

토목시설물 4D구현을 위한 2D/3D 객체 생성 간편화 기법

Simplified Methodology to Generate 2D/3D Object in 4D system for Civil Engineering Projects

이 승 열*O 이 용 수** 김 창 학*** 강 인 석****
Lee, Syeung-Youl Lee, Yong-Soo Kim, Chang-Hak Kang, Leen-Seok

요 약

본 연구는 4D시스템에서 공사일정과 도면의 3D 객체정보를 간편히 연계할 수 있는 방법론 개발을 시도하고 있다. 일반적으로 기존의 방법론에서 이들 정보의 연계는 외부 공정관리 소프트웨어에서 공사일정을 분석하고, CAD 도구에 의해 3D 객체를 생성한 후, 4D시스템에 결과정보를 보내어 연계하는 방식이며, 이러한 방식은 4D시스템 내에서 이들 정보들을 개별 공정마다 재 연결을 해야 하므로 많은 불편함을 야기하고 있다. 본 연구에서는 이러한 불편함을 감소하기 위해 4D시스템내부에서 자체적으로 일정과 3D객체정보를 생성시켜 4D 정보로 활용함으로써, 초기정보입력과정을 단순화하는 방법론을 제시한다.

키워드: 3D 객체, 공정정보, 일정모델러, 3D 모델러, 4D 시스템

1. 서 론

1.1 연구의 필요성 및 목적

국내·외 건설공사 공정관리 4D 시스템의 대부분은 건축공사 위주인 수직작업을 중심으로 이루어지고 있다. 이러한 실정으로 수평적으로 이루어지는 토목공사에 4D 시스템을 적용하는 사례는 거의 없으며, 토목공사의 쉽고 간편한 공정관리 차원에서는 수평작업이 위주인 토목공사에도 4D 시스템의 적용이 필요하다. 효율적인 공정관리를 위해서 3D 객체와 일정정보와의 연계방법을 간편화하여 사용자들로부터 이용이 간편하게 될 필요가 있다. 이는 발주자와 시공사 및 민원인들까지도 한눈에 토목현장의 공정진행사항을 파악할 수 있으며, 4D 시스템의 활용으로 인해 부실공사 및 공정수순의 오류를 파악할 수 있을 것으로 사료된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 건설현장의 일정정보와 AUTOCAD에서

얻어지는 3D 객체를 연계하는 방법을 간편화하는 것을 목적으로 하고 있다. 본 연구에서는 3D 객체와 일정정보와의 연결 매개체는 WBS(Work Breakdown Structure)를 이용하였으며, 이 WBS는 건설교통부 통합분류체계를 기반으로 하였으므로, 향후 국가 표준분류체계의 구축시에 연계성을 가질 수 있다. 또한 통합분류체계가 ISO의 파셋 분류기준에 근거하고 있고, IFC(Industry Foundation Classes) 역시 ISO의 STEP과 호환성을 가지므로 4D 시스템의 정보분류체계에 확장성을 확보할 수 있다.

3D 객체의 생성은 지형의 경우에는 CAD 파일의 2D 객체에 삼각망을 구성하여 Z(높이)값을 주어 3D 객체로 생성하고 구조물의 경우에는 단면과 길이의 값을 이용하여 3D 객체를 구성하는 방식을 제안하였다. 또한 토목공사는 건축공사와는 달리 수평작업역을 위주로 구성되므로 수평영역을 특성별로 각각 여러개의 구역(Block)으로 구성하여 분류하였다.

2 3D 객체와 일정 정보와 연계 방법론

2.1 기존의 연계 방법론

일반적으로 4D 시스템은 3D CAD객체와 공정관리 개념의 일정정보를 연계시키는 도구로는 VRML(Virtual Reality Modeling Language)와 같은 구현도구와 Bentley의 Schedule Simulator, Intergraph의 Schedule Review,

* 학생회원, 경상대학교 대학원, 공학석사

** 일반회원, 광주대학교 토목공학과 교수, 공학박사

*** 일반회원, 진주산업대학교 토목공학과 교수, 공학박사

**** 일반회원, 경상대학교 토목공학과 교수, 공학박사.

이 연구는 건설교통부 건설기술개발사업(02 산학연과제)으로 수행되었습니다.

EuroSTEP의 4D-Linker, VirtualSTEP의 4D-planner와 같은 도구가 필요하며, 일반적인 구현방법은 그림 1과 같다.

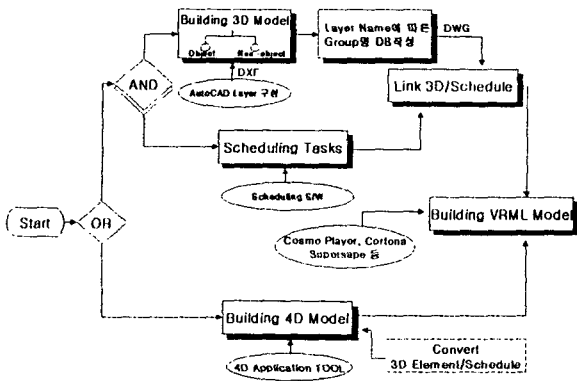


그림 1 4D 시스템의 구현방법

그림 1은 3D 모델링도구 및 4D 모델링 도구에 의한 구현방법으로 구분표기하고 있다.

4D 모델링 도구의 경우에는 여러 가지 4D 구현 도구를 이용하여 3D 객체와 일정정보를 연계할 수 있는 장점이 있다 하지만 4D를 직접 구현하고자 할 때는 시스템 내부에 4D 모델링 도구가 포함되어야 하는 단점이 있으며, 3D 객체는 외부의 3D 객체생성 도구를 이용하므로 일정정보와 3D 객체와의 호환성에 문제가 생길 수 있다.

2.2 개선된 연계 방법론

본 연구에서는 도면정보를 외부 S/W가 아닌 4D 내의 자체기능으로 생성하며, 자체 생성시에 3D Modeler 기능을 이용하게 된다. 3D Modeler의 기본적인 기능들은 WBS 코드를 기준으로 구성되어지며, WBS에서 선택되는 코드의 레벨수준에 따라 해당되는 부위의 3D 객체를 생성하도록 구성하였다. 이러한 WBS 코드분류 수준별 3D 객체 생성 기능은 도면정보 관리시 관리수준별 3D객체의 분류 및 취합이 매우 용이하게 된다.

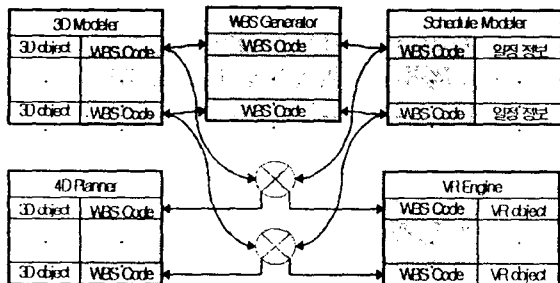


그림 2 WBS를 이용한 연계방법

그림 2에서처럼 3D Modeler와 Schedule Modeler, 4D Planner, VR Engine이 WBS 코드를 통해 연결되고 있다는 것을 알 수 있다. 이는 각 공종별로 연결되어지는 3D 객체와 일정정보가 WBS코드를 매개체로 하고 있으며, 이는 정

보분류체계의 확장성 확보도 가능하다.

3. 도면정보와 3D 객체와의 연계

3.1 3D 객체의 생성

일반적인 CAD파일은 3D객체가 레이어나 색상별로만 구성되어 있고 객체의 속성이 주어지지 않는다. 본 연구에서는 AUTOCAD의 Hypertext 기능을 이용하여 3D객체의 속성을 WBS 코드값을 부여하여 WBS Generator에서 WBS 코드를 불러내면 3D객체가 연결되어 같이 호출된다. 이는 같은 레이어나 혹은 다른 종류의 레이어라고 하더라도 Hypertext의 속성이 같은 경우, 즉 WBS 코드가 일치하는 경우에는 하나의 그룹으로 형성되는 장점이 있다. 즉, WBS Code를 이용하여 작업영역별, 시간별 3차원 가상현실을 나타낼 수 있는 것이며, 이러한 기능은 기존 작업에 비해 CAD나 Graphic 전문가가 아니더라도 설계능력만 있으면 쉽게 접근이 가능하도록 한다. 또한 그림 3에서처럼 이미 생성되어 있는 3차원객체가 있는 경우에도 새로 3D객체를 3D Modeler를 통해 만들어내기보다는 생성되어 있는 3D객체에 Hypertext 속성만 부여하면 되는 장점이 있다.

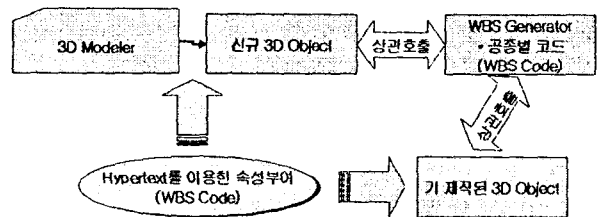


그림 3 3D Object의 Hypertext 속성과 WBS의 연계

본 연구의 특징 중 하나는 언급한 수평작업역 4D구현을 위해 시스템내 3D객체생성기에 토목설계엔진을 탑재해 놓은 부분이다. 이는 도로 및 철도와 같이 대부분 수평작업으로 진행되는 토목시설물들의 부위별 3D 객체정보를 직접 4D 시스템내에서 용이하게 생성시킬 수 있는 기능을 갖게 된다. 예로서 도로설계에서 평면좌표(x, y, R, A1, A2)와 종단제원 (PVI :Point of Vertical Intersection, Elevation, Length), 횡단제원 등의 일반적인 설계제원만 입력하면 3차원 객체를 생성하고 이를 3차원 모델링으로 자동 구성하게 되는 방식이다. 그림 4는 3D 객체가 생성되는 과정을 나타내고 있다.

본 연구에서 구축한 4D 시스템 전체가 WBS 중심으로 모든 정보가 구성되므로, 3D 객체생성기에서도 WBS 코드상의 상하위 수준별로 해당 코드에 대한 3D 객체모양을 구성할 수 있다. 즉, WBS에서 교량 코드를 선택하면 교량전체에 대한 3D객체가 생성되고, 교량의 하위공종인 교각코드를 선택하면 교각부위에 대한 3D객체가 생성된다.

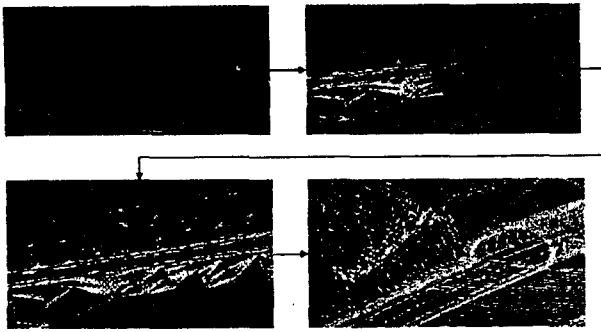


그림 4 3D 객체의 생성과정

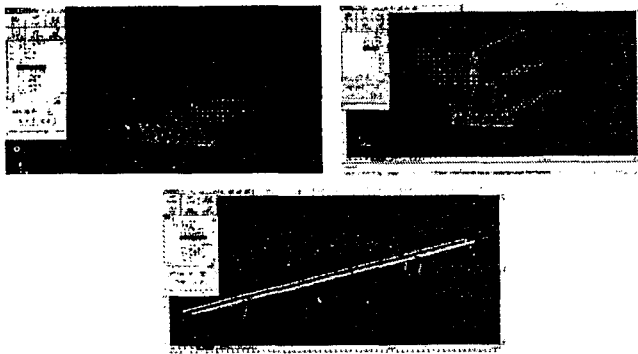


그림 5 WBS 수준별 3D 객체 생성

3.2 일정정보의 생성

본 연구에서는 일정정보의 자체 생성기능을 위해 공정정보생성기 (Schedule Modeler)를 구축하였으며, 주요 기능은 공종별 시작 및 종료일을 갖는 일정정보를 발생시키는 것이다. V-CPM의 공정정보 생성기 메뉴 구성은 그림 6과 같으며, 내부적으로 공정정보발생 방법은 크게 자체 일정계산기에 의해 구성하는 방법과 외부 공정관리 S/W 정보를 활용하는 방법으로 구성되어 있다. 즉 기존에는 외부 공정관리S/W 정보활용 중심으로 구성되어 정보관리를 반복하는 불편함이 있었으나, V-CPM에서는 자체 분석기능을 갖고 있으므로 반복작업을 감소시킬 수 있다.

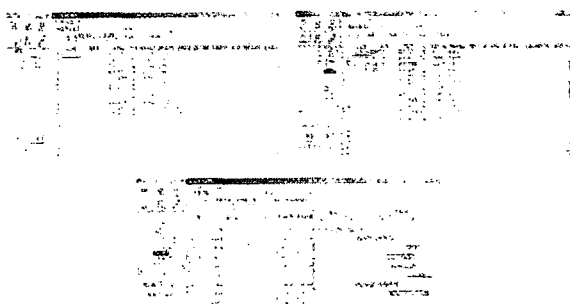


그림 6 4D 시스템의 공정정보 생성기 구성

또한 외부 공정관리 S/W 지원이 안 될 경우에 4D 시스템내에서 자체적으로 공정표 정보를 생성시킬 수 있는 일정정보생성기를 이용하게 된다. 이러한 자체 일정정보 생성

기능은 신규 계획 프로젝트의 일정정보 구성시에 직접 시스템내에서 구성하여 별도의 공정관리 S/W 사용에 의한 2중 작업을 피할 수 있게 한다. 이러한 일정정보의 구성역시 WBS 코드를 중심으로 구성된다.

기존의 현장공정 정보들은 대부분 공정관리용 전문 S/W에 의하여 관리되고 있으므로, 이들 기존 공정정보의 4D 구현을 위해서는 외부 공정관리 S/W에서 사용된 정보를 Import 하여 사용하는 기능이 요구된다. 본 시스템에서는 우선적으로 가장 많이 사용되는 공종관리도구의 하나인 MS Project의 공정정보를 호환할 수 있도록 구성하였다. 즉, 본 연구에서 제작된 V-CPM은 작업의 시작일과 종료일을 직접 입력하는 방법과 MS-Project를 백그라운드에 두고 이에 값을 입력하는 방법 두가지로 구성되어 있다.

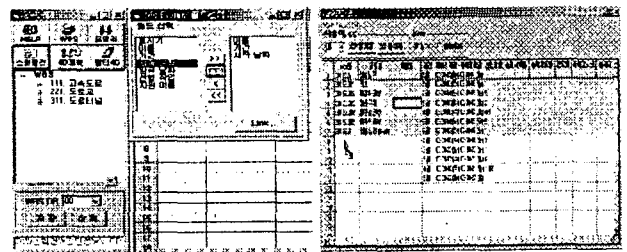


그림 7 MS-Project의 Schedule Modeler 활용

이러한 MS-Project 파일을 이용시에는 필요한 공종의 코드를 드래그하여 Schedule Modeler로 이동시키면 그 값들이 이동되어져 사용하게 된다. 이 부분도 3D Modeler와 마찬가지로 WBS Code를 중심으로 서로 연계되어 같은 코드부분을 상호 호출하는 관계로 구성되어 있다.

Schedule Modeler에서 공정정보의 생성은 WBS에서 선택하는 코드중심으로 구성된다. 즉, WBS 상의 상하위 레벨 수준에 따라 집계공종의 일정이 생성되기도 하고, 하위 공종의 일정표가 생성될 수도 있다. 이와 같이 WBS 기준의 공정정보 구성은 초기공정계획 또는 진도관리시에 관리자의 관리수준에 적합한 일정정보 파악이 가능하도록 한다.

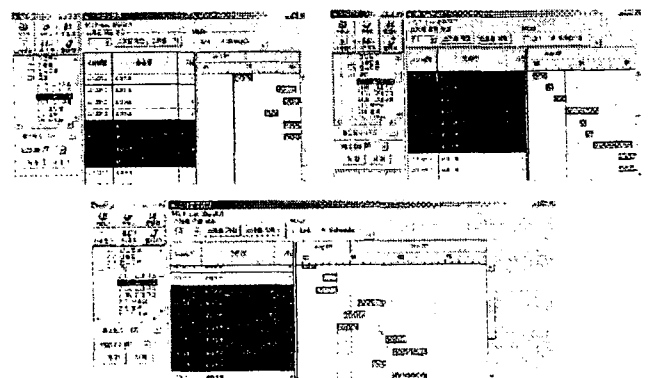


그림 8 WBS수준별 공정정보 생성

Schedule Modeler의 중요 기능은 공정표 생성기능이며, 공정표 구성시 전후 작업관계에서 수순이 잘못 연결된 공정들은 자동으로 검증되도록 구성하였다. 즉, 교량의 교각

작업보다 상판작업이 선행하여 구성될시, Schedule Modeler의 검증기능에서 공정오류 상태를 표현할 수 있도록 구성하였다. 또한 검증기능에 WBS 기준의 모든 코드에 일정정보가 연결되었는가를 검증할 수 있도록 하였다.

3.3 일정기간별 4D 구현모델 구축

4D Planner는 V-CPM에서 도면정보와 일정정보를 연계하여 Viewer를 이용해 공사 경과기간별 완성상태를 구현해주는 기능을 갖고 있다. 본 연구에서 4D 구현기능은 크게 일정기간별 구현과 수평작업역별 구현기능의 두개로 구성하고 있다. 일정기간별 4D구현시 사용자는 임의로 일정기간을 입력하면 해당기간동안의 완성상태가 경과일정 대비 구현되도록 구성하였다. 선택된 일정은 마우스조작만으로도 작동되며, 원하는 기간까지 드래그시 해당기간 동안의 객체 시뮬레이션이 구현된다.

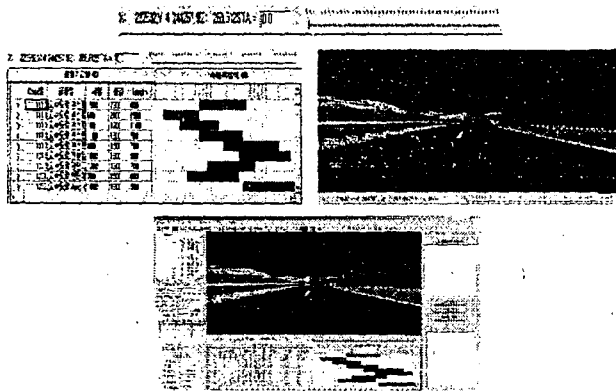


그림 9 4D Planner 일정기간별 4d 구현기능

4D 구현시 수순이 잘못된 경우의 검증기능으로서, 공정수순에 따라 완성상태를 구현하는 과정에 공정수순이 잘못되어 4D가 구현될 때는 Schedule Modeler에 있는 검증기능과 유사하게 오류정보를 제공한다. 즉, 건물의 슬래브가 완성되기전에 슬래브에 질리는 배관이 먼저 4D로 구현되는 과정을 체크하여, 공정수순의 오류를 4D상에서 용이하게 찾아낼 수 있다. 이를 위하여 WBS 데이터베이스에는 사전

에 공정간의 수순이 명확하게 설정될 수 있는 공정들을 상대로, 수순을 정하기 위한 필드를 별도로 구성하였다.

| code | 공종명 | ch | |
|------|-----|-------|-----|
| 15 | 135 | 표출 | 0 |
| 16 | 139 | 기타 포장 | 0 |
| 17 | 2 | 교량/고가 | 0 |
| 18 | 21 | 교대 | 011 |
| 19 | 211 | 교대기초 | 01 |
| 20 | 212 | 교대구체 | 01 |
| 21 | 213 | 분발철 | 01 |
| 22 | 214 | 분발벽 | 01 |
| 23 | 215 | 발개벽 | 01 |
| 24 | 216 | 담석 | 01 |
| 25 | 219 | 기타 교대 | 01 |
| 26 | 22 | 교각 | 0 |
| 27 | 27 | 교각기초 | 0 |

그림 10 WBS 코드간 작업수순 검증용 필드구성

4. 결론

현재의 4D 시스템은 건축위주의 수직작업역을 위주로 구성되어 있으며, 3D 객체의 생성이나 일정정보의 생성에 있어서 외부 S/W와의 연결등 복잡한 연계성을 지니고 있었다. 본 연구에서 제안한 방안은 3D 객체 정보와 일정정보의 생성을 간편화하였으며, 두 정보간의 연계방식도 WBS를 중심으로 하여 연계방식을 간편화 하였다. 이러한 결과물로 인해 4D 시스템 사용자의 편리성을 도모할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Terrence Fernando and Kalle Kahkonen, etc., "Facilitation of Collaborative Communication for Building Construction with Virtual Reality Technology". University of Salford and VTT, 2000,
2. 강인석, "4D 공정관리 시스템의 개발현황 조사연구", 한국건설관리학회 학술발표논문, 2001.
3. K. Kahkonen and J. Leinonen, Advanced Communication Technology as an Enabler for Improved Construction Practice, Paper Ref. No. 234., VTT Building Tech.
4. Martin Fischer, "4D Application and Technologies", CIFE Seminar in Finland, 2000

Abstract

This study attempts to develop a skeleton model to link construction schedule and 3D object for drawings in 4D system. Generally, the construction schedule and 3D object can be linked in 4D system by imported files which are made in specific S/Ws such as CAD S/W and scheduling S/W. Those methods have a difficulties for operating 4D data because extra work needs to link 4D data for each activity. This study develops a 4D model which the 4D data can be self-generated within the system. The suggested model can reduce the initial input data for new project by integrating schedule and 3D object in 4D system.

Keywords : 3D object, Schedule information, Schedule modeler, 3D modeler, 4D system