

# 그리드 응용 연구 동향

한국과학기술정보연구원 조금원

## 1. 서론

산업사회가 고도화됨에 따라 필요한 컴퓨팅 자원의 필요성은 급격히 증가하고 있으나, 한정된 자원으로 인하여 다수의 사용자가 필요한 자원을 충분히 사용하는 것은 매우 제한적으로 이루어지고 있다. 실제적으로 컴퓨팅 자원은 국가적 및 지역적으로 다양하게 분포되어 있으며, 이들의 사용량은 지역별, 연별, 월별, 시간별로 매우 다르게 나타난다. 예를 들어, 주간보다 야간에 사용률이 적게 나타나며, 봄가을이 여름, 겨울보다 사용률이 크게 나타난다. 만약, 이러한 차이와 사용률을 효율적으로 관리하여 활용한다면 매우 큰 경제적 효과를 얻을 수 있으며, 지역별로 한정된 자원의 한계를 뛰어넘어 대용량, 초고속의 거대문제(Grand Challengeable Problem)에 도전할 수 있게 된다. 그림 1은 세계적으로 분포되어 있는 슈퍼컴퓨터와 가시화 장비의 환경을 간략하게 나타낸 것으로 TEN(Trans-Eurasia Information Network) 또는 STAR TAP으로 연결된 상태를 나타내고 있다. 이러한 그리드(Grid) 환경에서 연구자는 대전의 몰입형 가시화 장비와 슈퍼컴퓨터, 그리고 해외 연구기관의 슈퍼컴퓨터 장비를 자신의 것처럼 사용할 수 있게 된다.

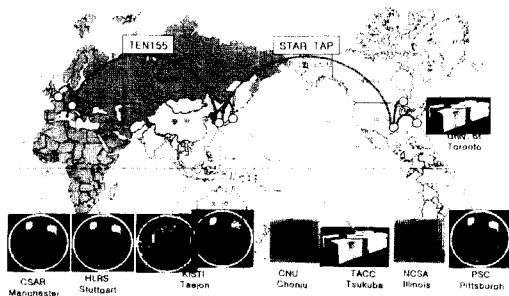


그림 1 Grid Resources

그리드 환경을 이용하여 거대문제를 해석하고 그 결과를 적용하여 신기술을 개발하는 것은 매우 가치 있는 일로서 국가 경쟁력에도 매우 밀접하게 연계되어 있다. 예를 들어 자동차 설계에 있어 우리나라가 6개월이 소요된다면, 미국을 비롯한 선진국에서는 자원의 공동 활용을 통해 수일 내에 이러한 일들이 해결이 가능하게 되며, 이것으로 인한 경제성 및 생산성은 상상하기 힘든 결과를 나타낼 것이다. 2000년에 미국표준연구소(NIST) 발표자료에 의하면 이러한 자원의 공동활용과 연계된 가상실험 장치의 개발로 매년 20억 달러 이상의 경제적 효과를 얻을 수 있다고 발표하였다[1].

앞에서 언급된 것과 같이 그리드는 지역적으로 분산되어 있는 슈퍼컴퓨터, 대용량 스토리지, 가시화 장비 등을 네트워크로 연결하여 하나의 시스템처럼 활용이 가능하게 하는 것이다. 따라서 구축된 그리드 환경에서는 사용자가 고성능 자원의 위치와 용량 성능 등에 무관하게 작업을 실행하여 보다 빠른 결과를 얻을 수 있게 된다. 미국, 유럽, 일본 등의 선진국에서는 이러한 일을 가능하게 하기 위해 초고속 컴퓨터를 하나의 컴퓨터처럼 활용할 수 있는 신 SOC 개념의 그리드 프로젝트를 경쟁적으로 시행하고 있으며, 이들 분야를 선점하기 위해 노력하고 있다[2~4]. 본고에서는 이에 대해 그리드 기반으로 CFD(Computational Fluid Dynamics, 전산유체역학)분야 응용연구의 해외 적용 사례와 국내 환경에 적용한 결과에 대해 살펴보고자 한다.

## 2. 응용 연구 수행을 위한 기반 기술

그리드를 구축하여 연구를 수행하는 국가 및 연구소들은 대표적인 응용분야의 하나로서 전산유체역학을 활용한다. 전산유체역학은 분산환경에서 좋은 병

력 성능 특성을 보유하고 있으며, 해석조건 및 해석대상 에 따라 컴퓨팅 집약적이거나 또는 자료교환 집약적으로 구분하여 작업을 수행 할 수 있으므로 구축된 네트워크의 문제점 및 발전방향 등을 파악할 수 있는 좋은 예제이다. 또한 실험 및 분석을 위해 대형, 고가 장비를 필요로 하고, 많은 인적자원의 교류 및 실시간 협업을 필요로 하는 대형 실험 과제에 대해 전산 유체역학은 컴퓨터를 이용한 대체 및 보완 도구로 활용되고 있다. 따라서 이러한 가상환경이 실제적으로 구비되는 그리드를 이용한 연구를 통해 생산설비의 감소, 연구자의 위험성 제거, 실시간 가상협업 등의 목적을 달성할 수 있으며, 연구의 성과의 극대화 와 이를 통한 IT 기반의 신 산업창출을 도모할 수 있게 된다.

그리드 환경에서 협업을 통한 항공기 통합 해석에 대한 예가 그림 2에 나타나 있다. 그림에서 항공기 동체, 날개, 조종면 등은 일차적으로 요소별로 분할되며, 그 특성에 맞는 연구소 및 기업체에서 각각에 대해 연구를 수행한다. 이렇게 분석된 연구 결과는 가상공간에서 타당성 검증을 하게 되고 추가적으로 다학제적 해석 등을 위해 요소별로 결합하여 재해석을 수행할 수 있게 된다.

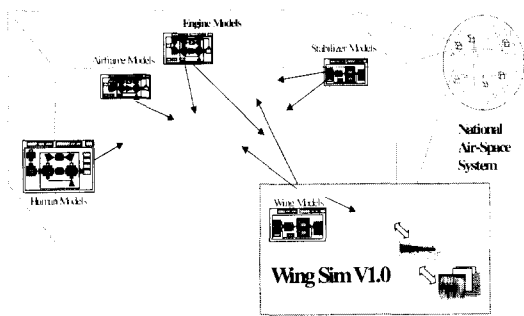


그림 2 Airplane Multidisciplinary Design based on Grid Environment

실제적으로 연구가 진행되고 있는 예가 그림 3에 나타나 있다. 이것은 현재 NASA에서 수행중인 IPG(Information Power Grid)[5]의 일부로 차세대 인터넷 NGI testbed와 그리드 서비스에 필요한 미들웨어 환경들, 그리고 항공기 해석에 적용되는 과정이 나타나 있다. 세계적으로 이와 유사 연구 개발은 각 나라의 슈퍼컴퓨팅센터와 해당 연구소들이 밀접하게 연계되어 관련 기술 개발 및 상용화를 추진하고 있다. 예로 독일의 슈트트가르트 슈퍼컴퓨팅센터

(HLRS : <http://www.hlrs.de>)와 독일 항공우주연구소(DLR)는 공동으로 TENTI(그림 4) 및 관련 기술을 개발하여 항공기 설계, 엔진해석 등에 활용하고 있으며, COVICET(그림 5) 등을 개발하여 벤츠 등의 자동차 회사들과 실제적인 협업연구 환경을 구축하고 활용하는 연구를 수행 중에 있다. 이러한 유사 연구가 미국, 네덜란드, 일본 등에서도 동일하게 이루어지고 있다.

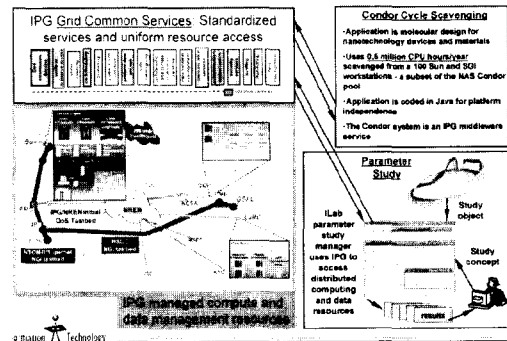


그림 3 NASA IPG Concept

그리드 환경에서 그림 1, 2와 같은 자원의 공동 활용 및 공동 협업연구를 수행하기 위해서는 사전에 많은 것이 해결되어야 한다. 우선, 전산유체역학을 활용하여 해석되는 문제들은 대부분 복잡한 형상을 가지고 있으며, 컴퓨터의 성능이 발달함에 따라 정확도를 높이는 일과 더불어 복잡성이 급격히 증가하게 된다. 따라서 이를 분산 병렬 컴퓨터에 적용하여 해석하기 위해서는 영역분할, 경계조건처리 등의 자동화된 전처리 과정이 필요하게 된다. 그리고 이를 원격지에 분산되어 있는 병렬 컴퓨터에서 작업을 실행시키기 위해 load balancing과 CPU reservation 등이 이루어져야 한다. 단일 지역에 LAN 환경으로 구축된 병렬컴퓨터는 다소 열악한 네트워크 환경에서도 적절한 성능을 나타낼 수 있으나, WAN 환경에서는 이것들이 매우 중요한 문제로 등장하게 된다. 따라서, 성능 차이가 심한 분산되어 있는 컴퓨터를 활용하기 위해서는 네트워크의 성능을 보장하는 QoS(Quality of Service) 및 병렬 작업이 균등하게 이루어지도록 하는 동적 작업 스케줄링 등이 필요하다. 이를 가능하게 하는 기반 도구가 Globus[8], Legion[9] 등이며, 이를 그리드 구성의 미들웨어(Middleware)라 한다.

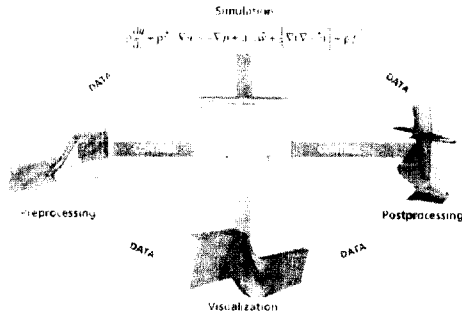


그림 4 TENT: Problem Solving Environment for Engineering Application

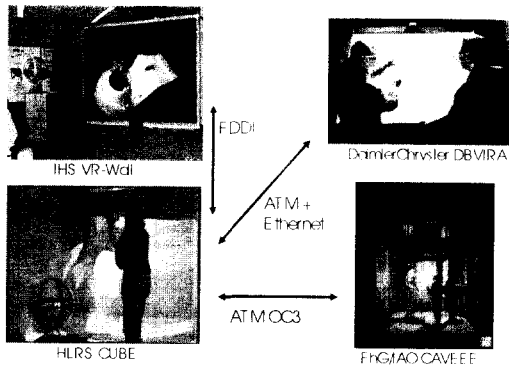


그림 5 Collaboration Work on COVICE

한국과학기술정보연구원(KISTI)는 2001년도 하반기에 테라플롭스(Tera Flops)급의 성능을 갖는 슈퍼컴퓨터를 설치하였다. 또한 현재 가상현실에서 협업환경이 가능하도록 하는 몰입형 가상화 시스템을 운영 중에 있다. 더불어 국내의 많은 대학, 연구소에서 최근에 고성능 컴퓨팅을 위해 PC 클러스터를 구축 운영 중에 있다. 따라서, 이들을 그리드로 연결하여 활용할 수 있는 환경이 구축되면 연구생산성 및 신기술 개발 주기는 대폭 단축될 것이며, 슈퍼컴퓨팅 연구가 진일보 할 것이다. 이를 위해 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터에서는 그리드 환경에서 국가 슈퍼컴퓨팅 자원을 최적화하고 극대화시킬 수 있는 전문화된 연구자들과 협업을 추진 중에 있으며, 국내의 전문가들에게 항상 문호가 개방되어 있음을 본 글을 통해 알리고자 한다.

### 3. 그리드 컴퓨팅을 활용한

## 전산유체역학 연구

그리드 컴퓨팅을 위한 기반 구축을 통한 전산유체역학 적용의 대표적 예가 NASA IPG이다. 그림 6은 NASA의 3개 연구소인 Langley, Glenn, Ames에 있는 SGI Origin 2000을 Globus 환경의 MPICH-G를 활용하여 해석한 결과를 나타낸다.

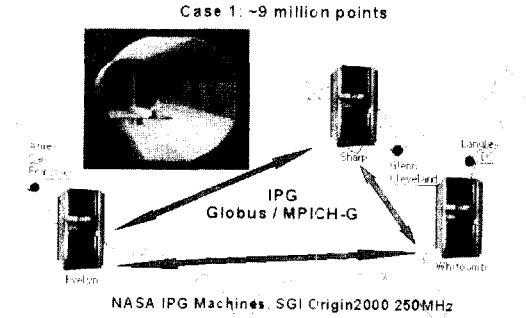
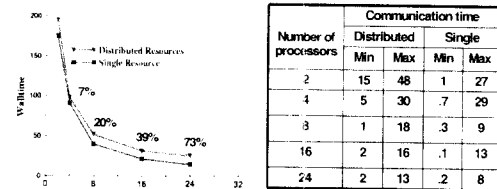


그림 6 Airplane Simulation using NASA IPG

그림 6의 결과에 대한 병렬 성능분석이 그림 7에 나타나 있다. 그림 8에서 병렬 컴퓨팅을 위한 자료교환에 소요된 시간은 단일 시스템에 비해 최대 10배 정도의 성능저하를 보이고 있으나, 전체 계산시간에 대한 성능은 매우 고무적인 결과를 나타내고 있다. 이것은 Globus 기반의 그리드 컴퓨팅의 가능성을 보여주는 결과이다.

Comparison of Execution and Communication Time (Case 1: ~9 million points)



Multiple distributed resources versus single resource

그림 7 Grid Computing Performance on NASA IPG

NASA IPG의 결과와 더불어 캐나다에서는 전산유체역학의 활용을 위한 CFDnet[9]을 구축하고 관련 기술을 개발 중에 있다. CFDNet의 목적을 살펴보면

다음과 같다.

- CFDnet는 전산유체역학 문제를 학생 또는 연구자가 직접 Setup, Solve, Visualization을 통합하여 수행하도록 하는 S/W를 개발
- 일반적인 CFD S/W와 다르게 그리드 기반에서 자신의 웹에 사용자 인터페이스를 실행시켜 server의 meshing, solving routine을 직접적으로 조절
- 사용자 인터페이스를 제공하기 위해 platform-independent Java 사용함으로써 CFDnet은 client 컴퓨터에 무관하게 됨
- 더불어 계산 집약적인 meshing, solving, visualization 과정은 고성능 슈퍼컴퓨터에서 수행하게 함
- 학교에서는 매우 복잡한 유체현상 개념을 가르치는데 활용됨
- 더 나아가 고가의 그리고 노동 집약적인 실험장치와 demonstration의 필요를 현격히 감소시킴
- 전산유체역학 S/W 도구는 수년동안 이용되어 왔으나 일반 연구자, 특히 학생들의 엔지니어링 교재로 활용은 매우 제한적임

위의 상황들에 대해 CFDNet을 구축하고 있으며, 이에 대한 예가 그림 8과 9에 나타나 있다. 그림 9는 웹상에서 격자를 생성하는 예를 보여주고 있다.

그리드에 대한 연구는 1990년대 후반에 시작하여 현재 실제적인 연구에 적용하려는 노력이 많이 이루어지고 있다. 아시아권에서는 일본이 앞선 연구를 수행중에 있으며, 그림 10은 일본 원자력 연구소(JAERI)에서 수행중인 그리드 컴퓨팅의 해석 결과이다. 일본은 병렬 슈퍼컴퓨터 보다 상대적으로 백터 슈퍼컴퓨터를 많이 보유하고 있다. 실제로 유체문제의 해석은 백터형 슈퍼컴퓨터에서 좋은 성능을 보이며, 구조문제는 캐쉬 사이즈가 큰 병렬 슈퍼컴퓨터에서 좋은 성능을 보인다. 따라서 일본은 이를 적용한 방법으로 유체 문제는 VPP3000의 백터 컴퓨터에서 공력 계산을 수행하고 구조문제는 SR2000의 병렬 컴퓨터에서 구조 변형 문제를 수행하여, 밀접하게 유체-구조가 결합된 문제를 그리드 컴퓨팅을 이용하여 수행하였다.

KISTI에서도 1990년대 말부터 그리드 컴퓨팅을 수행해 오고 있다. 이의 일환으로 KISTI 슈퍼컴퓨팅 센터에서 보유한 Compaq HPC320과 GS320 그리고 전북대의 IBM SP2를 연결하여 전산유체역학을 이용하여 그리드 컴퓨팅을 수행한 결과를 그림 11에

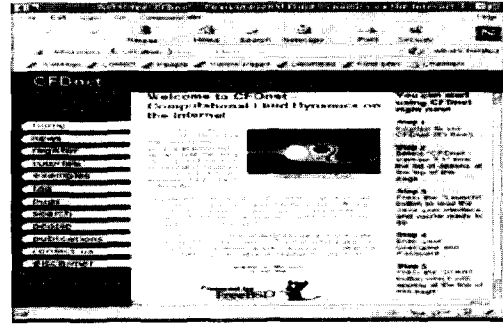


그림 8 CFDNet Homepage

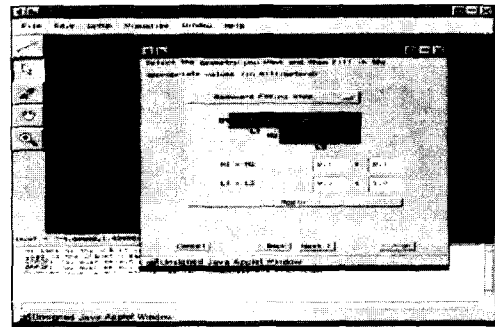


그림 9 Mesh Generation on CFDNet

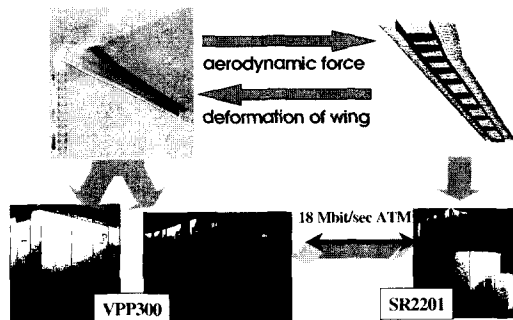


그림 10 Fluid-Structure Coupling Problem

나타내었다. ONERA M6 날개에 대해 16개의 CPU를 사용할 경우 약 9배정도의 병렬성능을 보이고 있다. 미국의 경우와 마찬가지로 그리드 환경을 이용한 전산유체역학 분야의 특정 응용연구는 매우 고무적인 결과를 얻을 수 있었다[10]. 좀더 심도있는 기반연구와 사용자 친숙한 환경을 구축하여, 국내 환경에 적절히 적용하면 서론에서 언급한 것처럼 그리드의 궁극적 목표를 달성할 수 있으리라 판단된다.

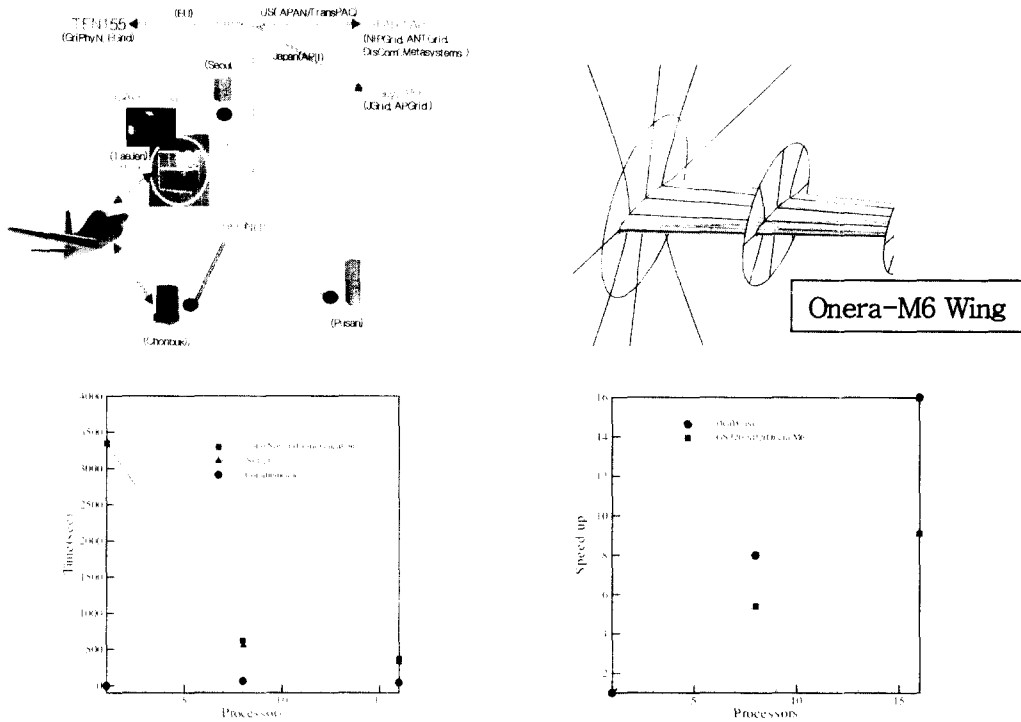


그림 11 ONERA M6 Simulation using Grid Computing

### 4. 결론

슈퍼컴퓨터, 가시화 장비 등을 활용하여 과거에는 불가능했던 거대문제를 해석하고, 지역간, 국가간에 원격의 연구자가 가상환경에서 공동 협업연구를 수행할 수 있는 그리드 구축연구가 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 현대의 산업 및 연구 환경은 과거에는 전혀 관련이 없던 연구자들 사이의 협업 연구를 요구하고 있다. 즉, 예로 항공기 공력 해석 및 설계에 있어서 항공분야는 물론 기상, 해양, 전자기학, 화학 분야 등의 연구자들을 필요로 한다. 이는 매우 복잡화된 물리적인 현상을 이해하고 활용하여 빠른 시일에 제품 개발을 완성하기 위해서는 뛰어난 한사람의 연구자로서 모든 일을 할 수 있는 범위를 급격히 초과하였기 때문이다. 이는 지속적으로 그 주가가 단축될 것이라 판단되며, 따라서 각 분야의 전문가들이 얼마만큼 자신의 연구결과를 다른 분야 연구자에게 전달하여 신기술을 개발할 수 있는가가 향후 연구개발의 성과를 좌우하게 될 것이다.

이러한 변화속에서 그리드를 올바르게 구축하고 활

용할 수 있는 연구는 매우 의미가 있다. 현재 시범적 연구로 국내에서 전산유체역학이 수행되고 있으며, 이의 성공적 수행은 다른 분야로 확장을 매우 쉽게 해나갈 수 있는 기반이 되므로 그 중요성이 매우 크다고 할 수 있다.

### 참고문헌

- [1] S. Tung, "Evolution of Design Process at Exploration & Quality Engineering," HP/KORDIC MCAE 세미나, (2000).
- [2] W. E. Johnson, D. Gammon and B. Nitzberg, "Information Power Grid Implementation Plan: Research, Development, and Testbeds for High Performance, widely Distributed, Collaborative, Computing and Information systems Supporting Science and Engineering," NASA Ames Research Center, Version 1.3 (1999).
- [3] M. M. Resch, "Metacomputing in a High Per-

formance Computing Center.” IEEE 0-7659-0771-9/00, pp. 165-172, (2000).

[4] C. M. Pancerella, L. A. Rahn and C. L. Yang, “The Diesel Combustion Collaborating: Combustion Researchers Collaborating over the Internet.”.

[5] <http://www.ipg.nasa.gov>

[6] <http://www.sistec.dlr.de/tent/>

[7] <http://www.hlrs.de/organization/vis/covise/>

[8] <http://www.globus.org>

[9] <http://www.cs.virginia.edu/~legion/>

[10] 조금원, 장행진, 박형우, 이상산, “Grid Computing을 위한 CFD 코드의 성능 분석(Testbed

KISTI-KISTI, KISTI-전북대),” 技術文書 TR01-0412-003, KISTI 슈퍼컴퓨팅센터 (2001).

### 조금원



1983 연세대학교 항공우주공학사

1995 한국과학기술원 항공우주공학과

(석사)

2000 한국과학기술원 항공우주공학과

(박사)

2000- 현재 KISTI 선임연구원

관심분야: 그리드 기반 응용연구, 병렬컴

퓨팅, 최적설계

E-mail: [gdw@hpcnet.ekr](mailto:gdw@hpcnet.ekr)

### ● 제29회 임시총회 및 춘계학술발표회 ●

- 일 자 : 2002년 4월 26 ~ 27일
- 장 소 : 한양대학교(안산캠퍼스)
- 논문모집 및 발표일정
  - 1) 접수기간 : 2002년 2월 4 ~ 26일
  - 2) 심사결과통보 : 2002년 3월 18일
  - 3) 수정논문 접수마감 : 2002년 3월 27일
  - 4) 사전등록 : 2002년 4월 1 ~ 22일
  - 5) 논문발표 : 2002년 4월 26 ~ 27일
- 문 의 처 : 한국정보과학회 사무국

Tel. 02-588 9246/7

<http://www.kiss.or.kr> E-mail: [yjhan@kiss.or.kr](mailto:yjhan@kiss.or.kr)