

□ 특별기고 □

Sunrise 프로젝트 : 국가 정보 기간 시설 원형의 연구 개발[†]

Los Alamos 국립연구소 이 준 영

● 목	차 ●
1. 서 론	2.6 데이터 발굴
2. NII 실현에 필요한 기술	3. 응용분야
2.1 고성능 연산	3.1 원격 의료
2.2 망 기술	3.2 운송시뮬레이션
2.3 분산 객체	3.3 교육
2.4 실무형 사용자 인터페이스	3.4 재료 모델링
2.5 보안	4. 결 론

1. 서 론

Sunrise 프로젝트는 국가 정보 기간 시설(National Information Infrastructure : 약칭 NII)의 원형(prototype) 개발을 목표로, 1993년 10월 미국 Los Alamos 국립연구소(Los Alamos National Laboratory : 약칭 LANL)에서 시작되었다. Sunrise 프로젝트는 일종의 시스템 결합(system integration) 프로젝트로서 그 초점이 NII에 필수적인 기술들(망 기술, 객체지향형 분산처리, 그래픽 인터페이스, 보안, 멀티미디어 기술, 데이터 발표 기술 등)을 이용하여 몇몇 특정 응용분야들을 구현하는 데에 있다. 대상 응용분야들은 이 프로젝트에서 개발된 해결책들이 가능한 한 일

반적으로 적용될 수 있어야 한다는 기준에서 선정되었으며, 의료정보의 기록과 화상분석, 재료의 모델링, 운송 시뮬레이션, 교육에의 응용 등이 이에 속한다.

이 글은 Sunrise 프로젝트의 구조와 목표에 대해 기술한다. Sunrise 프로젝트의 주 목표는 다음 세 가지이다.

- (1) 과학연구와 그것의 산업기술에의 응용에 필요한 정보처리 도구의 개발
- (2) Los Alamos 국립연구소에서의 중요 연구 프로그램 수행 역량 향상
- (3) 컴퓨터 과학과 산업 연계 연구간의 새로운 협력 방안 제시

현재 진행중인 Sunrise 프로젝트의 기본 골격은 구현된 응용 프로그램들과 멀티미디어 화상, 음성 등에 나타나는 임의의 객체들을 지원할 수 있는 문서 중심 사용자 인터페이스(document-centric user interface)의 개발에 있으며, 궁극적으로 ATM 네트워크에 기반을 둔 정보의 간이역(information kiosk)들을 개발하여, 모든 사용자가 자료를 교환하고, 제공하며, 응용 프로그

[†] 이 글은 미국 Los Alamos 국립 연구소의 인터넷 망 서버에 담겨있는 Sunrise 프로젝트에 관한 내용을 발췌한 것임. Sunrise의 URL은 <http://www.acl.lanl.gov/sunrise>임. 이글에 수록된 내용은 Sunrise 연구팀 전체의 작업 결과이며, 다음 연구원들이 특히 중요한 역할을 하였음: David Forslund, Richard Phillips, Bob Tomlinson, Pat Kelly, Allen McPherson, Tim Merrigan, Pat Eker, David Kilman, Paul Hinker, John Reynders, Jon Bradley, Jonathan Greenfield, Steve Tenbrink, Niels Jensen, Paul Gmsparg, Mark Doyle, Francisco Reverbel, Mohnammad Ijadi.

램들을 이용할 수 있도록 하는 것이다. 완성된 시스템은 다종의 컴퓨터들에서 기능을 수행할 것이며, 보안기능을 통해 자료접근에 필요한 제한을 할 수 있으며, 확장이 가능할 것이다. 또한 데이터 발굴(data mining) 기술은 여러 가지 자료 추출 기능들을 이용하여 큰 규모의 복잡한 이미지 데이터베이스들을 빠르게 검색할 수 있게 하고, 또 필요에 따라 복잡한 자료들을 병합(merge), 정리(purge)할 수 있게 한다. 우리 연구팀은 엄청난데 큰 자료단위를 다루어야 하는 실제적인 문제들을 해결해 낼 수 있는 능력과 경험만이 의미있는 발전을 가져올 수 있다고 믿으며, 따라서 우리의 초점은 실제적인 규모의 문제를 다루는 데 있고, 이 프로젝트의 목표는 실 규모의 테스트베드(testbed)에서 실험해 볼 수 있는 원형 도구들을 개발하는 데 있다. 이 프로젝트는 크게 두 부분으로 나뉘어서 진행되는데, 한 그룹은 NII 시스템 실현에 필요한 기술 개발을 위해 일하며, 다른 한 그룹은 선정된 대상 응용분야들의 개발을 위해 일하고 있다.

2. NII 실현에 필요한 기술

Sunrise 프로젝트는 세 가지 기본 계층으로 구성된 계층구조로 이루어져 있으며, 이 장과 다음 장에서 이들 계층에 대해 간단히 논한다. 세 가지 기본 계층은 다음과 같다.

- (1) 하드웨어(즉, 컴퓨터 시스템과 망 구조 등)
- (2) 서비스(즉, 데이터베이스와 보안 등)
- (3) 응용(즉, 의료진단, 운송, 교육 등)

2.1 고성능 연산(High-Performance Computing)

Sunrise 프로젝트에서는 네트워크를 통해 접근 가능한 연산 서버로 여러 고성능 컴퓨터 시스템들을 사용한다. 이들 중 가장 중요한 것은 Thinking Machines사의 CM-5와 Cray Research사의 T3D이다. CM-5는 1056개의 노드에 33GB의 기억장치, 440GB(접근속도 200MB/s까지 가능)의 보조기억장치를 가지고 있고, 또한 800

MB/s로 데이터를 전송할 수 있는 High Performance Parallel Interface(HIPPI) 채널을 4개 가지고 있다. CM-5의 최대 연산속도는 132Gflop이며 실제 응용시 60Gflop 이상을 유지할 수 있다. LANL에서 CM-5는 전세계 기후 모델링, 재료 모델링, 천연가스와 원유 발굴을 위한 지질 조사, 분산 시각화(visualization)와 의료 이미지 분석 등에 사용된다.

T3D는 128개의 DEC Alpha 프로세서와 8GB의 기억장치를 가지고 있고, 90GB의 RAID 디스크와 고속도 통신을 위해 하나의 HIPPI 채널을 가지고 있다. T3D는 현재 의료 이미지 분석과 여러 가지 산업 응용을 위해 주로 사용되고 있다.

2.2 망 기술(Networking)

Sunrise 프로젝트는 사무실/연구실에 있는 컴퓨터들의 효율성을 향상시키기 위해 여러 가지 기술을 이용하는데, 그중 특히 중요한 것이 통신(commuication)과 정보검색(information retrieval)이다. 전자 사서함이나 최근 인터넷 응용의 발전을 모델로 삼아, 우리는 워크스테이션과 그 네트워크가 video on demand, teleconferencing, visualization postprocessing 등을 제공할 수 있도록 향상시키고자 한다.

현재, ATM 기술과 같은 고성능 네트워크 기술이 어디서나 사용 가능하지 않으므로, 방금 열거한 서비스들이 모든 사용자에게 제공될 수는 없다. 따라서 현재 Sunrise는 사용가능한 최고의 망기술을 이용하고 이에 따라 서비스의 수준을 조정하고 있다. 현재 우리는 근거리(local area) 통신을 위해 10MB/s Ethernet과 100Mb/s FDDI를, 광역(wide area) 통신을 위해 1.5Mb/s (DS1), 45Mb/s (DS3) 인터넷 서비스와 34 Mb/s SMDS 서비스를 사용하고 있다. 구상하고 있는 서비스를 지원하기 위해 망기술은 다양한 데이터 전송속도와 서비스의 품질을 지원해야 한다. 현재 각광받고 있는 Asynchronous Transfer Mode(ATM) 기술은 이러한 지원을 제공하는 것이 목표이며, 궁극적으로 전체 Sunrise 환경을 통해 사용될 것이다.

시작 단계로 ATM 스위치는 100Mb/s로 가변

전송속도(variable bit rate)만을 지원한 음성과 화상의 지원을 위한 불변 전송속도(constant bit rate)는 Synchronous Optical NETwork(SO-NET) 명세에 따라 전송속도가 155Mb/s 이상이 되면 이루어질 것이다. SONET는 현재 미국의 거의 모든 전화 회사가 ATM을 이용하여 광역망을 지원하기 위한 SONET 기간 시설을 구축하고 있을 정도로 중요한 안전이다. 이들 전화회사들의 목표는 ATM 스위치들을 컴퓨터 기계실이 아닌, 전화회사의 중앙 사무실에 두게 하는 것인데, 여기서 중요한 점은 같은 망 기술이 모든 근거리망(LAN)과 광역망(WAN)을 위해 사용된다는 점이다. WAN과 LAN을 위해 같은 기술을 사용하게 되면 상호 결합성이 더욱 완벽해지고 견고해진다는 장점이 있다.

2.3 분산 객체(Distributed Object)

Sunrise 프로젝트는 국가단위의 정보시스템에서 분산 객체 방식이 반드시 필요하다는 가정에서 출발한다. 우리는 표준화 작업을 염두에 두고, Object Management Group(OMG)에서 작업중인 Common Object Request Broker Architecture(CORBA)[1]를 채택하였으며, OpenDoc 복합문서 표준[2]의 사용을 검토 중에 있다. OpenDoc의 문서 저장 모델은 Bento에 기반을 두며, OpenDoc과 Bento 모두 Component Integration Lab(CIL)에 의해 개발 중에 있다.

NII의 유용성은 사용자가 분산되어 있는 자료와 컴퓨터 자원들을 빠르고 쉽게 찾으며 접근할 수 있을 때 크게 향상될 것이다. 이러한 자원들의 예로는 공공 또는 개인의 전자 도서실, 데이터 변환 서비스 등이 있을 수 있고, 수백의 기관에 의해 제공되는 수천의 서비스들이 컴퓨터 망 위에 존재할 것이므로, 다른 기관들에 의해 개발된 소프트웨어를 이용하여 응용 프로그램들을 개발할 수 있도록 하는 장치를 마련하는 것이 중요하다. 우리가 개발하는 기간시설은 그 구성 시스템들이, 마치 우리가 오디오 시스템을 구축할 때 각종 스테레오 컴포넌트들을 결합하듯, 상호 변경 가능한 구성요소들로 이루어지고 변경될 수 있어야 한다.

NII의 사용자들은 PC나 워크스테이션 같은 탁상용 컴퓨터들과 다양한 데이터, 연산 서버들을 결합하여, 광역으로 분산되었으나 여전히 결합된 시스템으로 만들 것이다. 이러한 시스템의 구성 요소들은 통상 다른 CPU 구조, 다른 데이터 통신 시설, 다른 전송 역량, 다른 오퍼레이팅 시스템으로 이루어질 것이다. 그러나 사용자들의 응용프로그램들은 마치 모든 자원들이 한 위치에 모여 있는 것처럼 이용할 수 있어야 한다.

이러한 컴포넌트 단위의 시스템은 분산처리 환경의 새로운 변화를 필요로 하는데, 이러한 변화를 달성하기 위해 우리는 “분산객체(distributed object)”의 개념을 Sunrise 환경에 도입하였다. 제대로 설계된 객체 시스템은 부분적인 변화가 다른 분야에 영향을 미치지 않는다는 장점이 있다. 또 제대로 설계된 객체의 클래스(class)들은 자원을 접근하는데 모듈(module) 단위로 할 수 있게 하여 복잡도를 조절하는 동시에 확장성을 꾀할 수 있게 한다. 우리는 Iona Technologies사의 CORBA 구현 제품인 Orbix[3]를 이용하여 Sunrise의 분산 객체 처리 시설을 개발하고 있다.

Sunrise의 시작단계에서, 객체 개발 작업은 TeleMed 프로젝트(National Jewish Center와의 공동 프로젝트)를 통하여 이루어지고 있다. 이 TeleMed 시스템은 네트워크상의 어디에서나 입력되는 인체의 폐에 대한 CAT(Computer Axial Tomography) 사진과 x-레이 이미지들이 전자 보관소에 저장될 수 있게 한다. 저장된 이미지는 처리되어 “signature”를 만들게 하고, 이것은 나중에 다른 비슷한 이미지를 찾아내는데 사용된다. TeleMed 프로젝트에 대해서는 3장에서 더 자세히 설명한다.

2.4 실무형 사용자 인터페이스(Executive User Interface)

Sunrise 프로젝트에서 인터페이스의 개발 노력은 모든 응용 분야 사용자들의 요구를 만족시키는 역량을 가진 일반적이고, 다양한 매체를 처리할 수 있는 사용자 인터페이스를 개발하는데 있다. 일반적으로 이렇게 다양한 응용분야

에 공통으로 사용될 편리한 기능들을 제공하면서, 또 각 응용 사용자들이 쉽게 자신들이 원하는 인터페이스를 이용할 수 있게 하는 시스템을 실무형 사용자 인터페이스(Executive User Interface : 약칭 EUI)라고 한다. 가장 중요한 기능 중의 하나는 사용자간의 telecollaboration을 가능하게 하는 것이고, 그것의 단순화된 형태의 한 예는 동료간에 같은 스크린 상에서 공동 작업을 할 수 있게 하는 것이다. 보다 발전된 형태로는 다 대 다(many-to-many) 협동작업과 video teleconferencing을 생각할 수 있겠다. Sunrise 시스템에서는 현재 Sybase사 제품인 GainMomentum[4]이 인터페이스 개발을 위해 사용되고 있다.

EUI는 일반적으로 다음과 같은 기능들을 지닌다.

(1) 복합(즉, 다양한 매체로 이루어진) 문서의 실행 : 이것은 멀티미디어 저작(authoring)과 디스플레이 기능을 제공한다. Bento(OpenDoc의 영속 저장 시스템)에 저장된 데이터는 동적으로(dynamically) 조합되고 검색될 수 있다.

(2) logbook 기능 : 이 기능은 연구자들이 자신의 모든 활동 내역에 시간 스탬프(time-stamp)를 찍어 멀티미디어로 저장하게 한다. logbook은 Bento 화일로 저장되므로, 다른 응용 프로그램들에 의해 접근 가능하다.

(3) 일반 데이터 탐색자(generic data navigator) : 이 기능은 탐색 및 검색 도구로 다양한 매체의 탐색을 가능케 한다. 즉 매체의 종류(type)에 따라 적당한 검색자(viewer)가 작동된다.

(4) 특정 응용 분야에 적당한 사용자 인터페이스도 일반 인터페이스로부터 쉽게 정의되고 제공되어야 한다. 특정 인터페이스의 작동 버튼이 필요에 따라 기본 EUI에 더해질 수 있다.

(5) 이밖에 MIME을 따르는 전자 우편 시스템, 멀티미디어 주석기(multimedia annotation), 디지털 post-it 메모지 등이 필요한 기능이고, 문서내 또는 문서간 탐색기능을 위해 요약(thumbnail), hyperlink, World Wide Web 링크 등이 제공된다.

2.5 보안(Security)

NII 시스템이 국가적인 자원으로 유용하게 활용되려면 다양한 사용자의 다양한 용도를 지원해야만 한다. 즉 이 시스템의 네트워크는 세금 계산서와 같은 공공 정보에서부터 개인의 의료 진단 또는 재정 상태에 대한 기록과 같이 그 정보의 민감도(sensitivity)가 대단히 다양한 데이터를 처리해야 한다. 그런데 이러한 정보의 손실은 개인, 회사, 또는 정부에 회복할 수 없는 피해를 가져올 수 있다. 이러한 맥락에서 컴퓨터 보안이 NII의 성공을 위해 필수 불가결한 것이다.

Sunrise 프로젝트에서 컴퓨터 보안의 목표는 컴퓨터와 네트워크 상에서 각종 서비스와 그 서비스를 제공하는 컴퓨터를 보호하는 것이다. 이를 위해 Sunrise 프로젝트의 주요 과제 중의 하나는 안전이 보장된 응용 프로그램을 쉽게 개발하는 도구들을 개발하는 것이다.

Sunrise 프로젝트에서는, 안전한 공개 키(public key)의 분산을 위해 ANSI X9에 기반을 둔 안전 확인 권한 시스템을 사용하며, 또한 안전 확인 권한 시스템과의 안전한 통신을 위해 Kerberos v4와 v5 라이브러리를 사용한다. 모든 보안 기능들은 Orbix 시스템의 서비스로 구현되었다. Sunrise 시스템은 자동적으로 세션 키를 안전하게 전달하여 프로그램들을 받아들이고 연결시키는 것뿐만 아니라, 통신 보안을 위한 라이브러리(DES와 RSA 암호화 루틴을 포함)도 제공한다.

2.6 데이터 발굴(Data Mining)

NII와 함께 광범위한 응용분야에서 사용될 고해상도의 디지털 데이터를 저장·분석·디스플레이하는 기술이 도래함에 따라, 정보의 폭발 현상이 벌어지고 있다. 고속도로의 발전이 자동차 사용의 폭발적인 증가를 가져왔듯이, 정보 고속도로(information superhighway)의 개발 또한 전자화된 정보의 폭발적인 공급과 수요의 증가를 가져올 것이다. 정보 고속도로 시스템이 쓸모 있으려면 그러한 증가를 적절히 수용할 수 있어야 할 것인데, 이 정보 폭발 현상의 조절은 정보의 다차원적 특성으로 인하여 대단히 복잡해진다.

향후 10년간, 사용자들은 현재 개발되고 있는

새로운 데이터의 구조화 방식들뿐 아니라 전통적인 텍스트 데이터베이스, 디지털 사운드, 이미지, 화상 등을 이용할 것이고, 대부분의 응용 프로그램들은 구조화된 문서들과 정리 안된 수치 데이터 등 이질적인 정보를 사용할 것이며, 모든 사용자들은 분산된 위치에서 자신의 요구들을 제출할 것이다.

모든 사용자들의 공통된 목표는 추출하려는 유용한 정보의 양을 최대화함과 동시에, 낭비되는 시간과 자원, 금지된 접근의 시도와 정보 전송 요금의 부과, 부정확하거나 오염된 자료의 추출 등으로 야기되는 생산성의 손실을 최소화하는 것이다. 이 목표를 충족시키기 위해서는 많은 정보를 효율적으로 표현·저장하며, 분산된 시스템 상에서 정보를 추출·전송하고, 이러한 정보를 효율적이며 의미있게 분석·해석·표현해 내는 기능의 개발이 필요한 것이다.

정보의 최적 사용을 위해, Sunrise 프로젝트는 디지털 이미지로부터 특징 벡터(feature vector)를 추출·저장·비교할 수 있는 소프트웨어 도구들을 개발 중에 있다. 이 도구들은 이미지 탐색을 위해 사용될 것이다. 이외에, Sunrise는 또한 전향적(progressive) 코딩과 전송을 가능하게 하는 데이터 압축(data compression) 장치를 개발 중에 있다. 전향적 코딩의 목적은 이미지 특징들을 다양한 수준의 해상도로 검색·전송·시각화시키거나, 데이터 접근·전송의 비용을 줄이기 위해 공간적으로 제한된 방식으로 데이터를 검색·전송·시각화시키는 데에 있다.

3. 응용분야

Sunrise 프로젝트에서는 개발된 NII 실현에 필요한 기술들을 광범위한 문제들에 적용할 수 있도록 하기 위해 여러 가지 응용분야들을 살펴 보고 있다.

3.1 원격 의료(Telemedicine)

Sunrise 환경 하에서 가장 빨리 개발되고 있는 응용은 TeleMed라고 불리는 의료진단 시스템이다. 이 시스템은 앞에서 기술한 모든 Sunrise

기술들의 탁월한 시범 연구가 될 수 있으므로, 이 절에서 자세히 다루고자 한다. TeleMed 프로젝트는 미국 콜로라도 주 덴버 시에 위치한 National Jewish Center for Immunology and Respiratory Medicine(NJC)의 의료진과의 협력 관계에서 시작하였다. 이 의료진은 폐질환과 방사선학의 전문가들로서 결핵 및 기타 폐질환 치료에 있어 전국적으로 유명한 의사들로 구성되었다. 이 의사들은 대단히 소중하고 희소한 자원으로, 전국을 여행하여 다른 의사들과 함께 자신의 전문성을 나눈다.

NJC에 축적된 지식과 경험을 보다 많은 환자들을 치료하는데 이용하기 위해, Los Alamos 국립연구소는 기존에 보유하고 있던 국립 방사선 사진 보관소의 자료를 이용하여 TeleMed라고 불리는 원격 의료 시스템 개발에 착수하였다. 사용자 의사들은 자신의 자료실을 떠나지 않고도 멀티미디어 인터페이스를 통하여 방사선 사진들을 살펴볼 수 있고, 환자의 방사선 사진과 사진 보관소로부터 온 자료를 비교하며, 진료 기록과 그 성공 여부 등을 살펴봄으로써, 최선의 진료가 무엇인가를 결정할 수 있다. TeleMed는 임상 의사와 진단의사 뿐 아니라, 교육과 연구 발표용으로도 가치가 있다. 즉 레지던트들이 TeleMed를 통하여 진단 기술을 자가 교육(self-training)할 수 있으며, 의사들이 TeleMed를 이용하여 환자에게 질환의 발전 상태를 보다 쉽게 설명할 수 있을 것이다.

그 동안 고성능 컴퓨팅, 고등 망 기술, 이미지 처리, 멀티미디어 정보 시스템 등의 분야에서 보여준 LANL의 전문성은 TeleMed 프로젝트에 중요한 자원이 되었다. 이러한 기술들은 다음과 같이 TeleMed에 사용되었다.

(1) 이미지 처리(image processing)

대규모의 정보가 데이터베이스에 저장되기 시작하면서, 엄청난 양의 정보 중에 유용한 자료를 발굴해내는 방법들이 대단히 중요해졌다. 텍스트, 이미지, 일차원 시그널 등을 분석하기 위해 도구들이 필요할 것이고, TeleMed에서 사용되고 있는 중요한 도구 중에 하나는 방사선 이미지의 자동 분석 시스템이다. 이 도구는 의사의 보조자로서 방사선 사진 데이터를 살펴보고, 의심가

는 부분에 대해 진료의사가 주의를 갖게 한다. 전형적인 예의 한가지가 LAM(lymphangioleiomyomatosis) 질환을 가진 환자의 컴퓨터 단층촬영(CT) 이미지를 분석하는 것이다. 폐질환의 CT 이미지 분석은 폐에 퍼져 있는 낭종(cyst)의 존재 여부를 밝히는 등 병의 주된 특징을 보여준다. Sunrise팀은 폐질환의 CT 데이터 상에 나타난 낭종들을 자동적으로 찾아내고 그것의 크기를 기록하는 알고리즘들을 개발하였다[5]. 낭종들의 크기에 따라 히스토그램(histogram)을 계산해 낼 수 있는데, 이를 시스토그램(cystogram)이라 부르며 이것을 통해 질환의 발전 정도를 정량적으로 판명할 수 있다.

(2) 고 성능 컴퓨팅(high-performance computing)

TeleMed 프로젝트의 성공 여부에 중요한 접종의 하나가 앞에서 언급한 바와 같이 LANL 이 Cm-5, T3D 등의 대규모 병렬 컴퓨팅 시스템들을 보유하고 있다는 점이다. 앞에서 언급한 의료 이미지 분석 기술은 통상 엄청난 양의 연산을 필요로 하기 때문에, Sunrise는 TeleMed 네트워크를 이용하는 의사들에게 대규모 병렬 연산 용량을 제공하는 서버(server) 역할을 한다. 이러한 연산 서버와 이미지 분석 시스템을 이용하여 의사들은 거의 실시간(real-time)에 가까운 진료를 TeleMed 네트워크 상에서 할 수 있다.

(3) 고등 망 기술(advanced networking)

지난 몇 년간 LANL은 ANSI 표준이 된 HIPPI 채널의 개발로부터 CASA Gigabit 테스트베드에 이르기까지, 고등 망 기술 발전에 크게 기여해왔다. 이 기술의 TeleMed 프로젝트에 대한 중요성은 수 메가 바이트의 방사선 사진 화일들이 진단의사에게 조속하게 전달되어야 한다는 점에서 분명하다. 또한 Sunrise 팀은 ATM 통신 기술의 이미지 데이터 전송 및 탁상용 화상 telecollaboration에의 이용 방법에 대해 적극적으로 연구해 왔다.

(4) 멀티미디어 정보 시스템(multimedia information system)

R & D 매거진 1994년 7월호[6]에서 커버스토리로 LANL에서 개발된 광범위 멀티미디어 문서작성 및 운영 시스템인 MediaView[7]가 다

루어졌다. MediaView는 LANL이 TeleMed 프로젝트에 적용하고 있는 고등 멀티미디어 기술을 대표한다. MediaView를 통하여 문서 중심 사용자 인터페이스의 개념이 독자적으로 개발되었다. 이러한 타입의 인터페이스가 TeleMed 프로젝트에서 사용되고 있으며, 사용자들로 하여금 다양한 매체들을 접근 가능하게 해준다. 예를 들어 의사들은 환자의 기록이나 x-레이 사진에 디지털 post-it을 붙일 수 있고, 또 환자의 문서에 음성 주석이 구술되어 직접 기록될 수 있으며, 또 환자의 x-레이 사진에 환자나 다른 의사에게 중요 점을 지적하기 위해 스케치를 할 수도 있다.

TeleMed는 최근 DSI 서비스를 통해 LANL과 NJC간에 가설되었다. 현재 NJC의 의사들은 사용자 인터페이스를 배우고 있으며 그 설계의 결점들을 지적해 주고 있다. TeleMed 시스템이 생산적인 상태에 다다르면, TeleMed 네트워크에 다른 기관들도 연결될 계획인데, 새로 연결된 기관들은 모두 MDR-TB(multi-drug resistant tuberculosis)에 관한 진료나 연구를 하는 곳들로 National Institute of Health(Bethesda, MD), Center for Disease Control(Atlanta, GA), Bureau of Tuberculosis Control(New York, NY), Department of Health Services(Los Angeles, CA) 등이 이에 해당된다. 이러한 기관들이 연결됨에 따라, 의사들은 Los Alamos의 방사선 사진 보관소를 공동 접촉점으로 하여 MDR-TB 진료에 있어 진정한 컴퓨터 통신을 통한 협조를 할 수 있을 것이다.

3.2 운송 시뮬레이션 (Transportation Simulation)

TRansportation ANalysis SIMulation System (TRANSIMS)은 새로운 운송 시스템의 구조를 모델링하기 위해 개발된 시뮬레이션에 바탕을 둔 분석 시스템으로, 전통적인 운송 시스템 모델링 방식을 벗어난 완전히 새로운 시스템이다. TRANSIMS는 서브시스템들의 상호작용과 여행자의 지능을 구체적으로 시뮬레이션함으로써 시스템의 활동(activity)과 행태(behavior)를 상향식(bo-

ttom-up)으로 발생시킨다. 이 방식에서는 여행자 단위의 계획과 운송실행을 미시적으로 시뮬레이션(micro simulation)하고 나타냄으로써, 육상 운송으로부터 공중 운송에 이르기까지의 운송 행태를 예측하여 긴급 상황의 패턴을 알아낼 수 있게 한다.

TRANSIMS 프로젝트의 시작단계로, 대도시 지역에서의 파일럿 스테디(pilot study)를 통해 프로젝트의 원리를 증명하는 작업이 완료되었다. 원형연구(prototype study)는 뉴 멕시코 소재 Albuquerque 지역의 2,100가구를 실제 표본으로 하여 이루어졌고, 이 표본을 바탕으로 TRANSIMS는 218,000가구 400,000명의 여행자를 합성해 내었다. 이렇게 합성해낸 지역은 실제 데이터 표본에 근거하여 구성되었으나 특정 개인이나 가구의 사적인 정보는 노출시키지 않는 방식을 사용하고 있다.

이 작업에서 여행의 요구, 네트워크 특성, 여행 모드의 가용성, 개인의 사회 경제적 비용 모델 등을 바탕으로 24시간 동안 개인 여행자들을 위해 2백만 여행계획을 생성시켰다. 또한 도로, 개인교통수단, 공공 교통수단 등의 운송 모드 선택이 가능하며 여행자가 요구하는 모드로의 전환도 가능하도록 되어 있다. 개인 교통수단과 여행자의 특성이 고려되었고 미시적 시뮬레이션을 통해 여행계획이 수행되며, 그 결과를 수집하여 교통 혼잡 시간대의 고속도로 교통 패턴을 보여 주는데 사용된다. 또한 여러 종류의 차량에 관한 배기가스 배출 프로파일에 기초하여 일정한 지역의 공기오염도에 관한 연구도 이루어졌다.

TRANSIMS 시스템은 지역적인 운송의 계획과 분석, 교통 공학(traffic engineering), 환경에의 영향 분석 등의 이슈를 통합할 수 있는 미시적 차원의 지역단위 시스템 표현을 위한 새로운 도구이다. 현재 원거리 사용자 인터페이스의 원형을 개발 중이며 이 인터페이스는 TRANSIMS의 원거리 사용자들에게 다음과 같은 기능을 제공할 것이다.

- (1) 그래픽 네트워크 탐색자(graphical network browser)
- (2) 그래픽 여행계획 탐색자(graphical trip

plan browser)

- (3) 상호작용 데이터 플로터(interactive data plotter)
- (4) 이미지 탐색자(image browser)

3.3 교육(Education)

교육을 위해 NII를 사용하는 목적은, 첫째, 고속도 인터넷 상에서 디지털 화상과 동기화된 음성을 이용하여, 멀티미디어 데이터베이스와 가상 실험실(virtual laboratory)의 역량과 가능성을 보이는 것이고, 둘째, 지역적으로 떨어져 있는 학생-과학자 또는 학생-학생 간에 인터넷을 이용한 협조를 통해 교육의 질을 향상시키는 것이다.

Sunrise 프로젝트에서는 다수의 사용자에게 동시에 디지털 화상과 동기화된 음성을 전달할 수 있는 멀티미디어 서버(multimedia server)를 개발하였다. 이 서버에 화상·음성 정보가 저장되고, 사용자들은 자신이 친숙한 데이터베이스와 인터페이스를 이용하여 이 정보를 접근한다. 멀티미디어 서버의 개발은 이전부터 이미 LANL에서 진행되어 오던 프로젝트로서, 현재 이 기술의 교육 분야에의 적용이 실험되고 있는 것이다.

일단 이 파일럿 실험을 위해 멀티미디어 서버가 설치되면, Sunrise 프로젝트에서는 서버에 저장될 내용 선정, 공동 연구자들과의 작업, 지역 학교들과의 연락 등을 담당한다. 이것은 기술적 지원, 커리큘럼 선정, 화상·음성 정보의 검토와 선정, 학교측 사용자들의 훈련, 그리고 학교측 사용정도에 대한 데이터 수집 등을 포함한다. 이를 통해 Sunrise 프로젝트는 이 파일럿 실험의 경험에 대해 보고서를 작성할 것이다.

Sunrise는 또한 응용 커리큘럼의 선정과 새로운 입출력 기기(예를 들어 PDA) 선정에 관해서 학생과 교사들을 돕고 있다. 이들이 쉽게 활용할 수 있도록 Sunrise에서 도와준 응용분야의 한 예는 특정 멀티미디어 과학 데이터베이스(예를 들어 NASA로부터 제공된 것)의 사용이다.

대규모의 과학 데이터는 학생과 교사들에 의해 어떻게 사용되어야 하는가? 이러한 데이터들은

마치 서베이(survey) 조사, 새로운 사건과 책 등이 사회과학 또는 인문과학 시간에 논의되듯이, 자연과학 학습 시간에 활용되는 것이 상식적인 일이 되어야 할 것이다.

이러한 데이터의 전처리(preprocessing) 및 표현 양식은 교육적 효과에 큰 영향을 미친다. 우리는 원거리에서 접근 가능한 구조화된 이미지 데이터베이스 구축을 계획하고 있는데, 많은 이미지들이 동화상(animation)일 것이므로 데이터 압축(compression)과 효율성이 중요한 문제이다. 몇가지 프로젝트 계획 중에는 지도와 항공 사진의 상관 관계를 밝히는 일, 대도시 주변의 10~20년 사이의 도시화 현상의 영향을 밝히는 일, 미시시피 강 유역의 홍수의 영향을 밝히는 일 등이 있다.

우리는 학생들이 단순히 이미지를 접근하고 보여주는 일 외에 그런 이미지들과 데이터를 그들의 학습에 이용하기를 원하고 있다. 따라서 학생들이 상호작용하는(interactive) 문서 검색기와 편집기들을 사용할 수 있는 것이 중요하고, 10~20년내에 그러한 형태의 문서들이 지식의 저장과 전달에 기본적인 형태가 되리라고 믿는다. 지금 우리는 어떻게 하면 학생과 교사들이 그런 기능들을 효율적으로 사용할 수 있을 것인지 이해할 수 있도록 하는 연구를 시작해야 할 것이다.

3.4 재료 모델링(Material Modeling)

다른 많은 분야와 마찬가지로, 재료 과학(materials science)도 정보혁명 과정을 겪고 있다. 미소한 단위로 재료의 성질을 조사하는 실험 기술의 발전은 엄청난 양의 데이터를 발생시키고, 새로운 계산 방법을 사용하여 재료 시스템을 모델링하는 방식들 또한 그 양을 예측할 수 없을 정도로 데이터를 양산한다. 재료 과학이 직면하고 있는 최대의 과제 중에 하나는 이러한 엄청난 양의 데이터로부터 추출되는 유용한 데이터의 양을 최대화시키는 것이다. 그리고 두 가지 방식, 즉 실험과 모델링을 결합시키는 문제 또한 똑같이 중요하다.

재료 과학에서 사용되는 새로운 실험 방법들의

에는 TEM(Transmission-Electron Microscopy), AFM(Atomic-Force Microscopy) 등의 다양한 현미경 도구를 이용하는 것이다. 예를 들어, TEM은 지난 수년간 angstrom(\AA) 단위의 정확도를 갖는 도구들의 도움으로 눈에 띄게 발전하였다. 이러한 종류의 데이터는 다양한 재료 구조들의 원자단위 이미지들을 보여 준다. 이러한 이미지에서 정보를 추출해 내는 최선의 방법은 이미지들에게 쉽게 접근할 수 있도록 데이터베이스를 만들고, 중요 특징들을 확인해내는 것이다. 이러한 데이터베이스를 효과적으로 검색할 수 있다면, 그 가치는 더욱 향상될 것이다. 이 연구과제에서 우리의 목표는 Sunrise 프로젝트 중 대규모 데이터세트(data set)를 취급하기 위해 개발된 데이터 발굴(data mining) 기술을 재료 과학에 적용시키는 것이다. 특히 우리는 TEM으로 얻은 정보를 활용하기 위해 LANL의 재료 과학 연구소(Materials Science Laboratory)의 연구원들과 협조하고 있다.

재료 모델링은 대규모 병렬 컴퓨팅(massively-parallel computing)의 활용으로 크게 발전하였다. 예를 들어 원자과학(atomistic) 시뮬레이션은 현재 수백만 원자 각각의 움직임과 위치를 구체적으로 추적할 수 있다. 이러한 시뮬레이션으로부터 얻어내는 정보의 양은 엄청난 것이고, 이로부터 정보 추출은 실험 과학자들이 직면하고 있는 문제와 동일한 것이다.

재료 과학에 대한 가장 좋은 접근방법은 실험과 모델링을 결합하는 것이다. 이 연구과제의 주안점은 실험 과학자, 이론 과학자, 그리고 컴퓨터 과학자(computational scientist)들 간에 정보를 공유하는 새로운 방식을 개발하는 것이다. 이 정보는 이미지, 데이터, 그래프, 문서 등의 형태로 나타날 것이고, 다양한 컴퓨터 플랫폼(platform)에서 사용가능한 여러 가지 도구들에 의해 접근될 수 있어야 할 것이다. 이 연구과제는 실험에서 발생된 데이터와 컴퓨터 모델링으로 생성된 데이터 간의 공통 그래픽 인터페이스를 개발하는 일과 함께 대규모 데이터의 전송(transmitting) 및 저장에 관한 연구를 수행하는 것이다.

4. 결 론

Sunrise 프로젝트는 분산처리, 사용자 인터페이스, telecollaboration, 시각화, 데이터의 발굴, 전송(transmission) 및 탐색, 보안, ATM 망 기술 등의 기본 기술을 바탕으로, 재료 과학, 원격 의료, 운송, 전자 출판, 교육 등에 사용될 응용 프로그램을 개발함으로써 NII시스템의 원형을 개발하는 것이다. 우리는 각 응용분야의 공통 구성요소들을 자세히 분석하고, 이를 지원할 일반적인 시스템을 설계함으로써 기본이 되는 기술들과 응용분야들을 견고히 연결시키고 있다. 또한 우리는 OMG의 CORBA, CIL의 OpenDoc 등 분산 복합문서(compound-document) 처리 방식의 표준들을 이용, 확장시키며, 복합문서 방식을 따르고 있다. 현재까지 이루어진 작업은 앞으로 다양한 응용프로그램 밑에 보다 견고한 골격(framework)를 제공하고, 새로운 탐색도구와 전자출판 구조를 첨가하며, 또 현재의 이미지 탐색 시스템에 이미지 압축 기능을 더하는 등의 작업을 통해 더욱 발전시켜 나갈 계획이다.

감 사

정보과학회지에 원고 게재 기회를 주신 손진곤 교수와 편집위원 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

[1] Object Management Group, Ed., *Common Object Request Architecture*, Wiley-QED, 1991.
 [2] Anon., *OpenDoc Overview*, Component Integration Laboratories, San Francisco. CA., 1994.

[3] Horn, Chris, "Focus on Open Systems," *Object Magazine*, Sept-Oct., 1993. Also see <http://www.iona.ie/www/Orbix/arch/Summary.html>.
 [4] Anon., *GainMomentum User's Guide*, Sybase, Inc., Emeryville, CA., 1994.
 [5] Everhart, J., Cannon, M., Newell, J., and Lynch, D., "Image Segmentation Applied to CT Examination of Lymphangiomyomatosis(LAM)," to be published.
 [6] R & D, Cahners Publishing, July 1994.
 [7] Phillips, R., "MediaView: A General Multimedia Digital Publication System," *Comm. ACM*, Vol. 34, No. 7, July 1991.
 [8] Phillips, R., "A Network-Based Distributed, Media-Rich Computing and Information Environment," *Digital Media and Electronic Publishing*, Leeds, UK, 6-8 December 1994.

이 준 영



1985 서울대학교 계산통계학과 학사
 1987 서울대학교 계산통계학과 석사
 1988 ~ 1989 한국방송통신대학 전산학과 조교
 1993 버지니아 주립대학 전산학 박사
 1993 ~ 1994 버지니아 주립대학 연구원
 1994 ~ 현재 Los Alamos 국립연구소 연구원

관심 분야: 객체지향형 데이터베이스시스템, 실시간 시스템, 멀티미디어 컴퓨팅, 고성능 컴퓨터 네트워크