

타워크레인 안전성 평가 프로그램 개발에 관한 연구

- A Study on The Development of Safety Estimation Program for Tower Cranen -

김창은*

Kim Chang Eun

이원근**

Lee Weon Geun

윤산하***

Yoon San Ha

Abstract

This Study is proposed solutions about operating and release of safety constructions and is researched about software safety estimation than hardware safety estimation. Also, preventing safety problems of Tower Crane operator and Construction workers as applying safety estimation program that developed at setup, operating, release stage after analyze problem patterns and causes.

1. 서론

1.1 연구배경

최근 국토의 효율적인 이용을 위해 건설물이 대형화, 고층화하고, 사용 가능한 공간의 증대를 위한 심층화 추세에 따라 건설 현장에서 흔히 볼 수 있는

* 명지대학교 산업공학과 교수

** 순천제일대학 산업안전관리과 교수

*** 키스정보통신연구소 연구원

타워크레인은 “전기를 사용하여 모터로 움직이는 건설기계로 인력으로 운반할 수 없는 대형 건축 자재들을 동력을 사용하여 들어올리거나 이것을 수평으로 운반하는 것을 목적으로 하는 설비”이다. 그러나 건축 작업을 능률적으로 수행하기 위해서 그 이용이 급격하게 증대되고 있음에 비례하여 안전사고도 급증되고 점차 재해 강도가 높아지고 있는 추세이다. 지금까지의 안전사고에 대하여 이러한 사고의 정확한 분석 및 대책을 세우고 있지 못하는 실정이며 건설 재해율을 감소시키기 위한 하드웨어적인 방법으로 안전관리 시설물에 대한 연구에 집중되어 왔고 더욱이 개발된 안전관리 시설물도 안전장치의 조작 및 해제가 가능하여 그 적절한 효과를 보지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 타워크레인의 하드웨어적인 방법에서의 안전성 평가가 아닌 소프트웨어적인 안전성 평가에 대해서 연구하고, 아울러 안전장치의 조작 및 해체에 대한 대책을 제시하고자 한다. 실제로 타워크레인의 안전 수칙을 보면 제대로 정립이 안되어 있으며 또한 각각의 작업장마다 다른 특색을 보이고 있다. 그러므로 이러한 안전수칙에 대해서 보다 정밀하게 조사한 후, 타워크레인의 설계, 설치, 운전 및 해체 전반에 걸친 안전을 고려한 작업 표준화 방침을 세워야 한다.

또한 재해 발생형태 및 발생 요인들을 분석한 후, 불안정한 상태의 기인물을 평가하는 작업을 설계단계에서부터 제시하고 구조적인 안전성을 평가하며 설치, 운전 및 해체작업 단계에서의 안전성을 평가하는 프로그램을 개발하여 이를 건설현장에 보급함으로써 타워크레인 운전자와 건설 작업자의 안전사고를 사전에 예방하고자 한다.

1.2 연구 주제의 정의

타워크레인 안전성 평가 프로그램(Development of Safety Estimation Program for Tower Crane)이란 타워크레인에 관한 안전성을 효율적으로 분석하고 평가 및 모니터링 할 수 있는 시스템이다. 본 연구에서는 실시간 오디오 비디오를 기술을 이용한 타워크레인 원격 감시시스템과 웹을 기반으로 하는 안전성 평가 프로그램을 구현 내용에 대하여 설명하고자 한다.

1.3 연구의 필요성

가. 타워크레인의 이용범위 증대

- 최근 국토의 효율적인 이용을 위해 건설물의 대형화 · 고층화 및 사용 가능

한 공간의 이용증대를 위한 심층화 추세에 따라서 타워크레인의 이용범위가 넓어지고 있으나 위험 요인이 훨씬 다양해지고 재해 강도가 높아지고 있다.

나. 안전성 결핍에 따른 재해율 증가

- 과거 안전의식의 결핍으로 1996년 10월 19일 아파트공사장 타워 크레인 줄이 끊어져 인부 추락 5명 사상, 1997년 7월 5일 오후 5시20분께 부산시 부산진구 연지동 연지초등학교 개축 공사장에서 높이 35m, 무게 65t짜리 대형 타워크레인이 넘어지는 사고가 발생했고 이러한 재해가 50여건에 달한다. 하지만 사고의 정확한 분석 및 대책을 세우고 있지 못하고 있는 실정이며 건설 재해율을 감소시키기 위한 하드웨어적인 방법에 안전관리 시설물을 집중되어 왔다.

다. 소프트웨어적인 안전성 평가 필요

- 본 연구는 타워 크레인의 하드웨어적인 방법에서의 안전성 평가가 아닌 소프트웨어적인 안정성 평가에 대해서 연구하는 것이다. 타워 크레인의 안전 수칙을 보면 제대로 정립이 안되어 있다. 또한 안전 수칙은 각각의 작업장마다 다른 특색을 보이고 있다. 이러한 안전 수칙에 대해서 보다 정밀하게 조사하고 표준화 방침을 세우는 것이 필요하다. 또한 타워 크레인의 재해 발생 형태 및 기인물로 분석하여 불안정한 상태의 기인물을 평가하는 작업을 설계 단계서부터 제시하고 구조적 안전성을 평가하며 설치, 해체, 사용단계에서의 안전성을 평가하는 프로그램을 개발, 보급함으로써 타워크레인 설계검사의 과학화와 함께 설치, 해체, 사용시의 붕괴재해를 예방하고자 함이다.

라. 타워크레인의 정보의 공유 및 효율적 관리 필요

2. 연구 목표

가. 타워크레인 안전 사고 유형별 파악

- 연구 주제의 안전사고 유형은 주로 설계 잘못으로 인한 구조적 결함과 설치·해체 잘못으로 인한 운전자의 부주의가 대부분을 차지한다.

나. 법규에 알맞은 안전성 평가 방법 모색

- 안전성 평가에 따른 방법은 현행 법규의 내용을 준수하여 최대한 효율적인 방법을 모색하여 결정한다.

다. 안전요원의 보다 객관적인 안전성 평가 방법 설정

- 산업현장의 안전요원의 업무를 파악하며 안전요원이 보다 효율적으로 업무를 볼 수 있는 방법을 파악하여 본 개발에 적용시킨다.

라. 웹 기반 타워크레인 모니터링 시스템 개발

- 향후 모빌 환경에서도 적용 가능한 방법을 토대로 모니터링 시스템을 개발한다.

마. 효율적인 안전성 프로그램의 버전 업그레이드

- 한시적인 개발에 중점을 두는 것이 아닌 차후 계속해서 업 버전이 나오도록 유연한 프로그램을 사용하여 개발한다.

3. 연구내용 및 방법

3.1 연구내용

3.1.1 객체 지향 분석

- (1) 분석준비 (2) 사용자 요구사항 분석 (3) 소프트웨어 아키텍처 분석 (4) 정적구조 분석 (5) 동적행위 분석 (6) 상세 설계 준비

3.1.2 UML(Unified Modeling Language) 설계

- (1) 데이터베이스 설계 (2) 제어 설계 (3) 시스템 인터페이스 설계 (4) 설계 컴포넌트 정의 (5) 프로세스 설계

3.1.3 시스템 구현

- (1) 상세 구현 준비 (2) 소프트웨어 아키텍처 구현 (3) 클래스 구현 (4) 프로세스 구현 (5) 컴포넌트 구현

3.1.4 테스트

- (1) 세부 테스트 준비 (2) 단위 테스트 (3) 통합 테스트 (4) 시스템 테스트

3.2 연구 방법

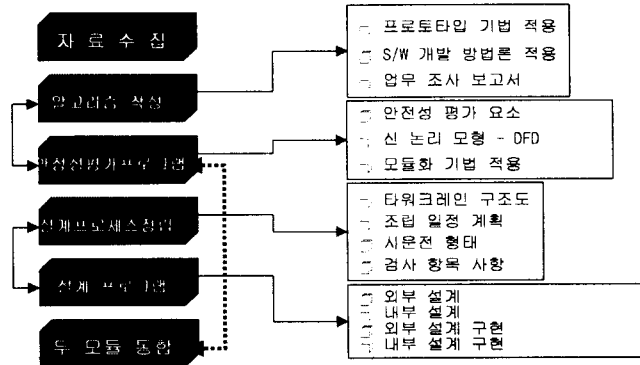
3.2.1 면담 조사

- (1) 안전요원 · 운전자 · 전문가 설문 및 면담 (2) 요구 사양서 작성 (3) 프로그램 & 벤치 마크

3.2.2 시스템 개발 수명주기 기법 (SDLC: Software Development Life Cycle)

(1) 요구 사항 분석

본 연구의 개발은 아래의 <그림 3-1>과 같이 크게 6단계로 구분되어 있으며 왼쪽은 프로세스 단계로 동시공학적인 방법론에 따라 진행된다.



<그림 3-1>프로젝트 개발 단계

첫 번째의 프로세스는 타워크레인의 사고사례와 설계 검사자료를 수집하는 형태이다. 이 단계에서는 최근 10년간의 재해와 재해 기인 요소별로 자료를 수집하고 정리하며 타워 크레인의 설계에서 어떤 형태로 설계되는 지에 대해서 조사·수집한다.

두 번째 프로세스는 조사·수집한 것에 대해서 분석하며 프로토타입 알고리즘을 작성한다.

세 번째 프로세스는 프로토타입에 안전성 평가 요소를 삽입하여 타워크레인에 대해 안정성을 평가하는 안전성 평가 프로그램을 개발하는 것을 주 연구 목표로 한다.

네 번째 프로세스는 설치부에 대한 설계 프로세스를 정립하고 설계에 대한 알고리즘을 작성하는 것이다.

다섯 번째 프로세스는 설치부의 설계 프로세스와 알고리즘을 바탕으로 GUI 환경에 맞게 설계 프로그램을 개발한다.

마지막 여섯 번째 프로세스는 안정성 평가 프로그램과 타워크레인 설계 프로그램을 병합하는 단계이며 테스트를 실행하며 사용자 매뉴얼 및 보고서를 작성하는 단계이다.

(2) 자료수집단계

타워크레인에 대한 전반적인 사고와 타워크레인의 운전 및 안전성 체크 리스트와 같은 일반적인 문서와 타워크레인에 관련된 법 조항을 정확하게 수집하여 안전과 관련된 제반 사항에 대하여 일반적인 표준화작업을 한다.

안전 사고와 재해에 관련된 자료를 수집하여 타워크레인의 집중 관리할 부

분을 선정하고 타워크레인에서 안전성 평가의 우선순위를 두어 그 항목을 체크하지 않고는 안전성 평가를 하지 않은 형태의 강압적인 내용을 적용할 수 있다. 또한 시운전 및 운전지침, 안전을 새롭게 정립할 수 있도록 시동법, 작동절차 등과 같은 구조적인 분석과 함께 크레인을 정지시킬 때의 주의사항, 크레인 소유자 또는 운영회사가 수행해야 할 사항 등과 같은 안전 상의 주의 사항 및 크레인 사고 방지법, 초기 시운전과 주요 수리 후의 검사, 정기검사, 공인 검사관 정기 검사와 같은 예방 점검 또한 자료 수집단계에서 수집하며 분석한다.

(3) 프로토타입 알고리즘 작성

자동차나 가전제품 등은 몇 번씩 프로토타이핑(prototyping)을 만들어 상품화로 이행하며, 고층 빌딩이나 항공기 등은 시뮬레이션을 하기도 하고, 모형을 만들기도 한다. 그러나 소프트웨어는 개발과정 후반이 되지 않으면 실제로 동작시켜서 확인할 수가 없다. 거기에서 치명적인 에러가 발견되는 경우에는 요구분석으로 되돌아가서 처음부터 다시 시작하는 사이클이 된다. 이 사이클을 개선하는 기술이 하드웨어 제품의 프로토타이핑과 같은 생각에 따른 프로토타이핑이다. ‘프로토타이핑’은 목적으로 하는 소프트웨어를 개발하기 전에 사용자 인터페이스나 중요한 기능 부분만을 만들어 조기에 ‘요구에러’를 발견하는 것이다.

소프트웨어 프로토타이핑을 만들 때 컴퓨터시스템이 ‘사양’기술을 직접 실행하면 빨리 사양을 확인할 수 있다. 즉, 사용자의 요구를 자연언어로 그대로 프로그래밍 해 버린다. 자연언어는 공학적으로 취급하게되면 이해하기 어렵게 되기 때문에 실행이 곤란하다. 그러므로 본 연구에서는 프로토타이핑 기법을 적용하여 안전성 평가에 대하여 보다 유연성 있는 알고리즘을 작성할 것이다.

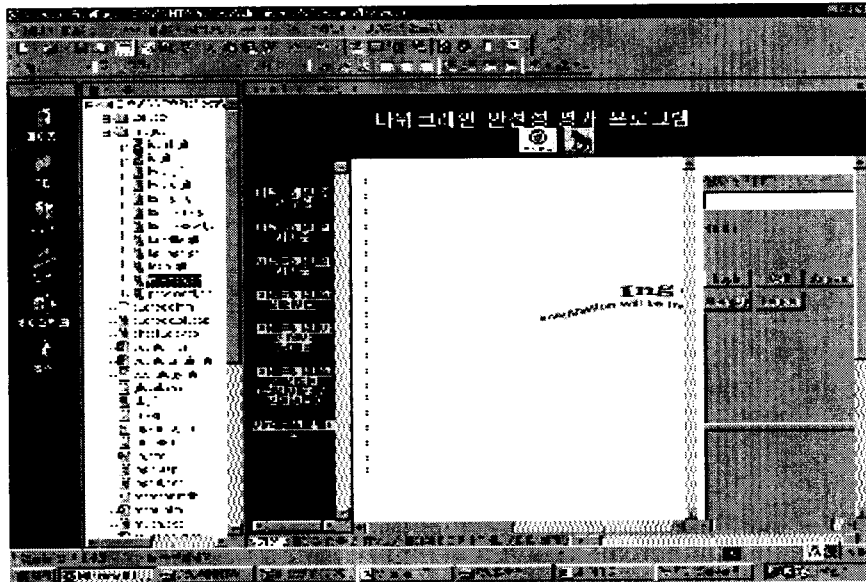
(4) 안전성 평가 데이터베이스 작성

- ▶ 데이터베이스는 타워크레인의 완성검사, 자체검사 결과, 안전 점검표를 기준으로 작성
- ▶ 각 자료는 타워크레인 안전 관리 규정에 준수하여 작성하였음
- ▶ 관리 규정에 준수하여 가능한 객관적인 판단을 내리도록 작성하였음
- ▶ 각 데이터베이스는 작성자를 중심으로 기록, 보관됨
- ▶ 타워크레인 완성 검사서는 작성자의 주관적인 판단을 되도록 배제하였음
- ▶ 완성 검사서의 각 부분에 대하여는 가중치를 두어 판단할 수 있도록 할 수 있음
- ▶ 위와 같은 내용을 MS-SQL2000에서 구현하였음

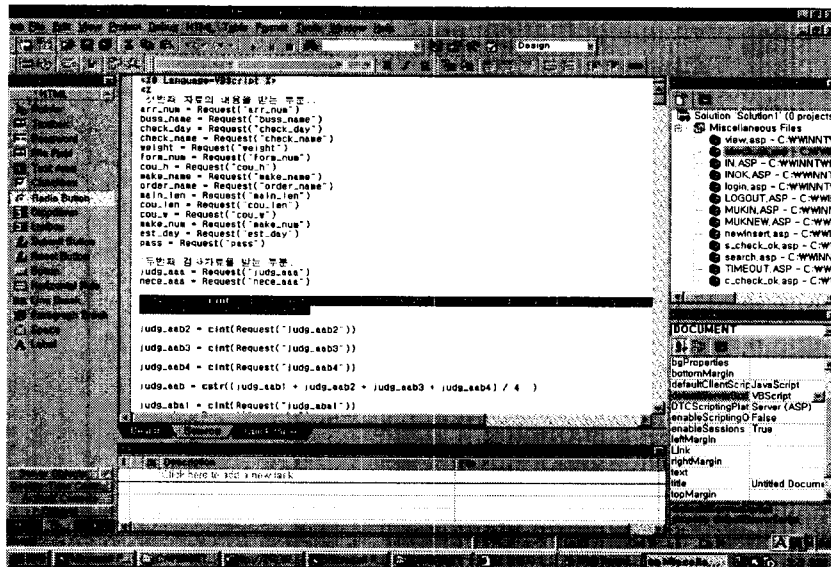
(5) 안전성 평가 프로그램 작성

안전성 평가 프로그램 구조 설계와 내부 모듈 설계와 마지막으로 코딩으로 프로그램을 작성한다. 우선 구조 설계는 목적의 소프트웨어는 앞 공정 단계에서 몇 개의 프로그램으로 분할되어 각각은 기능적인 서브시스템으로 되어 있다. 프로그램에서는 그 기능적 서브시스템의 각각을 '주모듈'에서 단계적으로 상세화한다. 단계적으로 상세화한 결과로서 주모듈은 독립된 '기능단위'의 조그마한 모듈로 분해되어 더욱더 작은 모듈로 분해시킨다. 이와 같이 분해된 모듈을 '하위모듈'이라 부른다. 모듈 사이에서의 데이터의 인터페이스는 단순하게 하는 것이 중요하다. 이것은 모듈을 다른 것과 독립시키는 일, 모듈이 사용되기 쉽도록, 범용성, 재이용성, 테스트용이성을 가지고 이해하기 쉽도록 하는데 기여된다.

모듈 내부 설계는 구체적으로 모듈내부의 '데이터 구조'의 결정과 '제어구조' (연속, 선택, 반복)의 선택이다. 데이터 구조가 잘 설계되어 있으면 제어구조는 간결하게 되며, 독립적으로 사용할 수 있는 모듈이 설계된다. 다음 공정의 작업이 가능한 기계적 작업이 되도록 설계할 것이며 설계법으로는 사무처리 분야에서 이용되고 있는 'Jackson법'이나 'Warnier법'을 이용하여 설계할 것이다.



<그림 3-2> Web 환경코딩



〈그림 3-3〉 DB Connection Coding

코딩은 프로그램 사양서를 받아서 컴퓨터에서 동작하는 프로그램으로 변환하는 단계이다. 이 공정의 작업과정은 우선 '코딩', '모듈테스트'를 수행한다. 모듈테스트에서 에러가 발견되었을 경우에 그 장소를 찾아서 수정하는 '디버깅' 작업을 수행한다.

3.2.3 시스템 개발 툴

- (1) 분석 및 설계 : ASN.1 & Rational Rose 2000
- (2) 데이터베이스 설계 : ER-Win(V 3.5.2), MS-SQL 2000
- (3) 시스템 구현 : Visual Studio 6.0 Enterprise etc.

3.2.4 연구 방향 및 효과

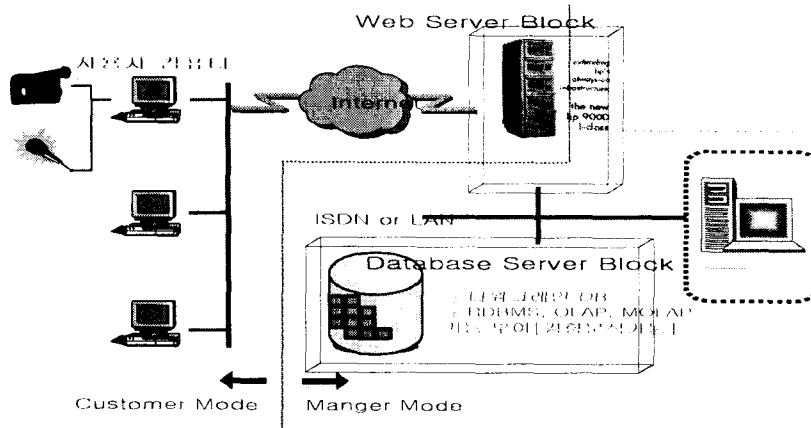
- 가. 관련법규의 데이터베이스화를 통해 보다 효율적인 관리를 이룰 수 있다.
- 나. 웹 기반으로 개발하였기 때문에 어디에서든 적용 가능하다.
- 다. 타워크레인에 대한 모니터링 시스템을 통하여 안전성을 확보할 수 있다.
- 라. 본 프로젝트는 유연성 있는 프로그램으로써 어디에서든 적용가능하며 확장을 할 수 있다.

4. 타워크레인 모니터링 시스템

본 연구에서는 실시간 오디오 비디오를 기술을 이용한 타워크레인 원격 감시시스템과 웹을 기반으로 하는 안전성 평가 프로그램을 구현 내용에 대하여

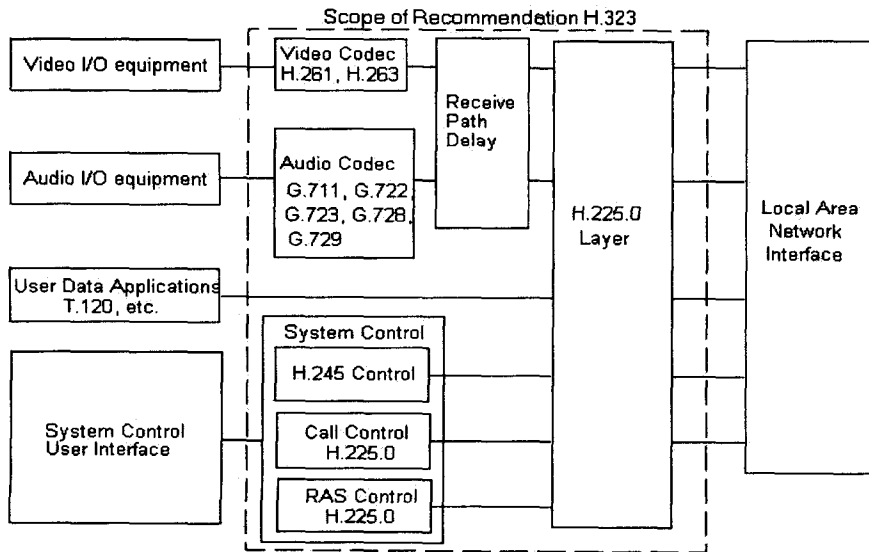
설명하고자 한다.

4.1 개발의 범위



<그림 4-1> 시스템 블록 다이어그램

<그림 4-1>에서 보듯이 타워크레인 안전성 평가 프로그램은 인터넷을 이용한 사용자 모드와 내부의 데이터베이스를 관리하는 관리자 모드로 나눌 수 있다. 우선 사용자 모드는 <그림 4-2>의 점선으로 나타낸 바와 같이 다음의 세부 프로토콜로 구성되어 있다.



<그림 4-2> 모니터링 응용 프로토콜 Scope

- ▶ H.225.0 호처리 프로토콜
- ▶ H.245 다자간 스트림 제어 프로토콜
- ▶ H.225.0 실시간 스트림 통신(RTP) 및 QoS 제어(RTCP) 프로토콜
- ▶ H.261, H.263 등의 비디오 압축 및 복원 포맷
- ▶ G.711, G.723 등의 오디오 압축 및 복원 포맷

본 연구에서는 압축 및 복원 하드웨어를 제외한 이상의 모든 프로토콜을 구현하였으며 이를 기반으로 실시간 모니터링을 구현토록 하였다. 한편 압축과 복원을 위해서는 본 연구에서 용역을 추진하여 실시간 H.261 실시간 압축 복원 하드웨어를 개발토록 하였다.

H.323을 이용한 여러 타워크레인의 모니터링하기 위해서는 MCU(Multipoint Control Unit)이 필요하다. MCU는 다양한 감시에 대해 중앙제어를 담당하는 MC와 복수 클라이언트의 오디오 및 비디오 스트림을 하나의 스트림으로 합성하여 멀티캐스팅하는 MP(Multimedia Processor)로 구성되어 있는데 MC는 H.245를 따라 소프트웨어로 구현이 가능하나 MP는 비디오 처리 부분이 있기 때문에 전용 프로세서나 하드웨어를 사용하여야 한다. 그러나 이러한 내용은 모니터링 대상이 되는 단말기의 복원 능력이 단 하나의 비디오 스트림에 국한되는 상황을 가정하고 있는 것이며 이러한 상황만을 고려하여 H.323을 구현한다면 MP가 없는 환경에서는 여러 클라이언트의 제어가 불가능할 수 밖에 없다. 따라서 본 연구에서는 두개의 H.261 비디오 스트림을 동시에 복원할 수 있는 하드웨어를 사용하여 우선 MP가 없이도 동시 3자 회의가 가능하도록 하였다.

또한 감시 시스템은 기본 H.323표준을 따르고 있어서 영상회의까지 가능하게 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 H.323의 표준에 어긋나지 않는 한도 내에서 발언권을 2개까지 허용하여 수십명이 참여한 영상회의라도 회의가 가능하도록 했다. 특히 이러한 클라이언트간의 의사소통은 MP가 없어도 가능하게 되어 경제적으로도 효율적이라는 장점이 있다.

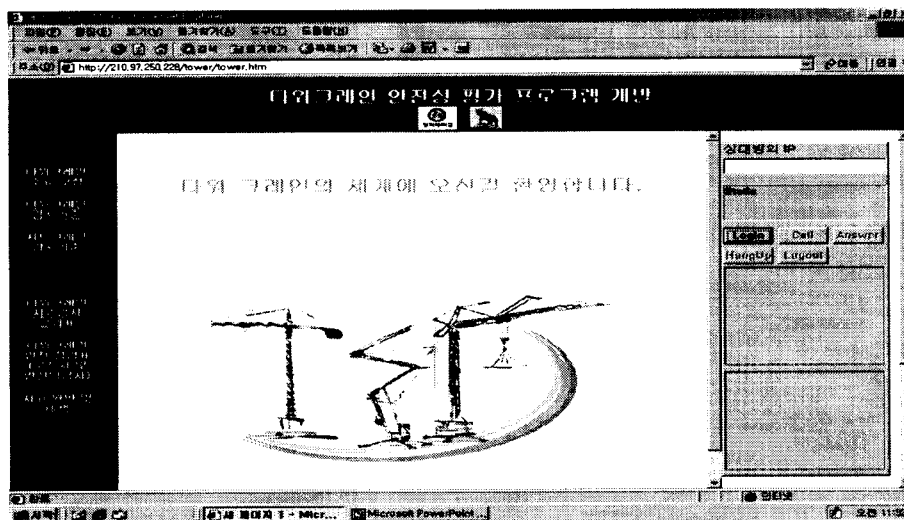
동시 3자 이상 의사소통을 위한 하드웨어를 장착하지 못한 단말기 플랫폼을 위해서는 H.261 소프트웨어 복원 프로그램을 장착하여 적어도 두개의 비디오 스트림을 동시에 복원할 수 있도록 하였다. 한편 H.261 압축 하드웨어조차 장착하고 있지 않은 단말기를 위해서는 MBone에서 사용하는 CellB 소프트웨어 코덱을 제공함으로써 비트맵 캡처 장비이외의 특별한 하드웨어 없이도 복수 클라이언트간의 의사소통이 가능하도록 하였다. 이를 위하여 MC가 H.261과 CellB를 동시 사용하는 비디오 회의가 가능하도록 SCM을 결정하는 메커니즘을 제공하도록 하였다.

H.323이 사용하는 데이터 전송 프로토콜은 IP 멀티캐스트 프로토콜로서 통신망의 부하 여부에 따라 데이터의 손실이 있을 수 있는 비신뢰성 프로토콜이다. H.323은 IP 멀티캐스트 상위에 RTP를 정의함으로서 전송되는 오디오나 비디오 패킷의 네트워크 QoS 값, 즉 지연, 지터, 손실률, 전송률 등을 측정할 수 있도록 하고 있다. 그러나 RTP 만으로는 데이터의 손실에 대한 어떠한 대책이 될 수 없다. 따라서 H.323에는 RTP와 더불어 RTCP라는 QoS 제어 프로토콜을 정의하고 있다. RTCP의 주요 특징은 임의 단말기가 수신하는 RTP 패킷으로부터 측정된 QoS 값을 다시 멀티캐스트하여 피드백 한다는 점이다.

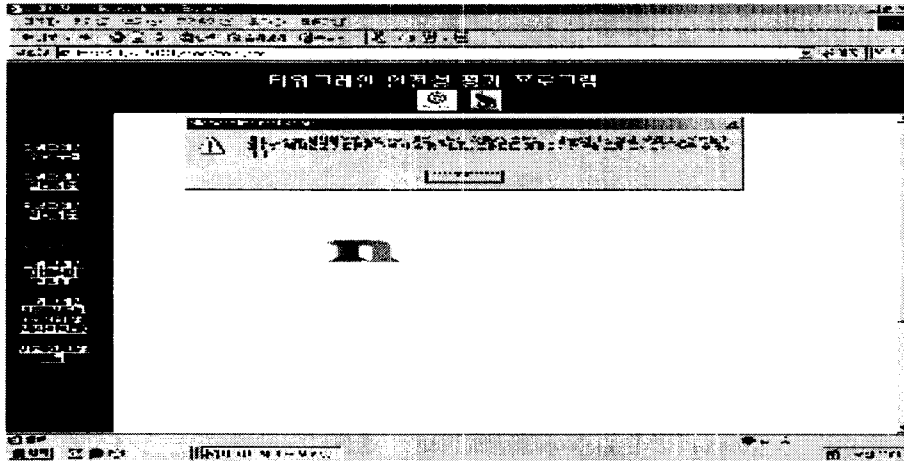
본 연구에서는 송신측에서 이러한 RTCP 정보를 이용하여 QoS 변동 상황을 모니터링하여 그 변화를 예측해 내고 이 예측값을 바탕으로 비디오나 오디오의 데이터 발생량이나 수신측에서 손실 복구에 필요한 FEC(Forward Error Correction)부가정보의 양을 조절하도록 하였다. 이와 같은 방법은 손실된 패킷의 복구를 위하여 재전송을 실시하는 접근 방법보다 실시간성이 향상되는 장점을 갖고 있다.

구현은 C++을 사용하여 구현하였고 기타 자세한 구조와 소스 및 Class는 Index에 상세하게 다루어져 있다. 소스의 내용이 너무 많은 지라 중요한 자료 구조 및 클래스에 관련된 사항만 나열하였다.

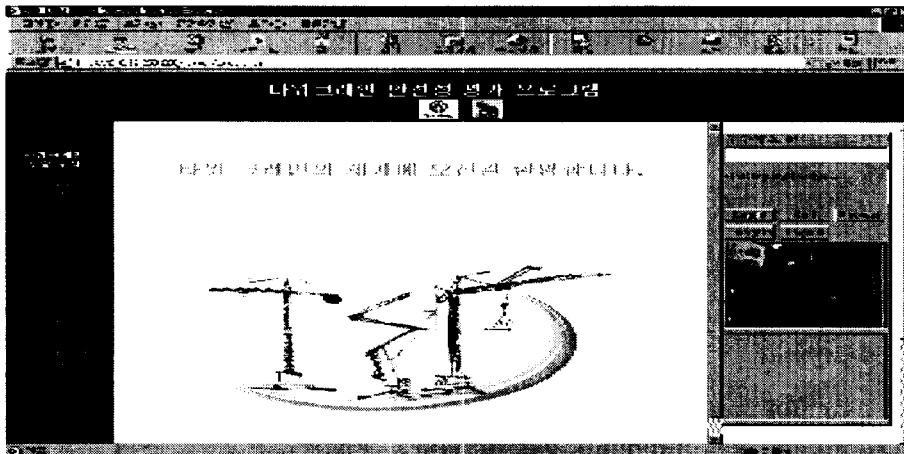
5. 타워크레인 안전성 평가 프로그램 데모



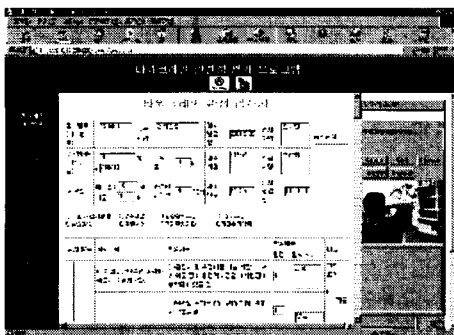
<그림 5-1> 프로그램 초기환경



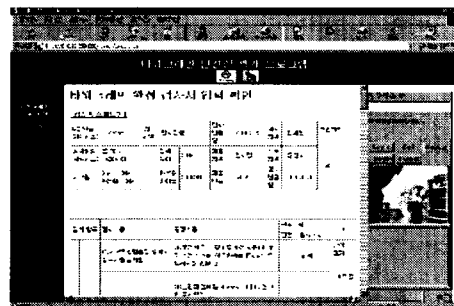
<그림 5-2> ActivX인증 환경



<그림 5-3> 웹 기반 실시간 모니터링 환경



<그림 5-4> 모니터링 및 안전성평가 작업



<그림 5-5> 검사 체크리스트확인

6. 결론

본 연구는 타워크레인 설치단계에서의 연구로서 타워크레인 설치시 설계 및 검증 시스템 개발을 위하여 설계 프로세스를 정립하고, 현장 전문가의 인터뷰를 통한 설계 지식을 습득하며 최적의 설계 방법을 제시하고자 하였다.

지금까지 연구 결과, 본 연구는 산업 안전 연구원과 성일 산업 교육원의 협조로 설계/검사와 작업 안전에 관한 정보를 수집하고 이를 체계화하였다.

그러나 타워크레인에 관련된 정보가 부족하고, 또한 국내/외적으로 이와 비슷한 류의 연구가 없었으며, 실제 현장에서는 타워크레인 생산 업체에서 제작되어진 크레인을 조립하기 때문에 이에 대한 설계는 다양한 타워트레인 설계에 대한 표준 연구와 다년간의 연구가 필요하다.

그러므로 지금까지는 성일 산업 교육원과의 6차례 방문으로 현장 작업자들의 안전에 관한 애로 사항과 산업 안전에 장애 되는 요소들을 살펴본 후, 이에 대하여 최적의 해결책을 마련하였다. 또한 타워크레인 안전과 관련된 사회 현상에 대하여 파악하였다. 두드러진 사회 현상으로 보면, 타워크레인 사업자들이 타워크레인 장비를 건설물 장비로 등록시키기 때문에 안전관련법을 따르는 것이 아닌 건설물 관리법을 적용을 받게 되므로 안전에 대한 의식이 낮아질 것이라 예상되며 향후 노후화로 인하여 안전사고가 발생되리라 예상된다. 이러한 사회현상에 대하여 타워크레인 관계자들은 심히 우려하고 있다.

본 연구에서는 타워크레인 전반에 관련된 내용을 분석하였으며 보다 안전성을 확보할 수 있는 타워크레인 관리방법에 대하여 체계화 시켰다. 또한 안전성과 관련된 프로그램을 개발함으로써 향후 설계 및 안전성 검사에서 안전에 대한 내용을 확보할 수 있었다. 또한 프로그램에 대하여 전문가들의 평을 들어 앞으로 더욱 발전될 수 있는 프로그램으로 발전시킬 계기를 마련할 수 있었다.

7. 참고문헌

- [1] ISO TC96 SC7 Tower Crane 표준 규격집, ISO, 1995-1999.
- [2] 석사학위논문, 타워크레인의 안전성 확보를 위한 연구, 홍성욱, 한양대학교, 1995.
- [3] 건설사망재해시리즈 / 11 : 타워크레인 사용작업편, 한국산업안전공단, 1996
- [4] 석사학위논문, 태풍 후의 타워크레인 안전진단 기법에 관한 고찰, 김용국, 연세대학교, 1996.
- [5] 박사학위논문, Interactive computer graphics를 이용한 타워크레인의 최적설계, 공신표, 울산대학교, 1994
- [6] 석사학위논문, 高層建築工事に 있어서 타워크레인의 最適位置選定 方案, 주진호, 中央大學校, 1994
- [7] 석사학위논문, 효율적인 양중작업을 위한 타워크레인의 배치에 관한 연구, 이열, 漢陽大學校 産業大學院, 1998.
- [8] 타워크레인 인포메이션, <http://www.tcinfo.com>
- [9] 글로벌 타워크레인 기사협회, <http://www.git.or.kr>
- [10] 실용 크레인 편람, 김덕운 편, 대광서림
- [11] 전병선, ActiveX 프로그래밍 가이드, 파워북, 1998.5
- [12] Ralph Davis, Win32 Network Programming, 대림, 1997
- [13] Programming MS Visual C++, MS Press, 1999.4
- [14] Wilian R. Stanek, SQL Server2000 Pocket Consultant, MS Press, 2001.2
- [15] 김국 외 3인공저, 프로젝트 관리와 연구개발관리, 경문사, 1998.8
- [16] 송영재, 소프트웨어 엔지니어링, 홍릉과학출판사, 1993.2.

저 자 소 개

김창은 : 고려대학교 학사 (산업공학과) TEXAS A&M 석사, 박사 (산업공학과)
 현 명지대학교 공과대학 산업시스템공학부 정교수
 관심분야 TPM, ERP, e-business, Six Sigma,

윤산하 : 명지대학교 학사, 석사 (산업공학과)
 현 명지대학교 박사과정
 관심분야 Workflow, SQL, Network, TPM, 안전설비운용

이원근 : 전남대학교 학사, 석사 (전기공학과) 명지대학교 박사수료 (산업공학과)
 현 순천제일대학 산업안전관리과 교수
 관심분야 안전교육, 산재보상, 산업안전 비용과 효율분석