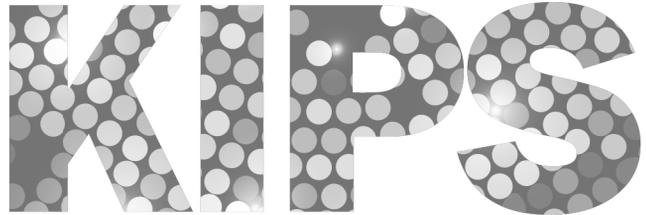


ISSN 1226-9182

# 정보처리학회지

Korea Information Processing Society Review

www.kips.or.kr



2020년 1월 | 제27권 제1호 |

▶ 취임사	
한국정보처리학회 2020년도 회장 취임사 / 이상현 .....	2
▶ 권두언	
차세대 네트워크 및 응용 서비스 특집을 발간하며... / 임중범 .....	4
▶ 특집명: 차세대 네트워크 및 응용 서비스	
SDN-WAN 기반의 E2E 가상네트워크 슬라이싱 자동화 및 지능화 기술 / 김동균 .....	6
인공지능 시대에 대비한 차세대 네트워크 추진전략 연구 / 나성욱 .....	20
고성능 컴퓨팅 환경 구축을 위한 클라우드 기반 단일 시스템 이미지 기술 / 송충건 .....	32
▶ 정기간행물 목차안내 .....	41
▶ 학회동정 .....	48
▶ 게시판 .....	65

## KIPS 취임사



### 한국정보처리학회 2020년도 회장 취임사

안녕하십니까! 한국정보처리학회의 2020년도 제25대 회장을 맡게 된 KCC정보통신 이상현 부회장입니다.

우선 2020년 경자년 새해를 맞이해서 회원 여러분 모두 새해 복 많이 받으시고 항상 건강하시기를 기원드립니다. 아울러 지난 한해동안 학회 발전과 우리나라 ICT 학문 발전을 위해 노력해 주신 학회 모든 회원님들, 임원 및 직원들의 노고에 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

존경하는 한국정보처리학회 회원 여러분!!

우리 학회는 지난 27년간 18,000명이 넘는 회원과 350개 이상의 대학, 산업체 및 유관기관을 회원기관으로 보유한 명실공히 국내 최대 규모의 학회로 성장했습니다.

이에 역대 회장님들과 회원 여러분들이 일궈놓은 토대를 기반으로 국내 IT 산업의 진흥이라는 결실을 맺을 수 있도록 최선의 노력을 다하기 위해 금년도 회장으로 임하는 동안 학회를 위한 여러 사업들을 원활히 수행하도록 노력하겠습니다.

학회 회원간의 존중과 민주적 소통 문화의 정착은 학회 및 IT 산업 발전의 가장 중요한 키워드라고 생각합니다. 회원 상호 간 자율적으로 협업할 수 있는 체계를 마련하여, 회원이 중심이 되고 회원에 의하여 움직일 수 있는 학회가 될 수 있는 기틀을 다져 나가겠습니다.

산학 협력에 기반을 두고 설립된 우리 학회는 다른 학회에 비하여 새로운 지식과 정보를 효과적으로 활용할 수 있는 강점이 있습니다. 특히, 정부 IT 유관 기관들과의 협력 체계를 더욱 강화하고 이러한 협력을 기반으로 산·학·연이 동반 성장할 수 있는 활로를 제공하겠습니다.

우리의 ICT 기술 환경은 급속히 글로벌 환경과 융합되어 가고 있으며 이러한 사회적 변화와 기대에 부응하기 위해 우리 학회 또한 보다 적극적으로 글로벌화를 추진해야 합니다. 이를 위해 해외 유명 ICT 관련 기관 및 교육 기관과의 학술 교류를 적극적으로 추진 하도록 하겠습니다.

앞으로 우리 학회가 더욱 국제적으로 우수한 학회로서 성장하기 위하여 금년에도 모든 분들의 지속적인 관심과 참여가 절실히 필요합니다. 금년에도 학회의 모든 사업에 많은 참여와 협조를 간곡히 부탁드립니다, 회원 여러분 모두의 가정과 직장에 큰 발전과 영광이 함께 하시길 기원합니다.

감사합니다.

2020년 1월

한국정보처리학회 회장 **이상현**



## 차세대 네트워크 및 응용 서비스 특집을 발간하며

4차 산업혁명 시대에 접어들면서 인터넷 및 네트워크 기술이 우리의 모든 일상 생활 및 경제 활동의 기반이 되고 있습니다. 이에 따라 네트워크 기술도 초저지연, 초고속, 초연결을 지원하도록 지속적으로 발전하고 있고, 이러한 차세대 네트워크 기술이 4차 산업혁명 시대를 견인할 핵심 인프라 기술로 자리매김할 것으로 예상됩니다. 또한 전세계적으로 ICT 분야뿐만 아니라 일상생활의 영역까지 디지털 혁명을 통한 차세대 네트워크 기술 구축 및 활용에 많은 투자를 아끼지 않고 있습니다.

최근 과학기술정보통신부는 인공지능과 6G 이동통신, 양자정보통신 등 미래 혁신 네트워크 진화 방향을 담은 차세대 네트워크 혁신전략을 수립하였습니다. 이 전략에는 초연결 인프라를 실제 산업 분야에 적용하고 효율성을 높임과 동시에 안전하게 활용될 수 있는 방안과 높은 네트워크 신뢰성을 보장하기 위한 양자정보통신, 모바일에지컴퓨팅 환경에서의 진화방안을 포함하고 있습니다. 또한 기업이 안정적인 보안성과 초저지연 성능을 활용해 5G를 전용 사설망처럼 활용하는 프라이빗 5G 서비스도 언급되고 있습니다.

이에 한국정보처리학회에서는 차세대 네트워크와 관련된 주요 기술 및 이슈를 분석하고, 이러한 기술을 바탕으로 제시되고 있는 다양한 서비스 현황을 파악하고자 “차세대 네트워크 및 응용 서비스”라는 주제로 특집호를 준비하였습니다.

이번 특집호에 관심을 갖아주신 독자분들에게 유익한 내용을 드릴 수 있기를 바라며,  
원고 집필을 수락해 주시고 원고를 작성해주신 모든 저자분들께 감사의 말씀을 드립니다.  
더불어, 함께 참여해주신 위원장님을 비롯한 편집위원님들과 한국정보처리학회에 진심으로 감사의 말씀을 드립니다.

2020년 1월

한국산업기술대학교 교수 **임종범**



# SDN-WAN 기반의 E2E 가상네트워크 슬라이싱 자동화 및 지능화 기술

김동균 (한국과학기술정보연구원)

- 목 차
- 1. 서론 및 관련 연구
  - 2. SDN-WAN 기반의 가상네트워킹 기술
  - 3. 지능화 오케스트레이션을 통한 자원 할당
  - 4. 가상망 슬라이싱 자동화 기술
  - 5. 결 론

## 1. 서론 및 관련 연구

최근 스마트 폰, 스마트 카, 스마트 홈 디바이스 등 다양한 지능형 장치와 클라우드 컴퓨팅 및 네트워크 가상화 등 첨단 네트워킹 기술이 빠르게 발전하면서 관련된 데이터 트래픽이 급격히 늘어나고 있다. 폭증하는 트래픽의 분배와 전달을 최적화하고 수많은 디바이스를 관리하기 위하여 네트워크의 다양성과 복잡성이 증가하고 있고, 보다 효율적으로 네트워크 자원을 운영, 관리, 최적화하는데 있어서 많은 어려움이 대두되었다. 이러한 이슈를 해결하기 위한 한 가지 방법으로 네트워크에 지능화 기술을 도입하는 것이 논의되고 있으며, 대표적으로 동적이며 유연한 네트워크, 효율적이고 편의성이 높은 망 관리, 네트워크 구축/운영 비용 절감 등을 위한 새로운 패러다임인 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN, Software-Defined Networking) 기술[1-3]이 등

장했다.

빅데이터 분석 기술과 인공지능의 발전으로 네트워크의 관리 및 운용기술에도 새로운 변화가 시작되고 있다. 네트워크에 지능형 기술을 도입하고자 한 다양한 시도 중 한 가지는 Knowledge Plane (KP) [4] 기반의 접근방안이다. KP는 머신러닝과 상황인지(cognitive) 기술을 적용함으로써 인터넷의 자동화와 지능화를 꾀했지만 지금까지도 프로토타입의 개발이나 적용이 이뤄지지 않았다. 자동화/지능화 기술의 개발이 늦어지거나 적용되지 않고 있는 가장 큰 이유는 전통적인 인터넷의 특징인 ‘분산화’ 때문이다. 즉, 인터넷을 구성하는 라우터와 스위치 같은 노드는 전체 네트워크 시스템의 일부분에 대한 토폴로지 뷰를 기반으로 동작하므로, 작은 로컬 도메인을 벗어나는 글로벌 수준의 네트워크를 제어하는데 있어서 복잡한 문제를 야기시킨다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 방안으로 SDN이 각광받고

있는데 그 이유는 SDN이 데이터전송 계층(Data Plane)과 제어 계층(Control Plane)을 분리함으로써 논리적으로 중앙 집중화된 제어기를 통해 네트워크 자원을 관리할 수 있기 때문이다. SDN 제어기는 마치 네트워크 운영체제와 같은 역할을 하며 네트워크 디바이스를 동적으로 프로그래밍할 수 있을 뿐만 아니라 네트워크 상태와 설정 데이터를 실시간으로 모니터링 및 수집하고 패킷/플로우의 상세정보를 획득함으로써 글로벌 네트워크의 토폴로지 뷰를 계산할 수 있다. 따라서 머신러닝 등 지능화 기술을 네트워크에 적용함에 있어서 SDN이 매우 효율적인 기술로 여겨지고 있다[5].

SDN을 활용할 경우, 그동안 관리자에 의한 수동적인 네트워크 설정과 제어가 주류를 이루었다면 앞으로는 네트워크 빅데이터의 분석을 통해서 정책과 의사를 결정하는 자율형 네트워킹 제어와 관리가 가능해 질 것으로 예상된다. 자율형 네트워킹을 위한 자동화/지능화 기술은 초기의 운영자 주도형 자가관리프레임워크 개발 [6-8]로부터 최근에는 SDN과 NFV (Network Function Virtualization) 네트워킹을 인공지능과 결합하여 네트워킹 자원의 가상화와 동적 슬라이싱이 가능한 인프라의 제어와 관리를 수행하는 방향으로 진화하는 추세이다[9, 10]. 즉, 네트워크 자동화/지능화 기술을 통해 인프라로부터 획득 및 수집한 로그, 플로우, 이벤트, 상태 정보 등을 분석한 후 머신러닝/딥러닝 등 인공지능 기술을 이용하여 물리/가상 자원을 자동화, 지능화된 방법으로 설정, 관리, 제어 및 오케스트레이션할 수 있다. 이때 스스로 정책과 의사를 결정하기 위해 네트워크 빅데이터를 자동수집하고 분석해야 하며, 분석된 결과를 다시 피드백하는 등 관련 절차를 반복적으로 수행할 필요성이 있으므로 최적화된 네트워크 관리와 제어가 가능하

도록 폐쇄형 반복 제어(Closed-loop control) 구조가 적용된다[11].

SDN/NFV 및 빅데이터 분석 기술과 인공지능 기반의 네트워크 자동화와 지능화 연구의 대표적인 사례로 유럽 5G-PPP (5G Public-Private Partnership Association) 표준 기구의 CogNet[9]과 SELFNET[10]이 있다. 각 연구는 네트워크 지능화를 위해 머신러닝을 통한 5G 네트워크 자동화 환경을 다루고 있고, ETSI (European Telecommunications Standards Institute)는 대부분의 정보통신 환경에 대한 자동화 및 지능화 기술 표준화를 진행하고 있다[12]. 특히 인공지능 및 머신러닝을 적용한 SDN/NFV 제어 사례연구 [13]를 살펴보면, 트래픽 예측[10], 네트워크 자원관리[14], 네트워크 오토스케일링[15], 최적의 제어 알고리즘 추적[16], 이상 감지[17], 애플리케이션 식별[18] 등이 있음을 알 수 있다. <표 1>에 해당 연구 내용을 요약하여 제시했다.

국내의 연구망 측면에서 인공지능 기술의 연구개발 현황을 살펴보면 주로 가상화 계층과 오케스트레이션 계층의 기술개발에 노력을 기울이고 있으므로 아직 네트워크 자동화와 지능화 관련 연구개발은 초기 단계에 머물러 있다고 볼 수 있다. 관련 연구를 위해 한국과학기술정보연구원(KISTI, Korea Institute of Science and Technology Information)이 구축개발하고 있는 SDN 광역망(SDN-WAN, SDN oriented Wide Area Network)인 KREONET-S (Korea Research Environment Open Network-Softwarization)를 사례로 들 수 있다[19-21]. KREONET-S는 네트워크 가상화 기술인 VDN (Virtually Dedicated Network)과 오케스트레이션 기술인 VDNO (VDN Orchestrator)를 개발했고, 이와 같은 핵심 기술을 바탕으로 가상망/광역망 운용 최적화 및 저손실/저지연/대용량 데이터 전송 관련 자동화/

〈표 1〉 SDN/NFV 기반의 인공지능 기법 적용 사례[13]

주요 사례	연구 내용	인공지능 기법	참고 내용
트래픽 예측	SDN/NFV 기반 네트워크의 트래픽을 예측하여 네트워크의 문제상황에 보다 빠르게 대처	Decision Tree, Linear Discriminant, SVM, k-NN	SELFNET 참조
네트워크 자원 관리	SDN 환경 하에서 트래픽 예측 결과에 따른 자원 할당의 효율성 증가	BP, SVM	주로 회귀분석 활용
네트워크 오토 스케일링	네트워크 수요에 따라 네트워크 가상화 기능을 담당하는 서버 등의 자원을 지능적으로 확대 및 축소	Random Tree, Random Forest, Multi-layer Perception, Bayesian Network	대서양 링크의 ISP에서 얻은 실제 트래픽 데이터 활용
최적 접근 제어 알고리즘 추적	네트워크 자원의 양에 따라 최적의 접근제어 알고리즘을 추적하여 효율적으로 네트워크를 관리	SEA (Strategic Expert meta-Algorithm) 적용	유럽연구망 GEANT 데이터 활용
이상 감지	정상패킷과 공격패킷을 구별하여 SDN/NFV 네트워크 보안과 연계	SVM, Decision Tree, Bagged Tree, Random Forest, K-NN	정확도와 속도 측면 성능 비교
애플리케이션 식별	네트워크 패킷에서 특정 애플리케이션 정보를 파악, 최적 자원 할당 및 이상 상황시 효율적 원인 파악 및 요구 대응	Atlas 프레임워크 (자체제안기술)	구글 플레이 스토어 기준 시뮬레이션

지능화 연구와 SDN 광역망 환경에서 DDoS 공격 탐지를 위해 머신러닝 기법을 적용하여 네트워크 지능화 계층의 기본 프레임워크를 설계하고자 한다. 첫 번째 연구의 경우 가상망의 대역폭 활용률 혹은 사용자의 데이터 전송량 등 연속적인 값을 예측하는 사례이므로 머신러닝 기반의 선형회귀(Linear Regression) 기법을 적용하여 연구 중이고, 두 번째 연구는 특정 데이터 플로우의 DDoS 공격패킷 여부를 판단하는 것이기 때문에 분류(Classification) 방식을 주로 이용하고 있다.

한편, 가상화 측면의 기술개발현황을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 SDN과 NFV를 기반으로 한 네트워크 가상화가 기술개발의 한 축을 이룬다면, 클라우드 중심의 서버 가상화 기술 역시 최근 수많은 기업들을 중심으로 클라우드 시장이 활성화됨에 따라 SaaS (Software as a Service)가 거의 모든 부문의 소프트웨어 성장을 주도하고 있다 [22]. 서버 가상화 기술은 주로 물리 서버 자원의 낭비를 줄이기 위해 자원을 논리적으로 분할하여 다양한 가상화 서비스를 지원하는 기술을 의

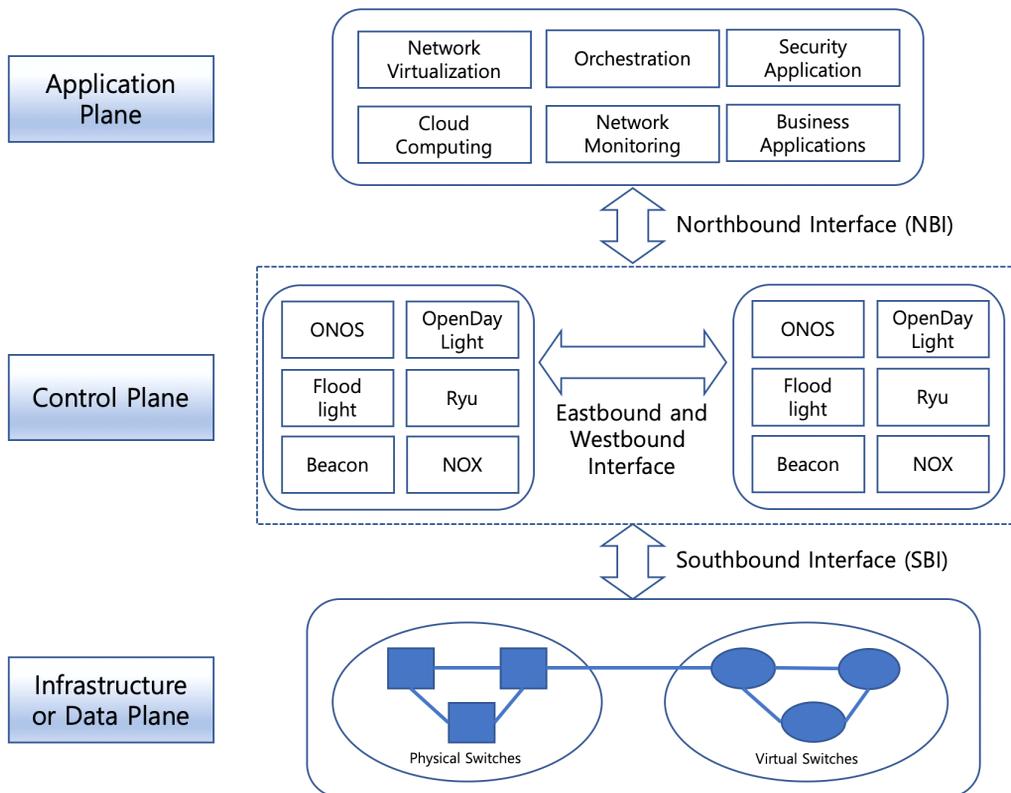
미하며, 주로 하이퍼바이저 기반 기술과 컨테이너 기반 기술로 나눌 수 있다. 최근에는 클라우드 환경이 점차 분산화되면서 보다 경량화된 컨테이너 중심의 가상화 기술이 확대됨에 따라 컨테이너 기반의 컴퓨팅 및 스토리지 자원과 이를 자동화/지능화된 방식으로 통합연결하는 네트워킹 환경을 고려할 필요성이 크게 대두되고 있다. 사용자가 요구하는 서비스를 제공하기 위하여 가상망, 클라우드 관리/제어를 통합적으로 고려해야 하지만 이를 기존의 레거시 인터넷 환경에서 온디맨드로 신속하게 설정 및 제어하는데 한계가 있으므로, SDN과 컨테이너 기반의 클라우드 환경을 통합적으로 고려한 새로운 시스템 및 방안에 대한 요구가 증대되고 있는 실정이다. 이에 대한 대안 중 하나로 SDN과 컨테이너 기술 기반의 컴퓨팅/스토리지/네트워크 가상화를 이용하면 자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있다. 즉, 오케스트레이션 시스템을 통해 사용자/관리자의 요청에 따라 동적으로 유연한 자원 관리 및 제어가 가능할 뿐만 아니라 자동화와 지능화 환경으로 진화하기에 매우 유리하다.

본고에서는 위에서 소개한 관련 연구와 기술개발현황을 바탕으로 KISTI가 구축 및 연구하고 있는 KREONET-S의 가상화/자동화/지능화 기술에 대해 설명하고, 현황과 향후 연구 방향에 대해서 기술한다. 먼저 다음 장에서는 SDN-WAN 기반으로 개발되고 있는 가상전용네트워킹 기술인 VDN 구조와 핵심 요소에 대해 소개하고, 3장에서는 VDNO를 통한 지능화 오케스트레이션 환경의 개발 현황을 기술한다. 그리고 4장에서 VDN과 VDNO를 기반으로 구현 및 시험된 가상망 슬라이싱 자동화 기술 등 KREONET-S의 네트워크 지능화 기술을 소개한 후, 5장에서 결론을 맺도록 한다.

## 2. SDN-WAN 기반의 가상네트워킹 기술

이번 장에서는 우리나라의 국가연구망이 SDN 기반의 광역망 인프라를 바탕으로 연구개발하고 있는 가상 네트워킹 기술인 VDN을 소개하고, VDN이 어떻게 광역망을 통한 종단간 네트워크 슬라이싱을 구현할 수 있는지에 대하여 주요 연구개발현황을 기술한다. 먼저 국가연구망 기반의 SDN 광역망 인프라인 KREONET-S와 VDN 네트워크 슬라이싱 기술의 토대가 되는 SDN의 기본 구조를 설명한다.

잘 알려져 있듯이 SDN은 차세대 네트워킹 기술로 많은 관심을 끌고 있고, 비영리 컨소시엄인 ONF (Open Networking Foundation) [23]에서

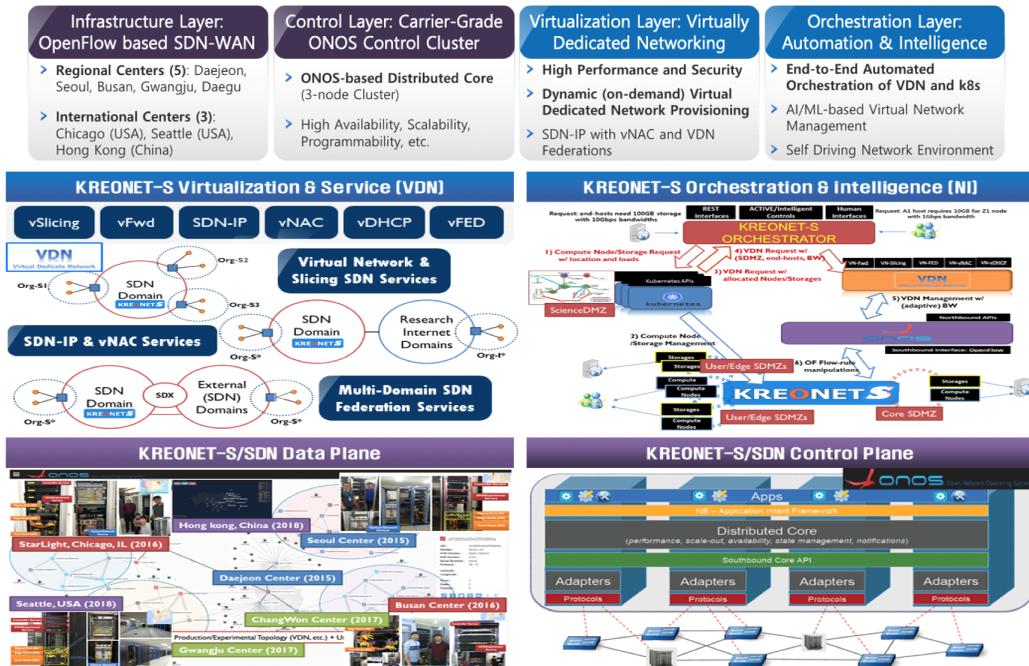


(그림 1) SDN의 기본 구조 : Data/Control /Application Plane과 인터페이스 [5]

관련 핵심기술의 개발, 인터페이스 및 데이터 모델 표준화, 통신사 및 서비스 제공자 중심의 상용화를 추진하고 있다. ONF에 의하면 SDN의 정의는 다음과 같다 : “SDN 아키텍처에서 Data Plane과 Control Plane은 상호 독립되어 있으며 네트워크 지능화 (Network Intelligence) 부분과 상태 정보는 논리적으로 중앙 집중화된다. 그리고 네트워크 인프라는 애플리케이션 관점에서 추상화한다.” 이러한 정의를 바탕으로 SDN의 기본 구조는 크게 Data Plane, Control Plane, Application Plane으로 구성되며, (그림 1)과 같이 Data Plane과 Control Plane을 연계하는 Southbound Interface (SBI)와 Control Plane과 Application Plane을 연결하는 Northbound Interface (NBI)를 통해 네트워크 인프라를 추상화한다. 그리고 Control Plane의 SDN 제어기는 Eastbound/Westbound Interface를 통해 글로벌

뷰와 상태 정보를 교환/공유하여 다중제어가 가능한(multi-controller) SDN 네트워크 환경을 구축할 수 있다. 이러한 다중제어 SDN 네트워크는 고가용성과 확장성을 제공하여 제한된 자원을 가진 단일 제어기로 처리하기 어려운 대규모 SDN 인프라나 SDN 광역망의 대용량 트래픽을 지원할 수 있다.

SDN의 기본구조를 바탕으로 KREONET-S는 네 개의 주요 계층을 구축했다. (그림 2)에서 나타내듯이 이들은 각각 Data Plane을 위한 인프라 계층(Infrastructure Layer), Control Plane에 상응하는 제어 계층(Control Layer), Application Plane에 위치하는 가상화 계층(Virtualization Layer)과 오케스트레이션/자동화 계층(Orchestration Layer)이다. 인프라 계층은 SDN의 SBI 표준기술인 OpenFlow를 기반으로, 국내외 8개 지역(대전, 서울, 부산, 광주, 창원, 시카고/미국,



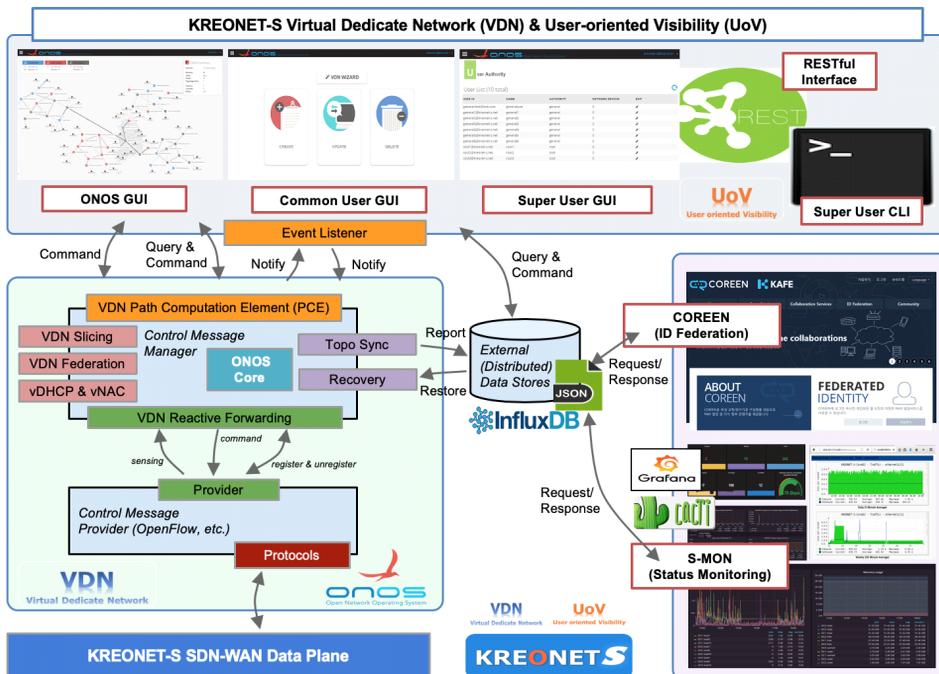
(그림 2) KREONET-S의 계층화된 구조 설계 및 계층별 연구개발 현황

시애틀/미국, 홍콩/중국)에 OpenFlow 코어/에지 네트워크 디바이스, 가상 머신, 컨테이너 리소스 등을 바탕으로 구축되었다.

제어 계층에는 오픈소스 SDN 컨트롤러인 ONOS (Open Network Operating System) [24]가 적용되었고, ONOS의 분산코어 구조를 활용하여 멀티노드 기반의 다중제어 클러스터로 설계되어 고가용성과 확장성을 지원할 수 있는 환경을 가지고 있다. ONOS 다중제어 클러스터 환경은 KREONET-S의 인프라를 구성하는 네트워크 디바이스를 중앙집중적으로 관리할 수 있으며 SBI (OpenFlow)를 통해서 각 디바이스의 상태와 토폴로지 정보를 수집하여 글로벌 네트워크 뷰를 생성한다. 이러한 글로벌 뷰 및 여러 이벤트 정보는 ONOS의 NBI를 통해 가상화 계층의 애플리케이션인 VDN에게 전달되고, VDN은 해당 데이터와 정보를 기반으로 SDN-WAN 기

반의 종단간 가상망 슬라이스를 프로비저닝할 수 있다. (그림 3)은 VDN의 아키텍처로서 이를 통해 구현된 주요 기술은 다음과 같다.

- 사용자 및 운영자의 요구 성능에 따른 애플리케이션/서비스/테스트베드 별 가상 네트워크 슬라이스의 신속한 생성 및 관리 기술(10초 이내 생성)
- 자동화된 대역폭 관리를 위한 지능형 네트워크 슬라이싱 기술
- 가상 네트워크와 서비스 리소스의 통합을 위한 오케스트레이션 기술
- 사용자 중심의 쉽고 빠른 가상망 슬라이스 관리를 위한 GUI 및 REST API 등 인터페이스 기술
- SDN 도메인간 통합 연동을 위한 Federation 및 SDN-IP, 가상망 동적주소할당(vDHCP) 기술



(그림 3) KREONET-S의 네트워크 가상화 계층을 위한 VDN 아키텍처

### 3. 지능화 오케스트레이션을 통한 자원 할당

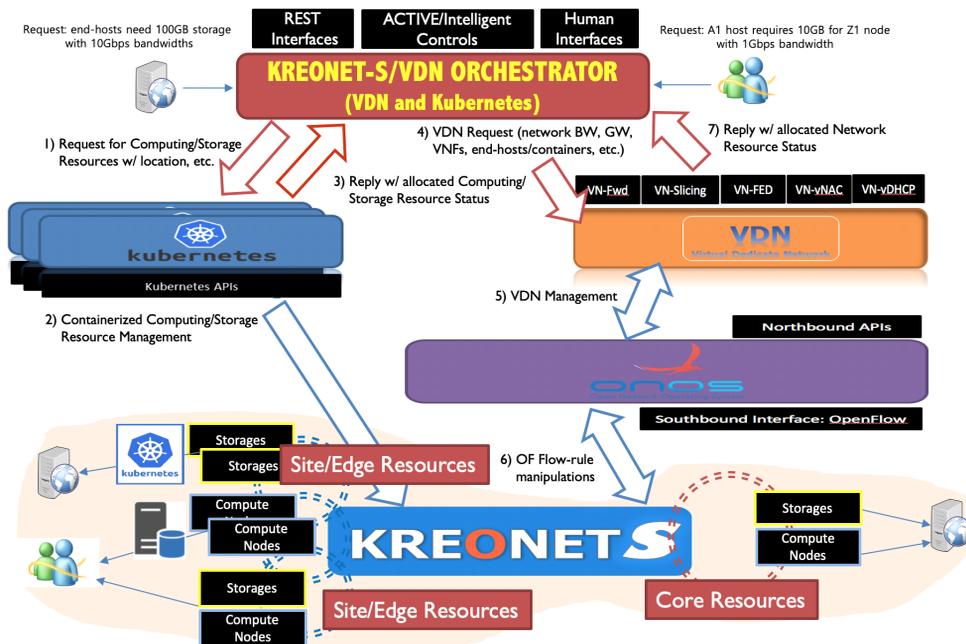
KREONET-S의 지능화 오케스트레이션은 기본적으로 VDN의 가상 네트워크 슬라이싱 기술과 분산 클라우드 환경의 컨테이너를 기반으로 가상화된 서비스 자원을 통합하여 사용자가 원하는 네트워킹 및 컴퓨팅, 스토리지 자원을 할당하기 위해 개발된 기술이다. 즉, 오케스트레이션은 SDN 광역망 기반의 VDN을 에지/액세스망 중심의 분산 컴퓨팅 및 스토리지 자원과 연계하여 고효율, 고보안성, 고성능을 보장하는 것을 목적으로 하며, 다음의 내용을 중점적으로 다루고 있다.

- 지역적으로 분산된 다중 클라우드 환경에서 서비스 자원의 효율적 관리 및 활용을 위한 위치와 가용자원 기반의 종단간(E2E) 오케스트레이션 방법

- 사용자 요구에 따라 분산된 형태의 다양한 물리적/가상적 자원(컴퓨팅, 스토리지, 엔드호스트 등)을 네트워킹을 포함하여 온디맨드로 신속하고 편리하게 통합 제공하는 기법

#### 3.1 위치와 가용자원 기반의 종단간 오케스트레이션 구조 및 절차

KREONET-S의 오케스트레이션 기술은 네트워크 자원의 관리와 제어를 위한 SDN 가상 네트워킹 환경과, 서비스 자원(컴퓨팅 및 스토리지)의 관리와 제어를 위한 컨테이너 기반 분산 시스템 환경을 위치와 가용자원을 기반으로 통합 연계 및 관리하는 방법이다. (그림 4)는 오케스트레이션 시스템의 구조 및 기본 프로세스를 보여주며, 이어서 각 구성요소의 역할과 기능을 설명한다. 이 구조에서 SDN 인프라는 KREONET-S를, 컨테이너 관리자는 Kubernetes [25], SDN 제어



(그림 4) SDN 기반의 VDN/분산 자원의 통합 오케스트레이션 구조 및 프로세스

기는 ONOS, 가상망 관리자는 VDN을 활용했다. 그리고 분산 클라우드 환경을 구성하기 위해서 다수의 Kubernetes 환경을 지리적으로 분산된 위치에 독립적으로 배치함을 가정한다.

- 오케스트레이터(VDNO, VDN Orchestrator) : 지능형 제어가 가능한 외부 서버 및 직접적인 사용자의 서비스 자원 요청에 따라 위치와 가용자원 기반의 컨테이너/클라우드 리소스의 동적 생성과 가상 네트워크 슬라이스의 온디맨드 연동 및 활용 총괄
- 컨테이너 관리자(Kubernetes) : VDNO가 지능적으로 선택한 서비스 클라우드의 위치 및 서비스 자원의 요구사항에 따라 해당 위치의 클라우드에 컨테이너 서비스 자원을 할당하고 수행 결과를 응답
- 가상 네트워크 관리자(VDN) : 오케스트레이터로부터 사용자(엔드호스트 등), 할당된 컨테이너 기반의 서비스 자원, 요구 대역폭 정보 등을 포함한 가상 네트워크 슬라이스의 관리 요청을 받아 처리하고, SDN 제어기인 ONOS를 통하여 서비스 자원과 연계된 물리 네트워크 자원의 관리를 수행하고 결과를 응답
- SDN 제어기(ONOS) : VDN이 요청한 물리 네트워크 자원의 실질적 제어를 수행(플로우룰, 미터 관리 등)
- SDN 광역망(KREONET-S) 및 컴퓨팅/스토리지 자원, 인프라 : 물리적인 서비스 및 네트워크 자원

위 프로세스를 통한 지능형 서비스 자원 오케스트레이션 및 할당의 기본 절차는 다음과 같다. 컴퓨팅 및 스토리지 등의 서비스 자원을 포함한 가상망 슬라이스의 생성을 요청하는 경우, 지역적으로 분산된 다수의 Kubernetes 환경 중에 각각의 서비스 환경 및 자원을 독립적으로 선택하

여 컨테이너 형태로 생성, 제공한다. 이때 분산된 Kubernetes 환경에 대한 지역의 선택은 서비스 자원을 생성할 때 사용자 혹은 운영자가 직접 지정하거나, 사용자 엔드호스트(endhost)의 위치 및 Kubernetes 워커노드(Worker Node)의 가용 자원을 고려하여 시스템이 지능적으로 선택할 수 있다. Kubernetes 노드가 선택되면, 사용자가 요구한 서비스 자원이 컨테이너 형태로 생성된다. 해당 컨테이너에 대한 자원 관리는 Kubernetes가 담당하고, 네트워킹 및 관련 서비스 제어/관리의 경우 생성된 컨테이너가 KREONET-S의 SDN 스위치와 연결되는 순간 ONOS가 호스트를 인식 및 설정하여 글로벌 네트워크 뷰에 포함한다. 이후 ONOS 상의 VDN 시스템과 Kubernetes 시스템 간의 연계는 API 레벨(REST API)에서 수행되며, 실제 데이터 전송을 위한 물리적 인터페이스 연결은 3.2절에서 다룬다. 지능형 분산 서비스 자원의 오케스트레이션 기술을 통하여 컨테이너 기반의 가상화된 컴퓨팅/스토리지 리소스와 이를 활용할 사용자의 엔드호스트를 대상으로 독립된 가상망 슬라이스를 생성한 후 요구 대역폭과 성능을 보장할 수 있다.

### 3.2 VDN 기반의 고성능 컨테이너 네트워크 인터페이스(VDN-CNI)

컨테이너 네트워크 인터페이스(CNI, Container Network Interface)는 Kubernetes 기반 컨테이너 관리자로부터 생성된 컨테이너의 네트워크 설정을 수행하고 SDN기반 네트워크에 연결하는 등 네트워킹을 포함한 다양한 SDN 서비스를 제공한다. KISTI는 VDNO가 생성한 컨테이너 리소스를 KREONET-S 인프라에 고성능으로 연동하기 위하여 VDN-CNI를 개발했으며 고성능 데이터 전송 서비스 용도의 CNI와 시스템 운영 관리

용도의 CNI를 별도로 개발하여 목적에 부합하는 컨테이너에 할당할 수 있도록 다중 CNI를 통합된 형태로 제공한다. VDN-CNI의 기본 요구 사항은 생성된 컨테이너의 데이터 전송 성능을 보장하고 ONOS가 해당 컨테이너를 인식하도록 설계 및 개발하는 것이다.

먼저, 고성능 데이터 전송 서비스 제공을 위해서 개발된 VDN-CNI:Host-Device는 물리 서버의 개별 NIC (Network Interface Card)을 컨테이너에 전용으로 할당하고 SDN 스위치와 연결함으로써 SDN 기반의 고성능 네트워크를 구현한다. 그리고 Kubernetes 시스템의 운영 관리 및 모니터링 용도의 컨테이너 생성 시, 각 컨테이너 별로 개별 NIC을 할당하는 것은 물리적인 자원 낭비이기 때문에 단일한 NIC을 지정/공유하여 논리적인 네트워크를 제공하는 컨테이너 네트워크 인터페이스인 VDN-CNI:Macvlan을 보조 형태로 추가 구현했다.

### 3.3 위치와 가용자원 기반의 지능형 분산자원 선정기법

KREONET-S 인프라 상의 Kubernetes 환경은 분산 자원 형태로, 국내 3개 지역(대전, 서울, 부

산), 해외 1개 지역(시카고)에 구축되어 있으며 이는 각 지역의 SDN 액세스 스위치와 연결함으로써 소프트웨어 기반 네트워크로 연동된다. VDNO는 서비스 컨테이너 생성 시 지역적으로 분산된 다수의 Kubernetes 환경 중에서 가장 적절한 컨테이너 자원을 설정한다. <표 2>는 해당 분산 자원을 지능적으로 선정하기 위해 정의된 변수를 나타낸다.

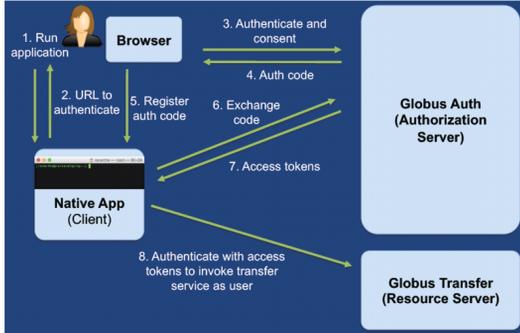
KREONET-S의 VDN 시스템과 다수의 Kubernetes 시스템을 연동하고 자원을 선택하는 과정은 모든 분산된 환경에 대해서 해당 서비스 요청에 따른 서비스 생성 위치, 요구 자원 등을 종합적으로 고려하여 서비스를 제공할 최적의 위치를 선택하는 프로세스를 거치며, 위치/가용 자원 기반으로 선택된 Kubernetes 자원( $C_{selected}$ )은 식(1)과 같이 계산된다.

그리고, 위치 기반의 분산 클라우드 가중치 ( $C_{location}$ )는 서비스 위치와 Kubernetes 자원 위치 사이의 링크 대역폭 용량과, 해당 Kubernetes 위치의 중심도를 기반으로 위치 관점의 Kubernetes 가중치인  $c_i$ 를 계산함으로써 식(2)를 얻을 수 있다.

가용자원 기반의 Kubernetes 가중치( $C_{resource}$ )는 서비스 자원 요구를 만족하는 리소스의 가용

<표 2> 위치/가용자원 기반의 Kubernetes 리소스 선정을 위한 변수 정의

Notation	Description
L	Set of distributed service location
C	Set of locations deployed Kubernetes infrastructure
$l_{ij}$	Normalized link capacity between location i and j, $0 \leq l_{ij} \leq 1$
$cv_i$	Normalized centrality value of location i, $0 \leq cv_i \leq 1$
d(c)	Demand of initial service CPU resources
d(m)	Demand of initial service memory resources
d(s)	Demand of initial service storage resources
$r(c, C_i)$	Available CPU resources in Kubernetes $C_i$
$r(m, C_i)$	Available memory resources in Kubernetes $C_i$
$R(s, C_i)$	Available storage resources in Kubernetes $C_i$



(그림 5) Globus Online의 Open API (Auth, Transfer) 활용 절차

CPU, 가용 메모리, 가용 스토리지 값을 최대 가용자원값으로 정규화하여 다음 식(3)과 같이 계산한다.

#### 4. 가상망 슬라이싱 자동화 기술

이번 장에서는 KREONET-S의 VDNO 시스템과 그리드 컴퓨팅 및 DTN (Data Transfer Node) 기반의 중단간 대용량 파일/데이터 전송 시스템인 Globus Online [26]을 API 기반으로 연계하고 가상 네트워크 슬라이싱을 자동화하는 환경에 대해서 기술한다. DTN은 고품질의 하드

웨어 장비를 조합한 리소스들로 구성되며 광역 데이터 전송을 위해 BIOS, OS, 소프트웨어 튜닝을 거쳐 만들어진 리눅스 머신이다. DTN 간의 가상망 슬라이싱 자동화, 즉 VDN 자동화 기술을 활용하면 관리자나 사용자의 개입없이 시스템 간 API 교환과 이벤트 처리만으로 상황에 맞게 VDN을 쉽고 빠르게 자동 생성할 수 있으며, 이를 통해 KREONET-S 인프라의 대역폭 등 네트워크 자원을 효율적으로 활용하는 장점을 얻는다.

#### 4.1 Globus Online 기반의 DTN endpoint 간 가상망 슬라이스 프로비저닝 자동화

DTN은 KREONET-S 인프라에 연결된 물리 서버 혹은 가상 머신(VM) 뿐만 아니라 사용자 요구에 따라 동적으로 생성/관리 가능한 Kubernetes 기반의 컨테이너 리소스를 이용할 수 있다. 서비스 자원의 효율화 및 시스템 레벨 연계를 통한 지능화/자동화 플랫폼 관점에서 DTN은 점차적으로 컨테이너 리소스 형태로 발전할 필요성이 있다. DTN이 Globus Online에 등록되면 endpoint가 되며, 등록된 endpoint 간의 파일 전

$$c_{selected} = \text{Max} \{ \text{for all } c_i \in C \mid \omega_{location} \cdot c_{location} + \omega_{resource} \cdot c_{resource} \} \quad (1)$$

where 1)  $\omega_{location}$  and  $\omega_{resource} \geq 0$ , 2)  $\omega_{location} + \omega_{resource} = 1$ .

$$c_{location} = \alpha \cdot l_{c_i, L_j} + \beta \cdot cv_{c_i} \quad (2)$$

where 1)  $c_i \in C, l_i \in L, C \subseteq L$ , 2)  $\alpha$  and  $\beta \geq 0$ , 3)  $\alpha + \beta = 1$ .

$$c_{resource} = a_1 \cdot r_{nor}(c, C_i) + a_2 \cdot r_{nor}(m, C_i) + a_3 \cdot r_{nor}(s, C_i)$$

where 1)  $r(c, C_i) \geq d(c), r(m, C_i) \geq d(m), r(s, C_i) \geq d(s)$ , (3)

2)  $r_{nor}(c, C_i), r_{nor}(m, C_i), r_{nor}(s, C_i)$ : normalized factor ( $0 \leq r_{nor} \leq 1$ ),

3)  $a_n \geq 0, a_1 + a_2 + a_3 = 1$ .

송은 Grid FTP 등의 고성능 파일 전송 도구와 Globus Online의 사용자 인터페이스를 통하여 매우 쉽고 효율적으로 이루어질 수 있다. Globus Online은 기본적으로 Auth와 Transfer를 위한 Open API를 제공한다. Auth API는 Globus Online 시스템의 권한 부여 및 접근을 관리하고, Transfer API는 DTN의 endpoint 등록 및 해제, 목록화 등 DTN 관리와 데이터 전송을 담당한다. 두 가지 API의 활용 과정은 (그림 5)와 같다.

VDNO는 가상망 슬라이싱 시스템인 VDN과 Kubernetes 시스템 간의 연계를 담당한다. 이에 더하여 가상망 슬라이싱의 자동화를 위하여 Globus Online을 연계하도록 개발되었다. Globus Online의 endpoint 정보, 즉 DTN 정보를 획득하기 위해서 앞서 설명한 Auth API를 이용했고, 획득된 정보를 KREONET-S에 적용하기 위하여 ONOS가 인식할 수 있도록 JSON 데이터 모델로 변환했다. 즉, VDN 시스템은 JSON 파일로 변환된 DTN (endpoint) 정보를 획득하여 해당 DTN 간에 이루어진 데이터 통신이 실시간으로 확인되면, endpoint 간의 중단간 VDN을 자동으로 프로비저닝한다.

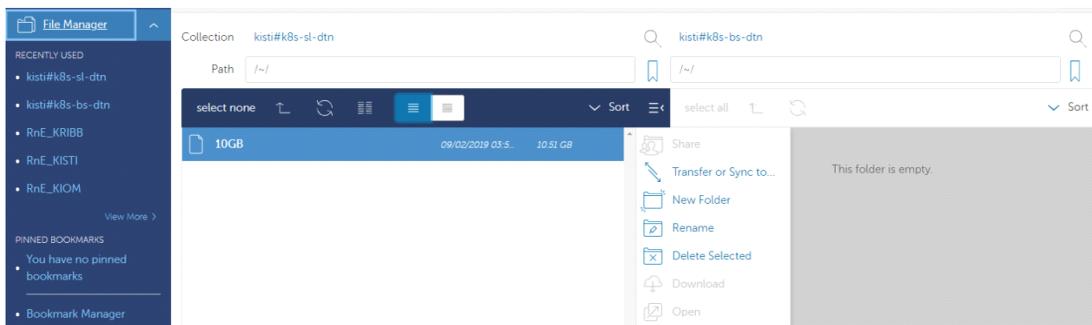
Globus Online에 등록된 DTN 간 데이터 통신을 실시간으로 확인하기 위해서 OpenFlow의 PACKET\_IN 메시지에 대한 지속적인 모니터링이

필요하다. 이를 위해서 ONOS의 PacketProcessor API를 이용했고, PacketProcessor는 임의의 엔드 호스트로부터 패킷이 발생하면 SDN 스위치에서 ONOS로 보내는 PACKET\_IN 메시지를 받아 적절하게 처리할 수 있는 환경을 제공한다. VDN은 VdnFwdManager 모듈을 추가적으로 구현하여 해당 이벤트가 발생할 때 VdnManager로 가상망 슬라이스를 자동 요청하도록 구현되었다.

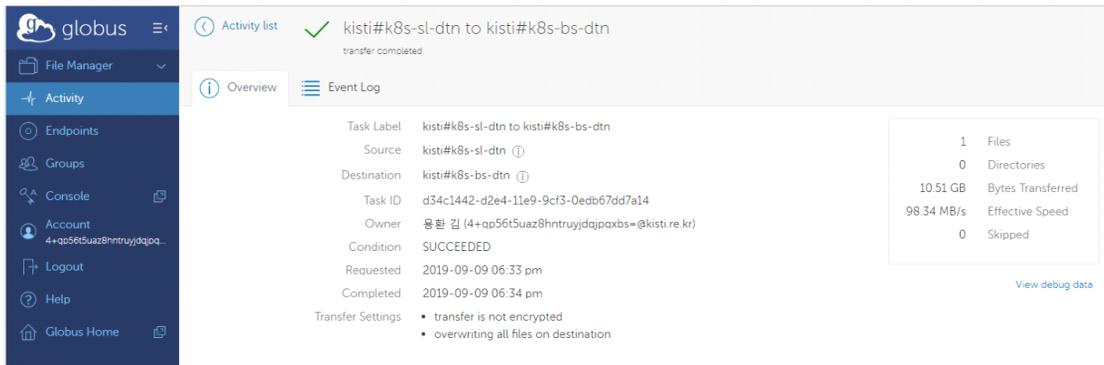
## 4.2 성능 시험 및 분석

VDNO 시스템을 통해서 생성된 컨테이너의 중단간 네트워크 성능은 물리적인 네트워크 인터페이스의 데이터 전송률 및 성능에 거의 근접하게 달성될 수 있다. 하지만 중단 간의 네트워크 성능이 실질적인 파일 전송을 위한 저장장치 간(Disk to Disk) 전송 성능을 보장하지는 못한다. 따라서 저장장치 간 파일 전송 성능을 측정하기 위하여 Globus Online의 대용량 파일 전송 기능을 활용했고, VDN 프로비저닝 자동화 기술을 통해 가상망 슬라이스를 프로비저닝 한 후 해당 자동화 기술 기반의 성능 시험을 (그림 6, 7)과 같이 수행했다.

(그림 6)은 Globus Online에서 컨테이너 형태로 생성되어 등록된 서울 지역의 Kubernetes 기



(그림 6) Globus Online 시스템에서 DTN endpoint 간 10GB 파일 전송

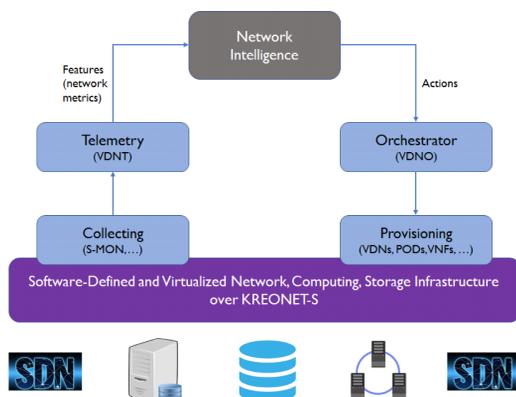


(그림 7) Globus Online 시스템의 파일 전송 시험 결과 : 98.34MB/s

반 DTN endpoint (k8s-sl-dtn.kreonet-s.net)가 부산 지역의 DTN endpoint (k8s-bs-dtn.kreonet-s.net)에게 10GB 파일을 전송하는 성능시험을 보여준다. (그림 7)은 해당 파일 전송이 완료된 후, Globus Online 시스템에서 측정된 DTN 간의 Disk to Disk 성능을 나타낸다. 시험 결과, 측정된 성능은 98.34MB/s (약 790Mbps)로, 튜닝이 최적화된 물리적인 서버를 독립적인 물리 회선으로 연결한 시험 환경의 성능시험 결과와 거의 유사한 성능을 보임을 확인할 수 있었다.

## 5. 결론

KREONET-S는 SDN 광역망 인프라로 구축 및 개발되고 있으며, 자동화/지능화된 네트워크로 진화하기 위하여 SDN 기반의 네트워크 가상화 기술과 오케스트레이션 기술을 개발하고 있다. 또한 이와 같은 환경을 기반으로 Kubernetes, Globus Online 등의 다중 시스템을 연계할 수 있는 지능화/자동화 플랫폼의 구축과 개발을 함께 수행하고 있다. KREONET-S 상에 보다 고도화된 지능화/자동화된 프레임워크를 구축하기 위해서는 (그림 8)과 같이 AI/머신러닝 기반의 네트워크 지능화 계층이 요구되며, 이를 위해 KREONET-S의 인프라 계층, 제어 계층, 가상화 계층을 기반으로 머신러닝 연구 시험용 데이터의 수집 및 전처리와 더불어 계층 간 연계 구조를 설계해야 한다. KREONET-S의 자동화/지능화 기술 연구 개발을 위해서 컴퓨팅(물리, 가상 자원)/네트워크(호스트, 디바이스, 링크, 포트 등) 자원의 인프라 계층 데이터, 시스템 운영관리 등의 제어 계층 데이터, 가상망 및 관련 네트워킹 정보 등 가상화 계층 데이터를 수집하고 있으며, 본문에서 서술한 바와 같이 VDNO, 시스템 자동화 플랫폼 및 API 개발을 수행 중에 있다.



(그림 8) KREONET-S의 자동화/지능화 프레임워크

다만 KREONET-S의 고도화된 자동화/지능화 프레임워크를 위한 AI/머신러닝 기반의 네트워크 지능화 계층에 대한 연구개발은 아직 초기 단계에 머물러 있다. 따라서 향후 가상망 슬라이스의 운용 최적화 및 지능화된 저손실/저지연/대용량 데이터 전송 관련 연구와 SDN 광역망 환경에서의 DDoS 공격 탐지 연구 등에 인공지능 기술을 적용하여 네트워크 지능화 계층의 기본 틀을 정립하고자 한다. 더불어 네트워크 지능화를 위한 빅데이터 수집/분석, 머신러닝 모델 기반의 훈련/학습 및 테스트 등의 관련 연구를 지속적으로 수행할 계획이다.

### 참 고 문 헌

- [1] A. Manzalini et al., "Software-Defined Networks for Future Networks and Services," White Paper of IEEE SDN4FNS Workshop, 2014.
- [2] N. McKeown et al., "OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks," ACM, vol. 38, no. 2, pp. 69-74, Apr. 2008.
- [3] T. D. Nadeau and K. Gray, "SDN: Software Defined Networks," O'Reilly Media Inc., 2013.
- [4] D. D. Clark et al., "A knowledge plane for the Internet," Proceedings of ACM SIGCOMM, pp. 3-10, 2003.
- [5] Junfeng Xie et al., "A Survey of Machine Learning Techniques Applied to Software Defined Networking (SDN): Research Issues and Challenges," IEEE, vol. 21, no. 1, pp. 393-430, 2019.
- [6] K. Tsagkaris et al., "A Survey of Autonomic Networking Architectures: Towards a Unified Management Framework," IJNM, vol. 23, no. 6, pp. 402-423, Nov/Dec. 2013.
- [7] R. Chaparadza et al., "Implementation Guide for the ETSI AFI GANA Model: a Standardized Reference Model for Autonomic Networking, Cognitive Networking and Self-Management," Proceedings of IEEE GLOBECOM Workshop on Management of Emerging Networks and Services, pp.935-940, Dec. 2013.
- [8] M. Behringer et al., "Autonomic Networking: Definitions and Design Goals," IETF RFC 7575, June 2015.
- [9] L. Xu et al., "CogNet: A Network Management Architecture Featuring Cognitive Capabilities," Proceedings of European Conference on Networks and Communications, pp. 325-329, June 2016.
- [10] P. Neves et al., "The SELFNET Approach for Autonomic Management in an NFV/SDN Networking Paradigm," IJDSN, vol. 12, no.2, pp. 1-10, 2016.
- [11] 이종화, "ETSI Zero-touch Network & Service Management 표준기술", OSIA S&TR Journal, vol. 31, no. 4, pp.21-25, Dec. 2018.
- [12] ETSI, Long-Term Strategy 2016-2021, Retrieved Oct. 21, 2018, from [https://www.etsi.org/images/files/Brochures/ETSI\\_LTS%20Brochure\\_WEB.pdf](https://www.etsi.org/images/files/Brochures/ETSI_LTS%20Brochure_WEB.pdf).
- [13] 조선우, 정다은, 박형근, "머신러닝 기반 SDN/NFV 자동화 기술 연구 동향", OSIA S&TR Journal, vol. 31, no. 4, pp.11-16, Dec. 2018.
- [14] S. Sun et al., "An intelligent SDN framework for 5G heterogeneous networks," IEEE, vol. 53, no. 11, pp. 142-147, Nov. 2015.
- [15] S. Rahman et al., "Auto-scaling VNFs using machine learning to improve QoS and reduce cost," Proceedings of IEEE ICC, pp. 1-6, May 2018.
- [16] J. Leguay et al., "Admission control with online algorithms in SDN," Proceedings of IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium, pp. 718-721, Apr. 2016.
- [17] G. A. Ajaeiy et al., "Flow-based intrusion detection system for SDN," Proceedings of IEEE Symposium on Computers and Communica-

- tions (ISCC), pp. 787-793, Jul. 2017.
- [18] Z. Ayyub Qazi et al., "Application-awareness in SDN," ACM, vol. 43, no. 4, pp. 487-488, 2013.
- [19] KREONET-S Website, Retrieved Dec. 12, 2019, from <http://www.kreonet-s.net>
- [20] 김용환, 김기현, 김동균, "SD-WAN 기반 첨단연구망에서의 가상전용망 서비스 설계 및 구현", 한국통신학회논문지, 42권 10호, 2017. 10.
- [21] 김동균, 김용환, 김기현, "KREONET-S의 SDN 기반 지능기술 구축개발현황 및 계획", OSIA S&TR Journal, vol. 31, no. 4, pp.31-38, Dec. 2018.
- [22] Gartner, "Gartner Forecasts Worldwide Public Cloud Revenue to Grow 17.3 Percent in 2019", 2018. 9.
- [23] Open Networking Foundation (ONF), Retrieved Dec. 12, 2019, from <https://www.opennetworking.org>
- [24] Open Network Operation System (ONOS), Retrieved Dec. 12, 2019, from <https://onosproject.org>
- [25] Kubernetes Website, Retrieved Dec. 12, 2019, from <https://kubernetes.io/ko/>
- [26] Globus Online Website, Retrieved Dec. 12, 2019, from <https://www.globus.org>

## 저 자 약 령



김 동 균

이메일 : [mim@kisti.re.kr](mailto:mim@kisti.re.kr)

- 2005년 충남대학교 컴퓨터과학과(박사)
- 2006년~2007년 미국 테네시주립대학(UT)/오크리지국립연구소(ORNL) Joint Institute of Computer Science (JICS) 초청연구원
- 2000년~현재 한국과학기술정보연구원(KISTI) 책임연구원
- 관심분야 : SDN/NFV, Network Virtualization, Network Intelligence, Advanced Research Networking

# 인공지능 시대에 대비한 차세대 네트워크 추진전략 연구

나성욱 (한국정보화진흥원)

목 차	1. 서 론
	2. 우리나라 네트워크 정책분석
	3. 네트워크 고도화 필요성
	4. 네트워크 고도화 방향(What to do)
	5. 네트워크 고도화 정책(How to do)
	6. 결 론

## 1. 서 론

4차 산업혁명은 ‘DNA’로 일컬어지는 데이터, 네트워크, AI 등 최첨단 ICT기술이 1차 산업과 융합되어 경제·사회 전반에 혁신적인 변화가 나타나는 차세대 산업혁명이다. 2016년 6월 스위스에서 열린 다보스 포럼(Davos Forum)에서 포럼의 의장이었던 클라우드 슈밥이 처음으로 사용하면서 이슈화되었다. 당시 슈밥 의장은 “이전의 1차, 2차, 3차 산업혁명이 온 세계적 환경을 혁명적으로 바꿔 놓은 것처럼 4차 산업혁명이 온 세계 질서를 새롭게 만드는 동인이 될 것”이라고 밝힌 바 있다. 1차, 2차 산업혁명은 증기기관과 전기라는 기술에 기초하여 공장자동화, 자동차, 생활가전 등의 발명과 제조업의 자동화를 통해 인간의 노동을 경감시키고 생산성을 높였다면, 3차 산업혁명인 정보화 혁명은 컴퓨터와 인터넷

을 기반으로 생산과 소비의 디지털화로 새로운 사이버 공간을 창출하고 서비스업을 자동화함으로써 시간과 비용을 절감했다.

4차 산업혁명인 지능정보화혁명은 클라우드와 네트워크를 기반으로 모든 사람·사물이 연결되어 데이터를 끊임없이 생성·축적하고, 이러한 데이터를 기반으로 인간과 사물의 사고 능력을 강화시킴으로써 인공지능 알고리즘에 기초한 자율 사고 능력이 보편화되고 산업화되어 사회 전체의 지능화를 촉진하게 될 것이다. 즉, 네트워크를 통하여 데이터를 생산·축적하고 이를 분석·활용할 수 있는 역량에 주목하여야 하며, 국가 경쟁력도 네트워크의 속도와 보급뿐만 아니라, 데이터를 보다 신뢰성 있고 유연하며 효율적으로 생성, 분석, 유통, 활용하게 지원하여야 한다는 데 주목하여야 한다. 따라서 그간의 네트워크 고도화와 보급률 중심의 외형적인 성장을 이끌어온 네트워크 고도화 전략도 새로운 도전에 직면했

다. 본 논문에서는 이러한 새로운 도전에 선도적으로 대응하기 위한 네트워크 고도화 전략 2025에 대하여 논하도록 하겠다.

4차 산업혁명 시대의 네트워크는 단순한 정보 전달의 매체를 넘어 사회의 다양한 서비스와 기능을 구현하고 지속적 혁신을 유도하는 핵심기반으로, 개인의 생활을 변화시키는 수준을 넘어 산업 숲분야로 확산하고, 이로 인한 사회변화 등에 대응하기 위한 기본 인프라이다.

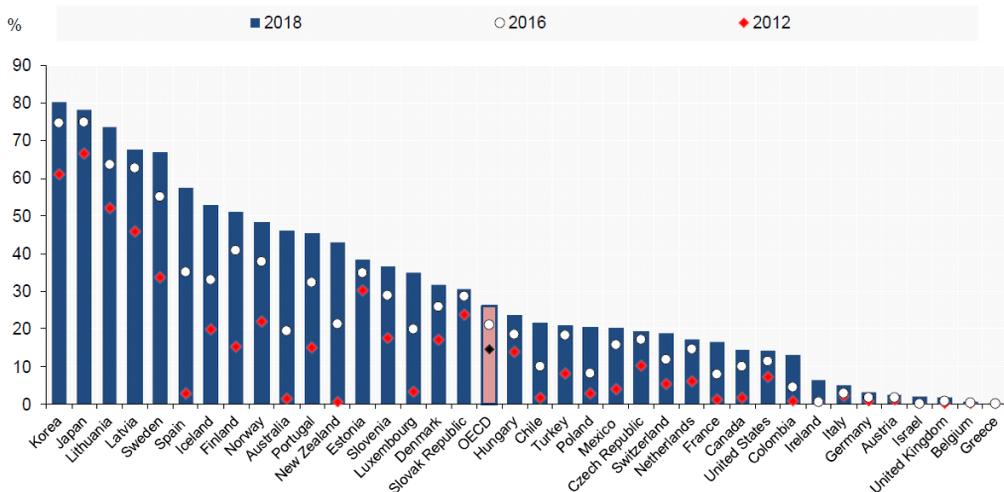
## 2. 우리나라 네트워크 전략분석

한국 브로드밴드 보급률과 속도는 (그림 1)과 같이 경쟁 국가와 월등한 격차를 두고 세계 1위를 유지하고 있다. 우리나라는 2002년 초고속인터넷 보급 1천만 가구 달성 이후, 현재까지 ITU, OECD 등 국제기구에서 우리나라를 세계 최고의 브로드밴드 강국으로 인정하고 있다. 즉, 경제협력 개발기구(OECD)가 발표한 광인터넷(FTTH) 보급률에서도 세계 1위로 확인됐다. 2018년 OECD ‘디

지탈경제전망 한국 특별판’ 보고서에 따르면 우리나라는 OECD 회원국 가운데 가장 빠른 인터넷 평균 속도(29Mbps)를 보유하고 있으며, 고정 브로드밴드 가입자 가운데 FTTH 인터넷 가입자 비율이 약 80%로 세계 1위를 차지했다.

한 국가의 발전에 있어서 정보통신인프라의 중요성은 매우 크며, 세계 최고를 기록한 사례는 우리나라 역사상 정보통신인프라가 처음이다. 이는 (그림 2)와 같이 지난 30년간 꾸준히 추진한 정보화 정책의 연장 선상에서 이루어진 결과이며, 특히, 1987년 한국전산원 설립과 1994년 정보통신부 설립 이후, 정부는 한국전산원을 전담 기관으로 지정하여 일관된 정보통신인프라 확산 전략 수립 및 정책을 추진하였고, 통신사업자, 장비업체 등 민·관이 역할을 분담하여 지속적으로 협력하여 추진한 초고속정보통신망, 광대역통합망, 방송통신망 등 정보통신인프라 정책에 따른 결과이다.[1-6]

Percentage of fibre connections in total fixed broadband, Dec. 2018



(그림 1) FTTH 인터넷 가입자 순위(OECD)



(그림 2) 지난 30년간의 한국의 네트워크 정책과 성과[5]

## 2.1 초고속정보통신망 전략

미국의 NII(Nation Information Infrastructure) 전략을 벤치마킹하여 우리나라는 1995년도에 초고속정보통신인프라 전략을 수립하여, (그림 3)과 같이 초고속선도망, 초고속국가망, 초고속공중망을 구축하였다. 우선, 정부가 ETRI 등을 통해 연구·개발한 네트워크 장비를 시험·검증 및 실증하기 위하여 네트워크 테스트베드로서의 초고속선도망을 구축 운영하였다. 이를 통하여 검증된 네트워크 기술을 바탕으로 '95~'05년까지 정부가 통신사업자(KT, 데이콤)에게 총 8,000억 원을 지급하여 정보통신망을 구축하게 하였고, 사업자는 국가·공공기관 이용요금으로 상계처리 후 정산이 끝난 망을 사업자 소유로 귀속하는 방식으로 초고속국가망을 직접적으로 투자·구축하

였다. 이를 통하여 32,000개 국가·공공기관, 학교 등의 공공부문이 모두 정보통신망으로 연결되었고, 민간 가입자망(초고속공중망)의 고도화·확산 투자를 유도하여 네트워크 및 관련 산업의 육성을 촉진하였다.

그 결과, 전화선을 통한 xDSL기반(2Mbps급) 초고속인터넷('97) 서비스와 2세대 이동통신(CDMA, '96) 서비스가 상용화되었고, 144개 주요 도시간 백본망 및 가입자망을 확보할 수 있게 되었다. 또한, 정부·공공기관들은 초고속국가망을 이용하여 전자정부서비스의 기반을 마련하였고, 세계 최초로 12,000여개의 모든 초·중·고교를 대상으로 학교인터넷을 제공할 수 있는 환경을 마련하였다.[2][5][11]



(그림 3) 초고속정보통신망 사업 구성[2][5]

## 2.2 광대역통합망/방송통신망 전략

우리나라는 All-IP화 되어가는 기술적 트렌드를 반영하여 음성·데이터 통합, 유·무선 통합, 방송·통신 융합을 촉진시키기 위한 광대역통합망 구축계획을 수립하였다. 정보통신망에 대한 투자는 통신사가 주도적으로 담당하고 정부는 연구개발 및 네트워크 장비·서비스 개발·시험·실증 등 시범사업으로 지원하는 간접적 투자방식으로 전환하였다. 당시 통신사에게도 투자에 위험이 있는 신기술·신서비스에 대한 연구개발과 시험·실증과 격오지·농어촌 등에 보급하는 통신망 투자는 정부와 민간이 매칭방식을 통해 진행되었다. 그 결과, 광대역인터넷(100Mbps, '02) 상용화 및 TPS(Triple Play Service, 인터넷+VoIP+IPTV)가 확산되어 국민 대다수가 초고속인터넷과 인터넷 전화 등 융합서비스를 사용하기 시작하였으며, 3세대 이동통신(WCDMA, '00)도 상용화되어 피쳐폰에서 스마트폰으로의 민첩하게 전환될 수 있도록 기반을 마련하였다. 또한, 도·농간 네트워크 인프라 격차를 해소하기 위하여 행정리 기준 50가구 미만의 소규모 농어촌지역까지 초고속망이 구축('07~'09)되어 전국토의 초고속 인터넷서비스가 완성되었다.[3][4][5][11]

그리고, 방송통신위원회 설립 이후, 광대역통합망 계획을 발전적으로 계승시킨 방송통신망 중장기 발전전략을 수립하였다. 광대역통합망 전

략과 동일하게 통신사가 네트워크 투자를 담당하며, 정부는 연구개발 및 네트워크 장비·서비스 개발, 시험·실증 지원 등 간접적으로 망의 고도화를 촉진하는 전략으로 추진하였다. 기가인터넷 선도사업, 농어촌지역 광대역망 고도화 그리고, 공공와이파이 개념이 최초로 정립되어 정부와 지자체 및 민간이 매칭방식으로 진행하게 되었다. 그 결과, 기가인터넷(1Gbps, '14) 상용화되었고, 스마트폰 대중화로 다양한 모바일 서비스 등장에 대응하기 위하여 4세대 이동통신(LTE, '11)서비스를 상용화 되었다. 또한, 네트워크 인프라 격차를 해소하기 위하여 13,000여 개 농어촌 지역에 광대역망(FTTH, '10~'17)을 구축하였고, 서민과 저소득층의 통신비용 부담 절감을 위해 공공장소에 민·관협력으로 13,000여 개의 무료 공공와이파이존이 구축('13~'17) 되었다. [5][6][7][8][10][11]

## 2.3 지능형 초연결망 전략

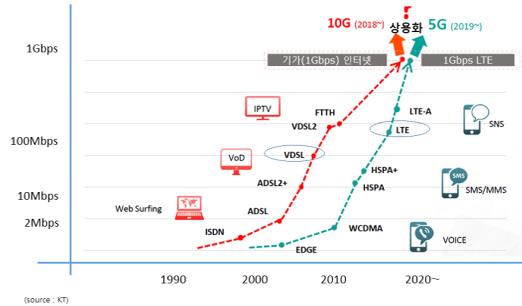
4차 산업혁명 태동과 더불어 모든 사람·사물을 연결하는 초연결화, 모바일 트래픽 증가에 따른 고속화 등에 대응하기 위하여 10기가인터넷, 5G 이동통신, IoT특화망 구축을 촉진하는 초연결망 구축계획을 수립하였다. 정부는 선도시험망 구축·운영, 첨단 네트워크 신기술 개발·시험·실증 중심으로 투자하여 통신사가 국내 기술을 바탕으로 초연결망을 고도화 할 수 있도록 지원하였다. 유선가입자망은 FTTH 등의 기술을 중심으로 기가인터넷이 확산되어 1,000만 가입자를 돌파하였으며, 10G인터넷도 '18년도에 상용화되었다. 또한, 5G이동통신망이 세계최초로 '19년도에 조기 상용화되어 관련 산업을 선점할 수 있게 되었다. 현재는 기존 LTE와 연계한 NSA 방식으로 서비스를 제공 중이나, 2020년 이후 SA 방식

으로 5G서비스를 제공할 예정이다. 또한 LPWA (Lower Power Wide Access)기반의 IoT전용망이 전국에 구축되어 미터링, 모니터링, 트래킹 등과 같은 소물중심의 IoT 서비스가 제공 중이다.[9][11][12]

### 3. 네트워크 고도화 필요성

우리나라는 (그림 4)와 같이 지속적인 고속화, 모바일화 중심으로 네트워크 고도화를 추진해왔다. 유선망은 기존 2M급 속도에서 5,000배 이상 고속화되었고, 무선망도 수만배 이상 고속화되어 스마트폰에서 인터넷과 멀티미디어 서비스를 자유롭게 사용할 수 있게 되었다. 이러한 네트워크 고도화는 스마트폰 기반 모바일 인터넷, IPTV/DCATV, 유튜브 등과 같은 Killer 응용서비스가 요구하는 것이 고속화와 모바일화 중심이었기 때문이다.[11][12][13]

그러면 미래에 도입되는 정보통신서비스에 대한 요구사항 분석을 통한 네트워크 고도화 필요성을 논하는 것이 우선적으로 필요하다. 5G 이동통신의 핵심 요구사항은 (표 1)과 같이 초고속화, 초저지연화, 초연결화이나, 현재 구축된 5G 상용망은 고속화에 중점을 두고 있고 초저지연과 초연결화를 구현하기 위하여는 추가적인 표준화 및 기술개발 등이 필요하다. 즉 기존 이동통신은 B2C 중심의 기술이나, 5G 이동통신은 무선망 뿐만 아니라 기존 유선망을 대체하여



(그림 4) 한국의 네트워크 고도화 현황[12]

B2B 서비스의 수용이 가능하도록 설계된 기술로, 미래 버티컬(Vertical) 서비스 요구사항을 만족시키기 위하여 현재의 5G 이동통신망 고도화는 필수적이다.[12][13][14]

또한 기술 진화 측면도 고려되어야 한다. 4차 산업혁명 시대에는 인공지능이 경제·사회를 변화시키는 핵심기술이 될 것이다. 또한, (그림 5)와 같이 서비스 요구사항도 개인과 산업의 요구사항에 맞게 자동으로 네트워크 구성되는 네트워크의 지능화가 될 것이다. 네트워크 지능화는 네트워크 장애·보안 대응, 최적의 성능관리, 서비스 완결 등 인공지능 기반 의사결정 지원으로 네트워크 효율성을 높이고 위험을 줄일 수 있는 기술이다. 이러한 네트워크 지능화(AI for Network)를 통하여 서비스 완결성이 가능해지면 궁극적으로는 AI를 위한 네트워크(Network for AI)로 진화될 것이다. 즉 AI for Network와 Network for AI는 서로간에 공진화하며 발전할 것으로 전망된다.

〈표 1〉 5G 이동통신서비스 요구사항

구분	서비스 내용	비고
초고속	대용량 빅데이터, 초고화질·초실감 영상 등	2019년 적용
초저지연	자율주행차, 스마트팩토리, AR/VR 등	2020년 예정
초연결	스마트시티, 공공재난안전 등	2020년 예정



(그림 5) 4차 산업혁명시대 서비스 요구사항[12]

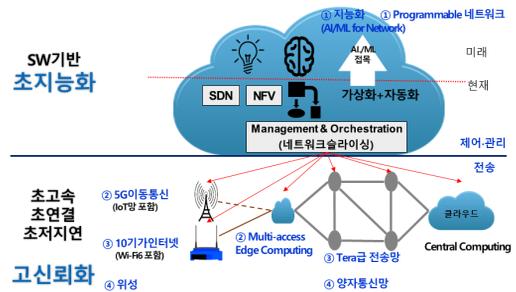
마지막으로 2018.11월에 발생한 KT 아현지사 화재로 인해 서울 5개 구와 경기 고양시 일대 통신장애가 발생하였다. 해당 지역 시민들은 유·무선 전화와 인터넷을 사용하지 못하는 불편함을 겪었으며, 소상공인들은 통신장애로 인해 카드결제시스템이 작동하지 않아 매출액이 감소하는 피해를 입었다. 이 사고는 네트워크가 국가 경제·사회의 중요한 기반이라는 점을 다시 한번 일깨워주었으며, 그간에 우리가 간과해온 네트워크의 기초투자 및 신뢰성에 대한 중요성을 확실하게 인식하게 해주었다. 즉 4차 산업혁명을 위한 미래 네트워크의 가장 기본적인 요구사항으로 네트워크 안정성, 안전성, 보안성 등이 보장되는 네트워크의 고신뢰화가 될 것이다.

이러한 초고속, 초저지연, 초연결 등 4차 산업혁명을 위한 미래 융합서비스 요구사항과 빅데이터, 인공지능, 양자정보통신 등 기술적 환경변화 및 국민 경제적·사회적 요구사항을 만족시키기 위하여 향후 10년을 내다볼 수 있는 차세대 국가 네트워크 전략을 수립하여 국가 혁신성장을 지원함으로써 국가 경제위기와 침체되어 있는 네트워크 산업을 극복시킬 필요가 있다.

#### 4. 네트워크 고도화 방향(What to do?)

본격화되고 있는 4차 산업혁명에 대응하기 위하여는 기존 고속화, 초저지연화, 초연결화와 더불어

어 (그림 6)과 같이 네트워크는 초지능화와 고신뢰화 특성을 가지는 네트워크로 고도화되어야 한다. 즉, 디바이스 폭증, 트래픽 증가에 유연하게 대응하고 다양한 인공지능 서비스 효율적으로 수용할 수 있어야 한다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위하여 4가지의 네트워크 고도화 방향을 제시 한다.[11][12][13]



(그림 6) 초지능화·고신뢰화 네트워크 고도화 개념 [13]

##### ① 인공지능 네트워크(AI/ML for Network)

SW기반 가상화 네트워크에 AI/ML 기술을 접목하여 인공지능 네트워크로 고도화하는 것이다. ① 데이터를 수집하여 분석하고, 분석된 내용을 기반으로 ② 최적의 전략, 행동, 제어, 프로세스 모델링 및 피드백 등 Closed loop AI 분석을 하도록 하는 것으로, 다양한 원천(디바이스, 네트워크 등)으로부터 발생하는 데이터를 AI 기반으로 분석하여 최선의 서비스를 네트워크 스스로 제공하는 자율지능네트워크로 고도화하는 것이다. 이러한 네트워크의 지능화를 통하여 (표 2)와 같이 궁극적으로 네트워크 자원 최적화, 사이버 위협 감지·차단, 가상화 기능의 복구·이전 등 안정성, 안전성 및 신뢰성이 강화될 수 있다. 이와 더불어 기존에 ASIC로 구현되어 글로벌 벤더로부터 ASIC 칩 형태로 구매하던 기능을 개발자가

〈표 2〉 네트워크 지능화 단계

(1단계) 네트워크 가상화 (가상네트워크)	(2단계) 네트워크 자동화 (준자율지능네트워크)	(3단계) 네트워크 지능화 (자율지능네트워크)
운영자 개입(有)	운영자 일부 개입	운영자 개입(無)
SDN/NFV	SDN/NFV, AI	SDN/NFV, AI · ML(기계학습)
“운영자” 운영자가 신속하게 대응	“운영자+인공지능” 정해진 패턴 기반 대응 *정해지지 않은 패턴은 운영자 개입	“인공지능” 기계학습 기반으로 학습된 패턴 대응
(예시) 장애·품질 저하시 운영자가 대체경로로 전환	(예시) 장애·품질 저하시 운영자가 사전에 정해놓은 대체경로로 전환	(예시) 장애·품질 저하시 자동학습된 대체경로로 전환

직접 프로그램하도록 하는 프로그래머블 네트워크도 지능화를 위한 핵심적인 요소기술이다.

② Advanced 5G(네트워크슬라이싱, Private 5G 등)

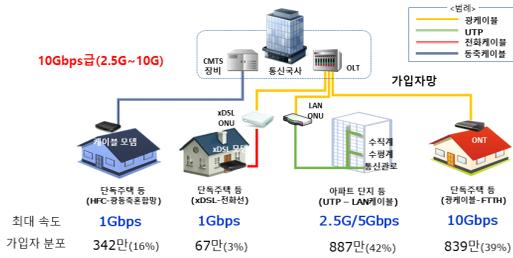
3.5GHz 기반의 5G 이동통신 커버리지를 전국 기반으로 확장하고, B2B/B2G를 위한 28GHz 인프라를 서둘러 구현해야 한다. 이를 위하여 In-door용 중계기, Small-Cell 기지국 및 산업용 통신모듈 등을 연구개발하여 적기에 상용화가 필요하다. 그리고, 스마트폰으로 누구나 이동통신망에 접속하는 보통의 이동통신서비스(B2C)와는 다르게 공장, 공공기관 등 특정기관에게만 접속을 허용하는 Private 5G(B2B/B2G)를 서둘러 구현하여야 한다. 이를 위하여 5G 스몰셀, 네트워크 슬라이싱 등 신기술 적용이 필수적이다. 전세계적으로 일본은 정부차원에서 5G의 빠른 전국 확산을 유도하고 5G 기반 새로운 서비스와 산업의 창출을 위해 Private 5G 확대 적극 도입 중이며, 독일에서도 이동사 중심의 Private 5G를 제공하는 방식과 별도 주파수를 할당한 Local 5G 방식으로 스마트팩토리 등에 적용하는 방식을 구현 중이다. 우리나라의 경우에는 ① “이동사의 5G상용망에 네트워크 슬라이싱을 적용하는

방식”, ② “주파수는 이동사 활용하고 인프라는 자체 구축하는 방식”, ③ “특정 기관이 주파수와 모든 인프라를 자체 구축하는 방식”이 있으나, 우리나라에서는 Local 5G를 적용하지 않고 있어 방식③은 아직까지는 적용이 불가능하다.[14]

아울러, 5G, Wi-Fi, 유선망 등에서 생성된 데이터를 단말기 근처에서 수집·분석·처리하여 지연을 줄이고, 서비스 지능화 및 보안성을 제고하는 멀티엑세스 엣지컴퓨팅(MEC) 기술의 적극 도입도 필수적이다. 중소·벤처 기업의 플랫폼 Lock-In 없는 엣지컴퓨팅 서비스 개발·실증 환경을 제공하기 위하여 오픈소스 및 국제표준 기반으로 구현한 Open MEC로 구현하는 것이 중요하다.

③ 초성능 네트워크(초고속+초저지연)

가정, 회사 등에서 5G스몰셀 프론트홀과 Wi-Fi6 백홀 제공을 위하여 기존 10Gbps 가입자망 확대 및 25Gbps~100Gbps으로 가입자망 고도화가 필요하다. 또한 (그림 7)과 같이 광케이블, UTP, 동축케이블, 전화선 등 통신 미디어와 상관없이 10기가급 서비스를 제공 받도록 하기 위한 통신 미디어 기술고도화가 필요하다. 현재 노후아파트 등에서 약 400만 가입자가 동축케이



(그림 7) 10기가급 인터넷 서비스 제공방식과 최대 속도

블과 전화선 방식으로 인터넷 서비스를 제공받고 있어 기술고도화를 통한 통신격차 해소 지원이 중요하다.

가입자망 고도화와 더불어 대용량 빅데이터, 고품질 홀로그램, 초현실 가상세계 등 초광역·초저지연서비스 실현을 위해 이용자와 데이터센터에 이르는 유선 구간에 대하여 초저지연의 Tbps급으로 백분망 고도화가 필요하다. 즉, 현재의 400G급 수준의 백분을 우선, 1.2T(400Gx3개 모듈)로 구현하고, 향후 1개 모듈로 1.2T급으로 기술 개발 및 고도화가 진행되어야 한다.[12]

#### ④ 네트워크 고신뢰화(양자통신 / 위성)

양자의 물리적 특성(중첩성, 불확정성, 얽힘, 비가역성 등)을 통신, 센서, 컴퓨터 등 ICT에 응용하는 차세대 정보통신 기술로, 특히 통신 분야에서는 중간정보탈취와 불법 도·감청을 원천 차단함으로써 완벽한 물리적 보안이 가능하게 하는 기술로 국가 중요인프라에 점진적 도입이 필요하다.

마지막으로, 철도, 해상, 재난 등 공공안전 분야의 미션크리티컬 서비스에 위성기술을 도입하여 서비스의 생존성을 강화하고, 도서, 산간, 해

상 어떠한 지역에서도 네트워크 서비스의 제공이 가능하도록 위성기술 도입이 필수적이다.

## 5. 네트워크 정책 방향(How to do?)

과거 초고속정보통신망 시절에는 정부가 직접 정보통신망 구축에 투자하여 인프라를 고도화시켜 왔고, 이후 광대역통합망, 초연결망 등을 거치면서 정부의 역할이 줄어들어 민간 통신사업자가 중심이 되어 네트워크를 구축하고, 정부는 네트워크 신기술 실증, 네트워크 구축 촉진 지원 및 네트워크·산업을 활성화하기 위한 지원하는 역할을 수행해 오고 있다. 그러나 Private 5G, 양자정보통신 등 최첨단 정보통신 분야에 대하여는 정부의 역할을 강화시킬 필요가 있다. 차세대 정보통신망 고도화 프레임워크를 (그림 8)과 같이 PLAN-DO-SEE에 기반으로 네트워크 정책 방향을 제안하고 몇 가지 사업에 대하여 간략하게 소개하도록 하겠다.[11][13]

#### ① 연구개발·선도시험망 고도화

‘19년까지 세계 최초로 전국규모의 100기가급 SDI를 완성한 이후, ’23년까지 1T급 인공지능 선도망으로 고도화하고, 5G 이동통신망, 양자정보통신망 등 최첨단 네트워크 신기술 테스트베드의 기반 역할을 할 수 있도록 정부의 지속적인 지원이 필요하다. 5G 테스트베드는 (그림 9)과 같이 기존 국가연구개발·선도시험망의 SDI와 5G 코어/엣지 등을 결합하여 네트워크 슬라이싱이 가능하도록 구현함으로써 초고속·초저지연·초연결 특성의 융합서비스 테스트가 가능하도록 해

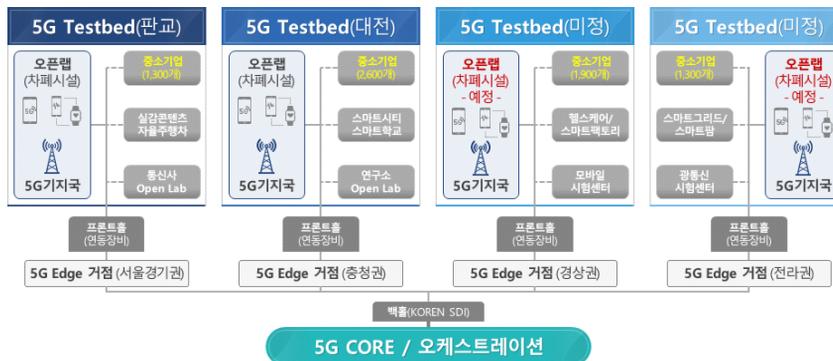
기존 정보통신
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유선 광케이블 <b>도감청</b> 가능성 존재</li> <li>* 수십년 이후 암호 해독 가능</li> </ul>



양자암호통신
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 금융/의료/국방 등에 활용 <b>도감청</b> 및 <b>해킹</b> 원천 차단</li> </ul>



(그림 8) 차세대 네트워크 고도화 프레임워크[13]

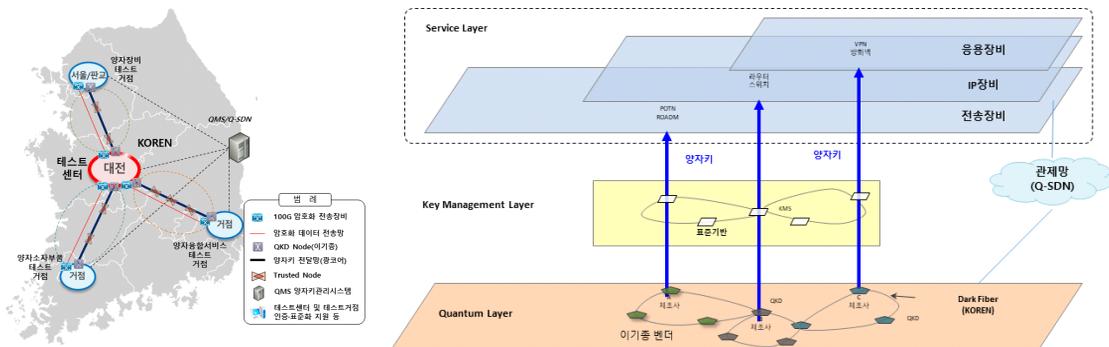


(그림 9) 네트워크슬라이싱 기반 5G 테스트베드 구성도[15]

야 한다.[15]

또한 양자정보통신망 테스트베드는 고비용 테스트환경이 필요하여 중소기업에서 독자적으로 추진하기 어려운 분야로 (그림 10)과 같이 정부가 국가연구개발·선도시험망을 기반으로 전국망

을 구축하여 개방하고, 이를 기반으로 공인인증기관과 협력하여 국제 표준기반의 상호호환성, 장거리 안정성 및 보안안정성 등을 시험·검증할 수 있도록 구현하여야 한다.[15]



(그림 10) 개방형 양자정보통신 테스트베드 구성도[15]

② 5G 국가망 구축

현재 국가 공공기관은 사무실내에서 유선기반으로 PC를 2개 설치하여 업무·인터넷을 이용하고 있다. 이는 Wi-Fi는 보안, 품질 측면에서 활용이 불가능하기 때문이다. 또한, 사무실 외부에서도 일부 제한적인 업무에 대해서만 국가 공공기관 업무망 접속이 가능하여 외부에서 업무가 자유롭지 못한 실정이다. 국가 공공부문 업무환경 개선을 위하여 Private 5G 기술이 접목된 5G 국가망을 구축이 필요하다. 즉, 사무실 내·외부에서 보안성 및 품질이 확보된 업무환경 조성을 위하여 이동통신인 5G 기반의 국가망 구축 정책이 필요하다. (그림 11)과 같이 사무실 내부 환경은 기존 유선케이블을 보안성과 품질이 확보된 5G-LAN 기반으로 대체하고, PC도 가상화 기반 1대로 통합이 가능하다. 또한, 사무실 외부에서도 5G의 핵심인 네트워크 슬라이싱 기능을 적용

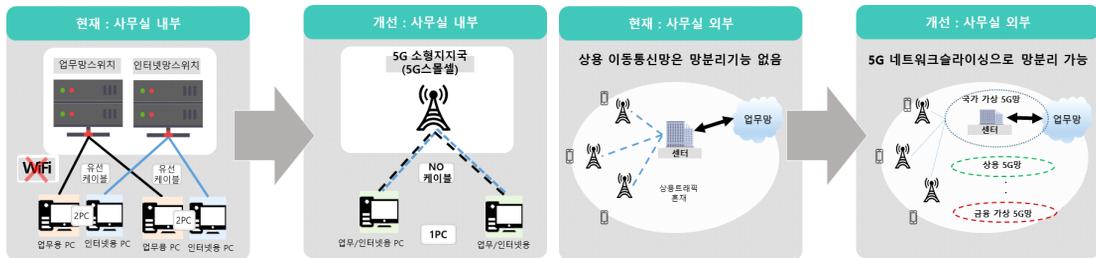
하여 국가 가상 5G망을 구축하여 제약 없는 업무서비스 환경 구현하다.[14]

③ 공공와이파이 통합관리

‘18년부터 국민의 통신비 부담 완화를 위해 상대적으로 구축이 미흡한 대중교통 시설인 버스에 공공와이파이를 구축·운영하였다. 이러한 버스와이파이 뿐만아니라 각 기관별로 구축·운영 중인 공공와이파이 정보를 (그림 12)와 같이 일원화하여 관리할 수 있는 통합관리시스템 구축으로 이용자 지원, 중복투자 방지, 효율적 관리체계 마련이 필요하다.[11][13]

④ 학교망 고도화

낙후되어 있는 학교의 학내망을 기가급으로 개선하고 SDN을 적용한 통합관리환경 구현을 통해 운영 관리 부담을 해소시켜야 한다. 학내망



(그림 11) 5G 국가망을 통한 업무환경 개선도[14]



(그림 12) 공공 와이파이 통합관리 개념도[12]

구조개선, 케이블 구축 및 SDN 스위치로 교체 등 필요하다. 또한, 미래 교육을 위하여 교실내 인터넷 환경을 기존 유선기반에서 WiFi, 5G 이동통신 등 무선기반으로 고도화가 필요하다.

## 6. 결 론

본 고에서는 지난 30년간의 우리나라의 네트워크 정책분석을 통하여 세계 최고의 ICT인프라 구축 성공요인을 도출하였다. 또한 현재의 네트워크와 4차 산업혁명에 본격적으로 대응하기 위하여 네트워크 요구사항 분석, 기술적 환경분석 및 사회적 환경분석 등을 통하여 향후 네트워크 고도화 방향으로 초고속화, 초저지연화, 초연결화에 추가적으로 “초지능화”와 “고신뢰화” 특성을 도출하였다. 이를 바탕으로 차세대 네트워크 고도화 방향으로 ①인공지능 네트워크, ②Private 5G, 엣지컴퓨팅 등 Advanced 5G, ③초성능 네트워크, ④양자통신 등 고신뢰 네트워크로 도출하였다. 마지막으로 네트워크 고도화를 위한 정부의 정책 프레임워크를 정의하였고 주요 정책 과제에 대하여 알아보았다. 현재 선진국들은 자국이 가진 장점을 바탕으로 4차 산업혁명을 추진하고 있다. 독일은 제조업 기반, 일본은 로봇을 특화한 기반으로 4차 산업혁명을 주도하려고 한다. 우리나라의 장점은 그 무엇보다도 네트워크에 대한 경쟁력이다. 이러한 네트워크에 AI 기술을 접목하고 5G 이동통신망을 지속적으로 고도화시키고 이를 통한 DNA 인력을 양성시키는 것이 필요하다. 또한, 아직 시장이 열리지 않은 양자정보통신 등에 보다 적극적인 관심이 필요하다.

문재인정부의 국정운영 5개년 계획에서도 4차 산업혁명을 위한 핵심기반으로 5G망, IoT망, 10

기가인터넷 등 ICT 인프라의 중요성을 강조하여 국정과제로 선정하였고 적극적으로 추진 중이다. 남은 기간은 이러한 네트워크에 AI를 적용하는 등 기존 인프라를 지능화 시키는 것이 중요하다. 이러한 세계 최고 수준의 혁신적인 네트워크를 바탕으로 보다 견고하고 신뢰성 있는 4차 산업혁명을 추진함으로써 지능정보화 시대의 국가와 사회 전반에 구조적 대변혁을 촉발시켜 나아가야 하겠다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김성진, “한국전산원의 역할”, 한국통신학회지(정보통신), 1987
- [2] 정보통신부, “초고속정보통신기반구축 종합추진 계획”, 1995
- [3] 정보통신부, “광대역통합망(BcN) 구축 기본계획 I”, 2004
- [4] 정보통신부, “광대역통합망(BcN) 구축 기본계획 II” 2006
- [5] 이영로, 나성욱 외 2명 “한국의 ICT 인프라 정책분석”, 정보화정책 가을, 2007
- [6] 방송통신위원회, “방송통신망 중장기 발전계획”, 2009
- [7] 정보통신부, “농어촌지역 BcN구축 계획”, 2008
- [8] 미래창조과학부, “공공와이파이 확대 전략”, 2013
- [9] 미래창조과학부, “K-ICT 네트워크 발전전략”, 2015
- [10] KT 경제경영연구소(디지이코 보고서), “출시 1년, 기가인터넷의 가치와 의미”, 2015
- [11] 나성욱, 서병조 “지능정보화 시대에 대비한 네트워크 발전전략 연구”, 한국통신학회(정보화통신) 2017
- [12] KT, “차세대 네트워크 발전방향”발표자료, 2019
- [13] 이영로(NIA), ICT 인프라 고도화 추진전략” 발표 자료, 2019
- [14] 나성욱(NIA), Private 5G 해외사례와 공공인프라

적용방안 발표자료, 5G포럼 공공융합TF 2019  
[15] 나성욱(NIA), KOREN Testbed 현황 및 향후 계획  
발표자료, FIF포럼 2019

## 저 자 약 력



나 성 욱

이메일 : surha@nia.or.kr

- 1994년 아주대학교 정보과학 학사
- 1996년 아주대학교 정보과학 석사
- 2008년 아주대학교 정보통신전문대학원 박사수료
- 2014년~2015년 한국정보화진흥원 초연결인프라기획부  
부장
- 2015년~2016년 한국정보화진흥원 네트워크서비스팀 팀장
- 2016년~2018년 한국정보화진흥원 네트워크팀 팀장
- 2019년~현재 한국정보화진흥원 인프라기획팀 팀장
- 관심분야 : 5G이동통신, 양자정보통신, 인공지능 네트워크

# 고성능 컴퓨팅 환경 구축을 위한 클라우드 기반 단일 시스템 이미지 기술

송충건 (이노그리드)

목 차	1. 서 론
	2. 단일 시스템 이미지
	3. 단일 시스템 이미지 프로젝트
	4. 단일 시스템 이미지와 클라우드 서비스
	5. 결 론

## 1. 서 론

최근 학계에서 인공 신경망 기반 AI(Artificial Intelligence) 기술의 성능이 검증되고 Google DeepMind의 AlphaGo를 통해 실효성이 알려지면서 AI에 대한 관심이 폭발적으로 증가하였다 [1]. 이에 따라 AI를 다양한 분야에 활용하기 위한 시도들이 가속화되고 있으며, TensorFlow와 같은 SW 개발 라이브러리, AI 연산 속도 향상을 위한 H/W인 TPU(Tensor Processing Unit), NPU(Neural Processing Unit) 등 다양한 레벨의 기술들이 등장하고 있다. 또한 AI 연산이 요구하는 대규모 병렬처리 시스템을 신속하고 손쉽게 구축하기 위한 HPC(High-Performance Computing) 목적의 클라우드 기반 IaaS 서비스가 각광받고 있다. 클라우드 서비스 제공자 입장에서 HPC 목적의 IaaS 서비스를 제공하기 위해선 서비스 단위인 VM에 할당하는 컴퓨팅 자원의 양을 대규

모로 확장해야 한다. 여기서 일반적인 HPC 시스템의 자원 확장과 동일하게 자원 확장의 유형을 선택하는 이슈가 발생한다. 이러한 컴퓨팅 자원 확장은 일반적으로 Scale-Up 방식과 Scale-Out 방식으로 구분된다.

Scale-Up 방식은 단일 머신의 하드웨어를 고 사양 시스템으로 교체하거나 추가 장치를 장착하는 방식을 말한다. 이는 기본 자원 확장 작업에 추가적으로 발열이나 데이터 접근 속도 문제를 고려해야 한다. 최근 OCP(Open Compute Project)와 같이 서버 설계에 대한 노하우를 오픈 소스 형태로 공유하는 프로젝트가 생기면서 Scale-Up 방식에 대한 안정성이 높아지고 있다. Scale-Up 방식은 하나의 머신에 하나의 운영체제가 동작하기 때문에 확장된 자원을 활용하기 위한 복잡한 라이브러리나 프로그래밍 기법이 요구되지 않는다. 따라서 기존 환경에 맞게 작성된 어플리케이션을 소스코드 레벨에서의 수정

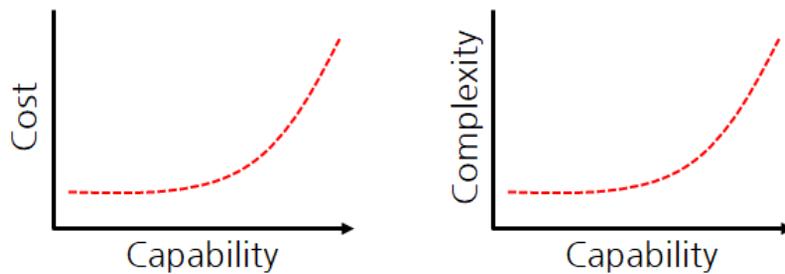
없이 운영 가능한 장점이 있다. 그러나 Scale-Up 방식은 단일 머신을 확장하면서 생기는 다양한 하드웨어 이슈를 처리하기 위해 추가적인 장치나 어플리케이션이 요구되면서 가격이 기하급수적으로 증가한다.

Scale-Out 방식은 LAN(Local Area Network) 환경에서 고속 네트워크로 다수의 물리 머신을 연결하여 자원을 확장하는 방식이다. 이는 저사양의 안정적인 물리 머신들을 연결하면서 자원 확장으로 야기되는 이슈가 상대적으로 적다. 그리고 기존 유휴 시스템을 연결하면서 시스템 구축비용도 절약된다. 또한 물리 머신들의 역할을 분리하고 유동적으로 자원을 On/Off 하면서 대규모 자원 풀 관리의 편의성을 제공한다. 그러나 물리 머신의 수가 증가하면서 시스템의 복잡도와 관리에 대한 오버헤드가 증가한다. 또한 이를 활용하는 사용자 입장에서 추가된 자원을 효율적으로 활용하기 위해 소스코드 레벨에서 비종속적 병렬연산을 분리하고 클러스터에 적절하게 분배해야하는 추가 작업이 요구된다. 이러한 작업은 시스템의 구성과 단일 머신이 보유한 하드웨어 유형에 따라 성능의 좌우되므로 분산 시스템에 대한 전문 지식이 요구된다. (그림 1)에서는 컴퓨팅 자원 확장 시 각 유형에 따라 나타나는 단점을 그래프로 나타내고 있다.

앞서 살펴본 두 가지 컴퓨팅 자원 확장 유형의 단점들을 해결하기 위해 시스템 복잡도를 최소화 하고 이용에 대한 편의성을 제공하면서 동시에 시스템 구축비용을 절약할 수 있는 단일 시스템 이미지 기술이 있다. 본 고에서는 클라우드 환경에서 HPC 목적의 IaaS 서비스 제공에 적합한 단일 시스템 이미지 기술을 소개하고 이를 클라우드 컴퓨팅 환경에 도입한 시스템 구조에 대하여 소개한다.

## 2. 단일 시스템 이미지

단일 시스템 이미지(Single System Image) 기술은 이종 분산 시스템의 리소스들을 투명하게 숨기고 통합된 하나의 컴퓨팅 리소스 형태로 사용자나 어플리케이션에게 보여주는 시스템의 특징으로 정의된다[2]. LAN 환경에서 고속 네트워크를 기반 클러스터로 구축된 시스템에서 분산 운영체제나 미들웨어 형태로 구현된다. 최근 기가비트 이더넷과 인피니밴드의 기술의 발전으로 단일 시스템 이미지의 단점인 네트워크 오버헤드가 획기적으로 개선되었고 이로 인해 단일 시스템 이미지는 새로운 국면을 맞이하고 있다. 커널 레벨의 단일 시스템 이미지를 기준으로 핵심 기능은 아래와 같이 3가지로 요약된다.



(a) Scale-Up 성능 확장 이슈

(b) Scale-Out 성능 확장 이슈

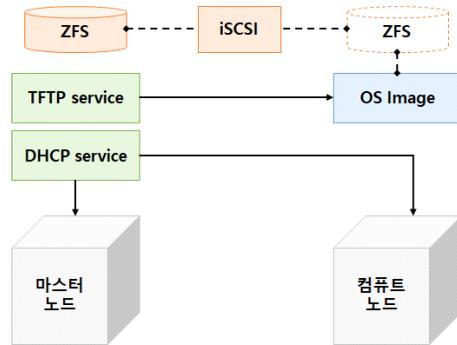
(그림 1) HPC를 위한 자원 확장에서 발생하는 이슈

- 편리한 사용 : 일반적인 응용 어플리케이션을 소스코드 수정 없이 실행하는 것이 가능하다. 유닉스 계열 시스템에서 사용하는 프로세스 관리 기법들도 동일하게 적용되며, ps, top 같은 사용자 영역 명령어도 기존과 동일하게 사용 가능하다. 이를 통해서 사용자는 클러스터 기반 병렬처리 기법에 대한 전문 지식 없이 익숙하게 사용해온 방식으로 프로세스를 실행하여 HPC 수행이 가능하다.
- 확장성 : 물리 머신을 스위치에 연결하는 방식으로 손쉽게 확장이 가능하다. 단일 시스템 이미지 기술이 구현되는 커널 레벨에서 네트워크 프로토콜 기반 hot plug 기능을 이용하여 물리적 환경 변화를 인지하고 자원을 병합한다. 그리고 IPMI 시스템의 물리 머신 제어 기능을 이용하여 자동화 수준을 높일 수 있다.
- 고가용성 : 단일 시스템 이미지는 물리 머신 단위로 자원을 탄력적으로 관리하는 기술이 가능하며, 하나의 머신에서 장애가 발생할 경우 자원 병합이 자동적으로 해제되고 나머지 머신의 컴퓨팅 자원을 기반으로 Fail-stop 없이 서비스를 정상적으로 운영 가능하다.

아래 하위 섹션에서는 먼저 단일 시스템이 구현되는 시스템 구조인 Beowulf Cluster에 대하여 설명하며 단일 시스템 기술을 구성하는 세부 기술인 Process Migration과 Checkpoint/Restart 기법에 대하여 소개한다.

### 2.1 Beowulf Cluster

Beowulf Cluster는 미국 NASA의 고다드 우주비행센터(GSFC)에서 기성 PC들을 결합한 병렬 컴퓨터를 만드는 프로젝트에서 탄생하였다 [3]. 클러스터 환경에서 과학적 연산을 수행하는



(그림 2) Beowulf Cluster 예시

멀티 컴퓨터 구조를 가지며, 컴퓨팅 노드들이 보조기억장치 없이 CPU와 Memory를 기반으로 마스터 노드에서 제공하는 운영체제 이미지로 부팅하는 구조이다. (그림 2)에서는 Beowulf Cluster의 예시 시스템을 나타내고 있다.

이러한 클러스터는 기본적으로 PXE 부팅을 기반으로 한다. 마스터 노드가 PXE 부팅의 서버 역할을 수행하고 컴퓨터 노드들이 PXE 부팅의 클라이언트가 된다. PXE 부팅을 위해선 클라이언트의 NIC 카드와 바이오스에서 PXE 기능을 지원해야 한다. 그리고 마스터 노드에서 사전에 PXE 부팅에 활용되는 운영체제 이미지가 준비되어 있고 DHCP 서버를 통해 IP 할당을 수행해야 한다. 또한 운영체제 이미지 전송을 위해 TFTP 서비스가 동작하고 있어야 한다.

그리고 클라이언트는 부팅 시 자체 보드에 연결된 저장소 대신 NFS나 iSCSI를 통해 제공되는 원격 저장소에 저장된 운영체제 이미지를 우선적으로 활용한다. 운영체제를 메모리에 올려놓은 후 루트 파일 시스템을 원격 저장소에 구성된 파일 시스템을 참조한다. 이는 마스터 노드에서 사전에 설정된 부팅 파라미터를 통해 설정된다. 이러한 구조를 통해 컴퓨터 노드가 HPC 작업 수행 도중에 특정 물리 머신에서 Fail-Stop 에러가 발생할 경우 데이터 손실 없이 동일한 운영체제

이미지와 파일 시스템을 다른 컴퓨터 노드에 부팅하여 신속하게 복구할 수 있다.

## 2.2 Process Migration

단일 시스템 이미지 기술은 원격에 위치한 다른 컴퓨팅 노드에 새로운 프로세스를 생성하거나, 이미 실행중인 프로세스를 이주하여 부하를 분산한다. 여기서 프로세스 이주는 동일한 네트워크 내 물리적으로 떨어진 다른 노드에 프로세스를 이동시키는 기법을 말한다. 서비스 워크로드를 가지는 실행중인 프로세스도 종료 없이 실시간 프로세스 이주를 통해 부하 분산이 가능하다[4]. 컴퓨터 노드들은 주기적으로 컴퓨팅 자원

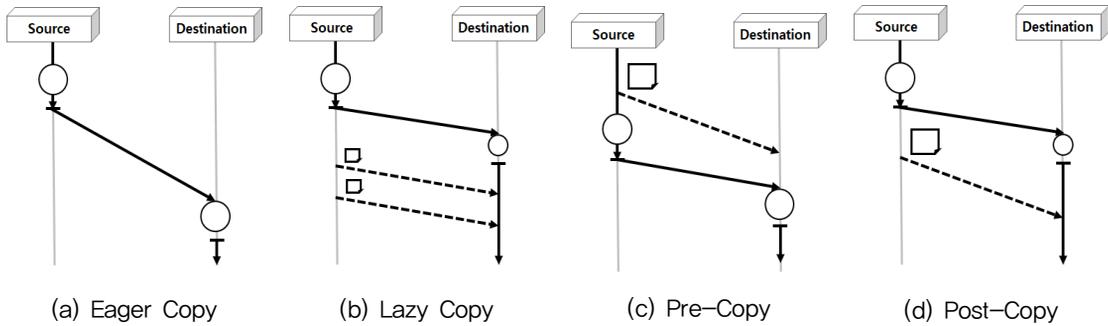
사용량 정보를 측정하여 공유 파일 시스템에 저장하고 로드 밸런싱 기법을 통해 부하를 분산하여 클러스터 전체 자원 사용률을 높인다. 프로세스 이주는 이주 대상 선정, 중단 정책, 재시작 정책에 따라 다양한 알고리즘이 존재한다[5]. 이러한 알고리즘은 다음 <표 1>에서 간략하게 설명하며, (그림 3)에서 이주 절차에 대한 개념도를 나타내고 있다.

## 2.3 Checkpoint/Restart

프로세스 Checkpoint/Restart 기법은 프로세스의 실행 상태를 영구적 저장소에 주기적으로 저장한 후 장애 발생 시 이를 기반으로 프로세스를

<표 1> 프로세스 이주 알고리즘

알고리즘	설명	이주 절차
Eager Copy	프로세스 전체를 중지하고 프로세스 데이터와 커널 데이터를 모두 전송한 후에 프로세스를 실행하는 기법이다. 가장 단순하여 구현이 쉬우나 전체 이주 시간이 가장 길다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소스 프로세스 suspend 상태로 변경</li> <li>· 프로세스 전체와 커널 데이터를 목적지로 전송</li> <li>· 목적지에서 프로세스 생성</li> <li>· 목적지 프로세스 resume 상태로 변경</li> </ul>
Lazy Copy	프로세스 실행에 필요한 최소한의 데이터를 전송하고 목적지에서 프로세스를 신속하게 시작하고, 나머지 데이터들은 필요한 시점에 마저 전송하는 기법이다. 고용량의 데이터를 메모리에 올린 프로세스에 대하여 이주 시 발생하는 프로세스 중지 시간을 최소화 할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소스 프로세스를 suspend 상태로 변경</li> <li>· 프로세스와 커널 데이터 중 실행에 필요한 최소한의 데이터를 목적지로 전송</li> <li>· 이전 단계에서 전송한 데이터를 기반으로 목적지에서 프로세스를 생성</li> <li>· 목적지 프로세스 resume 상태로 변경</li> <li>· 전송되지 않은 데이터들은 참조되는 시점에 전송</li> </ul>
Pre-Copy	커널 데이터와 프로세스의 메모리 주소 영역이 이동되기 전까지 소스 프로세스가 suspend 되지 않는 기법이다. 프로세스중지 시간을 최소화 할 수 있으나 전체 이주 시간이 상대적으로 길어진다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소스 프로세스의 모든 메모리 주소 영역이 목적지로 전송</li> <li>· 전송이 진행되는 중에도 소스에서는 프로세스가 실행됨</li> <li>· 전송 완료 시 소스 프로세스를 suspended 상태로 변경</li> <li>· 소스에서 프로세스와 연관된 모든 커널 데이터 정보와 전송 과정 중 변경된 프로세스 데이터를 목적지에 전송</li> <li>· 목적지에서 프로세스 생성</li> <li>· 프로세스를 resumed 상태로 변경 시키고 실행을 시작</li> </ul>
Post-Copy	프로세스 실행에 필요한 최소한의 데이터만 전송하고 목적지에서 프로세스를 신속하게 시작한다. Lazy Copy와 다르게 나머지 데이터가 전송되기 전에 데이터 조치가 발생할 경우 원격에 있는 데이터를 참조하는 기법을 사용한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소스 프로세스를 suspend 상태로 변경</li> <li>· 실행에 필요한 최소한의 데이터를 목적지로 전송</li> <li>· 이전 단계에서 전송된 데이터를 기반으로 목적지에서 프로세스 생성</li> <li>· 목적지에서 프로세스를 resumed 상태로 변경</li> <li>· 실행과 동시에 병렬적으로 소스에 있는 나머지 데이터를 전송</li> <li>· 나머지 데이터가 전송되지 전에 요청이 발생한 경우 소스에 있는 데이터를 참조</li> </ul>



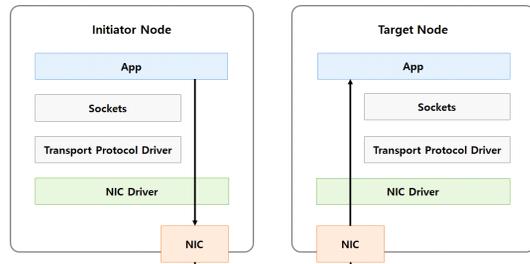
(그림 3) Process Migration 절차

복구하는 기법이다. 오랜 시간 실행되는 프로세스를 대상으로 결함 복구, 부하 분산 목적에 유용한 기술이다[6]. HPC 작업의 방대한 연산에서는 SDC(Silent Data Corruption)이 발생하기 때문에 주기적으로 복제된 N개의 프로세스의 연산 결과를 비교하고 결함 발생 여부를 검증하고 복구해야한다. 이러한 SDC 결함 발생 시 정상적인 실행의 마지막 Checkpoint 단계로 이동하여 Restart를 수행한다. 단일 시스템 이미지에서는 HPC의 기본적인 결함을 복구하는 수단과 함께 프로세스 이주의 보조적인 기능으로도 활용된다. Checkpoint 기법은 프로세스의 실행 상태를 저장하기 때문에 이주할 프로세스를 구성하는 단위로 Checkpoint가 활용된다. 이러한 작업에서는 주소 영역, 레지스터 집합, 오픈된 파일/파일프/소켓, IPC, 워킹 디렉토리, 시그널 핸들러, 타이머, 터미널 셋팅, 사용자 식별자, pid 등이 저장된다.

## 2.4 RDMA

단일 시스템 이미지에서 원격 메모리 접근 기술 구현 시 RDMA(Remote Direct Memory Access) 프로토콜 활용이 가능하다. CPU를 사용하지 않고 메모리에 상주한 프로세스가 다른 원격 노드의 메모리를 직접 참조하는 기능이다. 이

를 통해 CPU 연산이 최소화되고 원격 노드의 호스트 메모리 및 I/O 버스에 대한 경합도 줄여준다. (그림 4)에서는 RDMA를 통한 원격 프로세스의 데이터를 참조하는 구조는 나타내고 있다.



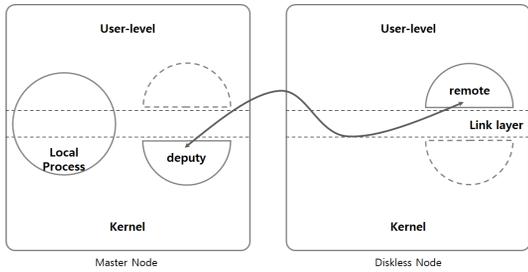
(그림 4) RDMA 동작 구조

## 3. 단일 시스템 이미지 프로젝트

단일 시스템 이미지 기술이 구현된 오픈소스 프로젝트를 소개한다. 미들웨어 레벨의 단일 시스템 이미지를 대표하는 MOSIX와 커널 레벨의 단일 시스템 이미지를 대표하는 Kerrorighed를 기본 구조와 함께 설명한다.

### 3.1 MOSIX

리눅스 환경에서 적응적 자원 공유를 목적으로 만들어진 오픈소스 단일 시스템 이미지 프로



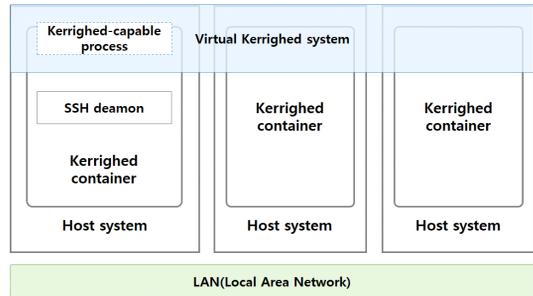
(그림 5) MOSIX 프로세스 이주 구조

젝트이다[7]. 자동적 자원 발견, 선점형 프로세스 이주를 이용한 동적 워크로드 분산, 프로세스 사이의 직접 통신 기술이 적용되어 있다. (그림 5)에서는 MOSIX의 대표적인 기능인 프로세스 이주 기능의 구조를 나타내고 있다. 이주 동작 이후 프로세스는 시작 노드의 deputy와 목적지 노드의 remote 구성요소로 이루어진다. 그리고 클러스터를 구성하는 노드 사이의 통신은 최적화된 TCP/IP를 사용한다. 프로세스 이주 이후에 파일 캐시를 참조하지 못하여 파일을 접근 시 성능이 저하되는 단점을 가지고 있다.

### 3.2 Kerrighed

Kerrighed는 표준 PC들로 구성된 클러스터 환경에서 SMP 머신에 대한 단일 시스템 이미지 기술을 구현하는 오픈소스 프로젝트이다[8]. 1999년 프랑스 국가 산하 연구소인 INRIA에서 Christine Morin에 의해 시작되었다. 그 후 2006년 IRISA 연구소의 PARIS 프로젝트에서 다양한 연구기관과 함께 발전시켰다. 2006년 이후에는 Kerlabs, INRIA, XtreamOS에 의해 지속적으로 발전하고 있다. Kerrighed의 핵심 기능으로는 ConfigFS를 통해 커스터마이징이 가능한 프로세스 스케줄링 기능이 있다. Kerrighed는 (그림 6)과 같은 구조를 가진다.

오픈소스 단일 시스템 이미지 중 가장 완성도



(그림 6) Kerrighed 시스템 구조

가 높다. 그러나 이는 상용 솔루션으로 발전시키기 위해 많은 기술적 해결과제가 있다. 특히 부하 분산을 위해 원격에 생성한 프로세스가 좀비 프로세스로 변할 경우 이를 처리할 로직이 없어 커널 패닉이 발생한다. 또한 물리 노드를 추가하면서 Scalability가 큰 폭으로 감소하는 성능 측면의 단점을 가지고 있다[9][10].

## 4. 단일 시스템 이미지와 클라우드 서비스

3장에서는 단일 시스템 이미지 기술의 기본 개념과 해당 기술을 구성하는 세부 기술들을 소개하였다. 이번 장에서는 단일 시스템 이미지 기술을 도입한 클라우드 시스템에 대하여 설명한다. 클라우드 IaaS 서비스는 대규모 컴퓨팅 자원 풀의 유연한 관리를 위해 가상화 기술을 기반으로 한다. 이러한 가상화 기술은 각 단일 머신의 운영체제 커널 내부에 하이퍼바이저를 구축하여 다수의 컴퓨팅 환경을 제공하는 형태가 일반적이다. 그러나 단일 시스템 이미지는 일반적인 가상화 기술의 형태와 반대로 다수의 물리 머신들을 하나로 묶어 하나의 컴퓨팅 환경을 제공한다. 이러한 가상화 형태를 역가상화라고 하며, 일반적인 가상화 기술을 정가상화라 명시하여 구분하였다. 이러한 2가지 가상화 형태를 (그림 7)에서 비교하여 나타내고 있다.



(a) 정가상화



(b) 역가상화

(그림 7) 가상화 유형

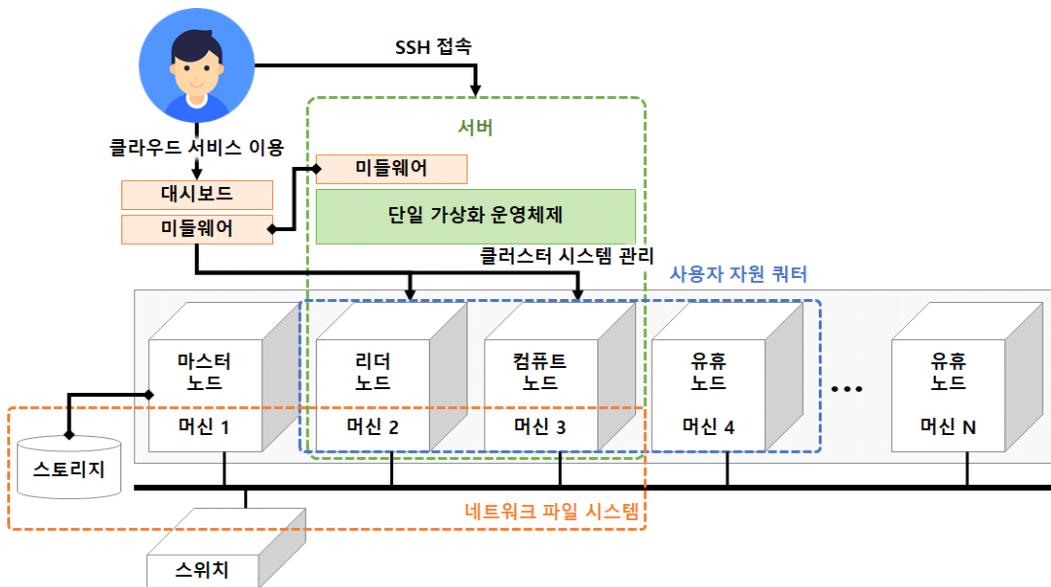
단일 시스템 이미지 기술은 기존 가상화 기술과 융합하여 여러 계층으로 구축이 가능하다. 기존 정가상화 계층에서 지원하는 하드웨어 애플리케이션 기반 호환성 제공 기능과 VCPU 단위 동적

자원 관리 기법을 활용함과 동시에 단일 시스템 이미지가 가지는 역가상화 개념을 상위 계층에 구성하여 VM의 물리 자원의 벽을 넘어 HPC용 VM을 구성할 수 있다. 아래에서는 이러한 역가상화 개념을 적용한 적용한 클라우드 기반 단일 시스템 이미지 구조와 모니터링 구조를 설명한다.

#### 4.1 클라우드 기반 단일 시스템 이미지 구조

클라우드 기반 단일 시스템은 HPC 연산을 위한 Beowulf Cluster 구조로 동작하기 때문에 모든 물리 머신들이 고속 LAN 환경에서 클러스터로 연결되어 있다. 그리고 PXE 부팅을 위한 다양한 서비스와 설정, 운영체제 이미지가 템플릿 형태로 구성되어 있다. 클라우드 기반 단일 시스템 구조에서 물리 머신의 유형으로 마스터 노드, 리더 노드, 컴퓨트 노드 이렇게 3가지가 있으며, 노드들 사이의 동작 관계와 전체 시스템 구조를 (그림 8)에서 나타내고 있다.

마스터 노드는 클라우드 시스템을 관리하고

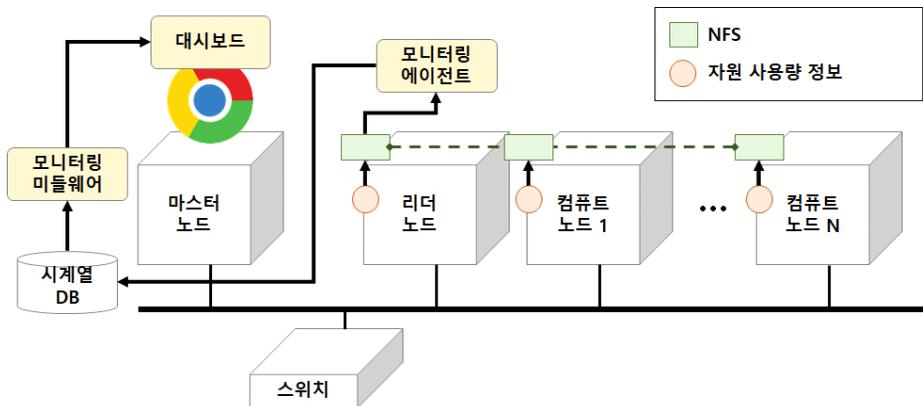


(그림 8) 클라우드 기반 단일 시스템 이미지 구조

중앙 집중화된 스토리지를 관리하는 역할을 담당한다. 마스터 노드에는 클라우드 서비스 이용을 위한 대시보드와 네트워크, 스토리지, 컴퓨팅 노드의 전원 관리, 모니터링 등 클라우드 서비스 구현을 위한 다양한 서비스가 미들웨어 계층에서 동작하고 있다. 다음으로 리더 노드는 컴퓨트 노드를 대표하는 노드로 연결된 컴퓨트 노드의 컴퓨팅 자원이 병합된 전역 컴퓨팅 환경을 제공한다. 운영체제 내부에서 수행할 명령어를 마스터 노드의 미들웨어 계층의 서비스로부터 전달받아 수행하는 서비스가 동작한다. 마지막으로 컴퓨트 노드는 사용자에게 컴퓨팅 환경을 제공하는 것이 아닌 서버가 지시한 작업을 처리하는 역할만 수행하는 머신이다. GUI 기반 터미널을 제공하지 않고 리더 노드의 명령에 따라 시스템이 활성화되고 리더 노드가 보내는 작업을 처리하여 결과를 네트워크 기반 파일 시스템에 반영하는 동작을 수행한다.

## 4.2 단일 시스템 이미지 모니터링 시스템 구조

앞서 설명한 클라우드 기반 단일 시스템 이미지 환경을 대상으로 설계한 모니터링 시스템 구조를 (그림 9)에서 나타내고 있다.



(그림 9) 단일 시스템 이미지 환경에서 모니터링 시스템 구조

본 고에서는 커널 레벨에서 클러스터로 연결된 이종 자원을 투명하게 병합하고 유닉스, 리눅스 계열 응용 S/W를 수정 없이 실행 가능한 환경을 구성하여 Scale-Up 방식과 Scale-Out 방식의 단점을 모두 해결한 단일 시스템 이미지를 소개하였다. 그리고 단일 시스템을 이루는 세부 기술들과 단일 시스템 이미지가 적용된 완성도 높은 오픈소스 프로젝트에 대하여 알아봤으며, 단일 시스템 이미지를 클라우드 서비스 형태로 구성한 시스템과 모니터링 시스템 구조에 대

## 5. 결 론

조를 (그림 9)에서 나타내고 있다. 컴퓨트 노드들은 네트워크 기반 파일 시스템을 통해 공유되는 파일 시스템에 커널 오브젝트 형태로 시스템 사용량 정보를 저장하고 리더 노드에는 통합된 자원 정보가 보관된다. 리더 노드의 사용자 영역에 운영하는 모니터링 에이전트가 범용적인 모니터링 데이터 수집 기법을 통해 시계열 데이터 저장 목적의 DB에 모니터링 데이터를 저장한다. 저장된 모니터링 데이터는 최종적으로 클라우드 대시보드를 통해 가시화 되어 사용자에게 출력된다.

하여 설명하였다. 이러한 단일 시스템 이미지 기술은 프라이빗 클라우드 산업에서는 저비용으로 손쉽게 HPC용 IaaS 구축을 가능하게 하여 과학적 연산 및 AI 분야의 발전을 도모할 것으로 기대된다. 그리고 퍼블릭 클라우드 산업 분야에서는 NVIDIA와 같이 폐쇄적인 고성능 병렬 컴퓨팅 장치에 대한 오픈소스화가 활성화되고 AI 가속화 목적의 다양한 고성능 병렬 컴퓨팅 장치도 단일 시스템 이미지 형태로 자원 병합이 가능할 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] Mikolov, Tomáš, et al. "Recurrent neural network based language model." Eleventh annual conference of the international speech communication association, 2010.
- [2] Buyya, Rajkumar, Toni Cortes, and Hai Jin. "Single system image." The International Journal of High Performance Computing Applications 15.2 (2001): 124-135.
- [3] Becker, Donald J., et al. "BEOWULF: A parallel workstation for scientific computation." Proceedings, International Conference on Parallel Processing. Vol. 95. 1995.
- [4] Shivaratri, Niranjan G., Phillip Krueger, and Mukesh Singhal. "Load distributing for locally distributed systems." Computer 25.12 (1992): 33-44.
- [5] Richmond, Michael, and Michael Hitchens. "A new process migration algorithm." ACM SIGOPS Operating Systems Review 31.1 (1997): 31-42.
- [6] Roman, Eric. "A survey of checkpoint/restart implementations." Lawrence Berkeley National Laboratory, Tech. 2002.
- [7] Barak, Amnon, and Oren La'adan. "The MOSIX

multicomputer operating system for high performance cluster computing." Future Generation Computer Systems 13.4-5 (1998): 361-372.

- [8] Morin, Christine, et al. "Kerrighed: a single system image cluster operating system for high performance computing." European Conference on Parallel Processing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
- [9] Setiawan, Iwan, and Eko Murdyantoro. "Commodity cluster using single system image based on Linux/Kerrighed for high-performance computing." 2016 3rd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE). IEEE, 2016.
- [10] Sandhya, K. V., and G. Raju. "Single System Image clustering using Kerrighed." 2011 Third International Conference on Advanced Computing. IEEE, 2011.

### 저 자 약 력



송 충 건

이메일 : security0730@korea.ac.kr

- 2015년~현재 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사 수료
- 2015년~현재 고려대학교 분산 클라우드 컴퓨팅 연구실 (ds.korea.ac.kr)
- 2018년~현재 (주)이노그리드 전문연구원(www.innogrid.com)
- 관심분야 : Distributed System, Cloud Computing, Virtualization, Single System Image

정보처리학회지 2019년도 7월호 게재 목차

<b>■ 2019년 7월 (제26권 제2호)</b>	<b>■ 특집명 : 인공지능 응용 서비스 및 산업</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 권두언 “인공지능 응용 서비스 및 산업” 특집 발간에 즈음하여 / 강윤희 ..... 2</li> <li>◆ 특집 언어자원 구축과 단어 임베딩 기법을 이용한 딥러닝 기반의 자연어 분석 및 생성 / 강승식 ..... 4</li> <li>빅데이터 기반 재난대응 인공지능 어드바이저 기술 / 강명주, 이상천, 이용학, 강윤희, 박성호 ..... 18</li> <li>인공지능을 활용한 가짜뉴스 찾기 기술 및 정책적 해결방안에 대한 사례연구 / 강장묵 ..... 27</li> <li>인공지능 기반의 챗봇 시스템 기술 동향 / 박준호, 윤경일, 민성태 ..... 39</li> <li>모바일 기반의 공황장애 셀프관리를 위한 인공지능 챗봇의 개발 / 채현주 ..... 47</li> </ul>	

정보처리학회논문지(KTCCS) 게재 목차 - 2019년도 7월호~12월호

<b>■ 제8-CCS권 제7호(통권 제82호) 2019년 7월</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 컴퓨터 시스템 및 이론                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- HMB를 지원하는 DRAM-Less NVMe SSD의 성능 평가 / 김규식·김태석 ..... 159</li> </ul> </li> <li>▶ 모바일 컴퓨팅 및 통신 시스템                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 콘텐츠 네트워크 환경에서 게임이론을 이용한 콘텐츠 캐싱 및 데이터 스폰서 기법 / 원중섭·김승욱 ..... 167</li> </ul> </li> <li>▶ 정보보호                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 계층적 가중 기반의 취약점 영향성 평가 스코어링 시스템에 대한 연구 / 김영중 ..... 177</li> </ul> </li> </ul>	

<b>■ 제8-CCS권 제8호(통권 제83호) 2019년 8월</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 컴퓨터 시스템 및 이론                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정보시스템 품질이 공공정보화사업 성과에 미치는 영향: 사용자의 매개효과를 중심으로 / 김원기·박소현·김승철 ..... 181</li> </ul> </li> <li>▶ 사물인터넷                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기준노드의 재선정을 통한 토폴로지 변화에 강인한 시간 동기화 / 전 영·김태홍·김태준·이재생·함재현 ..... 191</li> <li>- 인체 채널에서 전자기파 전송 지연 특성을 고려한 다중 매체 제어 프로토콜 설계 / 김승민·박종성·고정길 ..... 201</li> </ul> </li> </ul>	

<b>■ 제8-CCS권 제9호(통권 제84호) 2019년 9월</b>	
▶ 병렬 및 분산 컴퓨팅	
- P2P 출판-구독 메시징 시스템에서 효율적인 정보 전파를 위한 계층적 메시지 전송 기법 / 정진선·오상윤 .....	209
▶ 정보보호	
- 단독화와 변화량 분석을 통한 IoT 센싱 데이터의 경량 유효성 검증 기법 / 윤준혁·김미희 .....	217
- 부채널 분석 대응을 위한 1차 마스킹 AES 알고리즘 최적화 구현 / 김경호·서화정 .....	225

<b>■ 제8-CCS권 제10호(통권 제85호) 2019년 10월</b>	
▶ 병렬 및 분산 컴퓨팅	
- 빅데이터 및 고성능컴퓨팅 프레임워크를 활용한 유전체 데이터 전처리 과정의 병렬화 / 변은규·곽재혁·문지협 .....	231
▶ 사물인터넷	
- 무선 네트워크 환경에서 효율적인 공간 질의 처리 / 송두희·이혜리·박광진 .....	239
- 안드로이드 입출력 부하의 꼬리분포 특성분석 / 박창현·원유집·박영준 .....	245

<b>■ 제8-CCS권 제11호(통권 제86호) 2019년 11월</b>	
▶ 컴퓨터 시스템 및 이론	
- 뉴로모픽 칩에서 운영되는 RBF 기반 네트워크 학습을 위한 시뮬레이터 개발 / 이여울·서경은·최대웅·고재진·이상엽·이재규·조현중 .....	251
▶ 모바일 컴퓨팅 및 통신 시스템	
- VANET 망에서 다중 홉 클라우드 형성 및 리소스 할당 / 최현석·남영주·이의신 .....	263
▶ 정보보호	
- 합성체 S-Box 기반 최적의 ARIA 암호프로세서 설계 / 강민섭 .....	271

<b>■ 제8-CCS권 제12호(통권 제87호) 2019년 12월</b>	
▶ 병렬 및 분산 컴퓨팅	
- 실시간 드론 서비스를 위한 전원 충전 스케줄링과 충전 배터리 할당 알고리즘 / Mehedi Tajrian·김재훈 .....	277
- MongoDB 기반의 분산 침입탐지시스템 성능 평가 / 한효준·김혁호·김양우 .....	287
▶ ICT 융합	
- 점진적 스마트 팩토리 환경 구축을 위한 CNC 절단 장비 기반 원격 제어 시스템 개발 / 정진화·안동혁 .....	297

정보처리학회논문지(KTSDE) 게재 목차 - 2019년도 7월호~12월호

■ 제8-SDE권 제7호(통권 제82호) 2019년 7월	
▶ 소프트웨어 공학	
- 무기체계 소프트웨어 신뢰성 시험 개선점 도출을 위한 소프트웨어 정적/동적 검증 분석 사례연구 / 박지현·최병주 .....	265
▶ 데이터 공학	
- 네트워크에서 루머 중심성 기반 질의를 통한 루머의 근원 추정 / 최재영 .....	275
- Unit Root Test를 기반으로 한 장기 시계열 데이터의 Non-Stationary 발생에 따른 구조 변화 검정 및 시각화 연구 / 유재성·주재걸 .....	289
▶ 인공지능	
- 모바일 환경에서의 지식기반 서비스제공을 위한 모바일 서비스 아키텍처 설계 / 오지훈·이재호 .....	303
- 불균형 데이터 분류를 위한 딥러닝 기반 오버샘플링 기법 / 손민재·정승원·황인준 .....	311

■ 제8-SDE권 제8호(통권 제83호) 2019년 8월	
▶ 소프트웨어 공학	
- 프로그래밍 훈련 지원을 위한 테스트케이스의 제어흐름에 기반한 프로그래밍 실패 피드백 시스템 설계 / 이성희·김덕엽·서강복·이우진 .....	317
- 대학정보화 거버넌스를 위한 계단형 프레임워크 개발 / 최재준·김치수 .....	323
▶ 데이터 공학	
- 구조화된 자연어 요구사항으로부터 테스트 케이스 및 스크립트 생성 / 한혜진·정기현·최경희 .....	331
▶ 인공지능	
- 언어 분석 자질을 활용한 인공지능경망 기반의 단일 문서 추출 요약 / 이경호·이공주 .....	343

■ 제8-SDE권 제9호(통권 제84호) 2019년 9월	
▶ 소프트웨어 공학	
- RTT(Round-Trip Translator) 기반의 UML과 소스코드 변환에 대한 연구 / 김지용·조한주·김영종 .....	349
▶ 데이터 공학	
- 타일(Theil) 지수를 이용한 국가연구개발사업의 연구비 집중도 분석 / 양현채·성경모·김영린 .....	355
- 상품 분류 체계를 고려한 구매이력 유사도 측정 기법 / 양유정·이기용 .....	363
▶ 인공지능	
- 심층신경망을 이용한 소스 코드 원작자 식별 / 임지수·Tamer Abuhmed .....	373
- LVLN: 시각-언어 이동을 위한 랜드마크 기반의 심층 신경망 모델 / 황지수·김인철 .....	379

■ 제8-SDE권 제10호(통권 제85호) 2019년 10월	
▶ 데이터 공학	
- 차량번호의 효율적 탐색을 위한 파일 데이터베이스와 탐색 알고리즘 / 심철준 · 유상현 · 김원일 .....	391
- 암 예후를 효과적으로 예측하기 위한 Node2Vec 기반의 유전자 발현량 이미지 표현기법 / 최종환 · 박상현 .....	397
▶ 인공지능	
- 단일 영상에서 눈송이 제거를 위한 지각적 GAN / Weiguo Wan · 이효종 .....	403
▶ 멀티미디어 처리	
- 딥러닝 기반 카메라 모델 판별 / 이수현 · 김동현 · 이해연 .....	411
▶ 인간 컴퓨터 상호작용	
- 단백질 접촉 영역의 기하학적 특성 가시화 김구진 .....	421

■ 제8-SDE권 제11호(통권 제86호) 2019년 11월	
▶ 소프트웨어 공학	
- 머신러닝 기반 안드로이드 모바일 악성 앱의 최적 특징점 선정 및 모델링 방안 제안 / 이계웅 · 오승택 · 윤 영 .....	427
▶ 데이터 공학	
- 안면 정보를 이용한 나이브 베이즈 기반 고중성지방혈증 예측 모델 / 이주원 · 이범주 .....	433
▶ 인공지능	
- 벽면 이동로봇의 자동 균열검출에 적합한 기계학습 알고리즘에 관한 연구 / 박재민 · 김현섭 · 신동호 · 박명숙 · 김상훈 .....	449
- 돼지의 빠른 자세 결정과 머리 제거를 위한 영상처리 및 딥러닝 기법 / 안한세 · 최원석 · 박선화 · 정용화 · 박대희 .....	457

■ 제8-SDE권 제12호(통권 제87호) 2019년 12월	
▶ 소프트웨어 공학	
- 배드 스멜 코드 추출을 위한 코드 가시화 프로세스 구축 / 박지훈 · 박보경 · 김기두 · 김영철 .....	465
▶ 데이터 공학	
- 궤적 데이터 스트림에서 동만 그룹 탐색 기법 / 강수현 · 이기용 .....	473
▶ 인공지능	
- IOT 환경에서의 오토인코더 기반 특징 추출을 이용한 네트워크 침입탐지 시스템 / 이주화 · 박기현 .....	483
- SVM을 이용한 가정용 협력 로봇의 조인트 위치 기반 실행동작 예측 모델 개발 / 유성엽 · 유동연 · 박예슬 · 이정원 .....	491
- 다중 도메인 서비스를 위한 정책 모델 주도 메타-플래닝 기반 범용적 작업관리 / 최병기 · 유인식 · 이재호 .....	499
▶ 멀티미디어 처리	
- RC카 시뮬레이터를 이용한 바닥 탐지 응용 설계 및 구현 / 이유나 · 박영호 · 임선영 .....	507

## JIPS(정보처리학회영문지) 2019년도 8월호~12월호

## ■ Volume 15, Number 4(Serial Number 58), August, 2019

• Future Trends of AI-Based Smart Systems and Services: Challenges, Opportunities, and Solutions <i>Daewon Lee and Jong Hyuk Park</i> .....	717
• Dynamic Thermal Rating of Overhead Transmission Lines Based on GRAPES Numerical Weather Forecast <i>Hongbo Yan, Yanling Wang, Xiaofeng Zhou, Likai Liang, Zhijun Yin, and Wei Wang</i> .....	724
• Shape Description and Retrieval Using Included-Angular Ternary Pattern <i>Guoqing Xu, Ke Xiao, and Chen Li</i> .....	737
• Research on Noise Reduction Algorithm Based on Combination of LMS Filter and Spectral Subtraction <i>Danyang Cao, Zhixin Chen, and Xue Gao</i> .....	748
• Emerging Technologies for Sustainable Smart City Network Security: Issues, Challenges, and Countermeasures <i>Jeong Hoon Jo, Pradip Kumar Sharma, Jose Costa Sapalo Sicato, and Jong Hyuk Park</i> .....	765
• The Improved Joint Bayesian Method for Person Re-identification Across Different Camera <i>Ligang Hou, Yingqiang Guo, and Jiangtao Cao</i> .....	785
• Comprehensive Survey on Internet of Things, Architecture, Security Aspects, Applications, Related Technologies, Economic Perspective, and Future Directions <i>Khusanbek Gafurov and Tai-Myoung Chung</i> .....	797
• Robust Ultrasound Multigate Blood Volume Flow Estimation <i>Yi Zhang, Jinkai Li, Xin Liu, and Dong Chyuan Liu</i> .....	820
• Selection of Machine Learning Techniques for Network Lifetime Parameters and Synchronization Issues in Wireless Networks <i>Nimmagadda Srilakshmi and Arun Kumar Sangaiah</i> .....	833
• Information Dissemination Model of Microblogging with Internet Marketers <i>Dongliang Xu, Jingchang Pan, Bailing Wang, Meng Liu, and Qinma Kang</i> .....	853
• Cyber Kill Chain-Based Taxonomy of Advanced Persistent Threat Actors: Analogy of Tactics, Techniques, and Procedures <i>Pooneh Nikkhah Bahrami, Ali Dehghantanha, Tooska Dargahi, Reza M. Parizi, Kim-Kwang Raymond Choo, and Hamid H. S. Javadi</i> .....	865
• FPGA Implementation of SC-FDE Timing Synchronization Algorithm <i>Suyuan Ji, Chao Chen, and Yu Zhang</i> .....	890
• CCTV-Based Multi-Factor Authentication System <i>Byoung-Wook Kwon, Pradip Kumar Sharma, and Jong-Hyuk Park</i> .....	904
• Can Properly Raised Debts Help Increase the Profits of Industrial Enterprises? <i>Cheng Zhang and Li-Yuan Song</i> .....	920
• Survey of Temporal Information Extraction <i>Chae-Gyun Lim, Young-Seob Jeong, and Ho-Jin Choi</i> .....	931
• Kernel Fisher Discriminant Analysis for Natural Gait Cycle Based Gait Recognition <i>Jun Huang, Xiuhui Wang, and Jun Wang</i> .....	957
• Systematic Review of Bug Report Processing Techniques to Improve Software Management Performance <i>Dong-Gun Lee and Yeong-Seok Seo</i> .....	967
• Mobile User Interface Pattern Clustering Using Improved Semi-Supervised Kernel Fuzzy Clustering Method <i>Wei Jia, Qingyi Hua, Minjun Zhang, Rui Chen, Xiang Ji, and Bo Wang</i> .....	986
• A Tracking-by-Detection System for Pedestrian Tracking Using Deep Learning Technique and Color Information <i>Mai Thanh Nhat Truong and Sanghoon Kim</i> .....	1017

■ Volume 15, Number 5(Serial Number 59), October, 2019

• Learning Algorithms in AI System and Services <i>Young-Sik Jeong and Jong Hyuk Park</i> .....	1029
• Privacy-Preservation Using Group Signature for Incentive Mechanisms in Mobile Crowd Sensing <i>Mihui Kim, Younghee Park, and Pankaj Balasaheb Dighe</i> .....	1036
• Community Discovery in Weighted Networks Based on the Similarity of Common Neighbors <i>Miaomiao Liu, Jingfeng Guo, and Jing Chen</i> .....	1055
• Lung Sound Classification Using Hjorth Descriptor Measurement on Wavelet Sub-bands <i>Achmad Rizal, Risanuri Hidayat, and Hanung Adi Nugroho</i> .....	1068
• An Improved Fast Camera Calibration Method for Mobile Terminals <i>Fang-li Guan, Ai-jun Xu, and Guang-yu Jiang</i> .....	1082
• An Ontology-Based Labeling of Influential Topics Using Topic Network Analysis <i>Hyon Hee Kim and Hey Young Rhee</i> .....	1096
• Image Denoising via Fast and Fuzzy Non-local Means Algorithm <i>Junrui Lv and Xuegang Luo</i> .....	1108
• Fake News Detection Using Deep Learning <i>Dong-Ho Lee, Yu-Ri Kim, Hyeong-Jun Kim, Seung-Myun Park, and Yu-Jun Yang</i> .....	1119
• Research on the Variable Rate Spraying System Based on Canopy Volume Measurement <i>Kaiqun Hu and Xin Feng</i> .....	1131
• Personalized Movie Recommendation System Combining Data Mining with the k-Clique Method <i>Phonexay Vilakone, Khamphaphone Xinchang, and Doo-Soon Park</i> .....	1141
• An Optimization Method for the Calculation of SCADA Main Grid's Theoretical Line Loss Based on DBSCAN <i>Hongyi Cao, Qiaomu Ren, Xiuguo Zou, Shuaitang Zhang, and Yan Qian</i> .....	1156
• Image Understanding for Visual Dialog <i>Yeongsu Cho and Incheol Kim</i> .....	1171
• Learning-Based Multiple Pooling Fusion in Multi-View Convolutional Neural Network for 3D Model Classification and Retrieval <i>Hui Zeng, Qi Wang, Chen Li, and Wei Song</i> .....	1179
• Intelligent Resource Management Schemes for Systems, Services, and Applications of Cloud Computing Based on Artificial Intelligence <i>JongBeom Lim, DaeWon Lee, Kwang-Sik Chung, and HeonChang Yu</i> .....	1192
• Mean-VaR Portfolio: An Empirical Analysis of Price Forecasting of the Shanghai and Shenzhen Stock Markets <i>Ximei Liu, Zahid Latif, Daoqi Xiong, Sehrish Khan Saddozai, and Kaif Ul Wara</i> .....	1201
• New Construction of Order-Preserving Encryption Based on Order-Revealing Encryption <i>Kee Sung Kim</i> .....	1211
• A Video Traffic Flow Detection System Based on Machine Vision <i>Xin-Xin Wang, Xiao-Ming Zhao, and Yu Shen</i> .....	1218
• Two-Dimensional Attention-Based LSTM Model for Stock Index Prediction <i>Yeonguk Yu and Yoon-Joong Kim</i> .....	1231
• Multi-Level Fusion Processing Algorithm for Complex Radar Signals Based on Evidence Theory <i>Runlan Tian, Rupeng Zhao, and Xiaofeng Wang</i> .....	1243

■ Volume 15, Number 6(Serial Number 60), December, 2019

• Integration of Cloud and Big Data Analytics for Future Smart Cities <i>Jung-ho Kang and Jong Hyuk Park</i> .....	1259
• Cloud Storage Security Deduplication Scheme Based on Dynamic Bloom Filter <i>Xi-ai Yan, Wei-qi Shi, and Hua Tian</i> .....	1265
• Automatic Pattern Setting System Reacting to Customer Design <i>Ying Yuan and Jun-Ho Huh</i> .....	1277
• Perceptual Fusion of Infrared and Visible Image through Variational Multiscale with Guide Filtering <i>Xin Feng and Kaiqun Hu</i> .....	1296
• Feature Selection Using Submodular Approach for Financial Big Data <i>Girija Attigeri, Manohara Pai M. M., and Radhika M. Pai</i> .....	1306
• Knowledge Base Associated with Autism Construction Using CRFs Learning <i>Ronggen Yang and Lejun Gong</i> .....	1326
• Saturation Prediction for Crowdsensing Based Smart Parking System <i>Mihui Kim and Junhyeok Yun</i> .....	1335
• Damage Mechanism of Drift Ice Impact <i>Li Gong, Zhonghui Wang, Yaxian Li, Chunling Jin, and Jing Wang</i> .....	1350
• Summarizing the Differences in Chinese-Vietnamese Bilingual News <i>Jinjuan Wu, Zhengtao Yu, Shulong Liu, Yafei Zhang, and Shengxiang Gao</i> .....	1365
• Document Summarization Model Based on General Context in RNN <i>Heechan Kim and Soowon Lee</i> .....	1378
• An Anomaly Detection Algorithm for Cathode Voltage of Aluminum Electrolytic Cell <i>Danyang Cao, Yanhong Ma, and Lina Duan</i> .....	1392
• Selecting a Synthesizable RISC-V Processor Core for Low-cost Hardware Devices <i>Dennis Agyemanh Nana Gookyi and Kwangki Ryoo</i> .....	1406
• An Evolution Model of Rumor Spreading Based on WeChat Social Circle <i>Lubang Wang and Yue Guo</i> .....	1422
• Error Recovery Script of Immunity Debugger for C# .NET Applications <i>Rupali Shinde, Min Choi, and Su-Hyun Lee</i> .....	1438
• Face Sketch Synthesis Based on Local and Nonlocal Similarity Regularization <i>Songze Tang, Xuhuan Zhou, Nan Zhou, Le Sun, and Jin Wang</i> .....	1449
• Runtime Software Monitoring Based on Binary Code Translation for Real-Time Software <i>Kiho Choi, Seongseop Kim, Daejin Park, and Jeonghun Cho</i> .....	1462
• Study on Net Assessment of Trustworthy Evidence in Teleoperation System for Interplanetary Transportation <i>Jinjie Wen, Zhengxu Zhao, and Qian Zhong</i> .....	1472
• A Novel Unweighted Combination Method for Business Failure Prediction Using Soft Set <i>Wei Xu and Daoli Yang</i> .....	1489
• SSF: Sentence Similar Function Based on word2vector Similar Elements <i>Xinpan Yuan, Songlin Wang, Lanjun Wan, and Chengyuan Zhang</i> .....	1503



**[ 학회 주최/ 주관 행사 ]**

◆ 2019년도 제2차 단기강좌 계획

- 1) 일 자 : 2019년 10월 11일(금)
- 2) 장 소 : CNN the Biz 교육연수센터 501호
- 3) 참석자 : 47명(일반 : 19명, 일반참가 : 28명)
- 4) 내 용 : 블록체인 프로젝트 사례 소개 및 Hyperledger Fabric 실무



[2019년도 제2차 단기강좌에서 김성석 사회자의 강좌 소개 모습]



[2019년도 제2차 단기강좌 개최 모습]

◆ 2019년도 추계학술발표대회 개최

- 1) 일 자 : 2019년 11월 2일(금)~3일(토)
- 2) 장 소 : 제주대학교 아라캠퍼스
- 3) 조 직 :  
 학 회 장 : 김상훈 교수(한경대학교)  
 수석부회장 : 이상현 부회장(KCC정보통신)  
 조직위원장 : 송왕철 교수(제주대학교)  
 학술위원장 : 김동호 교수(송실대학교)
- 4) 논문현황 :  
 접수논문 : 368편(구두발표 113편, 포스터발표 255편/대학원생이상 189편, 학부생 179편)  
 게재발표 : 350편(구두발표 103편, 포스터발표 247편/대학원생이상 178편, 학부생 172편)  
 게재불가 및 취소 : 18편  
 시 상 : 전체 24편 - 최우수논문상 1편, 우수논문상 23편  
 학부생논문경진대회 : 전체 19편 - 대상 1편, 금상 5편, 은상 6편, 동상 7편
- 5) 참가자 : 534명(일반 : 193명, 대학원생 : 120명, 학생 : 221명)
- 6) 주제강연발표 : 한영수 과장(제주도청), 현재영 대표(한컴모빌리티)
- 7) 신진학자워크숍 : 안진현 교수(제주대학교), 김영민 교수(서울대학교)



[2019년도 추계학술발표대회 첫째날 포스터 논문 발표 모습 1]



[2019년도 추계학술발표대회 첫째날 포스터 논문 발표 모습 2]



[2019년도 추계학술발표대회 첫째날 주제강연 2 발표 모습 - 현재영 대표(한컴모빌리티)]



[2019년도 추계학술발표대회 첫째날 신진학자워크숍에서 발표 모습 1 - 안진현 교수(제주대학교)]



[2019년도 추계학술발표대회 첫째날 리셉션 개최 모습]



[2019년도 추계학술발표대회 첫째날 신진학자워크숍에서 발표 모습 2 - 김영민 교수(서울대학교)]



[2019년도 추계학술발표대회 둘째날 구두논문 발표 모습 1]



[2019년도 추계학술발표대회 첫째날 주제강연 1 발표 모습 - 한영수 과장(제주도청)]



[2019년도 추계학술발표대회 둘째날 구두논문 발표 모습 2]



[2019년도 추계학술발표대회 둘째날 구두논문 발표 모습 3]

◆ 2019년도 제3차 단기강좌 개최

- 1) 일 자 : 2019년 11월 22일(금)
- 2) 장 소 : CNN the Biz 교육연수센터 501호
- 3) 참석자 : 37명(일반 : 13명, 일반참가 : 24명)
- 4) 내 용 : 6G 이동통신 핵심기술



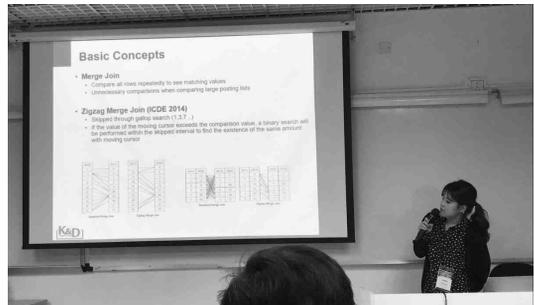
[2019년도 제3차 단기강좌에서 이호원 프로그램위원장의 인사말 모습]



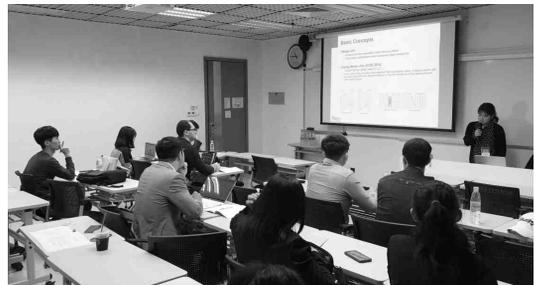
[2019년도 제3차 단기강좌 개최 모습]

◆ CUTE 2019 개최

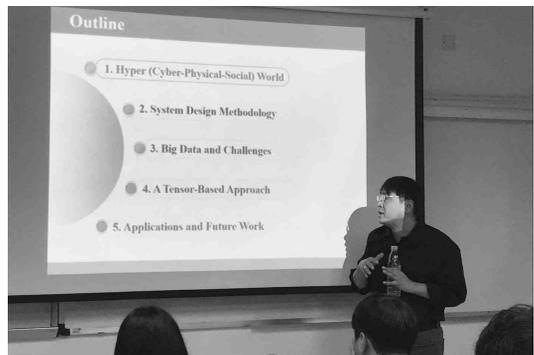
- 1) 일 자 : 2019년 12월 18일(월)~20일(수)
- 2) 장 소 : 마카오, 중국
- 3) 발 표 : 총 43편(국내 : 42편, 해외 : 1편, 총 2개국)
- 4) 참가자 : 75명(등록자 63명 + 임원 5명 + 스태프 5명 + 현지VIP 7명)



[CUTE 2019 첫째날 논문 발표 모습 1]



[CUTE 2019 첫째날 논문 발표 모습 2]



[CUTE 2019 첫째날 Keynote Speech 발표 모습 - Laurence T. Yang(St. Francis Xavier Univ., Canada)]

5) 일 정 :

Day 1, December 18, 2019				
Time	Min	HALL A	HALL B	HALL C
08:40-09:00	20	Registration		
09:00-10:30	90	Session A-1 CSA Chair: Gi-Chul Yang	Session B-1 CSA Chair: JiSu Park	Session C-1 CUTE Chair: Geun-Hyung Kim
10:30-10:40	10	Coffee Break		
10:40-12:10	90	Session A-2 CSA Chair: Byoungwook Kim	Session B-2 CUTE Chair: Jin Gon Shon	Session C-2 CUTE Chair: Yeong-Seok Seo
12:10-13:30	80	Lunch		
13:30-14:20	50	Keynote Speech: Laurence T. Yang "Cyber-Physical-Social Systems: Design Automation and Data Analytics"		
14:20-14:30	10	Coffee Break		
14:30-16:00	90	Session A-3 CSA Chair: Yan Li	Session B-3 CUTE Chair: Byoungwook Kim	Session C-3 CUTE Chair: Yeong-Seok Seo
16:00-16:10	10	Coffee Break		
16:10-17:30	90	Session A-4 CSA Chair: Joon-Min Gil	Session B-4 SXRT 2019 Chair: Yunsick Sung	Session C-4 CUTE Chair: Soohyun Cho
17:30-18:00	30	Break		
18:00-19:30	90	Banquet		

Day 2, December 19, 2019				
Time	Min	HALL A	HALL B	
08:40-09:00	20	Registration		
09:00-10:30	90	Session A-5 CSA Chair: Jun-Ho Huh	Session B-5 IPV 2019 Chair: Nammee Moon	
10:30-10:40	10	Coffee Break		
10:40-12:10	90	Session A-6 CSA/CUTE Chair: Jun-Ho Huh	Session B-6 IPV 2019 Chair: Nammee Moon	

Day 3, December 20, 2019				
Time	Min	HALL A		
09:30-11:00	90	CSA/CUTE - Organizing Committee Meeting		
11:00-12:30	90	Local Arrangement Committee Meeting		



[CUTE 2019 첫째날 Keynote Speech 발표 모습 1]



[CUTE 2019 첫째날 Keynote Speech 발표 모습 2]



[CUTE 2019 둘째날 논문 발표 모습]

**[공동 주최/주관 행사]**

◆ 2019 디지털 이니셔티브 정책 세미나 개최

- 1) 일 시 : 2019년 7월 18일(목) 14:00~17:20
- 2) 장 소 : 한국프레스센터 19층 기자회견장
- 3) 주 최 : 한국정보산업연합회, 한국정보처리학회
- 4) 주 제 : 디지털 혁신 드라이브를 위한 데이터 거래와 활용 방안 - 블록체인과 마이데이터를 중심으로
- 5) 참석자 : 김상훈 회장 외 93명
- 6) 프로그램

시간	내용	비고
14:00~14:05	개회 및 주요 참석자 소개	
14:05~14:15	개회 및 인사말씀	주관기관
제1부. 블록체인 - 실험에서 실제 서비스로 길 사회 : 성욱준 교수 (서울과학기술대학교 IT정책대학원)		
14:20~14:45	발표1 : 공공부문 블록체인 시범사업 성과와 과제	채승완 단장 (한국인터넷진흥원)
14:45~15:10	발표2 : 민간부문 블록체인 기반 서비스 확산 방안	장동인 대표 (하이브디비)
15:10~15:40	지정토론 : 정재욱 변호사(법무법인 주원) 김종철 상무(마크애니) 이종혁 교수(상명대학교) 채승완 단장(한국인터넷진흥원) 장동인 대표(하이브디비)	
15:40~16:00	휴식	

제2부. 마이데이터 - 데이터 개방과 활용의 돌파구인가? 사회 : 박영호 교수 (숙명여자대학교)		
16:00~16:25	발표1 : 마이데이터 활성화를 위한 법제도 개선 방향	김경환 대표변호사 (법무법인 민후)
16:25~16:50	발표2 : 산업별 마이데이터 활용 전략과 마이데이터 산업 활성화를위한 제언	임태훈 팀장 (한국데이터산업진흥원)
16:50~17:20	지정토론 : 정준화 입법조사관(국회 입법조사처) 방효창 위원장(경실연 정보통신위원회) 김경환 대표변호사(법무법인 민후) 임태훈 팀장 (한국데이터산업진흥원)	
17:20	폐회	



[2019년도 디지털 이니셔티브 정책 세미나 개최 모습]

◆ 2019년도 i-TOP 경진대회 시상식 개최

- 1) 일 시 : 2019년 11월 21일(목) 15:00
- 2) 장 소 : 웨라튼서울팔래스 강남호텔
- 3) 주 최 : 한국생산성본부, 한국정보처리학회
- 5) 참석자 : 김상훈 회장 외 94명

◆ 제11회 ICT 논문 대제전 시상식 개최

- 1) 일 시 : 2019년 12월 11일(수) 15:00
- 2) 장 소 : 웹캐시 대강당
- 3) 주 최 : 전자신문, 한국정보처리학회
- 5) 참석자 : 김상훈 회장 외 85명

[지외 및 연구회]

- 호남지외

◆ 2019년도 제3차 광주.전남 과학기술포럼 개최

- 1) 일 시 : 2019년 10월 10일(수) 15:30
- 2) 장 소 : 호남대학교 IT스퀘어 강당
- 3) 주 관 : 호남지회(지회장: 이양원 교수)
- 4) 참석자 : 32명
- 5) 내 용 : 개회식, 주제발표, 패널토론

시간	발표제목	발표자
15:30~16:00	접수 및 개회	
	사회 : 김창환 중무	
15:50~16:00	개회식 및 축사	
16:00~16:30	주제발표 1 빅데이터기반 재난대응 인공지능 어드바이저 기술	강윤희 교수 (백석대학교)
16:30~17:00	주제발표 2 4차산업혁명 시대, ICT기술을 활용한 국가재난 대응	박용범 교수 (단국대학교)
17:00~17:30	주제발표 3 경찰/소방분야에서 AI 기술을 적용한 지능형 신고접수처계 표준모델 제안	원육춘 전무 (조인트리)

시간	발표제목	발표자
17:30~17:40	Break Time	
17:40~18:40	토론 . 좌 장 : 방상원(송원대학교 교수) . 토론자 : 김병기(광주전남과중 회장) 김철원(호남대학교 교수) 최용국(전남대학교 교수) 박복길(전남정보문화산업진흥원 단장) 유갑상(동신대학교 교수) 이정재(송원대학교 교수) 김광현(광주대학교 교수) 정병수(남부대학교 교수) 오수열(목포대학교 교수) 최선오(호남대학교 교수)	

– 전산교육연구회

◆ 제68차 IT 관련학과 교수연수 및 논문발표 개최

- 1) 일 시 : 2019년 7월 2일(화) ~ 4일(목)
- 2) 장 소 : 전주다빈호텔
- 3) 주 관 : 전산교육연구회(위원장: 김형진 교수)
- 4) 참석자 : 46명
- 5) 내 용 : 신기술 특강 및 논문 발표



[2019년도 제6차 이브릿지편집위원회 회의 개최 모습]

– 이브릿지연구회

◆ 2019년도 제5차 이브릿지편집위원회 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 7월 31일(수) 11:00
- 2) 장 소 : 에이에스피엔 회의실
- 3) 참석자 : 안문석 편집위원장 외 9명
- 4) 내 용 : 이브릿지 포럼 개최 진행 사항 점검

◆ 2019년도 제7차 이브릿지편집위원회 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 9월 27일(금) 11:00
- 2) 장 소 : 엘솔루 회의실
- 3) 참석자 : 안문석 편집위원장 외 5명
- 4) 내 용 : 이브릿지 포럼 개최 진행 사항 점검

◆ 2019년도 제6차 이브릿지편집위원회 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 8월 23일(금) 11:00
- 2) 장 소 : 데이터스트림즈 회의실
- 3) 참석자 : 안문석 편집위원장 외 11명
- 4) 내 용 : 이브릿지 포럼 개최 진행 사항 점검

◆ 2019년도 이브릿지 포럼 최종 점검 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 10월 4일(금) 11:00
- 2) 장 소 : ETRI 융합기술연구생산센터 회의실
- 3) 참석자 : 이정배 위원장 외 6명
- 4) 내 용 : 이브릿지 포럼 최종 점검 확인 외

◆ 이브릿지 포럼 2019 개최

- 1) 일 시 : 2019년 10월 30일(수) 13:00~17:50
- 2) 장 소 : ETRI 융합기술연구생산센터
- 3) 주 관 : e-Bridge연구회, 한국전자통신연구원, 한국정보화진흥원
- 4) 주 제 : 5G+ Intelligent Digital Transformation
- 5) 참석자 : 안문석 공동위원장 외 153명
- 6) 내 용 :

시간	세 부 내 용		
1:00-1:30	등 록		
1:30-2:00 (30분)	개회식 사회: 이태억 교수(KAIST)	개회사 - 안문석 공동위원장(전자정부추진위원회)	
		환영사 김명준 원장(ETRI)	
		축 사 민원기 차관(과학기술정보통신부)	
		격려사 최희윤 원장(KISTI) 정윤기 행정부시장(대전시) - 양성광 이사장(연구개발특구진흥재단)	
2:00~2:30 (30분)	기조강연	- e-Bridge over Troubled Water 원광연 이사장(국가과학기술연구회)	
2:30-4:05 (95분)	국가정책 사회: 박현재 소장(SPRi)	발 제 발 표	'15 - 인공지능시대 정부 정책 방향 강도현 SW정책관(과학기술정보통신부 SW정책국)
			'15 - 디지털 정부 혁신 추진계획 최장혁 국장(행정안전부 전자정부국)
			'15 - 부산광역시 빅데이터 활용전략 조기행 통계빅데이터담당관(부산시)
			'15 - 혁신성장과 데이터경제로의 이행 전략 박원재 본부장(한국정보화진흥원)
			'15 - 인공지능이 경제-산업-사회에 미치는 영향과 대응방향 이지형 본부장(ETRI 기술정책연구본부)
		패널토의 (20분) - 지정토론1 : 권현영 교수(고려대학교) - 지정토론2 : 배중철 센터장(한국교통안전공단 교통빅데이터센터)	
4:05-4:15	휴 식 (10분)		
4:15-5:45 (90분)	기술혁신 사회: 한선화 본부장(국가 과학기술연 구회)	초청강연 '20	- Deep Learning in Computer Vision Prof. Rene Vidal(Johns Hopkins Univ.)
		발 표	'15 - LG그룹 RPA 적용 및 공공 업무 혁신 사례 임은영 팀장(LG CNS)
			'15 - 5G+ 혁신을 위한 Network Transformation 이선우 소장(KT 융합기술원)
			'15 - 빅데이터 기술동향 및 차세대 데이터 플랫폼 전략 안현주 본부장(데이터스트림즈)
			'15 - 5G+로 진화하는 DNA(Data-Network-AI) 융합 실시간 강연 통역 김동필 부사장(엘솔루)
Q&A (10분)			
5:45~5:50	폐회사	- 이정배 부총장(부산외대, 이브릿지연구회 위원장)	



[e-Bridge 포럼 2019 내빈 기념 촬영 모습]



[기조강연 모습 - 원광연 이사장(국가과학기술연구회)]



[국가정책 발제발표 모습 - 강도현 SW정책관(과학기술정보통신부)]



[초청강연 모습 - Prof. Rene Vidal(Johns Hopkins Univ.)]

– 컴퓨터소프트웨어연구회

◆ BIC 2019 개최

- 1) 일 시 : 2019년 8월 19일(월)~21일(수)
- 2) 장 소 : 제주도 메종글래드호텔
- 3) 주 최 : 컴퓨터소프트웨어연구회  
(위원장: 박두순 교수)
- 4) 참석자 : 76명(발표논문 : 63편)

◆ CSA 2019 개최

- 1) 일 시 : 2019년 12월 18일(수)~20일(금)
- 2) 장 소 : 마카오, 중국
- 3) 주 관 : 컴퓨터소프트웨어연구회  
(위원장: 박두순 교수)
- 4) 참석자 : 80명(발표논문 : 50편)

[계회의]

◆ 2019년도 제3차 이사회 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 10월 11일(금) 17:00
- 2) 장 소 : KCC정보통신 사옥 9F 컨퍼런스홀
- 3) 참석자 : 김상훈 회장 외 69명(참석 22명, 위임 48명)
- 4) 내 용 : 학회 제반 사항 점검 및 제51차 정기 총회 포상자 심의 외



[2019년도 제3차 이사회에서 이상현 부회장의 환영사 모습]



[2019년도 제3차 이사회에서 김상훈 회장의 개회사 모습]



[2019년도 제3차 이사회에서 개최 모습]

◆ 제51차 임시총회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 11월 1일(금) 17:30
- 2) 장 소 : 제주대학교 4호관 B1 대강당
- 3) 참석자 : 김상훈 회장 외 203명(참석 38명, 위임 166명)
- 4) 내 용 : 2019년도 3/4분기 각종 회무보고



[제51차 임시총회에서 김상훈 회장의 개회사 모습]



[제51차 임시총회에서 송석연 총장(제주대학교)의 환영사 모습]



[제51차 임시총회에서 감사패 수여 모습 - 송석연 총장(제주대학교)]



[제51차 임시총회에서 공로상 시상 모습 - 김동호 교수(송실대학교)]



[제51차 임시총회에서 2019년도 추계 학술발표대회 최우수 논문상 시상 모습 - 김현우 학생 (고려대학교)]



[제51차 임시총회에서 2019년도 추계학술발표대회 우수 논문상 시상 모습 1]



[제51차 임시총회에서 2019년도 추계학술발표대회 학부생논문경진대회 금상 시상 모습]



[제51차 임시총회에서 2019년도 추계학술발표대회 우수 논문상 시상 모습 2]



[제51차 임시총회에서 2019년도 추계학술발표대회 학부생논문경진대회 은상 시상 모습]



[제51차 임시총회에서 2019년도 추계학술발표대회 학부생논문경진대회 대상 시상 모습 - 이정훈 학생(인천대학교)]



[제51차 임시총회에서 2019년도 추계학술발표대회 학부생논문경진대회 동상 시상 모습]



[제51차 임시총회에서 2019년도 추계학술발표대회 우수논문  
정총연합회장상 시상 모습]



[제51차 임시총회에서 감사보고 모습]



[제51차 임시총회에서 개최 모습]

**[ 각위원회 회의 ]**

**- 선거관리위원회**

◆ 2019년 제1차 선거관리위원회 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 12월 6일(금) 12:00
- 2) 장 소 : 재미가 한정식
- 3) 참석자 : 남석우 위원장 외 4명
- 4) 내 용 : 2020년도 수석부회장 선거 일정 확정

**- 전임회장운영위원회**

◆ 2019년 제2차 전임회장운영위원회 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 11월 29일(금) 18:00
- 2) 장 소 : 서초원 한정식
- 3) 참석자 : 성기중 전임회장 외 7명
- 4) 내 용 : 학회 발전 방향 협의



[2019년 제2차 전임회장운영위원회 회의 개최 모습]

**[ 발간사업 추진 활동 ]**

**- JIPS 운영위원회**

◆ 2019년도 제3차 영문논문지(JIPS) 실무 운영위원회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 8월 19일(월) 16:00
- 2) 장 소 : 그랜드메종제주호텔
- 3) 참석자 : 박중혁 위원장 외 12명
- 4) 내 용 : JIPS 10월호 게재 목록 선정 외

◆ 2019년도 제4차 영문논문지(JIPS) 실무 운영위원회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 10월 31일(목) 16:00
- 2) 장 소 : 제주도 숨비소리
- 3) 참석자 : 박종혁 위원장 외 5명
- 4) 내 용 : JIPS 발전 방안 과제 선정 외

◆ 2019년도 제5차 영문논문지(JIPS) 실무 운영위원회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 12월 12일(목) 16:00
- 2) 장 소 : 해담채 강남점
- 3) 참석자 : 박종혁 위원장 외 12명
- 4) 내 용 : JIPS 12월호 발간 계획 협의 및 송년회

[ 학술사업 추진 활동 ]

- 단기강좌

◆ 2019년도 제1차 단기강좌 운영위원회 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 8월 8일(목) 16:00
- 2) 장 소 : 학회 회의실
- 3) 참석자 : 길준민 위원장 외 3명
- 4) 내 용 : 2019년도 제2차 단기강좌 개최 계획 협의 외



[2019년도 제1차 단기강좌 운영위원회 회의 개최 모습]

- 추계학술발표대회

◆ 2019년도 추계학술발표대회 제1차 학술위원장단 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 9월 19일(목) 16:00
- 2) 장 소 : 학회 회의실
- 3) 참석자 : 김동호 학술위원장 외 3명
- 4) 내 용 : 2019년도 추계학술발표대회 계획 및 논문 모집 독려 방안 협의



[2019년도 추계학술발표대회 제1차 학술위원장단 회의 개최 모습]

◆ 2019년 추계학술발표대회 제2차 학술위원장단 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 10월 2일(금) 16:00
- 2) 장 소 : 학회 회의실
- 3) 참석자 : 김동호 학술위원장 외 5명
- 4) 내 용 : 2019년도 추계학술발표대회 논문 최종 심사 및 우수논문상 수상자 확정 외



[2019년 추계학술발표대회 제2차 학술위원장단 회의 개최 모습]

- CUTE 2019

◆ CUTE 2019 제2차 준비회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 7월 12일(금) 11:00
- 2) 장 소 : 학회 회의실
- 3) 참석자 : 박종혁 교수 외 5명
- 4) 내 용 : CUTE 2019 개최 계획 확정 및 논문  
모집 독려 방안 협의

[ 기타 활동 ]

◆ 2019년도 상반기 감사 시행

- 1) 일 시 : 2019년 7월 16일(화) 11:00
- 2) 장 소 : 학회 회의실
- 3) 참석자 : 이재철 감사 외 3명
- 4) 내 용 : 학회 2019년도 상반기 회무 및 재무  
감사

### 신규회원 명단

회원구분	회원번호	성명	직장명
종신회원	2019-22352-01	김도현	고려대학교
	2019-22357-01	노동건	송실대학교
정회원	2019-22137-02	고정길	고려대학교
	2019-22138-02	최병기	송실대학교
	2019-22154-02	민재욱	아주대학교
	2019-22158-02	조동식	서울시립대학교
	2019-22162-02	장원준	한국특허정보원
	2019-22168-02	정강희	원광대학교
	2019-22172-02	차정우	에이티지랩
	2019-22173-02	한준환	위니텍
	2019-22174-02	정회민	한화시스템
	2019-22176-02	전수지	한화시스템
	2019-22177-02	김법준	한국토지주택공사
	2019-22178-02	최선오	한국과학기술원
	2019-22179-02	승명기	한국과학기술원
	2019-22181-02	황선희	호남대학교
	2019-22190-02	김명균	한화시스템
	2019-22193-02	이진우	케이티넥스알
	2019-22194-02	강주미	전자부품연구원
	2019-22195-02	이민호	한국특허정보원
	2019-22197-02	신민규	전자부품연구원
	2019-22201-02	안재용	전자부품연구원
	2019-22224-02	김상국	케이티넥스알
	2019-22225-02	이영실	한국과학기술연구원
	2019-22226-02	박근철	한국과학기술정보연구원
	2019-22228-02	김성태	동서대학교
	2019-22234-02	황동현	한국과학기술정보연구원
	2019-22242-02	조용연	엘아이지넥스원
	2019-22243-02	정민영	전자부품연구원
	2019-22245-02	변영철	국립암센터
	2019-22252-02	김태훈	국립암센터
	2019-22254-02	진상현	제주대학교
	2019-22255-02	최락현	원광대학교
	2019-22256-02	문현준	대구경북과학기술원
	2019-22260-02	김효익	솔트룩스
	2019-22272-02	백중환	한국로봇융합연구원
	2019-22282-02	백상훈	아시아나IT
	2019-22290-02	가중희	엑스퍼넷
	2019-22296-02	조유정	한국특허정보원
	2019-22297-02	고봉수	한국특허정보원
	2019-22299-02	황석현	솔트룩스
	2019-22315-02	최재호	엘아이지넥스원
2019-22320-02	채철승	전자부품연구원	

회원구분	회원번호	성명	직장명
정회원	2019-22321-02	심준용	엘아이지넥스원
	2019-22324-02	이양원	호남대학교
	2019-22325-02	김형구	전자부품연구원
	2019-22327-02	김도원	한국인터넷진흥원
	2019-22330-02	권오승	스패로우
	2019-22331-02	김용성	소프트웨어정책연구소
	2019-22332-02	박효주	인제대학교
	2019-22334-02	김덕수	한국기술교육대학교
	2019-22337-02	이혜영	홍익대학교
	2019-22345-02	Aziz Nasridinov	충북대학교
	2019-22346-02	양진홍	인제대학교
	2019-22349-02	박명환	공군사관학교
	2019-22353-02	김재길	꿈나무이야기
	2019-22354-02	김애영	한양대학교
준(학생)회원	2019-22136-03	박재민	한경대학교
	2019-22139-03	조우진	충남대학교
	2019-22140-03	최동수	한국기술교육대학교
	2019-22141-03	바트허식	한남대학교
	2019-22142-03	채웅	국방대학교
	2019-22143-03	반빈	국방대학교
	2019-22144-03	김철기	송실대학교
	2019-22145-03	이득우	송실대학교
	2019-22146-03	김선형	경북대학교
	2019-22147-03	장림초	제주대학교
	2019-22148-03	이전제	광운대학교
	2019-22149-03	권봉재	충북대학교
	2019-22150-03	권혁동	한성대학교
	2019-22151-03	지홍근	한국산업기술평대학교
	2019-22152-03	전민규	송실대학교
	2019-22153-03	임성준	고려대학교
	2019-22155-03	허은영	동덕여자대학교
	2019-22156-03	정필수	한국과학기술원
	2019-22157-03	천영도	송실대학교
	2019-22160-03	정건상	고려대학교
	2019-22161-03	유연국	한밭대학교
	2019-22163-03	김민태	순천대학교
	2019-22165-03	장성민	순천대학교
	2019-22166-03	임영서	동덕여자대학교
	2019-22167-03	서진호	한림대학교
	2019-22169-03	계슬아	순천대학교
	2019-22170-03	위예진	순천대학교
	2019-22171-03	장래승	순천대학교
	2019-22175-03	유현종	순천대학교

회원구분	회원번호	성명	직장명
준(학생) 회원	2019-22180-03	박도현	순천향대학교
	2019-22182-03	강은수	동국대학교
	2019-22183-03	고병국	동국대학교
	2019-22184-03	윤세영	동국대학교
	2019-22185-03	원태연	서울호서직업전문학교
	2019-22186-03	손수현	한양대학교
	2019-22187-03	김정명	서울호서직업전문학교
	2019-22188-03	강종렬	동국대학교
	2019-22189-03	이조순	동국대학교
	2019-22191-03	최하진	동국대학교
	2019-22192-03	고영상	고려대학교
	2019-22196-03	윤준호	경일대학교
	2019-22198-03	서준혁	경일대학교
	2019-22199-03	황현재	경일대학교
	2019-22200-03	도영채	한국과학기술연구원
	2019-22202-03	김혜원	한동대학교
	2019-22203-03	문준현	성균관대학교
	2019-22204-03	김현식	충북대학교
	2019-22205-03	황우섭	한국방송통신대학교
	2019-22206-03	황해진	한국기술교육대학교
	2019-22207-03	양진슬	한국방송통신대학교
	2019-22208-03	윤경일	한국방송통신대학교
	2019-22209-03	안철용	한국방송통신대학교
	2019-22210-03	안보라미	한국방송통신대학교
	2019-22211-03	이동해	부경대학교
	2019-22212-03	박성현	인천대학교
	2019-22213-03	정석현	송실대학교
	2019-22214-03	박민기	원광대학교
	2019-22215-03	이유경	포항공과대학교
	2019-22216-03	이원석	포항공과대학교
	2019-22217-03	문법석	인천대학교
	2019-22218-03	김영훈	한국기술교육대학교
	2019-22219-03	이한나	순천향대학교
	2019-22220-03	김재훈	충북대학교
	2019-22221-03	Kai Liu	세종대학교
	2019-22222-03	지민근	동국대학교
	2019-22223-03	손영재	송실대학교
	2019-22227-03	이지웅	한밭대학교
	2019-22229-03	길건욱	송실대학교
	2019-22230-03	Ahmed Jahanzeb	제주대학교
	2019-22231-03	임종현	순천향대학교
	2019-22232-03	최정석	호서대학교
	2019-22233-03	정현우	한국기술교육대학교
2019-22235-03	조은지	고려대학교	
2019-22236-03	김수리	고려대학교	
2019-22237-03	김현준	한성대학교	

회원구분	회원번호	성명	직장명
준(학생) 회원	2019-22238-03	장한나	군산대학교
	2019-22239-03	이유진	군산대학교
	2019-22240-03	김현우	고려대학교
	2019-22241-03	정재은	인제대학교
	2019-22246-03	이장행	동국대학교
	2019-22247-03	Sathishkumar V E	순천대학교
	2019-22248-03	김요한	제주대학교
	2019-22249-03	김태훈	광운대학교
	2019-22251-03	박해민	경희대학교
	2019-22258-03	고태진	성균관대학교
	2019-22261-03	문준오	홍익대학교
	2019-22263-03	김태원	서울미디어대학원대학교
	2019-22264-03	지효상	연세대학교
	2019-22265-03	백재희	송실대학교
	2019-22266-03	고병길	에스더블유엠
	2019-22267-03	박은비	한남대학교
	2019-22268-03	이진수	대구가톨릭대학교
	2019-22269-03	허형록	부산대학교
	2019-22270-03	최정훈	부산대학교
	2019-22271-03	공민정	건국대학교
	2019-22273-03	김지인	고려대학교
	2019-22274-03	조단비	국민대학교
	2019-22275-03	윤인호	동아대학교
	2019-22276-03	박지훈	한국외국어대학교
	2019-22277-03	류형오	한국외국어대학교
	2019-22278-03	김주성	코너스톤 국제아카데미
	2019-22279-03	김종권	원광대학교
	2019-22280-03	한광환	국민대학교
	2019-22281-03	류효민	국민대학교
	2019-22283-03	황지연	송실대학교
	2019-22285-03	최진영	아주대학교
	2019-22288-03	김석진	대구가톨릭대학교
	2019-22289-03	이동욱	대구가톨릭대학교
	2019-22291-03	이재혁	대구가톨릭대학교
	2019-22298-03	안현식	홍익대학교
	2019-22300-03	이원영	홍익대학교
	2019-22302-03	이준연	고려대학교
	2019-22303-03	배서연	순천향대학교
	2019-22304-03	김채영	고려대학교
	2019-22305-03	정주혜	고려대학교
	2019-22306-03	조영훈	한국방송통신대학교
	2019-22307-03	이지원	순천향대학교
	2019-22308-03	강민규	제주대학교
2019-22309-03	김지수	제주대학교	
2019-22310-03	최승표	순천향대학교	
2019-22311-03	곽정기	고려대학교	

회원구분	회원번호	성명	직장명
준(학생) 회원	2019-22313-03	이중훈	세종대학교
	2019-22314-03	민경식	서울시립대학교
	2019-22316-03	최지수	서울시립대학교
	2019-22317-03	홍제성	홍익대학교
	2019-22318-03	김용준	송실대학교
	2019-22319-03	민찬기	홍익대학교
	2019-22322-03	박영식	홍익대학교
	2019-22323-03	서현석	경희대학교
	2019-22326-03	김은지	고려대학교
	2019-22328-03	이혜진	숙명여자대학교
	2019-22329-03	이은지	숙명여자대학교
	2019-22333-03	서창배	한양대학교
	2019-22335-03	채수현	군산대학교
	2019-22336-03	조영조	전북대학교

회원구분	회원번호	성명	직장명
준(학생) 회원	2019-22338-03	예지훈	홍익대학교
	2019-22339-03	장남웅	홍익대학교
	2019-22340-03	이주현	전북대학교
	2019-22341-03	김영호	단국대학교
	2019-22342-03	김준호	단국대학교
	2019-22343-03	양혜진	군산대학교
	2019-22344-03	김은석	전북대학교
	2019-22347-03	원혜진	부산외국어대학교
	2019-22348-03	김정훈	충북대학교
	2019-22350-03	권재환	송실대학교
	2019-22351-03	이재현	송실대학교
	2019-22355-03	김윤재	한밭대학교
	2019-22356-03	공성현	서울과학기술대학교
	2019-22358-03	김용호	충남대학교

### 특별 법인회원 명단

구 분	대표자	주 소
(주)데일리블록체인	김남진 대표	경기도 안양시 만안구 예술공원로 153-32
(주)베스트케이에스	김교은 대표	서울특별시 금천구 범안로 1130 가산디지털엔지니어빌딩 501, 502호
(주)블루코어	이동화 대표	서울특별시 강남구 역삼로 111 대세빌딩 2층
삼성SDS(주)	홍원표 대표	서울특별시 송파구 올림픽로35길 123(신천동) 삼성SDS타워
(주)영화조세통람	서동혁 대표	서울특별시 중구 동호로 14길 5-6 이나우스빌딩
(주)LG CNS	김영섭 대표	서울특별시 강서구 마곡중앙8로 71 LG사이언스파크 E13
LG히다찌(주)	김수엽 대표	서울특별시 마포구 마포대로 155 LG마포빌딩
(주)자이네스	고범석 대표	서울특별시 구로구 디지털로33길 11, 에이스테크노타워 8차 503호
정보통신산업진흥원	김창용 원장	충청북도 진천군 덕산면 정통로 10
정보통신정책연구원	김대희 원장	충청북도 진천군 덕산면 정통로 18
(주)지란지교시큐리티	윤두식 대표	서울특별시 강남구 역삼로 542(대치동 신사&G 5층)
(주)G.I.G기업	이용기 대표	서울특별시 광진구 능동로40길8 정암빌딩 100호
KCC정보통신	이상현, 권혁상 대표	서울특별시 강서구 공향대로 665 KCC오토타워
한국인터넷진흥원	김석환 원장	전라남도 나주시 진흥길 9
한국전자통신연구원	김명준 원장	대전광역시 유성구 가정로 218
한국정보화진흥원	문용식 원장	대구광역시 동구 첨단로 53



한국정보처리학회는 학회지 「정보처리학회지」와 논문지 「정보처리학회논문지 A·B·C·D」를 발행하고 있습니다. 「정보처리학회지」는 새로운 기술동향을 비롯해서 각종 정보를 게재하고, 회원의 지식 향상을 목적으로 하며, 「정보처리학회논문지 A·B·C·D」는 회원의 연구 결과를 발표하는 장입니다.

본 안내는 학회 기관지의 원고 집필 요령을 정리한 것으로, 집필 시 참고로 하시기 바랍니다.

### 『정보처리학회지』 원고 집필 안내

- 제 1 조 학회지에 게재할 원고의 종류는 특집, 특별기고, 기획기사, 정보 관련 기술 동향 및 편집위원회가 인정하는 것으로 한다.
- 제 2 조 투고자는 원칙적으로 본 학회 회원으로 한다. 단, 회원과의 공동기고자 및 초청기고자는 예외로 한다.
- 제 3 조 원고는 수시로 접수하며 접수일은 원고가 본학회 편집위원회에 도착한 날로 하고, 접수된 원고는 편집위원회에서 게재여부를 결정한다.
- 제 4 조 원고는 가장 많이 사용되는 워드프로세서로 작성한 파일을 함께 제출한다.
- 제 5 조 원고의 내용은 정보처리 관련자가 이해할 수 있는 정도로 작성한다.
- 제 6 조 투고자는 200자 이내의 약력을 제출하여야 한다. 게재가 확정된 원고에 대해서는 추후 저자의 사진을 제출해야 한다.
- 제 7 조 본 학회지에 게재된 내용은 본 학회의 승인없이 영리목적으로 무단 복제하여 사용할 수 없다.
- 제 8 조 원고 작성 방법은 다음과 같다.
  - (1) 1페이지 기술 분량 : A4용지 30행×40자 내외
  - (2) 원고분량 : 6~8페이지 내외
  - (3) 참고문헌 : 참고 문헌은 저자명에 의한 사전식으로 기술하되, 각 참고 문헌은 잡지의 경우 “번호저자명, 제목, 잡지명, 권, 호, 페이지, 연도”의 순으로 기술한다. 단, 참고문헌 인용시에는 대괄호를 이용할 것(예 [1], [2], [3], [4] 등)
    - (예) [1] 김철수, 김수철, “한국 정보 처리 산업에 관한 연구”, 한국정보처리논문지, 제1권, 제1호, pp.23-43, 1997.
    - [2] 이영희, 컴퓨터입문, pp.234, 출판사, 1997.
    - [3] L. Lanomt, “Synchronization Architecture and Protocols”, IEEE Trans. on Comm., Vol. 23, No. 3, pp.123-132, 1997.
    - [4] Steinmetz, Multimedia : Computing, Communications & Applications, PII, 1995.
  - (4) 내용표기에 있어서, 장, 절 등의 표시는 ‘ 1, 1.1, 1.1.1, 가, 1), 가), (1), (가)’의 순서로 한다.
  - (5) 원고는 ‘제목-소속-성명-목차-본문-참고문헌’의 순으로 기술하며, 첫장 하단에는 회원 구분을 명기한다.
  - (6) 표의 제목은 “〈표 1〉대한민국” 과 같이 표의 상단에 기술하고, 그림의 제목은 “(그림 1)서울”과 같이 그림의 하단에 기술하며, 사진판으로 사용할 수 있도록 백지에 정서해야 한다.

본 규정은 1997년 1월 1일부터 효력을 발생한다.



당 학회지 편집위원회에서는 학회지 「정보처리학회지」에 게재할 각종 원고를 회원 여러분으로부터 모집하고 있습니다. 많은 투고와 참여있으시기 바랍니다.

### 1. 모집내용

다음에 대한 원고를 모집합니다.

- (1) 해설 : 정보처리에 관련된 신기술 또는 이론으로서 당 학회 회원의 관심도가 높은 내용
- (2) 외국기사 : 외국 잡지에 게재된 기사로서 당 학회 회원에게 유익한 내용
- (3) 서평 : 최근에 출판된 책으로서 당 학회 회원에게 유익한 도서의 소개 또는 비평
- (4) 뉴스 : 정보처리에 관한 국제규모의 회의, 대회의 보고 등 시사성이 높고 당 학회 회원에게 널리 알릴 가치가 있는 내용
- (5) 기관소개 : 국내 기관 또는 외국 기관
- (6) 기타 : 당 학회 회원에게 유익한 내용

### 2. 응모 자격

당 학회 회원으로 한다.

### 3. 응모 절차

원고는 학회지 편집위원회에서 정한 투고 규정에 의거하여 다음 순서로 기술하여 주시기 바랍니다.

- (1) 제목  
서평의 경우에는 저자명, 책이름, 페이지수, 출판사, 발행년도, 가격 등으로 기술한다.  
어느 장르에 속하는지를 첫페이지 오른쪽 상단에 표시한다.
- (2) 필자명, 소속, 필자 연락처
- (3) 본문  
본문은 서평의 경우 2,000자 정도, 뉴스의 경우 1,000자 정도로 한다.
- (4) 참고문헌, 부록, 그림, 표
- (5) 필자 소개  
이름, 경력과 학력을 기술한다.

### 4. 원고 취급

투고된 원고는 학회지 편집위원회에서 심사할 한 후 게재여부를 결정합니다. 게재가 결정되었을 경우에는 원고 수정을 부탁하는 경우가 있습니다. 서평의 경우에는 필자의 사진이 필요하므로 게재 결정 후 학회 사무국으로 우송해야 됩니다.

### 5. 원고료

학회지 규정에 의거하여 소정의 원고료를 지급합니다.

### 6. 보낼 곳

04376 서울특별시 용산구 한강대로 109, 1002호(한강로 2가 용성비즈텔)  
한국정보처리학회 학회지 편집위원회  
uskim@kips.or.kr



## 정보처리학회 논문지 투고 규정

### 1. 원고의 전자 투고

모든 원고는 전자 형태(MS Word, 아래아 한글, 혹은 PDF 형태)로 학술지 웹사이트 ([http://acomsl.kisti.re.kr/kips/index.jsp?publisher\\_cd=kips&cid=&cid\\_year=2006&cid\\_seq=A&lang=kor](http://acomsl.kisti.re.kr/kips/index.jsp?publisher_cd=kips&cid=&cid_year=2006&cid_seq=A&lang=kor))를 통해 온라인으로 투고하여야 한다. 투고 규정은 해당 웹사이트에서도 볼 수 있으며, 본 학술지에 투고하는 모든 원고들은 이 규정을 준수하여야 한다. 그렇지 않을 경우 원고가 반송되게 되며 이로 인해 출간이 지연될 수도 있다. 원고 투고에 관한 문의는 이메일([kips@kips.or.kr](mailto:kips@kips.or.kr))이나 전화(+82-2-2077-1414), 팩스(+82-2-2077-1472)를 통해 학회 사무국으로 한다. 저자 중에 1인은 학회 회원으로 가입되어야 함을 원칙으로 한다.

### 2. 연구 및 출판 윤리

본 학술지는 Guidelines on Good Publication (<http://publicationethics.org/static/1999/1999pdf13.pdf>)에 기술된 연구 및 출판 윤리 지침을 따른다.

#### 2.1 이해갈등관계 명시

저자는 기업으로부터의 재정적 지원 또는 연계, 이익집단으로부터의 정치적 압력 등과 같은 이해 갈등 관계가 있으면, 이에 관한 정보를 밝혀야 한다. 특히, 연구에 관계된 모든 지원금의 출처를 명백히 진술해야 한다.

#### 2.2 저자 요건

1) 연구의 기본개념설정과 설계, 자료수집, 또는 자료분석과 해석에 지대한 공헌을 하고, 2) 원고를 작성하거나 내용의 중요 부분을 변경 또는 개선하고, 3) 최종 원고의 내용에 동의한 세 가지 조건을 모두 충족한 사람만이 논문 저자로서 원고에 나열되어야 한다. 원고의 최종 투고 후, 어떠한 저자 변경 사항(저자 추가, 저자 삭제, 혹은 저자 순서 변경)도 편집인에게 편지로 알려주고 승인을 받아야 한다. 이 편지에는 해당 논문의 모든 저자들의 서명이 포함되어야 한다.

#### 2.3 이중게재/이중투고 금지

투고 된 모든 원고는 다른 학술지에 이미 실렸거나 또는 심사 중이어서는 안 된다. 채택된 원고의 모든 부분은 편집위원회의 허가 없이 다른 과학학술지에 이중게재 하여서는 안 된다. 본지에 실린 논문의 이중게재 발자 시에는 저자 및 소속기관에 이를 알릴 것이며, 저자에게 제재가 가해 질 것이다.

### 3. 상호심사 절차

모든 원고는 편집위원이 위촉한 2인 또는 3인의 심사위원들이 평가하며, 연구의 질과 독창성, 그리고 과학적 중요성을 바탕으로 심사하여 채택 여부를 결정한다. 원고투고 후 심사결과를 이메일로 통보 받게 되며 심사자의 의견이 교신저자의 이메일로 전달된다. 교신저자는 수정된 원고를 온라인으로 재투고해야 하며 심사자의 지적에 따라 변경된 내용을 각 항목별로 진술해야 한다. 편집위원회 결정 이후 8주가 경과해도 수정된 원고를 재투고하지 않을 시에는 철회로 간주한다. 저자는 학술지 웹사이트에서 투고 논문의 심사 진행 현황을 확인할 수 있다.

### 4. 저작권

출판된 모든 원고는 한국정보처리학회의 자산이 되며, 서면허가 없이 다른 곳에 출판되어서는 안 된다. 출판이 결정되면 저자는 저작권양도 서식을 기재하여 팩스, 우편 또는 이메일로 학회 사무국에 보내야 한다.

### 5. 원고 작성

#### 5.1 언어

모든 원고는 국문 또는 영문으로 작성하여야 한다. 국문 논문의 경우, 서지 정보(제목, 저자, 소속, 교신저자의 주소와 이메일), 표, 그림, 감사의 글, 참고문헌 등은 모두 영문으로 기술하여야 한다. 심사를 위한 초기 투고 원고에는 저자 정보를 포함시키지 말아야 한다. 하지만, 논문 수락 판정을 받은 후 제출하는 최종본에는 저자 정보를 포함시켜야 한다.

#### 5.2 일반적인 사항

- 1) 원고는 MS Word나 한글문서로 작성한다.
- 2) 원고는 A4 (21.0×29.7cm) 용지에 10point 글씨크기로 행 사이를 2행 간격(double space)으로 하여 작성하되, 상하좌우 모두 2.5cm의 여백을 둔다.
- 3) 모든 단위는 International System(SI) of Units 에 따라 기술하여야 한다. 퍼센트(%)와 온도(°C)를 제외한 모든 단위는 한 칸의 공백 다음에 기술해주어야 한다.

#### 5.3 출판 유형

한국정보처리학회논문지는 연구논문(research paper), 편집인의 글(editorial), 편집인과의 서신(letters to the editor) 등을 출판한다.

- 1) 연구논문(research paper): 본 학술지가 다루는 범위 안에서 새로운 학술적 발견들을 상호 심사과정을 거쳐 연구논문으로 출판할 수 있다. 연구논문에는 이론이나 실험에 관한 새롭고 중요한 결과들이 기술되어야 한다. 연구논문 중 일반논문(regular paper)과 단편논문(short paper)의 길이 제한은 각각 20쪽과 4쪽 이내이다.
- 2) 편집인의 글(editorial): 편집인의 글은 초빙에 의해서만 원고를 투고할 수 있으며, 본 학술지 편집위원회에서 결정하는 주제들을 다룬다.
- 3) 편집인과의 서신(letters to the editor): 본 학술지에 이미 출판된 학술 논문에 관한 간략한 평가나 흥미로운 새로운 아이디어를 편집인과의 서신으로 투고할 수 있다. 학술지 편집위원회에서는 투고된 서신을 편집할 수 있으며, 필요한 경우 해당 논문의 저자에게 회신을 요청할 수도 있다.

#### 5.4 연구논문

원고는 국문제목, 국문요약과 국문키워드, 영문제목, 영문요약과 영문키워드, 본문, 감사의 글(필요 시), 참고문헌을 순서대로 포함한다.

- 1) 영문제목  
제목은 공백을 포함해 길이가 40자를 초과하지 않도록 한다.
- 2) 영문요약과 키워드  
요약은 무슨 연구를 어떻게 수행하였는지, 주된 연구결과와 그 중요성에 관해 간결하게 기술하여야 한다. 요약은 300단어를 초과해서는 안되며, 표나 참고문헌 번호를 포함하지 않은 하나의 문단으로 기술되어야 한다. 초록의 하단부에는 연구분야와 내용을 나타낼 수 있는 3 ~ 5단어 이내의 키워드를 기재하여야 한다.
- 3) 본문
  - a) 장절 제목: 장이나 절의 제목은 1, 1.1, 1), a) 와 같이 4 단계 레벨로 표기할 수 있다.
  - b) 본문 중 참고문헌 인용: 참고문헌은 본문에서 처음 인용되는 순서대로 번호를 붙인다. 그리고 본문에서 참고문헌을 인용할 때는 해당 참고문헌의 번호를 [1, 4, 기 혹은 [6-9]와 같이 각괄호 안에 기재한다.
  - c) 약어: 약어는 저자의 편의성보다는 독자에게 도움을 줄 수 있는 방식으로 사용되어야 한다. 따라서 약어는 가급적 제한적으로 사용하는 것이 바람직하다. 표와 그림을 포함해 본문에서 세 번 이상 등장하지 않는 약어의 사용은 가급적 피하라. 약어는 본문에서 처음 사용될 때 축약 이전의 형태로 정의되어야 한다.
  - d) 표: 표는 본문에서 인용되는 순서대로 아라비아 숫자로 번호를 붙인다. 표의 제목과 설명은 영어로 작성하며, 본문 내용을 읽지 않고도 이해할 수 있도록 간결 명료하게 작성한다
  - e) 그림: 그림은 본문에서 인용되는 순서대로 아라비아 숫자로 번호를 붙인다. 동일한 번호에 두 개 이상의 그림이 있는 경우, Fig. 1A, Fig. 1B와 같이 아라비아 숫자 뒤에 알파벳 대문자를 기입하여 구분한다. 자신이 그린 그림이 아니면 저작권자의 허락을 받아야 하며 각주에 이를 밝혀야 한다.
- 4) 감사의 글  
필요한 경우, 본문 뒤에 감사의 글을 포함시킬 수 있으며, 연구비 지원 또는 다른 지원에 대한 내용을 명시할 수 있다.
- 5) 참고문헌  
모든 참고문헌은 영어로 기술하며, 제출 원고의 내용과 분명히 관련이 있는 것들이어야 한다. 참고문헌은 본문에서 처음 인용되는 순서대로 번호를 붙인다. 참고문헌들은 반드시 원저 확인을 통해 출처를 검증하는 것이 필요하다.  
다음 예시들을 참고하여 참고문헌들을 작성한다.

#### Journal Article

- [1] S. Y. Hea and E. G. Kim, "Design and implementation of the differential contents organization system based on each learner's level," *The KIPS Transactions: Part A*, vol. 18, no. 6, pp. 19-31, 2011.
- [2] S. Y. Hea, E. G. Kim, and G. D. Hong, "Design and implementation of the differential contents organization system based on each learner's level," *KIPS Transactions on Software and Data Engineering*, vol. 19, no. 3, pp. 19-31, 2012.

#### Book & Book Chapter

- [3] S. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3th ed., New York: Prentice Hall, 2009.
- [4] J. L. Hennessy and D. A. Patterson, "Instruction-level parallelism and its exploitation," in *Computer Architecture: A Quantitative Approach*, 4th ed., San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Pub., ch. 2, pp. 66-153, 2007.
- [5] D. B. Lenat, "Programming artificial intelligence," in *Understanding Artificial Intelligence*, Scientific American, Ed., New York: Warner Books Inc., pp. 23-29, 2002.

#### Conference Proceedings

- [6] A. Stoffel, D. Spretke, H. Kinnemann, and D. A. Keim, "Enhancing document structure analysis using visual analytics," in *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, Sierre, 2010, pp. 8-12.

#### Dissertations

- [7] J. Y. Seo, "Text driven construction of discourse structures for understanding descriptive texts," Ph.D. dissertation, University of Texas at Austin, TX, USA, 1990.

#### Online Source

- [8] Thomas Claburn, Google Chrome 18 brings faster graphics [Internet], <http://www.techweb.com/news/232800057/google-chrome-18-brings-faster-graphics.html>.

## 6. 투고료 및 게재료

### 6.1 투고료

본 학술지에 원고를 투고할 때, 투고자는 1편당 일반 심사의 경우 50,000원(US \$50), 급행 심사의 경우 350,000원(US \$350)을 학회에 납부하여야 한다.

### 6.2 게재료

채택된 논문의 투고자는 논문의 게재를 위해 다음과 같은 논문 게재료를 학회 사무국에 납부하여야 한다.

- 인쇄쪽수가 1 ~ 6쪽인 경우, 100,000원
- 인쇄쪽수가 7쪽 이상인 경우, 100,000원 + 50,000원 추가 / 쪽당

### 6.3 은행계좌

- 한국외환은행: 232-13-01249-5 (예금주: 한국정보처리학회)
- 우체국: 012559-01-000730 (예금주: 한국정보처리학회)

7. 본 투고 규정은 2012년 9월 1일부터 효력을 발생한다.



## 입회 안내

국가가 지향하는 첨단 정보처리 산업과 기술혁신의 시대에 부응하여 첫째, 정보처리 학술활동의 활성화, 둘째, 정보처리 기술의 산학연 협동의 내실화, 셋째, 정보처리 기술의 국제화와 표준화 등 회원봉사 활동에 역점을 두고 정보화사회를 선도하는 명실상부한 정보처리 분야의 정통학회인 사단법인 한국정보처리학회에서는 정보처리분야에 종사하고 계시는 여러분들의 많은 입회를 바라고 있습니다.

### 주요 목적 사업

1. 정보처리에 관한 각종 학술발표회 및 전시회 개최
2. 정보처리에 관한 지식 및 기술 보급에 관한 사업
3. 정보처리 기술의 상호 협조 및 정보 교환
4. 정보처리에 관한 표준화 사업
5. 국제적 학술 교류 및 기술 협력
6. 학회지 및 논문지 발간
7. 정보처리에 관한 문헌 발간
8. 기타 본 학회 목적 달성에 필요한 사업

(정관 제4조)

### 회원의 종류 및 자격

1. 특별회원 : 정보처리 분야 발전에 기여하고 본학회의 취지에 찬동하는 법인 및 단체.
2. 명예회원 : 학식과 덕망이 높고 본 학회의 발전에 크게 기여한 자.
3. 정 회원 : 정보처리 관련 분야를 전공하여 학사학위 이상을 취득한 자 또는 정보처리 관련분야에서 2년이상 근무한 자.
4. 준 회원 : 정보처리 관련학과 학생 또는 대학원생
5. 단체회원 : 도서관 또는 초·중·고 교육기관

(정관 제6조)

### 회원의 혜택

1. 정보처리학회지(논설, 기술보고, 해설, 전망, 강좌, 단편정보 등 게재) 발행. 무료배포
2. 정보처리학회논문지 및 특집호(학술연구논문, 심사완료 후 게재) 발행.
3. 춘추계 학술발표회와 각종 학술행사에 참가 및 논문발표
4. 전문분과연구회의 활동자격과 각종 학술행사에 참가 및 논문발표
5. 국제 학술회의의 활동 및 외국 학회에 참가 및 추천
6. 정보처리 및 기술발전에 업적이 있는 회원에게는 각종 학회상 수여

### 회비

1. 특별회원 회비는 이사회의 결정에 따르면 종신회원·정회원·준회원·단체회원 회비는 다음과 같다.

구분	종신회원	정회원	준회원	단체회원
연회비	600,000원	60,000원	40,000원	300,000원

※ 논문 구독료 각권 별도 2만원 (필요시 구독)

2. 회원가입은 학회 홈페이지를 통하여 회원정보를 입력하신후 회비를 신용카드 결제 및 아래의 은행으로 입금하여 주시기 바랍니다.  
 한국의환은행 계좌번호 : 232-13-01249-5      예금주 : (사단)한국정보처리학회  
 우체국 계좌번호 : 012559-01-000730      예금주 : 한국정보처리학회

문의처 : 04376 서울특별시 용산구 한강대로 109, 1002호(한강로 2가 웅성비즈텔)  
 사단법인 한국정보처리학회 사무국 귀하  
 전 화 : (02) 2077-1414(대)      팩 스 : (02) 2077-1472  
 홈페이지 : www.kips.or.kr      e-mail : ysyun@kips.or.kr



당 학회에는 현재 다음과 같은 연구회가 구성되어 있으며, 이들 연구회는 위원장을 중심으로 하여 현재 활발한 연구 활동을 하고 있습니다. 연구회에 가입을 원하시는 회원은 연구회 가입 원서를 작성하셔서 당 학회 사무국 또는 각 위원장에게 보내주시기 바랍니다. 회원 여러분의 많은 가입을 부탁드립니다. 연구회 발족 등에 관한 의견이 있으시면 학회로 연락 주시기 바랍니다.

<b>e - B r i d g e    연    구    회</b>	<b>우    정    기    슬    연    구    회</b>
위원장 : 이정배 부총장 (부산외국어대학교) 전    화 : 051)509-5033 e-mail : jblee1120@naver.com	위원장 : 정    훈 부장 (ETRI) 전    화 : 042)860-6470 e-mail : hoonjung@etri.re.kr
<b>I T    용    합    서    비    스    연    구    회</b>	<b>전    산    교    육    연    구    회</b>
위원장 : 박석천 교수 (가천대학교) 전    화 : 031)750-5328 e-mail : scpark@gachon.ac.kr	위원장 : 김형진 교수 (전북대학교) 전    화 : 063)270-4783 e-mail : kim@chonbuk.ac.kr
<b>I T    정    책    연    구    회</b>	<b>전    산    수    학    연    구    회</b>
위원장 : 오길록 교수 (순실대학교) 전    화 : e-mail : gilrokoh@paran.com	위원장 : 박진홍 교수 (선문대학교) 전    화 : 041)530-2224 e-mail : chp@omega.sunmoon.ac.kr
<b>블    록    체    인    기    술    및    용    용    연    구    회</b>	<b>전    자    정    부    연    구    회</b>
위원장 : 정영식 교수 (동국대학교) 전    화 : 02)2260-3374 e-mail : vsjeong@dongguk.edu	위원장 : 이재두 수석 (NIA) 전    화 : 02)2131-0370 e-mail : leejaedu@gmail.com
<b>빅    데    이    터    컴    퓨    팅    연    구    회</b>	<b>정    보    통    신    용    용    연    구    회</b>
위원장 : 이필규 교수 (인하대학교) 전    화 : 032)860-7448 e-mail : pkrhee@inha.ac.kr	위원장 : 오진태 부장 (ETRI) 전    화 : 042)860-4977 e-mail : showme@etri.re.kr
<b>소    프    트    웨    어    공    학    연    구    회</b>	<b>지    식    및    데    이    터    공    학    연    구    회</b>
위원장 : 김정아 교수 (가톨릭관동대학교) 전    화 : 033)649-7801 e-mail : clara@cku.ac.kr	위원장 : 진병운 박사 (ETRI) 전    화 : 042)860-6544 e-mail : bwjin@etri.re.kr
<b>스    토    리    지    시    스템    연    구    회</b>	<b>컴    퓨    터    소    프    트    웨    어    연    구    회</b>
위원장 : 신범주 교수 (부산대학교) 전    화 : 055)350-5417 e-mail : bjshin@pusan.ac.kr	위원장 : 박두순 교수 (순천향대학교) 전    화 : 041)530-1317 e-mail : parkds@sch.ac.kr
<b>에    너    지    그    리    드    정    보    처    리    연    구    회</b>	
위원장 : 정재훈 원장 (전력연구원) 전    화 : 061)931-6900 e-mail : jjh_962259@kdn.com	



## 한국정보처리학회 신용카드 결제신청서

◆ 납입방법 : 신용카드

◆ 결제내용 : 학회 회비 / 세미나 참가비 / 논문 구독료 / 논문 게재료

학 회 회 비	종신회원 ₩600,000(     )    정회원 ₩60,000(     )
	준 회원 ₩40,000(     )    기 타 (₩     )
행 사 등 록 비	(₩     )
논 문 구 독 료 (각 권당 2만원)	<input type="checkbox"/> 소프트웨어 및 데이터 공학(KTSDE) <input type="checkbox"/> 컴퓨터 및 통신 시스템(KTCCS) (₩     )
논 문 게 재 료	(     )권 (     )호 (₩     )
기     타	(₩     )

◆ 신용카드 사용내역서

카드명	<input type="checkbox"/> 신한카드 <input type="checkbox"/> 국민카드 <input type="checkbox"/> 비씨카드	결재	일시불(     )	※ 타카드 사용 불가
카드번호	□□□□   □□□□   □□□□   □□□□			
지불금액	원	카드유효기간	년    월    전 화	
소속		성    명	서    명	
“상기 금액을 정히 지불합니다” 사단법인 한국정보처리학회				

※ 신한카드, 국민카드 및 비씨카드만 사용이 가능합니다.

※ 반드시 팩스로 회송바랍니다.

※ 학회 연회비 및 논문 구독료는 홈페이지에서 로그인 후 모든 카드로 온라인 카드 결제가 가능합니다.

☞ 보내실곳 : 한국정보처리학회

전화 : (02)2077-1414

팩 스 : (02)2077-1472

http://www.kips.or.kr

e-mail : ysyun@kips.or.kr

04376 서울특별시 용산구 한강대로 109, 1002호(한강로 2가 용성비즈텔)

## 학 회 사 무 국

선임국장	송영민 (내선 5)	min@kips.or.kr	업무총괄 / 제회 / CUTE 행사
국 장	김은순 (내선 2)	uskim@kips.or.kr	학회지 / 춘계학술대회 / 단기강좌 / 연구과제
차 장	이주연 (내선 1)	joo@kips.or.kr	JIPS(영문지) / IT21컨퍼런스 / 추계학술발표대회
과 장	윤영숙 (내선 3)	ysyun@kips.or.kr	회원 / 재무 / 국문지 / 홈페이지 및 뉴스레터

- 사무국주소 : (04376) 서울특별시 용산구 한강대로 109, 1002호(한강로2가, 용성비즈텔)
- 전 화 : (02) 2077-1414
- 팩 스 : (02) 2077-1472
- 대 표 메 일 : kips@kips.or.kr
- 홈 페 이 지 : www.kips.or.kr

## 정보처리학회지

제 27 권 제 1 호

등록일자 : 1994년 3월 31일  
서기 2020년 1월 28일 인쇄  
서기 2020년 1월 31일 발행

발행인 : 이상현

편집인 : 정광식

발행처 :  **사단법인 한국정보처리학회**  
KIPS Korea Information Processing Society

(04376) 서울특별시 용산구 한강대로 109, 1002호(한강로 2가, 용성비즈텔)  
전 화 : (02)2077-1414(대) 팩 스 : (02)2077-1472  
홈페이지 : www.kips.or.kr 이메일 : kips@kips.or.kr

\* 제작 : (주)이환디앤비 Tel : (02)2254-4301(대)

<비매품>