

솔리드 객체의 도심을 이용한 트러스교 모델의 부재별 고유번호 부여 방법

A method for naming of members in a truss-bridge model by using the centroid information of solid objects

박 준 원* · 김 봉 근** · 이 상 호***

Park, Junwon · Kim, Bong-Geun · Lee, Sang-Ho

요 약

본 논문은 교량의 안전진단을 위한 각 부재의 명명체계에 따라 직선형 교량모델의 각 부재에 대한 솔리드 객체의 고유번호를 일괄적으로 부여하기 위한 방법론을 제시한다. 개발된 방법론은 크게 3 단계의 프로세스로 이루어진다. 먼저, 부재의 종류별로 구분된 레이어로부터 각 부재에 대한 솔리드 객체의 도심을 추출하고, 이를 시점과 종점으로 이루어진 교축방향으로 축으로 한 국부좌표계에 대해 변환한다. 이후 교축방향으로 정렬되는 객체를 식별하여 그룹핑하고 이를 교축 및 교축의 직각방향으로 순서로 정렬한다. 마지막으로 각 그룹 내 세그먼트들을 교축방향으로 정렬한다. 개발된 방법론에 따른 시범 응용모듈을 개발하였으며, 트러스 구조와 서로 다른 모델 좌표계를 가진 시범 교량모델을 대상으로 추출된 그룹의 개수와 각 객체의 명칭을 원래의 모델과 비교하여 그 적용성을 검토하였다.

keywords : 교량모델, 안전진단, 솔리드 객체, 고유번호

1. 서 론

3차원 기반의 모델을 활용하여 시설물의 생애주기에 관한 정보를 효율적으로 관리하기 위해서는 각 객체들이 생애주기 상에서 일관성 있게 식별되어야 한다. 이러한 요구를 충족시키기 위하여 가장 우선적으로 고려되어야 할 요소는 부재들의 고유번호에 대한 속성정의이다. 객체들의 정확한 명칭부여는 구조계산서와 같은 다양한 엔지니어링 문서정보 및 도면정보와 연계하여 구조물을 체계적으로 관리할 수 있는 기반이 된다. 그러나 현재의 3차원 객체에 대한 명칭부여 방식은 설계자에 의하여 수작업으로 이루어지기 때문에 명칭의 결정 및 부여 시에 중복 또는 누락 등의 오류가 발생할 수 있다. 본 연구는 3차원 교량모델을 교량의 긴 공용기간 동안 수행하는 안전진단 및 유지관리 업무에 지속적으로 활용하기 위한 연구(이상호 등, 2010)의 일환으로 수행되었으며, 본 논문에서는 직선형 교량모델의 각 부재에 대한 3차원 객체의 고유번호를 교량의 안전진단을 위한 명명체계에 따라 일괄적으로 부여하기 위한 방법론을 제시한다.

3차원 모델의 명칭부여에 관한 연구는 기계분야에서 활발하게 진행되어져 왔다. 기계분야에서 정리된 솔리드 객체의 고유 명칭부여에 관한 문제는 크게 명명법에 대한 문제와 이름 매칭에 대한 문제로 구분된다

* 정회원 · 연세대학교 토목환경공학과 석사 jw@csem.yonsei.ac.kr

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

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

(Verady 등, 1990). 명명법에 대한 문제는 모델의 생성과정에서 발생하는 문제이며, 이름 매칭은 모델의 수정 과정에서 발생하는 문제를 의미한다. 본 연구는 완성된 교량모델을 대상으로 각 객체의 고유이름을 일괄적으로 부여하는 것을 목표로 하기 때문에 앞서 설명된 두 가지 문제 중 객체의 명명법에 대한 문제를 연구범위로 한다.

2. 교량모델의 부재 객체별 고유번호 부여 방법

기계분야의 객체별 고유번호 부여를 위한 연구는 피처기반(feature-based) 파트모델링 과정에서 발생하는 문제점을 해결하기 위한 것들이 주를 이루었다. 이는 본 연구에서 수행하고자 하는 완성된 교량모델을 대상으로 고유명칭을 일괄적으로 부여하기 위해 해결해야하는 문제와는 다르다. 그러나 명명법에 요구되는 기본 정보가 위상정보를 활용하는 기본 명칭에 대한 정보와 동일한 위상 안에서 각 객체를 구분하기 위한 정보로 구분할 수 있는 점은 크게 다르지 않다. 본 연구에서는 각 객체가 의미하는 부재의 종류를 기본 명칭에 대한 위상정보로 활용하였으며, 동일한 부재종류 내에서 각 객체별 고유번호를 부여하기 위해 OSI(Object Space Information)개념(문두환과 한순홍, 2006)을 이용하였다. 문두환과 한순홍(2006)이 제시한 OSI는 동일한 기본 명칭을 가지는 객체의 총수와 해당 객체의 순서정보의 2가지로 구성된 특성집합이다. 그러나 한국시설안전공단(2009)의 교량 부재별 명칭부여 방식을 적용하기 위해 본 연구에서는 교량의 교축방향과 교축의 직각방향에 대한 순서정보를 고려하여 다음 식 (1) 같은 부재의 객체특성집합(MF)을 정의하였다.

$$MF_i = [G(i), Order1(G(i)), Order2(G(i)), Order3(G(i), i), Spot1(i), Spot2(i)] \quad (1)$$

여기서, MF_i는 i번째 객체의 객체특성집합을 의미하며, G(i)는 i번째 객체가 속한 그룹의 ID, Order1(G(i))는 G(i)의 교축직각방향에 대한 순서정보, Order2(G(i))는 G(i)의 교축방향에 대한 순서정보, Order3(G(i), i)는 G(i)내에서의 i의 순서정보, Spot1(i)는 i번째 객체가 포함되는 경간의 시작 지점, 그리고 Spot2(i)는 i번째 객체가 포함되는 경간의 끝 지점을 의미한다.

상기한 부재의 객체특성집합을 이용하여 고유번호를 부여하기 위한 프로세스를 그림 1에 나타내었다. 그림 1에 나타낸 바와 같이 고유번호 부여 단계는 크게 3단계로 구분하였다. 먼저 완성된 교량모델을 부재종류에 따라 레이어로 구분한다. 이후, 부재종류별로 구분된 레이어로부터 각 부재에 대한 3D 객체의 도심을 추출하고, 이를 사용자에게 의해 정의된 시점과 종점으로 이루어진 교축방향을 축으로 한 국부좌표계로 변환한다. 두 번째 단계는 특성집합의 정보를 산정하는 단계로서 교축방향으로 연속된 객체들을 그룹핑하고, 식별된 그룹의 교축방향과 교축의 직각방향에 대한 순서 및 그룹 내 각 객체의 순서를 정렬한다. 마지막 명명단계에서는 두 번째 과정을 통해 구축된 객체특성집합과 부재종류를 식별하는 위상정보를 이용하여 각 객체의 고유번호를 부여한다. 본 연구에서는 고유번호를 한국시설안전공단(2009)의 명명체계에 따라 생성하였다.

3. 시범교량에 대한 구현 및 검증

본 연구에서 제시한 방법론의 적용성을 검토하기 위해 AutoCAD 2010 환경과 .NET 프레임워크를 이용한 응용모듈을 개발하였다. 개발된 모듈은 그림 2에 나타낸 바와 같은 성수대교의 일부구간에 대한 3차원 트러스교 모델을 이용하여 해당 모델의 각 부재별 그룹의 추출 수와 일괄 부여된 고유번호에 대하여 그 정확성을 검토하였다. 또한, 모델 좌표계가 다른 그림 3의 (a)와 (b)에 나타낸 거더교 형식의 시범 교량모델의 적용

을 통해 본 연구에서 개발된 방법론이 서로 다른 모델 좌표계를 가지는 교량모델에서도 적용이 가능함을 확인하였다. 트러스 교량과 거더교 형식의 교량모델을 대상으로 실험한 결과는 표 1에 정리하였다.

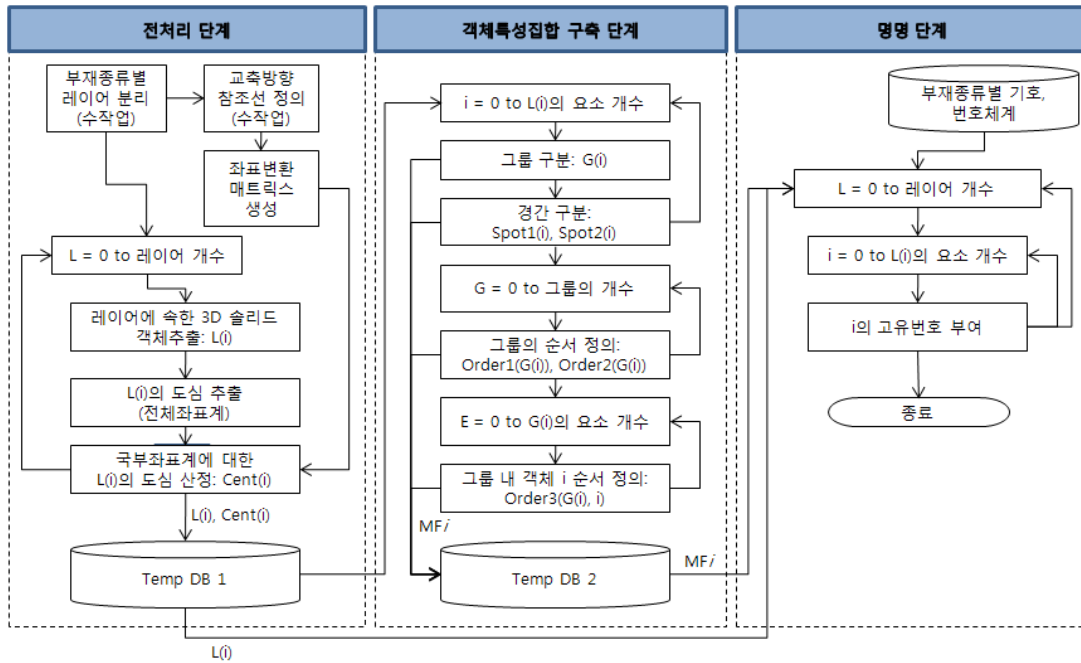


그림 1 고유번호 부여 알고리즘

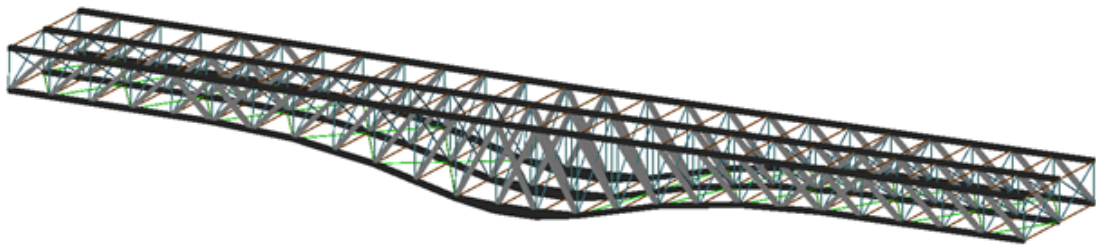
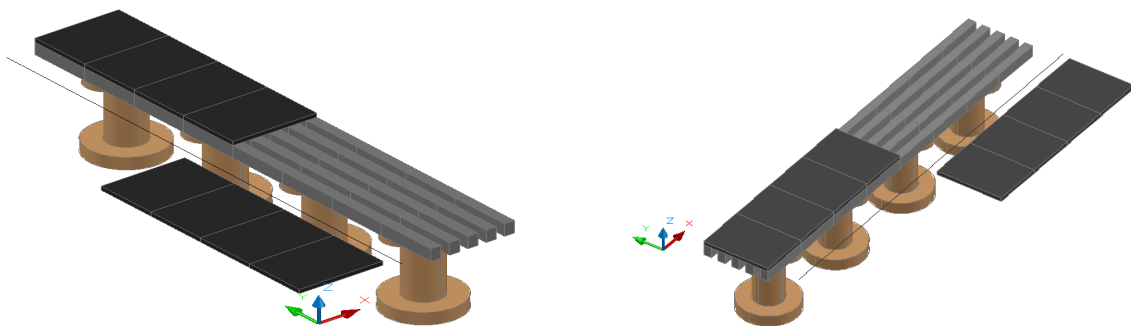


그림 2 3차원 트러스 구조 모델 (성수대교 일부 구간)



(a) 원 모델 (b) Z 축으로 시계방향 90°만큼 회전시킨 모델
그림 3 서로 다른 모델좌표계에 대한 검증 모델

표 1 시범 교량 모델을 대상으로 한 실험 결과

부재구분 객체 수		트러스 구조모델							시범교량		
		상현재	하현재	수직재	사재	스트리트	브레이싱 (수평)	브레이싱 (수직)	바닥판	거더	교각
모델	객체 수	75	57	78	90	104	24	104	8	40	4
	교축방향 열 수	3	3	3	3	2	2	2	1	5	1
실험 결과	명명 객체 수	75	57	78	90	104	24	104	8	40	4
	그룹 추출 수	3	3	3	3	2	2	2	1	5	1

4. 결론

3차원 모델에서의 부재별 고유번호는 모델의 일관성뿐만 아니라 도면, 문서와 같은 다양한 정보와의 매핑에도 매우 유용하게 활용될 수 있다. 본 연구에서는 교량 부재에 대한 각 객체별 고유번호를 교량의 안전진단을 위한 명명체계에 따라 일괄적으로 부여하는 방법론을 개발하였다. 개발된 방법론에 따른 시범 응용모듈을 구현하였으며, 구현된 시범 모듈은 총 532개의 객체로 구성된 트러스 구조와 모델 좌표계가 다른 두 시범 교량모델에 적용하여 추출된 객체의 그룹 수 및 명명되는 객체의 수를 비교하여 그 적용성을 검토하였으며, 한국시설안전공단(2009)의 지침에 따른 부재 식별이 가능함을 보였다.

본 연구에서는 객체의 그룹핑을 위해 교축의 직각방향에 대한 각 객체의 거리를 활용하였기 때문에 곡선형 교량을 위해서는 보다 발전된 세부 알고리즘의 개발이 필요한 한계점을 가진다. 이에 본 연구에서 개발된 방법론을 다양한 교량에 적용하면서 세부 알고리즘을 보다 발전시키는 후속 연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2010-0024404).

참고문헌

- 문두환, 한순홍 (2006) 기하공간정보(OSI)와 병합정보(SN)를 이용한 고유 명칭 방법, **한국 CAD/CAM학회 논문집**, 11(1), pp.27~40.
- 이상호, 김봉근, 박상일 (2010) 사회기반시설물의 3차원 기반 정보모델을 활용한 생애주기 지원 전략, **2010년도 한국전산구조공학회 정기학술대회 논문집**, pp.357~360.
- 한국시설안전공단 (2009) **안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 (교량)**, 국토해양부.
- Varady, T., Gaal, B. and Jared, G. E. M. (1990) Identifying features in solid modelling, *Computers in Industry*, 14(1), pp.43~50.