

3차원 애니메이션을 이용한 전력계통현상의 직관적 제시에 관한 연구

박인권, 이옥화, 이진, 윤용범*, 김태균*, 송호승*
LG산전, 한전 전력연구원*

A Study on Intuitive Representation of Power System Phenomena using 3-Dimensional Graphical Animation

I.K. Park, W.H. Lee, J. Lee, Y.B. Yoon*, T.K. Kim*, H.S. Song*
LG Industrial Systems, KEPRI*

Abstract - This paper presents a new method for representing complex power system phenomena using 3-D computer graphics animation. The proposed method was tested on both the generator dynamics phenomena and subsynchronous resonance phenomena. It is anticipated that the proposed method would be helpful for the operator training as well as power system education.

Keywords: Power systems, Animation, Computer Graphics

1. 서 론

근래 전력계통의 복잡화 및 그 해석방법에 있어서의 난이도의 증가는 필연적으로 계통에서 일어나는 현상에 대한 이해를 함에 있어서 많은 어려움을 초래하였다. 이러한 어려움은 계통에 대한 입문자에게 전력계통 학문에 대한 또 하나의 장애로 등장하게 되었으며 이러한 난이성은 근래 일어나고 있는 전력계통 학문에 대한 인기저하의 근저에 자리잡고 있는 요인 중 하나로 꼽힐 수 있을 것이다. 또한 현실적으로 급속하게 전개되고 있는 전력산업 구조개편으로 인하여 이러한 복잡성에 기여하게 되는 요인들은 기하급수적으로 증가하는데 비해 이러한 요인들로 인해 전력계통 운용중 실제 발생하는 현상들의 인과관계를 짧은 시간 안에 직관적인 혹은 경험에 기초한 신속한 판단에 의해 인지하여 유효 적절한 대책을 수립하는데 필요한 전문가적 자질을 갖춘 인력의 공급은 한정되어 있으며 더군다나 전력산업 구조개편등의 급속한 환경변화로 인해 기존의 전문가적 자질을 갖춘 인력마저 더욱 희소해 지고 있는 상황이라 할 수 있을 것이다. 근래 이루어진 PC의 급속한 발전 및 게임시장으로부터 파생된 저가/보급형 3차원 그래픽 주변기기들의 보급은 그 동안 비행 시뮬레이션 등 전용 하드웨어를 이용한 실세계 시뮬레이션 환경에 머물러온 3차원 컴퓨터 그래픽 애니메이션을 PC 환경에서도 이용이 가능하도록 하였으며 또한 소프트웨어 측면에서도 비교적 사용이 용이하고 고속 3차원 그래픽 주변기기들의 특성을 잘 살릴 수 있는 3차원 그래픽 라이브러리들의 출현으로 말미암아 특정 목적에 부합하는 3차원 컴퓨터 그래픽 애니메이션 도구 작성을 비교적 용이하게 만들고 있다. 이러한 상황에서 전력계통 운용자로 하여금 보다 신속하고 적절하게 전력계통의 변화하는 상황에 적응할 수 있는 능력을 배양하는데 이용 될 수 있으며 또한 현재 점차 전력계통 산업분야에서 필요로 하는 유능한 인력을 공급하는데 있어 적절하게 기대치에 부응하는데 어려움을 겪고 있는 전력계통 교육분야에 있어서 기존 교육 컨텍스트에서 방향을 달리한 전력계통 교육방식에 대한 접근으로서 이용될 수 있는 전력계통 현상에 대한 제시방법을 3차원 컴퓨터 그래픽 애니메이션 기법 및 전력계통 실시간 디지털 시뮬레이터(RTDS: Realtime Digital Simulator)와의 실시간 통신기능의 조합을 통한 3차원

그래픽 애니메이션 도구를 작성함으로써 탐색해 보고자 하였다.

2. 본 론

2.1 시각화 대상 계통 현상의 선정

전력계통에서 일어나는 현상은 차과도, 과도, 정상상태 등 다양한 시간간격(Time Frame)에 걸쳐 여러 가지 양상으로 표현되는 것이 일반적이다. 따라서 3차원 그래픽 애니메이션 도구를 작성하는데 있어 기본적으로 이루어져야 할 사항은 사용자에게 제시될 계통 현상의 선정 및 이에 부합하는 장면의 구성이다. 3차원 그래픽 애니메이션 도구를 작성하기 위하여 회전이라는 모티브로 표현이 가능한 전력계통의 현상이 3차원 컴퓨터 그래픽 애니메이션을 이용한 시각화 대상으로 선정되었으며 이를 효과적으로 사용자에게 전달하기 위한 장면의 개념정립이 이루어 졌다.

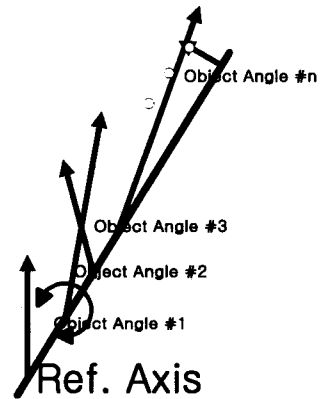


그림 1. 회전을 이용한 기본적인 장면구성

전력계통에서 발생 가능한 여러 가지 현상 중 회전 개념을 적용하여 사용자에게 제시가 가능한 것으로서 우선적으로 고려될 수 있는 현상은 발전기의 동요 현상 및 전력계통의 축진동 현상을 들 수 있을 것이다. 발전기의 동요현상은 발전기 회전자의 회전각의 시간에 따른 변화를 사용자에게 회전이라는 개념을 사용하여 전달하는 것이 직관적이고 효과적이라 여겨지며 또한 축진동 현상 역시 발전기 및 터빈의 관성질량 및 이를 연결하는 탄성체의 회전에 기인하는 현상으로서 이러한 회전이라는 개념을 사용하여 효과적으로 전달 될 수 있는 성질을 가졌다고 할 수 있을 것이다. 이러한 현상들은 수십 밀리 초에서 수백 밀리 초의 시간간격(Time Frame)에서 관찰 가능한 현상으로 알려져 있으며 이러한 현상에서 취득된 데이터를 적절한 가공을 거쳐 3차원 컴퓨터 그래픽 애니메이션을 통해 신속하고 효율적으로 사용자에게 이러

한 현상을 제시할 수 있다. 또한 이러한 제시를 통해 이러한 현상에 대한 이해를 더욱 용이하게 할 수 있을 것으로 기대된다.

2.2 3차원 그래픽 애니메이션 도구 제작

3차원 그래픽 기법 및 애니메이션 기능을 적용한 전력계통 현상 시각화를 위해 작성된 프로그램은 다음과 같은 구조를 취하게 된다.

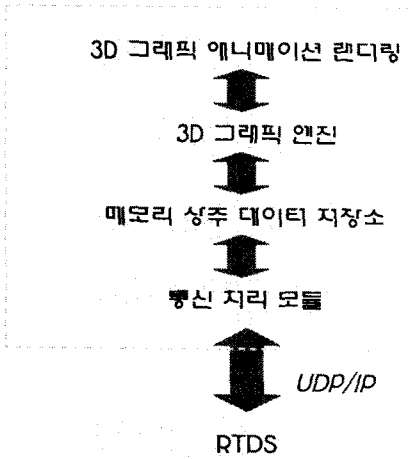


그림 2. 3차원 그래픽 애니메이션 도구의 전체구조

전력계통 실시간 디지털 시뮬레이터(RTDS:Real Time Digital Simulator, 이하 RTDS)에서는 사용자 인터페이스인 PSCAD(Power System Computer Aided Design)/RTDS와의 통신을 위해 UDP(User Datagram Protocol)/IP(Internet Protocol)프로토콜을 이용한다. UDP(User Datagram Protocol)/IP(Internet Protocol)는 현재 인터넷에서 널리 이용되고 있는 TCP(Transfer Control Protocol)/IP(Internet Protocol)에 비해 상대적으로 그 구조가 간단하여 구현이 용이한 프로토콜이며 또한 간단한 구조로 인하여 고속통신 및 멀티미디어 통신에 현재 광범위하게 이용되고 있는 프로토콜이다. 또한 이러한 구현상의 용이성으로 말미암아 RTDS 하드웨어 구현 당시 RTDS하드웨어와 사용자 인터페이스 사이의 통신용 프로토콜로 선정되었다. 동일한 프로그램에서는 RTDS에서 시각화 대상 데이터를 취득하기 위한 프로토콜로 이용되고 있다. TCP/IP프로토콜을 이용한 통신에서는 상하간의 통신을 위해 핸드셰이킹(Hand Shaking) 과정을 통해 Socket(소켓)을 열고 1대 1통신을 대부분 실시하며 특수한 경우 Multicast(멀티캐스트)를 이용하여 1:n 통신을 실시하는데 비해 UDP/IP는 상대방의 존재여부에 상관없이 특정한 IP(Internet Protocol)어드레스에서 통신용으로 지정된 Port(포트)를 Listen(대기)하고 있다가 이곳에 도착한 메시지에 대한 응답을 상대방의 존재여부에 상관없이 송신하는 특성을 지니고 있다. 이는 흡사 TCP는 전화에 비유할 수 있으며 UDP는 편지에 비유할 수 있다. 따라서 만일 RTDS가 TCP/IP를 통하여 PSCAD/RTDS와 통신을 실시할 경우 이러한 통신과정의 중간에 개입하여 시각화를 위한 데이터를 취득하기가 매우 어려운 반면에 RTDS에서 UDP/IP를 이용함으로써 시각화를 위한 데이터를 비교적 용이하게 취득할 수 있도록 하고 있다. 이러한 통신 기능은 위의 그림 중 '통신처리모듈'에서 처리된다. 이러한 과정을 통해 취득된 데이터는 '메모리상주 데이터 저장소'에 일시적으로 저장

된다. 3차원 그래픽 애니메이션 시각화의 특성상 많은 데이터가 짧은 시간에 취득되게 되며 이러한 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 '메모리상주 데이터 저장소'의 최적화된 설계가 양호한 어플리케이션의 성능향상을 위해 중요한 관건이라 할 수 있을 것이다. '통신처리모듈'을 통해 수집되어 '메모리상주 데이터 저장소'에 저장된 데이터는 '3D 그래픽 엔진'을 이용하여 화면에 출력되어 사용자에게 전달되게 된다. 3차원 그래픽 엔진이라 함은 3차원의 그래픽 작업을 보다 신속하고 효율적으로 처리하기 위하여 공통적으로 계산되는 루틴 및 렌더링(그래픽 오브젝트의 표면에 색을 입히거나 그림자를 처리하는 일 등) 루틴을 구현하여 놓은 라이브러리를 말한다. 이러한 3차원 그래픽 엔진으로서 현재 널리 쓰이고 있는 것으로는 실리콘그래픽스사(SGI)의 IRIS-GL을 근간으로 하여 고급 3차원 그래픽 엔진의 표준으로 자리잡은 OpenGL과 Microsoft에 의해 3차원 게임 개발 라이브러리로 제공되는 DirectX라이브러리가 대표적이라 할 수 있다. DirectX의 특징 중 하나는 3차원 그래픽(Direct3D)뿐만 아니라 3차원 사운드기능 지원을 위한 DirectSound,또한 Network을 이용한 Multi-player기능 지원을 위한 DirectPlay등을 제공하며, 현재 시스템에서 사용되고 있는 Video Card에 직접 Access를 가능하게 하는 Low Level(저 수준)의 HAL(Hardware Abstraction Layer: 하드웨어 추상화 계층)을 지원하여 상대적으로 고속의 연산기능을 보유한다는 것이다. 그러나 이는 응용프로그램 구현시 난이도를 증가시키는 요인으로 작용한다. 또한 이러한 저 수준의 하드웨어 접근성 보장은 각 응용프로그램간 또는 이러한 응용프로그램이 수행되는 플랫폼간의 호환성 문제를 야기할 수 있다.

2.3 제작된 3차원 그래픽 애니메이션 도구의 계통현상에서의 적용

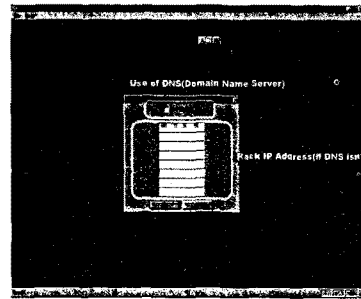


그림 3. 3차원 그래픽 애니메이션 도구의 설정

개발된 3차원 그래픽 애니메이션 도구는 시각화 하고자 하는 계통현상을 RTDS를 통해 시뮬레이션을 실시하고 RTDS에서 계산된 결과를 취득하여 이를 작성된 장면을 통해 사용자에게 제시하는 구조를 취하고 있다. 이를 위해서 3차원 그래픽 애니메이션 도구는 RTDS의 IP 어드레스를 알아야 할 필요가 있으며 이는 위의 설정기능을 통해 입력될 수 있다.

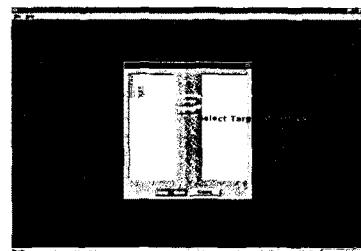


그림 4. 시각화 대상번호의 지정

RTDS에서 지정된 시뮬레이션 케이스 수행 중 시각화 대상 데이터를 취득하기 위하여 사용자에게 의해 시각화 대상 변수들이 미리 지정되어 있어야 한다. 이러한 지정은 위 기능을 통해 이루어 질 수 있다.

다음은 발전기의 동요 현상을 관찰하기 위하여 RTDS용으로 구성된 계통이다. 이러한 대상계통은 시각화 대상현상을 교육적인 목적이라 효과적으로 사용자에게 전달하기 위해 다른 부수적인 계통현상의 발생을 되도록 회피할 수 있도록 의도되었다.

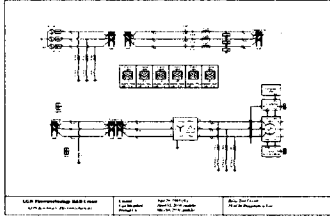


그림 5. 발전기의 동요 현상 관찰 대상계통

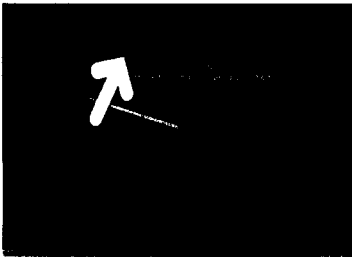


그림 6. 발전기의 동요 현상의 적용

다음은 축진동 현상을 관찰하기 위하여 RTDS용 라이브러리에서 제공하는 Multi-Mass모델을 이용하여 RTDS용으로 구성된 계통이다.

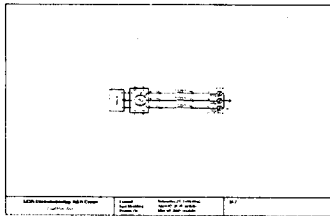


그림 7. 축진동 현상 관찰 대상계통

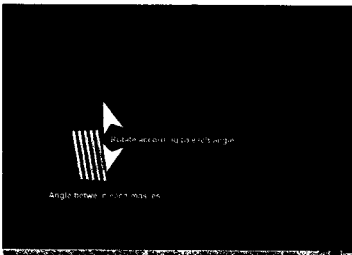


그림 8. 축진동 현상의 적용

3. 결 론

근래 전력계통의 복잡화 및 그 해석방법에 있어서의 난이도의 증가는 필연적으로 계통에서 일어나는 현상에 대한 이해를 함에 있어서 많은 어려움을 초래하였고 계통운용을 위해 요구되는 학습량은 이에 비례하여 급증하는 추세에 있는 것이 사실이다. 또한 전력계통분야를 선택하는 학생 수 또한 매년 격감하는 추세에 있다. 날로 발전하는 PC의 하드웨어 및 소프트웨어 기술은 PC상에서 운용 가능한 특정 목적에 부합하는 3차원 컴퓨터그래픽 애니메이션 도구 작성을 위한 합리적인 환경을 제공하고 있다. 이러한 상황에서 전력계통 운용자로 하여금 보다 신속하고 적절하게 전력계통의 변화하는 상황에 적응할 수 있는 능력을 배양하는데 이용 될 수 있으며 또한 통상적인 교수방법에 부가하여 전력계통 교육에 이용될 수 있는 전력계통 현상에 대한 제시방법을 3차원 컴퓨터 그래픽 애니메이션 기법 및 RTDS와의 실시간 통신기능의 조합을 통한 3차원 그래픽 애니메이션 도구를 작성함으로써 탐색해 보고자 하였다. 그러나 비교적 고속의 통신속도 불구하고 일부 전력계통현상을 사용자에게 직관적으로 제시할 만한 유효한 장면을 연출하지 못하는 경우가 종종 있는 것으로 관찰되었으며 이러한 점은 향후 연구를 통해 해결되어야 할 과제이다.

(참 고 문 헌)

- [1]N.Shimada,H.Numano,A.Yokoyama, "Visualization of Voltage Collapse in Power system Using 3-Dimensional Computer Graphics Animation", ICEE 1999, 1999
- [2]A.J.Hauser, "Visualization of Global Power System States in a Compact and Task Oriented Way", 13th Power Systems Computation Conference, 1999
- [3]Stan trujillo, "Cutting Edge Direct 3D Programming", Coriolis Group, 1999
- [4]R. Wright, M. Sweet, "OpenGL Super Bible", Waite Group, 1996