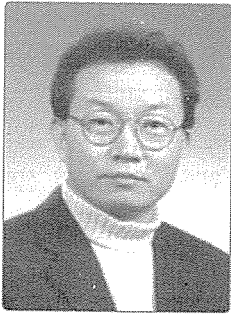


# OPIUM

## 4<sup>+</sup>차원 원자력 소프트웨어

서균 렬

(주) 필로소피아 대표이사  
서울대학교 원자핵공학과 교수



### 유비쿼터스 소프트웨어 OPIUM

새해가 밝아왔다. 올해에도 어김 없이 정보 기술 선두 주자 한국의 일거수 일투족은 지구촌 관심과 선망의 대상이 될 것이다.

이번 기회에 우리는 강한 소프트웨어, 즉 소프트웨어(SoftPower)를 먼저 정의하자.

우리 사전에만 있는 신조어로 21세기를 열어가자.

놀라운 소프트웨어의 발전이 정보 통신의 울타리를 벗어나 이제는

새로운 분야로 속속 파고들고 있다.

원자력 산업 또한 이러한 변화의 시기에 잔뜩 움츠렸던 몸을 펴고 서서히 발걸음을 내딛는 노력을 하고 있다.

굳이 국제 지표나 지수가 아니더라도 COEX 회의장과 전시장을 한번만 둘러보면 정보 기술, 나아가 소프트웨어 한국의 영상이 선명하다.

새천년을 열어가게 상시상존, 즉 유비쿼터스 소프트웨어를 극미세와 초대형을 어우르는 거대 복합 공학 원자력에 접목할 시점에 와 있는 것이다.

단순한 하드웨어의 걸치레가 아닌 원천 기술로서의 소프트웨어가 원자력에 자리 잡기 위해서는 선결 조건이 있다.

수십 년 전 인류는 하늘에서 소리의 벽을 깼다. 이제 우리는 땅에서 2차원 도면 굴레를 박차고 나와 3

차원 전자 공간, 더 나아가 시간을 자유로이 왕래할 수 있는 4차원 시간 공간에서 원자력의 이야기를 다시 써야 하겠다.

아니, 내친 김에 비용의 축이 보태진 4<sup>+</sup>차원통합 공간에서 원자력을 다시 세워야겠다.

소프트파워와의 융합없이 원자력이 생존하기를 기대하는 것은 우리 인류의 역사를 100년 전으로 되돌리지 않는 한 불가능하기 때문이다.

1년 전 불가능해 보이던 소프트웨어가 오늘 우리 컴퓨터에서 현란하게 돌아가는 2000년대.

오늘의 기술이 몇 개월, 아니 몇 주 만에 묻혀버리기도 하는 박동치는 소프트웨어 시장에서, 우리는 10년은 안될지언정 최소한 5년을 내다보는 형안과 용기를 가지고, 구닥다리 껍질을 깨고 나와야겠다. 내일이 아니고 오늘.

원자력을 논하기 전에 우선 전위

기술의 원조, 영화 산업을 둘러보자. 해마다 쏟아지는 국내외 블록버스터 영화에서는 어느 것이 진실이고 어느 것이 허구인지 구분이 되지 않을 만큼 정교한 디지털 영상을 접하게 된다.

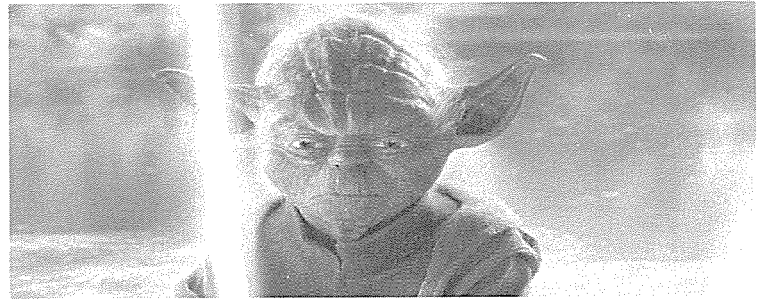
「스타워즈」는 1977년 '새로운 희망'을 시작으로 2005년 '시스의 복수'로 대표되는 블록버스터로 눈부신 발전을 거듭해왔다.

이러한 디지털 기술이 이제는 영화뿐 아니라 지금까지 누구도 기대하지 않았던 원자력이라는 거대 산업에까지 다가온 것이다.

유비쿼터스 소프트파워로 무장한 원자력은 과거의 불안하고 생소함을 뒤로 하고, 이제는 사람들로 하여금 기대와 흥분을 불러일으키는 절대 지존의 산업으로 다시 태어날 것이다.

원자력 분야에 있어 소프트파워를 이용한 정보화는 생각만큼 낫설지 않다. 이미 많은 사람들이 소프트파워를 활용하고자 노력해 속속 그 성과가 나오고 있다.

그럼에도 불구하고 2006년을 원자력 소프트파워 산업의 원년으로서 새로운 도약을 제시하는 것은 그동안 개별적으로 진행되어 오던 디지털 원자력을 이제는 협업의 관점에서 서로가 정보를 공유하여 불필요한 중복성을 사전에 제거하고, 기술 경쟁력을 바탕으로 국내 시장을 노리는 해외 유수의 산업체와 경쟁



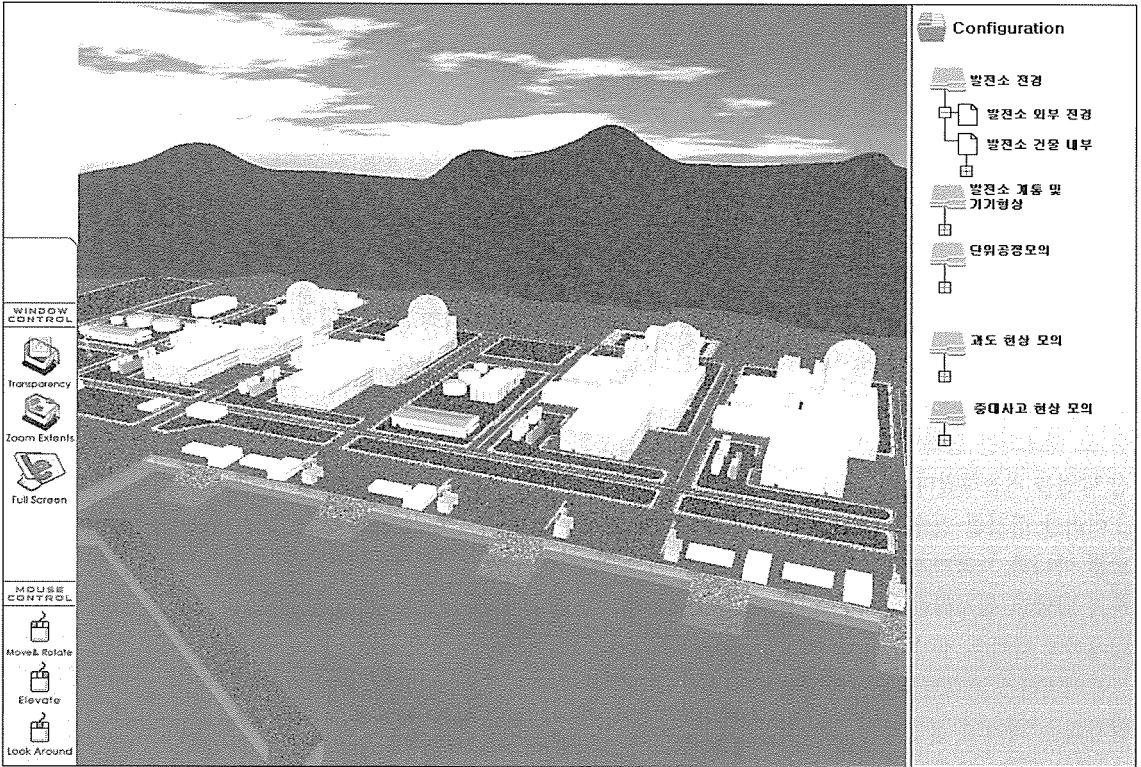
"스타워즈" 디지털 영상

할 수 있는 표준화된 원천 기술로 끌어올리고자 함이다.

상시상존 원자력 소프트파워 OPIUM (Optimization Phenomenology Integrated Ubiquitous Maintenance)은 기획, 사업, 설계, 제작, 건설, 유지, 보수, 해체는 물론 사용 후 관리에 이르는 산업 전반에서 요소 기술로서 자리 매김할 것이다.

가상 현실 모의 VENUS

(Virtual Engineering Nuclear Ubiquitous System), 공정 주기 관리 NOTUS (Nuclear Optimization Technique Ubiquitous System), 응용 정보 기반 INUUS (Informatics Nuclear Utilities Ubiquitous System), 전산 연계 공학 JANUS (Junctional Analysis Numerical Ubiquitous System), 실험 모의 공학 EURUS (Experimental Unitary



가상 현실 원자력발전소

Research Ubiquitous System)가 그 핵심 기술이다. 이러한 범용 기술은 원자력 발전소나 폐기물 처분장의 울타리를 넘어 4세대 원자력 시스템·KSTAR·ITER 등 핵융합로, 양성자가속기 설계·건설·운영 단계에서도 폭 넓게 사용될 수 있다.

우선 5가지 기술을 언급하기 전에 디지털이 가지는 장점에 대해 간략하게 소개하고자 한다.

한쪽 손에 이동전화를 들고 다른 손으로 컴퓨터의 자판을 두드리는 현대인이라면 누구나 디지털의 편리함을 인지하고 있을 것이다.

디지털 정보는 하드웨어 정보와

달리 시간과 장소에 구애를 받지 않는다.

디지털 기반의 상시상존, 즉 유비쿼터스라는 말도 이러한 맥락에 있다고 볼 수 있다.

그렇다면 원자력 산업에서 디지털이 가지는 장점은 무엇일까?

원자력은 관례적으로 신기술의 적용이 매우 느리고, 안전과 신뢰도를 최우선으로 하는 기간산업이다.

또한 원자력발전소는 설계와 제작, 운전에 이르기까지 10년 이상 소요되며, 그 사이에는 강산도 변하게 된다.

오늘의 신기술이 내일의 평범한 기술이 되는 현재의 상황에서 오랜

시간이 걸리는 원자력에 첨단 소프트웨어를 적용한다는 것이 불가능해보일지도 모른다.

그러나 이는 기우에 불과하다. 10여년 전 한국이 조선 분야 세계 1등 국가가 되었을 때 어느 누구도 디지털 기술로 조선소를 건설하고 배를 제작한다는 것을 생각하지 않았다.

그러나 10여년이 지난 지금 우리는 디지털 조선소를 활용하여 더욱 정교한 배를 만들고 있다.

또한 하늘을 나는 보잉 점보기를 완전 디지털 기술로 사전 제작할 수 있다는 것을 아는 사람은 그리 많지 않았다.



디지털 원자력발전소

오늘날 불가능이라고 여기던 것을 가능하게 하는 것이 그리 어려운 일이 아니란 것을 이제는 모두가 알고 있다.

원자력발전소를 건설하는 것이 배나 비행기를 만드는 것보다 더욱 어렵다는 것은 누구나 알고 있다.

원전에 사용되는 부품이 배를 건조하는데 드는 부품보다 훨씬 많다. 디지털 조선소가 만들어졌다고 해서 디지털 원전이 반드시 만들어질 수 있다는 것은 아니다.

그러나 기술이란 것은 우리가 잠을 자고 있는 동안에도 발전하고 작은 성과를 바탕으로 크게 성장해 나가는 특성을 가지고 있다.

작은 기술들이 쌓이면 큰 기술로서 가치를 가지게 된다.

원자력에 있어 소프트파워 또한 현재의 작은 기술들이 서서히 응집되고 있는 시작점이라고 생각한다. 핵심 기술에 집중하면 반드시 꿈을 실현할 수 있다.

### 미의 여신 VENUS

블록버스터 영화처럼 상상의 세계를 현실화하는 가장 대표적인 디지털 원자력 기술이 가상 현실 기술을 이용한 VENUS이다.

가상 현실이란 실제 또는 공상의 환경을 3차원 공간상에서 시각과 청각 등의 감각을 경험할 수 있게 모의하는 기술이다.

이미 우리는 현실에서 인터넷 쇼핑이나 놀이공원, 과학관 등을 통해 가상 현실이란 공간에 상당히 익숙

하다.

컴퓨터를 통해 대상을 움직이거나 공간 속을 돌아다니는 경험을 해본 적이 있을 것이다.

VENUS는 이러한 가상 현실 기술을 원자력에 도입하여 단순 체험이 아닌 인터넷 기술과 연동되는 항시 접근 가능한 상시상준, 즉 유비쿼터스 정보 체제를 제공한다.

원자력발전소는 수백만이 넘는 부품으로 구성되어 있으며, 매우 복잡한 구조를 가지고 있다.

따라서 이러한 구성 부품을 단순한 2차원 설계나 문서 자료만을 이용하여 건전성을 유지하고 효율적으로 감시하기에는 많은 시간과 비용이 든다.

또한 각 계통들은 특이성에 따라 여러 부서가 나누어 관리해야 하며, 단순한 기기 검사 업무의 경우에도 먼저 그 계통의 관련 부서가 설계 자료를 확인하고, 검증하여 공학적 안전 기준을 제시하여야 한다.

관련 부서가 검사 기관으로부터 제공받은 검사 결과를 확인하여 이상이 확인될 경우, 정비 및 교체를 담당하는 부서에 연락하여 설비의 교체 및 보수를 다시 상위 기관에 보고해야 한다.

이러한 여러 부서의 협업이 필수적인 상황에서 부서 간의 긴밀한 연계와 정보의 신속한 전달이 중요해진다.

따라서 중앙 집중화된 정보 관리와 전자적인 협업 공간의 필요성이 대두되며, 용이한 정보 전달을 위해 기기 별 3차원 형상을 포함하는 대단위 정보 공간이 요구된다.

이러한 대단위 정보 공간을 단순한 전산망에 의한 정보 기반 환경에서 구축하는 것이 아니라, 가상 공간 내에서 사용자와 정보가 접촉할 수 있는 환경을 제공해 주는 기술이 바로 디지털 원전 체제이다.

VENUS는 모든 대상을 현실감 있는 화려한 3차원 형상으로 보여준다.

오늘날 현실감 없는 가상 현실은 더 이상 가상 현실이 아니다. 사람들은 진실과 허구를 구분하기 어려워질수록 감탄하며 이를 추구한다.

자신들이 보고 있는 화면 속에 현실 같은 원자력발전소가 표시되고, 그 속을 거닐며 여러 가지 정보를 접하면서 실제 원자력발전소에 와 있다는 착각이 들 때 진정한 가상 현실이 구현되는 것이다.

이러한 3차원 형상 기반 위에 모든 정보가 집합되는 것이 VENUS의 기능이다.

가상 공간 내에 모든 정보는 형상과 연동되어 사용자가 형상으로부터 필요한 정보를 얻을 수 있으며, 반대로 형상에 정보를 입력할 수도 있다.

모든 사용자가 언제 어디서나 인터넷을 통해 쌍방향으로 정보를 주

고받을 수 있으며, 기업 내의 인터넷을 이용하여 실시간 정보 제공도 가능하다.

가끔 영화에서나 구현되었던 미래 사회의 모습 중 이러한 대화형 정보 전달 방식을 이제는 원자력발전소에 적용하는 것이 가능해진 것이다.

### 남풍의 신 NOTUS

한국의 정보 기술의 비약적인 발전이 2006년에도 이어질 것이라는 전문가들의 의견을 바탕으로 디지털 공정 주기 관리 기술 NOTUS 역시 큰 기대를 모으고 있다.

가상 현실을 기반으로 한 정보 체제와 더불어 자동차·조선·항공산업의 쟁점은 제작 기술의 발전에 있다고 볼 수 있다.

기존의 생활 기기나 자동차처럼 상대적으로 소형인 경우에는 시제품 제작을 통한 성능 검사가 주로 이루어져 왔으나, 대형 발전소나 조선, 비행기처럼 제품의 사전 제작이 불가능한 경우에는 제작성 검토에 큰 어려움을 겪어왔다.

이러한 난점을 해결하기 위해서는 최적 공정 기술 기반의 NOTUS를 적용하는 것이 필수적이다.

3차원 형상 제작 기술에 시간과 비용의 개념을 추가한 4차원 공정 최적화 기술을 근간으로 하는 NOTUS는 가상 공간에서 기기의

제작과 원전 건설 공정을 실제와 똑같이 구현하여 시공시 문제점을 미리 발견하고, 이를 개선하여 소요 시간을 최소화함으로써 비용을 감소시키는 기술이다.

물론 NOTUS 기법은 제품의 생산뿐만 아니라 사용 후 해체가 필요한 대형 구조물, 예를 들면 원전 해체 공정에도 활용될 수 있다.

경제성과 안전성에 가장 큰 영향을 미치는 해체 공정과 폐기물량 산정, 방사능 준위 등을 사전에 파악하는데 NOTUS 기술 활용은 가장 이상적이라고 볼 수 있다.

작업자가 접근하기 어려운 방사능 오염 지역에서의 해체 공정을 가상 공간에서 구현해 봄으로써 작업자의 피폭을 현저히 줄일 수 있다.

정교한 해체 계획을 세울 수 있어서 막연한 공정 계획에서 오는 시행착오를 줄일 수 있다.

또한 폐기물 처분장의 제한된 공간을 효과적으로 활용할 수 있는 방안을 도출하고, 폐기물의 부피를 최소화시켜서 처분 비용을 절감할 수 있다.

이렇듯 먼 미래의 것으로 여겨져 온 NOTUS 기술은 작업자의 인식과 이해도를 높여 형상 제작 작업자가 효율적으로 업무를 완성할 수 있도록 도움을 주게 된다.

또한 상사, 고객, 기타 해당 작업에 익숙하지 않은 사람들에게도 쉽게 설명할 수 있다.

그 외에도 NOTUS에 인간공학을 적용하게 되면 원전 건설 및 부품 제작에 투입되는 작업자의 신체 조건, 작업 능력, 피로도 등과 로봇이나 기기의 동작까지 가상 현실에서 모사해 볼 수 있다.

작업자의 공간 확보, 위험성 제거, 피로도 예측을 통한 직업 질환 예방, 로봇의 최적 활용, 로봇 제작을 위한 기본 자료로서의 활용 등 건설 및 제작에 필요한 모든 공정의 최적화에 기여할 수 있다.

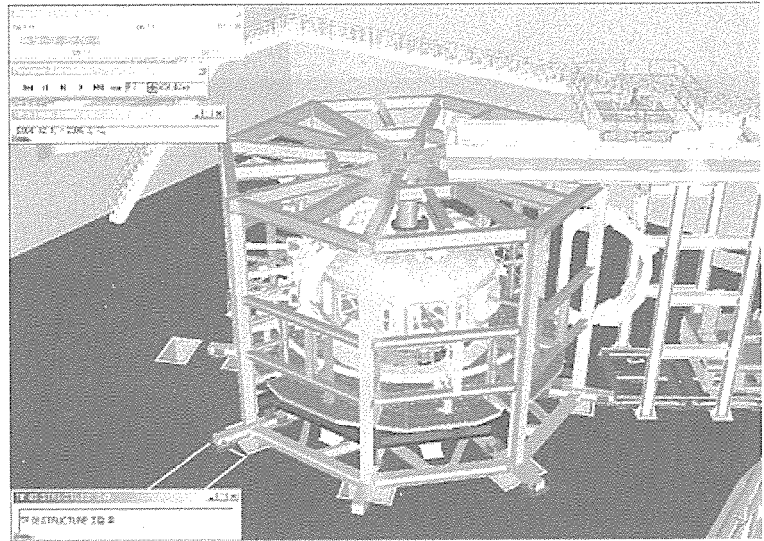
이러한 NOTUS의 강점들은 주기기 제작, 설계, 건설에 많은 시간을 필요로 하는 원전 건설 사업에 효과적이고 폭넓게 활용될 수 있다.

이미 미국·일본·유럽 등에서는 이러한 기술의 필요성을 절감하고 AP1000과 같이 신형 원전 개발에 적용하고 있으며, 향후 디지털 제작 원천 기술로서 표준화될 가능성이 매우 높다.

원전의 건설은 고난도의 기술을 요구하는 거대 사업이다. 건설하는데 들어가는 자재의 양도 엄청나며, 완공까지 수십 개월이 걸린다.

따라서 안전성을 유지하면서 건설 기간을 단축하는 것이 비용을 줄이는 최상의 목표이다.

물론 원자력발전소는 미리 지어본 후 사전 검증을 할 수 없다. 최적화된 작업 공정과 차질 없는 완공을 위해서 설계나 작업 일정의 착공 이전에 검증되어야 하며 이를 해결



디지털 공정 핵융합 장치

할 수 있는 소프트웨어가 다름 아닌 NOTUS이다.

### 헤르메스의 아들 INUUS

앞서 언급된 VENUS와 NOTUS는 모두 3차원 형상을 기반으로 구축되는 정보 체제이다.

3차원 형상은 보는 사람으로 하여금 이해도를 높이고 호기심을 자극하는 장점을 가지고 있다.

이러한 특성을 기반으로 하는 INUUS는 효과적인 정보 관리와 표현의 방법론을 제시하는 신기술이다.

오늘날 많은 기업이 ERP, PDM, PLM, CRM 등의 개념을 이용하여 전산 체제를 구축하고 있는 것은 제품의 초기 설계와 제작에 이르는 생산 과정에서 발생하는 방대한 정보

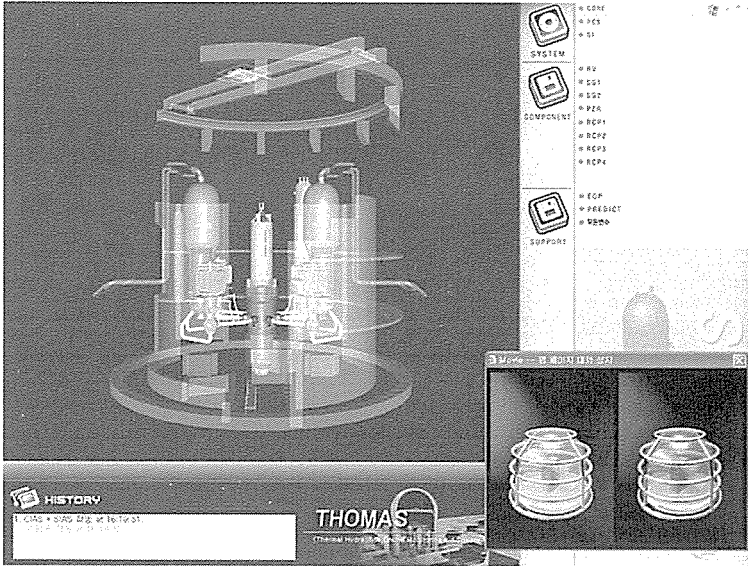
를 관리하기 위한 것이다.

특히 조선·항공·자동차와 같은 초기 설계와 제작에 이르는 제품 생산 과정이 중요한 산업의 경우 하나의 제품을 만들기까지 도면이나 문서 등의 정보가 진행 과정에서 무수히 많이 생성된다.

제품 생산과 더불어 운영 유지 보수가 더욱 중요한 원자력 분야에서 정보는 매우 다양한 형태로 제공된다.

발전소에서 실시간으로 생성되는 현장 정보가 있는가 하면, 설계 과정에서 개발자가 사용하는 전산 해석 도구의 결과물 또한 매우 중요한 자료이다.

제작사가 공장에서 기기를 만들기 위해 사용하는 도면이나 도면을 분류하기 위한 문서 또한 원자력 산업에서는 반드시 관리되어야 하는



가상 현실과 인공 지능 원전 감시

주요한 정보이다.

이러한 정보를 사용자에게 가장 효율적이고 통합적으로 관리하여 보여주는 체제가 INUUS이며, 단순한 숫자의 형태로 표현되는 자료를 3차원 형상과 연동하여 직관적으로 보여주는 사용자 중심의 통합 체제 가능성이 INUUS의 핵심이며 본질이다.

다시 영화로 돌아와, 거대한 우주선이 적의 공격에 큰 손상을 입었다고 설정해 보자.

선장이 급박한 상황을 보고 받기 위해 우주선의 각 계기들로부터 들어온 신호를 그래프로 인지하고 이미 기억하고 있는 설정 값과 비교하고 있는 장면을 본 적이 있는가?

계측 값이 얼마이므로 여유도가

어느 정도인지를 경험적 지식으로 판단하는 장면이 있는가? 아마도 그런 영화는 흥행에 실패했을 것이다.

미래에는 경험적 지식에서 비롯되는 단순한 값의 비교나 그래프는 더 이상 화면 속에 자리 잡고 있지 않을 듯하다.

모든 정보는 3차원 형상과 연동되고, 인공 지능 알고리즘에 의해 연산되어 사용자에게 필요한 정보만이 표시되는 것이다.

영화 속 우주선의 손상 여부는 대형 스크린을 통해 3차원 형상으로 인공 지능에 의해 먼저 걸러진 선장의 판단에 필요한 정보만으로 나타날 것이다.

원자력발전소에서는 어떤 일이 가능할까?

영화 속 한 장면처럼 발전소 운전 중에 문제가 생긴다면 INUUS는 이를 먼저 가상 현실 원전에서 표시하게 된다.

운전원은 쉽게 문제 발생 위치를 파악하고, INUUS의 인공 지능 알고리즘에 의해 걸러진 정보를 접하게 된다.

불필요한 정보를 제거하고 판단에 필요한 정보를 제공하는 것이 INUUS의 몫이다.

또한 3차원 형상과 정보를 연결하고 누적된 계측 값을 계산하는 알고리즘을 통해 형상에서의 변화를 직관적으로 파악하여 향후 문제가 발생할 지점을 예측하는 것도 가능하다. 설계자에게는 노드 방식의 원전 계통해석 코드 결과를 3차원 형상 기반의 후처리기 형태로 개발하여 숫자와 그래프로 이루어진 대부분 비대칭인 실제 3차원 상황을 고정된 2차원 결과에만 만족해야 했던 정보 표현의 어려움을 푸는데 INUUS가 적용될 수 있다.

물론 이는 결과를 활용하는 사용자의 입장에서도 매우 이해하기 쉽고 일관된 변수 정보를 파악할 수 있다는 점에서 유익한 체제이다.

더욱 앞선 기술을 바탕으로 쉽게 표현하기 어려운 2차원 계통 해석 코드들의 단점을 보완하는 직접 입력 방식의 3차원 전처리와 계산 결과의 객체 지향 후처리기 개발도 가능하다.

이미 미국·일본·유럽 등에서도 이러한 응용 정보 처리 기술의 장점을 파악하고 나름의 신규 원전 건설이나 개발에 활용하고 있는 것으로 형상 기반 INUUS의 가치는 매우 높다고 볼 수 있다. 타산업과 달리 원자력이 이러한 신기술 적용에 인색하다는 점으로 인해 그동안 등한시 되어온 기술들이 이제는 그 필요성에 의해 점차 세분화된 영역 속으로 확대되고 있는 것이 현실이다.

원자력 산업은 천문학적 규모의 정보를 체계적으로 관리하고 신뢰성을 유지할 수 있는 자료 기반의 확립이 필수적이며, 이제는 가까이에 놓여있는 기술들을 현장에 접목하는 형안과 결단이 필요하다.

### 동풍의 신 EURUS와 두 얼굴의 신 JANUS

최근 전산 해석 코드의 눈부신 발전에 힘입어 과거에는 실험을 통하여 검증해 오던 현상들을 훨씬 적은 비용과 시간을 들여 비슷한 수준의 결과를 얻어내는 EURUS가 가능해졌다.

또한 고속 전산 처리와 그래픽 카드, 대용량 기억 장치의 개발과 함께 수치 연산 능력의 비약적인 발전으로 이전에는 1차원이나 2차원으로 근사 해석해 왔던 물리 현상들이 3차원 전산 유체, 구조 해석 코드를 사용하여 해석이 가능해졌다.

그러나 해석 공간이 3차원으로 확장됨에 따라 중요한 문제가 나타나게 되었는데, 이는 해석 대상 정보 자체가 3차원으로 입력되어야 한다는 점이다.

물론 기존 코드에서도 전처리기에 서 자체적인 3차원 형상 생성이 가능하지만, 필요로 하는 해석 대상의 형태가 복잡해질 경우, 형상 정보를 입력하는 데 상당한 시간이 걸리며 제작이 불가능한 경우도 존재한다. 이를 해결하기 위해서 근래에 들어 전산 설계 도구에서 만들어진 형상 정보를 전산 코드에 활용하기 위한 연구가 많이 수행되어져 왔으며, 최근의 전산 제품에 도입되고 있다.

이러한 공학 기법을 이용하면 익숙한 전산 설계 도구를 사용하여 손쉽게 형상 정보를 만들어 바로 전산 코드에서 사용할 수 있게 되어 시간과 노력을 줄일 수 있다.

나아가 이러한 다차원 코드 기법을 원자로 설계시 사용하는 현상 해석 코드에 도입하는 JANUS가 한창 개발중이다.

### 희랍의 지혜 PHILOSOPHIA와 뉴턴의 사과 PRINCIPIA

2006년이 디지털 원자력 기술 원년으로서 의미를 가지기 위해서는 유비쿼터스 소프트파워 OPIUM이 절대적으로 필요하다.

그러나 한편으로 우리 모두 고전

과 원론을 절대 잊어서는 안 되겠다.

희랍의 지혜를 사랑하는 마음 PHILOSOPHIA (Simulation Optimization Phenomenology Information Analysis)와 뉴턴의 사과를 생각하는 머리 PRINCIPIA (PHILOSOPHIA R&D Initiatives Nuclear Center Innovating Plant Integrodigital Analysis)가 원자력 소프트파워의 한가운데 있다.

누구나 생각하고 원하지만 가장 먼저 시작하고 성취하는 자만이 원천 기술이라는 혜택을 누리게 될 것이다. 이미 원자력 산업의 하드웨어 분야에 있어 APR1400이라는 세계 최선의 원자로를 보유하고도 원천 기술로 인정받지 못하고 있는 실정에서 소프트파워 원천 기술을 하루 빨리 개발, 표준화하는 것이 급선무이다. 10만 원짜리 반도체 2천만 개를 팔아야 원자력발전소 1기를 파는 것에 해당된다.

그만큼 원자력 시장은 거대하고 미국·유럽·일본 등 쟁쟁한 경쟁상대와 싸움해야한다.

지금까지 우리나라가 조선, 정보 분야에서 1등을 할 수 있었다면, 반드시 원자력 소프트파워도 1등을 할 수 있다. 아니 해야만 한다.

2006년이 원자력 소프트파워 강국으로 자리매김하는 한 해가 되기를 기대해 본다. ☞