ICIP 2016 参加報告

(正会員) 小川 貴弘[†], (正会員) 山崎 俊彦^{††}

画像処理に関して世界最大規模の国際会議 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 2016) が、2016 年 9 月 25 日～9 月 28 日の期間にアメリカ合衆国・アリゾナ州のフェニックスで開催された。本会議では、例年通り、最新の研究を紹介するチュートリアルに加え、さまざまな分野の研究者によるプレナリートーク、非常に多くの口頭・ポスタ発表が行われた。また、新しい催しとして、パネルディスカッションや Visual Innovation Award の投票等が行われた。本文では、これらの具体的な内容について紹介する。

キーワード：ICIP, 画像処理, 画像符号化, 画像復元, 画像認識

1. まえがき

2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 2016) が、2016 年 9 月 25 日～9 月 28 日の期間にアメリカ合衆国・アリゾナ州・フェニックスの Phoenix Convention Center (図 1) で開催された¹⁾。フェニックスはアリゾナ州の中央部に位置し、極めて温暖で乾燥した気候が特徴である。また、世界的にも有名なグランドキャニオン国立公園からも近い位置にある。Phoenix Convention Center は、市の中心地にあり、交通の便も比較的良い場所に位置している。また、MLB ナショナル・リーグ西地区に所属するアリゾナ・ダイヤモンドバックスの本拠地球場である Chase Field が隣接している (図 2)。

ICIP は、IEEE の Signal Processing Society のフラグシップカンファレンスであり、Image/Video Processing, Image/Video Communication, Computer Vision, Computational Imaging, Visual Technologies Based Applications に関する最新研究について発表が行われる会議である。規模の大きな会議であり、古い友人に再会するために参加するという研究者も少なくない。筆者 (山崎) も米国滞在時代の同僚と現状を交換し合うなど有意義な会議参加となった。

本年の ICIP では、これまでと同様に、上記研究分野に関する口頭・ポスタ発表 (図 3) が活発に行われただけでなく、新たな試みもさまざま実施された。本文では、ICIP 2016 の概要に加え、これまでの ICIP との相違点、そして、全体の傾向等を中心に紹介する。

図 1 ICIP 2016 が開催された Phoenix Convention Center
アリゾナ州フェニックスの中心に位置する。

図 2 Phoenix Convention Center に隣接するダイヤモンドバックスの本拠地 Chase Field

2. ICIP 2016 開催概要

本年の ICIP 2016 における投稿・発表の様子、および昨年までとの差異について、以下で述べる。

2.1 統計情報

本年の ICIP には、2,042 件の論文が投稿された。その中から 925 件の論文が採択され、採択率が約 45% となっている。

[†] 北海道大学 大学院情報科学研究科 メディアネットワーク専攻

^{††} 東京大学 大学院情報理工学系研究科 電子情報学専攻

"ICIP 2016 Report" by Takahiro Ogawa (Division of Media and Network Technologies, Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University, Sapporo) and Toshihiko Yamasaki (Department of Information and Communication Engineering, Graduate School of Information Science and Technology, the University of Tokyo, Tokyo)

図3 ICIP 2016における口頭発表の会場（左）およびポスタ発表の会場（右）の様子

なお、採択論文の中で、15件は、Signal Processing Societyの論文誌に掲載されており、ICIPのテーマに合致している論文の発表が含まれている。また、116件のセッションによって構成され、52件が口頭発表セッション、64件がポスタ発表のセッションとなっている。その中でも7セッションが、近年の注目テーマを扱うSpecial Sessionとして設定されている。また、2セッションが、実装時のソースコード等の提出を求め、再現性を保証した研究成果を発表するChallenge Special Sessionとして設定されている。

具体的に、これらのSpecial Sessionは、以下のテーマで立ち上げられている。

- ・ Image Compression Grand Challenge
- ・ Mobile Ocular Biometric Recognition Challenge
- ・ Personalized and Immersive Media
- ・ High Dynamic Range
- ・ Video Processing in the Wild: Understanding Real CCTV Street-Scene
- ・ Integration of Imaging Systems and Computational Algorithms
- ・ Light Field Image Processing
- ・ Cloud-based Processing for High Quality Media Streaming
- ・ Graph-based Multidimensional Signal Processing

また、Opening Ceremonyにおいて、Signal Processing Societyに関する現状について説明が行われた。現在、Signal Processing Societyは、IEEEの39のSocietyの中で、4番目に大きなグループとなっている。また、同Ceremonyにおいて、音声認識、FTV (Free Viewpoint Television) のデモビデオが紹介された。FTVはWikipediaにもあるとおり、元名古屋大学・谷本先生の貢献が大きいことが知られている²⁾。

2.2 例年のICIPとの相違点

ICIP 2016では、以下の点で例年にはない新しい試みが行われた。それらの概要について説明を行う。

(1) Open Preview

ICIP 2016に採択された論文は、8月25日から会期終了までIEEE Xploreにて自由に閲覧可能とされていた。ICIPで発表される研究について効率的に周知可能とすることを目的として実施されたものである。

(2) Panels

近年注目を集めているトピックについて、パネルディスカッションが行われ、各分野におけるエキスパートの研究者が討論を行った。具体的に、以下に示す4つのパネルディスカッションが行われた。

Panel 1 : Compressive Sensing 10 Years Later: Has it Changed Image Acquisition and Processing?

Panel 2 : Deep Learning: Is This the End or the Beginning of Computer Vision?

Panel 3 : Is Compression Dead, or Are We Wrong Again?

Panel 4 : Quantity vs Quality in Publications: Should We Be Publishing Less?

著者(小川)は、Panel 3に参加をした。非常にセンセーショナルな題名で、画像処理の中でも最も長い歴史のある画像符号化に関する議論が行われた。現在の符号化が抱えている問題、新たにどのようなメディアに対して符号化の研究を実施すべきか、どのようなことが今後新たに研究されていかなければならないか等について議論が行われた。会場からは、Human Visual Systemに注目したPerceptual Video Compression、すなわちPSNRに頼らない符号化の必要性等に関する質問がパネラーに寄せられた。Image Quality Assessmentという比較的新しい分野と画像符号化というトラディショナルでありながら、これから確実に発展が必要な分野の融合がどのように行われるべきかを考えさせられ、大変に興味深いパネルディスカッションであった。

著者(山崎)は、Panel 2に参加をした。深層学習が画像認識や画像処理に破壊的な影響を及ぼしたことは言うまでもないが、これは当該分野における研究者にとってもう研究するネタがなくなったことを意味するのか、それともこ

れからが面白いのかという議論がなされた。深層学習の登場により、例えば、画像認識であれば、これまでひたすら認識精度向上のための努力をしていたところが、「そこそこ」使い物になるツールが登場し、さらにその先の研究ができるようになった。また、深層学習のおかげで画像と文書の統合処理などが可能となりつつある。そういった意味で、この分野はやるべきことがまだまだたくさんある、という議論が多かった。

(3) Automated Reviewer Recommendation

ICIP 2016における査読プロセスは、機械学習に基づいた自動での査読者推薦により実現された。投稿された論文に対する査読者の推薦結果をArea Chairに提供することで、査読プロセスの単純化を試みたものである。ほかの会議でも同様の試みが行われてきており、査読者の評判はおおむね良い。このようなところにも機械学習が使われているというのは興味深い。

(4) Reviewer Feedback and Author Responses

ICIP 2016に投稿した著者には、査読に対するフィードバックを行う機会が与えられ、査読に対する評価を可能とし、査読者には最終判定結果とともに、著者からのコメントがフィードバックされている。なお、この試みは、ICIP 2012においても行われている。

3. 主要なイベント

会期中、900件を超える口頭発表、ポスタ発表が行われているが、これに加えて、さまざまな主要イベントが開催されている。これらは、本国際会議における研究の動向・流行を色濃く反映するものであることから、本章では、それらを中心として紹介を行っていく。なお、Plenary, Keynoteなどの幾つかは文献³⁾から閲覧できる。

3.1 チュートリアル

初日の9月25日にチュートリアルが8件開催された。22件の投稿の中から厳選され、Signal Processing Societyの論文誌においても特集号が設定されるようなテーマに関する講演が行われている。具体的なチュートリアルのセッション構成は以下に示す通りである。

(1) Deep Learning for Image and Video Processing

コンピュータビジョンの分野で現在最も注目されている深層学習の中心的なアイデアについて説明が行われた。さらに、深層学習を利用可能とするツールや、画像・映像処理におけるさまざまな応用のサーベイについても紹介が行われた。

(2) High Dynamic Range Video

High Dynamic Range (HDR) Imaging技術に関するチュートリアルが行われた。特に、HDR映像の取得・処理・表示を中心として議論を進め、ハード・ソフトの両面から最新の研究の動向について説明された。

(3) Distributed Visual Processing

有線または無線カメラネットワークに基づいた分散画像処理を、ロボティクス、セキュリティ、IoTに関する応用とともに紹介している。最新の技術に関する説明とソフトウェアリソースに関する紹介が行われた。

(4) Embedded Computer Vision and Image Processing with OpenCL and OpenVX

OpenCLとOpenVXの標準APIを用いたEmbedded deviceによる実時間コンピュータビジョンおよび画像処理に関する紹介が行われた。さらに、それらとは異なる実装の方法、具体的に、CPU、GPU、Imaging DSPを用いた演算についての議論が行われた。

(5) Computational Photography

従来の光学系とは異なる画像の取得を行うComputational Cameraに関する内容に関して説明が行われた。Wide Field-of-viewカメラ(Omniscam)、Light-fieldカメラ(Lytro)、HDRカメラ、マルチスペクトルカメラ、モーションセンシングカメラ(Leap Motion)や深度カメラ(Kinect)等を中心として、それらの研究に関する動向が紹介された。

(6) Image Understanding and Information Mining for Very High Resolution Earth Observation

極めて高い解像度の地球観測画像の処理、具体的に、画像からの意味解析、マイニングに関する紹介が行われた。地球観測画像のデータ形式に関する説明だけでなく、それらのデータからの意味解析を行う広範な研究の動向が紹介された。

(7) The Open Set Recognition Problem and Its Implications and Opportunities in Visual Computing, Forensics and Security

あらかじめ用意されたデータではうまくいっていても、実利用の際に高精度な性能を与えることが困難となるOpen Set Recognition Problemに関するトピックについて説明が行われた。未知データに対するリスク最小化のアルゴリズム、画像処理を中心に関連する近年の研究動向について紹介が行われた。

(8) Transport and Other Lagrangian Transforms for Image Modeling, Estimation and Classification

画像モデリング、推定、分類のための非線形変換に関するトピックについて説明が行われた。これらの変換の、一般的な線形変換(フーリエ、ウェーブレット、ラドン、リッジレット等)に対する優位性について明らかにするとともに、実応用として、検出、超解像、画像再構成に関する研究についての紹介が行われた。

以上に示すチュートリアルは、その概要を見るだけでも、現在の画像処理を中心とする研究分野の動向を把握することができる。特に、近年成長著しいDeep Learningに関する話題やComputational Imaging等のSignal Processing Societyの流行を反映したセッションの構成となっていた。

3.2 プレナリートーク

ICIP 2016におけるプレナリートークでは、宇宙探査や、画像・映像意味理解、音響・音声の認識や合成等、多様な分野における研究者が講演を行っている。具体的に、以下の3件の講演が、9月26日～28日にそれぞれ行われた。

(1) Jim Bell: "Roving on Mars: New Challenges and New Opportunities for Image Processing"

火星探査機技術およびそれに関わる画像処理技術に関して、アリゾナ大学のJim Bell氏が講演を行っている。講演の中で、火星探査機Rover (Spirit, Opportunity, Curiosity) がどのようなものであったか、また、それらの探査機においてどのように、画像を撮像しているかについても説明を行っている。実際に、JPEG圧縮を行った場合に色味が変化してしまうため、JPEG可逆圧縮で送っている等の説明もあった。時間経過とともに、Roverに砂埃がたまっていく画像が大変に印象的であった。

著者(小川)は現在、Mars Global Surveyor (MGS) Mars Orbiter Camera (MOC) によって撮像された火星表面の画像からダストストームを自動検出する研究を実施しており、直接火星表面にて活動を行う探査機Spirit, Opportunity, Curiosityに関するミッションおよび撮像機器に関する説明は大変に興味深いものであった。また、NASAが2020年に火星に送り込む探査機Mars2020 Roverについても紹介された。

(2) Cordelia Schmid: "Automatic Understanding of the Visual World"

画像認識の歴史と最新の動向に関する紹介があった。Prof. Schmidのグループは回転不変特徴量⁴⁾やGLOH特徴量⁵⁾など画像認識・検索において重要な研究成果を上げてきた。画像認識の歴史的な発展、深層学習、動画からの行動認識などについての紹介があった。

(3) Henrique 'Rico' Malvar: "Media Information Processing for Computing Systems"

音響・音声信号を中心としたメディア情報処理に関して、Microsoft ResearchのHenrique 'Rico' Malvar氏が講演を行った。同氏は、ブラジルで教授を務めた後、Microsoftに入り、特に符号化分野で活躍している。Skypeに搭載されたリアルタイム翻訳技術の紹介しており、音声認識→言語翻訳→音声合成の手順は踏まずに、両者を組合せたモデルによってリアルタイム性を実現していること等が説明された。また、音声認識の分野でもDeep Learningによって10年以上ほとんど進展が見られなかったものが、再び急激な進歩を遂げていることが紹介された。さらに、Deep Learningによる進歩は終わりではなく、数ヶ月もすると体感的にかなり精度が向上した新しいモデルができるということは驚きであった。

その他、クラウドとクラウド用専用FPGAボードの解説や、Wikipediaのすべての英語ページ(50Mの記事)をスベ

図4 Visual Innovation Awardのファイナリスト

イン語に変換するのに最新のDNNベースの手法を用いても、100msしかかからない技術の紹介が行われた。

画像についても、Kinectに関する説明や、Kinectを用いたコンピュータビジョンに関する説明も行われている。さらには、Kinect Acoustic Echo Cancellation等も話題に上がった。

3.3 Innovation Program

9月27日の午後にInnovation Programが設定されており、

- ・ Plenary Forum: The Impact of Visual Innovation
- ・ C.-C. Jay Kuo氏によるKeynote Talk
- ・ Plenary Forum: The Future of Visual Innovation

が開催された。

特に、「Plenary Forum: The Impact of Visual Innovation」では、革新的な技術やビジネスモデルを生み出したパイオニアの技術者に与えられるVisual Innovation Awardのファイナリストによる技術説明が行われた。以下の7名のファイナリスト(図4)がすでに選ばれており、ICIP 2016の参加者らによって、投票が行われ、Lytro's Pocket-size Light-field Cameraの創設者のRen Ng氏とYoutubeの共同創設者のSteve Chen氏がVisual Innovation Awardの受賞となることが発表された。

- ・ Achin Bhowmik for Intel RealSense
- ・ Steve Chen for YouTube
- ・ Bill Dally for nVidia CUDA
- ・ Reed Hastings for Netflix
- ・ Brendan Iribe for Oculus VR
- ・ Alex Kipman for Microsoft Kinect
- ・ Ren Ng for Lytro

ファイナリストによる技術説明は、各企業のCo-FounderやVice-President, Co-Inventorらによって行われた。錚々たるメンバが顔を揃えており、会場の入り口では、金属探知機を持った警備員によるチェックも行われた。

図5 ICIP 2016におけるWelcome Receptionの様子(左, 中央)およびAward Dinner & Show(右)の様子

4. ソーシャルイベント

ICIP 2016では、さまざまなソーシャルイベントも開催されており、その主なイベントとして、Welcome ReceptionとAward Dinner & Showが挙げられる(図5)。Welcome Receptionは、初日の9月25日にDowntown PhoenixにあるHeard Museumで開催された。本Museumは、アメリカ先住民の工芸品が展示されていることで国際的に知られている。Reception中はMuseum館内も公開され、ICIP参加者のためのガイドツアーも開催されていた。屋外においてWelcome Receptionを実施するのは、降雨量が少ない乾燥した気候のフェニックスならではの特徴であった。また、実際にアメリカ先住民の音楽の演奏やダンスなどが実演されていた。

Award Dinner & Showは会場から50 kmほど離れたThe Boulders Resortで開催された。バスでの移動では途中通勤ラッシュの渋滞に巻き込まれたが、アリゾナの荒野を見ながらの移動は一興であった。非常に評判の高いリゾートホテルでの開催ということもあり、Awardの発表もリラックスした雰囲気を味わいながら楽しむことができた。

5. むすび

アメリカ合衆国・アリゾナ州のフェニックスで開催されたICIP 2016に関する参加報告を行った。画像・映像処理諸分野における最新の研究が発表されるだけでなく、これまでのICIPとは異なる取組み、試みが行われており、本研究分野における新しい変化を体感することができた。

ICIP 2017は、2017年9月17日～9月20日の期間に中国北京にて開催される予定である⁶⁾。近年、中国の本分野における活動は非常に意欲的であり、The 41st IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2016)⁷⁾が上海において、2016 International Conference on Digital Signal Processing (DSP 2016)⁸⁾が北京において開催されている。また、IEEE International Conference on Multimedia and Expo 2017 (ICME 2017)⁹⁾が香港において開催予定であり、今後ともSignal Processing Societyも関連するさまざまな国際会

図6 著者、現地にて
(左)小川, (右)山崎

議が中国において開催されることが多くなるであろうと思われる。
(2017年1月12日受付)

〔文 献〕

- 1) <http://2016.ieeeicip.org/>
- 2) https://en.wikipedia.org/wiki/Free_viewpoint_television
- 3) <https://www.youtube.com/channel/UCr6j7tJxQTTQoQH0HctIXQ>
- 4) C. Schmid and R. Mohr: "Local Grayvalue Invariants for Image Retrieval", IEEE TPAMI, 19, 5, pp.530-535 (1997)
- 5) K. Mikolajczyk and C. Schmid: "A performance evaluation of local descriptors", IEEE TPAMI, 27, 10, pp.1615-1630 (2005)
- 6) <http://2017.ieeeicip.org/>
- 7) <http://www.icassp2016.org/>
- 8) <http://dsp2016.csp.escience.cn/dct/page/1>
- 9) <http://www.icme2017.org/>

小川 貴弘 2003年、北海道大学工学部情報工学卒業。2005年、同大学大学院情報科学研究科修士課程修了。2007年、同大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了。2008年、同大学情報科学研究科助教、2016年、同大学情報科学研究科准教授となり、現在に至る。ITE Transactions on Media Technology and Applications, Associate Editor等を歴任。画像復元および映像処理に関する研究に従事。博士(情報科学)。正会員。

山崎 俊彦 東京大学工学系研究科電子工学専攻博士課程修了。現在、同大学情報理工学系研究科電子情報学専攻准教授。2011年～2013年、コーネル大学訪問研究員。魅力工学、ビッグマルチメディアデータ処理、物体認識・機械学習、高速化・最適化処理などの研究に従事。博士(工学)。正会員。