

# 시각화 기술을 이용한 안전관리 방법 제안

## A Proposal of Safety Risk Management using Virtual Reality

이 광 표\*○ 이 현 수\*\* 박 문 서\*\*\* 김 현 수\*\*\*\*  
Lee, Kwangpyo Lee, Hyunsoo Park, Munseo Kim, Hyunsoo

### 요 약

과거 건설공사의 목표는 원가절감과 공기단축을 통한 효율성 증진이라고 하여도 과언이 아닐 것이다. 그러나 이에 비하여 안전관리는 오랜 기간 소홀히 되어온 것이 사실이다. 이러한 이유로 안전관리는 원가나 공기 측면에 비하여 많이 뒤떨어져 있는 상황이다. 그럼에도 불구하고 현재 건설공사에서 이루어지고 있는 안전관리는 과거에 비하여 커다란 발전이 없는 상황이다. 단지 안전기술 기준과 규칙 등의 지식 중심의 사후 처리에 집중되어 상황이며, 여전히 비효율적인 측면이 많이 존재하고 있는 실정이다.

비록 과거와 비교한다면 현재 국내 건설공사의 안전사고 사례는 점차 줄어들고 있는 추세이지만, 최근에 들어 건설공사가 보다 대형화, 복잡화되면서 사고의 규모는 더욱 더 커지고 있는 실정이다. 또한 실제 사고 손실액 역시 과거에 비하여 증가하고 있으며, 재해의 규모 또한 사망 등으로 번지는 대재해로 변화하고 있다. 이러한 이유로 보다 확실한 안전관리가 필요한 상황이다.

본 저자는 이번 논문을 통하여 보다 효과적인 안전관리 프로그램을 제안하고자 한다. 이 프로그램은 시각화기술(Virtual Reality)을 이용한 안전관리 방법으로써 안전에 관한 속성 및 Entity, 안전 라이브러리 등이 적용되었으며, 최종적으로는 과거의 지식 중심의 사후대처에서 벗어나 시각화를 통한 지속적인 관리 및 예방을 목적으로 하고 있다.

키워드: 건설안전관리, 시각화 기술, 안전라이브러리, 속성, Entity

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

과거 건설공사의 목표는 원가관리와 공정관리에 초점이 맞추어져 있었다고 한다면, 최근에는 안전관리가 새로운 목표로 대두되고 있다. 국내 및 해외 건설공사 상황을 본다면, 안전사고 재해율은 매해 줄어들고 있는 추세이지만, 최근 건설공사의 성격이 대형화, 복잡화됨에 따라, 건설 재해의 성격이 사망 등의 대재해로 변화되고 있는 실정이다. 이런 연유로 안전관리는 현시점에 들어 더욱 중요성이 커지고 있다.

그러나 현재의 안전관리 상황을 보자면, 중요성에 비하여 관리 기법이나 상황이 많이 낙후되어 있는 것이 현실이다. 원가관리나 공정관리는 과거 건설공사부터 꾸준히 중요시 여겨져 왔기 때문에 현재 많은 관리 프로그램 및 도구

가 존재하고 있지만, 안전관리는 안전기술 기준과 규칙 등의 지식 중심의 사후처리에 집중되어 있으며, 이는 과거에 비하여 큰 발전을 이루지 못하고 있는 현실을 대변하고 있다.

이러한 이유로 본 저자는 이번 논문을 통하여 보다 효과적인 안전관리 프로그램을 제안하고자 한다. 이 프로그램은 시각화기술(Virtual Reality)을 이용한 안전관리 방법으로써 안전에 관한 속성 및 Entity, 그리고 안전 라이브러리 등이 적용되었다.

본 연구의 목표는 프로젝트에 종속되는 리스크 인자를 시각화 기술(Virtual Reality, 이후 VR)을 통하여 관리할 수 있는 방법을 제안하며, 이와 더불어 안전라이브러리 정의, 도면정보의 활용방법 제안, 도면정보를 보다 효과적으로 만들어줄 속성 및 Entity를 정의하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 안전관리 프로그램의 개발을 위한 프로세스를 제안으로 한정한다. 그리고 이와 더불어 프로그램의 개발 프로세스를 위한 다양한 요소 조건들의 속성 및 Entity 값의 제한 및 정의를 목적으로 한다.

연구 방법은 우선 현 안전관리의 실태와 문제점을 파악한다. 다음으로는 파악한 문제점을 바탕으로 이를 해결할

\*일반회원, 서울대학교 건축학과, 석사과정

[leekp86@hotmail.com](mailto:leekp86@hotmail.com)

\*\*중신회원, 서울대학교 건축학과 정교수, 공학박사

\*\*\*중신회원, 서울대학교 건축학과 부교수, 공학박사

\*\*\*\*일반회원, 서울대학교 건축학과, 석사과정

※ 본 논문은 건기평 연구과제 “위치정보를 활용한 건설안전리스크 관리기술 개발”의 지원에 의한 결과임(과제번호 : 06건설핵심 D10)

수 방법을 제안한다. 그리고 이를 적용시킬 프로그램의 구현 및 개발 방법에 대해서 알아본다. 프로그램의 구현 방법에 대해 간략히 설명하자면 일차적으로 프로그램의 개발에 필요한 속성 및 Entity값을 정의하고 이에 이어 안전라이브러리를 작성하게 된다. 그리고 마지막으로 효과적인 시각화를 위한 방법으로 Cell Unit System을 이용하여 최종적으로 프로그램을 제안한다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 기존 안전관리 분석

새로운 안전관리 시스템의 제시에 앞서 우선 현재의 안전관리에 대해 분석해 보고자 한다. 현재 건설공사 현장에서 안전관리는 어떻게 이루어지고 있으며, 어떤 면에서 효율성이 떨어지고 알아보도록 한다.

현재 건설공사 현장에서 이루어지고 있는 안전관리는 크게 네 가지 범주로 분류해 볼 수 있다. 첫 번째로는 안전교육시스템을 들 수 있는데, 이는 안전 재해의 예방을 목적으로 이루어지는 교육으로서 현장에 처음 나온 노무자들에게 실시되고 있다. 두 번째로는 안전 조회와 안전 체조를 들 수 있다. 이 두 가지는 현장에서 매일 이루어지는 것으로 그날 업무를 수행하기에 앞서 아침마다 시행되고 있다. 세 번째로는 Checklist, 또는 Check sheet를 들 수 있다. 이는 현장의 장비 및 여러 가지 상황을 체크하는 것으로 노무자들의 안전한 현장 작업을 목적으로 하고 있다. 그리고 마지막으로 현장에서 작업 중 착용하게 되는 안전 장비들을 들 수 있을 것이다.

그러나 이렇게 현재 시행되는 있는 안전관리 방침들은 많은 부분에서 문제점을 내포하고 있는데, 이에 대하여 자세하게 알아보도록 하자. 우선 안전 교육은 일회성을 띄고 있기 때문에 지속적인 안전관리가 이루어지지 못하고 있는 상황이며, 교육 역시 기본적인 사항만을 숙지시키고 예방보다는 사후 대책을 위한 소극적인 안전관리 대책의 성격을 지니고 있다. 다음으로 안전 조회 및 체조는 안전관리 방법이라기보다는 형식적인 행사로 변질된 경향이 있으며, 이 역시 노무자들의 몸 상태를 확인하는 정도에 그치는 소극적인 관리 방법이라고 할 수 있다. 세 번째 방법은 Checklist와 Checksheed인데 이 역시 보여주기 위한 안전관리 방법으로 전락할 가능성이 있으며, 예방보다는 단순히 문제점만을 체크하게 되는 형식적인 관리 방법이 될 가능성이 있다. 마지막으로 안전 장비 역시 재해의 성향이 바뀌고 있음에도 불구하고 장비의 발전은 미비한 상황이며, 노무자들의 보호구에 대한 필요성이 부족한 상황이다.

위의 안전관리 문제점들을 요약하여 보자면 현재 건설공사 현장에서 이루어지고 있는 안전관리 방법들은 재해를 예방하기 위한 적극적인 방법이라기보다는 소극적인 방법으로 여겨지며, 꾸준히 이루어지는 안전관리 방법이라고 보다는 일시적 조치에 그치고 있는 상황이다. 또 긴급하고 위험한 상황에 대한 대책이 미비한 상황이다. 마지막으로 이

러한 안전관리 대책은 Check에 의미가 있을 뿐 안전재해 예방에는 크게 효과적이지 못하다고 할 수 있다. 또한 현재 발생하는 안전재해의 특성을 반영하지 못하고 있으며, 대재해에 대한 노무자들의 인식 역시 안전장비와 함께 미비한 수준에 머물러 있다..

표1. 현행 안전관리의 문제점 분석

분류	문제점
안전교육	-일회성에 그침 -기본적인 사항만을 숙지하고 예방보다는 사후 대책을 위해 이루어지는 소극적인 안전관리 대책
안전조회 및 체조	-형식적인 행사 -재해 상황에 대한 대책이기보다는 노무자들의 몸상태를 확인하는 소극적인 대책
Checklist Checksheed	-보여주기 위한 Checklist, Checksheet로 전락할 가능성이 존재함 -노무자들의 안전이 우선이라기보다는 구조물의 문제점을 체크하는 상황으로 변질되고 있는 실정
안전 장비	-재해의 성향이 바뀌고 있음에도 불구하고 장비의 발전은 미비한 상황 -보호구에 대한 필요성 인지 부족

### 2.2 시스템 제안

현재의 이러한 안전관리 상황을 극복하고자 이 연구에서는 시각화 기술을 도입한 새로운 안전관리 프로그램을 제안하고자 한다. 우선 프로그램에 Concept 및 프로세스에 대해 간단히 설명하자면 다음과 같다.

프로그램의 기본 개념은 Cell Unit System을 기초로 한다. 여기서 말하는 Cell Unit System이란 도면을 기초로 한 화면을 Grid를 이용하여 세분화시킨 시스템을 의미한다. 이렇게 하여 세분화된 각 Cell Unit에는 속성 및 Entity값이 입력된다. 여기에는 위치, 공간 별 위험도 등의 조건이 들어가게 된다. 이렇게 하여 최종적으로는 시각적으로 안전관리가 가능한 2D의 안전관리 프로그램이 만들어지게 되는 것이다.

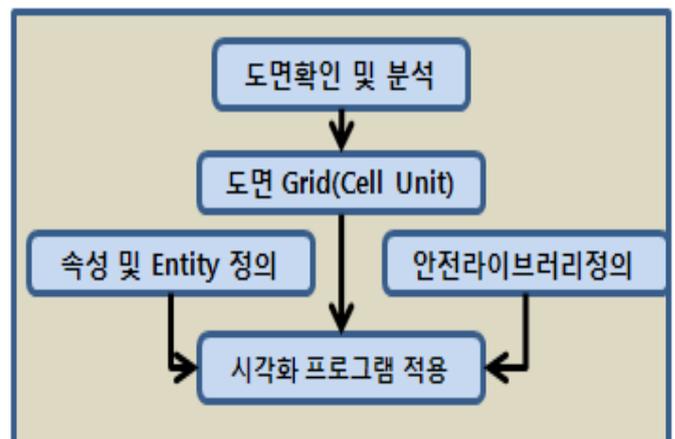


그림1. 예상 프로그램 구현 모습

### 2.3 시스템의 장단점 분석

이 프로그램의 장단점에 대하여 알아보면 다음과 같다. 우선 장점으로서는 시각적으로 안전관리가 가능해지기 때문에 사고가 발생하였을 경우 즉각적인 대처가 가능하며, 프로그램의 특성상 2D의 도면을 기반으로 하므로 현장 별 높은 적용성을 가질 수 있다. 그리고 위치추적 시스템을 이용한 지속적인 노무자 관리가 가능해 질 것으로 예상된다. 마지막으로 최근의 이슈화되고 있는 3D 및 4D 기반을 이용하지 않았기 때문에 가격적인 면에서도 경제성을 지닐 수 있다.

그러나 프로그램의 단점 역시 존재하는데, 우선 Cell의 크기에 따라 안전관리의 정확성이 떨어질 가능성이 있고, Unit 단위로 속성이 입력되기 때문에 구역설정의 정밀성이 떨어질 수 있다. 또한 현장 별로 초기 속성 및 Entity 값을 매번 입력해 주어야 하는 복잡성 및 반복성이 존재할 수 있다.

	장점	단점
PRM_VR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- High Application</li> <li>- Easy Handling</li> <li>- Low Delay Time</li> <li>- 낮은 가격</li> <li>- 지속적 안전관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정확도가 떨어진다.</li> <li>- 유닛 단위로 속성을 입력하기 때문에 구역설정의 정밀성이 떨어진다.</li> <li>- 현장별 속성 및 Entity 값 입력</li> </ul>

표2. 프로그램의 장단점 분석

## 3. 구현 방법

### 3.1 필요 기능

앞에서 살펴보았던 현재 시행되고 있는 안전관리의 맹점을 극복하기 위해 이 연구에서는 최종적으로 시각화 기술을 이용한 안전관리 프로그램(PRM\_VR)을 제안한다. PRM\_VR의 Concept 및 요소 기술에 대해서 알아보자면 다음과 같다.

우선 첫 번째로 이 프로그램 Concept은 2D를 기본으로 하는 프로그램이라 할 수 있다. 사실 현재 건축 관련 프로그램들은 4D CAD, Revit 등을 이용한 4D 개념을 바탕으로 하고 있다. 하지만 PRM\_VR의 경우는 우선적으로 도면이 나온 이후 현장에 적용되기 때문에 3D 또는 4D보다는 도면을 기초로 한 2D의 모습이 가장 효과적이라고 생각되었기 때문에 2D를 기본으로 한 모습을 띄고 있다.

다음으로 이 프로그램 구현을 위한 요소 기술에 대해 알아보면 다음과 같다. 우선적으로 안전관리 기능을 보다 효과적으로 이행하기 위해서는 도면에 입력되어야 할 속성 및 Entity가 정의되어야 한다. 현재 생각하고 있는 속성 및 Entity 값으로는 현장 상황 및 노무자의 위치값 등을 생각하고 있다. 이렇게 정의된 속성 및 Entity는 Cell Unit화 되어 있는 도면의 특정 Cell에 입력시키게 되는데, 이렇게 입력된 속성 및 Entity는 도면을 기초로 하여 특정 부분에

대한 상태를 정의시켜 줌으로써 노무자들에게 안전한 부분과 그렇지 못한 부분을 확인시켜 주게 되는 것이다.

마지막으로 정의되어야 할 부분은 안전 시설물에 대한 라이브러리이다. 예를 들자면 Guardrail과 같이 추락에 대비한(Prevention and Protection) 장비 등을 들 수 있을 것인데, 이렇게 정의된 라이브러리를 프로그램의 Cell에 입력시킴으로써 안전 조치가 이루어진 부분을 시각적으로 확인할 수 있게 되는 것이다.

표3. 안전 라이브러리 Content 선전

위험 기인물(Space)	Types of library
개구부	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바닥 : 소형, 대형개구부</li> <li>- 벽면 : 안전난간대, 안전망(메탈라스)</li> <li>- 계단실 단부 : 안전 난간대</li> <li>- 골작선단부 : 안전난간대(+안전망)</li> </ul>
ELEV.PIT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 벽면개구부 : 표준안전난간</li> <li>- PIT내부 : 작업발판, 추락 및 낙하물방지망</li> </ul>
리프트	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전망(메탈라스)</li> </ul>
비계	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 강관비계 : 속성 값 입력</li> <li>- 이동식비계 : 태그 시스템 이용</li> </ul>
가설경사로, 통로.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가설경사로</li> <li>- 흙막이 버팀대상 통로</li> </ul>
이동식사다리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이동식사다리</li> </ul>
도장장업 (Dangerous edge)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Roof 안전 걸이대</li> </ul>

### 3.2 구현 방법

위에서 언급한 3가지 요소를 바탕으로 프로그램의 구현 방법에 대해서 좀 더 구체적으로 알아보자. 우선 일차적으로 도면이 나오게 되면 이를 프로그램에 입력시키게 된다. 도면을 바탕으로 하기 때문에 2D를 기본으로 한다. 다음으로는 입력된 도면을 일정크기의 작은 셀로 분할하게 되는데, 이 때 안전관리의 정확성 및 정밀성에 따라 원하는 셀의 크기를 사용자가 지정할 수 있다. 예를 들자면 더욱 정밀한 입력을 원한다면, Cell의 크기를 축소하게 될 것이고, 관리의 범위를 크게 잡는다면 Cell의 크기가 늘어나게 될 것이다. 다음으로는 앞서 지정한 속성 및 Entity 값을 Cell Unit화 되어 있는 도면에 입력하게 되는데, 주로 안전관리가 필요한 부분이나 그날 작업하게 될 부위에 자세한 입력이 요구될 것이다. 마지막으로 현장의 안전시설 설치 상황을 표시하기 위해 라이브러리를 이용하여 역시 Cell Unit에 값을 입력하게 된다. 마지막 안전시설물의 표시가 끝나게 되면, 안전관리를 위한 시스템의 세팅은 끝나는 것이다.

#### [Cell unit System]

- dwg 등의 도면파일을 jpg나 bmp 형식의 파일 변환하여 하나의 layer로 최하층에 위치시킨다.
- 그 위에 cell로 이루어진 grid를 그림파일로 구성된 도면 위에 덮어 쓴다.
- 위험원에 대한 정보 및 재해방지대책에 대한 정보도 각 cell에 담기게 된다.

- cell들은 같은 유형의 위험원에 대해서는 group으로 지정이 되며, drag 및 attribute의 복사가 가능하도록 설정하여 손쉬운 User Interface를 구축한다.

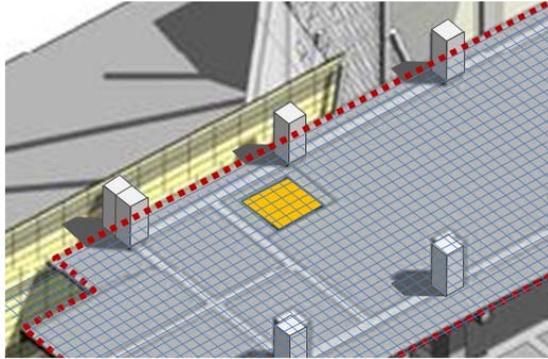


그림3. 최종 프로그램 구현 화면

#### 4. 결론

본 연구에서는 기존의 일률적인 안전 기준과 안전관리 방법에서 벗어나 시각화 기술을 이용한 안전관리 프로그램을 제안하였으며, 이번 연구의 결론은 다음과 같다.

우선 시각화 기술의 도입 및 속성, 안전 라이브러리의 정의를 통하여, 사전에 계획된 안전관리계획을 보다 효과적으로 실행할 수 있을 것으로 예상된다. 그리고 기존의 안전기술 기준과 규칙을 바탕으로 한 사후 처리 중심의 안전관리 계획에 더하여 재해의 예방 차원을 더욱 강화할 수 있을 것이다. 또한 한눈에 안전 상황을 파악할 수 있으므로, 위험 상황이 발생하였을 경우 즉각적인 대응이 가능할 것으로 예상된다.

그러나 보다 효율적이고 신뢰성 있는 시스템 구축을 위해서는 아직 보완하여야 할 부분이 존재한다. 우선 실시간 안전관리 프로그램으로의 발전을 위해서는 태그시스템을 이

용한 위치추적시스템의 적용이 필수적이며, 이와 더불어 노무자에게 알람등을 이용한 위험 상황을 보내주어야 할 것이다. 또한 보다 정밀한 속성 및 Entity, 안전라이브러리 구축이 필요하며 이를 위해서는 수많은 데이터의 축적이 요구된다.

하지만 앞으로 꾸준한 연구를 통하여 이와 같은 요소 기술이 적용된다면, 이 프로그램은 더욱 더 활용성 있는 프로그램으로 발전할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. 서울대학교 건축학과, 정교수 공학박사, 이현수
2. 서울대학교 건축학과, 부교수 공학박사, 박문서
3. 서울대학교 건축학과, 연구원 석사과정, 김현수
4. 김문한 외, 건설경영공학, 기문당, 1999
5. 안홍섭, 고성식, 이찬식, 건설현장의 안전관리 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 12권 12호, 1996.4
6. 정지영, 박영기, 건설공사의 안전관리와 재해감소 대책에 대한 연구- I II, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 16권 1호, 1996.4
7. 김현수, 이현수, 박문서, 증강 현실 적용을 통한 안전관리에 관한 연구, 전국 대학생 학술발표대회 논문집, 2007.10
8. NAVIN R., KOLTON O., Algorithms for monitoring and control of fall hazards, journal of computing in civil engineering ISSN 0887-3901, 2007

---

#### Abstract

The main goal of construction projects from the past has been enhancing efficiency by reducing cost and time. Compared to this, it is true that for a long time not much attention was paid to safety management. For this reason, safety management is much behind cost and time management but nevertheless, not much improvement has been made. The current safety management is only focused on managing after an occurrence based on knowledge like safety standards and rules. Even though safety accident is reducing in domestic construction projects, the extent of a accident is getting greater because construction projects are getting more complex and sophisticated. Moreover, the actual loss due to accident is increasing and the severeness of a hazard is getting worse. Therefore, to improve the current conditions of safety management, we propose a more effective safety management program. This program is a safety managing method using virtual reality. Property, entity, safety library is applied and finally, aims to continuously manage and prevent rather than deal with an accident/disaster after it happens.

**Keyword** : Safety Risk Management, Virtual Reality, Safety Library, Attribute, Entity

---