

틸팅차량의 네트워크 협업 엔진 구현

정유진¹⁾, 한성호²⁾, 송용수²⁾

한양대학교¹⁾, 한국철도기술연구원²⁾

Implementation of A Networked Collaboration Engine for Virtual Engineering of Tilting Train.

Yoo-Jin Chung¹⁾, Seong-ho Han²⁾ and Yong-soo Song²⁾

¹⁾Dept. of Electronics and Communication, Hanyang Univ.

²⁾Korea Railroad Research Institute 374-1,

Woulam-Dong, Uiwang-city, Kyonggi-Do, Korea, 437-050

Abstract : Tilting technology is to tilt the train on the curve in order to minimize centrifugal force to passengers and to improve the speed within the limits of passenger's comfort and safety. According to reports from other countries, there is 15~30% speed improvement compared to the conventional trains.

Recently, the advent of World-Wide-Web(WWW) and the explosive popularity of the Internet gave birth to collaborative applications which were enabled by computers and networks as their primary media. The progress of 3D computer graphics enabled collaborative applications with 3D virtual environments or distributed virtual environments. In this paper, we explain our implementation of the Share collaboration engine which is for collaboration applications based on a distributed virtual environment. The Share collaboration engine proposes a new Share network architecture for management of participants, and it provides some synchronization methods for 3D objects in virtual collaboration. TTX_PDM is an experimental application that tries to prevent wastes of human, material and time resources in networked virtual collaboration.

Key Words : PDM (product data management), TTX(Tilting Train Express), virtual engineering

1. 서론

국내 외 철도개발환경에 있어서 성공적인 철도 차량 개발 업무에 대처하기 위해서는 저비용 고효율의 차량개발능력을 확보하고 신속하고 효율적으로 새로운 철도차량을 연구개발 생산 및 기존 철도

차량의 유지보수 효율면에서 종합적인 개발체계를 갖추어야 한다. 최근 컴퓨터 시스템과 네트워크의 비약적인 발전으로 3차원 분산가상 환경에서의 다중 사용자간 실시간 데이터 공유기술 또한 향상되었다. 이로써, 지역적으로 분산된 환경에서 진행되고 있는 철도차량의 설계과정 특성에 알맞은 분산가상환경의 3차원 정보 표현 능력과 네트워크를 통한 실시간 통신특성을 이용하여 신뢰성 높은 설계

* 교신저자 : yjjung@hyuee.hanyang.ac.kr

지원 환경에 응용될 수 있다.

철도기술개발연구에서는 통합 설계를 지원하는 TTX_PDM을 구축하여 협동작업, 공동 문제해결에 대한 연구가 활성화되고 있으며 철도 기술 개발에 비용 효과적이고 품질이 보장된 시스템을 획득하기 위하여 제품의 개발, 생산 및 운용 단계에 걸쳐 체계적으로 관리하는 경영기법으로 시스템요구사항을 초기단계에서부터 세부 요소들로 정의한후 이를 시스템 차원에서부터 세부 요소별 부품 단위까지 Top - Down식으로 배분하여 총순기에 걸쳐 관리하는 기법을 도입하여 TTX_PDM시스템 운영중에 있다.

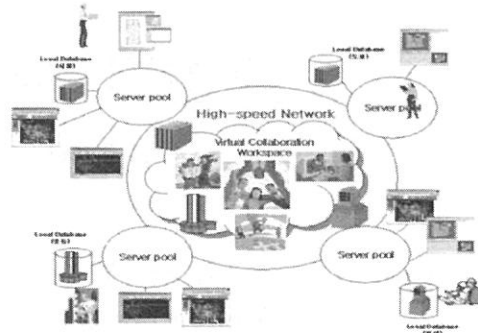


Fig. 2 가상엔지니어링 개념

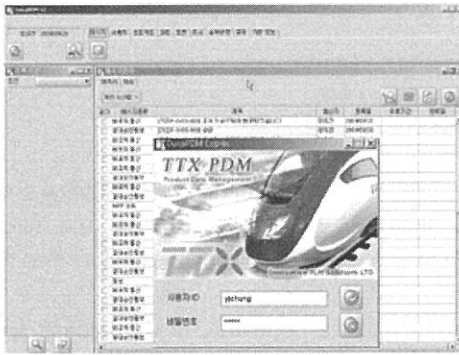


Fig. 1 톨팅차량 시스템통합 도구

본 논문은 분산가상환경을 협동작업과 공동 문제 해결에 적용하려는 응용기술이다.

현재 설계 과정은 대부분 CAD/CATIA 작업에 전체적인 일관성이 없는 경우가 많아 실제로 여러 사람이 설계를 수행할 경우 각각의 도면이 일치하지 않는 경우가 많고, 이들을 교정하는데 설계 작업 과정 중 가장 많은 시간이 소요된다.

이에 사전에 설계 내용을 3차원 가상 공간 내에 표현하고 문제점을 사전에 발견하여 설계를 수정하는 협동작업을 가능하게 하는 가상 엔지니어링 응용이 필요한 것이다.

그림2은 가상 엔지니어링의 개념을 보여주고 있다.

2절에서는 먼저 위와 같은 가상 엔지니어링 응용의 구현에 필요한 문제를 정의하고, 이를 해결하기 위해 제안하는 방법들과 이를 구현한 공유 협동작업 TTX_PDM엔진에 대해 살펴 본다.

3절에서는 이 공유협동작업 엔진을 이용해 실제로 구현한 가상 엔지니어링 TTX_PDM 서비스에 대해 살펴본다.

4절에서는 결론을 맺는다

2. 가상 엔지니어링을 위한 공유 협동 작업엔진의 구현

공유 협동작업 엔진은 가상 엔지니어링 응용을 구현하기 위하여 해결해야 하는 문제들을 해결하고 손쉽게 응용 서비스를 구축할 수 있도록 핵심 기능들을 구현해 놓은 분산가상환경 응용을 위한 소프트웨어 프레임워크이며, 구현된 시스템은 객체 지향 기술을 이용한 개발업무 및 커스터마이징된 적용업무를 위한 프레임워크의 재사용은 단순한 소스코드나 어플리케이션 일부의 재사용이 아닌 소프트웨어 아키텍처의 재사용을 가능하게 함으로써 생산성 향상을 기대할 수 있었다

철도차량 개발 분야에서 처음으로 시도되는 TTX_PDM 기능을 이용한 철도 차량 개발 기술사업이 성공적으로 종료될 경우 철도 차량 개발 프로세스의 정립과 개발원가, 중량 및 부품단가를 효율적으로 관리할 수 있는 체계를 확립할 수 있으며 CAD Viewer를 활용하여 네트워크 상에서 공유하는 동시공학 기술의 확립과 확산에 기여함으로써

철도 차량 설계 기술을 한 차원 상승시키는 획기적인 기술의 발전을 기대할 수 있다. 그리고 메커니즘적으로 난이도가 높은 틸팅차량의 설계에 응용함으로써 개발된 소프트웨어의 경쟁력도 동일하게 상승할 것으로 예상된다



Fig. 3 분산환경에서의 동시설계기술

본 논문에서는 가상 엔지니어링 응용을 구현하기 위해 해결해야 될 문제를 크게 3가지로 정의한다.

- ① 가상 엔지니어링에 참여하는 참여 개체를 관리하기 위한 네트워크 구조 메커니즘
- ② 가상 엔지니어링에 사용되는 3차원 객체 데이터의 효율적인 네트워크 전송 방법
- ③ 가상 엔지니어링에 사용되는 3차원 객체 데이터의 네트워크를 통한 공유 및 상태 유지 기법

2.1 참여 개체를 관리하기 위한 네트워크 구조 메커니즘

가상엔지니어링에는 많은 사용자들이 동시에 참여하게 된다. 이 때 각각의 사용자간의 연결을 설정하는 방법과 공유되는 데이터가 존재하는 위치 등이 정해져야 한다.

참여 개체 관리 네트워크 구조 메커니즘은 공유 데이터를 관리하고 참여자간의 연결을 설정하는 기준이 되며, 응용의 확장성과 직결되어 응용에 참가할 수 있는 동시 사용자 수에 큰 영향을 준다. 또한, 이에 따라 응용의 보안, 동기화 구현방법도 크게 달라지게 된다.

가상엔지니어링의 참여객체 네트워크 구조 기술은 분산가상환경 응용의 네트워크구조(network

architecture) 기술로도 간주될 수 있으며, 이는 일반적으로 클라이언트-서버구조(client-server architecture) 와 완전분산구조(fully distributed architecture)로 분류 할 수 있다.

클라이언트-서버구조는 중앙집중 구조라고도 불리며 가상환경내의 모든 사용자들이 중앙의 서버에 접속을 하여 이를 통해 다른 사용자와 상호작용을 하며, 사용자들의 모든 데이터는 중앙의 서버에서 관리가 되는 구조이다.

이는 사용자간의 동기화를 구현하기 편리하고, 응용의 구현이 간단하며, 보안 문제를 해결하기가 수월한 이점이 있다. 그러나 클라이언트-서버구조의 가장 큰 단점은 중앙집중에 따른 확장성의 문제로 사용자들의 요청이 중앙의 서버에 집중되기 때문에 서버의 네트워크 대역폭과 서버 시스템의 처리능력에 따라 확장성이 크게 제약되게 된다.

완전분산구조는 가상환경내의 모든 사용자들이 관심 있는 다른 사용자와 직접 통신을 하며, 모든 데이터는 분산되어 사용자 시스템에서 스스로 관리하게 된다.

이는 부하가 집중되지 않아 필요한 네트워크 대역폭이 줄고, 확장성이 용이한 면이 있지만, 각 사용자간의 서로 다른 네트워크 지연과 서로 다른 시스템의 성능은 분산 공유객체의 상태 동기화를 어렵게 한다. 또한 각 사용자가 모두 가상 세계에 대한 데이터를 유지하고 있기 때문에 이들의 일관성을 유지하는 것도 문제가 된다. 그러나 완전분산구조는 이런 동기화, 일관성 유지의 어려움 에도 불구하고 클라이언트-서버구조가 가지는 확장성 제약 문제에 의하여 WAN(Wide Area Network) 환경 의 분산가상환경 연구에서 선호되어왔다.

또한 클라이언트-서버구조와 완전분산구조의 장단점을 절충한 hybrid architecture 도 논의되어지고 있으며 가상엔지니어링은 데이터의 일관성이 중시되기 때문에 사용자간의 동기화 구현이 가장 중요하다. 하지만 가상엔지니어링의 사용자의 수가 증가할수록 확장성에 대한 요구도 커지고 네트워크 대역폭의 사용 도 증가하게 된다. 또한 가상엔지니어링 사용자들은 지리적으로도 굉장히 멀리 떨어져 있는 경우가 많다.

가상엔지니어링은 이렇게 클라이언트-서버구조와 완전분산구조의 요구사항을 모두 가지고 있기 때문에 공유 협동작업 엔진은 혼합구조에 기반을

은 다중-서버 다중-클라이언트 구조의 유연 구조를 갖는 공유 분산 네트워크구조를 제안하고 설계하였다.

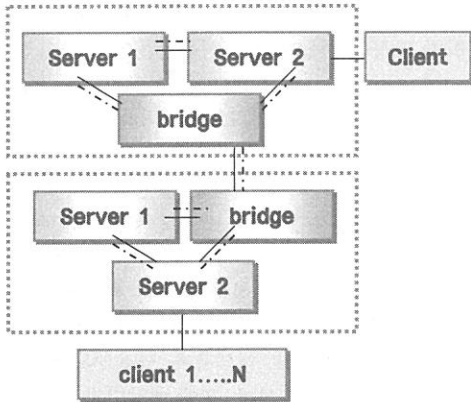


Fig. 4 공유 분산 네트워크 구조

그림4의 공유분산 네트워크구조의 구성요소로는 각 사용자 혹은 자율성을 가진 에이전트를 나타내는 클라이언트, 클라이언트간의 중재자 역할을 하는 서버가 있으며, 몇 개의 인접한 서버들은 한 그룹으로 묶여 풀(pool)이라는 단위로 관리된다. 각 풀들은 브리지 (bridge) 서버라고 불리는 서버들로 연결된다. 이 브리지 서버는 가상환경 관리, 참여자 관리, 위상(topology) 관리 및 협업 관리등을 담당한다. 공유분산 네트워크 구조에서는 소수의 클라이언트들이 각각의 서버에 연결하기 때문에 부하 집중을 방지하게 된다.

공유분산 네트워크구조에서는 서버에 클라이언트를 할당하는 방법으로 공간 근접 방법(spatial proximity method)과 네트워크 근접 방법(network proximity method)을 지원한다.

공간 근접 방법은 가상공간 내에서 서로 근접한 클라이언트를 같은 서버에 할당하는 방법이고, 네트워크 근접 방법은 네트워크상에서 가장 응답시간이 빠른 서버에 클라이언트를 연결하는 방법이다.

이로써 공유분산 네트워크구조는 사용자 및 가상공간의 규모와 특성에 따라 유연성 있게 서비스를 확장할 수 있도록 했다.

2.2 가상엔지니어링 3차원 객체 네트워크

3차원 모델 객체가 각 사용자간에 공유되어 사용되어질때 이 때 3차원 모델 자체를 표현하기 위해서는 엄청난 크기의 데이터가 필요하다. 이를 컴퓨터가 로컬에서 처리할 경우에는 큰 문제가 되지 않을 수 있지만 네트워크를 통해 전송할 시에는 큰 문제가 될 수 있으므로 이에 네트워크를 통해 전송되는 3차원 객체 데이터를 최소화 할 필요가 있다.

기존의 VRML(Virtual Reality Markup Language)¹⁾ 을 사용한 네트워크를 통한 3차원 정보 전달은 3차원 모델 정보에 대한 모든 데이터를 기술한 파일 자체를 네트워크를 통해 전달하였다.

VRML을 이용시 직접 VRML을 이용하여 모델을 기술하기보다는 별도의 3차원 모델링 툴을 이용하고 여기에서 모델링된 데이터를 다시 VRML로 변환하는 방법을 사용하였다.

하지만 기계적으로 변환된 VRML 파일의 데이터 크기는 조금만 복잡한 모델도 그 파일 크기가 수 메가바이트를 넘어가 네트워크를 통한 전송이 어려웠다.

이에 본 논문에서 구현하고자 하는 가상 엔지니어링 시스템에서는 이렇게 모델 데이터 자체를 전송하는 것을 지양하고, 각 시스템에서 동적으로 3차원 모델을 시각화 할 수 있는 3차원 모델 엔진을 자체적으로 구현 한 후, 이에 필요한 파라미터만을 전송하는 방법을 사용하였다.

예를들어 설계시에 하나의 창문을 디자인 할 경우 VRML이라면 각 철도 객실 창문의 모양을 폴리곤들의 집합으로 일일이 정의해야 하지만 가상 엔지니어링에서는 미리 정해진 형태의 창문을 그려주는 모델링 라이브러리를 구축하고 여기에 필요한 파라미터 - 즉 높이, 넓이, 두께, 창문형태 등만을 전송 받는 것으로서 효율을 꾀할수 있다.

2.3 가상엔지니어링 공유객체 상태 동기화

가상 엔지니어링에서 사용되는 3차원 객체 데이터는 각 참여자들간에 공유되어야 한다.

여기서 공유라고 함은 객체 자체의 클라이언트에서의 존재 유무만이 아니라 그 객체의 상태 정보가 실시간으로 모든 참여자 간에 공유되어야 함을 말한다.

이와 같이 가상 엔지니어링 응용을 구현하기 위해서는 3차원 객체 데이터의 상태를 실시간으로

공유할 수 있는 동기화 메커니즘 이 제공되어야 하며 분산가상환경에서의 동기화기술을 크게 3가지로 분류하였는데 이는 추정항법(deadreckoning), 프레임별 갱신(frame rate update), 공유 데이터베이스 서버, 협동작업에 사용되는 대용량파일을 전송하는 비디오 서버, 서버 역할을 하는 TTX_PDM Server와 각 사용자들이 실제로 사용하게 되는 TTX_PDM Client로 구성하였다.

3. TTX_PDM 서비스

틸팅 철도 차량개발 과정에서 Virtual Engineering(CAE, DMU) 기술을 활용하기 3차원 CAD기반의 설계표준 프로세스를 확립한 후, 설계 과정에서 발생할 수 있는 설계 오류 등의 제거를 효율적으로 검증 할 수 있는 철도 차량 설계 지원 표준 데이터베이스 시스템을 구축 하였다. 특히, 당 연구는 철도차량 개발 업무가 각 분야별로 여러 곳의 위탁기관 및 참여기업에서 진행되고 있기 때문에 분산 환경 하에서 협업에 의한 통합 설계를 지원하기 위하여 제품정보 통합연계관리와 같은 시스템 구축 및 운영을 위한 시스템 표준화 작업이 필요하다. TTX_PDM은 인간의 사고유형과 동일하게 조직의 업무활동 자체를 객체화 하여 개발생산판매까지 연결하고자하는 철도차량 Product와 이를 실현하는 조직의 프로세스 그리고 집행할 사람들을 바로 객체화 하여 이를 객체기술로 그 객체들의 관계성을 정의하고 그 규칙을 지원하여 비즈니스 환경 변화에 능동적으로 대처가능하며 현존하는 여러 가지 시스템이나 어플리케이션에 대한 지원과 개방된 아키텍처와 분산된 자원등의 통합을 용이하게 전개할수 있는 확장성을 갖추었다

① 도면/문서/프로젝트 관리 기능:

개발과정에서 산출되는 기술자료 및 노하우를 체계적으로 조직화한 이 정보시스템의 구축에 의해 정보의 효율적인 축적, 재사용, 관리, 공유로 새로운 부가가치를 창출할 수 있다.

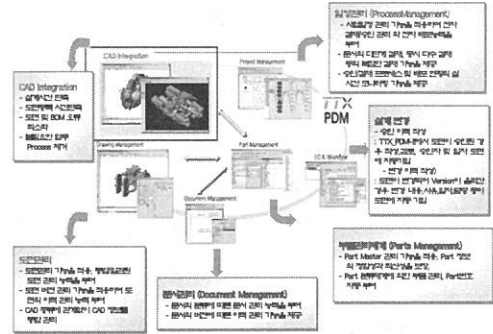


Fig. 5 TTX_PDM 기능

- ② 3D 가상설계 비디오스트림 수신 기능: 연구 참여자들은 각 클라이언트 share video window을 통해 협동작업에 유용한 비디오 스트림을 볼 수 있다.현재는 비디오 서버가 송신하는 비디오 정보를 같은 작업공간내의 참여자들이 같이 보게 되어 있다. 비디오 서버는 H.261 기반으로 정보를 인코딩하고 이를 RTP 패킷으로 멀티캐스트 전송한다. 공통된 비디오 스트림의 수신은 가상 협동 작업에 참여 하고 있는 참여자들간에 공통된 사고 정립에 도움을 줄 수 있다.
- ③ 3D 가상공동설계를 위한 오디오 회의 기능: 각각의 참여자들의 발언은 G.723 기반으로 인코딩 되어 RTP 패킷으로 멀티캐스트 전송된다. 오디오 회의를 통한 의사교환 은 의사교환을 원활히 하여 협동작업의 효율을 높일 수 있다.
- ④ 3D 가상 건축 설계를 위한 텍스트 채팅기능: 오디오 회의는 상대적으로 높은 네트워크 대역폭을 요구한다. 이에 네트워크 상태가 열악한 상황에서의 의사교환도 가능하게 하기 위해 텍스트 채팅 기능을 지원한다. 또한 텍스트 채팅은 오디오 회의에서는 명확하게 전달하기 힘든 정보를 명확하게 전달할 수 있는 장점도 가지고 있다.

4. 결론

본 논문에서는 철도차량 개발의 효율 증대 목적으로 네트워크를 통한 3차원 가상환경 기반 협동작업 어플리케이션을 개발하기 위한 기술적 문제와 이를 위해 개발된 공유협동작업 엔진을 설명하고, 이를 이용하여 구현된 TTX_PDM 서비스에 대해 설명하였다.

공유 협동작업 엔진은 네트워크를 통한 가상협동작업을 위해 필요한 참여개체들의 네트워크 구조 기술을 위해 공유 분산 네트워크 구조를 제안하고 구현하였으며, 이는 클라이언트, 서버, 서버풀과 브리지 서버 등의 연결을 통한 분산 네트워크 구조와 함께 공간 근접 방법과 네트워크 근접 방법을 통한 서버의 부하 분산을 가능하게 하였다.

TTX_PDM을 지속적으로 업그레이드 하고 부문별 추가모듈개발을 통해 철도산업에 완성도를 높일 계획이다.

향후 CPC (Collaborative Product Commerce)로의 무게중심을 이동하기 위해서는 협업적 환경으로의 전환은 필수적인 사항이며 이런점에서 웹기반 시스템 도입은 필수적이며 기존 시스템에 대해 지속적으로 시스템을 보완하고 문제가 발생시 즉시 해결해나가는 유지업무가 무엇보다 중요한 관건이다.

참고문헌

1. A. L. Ames, D. R. Nadeau and J. L. Moreland, "VRML 2.0 Source Book," John Wiley & Sons Inc., 2nd Edition, 1997.
2. C. Greenhalgh and S. Benford, "MASSIVE: A Collaborative Virtual Environment for Teleconferencing," ACM Trans. Computer-Human Interaction, Vol.2, No.3, pp.239-261, 1995.
3. G. P. Moynihan, "The Application of Enterprise Modeling for Aerospace Manufacturing System Integration", The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, Vol. 9, No. 2, pp. 195-210, 1997.
4. T. M. Rupp and C. P. Steiner, "Supporting Distributed Engineering in the Aerospace Industry by Web-based Collaborative Applications", 9th International Conference of Concurrent Engineering, Espoo, Finland, June 2003.