
Occupation	'Sawyer'			
Procurement Plan				
Program	?			
Tool	?			
Wounded Persons	?			

그림 14. CMRS 조회 결과(순위 2·3위)

(4) CMRS구현의 타당성 검토

안전사고 사례 및 분석에 수록된 재해사례들에는 재해발생 상황과 재해원인 및 재해예방대책은 상세히 나와 있으나 작업상황을 설명해주는 작업특성 · 장비 · 공사규모 등은 상세히 나와 있지 않아 사례베이스를 구축하는데는 어려움이 있었으며 이로 인해 추론모형의 성능을 충분히 검증하는 데는 한계가 있었다.

그러나 인공지능(Artificial Intelligence)의 한 방법인 사례 기반추론은 과거의 사례를 데이터베이스화 한 다음 실제 현장 상황을 입력하고 조회를 하면 유사도에 의해 조회를 한다. 이 결과로 안전관리자는 과거 사례들을 참조로 하여 대응책을 찾는 일련의 과정으로 이루어진다.

본 연구에서 제안한 CMRS를 시공현장에 적용하여 가장 유

사한 재해사례를 조회할 수 있었고 유사사례에서 제시된 재해 상태 · 재해예방대책을 참고로 하여 시공현장에서 발생할 재해를 사전에 확인하여 안전조치를 취한다면 건설재해를 방지할 수 있다.

따라서 앞에서 제안한 추론모형을 이용하여 시공현장의 상황과 유사한 조건하의 과거사례를 효율적으로 조회하고 이를 이용하여 효과적인 安全管理 업무를 수행할 수 있을 것이다.

7. 결론

본 연구에서는 조사대상인 國內 建設會社의 리스크관리 실태를 분석한 결과 기존의 건설안전관리 중에서 정형적인 관리는 잘 실행되고 있으나 유동적인 건설현장의 상황에 적합한 예방대책은 아주 미흡한 실정으로 분석되었다. 이 해결 방안으로 과거의 유사 건설재해사례를 사례베이스화 한 다음 建設工事現場의 상황을 건설관리 추론 시스템으로 구현하여 그 결과로부터 리스크관리의 효율성을 높여 가장 안전하게 建設工事를 시공할 수 있는 방법을 제시하였다.

(1) 국내 건설회사의 리스크관리는 안전관리 조직표, 안전 관리 교육, 산업재해 월별 기록, 도수율, 강도율등의 정형적인 리스크관리는 잘 수행되고 있으나 누락된 리스크 재파악, 효과분석, 비용절감분석, Prototype, Simulation, Benchmarking등 리스크관리 대응은 미흡한 것으로 판단된다. 따라서 기존의 리스크관리의 문제점을 극복하기 위해 사례 중심의 접근법이 필요하다.

(2) 중점관리 문항들은 미리 파악하여 리스크관리 기법인 재해 Prototype를 선정, 재해 Simulation으로 대응계획을 수립, 손실 비용분석 프로그램으로 효과분석을 실시하면 리스크를 경감할 수 있다고 판단된다.

(3) 건설재해사례를 사례베이스화 한 후 차별망을 이용한 유사재해사례군을 조회하고 그 다음 최근치 알고리즘을 이용하여 유사도에 따라 신속하고 효과적으로 재해사례를 분석하였다. 재해사례는 유사도가 높은 순서대로 나타나어 안전담당자는 이를 근거로 과학적이고 체계적인 리스크관리를 수행하는 것이 가능하다고 판단된다.

(4) 건설관리 추론 시스템을 구현하기 위해서 사례 개념 관리 · 사례 타입 관리 · 사례 베이스 구축 · 사례 질의문 관리의 시제 시스템(Prototype System)을 구축한 다음 실제 建設工事

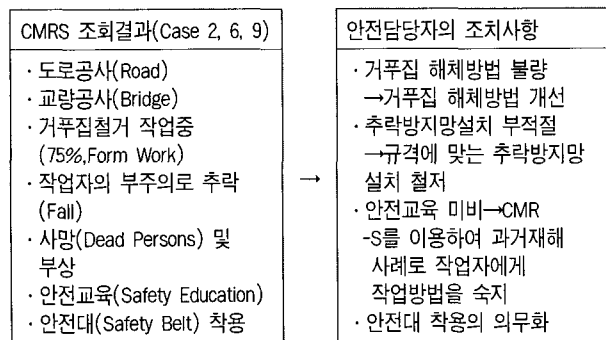


그림 15. CMRS 조회 후 안전조치

現場의 사례연구를 통하여 건설재해발생원인을 사전에 인지하여 제거할 수 있어 본 연구에서 제안한 건설관리 추론 시스템은 타당성이 있다고 판단된다.

(5) 건설관리 추론 시스템으로 建設現場의 공사관리자나 안전담당자가 실시간으로 현장의 상황을 입력하여 조회된 유사도에 따라 유사사례의 결과인 공사유형·직종·작업단계·작업위치·재해상태·재해예방방안등의 재해예방정보를 이용하여 안전교육·안전점검·안전대책·공정표에 의한 안전점검등을 실시하면 가장 安全한 工事を 시행하여 공기 단축·품질 향상·공사비 절감 할 수 있다고 판단된다.

참고문헌

1. 김창덕, "건설관리 및 경영", 보성각, p.p. 175~210, 1997
2. 예태곤, "사례기반 건설안전관리시스템의 추론 모형", 한국 산업안전학회지, 제14권, 제1호, p.p. 167~176, 1999
3. 정병화, "리스크관리 대응시스템 구축에 관한 연구", 울산대학교 박사학위 논문, 2002
4. 한국도로공사 부설 도로연구소, "안전사고 사례 및 분석", 2001
5. A. Adamodt, E. Plaza, "Case-Based Reasoning: Foundation Issues, Methodological Variations, and System Approaches", AI Communications. IOS Press, Vol.7:1, p.p. 39~59, 1994
6. P.M.I. "A Guide to Project Management Body Of Knowledge", Project Management Institute, 130 South State Road, Upper Darby, 1996
7. T. Raz, E. Michael. "Use and benefits of tools for project risk management", International Journal of Project Management 19, p.p. 9~17, 2001
8. Watson, Lan., "The case for case-based reasoning", Proceedings of Information Technology Awareness in Engineering Conference, 1994

Abstract

This paper describes the second stage of the work aiming at proposing a reasonable risk management response system for construction safety. By means of questionnaires/interviews and two sample t-tests, significant risk factors are identified for three different conditions. Then a Case-Based Reasoning System is built for use at construction sites to simulate possible accidents. This Construction Management Reasoning System(CMRS) may be used by safety managers at sites every day for education and training of workers to prevent accidents. The case base built so far is limited to the construction of expressway bridges. There is much need for further research since the simulation of possible accidents is to be a good means to enhance safety awareness of construction workers.

Keywords : Risk Management · Case-Based Reasoning · Construction Management Reasoning System