

교량 구조계산서 XML 문서변환 및 3차원 모델에서의 문서정보 검색

XML Translation of Structural Calculation Document and Information Retrieval in 3-D View of Bridge Information Model

김 봉 근* · 박 상 일** · 김 세 진*** · 엄 인 수**** · 이 상 호*****

Kim, Bong-Geun · Park, Ang Il · Kim, Se-Jin · Eom, In-Soo · Lee, Sang-Ho

요 약

본 논문은 엔지니어링 문서정보를 준구조화된 XML 문서로 변환하고 이를 3차원 교량 모델과 연계하는 방법을 제시한다. 이를 위해 먼저 구조계산서의 세부 목차에 따른 문서구조를 추출하는 기법을 이용하여 3차원 교량모델을 구성하는 각 부재와 매핑되는 구조계산서 문서의 일부를 프로그램 상에서 자동으로 추출하기 위한 모듈을 개발하였다. 또한 3차원 교량모델의 정보를 운영하기 위해 IFC 기반의 교량정보모델을 개발하였다. 개발된 정보모델은 교량요소들의 논리적 구성체계를 공간적 요소, 물리적 요소 및 그룹 요소 별로 표현할 수 있도록 지원한다. 이와 같이 개발된 기술을 이용하여 3차원 교량모델 뷰어에서 구조계산서의 정보를 검색하기 위한 시범 툴을 개발하였으며, 4개의 단위 교량으로 구성된 복합형식의 교량에 대한 3차원 모델을 구축하고 각 교량에 대한 구조계산서 또한 XML 문서로 변환하였다. 이와 같이 구축된 두 정보체계에서 사용자가 선택한 임의의 구성요소에 관한 세부 문서정보의 조회가 가능함을 보임으로써 제시된 방법의 적합성을 검증하였다.

keywords : 교량, 구조계산서, 3차원 모델, XML, IFC

1. 서 론

건설분야의 CIC(Computer Integrated Construction) 개념 정립에 큰 영향을 미친 제조산업의 CIM(Computer Integrated Manufacturing) 개념은 제품생애주기관리(PLM: Product lifecycle management)를 위한 다양한 기술개발에 응용되어 왔으며, 현재 상용화된 PLM 제품들이 양산되는 체계에 까지 이르렀다. 부품이나 단위제품에 따른 OEM방식의 업무가 정착된 제조업은 규격서와 같은 문서들이 세분화된 제품분류체계에 따라 잘 매핑되어 생산되는 반면, 건설업은 하나의 구조물을 대상으로 다양한 전문화된 업무가 동시에 진행되기 때문에 문서의 생산단위 또한 구조계산서 및 수리계산서와 같이 각 업무영역에 맞추어져 있다. 이러한 문서단위를 3차원 모델과 매핑하기 위해서는 문서의 단위를 보다 세분화하고 이를 3차원 모델의 해당 구성요소와 연계하는 정보를 입력하는 수작업을 필요로 하게 된다. 특히, 이때에 교량을 구성하는 하나의 구성요소에 대한 정보가 문서 내 여러 구역에 존재하는 경우와 문서 내의 어떤 한 구역이 3차원 모델의 여러

* 정회원 · 연세대학교 토목환경공학과 전문연구원 bgkim@csem.yonsei.ac.kr

** 학생회원 · 연세대학교 토목환경공학과 박사과정 si@csem.yonsei.ac.kr

*** 포스코건설 토목기술그룹 과장 sejin@poscoenc.com

**** 포스코건설 토목기술그룹 차장 iseom@poscoenc.com

***** 정회원 · 연세대학교 토목환경공학과 교수 lee@yonsei.ac.kr

구성요소에 매핑되는 경우를 모두 고려하면서 3차원 모델과 문서정보를 연계하는 작업은 시간소비적인 요소가 많다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 극복하기 위해 문서정보를 준구조화된 형태로 변형하고 3차원 교량 모델의 구성요소와 매핑되는 문서 내 특정 구역을 일괄적으로 찾아 사용자에게 제공하는 기법을 제시한다.

2. 3차원 교량 구성요소와 문서 내 세부 구역정보의 연계 방법

ISO 12006-2(ISO TC59/SC13, 2002)는 건설정보학과 관련된 여러 전문가들의 경험과 지식을 바탕으로 개발된 표준으로서 건설정보분류에 관한 기본 틀을 제시한다. ISO 12006-2에 의하면 건설객체는 자원, 프로세스 및 건설요소로 구분되며, 건설요소는 건설 프로세스와 매핑된다. 건설요소는 공간 또는 물체로 표현되는 물리적으로 존재하는 유일한 요소인 반면 프로세스는 각 전문영역에 걸쳐 다양하게 나타난다. 이에 따라 물리적으로 존재하는 유일한 요소를 추상화된 객체로 정의하고 여기에 각 프로세스와 결부된 여러 속성을 연계함으로써 통합된 정보환경을 구축하는 것이 가능하다.

교량을 대상으로 이러한 개념을 정형화하면 $BI = \cup \{L, U, RL\}$ 로 나타낼 수 있다. 여기서, BI 는 교량정보를 의미하고, L 은 교량을 구성하는 요소들의 추상화된 객체들의 집합, U 는 교량의 구성요소에 매핑되는 속성정보, 그리고 RL 은 속성과 교량의 구성요소간의 매핑정보를 관리하는 연결자이다. 3차원 교량모델정보의 집합을 BI_M , 구조계산서 문서정보의 집합을 BI_D 라 하면, $BI_M = \cup \{L, U_m, RL_m\}$ 및 $BI_D = \cup \{L, U_d, RL_d\}$ 로 각각 나타낼 수 있으며, 이때에 그림 1에 나타낸 바와 같이 두 집합의 교집합의 정보항목인 교량구성요소(L)를 이용하여 교량모델 뷰어를 통해 구조계산서의 관련 정보를 찾을 수 있다. 교량구성요소를 통해 정보를 찾기 위해서 본 연구에서는 교량모델에 부여되는 고유의 이름정보와 구조계산서의 이름정보를 같도록 각각의 정보체계를 구축하며, 이는 도면에 표기되는 구성요소의 이름과 구조계산서에 표기되는 구성요소의 이름이 같도록 하는 기존 설계도서 작성의 기본 방침과 그 맥락을 같이 한다.

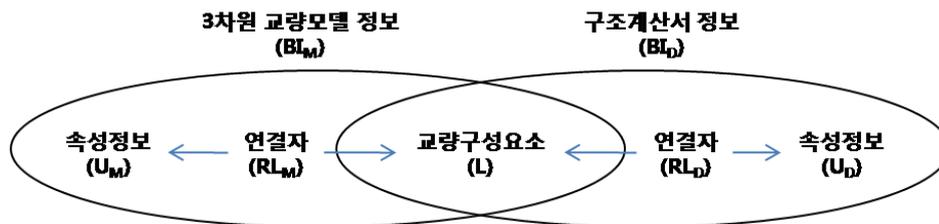


그림 1 3차원 교량모델과 구조계산서 정보 매핑의 기본 개념

3. XML 문서변환 및 IFC 기반 교량정보모델링

본 연구에서는 구조계산서를 준구조화된 XML 문서로 변형하기 위해 Kim *et al.* (2010)이 개발한 구조계산서의 문서구조 추출기법을 이용한다. 이 기법은 텍스트 문서로부터 문서작성자가 입력한 머리기호를 이용하여 문서의 세부 제목을 추출하고 머리기호의 분류에 따라 계층을 정의하여 문서의 트리구조를 구축하는 과정으로 진행되며, 각 회사마다 그리고 문서의 작성자마다 다르게 사용하는 머리기호에 상관없이 문서의 세부제목에 따른 트리노드를 구성하는 방법을 제공한다. 그림 2는 본 연구에서 사용하는 문서구조 추출기법을 이용하여 구조계산서의 텍스트 정보를 XML 문서로 변환한 사례를 나타낸다.

교량을 대상으로 한 정보모델의 개발은 크게 ISO 10303 (STEP)의 자원을 활용한 방법(Lee and Jeong, 2006)과 건축분야에서 먼저 개발된 IFC(Industry Foundation Classes)의 자원을 활용한 방법(Arthaud and Lebegue, 2007)으로 구분된다. 본 연구에서는 현재 건축구조물분야의 설계에 사용되는 여러 CAD 시스템에서 지원하는 IFC 기반의 교량정보모델을 활용하였으며, 기존 모델(Arthaud and Lebegue, 2007)보다 교량의 구성요소들의 조합관계를 보다 체계적으로 표현할 수 있도록 Kim(2010)에 의해 확장된 IFC 기반 교량정보 모델을 활용하였다. 정보모델링 툴의 개발방법론은 기존의 연구결과(이상호 등, 2005)를 활용하였다. 그림 3의 좌측 트리구조에서 표현된 바와 같이 전체 교량에 걸쳐 뻗어있는 거더를 다시 각 경간별로 구분할 수 있었으며, 이는 기존의 IFC 기반 교량정보모델이 가지는 경간구분의 한계를 극복한 하나의 사례를 나타낸다.

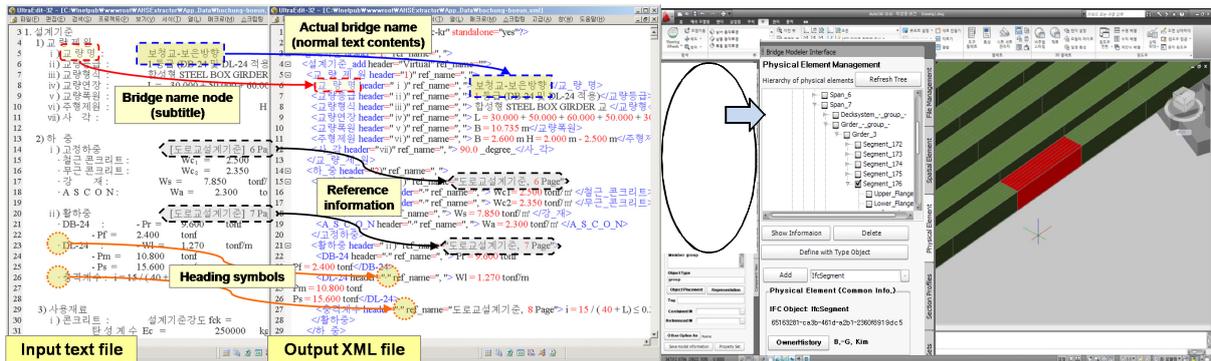


그림 2 구조계산서의 XML 문서변환의 예 (Kim et al., 2010) 그림 3 특정 경간 내의 강 거더 세그먼트 식별의 예

3. 시범 시스템의 구현 및 검증

본 연구에서 제시된 방법을 검증하기 위해 강 박스 거더교를 시범 대상으로 3차원 모델을 구축하였다. 시범 교량은 기존 강박스 교량을 확장하기 위해 설계된 교량으로서, 4개의 하위 단위 교량시스템으로 구분되며, 각 단위 교량에는 횡방향으로 확장된 교량구간으로 다시 세분화된다. 또한, 대상 교량의 설계를 위해 작성된 상부 구조계산서 4개 및 하부 구조계산서 20개를 XML 문서로 변환하였다. 그림 4는 확장구간의 교량에 포함된 거더의 첫 번째 세그먼트를 식별한 것으로서, 그림 4의 좌측의 문서검색 창의 상단은 확장구간의 구조계산서에서 해당 세그먼트와 관련된 세부 제목의 목록을 나타내며, 이들 중 사용자가 선택한 세부 제목에 포함된 내용은 그 하단에 나타난다. 그림 4의 사례에서는 3차원 모델에서 입력되지 않은 합성전 및 합성후에 대한 정보를 나타낸다.

4. 결론

본 연구에서는 비구조화된 구조계산서의 텍스트 정보를 문서의 세부 제목에 따라 준구조화된 XML 문서로 변환하고, 이를 3차원 교량 모델에서 사용자가 원하는 구성요소에 대한 문서정보를 일괄적으로 추출하여 제공하는 기법을 개발하였다. 두 정보체계를 상호 연계시키기 위해 본 연구에서는 통일된 교량 구성요소에 대한 고유이름을 사용하였으며, 이를 통해 교량의 여러 구성요소와 문서 내의 여러 구역을 효율적으로 매핑시킬 수 있음을 시범 시스템을 통해 검증하였다. 본 연구에서 대상으로 하는 문서의 정보가 텍스트 정보에 한정되어 있으나, 문서 내에 포함된 개념적인 그림과 표의 양식을 처리하는 문제는 문서작성 프로그램 개발

사에서 제공하는 응용프로그래밍인터페이스(API)를 사용한 후속 연구를 통해 개선될 수 있을 것이다.

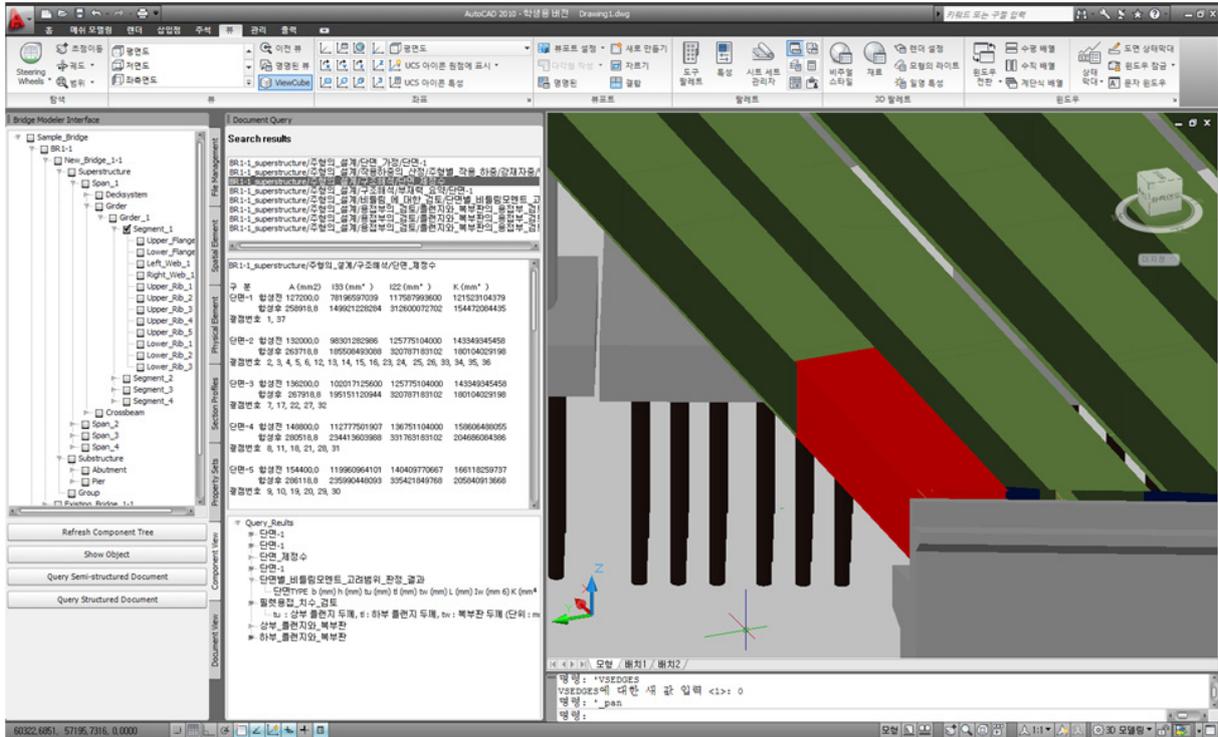


그림 4 주형의 세그먼트에 대한 구조계산서 문서정보 검색 사례

감사의 글

본 연구는 포스코건설의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 중소기업청의 2010년도 예비 기술창업자 육성 사업의 부분적인 지원을 받았음.

참고문헌

이상호, 정연석, 김봉근 (2005) ACIS 솔리드 모델러 기반의 CAD 시스템을 이용한 강교량 정보의 공유체계, **대한토목학회 논문집**, 25(4A), pp.677~687.

Arthaud, G. and Lebegue, E. (2007) IFC-Bridge V2 data model-*Edition R7*, IAI.

ISO TC59/SC13 (2002) *ISO 12006-2: 2001, Building construction - Organization of information about construction works - Part 2: Framework for classification of information*, International Organization for Standardization.

Kim, B.-G., Park, S., I., Kim, H.-J., and Lee, S.-H. (2010) Automatic extraction of apparent semantic structure from text contents of a structural calculation document, *Journal of Computing in Civil Engineering*, (in print).

Kim, B.-G. (2010) *Integration of a 3-D bridge model and structured information of engineering documents*, Ph. D. dissertation, Yonsei University, Seoul, Korea.

Lee, S.-H. and Jeong, Y.-S. (2006) A system integration framework through development of ISO 10303-based product model for steel bridges, *Automation in Construction*, 15(2), pp.212~228.