

사례기반 건설안전 관리시스템의 추론 모형

Reasoning Model of the Case-Based Construction Safety Management System

예 태 곤* · 이 재 용* · 이 현 수*

T.G. Ye · J.Y. Lee · H.S. Lee

(1998년 10월 19일 접수, 1999년 1월 19일 채택)

ABSTRACT

Construction accidents occur reiteratively in similar fashions. There have been several attempts to develop a safety program for preventing construction accidents on sites. It will be very effective to use previous accident cases for establishing proper safety plan and managing safety process.

This research develops a case-based construction safety management system which enables construction managers or safety managers to prevent potential accidents during the construction process. The case-oriented approach is performed through the representation of previous accident cases in accordant with the similarity to the conditions of current site. It uses a case-based reasoning which is one of the reasoning methods of an expert system.

A prototype system for the reasoning model was implemented using one of the case based system development tools. The system was applied to a real construction site to verify its capability and validity. It was founded that the causes of accidents were successfully removed, so the proposed model proved to be reasonable. Additional research is needed to resolve the technical problem how to adapt the countermeasures for accident prevention provided by the reasoning model.

1. 서 론

건설안전에 관련된 정보중에서 건설재해사례

는 재해발생당시의 현장상황을 포함하고 있어 유사한 현장에서 재해가 발생할 위험성을 예지할 수 있게 하며, 그에 따른 적절한 안전대책을

* 서울대학교 공과대학 건축학과

효율적으로 수립하고 실행하는 데 도움이 된다.

그러므로 건설안전관리를 효과적으로 추진하기 위해서는 재해사례를 중심으로 하여 사전에 예방대책을 수립하는 것이 필요하다. 그러나, 재해사례는 재해방지에 직접적인 효과가 있지만 정확하고 체계적인 기록 및 보급이 미흡하여 제대로 활용되지 못하고 있다. 따라서, 이와같은 건설현장에서의 재해사례 활용상의 문제점 해결을 위해서 재해사례의 정확한 표현과 효율적인 정보활용기법 및 전산화된 정보시스템이 필요하다¹⁾.

건설재해사례의 활용을 통한 재해예방기법에 관한 국내외의 연구는 규칙기반의 전문가 시스템에 보조적 자료로 재해사례를 사용한 것 외에는 연구성과가 매우 미흡한 실정이며, 최근 국내에서 이루어진 연구^{2,3)}에서는 기존의 일률적인 산업재해조사양식을 건설재해의 분석에 적용하는 것에 문제점을 제기하고, 건설업의 속성에 적합한 재해사례분류체계를 제시하여 건설재해사례를 효과적으로 표현할 수 있게 하였다. 그러나 이러한 연구는 기존의 데이터베이스관리 프로그램을 응용하여 건설재해정보를 단편적으로 제공할뿐 건설재해사례의 효율적인 조회와 활용방안은 제시하지 못하였다.

따라서 본 연구에서는 건설안전관리에 대한 재해사례중심의 접근법을 효과적으로 실현하기 위하여 전문가 시스템의 중요한 지식추론기법인 사례기반추론기법(case-based reasoning, 이하 CBR)을 적용하여, 현장상황과의 유사 정도에 대한 우선순위에 따라 과거 재해사례를 제공함으로써, 공사관리자나 안전관리자가 현장에서 발생가능한 재해를 효과적으로 예방할 수 있도록 지원하는 사례기반 건설안전관리 시스템(case-based construction safety management system)의 추론모형을 구축하고자 하였다.

2. 건설안전관리시스템의 개발방향 및 추론기법

2.1 건설안전관리시스템의 개발방향

건설현장은 공정 및 상황이 수시로 변화하므로 공사관리자가 공정별로 실시간에 재해사례를

포함한 안전정보를 효율적으로 검색하고 참조하여 안전관리 업무에 활용하기 위해서는 반드시 전산화된 정보시스템이 필요하다. 그리고 건설현장의 동적 위험속성을 제어하기 위해서는 평면적 검색에 의해 단순지식을 제공하는 데이터베이스 시스템보다는 사용자와의 상호작용에 의해 사용자의 요구수준에 따라 필요한 정보만을 선별하여 제공할 수 있는 지식기반 전문가 시스템(expert system)⁴⁾이 적합한 것으로 판단된다.

2.2 전문가 시스템의 추론기법

최근까지 대부분의 전문가 시스템에서는 규칙기반 추론(rule-based reasoning: RBR)을 주로 사용하였다. RBR에서는 문제영역의 규칙을 전문가로부터 모두 추출한 다음 그것을 정리하여 규칙베이스(rule-base)를 구축하고, 이를 추론함으로써 해를 얻는다. 그러나 실제로 문제를 해결할 때 미리 모든 규칙을 구축할 수 없는 경우가 많으며, 문제가 규칙과 일치하지 않을 경우에는 문제를 해결하기 어렵다. 또한 RBR은 문제가 주어질 때마다 이를 해결하기 위하여 관련된 규칙을 순서대로 추론하므로 규칙의 수가 증가할수록 성능이 저하된다⁵⁾.

반면, RBR의 한계를 극복하기 위해 개발된 사례기반추론에서는 과거사례를 지식으로 사용한다. 이 기법은 단순히 주어진 문제와 유사한 과거사례를 이용하여 현재의 문제를 해결하는 것이다. 따라서 주어진 문제가 과거에 얻어진 경험과 같다면, 특별한 추론 없이 그 해결책을 도출하여 준다. 이러한 개념은 문제가 복잡하고 문제영역이 잘 정형화되지 않은 분야에서 매우 효율적이다. 과거 경험으로부터 자동적으로 지식을 획득하는 CBR은 지식의 획득 뿐 아니라 지식의 증가 또한 자동적으로 이루어져 RBR에서 발견된 문제점을 극복할 수 있는 추론기법으로 인정받고 있다⁶⁾.

2.3 건설안전관리시스템의 추론기법 선정

CBR은 문제의 영역이 정형화되지 않는 분야나 문제가 복잡하고 해를 구하는데 많은 시간이 요구되는 영역, 또는 '문제영역의 업무가 과거

경험으로부터 효과를 볼 수 있는 경우'에 기억된 과거사례를 찾아 유사도에 의한 우선순위에 따라 해를 제공해 줌으로써 해를 얻는 시간을 절약할 수 있는 효율적인 시스템이다⁷⁾. 특히, 본 연구에서 제안하는 재해사례 중심의 건설안전관리 접근법의 패러다임과 과거사례를 이용하여 현재의 문제를 해결하는 CBR의 패러다임이 일치하므로, 재해사례중심의 건설안전관리를 가장 잘 구현할 수 있는 전문가 시스템 추론기법은 CBR로 판단된다.

Fig. 1은 건설안전관리시스템에 적합한 전문가 시스템 추론 기법을 선정하는 과정을 나타낸다.

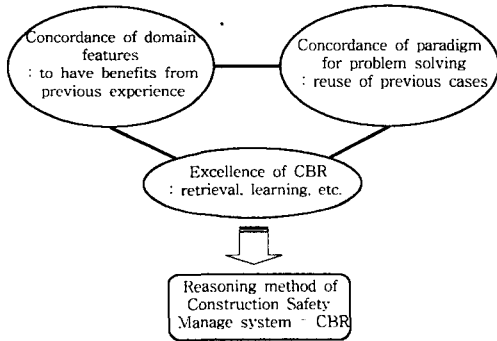


Fig. 1 Selection of reasoning method for construction safety management system

3. 사례기반 건설안전관리시스템의 추론모형

3.1 건설재해사례의 구성과 사례의 구조

3.1.1 건설재해사례의 구성과 색인

우리 나라와 미국, 일본, 독일 등 각국의 재해 분석기준 항목중에서 재해발생관련 상황에 대한 항목을 비교해 본 결과, 건설재해를 분석하는 데 필요한 정보들이 충분히 포함되지 않은 것으로 판단되었으며, 본 연구에서는 각국 재해분석기준항목과 건설재해분석체계에 관한 관련연구^{2,3)}를 고찰하여 건설재해의 발생에 영향을 주는 속성으로서 건설재해사례베이스를 구축하는 데 반드시 필요한 항목만으로 건설재해사례의 기본형식을 구성하였다.

건설재해사례의 색인항목은 건설재해사례의

구성항목 중에서 공사전에 공사관리자가 작업의 위험성을 예지하기 위한 관점에서 파악이 가능하면서도 재해발생과 직접 관련된 항목이어야 한다. 기존 연구를 검토·종합하여 본 연구에서는 Table 1과 같이 색인항목을 선정하고 그 근거를 제시하였다.

Table 1 Indices of construction accident case

Category	No	Features	Basis of selection
General Information	1	Facilities	To influence components of same worksection
	2	Progress	To influence accidents types
	3	Occupations	To reflect results of behavior science research
Work Condition Information	4	Elements	To have hazard of position and activities
	5	Worksections	
	6	Concurrent worksections	
	7	Stepladders	
	8	equipments	To operate as accident causes
	9	Tools	
	10	Materials	

3.1.2 사례베이스의 구조

물리적인 사례베이스를 구현하기 위해서는 논리적 사례베이스의 구조를 적절하게 설계해야 한다. 본 연구에서는 현장관리자의 입장에서 재해사례의 입력과 검색의 편의를 위해 기본적으로 속성-값(feature-value)방식인 프레임(frame) 형식으로 사례를 표현하며, 일반적으로 자료의 축적을 위해 사용되는 관계형 데이터베이스와의 자료 공유를 위하여 관계형 데이터베이스의 자료구조인 테이블 형식으로 논리적인 사례베이스를 설계하였다. 즉, Fig. 2와 같이 건설재해사례를 구성하는 23개의 속성을 필드(field)로 하고 하나의 재해사례를 레코드(record)로 하는 테이블(table) 형식의 사례베이스를 구축하였다.

3.2 유사재해사례 조회 알고리즘

사례기반 건설안전관리시스템의 주어진 현장 상황과 유사한 재해사례를 조회하는 알고리즘은 다음의 두 단계로 수행된다.

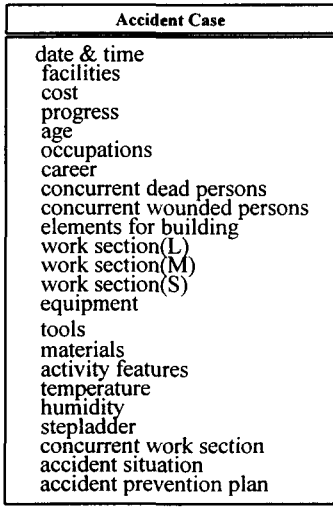


Fig. 2 Structure of case base

제1단계에서는 건설재해사례의 색인항목 중 현장상황과 가장 유사한 재해사례를 선별한다. 우선 저장된 재해사례의 유사도를 측정하는 데 가장 기본적인 역할을 하는 색인항목의 중요도에 따라 재해사례를 차별망(discrimination networks)으로 계층화한 다음, 기본적인 색인항목에 대해 건설현장상황과 저장된 재해사례간의 유사도를 측정하여 유사재해사례들만으로 검색할 재해사례의 범위를 좁힌다. 제2단계에서는 제1단계에서 선별된 재해사례들을 대상으로 유사도를 측정하여 각 재해사례별로 유사척도를 계산하고 재해사례의 순위를 부여한다.

3.2.1 차별망에 의한 유사사례군 탐색(단계 I)

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 최하위 노드에 도달하게 된다. 사용자는 최하위 노드에 연결된 재해사례들을 유사사례군(similar case group)으로 조회하게 된다. 차별망에 의한 유사재해사례군 탐색은 Fig. 3과 같은 단계로 수행된다.

3.2.2 최근치 알고리즘에 의한 유사재해사례 조회(단계 II)

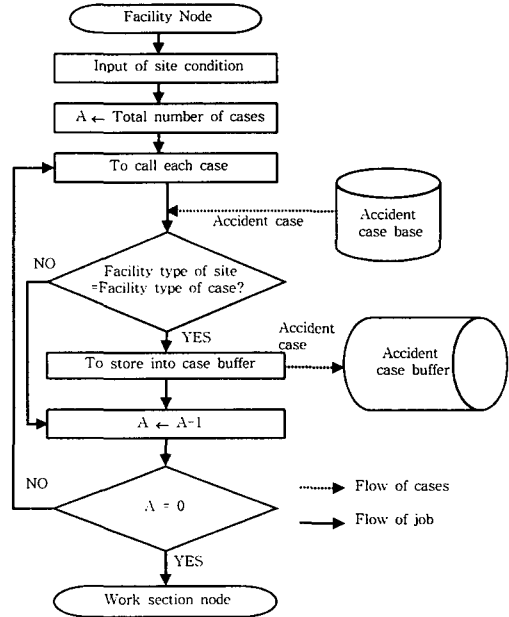


Fig. 3 Algorithm searching for similar case group

최근치알고리즘(nearest neighbour algorithm)은 수치적 절차에 바탕을 둔 기법으로 대부분의 사례기반 시스템에서 이용하고 있다⁸⁾. 최근치 알고리즘 방법에서는 주어진 새로운 상황에 대해서 저장된 사례들과 서로 부합하는 색인들끼리 비교한다. 이때 색인들 사이에는 그들의 중요도에 따라 가중치가 부여되고, 부합도(matching degree)에 따라 점수가 부여되어 이들의 합으로 유사도를 평가한다. 이러한 과정을 통하여 모든 사례에 대한 부합작업을 수행하여 유사척도가 가장 높은 사례 순서로 유사한 사례를 제시한다.

최근치 알고리즘을 사용하게 되면 유사성 함수(similarity function)에 의한 유사척도(similarity score)계산으로 제1단계에서 선별된 과거 재해사례들 가운데서 현재의 작업상황과 가장 유사한 작업상황에서 발생한 건설재해사례순서로 조회되어 제시된다. 제2단계 유사재해사례 조회 알고리즘을 흐름도로 나타내면 Fig. 4와 같다.

3.3 적응 및 수정단계와 설명 및 학습단계

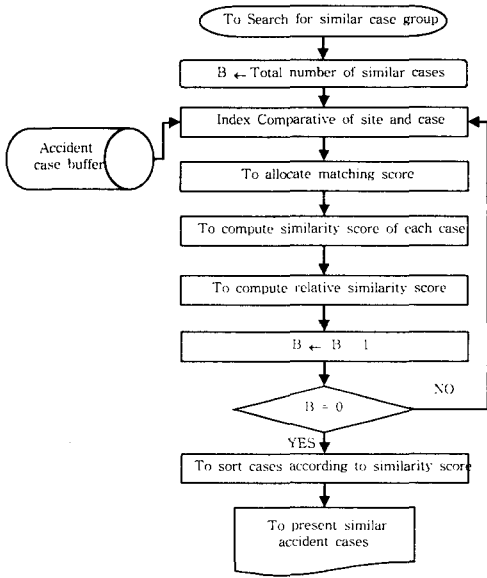


Fig. 4 Retrieval algorithm of similar accident cases

3.3.1 적응단계

조회된 유사재해사례의 색인 중 현장상황과 일치하지 않는 색인들에 대해 적응규칙을 적용하여 현장상황에 맞게 재해사례의 안전대책을 적응(adaptation)시켜야 한다. 본 건설안전관리시스템의 추론모형에서 재해사례의 색인은 재해발생원인과 직접적인 관련이 있는 항목들이므로 재해사례의 안전대책은 대부분 색인의 값(value)과 연관되어 있다. 그러므로 재해사례의 안전대책을 적용시키기 위해서는 재해사례의 색인 중 현장상황과 일치하지 않는 색인의 값에 대해서 관련 안전기준 및 안전작업지침을 데이터베이스를 통해 참조하여 안전대책을 현장상황에 맞게 변용하여야 한다. Fig. 5는 이러한 과정을 나타낸 것이다.

3.3.2 수정단계

사례기반 시스템에서 적용된 해의 수정(revision)단계는 Fig. 6에 나타난 바와 같이 검증(test)과 교정(repair)으로 구성된다.

본 건설안전관리시스템의 검증단계에서는 적응단계를 통해 제공되는 안전점검 항목과 이에 대한 안전대책에 대해 안전관리자가 실제로 현장상황을 점검하고 안전기준에 적합한지를 평가

한다. 평가결과 위험한 것으로 판단되면, 안전관리자는 시스템에 평가결과 재해사례가 유효(성공)함을 입력하고, 다음 우선순위의 재해사례에 대해 적응 및 검증단계를 반복한다. 모든 유사재해사례에 대한 적응 및 검증 과정을 반복한 다음 최종적으로 유효한 것으로 남은 재해사례들을 이용하여 안전관리업무를 수행한다.

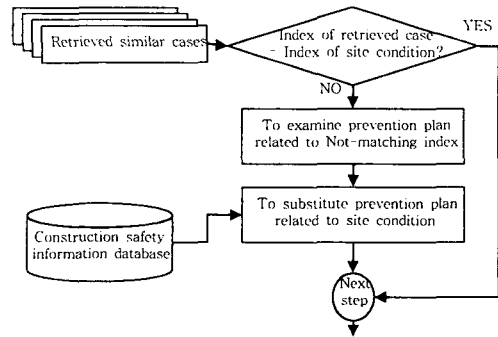


Fig. 5 Adaptation steps

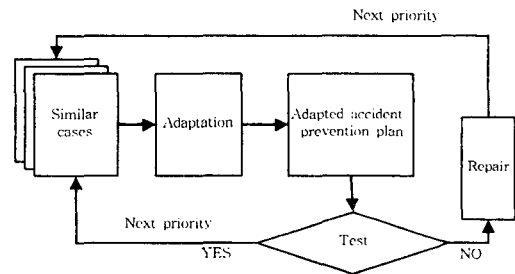


Fig. 6 Revision steps

3.3.3 설명 및 학습단계

본 건설안전관리시스템에서는 안전관리자에게 유사재해사례와 적용된 재해대책을 제시하는 단계에서 Fig. 7과 같은 설명을 제공한다. 설명단계에서는 유사재해사례 일람표, 조회과정, 적응과정 등의 사항들을 공사관리자에게 제공하도록 하였다.

3.4 사례기반 건설안전관리시스템의 추론모형

건설안전관리시스템의 추론과정에 필요한 지식구조들에 대한 이상의 연구결과를 토대로 사

레기반 건설안전관리시스템의 추론 절차를 모형화하면 Fig. 8과 같다.

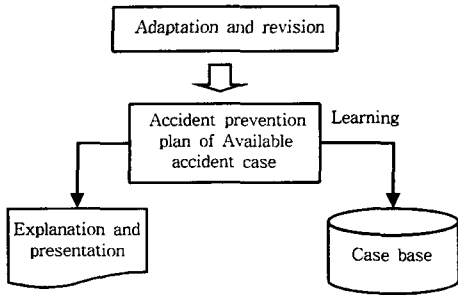


Fig. 7 Explanation and learning steps

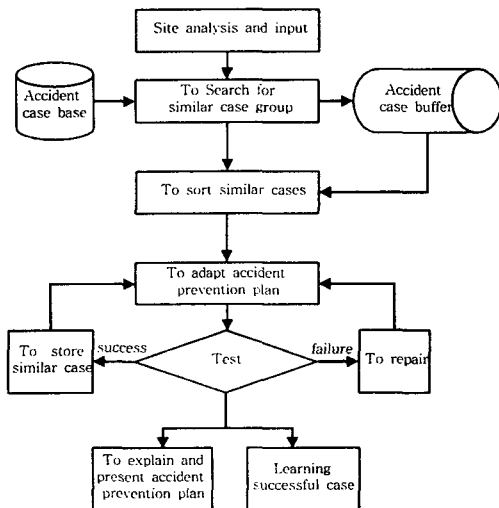


Fig. 8 Reasoning model of construction safety management system

4. 건설안전관리시스템의 추론모형의 구현

4.1 건설안전관리시스템의 구성

추론모형을 구현하기 위한 건설안전관리시스템은 Fig. 9와 같이 구성된다.

사용자 인터페이스(user interface)는 시스템을 사용하는 현장의 공사관리자 또는 안전관리자로부터 현장상황을 입력받아 자동사례조회기(auto case retriever)에 전달하며, 적응모듈(ad-

aptation module)을 통해 적용된 재해사례를 공사(안전)관리자에게 제공한다. 적용된 재해사례를 제공받은 공사관리자는 이를 현장상황과 비교·점검하여 보고 검증(test)결과를 다시 사용자 인터페이스에 입력하며, 사용자 인터페이스는 다음 우선순위 재해사례에 대해 적응 및 검증 과정을 반복하도록 사례버퍼(case buffer)에 명령을 전달한다. 또한 사용자 인터페이스는 조회된 유사재해사례들에 대한 적응 사이클(adaptation cycle)이 종료된 후 공사관리자에게 최종적으로 유사재해사례들을 설명과 함께 우선순위에 따라 제시하는 기능도 포함한다.

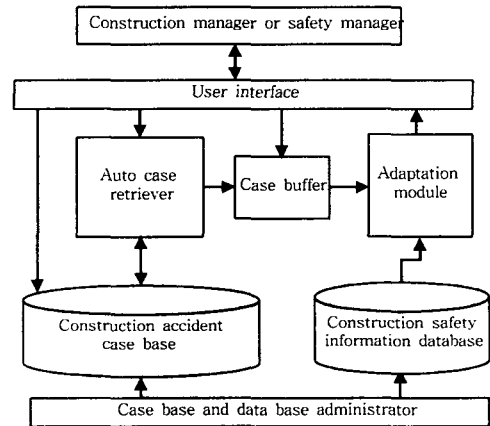


Fig. 9 Concept of construction safety management system

4.2 추론모형 구현의 범위 및 도구의 선정

본 연구에서 제시하는 추론모형을 구현하기 위한 도구는 기존에 구축되어 있는 재해사례 데이터베이스의 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 하며 실용화될 수 있는 시스템의 개발까지 고려한다면 개발작업을 지원하는 제반 기능이 편리해야 한다. 따라서 본 연구에서는 기존에 사용되는 사례기반시스템의 구현도구들의 주요특성 및 기능을 비교한 결과, 이러한 요구조

건을 만족시키면서도 시스템 구현의 비용 측면을 고려할 때 다른 도구들에 비해 상대적으로 저렴한 CBR-Works를 추론모형의 구현도구로 선정하였다.

4.3 추론모형의 구현

추론모형의 구현도구로 선택한 CBR-Works를 이용하여 추론모형을 구현 과정을 간략하게 설명하면 다음과 같다.

4.3.1 사례의 표현

CBR-Works의 concept-hierarchy는 객체지향 개념을 도입하여 문제영역의 사례객체와 객체간의 관계의 생성과 편집을 지원하는 모듈이다. 사례 각각의 속성은 concept-hierarchy에서 지원하는 사례의 속성표현 기능을 이용하여, 내부적으로는 프레임 형식으로 사례와 사례를 구성하는 각 속성 및 속성의 특징을 정의할 수 있다. 특히 사례를 구성하는 속성의 특징을 정의할 때 그 속성이 색인으로 사용될 것인지 아닌지를 지정할 수 있다. Fig. 10은 시스템 구현의 편의상 건설재해사례의 구성항목 중 색인에 해당하는 항목만을 건설재해사례의 속성으로 정의한 것을 보여준다.

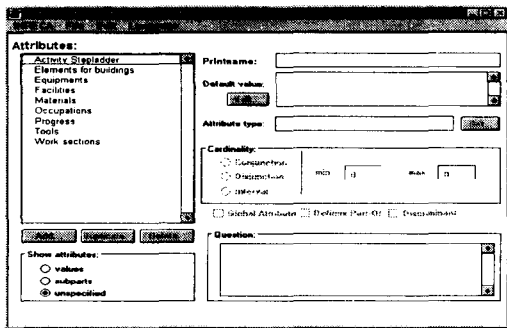


Fig. 10 Representation of feature of cases

4.3.2 색인의 자료유형 정의

CBR-Works에서 지원하는 type-hierarchy 모듈에서는 사례의 속성별로 자료유형을 정의할 수 있다. 자료 유형은 유사사례의 조회과정에서 매우 중요한 역할을 한다.

4.3.3 조회 알고리즘 정의

Fig. 11은 type-hierarchy에서 색인의 속성을 정의함과 아울러 각 색인별로 조회알고리즘을 정의하는 과정을 보여주고 있다.

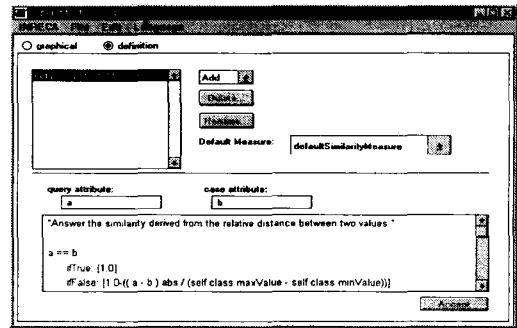


Fig. 11 Definition of retrieval algorithm

4.3.4 사례베이스의 구축

CBR-Works의 case base interface는 사례를 생성하고 사례베이스와 사례버퍼를 관리하는 기능을 지원한다.

4.3.5 질의문 정의

사례기반시스템의 가동시 시스템이 사용자의 요구사항을 입력받기 위한 질의문은 CBR-Works의 query editor를 이용하여 정의할 수 있다.

CBR-Works에서는 필터(filter) 기능을 통해 차별망에 의한 사례베이스의 조직화 개념을 구현할 수 있다. Fig. 12는 건설안전관리시스템에서 안전관리자의 현장상황의 분석내용을 입력받기 위한 질의문을 정의하는 과정을 보여준다.

4.3.6 원형 시스템(prototype system)의 가동

위에서 설명한 구현과정을 거치면서 구현한 건설안전관리시스템을 가동하면 조회된 유사재해사례를 유사척도에 따른 우선순위로 보여줄 수 있으며 Fig. 13은 CBR-Works에서 지원하는 설명기능을 이용하여 건설재해사례 시스템의 조회결과를 보여준다.

위와같이 CBR-Works를 이용하여 구현한 원형시스템(prototype system)은 아직 실용화되기에는 미흡하지만, 현장상황과 가장 유사한 재해사례순으로 유사재해사례를 조회하는 사례기반

건설안전관리 시스템(case-based construction safety management system, 이하 CBCSMS)의 추론모형의 타당성을 검증하는 데는 충분한 것으로 판단된다.

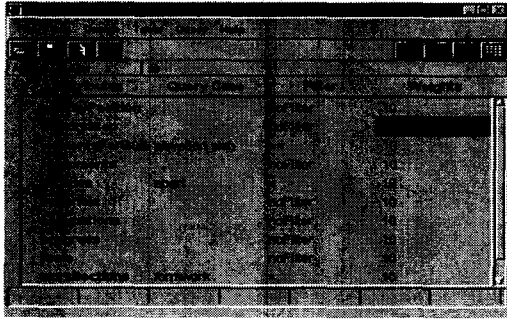


Fig. 12 Definition of query

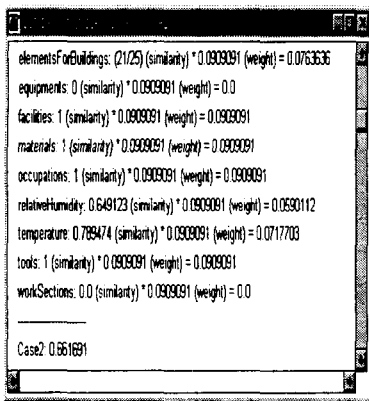


Fig. 13 Explanation of retrieval results

5. 사례연구

제안된 모형의 타당성을 검증하기 위해 재해가 실제 발생한 현장을 선정하고, 사례 현장의 과거 건설재해사례들을 사례베이스로 구축하였다. 그리고 건설안전관리시스템을 가동하여 사례 현장에서 실제 발생한 재해와 유사한 재해 사례를 조회하고 이를 통해 현장의 위험요소와 적절한 안전대책을 제공받을 수 있는지를 검토하였다. 본 사례연구에서는 한국산업안전공단에서 조사·분석한 '97년 상반기 건설중대재해 통계분석결과 재해발생빈도가 가장 높은 아파트

공사(시설물 유형)의 형틀 공사(소공종)에서 재해가 발생한 현장을 대상 현장으로 선정하였다.

사례 현장의 재해상황을 요약하면 다음과 같다. 재해당일 형틀목공 3명이 8층 바닥 슬래브 거푸집 설치를 위한 장선, 멩에, 동바리를 설치중이었다. 오전 11시경 동료 1명과 함께 후면 발코니 부분의 웅벽거푸집 상단부에서 슬래브용 장선과 멩에를 설치 작업중이던 피재자가 멩에(각재 3.0cm×3.0cm)에 발을 내딛는 순간 동바리와 멩에가 전위되면서 단부쪽으로 추락하여 사망하였다.

5.1 모형의 적용

5.1.1 사례베이스의 구축

추론모형의 적용을 위해서 먼저 충분한 관련 사례를 수집하여 사례베이스를 구축해야 한다. 본 연구에서는 건설중대재해사례⁹⁾ 중 1995년 1월부터 1998년 3월까지 시행된 아파트 건설공사의 형틀 공사 중에 발생한 재해사례를 발취하여 사례베이스를 구축하였다.

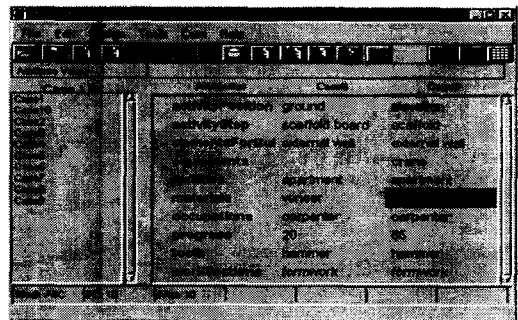


Fig. 14 To store related cases

Fig. 14는 4장에서 구현한 CBCSMS의 사례베이스에 관련 사례들을 저장하는 과정을 나타낸 것이다.

5.1.2 대상현장상황의 입력

CBCSMS에 관련사례를 저장하여 사례베이스가 구축된 후, 대상현장의 상황을 색인항목에 따라 입력하였다. 대상현장의 색인은 Table 2와 같다.

Table 2 Indices of target site

Indices of site	Facilities	Progress	occupation	Elements	Work section	step ladder	...
status of site	apartment	35%	carpenter	slab	form work	forms	...

5.1.3 자동사례조회기에 의한 조회

아래의 Fig. 15에서 볼 수 있듯이 현장상황을 CBCSMS에 입력한 이후 자동사례조회기를 가동시켜서 사례베이스에 저장된 재해사례 중 현장상황과 유사한 사례들을 유사도에 따라 제공 받을 수 있다.

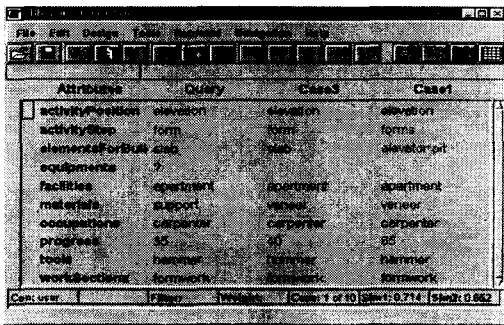


Fig. 15 Retrieved similar accident cases

5.1.4 예방대책의 가상수행

이 단계에서는 CBCSMS에서 제공한 유사재해사례들에 제시된 재해예방대책을 가상적으로 대상현장에 수행하였으며 수행결과 대상현장의 재해원인을 제거할 수 있었다. Fig. 16은 대상현장의 재해원인이 유사재해사례에 제시된 재해예방대책을 가상수행함을 통하여 제거되는 과정을 나타낸다.

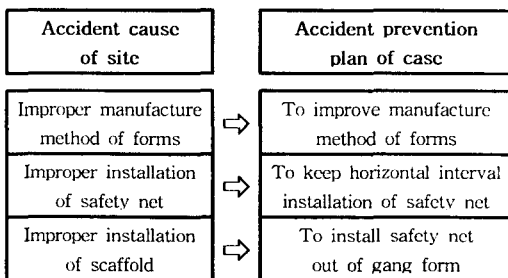


Fig. 16 Imaginary perform of accident prevention plan

5.2 모형의 타당성 검토

건설중대재해사례집에 수록된 재해사례들은 재해발생상황과 재해원인 및 재해대책은 상세히 나와 있으나 작업상황을 설명해 주는 작업발판, 장비, 공구, 자재 등은 자세히 나와 있지 않아 사례베이스를 구축하는 데 어려움이 있었으며 이로 인해 추론모형의 성능을 충분히 검증하는 데는 한계가 있었다.

그러나, 대상 현장에 본 연구에서 제안한 추론모형을 적용하여 가장 유사한 재해사례를 조회할 수 있었으며 유사재해사례에서 제시된 재해예방대책을 가상적으로 수행해 본 결과 대상현장에서 발생한 재해를 사전에 방지할 수 있었다. 따라서 본 연구에서 제안한 추론모형을 이용하여 공사현장의 상황과 유사한 조건하의 과거재해사례를 효율적으로 검색하고 이를 이용하여 효과적인 안전관리업무를 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

6. 결 론

본 연구에서는 재해사례중심의 건설안전관리 접근법을 제안하고 이를 검증하기 위해 사례기반추론기법을 적용한 건설안전관리시스템의 모형을 제시하여 제안된 접근법을 운용할 수 있도록 하였다. 본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) 재해사례 중심의 건설안전관리를 구현하기 위한 전산화된 전문가 시스템에서는 문제영역의 특성, 문제해결 패러다임의 일치, 추론 효율 및 학습능력 등 제반사항을 고려할 때, 규칙기반 추론기법보다 사례기반 추론기법을 이용하는 것이 타당하다.
- 2) 방대한 건설재해 사례베이스에서 필요한 유사재해사례를 효율적으로 조회하기 위해서는 두 단계의 조회알고리즘이 필요하다. 제1단계에서는 차별망을 이용하여 유사재해사례군을 조회하여 검색대상 범위를 좁히고, 제2단계에서는 최근치 알고리즘을 사용하여 유사적도 순서로 재해사례를 제시하는 방법을 제안하였다.
- 3) 건설안전관리시스템의 추론과정에 필요한 지

식구조들에 대한 연구결과를 토대로 사례기반 건설안전관리시스템의 추론모형을 제안하였다. 추론모형은 현장상황 분석 및 입력, 유사재해사례그룹 탐색, 유사재해사례 순위결정, 재해예방대책 적용, 재해예방대책 검증, 설명 및 재해예방대책 제시, 성공사례 학습등의 단계로 구성하였다.

- 4) 사례기반 시스템 개발도구를 이용하여 제안된 추론모형을 구현한 원형 시스템(prototype system)을 개발하였다. 시스템을 실제 사례에 적용한 결과, 대상 현장의 재해발생원인을 사전에 제거할 수 있었다. 따라서 본 연구에서 제안된 모형은 충분한 타당성을 갖는 것으로 검증되었다.

본 연구결과를 실무에 활용하기 위해서는 색인항목의 가중치 부여에 관한 추가적인 연구와 사례기반 시스템에 의해 제시되는 재해예방대책에 연관된 안전정보를 참조하는 적용방법에 대한 구체적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 1) 안홍섭, "건설재해사례의 효과적 활용을 위한 사고정보분류체계에 관한 연구", 대한건축

학회논문집, Vol. 12, No. 6, pp. 241~255, 1996.

- 2) 산업안전연구원, 건설공사 사고기록 관리시스템 개발에 관한 연구, 한국산업안전공단, 1995.
- 3) 문명완, 양극영. "건설공사 재해정보분류체계 구축에 관한 연구", 대한건축학회논문집, Vol. 13, No. 4, pp. 429~440, 1997.
- 4) 안홍섭, 건설작업 안전정보의 효과적 활용을 위한 지식모형에 관한 연구, 서울대학교 박사학위논문, 1994.
- 5) 한국기계연구원, 범용 전문가시스템에서의 사례기반 추론기법 연구, 과학기술처, 1995.
- 6) Slade, S., Case-based Reasoning: A Research Paradigm. AI Magazine, Spring 1995.
- 7) Turban, E., Expert Systems and Applied Artificial Intelligence, New York, N.Y., Macmillan, 1992.
- 8) Aamodt, A., and Plaza, E., CaseBased Reasoning: Fundamental Issues, Methodological Variations, and System Approaches, AI Communications, 7(i), pp. 39~59, 1994.
- 9) 한국산업안전공단, 건설 중대재해 사례와 대책, 한국산업안전공단, 1996~1998.