

철도시설의 효율적 4D구현을 위한 개선된 Morphing 시각화 방법론 구축

Improved Morphing Visualization Methodology for Effective 4D Expression of Railway Facility

강인석* · 문현석** · 권중희*** · 김창학**** · 지상복*****

Kang, Leen-Seok · Moon, Hyoun-Seok · Kwon, Jung-Hui · Kim, Chang-Hak · Ji, Sang-Bok

ABSTRACT

Generally, 4D CAD can be used for visualizing construction schedule information in railway construction project. It is important that 3D CAD object should be represented by real construction situation according to construction site condition. However, it is difficult to visualize real construction situation in 4D CAD viewer because 3D objects should be separated by limited duration of each activity. This study suggests a morphing technology for visualizing 4D object by each activity schedule according to real construction progress.

1. 서론

철도시설의 4D구현을 위해서는 다양한 방식의 시각화 기법을 활용하여 공정정보를 표현한다. 그러나 일반적인 4D모델은 대부분 Product Model에 기반한 일정의 완성상태 모델을 일컫는다. 이러한 정보들은 공정 Schedule에 따른 모델의 변화 상황을 시간적으로 파악할 수 없으며 현재 일정 상태에서의 완성된 정보만을 파악할 수 있다. 단지 진도초과, 현행진도 등을 표현하기 위해 색깔 속성을 부여하여 Product Model을 구현하였다. 이는 시간단위에 따른 3D모델의 변화상황을 구분할 수 없어 현재 일정에서의 3D모델 형태가 어떠한 상태로 변화되었는지 파악하기 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 기존의 Morphing에 의한 공정별 액티비티의 3D모델 변화 상황을 Process Modeling 개념을 적용한 다양한 방식의 개선된 Morphing 시각화 방법론으로 제안하였다. 이와 같이 건설분야에서 다양한 복합시설로 이루어진 모델을 사용자 임의의 개선 Morphing 방법론을 활용함으로써 여러 시설부위의 일정에 따른 공기비례방식 즉 Process Model에 기반한 효율적인 4D를 구현할 수 있을 것이다.

2. Object Modeling과 Process Modeling의 고찰

2.1 Object Model의 개요

4D에서의 Object Model이란 토목, 건축, 플랜트 시설을 완성하고 이의 통합된 표현을 위한 중요한 개념이다. 일반적인 3D모델이라 함은 시간개념을 제외한 단위 3D객체를 말하며 대부분의 3D 모델링 도구들이 이를 지원하고 있어 이를 활용하여 가상의 시설물 객체를 작성한다. 이러한 Object Model에는 단위 모델의 완성상태의 표현에만 치중하고 있어 이를 4D객체로 활용하기 위해 Object Model을 색상의 변화에 따른 Process Model개념의 일부를 도입하고 있다. 그러나 이는 완전한 형태의 Process Model을 표현한 것은 아니다.

2.2 Process Model의 개요

Process Model이란 Product Model의 단위로 구성된 모델로서 3D 모델의 Process 단위 활동들을 표

* 책임저자; 정회원, 경상대학교 토목공학과, 교수

E-mail : Lskang@gnu.ac.kr

TEL : (055)753-1713 FAX : (055)753-1713

** 정회원, 경상대학교 토목공학과, 박사과정

*** 비회원, 경상대학교 토목공학과, 석사과정

**** 정회원, 진주산업대학교 토목공학과, 교수

***** 비회원, (주)지오엔티, 대표이사

현하기 때문에 Product Model보다 좀 더 추상적인 개념으로 접근이 가능하다. 4D모델의 목적은 Process Model에서 개별적인 시간단위의 Product Model을 정의하는 것이다. Process Model에서의 Gantt chart는 대부분 스케줄링 도구로 활용되지만 시설물의 프로세스의 모든 오버랩핑하는 작업을 분명히 표현할 수 없다. 그리고 Product Model을 공정 Schedule단위로 쪼개서 Procee 모델에 링크하는 과정으로 수행할 수 있다. 또한 3D모델에 시간개념을 포함함으로써 시간경과별 객체의 상태구현이 가능하며 Process Model은 시간단위에 따른 액티비티 Model의 총합으로 표현된다.

2.3 Product Model과 Process Model을 활용한 4D 구축

Process Model로부터 활동과 Product Model의 엘리먼트 사이를 링크하는 두 모델의 통합은 적절한 형태의 Product Model의 정의를 표현한다. 두 모델 즉 Process Model구성을 위한 단위 Product Model로부터 객체를 링크할 수 있는 애플리케이션은 4D System으로 불리며 4D에서는 Product Model과 Process Model의 두 가지 방식을 병행하여 구현한다. Process Model은 단위 Product Model로 구성될 수 있으며 또한 Process Model 자체로 Product Model 형태로 4D를 구현할 수 있다. 4D도구로 현장 관리자는 실제 시설물의 상황을 Product Model의 기하의 일치를 신속하게 체크할 수 있고, 시설물 현장으로부터 작업을 3D모델을 활용한 활동들로 계획할 수 있다.

3. 기존 4D시스템의 Morphing 방법론

3.1 Morphing의 개념

몰핑기법(Morphing)은 어떤 사물의 형상(A)을 전혀 다른 형상(B)으로 서서히 변화시키는 기법으로서, 몰핑 구현에는 본래의 그래픽정보와 변화후의 그래픽정보의 두 가지 이상의 정보가 필요하며 이들 다수의 그래픽 정보간의 유사 대응점을 찾아 이미지를 순차적으로 애니메이션화 시키는 방식을 말한다(네이버 오픈사전, 2004). 즉 원래 객체(object)와 최종 변화된 모델간의 기하학적인 원리를 이용하여 변형되는 형태를 구현하는 의미로서 2D Morph와 3D Morph로 구분할 수 있다. 즉 이를 기반으로 철도노반의 4D구현을 위한 지형 Morphing이 가능하고 철도교량 및 터널 등의 Morphing을 시각적인 변화상황을 손쉽게 파악할 수 있다.

3.2 기존 4D시스템의 Morphing 방법론

기존 4D시스템에서는 대부분 수직적 작업역을 가진 건축물을 대상으로한 4D시스템이 대부분이며 일부 시스템(V-CPM; Virtual Construction Project Manager)에서는 토공구간의 4D구현을 위한 제한적인 Morphing이 구현되어 있다. 토공구간의 Morphing은 지형도의 Mesh를 이용하여 토공이 진행되는 모습을 입력 Mesh와 출력 Mesh사이에서 선형적으로 보간하여 Morphing을 구현하였으며 지형의 기하학적 구조에 적합한 Affine변환식을 적용하였다. 이와 같이 토공의 단면분할에 따라 일정하게 Morphing을 구현하였으나 분할된 단면이 Product Model형태로 구성되어 단순한 토공 형태의 변형만을 표현하고 있다.

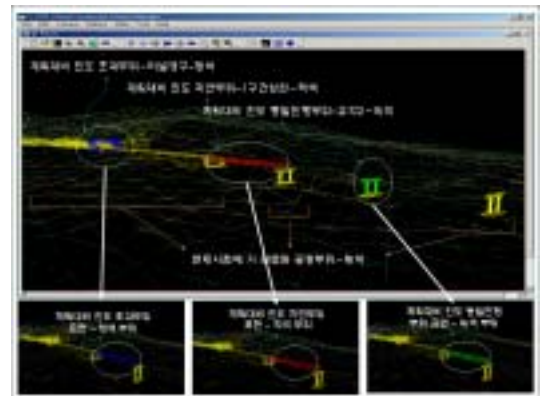


그림 1. 기존 4D시스템의 Morphing구현

3.3 기존 4D시스템의 Morphing 문제점 분석

기존에는 아래 그림 1과 같이 해당 공정 즉 해당 액티비티의 3D모델이 완성된 상태(Product Model)에서 이를 색상변화에 따라 공정상황을 파악할 수 있었다. 하지만 해당 액티비티(공정)들은 일정한 시간의 시간차이(Time gap)를 가진다. 이러한 시간차이를 가지는 세부공종단위를 표현하기에는 많은 제약이 있다. 그리고 해당 공종의 3D모델이 시간, 자원 및 비용의 투입량에 따라 시시각각 변화되는 상황을 파악할 수 없어 일정에 따른 해당 공종의 정확한 공정관리가 이루어지지 못하고 있다. 또한 시간개념을 제외되어 있어 Morphing을 구현한다고 하더라도 해당 시설 부위를 단순한 n등분에 의한 Morphing을 표현하여 부위의 변화를 시각적인 형태로만 파악할 뿐 공정관리의 정보로서 활용이 제약되어 있다.

4. Process Modeling을 적용한 개선 Morphing 방법론

4.1 Process Model의 Morphing 적용성

단일객체의 공기비례를 이용한 Morphing 구현은 4D시스템의 속성설정을 통해 Product Model과 Process Model을 동시에 구현 가능하다. 그림 2는 본 절에서 제시하고자 하는 일정별 단일 객체의 변화 과정을 4D로 구현 할 경우 공정수순에 따른 변화모습을 기존의 Object Model의 설치 개념이 아닌 일정별 변화과정을 공기비례에 따라 순차적으로 시각화된 형태 즉 Process Model 개념을 표현한 것이다. 예

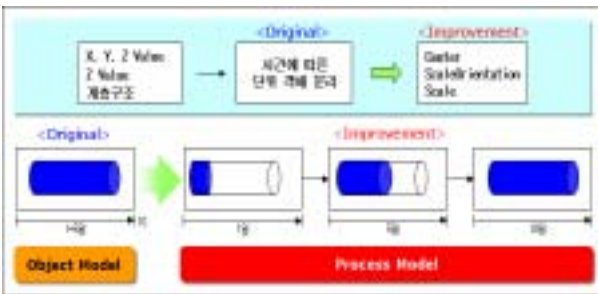


그림 2. 단일 객체의 공기비례 Morphing 구현 방법론

를 들어 10일의 공기를 가진 20M 길이의 철도선로가 있다면 이를 4D로 구현할 경우 20M 길이의 완성된 상태를 진도관리차원의 단순한 색상변화로 설치상태를 파악하는 것이 아니라, 철도선로의 20M 길이 대비 10일간의 설치변화상황을 2M씩 10일간씩 개선된 Morphing 방식으로 구현하는 방식이다. 즉 한 객체의 완성되는 상태를 순차적인 변화로 표현하는 것이다.

본 연구에서는 기존 4D시스템에서 구현되는 설치 개념의 Morphing이 아닌 4D구현대상의 특성에 따라 다양한 Morphing 방법론을 적용하여 좀 더 효율적인 4D를 구현할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 기존 방식

은 시간에 따른 단위 객체를 분리하였으나 개선된 Morphing은 다음 세 가지 방식을 적용한다.

4.2 X, Y, Z value Method

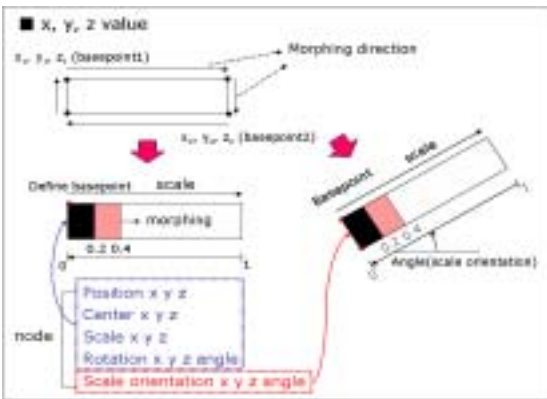


그림 3. X, Y, Z value Method Logic

은 시간에 따른 단위 객체를 분리하였으나 개선된 Morphing은 다음 세 가지 방식을 적용한다.

X, Y, Z value Method는 3차원 객체를 수직이든 수평이든 어떠한 방향으로든 Morphing이 가능하도록 하는 방법론이다. 이 방식을 활용한 Morphing 기법은 position, center, scale, rotation, scaleorientation의 노드를 활용하여 X, Y, Z value에 따른 순차적 Morphing을 구현한다. 우선 사용자 정의에 따라 기준점 basepoint를 지정하고 해당 객체의 길이값을 1로 정의한다. 그리고 정의된 basepoint에 따라 해당 객체의 scale을 주면 X, Y, Z value Method에 의해 시간에 따라 객체를 비례적으로 분할하여 Morphing을 구현한다. 이와 같이 X, Y, Z value에 의한 Morphing 방법론은 3D 모델이 수평이나 수직인 형일때 한방향으로 Morphing이 구현된다. 이는 철도, 교량, 터널, 플랜트(pipe

4.3 Z value Method

Z value Method는 해당 시설의 3D Model이 아래위의 수직방향으로만 Morphing이 구현되도록 하는 방식이다. 이는 수직적 프로세스를 가진 건축물 혹은 교각 등에 적용할 수 있으며, VRML의 basepoint와 scale노드 만으로 손쉽게 구현이 가능하다. 이는 rotation 및 scaleOrientation노드는 활용되지 않으며 처음과 끝이 같은 면으로 구성되어 있을때만 구현이 가능하다. 이러한 Z value Method에 의한 Morphing은 수직적 작업역을 가진 건물 등의 Morphing 표현으로 효율적인 4D구현이 가능하게 된다.

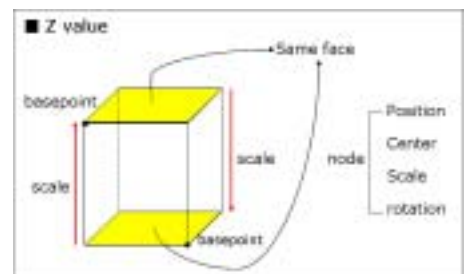


그림 4. Z value Method Logic

4.4 계층구조화 Method

계층구조에 의한 Morphing 방법론은 객체의 하단과 상단이 서로 다른 불규칙한 형태 혹은 불특정한

모양의 모델을 효율적으로 Morphing을 구현하기에 적합한 방법론이다. 불규칙한 형태의 3D모델이 있을 경우 basepoint를 지정하고 scale과 CoordinateInterpolator의 노드를 활용한다. 본 노드의 필드는 Key값과 Keyvalue값으로 구성되며 Key값은 자르는 개수를 자동으로 지정하고 Keyvalue값은 자르는 개수의 점을 나열함으로써 해당 값으로 변경되어 시간에 따른 모양이 변하게 된다. 이러한 방법론을 통해 불규칙한 형태의 건축물을 표현하고 지형을 Morphing하기 위한 방법으로 널리 활용될 수 있을 것이다.

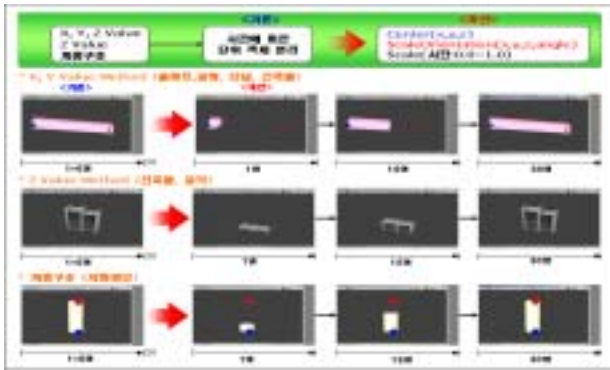


그림 5. 3D모델의 공기비례 Morphing구현 화면 구성

프로젝트 일정관리가 가능하도록 동적인 시각화정보를 제공한다는 점에서 이점을 갖는다. 따라서 이들 방법론은 4D시스템을 활용하여 실제 현장의 공종들의 진행상태와 유사하도록 하여 실제 프로젝트의 정확한 공정관리가 가능하게 된다.

5. 결 론

기존의 4D구현을 위한 Morphing기법은 객체의 완성된 상태만으로 공정상황을 파악하였으나 이는 일정에 따라 순차적인 부위의 변화를 파악할 수 없어 정확한 공정관리가 이루어지지 못한 실정이다. 이를 위해 본 연구에서는 Process Model기반의 Morphing기법을 X, Y, Z value, Z value, 계층구조로 구분하여 개선 방법론을 제안하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 기존의 Product Model의 완성상태만을 표현하는 단점을 개선하고자 하였으며 4D시스템의 진도관리 기능과 함께 효율적인 4D구현이 가능하도록 하였다. 이로써 일정에 따른 3D객체 정보의 동적인 구현이 가능하고 공정 별 변동 상황에 따른 완성상태의 모습을 직관적으로 파악할 수 있는 장점을 갖는다.
2. 새로운 Morphing방법론으로서 활용이 가능하며 향후 유사한 시스템의 Morphing관련 구현 방법론으로서 적극 활용될 수 있을 것으로 평가된다.
3. 그리고 다양한 형태의 시설물을 좀 더 효율적인 시간별 공정관리가 가능하도록 모델을 제공하게 되며 이를 통해 의사결정의 효율화를 가져올 것으로 기대된다.
4. 또한 최적의 공정관리를 위해 타 정보와 연동함으로써 정확한 공정관리 체계를 구축할 수 있는 기반을 마련하게 된다.

감사의 글

본 연구결과는 2006년도 건설교통부 건설핵심기술기반사업(CTRM)의 수행결과 임

참고문헌

1. 강인석외, 공통정보운용 방식에 의한 4D CAD시스템의 공사정보관리 개선방안 연구, 대한토목학회 논문집, v.24, n5-D, 2004. 09
2. 강인석외, "토목시설물 공사관리 시각화를 위한 4D시스템 적용방안", 대한토목학회 논문집, v.26 n.1-D, 2006. 1
3. L. S. Kang, "4D System for Visualizing Schedule Progress of Horizontal Construction Project Including Earthwork", CONVR proceedings, Orlando, 2006
4. P.Podbreznik & D.Rebolj, "Automatic comparison of site images and the 4D model of the building", Construction Informatics Digital Library, 2004