

건설현장의 프로세스 Context 추출을 위한 디지털 이미지 정보체계 구축

An Information Framework for the Derivation of Process Context from Construction Site Digital Images

윤수원* · 진상윤**

Yoon, Su-Won · Chin, Sangyoon

요 약

건설현장에서 수집되는 사진은 그 중요성에도 불구하고 효과적인 관리체계 미흡으로 촬영자의 의도나 사진의 의미를 파악하기 힘든 경우가 많았으며, 이로 인하여 거대한 디지털 이미지 파일 pool이 형성되어 있음에도 불구하고 그 안에 숨어있는 수많은 정보와 지식을 제대로 도출하기 어렵고 재활용도가 떨어지는 한계를 가지고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 수집된 현장 사진들로부터 현장 프로세스에 대한 기술, 지식, 교훈 등의 context를 추출하기 위한 정보체계 구축을 위해 육하원칙, 즉 누가(who), 언제(when), 어디서(when), 무엇을(what), 왜(why), 어떻게(how)라는 원칙에서 일련의 사진들이 가지는 여러 가지 상황정보를 추출하고 이 정보들을 이용하여 효과적으로 정보를 관리하고 재활용할 수 있는 속성을 도출하고 정보 모델을 개발하는 것이다. 이 논문에서는 속성도출 및 정보모델 개발 과정과 이를 기반으로 개발된 사진정보관리 시스템에 관하여 논하고 있다.

키워드 : 사진, 지식, 컨텍스트, 정보관리시스템

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 현장에서 수집되는 사진은 문자 위주로 이루어진 현장 정보를 보완하는 매체로, 현장에서 발생하는 기술이나 지식 등 수많은 실행정보를 담고 있다. 최근 디지털 카메라(digital camera)가 건설현장에서도 보편화됨에 따라 사진의 인화 및 보관의 편리성이 증가되어 과거에 수집되던 것 보다 훨씬 더 많은 양의 정보가 현장 사진을 통해 보다 쉽게 획득·관리되고 있다.

이런 현장 사진의 디지털 이미지화는 기존의 아날로그 사진관리 방식이 가지는 한계를 극복하고 효과적으로 사진정보를 관리·공유할 수 있게 함으로써, 문자로 설명하기 어려운 기술 및 시공 프로세스를 추적하여 지식기반구축의 수단으로 디지털 이미지를 이용할 수 있게 되었다.

그러나 아직까지 대부분의 현장에서 수집되고 있는 디지털 이

미지는 과거의 아날로그 사진관리에서의 문제점이었던, 촬영·제출·보관의 어려움을 개선하는 수단에 그치고 있으며, 이를 관리하기 위해 활용하는 상용화된 이미지관리도구(image display tool)나 Project Management Information System (PMIS)들도 디지털 이미지를 공종별 또는 월별로 파일 디렉토리(file directory)를 이용한 단순관리체계를 취하고 있다. 따라서 비록 참여자간 디지털 이미지의 공유체계를 지원하고 있지만, 디지털 이미지와 연계된 속성정보가 미흡하여 원하는 디지털 이미지를 검색·관리·재활용하기에는 여러 가지 한계를 가지고 있다.

즉, 이미지 파일만으로는 촬영자의 의도나 사진의 의미를 파악하기 힘든 경우가 많았으며, 결국 속성이 연계되지 않은 파일 위주의 관리방식은 일종의 거대한 디지털 이미지 pool을 형성하고 있지만, 그 안에 숨어있는 수많은 정보와 지식을 제대로 도출하기 어려운 체계를 가지고 있기 때문에 정보의 활용도가 떨어질 수밖에 없다는 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 수집된 현장 사진들로부터 현장 프로세스에 대한 기술, 지식, 교훈 등의 context를 추출하기 위하여, who, when, where, what, why, how (5W1H)라는 육하원

* 학생회원. 성균관대학교 건축공학과 대학원, 박사과정

** 종신회원. 성균관대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

이 연구는 2002년도 한국학술진흥재단 신진교수연구과제 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: KRF-2002-003-D00426

직에서 일련의 사진들이 가지는 현장 및 기술적 상황, 시공 프로세스의 전후관계와 그 밖의 사진 속에 포함된 여러 가지 상황정보를 추출하고 이러한 정보들을 이용하여 디지털 이미지를 관리할 수 있는 속성과 정보체계를 제안하고, 이에 따른 시스템을 개발함으로써 기존의 현장사진관리의 문제점을 극복하기위한 방안을 제시하는 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현장 사진이 담고 있는 정보를 가장 포괄적으로 표현하기위한 사진의 속성을 도출하고, 이를 효과적으로 관리하기 위한 정보체계를 제안하기 위하여 그림 1과 같은 절차를 통해 연구를 수행하였다. 먼저 기존 연구와 현장 사진관리 업무 분석을 통하여 현장 사진의 특성을 파악하고, 육하원칙에 의하여 현장 사진의 속성을 분석한 다음, 분석된 내용을 기반으로 객체지향 방법론을 이용하여 현장사진 정보관리체계를 제안하였다. 그리고 제안한 정보체계를 기반으로 현장의 요구 사항에 따른 사진 관리 시스템을 개발함으로써 사진관리를 위한 정보체계의 활용 방안을 제시하였다.

이 연구의 중간 연구결과는 학술발표대회 논문집(윤수원 2003)을 통하여 발표되었으나, 본 연구논문은 후속 연구결과인 사진관리 필요정보 속성 및 정보체계, 그리고 시스템 구축까지 포함하고 있다.

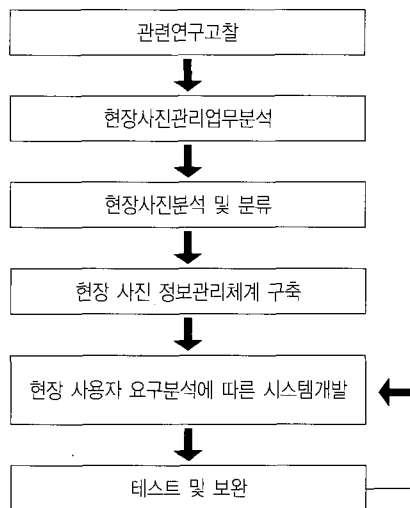


그림 1. 연구방법 및 절차

2. 관련 연구 고찰

본 연구에서는 사진관리에 관한 현황을 파악하고 이를 개선하기 위한 방안을 마련하기 위하여, 기존의 사진관리에 관한 연구 및 현장사진관리 시스템의 동향을 분석하였으며, 건설현장의 프

로세스 context 도출을 위한 정보체계를 수립하고자 국내·외의 사진관리 관련 연구 및 기준을 중심으로 기본적인 사진 속성에 대한 연구 동향을 분석하였다.

2.1 현장사진관리에 관한 연구 동향

표 1에 정리된 바와 같이, 현장에서 도출되는 사진은 일반적으로 문서 위주로 도출되는 정보를 보완하는 수단으로써, 문자로 표현하기 어려운 상황을 설명하는 중요한 정보로 인식되어왔으며, 이를 효과적으로 수집·관리하고 활용하기 위한 여러 연구들이 진행 되어왔다.

하지만 본 연구의 선행 연구인 윤수원(2003)의 연구를 제외하면, 기존의 현장 사진관리에 관한 연구들은 현장사진을 수집하기 위한 방안에 초점을 두고 있을 뿐 이를 효과적으로 관리하기 위한 어떠한 정보 모델도 제안된 바가 없으며, 특히 현장사진에서 도출될 수 있는 여러 정보와 하나의 사진이 아닌 일련 사진으로부터 context를 추출할 수 있는 연구는 전무한 상태이다.

표 1. 현장사진관리에 관한 연구 동향

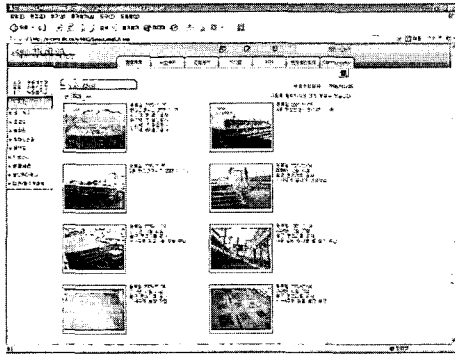
주요 연구	주요 내용
Stumpf (1998), 진상윤 (1999)	Pen-computer, 무선 LAN, 음성녹음장치, digital video camera를 통합하고 건설 현장에서 pen-computer를 이용하여 현장정보를 동화상, 이미지, 음성, 문자 등 다양한 형태로 수집, 저장하며 그 정보를 실시간에 걸쳐 전달하거나 원거리에 위치한 프로젝트 참여자와 video conference를 지원할 수 있는 시스템 제안
진상윤 외 2인 (2001)	현장에서 수집되는 디지털 이미지를 효과적이고 체계적으로 저장·관리하고, 다양한 이해 당사자들에게 효과적으로 공사현황 및 관련 정보를 공유하기 위한 web 기반의 현장이미지 관리 시스템(CMIS I) 제안
윤수원 외 2인 (2003)	건설현장에서 수집되는 사진의 프로세스 context 추출을 위한 정보체계의 개념 제시
Jorge Abeid 외 3인 (2003)	multiple camera를 활용하여 자동으로 수집되는 디지털 이미지와 CPM 공정표를 연계시킴으로써, 건설현장의 실시간 정보획득 및 이를 통한 새로운 개념의 현장관리 방안 제시

2.2 기존의 현장사진관리 시스템의 동향

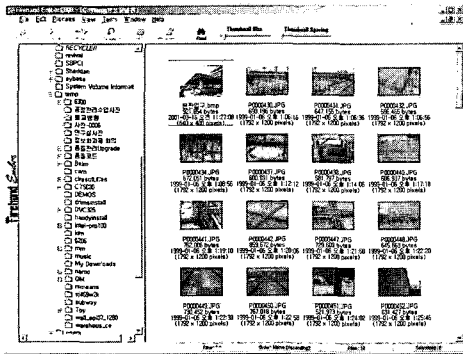
앞서 살펴본 기존 연구 동향과 마찬가지로 현재 건설현장에서 사용되는 현장 사진관리용 프로그램 또는 PMIS의 사진관리 기능은 현장사진을 위한 다양한 정보 도출보다는 기존의 아날로그 방식의 관리를 디지털 방식으로 전환하고 사진파일단위로 관리하는데 초점을 두고 있다.

즉, 그림 2에 나타난 예와 같이 기존의 현장사진관리 시스템의 경우, 상용화된 PMIS의 일부 모듈로써 문서단위의 정보교환에 초점을 두거나, 또는 범용화된 이미지관리 툴을 사용하여 디지털 이미지 파일단위로만 관리하기 때문에 건설현장의 특성에 맞추어 공종별, 날짜별, 협력업체별, 용도별 등등 여러 가지 속성에 의한 이미지 저장 및 검색 등의 관리기능이 고려되지 않고 있다. 따라서 사진정보가 그것의 context도출에 도움이 될 수

있는 다른 정보와의 연계성이 없는 상태에서 관리되는 한계를 가지고 있다.



<PMIS 사례>



<Image display tool의 사례>

그림 2. 기존 현장사진관리시스템의 예

2.3 사진정보모델에 대한 연구동향

사진정보관리하기 위한 모델과 관련된 연구는 국내·외적으로 매우 미비한 상태에 있으며, IAI(International Alliance for Inter-operability)의 IFC (Industry Foundation Classes) 국제 표준 모델의 경우에서도 다르지 않다. 즉, 그림 3과 같이 IfcRepresentation 이라는 class를 활용하여 그래픽 관련 정보를 정의하고 있지만, 해당 그래픽과 관련된 이미지 속성을 연계하기 위한 모델은 IFC 전체 모델에 걸쳐서 존재하지 않는다.

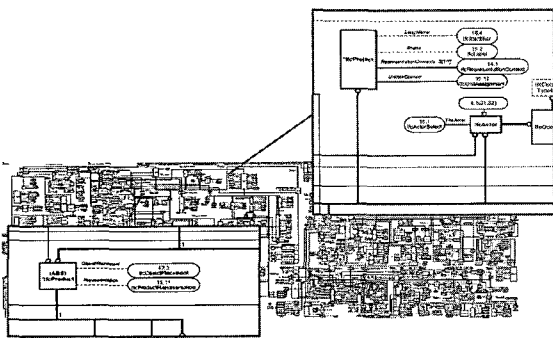


그림 3. IFC 2x Model에서의 이미지 관련 속성 부분 (IFC2X_FINAL(October 26, 2000))

또한 본 연구와 가장 유사한 사진정보 관련 연구로는 일본의 CALS(Commerce At Light Speed)협회의 사진 속성 정의를 들 수 있다. 일본 CALS 협회는 토목분야를 대상으로 사진 관리에 필요한 속성과 사진관련 XML(Extensible Markup Language) DTD (Document-Type-Definitions), 사진관리 구조도 등을 연구·발표한 바 있으며, 이를 통하여 사진 정보의 교환을 위한 표준으로써 사진의 속성을 기초정보, 공사정보, 사진 정보로 나누어 제시하고 있다. 그림 4는 일본 CALS 협회의 사진 속성 정의 중 사진관리 구조도를 나타낸 것이다.

하지만 일본의 CALS 협회의 사진 속성의 정의는 토목 분야에 국한하여 현장 사진의 속성을 분류하였다는 점과 정의된 속성을 단순히 기초정보(사진관리 시스템 관련 정보), 공사정보(공사 명칭, 시공자명 등 공사관련 정보), 사진정보(사진 파일명, 촬영연월일 등 사진과 관련된 정보)로 나누어 제시할 뿐, 각각의 이미지에 대해 체계적으로 활용하기 위한 고려가 부족하다는 점에서 본 연구와 차별화 된다.

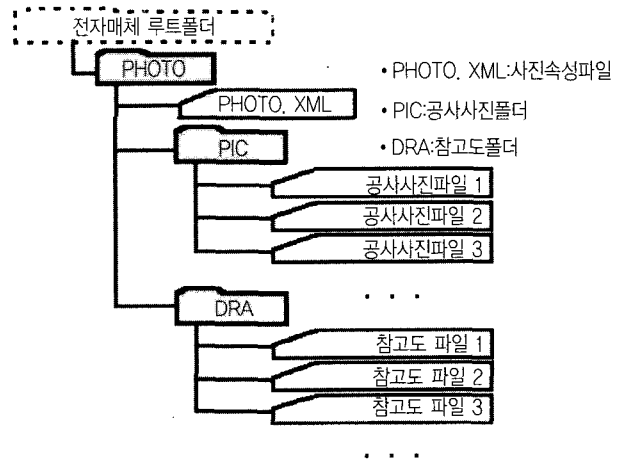


그림 4. 일본 CALS 협회의 사진관리 구조도 (http://www.offer.ne.jp/cals/index.html [2003. 4])

3. 건설현장사진관리의 현황 및 관련 정보 분석

국내의 사진관리 지침 및 일본·미국의 지침을 - 국내는 감리 업무 수행 지침서 3.1.10와 건축공사 감리 세부 기준 2.6.8을, 일본의 경우는 토목공사 시공 관리 기준 7의 (1)을, 미국은 Bureau of Engineering, B. O. E. Master Specification section 01322을 사용하였다 - 근거로 건설현장사진의 분류 및 원칙, 촬영기간, 촬영내용, 촬영방법, 보관 및 제출, 그리고 기타 디지털 이미지관리 조항 등을 분석하여, 사진관리의 현황과 관련 정보를 분석·도출하였다.

3.1 공사사진의 분류

국내·외의 현장사진 관리를 위한 기준들을 살펴보면, 공사 사진은 공종별로 착공 전부터 준공 시까지의 공사, 공정, 공법, 특기 사항을 촬영하고 공사 내용(시공일자, 위치, 공종, 작업 내용 등)에 대한 설명을 기재, 제출토록 하여 후일 참고 자료로 활용토록 하기 위한 것으로, 각 국별로 여러 가지 분류체계를 가지고 있다.

이러한 분류체계를 살펴보면, 주로 사진의 촬영 목적에 따라 분류됨을 알 수 있는데, 크게 공사의 진행단계에 따른 분류와 건설업무 기능별 분류 등 두 가지 형태로 구분할 수 있다.

먼저 공사의 진행단계에 따른 분류는 현장 전경 및 공사 착수 전 사진, 공사 시공 중 사진, 공사 완성 사진, 기타(시공 후 검사가 불가능한 부분) 사진 등으로 구분되고, 건설업무 기능별 분류는 시공 상황 사진(공종별), 안전 관리 사진, 사용 재료 사진, 품질관리 사진, 재해 사진, 기타(공해 또는 환경 등) 사진 등을 포함한다. 따라서 본 연구에서는 이런 분류체계를 사진의 촬영 목적 및 사용 목적으로 정의하고, 이들 분류체계를 반영할 수 있는 모델을 고려하였다.

표 2. 공사 사진의 분류

분류	국가	국내	일본	미국
	세부조항			
진행상태	착수 전 및 완성사진 (매립부분 포함)	○	○	○
	공사 시공 중의 현황	○	○	○
	시공 후의 검사가 불가능한 부분	○	-	
업무기능	안전관리 사진	-	○	기타 발주자 및 엔지니어와 협의
	사용재료 사진	-	○	
	품질관리 사진	-	○	
	재해 사진	-	○	
	기타(공해, 환경, 보상 등)	-	○	

표 2는 국내와 일본·미국의 사진 분류에 관한 사항을 비교한 것으로, 국내의 사진관리의 분류는 주로 공종별 공사의 진행단계에 따라 주로 행하여지며, 업무 기능에 따른 분류는 미흡한 상태를 보여주고 있다. 특히 국내의 경우, 각 회사의 자체 규정에 따라 업무 기능별 사진관리를 사용하기도 하나, 공사 진행 단계에 따른 업무 기능별 분류는 미흡한 상태이다.

3.2 공사사진의 관리 기준 및 속성 분석

현장 사진은 현장의 상황을 나타내는 기록으로서, 일반적으로 관리지침에는 촬영 기간 및 빈도, 촬영 내용, 촬영 방법, 그리고 보관 및 제출에 관한 사항을 규정하고 있다. 이를 관련 규정과 그에 따라 필요한 속성을 분석하면 다음과 같다.

먼저 촬영 기간 및 빈도는 사진의 촬영시점을 관리하기 위한

사항으로 일반적으로 공종별로 착공 전부터, 준공 시까지 촬영의 지침에 따라 단계별로 촬영할 것을 규정하고 있는데, 이는 기존의 사진관리 시스템에서 다루는 촬영일자에 대한 속성뿐만 아니라, 보다 원활한 사진관리를 위해서는 촬영 대상의 선·후행 관계에 대한 속성 및 그에 따른 촬영계획이 필요하다는 것을 알 수 있다. 이에 비해, 국내의 경우 미국이나 일본 등과는 달리 일반적으로 공사 시작과 종료 및 특이사항 발생 시 촬영을 함으로써, 촬영빈도에 관한 사항은 관리하지 않기 때문에 수행된 중간 과정에 대한 사진이 포함되지 않을 수 있는 한계를 가지고 있다.

다음으로, 촬영 내용은 사진에 포함된 사항을 규정하는 것으로 공사내용(시공일자, 위치, 공종, 작업 내용 등), 공정, 공법 및 특기사항 등을 촬영을 할 것을 지정하고 있기 때문에, 관련 속성으로는 촬영 대상의 정보와 이를 설명하는 촬영의 목적 및 관련 사항에 대한 속성이 필요하다.

그리고 촬영방법에 관한 사항으로는 현장에서 수집하는 사진을 촬영할 때 주의해야 할 사항, 즉 사진관련 기록 시 주의 해야 할 사항, 촬영 내용에 포함되어야 할 사항, 그리고 촬영 시 유의 해야 할 사항 등과 사진 정보를 설명하기 위해 요구되는 기초 정보를 정의하는 항목 등을 들 수 있다. 표 3은 사진정보를 설명하기 위해 요구되는 정보로 현장에서 활용되는 흑판 기록 내용을 나타낸 것이다.

표 3. 흑판의 기록 내용

분류	국내	일본
현장(공사) 명	○	○
위 치	○	○
측점(촬영위치)	-	○
공 종	○	○
공사내용	○	○
날 짜	○	-
설계치수	-	○
실측치수	-	○
기 타	실험 시 - 타설 위치, 슬럼프, 실험관계 내용 기록(일부 회사) 철근 배근 시 : 철근 배근도 번호	흑판의 판독이 불가능한 경우, 별지에 필요사항을 기입하고, 사진을 첨부하여 정리

마지막으로 보관 및 제출에 관한 사항은 수집된 현장 사진을 원활하게 관리하기 위한 규정으로 사진의 색채, 사진의 크기, 사진첩의 크기, 제출 부수 및 형식 등에 관한 사항이 포함되어 있다. 일본 기준의 경우, 표 4와 같이 최근 기술발달에 따른 디지털 사진의 보편화에 따라 이를 관리하기 위한 조항을 두고 있다. 국내의 경우 많은 관공서나 발주자들 역시 디지털 사진 형태의 현장정보관리 및 현장사진 제출을 수용하고 있는 추세이나, 공

공 공사의 경우, 명확한 법규정은 아직까지 없는 상태이고, 해당 관청과의 협의에 의해 수용되고 있다. 따라서 현장 사진을 효과적으로 관리하기 위해서는 단순히 사진 및 그에 관련한 정보 뿐만 아니라 사진 그 자체 품질에 대한 기준 또한 프로젝트 특성에 맞추어 설정될 필요가 있다.

표 4. 디지털 이미지 품질관련 기준 조항
(http://www.offer.ne.jp/cals/index.html [2003. 4])

조 항	내 용
유효화소 수의 정의	80만 화소 이상
프린터 품질	300dpi
인화지 내구성	3년 정도

4. 육하원칙을 활용한 사진 속성 분석

본 연구에서는 앞에서 분석한 사진의 속성을 중심으로 현장사진을 육하원칙에 기반을 두어 분석하고 건설현장에서 수집되는 현장사진 속성을 도출하는 방법으로 건설현장 사진관리 정보체계를 구축하였다.

그림 5는 한 예로, Soil Nailing 작업에 대한 사진과 수집된 사진들을 육하원칙에 의해 사진의 촬영대상(촬영대상의 행위자, 촬영대상의 발생시점, 촬영 대상의 위치·공간정보, 촬영대상, 촬영대상의 행위 목적, 촬영 대상의 선·후행관계 및 행위방식 등)과 사진 자체의 정보(촬영자, 촬영일, 촬영위치, 사진의 명칭, 촬영 방법·장면번호, 사진의 촬영목적·사용목적 등)로 분류한 것을 보이고 있다. 이렇게 일련의 사진들이 여러 가지 관련정보와 연계되어 있을 때, 현장 및 기술적 상황, 시공 프로세스의 전후관계 등 한 장씩 날개 단위의 현장사진이 가지고 있던 단순한 정보 이상의 유용한 상황 정보를 제공할 수 있게 되며, 이를 위해서 본 연구에서는 육하원칙을 기반으로 사진관리를 위한 관련 정보를 도출하고 사진관리 정보모델을 구축하고자 하는 것이다.

본 연구에서 도출한 육하원칙에 따른 사진관리 속성은 표 5와 같으며, 각 육하원칙별 사진 속성의 의미는 다음과 같다.

4.1 Who

육하원칙에 있어 who는 각 행위의 주체를 의미하며, 이런 who와 관련된 정보를 사진이라는 객체 관점에서 살펴보면, 사진정보를 생성하는 촬영자(현장관리자)와 사진 정보가 담고 있는 상황의 행위자(actor)로 분류할 수 있다. 예를 들면, 철근 배근에 관련된 사진에서 who는 사진을 촬영한 촬영자와 철근 배근을 담당하는 작업자, 해당 협력업체, 또는 담당기사(촬영자) 등이 된다.

4.2 When

Jorge Abid와 David Ariditi의 연구(2002)에서 제안한 일정 주기별 사진 촬영을 통한 공정관리 시스템과 같이, 사진 촬영 시 획득되는 촬영일자에 대한 정보는 사진이 촬영 시점의 현황을 담는다는 점에서 촬영 목적에 따라 촬영대상의 가장 정확한 실행 시점을 제공할 수 있다. 예를 들어 공중별 공사 사진일 경우, 공사 시작 시 촬영한 사진에서는 공사 시작일의 정보를, 공사 종료 시 촬영한 사진에서는 공사 종료일의 정보 획득이 가능하며, 안전관리에 관련된 사진일 경우는 교육일 또는 사건 발생일의 정보를 제공한다.

따라서 사진과 관련된 시간정보는 촬영 대상의 발생시점과 촬영일자로 구분할 수 있으며, 이는 해당 사진의 다른 육하원칙과 유기적으로 결합하여 촬영 대상의 상태에 대한 시점, 즉 발생일 또는 시작, 진행, 종료일뿐만 아니라 진행과정에 대한 프로세스 정보도 나타낼 수 있다.

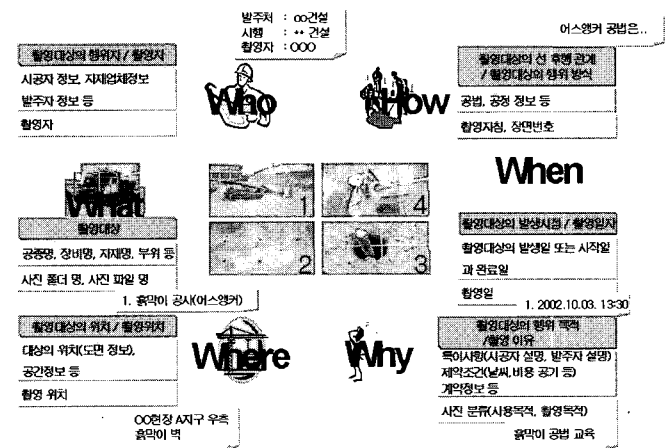


그림 5. 육하원칙에 의한 사진 속성의 예

4.3 Where

현장 사진에 있어 where는 사진 자체의 속성에 해당되는 촬영위치 또는 촬영 대상의 속성에 해당되는 공간이나 위치 정보를 나타낸다. 하지만 기존의 사진관리에서의 where에 관련된 정보는 진상운(2003)과 Reinhard(2004)에 지적된 바와 같이 포괄적이고, 비정형화 되어 있어 현장의 context를 도출하기에는 효과적이지 못하다.

따라서 본 연구에서는 사진의 위치 정보를 효율적으로 나타내기 위하여 통합건설정보분류체계(건교부 2001)나 유럽에서 활용되는 Uniclass(RIBA 1997) 등 기존의 정보분류체계와 IFC의 공간개념, 그리고 진상운(2003)의 연구결과에서 제시한 공간설정체계를 중심으로 공간정보관리의 유연성을 향상시킬 수 있는 공간정보 생성체계를 도입하여 사진정보관리 체계에 반영

하였다¹⁾.

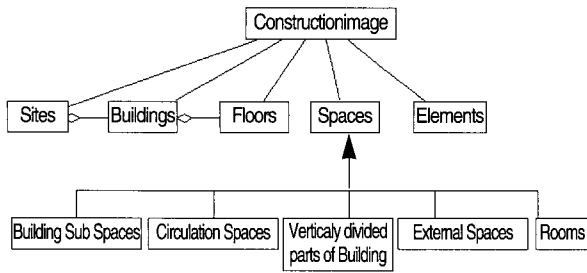


그림 6. 위치정보 설정을 위한 모델

그림 6은 현장 사진의 where 정보를 효과적으로 관리하기 위해 반영된 모델을 나타낸 것으로, 공간 및 위치 정보설정과 관련된 class diagram 부분을 보여주고 있다. 본 연구에서 도입한 공간 및 위치 정보 모델은 IFC에서 정의한 공간위계 개념을 - 즉 프로젝트는 공구(site)로 구성되어 있고, 공구는 건물(building), 그리고 건물은 각 층(floor)으로 구분되며, 층은 다시 여러 가지 공간(space)들로 구성되고, 그 공간은 여러 부위(element)로 이루어진다 - 기본으로 하였다. 그러나 모든 공간(space)이 각 층별로 구분되는 것은 아니고 - 예를 들면, 옥상 층까지 공간이 이어지는 엘리베이터 shaft 또는 2층까지 void된 메인 홀 - 부위 또한 모든 층별·공간별로 구분되는 것은 아니기 때문에 - 예를 들면, 3개 층 단위로 만들어진 철골 기둥 1절 - 각 공간을 구성하는 요소들에 대해 의무적으로 위계를 설정하지 않고, site/building/floor의 위계와 space, 그리고 element의 조합에 의해서 표 5와 같이 다양한 공간을 유연성있게 표현할 수 있도록 모델을 제안하였다.

표 5의 예시에서 “>” 는 그림 6의 Sites, Buildings, Floors의 aggregation의 위계관계를 나타내는 기호로 예를 들면, “building101>floor1”의 경우 101동(building 101)의 1층(floor1)임을 나타내고 있다. “-”는 Spaces와 Elements 객체들과 조합할 때 사용하는 표기로 활용되었으며, 이 방식은 통합건설정보분류체계(건교부 2001)와 Uniclass (Royal Institute of British Architects, 1997)의 표기법을 인용한 것이다.

표 5. 공간구성별 관련 class의 조합의 예

공간구성의 예	공간관련 class의 조합
현장전체 전경사진	site 1
1공구 기초공사	site 1 - foundation
101동 전체사진	building101
101동 10층 전체	building101 > floor10
101동 1층 슬라브	building101 > floor1-slab
101동 엘리베이터 shaft	building101 - elevator shaft
101동 10층 복도 바닥 마감공사	building101 > floor1-corridor-slab

1) 이 논문에서 제안된 위치정보 설정 모델의 범위는 건축공사에 한정되어 있다.

4.4 What

사진관리에 있어 what은 촬영대상이 되는 정보로 촬영자의 목적 및 사진정보의 사용자에게 의해 사진에 내포된 정보를 표현하기 위해 설정된다. 관련된 정보로는 노무, 장비, 자재, 부위 등과 같은 물리적 대상뿐만 아니라 공종, 공정, 품질의 상태 등이 해당된다. 예를 들면, 작업일보 작성 시 당일에 진행된 공정에 관련된 사진이나 품질검사 결과에 대한 사진 등의 경우 관련된 정보와 연계될 수 있다.

4.5 Why

현장 사진에서 why는 촬영 대상이 발생하는 근거와 이유가 해당된다. 근거와 이유는 what에서와 같이 관련 정보연계를 통해서 표현될 수 있으며, 또한 사진의 촬영 또는 사용 목적에 의한 분류도 해당된다. 사진촬영대상을 나타내는 what에 관련된 정보는 노무, 장비, 자재, 부위 등과 같이 비교적 정형화된 분류를 이용하는 것이 가능하지만, 촬영대상 발생의 근거와 이유는 어떤 종류의 정보도 될 수 있기 때문에 몇 가지로 제한하여 나타내는 것은 비합리적이다.

이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법은 사진에 대한 근거와 이유를 비형정화된 형태로 설명하는 속성을 별도로 지정하여 사용자가 직접 입력하도록 처리하는 방법과 IFC 모델에서 IfcRoot와 같이 class inheritance hierarchy의 최상위에 있는 class와 관계설정을 지정하여, 그로부터 세분화(specialized)된 다른 모든 정보 객체들과 제한 없이 연관관계를 설정할 수 있도록 하는 것이다. 이는 최상위 class의 속성정의를 통해 사진정보와 연관관계를 설정할 경우 그 속성이 모든 하위 class로 상속되기 때문에, 사진정보가 제한 없이 어떤 정보와도 연계가 가능한 개념이다.

전자의 경우는 what에 대한 정보를 처리하는 단순한 방법이지만, 관련 정보에 대한 단서나 설명에 지나지 않아 사용자가 결국 그 근거가 되는 정보를 별도로 찾아야 하는 번거로움이 발생한다.

후자의 경우는 근거가 될 수 있는 다양한 정보객체와 연관관계를 설정할 수 있지만, 그 관련된 정보가 어떤 연관관계를 가지는 지에 대한 설명이 없다면, 단순 연계만으로는 그 의미가 모호해질 수 있는 단점이 있다. 또한 사진관리 관점에서 본다면, 특정 사진에 대한 근거와 이유를 연계하기 위해서 사진관리기능 내에서 계약정보, 공정정보, 내역 등등 다른 정보를 끌어와서 연계하는 관리방법 또한 효과적이지 못하다. 오히려 이러한 mechanism은 PMIS등과 같은 통합관리체계상에서 문자위주로 정보를 표현하는데 있어서 한계가 있는 경우 이를 보충하기 위한 방법으로 활용하는 것이 더 효과적이다. 즉, 별도기능으로

분리된 사진관리 보다는 PMIS에서 각 정보와 관련된 사진을 연계하여 관리할 수 있도록 하는 방법이 보다 효과적이라고 판단된다.

4.6 How

How 정보는 why 정보와 함께 각각의 정보를 가지고 관리되는 현장사진들에서 일련의 흐름을 가진 현장상황을 도출하기 위한 중요한 정보로, 촬영대상(what)의 선·후행 관계 및 행위의 방법을 나타낸다. 이는 주로 공정정보와 관련된 사항으로 작업의 방법 및 흐름을 나타내는 정보인데, 관련 사진들의 시작일과 완료일등 시간정보, 그리고 공종과 공정 등 관련 정보의 조합에 의해 나타낼 수 있다.

5. 프로세스 Context 추출을 위한 정보체계 구축

이상 육하원칙에 의해 분석한 사진관련 필요속성은 표 6에 나타나 있으며, 이를 중심으로 그림 7과 같이 사진정보관리 모델을 개발하였다. 개발된 사진정보관리모델에서 ConstructionImage class는 건설사진을 의미하며, 표 5에 요약된 것과 같이 여러 가지 class들과의 관계를 통해 육하원칙에 의해 건설현장의 context를 도출할 수 있도록 모델에 반영하였다.

- Who : who는 Actor와의 관계를 통해 설정되는 정보로, Actor는 Company와 Manager로 세분화(specialization)

표 6. 육하원칙에 의한 사진관리 속성 및 모델 도출

육하원칙	건설 Context 정보	사진자체 정보	관련 class/attribute들
who	시공자 정보 관련업체 정보 발주자 정보 등 촬영대상 수행 업체	촬영자	ConstructionImage class의 photoDate attribute Activity의 date attributes
when	촬영 대상의 발생일 촬영 대상의 시작일 촬영 대상의 완료일	촬영일자	Sites, Buildings, Floor, Spaces와의 관계 Drawing과의 관계
where	대상에 대한 공간 정보	촬영위치	Actor와의 관계를 통해
what	공종 장비 자재 노무직종 부위 품질 상태	폴더 명 파일 이름	Work Items, Activity, Resource, Element와의 관계 그리고 ConstructionImage의 속성을 통해 설정
why	특이사항 (시공자 설명, 발주자 설명) 제약조건 (날씨, 비용, 공기 등) 계약 정보 그 외 비정형화된 정보 등	사진 분류(사용 목적별, 촬영 목적별)	ConstructionImage의 속성과 PhotoPurpose와의 관계를 통해 계약사항 등은 Work Item(공종)과 Company를 통해 관리가능
how	프로세스 공정정보 등	촬영지침	Activity, Work Item과의 관계

된다. 그리고 Company는 특정 Activity를 수행하는 업체 정보를 나타내기 위해, Manager는 해당 사진을 촬영하고 upload한 담당자의 정보를 위해 사용된다.

- When : when에 관련된 속성은 ConstructionImage class에 사진이 찍힌 날짜를 나타내는 photoDate attribute로 표현되며, Activity의 actual start date,

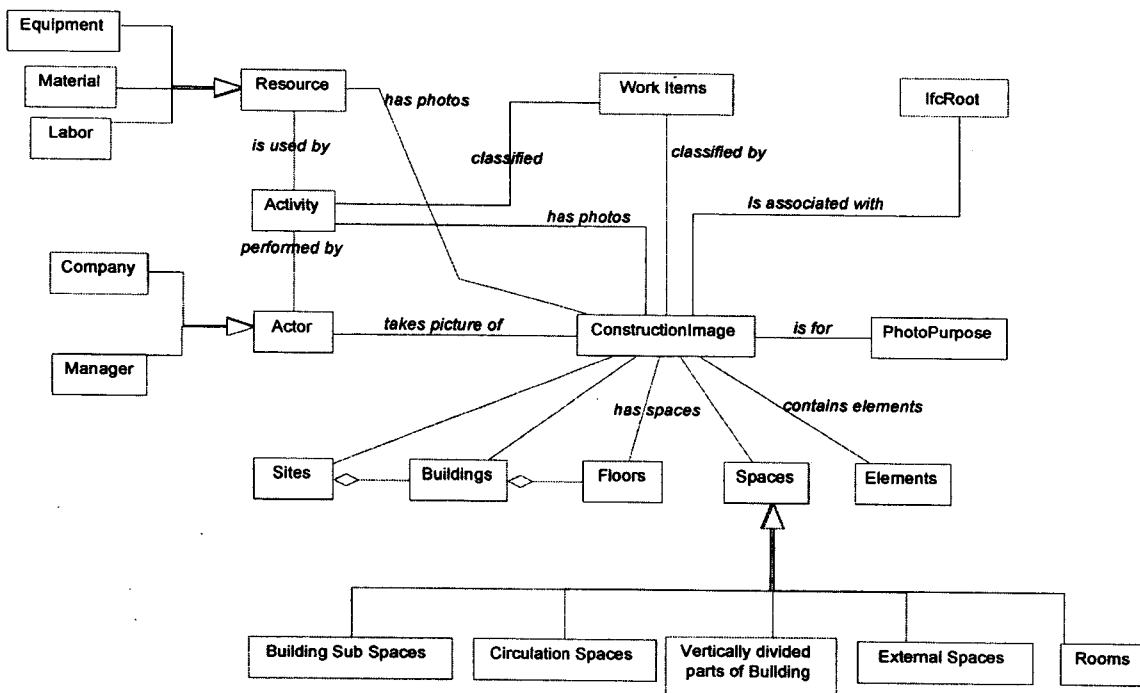


그림 7. 사진관리 정보모델

actual finish date 등의 날짜와 관련된 attribute를 통해 촬영된 사진의 진행상황을 파악할 수 있다.

- Where : where에 관련된 속성에서는 촬영대상에 대한 구체적인 공간 및 위치 정보는 앞 절에서 언급된 바와 같이 공간설정 모델을 통해, 즉, **Site, Building, Floors, Spaces, Element** 등의 class와 관계설정을 통해 표현하도록 하였다.
- What: what은 공중 분류를 나타내는 **Work Items, Activity**, 그리고 **Labor, Material, Equipment**로 세분화 되는 **Resource**, 기초, 기둥, 보, 슬래브 등 부위를 나타내는 **Elements**와의 관계를 통해 설정하도록 하였다. 사진자체에 대한 정보인 파일이름이나 폴더명 등은 **ConstructionImage**의 속성으로 나타나도록 설정하였다.
- Why: why는 촬영대상에 대한 분류 또는 촬영대상이 발생된 근거로 특이사항과 제약조건 등을 표현하기 위해서는 **ConstructionImage**의 *comments* 속성을, 그리고 촬영용도는 **PhotoPurpose class**에 의해 표현되도록 설정하였다. 이는 앞의 4.5에서 논의한 방법 중 첫 번째 방법인 사용자의 근거와 이유에 대한 직접기술에 해당되며, 두 번째 방법인 최상위 class와 연관관계를 설정을 통해 모든 하위 class와의 관계를 설정하는 개념은 **IfcRoot**를 인용하여 표기하였다. 본 연구의 모델에서 표현된 **IfcRoot**와의 관계는 generic level에서 그 개념을 나타낼 뿐이며, 이를 실제 시스템 상에서 구현하기 위해서는 구축되는 시스템에서 최상위 class를 지정하고 그 class가 **ConstructionImage**와 연관관계를 가지도록 설정해야 한다. 본 연구의 목적은 현장 사진관리체계 개발이기 때문에, 이 부분에 대한 실행은 본 연구에서 개발한 시스템에는 포함시키지 않고, 사용자의 특이사항에 대한 기술과 사진용도에 대한 분류를 통해 why에 관련된 정보를 표현할 수 있도록 시스템을 구현하였다.
- How : how는 **Work Items, Activity**, 공간정보 관련 class 등과의 관계설정을 통해 표현되도록 하였다. 즉, 각각의 작업을 촬영한 사진의 경우, 각 작업의 순서를 통해 각 사진의 선·후행 관계가 설정될 수 있으며, 동일한 작업을 촬영한 일련의 사진들에 대해서는 앞서 설명한 when 속성인 *actual start date, actual finish date* 등의 날짜와 관련된 속성을 통해 **ConstructionImage**와 **Activity**의

관계를 정의할 수 있게 함으로써, 일련의 흐름과 그에 대한 방법을 도출할 수 있도록 하였다.

6. Construction Image Management System II 개발

본 연구에서는 육하원칙에 의해 도출된 건설사진정보모델을 검증하고, 그 활용방안을 제시하기 위하여 건설현장 이미지 관리 시스템 II (Construction Image Management System II, 이하 CIMS II)를 개발 하였다. 비록 모델 자체는 사진을 중심으로 한 관련정보 연계와 PMIS에서 정보관리 내에서 관련 사진정보연계라는 두 가지 방향성을 모두 가지고 있지만 본 연구에서는 전자인 사진관리를 중심으로 한 관련정보 연계에 초점을 두고 시스템을 개발하였으며, 시스템 개발과정에서는 현장 실무자와 인터뷰를 통해 현장사진관리에 있어서 사용자 관점에서의 요구사항을 분석하고 이를 시스템 개발에 반영하였다.

6.1 현장 실무자 인터뷰를 통한 시스템 요구사항 분석

육하원칙에 의해 제안된 건설사진 정보모델을 기반으로 실제 현장에서 수집되는 현장사진에서 context 정보를 도출하고, 사진관리 업무 및 활용도를 높이기 위하여 현장 실무자를 대상으로 사진관리 시스템에서 요구되는 사항을 인터뷰를 통해 수집·분석하여 시스템 개발에 반영하였다.

총 5인의 현장 실무자들과 자문회의를 통해 도출된 요구사항은 크게 3가지로 현장사진관리 업무의 효율화를 위한 기능, 사진 정보의 공유 및 사용의 편리성을 높이기 위한 기능, 그리고 사진 정보를 활용한 의사소통을 지원하기 위한 기능으로 요약될 수 있으며, 이를 반영한 CIMS II의 기능은 그림 8과 같다.

그림 8에 나타난 바와 같이 CIMS II의 기능은 크게 5가지로, 첫째 사진 정보관리 기능은 현장에서 촬영된 사진을 관리하기 위한 기능으로 업로드·수정 및 삭제·검색·사진의 다운로드·사진 출력 기능을 가진다. 둘째, 프로젝트 속성 관리는 현장 사진의 context를 추출하기 위한 기반 정보인 공중·공정·위치·사진의 용도 정보를 관리하기 위한 기능으로 여기서 생성된 정보는 사진 정보관리의 검색 기능을 하기 위한 기반이 된다. 셋째, 업체관리 기능은 공중별로 관련업체를 관리하기 위한 기능으로 각 업체별 공중 및 공정 정보와의 연계에 필요한 정보를 생성한다. 넷째, 사용자 관리 기능은 건설사진정보모델의 Actor와 관련된 속성을 정의하는 것으로 CIMS II에서는 현장 실무자의 요구사항을 반영하여 각 사용자의 권한을 설정할 수 있도록 구현하였다. 다섯째, 의사소통 지원 기능은 CIMS II에 의해 관리되는 사진 정보를 이용하여 건설회사, 협력업체, 발주자, 감리

등 관련 주체들 간에 communication을 지원하기 위해 구현된 기능이다.

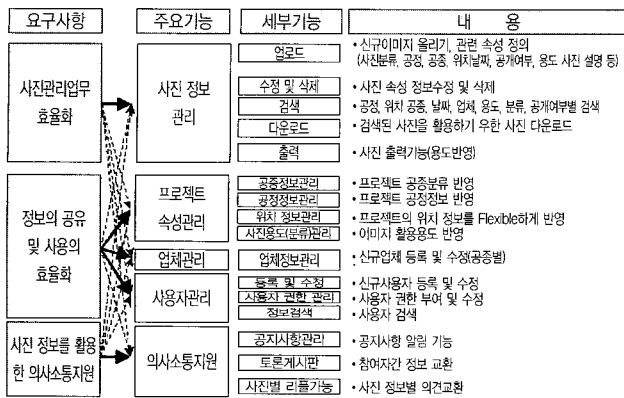


그림 8. CIMS II의 기능

6.2 시스템 개발

CIMS II는 위에서 도출한 기능을 중심으로 그림 9와 같은 구조로 Windows 2000 Sever OS 환경 하에서 ASP .Net과 Microsoft SQL Sever 2000을 이용하여, 사용자의 요구사항과 육하원칙에 의한 현장사진정보모델을 반영하여 구축하였으며, 시스템 architecture는 그림 9에 나타나 있으며, CIMS II에서 어떻게 현장사진정보모델이 구현되었는가를 주요 기능을 통해 살펴보면 다음과 같다.

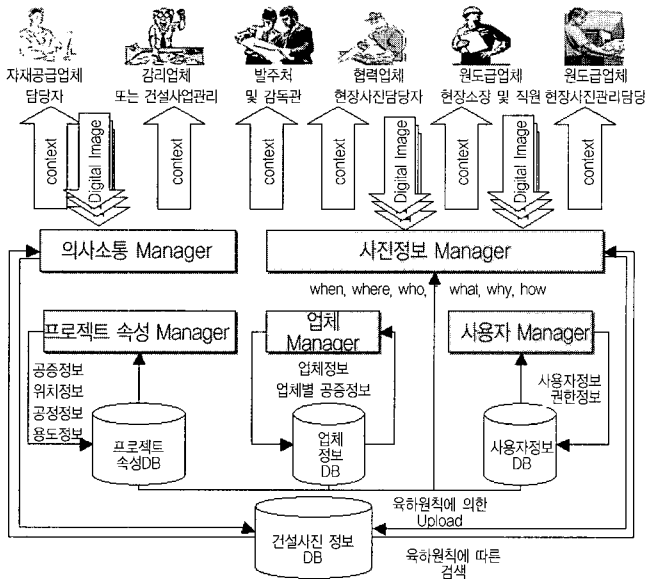


그림 9. CIMS II의 architecture

1) 이미지 업로드 (Image Upload)

그림 10은 현장 이미지를 업로드 하는 부분으로 그림에 나타난 바와 같이 CIMS II의 이미지 업로드 기능은 사용자 로그인 후 (who : 사용자 권한에 따른) 업로드 권한이 있는 경우에 한해

가능하다. 업로드 되는 사진은 사진의 공개여부, 관청 제출 여부 및 사진의 분류(why: 사진의 용도)를 반영하고, 사진의 분류에 따라 크게 공정(작업)에 관련된 이미지와 현장전경, 품질, 안전, 환경, 기타에 따라 다른 속성정의가 가능하도록 화면을 구성하였다.

그림 11과 12는 각각 공정 이미지의 속성을 정의하는 화면과 다른 용도의 이미지 속성을 정의하는 화면을 나타낸 것이다. 그림 10에 나타난 바와 같이 CIMS II에서 공정 이미지를 정의하는 화면은 해당공정(what)과 관련된 일련의 사진을 촬영 날짜(when)뿐만 아니라, 상태인 시작·진행·완료를 나타낼 수 있기 때문에 how에 대한 정보를 연계할 수 있으며, 작성자와 작성자의 업체 정보(who) 및 특이사항(why)을 관리함으로써 해당 사진 뿐만 아니라 관련 사진 pool에 대한 검색 등을 통해 일련의 context가 추출될 수 있도록 개발되었다.

그리고 현장에서 수집된 이미지 정보를 보다 효과적으로 저장하고 또한 검색 및 재활용을 위하여, 위의 속성정의 화면에 나타난 공정과 공종(what) 정보를 쉽게 정의하기 위해 시스템(프로젝트 속성) 관리 기능에 이를 관리할 수 있는 기능을 두고, 그림 13 및 14와 같이 팝업 창을 통해 사용자 쉽게 이를 반영할 수 있게 하였으며, 4장의 공간 생성 모델을 반영하여 그림 15와 같이 위치정보(when)를 유연성 있게 그러나 구체적으로 명시할 수 있도록 시스템을 개발하였다.

2) 이미지 검색

그림 16은 이미지 검색의 메인 화면을 나타낸 것으로, 앞서 이미지 업로드에서 언급했듯이 이미지 정보를 나타내기 위해 이미지 업로드 과정에서 지정하였던 속성을 검색과정에서 활용할 수 있도록 개발하였다. 또한 사용자의 communication 기능을 향상시키기 위하여, 가장 최근의 현장 전경 사진을 먼저 보여주도록 디자인되어 있다.

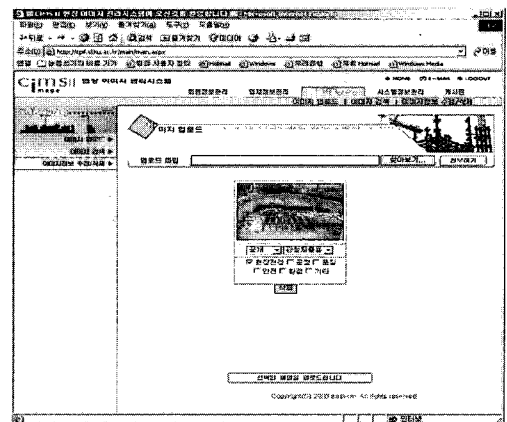


그림 10. 현장이미지의 업로드 화면

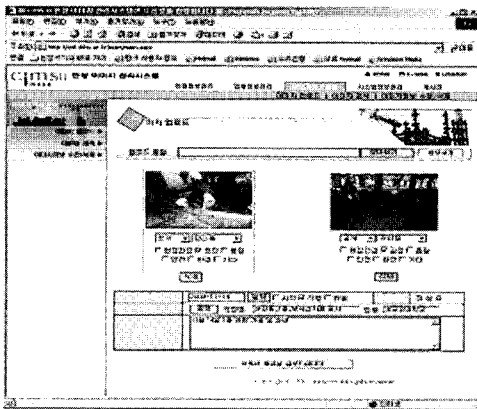


그림 11. 공정 이미지 속성정의 화면

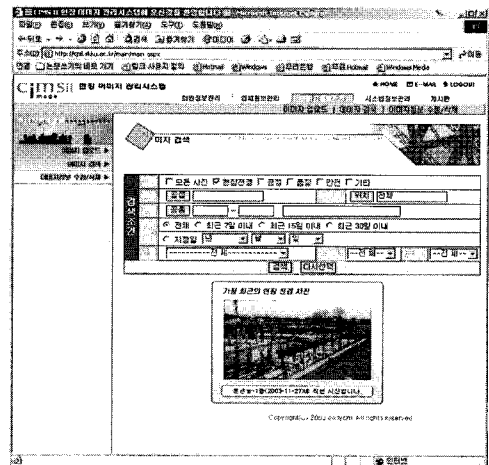


그림 16. 이미지 검색 메인 화면

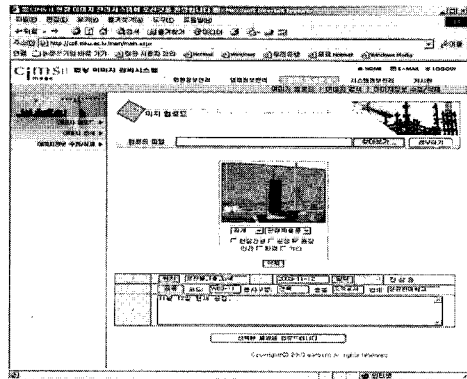


그림 12. 품질 등의 이미지 속성정의 화면

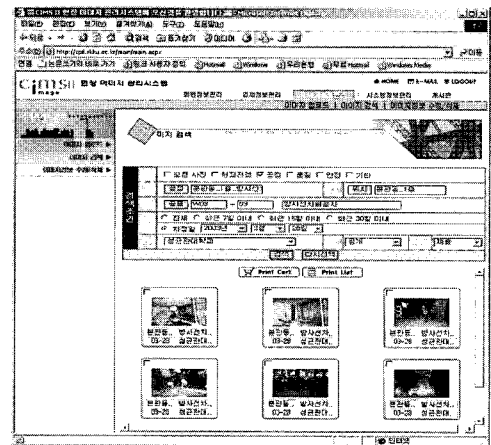


그림 17. 이미지 검색 화면의 예

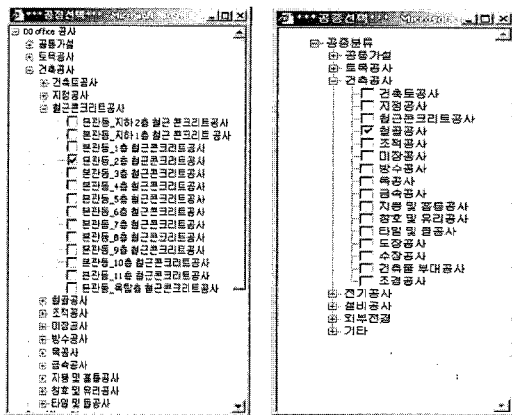


그림 13. 공정선택 Pop-up 창 그림 14. 공종선택 Pop-up창

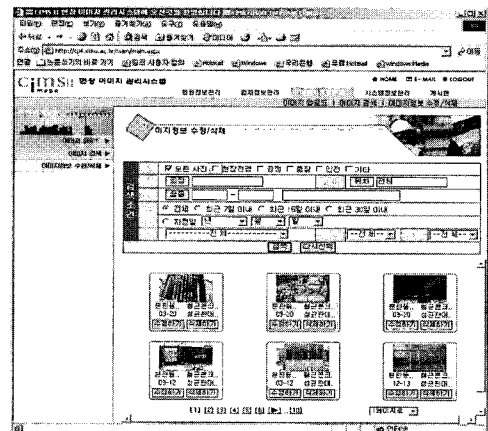


그림 18. 이미지정보 수정/삭제 화면

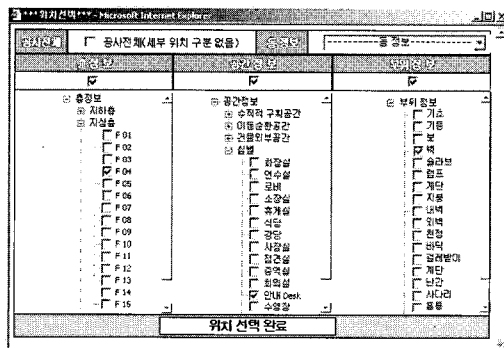


그림 15. 위치 선택 Pop-up 창

그림 17은 검색 기능을 통해 검색된 화면의 예(3월 28일 방사선 차폐공사 공정)를 나타낸 것으로 그림에 나타난 바와 같이 사진의 기능별 분류, 공정, 공종, 위치, 날짜, 업체, 공개여부, 제출 여부 등을 통해 검색을 할 수 있고, 이를 통하여 검색된 일련의 사진을 통해 단순히 하나의 사진이 아니라 관련된 사진들의 흐름을 파악함으로써 context (해당 공정의 작업 내용 및 순서 등)

파악이 가능하도록 하였으며, 또한 해당 이미지를 활용하기 위해 print cart 기능과 print list 기능을 통해 이미지를 출력, 다룬 받을 수 있도록 구현하였다.

3) 이미지 속성의 수정 및 삭제

이미지 속성의 수정 및 삭제는 서버에 저장된 이미지를 사용자의 권한에 따라 그 속성을 수정하거나 삭제할 수 있는 기능으로, 그림 18과 같이 개발되었다. 이미지 검색과 같이 각 이미지의 속성별로 검색이 가능하도록 하여, 단순히 하나의 이미지 파일을 통한 수정 및 삭제가 아니라 일련의 관련 사진을 통해 context에 맞게 수정 및 삭제가 가능하도록 하였다.

7. 결론

본 연구에서는 건설 현장에서 수집된 디지털 이미지를 효과적으로 축적·관리함으로써 현장 프로세스에 대한 기술, 지식, 교훈 등의 context를 추출할 수 있는 정보관리 체계를 개발하는 것을 목적으로, 사진관리에 관한 문헌 고찰 및 국내·외의 사진 촬영 현황을 분석하고, 사진관리를 위한 속성을 도출하였으며, 이를 육하원칙 관점에서 현장사진을 효과적으로 관리하기 위한 속성을 도출하고 건설현장사진관리를 위한 정보모델을 제안하였다. 또한 제안한 모델을 검증하고, 모델의 활용방안을 제시하기 위하여 CIMS II를 개발하였다.

본 연구의 결과는 육하원칙에 의해 현장 상황에 대한 프로세스와 배경, 이유 등을 구체적으로 담을 수 있는 체계를 개발함으로써 비정형화된 정보 중의 하나인 현장사진관리를 위한 필요정보 속성을 도출하고, 정보체계를 개발했다는 점에서 그 의의가 있다.

제안된 모델과 시스템은 그림 19과 같이 독자적인 사진관리

시스템, 또는 PMIS 중 사진관리를 위한 component로 응용이 가능할 것으로 기대되며, 이를 통해 수집된 사진 정보는 프로젝트의 효과적 관리뿐만 아니라, 회사내부 재교육용 등에 활용 가능한 체계를 가짐으로써 지식기반구축에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 건설교통부, '통합건설정보분류체계적용기준', 건설교통부장관 공고 2001-230호, 2001년 8월 27일 (관보 제14886호)
2. 류광 역, 'Professional ADO 2.5 RDS Programming with ASP3.0', 정보문화사, 2000년 7월
3. 박민호 역, 'Microsoft SQL Server 2000 Programming', 정보문화사, 2001년 3월
4. 일본CALS협회, <http://www.offer.ne.jp/cals/index.html> (2003년 4월)
5. BUREAU OF ENGINEERING, B. O. E. Master Specification section 01322, 2001.01.07 http://eng.lacity.org/techdocs/boe_master_specs/div01gr/GR_Section_01322.pdf, (2003년 5월)
6. 윤수원, 진상운, 김예상, '건설현장사진의 프로세스 Context 추출을 위한 정보체계 연구', 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 제 23권 제 1호, 2003년 4월
7. 정동원 역, 'Professional Active Server Page 3.0', 정보문화사, 2000년 6월
8. 진상운, 김재준, Liu, L.Y., '정보화 기술을 이용한 멀티미디어 건설현장 정보관리 시스템 개발', 대한건축학회논문집, 15권 4호, 1999년 4월호

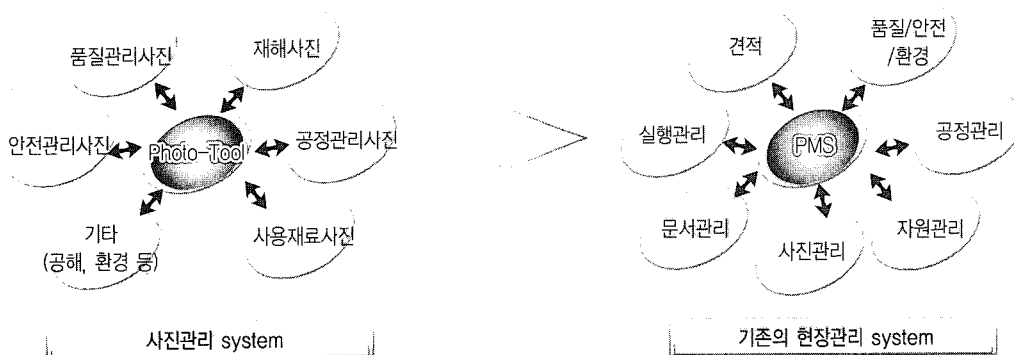


그림 19. 사진관리 시스템의 component화

9. 진상윤, 신태홍, 신동우, '건설현장지식 수집을 위한 인터넷 기반의 이미지관리 시스템 개발', 한국건설관리학회논문집, 2권, 2001년
10. 최현호 역, 'Professional ASP Data Access', 정보문화사, 2001년 4월
11. Jorge Abeid and David Ariditi, "Linked Time-Lapse Digital Photography and Dynamic Scheduling of Construction Operation", Journal of Computing In Civil Engineering, October 2002..
12. Fowler, M., and Scott, K. 'UNL Distilled', Addison Wesley Longman, Inc. 1997년
13. J. Reinhardt, B. Akinci, J. H. Garrett Jr. "Navigational Models for Computer Supported Project Management Tasks on Construction Sites," ASCE Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 18, No. 4, pp. 281-290 Oct. 2004
14. Stumpf, A., Liu, L.Y., Kim, C.S., Chin, S. 'Delivery and Test of the Digital Hardhat System at U.S. Army Corps of Engineers Fort Worth District Office', US Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratories, USACERL ADP Report 99/16, December 1998
15. IAI, International Alliances for Interoperability, <http://www.iai-international.org> (2002년 8월)
16. RIBA, 'Uniclass: Unified Classification for the Construction Industry', Royal Institute of British Architects, 1997

Abstract

Although construction site photos contain important as-built information, technique and knowledge, there has been lack of frameworks to store and manage construction site photos efficiently and effectively. The problems in site photo management are getting increasingly serious, as digital cameras are adapted as collection tools of site photos.

This research suggests an information framework(named CIIM: Construction Image Information Model) to manage and share construction information based on 5W1H in order to derive construction context, which includes technologies, lessons-learned and knowledge, from construction site photos, and a site photo management system named CIMS II (Construction Image information Management system II) was developed to verify the model. It is expected that the results of this research that are an information framework and an system could help more effective classification, management, search and derivation of context in a construction project

Keywords : Photo, Knowledge, Context, Information Management System, Component