

KOSEN Conference Report

학술회의명	IS&T International Symposium on Electronic Imaging 2017 (IS&T 전자영상 국제학술대회 2017)		
분 야	정보통신		
개최장소	미국 샌프란시스코	기 간	2017/01/29 ~ 2017/02/02
관련 URL	http://www.imaging.org/site/IST/Conferences/EI_2017/IST/		
주관기관	Society for Imaging Science and Technology (IS&T)		
작 성 자	호요성	전자우편	hoyo@gist.ac.kr
소속기관	광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부		
회 의 개 요	<p>매년 미국 샌프란시스코에서 열리는 Electronic Imaging 국제학술행사는 전 세계 연구원, 개발자 및 기업가들이 한데 모여 디지털 영상의 전 분야에 걸쳐 최근에 개발된 연구 결과를 발표하고 토론하며 공유하는 매우 중요한 학술행사입니다. 영상은 모바일 장치로 매일 찍은 개인 사진에서부터 자가 운전용 자동차의 자율 영상 알고리즘, 새로운 형태의 엔터테인먼트를 지원하는 혼합현실 기술에 이르기까지 인간의 경험에 매우 필수적입니다. 본인은 이 국제학술행사에 매년 참석하여 논문도 발표하고 연구에 필요한 최신 연구 동향과 학술 정보를 수집해왔습니다. 한국에서도 이 모임에 참석하는 전문가들이 해마다 늘어나고 있지만, 미국이나 독일 등 선진국에 비해 아직도 국내 참석자 수는 상당히 적은 편입니다.</p> <p>Electronic Imaging 2017 국제학술대회는 IS&T 주관으로 2016년 1월 29일부터 2월 2일까지 미국 샌프란시스코 공항 부근에 있는 Hyatt Regency 호텔에서 개최되었습니다. 이번 EI 국제학술행사에서는 18개의 컨퍼런스가 동시에 진행되었는데, 참석자들은 한번 등록하면 모든 프로그램의 논문 발표 세션에 참석할 수 있습니다. IS&T 단독으로 주관한 EI 2017 국제학술대회에 33개 국가에서 700여 명이 등록하고 참가했습니다. 이번 EI 2017 국제학술행사에서는 통신, 보안, 운송, 교육, 우주 탐사, 의학, 엔터테인먼트 등의 응용 분야에서 다양한 영상 센서와 모바일 영상에 관한 연구 결과들이 많이 발표되었으며, 업계 및 학계 참가자의 기술 시연을 통해 차세대 전자영상 제품을 주도할 최신 기술들을 선보였습니다.</p>		
Key Words	AR, VR, Mobile Imaging, Autonomous Machine Imaging, Image Processing, Image Sensors, Image Quality, Medical Imaging, 3D Video, Machine Vision, Media Security and Forensics 증강현실, 가상현실, 모바일 영상, 자율 기계 영상, 영상처리, 영상 센서, 영상 품질, 의료영상, 3차원 비디오, 기계 시각, 미디어 보안과 법의학		
보고서 차례	1. Electronic Imaging 2017 국제학술대회 소개(2) 2. Symposium Plenary Speech 세션(4) 3. Short Courses(5) 4. Technical Program 세션(9) 5. Electronic Imaging 2017 국제학술행사 참가 마무리 소견(23) * 참조: 학회에 참가했던 국내외 한인 과학자와 해외 과학자(24)		

1. Electronic Imaging 2017 국제학술대회 소개

1.1. Electronic Imaging 국제학술대회와 주관 협회

전자영상 심포지엄(Electronic Imaging Symposium) 국제학술행사는 매년 미국 샌프란시스코에서 개최되는 큰 모임으로, 디지털 영상의 전 분야에 걸쳐 최근 연구 결과를 발표하고 논의하는 중요한 학술행사이다. 재작년까지 EI Symposium 국제학술행사는 IS&T(Society for Imaging Science and Technology)와 SPIE(International Society of Photonics and Electronics)가 공동으로 주관했었지만 2016년부터 IS&T 단독으로 행사를 준비하여 진행했는데, 행사의 전체적인 규모와 참여자는 예년과 비슷했다.

IS&T(영상과학기술협회)는 1947년에 설립된 사진과학자와 엔지니어의 국제 비영리 협회로서 미국 버지니아 주 스프링필드에 본부를 두고 있다. IS&T는 학술대회, 교육 프로그램, 도서 발간, website를 통해 영상과학에 관련된 분야의 최신 정보와 기술 개발을 공유하는 데 전력을 다하고 있다. IS&T는 다양한 기술 컨퍼런스의 주관기관으로 널리 알려져 있는데, IS&T는 영상의 전 분야를 다루고 있다. 특히 디지털 인쇄, 전자영상, 컬러과학, 사진 인화, 영상 보전, 디지털 제조, 그리고 복합 영상 시스템을 중점적으로 다루고 있다. IS&T는 세계적으로 유명한 《영상과학 저널(Journal of Imaging Science)》과 《전자영상 학회지(Journal of Electronic Imaging)》를 발간하고 있다. IS&T에 관한 좀 더 자세한 내용은 www.imaging.org 또는 <http://www.imaging.org/IST/index.cfm>을 참조하기 바란다.

1.2. Electronic Imaging 2017

2017년 1월 29일부터 2월 2일까지 5일 동안 미국 샌프란시스코에서 Electronic Imaging 2017 국제학술대회가 개최되었다. 이번 EI Symposium 국제학술행사에서는 다음과 같은 분야를 포함한 18개의 컨퍼런스가 같이 진행되었는데, 참석자들은 한번 등록하면 모든 프로그램의 논문 발표 세션에 참석할 수 있었다. 이번 EI 2017 국제학술행사에서는 3차원 영상에 관한 논문이 많았고, 통신, 보안, 운송, 교육, 우주탐사, 의학, 엔터테인먼트 등의 응용 분야에서 다양한 영상 센서와 모바일 영상에 관한 연구 결과들이 많이 발표되었다. 또한 HMD를 이용한 가상현실(VR) 및 영상 품질을 평가하려는 논문도 눈에 띄었다.

- 증강 및 가상현실 디스플레이 및 처리 (Augmented and virtual reality displays and processing)
- 자율 기계 영상 알고리즘 (Autonomous machine imaging algorithms)
- 전산 및 디지털 사진 (Computational and digital photography)
- 인간의 시각, 색채, 지각 및 인지 (Human vision, color, perception, and cognition)
- 웹을 통한 영상처리 및 통신 (Image and video processing and communication via the web)
- 모바일 영상 (Mobile imaging)
- 영상 센서 (Imaging sensors)
- 영상 품질 (Image quality)
- 디스플레이와 복사 (Display and hardcopy)
- 미디어 보안 및 법의학 (Media security and forensics)
- 기계 시각 및 기계 학습 (Machine vision and machine learning)

EI Symposium 2017 국제학술대회에는 33개 국가에서 700여 명이 참가했다. EI 2017 국제학술대회의 장소는 미국 샌프란시스코 공항 부근에 있는 새롭게 단장된 Hyatt Regency 호텔이었는데, 장소가 아주 넓고 발표장이 많아서 불편함은 거의 없었다. 다만, 그 부근 호텔들이 매우 고급이라서 호텔비가 다른 곳에 비해 상당히 높았다.

EI 2017 국제공동학술대회의 첫째 날인 1월 29일에는 아침 7시부터 등록을 시작하고, 이날 오전과 오후에는 영상처리와 컴퓨터 비전 분야의 18개의 단기 강좌(Short Courses)가 2시간과 4시간 단위로 진행되었는데, 사전에 등록한 학생들은 이 중 1개를 선택하여 무료로 참석할 수 있었다. 본인도 ‘몰입형 환경을 위한 3차원 영상처리 기술’에 관한 4시간 강의를 진행했는데, 10여 명이 참석하여 AR/VR 기술에 관한 질문과 대화를 통해 많은 내용을 논의했다.

EI 2017 국제공동학술대회의 둘째 날에는 아침 8시 50분부터 여러 개의 컨퍼런스를 동시에 시작했다. 본인이 주로 참석했던 Stereoscopic Displays and Applications(SD&A)에서는 오전에 2개의 구두 논문 세션이 진행되었는데, 각 세션에서 5편의 논문이 발표되었다. 이날 오후 2시부터 3시까지 진행된 Opening Plenary 세션에서는 미국 UC Berkeley 대학교 Laura Waller 교수님이 ‘Giga-scale 3D Computational Microscopy’란 제목의 기조연설을 했는데, 간단한 하드웨어 장치를 구성하여 얻은 영상 신호의 위상 정보를 이용해 3차원 명암 신호를 빠르게 획득하는 기술을 소개했다. 대부분의 학술대회에서는 아침 일찍부터 기조연설을 시작하는데, EI 2017 행사에서는 점심 시간 후에 기조연설을 진행하여, 시차에 시달리는 우리에게는 시간적으로 좋은 배치라고 생각된다. 뒤이어 진행된 SD&A Keynote Talk에서는 미국 zSpace 회사의 David Chavez 박사님이 스테레오 디스플레이와 사용자 상호작용에 관한 본인의 경험을 소개했다.

둘째 날 오후 5~6시에 진행된 All-Conference Reception에서는 이번 학술행사에 참여한 많은 사람들이 한 장소에 모여 화기애애한 분위기에서 참석한 다른 사람들과 어울려 좋은 교제의 시간을 가졌다. 이번 EI 2017 Symposium은 미국 참가자들이 가장 많았고, 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인, 영국, 핀란드 등 유럽의 여러 나라와 일본, 한국, 대만의 참가자들이 약간 있었는데, 다른 국제학술대회에 비해 중국의 참가자들이 기대했던 것보다 적었다. 이날 저녁 6시부터 9분 동안 3D Theater Session을 진행했는데, 미국/캐나다/영국/프랑스/독일/일본/싱가포르/중국 등을 포함한 많은 나라에서 제작된 30여 편의 3차원 실사영화와 애니메이션 영화의 일부를 각각 3분 정도씩 짧게 상영했다. 아쉽게도 이번엔 한국에서 제작한 작품을 볼 수 없었다.

셋째 날에도 아침 8시 50분부터 여러 개의 구두논문 발표 세션이 동시에 진행되었다. 이날 오후 2시부터 1시간 동안 진행된 Plenary 세션에서는 미국 Stanford 대학교 Gordon Wetzstein 교수님이 ‘Making Virtual Reality better than Reality’란 주제의 강연을 했다. 이 강연에서는 점안(Near-eye) 디스플레이 장치를 소개하고, 이를 AR/VR 환경에서 이용하는 방법을 소개했다. 기조 강연이 끝나고 30분간의 커피 휴식을 가진 뒤에 우리 연구실에서 준비한 3편의 논문을 연속적으로 발표했는데, 세션 진행을 맡은 영국 Cambridge 대학교의 Neil Dodgson 교수님은 이를 ‘GIST Session’이라고 소개했다. 이날 저녁 5:30부터 7:00까지 EI 2017 Symposium Demonstration Session에서는 20여 회사에서 최근에 개발한 H/W와 S/W를 포함한 개발품을 직접 보여주며 설명했다. 이 세션에서는 3차원 스테레오 영상과 VR에 관한 데모가 많았는데, 예년보다 그 규모가 약간 작았다.

넷째 날에도 아침 8시 50분부터 여러 개의 구두논문 발표 세션이 동시에 진행되었다. 이날 오전 11:30부터 1시간 동안 진행된 SD&A Keynote 발표에서는 미국 GoPro 카메라 회사의 Timothy MacMillan 전문가를 모시고, 다수의 카메라를 이용하여 360도 3차원 영상을 획득하고 응용하는 기술을 소개했는데, 지난 10여 년간 우리 연구실에서 연구한 내용과 관련이 많아서 매우 흥미롭게 들었다. 이날 오후 2시부터 1시간 동안 진행된 Plenary 세션에서는 미국 Facebook 회사의 Brian Cabral 소장님이 ‘VR 비디오카메라 시스템’을 소개했는데, Facebook 회사에서도 3차원 360도 동영상 획득하기 위한 시스템을 개발하고 있다고 한다. 요즘 미국의 회사들은 AR/VR 응용을 위한 전 방향 3차원 콘텐츠 개발에 많은 노력을 기울이고 있는 것 같다. 전체 강연이 끝난 후 커피 휴식을 가진 뒤에 구두논문 발표 세션이 진행되었고, 이날 저녁 5:30부터 7:00까지 호텔 중앙에 있는 넓은 공간에서 열린 Interactive Paper Session에서는 30편의 Poster 논문이 발표되었다. 이와 더불어 같은 시간 같은 장소에서 ‘Meet the Future: A Showcase of Student and Young Professionals Research’

행사도 올해 처음으로 열렸는데, 주로 대학원 학생들이나 젊은 연구자들이 자기의 연구 내용을 포스터로 발표하면서 여러 회사 사람들과 자연스럽게 만날 수 있는 좋은 기회를 제공했다.

마지막 날에는 구두논문 발표 세션만 병렬로 진행되었는데, 참가자 수가 절반 정도로 줄었다. 본인은 주로 Human Vision and Electronic Imaging(HVEI)에서 진행된 ‘Art and Aesthetics’에 관한 특별 세션에 참가했는데, 과학과 예술을 조합한 미학에 관한 흥미로운 내용이 발표되었다. 이 세션의 마지막 부분에서는 참가자들이 포도주와 맥주를 마시면서 자유로운 토론이 진행되었고, 그중 일부 참석자들은 샌프란시스코 시내에 있는 현대미술박물관을 단체로 방문한다고 했다.

EI 2018 Symposium 행사는 2018년 1월 28일부터 2월 1일까지 San Francisco 공항 부근의 Hyatt Regency 호텔에서 IS&T 협회가 단독으로 행사를 주관하여 열릴 예정이다. 매년 미국 샌프란시스코에서 열리는 Electronic Imaging 국제학술행사는 2차원/3차원 영상에 관련된 다양한 주제의 많은 논문 발표가 동시에 진행되는 대규모의 학술행사이므로, 국내 방송 및 다른 영상 분야의 여러 전문가들이 관심을 가지고 이 학술행사에 많이 참석하여 귀중한 기술 정보를 접하고, 세계적인 전문가들과 직접 교류할 수 있는 좋은 기회를 가지길 바란다.

2. Symposium Plenary Speech 세션

EI 2017 Symposium에서 1월 30일부터 2월 1일까지 오후 2시부터 1시간 동안 Plenary Speech 세션을 진행했다. 대부분의 학술회에서는 보통 아침 일찍부터 기조연설을 시작하는데, 이번 행사에서는 점심 시간 후에 기조연설을 진행하여 시차에 시달리는 우리에게는 참 좋았다.

2.1. Plenary Speech 1 [1월 30일(월) 14:00~15:00]

제목: 기가 스케일 3차원 전산 현미경 (Giga-scale 3D Computational Microscopy)

발표자: Prof. Laura Waller (University of California, Berkeley, United States)

Laura Waller 교수는 상업용 현미경에서 기가 화소 스케일의 3차원 밝기 및 위상 영상을 빠르게 획득하기 위한 전산 영상 기법에 대한 작업과 새로운 계산 현미경 방법을 설명했다. Waller 박사의 연구실에서는 3차원 전산 현미경 촬영을 위한 간단한 하드웨어를 사용하고 있으며, 고속 영상 촬영을 위해 두 가지 측면을 고려하고 있다. 고속 영상 촬영을 위해 광 필드와 같은 4차원 위상 공간과 데이터 획득을 위한 푸리에 위상 각 공간의 밝기 및 검출을 주로 고려하고 있으며, 다중 슬라이스 순방향 모델을 사용하여 비간섭성 및 간섭성 영상 모델에 대해 효율적인 산포 재구성 알고리즘을 개발하고 있다. 그 결과 넓은 시야를 다루는 고해상도 영상의 재구성이 가능하며, 공간과 시간에 관계없이 높은 대역폭의 결과를 얻을 수 있었다. 실험적으로 회소성이 제한된 비선형 최적화 방법을 이용하여 디지털 수차 보정 및 산란 효과 완화를 통해 실시간 3차원 및 위상 영상 기법을 달성했다. 이러한 계산 방법은 하드웨어의 교체 없이 상업용 현미경에 새로운 기능을 추가할 수 있다고 한다.

2.2. Plenary Speech 2 [1월 31일(화) 14:00~15:00]

제목: 현실 세계보다 더 실감나는 가상현실 만들기 (Making Virtual Reality better than Reality)

발표자: Prof. Gordon Wetzstein (Stanford University, United States)

가상현실은 전혀 없는 사용자 경험을 제공하는 새로운 매체이다. 즉, VR/AR 시스템은 교육, 커뮤니케이션, 엔터테인먼트, 협업, 시뮬레이션, 교육, 전화 수술 및 기본 비전 연구를 재정의한다.

이러한 모든 응용 분야에서 사용자와 디지털 세계 사이의 가장 중요한 인터페이스는 눈과 밀착한 형태의 디스플레이이다. 자연스럽게 편안한 시청 경험을 제공하기 위해 다양한 VR 시스템이 개발되고 있는데, 현재 어려움을 겪고 있는 차세대 전산 접안 디스플레이 장치는 현실 세계보다 우수한 시각적 경험을 제공할 수 있다. 이 강연에서는 VR 시스템 엔지니어링의 최신 기술을 소개했는데, VR/AR 시스템에서 가장 중요시되는 부분은 바로 초점 문제다. VR/AR 기기의 사용자가 눈의 피로를 느끼지 않으려면 영상의 초점이 제대로 일치해야 한다. 이 강연에서는 초점 문제를 해결하기 위해 적응적 초점보정 기술을 설명했으며, 노안인 사람과 노안이 아닌 사람의 경우에서 서로 다른 초점보정 기술을 설명했다. 이러한 방법 외에도 초점 문제의 궁극적인 해결을 위한 방법으로 라이트 필드 영상을 이용한 디스플레이 개발에 대해서도 설명했다. 라이트필드 영상을 이용하면 초점 일치 문제를 쉽게 해결할 수 있으나, 영상의 회절 문제를 해결해야 하는 문제점이 남아 있다.

2.3. Plenary Speech 3 [2월 1일(수) 14:00~15:00]

제목: 가상현실 비디오카메라 시스템 디자인 (Designing VR Video Camera Systems)

발표자: Brian Cabral (Facebook Inc., United States)

단일 스트리밍 카메라 시스템은 대부분 선형적이지만, VR 비디오 캡처 시스템은 그렇지 않다. 360 전 방향 카메라는 색상 일치성, CMOS 센서, 컴퓨터 그래픽스, 광학 등 여러 가지 요소들의 영향을 받는다. 360 전 방향 카메라는 이러한 요소들이 하나의 완벽한 시스템으로 작동해야 하기 때문에 복잡한 시스템 구조를 갖는다. Facebook에서 제작한 360 서라운드 시스템은 앞에서 언급한 모든 요소를 고려하여 만든 카메라 장치이다. 360 서라운드로 촬영한 영상을 감상하기 위해서 영상 통합 작업을 수행해야 하는데, 이는 소프트웨어적으로 매우 정교하면서 복잡한 작업을 필요로 한다. 다른 카메라로부터 촬영된 영상으로부터 서로 이어진 영상을 감상하기 위해 저복잡도와 다양한 상황에 강인한 통합 에너지 함수를 세우는 것이 중요하다. 360 서라운드 시스템은 영상 원본을 저장하므로 다양한 환경에 강인한 영상을 획득하여 자연스러운 통합이 가능하다. 360 서라운드 장치뿐만 아니라, 앞으로 개발될 전 방향 카메라 시스템은 좀 더 작고 더 넓은 시야각을 갖는 구조를 가져야 한다. 하드웨어의 발달과 더불어 소프트웨어의 발전도 중요한 연구 분야이다.

3. Short Courses

EI 2017 Symposium에서는 1월 29일 오전과 오후, 1월 30일 오전에 영상처리와 컴퓨터 비전 분야의 20개의 단기 강좌를 2/4/8시간 단위로 진행했다. 단기 강좌는 모두 유료로 진행되었는데, 일찍 등록한 학생들에게는 이 중 1개를 골라서 무료로 들을 수 있게 배려했다.

3.1. Short Course 1 [1월 29일(일) 8:00~12:25, 13:30~17:45]

제목: 입체영상 응용 사안 (Stereoscopic display application issues)

발표자: John Merritt (The Merritt Group, United States), Andrew Woods (Curtin University, Australia)

입체적인 3차원 디스플레이는 완벽하게 구현될 경우, 내시경 및 의료영상을 포함한 다양한 영역에 아주 유용하게 사용될 수 있다. 이 강의에서는 입체영상의 기본적인 개념을 이해하기 쉽

게 설명했으며, 2차원 영상을 3차원 영상으로 변환할 때 고려해야 할 위험 요소와 성능 개선을 위한 실험 과정에서 발생할 수 있는 위험 요소를 소개했다. 강의 내용과 더불어, 입체영상 하드웨어 및 3차원 영상에 대한 전시가 있었으며, 입체 방사전 촬영기와 입체영상 시스템의 다양한 영상을 보여주었다. 이 강의를 통해서 입체영상 전시를 위한 휴먼팩터 정보를 얻을 수 있었으며, 대형 스크린에서의 양안영상 하드웨어 설치 방법, 최적의 카메라 초점거리 계산, 카메라 파라미터와 디스플레이 변수로 인해 발생하는 3차원 공간의 왜곡, 그리고 양안 모델링을 포함한 기하학적인 부분에 대해서도 많은 정보를 얻을 수 있었다.

3.2. Short Course 2 [1월 29일(일) 8:00~10:00]

제목: 영상품질 평가: 목표, S/W, 표준 소개

(Image Quality Testing: Targets, Software, and Standards)

발표자: Peter Burns (Burns Digital Imaging, USA), Don Williams (Image Science Associates, USA)

이 강좌에서는 영상 촬영에 대한 성능평가 방법을 소개하고, 시스템 특징과 성능 벤치마킹 등의 고급 주제를 다루었다. 설계 단계부터 생산을 위한 품질확신 단계까지 영상 평가를 필요로 하는 각각의 상황은 제안된 방법, 색상 시험 차트, 그리고 표준 보고에 관한 것으로 다루진다. 영상 평가를 위한 몇 가지 중요한 요소로 국제표준, 가이드라인, 그리고 최고의 실습을 보여주었다. 영상평가 표준이 카메라부터 과학적인 탐지기기를 포함하는 모든 촬영기기를 평가하는 데 어떻게 적용될 수 있는지 상세히 설명해주었다.

3.3. Short Course 5 [1월 29일(일) 8:00~12:15]

제목: 고급 영상 향상 및 디블러링 (Advanced Image Enhancement and Deblurring)

발표자: Majid Rabbani (Consultant, United States)

이 강의에서는 색상대비 향상, 잡음 제거, 에지 샤프닝 및 디블러링과 같은 고급 영상처리 방법을 소개했다. 일반영상, 전문영상, 의료영상, 범죄과학영상, 감시영상 및 천문영상을 사용하여 기술적인 내용을 자세히 설명했다. 구체적으로, Contrast-limited Adaptive Histogram Equalization Algorithm(CLAHE), Photoshop Shadow, Dynamic Range Compression(DRC)과 같은 영상 대비 향상 기술 및 다양한 비선형 언샤프 마스크 방법과 같은 영상 샤프닝 방법을 소개하고, 양방향 필터와 비지역 평균 필터와 같은 잡음 제거 기술의 현재 발전 상황과 다양한 기술의 성능을 향상시키기 위한 움직임 정보 처리, 그리고 영상 디블러링을 위한 Wiener 필터링 방법을 소개했다.

3.4. Short Course 6 [1월 29일(일) 8:00~12:15]

제목: 딥러닝의 기본 (Fundamentals of Deep Learning)

발표자: Raymond Ptucha (Rochester Institute of Technology, United States)

딥러닝은 컴퓨터 비전과 패턴 인식 분야의 다양한 경쟁에서 좋은 결과를 보이고 있는데, 이러한 성공은 객체 인식, 분류, 음성 인식, 자연어 처리, 동작 인식, 장면 이해와 같은 많은 영역으로 확장될 수 있으며, 그 결과는 인간의 능력을 압도하기도 한다. 이러한 활동은 학계에서 작은 스타트업 회사와 대기업에까지 골고루 퍼지고 있다. 이 강좌에서는 CNN(Convolutional Neural Net-

work)과 RNN(Recurrent Neural Network)에 집중했으며, 널리 알려진 오픈소스 딥러닝 프레임워크를 사용하여 사용자 정의 모델을 만드는 방법도 다루었다.

3.5. Short Course 8 [1월 29일(일) 8:00~12:15]

제목: 3차원 영상 (3D Imaging)

발표자: Gady Agam (Illinois Institute of Technology, United States)

이 강의에서는 2차원 영상에서 3차원 구조를 추론하는 방법을 소개했다. 우선, 영상 형성에 관련된 기하학과 이를 표현하는 데 사용되는 수학적 이론을 소개한 후, 3차원 모델 복원 방법을 설명했다. 3차원 모델 복원의 문제점은 불완전한 2차원 정보를 기반으로 3차원 정보를 추론해야 하는 역문제에 있다. 이 강의에서는 다시점 영상으로부터 정보를 모으는 복원 방법도 설명했으며, OpenCV 라이브러리를 이용하여 3차원 영상처리 소프트웨어 도구를 소개했다.

3.6. Short Course 9 [2월 14일(일) 10:15~12:15]

제목: 모바일 영상 장치에서의 색상 및 조정 (Color and Calibration in Mobile Imaging Devices)

발표자: Uwe Artmann (Image Engineering GmbH & Co KG, Germany), Kevin Matherson (Microsoft Corporation, United States)

디지털 기기로 영상이 촬영될 때, 촬영된 영상의 렌더링 과정이 필요하다. 일반적으로, 소비자들이 사용하는 카메라의 경우 이러한 과정이 이미 내장되어 있다. 또한 조명 보정, 그림자 및 색상 보정, 디모자이킹, 톤 보정, 첨예화, 그리고 압축 등의 기능도 내장하고 있다. 이러한 기능은 영상의 품질에 큰 영향을 미친다. 카메라를 설계하고 보완하기 위해서는 색상 카메라 하드웨어 변화뿐만 아니라, 그러한 변화를 보정하는 데 사용된 방법을 이해하는 것이 중요하다. 이 강의는 색상 카메라 영상의 촬영 및 처리를 위한 기초적인 방법을 소개했다.

3.7. Short Course 10 [1월 29일(일) 10:15~12:15]

제목: HDR 카메라, 디스플레이, 그리고 인간 시각

(High Dynamic Range Imaging in Cameras, Displays, and Human Vision)

발표자: John McCann (McCann Imaging, United States), Alessandro Rizzi (Univ. de Studi di Milano, Italy)

비균일 조명은 영상에서 빛의 범위를 증가시키는데, HDR 영상은 기존의 영상에 비해 더 많은 정보를 보여준다. 이 강좌에서는 영상 촬영의 동적 범위 문제를 자세한 설명한 후, HDR 영상을 생성하고 조작하는 표준 방법에 초점을 맞추었다. 정확한 카메라 촬영의 측정과 인간 시각 시스템에 적용되는 디스플레이에서 나오는 빛을 사용하는 범위의 한계를 소개하고, 톤 렌더링 및 HDR 공간 비교 역할의 원리도 설명했다. 이를 통해 HDR 영상처리의 역사, 동적 범위 및 양자화 이해, 장면 캡처를 위한 단일/다중 노출 비교, 영상 획득 및 시각화에서 광학 한계 측정, HDR 범위와 장면 종속성 사이의 관계, 눈부심 효과 등과 같은 다양한 내용을 배울 수 있었다.

3.8. Short Course 15 [1월 29일(일) 13:30~17:45]

제목: CMOS 영상 센서 기술 소개 (Introduction to CMOS Image Sensor Technology)

발표자: Arnaud Darmont (APHESA SPRL, Belgium)

이 강의는 영상 센서와 카메라 설계 공학자와 초심자를 대상으로 준비되었다. 빛과 광원부터 시작하여 카메라로 영상을 촬영하는 수준까지 영상 시스템의 전체를 다루었다. 특히, 렌즈, 마이크로렌즈, 색상 필터, 광 다이오드, 화소 회로, 화소 배열, 판독 회로 및 아날로그-디지털 변환을 자세하게 다루었다. 이 강의는 잡음원에 대한 분석과 신호 대 잡음 및 동적 범위를 포함하여 중요한 공식을 상세히 설명했다.

3.9. Short Course 16 [1월 29일(일) 13:30~17:45]

제목: 몰입형 환경을 위한 3차원 영상처리 기술

(3D Video Processing Techniques for Immersive Environments)

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

3차원 영상은 2차원 영상보다 더 현실감 있고 몰입감을 제공할 수 있는데, 이는 3차원 영화와 3차원 TV와 같은 중요한 차세대 기술이다. 양안식 디스플레이는 현재 3차원 TV를 위한 중점적인 기술인 반면, 자동화 양안식 디스플레이는 기술적 어려움을 해결하기 위해 좀 더 많은 노력을 필요로 한다. 이 강연에서는 3차원 콘텐츠 제작을 위한 다양한 최신 기술을 설명했다. 먼저 기본적인 3차원 멀티미디어 서비스를 소개한 뒤, 관련된 멀티미디어 영상처리 기술을 논의했다.

3.10. Short Course 18 [1월 29일(일) 13:30~17:45]

제목: 모바일 영상 장치용 카메라 모듈 조정

(Camera Module Calibration for Mobile Imaging Devices)

발표자: Uwe Artmann (Image Engineering GmbH & Co KG, Germany), Kevin Matherson (Microsoft Corporation, United States)

디지털 모바일 카메라 시스템의 성능은 센서 특성, 렌즈 특성, 그리고 영상처리 알고리즘의 조합에 따라 달라진다. 더 작은 화소, 더 작은 광학계, 작은 모듈, 그리고 저비용 시스템으로부터 만들어지는 결과는 작은 카메라 시스템의 작은 부분의 변화에 따라 달라지게 되므로 좋은 화질의 결과를 얻기 위해서 카메라 조정이 필수적이다. 이 강의에서는 모바일이나 디지털 영상에 사용되는 소형 영상처리 시스템 모듈과 관련된 내용을 간략하게 살펴보고, 광학계, 센서, 동력계, 카메라 모듈을 논의했으며, 렌즈, 센서, 그리고 자동 초점 조절 동력계에서 발생하는 문제를 최소화하는 방법도 다루었다.

3.11. Short Course 19 [1월 29일(일) 13:30~17:45]

제목: OpenVX: 컴퓨터 비전 가속을 위한 프레임워크

(Framework for Accelerating Computer Vision)

발표자: Radha Giduthuri (Advanced Micro Devices, United States), Kari Pulli (Intel Corporation, United States)

OpenVX는 2014년 Khronos 그룹에서 배포된 무료로 자유롭게 쓸 수 있는 공개표준 API이다. OpenVX는 컴퓨터 비전 알고리즘을 수행하는 데 최적의 성능을 나타내는데, 특히 실시간 처리와 임베디드 분야에 있어서 매우 중요하다. 이 강의는 함수 기반으로 된 API와 OpenVX 개발자들이 다양한 구조에서 컴퓨터 비전 알고리즘을 효율적으로 수행하도록 하는 그래프 API를 다루었다. 컴퓨터를 사용하는 사진 기법과 전문적인 드라이버 보조에 매핑된 그래프 API 알고리즘을 예제를 들어 상세히 다루었다.

3.12. Short Course 22 [1월 30일(월) 8:30~12:45]

제목: 디지털 색채 영상의 개요 (Introduction to Digital Color Imaging)

발표자: Gaurav Sharma (University of Rochester, United States)

이 강좌에서는 색채과학과 디지털 색채 영상 시스템을 중점적으로 다루었다. 기본적인 색채 과학을 소개하고, 색채를 디스플레이하고 출력하기 위한 물리적 메커니즘과 색채 표현 등의 기초적인 사항을 설명했다. 이를 기반으로 디스플레이, 캡처 및 인쇄를 위한 색상 관리 및 색상 영상 처리 방법을 다루는 중단 간 기술을 소개했으며, 색상영상 시스템에서 서로 다른 모듈 간의 상호작용을 강조하고, 현재의 디지털 색상 영상처리 장치 및 알고리즘 개발에 어떻게 공동 디자인이 중요한지 예를 들어 자세히 설명했다.

3.13. Short Course 24 [2월 1일(화) 8:30~12:45]

제목: 이미지 시스템을 위한 광학 및 영상처리의 공동 설계

(Joint Design of Optics and Image Processing for Imaging Systems)

발표자: David Stork (Rambus, United States)

수세기 동안 광학 영상 시스템 설계는 빛과 물질(유리, 플라스틱, 반사 금속)의 물리법칙을 활용하여 '보기 좋게' 보이는 고화질(첨예화, 고대비, 비왜곡) 영상을 중심으로 이루어졌다. 지난 수십 년 동안 그러한 시스템에 의해 생성된 광학 영상은 디지털 검출기 및 소프트웨어로 보정된 영상의 불완전성에 의해 일반적인 영상으로 인식되었다. 전자-광학 영상의 새로운 시대에는 이러한 패러다임에 대한 근본적인 개정 방안을 제공하지만, 광학 및 영상처리는 중간 광학계의 전통적인 품질과 무관하게 중단 간 디지털 장점을 최적화하기 위해 공동으로 설계될 수 있다. 광학 전용 시대의 많은 원칙과 지침은 전자광학 영상의 새로운 시대에서 비생산적이기 때문에 광자물리학과 비트 정보를 기초로 하는 원칙으로 대체되어야 한다. 이 강의에서는 전기광학 영상 시스템의 광학 및 영상처리를 공동으로 설계하는 새로운 방법의 이론 및 알고리즘을 설명했다.

4. Technical Program 세션

1월 30일(월)부터 2월 2일(목) 오전과 오후에 많은 논문들이 구두와 포스터로 나뉘어 발표되었다. EI 2017 학술대회에 발표된 모든 논문은 <http://ist.publisher.ingentaconnect.com/content/ist/ei> website를 통해 무료로 배포된다. 여기에서는 필자가 관심을 가진 Conference 중에서 일부 논문을 골라 핵심 내용을 간단히 정리해보았다.

4.1. Digital Photography and Mobile Imaging (DPMI)

DPMI 학술대회에서는 모바일과 카메라 영상처리 분야의 개발자, 과학자, 엔지니어들이 모여 최근 개발하고 있는 디지털카메라 모듈을 논의했으며, 광학 센서와 내장 카메라를 이용하여 찍은 정지영상 및 동영상 처리 방법을 토론했다. 특히 색상 보정, 영상 압축, HDR, 흐림 제거 등 다양한 영상처리 기술, 정지영상 및 동영상의 관리, 공유 어플리케이션, 그리고 영상의 화질 분석과 같은 내용을 집중적으로 다루었다.

(1) 논문 DPMI-067 (Jan. 30, 10:50~11:30)

제목: 다양한 종류의 연산 방법을 사용한 영상처리 기술 (Heterogeneous computational imaging)

발표자: Kari Pulli (Intel Corporation, United States)

이 키노트 강연은 영상처리 과정에서 사용되는 다양한 종류의 연산 방법을 소개했다. 영상신호처리는 우선 불량 화소를 보정하고, 영상 내 잡음 및 모자이크 제거, 렌즈 오류 보정, 톤 매핑을 통한 영상품질 강화 순서로 수행된다. 이러한 영상신호처리를 수행하기 위해 CPU, GPU와 같은 연산처리 장치들이 사용된다. CPU는 멀티스레드를 이용해 빠른 연산을 수행할 수 있다. 반면에 GPU는 많은 수의 코어를 이용한 병렬처리가 가능하다. 일반적으로 GPU 처리가 CPU 처리보다 빠르다. CPU와 GPU 외에도 영상처리단위(Image Processing Unit, IPU)라는 것이 사용되는데, 이는 효율적으로 연산처리를 하기 때문에 경우에 따라 GPU보다 더 좋은 성능을 보이기도 한다.

(2) 논문 DPMI-069 (Jan. 30, 11:50~12:10)

제목: 6자유도 VR 재생을 위한 광필드 비디오 촬영

(Capturing light field video for 6-DOF VR playback)

발표자: William Jiang (Lytro Inc., United States)

최근 많은 영상 콘텐츠는 360 전 방향, 스테레오스코픽, 움직임 시차, 그리고 사실적인 사진 표현과 같이 다양한 방법을 통해 만들어진다. Lytro 회사에서는 Lytro Illum 카메라를 이용하여 360 전 방향 콘텐츠를 생성하며, 단일 Lytro 카메라로부터 스테레오 정합을 수행하는 연구도 진행하고 있다. 라이트필드 영상은 다중영상 볼륨을 생성할 수 있는데, 이는 다양한 시점에서 촬영한 영상을 제공하는 것과 동일하다. 또한 영상 볼륨으로부터 일반 카메라로 촬영한 영상보다 확대된 Field-of-View(FoV)를 얻을 수 있다. 360 전 방향 파노라마 영상을 생성하기 위해서는 다중영상 볼륨을 이용하여 스티칭을 수행하는데, 라이트필드 영상은 미소 영상 사이의 거리가 매우 짧기 때문에 이음새가 자연스러운 파노라마 영상을 생성할 수 있다. 또한 라이트필드 영상은 다양한 방향으로부터 들어오는 빛 정보를 CCD 센서에 저장하기 때문에 VR 영상 제작 시 사용자의 시점을 따라가는 자연스러운 콘텐츠를 제작할 수 있는 장점이 있다.

(3) 논문 DPMI-080 (Feb. 1, 10:50~11:30)

제목: 실리콘 망막 기술 (Silicon retina technology)

발표자: Tobi Delbruck (Institute for Neuro Informatics, Switzerland)

이 발표에서는 실리콘 망막 기술을 설명했는데, 이는 눈의 신경 구조를 기반으로 계산을 수행하는 새롭고 강력한 방법이다. 이 논문에서는 4가지 주제를 소개했다. 첫 번째는 동적 비전 망막 센서(DVS)를 소개했는데, 이는 넓은 동적 범위(HDR)를 가지며 아주 빠르게 영상을 획득하고, 영상보정 기술(IMU)과 합하여 좋은 성능을 낸다. 두 번째는 DVS를 사용하여 간단한 트래킹 기술을

만들고, 응용으로 골키퍼 머신을 소개했다. 세 번째는 광학 흐름(Optical flow) 기술을 소개했으며, 마지막으로 신경망(CNN)을 통해 영상을 학습하고 학습된 정보를 사용하여 가위바위보 장치를 구현한 것을 소개했다. 다양한 컴퓨터 비전의 많은 응용에서 DVS를 사용할 것으로 보인다.

4.2. Image Processing: Algorithms and Systems (IPAS)

IPAS 학술대회에서는 비선형 영상처리와 패턴 분석을 포함한 새로운 영상처리 알고리즘을 연구한다. 특히, 이 학술대회는 세련된 영상처리 알고리즘을 만들기 위해 선형, 비선형, 그리고 변환 기반 접근의 중요성을 강조하며, 새롭게 떠오르는 적용 분야를 위한 영상 시스템의 개발을 돕는다.

(1) 논문 IPAS-209 (Feb. 01, 10:50~11:10)

제목: 큰 시점 차를 갖는 복잡한 영상들 사이의 실시간 3차원 변환 예측

(Real-time estimation of the 3D transformation between images with large viewpoint differences in cluttered environments)

발표자: Dennis van de Wouw, Martin Pieck, Gijs Dubbelman, and Peter De With (Eindhoven University of Technology, Netherlands)

이 논문은 실시간 3차원 변환 예측 방법을 제안했는데, 이는 주행 중인 차량을 이용해 폭발물을 검출하는 데 사용된다. 차량에는 양안 카메라가 설치되어 있으며, 양안 카메라로 얻은 양안 영상을 이용해 깊이 정보를 측정한다. 이 과정에서 양안 영상 사이의 정렬 불일치 문제를 해결하기 위해 Shear 변환을 사용한다. 그 후, 각 영상의 특징점 및 대응점을 검출하기 위해 FAST와 같은 특징점 및 대응점 탐색 알고리즘을 적용한다. 3차원 변환을 예측하기 위해서 추출한 특징점을 변위 정보를 이용해 3차원 공간으로 투영한다. 초기 강체(Rigid) 변환을 예측하기 위해서 3차원 공간에 투영된 특징점들 사이의 유클리디언 거리값을 구한다. 이때 계산된 거리값은 2차원 공간으로 재투영하여 거리값 보정 과정을 거치면서 3차원 변환 예측을 수행한다. 이 논문에서는 실시간 3차원 변환 예측을 수행하기 위해 GPU를 사용했다.

4.3. Stereoscopic Displays and Applications (SD&A)

SD&A 학술대회는 스테레오스코픽 디스플레이 연구와 개발에 초점을 맞춘 3차원 혁신에 관한 학회로서, 3차원 영상 획득, 처리 및 디스플레이를 포함한 전체의 스테레오 3차원 영상처리 기술을 다룬다. 이 학술대회에서는 스테레오 영상 주제에 관한 최신 정보를 서로 교환하기 위해 산업계와 학계의 실무자와 연구자를 초빙한다.

(1) 논문 SDA-362 (Jan. 30, 15:30~16:30)

제목: 입체영상 전시, 트래킹, 상호작용, 교육, 그리고 웹

(Stereoscopic displays, tracking, interaction, education, and the web)

발표자: David Chavez (zSpace, Inc., United States)

이 키노트 강연은 양안영상 및 VR/AR이 어떻게 응용되고 있는지 소개했다. 실감 나는 3차원 영상 콘텐츠를 보여주기 위해 사용되는 양안영상은 편광 필름을 이용해 이용자가 3차원 효과를 느낄 수 있도록 해주며, 이는 최근 교육, 영화 등의 분야에 많이 사용되고 있다. VR은 HMD를 이용해 영상 시청이 가능하며, VR은 의료영상, 교육영상, 그리고 동굴과 같은 자연체험에 많이 사용된다. 이러한 양안영상과 VR/AR 영상이 실생활에 널리 사용되기 위해서는 몇 가지 조건이 필요

하다. 먼저 사용하는 데 있어 불편함이 없어야 하고, 손쉬운 작동이 가능해야 하며, 일상생활에서 쉽게 접근할 수 있어야 한다. 양안영상, VR/AR 외에도 최근에는 웹 브라우저를 통한 3차원 영상을 체험하는 콘텐츠를 Unity와 같은 그래픽 엔진을 이용하여 개발하고 있다.

(2) 논문 SDA-363 (Jan. 31, 10:50~11:10)

제목: 시분할 다중화를 이용한 반투과형 프로젝션 3차원 디스플레이

(See-through projection 3D display using time-division multiplexing)

발표자: Masahiro Kajimoto (Nagaoka University, Japan)

이 논문은 영상의 화질 평가를 위한 다양한 방법을 제안했다. Youtube는 다양한 화질의 영상을 제공하기 위해 화질 평가 방법에 대해 많은 연구를 진행하고 있다. Youtube에서 제공하는 영상 화질의 평가 방법으로 ‘자동 화질 조절’이 있는데, 이는 임의로 생성된 영상과 실제 네트워크를 통해 전송된 영상 사이의 화질 차이를 반복적으로 평가하는 방법이다. 다양한 영상은 실제로 평가할 수 있는 지표가 없기 때문에 대부분 주관적 화질 평가를 통해 전송되는 영상의 화질 평가가 이루어진다. 최근 영상 화질 평가를 위해 임의로 잡음이 추가된 영상을 주파수 영역으로 변환하여 시각적으로 찾아낼 수 없는 잡음을 찾아내는 방법을 사용하고 있다.

(3) 논문 SDA-366 (Jan. 31, 11:50~12:10)

제목: 고속 변환 산광기 특성을 이용한 2차원/3차원 변환 디지털 홀로그래픽 디스플레이

(Digital holographic display with two-dimensional and three-dimensional convertible feature by high speed switchable diffuser)

발표자: Keehoon Hong, Yongjun Lim, Kwan-Jung Oh, Hyon-Gon Choo (ETRI, Republic of Korea)

최근 3차원 영상에 대한 관심이 증가하면서 가정에서도 3차원 영상을 볼 수 있는 제품들이 판매되고 있다. 이런 제품들 중에는 2차원 영상을 3차원 영상으로 변환하는 기능을 가진 제품도 있는데, 기존의 3차원 홀로그래피 영상으로 변환하는 장치에는 스크린 사이즈와 회절 각도 사이의 트레이드오프가 존재한다는 문제점이 있다. 이 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위해 2차원/3차원 변환 디지털 홀로그래픽 디스플레이를 제안했는데, 이 방법은 빛을 받는 스크린 사이에 고속 변환 산광기를 삽입하여 3차원 홀로그래피 영상과 2차원 영상이 손쉽게 변환되도록 한다.

(4) 논문 SDA-367 (Jan. 31, 15:30~15:50)

제목: 하이브리드 카메라 시스템을 활용한 깊이 예측 방법

(Real time depth estimation method using hybrid camera system)

저자: Eu-Tteum Baek and Yo-Sung Ho (Gwangju Institute of Science and Technology, Republic of Korea)

이 논문에서는 스테레오 컬러 카메라와 Time-of-Flight(ToF) 깊이 센서를 이용한 새로운 실시간 깊이 추정 방법을 제안했다. 이 방법에서는 알고리즘을 빠르게 실행하기 위해 오프라인 단계와 온라인 단계를 구분한다. 오프라인 단계에서는 미리 복잡한 알고리즘을 수행하고, 온라인 단계에서 알고리즘 GPU를 사용하므로 깊이 추정 방법을 가속화할 수 있다. 우선 ToF 깊이 센서에서 초기 깊이 정보를 획득한 후, ToF 카메라 위치에서 스테레오 카메라 위치까지 3차원 위평을 수행하고 업샘플링하는데, 알고리즘 가속화를 위해 깊이 탐색 범위를 제한한다. 코스트 볼륨을 구성하기 위해 센서스 변환(census transform)을 사용한다. 실험 결과는 제안된 방법이 기존의 방법에 비

해 영역의 품질을 향상시킴을 보여주었고, 스테레오 매칭 동작을 훨씬 빠르게 수행하는 것을 알 수 있었다.

(5) 논문 SDA-368 (Jan. 31, 15:50~16:10)

제목: 조명 변화에 강인한 스테레오 정합을 위한 화소 기반의 적응적 정규화 교차 상관도
(Pixel-based adaptive cross correlation for illumination invariant stereo matching)
발표자: Yong-Jun Chang and Yo-Sung Ho (Gwangju Institute of Science and Technology, Republic of Korea)

실제 촬영 환경에서 찍은 스테레오 영상은 조명과 카메라 노출 정도에 따라 서로 다른 밝기 값을 갖는다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 적응적 교차 상관도를 이용한 스테레오 정합 방법이 개발되었는데, 이 방법은 디지털카메라에 저장되는 색상값에 영향을 주는 빛 요소를 수식적으로 제거함으로써 조명 변화에 강인한 스테레오 정합을 수행하도록 한다. 하지만 빛 요소를 제거하는 과정에서 양방향 필터의 적용으로 인해 계산 복잡도가 높아지는 단점이 있다. 이 논문에서는 양방향 필터로 인해 높아지는 계산 복잡도를 줄이기 위해 전역 평균값을 이용해 빛 요소를 제거했다. 또한 휴(Hue) 변환 수식을 이용해 전역 평균값 적용 후에도 남아 있는 빛 요소를 제거하여 화소 기반의 정합 비용을 계산했다. 그 결과, 기존의 적응적 정규화 교차 상관도 방법보다 더 빠른 정합 속도를 확인했다.

(6) 논문 번호: SDA-369 (Jan. 31, 16:10~16:30)

제목: 스테레오 영상에서의 가이드 이미지 필터링 기반 변위 탐색 범위 제어
(Guide image filtering based disparity range control in stereo vision)
발표자: Ji-Hun Mun and Yo-Sung Ho (Gwangju Institute of Science and Technology, Republic of Korea)

일반적인 스테레오 매칭은 스테레오 영상에서 일치하는 화소 위치를 찾기 위해 모든 변위 탐색 범위에 대해 매칭 비용을 계산한다. 이 방법은 변위 탐색 범위에 따라 연산 시간의 복잡도가 변하는 특징이 있다. 비디오 영상에서 스테레오 매칭을 수행하기 위해 영상 간 시간 상관관계 특성을 이용하여 변위 탐색 범위를 제어하는 방법을 사용했다. 하지만, 제한된 변위 탐색 범위로 인해 시간이 지남에 따라 매칭 오류가 연속된 프레임의 변위 지도에 나타나는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 가이드 필터링을 이용하여 주기적으로 변위 지도를 갱신해 변위 탐색 범위를 조절하는 방법을 제안했다.

(7) 논문 SDA-375 (Feb. 1, 11:30~12:30)

제목: 360도 3D 획득: VR의 필요 충족 (360° 3D capture: Meeting the need in VR)
발표자: Timothy Macmillan (Consultant, United States)

이 발표에서는 360도 다중 카메라의 발전 과정과 개발자와 소비자의 요구 사항을 소개했다. 1982년부터 필름 카메라 리그를 사용하여 360도 영상을 촬영하기 시작했으며, 1993년에는 외부 촬영하는 360도 멀티 카메라 리그가 등장했다. 1995년에는 일자형 리그를 사용했고, 1997년에는 초자연적인 수렴형 카메라를 사용했고, 1998년에 이르러서 보간 방법으로 중간 장면을 합성했다. 2000년에는 디지털카메라를 사용하여 멀티 카메라 리그를 제작했다. 2013년에 이르러서 GoPro 회사에서 만든 다중 카메라를 사용하여 다양한 환경에서 영상을 촬영하는 게 가능해졌고, 2014년도 이후

에는 폭발적으로 360도 카메라가 시장에 많이 나왔다. 하지만 이러한 360도 카메라는 아직도 많은 문제점과 한계가 있는데, 이러한 어려움을 해결해야만 시장에서 살아남을 수 있다.

(8) 논문 SDA-382 (Jan. 31, 12:10~12:30)

제목: 단계적 높은 입사각에 기반한 저비용 체적 디스플레이

(A low-cost static volumetric display based on layered high incidence angle scattering)

발표자: Shawn Frayne (Looking Glass Factory, USA)

현재 시판되고 있는 체적 기반 디스플레이 장치나 3차원 영상 시청 장치는 특수한 안경을 필요로 한다. 하지만 이 논문에서 소개된 체적 디스플레이 장치는 별도의 도구 없이 홀로그램 영상을 체험할 수 있다. 이 체적 디스플레이 장치는 박물관이나 교육, 그리고 엔터테인먼트 등 다양한 분야에서 사용될 수 있는데, 이는 하단부에서 다양한 깊이 정보를 갖는 영상을 단편적으로 하나의 렌즈에 투영해주는 방법을 사용한다. 단일 볼륨 투사 프로젝터와 영상이 맺히는 렌즈 사이의 거리를 조절하면 더욱 큰 영상을 만들 수 있으며, 많은 수의 볼륨을 투영할 수 있다. 본 제품의 가격은 300~1500\$로 다양하며 저비용으로 체적 디스플레이를 체험할 수 있고, leapmotion이나 mobile controller를 통해 상호작용도 할 수 있다.

4.4. Autonomous Vehicles and Machines (AVM)

최근 컴퓨팅, 영상처리, 센싱 및 비전 기술이 통합적으로 발전함에 따라 자가 운전 차량부터 무인 항공기, 개인 로봇 서비스에 이르기까지 전례 없이 성장했으며, 자율 주행 및 지능형 기계학습이 큰 관심을 끌고 있다. 이러한 새로운 기능은 사람들의 생활, 일, 대화 및 서로 간의 교류 방식을 근본적으로 변화시킬 잠재력을 가지고 있으며, 다음 세대를 위한 새로운 응용프로그램 및 상업적 기회를 창출할 것이다. AVM 학술대회에서는 다양한 환경을 감지하고 사용자에게 정보를 제공하며, 상황 인식을 설명하고 자체 탐색에 대한 자율적인 결정 능력을 지닌 차량 및 기계와 관련하여 광범위한 주제를 논의한다. 이 학술대회는 자율 주행 차량, ADAS(고급 운전자 지원 시스템), 무인 항공기, 로봇 및 산업 자동화를 포함하되, 이에 국한되지 않는 감지, 이미징, 비전 및 시각과 교차하는 영역의 새로운 연구를 중심으로 고품질의 논문을 발굴한다.

(1) 논문 AVM-009 (Jan. 30, 08:50~09:50)

제목: 자율 주행을 위한 시스템 구조 (Architectures for automated driving)

발표자: Jack Weast (Intel Corporation, United States)

이 키노트 발표는 자율 주행을 위한 기술과 배경을 설명했다. 자율 주행 자동차란 운전자가 가만히 있어도 자동차 스스로 도로의 상황을 파악해 자동으로 주행하는 차를 말한다. 즉, 운전자가 브레이크, 핸들, 가속 페달 등을 제어하지 않아도 자동차 스스로 판단하여 제어하는 자동차를 의미한다. 따라서, 자율 주행 자동차는 다양한 센서를 사용해서 정보를 획득하고, 수집된 정보를 분석하여 활용한다. 자율 주행 자동차에서 사용하는 센서에는 lidar, radar, camera, GPU 등이 있다. 이 강의에서는 최근 Intel 회사에서 연구하고 있는 종단 간 자율 주행 자동차 구조(End-to-End automated vehicle architecture)에 대해 설명했다. 이는 자율 주행 자동차와 데이터 센터와의 연결 관계로서, 자동차는 센서를 통해 정보를 수집하여 데이터 센터로 보내고, 데이터 센터에서는 수집된 정보를 활용하여 정보를 계산하고 분석하여 자율 주행 자동차에 보내주는 방식이다.

(2) 논문 AVM-010 (Jan. 30, 09:50~10:10)

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

페이지 14/24

제목: 3차원 인식: 실시간 매핑을 위한 SfM 기반의 멀티 카메라 프로토타입 시스템

(3D Perception: Multi-camera embedded structure-from-motion prototype for real-time mapping)

발표자: Martin Mueller, Vikram Appia, Umit Batur (Texas Instruments Inc., United States)

이 발표에서는 멀티 카메라 기반의 SfM(structure-from-motion) 기술을 사용하여 3차원 지형을 만드는 방법과 프로토타입 시스템을 소개했다. 3차원 지형을 만들기 위해 우선 카메라 4대를 차량의 앞뒤 좌우에 부착하고, 초당 30프레임으로 동기를 맞추어 촬영한다. 촬영된 영상의 특징점과 광학 흐름(optical flow)을 획득하여 카메라의 위치와 회전을 예측하고, 삼각화 방법으로 3차원 포인트 클라우드를 획득한다. 3차원 지형을 만들기 위해 이 논문에서는 점유 그리드 매핑(Occupancy grid mapping)을 사용했는데, 이는 그리드에서의 포인트 클라우드의 점유율로 이단자를 검출할 수 있는 그리드 구조로 되어 있어, 데이터의 양을 현저하게 낮출 수 있는 장점이 있다. 현재 자율주차 시스템까지 진행되었고, 차후에는 다양한 환경에서의 자율 주행을 개발할 계획이라고 한다.

(3) 논문 AVM-018 (Jan. 31, 08:50-09:50)

제목: 지구/우주 자율 운행의 공통적인 테마

(Common Themes in Autonomous Navigation on Earth and in Space)

발표자: Larry Matthies (Jet Propulsion Laboratory, United States)

이번 키노트 강연은 지구나 화성과 같은 행성 및 우주 공간을 조사하는 탐사선의 자율 운행 방법을 다루었다. 탐사선의 자율 운행을 위해서는 지형 파악, 장애물 회피, 착륙 지점 예측과 같은 부분에 대해 정밀한 알고리즘이 필요하다. 탐사 지역의 지형을 파악하기 위해서 탐사선에 스테레오 카메라를 설치하여 지형의 높이와 깊이를 예측한다. 이때 예측한 지형의 높이와 깊이 정보는 탐사선이 최적의 길을 선택하는 데 도움을 준다. 또한 장애물을 회피하기 위해 스테레오 영상을 이용하여 얻은 정보를 활용한다. 라이다(Lidar) 영상은 지형의 특성을 구분하는 데 사용된다. 라이다 영상 외에도 온도 영상, 그리고 반사 영상을 이용해 지형이 어떤 특성을 갖는지 파악한 후 탐사선이 최적의 경로를 찾도록 한다. 탐사선의 안전한 착륙을 위해서 착륙 지점 2km를 남겨두고 기존에 촬영한 영상의 특징점들로부터 움직임 예측을 수행하여 수평 방향의 속도를 측정한다.

(4) 논문 AVM-019 (Jan. 31, 09:50-10:10)

제목: Milpet - 자율 주행 휠체어 (Milpet - The self-driving wheelchair)

발표자: Samuel Echefu, Jacob Lauzon, Suvam Bag, Rasika Kangutkar, Amar Bhatt, and Raymond Ptucha (Rochester Institute of Technology, United States)

Milpet은 자율 주행 휠체어의 이름이다. 자율 주행 휠체어를 구현하기 위해 몇 가지 알고리즘이 적용된다. 먼저, 주행하려는 지역의 구조를 파악하기 위해 LiDAR와 전 방향 영상 촬영 기법이 사용된다. LiDAR와 색상 카메라를 이용해 지형을 촬영한 후, 기계학습 기법 중의 하나인 SVM(Support Vector Machine)을 이용해 촬영한 지역을 학습한다. 기계학습을 통한 지역 특성을 파악하는 과정에서 전 방향으로 촬영된 영상은 보조 영상으로서 지형 특성 파악에 도움을 준다. 이때, 전 방향 영상은 360도 영상과 비슷한 영상으로, 실제 알고리즘에 적용할 경우 하나의 이어진 영상으로 풀어서 적용한다. 제안하는 자율 주행 휠체어는 음성 명령에 따라 움직이도록 설계되었다. 따라서 음성 명령을 인식하기 위해 몇 가지 단어에 대한 음성 인식 알고리즘이 적용된다. 그 결과, 음성 명령으로 자율 주행하는 휠체어를 개발했다.

4.5. Human Vision and Electronic Imaging (HVEI)

HVEI 학술대회에서는 전자 미디어 시스템의 설계, 분석 및 사용에 있어서 인간의 인식과 지각 능력에 대한 역할을 탐구한다. 지난 수년 동안 풍부하고 활발한 아이디어를 교류하기 위해 전세계의 많은 연구자, 기술자 및 예술가들이 모였다. HVEI에서는 인간의 관측 체계를 이해하는 것이 전자 미디어 시스템 발전의 기본이며, 이러한 시스템과 응용 분야의 발전은 인간 관측 체계의 인식과 지각에 대한 새로운 연구를 유도한다고 믿는다. 매년 지각과 신형 미디어 기술의 교차점에서 혁신을 주도하고 있는 분야를 중점으로 둔 특별 세션을 통해 새로운 주제를 소개한다.

(1) 논문 HVEI-111 (Jan. 30, 9:10~10:00)

제목: 순간 인지 영상 (Vision at a glance)

발표자: Ruth Rosenhotz (MIT, United States)

이 기조연설에서는 인간의 시각 시스템이 순간적으로 인지할 수 있는 객체의 수와 영상에 따른 그 복잡도를 분석한 결과를 설명했다. 인간의 시각 시스템을 통해 하나의 정지 영상을 보게 될 경우, 단순한 영상의 경우 짧은 시간에 영상에 어떠한 물건이 존재했으며 어떤 모습을 하고 있었는지 기억할 수 있다. 하지만 복잡한 영상의 경우 시각 시스템을 통해 받아들인 정보를 뇌에서 분석하는 과정에서 병목현상이 발생하게 된다. 이러한 병목현상으로 인해 인간은 순식간에 많은 정보를 인지하지 못하게 된다. 순간 인지 능력을 향상시키기 위해 우리는 어떠한 정보를 중점적으로 찾을 것인지에 대한 목표를 가져야 한다. 하지만 하나의 정보를 중점적으로 인지하려고 하면 여러 가지 정보를 인지하지 못하게 되는 문제점이 발생하게 된다. 즉 이중 정보 인식과 단일 정보 인식 방법은 상황에 따라 서로 다른 장단점을 가지게 된다. 인지 능력 향상 시스템 설계를 위해 다양한 사람으로부터 획득한 인지 정확성 데이터를 사용하며, 사람의 시각 체계와 유사한 컴퓨터 영상 인지 시스템을 제작하기 위해 많은 노력을 하고 있다.

(2) 논문 HVEI-146 (Feb. 02, 08:50~09:10)

제목: HMD와 스마트폰 사이의 시각적 피로도 및 불편함 비교

(Comparison of visual discomfort and visual fatigue between HMD and smartphone)

발표자: Hyeon-Jeong Suk, Junmin Han, and Seon Hee Bae (Korea Advanced Institute of Science and Technology, Republic of Korea)

이 논문은 HMD와 스마트폰 사이의 시각적 피로도와 불편함을 비교했다. 시각 피로도는 객관적인 평가의 지표가 되며 시각적 불편함은 주관적 평가 지표가 된다. 시각적 피로도는 어떤 자극에 의해 눈이 피로해지는 의학적인 신체 증상을 나타내며, 시각적 불편함은 자극에 의한 정신적 증상을 나타낸다. 실험을 위해 총 24명의 피실험자가 참여했으며, 이 중 15명은 남자, 9명은 여자다. 각 실험자들은 15분 간격으로 20분짜리 HMD 및 스마트폰 영상을 시청했다. 그 결과, HMD를 통해 영상을 시청하는 것이 스마트폰을 이용하는 것보다 시각 불편함을 더 많이 야기하였으며, 안구 건조 현상 또한 더 많이 일으킨다는 실험적 결과를 얻었다.

(3) 논문 HVEI-149 (Feb. 02, 09:10~09:30)

제목: 웨어러블 기기를 사용한 시각적으로 유도된 움직임 불편함 측정

(Measuring visually induced motion sickness using wearable devices)

발표자: Ran Liu, Eli Peli, and Alex Hwang (Harvard University, United States)

최근 가상현실과 증강현실, 3차원 영상 콘텐츠들이 많이 나오면서 해당 콘텐츠의 시청자가 느끼는 시각적 불편함에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 이 논문은 이러한 콘텐츠를 시청할 때 느낄 수 있는 시각적 불편함을 측정하는 방법을 설명했다. 기존의 시각 불편함을 측정하는 방법으로 혈압 측정, 심박수 측정 등의 의학적인 방법이 있지만, 사람마다 나타나는 신체적 증상의 차이가 있어서 객관적인 시각적 불편함을 측정하기가 힘들다. 따라서 이 논문에서는 가상의 차량 주행 상황을 만들어 시각적 불편함을 측정했다. 차량 주행 전과 후는 시각적 불편함을 느끼지 않은 상태, 그리고 차량 주행 중인 경우는 시각적 불편함을 느끼는 상태로, 사람의 상태를 두 종류로 구분한다. 그 후, 각 상태에서 실험자의 심박수와 혈압 사이의 상관도를 계산하여 시각적 불편함을 측정했다.

4.6. Image Quality and System Performance (IQSP)

우리는 시각적 세계에 살고 있기 때문에 지각된 영상의 품질은 산업, 의료 및 엔터테인먼트 응용 환경에서 매우 중요하다. 카메라 센서, 영상처리, 3D 영상, 디스플레이 기술 및 디지털 인쇄의 발전으로 정보를 제공하거나 즐길 수 있는 시각적 콘텐츠를 제작하고 전달할 수 있는 새로운 가능성을 갖게 되었다. 무선 네트워크 및 모바일 장치로 영상을 공유하는 방법도 확대되었다. 영상의 가치는 영상 및 영상을 생성하는 시스템의 시각적 품질에 직접적으로 연관되어 있다. 영상은 일반적으로 인간이 볼 수 있도록 의도되었기 때문에 인간의 시각적 인식의 역할을 고려할 경우, 영상 품질을 효과적으로 평가하는 것이 근본적인 일이다. IQSP 학회에서는 고품질 영상을 만드는 요소와 현대 영상 시스템의 요구 사항 및 성능을 평가하는 방법을 이해하기 위해 노력하는 업계 및 학계의 엔지니어 및 과학자가 모이는 자리이다. 영상 캡처, 처리, 출력, 인쇄 또는 표시, 비디오 또는 정지영상, 2D 또는 3D, LDR (Low Dynamic Range) 또는 HDR 분야에서 관련된 영상처리의 전반적인 프로그램을 통해 영상의 품질을 평가하기 위한 객관적이고 주관적인 방법에 초점을 맞춘다.

(1) 논문 IQSP-222 (Jan. 30, 10:50~11:30)

제목: 영상 화질 평가 자동화 및 적용 분야

(Automated Video Quality Measurement and Application)

발표자: Anil Kokaram (Google/Youtube, United States)

최근 영상의 화질을 평가하기 위한 다양한 방법들이 제안되고 있다. Google/Youtube에서도 다양한 화질의 영상을 제공하기 위해 화질 평가 방법에 대해 많은 연구를 진행하고 있다. Youtube에서 제공하는 영상 화질 평가 방법으로 ‘자동 화질 조절’이 있는데, 이는 임의로 생성된 영상과 실제 네트워크를 통해 전송된 영상 간의 화질 차이를 반복적으로 평가하는 방법이다. 다양한 영상은 실제로 평가할 수 있는 지표가 없기 때문에 대부분 주관적 화질 평가를 통해 전송되는 영상의 화질 평가가 이루어진다. 최근 영상 화질 평가를 위해 임의로 잡음이 추가된 영상을 주파수 영역으로 변환하여 시각적으로 찾아낼 수 없는 잡음을 찾아내는 방법을 사용하고 있다.

(2) 논문 IQSP-249 (Jan. 31, 8:50~9:20)

제목: IEEE P1858 CPIQ 개발 (Towards the development of the IEEE P1858 CPIQ standard)

발표자: Elaine Jin (Google Inc., United States)

이번 최근 삼성, 애플, LG 등 많은 회사에서 다양한 휴대폰을 제작하고 있다. CPIQ(camera phone image quality)는 다양한 휴대폰 카메라로 촬영된 영상의 품질을 비교하는 방법이다. CPIQ의

평가 지표 중 하나로 SRF(spatial frequency response)는 촬영된 영상으로부터 에지 영역을 검출하여 화질 평가를 수행한다. LGD(local geometric disturbance)는 촬영된 영상으로부터 기하학적 방해 요소를 분석하여 품질 평가를 수행한다. CPIQ의 중요한 목적 중 하나는 평가를 위해 인간의 인지 시스템을 반영하여 평가 모델을 제작해야 하는 것이다. 모든 사람이 동일한 시각적 인지 능력을 가진 것은 아니지만, 타당한 품질 평가 결과를 얻기 위해 인간 인지 시스템 모델을 기반으로 평가를 수행하는 것이 중요하다. 다양한 환경에서 촬영한 영상의 품질을 비교해본 결과, 빛이 없는 환경(night), 실내 환경(indoor), 그리고 야외 환경(day light) 순서대로 품질 평가에 어려움이 있는 것을 확인했다. 이와 같이 다양한 환경에서 촬영된 영상의 품질을 정확하게 평가할 수 있을 때 다양한 회사에서 제작한 카메라 성능을 공정하게 평가할 수 있다.

4.7. Image Sensors and Imaging Systems (IMSE)

고체(solid state) 광학 센서와 카메라는 과학적 또는 산업적 응용과 같이 까다로운 전문 응용에 적합한 영상처리 시스템으로 자리를 잡았다. 저전력, 저잡음, 고해상도, 고지학적 충실도, 넓은 스펙트럼 감도 및 극도로 높은 양자 효율의 이점은 많은 혁신적인 용도로 이어졌다. IMSE 학술대회에서는 고체 검출기와 카메라에 관련된 새로운 광학 개념 및 새로운 응용 분야의 논문을 신속하게 발표할 수 있는 기회를 제공한다.

(1) 논문 IMSE-077 (Feb. 01, 8:50~9:30)

제목: 베이어 패턴 및 영상 품질 (Bayer pattern and image quality)

발표자: Jorg Kunze, (Basler AG, Germany)

영상의 화질 평가는 카메라로 촬영한 영상을 사람의 시각 시스템을 통해 좋고 나쁨을 판단하는 과정이다. 일반적으로 카메라로 촬영된 영상은 RGB 채널을 통해 표현되는데, RGB 색상을 기반으로 다양한 보간법을 수행하여 촬영된 영상을 나타낸다. 양방향, 단방향 및 최근접 이웃 화소 기반 보간법 등 다양한 보간 방법에 따라 영상의 품질이 달라진다. Basler는 녹색빛이 영상을 표현하는 데 많은 영향을 미치는 것을 베이어 패턴 분석을 통해 알아냈고, 이를 통해 PPG 보간을 수행한다. 이는 기존의 다양한 보간법보다 영상을 더욱 선명하게 나타나게 하는 방법이다. 영상의 품질을 향상시키기 위해 더 심도 깊은 베이어 패턴 분석이 필요하고, 기존의 보간법을 개선할 수 있는 알고리즘이 필요하다.

(2) 논문 IMSE-078 (Feb. 01, 9:30~9:50)

제목: 가시선 및 원적외선 카메라의 정확한 공동 기하학적 카메라 조정

(Accurate joint geometric camera calibration of visible and far-infrared cameras)

발표자: Takashi Shibata, Masayuki Tanaka, Masatoshi Okutomi (Tokyo Institute of Technology, Japan)

이 논문에서는 장거리 적외선 카메라와 색상 카메라를 정확히 조정하는 방법을 제안했다. 일반적으로 적외선 카메라는 방사 왜곡, 광학 잡음, 부정확한 에지 정보 등 많은 오류를 포함한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 이 논문에서는 색상 카메라와 적외선 카메라를 조정하고 두 영상의 정보를 합성하여 더욱 정확한 정보를 획득하는 방법을 소개했다. 카메라 조정은 기존의 방법으로 가열된 카메라 패턴으로 FIR 카메라의 영상을 획득하여 수행한다. 그 후 워핑을 통해 두 영상을 결합한 뒤 정확한 깊이 정보 혹은 색상 정보를 획득한다. 실험 결과를 통해 제안한 조정 방법이

기존의 조정 방법에 비해 더 정확한 변수를 제공했으며, 제안한 방법으로 위핑한 깊이 맵의 업샘플링도 기존의 방법에 비해 에지 부분에서 더 정확한 것을 확인할 수 있었다.

(3) 논문 IMSE-082 (Feb. 01, 11:50~12:40)

제목: CMOS 영상 화소 센서 디자인과 최적화

(CMOS image sensor pixel design and optimization)

발표자: Boyd Fowler (OmniVision Technologies, United States)

일반 카메라에서 렌즈와 셔터가 중요한 역할을 수행하지만, CCD 센서는 보다 더 중요한 기능을 수행하고 있다. CCD 센서 전면부에 위치한 마이크로 렌즈로부터 받아들인 빛 정보는 색상 필터를 통과한 뒤, 실리콘으로 만들어진 다이오드에 전달되어 전류의 흐름을 발생시킨다. 다양한 커패시터와 다이오드로 구성된 CCD 센서에 빛 정보를 정확하게 전달하기 위해 지속적으로 변화하는 시간 영역에서의 전자-자력 방정식을 고려하여 전류를 제어해야 한다. 그리고 기존에 사용하는 rolling shutter 방식은 빠르게 회전하거나 움직이는 물체를 촬영할 때 잡음을 포함하게 되지만, global shutter 방식을 이용하여 촬영할 경우 아무리 빠르게 움직이는 물체라도 잡음이나 왜곡 없이 촬영할 수 있다. 앞으로 카메라로 촬영된 영상을 정확하게 저장하기 위해서는 셔터와 정교한 CCD 센서의 컨트롤 방법이 필요하다.

(4) 논문 IMSE-196 (Feb. 02, 11:50~12:30)

제목: 자동차 영상 (Automotive imaging)

발표자: Patrick Denny (Valeo, Ireland)

이 발표에서는 자동차에 영상처리 분야가 어떻게 사용되는지에 대한 내용을 설명했다. 자동차에 사용되는 영상은 최근 중요한 응용 분야 중 하나로 많이 알려져 있다. 일반적으로 자동차 영상에는 다수의 카메라가 사용되는데, 이는 보행자 검출, 전방 및 후방 주차를 위해 사용된다. 또한 자동차 측면에도 카메라를 설치하여 자동차가 차선 안에서 주행하는지를 판단한다. 자동차 영상처리를 위해 초음파 장치가 보조 장치로 사용된다. 초음파 장치를 이용해 자동차 주변의 장애물을 파악하고 3차원 물체를 검출한다. 이렇게 얻은 정보를 카메라로 촬영한 정보와 결합하여 더 정확한 자동차 비전 시스템을 개발할 수 있다.

4.8. Imaging and Multimedia Analytics in a Web and Mobile World (IMAWM)

최근 웹, 소셜 네트워크 및 모바일 캡처 및 프리젠테이션 기술의 진보는 멀티미디어 분석에서부터 콘텐츠 작성 및 용도 변경, 공학적 과제, 미학, 스마트폰의 콘텐츠 접근에 따른 법적인 문제와 관련된 소셜 네트워크 콘텐츠 공유에 이르기까지 영상 및 멀티미디어 주제에 대해 새로운 관심을 불러일으켰다. 전통적인 영상처리의 많은 주제와 비교할 때, 이러한 주제는 본질적으로 보다 복잡한 주제이다. IMAWM 학술대회에서는 급속하게 진화하는 분야에서 아이디어를 교환하고 연구 결과를 공유하기 위해 다양한 관련 분야의 연구자 및 엔지니어를 위한 포럼을 제공한다.

(1) 논문 IMAWM-157 (Feb. 01, 09:10~10:10)

제목: 사물 인터넷: 증강현실 경험의 전달

(The internet on things: Delivering augmented reality experiences in context)

발표자: Michael Gormish (Blippar, United States)

이 키노트 강연에서는 촬영한 영상의 정보를 증강현실과 인터넷을 이용해 제공하는 과정을 소개했다. 기존에 제공되고 있는 많은 증강현실 응용은 현실 세계에 가상의 영상 또는 물체를 융합하여 사용자에게 제공해왔다. 이 강연에서 보여주는 증강현실은 현실 세계에 있는 물체의 정보를 인터넷에 올라온 자료를 이용하여 빠르고 쉽게 사용자에게 제공하는 것이다. 따라서 딥러닝과 같은 기계학습 알고리즘이 사용되어 새로운 증강현실 응용이 많이 개발되고 있다. 하지만 딥러닝을 이용한 증강현실 응용의 경우에는 엄청나게 많은 정보를 학습시켜야 한다는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결해야 하는 것이 이 분야에서 풀어야 할 과제이다.

(2) 논문 IMAWM-166 (Feb. 02, 08:50~09:30)

제목: 신체 착용 카메라를 위한 분석 (Analytics for body worn cameras)

발표자: Quanfu Fan (Thomas J. Watson Research Center, USA)

범죄 현장을 찾아가거나 용의자 탐문 수색을 할 경우에 경찰들은 차량에 사용하는 블랙박스 와 유사한 기능을 수행하는 소형 카메라를 착용한다. 이는 추후에 과잉 진압 문제나 인권 문제를 공정하게 판별하기 위해 필수적인 요소이다. 하지만 사람의 몸에 착용하는 카메라는 움직임이 많고 다양한 빛 환경에서 촬영하기 때문에 왜곡이나 잡음 문제가 빈번하게 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 간략화된 CNN(convolutional neural network) 구조를 사용하면 잡음을 억제하면서 사람이나 차량을 식별할 수 있다. 착용된 카메라로부터 촬영된 영상은 클라우드 서버에 실시간으로 전송되며, 메인 서버에서는 받아들여진 영상을 분석하여 경찰관에게 피드백을 해준다. 현재는 CNN 구조를 사용하여 실시간으로 영상을 분석하고 있지만, 앞으로 카메라의 해상도와 화각이 증가하면 실시간 분석이 어렵게 된다. 추후에는 메인 서버에서 사용하는 딥러닝 레이어 단계를 간략화함으로써 빠르고 정확하게 정보를 전달할 수 있도록 발전해야 한다.

(3) 논문 IMAWM-167 (Feb. 02, 9:30~9:50)

제목: 그래프컷을 이용한 클릭 기반 대화형 분할

(Click-based interactive segmentation with graph cut)

발표자: Chun-Jung Tai (Purdue University, USA)

일반적인 그래프컷 방법은 정지영상에서 전경과 배경을 분리하는 데 사용되었다. 박스 기반 영상 분리, 점 기반 영상 분리 그리고 점과 선을 동시에 사용하여 영상을 분리하는 데 그래프컷 알고리즘이 많이 사용된다. 하지만 이러한 방법들은 매우 복잡한 영상의 경우 사용자의 목적에 맞게 영상을 분할하지 못하는 문제가 발생한다. 이 논문에서는 클릭한 영역을 중심으로 반복적으로 영상을 클릭하여 사용자의 목적에 따라 영상을 분리하는 방법을 제안했다. 영상에서 클릭된 영역은 전경, 그렇지 않은 영역은 배경, 그리고 나머지 영역은 미지의 영역으로 분리한다. 각각의 분리된 영역에 그래프컷 알고리즘이 적용되며, 그래프컷 함수의 최적화 과정을 통해 전경/배경 분리를 수행한다. 사용자가 반복적으로 영상을 클릭하게 되면 클릭한 수에 따라 그래프컷 최적화가 반복적으로 수행된다. 이러한 원리에 따라 기존의 그래프컷 방법보다 개선된 영상 분할 결과를 얻을 수 있었다.

(4) 논문 IMAWM-168 (Feb. 02, 9:50~10:10)

제목: 음향 서명 식별에 의한 무인 항공기 탐지

(Drone Detection by acoustic signature identification)

발표자: Andrea Bernardini (Fondazione Ugo Bordoni, Italy)

드론에 부착된 소형 카메라를 사용하여 지상 영상을 촬영할 경우 스케일과 해상도 문제로 인해 객체의 정확한 식별이 어려운 경우가 발생한다. 이 논문에서는 드론 기반 영상 촬영에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 음향 인식 장치와 함께 영상을 촬영한다. 음향 인식 장치는 차량이나 사람의 대화 소리 등 다양한 소음 레벨에 따라 주변에 어떠한 객체가 있는지 판별한다. 이러한 음성 정보를 기반으로 촬영된 영상의 해상도나 스케일에 문제가 있더라도 자체 보정 알고리즘을 통해 객체를 식별할 수 있게 된다. 이러한 드론 시스템은 공사 현장이나 대규모 작업장에서 일정을 계획하거나 변경하는 데 다양한 정보를 제공함으로써 기존 드론 영상 촬영의 목적을 극대화시킬 수 있다.

(5) 논문 IMAWM-171 (Feb. 02, 11:10~11:30)

제목: 고정밀 3차원 얼굴 복원 (High precision 3D reconstruction of the human face)

발표자: Michael Wang, Daran He, Franke Li, Wiley Wang, Sergey Surkov (Ditto Technologists, United States)

이 논문은 사람의 얼굴을 3차원으로 정밀하게 복원하는 방법을 제안했다. 기존의 촬영된 영상에 3차원 복원 영상을 피팅하여 최적의 3차원 복원 영상을 만들어내는 것이 이 논문의 목표다. 기존의 3차원 얼굴 복원 방법은 촬영된 영상으로부터 얼굴의 경계, 코, 눈과 같은 특징점들을 검출한 뒤, 검출된 특징점을 이용해 최적의 피팅을 찾기 위한 비용함수를 정의한다. 비용함수는 총 세 종류로 구성되어 있다. 첫 번째로 랜드마크 비용, 두 번째로 화소 단위 밝기값 비용, 그리고 마지막으로 정규화 비용함수가 있다. 화소 단위 밝기값 비용함수의 경우 화소의 특성에 따라 지역 최소값(Local minimum)을 갖는 경우가 발생하기도 한다. 이를 보완하기 위해 이 논문에서는 두 번째 비용함수인 화소 단위 밝기값 비용 함수 대신 옵티컬 플로우(Optical flow)를 이용한 비용함수를 사용했다. 그 결과, 기존 방법보다 3차원 복원이 더 잘된 결과 영상을 얻었다.

4.9. Visual Information Processing and Communication (VIPC)

최근 사진, 스테레오 영상, 비디오, 그래픽, 라이트 필드, 체적 영상, 스펙트럼 등을 포함한 다양한 종류의 시각 정보의 처리, 저장 및 전송이 학제 간 연구 주제로 관심을 끌고 있다. VIPC 학술대회에서는 각 분야의 응용과 연구 결과를 발표하고 토론하기 위해 만든 포럼이다.

(1) 논문 VIPC-406 (Jan. 31, 8:50~9:10)

제목: 방향 이방성 웨이블릿 변환에 기반한 적외선 영상 개선

(Improvement of infrared image based on directional anisotropic wavelet transform)

발표자: Hongbin Jin, chunxiao Fan, Quanxin Wang, Yong Li (Beijing University of Posts & Telecomm, China)

적외선(infrared, IR) 카메라의 가격이 싸지고 종류가 다양해지면서, IR 영상은 많은 분야에서 사용되고 있다. 하지만 IR 영상에는 다양한 오류가 존재한다. 광학 잡음뿐만 아니고, 빛의 반사량이 너무 높거나 적은 부분에서 큰 오류가 발생한다. 이 논문에서는 웨이블릿 변환과 비선형 방향성 확산을 결합한 방법으로 IR 영상에서 생기는 잡음을 제거하는 필터링 방법을 제안했다. 이 방법은 두 단계로 진행되는데, 앞 분석 단계에서는 IR 영상을 분석하고, 뒤 필터링 부분에서는 평탄한 부분과 에지 부분을 나눠서 필터링을 수행한다. 실험 결과를 통해 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 좋은 성능을 내는 것을 확인했고, 특히 에지 부분에서 더 좋은 성능을 나타냈다.

(2) 논문 VIPC-407 (Jan. 31, 9:10~9:30)

제목: 블록 매칭 동작 추정을 위한 새로운 다이아몬드 반화소 육각형 검색 알고리즘

(New diamond half-pel hexagon search algorithm for block matching motion estimation)

발표자: Abdelrahman Abdelazim, Ahmed Hamza, Bassam Norman (American Univ. of Middle East, Kuwait)

움직임 예측은 다양한 분야에서 사용되는데, 특히 HEVC 동영상 압축 표준에서 많이 사용한다. 일반적으로 블록정합 방법으로 움직임을 예측하기 때문에 시간이 많이 걸린다. 이 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위해 특정한 다이아몬드 모양의 필터링 방법을 제안했다. 우선 성긴 다이아몬드 모양의 블록으로 유사도를 측정하고, 다시 주변 화소에서 랜덤으로 다이아몬드 모양의 유사도를 측정한다. 실험 결과를 통해 기존의 전체 검색 방법에 비해 20%의 시간을 줄였다.

(3) 논문 VIPC-408 (Jan. 31, 9:30~9:50)

제목: 주변 보기 모니터 영상에 대한 자체 예제 기반 가장자리 향상 알고리즘

(Self-example-based edge enhancement algorithm for around view monitor images)

발표자: Dong Yoon Choi, Ji Hoon Choi, Jin Wook Choi, Byung Cheol Song (Inha University, South Korea)

AVM(around view monitor)은 광각 카메라를 차 주변에 부착하여 영상을 획득하고 이를 스티칭한다. 이러한 영상에는 일반적으로 많은 번짐이 발생하는데, 이를 해결하기 위해 기존에는 둔한 마스크링이나 디블러 방법을 사용했다. 하지만 이러한 방법은 실시간으로 처리하기 어렵고, 많은 고리 모양의 왜곡이 생기는 단점이 있다. 이 논문에서는 계산이 적으면서 자체 유사성을 이용하여 번짐을 제거하는 방법을 제안했다. 먼저 중심 부분을 잘라서 표본 수를 줄인 블록의 유사도를 분석한 후, 블록 매칭과 영상 합성을 이용하여 번짐이 제거된 영상을 얻는다. 실험 결과를 통해, 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 에지 부분에서 더 좋은 결과를 제공하는 것을 확인했다.

4.10. Visualization and Data Analysis (VDA)

VDA 학술대회에서는 데이터 시각화 및 시각적 분석의 모든 연구 개발과 응용 분야를 다룬다. VDA 행사는 1994년에 시작하여 매년 개최되고 있으며, 전 세계의 시각화 연구자 및 실무자가 그들의 업무 및 연구 결과를 발표하고 경험을 공유하는 중요한 장소이다.

(1) 논문 VDA-383 (Feb. 01, 15:30~16:30)

제목: 극한의 축척에서의 위상적 분석: 큰 데이터셋에서의 특징점 탐색

(Topological analysis at the extreme scale: finding features in large data sets)

발표자: Gunther H. Weber (Lawrence Berkeley National Laboratory and UC Davis, United States)

위상적 분석은 자연현상을 수학적으로 모델링한 스칼라 함수에서 아주 중요한 특징을 검출한다. 위상적 분석을 이용한 특징 검출 과정은 지속성(Persistence)을 최적화시키는 수학적 경로로 수행된다. 이때, 지속성을 최적화시키는 방법으로 결합 트리(merge tree) 방법이 있다. 이 방법은 물이 여러 높이의 산꼭대기에서부터 내려가기 시작하여 물줄기가 한 곳에서 합쳐지는 자연현상으로부터 영감을 얻어 만들어진 방법이다. 물줄기는 산꼭대기에서 내려올 때 가장 최적의 길을 찾

아서 내려오기 때문에 결합 트리에서도 이러한 특성을 이용해 지속성을 최적화시킨다. 이러한 위상적 분석은 우주 공간에서 일어나는 현상과 불이 연소할 때의 모습을 시각화하는 데 사용된다.

(2) 논문 VDA-389 (Feb. 02, 09:50~10:10)

제목: 카테고리 검색을 위한 콘텐츠 기반과 키워드 기반 영상 탐색 방법의 매끄러운 통합
(Seamless integration of content-based and keyword-based image exploration for category search)

발표자: Kazuyo Mizuno, Daisuke Sakamoto, Takeo Igarashi (University of Tokyo, Japan)

이 논문에서는 온라인 쇼핑에서 유용하게 사용될 수 있는 키워드 기반의 검색 방법을 콘텐츠 기반의 영상 검색 방법과 상호작용하도록 결합시켰다. 먼저 콘텐츠 기반의 영상 검색 방법을 구현하기 위해 사용자가 선택한 상품의 특징점을 검출해 이와 유사한 특징을 갖는 상품을 탐색한다. 키워드 기반의 검색 방법은 사용자가 검색한 상품의 키워드를 기반으로 데이터셋을 만들어 콘텐츠 기반으로 검색된 영상 결과에 각 키워드를 매칭시킨다. 따라서 제안한 방법은 콘텐츠와 키워드를 기반으로 영상 검색의 카테고리를 만들어 온라인 쇼핑 이용자가 편리하게 상품을 검색할 수 있도록 도와준다.

5. Electronic Imaging 2017 국제학술행사 참가 마무리 소견

매년 미국 샌프란시스코에서 열리는 전자영상 심포지엄(Electronic Imaging Symposium) 국제학술행사는 디지털 영상의 전 분야에 걸쳐 최근 연구 결과를 발표하고 논의하는 매우 중요한 학술 행사이다. 제작년까지 EI Symposium 국제학술행사를 IS&T와 SPIE가 공동으로 주관하여 진행했지만, 2016년부터는 IS&T 단독으로 이 행사를 주관하여 진행하고 있다. 본인은 이 국제학술행사에 매년 참석하여 논문도 발표하고 연구에 필요한 최신 연구 동향과 학술 정보를 수집해왔다. 한국에서도 이 모임에 참석하는 전문가들이 해마다 약간 있지만, 미국이나 독일 등 선진국에 비해 아직도 국내 참석자 수는 상당히 적은 편이다.

Electronic Imaging 2017 국제학술대회는 2017년 1월 29일부터 2월 2일까지 5일 동안 미국 샌프란시스코 공항 근처에 있는 Hyatt Regency 호텔에서 개최되었다. 이번 EI Symposium 국제학술행사에서는 18개의 컨퍼런스가 공동으로 진행되었는데, 참석자들은 한번 등록하면 모든 프로그램의 논문 발표 세션에 참석할 수 있다. EI Symposium 2017 국제학술대회에는 미국을 비롯한 33개국에서 700여 명이 등록하고 참가했다. 이번 EI 2017 국제학술행사에서는 3차원 영상을 이용한 AR/VR 응용과 자율 주행에 관한 논문이 많았고, 다양한 영상 센서와 모바일 영상에 관한 연구 결과들이 발표되었다. 또한 HMD를 이용한 가상현실(VR) 및 영상 품질을 평가하려는 논문도 눈에 띄었다. EI 2017 학술대회에 발표된 논문은 아래 website를 통해 무료로 배포된다.

<http://ist.publisher.ingentaconnect.com/content/ist/ei>

EI 2018 Symposium 행사는 2018년 1월 28일부터 2월 1일까지 IS&T 협회가 주관하여 올해와 같은 장소인 미국 샌프란시스코 공항 부근의 Hyatt Regency 호텔에서 가질 예정이다. 매년 미국 샌프란시스코에서 열리는 Electronic Imaging 국제학술행사는 2차원/3차원 영상에 관련된 다양한 주제의 많은 논문 발표가 동시에 진행되는 대규모의 학술 행사이므로, 국내 방송 및 AR/VR 영상 분야의 여러 전문가들이 관심을 가지고 많이 참석하여 귀중한 기술 정보를 접하고, 세계적인 전문가들과 교류할 수 있는 기회를 가지면 좋을 것 같다.

*** 참조: 학회에 참가했던 국내외 한인 과학자와 해외 과학자****국내외 한인 과학자**

김춘우: 인하대학교, 정보통신공학과
나종범: KAIST, 전기및전자공학부
김문철: KAIST, 전기및전자공학부
홍기훈: ETRI, 디지털홀로그래피실

해외 과학자

Prof. Andrew Woods (Curtin University, Australia)
Prof. Stuart Perry (University of Technology Sydney, Australia)
Prof. Atanas Gotchev (Tampere University of Technology, Finland)
Prof. Yasuhiro Takaki (Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan)
Prof. Takashi Kawai (Waseda University, Japan)
Prof. Pao-Chi Chang (National Central University, Taiwan)
Dr. Majid Rabbani (Eastman Kodak Co., USA)
Dr. Adnan M. Alttar (Digimarc Corp., USA)
Dr. Meng Yao (Microsoft Corp., USA)
Prof. Joyce Farrell (Stanford University, USA)
Prof. Jan P. Allebach (Purdue University, USA)
Prof. Charles Bouman (Purdue University, USA)
Prof. Edward Delp (Purdue University, USA)
Prof. Amy Leibman (Purdue University, USA)
Prof. Gady Agam (Illinois Institute of Technology, USA)
Prof. Nitin Sampat (Rochester Institute of Technology, USA)
Prof. Thrasyvoulos N. Pappas (Northeastern University, USA)

* EI 2017 학술대회 발표 논문: <http://ist.publisher.ingentaconnect.com/content/ist/ei>