

KOSEN Conference Report

학술회의명	Asia Pacific Signal and Information Processing Association 2015 (아시아-태평양 신호 및 정보처리 협회 학술대회 2015)		
분 야	정보통신		
개최장소	홍콩	기 간	2015/12/09 ~ 2015/12/12
관련 URL	http://www.apsipa2015.org/		
주관기관	APSIPA ASC		
작 성 자	호요성	전자우편	hoyo@gist.ac.kr
소속기관	광주과학기술원 정보통신공학부		
회 의 개 요	<p>APSIPA 국제학술대회는 아시아-태평양 지역의 국가들을 중심으로 음성 및 영상 신호처리와 정보처리 분야의 연구 및 교육 활동을 진작시키기 위해 국제적으로 저명한 전문가들이 모여 2009년에 발족한 이래 매년 정기적으로 열리는 국제 학술행사로서, 창립된 후 짧은 기간에 괄목할 정도로 크게 성장했다.</p> <p>2015년 12월 16~19일에 홍콩에서 열린 APSIPA 2015 정기총회 및 국제학술행사에는 아시아, 북미, 유럽의 28개국에서 약 350여 명의 전문가가 참석했다. APSIPA 2015 국제학술대회의 발표는 Tutorial 세션, Keynote Speech 세션, Plenary Industrial Forum 세션, Invited Overview 세션, Special 논문발표 세션, Technical 구두 논문발표 세션으로 구성되었다. 3개의 Keynote Speech 세션과 5개의 Tutorial 세션에서는 음성 과 영상 처리의 새로운 기술을 소개했으며, 11개의 Invited Overview 세션에서는 저명한 11분의 전문가를 초청하여 최근의 기술 동향과 새로운 연구 주제를 발표했다. 산업계 포럼 세션에서는 미래의 스마트한 삶(Smart Life)에 관한 새로운 비전을 제시했다. Special 논문 세션과 Technical 구두 논문 세션에서는 총 250편의 논문이 선정되어 학계 및 산업계의 최근 연구 내용 및 기술 동향이 발표되었다.</p> <p>APSIPA의 관심 영역은 주로 신호 및 정보 처리, 인식, 분류, 통신, 네트워크, 컴퓨팅, 시스템 설계 및 구현, 보안, 과학/공학/건강/사회적 영역에 적용할 수 있는 기술이다. 그 기술적 목표를 달성하기 위해 APSIPA에서는 다음과 같은 6개의 기술위원회(TC, Technical Committee)를 두고 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) Signal Processing Systems: Design and Implementation (SPS) (2) Signal and Information Processing Theory and Methods (SIPTM) (3) Speech, Language, and Audio (SLA) (4) Biomedical Signal Processing and Systems (BioSiPS) (5) Image, Video, and Multimedia (IVM) (6) Wireless Communications and Networking (WCN) 		
Key Words	Speech Signal Processing and Recognition, Image Processing and Coding, Multimedia Forensics and Security, Biomedical Signal Processing, Cognitive Science and Computational Intelligence 음성 신호처리 및 인식, 영상처리 및 부호화, 멀티미디어 암호화 및 보안, 생체의료 신호처리, 인지과학 및 계산적 지능		

보고서 차례	1. APSIPA 2015 소개 (3) 2. Tutorial 세션, Keynote Speech 세션 및 Forum 세션 (5) 3. Invited Overview 세션..... (9) 4. APSIPA 2015 국제학술행사 마무리 소견 (13) * 참조: 학회에 참가했던 국내외 한인 과학자와 해외 과학자 (13)
-------------------	---

1. APSIPA 2015 국제학술대회 소개

1.1. APSIPA 란?

아시아-태평양 신호 및 정보처리 협회(Asia-Pacific Signal and Information Processing Association, APSIPA)는 음성과 영상 신호처리 및 정보처리 분야 학계와 산업계의 교육과 연구 개발 정보를 교환하기 위해 2009년에 설립된 비영리 국제학술단체이다. APSIPA는 미국의 IEEE나 유럽의 EURASIP과 같은 대규모의 국제학술단체를 아시아-태평양 지역에 만드는 것을 목적으로 2007년에 제안되었으며, 첫 모임을 2009년 10월 4일에 일본 삿포로에서 개최했다. 이 모임에서 일본의 Sadaoki Furui 교수를 제1대 회장으로 선출하고, Board of Governors(BoG) 회의에서 다른 BoG 회원을 선정했다. 2009년 10월 5일에 열린 첫 번째 총회에서 모든 BoG 회원들이 승인되어 APSIPA 국제학술단체가 공식적으로 출발했다.

APSIPA 협회가 창립한 후에 싱가포르(2010년), 중국 시안(2011년), 미국 할리우드(2012년), 타이완 카오슝(2013년), 캄보디아 시엠립(2014년)에서 매년 주기적으로 APSIPA 정기총회 및 국제학술대회를 개최했다. 2015년부터 싱가포르의 Haizhou Li 박사가 제3대 회장을 맡고 있으며, 한국 측 BoG 위원으로 광주과학기술원 호요성 교수가 교육 담당 부회장으로 선정되어 우리나라를 대표하여 활동하고 있다. 한국에서도 이 모임에 참석하는 전문가들이 매년 계속하여 증가하고 있지만, 아직도 중국이나 일본에 비해 국내 참석자 수는 매우 적은 편이다. 2016년에는 우리나라에서 APSIPA 2016 국제학술행사를 유치하기로 결정되었는데, 이를 계기로 국내의 많은 전문가들에게 APSIPA 단체와 이에 관련한 학술 활동 및 행사를 널리 알리고, 정보통신 분야의 더 많은 사람들이 이 행사에 참여하여 귀중한 기술 정보를 습득할 수 있는 기회를 만들어주자 한다.

APSIPA는 신호와 정보 처리 분야의 연구 및 교육 활동을 진작시키기 위해 최근에 만들어진 국제학술협회이다. APSIPA의 관심 영역은 주로 신호 및 정보 처리, 인식, 분류, 통신, 네트워크, 컴퓨팅, 시스템 설계 및 구현, 보안, 과학/공학/건강/사회적 영역에 적용할 수 있는 기술이다. 그 기술적 목표를 달성하기 위해 APSIPA에서는 다음과 같은 6개의 기술위원회(TC, Technical Committee)를 두고 있다.

- (1) Signal Processing Systems: Design and Implementation (SPS)
- (2) Signal and Information Processing Theory and Methods (SIPTM)
- (3) Speech, Language, and Audio (SLA)
- (4) Biomedical Signal Processing and Systems (BioSiPS)
- (5) Image, Video, and Multimedia (IVM)
- (6) Wireless Communications and Networking (WCN)

1.2. APSIPA 2015

APSIPA 국제학술대회는 환태평양 지역의 국가들을 중심으로 음성 및 영상 신호처리와 정보 처리 분야에서 국제적으로 저명한 전문가들이 매년 정기적으로 가지는 국제학술행사로서, 창립된 후 짧은 기간에 괄목할 정도로 성장했다. 2015년 12월 16일부터 19일까지 홍콩에서 열린 APSIPA 2015 국제학술행사에 한국, 일본, 중국을 포함한 28개국에서 350여 명의 전문가가 참석했다. APSIPA 2015 국제학술대회의 모든 행사는 홍콩 중심에 있는 Hong Kong Polytechnic University에서 진행되었는데, 매우 복잡한 홍콩의 도심 속의 깨끗하고 조용한 학교 건물에서 여유롭게 국제학술행사를 하기에는 안성맞춤이었다.

APSIPA 2015 국제학술대회의 발표는 Tutorial 세션, Keynote Speech 세션, Plenary Industrial Forum 세션, Invited Overview 발표 세션, Special 논문 세션, Technical 구두논문 세션으로 구성되었으며, 학회 참가자들이 자유롭게 토론할 수 있는 자리가 마련되었다. 12월 16일 오전과 오후에 진행된 5개의 Tutorial 세션에서는 음성과 영상 처리의 새로운 기술을 소개하고 미래의 방향을 모색하는 흥미로운 내용이 많았으며, 12월 17~18일 오전에 발표된 3개의 Keynote Speech 세션에서는 Deep Learning을 이용한 음성인식 기술, 변조된 영상을 검출하는 방법, 그래프 신호처리 방법에 관한 내용이 발표되었다. 12월 18일 오후에 진행된 산업체 패널 토론에서는 미래의 Smart Life에 관한 열띤 논의가 진행되었다. 12월 17~19일에 진행된 4개의 Invited Overview 세션에서는 초청된 11명의 교수들이 최근의 기술 동향과 새로운 연구 주제를 발표했다.

이번 학술대회에는 28개국에서 325편의 논문이 제출되었는데, 389명의 전문가를 초청하여 시행한 엄격한 논문 심사를 거쳐 250편의 논문을 선정했다. 이들 논문들은 12월 17~19일 3일 동안에 7개의 발표장에서 Special 논문 세션과 Technical 구두논문 세션으로 나누어 병렬로 발표되었다. 이번 행사에는 논문을 발표할 수 있는 강의실에 비해 포스터를 세울 공간이 적당하지 않아서 모든 논문이 구두로 발표되었다. APSIPA 2015 국제학술대회에는 일본에서 81편, 중국에서 67편, 타이완에서 24편, 한국에서 16편, 홍콩에서 15편, 싱가포르에서 15편, 미국에서 6편, 호주에서 6편, 말레이시아에서 5편, 태국에서 4편의 논문을 포함하여 총 250편의 논문이 발표되었다.

APSIPA 2015 국제학술대회에서는 첫날 오전과 오후에 5개의 Tutorial 세션을 이 학술행사에 등록된 참석자들에게 무료로 진행했는데, 각 세션에 평균 30여 명이 참석했다. 본인은 이날 오후에 3차원 영상처리 기술을 강연했으며, 참석한 많은 외국인들과 관련된 내용을 주고받으며 재미있게 수업을 진행했다. 이날 저녁 6:30부터 시작된 Welcome Reception에는 200여 명이 참석하였는데, 오랜만에 만난 외국의 친구들과 즐거운 정담을 나누며 화기애애한 분위기에서 홍콩의 밤을 깊어갔다.

둘째 날에는 아침 8시부터 등록을 시작하고, 9시부터 30분 정도 개회식을 가진 뒤에, 오전 9시 30분부터 2개의 Keynote Speech 세션을 연속적으로 진행했다. 이날 오후에는 7개의 구두논문 세션이 병렬로 진행되었으며, 각 세션에서 3~6편의 논문이 발표되었다. 12:30부터 시작된 점심시간에는 SIPTM/SLA/WCN 3개의 기술위원회와 더불어 Conference Board Meeting과 Friend Lab Session이 열렸다. 본인은 Conference Board Meeting에 참석하여 2016년 제주에서 열릴 APSIPA 2016 행사의 준비 상황을 발표하고, 참석한 위원들의 의견을 듣고 이를 수렴했다. 오후 2시부터 5시 30분까지 7개의 강의실에서 Invited Overview Session과 Special Session을 포함한 구두논문 발표가 두 차례에 걸쳐 진행되었다. 이날 밤 6시부터 9시까지 APSIPA Board of Governors (BoG) 위원회가 열려 현재 진행되고 있는 사업을 보고하고 논의했다. 본인은 기관 협력 및 교육 부분을 담당하는 부회장으로서 2015년에 진행한 APSIPA Distinguished Lecturer 프로그램의 성과를 보고하고 Friend Lab의 상황도 설명했다. 또한, 이 모임에서 2016년 12월에 제주에서 열릴 APSIPA 2016 행사 계획을 발표하고 구체적인 내용을 논의했다.

셋째 날에는 아침 9시부터 Keynote Speech 세션을 진행했고, 오전 10:00부터는 APSIPA 총회

(Assembly)가 열려 APSIPA의 연혁과 현재 진행되고 있는 여러 가지 학술 활동을 소개했다. 이어서 잠시 커피 휴식시간을 가진 뒤에 7개의 구두논문 발표가 진행되었다. 점심시간에는 어제와 다른 BioSIPS/IVM/SPS 3개의 TC 회의가 열렸는데, 본인이 참석했던 Image/Video/Multimedia(IVM) TC 모임에 연세대학교 최윤식 교수와 조남익 교수도 같이 참석했다. 이날 오후 2시부터 7개의 구두논문 발표가 진행되었으며, 30분간 커피 휴식을 가진 뒤에, 오후 4시부터 Plenary Industrial Forum Session이 열렸는데, 산업체에서 일하는 4명의 최고 경영자를 초빙하여 미래의 스마트 삶에 관한 흥미로운 패널 토론을 가졌다. 이날 밤 6시에는 다른 장소로 이동하여 9시 30분까지 Banquet을 진행했는데, 우수논문상을 시상하고, 2015년에 수고한 APSIPA 우수 연사에게 감사장을 수여했다. 이 행사의 마지막 순서로 2016년 12월에 제주에서 열릴 APSIPA 2016 행사를 공포하고 이를 홍보하는 시간을 가졌다.

넷째 날에도 오전과 오후에 7개 구두논문 세션이 각각 2차례 병렬로 진행되었다. 이번 학술행사의 마지막 시간에 본인은 ‘Virtual Reality and 3D Image Processing’ 세션의 좌장을 맡아 논문 발표를 진행했다. 이날 오후 5:30부터 6:00까지 진행된 이번 학술행사의 폐회식에서는 내년에 제주에서 열릴 APSIPA 2016 행사를 다시 한 번 홍보하고 많은 지원과 적극적인 참석을 부탁했다. 이날 밤 6시 30분부터 마지막 BoG 회의를 가지며 이번 행사를 종합적으로 검토하고 마무리했다.

2. Tutorial 세션, Keynote Speech 세션 및 Industrial Forum 세션

2.1. Tutorial 세션

12월 16일 오전과 오후에 걸쳐 진행된 5개의 Tutorial 강연 세션에서는 헤드폰과 보청기를 위한 보조 청취 기술, 컴퓨터 비전에서 딥러닝(Deep Learning) 기술의 소개 및 응용, 3차원 콘텐츠 제작을 위한 깊이 기반 비디오 처리 기술, 영상 압축과 복원을 위한 그래프 신호처리 방법, 스푸핑(Spoofing)과 안티-스푸핑(Anti-Spoofing) 기술 개발을 위한 화자 검증, 음성 합성 및 목소리 변환의 통합적인 이해에 관한 최근의 연구 개발 및 기술 동향에 대한 흥미로운 내용이 발표되었다. 각 강연의 주제 및 발표자, 그리고 간략한 내용을 정리해보았다.

(1) 12월 16일 (수) 9:00~12:20

제목: 헤드폰과 보청기를 위한 보조 청취 기술

(Assisted Listening for headphones and hearing aids: Signal Processing Techniques)

발표자: Prof. Woon-Seng Gan and Jianjun He, Nanyang Technological University, Singapore

모바일 기기의 빠른 성장과 가상현실(VR)/증강현실(AR) 기기의 등장과 더불어, 헤드셋은 사용하기 편리하고 휴대하기 쉽기 때문에 개별 청취 도구로 많이 사용되고 있으며, 보청기와 같은 보조청취(AL, Assisted Listening) 도구도 많이 발전해왔다. 자연스럽고 진보된 청취 경험을 만드는 것이 이러한 VR, AR, AL 기기의 공통적인 목표이다. 이 강연에서는 헤드셋과 보청기에서의 소리 재생을 강화하기 위한 최신의 음성/음향 신호처리 기술을 소개했다. 이 강연의 앞부분에서는 VR, AR, AL에 사용되는 음성 기기의 최근 예를 소개하고, 초보 청취자들도 확실히 이해할 수 있도록 몇 가지 기본적인 공간청취 원리와 공간음향 재생 기술의 차이점을 설명했다. 이 강연의 전체적인 내용은 스테레오 음향 기술의 관련성에 집중한 세 가지 중요한 것들을 중심으로 구성되었다. 이 강연의 결론 부분에서는 헤드폰에서의 자연 음성과 보조 청취의 발전된 기술을 소개했고, 헤드셋에서의 자연스럽고 증강된 청취를 위한 최신의 신호처리 방법을 설명했다.

(2) 12월 16일 (수) 9:00~12:20

제목: 컴퓨터 비전에서 딥러닝 기술의 소개 및 응용

(Introduction to Deep Learning and Its Applications in Computer Vision)

발표자: Wanli Ouyang and Xiaogang Wang, Chinese University of Hong Kong, Hong Kong

딥러닝은 인공지능 분야에서 기술적인 돌파구 역할을 해왔으며, 컴퓨터 비전을 포함한 많은 분야에 존재하던 문제를 성공적으로 해결해나가고 있다. 이는 진보된 모델 디자인과 학습 전략뿐만이 아닌 최근의 대용량 학습 데이터와 초병렬 연산 능력의 등장으로부터 비롯된다. 이 강연의 앞부분에서는 딥러닝의 기본 개념을 소개하고, 딥러닝 뒤에 숨겨진 것을 비전문가들도 이해하기 쉽게 설명했다. 또한, 컴퓨터 비전 응용 분야의 구체적인 예시를 통해 딥러닝에 관련된 네 가지 중요한 포인트를 지적했다. 수동적으로 설계된 특징에 많이 의존했던 기존의 패턴인식 시스템과는 달리, 딥러닝은 데이터로부터 계층적인 특징을 자동적으로 학습한다. 또한, 딥러닝은 여러 레벨의 비선형적 투영을 통해 입력 데이터의 숨겨진 요인들을 자동적으로 구분한다. 연속적으로 특징을 설계하거나 그 특징의 중요 요소를 학습하는 기존의 패턴인식 시스템과는 달리, 딥러닝은 모든 요소를 한꺼번에 최적화할 수 있으며, 중요 요소들 사이의 긴밀한 교류를 통해 동반 상승 효과를 낼 수도 있다. 대부분의 기계학습 도구는 얇은 구조를 지닌 신경 회로망으로 근사화되는 반면에, 딥모델의 구조는 강인하기 때문에 그 표현력은 기하급수적으로 증가한다. 딥러닝은 대용량 딥모델의 학습 능력에 큰 이점이 있다. 또한, 고차원 데이터 변환 문제와 같은 몇 가지 기존 컴퓨터 비전의 도전 과제를 재구성하여 새로운 관점에서 문제를 해결한다. 이 강연에서는 딥러닝의 응용 분야로 객체 검출 및 분리, 그리고 인식에 대해 집중적으로 다루었으며, 마지막 부분에서는 딥러닝에 관련된 몇 가지 해결되지 않은 문제를 언급했다.

(3) 12월 16일 (수) 14:00~17:20

제목: 3차원 콘텐츠 제작을 위한 깊이 기반 비디오 처리 기술

(Depth-based Video Processing Techniques for 3D Contents Generation)

발표자: Prof. Yo-Sung Ho, Gwangju Institute of Science and Technology (GIST), Korea

최근 3차원 영상 제품이 시장에 출현하면서 3차원 비디오 처리 기술이 활발히 연구 개발되고 있다. 3차원 비디오는 2차원 영상보다 현실감이 크며 몰입감을 경험할 수 있게 해준다. 3차원 비디오는 차세대 혁신 기술 중 한 흐름으로 여겨지는 3차원 영화와 3차원 텔레비전과 같은 분야에 응용될 수 있다. 입체영상은 3차원 텔레비전을 위한 주된 대상이며, 자유시점 입체영상은 향후 3차원 텔레비전 연구에 있어서 아주 유망한 연구 주제이지만, 많은 기술적인 문제가 남아 있어 이를 해결하기 위해 지속적인 노력이 필요하다. 이 강연에서는 3차원 콘텐츠 제작을 위해 현재까지 연구된 것들 중에서 가장 최신의 내용을 다루었다. 3차원 실감방송 서비스에 관한 기본적인 용어를 정의한 후, 다양한 몰입형 미디어 처리 기술을 설명했다. 또한 자연스러운 3차원 장면을 만들기 위해 필요한 깊이 예측 방법을 논의했으며, 카메라 조정, 영상 정렬, 조명 및 색상 보정과 같은 3차원 비디오 처리에 필요한 중요한 이슈를 언급했다. 다시점 비디오 영상을 제작하기 위해서는 깊이맵 예측, 다시점 영상 부호화를 위한 예측 구조, 다시점 비디오와 깊이 정보의 부호화, 그리고 중간 시점 영상 합성과 같은 과정을 포함한 3차원 영상 부호화 작업이 필요하다. 이 강연의 후반부에서는 3차원 영상 부호화 작업을 위한 MPEG 그룹의 표준화 활동을 설명했다.

(4) 12월 16일 (수) 14:00~17:20

제목: 영상 압축과 복원을 위한 그래프 신호처리 방법

(Graph Signal Processing for Image Compression and Restoration)

발표자: Prof. Gene Cheung and Dr. Xianming Liu, National Institute of Informatics, Japan

그래프 신호처리(GSP, Graph Signal Processing)는 그래프로 표현되는 구조화된 데이터 커널을 이용하여 이산 신호를 처리하는 기술이다. GSP는 기존의 데이터 커널보다 더 유연한 그래픽 설명이 가능하기 때문에 GSP가 측정된 신호의 주파수 도메인 해석을 제공하는 반면에, 주기적으로 샘플링된 오디오 클립과 같은 일반적인 커널에서의 대상 신호를 처리하는 기술의 일반화로 보여질 수 있다. 비록 영상이 2차원 도메인에서 규칙적으로 샘플링된 신호일지라도, 하나의 신호는 드문드문 부분적으로 연결된 그래프 신호로써 이미지 패치를 고려할 수 있다. 최근 GSP 연구는 그래프 Fourier 도메인에서 영상 압축과 복원 분야에 눈에 띄는 결과로, 소형 신호 표현과 같은 접근 방법을 보여주고 있다. 이 강연에서는 영상처리에 적용된 GSP의 최근 연구 내용을 설명했다. 먼저 어떻게 신호에 의존하는 방식으로 그래프 Fourier 변환이 이산 Fourier 변환과 이산 코사인 변환(DCT, Discrete Cosine Transformation)과 같은 일반화된 변환으로 정의될 수 있는지, 그리고 H.264의 6.8dB까지의 성능을 넘어 구분적 부드러운 영상을 위해 일반적인 DCT를 통해 압축할 수 있는지 설명했다. 그 다음, 어떻게 2dB까지 나오는 최신 BM3D 성능을 넘는 그래프를 기초한 영상잡음 제거 알고리즘을 위해 적합한 그래프 신호의 평탄함을 만드는지 설명했다. 유사한 그래프 신호 평탄함은 또한 JPEG 압축 영상의 HDR 디스플레이와 역양자화를 위한 낮은 비트 깊이 영상의 비트 깊이 개선과 같은 다른 영상 복원 문제에 사용될 수 있다. 이 강연의 마지막 부분에서는 어떻게 조명이 어둡고 잡음이 끼어 있는 환경에서 촬영된 영상을 위해 그래프 Laplacian이 대비를 향상하는 데 사용되는지를 논의했다.

(5) 12월 16일 (수) 14:00~17:20

제목: 스푸핑과 안티-스푸핑: 스피커 검증, 음성 합성 및 목소리 변환을 함께 보기

(Spoofing and Anti-Spoofing: A Shared View of Speaker Verification, Speech Synthesis and Voice Conversion)

발표자: Zhizheng Wu, University of Edinburgh, UK

Tomi Kinnunen, University of Eastern Finland, Finland

Nicholas Evans, EURECOM, France

Junichi Yamagishi, University of Edinburgh, UK

자동화자검증(ASV, Automatic Speaker Verification)이란 유연한 생체인식 기술을 이용하여 낮은 비용으로 사람을 인증하는 방법이다. ASV 시스템의 신뢰성은 지금 당장 시장에 도입되기에 충분한 수준이라고 하지만, 이 기술이 프레젠테이션 공격이라고 알려진 스푸핑에 매우 취약하다. 스푸핑이란 사기꾼이 생체인식 시스템을 조작하여 등록된 다른 사람으로 가장하는 공격을 말한다. 반면에, 음성 합성과 음성 변환에서의 화자적응 기술은 대상 화자의 목소리를 흉내 내는 시도이며, 이는 ASV 시스템에 큰 위협이 된다. 음성 연구 커뮤니티에서는 이러한 공격을 탐지하고 이를 빗나가게 하기 위해 음성 합성과 음성 변환 스푸핑에 대한 전용 대책을 만들고 있다. 비록 일부 논문에서는 그들이 이 문제를 효과적으로 해결했다고 하지만, ASV 시스템은 아직도 스푸핑에 취약하다. 스푸핑에 강인한 화자 검증 시스템을 만들기 위해서는 화자 검증, 음성 합성 및 목소리 변환에 관한 깊이 있는 이해가 필요하다. 최근 이러한 기술에 대한 관심은 증가하고 있지만, ASV를 위한 스푸핑 대책 기술을 개발하기 위한 노력은 다른 생체 기술 개발보다 뒤쳐져 있다. 무엇보다

도 ASV가 스푸핑에 취약하다는 점은 잘 알려져 있기 때문에 스피커 검증, 음성 합성, 목소리 변환의 통합적인 관점에서 스푸핑과 안티-스푸핑에 대항하는 노력이 매우 필요하다. 이 강연은 요즘 성장하고 있는 안티-스푸핑 연구그룹뿐만 아니라, 스피커 검증, 음성 합성, 목소리 변환 기술을 개발하는 폭넓은 음성 연구 커뮤니티에도 많은 관심을 끌었다.

2.2. Keynote Speech 세션

12월 17일 오전에 연속적으로 진행된 2개의 기조연설(Keynote Speech)에서는 딥러닝을 이용한 음성 인식의 연구 방향과 사진 변조 탐지 기술에 관한 흥미로운 주제 발표가 있었고, 12월 18일 오전에 진행된 1개의 기조연설에서는 그래프 신호처리에 관한 최근의 연구 내용을 발표하였다. 각 강연의 발표자와 주제 및 간략한 설명은 다음과 같다.

(1) 12월 17일 (목) 9:30~10:30

제목: 음성 인식은 어디로 향하는가? 깊은 학습에서 깊은 생각
(Whither Speech Recognition? Deep Learning to Deep Thinking)

발표자: Prof. Sadaaki Furui, Toyota Technological Institute at Chicago, USA

1969년 J. R. Pierce가 쓴 <음성 인식은 어디로?> 라는 논문은 불행하게도 1970년대 초에 미국의 벨 연구소에서 몇 년간 진행되어오던 음성 인식에 대한 연구를 중지시켰다. 비록 이 논문이 작성된 지 45년이라는 긴 시간이 흘렀고 음성 인식 연구에 대한 다양한 성공을 이루었지만, 이 논문은 아직도 읽을 가치가 있다. Pierce는 그 논문에 ‘음성 인식은 매력이며 연구 자금도 있지만, 연구 결과는 덜 매력적이다. 범용 음성 인식의 연구는 먼 얘기이다. 특수한 목적의 음성 인식은 매우 제한적이다. 차라리 음성 인식 분야의 연구자들에게 왜 이 분야에 종사하고, 무엇을 달성할 수 있는지에 대해 직접 물어보는 것이 적절해 보인다’라고 적었다. 지금도 음성 인식 기술로 할 수 있는 것들이 제한적이란 것은 사실이며, 최근 몇 년간 Deep Learning을 이용한 DNNs(Deep Neural Networks)로 음성 인식의 많은 발전을 이루었지만, 여전히 해결하지 못한 많은 문제를 가지고 있다. 이 강연에서는 미래의 음성 인식 연구에 대한 Furui 교수의 전문가적 관점을 발표했다. 인간이 음성을 인식하고 이해하는 방법과 머신 러닝 기술을 이용하여 음성 인식의 다양한 기술 소스를 구현하는 방법을 깊이 생각해보고 분석해야 한다고 역설했다.

(2) 12월 17일 (목) 11:00~12:00

제목: 이 사진을 믿어도 될까요? (Can I trust this photo?)

발표자: Prof. Alex Kot, Nanyang Technological University, Singapore

디지털 포토그래피 기술의 발전에 의한 디지털카메라나 다른 영상 획득 장치의 빠른 확산으로 대중이 찍은 사진은 기자의 기사에 좋은 재료가 될 수 있다. 그러나 가장 큰 문제는 신뢰할 수 없는 소스에서 오는 대중의 사진 콘텐츠를 가지고 진짜인지 가짜인지 판별하는 것이다. 각기 다른 타입의 숨길 수 없는 증상에 기반한 다양한 과학적 수사 방법이 제안되어왔다. 이 강연에서는 사진 변조를 판별하는 다음과 같은 여러 가지 기술을 소개했다. (1) 일반적인 유형의 영상에서 과학적 수사의 특징을 찾기 위한 이미지 디모자이킹 규칙, (2) 디지털 정지영상 카메라, 원본 영상 변환 툴, 저가형 모바일 카메라를 포함하는 다양한 이미지 소스 모델의 식별 방법, (3) 일반적인 이미지 조작의 광범위한 범용 검출 방법, (4) 블러링된 영상에 대한 이미지 조작 검출 방법, (5) EXIF(EXchangable Image File) 파일 변조와 내용 조작 방법, (6) 영상 재촬영 방지 방법을 사례를 통해 알기 쉽게 설명했다. 이러한 기술은 인간의 눈으로 바로 확인할 수 없는 영상 조작을 찾아내는

데 도움이 된다. 이러한 영상 조작을 탐지하는 기술은 영상 고유의 규칙이나 이상 현상을 통계적으로 이용한다.

(3) 12월 18일 (금) 9:00~10:00

제목: 그래프 신호처리: 필터뱅크, 샘플링 그리고 머신 러닝과 비디오 코딩의 응용

(Graph Signal Processing: Filterbanks, Sampling and Applications to Machine Learning and Video Coding)

발표자: Prof. Antonio Ortega, University of Southern California, USA

그래프는 소셜 네트워크의 분석, 머신 러닝, 네트워크 프로토콜 최적화, LDPC(Low Density Parity Check) 디코딩, 영상처리와 같은 다양한 문제에 사용되어왔다. 스펙트럼 그래프 이론에 기반한 기술은 그래프 정보의 주파수 해석을 제공하며 많은 연구 분야에서 인기를 얻어왔다. 지난 몇 년 동안 스펙트럼 그래프 기술에 관련된 연구의 증가와 보완은 ‘그래프 신호처리’의 출현을 선도하였다. 이런 최근 성과의 일반적인 특징은 데이터를 ‘그래프-신호’로 고려하여 지금까지 일반적으로 음성, 영상, 비디오의 신호처리에 사용되어왔던 필터링, 샘플링, 보간 등의 기술을 새롭게 풀어보고자 하는 것이다. 이 강연에서는 그래프의 웨이블릿 필터뱅크를 설계하는 방법에 대한 간략한 개요와 새로운 그래프 신호처리 기술을 개발하는 데 필요한 몇몇 기본 도구를 소개한 뒤, 이미 우리에게 친숙한 기존의 신호처리 개념을 확장한 그래프 신호의 샘플링에 관한 최근 연구 결과를 발표했다. 이 강연의 마지막 부분에서는 그래프 신호처리 기술을 준지도 학습(Semi-Supervised Learning)과 비디오 부호화에 적용하는 방법을 예를 들어 자세히 설명했지만, 내용을 모두 정확히 이해하기는 조금 어려웠다.

2.3. Plenary Industrial Forum 세션

12월 18일 오후 4:00~5:30에 진행된 Plenary Industrial Forum에서는 산업체에서 일하는 4명의 최고경영자를 초빙하여 미래의 스마트 삶에 관한 흥미로운 패널 토론을 가졌다. 이번 산업체 포럼에서는 초청된 연사들의 분야에서 기술 및 비즈니스 관점에서 잠재적 동향과 도전을 논의했으며, 칩, 장치, 소프트웨어 솔루션, 콘텐츠, 어플리케이션과 서비스 분야에서의 비전과 통찰력을 우리 삶의 밝은 미래에 비추어 공유했다.

포럼 사회자

Qian Zhang, Hong Kong University of Science and Technology, Hong kong

포럼 발표자

Yi Hao, 사장, TCL Multimedia (중국의 가전 업체), 중국

Kevin Jou, 최고 기술 책임자 및 부사장, MediaTek (생활가전 전문 업체), 타이완

Benoit Schillings, 부사장 및 기술 자문위원, Yahoo, 미국

Yasunori Mochizuki, 부사장, NEC(일본의 통신 전자기기 종합회사), 일본

3. Invited Overview 세션

12월 17~19일에 진행된 4개의 Invited Overview 세션에서는 저명한 11분의 전문가를 초청하여 최근의 기술 동향과 새로운 연구 주제를 발표했다. 초청 세션에서 발표된 내용을 간단히 정리한다.

<http://www.kosen21.org/>

페이지 8/14

(1) 12월 17일 (목) 14:00~14:30

제목: 에너지 하비스트 통신에서의 최근 발전

(Recent Advances in Energy Harvesting Communications)

발표자: Prof. K.J. Ray Liu, University of Maryland, College Park, USA

미약한 에너지 출처로부터 에너지를 모으는 것은 잠재적으로 전력망이나 배터리 에너지에 의존하는 상황을 줄일 수 있으며, 환경과 개발 관점에서 많은 이점이 있다. 그러나 기존의 안정적으로 얻어진 에너지와 달리, 재생 가능한 에너지의 간헐적, 무작위적 특성은 에너지 채취 및 전송 구조의 구현에서 어려움이 따른다. 최근 이러한 내재된 문제점을 다양한 관점에서 연구하고 있다. 이 발표에서 에너지 하비스팅 통신에 관련된 최신 기술 개발 동향을 살펴보았다.

(2) 12월 17일 (목) 14:30~15:00

제목: 인지부호화: 과장인가? 희망인가? (Perceptual Coding: Hype or Hope?)

발표자: Prof. C.-C. Jay Kuo, University of Southern California, USA

지난 반세기 동안 영상부호화 분야에서는 상당한 진보가 있었다. 지난 30년 동안 JPEG, MPEG-1 MPEG-2, AVC/H.264, HEVC/H.265와 같은 영상압축 국제표준이 만들어졌다. 이제 영상코딩 분야는 성숙한 단계에 이르렀는데, ‘영상코딩에는 어떤 것이 남아 있을까?’라는 질문이 생긴다. 그 대답 중의 하나는 인지부호화이다. 인지코딩은 높은 부호화 이득을 얻기 위해 인간 시각 시스템(HVS, Human Visual System)의 특성을 이용한다. 예를 들면, 기존의 영상 품질/왜곡 측정 방식은 좀 더 새로워지고, 시공간 마스킹 효과를 얻을 수 있다. 최근 이 분야에서 새로운 개발이 진행되고 있는데, ‘이러한 변화가 다음 10년 동안 영상코딩의 분명하고 활기찬 미래에 충분한가?’에 대한 대답은 ‘아니다’이다. 따라서, 우리는 과거와는 판이하게 다른 코딩 문제를 공식화하여 HVS를 중심으로 접근해야 한다. 이 발표에서는 JND(Just-Noticeable-Difference)를 이용한 새로운 연구개발의 동향을 논의했다.

(3) 12월 17일 (목) 15:00~15:30

제목: 영상보간과 초고해상도 영상처리에 대한 학습 접근

(Learning Approach on Image Interpolation and Super-resolution)

발표자: Prof. Wan-Chi Siu, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong

영상보간과 초고해상도는 영상 신호처리에서 매우 중요한 주제이며, 이는 UHD TV, 영상부호화, 영상 크기 조절, 영상 제작, 얼굴 인식, 감시 등에 적용되고 있다. 이러한 동작의 목적은 영상 업샘플링, 선명화, 잡음 감소 기술을 이용하여 영상 해상도를 높이는 것이다. 그러나 영상보간과 초고해상도의 정의는 심지어 연구자들에게도 매우 혼란스럽다. 이 발표에서는 이들 차이점을 명확하게 정의하고, 영상보간과 초고해상도에 대한 학습 접근의 중요한 요소를 살펴보았다. 이를 위해 random forest와 tree 구조를 사용했는데, 이는 딥러닝으로 얻은 결과보다 성능이 낮거나 유사했다.

(4) 12월 18일 (금) 14:00~14:30

제목: 가상시점 영상을 이용한 3차원 영상 구성 (Virtual-View Based 3D Video Composition)

발표자: Prof. Hsueh-Ming Hang, National Chiao Tung University, Taiwan

자유시점 영상 시스템은 차세대 3차원 영상 연구의 중요한 방향이다. 이것은 현재 ITU/MPEG

국제기구에서 표준화 작업이 진행되고 있다. 밀집된 카메라 배열을 이용하여 다시점 영상을 촬영하고, 수신기에서 깊이 정보를 이용하여 다수의 중간 시점 영상을 합성한다. 이것은 전통적인 크로마키 기법의 연장선상에 있으며, 3차원 영상 집합체를 하나의 3차원 장면으로 병합하는 방식이다. 이때 RGB-D 장면은 두 개의 다른 카메라 세트로 촬영되므로, 카메라의 방향과 움직임이 서로 일치하기 어렵다. 이 강연에서는 이러한 문제점을 토론하고, 최근의 연구 내용을 정리했다.

(5) 12월 18일 (금) 14:30~15:00

제목: 알고리즘/구조 공동 탐사에서부터 사물인터넷까지

(From Algorithm/Architecture Co-Exploration to Internet of Things)

발표자: Prof. Gwo Giun (Chris) Lee, National Cheng Kung University, Taiwan

N. E. Wirth는 《‘프로그래밍=알고리즘+데이터 구조’》라는 책을 통해 혁신적인 개념을 소개했는데, 이를 ‘디자인=알고리즘+컴퓨터 구조’로 확장할 수 있다. 알고리즘/구조의 공동 탐사(AAC, Algorithm/Architecture Co-exploration)라는 이름으로 알고리즘과 구조를 동시에 고려하는 이러한 방법론은 클라우드 컴퓨팅과 사물인터넷을 포함한 최신 시스템 디자인의 패러다임을 바꾸고 있다. 데이터 크기가 점차 커지면서 엄청난 계산 능력이 요구됨에 따라 데이터를 효율적으로 유연하게 재구성하여 처리하는 기능은 신호처리 시스템의 설계에서 매우 중요하다. 따라서 병렬컴퓨팅을 위한 알고리즘 분석이 매우 중요해졌다. AAC는 잠재적 병렬처리 장치의 전체적인 스펙트럼을 체계적으로 설계하는 기법을 제공한다. 데이터 의존성을 최소화하여 독립된 요소 장치의 스펙트럼은 설계 공간 내에서 특수한 데이터 단위를 더 작고 혼합된 단위로 분해된다. AAC가 다양한 플랫폼에서의 SoC 시스템을 목표로 하기 때문에, 시스템의 적용 범위는 정보를 전달하는 신호를 통해 연결되어 사물인터넷을 구성하는 모든 장치에까지 연장될 수 있다. 이것은 이미 SoC 시스템에 커다란 영향을 주는 일반적인 시스템 설계를 위한 기본적인 구조를 제공하며, 클라우드 컴퓨팅, 머신 러닝의 딥러닝, 심지어 생체학에서 유전자 신호처리 시스템의 영역에까지 확장되고 있다.

(6) 12월 18일 (금) 15:00~15:30

제목: 고품질 영상통신을 위한 MIMO-OFDM 장치

(A MIMO-OFDM System for High-Quality Video Communication)

발표자: Prof. Yoshikazu Miyanaga, Hokkaido University, Japan

요즘 복잡한 무선통신 기술을 이용하여 집과 개인 네트워크에서 고속으로 데이터를 전송할 수 있다. IEEE802.11ac 표준에 따른 무선 LAN은 직교 주파수 분할 접속 방식(OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing)의 다중입력 다중출력(MIMO) 스트리밍 기법을 이용하여, 40MHz 주파수 대역폭에서 1.5Gbps, 80MHz 대역폭에서 3.0Gbps, 160MHz 대역폭에서 6.0Gbps 속도의 데이터를 전송할 수 있으므로, 이는 고품질 영상 무선통신에서 이용될 수 있다. 이 강의에서는 80MHz 대역폭에서 6GHz 이하의 반송파를 이용하여 1Gbps 이상의 출력을 내는 새로운 무선 시스템을 소개했다.

(7) 12월 19일 (토) 11:00~11:30

제목: 음성 및 언어 처리를 위한 전이학습

(Transfer Learning for Speech and Language Processing)

발표자: Prof. Thomas Fang Zheng, Tsinghua University, China

전이학습(Transfer Learning)이란 하나의 설정으로 학습된 모델을 다른 설정으로 일반화하는 때

우 중요한 기술이다. 음성 인식을 예로 들면, 한 언어로 훈련된 음향 모델을 재훈련을 거치지 않고 다른 언어의 음성을 인식하는 데 사용할 수 있다. 전이학습은 다중작업(멀티 태스킹) 학습과 관련되어 있으며, ‘모델 적응’이라는 이름으로 연구되었다. 최근 딥러닝 기술이 발전하여, 딥모델을 통해 학습된 고수준의 추상 특징을 더 쉽고 효과적으로 만들게 되었다. ‘전이’는 데이터 배포와 데이터 타입 사이뿐만 아니라 얕거나 깊은 망과 같은 모델 구조나 심지어 베이지안 모델과 신경 모델과 같은 모델 타입 사이에도 적용될 수 있다. 이 강의에서는 음성과 언어 처리 분야에서 최근의 중요한 연구 결과를 발표하면서 이러한 흥미로운 연구 분야의 잠재성을 강조했다.

(8) 12월 19일 (토) 11:30~12:00

제목: 스마트 그리드를 위한 신호 및 정보 처리 응용

(Signal and Information Processing Applications for the Smart Grid)

발표자: Prof. Anthony Kuh, University of Hawaii, USA

이 강연에서는 스마트 그리드 정보를 처리하기 위해 신호처리 기술을 사용하는 방법을 다루었는데, 전력망과 센서 네트워크 간 환경에 대한 정보 획득, 신호처리와 기계학습을 통해 획득한 정보 해석, 그리고 최적화 알고리즘과 제어를 사용한 그리드에 대해 지능적인 결정을 내릴 수 있도록 정보를 사용하는 방법을 포함했다. 특히, 최종 변전소를 넘어선 전력망인 분산망에 초점을 맞추었다. 분산 스마트 그리드를 위해 재생산할 수 있는 분산형 에너지 자원과 분산형 저장소의 양이 증가하고 있다. 이는 전력망과 환경 데이터에 대한 더 많은 정보를 모으고 에너지 사용량 집계를 필요로 한다. 이러한 정보를 통해 우리는 재생산 가능한 분산형 에너지 자원을 예측하고 분산 상태 정보를 위한 알고리즘을 개발하고, 가전제품, 난방장치, 냉방기, 온수기 등의 부하량을 조절하기 위한 수요 대응 알고리즘도 개발할 수 있다. 이 강연은 상당히 개괄적인 내용을 다루었다.

(9) 12월 19일 (토) 14:00~14:30

제목: 소략형 적응성 필터의 개요와 최신 기술 동향

(Sparse Adaptive Filters - Overview and Some Emerging Trends)

발표자: Prof. Mrityunjoy Chakraborty, Indian Institute of Technology, Kharagpur, India

실제 생활에서 시간에 따라 조밀도가 변화하는 들성들성한 임펄스 응답(IR, Impulse Response)을 가진 시스템을 종종 만나게 된다. 이러한 시스템의 예로, 음성과 데이터 통신의 네트워크 에코 채널, 이동통신에서의 무선 다중경로 채널, HD TV의 에코채널과 수중 통신에서의 음향 채널 등이 있다. IR 시스템의 조밀도에 대한 사전 정보를 적절히 사용하면 임펄스 응답의 조밀도 식별을 위해 배치된 알고리즘의 인식 성능을 상당히 향상시킬 수 있다. 최근 몇몇 소략형 적응성 필터(Sparse Adaptive Filter)는 계수 적응 관계 내에서 시스템의 조밀도에 대한 사전 지식을 지능적으로 포함하여 향상된 성능을 보였다. 이 강의에서는 소략형 적응성 필터라는 맥락에서 근래의 주요 개발에 대한 기초를 다루었다.

(10) 12월 19일 (토) 14:30~15:00

제목: 생체의학 신호처리 및 시스템의 최신 기술과 미래 연구 과제

(Biomedical Signal Processing and Systems - the state of the arts and future research challenges)

발표자: Prof. Tomasz M. Rutkowski, University of Tsukuba, Japan

이 강연은 아시아-태평양 생체의학 신호처리 및 시스템(BioSiPS) 기술위원회(TC) 멤버 연구실의 상태 연구 및 현재 활동을 다루었다. 생체의학 모니터링 연구는 광범위한 신호 분석과 기계학

습 관련 문제를 다루기 때문에, 이 강연은 생체의학 및 일반적인 신호처리 분야 종사 청중들을 대상으로 했다. 최근 주목받는 BioSiPS 주요 응용은 두뇌 데이터 처리와 두뇌-컴퓨터 또는 두뇌-두뇌 인터페이스 등의 온라인 인터페이스와 관련되어 있다. 수면 연구에 대한 관심도 증가하고 있는데, 이는 두뇌(EEG, Electroencephalogram) 및 신체 병렬 전기생리학(EOG(Electrooculogram), EMG(Electromyogram), EKG(Electrocardiogram) 등), 음향(호흡 및 코골이), 신체 움직임 및 체온, 피부 전도성 등과 혼합한 생체의학 신호처리 기법의 융합을 기반으로 한다. 각기 다른 계측 방법으로 측정된 신호들의 복합성은 BioSiPS 응용에 대해 새로운 도전을 창조해낸다. 에너지 효율성을 고려한 데이터 처리와 저장 장치를 위한 생체의학 웨어러블에 대한 관심도 증가하고 있다.

(11) 12월 19일 (토) 15:00~15:30

제목: 저해상도부터 고해상도까지의 얼굴 인식

(Face Recognition from Low-resolution to High-resolution)

발표자: Prof. Kenneth K.M. Lam, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong

과거 20년 이상 얼굴 인식에 관한 많은 연구가 진행되어왔으며 다양한 얼굴 인식 방법이 제안되었지만, 여전히 얼굴 인식에 대한 다른 문제와 씨름 중이다. 현존하는 알고리즘은 해결해야 할 문제의 일부만 풀었을 뿐, 실제 응용에서 그 성능은 매우 낮다. 이 강연에서는 먼저 각기 다른 해상도의 얼굴 영상으로부터 얼굴 인식 기술의 성능을 논의했다. 얼굴 인식을 수행하기 위해 질의 영상으로부터 영상 특징을 먼저 추출한 뒤, 갤러리 집합의 특징과 정합을 수행한다. 이때 사용된 정보의 양과 특징의 효율성은 얼굴 인식 성능을 결정한다. 성능 향상을 위해서 저해상도와 고해상도에서의 얼굴 영상에 대한 정보를 사용하는 얼굴 인식 접근 방법을 다루었는데, 이는 다른 해상도에서 합성되고 추출된 특징의 내용 정보를 향상시킬 수 있다. 다른 해상도로부터 얻은 특징을 서로 밀접하게 연관시켜 얼굴 인식을 위한 단일 특징 벡터를 형성하기 위해 정보를 통합하는 데 사용되는 계단식 일반화 통상 상관성 분석(GCCA, Generalized Canonical Correlation Analysis) 방법을 소개했다. 성능과 효율성을 더 향상시키기 위해, 직접적으로 지역적 선형회귀 방법을 사용하여 얼굴 영상의 Gabor 특징으로부터 고해상도의 Gabor 특징을 예측하는 데 'Gabor-특징 환영'을 사용했다.

4. APSIPA 2015 국제학술행사 마무리 소견

APSIPA 국제학술대회는 환태평양 지역의 국가들을 중심으로 음성 및 영상 신호처리와 정보처리 분야에서 국제적으로 저명한 전문가들이 매년 정기적으로 가지는 국제학술행사로서, 2009년에 창립된 후 짧은 기간에 괄목할 정도로 성장했다. 2015년 12월 16일부터 19일까지 홍콩에서 열린 APSIPA 2015 국제학술행사에 한국, 일본, 중국을 포함한 28개국에서 350여 명의 전문가가 참석했다. 이번 행사는 홍콩의 중심에 위치한 Hong Kong Polytechnic University에서 진행되었는데, 다수의 강의실을 이용하여 선정된 250편의 논문을 모두 구두로 발표했으며, 포스터 논문 발표는 전혀 없었다. Keynote 강연자와 Invited Overview 연사도 대부분 APSIPA BoG 위원들로 구성되어 발표내용과 수준이 상당히 높았다. 본인은 2009년 10월에 일본에서 열린 APSIPA 2009 첫 모임부터 계속하여 참석했고, 현재 한국을 대표하여 APSIPA Board Member로 활동하고 있으며, 교육 담당 부회장직을 맡고 있다. 한국에서 APSIPA 국제학술대회에 참석하는 전문가들이 매년 계속하여 증가하고 있지만, 중국이나 일본에 비해서 아직도 국내 참석자 수는 매우 적은 편이다. 지난 2년 동안 본인의 지속적인 노력과 준비 과정을 거쳐 2016년 12월에 우리나라 제주에서 APSIPA 2016 국제학술행사를 개최하기로 결정되어, 이번 행사에서 이를 여러 차례 홍보하는 기회를 가졌다. 내년

행사를 계기로 국내의 여러 전문가들이 APSIPA 국제학술행사에 대해 알게 되고, 정보통신 분야의 더 많은 사람들이 APSIPA 국제학술행사에 참여하여 귀중한 기술 정보를 습득할 수 있는 좋은 기회를 가질 수 있기를 기대한다.

* 참조: 학회에 참가했던 국내외 한인 과학자와 해외 과학자

국내외 한인 과학자

김창수: 고려대학교, 전기전자공학부
 김종욱: 고려대학교, 전기전자공학부
 김홍국: 광주과학기술원, 정보통신공학부
 조남익: 서울대학교, 전기공학부
 정민화: 서울대학교, 언어학과
 최윤식: 연세대학교, 전자공학과

해외 과학자

Changchun Bao, Beijing University of Technology, China
 Susanto Rahardja, Northwestern Polytechnical University, China
 Wen Gao, Peking University, China
 Jiaying Liu, Peking University, China
 Thomas Fang Zheng, Tsinghua University, China
 Helen Meng, Chinese University of Hong Kong, Hong Kong
 Bonnie Law, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong
 Chris Chan, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong
 Kenneth Lam, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong
 Daniel Lun, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong
 Wan-Chi Siu, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong
 Qian Zhang, Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong
 Mrityunjy Chakraborty, Indian Institute of Technology, India
 Yoshikazu Miyanaga: Hokkaido University, Japan
 Yoshinobu Kajikazu: Kansai University, Japan
 Tomoaki Ohtsuki: Keio University, Japan
 Kiyota Hashimoto: Osaka Prefecture Univ., Japan
 Sadaoki Furui: Tokyo Institute of Technology, Japan
 Hitoshi Kiya: Tokyo Metropolitan University, Japan
 Toshihisa Tanaka: Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan
 Takeshi Ikenaga: Waseda University, Japan
 Tomasz Rutkowski: University of Tsukuba, Japan
 Waleed Abdulla, University of Auckland, New Zealand
 Haizhou Li, Institute for Infocomm Research, A*STAR, Singapore
 Woon-Seng Gan, Nanyang Technological University, Singapore
 Hsueh-Ming Hang, National Chiao-Tung University, Taiwan

Chung-Nan Lee: National Sun Yat-Sen University, Taiwan
Kosin Chamnongthai: KMUTT, Thailand
Supavadee Aramvith, Chulalongkorn University, Thailand
Anthony Kuh, University of Hawaii at Manoa, USA
Ray Liu, University of Maryland, USA
C.-C. Jay Kuo: University of Southern California, USA
Antonio Ortega: University of Southern California, USA
Ming-Ting Sun, University of Washington, USA