

画像電子学会誌

*The Journal of the Institute of
Image Electronics Engineers of*

*The Journal of the Institute of
Image Electronics Engineers of
Japan*

*The Journal of the Institute of
Image Electronics Engineers of
Japan*

【250号記念特集】

◆【250号記念随想特集】

◆【250号記念報告】画像電子学会誌及び英文論文誌の論文に関わる統計データ

【ビジュアルコンピューティング論文特集】

◆【特集論文】3D-SRGAN: SRGANの3次元ボクセルモデル超解像への適用

◆【特集論文】リニアブレンドを用いた裸眼3D映像表示への視差誘導パターンによる画質変動軽減手法

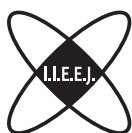
◆【特集論文】FIST: 準解剖学的構造をもつ手の陰的モデリング

◆【特集ショートペーパー】2.5Dアニメーション生成支援システムの提案と検討

◆【特集ショートペーパー】ポーチを対象とした型紙デザイン支援及び製作支援システム

◆【報告】2019年度画像電子学会年次大会報告

◆【報告】IEVC2019実施報告



一般社団法人

画像電子学会

Vol.48 No.4

2019

株式会社朝日新聞社
池上通信機株式会社
オリンパス株式会社
科学技術振興機構
公益財団法人画像情報教育振興協会
桂川電機株式会社
株式会社 KDDI 研究所
株式会社ゲネシスコンマース
コニカミノルタ株式会社

サクサ株式会社
シリコンスタジオ株式会社
株式会社テレビ朝日
ソニー株式会社
DIC 株式会社
大日本印刷株式会社
ディライトワークス株式会社
東芝テック株式会社
凸版印刷株式会社

日本テレビ放送網株式会社
日本電信電話株式会社
日本放送協会
株式会社日立製作所
富士ゼロックス株式会社
古野電気株式会社
三菱電機株式会社
株式会社リコー

編集委員会

- (委員長) 児玉 明
- (副委員長) 内田 理, 小林直樹, 竹島由里子
- (編集顧問) 安田靖彦, 富永英義, 小宮一三, 青木正喜, 小野文孝, 羽鳥好律, 松本充司, 田中 清.
- (編集理事) 荒井良徳, 佐藤周平. 石川知一, 関野雅則.
- (名誉編集 幹事) 加藤茂夫
- (編集幹事) 津田大介, 森谷友昭, 山田雄一郎.
- (編集・査読委員) 上平員丈, 大木眞琴, 金井 崇, 河村尚登, 久下哲郎, 倉掛正治, 櫻井快勢, 佐藤甲癸, 篠田一馬, 白川真一, 新谷幹夫, 田中賢一, N.P.チャンドラシリ, プレーマチャンドラ・チンタカ, 坪下幸寛, 豊浦正広, 長谷川まどか, 濱本和彦, 藤代一成, 牧田孝嗣, 吉田典正, 若原俊彦, Chee Seng CHAN, Paramesran RAVEENDRAN, KokSheik WONG.
- (査読委員) 荒川賢一, 荒木昭一, 有川智彦, 伊藤貴之, 五十嵐悠紀, 岩切宗利, 岩橋政宏, 大澤秀史, 尾上孝雄, 金子俊一, 金森由博, 金子 格, 金田和文, 北郷正輝, 勝間ひでとし, 木村俊一, 栗原恒弥, 黒沢俊晴, 洪 博哲, 小館亮之, 駒形英樹, 小町祐史, 今間俊博, 斎藤隆文, 齋藤 豪, 齊藤文彦, 佐藤真知子, 篠原克幸, 島村 潤, 下馬場 朋禄, 白井啓一郎, 杉崎栄嗣, 瀬崎 薫, 瀬政孝義, 高島洋一, 高野邦彦, 田中芳樹, 高橋時市郎, 谷口行信, 田村 徹, 辻 宏行, 鉄谷信二, 中村康弘, 納富一宏, 包 躍, 林 正樹, 福江潔也, 藤澤 誠, 堀田裕弘, 本宮隆広, 茅 暁陽, 松木 眞, 松田浩一, 三田雄志, 三ツ峰秀樹, 六浦光一, 森島繁生, 柳原政弘, 藪下浩子, 山口隆二, 山崎龍次, Hernan AGUIRRE, Yoong Choon CHANG, Robin Bing-Yu CHEN, Mochamad HARIADI, Pizzanu KANONGCHAIYOS, Teck Chaw LING, Keat Keong PHANG, Nordin BIN RAMLI.
- (事務担当) 浮ヶ谷修, 福島理恵子, 本田京子.

入会のご案内

入会ご希望の方は下記ご参照の上, 学会ホームページよりお申込頂くか, 事務局にその旨ご連絡ください。

○会員の種別

- 正会員：本会の目的に賛同する個人
- 学生会員：本会の目的に賛同する学生
- 賛助会員：本学会を援助する個人または法人
- 特殊会員：本学会の目的に賛同する個人以外の図書室, 研究室など

○入会金および年会費

- 入会金：正会員 1,000円 学生会員 500円
- 年会費：正会員 10,000円 (口座振替 9,000円)
- 学生会員 3,000円
- 賛助会員 50,000円 (1口)
- 特殊会員 12,500円

○ご連絡先

- 〒116-0002 東京都荒川区荒川 3-35-4
- ライオンズマンション三河島第二 101号
- TEL (03)5615-2893 FAX (03) 5615-2894
- E-mail: hensyu@iieej.org (編集)
- kikaku@iieej.org (研究会・会員情報)
- hyoujun@iieej.org (テストチャート)
- <http://www.iieej.org/>
- <http://www.facebook.com/IIEEJ>

画像電子学会誌

第48巻 第4号 通巻250号 (2019年10月)

目次

随想			
473	画像関連技術普及への取り組み	土橋寿昇	
250号記念特集			
474	250号記念特集にあたって	児玉 明	
250号記念随想特集			
475	成熟分野となった画像電子学会の将来	斎藤隆文	
476	地球に生きる	近藤邦雄	
477	研究者としての目標と学会活動	西田友是	
478	主観と客観	小野文孝	
479	画像電子学会誌250号記念号発刊に寄せて	小宮一三	
480	学会誌250号の発刊を祝して	安田靖彦	
250号記念報告			
482	画像電子学会誌及び英文論文誌の論文に関わる統計データ	児玉 明	
ビジュアルコンピューティング論文特集			
487	ビジュアルコンピューティング論文特集に寄せて	森島繁生	
論文			
488	3D-SRGAN: SRGANの3次元ボクセルモデル超解像への適用	岡 和寿, 椋木雅之	
497	リアブレンドングを用いた裸眼3D映像表示への視差誘導パターンによる画質変動軽減手法	巻口誉宗, 高田英明, 吹上大樹, 西田真也	
506	FIST: 準解剖学的構造をもつ手の陰的モデリング	中田聖人, 藤代一成	
ショートペーパー			
516	2.5D アニメーション生成支援システムの提案と検討	森本有紀, 小林洋介, 高橋時市郎	
521	ポーチを対象とした型紙デザイン支援及び製作支援システム	池田優希, 五十嵐悠紀	
コーヒープレイク			
526	3DCGプログラミングを教えるお仕事	森谷友昭	
報告			
528	2019年度画像電子学会年次大会報告	柿本正憲	
531	IEVC2019実施報告	IEVC2019実行委員会	
グループ紹介			
539	信州大学 グローバル化推進センター	津田大介	
スキヤニング			
541	ホログラフィと符号化	吉川 浩	
会告・ニュース			
545	理事会だより・協賛案内	562	自動化・省人化・増力化を支える画像処理技術論文募集(和・英)
548	画像電子学会研究会等予定	564	未来社会の実現に向けた画像関連技術論文募集
549	「短期特別論文査読制度」のご案内	565	映像表現・芸術科学フォーラム2019特集論文募集
553	短期特別査読制度に係る論文募集のご案内	566	画像関連学会連合会第6回秋季大会論文特集論文募集
554	2020年度第48回画像電子学会年次大会講演論文募集	567	論文賞候補論文推薦のお願い・論文賞表彰規定
555	高臨場感ディスプレイフォーラム2019(画像電子学会第291回研究会)開催案内	569	西田賞候補論文推薦のお願い・西田賞表彰規定
556	第292回研究会 in 鹿児島 発表募集	571	アレキサンダー・ベイン賞候補推薦募集
557	第47回VMA研究会(読書バリアフリーのこれまでとこれから)開催のご案内	573	画像電子技術賞候補の推薦のお願い
558	デジタルサイネージとインタラクション(DSG)研究会 第10回DSGワークショップ開催案内	575	フェロー候補推薦募集
559	2019年度見学会のご案内	577	代議員候補推薦のお願い
560	IEVC2019論文特集論文募集	578	日本画像学会誌・日本写真学会誌・日本印刷学会誌目次
561	2020年10月号 ビジュアルコンピューティング論文特集論文募集	581	会報
			編集後記

**The Journal of
the Institute of Image Electronics Engineers of Japan**
Vo1.48 No.4 October 2019
CONTENTS

Foreword

- 473 Dissemination of Visual Media Processing Technology Hisanobu DOBASHI

A Special 250th Commemorative Issue

- 474 Preface to the Special 250th Commemorative Issue Mei KODAMA

Commemorative Short Essays on 250th Issue

- 475 Future of IIEEJ as in a Mature Field Takafumi SAITO
476 Live in the Beautiful Earth Kunio KONDO
477 Goal for Researchers and Society's Activity Tomoyuki NISHITA
478 Subjectivity and Objectivity Fumitaka ONO
479 On the Occasion of 250th Special Issue Kazumi KOMIYA
480 Congratulatory Message to 250th Issue of the Journal of IIEEJ Yasuhiko YASUDA

Special Report

- 482 Historical Statistica Report on the Papers of IIEEJ Mei KODAMA

Special Issue on Visual Computing

- 487 Introduction to the Special Issue on Visual Computing Shigeo MORISHIMA

Contributed Papers

- 488 3D-SRGAN: Application of SRGAN to Super-Resolution for 3-Dimensional Voxel Models Kazutoshi OKA, Masayuki MUKUNOKI
497 Reducing Image Quality Variation using Disparity Inducer for Linear Blending Glass-less 3D Display Motohiro MAKIGUCHI, Hideaki TAKADA, Taiki FUKIAGE, Shin'ya NISHIDA
506 FIST: A Fast and Implicit Human Hand Model with Semi-Anatomical Structures Masato NAKADA, Issei FUJISHIRO

Short Papers

- 516 A Study of an Interactive System for 2.5D Animation Generation Yuki MORIMOTO, Yosuke KOBAYASHI, Tokiichiro TAKAHASHI
521 Interactive System for Designing Paper Pattern of Pouches Yuki IKEDA, Yuki IGARASHI

Coffee Break

- 526 My Work on 3DCG Programming Lectures Tomoaki MORIYA

Reports

- 528 Report of IIEEJ Annual Conference 2019 Masanori KAKIMOTO
531 The Report of IEVC2019 IEVC2019 Organizing Committee

Research Group Introduction

- 539 Center for Global Education and Collaboration Shinshu University, National University Corporation Daisuke TSUDA

Scanning

- 541 Holography and Coding Hiroshi YOSHIKAWA

画像関連技術普及への取り組み

土橋 寿昇 (副会長, 日本電信電話株式会社)

Dissemination of Visual Media Processing Technology

Hisanobu DOBASHI (Vice President of IIEEJ, NTT)



私と画像関連技術の関わりは 30 代後半の 2005 年頃, 所属先の NTT における IPTV の普及促進の取り組みからになります。当時は NTT グループ各社から IPTV サービスが開始され, その技術仕様統一化の必要性が高まっていました。統一化にあたっては他事業者も含めた標準仕様となることが望ましく, また, セットトップボックスのような外付け端末ではなく市販のテレビに内蔵して実現できないかという期待感もあり, テレビメーカー各社, 他の IPTV サービス事業者と共に, 標準仕様の検討が開始されました。IP 放送のコンテンツは CS で放送されている番組が中心でしたが, 地上波放送も同様に IP で再送信したいという期待がありました。実は, 当時ファイル共有ソフトを使いインターネットを通じてソフトウェアや映画・音楽などをユーザ同士で交換するという行為が社会問題化しており, 通信網にコンテンツを配信することについては, 放送局や著作権者の方々が懸念を持たれており, 地上波放送番組の IP での再送信にも消極的な雰囲気が濃厚でした。そんな中, 総務省の多大なご尽力と関係者の皆様のご協力で, 一般社団法人 IPTV フォーラムが設立され, 私はその設立と運営のお手伝いをさせて頂くことになりました。電波によるテレビ視聴と同様のサービス品質・体験を IPTV でも実現するため, 遅延や品質などに関する要件を IPTV フォーラムの技術仕様と盛り込むと共に, その実現性を実証するための様々な研究開発を必要としている状況でした。地上デジタル放送は MPEG-2 TS 方式で伝送され, 約 20Mbps のレートでした。これを IP でしかも複数のチャンネルを同時視聴可能とするには, MPEG-2 方式で符号化された映像を H.264/AVC 方式にトランスコードする等, レートを大幅に圧縮する必要がありました。また, 県域を越えて地上波放送の番組をネットワークで配信してはならないという要件(地域限定性の確保)を満たしたり, インターネットトラフィックが混雑してきた場合でも, テレビ視聴と同様のサービス品質を低遅延で伝送する機能が NW に求められました。これらを実現するため, NTT の研究所では符号化や NW をはじめとする様々な分野の技術者が総出で研究開発に取り組みました。こうして, 開発した映像配信サーバや当時開発が進められていた次世代ネットワーク (NGN) に, これらの要件を満たす機能を実装することができました。その結果, 標準仕様の策定, トランスコードやネットワーク機能の開発を経て, 2008 年 5 月について地上波放送の IP 再送信サービスの開始に到りました。

それから約 10 年, 現在では, まだ一部の番組に限られてはいますが, 公式テレビポータルサイトを通じて, スマートフォンで地上波放送の番組をいつでもどこでも見逃し視聴できるようになりました。また今年度末には, NHK が常時ネット同時配信サービスを開始する予定です。同時期に 5G サービスも開始される予定であり, 家庭の受信端末で録画したものを視聴するというスタイルから, 録画は不要で個人が所有するスマートフォンでいつでもどこでもテレビ番組を視聴できるスタイルへの移行が進むと予想されます。さらに, SNS で互いに番組を見ながら会話を楽しんだりするようなシチュエーションの実現も期待されており, 魅力的なコンテンツを中心に, テレビを視聴するシステムが今後は大きく変わっていくことでしょう。

私事になりますが NTT 研究所の理念として, 「知の泉を汲んで研究し実用化により世に恵を具体的に提供しよう」という言葉があり, 個人的にも共感しています。私のこれまでの仕事への取り組みを振り返り, 世の中のサービスの進展に貢献できる機会が得られ, 実際に貢献できたことを誇りに思いつつも, この教え通り「知の泉」を大切に守ってきたのだろうか, 「知の泉」を汲むという本質から離れていなかっただかなどと常に反省もしております。

来年はオリンピックの年で, 2025 年には 2 度目の大阪万博も開催されます。1970 年の最初の大阪万博では, リニアモーターカーの模型や電気自動車, 通信分野ではワイヤレステレホンやテレビ電話が展示され, 6000 万人以上の来場者がそれらのテクノロジーが当たり前に見える未来の世界に心を躍らせました。それから約 50 年経った今, 車の自動運転はレベル 2 まで商用化され, スマートフォンが爆発的に普及し, 当時の「夢」をはるかに超える世界が実現しているといえます。これらの発展に本学会の皆様の画像関連研究が大いに貢献してきたことは申し上げるまでもございません。今後 AI 技術は想像を超える発展が見込まれ, 画像研究も新たな局面が期待されています。1972 年の創設から画像技術の発展を 50 年近く牽引してきた本学会の副会長の役割を, 今年の 6 月より務めさせて頂く機会に恵まれました。当会会員の皆様と連携しながら「知の泉」を汲み, 新たな「夢」を世界に発信していくことに微力ながら貢献できればと思っています。どうぞよろしくお願い申し上げます。

250号記念特集にあたって

今月下旬、10月22日(火)から31日(木)までの間に、「即位の礼」が国の儀式として行われました。特に、22日は「即位礼正殿の儀」が宮中で行われ、政府インターネットテレビでもライブ中継されました。黄櫨染御袍(こうろぜんのごほう)装束の天皇陛下からおことばを賜った後、総理は寿詞(よごと)を述べられ、万歳三唱を行いました。この新たな歴史の一頁を実時間で経験できたことは感謝の念に堪えません。また、儀式参列のために世界中の200近い国の元首・祝賀使節、国際機関が日本を訪れたことは、世界に類のないことです。これだけ多くの国々の要人にご参列頂けたことは、日本が世界最古の国家であること、常に礼節をもって国際親善に努めてきたことの証であり、我々日本人自身がその事実と先人の努力を充分認識しておく必要があると思っています。これを機に、真の日本史・世界史を改めて学び、さらに後世に伝えてゆくことは、研究者としての心得の礎にもなると確信しています。また、即位礼正殿の儀で用いられた高御座等の一般参観が、年末から年始に東京国立博物館で、来年3月には京都御所で予定されています。なかなか得られない機会ですので、是非、皆様に見に行きたくと思います。

さて、この記念すべき月に、本号は、1972年の発刊から250号を迎えました。長年、年6号で発行し、近年は英文論文誌発行に伴い年4号で発行していることを鑑みると、改めて本学会の歴史を感じます。長年に渡り、発行にご尽力頂きました編集委員会の皆様、及びご協力頂きました本学会の会員の皆様に、厚くお礼申し上げたいと存じます。編集委員会では、250号記念として随想特集を企画し、特に、本学会にご尽力頂きました前回の200号記念以降の歴代の会長の方々、元編集委員長の方々に記念随想のご執筆を依頼いたしました。本学会の関連分野の沿革、本学会の将来への期待、学会会員へのメッセージなどをご寄稿頂きましたので、是非、ご一読頂きたいと思います。合わせて、250号に際し、近年の投稿論文についての分析を記念報告として掲載しておりますので、ご一読ください。

ところで、冒頭で触れましたインターネットライブ中継では、本学会に関連した画像符号化、画像通信技術などが活用されています。30年前は夢物語であった本サービスは、決して突然生まれた訳ではありません。将来のサービス像を技術開発者たちが共有し、ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク等の様々な観点から技術開発課題を一つ一つ解決し、半導体技術の革新、動画符号化標準方式の進展、デジタル放送の開始、高速通信網の整備などの進歩と相俟って、新たなサービスとして生まれたわけです。ネット映像視聴はこの10年で確実に我々の生活に定着しています。近年テレビ放送の若者離れが進んでいると言われ、各年齢層で映像視聴形態が大きく変化していますが、今月盛り上がりを見せるラグビーワールドカップ日本大会での瞬間最高視聴率は、日本対サモア戦は関東地区で46.1%、関西地区で44.9%、日本対スコットランド戦はそれぞれ53.7%、52.2%(ビデオリサーチ調べ)と、依然、同報としての放送の強みを示しています。その点で、コンテンツの選別視聴がより進んでいるともいえます。2020年春の5Gの商用化を踏まえ、ラグビーの競技会場からイベント会場への5Gを利用した試験映像伝送を始めたことも興味深く、新たな通信サービス開始を心待ちにされている読者も多いと思います。最近の嬉しいニュースとして、今年のノーベル化学賞が、リチウムイオン電池を開発した旭化成の吉野彰名誉フェローら3人に授与されると発表されました。本発明は現在のモバイル情報端末に欠かせない技術となっており、吉野氏の受賞インタビューでの「若い人に挑戦心を伝えたい」という言葉が印象的でした。多くの無理難題があるからこそ、技術開発が発展・進化する訳であり、技術革新とその具体的活用という両輪を駆動させてこそ、真の文明国家であり、日本が技術力で今後も世界を牽引して行く国の一つであり続けることを期待しています。いつの時代にも、真実をねじまげる情報捏造や悪意の情報操作、自分たちの既得権益や不法利得の維持のために人々を騙したり自己を正当化する輩が存在するものであり、それらに打ち勝つためにも、客観的な事実を提供・保持する環境・ツールの整備、更なる技術力の研磨、さらには正しい情報を自ら求める探求力や、捏造を見破り真実を見極める能力が必要だと思います。特にこれからの技術者は、技術開発だけでなく、真実に対する説明力が問われます。是非、それらの能力を養う場、真実を追求する場として、本学会を活用頂けることを祈念しています。

末筆ながら、日々の本学会の活動にご尽力頂いています会員の皆様に感謝申し上げますとともに、今後とも、本学会の活性化のために、ご理解とご協力を賜りますよう、お願い申し上げます。

編集委員長 児玉 明

成熟分野となった画像電子学会の将来

斎藤 隆文 (会長, 東京農工大学 大学院工学研究院 教授)

Future of IEEEJ as in a Mature Field

Takafumi SAITO (President of IEEEJ; Professor, Tokyo University of Agriculture and Technology)



本学会が設立されたのは1972年であるが、その約20年後の1993年にVisual Computing (VC) 研究委員会が発足したことで、私も本学会に関わるようになった。当時、コンピュータグラフィックスは研究分野としての成長期で、大学・企業を問わず研究が活発化していた。にもかかわらず、関連する国内学会は今一つ低調で、発表しても十分な反応が得られないことが多かった。夏に米国のSIGGRAPHに行くと、多くの日本人CG研究者に会えるのに、国内学会では何故か会うことがない。そこで、国内でもっとCG研究の議論ができる学会を作ろうということで、当時ファクシマリの他に柱となる研究分野を求めていた本学会の中に、VC研究委員会が立ち上げられた。1993年からVCワークショップが始まり、1996年から学会の年次大会に併設の形でVCシンポジウムがスタートし、規模は小さいものの極めて活発な議論が交わされ、大変魅力的な場が生まれた。その後、国内のCG研究者が一堂に会する機会を作るべく、1997年からVCシンポジウムと当時の情報処理学会グラフィックスとCADシンポジウムとを合同で開催することとなった。それまで、一研究者としてVCの活動に参加していた私は、このとき、高橋時市郎先生と共に、論文募集、査読依頼、査読結果集計、プログラム委員会招集、プログラム作成などを全面的に担当した。査読によって採録件数を一定数に絞ることで、増えてきた論文のレベル維持と質疑時間の充実を図った。この合同シンポジウムはその後ますます発展し、現在ではCG界における国内最高峰のシンポジウムとなっている。また、1995年から開始された本誌のVC論文特集は今号で25回目を迎えた。

さて、VC関連すなわち画像生成処理の研究分野は、近年相当に成熟してきた感がある。もちろん、未解決の難しい課題も残ってはいるが、アイデア一発で画期的な結果を得ることは、ほぼ不可能となってきている。手法の斬新さを目指すより、新しいアイデアと既存手法とをいかにうまく組み合わせるかの勝負となっているといえる。一方、応用側から見ると、画像生成処理技術を異分野に活用する余地はまだ残されている。

ネット上に飛び交う情報量が年々増大する中で、人々は膨大な情報の中から有益な情報を効率良く得ることに苦労している。近年はAIブームであるが、すべての判断をAIに頼ることはできない。ユーザが自らが選択する場合、「百聞は一見に如かず」と言われるように、図や画像などの視覚情報での提示が有効であり、可視化やCGなどの画像生成処理技術のさらなる活用が望まれる。つまり、情報を自動的に選択して提案するAI技術と、ユーザ自らの選択を補助する可視化技術の双方が重要である。これらの技術の発展には、各応用分野との共同研究が不可欠であり、学会としても、学際的な融合研究を活性化するための施策を進めていく必要があると考える。企画・編集における他分野とのコラボはその有力な方法の一つであるが、ともすると画像の研究としての新規性を示すことが難しく、研究成果を出しにくいというジレンマが生じる。また、VC研究委員会発足当時の本学会は財政的に余裕があったが、現在は緊縮財政の中で対処せざるを得ない。したがって単に一緒に活動するだけでなく、それを学会の収益(参加費収入、会員数・採録論文数の増加)に繋げていくことも問われる。

画像電子学会を発展させていくために最も効果的なことは、VCの次の柱となるような、活発な研究分野を呼び込むことである。しかし、これはそう簡単ではない。一般に新しく勢いのある研究分野の人たちは、既存学会の中での活動では満足できず、新しい学会を一から作る傾向にあるからである。本学会では現在第二種研究会が地道に新たな研究分野を模索している。その努力をどのように支援していくかも鍵といえる。

学会の将来を考えると、自らの発展を目指すことが第一であるが、それとともに、活動の活性化と効率化とを目的として、関連学会との連携さらには統合も視野に入れて議論すべきと考える。現在、本学会は画像関連学会連合会に所属し、4学会合同で秋季大会を毎年開催しており、今秋は第6回を迎える。このような連携を大事にしつつ、必ずしもこの枠組みにとらわれない、他の学会も含めたより幅広い提携の可能性も検討していく必要があるといえよう。

地球に生きる

近藤 邦雄 (名誉会員, 東京工科大学メディア学部 教授)

Live in the Beautiful Earth

Kunio KONDO (Honorary Member; Professor, Tokyo University of Technology)



IEVC2019 に参加する機会にインドネシアのいくつかの提携校を訪問することにしました。今回は最終的にスラバヤ (Surabaya), バンドン (Bandung), スマラン (Semarang) の3都市で合計5大学を訪問することになりました。「最終的に」というのは、当初は、3大学で先生方にご挨拶をする程度を予定していたからです。

スラバヤでは、IEVC開催にも協力していただいたスラバヤ工科大学 (ITS), スラバヤ市内にある iSTTS (Institut Sains Terapan dan Teknologi Surabaya) から講義の依頼があり、この2つの大学では、大学の紹介、提携活動の紹介、さらに研究紹介という内容で講義の計画をしました。講義時間も60分から90分程度で質疑応答も行うということでした。ITSはインドネシアの色々な大学ランキングで常にベスト5に入っており、ランキングの種類によっては2位とか3位になる中心的な大学です。このスラバヤでの講演を終えたあと、バリ島に行き、IEVCに参加しました。そして次に、インドネシアではNo.1の大学であるバンドン工科大学に行きました。ここでは、昨年参加したGame Workshopの時に開催されていたゲームに関するイベント ID.GAGA が今年も丁度私が訪問を希望している時に開催されるということで、そのKeynote Speechを頼られました。引き受けた後に、内容に関する連絡があり、日本におけるIntellectual Propertyについて紹介してもらえないかということでした。特にGameに関するイベントですから、「Intellectual Property Creation about Game in Japan」というタイトルで講演することにしました。Intellectual Propertyに関係した産学連携の作品や研究などに申し多き方から情報を提供いただき、内容をまとめることができました。

また、同じくバンドンにある Telkom 大学 (2019年私立大学No.1) から講義依頼があり、昨年訪問して見学させていただいたこともあったので、お引き受けすることにしました。内容に関しては、Academic Writingについて説明してほしい、研究論文をたくさん書いた経験も紹介してほしいとの要望をいただきました。これも手持ちの講義資料ではなく、夏休みを使って用意することになり、「Implementation Academic Writing for International Journals」という表題で、投稿論文の構成をきちんとすることについて解説をすることにしました。その資料を作る際に、ELSEVIERの「How to write a Great Paper and Get it Accepted by a Good Journal」というプレゼン資料を見つけ、講義の一部に取り入れることにしました。演習も含む90分を超える講義は無事終わり、演習課題の提出物まで日本に持ち帰ることになりました。

最後の訪問地であるスマランでは、2013年から交流がある UDINUS (Dian Nuswantoro University) の Convocation Graduation Ceremony (卒業式) で来賓挨拶をしました。これも私が訪問を希望した日程がたまたま卒業式であったためです。式に参加できるかと聞かれたので、参加すると返事したら、挨拶をして欲しいということになり、これも気軽にOKと返事したのですが、その後、時間を聞いてびっくり・・・何と30分ということでした。さすがに、最初から色々な条件をきちんと確かめておくべきだったと思いました。何もない状態ではなかなか30分は持ちません。ここまで来たら、やるしかないぞとばかりに、研究発表で利用するようなスライドを使えるかを聞いてみました。日本の卒業式では挨拶にスライドを使っているのを見たことがないので、少し心配でしたが、使ってOKという返事がすぐに来て安心しました。挨拶では、「Mandela said, Education is the most powerful way to change the world.」という言葉を紹介し、教育は大事であることを確認しつつ、それだけでは不十分で、学生らの「学び」が大切で、それがあなた方を変えていくことになるかと伝えました。大学という教育の環境やカリキュラムだけがあればいいのではなく、主体的に学ぶことが何より大切な時代です。日本でもリカレント教育があるように、大学時代の知識だけで一生を過ごすことはできません。必要性を感じたら自ら学ぶことが第一です。そして最後に1. 世界中に多くの友達を作ること、2. 自分の可能性を信じて、自分の道を切り開くこと、3. 友達と平和で安全な世界を作ることメッセージとしました。

このように日本を離れてみると、色々な立場の違い、考え方の違いがあることがわかります。画像電子学会も日本の学会という閉じた形態で活動するのではなく、IEVCの活動を中心に国際学会として、世界から会員を集めてもいいのではないかと気がしてきました。「日本で生きる」時代ではなく、地球で生きていく時代であるからです。日本の中をみるだけでなく、他の国や人々のこともよく理解した学会活動が大切であると考えます。

研究者としての目標と学会活動

西田 友是 (名誉会員, 広島修道大学教授/プロメテック CG リサーチ)

Goal for Researchers and Society's Activity

Tomoyuki NISHITA

(Honorary Member, Professor of Hiroshima Shudo University/Director of Prometech CG research)



1970年にコンピュータグラフィックス(以下CG)の研究を始めてまもなく50年になります。同じく、画像電子学会(1972年設立)も半世紀に近くなり、学会誌は250号になりました。CG分野の立場で述べると、1993年にビジュアルコンピューティングワークショップが開催され、1997年に第1回ビジュアルコンピューティングシンポジウムが本学会年次大会に併設する形で、開催され、当学会にCG分野が取り込まれました。気が付くと、このシンポジウムは当学会内で重要な位置を占めるようになり、CG分野では国内最大のシンポジウムになっていました。2018年1月号の45周年記念随想特集に会長経験者として、「コンピュータグラフィックスに魅せられて半世紀」という表題で寄稿しました。幸い2017年秋の褒章で「紫綬褒章」を頂きましたが、それまでは喜ばしいことばかりではなかったもので、前稿ではこの半世紀を振り返りCG研究の不遇時代と厚遇時代について述べました。本稿ではこうしたCG研究の経緯や組織の話題ではなく、研究者は何を目標(研究者によって最終目標は違いますが)にすべきか、それに関連してどんな心得をもつべきか、どんな素質が必要かについて述べてみたいと思います。

1) 研究者の目標: ①権威ある学会での発表, ②教科書や書籍に引用される, あるいは単行本を執筆する, ③受賞, ④学会委員に選出される, ⑤招待講演を依頼される, ⑥権威ある大学や研究所のポストに就く, ⑦研究資金確保(科研費, 寄付金), ⑧業界(研究分野)で多くの人脈を築く, ⑨Wikipediaやネットで引用される。

2) 研究の心得: ①ハングリー精神を持つ, ②コラボレーションの効果を知っている, ③パイオニアになる, ④流行の研究を追わない(多数派にはならない), ⑤他人が休んでいるときも働く。

3) 研究者の素質: ①創造性(クリエイティビティ)と社交性, ②文章表現(プレゼンテーション)能力, ③偶然の幸福に出会う力(セレンディピティ), ④情報の受信範囲の広さ(ダイナミックレンジ), ⑤楽道家(オプティミスト), ⑥革新・改革(イノベーション)(何でも一度は反対してみる)。

以下補足します。1) ①については、論文を書くのみでなくその評価が重要です。日本ではImpact Factorほど知られていませんが論文引用を考慮したh-indexが評価に最も使用されており、この値が20から30はないと教授の資格がないと言われていました。この基準ですと日本では、地方大学まで含めると半分以上が教授に相応しくないこととなります。これはh-indexでは有名学会誌や英文論文しかカウントされないから日本人には不利な評価といえます。そういう意味で画像電子学会の英文誌の知名度を上げるようにしましょう。さらにCG分野ではSIGGRAPHやEUROGRAPHICSなどトップコンファレンス(ジャーナル)での論文が重要となります。著名な学会で一度発表したというのでは不十分で、2,3年以内での連続採択というのが必要です。というのも、論文のインパクトは時間とともに指数関数的に忘却されるので、あまり忘却されないうちに次の論文を出すのが効果的だからです。また、日本のCG分野の実績では、論文筆頭者は38歳以下が大半ですので、若い時に研究者の資質は判明します。こうした点を踏まえて研究への集中への年齢配分を考慮するとよいでしょう。逆に言うと年齢を重ねたら、研究組織を持つ必要があります。このような努力が総合されて受賞につながると思います。私は2005年ACM SIGGRAPHから、CG分野のノーベル賞といわれるS.A. Coons賞を頂き、それを機に2006年に当学会に「西田賞」が設けられました。賞のみでなく1) ④のように学会委員に選出されるのも重要です。論文数がある程度ないと委員になりにくいと言えます。さらに、委員になると研究者同士の人脈拡大につながります。私自身の経験でもありますが、転職時(国立大に移動、退職し私立大に)の採用試験時に、論文数、受賞、学会委員について問われました。また、本年の本学会のVCシンポジウムに参加して気づきましたが、登壇者(発表者・座長)の中に私の研究室出身者がなんと20人近くもいました。こうした後継者の育成も重要な役目と言えます。また、ACM SIGGRAPHにおいてはhistory projectがあり、SIGGRAPHと私の研究史に関して本年夏にインタビューが収録されました。このような体験を若い研究者に継承してゆくことも重要です。

私は、生涯一研究者としてCG分野のレジェンドになるべく研究を継続してきました。こうした活動姿勢が若い人への希望につながることを願っています。最後にこれからも学会や研究活動に貢献したく思っております。

参考文献1) http://nishitalab.org/user/nis/ourworks/sigmemo/Memo_SIGGRAPH.html

主観と客観

小野 文孝 (名誉会員, 東京工芸大学 名誉教授)

Subjectivity and Objectivity

Fumitaka ONO (Honorary Member, Professor Emeritus, Tokyo Polytechnic University.)



画像電子学会通巻 250 号を皆様とお祝いすると共に、この四十余年間学会を支えてくださった多くの方々にご心より御礼申し上げます。通巻 200 号 (2009 年 5 月号) から約 10 年をおいての記念号であるが、この間の最も大きな出来事といえばやはり 2012 年 1 月からの学会誌の電子化であろう。これに関連して創立 45 周年記念随想特集 (2018 年 1 月号) では学会のビジネスモデルの変化と掲載論文数が学会財政に占める比重に触れ、本学会を投稿先を選んで頂く方策として、対象分野としては画像符号化・エントロピー符号化・ハーフトーン処理などの伝統的領域の維持に加え 25 年以上の歴史を持つ VC (Visual Computing) 領域の充実化と、独自の分野を開拓中の 2 種研究会領域の展開をあげた。以下では VC 関連の話題を糸口に画像処理の永遠の課題ともいえる主観と客観について考えてみたい。

昨今広く話題となっているのが科学と芸術との関わりである。ノーベル賞受賞者の小柴昌俊先生はかつて文藝春秋誌 (2011 年 12 月号) でモーツァルトとアインシュタインの業績に触れ、「アインシュタインの相対性理論は彼が考え出していなくてもその後誰かが見つけ出していたであろうがモーツァルトの音楽はいずれ誰かが創るだろう、というものではない」と書かれている。「正しいもの (科学) はいずれ誰かが発見するが、人を感動させるもの (芸術) はある創造者によってゼロから作り出される点でよりユニークである」ということである。似たような例としては芸術家でありかつ当時最先端の科学者・工学者であったレオナルド・ダ・ヴィンチが現在では何よりもモナ・リザの作者として想起されることが挙げられよう。

レオナルド・ダ・ヴィンチの例のようにかつては科学者にもスケッチ力などの才覚が求められた。その後正確性に優る写真などの科学機器の登場により、必ずしも科学者にスケッチ力が必要とはいえなくなった。ただ目に入るシーンの中から必要な部分の切り出しなどを行う編集可能性については人が行うスケッチが写真に優る。したがって、正確かつ編集が容易なものがあればさらに望ましいことになり、この機能を実現したのが CG であるといえよう。しかし、芸術的才能というスケッチ力だけでは不十分であり、心象風景に基き対象に何らかの変換を施すことが必要となる。

CG の領域では物理法則に基づく各種自然現象のビジュアルな再現とともにアート・エンタテインメント用の画像・映像を創り出す試みが進められている。与えられた絵画に著名な画家の画風を想起させる変換を施す NPR 処理は後者の代表であり、一言で括れば前者は科学、後者は芸術的と考えられるが、映画においては前者の技術で仮想の自然現象や存在しない背景を表現するというレベルから、後者を駆使し、動物なども CG で実際の生き物のように動かす擬似実写映画へと進んでいるといえる。そうするとその先として人間のリアルな表情などもすべて CG で作成することが目標になるが、そこにはよく知られている「不気味の谷」現象が立ちはだかる。これは正確性が高まると逆に評価値が下がる領域があるためとされており、前者の評価では正確性を数値基準とした客観評価が可能であるのに対し、後者の評価ではどうしても主観的判断に頼らざるを得ないとも考えられている。主観評価は一般に実験が大掛かりで条件設定にも注意が必要であり、再現性・汎用性に優れた客観評価で主観評価を代替する作業は、画質対符号量比の最大化という命題を持つ符号化方式の評価でも行われている。最近では、画質の客観評価値として絶対的正確さを基準とする PSNR より、相対的な正確さに着目した SSIM (structural similarity) の方がより主観評価に近いとされ、主役の座を奪いつつあるといえる。そうすると CG による人間のリアルな表情表現の評価にも主観評価を置き換える、必ずしも正確性にとらわれない、何らかの数値基準が将来的には導入できる可能性も全くないとは言えないであろう。

しかし、CG による映画生成という課題のさらに先にある「AI による芸術 (作曲、描画、小説なども含む) が人類に感動を与えるようになるか」という疑問を突き付けられると、芸術には正しさという基準がないため正確性が定義できないことや、コンピュータが芸術を創造できるかという問題をコンピュータによる評価値では検証できないだろうという意見も説得力を持ち、主観的な評価を残さざるを得ない領域があるという気もしてくる。

新たな技術の開拓と同様に、新たな評価方法を議論し、学界で定着させてゆくことが、技術を進化させ、さらに新たな科学的かつ芸術的挑戦を誘発することにつながってゆくとすると、主観と客観の一致を目指す様々な努力は対象分野に依らず広く学会の果たすべき使命の一つであるといえよう。今後の本学会のさらなる隆盛を祈って筆を置きたい。



画像電子学会誌 250 号記念号発刊に寄せて

小宮一三(名誉会員, 神奈川工科大学 学長)

On the Occasion of 250th Special Issue

Kazumi KOMIYA (Honorary member, President of Kanagawa Institute of Technology)

画像電子学会誌 250 号記念号発刊おめでとうございます。1972 年に第 1 号が発刊されてから 47 年、今日に至るまでの歴代の編集委員会、事務局の皆様のご尽力に改めて感謝申し上げます。

私は 1995 年から 2000 年までの 5 年間は編集委員長を、また 2008 年には会長を務めました。更に遡れば 1971 年に電電公社(現 NTT)通信研究所への入所と同時に画像電子学会会員になりましたので、最古参会員の一人です。現在は名誉会員の称号を頂いており、最近では学会誌の論文・記事の拝読が学会活動の中心ですが時には年次大会にも顔を出しています。このたび記念号への随想執筆の機会を頂きましたので、断片的ではありますが編集委員長、会長時代の思い出話と、僭越ながら今後の学会への期待を述べたいと思います。

私が編集委員長時代の思い出の一つは学会誌の電子化です。私の後任の編集委員長で、今は亡き小松尚久先生(当時 早稲田大学教授)と一緒に電子化の必要性や構想を議論しました。小松先生はじめその後の編集委員会、事務局のご努力により現在では出版までも含めた全電子化が達成され、既に学会の要として運用されています。電子化はすなわちネット化ですので、今後はさらにインターネット、急速に進展する人工知能(AI)を活用し、迅速な技術情報やニュースの提供、ネットを通じての研究交流、一般社会人や高校生など従来交流のなかった層への情報提供など、新機能を検討していただければ幸いです。

また、丁度 10 年前頃、会長時代には、会員減少の厳しい環境の中、「社会に開かれた学会づくり」を宣言しました。より多くの方々に画像電子学会の存在を知っていただく活動を通じて、学会の魅力付けや長期的発展に繋がる足固めをする狙いでした。具体的には①学会法人化への準備、②ファクシミリの歴史を保存するバーチャルファクシミリ歴史館の開設、③学会ホームページのリニューアル、④会員による技術伝承の 4 テーマでした。このうち①～③はその後の歴代会長のご努力もあって実現され、感謝しております。

④の技術伝承について、少し付記したいと思います。私は現在私立工科系大学の学長を務めており、大学の教育面で学会との連携に大いなる期待をもっております。画像電子学会にはファクシミリ、画像通信技術に係る先輩たちが築き上げた膨大な成果があります。これらの素晴らしい歩みを語れるベテラン会員の皆様から技術開発の面白さや苦労話を直接学生に話して頂けると幸いです。このような生きた教材は学生の興味を喚起し、主体的な学びや創造性に繋がるものと確信します。この企画はかつて何度か実現をみました。今後も引き続きご検討いただければ幸いです。

さて、我が国は人生 100 年時代の到来、第 4 次産業革命、Society5.0 の進展により、産業や社会生活に大きな変化の波が押し寄せています。特に AI と本学会に関係する画像技術の融合する分野は最も発展が期待されています。変化の時代はチャンスのある時代でもあります。画像電子学会がこれまで培ってきた技術の蓄積の上に、小回りのきく本学会の特長を生かし、我が国のリーダーシップを担っていただくことを期待しております。

学会誌 250 号記念号発刊にあたり、関係各位のこれまでのご尽力に改めて謝意を表するとともに、今後とも学会活動にご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

学会誌 250 号の発刊を祝して

安田 靖彦 (名誉会員, 東京大学 名誉教授, 早稲田大学 名誉教授)

Congratulatory Message to 250th Issue of the Journal of IEEEJ

Yasuhiko YASUDA

(Honorary Member; Professor Emeritus of The University of Tokyo, Professor Emeritus of Wsaeda University)

本号をもって画像電子学会誌が通算 250 号を迎えられるとのこと。誠におめでとうございます。

創立当初の本学会は、黎明期にあったファクシミリや画像通信、画像符号化・処理等の新しい情報媒体の専門学会として、我が国はもとより世界的にも大きな足跡を残してきた。最近の本学会が取り扱う分野もビジュアル・コンピューティングをはじめとし、ソフトよりへと大きな変化がみられる。それにもかかわらず、画像電子学会という学会名を維持してきた意味は大変大きい。

どこそこの国のように、政権交代をするたびに、前政権の事績やその歴史を抹消して、嘘の歴史を捏造する事例と比べ、我が国が少なくとも千数百年の長きにわたって、日本という国名を維持し、その伝統や文化、歴史を大切にしてきた幸運を日本国民ならば有難いことと感じている筈である。国というものは、現に今そこに住んでいる人たちだけのものではなく、過去何千年にわたって、その国に住み、国づくりに励んできた人々を含めた長い時間軸上のすべての先祖のものでもあるのである。学会や大学の学科名についても、簡単に変えてしまうと、そこで活動をしてきた現存する人々は故郷を失ったような寂しさを感じるものなのだ。

さて、私は通信方式、画像通信・符号化・処理、情報ネットワークを研究の 3 本柱として、デジタル情報通信の黎明期から 2006 年に早稲田大学を定年退職するまで、約 45 年間、中でも、駆け出しの研究者の頃、最も力を注いだ画像通信・符号化・処理の研究活動は、創設直後の本学会を主たる拠点として行った。ちなみに、我々の画像技術に関する研究論文が本会誌の第 1 号に掲載されている(「疑似ランダム入替えによるファクシミリの帯域圧縮多重伝送方式」(古賀敬一郎氏と共著)、画像電子学会誌, Vol.1, No.1, pp.6-11, 1972.6)。この方面の研究を行うきっかけとなったのは、ある新聞社からの依頼によって始めた新聞紙面電送用ファクシミリの帯域圧縮高速度伝送装置の開発であった。1970 年当時、全国的な新聞社は例えば東京の本社で全国版の紙面づくりを一括して行い、出来上がった清刷りと称する各ページ分の大きな紙面を、新聞紙面電送用の大型のファクシミリを用い、各地方の拠点都市へ伝送し、そこで改めて受信画面から鉛版を起し、それを輪転機にかけて新聞を創ることを行っていた。

私は 1963 年に大学院(故 猪瀬博先生の研究室)を卒業すると同時に、東京大学生産技術研究所に故 野村民也教授の下の助教授として奉職し、高木昇先生や糸川英夫先生を中心とした観測ロケットの研究開発グループで、社会人としての最初の仕事をすることになった。テレメータ・コマンド班の主任として、機器の設計、その製造を依頼するメーカーとの折衝、さらには観測ロケットの打ち上げごとに、鹿児島宇宙空間観測所へ 1, 2 週間出張するなど忙しくも充実した日々を送ったものだ。そして同僚の故高木幹雄助教授(当時)と共同で PN 符号(疑似雑音符号)を用いた妨害電波に強いコマンド方式を提案し、観測ロケットや搭載機器の制御に実装したこともある。しかし、この頃既に米国ではアポロ計画が進行中であり、わが方との余りに大きな懸隔をみて、研究者としての将来に不安を感じ始めていた。そこで、1964 年、生研の観測グループが、駒場にあった航空研究所を改組して宇宙航空研究所へ移転することになったのを契機に、宇宙から次第に手を引き、生研に残って、これから何をすべきか思い悩んでいた。そのような矢先、紙面電送用ファクシミリの開発話が飛び込んできたのであった。

当時はメモリーが、今の若い皆さんには想像することもできないほど高価であり、デジタルデータ圧縮は現実的ではなかった。曲折を経て、最終的には、村田由紀夫助手、野辺田繁技官の努力もあって、送信信号の帯域幅を圧縮する 3 値アナログ VSB と名付けた方式で電送速度を従来の 2 倍弱に高める方法で解決した。この 3 値アナログ VSB 方式は、CCITT (国際電信電話諮問委員会、現在の ITU-T に相当)において電話網利用事務用ファクシミリ G2 機の電送方式として、それから数年後に、国際標準化された AM-PM-VSB 方式を先取りしたものであった。図 1 に我々の実験装置で東京・大阪間の折り返し電送実験を行った紙面の例を示す。なお、数値は円筒の毎分回転数である。記事内容からも当時の世相が読み取れて興味深い。

さて、この紙面電送用ファクシミリの開発が契機となって、我々は画像のデジタル帯域圧縮や処理に関する研究へ歩を進めることになった。私が大学院学生時代に開発したデルタ・シグマ変調を中間調をもつ画像の白黒 2 値の印刷媒

体等へ表現する手法の開発（山田文彦助手）やその色彩画像表現への応用などの研究開発（加藤茂夫助手）を行った。これはディザ法の一種でもある。図2はその一例で、この図は加藤茂夫助手に作成いただいた。

また、1枚の静止画像に2次元のローパスフィルタをかけて縮小した画像を創り、さらにこの操作を順次繰り返して複数枚の画像を創る。この画像群をオリジナル画像を底辺において、順次解像度を低下させた画像を上積みしていく。こうしてできたピラミッド状の画像を最も解像度の小さい最上層の画像から伝送・表示する階層的画像符号化方式を我々は世界に先駆けて提案した（図3、図4）。この方式は表示解像度の異なる受像機に対し一つの送像機（シングルデータベース）から画像を提供できるだけでなく、様々なメリットを有しており、小野文孝氏のご尽力で静止画の国際標準の一つであるJPEGにもとりいれられているほか、動画にも拡張されテレビジョン放送にもスケーラブル符号化方式として適用されつつある。

一方、故 遠藤一郎氏が当学会の編集長をされていた1977年9月号で、私は小宮一三氏（本学会元会長）のご協力を得て、“電話回線利用デジタルファクシミリ装置特集”を企画し、G3標準化に先立つ各社の符号化圧縮技術を網羅し、斯界の関心と呼んだことも想い出深い。

このように記憶をたどればきりが無いが、私は自分が研究者として最も活動的であった時期を、本学会と共に歩んで来たので、学会への愛着はとりわけ強い。とはいえ老人の繰り返す言をこれ以上続けてはご迷惑かと思う。この辺で筆をおかせていただくとしよう。

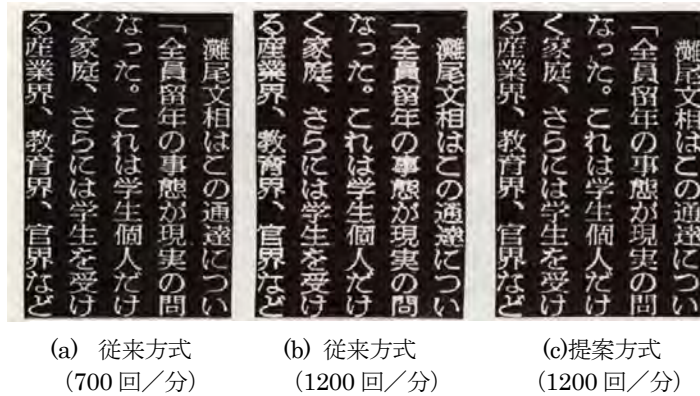


図1 従来方式と3値アナログVSB方式の画質比較



図2 オリジナル画像（左）とデルタシグマ変調表現画像（右）



図3 階層的符号化表現の概念図

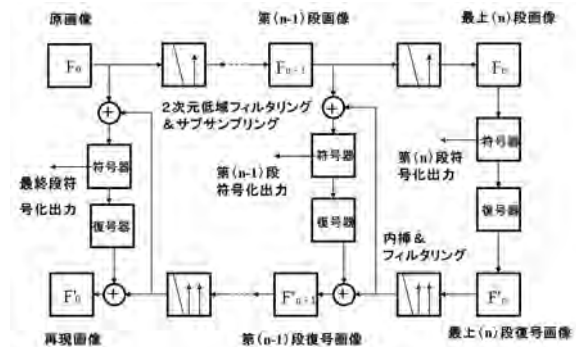


図4 階層的符号化表現のブロック構成図

画像電子学会誌及び英文論文誌の論文に関わる統計データ

児 玉 明†(フェロー)

†画像電子学会 編集委員長

1. ま え が き

画像電子学会編集委員会では250号記念特集として、最近の画像電子学会に掲載された論文、投稿された論文に関する統計データを調査することとした。

同様の記事としてはこれまでに「100号までの分野・種別・著者所属機関の統計」¹⁾(100号記念誌(1992年10月号))、「101号から127号までの分野・種別・著者所属機関の統計と創刊から5年単位での論文種別の変遷」²⁾(創刊25周年記念号(1997年10月号))、「画像電子学会誌掲載論文に関する統計データ」³⁾(200号記念特集(2009年5月号))がある。今回は、2009年～2018年刊行の学会誌と2013年(発刊年)～2018年に刊行した英文論文誌に掲載した論文、及び2009年～2018年の10年間に投稿された論文に関する分析結果を示すこととする。それ以前との比較については上記の記事を参考にして頂きたい。

2. 掲載論文データ

この10年の最も大きな動きは、2012年より学会誌の完全電子化を行い、学会ホームページより学会誌をダウンロードできるようにしたことである。並行して、J-STAGEへの登録作業も、現在進めているので、準備ができ次第、両者を利用できるようになる予定である。また、電子化より少し遅れたが2013年12月号より英文論文誌を発行している。それまでは英文論文、和文論文を区別せず学会誌に掲載してきたが、論文の国際化を鑑み、それ以降は、和文論文は学会誌で、英文論文は必ず英文論文誌に掲載することとしている。現在

表1 掲載論文データ

年	掲載数	学会誌	英文論文誌	所属機関	
				大学 [%]	企業他 [%]
2009	64	64	-	81.2	18.8
2010	67	67	-	80.6	19.4
2011	76	76	-	85.5	14.5
2012	47	47	-	93.6	6.4
2013	52	41	11	88.5	11.5
2014	58	42	16	82.8	17.2
2015	54	33	21	70.4	29.6
2016	46	31	15	80.4	19.6
2017	43	29	14	81.4	18.6
2018	32	23	9	93.8	6.2

和文論文を掲載する学会誌は年に4号発行し、英文論文誌は年に2号発行している。これは後述する和文、英文の論文数比率ともほぼ合っている。また、複数人査読制度は2012年4月より採用している。

まず掲載論文データとして、採録数と所属機関の分類を示すこととする。ここで、著者所属機関については、大学と非大学(企業・その他の公的研究機関)の2分類とした。また、分類の際は、第一著者の所属機関で判断することとした。2009年～2018年の掲載論文数と所属比率の変遷を表1に示す。表1より、2011年をピークとして2012年に大きく減少し、その後盛り返したが2014年をピークに再び減少して2018年に大きく落ち込んでいる。また、英文論文誌の掲載件数は2015年までは増加しその後減少しているが、全論文中英文論文の占める割合は2016年以降はほぼ一定で和文論文、英文論文の割合が約2:1となっている。所属機関の割合をみると2011～2013年と2018年は大学が85%以上であり、2015年は企業からの論文が多く、大学が7割となったが、それ以外の年は大学の占める割合が約80%前後で推移している。2018年に大学が9割を超えてしまったが、この水準が今後も続くのか、企業が従来通りの2割という水準を保てるのかが興味深い。これらの傾向は、年次大会や研究会の発表においても同様であり、企業からの発表数の増加減少がそのまま論文掲載数に占める割合に現れていると考えられる。分野別の傾向については、論文投稿分析として述べる。

次に、2009年～2018年における論文特集リストと学会誌特集を表2に示す。また、2009年～2018年において掲載した技術解説リスト(連載技術解説を含む)を表3に示す。更に、45周年記念として、スキヤニングにおいて、「画像通信今昔」シリーズ(2017年1月～2018年7月)を、特別講座としてMS Wordによる論文執筆講座(2016年3月～2018年10月)を掲載している。近年注目されている画像処理関連の技術や論文執筆関連の有益な情報などを紹介しているので、アーカイブとして利活用頂きたい。

3. 論文投稿データ

ここでは、この10年間の論文投稿データにおいて、投稿専門分野、著者所属機関の割合、投稿数に対する分析結果を示すこととする。

表2 特集リスト

年	特集名	掲載月
2009	200号記念特集	2009年5月
	ビジュアルコンピューティング論文特集	2009年7月
	「安全・安心・快適」な社会の実現を目指す画像電子関連技術論文特集	2009年9月
2010	ビジュアルコンピューティング論文特集	2010年7月
	ユーザー価値の創造・革新を追求する画像電子関連技術論文特集	2010年9月
	画像電子技術年報特集	2010年11月
2011	IEVC2010 (Image Electronics and Visual Computing Workshop 2010) 論文特集	2011年1月
	ビジュアルコンピューティング論文特集	2011年7月
	情報の直感的な理解に寄与する画像電子関連技術論文特集	2011年9月
	紙から電子データへ学会誌の電子出版に向けて—技術解説特集号	2011年11月
2012	学会誌完全電子化 - 随想特集	2012年1月
	ビジュアルコンピューティング論文特集	2012年7月
	人と地球にやさしい画像電子関連技術論文特集	2012年9月
	画像電子年報特集	2012年11月
		2013年3月
2013	創立40周年特集 I(記念随想特集)	2013年1月
	創立40周年記念特集 II(学会創成期特集)	2013年3月
	画像メディアの将来進化	2013年5月
	ビジュアルコンピューティング論文特集	2013年7月
	モバイルとインターネットでの画像利用を支える画像電子関連技術論文特集	2013年9月
	Special Issue on Image Electronics and Visual Computing Workshop 2012	2013年12月
2014	Special Issue on Image Electronics and Visual Computing Workshop 2012 Part II	2014年6月
	ビジュアルコンピューティング論文特集	2014年7月
	新たなコミュニケーションを切り拓く 2D・3D 画像電子関連技術論文特集	2014年9月
	Special Issue on Big Data and its Related Technologies in Image Electronics and Communication	2014年12月
2015	年次大会ショートペーパー小特集	2015年1月
	画像電子年報特集	2015年3月
	ビジュアルコンピューティング論文特集	2015年7月
	知覚・認知を促す画像電子関連技術論文特集	2015年9月
	Special Issue on IEVC2014	2015年12月
	Special Issue on Computer Vision and Applications	2015年12月
2016	年次大会論文小特集	2016年1月
	ビジュアルコンピューティング論文特集	2016年7月
2017	画像電子年報特集	2017年1月
	映像表現・芸術科学フォーラム論文特集	2017年1月
	年次大会論文小特集	2017年4月
	ビジュアルコンピューティング論文特集	2017年7月
	Special Issue on IEVC2017	2017年12月
	Special Issue on Application-Based Image Processing Technologies	2017年12月
	Special Issue on Image Processing for Life and Its Application	2017年12月
Special Issue on Visual Computing	2017年12月	
2018	創立45周年記念随想特集	2018年1月
	人・動植物に関する画像関連技術とその応用論文特集	2018年1月
	Special Issue on IEVC2017 Part II	2018年6月
	ビジュアルコンピューティング論文特集	2018年10月
	VC2018 論文特集	2018年10月
	Special Issue on Visual Computing	2018年12月

まず、2009年～2018年の投稿論文数、所属比率と論文種別の変遷を表4に示す。ただし、本学会の論文種別には、論文、ショートペーパー、システム開発論文、資料論文の4種があるが、表4では投稿の少ない資料論文を除外して示している。表4より、採択率は、高い年で約75%、低い年で約64%であり2012年以降では(67±3)%で安定している。すなわち、表1における近年の採録数の減少は投稿数の減少に依るものといえる。また、表4より、2010年の投稿数の増加

が2011年の掲載数の増加に、2013年の投稿数の復活が2014年の掲載数の持ち直しにつながっていることがわかる。とはいえ、2013年から続く投稿数の減少傾向は深刻である。そこで、編集委員会では、このような論文投稿の減少傾向を踏まえ、学会開催イベントに関連した特集を逐次企画してきた。現在では、年次大会、秋季大会、国際学会IEVC(2007年より2年～2.5年ごとに開催している)の学会の主要イベントすべてにおいて、論文特集企画を実施している。また、年次

表3 技術解説リスト

特集名	掲載月
医用画像システム 基礎と臨床応用	2008年9月～2009年7月
FAX-OCR システムにおける自由帳票読み取り技術について	2009年7月
人間とデバイスの感度の違いを利用した映像盗撮防止技術について	2010年7月
JBIG-2のカラー拡張機能	2011年7月
光透かしを用いた符号情報埋め込み技術	2011年7月
国際標準化戦略としての今後の標準化人材育成	2012年3月～2013年5月
CGによる手話アニメーションの自動生成システム	2012年7月
デジタルカラープリンティングと高画質化画像処理技術	2013年9月～2014年3月
デジタルカメラと最新画像処理技術	2014年7月～2014年9月
Visual AyncAR: 映像に同期して情報を重畳表示する映像同期型 AR	2014年7月
犯罪捜査等の現場で用いられる超解像処理技術	2015年1月～2015年9月
デジタルサイネージ広告効果測定のための群衆画像解析技術	2015年7月
ドローンの活用と関連 3D 画像処理技術への応用	2016年3月～2017年10月
デジタルサイネージ広告効果測定のための群衆画像解析技術	2015年7月
メガネなしテーブル型 3D ディスプレイ技術 fVisiOn	2016年7月
全天球ライブストリーミングカメラ RICOH R Development Kit	2017年7月
画像電子技術の医療分野における応用	2017年10月～2019年4月
アクティブ照明と多視点カメラ入力による実時間インテグラル立体表示	2018年7月
視覚の知覚メカニズムを活用した視点移動対応裸眼 3D 映像スクリーン技術	2018年7月
JPEG ファミリー標準の技術動向	2018年7月～2018年10月

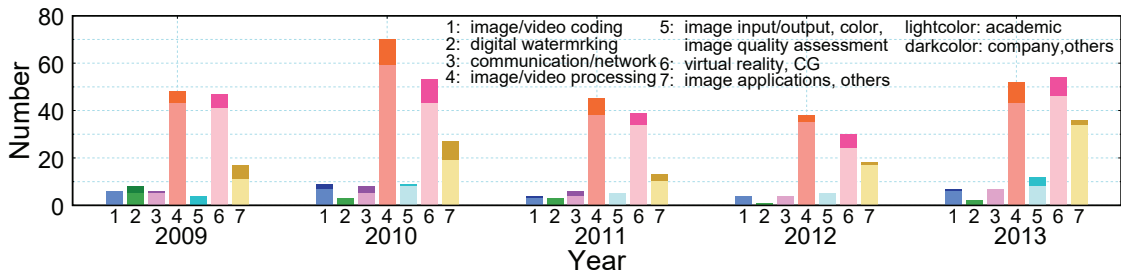
表4 投稿数に関わるデータ (2009-2018)

年	投稿数	所属機関		論文種別			採択率 [%]
		大学 [%]	企業他 [%]	論文 [%]	ショート [%]	システム [%]	
2009	109	84.4	15.6	90.8	4.6	4.6	72.6
2010	121	82.0	18.0	95.9	3.3	0.8	73.7
2011	88	85.4	14.6	92.0	5.7	2.3	75.3
2012	71	90.1	9.9	87.3	5.6	7.0	63.6
2013	112	82.1	17.9	82.1	17.9	0.0	67.6
2014	91	75.8	24.2	78.0	18.7	3.3	65.1
2015	78	82.1	17.9	80.8	19.2	0.0	69.7
2016	67	88.1	11.9	76.1	23.9	0.0	64.6
2017	52	90.4	9.6	84.6	15.4	0.0	66.7
2018	56	91.1	8.9	78.6	16.1	5.4	64.7

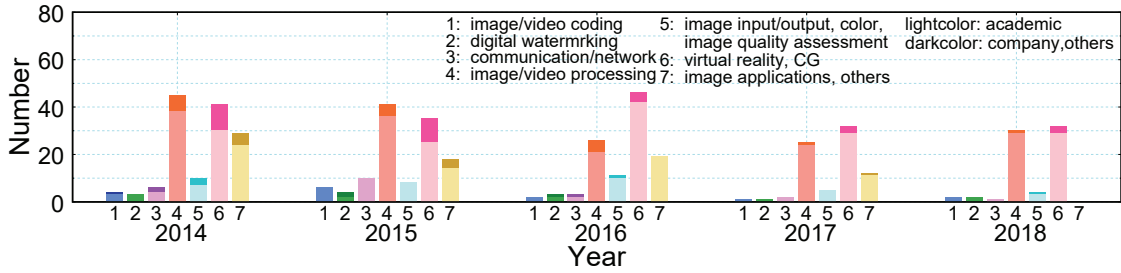
大会、秋季大会などでは、発表内容に応じた投稿をしやすくするため、ショートペーパーの論文募集も行っている。ショートペーパーの投稿は近年増加しており、投稿数が減少する中で気を吐いているといえる。加えて、表1と表4からわかるように、近年、画像処理アプリケーションに関する研究が盛んであるにも関わらず、システム開発論文の投稿が伸び悩んでいることがわかる。この対策については、次の専門分野の分析のところで述べる。

次に、論文投稿時に選定できる専門分野の大分類7分野(1.画像符号化, 2.電子透かし, 3.通信・ネットワーク, 4.画像処理一般, 5.画像入出力・色・画質評価, 6.バーチャルリアリティ・CG・コンピュータビジョン, 7.画像アプリケーション・その他(2018年度投稿時))における各比率の変遷を図1に示す。ただし、投稿論文の選定した専門分野が不明な場合、割り当てられた査読者を参考に分野を定めた。また、図1において、各々の薄い色は大学からの投稿数を表し、濃い色は企業他からの投稿数を表わしている。

図1より、この10年間では、4.画像処理一般, 6.バーチャルリアリティ関連, 7.画像アプリケーションの3分野の投稿数が多いことがわかる。前2者が首位を争っており、画像アプリケーションは常に3位であるが、2018年はかなり低下し2強の様相を呈している。また、著者所属に関しては、企業他からの投稿は、ほぼこの投稿数の多い上記3分野に限られており、大学関係の研究者では、特に画像処理、バーチャルリアリティ関連に集中している。これは2018年の画像アプリケーションの低下、掲載論文の企業比率の低下とも整合している。特にデータを示さないが2009年以前は、1.画像符号化, 2.電子透かし, 3.通信・ネットワーク, 5.画像入出力他の投稿数が多かったため、それらが広く言えば画像処理に関わる研究分野にシフトしてきていると言えよう。この背景として、企業・大学の研究者、特に本学会の発足当時から積極的に貢献されてきた研究者においては、当初は画像符号化、画像入出力、通信の関連分野が多かったが、企業から大学に移られたり、さらには多くが退任の時期を迎えつつある



(i) 2009 - 2013



(ii) 2014 - 2018

図1 分野別投稿数の推移 (2013-2018)

こと、また、通信事業の研究機関においても、中心となる研究分野がサービス利活用分野、ヒューマンインタフェース分野、画像処理応用分野へと移りつつあることが、投稿分野の変化の要因であると考えられる。

この10年間の論文投稿に関する詳細分析は今回が初めてであるが、企業からの投稿数減少や画像処理応用に関する投稿数の伸び悩みについては肌で感じており、昨年から、システム開発論文の投稿を促すため、特集論文募集時に企業が投稿しやすいテーマを取り入れるようにしている。近年の不採択となった論文の傾向として、本来、システム開発論文向きの内容が通常論文と同様の論理展開を行って、新規性不足と評価されたり、システム論文としての新規性や有用性を査読者が充分判断できなかった場合が見られた。論文の書き方や評価方法については、既発行の論文を参考にするか、論文投稿の手引きを再度読み直していただくのが近道であり、たとえば返戻となった論文であっても、査読コメントを活用頂き、どこが有益かを他者の目を通して見直したうえで、再投稿頂けると幸いである。

また、システム開発論文については、投稿し易くするために、評価方法を従来より更に明確化した論文投稿の手引きを昨年より学会ホームページで公開しており、通常論文とは異なる、システム開発論文における新規性と有用性の評価点を紹介しているので参考にして頂きたいと考える。以上の情報を基に、研究成果がシステム開発論文に適していると判断される場合は、是非、システム開発論文としての投稿もご検討頂きたい。また、本号も含めて、学会誌、英文論文誌、会員への広報メールなどで現在募集している特集テーマを案内しているので、論文種別、トピックス、専門分野、論文締切日、論文掲載情報などを確認の上、積極的に投稿頂けることを期待している。

4. むすび

画像電子学会誌 250号記念特集として、2009年～2018年に掲載した論文、及び2009年～2018年の論文投稿情報に対して、採録論文数、投稿数、著者の所属機関、分野別の変遷について調査した。昨年より編集委員会では、企業からの投稿やソフトウェア開発を中心とする投稿を、システム開発論文として投稿し易いよう、論文募集案内に掲載している。また、学会ホームページにおいて、査読者がシステム開発論文を評価する点(システム開発論文の評価では通常論文とは別に新規性及び有用性のどの部分を重要視して査読しているか)を著者に提供しているので、本カテゴリでの投稿を検討してもらえる会員の方々はご一読いただきたいと考える。今回統計結果をまとめ、興味深く思ったのは、採録率がほぼ一定の値を示したことであった。複数査読制が導入された2012年を境として前後の3年間をそれぞれ平均すると採択率は8.4%下がったことになるが、今回示さなかった2005年～2008年を見ると2008年が例外的に54%であるものの2005年～2007年は平均67%で安定しており、複数査読制が採択率を引き下げたとはいえないことがわかった。

今後も興味深い特集号の企画を予定しているので、積極的にご投稿いただくと共に、初回の査読で採録とならなくても、あきらめず査読者の意見に真摯に対応頂きたい。その結果、必ずや採録に近づくと考えているので、是非、論文投稿・採録の醍醐味を味わって頂きたいと考えている。

参考文献

- 1) “投稿論文に見る100号”, 画像電子学会誌, Vol.21, No.5, pp.574-575 (1992).
- 2) “画像電子学会誌掲載論文に関する統計データ”, 画像電子学会誌, Vol.26, No.5, pp.515-516 (1997).

- 3) ”画像電子学会誌掲載論文に関する統計データ”, 画像電子学会誌, Vol.38, No.3, pp.252-253 (2009).



児 玉 明 (フェロー)

1992年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。1994年同大学大学院理工学研究科前期修士課程修了。1997年早稲田大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。1995年早稲田大学理工学部助手, 1998年広島大学地域共同研究センター助教授を経て, 現在, 広島大学大学院総合科学研究科 / 情報メディア教育研究センター准教授。2012年画像電子学会学会活動貢献賞, 2013年映像情報メディア学会ベストオーサー, 2014年画像電子学会優秀論文賞, IEVC2017 Excellent Paper Award, 2017年画像電子学会 Distinguished Service Award (IEVC), 2018年画像電子学会最優秀論文賞などを受賞。主に, 画像通信, 動画符号化, スケーラブル符号化, 画像検索方式, マルチメディア情報構造化などマルチメディア通信サービスの研究に従事。工学博士。電子情報通信学会, 情報処理学会, 映像情報メディア学会, 電気学会, IEEE, ACM 各会員。本学会 編集委員長・編集理事。

ビジュアルコンピューティング論文特集号に寄せて

ゲスト編集委員長

Visual Computing 研究会委員長 森島 繁生

2019 年度のビジュアルコンピューティング (VC) 論文特集号をお届けします。VC 特集号は、本学会 VC 研究会のメンバーが中心となり、コンピュータグラフィックスやビジョン、画像処理領域を核とする視覚計算融合領域に広く関わる論文の募集・査読・編集を行うもので、本号で 25 回目を迎えます。

今年度の VC 特集号への投稿件数は 13 件でした。厳正な審査の結果、この中から 3 件をフルペーパーとして、2 件をショートペーパーとして採択しました。また、本号発行時点で条件付き採録判定に伴う著者照会中のため最終判定に到っていない論文が 3 件あります。採録論文には、3D 映像表示の画質改善、リアルな手のアニメーション、3D ボクセルモデル、デザイン支援システム、アニメーション生成支援システムなどたいへん興味深い内容が含まれておりますので、是非、ご一読いただきたいと存じます。一方、今回残念ながら返戻と判定された論文にも優れた要素が少なからず含まれておりました。査読コメントを参考に鋭意研究を継続され、今後再投稿されますようお願い申し上げます。

ご存知のように、VC 研究会では研究の進展に対応させる形で、VC ワークショップ (12 月開催)、Visual Computing (6 月開催)、学会誌特集号 (10 月発行) を、その活動の三本柱としています。VC ワークショップは、発表の完成度そのものよりもむしろ議論を重視し、粗削りもしくは未完成の研究を種にして皆でアイデアを膨らませることを目指しており、ディスカッションの時間を充分確保しているのが特徴です。今年度は愛媛県松山市にて開催予定です。

2 番目の Visual Computing は、ある程度まとまった段階での投稿を想定しており査読クオリティの高さが特徴で、この分野の先端研究者から有益なコメントを得ることができます。研究発表での活発な議論を通して、ACM SIGGRAPH をはじめとする有力国際会議にも通用するような、より高いレベルに仕立てていくことが目的です。また、今年も昨年と同様に Visual Computing の発表内容を短期間で学会誌論文に仕上げ投稿いただく論文特集を今号で企画しましたが、今年度は発行時点で採録判定に到った論文がありませんでした。なお、2020 年の Visual Computing は横浜 (應義塾大学日吉キャンパス来往舎) で開催の予定です。

そして、3 番目の学会誌特集号は完成された研究を出版し、結実させる機会として位置づけられます。これらの機会を研究の段階に応じて有効活用すべく、当該分野に携わっておられる研究者の皆様には、これまで以上に積極的にご投稿いただきますようお願い申し上げます。

最後に本論文特集号の編集にあたり、ゲスト編集幹事の 3 名の先生方には特に献身的にご尽力いただきました。また、ゲスト編集委員、査読委員、校正幹事、学会事務局の皆様にも、論文の募集、査読、編集の過程でたいへんお世話になりました。この場を借りて心から御礼申し上げます。

ゲスト編集委員長：森島繁生 (早稲田大学)

ゲスト編集幹事：藤澤 誠 (筑波大学)、森本有紀 (九州大学)、久保尋之 (奈良先端科学技術大学)

3D-SRGAN: SRGAN の 3 次元ボクセルモデル超解像への適用

岡 和 寿[†] 椋 木 雅 之[†](正会員)[†]宮崎大学大学院 工学研究科

3D-SRGAN: Application of SRGAN to Super-Resolution for 3-Dimensional Voxel Models

Kazutoshi OKA[†], Masayuki MUKUNOKI[†] (Member)[†]Graduate School of Engineering, University of Miyazaki

あらまし 本論文では、3次元ボクセルモデルを超解像化する 3D-Super Resolution Generative Adversarial Networks(3D-SRGAN) を提案する。低解像度データから高解像度データを復元・生成する技術は超解像と呼ばれ、画像分野では幅広く研究されている。しかし、3次元モデルを超解像化する研究は見当たらない。そこで、3次元モデルを超解像化する 3D-SRGAN を提案する。3D-SRGAN は画像超解像で有効性が知られている SRGAN を 3次元に拡張した手法である。3D-SRGAN と局所的な情報を用いた手法で比較実験を行い、3D-SRGAN の生成結果が正解の高解像度 3次元モデルにより近いことを示した。また、3D-SRGAN では学習データが 1 クラスの場合でも、超解像結果に多少の影響はあるが他クラスの 3次元ボクセルモデルを超解像化できることを実験により示した。

キーワード：ボクセルモデル, 超解像, 敵対的ネットワーク, 3次元モデル生成, 深層学習

<Summary> In this paper, we propose a method of “3D-Super Resolution Generative Adversarial Networks” (3D-SRGAN), which can generate a higher resolution 3D voxel model from a lower resolution input 3D voxel model. This kind of technology is called Super Resolution. There are many studies on Super Resolution for images. However, there are few studies on that for 3D models. We extend and apply SRGAN, which is known as an excellent Super Resolution method for images, to 3D voxel models. Through the comparative experiments, we show that 3D-SRGAN can generate better higher resolution 3D voxel models than simple 3D-voxel scaling. We also show that a 3D-SRGAN trained by a class can generate higher resolution 3D voxel models of other classes.

Keywords: voxel model, super resolution, GAN, generating 3D model, deep learning

1. はじめに

近年、個人向け 3D プリンターや 3D-CAD の登場によって 3次元モデルを扱うことが多くなってきた。3次元モデルの表現方法の 1 種に、ボクセル表現がある。ボクセル表現では、3次元空間を格子状の細かい立方体(ボクセル)に分けて 3次元モデルを表現する。ボクセルは、3次元空間のその位置が物体内部もしくは境界上である場合は値 1 を持ち、物体外部である場合は値 0 を持つ。これにより 3次元モデルの形状を表現する。

3次元モデルを作成するソフトウェアではサーフェス表現が多く使われるが、手軽に 3次元モデルを作成するためにボクセル表現が使われることもある。例えば Minecraft¹⁾では、立方体のブロックを積み木のように積み重ねてボクセル

表現の 3次元モデルを手軽に作成することができる。しかし、高精細な 3次元モデルを作成するには、多数のブロックを積み重ねる必要があり、手間が掛かる。作成した粗い 3次元モデルから高精細な 3次元モデルを作成できれば、この手間を低減できる。

また、画像からの 3次元形状復元手法の一つである「視体積交差法²⁾では、通常、復元結果の 3次元モデルがボクセル表現で得られるが、入力として与える画像の解像度やそれらの画像を撮影したカメラ位置情報の校正精度の限界から、粗い 3次元モデルしか得られないことが多い。復元した粗い 3次元モデルを高精細な 3次元モデルに変換できれば、3次元モデルの利用において有利と考えられる。

このような粗いデータから高精細なデータを生成する技術を超解像³⁾と呼ぶ。画像分野では、粗い画像から高精細な

画像を生成する超解像技術が多く研究されている。しかし、3次元モデルの超解像技術の研究は見当たらない。そこで、本研究では画像の超解像で有効性が知られている SRGAN を拡張した 3D-Super Resolution Generative Adversarial Networks(3D-SRGAN) を提案する。

2. 超解像

2.1 超解像の定義

超解像とは低解像度データから高解像度データを復元・生成する技術である。解像度が高いと、画像や3次元モデルを表現する格子が細くなる。低解像度データは粗いデータとなり、高解像度データは高精細なデータとなる。

超解像問題は、不良設定問題⁴⁾(ill-posed problem) である。低解像度データを高解像度データに変換するためには、低解像度データに存在しない部分のデータを生成する必要がある。この低解像度データに存在しない部分には、無数の生成パターンがありえる。データが周波数分解でき、サンプリング定理を満たす場合は、信号処理的アプローチで補間が行えるが、多くの実データでは、ノイズが含まれる上、デジタルデータでは量子化誤差も含まれるため、実用的には良い結果が得られない。そのため、一般に低解像度データから適切な高解像度データを生成することは難しい問題である。

2.2 画像の超解像の従来研究

近年、2次元画像超解像の研究が盛んである。2次元画像超解像では、複数の画像から行う手法と1枚の画像から行う手法がある。

複数の画像からの超解像手法としては、複数の Bayer 画像データからデモザイキング処理と超解像処理を同時に行う手法⁵⁾や、複数の観測画像から位置合わせ処理と再構成処理を同時に行う手法⁶⁾などが提案されている。これらの手法では、同じシーンに対する複数の画像から得られるサブピクセルの情報を利用して、超解像処理を実現している。これらは観測に基づく手法なので、正しい高解像度画像が得られるが、適切な設定で撮影した複数の画像が必要である。

1枚の画像のみから超解像化する手法には、補間の考え方に基づく信号処理的なアプローチによる手法^{7),8),9)}と、学習やデータベースに基づいて高周波成分を復元する手法¹⁰⁾がある。前者の手法では、もともと高周波成分が含まれていない画像に対しては大きな改善が期待できない。一方後者の手法は、学習に使った画像やデータベース内の画像の情報を利用して、1枚の画像から高周波成分を付与できる。そのため高周波成分が含まれていない画像であっても、高周波成分を付与した高解像度画像を生成することができる。しかし、低解像度画像に存在しない部分のデータは、学習やデータベースに利用した異なる画像を参考にして生成するため、必ずしも正しい高解像度画像が得られるとは限らない。

近年では、学習の中でも深層学習を用いた超解像の研究¹¹⁾

,¹²⁾が多く見られる。深層学習の1つに畳み込みニューラルネットワーク(Convolution Neural Network: CNN)¹³⁾がある。CNNは畳み込み層で複数のカーネル(フィルター)と呼ばれる格子状の数値データを用いて入力データに畳み込み処理を行い、特徴マップを出力する。このCNNを使用した超解像の手法^{14),15)}では、多数の実画像を学習に利用することで、一般的な画像における高解像度データの生成パターンを学習できるため、人間にとってより自然な高解像度画像を生成することができる。また、数値評価結果でも、従来の手法よりも生成結果の精度が高くなっている。

2.3 SRGANによる画像の超解像

Super Resolution Generative Adversarial Network(SRGAN)¹⁶⁾は深層学習を用いた画像超解像の手法である。この手法はGenerative Adversarial Network(GAN)¹⁷⁾と呼ばれる生成モデルを応用している。GANはGenerator(生成器)とDiscriminator(識別器)の2つのニューラルネットワークで構成されている。Generatorはより学習データに近いデータを生成し、Discriminatorは入力データが学習データかGeneratorが生成したデータかを識別する。GeneratorはDiscriminatorを騙すことができるように学習し、DiscriminatorはGeneratorが生成したデータを見破ることができるように学習する。このような学習により、最終的にはGeneratorが学習データと同じようなデータを生成できることが期待される。SRGANは、GANの持つこの特徴を利用して超解像処理を行う。

SRGANを3次元モデルに拡張できれば、3次元モデルでも精度の高い高解像度3次元モデルが生成できると期待できる。本研究で扱うボクセル表現の3次元モデルでは、3次元空間上のボクセルは、0または1の2値のいずれかを格納している。これは画像では2値画像に相当する。しかし、2次元画像超解像の研究はカラー画像や濃淡画像を対象にしており、2値画像を対象にした研究は見当たらない。そこで、SRGANで2値画像を対象にした予備実験を行った。

まず、SRGANに高解像度画像と低解像度画像のペアを与え、学習した。学習にはデータセット RAISE_HR, LR¹⁸⁾を使用した。RAISE_HR, LRは、カラー画像や濃淡画像の高解像度・低解像度画像がペアで与えられている。学習回数は70万回である。学習した生成モデルでカラー画像の超解像処理を行った。図1に生成結果を示す。ひげや目などの細かい部分まで復元され、元の画像と主観的にほとんど違いがない。この学習済みのSRGANに、入力として2値化した低解像度画像を与え、超解像処理を行った。図2(b)1段目に結果を、2段目にその中の赤枠部分を拡大したものを示す。2値画像でも超解像化することができているが、2段目の拡大図からわかるように、ひげなどの細かい部分がブロック状になっており、生成精度が多少悪いことがわかった。

そこで、学習の前に RAISE_HR, LR をそれぞれ2値化処

理した学習データを用意した。学習回数は70万回とし、2値化した画像の学習データでSRGANの学習を行った。図2(c)に、2値画像を学習した生成モデルで2値化した低解像度画像の超解像処理を行った結果を示す。2段目の拡大図からわかるように、図2(b)よりもひげの細かな造作の復元が含まれており、正解画像(高解像度画像)により近い画像を生成した。

3次元モデルの超解像問題では、元々2値で表現された形状の、特に輪郭部分の変換が重要である。輪郭部分の超解像性能を確認するために、学習済みのそれぞれの生成モデルを、人物のシルエットアイコンに適用した。結果を図2の3段目に示す。適用結果全体(図2(b)(c)3段目左)を見ると、いずれも適切に超解像化されているが、赤枠部分の拡大図(図2(b)(c)3段目右)を見ると、カラー画像を学習した場合は、輪郭部分に高周波の影響と見られるノイズが生じている。一方、2値画像を学習した場合には、そのようなノイズが生じていない。

これらの実験結果から、2値画像を学習したSRGANでは、2値画像の超解像処理で精度の高い高解像度画像を生成することが可能であると言える。SRGANを拡張して3次元モデルの超解像処理を行っても精度の高い生成結果が期待できる。

3. 3D-SRGANによる超解像

3.1 3D-SRGANの構成

3D-SRGANは、SRGANを3次元モデルを超解像化できるように拡張したものである。3D-SRGANでは、ネットワークの構造は基本的にSRGANと同様とし、入出力データと



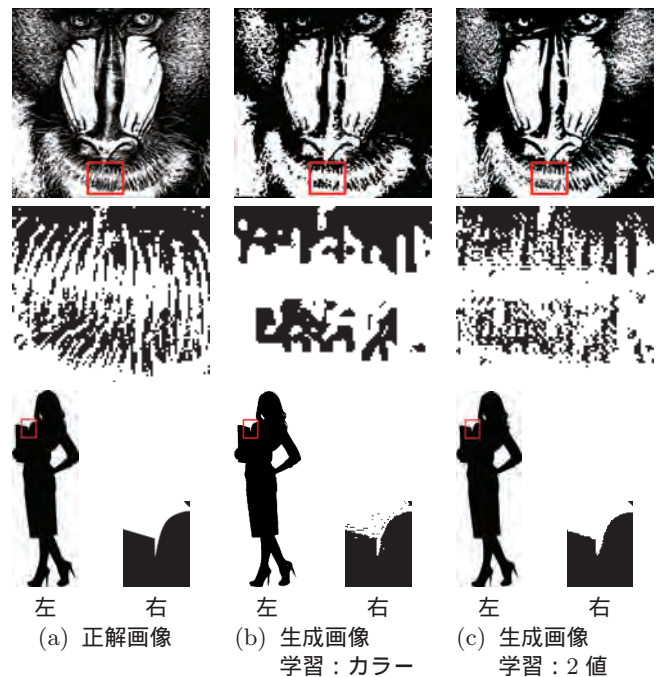
(a) 正解画像 (b) 生成画像
図1 SRGANによるカラー画像の超解像化
Fig. 1 Super Resolution by SRGAN(Color Image)

してボクセル表現の3次元モデルが扱えるように拡張している。学習データには、低解像度3次元モデルと高解像度3次元モデルのペアを使用する。

3D-SRGANは、GeneratorとDiscriminatorの2つのニューラルネットワークで構成されている(図3)。Generatorは低解像度3次元モデルから高解像度3次元モデルを生成し、Discriminatorは入力された3次元モデルが学習データの高解像度3次元モデルなのかGeneratorが生成した高解像度3次元モデルなのかを識別する。この2つは敵対的な関係であり、それぞれの目的は、GeneratorはDiscriminatorを騙すように学習データと似た3次元モデルを生成することであり、Discriminatorは学習データと3次元モデルを見分けられるようになることである。最終的には、Discriminatorが識別できないような3次元モデルをGeneratorが生成できることが3D-SRGANの目的となる。また、このときのGeneratorが生成モデルとなる。

3.2 Generatorの構造

Generatorでは、入力に低解像度3次元モデルが与えられ、出力として高解像度3次元モデルを生成する。Generatorの



(a) 正解画像 (b) 生成画像 (c) 生成画像
学習: カラー 学習: 2値
図2 SRGANによる2値画像の超解像化
Fig. 2 Super Resolution by SRGAN(Binary Image)

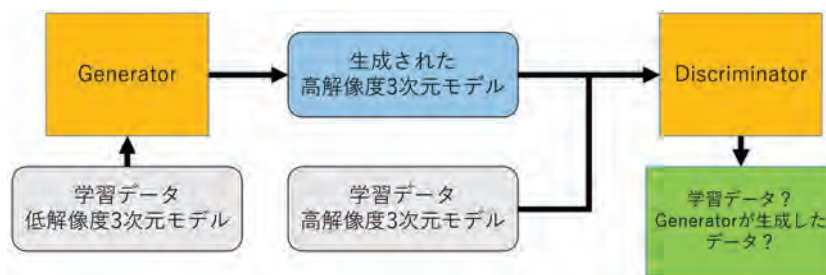
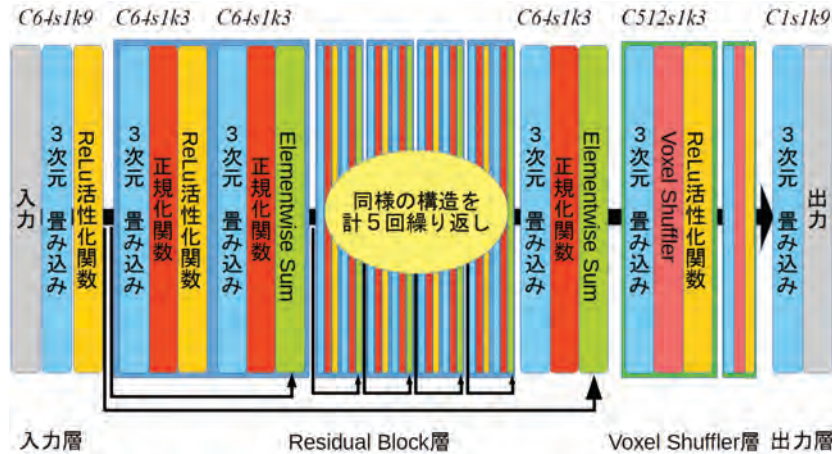


図3 3D-SRGANの学習の概要
Fig. 3 Training of 3D-SRGAN



C: 出力チャンネル数, s: ストライド, k: カーネルサイズ

図4 Generatorの構造
Fig. 4 Structure of Generator

構造は大きく入力層, Residual Block 層, Voxel Shuffler 層, 出力層の4つに分けられる. 入力層では, 入力と与えられた3次元モデルを3次元畳み込みによって, 複数のチャンネルとして Residual Block 層に与えている. Residual Block 層では3次元モデルの特徴を抽出し, Voxel Shuffler 層で3次元モデルを拡大している. 最後に出力層で入力の特徴マップから3次元モデルを出力している. 各層の詳細を図4に示す. 図上部の C, s, k は, それぞれ3次元畳み込み層での出力チャンネル数, ストライド, カーネルサイズを表す. 例えば, $C64s1k9$ は, 出力チャンネル数64, ストライド1, カーネルサイズ9での3次元畳み込み処理を行うことを示している. 各層の構造, パラメータは, 基本的に SRGAN と同じものを使用している. 以下, SRGAN との違いについてのみ述べる.

SRGAN では2次元畳み込みを利用していたが, 3D-SRGAN では3次元畳み込みを利用している. 2次元畳み込みで, カーネルのサイズが $k \times k$ の畳み込み処理をしていた場合, 3次元畳み込みではカーネルのサイズが $k \times k \times k$ の畳み込み処理をする.

3次元モデルのサイズの拡大では, SRGAN で使用していた Pixel Shuffler を3次元モデルに拡張した Voxel Shuffler を利用する(図5). Pixel Shuffler は画像を拡大するための手法で, 入力の特徴マップを並び替えて画像を拡大することができる. 同様に, Voxel Shuffler は8チャンネルの入力を並び替えて, $2 \times 2 \times 2$ の1チャンネル分の出力を得る. これに合わせて, Voxel Shuffler 層での3次元畳み込みでは, 出力チャンネル数を $C = 512$ に変更している. Voxel Shuffler を2回通すことで, 入力を4倍に拡大する.

3.3 Discriminatorの構造

Discriminator では, 入力に高解像度3次元モデル, または, Generator が生成した超解像3次元モデルが与えられ, 出力として入力の3次元モデルが高解像度3次元モデルである確率を出力する. Discriminator の構造は大きく入力層, Block 層, 出力層の3つに分けられる. 入力層では入力の3

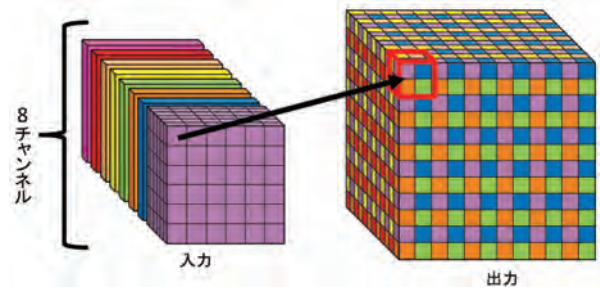


図5 Voxel Shufflerによる拡大
Fig. 5 Expansion with Voxel Shuffler

次元モデルから複数のチャンネルを出力し, Block 層で3次元モデルの特徴を抽出し, 出力層では確率の計算を行う. 各層の詳細を図6に示す. 図上部の C, s, k の意味は, 図4と同様である. 各層の構造, パラメータは, 基本的に SRGAN と同じものを使用しているが, Generator と同様に3次元畳み込みを利用して3次元モデルの畳み込み処理を行っている.

3.4 3D-SRGANの学習方法

3D-SRGAN の学習の進め方は SRGAN と同じである. Generator と Discriminator がそれぞれ Loss 関数で求めた損失が小さくなるように交互に更新を行う.

Generator の Loss 関数は式(1)で表現できる.

$$L_G^{3DSR} = L_{con}^{3DSR} + \sigma L_{gen}^{3DSR} \quad (1)$$

$$L_{con}^{3DSR} = \sum (I^{HR} - G(I^{LR}))^2 \quad (2)$$

$$L_{gen}^{3DSR} = \sum -\log D(G(I^{LR})) \quad (3)$$

\sum は, ボクセルに関する和

式(2)は Content Loss, 式(3)は Adversarial Loss を表している. 式(1)の σ はこれら2つの Loss 関数の比を設定するパラメータで, 本論文では $\sigma = 10^{-3}$ と設定している.

Content Loss では, 学習データの高解像度3次元モデル I^{HR} と Generator が生成した超解像3次元モデル $G(I^{LR})$ の平均二乗誤差を計算している. Content Loss には, 元の

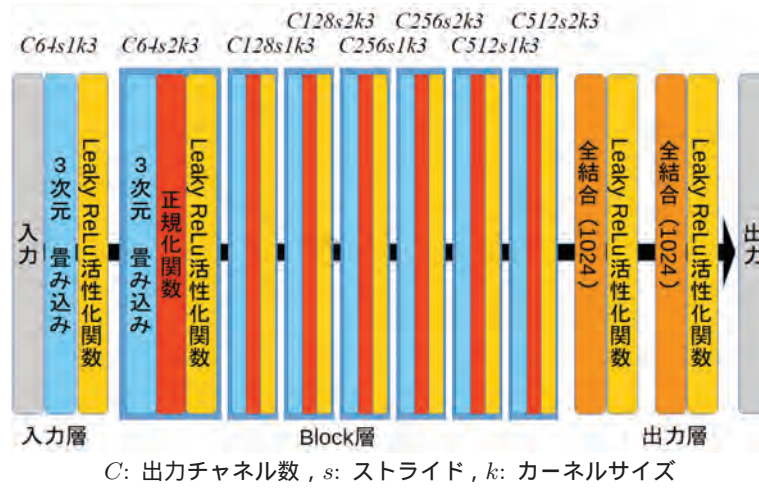


図6 Discriminatorの構造
Fig. 6 Structure of Discriminator

データの見た目がある程度そのままにして、別の操作を加えることができる特徴がある。そのため、超解像処理を適用しても元のデータの見た目から大きく変化する心配がない。

Adversarial Loss では、 $G(I^{LR})$ を Discriminator で識別した結果 $D(G(I^{LR}))$ を計算している。Adversarial Loss は、GAN で通常使われている Loss 関数で、学習データと見分けがつかないデータを生成するように学習をする特徴がある。Content Loss だけでは、見た目の変化の問題が解決するだけで、はっきりとした 3 次元モデルが生成されず、Adversarial Loss だけでは学習データの性質を保持しているが、入力とは別の 3 次元モデルが生成されてしまう。そのため、この 2 つを適切に組み合わせることで超解像処理を行っている。式 (1) では Adversarial Loss を Content Loss の $\sigma = 10^{-3}$ 倍としている。

Discriminator の Loss 関数は式 (4) で表現できる。

$$L_D^{3DSR} = \sum [\log D(I^{HR}) - \log (1 - D(G(I^{LR})))] \quad (4)$$

$D(\cdot)$ は Discriminator の出力であり、入力データが学習データの 3 次元モデルである確率を表している。そのため、Discriminator の識別がうまくいくと $D(I^{HR})$ の値が大きくなり、 $D(G(I^{LR}))$ の値は小さくなる。

4. 実験

4.1 単純な拡大法との比較

4.1.1 比較手法

実験では、比較手法として画像処理の最近傍補間と線形補間を 3 次元モデルに拡張したものをを用いる。これらの手法は画像の輝度値の局所的な情報を利用してデータを補間している。本研究では、補間での 3 次元モデルの拡大は 1 回の処理で 2 倍拡大とし、これを 2 回適用することで 4 倍に拡大する。

最近傍補間では、元の 3 次元モデルのボクセル値を $2 \times 2 \times 2$ の範囲に与えることで 2 倍に拡大する。線形補間では、補間するボクセルについて、周囲の 2, 4, 8 ボクセルの値の中で

表1 データセット ModelNet10
Table 1 ModelNet10 Dataset

クラス名	bathtub	bed	chair	desk	dresser
学習データ数	106	515	889	200	200
テストデータ数	50	100	100	86	86
クラス名	monitor	stand	sofa	table	toilet
学習データ数	465	200	680	392	344
テストデータ数	100	86	100	100	100

多い方のボクセル値を用いる。同数であった場合は、そのパターンによりボクセル値を決定する。

4.1.2 実験方法

3 次元モデルとしてデータセット ModelNet10¹⁹⁾を使用した。このデータセットは bathtub, bed, chair, desk, dresser, monitor, stand, sofa, table, toilet の 10 クラスの 3 次元モデルがあり、それぞれ学習データとテストデータが用意されている。表 1 にデータセット ModelNet10 の内訳を示す。

学習前の準備として、学習データとテストデータをそれぞれ、ボクセル数が $16 \times 16 \times 16$ と $64 \times 64 \times 64$ の 3 次元モデルに変換した。前者を低解像度 3 次元モデル、後者を高解像度 3 次元モデルと呼ぶ。3D-SRGAN で chair の学習データの低解像度 3 次元モデルと高解像度 3 次元モデルのペアを学習させた。1000 回学習させ、適切な超解像化を行う生成モデルを目視で選択した。

それぞれの手法でテストデータの低解像度 3 次元モデルに対して超解像処理を行う。生成した 3 次元モデルを超解像 3 次元モデルと呼び、データセットの高解像度 3 次元モデルと区別する。chair のテストデータの高解像度 3 次元モデルと超解像 3 次元モデルの同じ座標間でのボクセルの有無の違いを誤差としてそれぞれ計算し、比較した。また、主観的な評価として、それぞれの超解像 3 次元モデルを同じ角度から見た結果を画像として見比べた。

学習に用いる教師データでは、ボクセル値が 0/1 の 2 値であるが、3D-SRGAN への入力時点で、浮動小数点数 (0.0

表 2 超解像 3 次元モデルと高解像度 3 次元モデルの平均誤差

Table 2 Average Error of Generated 3D-models

手法	最近傍補間	線形補間	3D-SRGAN
誤差の平均	22851	15374	7512

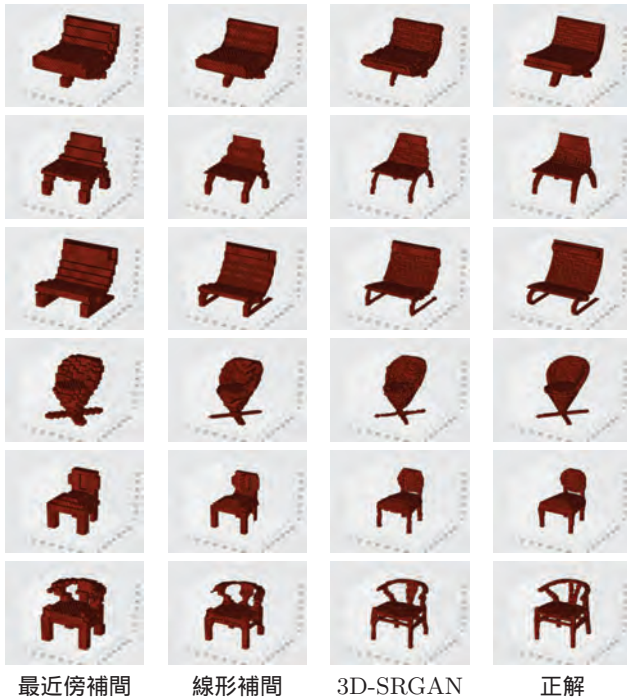


図 7 “chair” の超解像 3 次元モデル
Fig. 7 Results for “chair”

または 1.0) に変換して与えられる。学習・生成時のいずれにおいても、処理は浮動小数点数で行われ、3D-SRGAN からの出力も浮動小数点数で得られる。出力をボクセル表現に変換する際は、閾値を 0.5 として 0/1 に 2 値化している。

プログラムの実装には、Chainer²⁰⁾を利用した。学習(最適化)には ADAM アルゴリズム²¹⁾を用い、Generator では学習率 $\alpha = 0.0025$, モーメント重み $\beta = 0.5$, Discriminator では $\alpha = 10^{-5}$, $\beta = 0.5$ とした。

実行環境は、CPU : AMD Ryzen 7 1800X, メモリ : 32GBytes, GPU : NVIDIA GeForce GTX 1080Ti, GPU メモリ : 11GBytes を使用した。学習時のバッチサイズは 10 とした。1 バッチ当たりの学習時間は、約 18 秒であり、chair の学習データ 889 個を用いて 1000 回学習するのに、18 日程度かかった。

4.1.3 結果・考察

表 2 に超解像 3 次元モデルと高解像度 3 次元モデルの誤差の平均を示す。小数点以下を四捨五入して示している。また、それぞれの手法で chair のテストデータを超解像化した結果を図 7 に示す。さらに、図 8 にそれぞれの手法での超解像 3 次元モデルと高解像度 3 次元モデルのデータ毎の誤差を示す。

まず、表 2 の結果から、3D-SRGAN の生成結果が最も高解像度 3 次元モデルとの誤差が少ない。また、最近傍補間と

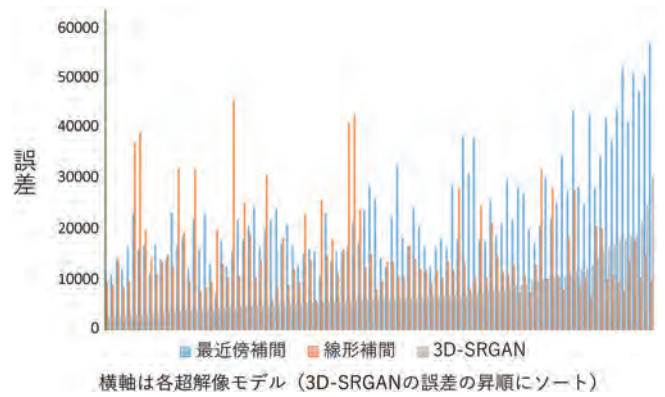


図 8 データごとの誤差: “chair”
Fig. 8 Error for Each Data: “chair”

線形補間では線形補間の方が誤差は少ないが、3D-SRGAN と線形補間の差は大きく、3D-SRGAN がより高解像度 3 次元モデルに近いことがわかる。

図 7 の各行は、同じ低解像度 3 次元モデルに対する処理結果(左から最近傍補間、線形補間、3D-SRGAN による超解像度結果)と高解像度 3 次元モデル(正解)を示している。図 7 からは主観的に見ると、高解像度 3 次元モデルに一番近いのは 3D-SRGAN であり、次に線形補間であった。高解像度 3 次元モデルとそれぞれを見比べると、直線や平面ではどれも形が整っている。しかし、曲線や曲面では、最近傍補間は階段状の角ばったような形状になっている。線形補間では最近傍補間よりも滑らかであるが、多少角ばった部分もある。一方、3D-SRGAN では、曲線や曲面がきれいに生成されており、より高解像度 3 次元モデルに近くなっている。しかし、3D-SRGAN の生成結果の中にも、図 7 の最下段の椅子の背もたれでは穴の部分埋めているように、形が少し崩れている 3 次元モデルもあった。

図 8 は、横軸が各超解像 3 次元モデルを表し、縦軸がその超解像 3 次元モデルと正解の高解像度 3 次元モデルの誤差を表す。横軸は 3D-SRGAN の誤差の昇順にソートして並べている。グラフの右の方で 3D-SRGAN が線形補間より誤差が大きい箇所もあるが、ほとんどの 3 次元モデルで 3D-SRGAN の誤差が最も少ない。

4.2 学習データとは別クラスでの超解像

4.2.1 実験方法

前節の実験では、chair を学習し、chair の超解像処理を行った。本節の実験では、3D-SRGAN に用いた学習データのクラスとは異なるクラスの 3 次元モデルに超解像処理を適用し、学習データが超解像結果にどのような影響があるかを調査した。

3D-SRGAN の生成モデルは前節と同じ chair の学習データを学習したものをを用いた。超解像処理の対象とした 3 次元モデルは、データセット ModelNet10 の chair 以外の 9 クラスの低解像度 3 次元モデルである。

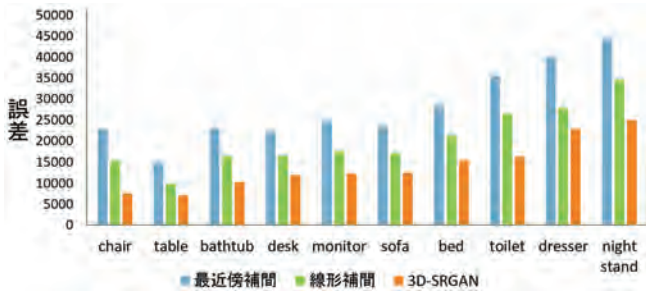


図9 別クラスデータの超解像化での平均誤差
Fig. 9 Average Error for Different Classes

4.2.2 結果・考察

図9に超解像3次元モデルと高解像度3次元モデルの誤差の平均を示す。また、それぞれのクラスの生成結果を図10に示す。

図9の結果を見ると、いずれのクラスでも3D-SRGANが最近傍補間や線形補間よりも誤差が小さくなっている。次に図10を見てみると、ほとんどの結果で超解像3次元モデルが高解像度3次元モデルに近いものとなっている。また、最近傍補間や線形補間よりも滑らかな3次元モデルが生成されていることがわかる。特に、tableは他のクラスよりも自然な生成結果が見られる。chairとtableの形状が似ていたため、超解像結果の精度も高くなったと考えられる。しかし、3D-SRGANの超解像3次元モデルの中には、monitorのように形が少し歪なものもみられる。この結果から、3D-SRGANでは学習データのクラスが超解像結果に影響を与えるが、学習データと異なるクラスの3次元ボクセルデータに対する超解像処理でも比較手法より生成精度が高いことがわかった。

4.3 局所的情報を用いた超解像

4.3.1 実験方法

比較手法では、低解像度3次元モデルの局所的な情報のみを利用して3次元モデルを拡大していた。一方、3D-SRGANでは低解像度3次元モデル全体を入力として与えているため、より大域的な情報が利用可能である。3D-SRGANにおいて、大域的な情報を使う利点が活かされているか調査するために実験を行った。

局所的情報を扱う3D-SRGANは、学習で3次元モデルを入力する際に、3次元モデルの一部を切り取って入力とする。この切り取り処理をクロップと呼ぶ。16×16×16の低解像度3次元モデルから4×4×4と8×8×8の3次元モデルをそれぞれクロップする。64×64×64の高解像度3次元モデルからは低解像度3次元モデルでクロップした部分に対応する部分16×16×16と32×32×32をクロップする。クロップした4×4×4と16×16×16の3次元モデルのペアと8×8×8と32×32×32の3次元モデルのペアを、それぞれ3D-SRGANで学習する。前者を学習した3D-SRGANの生成結果を4-超解像3次元モデル、後者で学習した3D-SRGANの生成結果を8-超解像3次元モデルと



図10 別クラスデータの超解像結果 (上から bathtub, bed, desk, dresser, monitor, stand, sofa, table, toilet)

Fig. 10 Results for Different Classes

呼ぶ。学習データには、chairの3次元モデルを利用した。

4.3.2 結果・考察

表3にそれぞれの超解像3次元モデルと高解像度3次元モデルの誤差の平均を示す。また、生成結果を図11に示す。

表3の結果から、クロップありの生成結果はどちらもクロップなしの生成結果より誤差が大きくなっていた。また、3D-SRGANの中では4-超解像3次元モデルの結果が最も誤差が大きかった。

図11の結果から、クロップありの生成結果では、平面や曲面に穴が空いているものが複数存在していた。また、クロップなしの超解像3次元モデルと見比べると、本来つながっている部分が途切れていたり、本来存在しない座標にボクセルが生成されていたりして、形が崩れているものが多い。特に4-超解像3次元モデルでは、形の崩れているものが他の生成結果よりも多く見られた。

これらの結果から、3D-SRGANでは局所的な情報を用いるよりも大域的な情報を用いて学習をした方が精度の高い超解像化を行えるといえる。また、3D-SRGANは大域的な情

表3 クロップサイズによる3D-SRGANでの平均誤差の変化

Table 3 Average Error for Different Crop Size

4-超解像	8-超解像	クロップなし
8707	8457	7512



図11 クロップによる生成結果の変化
Fig. 11 Results for Different Crop Size

報を利用することによって、より自然な超解像結果が得られることがわかった。

5. おわりに

本論文では、3次元モデルを超解像化する3D-SRGANを提案した。3D-SRGANでは低解像度3次元モデルから高解像度3次元モデルを得ることができた。画像超解像の手法として用いられていた最近傍補間と線形補間を3次元モデルに拡張して、3D-SRGANとの超解像結果の比較を行った。その結果、3D-SRGANが最も精度の高い3次元モデルを生成できた。また、3D-SRGANは学習データと異なるクラスの3次元ボクセルデータの超解像化では、生成結果に多少影響を与えるが、比較手法より精度の高い超解像3次元モデルを生成できることがわかった。さらに、クロップありとなしの3D-SRGANで超解像結果の比較を行った。その結果、クロップなしの学習の方がより正解に近い3次元モデルを生成できた。このことから3D-SRGANでは、3次元モデル全体の情報を学習し、より自然な超解像処理が行えることがわかった。今後の課題として、3つの課題が挙げられる。

1つ目は、3D-SRGANの学習データによる影響の調査である。本研究の実験では1クラスのデータで学習した。その結果、他クラスの生成結果は、同じクラスの生成結果よりも

悪いものとなっていた。この原因は学習データの影響だと考えられる。そのため、学習データを複数のクラスで構成したり、数を増やして学習することで生成結果が改善するか調査することが課題の1つに挙がる。

2つ目は、3D-SRGANの細かい設定の見直しである。本研究の3D-SRGANはSRGANを拡張した際に、必要最低限の変更しかしていない。3D-SRGANで扱うのはSRGANよりも単純な2値データであるため、3D-SRGANの構造もより単純なもので十分である可能性がある。また、GeneratorでのAdversarial LossとContent Lossの重みの影響についても調査できていない。例えば、Adversarial Lossの重みを0とすることで、Discriminatorからの情報を利用しなくなるため、その場合との比較により、この問題でGANを利用する有用性が評価できると考えられる。このように、GeneratorやDiscriminatorの構造やパラメータを、この問題に最適化した上で、3D-SRGANの特性を明らかにすることが課題として挙げられる。

3つ目は、3D-SRGANの学習の安定化である。一般に、GANは与える学習データやネットワークの初期値など種々の要因により学習の成否が影響を受ける。本研究でも、1000回の学習を行っているが、ほとんどの場合で途中段階の学習結果の方が、よい生成モデルを得られていた。そのため、超解像処理に利用する生成モデルを目視で選択する必要があった。十分な回数学習すると適切な生成モデルを得られるよう、学習を安定化することも今後の課題である。

参考文献

- 1) Minecraft, <https://minecraft.net/en-us/> (2019).
- 2) A. Laurentini: "How Far 3D Shapes Can Be Understood from 2D Silhouettes", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI), Vol.17, No. 2, pp.188-195 (1995).
- 3) 安藤繁, 土井康弘: "超解像", 計測と制御, Vol. 22, No. 10, pp. 828-836 (1983).
- 4) 池谷彰彦, 広明敏彦: "超解像ソリューション", NEC 技報, Vol. 60, No. 2, pp. 24-26 (2007).
- 5) 清水雅夫, 矢野高宏, 奥富正敏: "画像変形を表すNパラメータの高精度同時推定法と超解像への応用", 情報処理学会論文誌コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM), Vol. 45, pp. 93-98 (2004).
- 6) 田中正行, 奥富正敏: "画素数の壁を打ち破る 複数画像からの超解像技術", 映像情報メディア学会誌, Vol. 62, No. 3, pp. 337-342 (2008).
- 7) A. M. Tekalp, M. K. Ozkan, M. I. Sezan: "High-Resolution Image Reconstruction from Lower-Resolution Image Sequences and Space-Varying Image Restoration", IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), Vol. 3, pp. 169-172 (1992).
- 8) 後藤知将, 奥富正敏: "画像復元とレジストレーションの同時最適化の実験的検証", 電子情報通信学会論文誌, Vol. J90-D, No. 6, pp. 1632-1635 (2007).
- 9) 小松隆, 斎藤隆弘: "TV 正則化法を用いた JPEG 圧縮画像の超解像デコーディング", 電子情報通信学会論文誌, Vol. J90-D, No. 7, pp. 1671-1674 (2007).
- 10) W. T. Freeman, T. R. Jones, E. C. Pasztor: "Example-based Super-Resolution", IEEE Computer Graphics and Applica-

- tions, Vol. 22, No. 2, pp. 56–65 (2002).
- 11) Z. Wang, D. Liu, J. Yang, W. Han, T. Huang: “Deep Networks for Image Super-Resolution with Sparse Prior”, IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 370–378 (2015).
 - 12) Z. Cui, H. Chang, S. Shan, B. Zhong, X. Chen: “Deep Network Cascade for Image Super-Resolution”, European Conference on Computer Vision (ECCV), pp. 49–64 (2014).
 - 13) 岡谷貴之, 機械学習プロフェッショナルシリーズ 深層学習, 講談社, 6章 (2015).
 - 14) C. Dong, C. C. Loy, K. He, X. Tang: “Image Super-Resolution Using Deep Convolutional Networks”, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI), Vol. 38, No. 2, pp. 295–307 (2016).
 - 15) Y. Tai, J. Yang, X. Liu: “Image Super-Resolution via Deep Recursive Residual Network”, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 2790–2798 (2017).
 - 16) C. Ledig, L. Theis, F. Huszar, J. Caballero, A. Cunningham, A. Acosta, A. Aitken, A. Tejani, J. Totz, Z. Wang, W. Shi: “Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network”, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 105–114 (2017).
 - 17) I. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville, Y. Bengio: “Generative Adversarial Nets”, Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS), pp. 2672–2680 (2014).
 - 18) RAISE, <http://loki.disi.unitn.it/RAISE/> (2019).
 - 19) ModelNet10, <http://modelnet.cs.princeton.edu/> (2019).
 - 20) Chainer, <https://chainer.org/> (2019).
 - 21) D. P. Kingma, J. Ba: “Adam: A Method for Stochastic Optimization”, International Conference for Learning Representation (ICLR) (2015).

(2019年3月15日 受付)

(2019年7月4日 再受付)



岡 和 寿

2017年 宮崎大学 工学部 情報システム工学科卒業, 2019年 宮崎大学大学院 工学研究科 工学専攻 修了. 在学中, 3次元点群の修復及び3次元ボクセルモデルの超解像に関する研究に従事. 現在, (株) ホープス勤務.



椋 木 雅 之 (正会員)

1991年 京都大学 工学部 情報工学科 卒業, 1996年 京都大学大学院 工学研究科 博士後期課程 研究指導認定退学. 同大学院 工学研究科 助手, 広島市立大学 情報科学部 助教授, 京都大学 学術情報メディアセンター 准教授を経て, 2015年より 宮崎大学 工学教育研究部 教授. 博士(工学). 画像認識, コンピュータビジョン, 映像メディア処理に関する研究に従事. 電子情報通信学会, 情報処理学会, IEEE 各会員.

リニアブレンディングを用いた裸眼 3D 映像表示への 視差誘導パターンによる画質変動軽減手法

巻 口 誉 宗[†](正会員) 高 田 英 明[†](正会員) 吹 上 大 樹^{††} 西 田 眞 也^{††, †††}

[†] 日本電信電話株式会社 NTT サービスエボリューション研究所,
^{††} 日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所,
^{†††} 京都大学大学院情報学研究科

Reducing Image Quality Variation Using Disparity Inducer for Linear Blending Glass-less 3D Display

Motohiro MAKIGUCHI[†] (*Member*), Hideaki TAKADA[†] (*Member*), Taiki FUKIAGE^{††},
Shin'ya NISHIDA^{††, †††}

[†] NTT Service Evolution Laboratories, NTT Corporation,
^{††} NTT Communication Science Laboratories, NTT Corporation,
^{†††} Graduate School of Informatics, Kyoto University

あらまし 被写体を臨場感高く再現する映像表示技術として、運動視差を提示できる裸眼 3D 映像表示技術が注目されている。中でも複数の視点画像を提示する多眼方式は、複数人の同時視聴が可能のため幅広い応用が考えられる。しかし、多眼方式はなめらかな運動視差の実現のために膨大な視点数を必要とし、実用化に向けては解像度低下や装置の大規模化、複雑化が大きな問題となる。我々はこの問題を解決するために、リニアブレンディングと呼ばれる視覚の知覚メカニズムに注目した。リニアブレンディングでは、隣り合う視点画像を重畳して提示することで観察者に中間視点画像を視覚的に補間させるため、視点数を大幅に削減できる。一方で、リニアブレンディングの中間視点では隣り合う視点画像が重なることで画質が劣化し、視点移動に伴う画質変動が生じる。本論文ではこの画質変動に対し、隣り合う 2 視点の画像が重畳して知覚された際に 2 重畳が生じないように視点画像を生成する Hidden Stereo の原理に基づく画質変動軽減手法を提案した。また、被写体の全周囲 360 度の視点画像に対する画質評価を行い、提案手法によって視点移動に伴う画質変動を大幅に軽減できることを示した。

キーワード：裸眼 3D 映像表示技術, Linear Blending, Hidden Stereo, 視差誘導

<Summary> Glass-less three-dimensional(3D) display technology reproduces objects with a high presence. The multi-view 3D display method that projects multiple viewpoint images allows to present 3D image to multiple observers, so it can be applied in various applications. A huge number of viewpoints is required to achieve smooth motion parallax in this method. We use a visual perception mechanism called Linear Blending as an approach to reduce the viewpoints. The observer perceptually interpolates the intermediate viewpoint image by blending adjacent viewpoint images in linear blending, and the number of viewpoints is reduced. On the other hand, image quality reduction occurs at the intermediate viewpoint where adjacent viewpoint images are overlapped, so image quality variation with motion parallax becomes a problem. In this paper, we propose a reducing the image quality variation method that utilizes the principle of Hidden Stereo to generate images so that no double edge will be generated when images of two adjacent viewpoints are overlapped. The viewpoint images assuming a viewpoint movement of 360 degrees around the object, and the image quality evaluation value shows the effect of alleviating image quality variation with motion parallax.

Keywords: glass-less 3D display, autostereoscopic 3D display, linear blending, hidden stereo, disparity inducer

1. はじめに

被写体があたかもその場に実在するかのように臨場感高く提示する 3D 映像表示技術は、遠隔地にいる人との対面コミュニケーションをはじめ、スポーツ競技を伝送するライブビューイング、仮想アイドルのコンサートイベントの演出など、幅広い応用が考えられる。被写体の実在感を高める要素として、被写体を観客が視聴したい角度から観察できる広視域化の実現や、視域内の視点移動に伴うなめらかな運動視差の提示、左右の眼に別々の視差画像を提示することによる両眼視差の提示を、3D メガネ等の装着物なしで実現できることが重要である。これらの要素を実現する 3D 映像表示技術として、複数の視点方向に対応する視点画像をそれぞれ提示し、観察者の位置によって知覚される視点画像を光学的に切り替える多眼方式が提案されている^{1)~6)}(図 1(a))。

多眼方式の実装例として、液晶ディスプレイ(LCD: Liquid Crystal Display)を表示装置に用い、パララックスバリア²⁾やレンチキュラーレンズ³⁾によって空間的に画素を分割する手法や、スクリーンを高速で回転させ、回転角度に合わせた視点画像をプロジェクタから時分割で投影する手法⁴⁾、拡散角度の狭い特殊なスクリーンに複数のプロジェクタで映像を投影する手法^{5),6)}などが提案されている。

多眼方式では、視点移動に伴う視点画像の切り替わりをなめらかにし、かつ両眼に別々の視点画像を観察させるために、視点画像を空間中に極めて狭い間隔で大量に提示する必要がある。こうした視点数の増加は、LCD を用いた手法では 1 視点画像あたりの解像度低下の要因となる。また、スクリーンの回転による手法では 1 視点画像あたりの解像度は保たれるものの、視点数の増加はフレームレートの低下につながるため、より高フレームレートのプロジェクタが必要となる。複数のプロジェクタを用いた手法では、視点数の増加による解像度やフレームレートの低下は生じないものの、視点数と等しい数の膨大な数のプロジェクタが必要になる。複数のプロジェクタを用いる手法でのプロジェクタ数の例として、Jones ら⁵⁾は、垂直に設置したスクリーンに対して視域 135 度の 3D 映像を投影するために 0.625 deg 間隔で 216 台のプロジェクタを用いている。さらに Yoshida ら⁶⁾は、テーブルトップ型のスクリーンの全周囲 360 度へ 3D 映像を投影するために

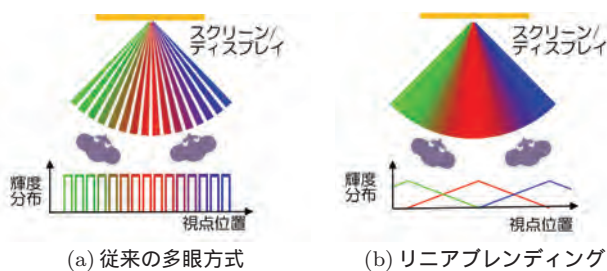


図 1 裸眼 3D 映像表示方法
Fig. 1 Approach of multi-view 3D display

1.25 deg 間隔で 288 台のプロジェクタを用いている。こうした大量のプロジェクタは機材コストの増加や装置の大型化に加え、視点画像を同期再生するための高度な制御システムの導入も必要となることから、実用化における大きな問題となる。

そこで我々は多眼方式において視点数を削減するアプローチとして、隣り合う 2 つの視点画像を観察者の視点位置に応じた輝度比率で重畳して提示することで、中間視点の映像を視覚的に補間するメカニズム「リニアブレンディング」に注目した^{7)~10)}。リニアブレンディングを用いることで、中間視点分の映像の提示が不要となり、より少ない視点数でもなめらかな視点移動が可能となる(図 1(b))。

我々はこれまでに、リニアブレンディングの原理を用いた 3D 映像表示システムとして大型のレンズを用いた空中結像光学系による装置⁷⁾や、壁掛型の空間結像アイリス面型スクリーンによる装置^{8),9)}を実装し、両眼間隔よりも広い視点配置間隔で視点移動に伴うなめらかな運動視差と両眼視差の提示を実現できることを確認した。さらに空間結像アイリス面型スクリーンをテーブル上に水平に配置し、従来手法よりも 1/4~1/10 に削減した 60 台のプロジェクタによる 360 度テーブルトップ型裸眼 3D 映像表示システムを実装し、テーブル上の被写体を視域 360 度で全周囲から立体的に観察できることを確認した(図 2)¹⁰⁾。

一方で、リニアブレンディングでは観察者の視力が高い場合や視距離が想定よりも近づいた場合、中間視点において 2 つの視点画像の重畳による 2 重エッジが知覚されて画質が低下することから、視点移動に伴う画質変動が生じるという問題がある。本論文では、この画質変動を軽減するため、隣り合う 2 つの視点画像が重畳して知覚された際に 2 重像を打ち消すように画像生成を行う Hidden Stereo¹³⁾の原理を活用した画質変動軽減手法を提案する。そして 360 度テーブルトップ型裸眼 3D 映像表示システムを想定した全周囲の視点画像に対して画質評価を行い、提案手法によって中間視点画像の画質が向上し、視点移動に伴う画質変動が軽減されることを

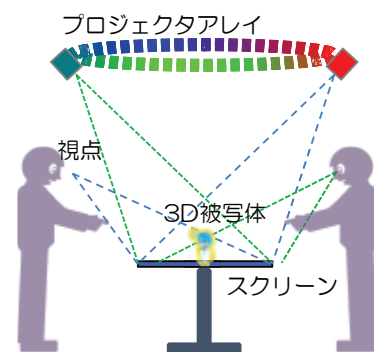


図 2 リニアブレンディングによる 360 度裸眼 3D 映像表示システム
Fig. 2 360 degree glass-less 3D display using linear blending

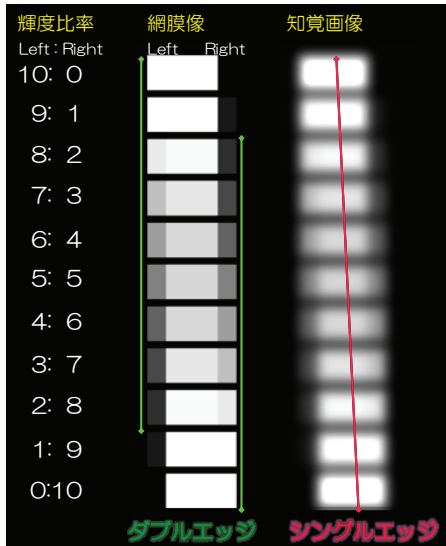


図3 リニアブレンディングによるエッジの知覚
Fig. 3 Edge perception by linear blending

示す。

本論文の構成は以下のとおりである。2章では多眼方式の視点数削減を実現するリニアブレンディングの原理を述べ、画質変動が発生する要因について述べる。3章では、提案手法について、Hidden Stereoの基礎原理と提案手法の視点画像生成手順について述べる。4章では提案手法の画質変動軽減効果を示すために行った画質評価について、評価用視点画像の生成手法と画質評価方法について述べる。5章では評価結果を述べる。最後の6章はまとめである。

2. リニアブレンディングの基本原則と画質変動

左右方向に微小にずれて重なり合うよう表示した2つのオブジェクトにおいて、それぞれのオブジェクトの輝度比率を変化させると、人の網膜上にはオブジェクトの左右に2重のエッジが映った像が映る(図3(a))。しかし、オブジェクトの2重エッジの幅が融合限界(6 min~8 min¹¹)以下の場合、人の視覚系では1つのエッジとして知覚され、そのエッジの位置は輝度比率に応じて2つのエッジ間でなめらかに遷移する(図3(b))。この知覚現象を利用し、視差が融合限界以下になるよう設定した隣り合う視点画像を、観察者の視点位置に応じた輝度比率で重畳することで、中間視点の視点画像を知覚させることができる¹¹⁾。

図4にリニアブレンディングにおける2視点の出力画像と、出力画像に対応する視点(視点1, 視点3)とその中間視点(視点2)で観察者が知覚する画像(以下、観察画像)を示す。リニアブレンディングを実現するためのスクリーンやディスプレイなどの光学系は、観察者の視点移動に応じて視点画像の輝度が連続的になめらかに変化するように設計される。そのため図4において、視点1から視点3への視点移動に伴って、観察者が知覚する出力画像1の輝度はなめらかに低下し、出力画像3の輝度はなめらかに上昇する。これにより、視点1

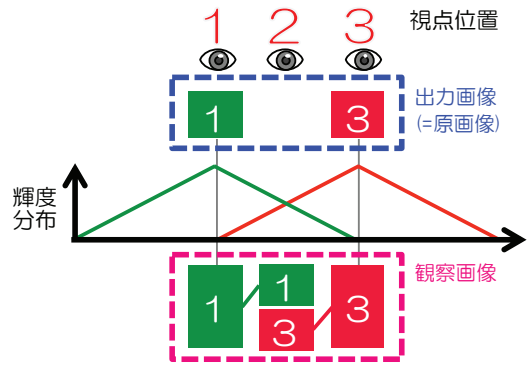


図4 リニアブレンディングによる視点画像
Fig. 4 Viewpoint image by linear blending

から3の間の観察画像は、視点位置に応じて2つの視点画像の合成輝度比率が変化するため、リニアブレンディングの効果によってなめらかな運動視差が知覚される。

視点1と3において、観察者は視点画像を直接知覚するため、観察画像の画質は出力画像と等しい。一方で中間の視点2では、隣り合う視点画像が等しい輝度で合成されるため、観察者の視力や視距離に依存して視差が融合限界を超えた場合、リニアブレンディングのメカニズムが破綻し、2重エッジによって画質が劣化する。これにより視点1 2 3へ視点移動することによって、観察される画質は高低高と大きく変動し、視点移動に伴う不自然さや全視域で均一な画質が知覚できないという問題が生じる。さらに、堀田ら¹²⁾はステレオ画像のペア間に画質差がある場合に低品質画像が高品質画像と比較して4倍の影響を与えることを示しており、リニアブレンディングを用いた3D映像表示技術において中間視点の画質劣化を抑え、画質変動を軽減することは重要な課題である。

3. 提案手法

画質変動の問題に対し、我々は隣り合う2つの視点画像が重畳して知覚された際に二重像が全く生じないように画像生成を行うHidden Stereo¹³⁾の原理を用いてリニアブレンディングの出力画像を生成する手法を提案する。以下ではHidden Stereoの基礎原理を述べ、Hidden Stereoを用いたリニアブレンディングの画像生成手法について述べる。

3.1 Hidden Stereoの基本原理

Hidden Stereo¹³⁾は、メガネ式の3D映像表示装置に対し3Dメガネ装着者には3D画像を知覚させ、非装着者には2重像やブルーといった画質劣化のない2D画像を知覚させる手法である。この手法では、ステレオペア画像の中間視点の視点画像を原画像として視差誘導パターンを生成し、視差誘導パターンを視差量に応じた重みで原画像に加算・減算することでステレオペア画像を作成する(図5)。このステレオペア画像をメガネ式の3D映像表示装置で提示することで、3Dメガネ装着者は視差誘導パターンによる両眼視差を知覚し、

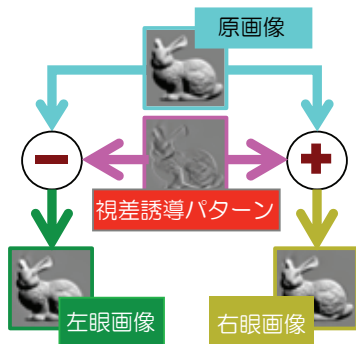


図5 Hidden Stereoによるステレオペア画像の生成
Fig. 5 Generation of stereo pair image by Hidden Stereo

立体視ができる一方、非装着者はステレオペア画像を両眼で同時に観察するため視差誘導パターンが打ち消され、画質劣化のない2Dの原画像のみが知覚される。

リニアブレンディングの中間視点では隣り合う2つの視点画像が重畳して知覚される。よって視点数が2つのリニアブレンディングの場合、出力画像にHidden Stereoによる視差画像を用いることで中間視点では視差誘導パターンが打ち消され、その視点に対応した劣化のない視点画像を知覚させることができる。また、視点数が2より多い場合、隣り合う視点画像に対するHidden Stereoの視差画像を合成して出力画像とすることで、中間視点での視差誘導パターンの打ち消しは完全ではないものの、画質劣化の視点依存性は大きく軽減できると考えられる。我々はこの考えに基づくリニアブレンディングの出力画像の生成手法を提案する。

3.2 提案手法の画像生成手順

図6に示すように、水平方向に等間隔で並んだ視点位置1,3,5に対応する視点画像を $Img[1], Img[3], Img[5]$ で表し、提案方法では次のように出力画像を生成する。以降、 $Img[\cdot]$ は視点位置に対応する視点画像を示し、右眼画像と左眼画像をそれぞれ R, L の添字で示す。また、視点画像、出力画像、観察画像などの生成方法は、数学的に厳密なものではなく、あくまで便宜的な表記である。

●手順1

2つの隣り合う視点画像から、Hidden Stereoによって中間視点に視差を誘導する視差誘導パターンを生成する。図6の例では、視点3の視点画像 $Img[3]$ を基準画像とし、視点2と視点4に視差を誘導する視差誘導パターン d_3 を生成する。

●手順2

視差誘導パターンを原画像に加算・減算することで左右の視差画像を生成する。視点画像に視差誘導パターンを加算したものを右視差画像、減算したものを左視差画像とする。図6の例では、視点画像 $Img[3]$ に視差誘導パターン d_3 を加算して右視差画像 $Img[3]_R$ 、減算して左視差画像 $Img[3]_L$ を得る。

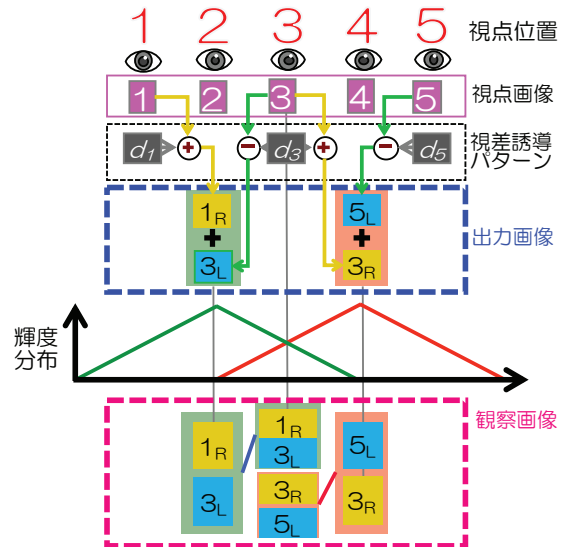


図6 提案手法によるリニアブレンディング出力画像の生成
Fig. 6 Generation of viewpoint image for Linear blending by proposal method

$$\begin{cases} Img[3]_R = Img[3] + d_3 \\ Img[3]_L = Img[3] - d_3 \end{cases} \quad (1)$$

●手順3

手順2で生成した視差画像に対し、隣り合う視点画像から生成した視差画像と合成し、その視点でのリニアブレンディングの出力画像とする。図6では、視差画像 $Img[1]_R$ と $Img[3]_L$ を合成し視点2への出力画像($Out_p[2]$)、 $Img[3]_R$ と $Img[5]_L$ を合成し視点4への出力画像($Out_p[4]$)とする。

$$\begin{cases} Out_p[2] = 0.5Img[1]_R + 0.5Img[3]_L \\ Out_p[4] = 0.5Img[3]_R + 0.5Img[5]_L \end{cases} \quad (2)$$

以下では、上記の手順で生成された出力画像をリニアブレンディングの3D映像表示システムで提示した際の画質変動軽減の原理を述べる。

3.3 提案手法による画質変動軽減の原理

図6において、視点2で知覚される観察画像は出力画像と等しいため、 $0.5Img[1]_R + 0.5Img[3]_L$ となる。 $Img[1]_R$ と $Img[3]_L$ は視差誘導パターンによって視点2の視点画像 $Img[2]$ へ視差誘導された画像のため、理想的な視差誘導パターンが算出できる場合には画質は劣化しない。また、視点4でも同様に視点画像 $Img[4]$ へ視差誘導された画像が知覚される。

リニアブレンディングの中間視点である視点3では、両隣の2つの出力画像が重畳して知覚されるため、提案手法による中間視点での観察画像 Mid_p は次式で表される。

$$Mid_p[3] = (0.25Img[1]_R + 0.25Img[3]_L) + (0.25Img[3]_R + 0.25Img[5]_L) \quad (3)$$

ここでHidden Stereoの原理によって、

$$0.25Img[3]_L + 0.25Img[3]_R = 0.5Img[3] \quad (4)$$

となることから,

$$\text{Mid}_p[3]=0.5\text{Img}[3] + 0.25\text{Img}[1]_R + 0.25\text{Img}[5]_L \quad (5)$$

となり, 視点位置と一致する視点画像 $\text{Img}[3]$ の成分が半分含まれ, 画質劣化要因となりうる成分は $\text{Img}[1]_R, \text{Img}[5]_L$ のみとなる. 従来のリニアブレンディングの場合, 視点3での観察画像 Mid_c は視点2と視点4の視点画像の合成となるため,

$$\text{Mid}_c[3]=0.5\text{Img}[2] + 0.5\text{Img}[4] \quad (6)$$

となり, 視点位置と一致する視点画像 $\text{Img}[3]$ の成分は含まれない. よって提案手法では, 画質劣化成分の割合が従来のリニアブレンディングと比較して $1/2$ となることから, 中間視点画像の画質が向上することで視点移動による画質変動の軽減効果が期待できる.

4. 画質評価

リニアブレンディングを用いた360度テーブルトップ型裸眼3D映像表示システム(図2)を想定し, 従来手法と提案手法における出力画像と, 隣り合う2つの視点の中間視点画像を対象として画質評価を行った.

4.1 評価の種類

画質評価は以下の3つの観点から行った.

(1) 評価1: 中間視点の画質向上効果

提案手法の中間視点では視差誘導パターンが打ち消され, 対応する視点画像が知覚されることで画質向上効果が期待される. その効果を画質評価指標と2次元FFTによるパワースペクトルの相関係数によって評価する.

(2) 評価2: 画質変動の軽減効果

被写体の全周囲360度の出力画像と中間視点画像に対して画質評価指標を算出することで, 提案手法による画質変動軽減効果を評価する.

(3) 評価3: 視差増加による画質劣化抑制効果

提案手法によって中間視点の画質劣化が抑えられることで, 従来手法と同程度の画質をより少ない視点数で再現できる効果が期待される. その効果を, 視点画像の視差を変更した際の画質評価指標の推移から評価する.

4.2 評価用視点画像の作成

評価用視点画像はUnity3D¹⁶⁾を用いてCGで作成した. CG空間内に50cm四方のスクリーンを配置し, スクリーン中心から水平50cm, 垂直50cm, 仰角45degの位置に仮想カメラを配置した, 被写体は図7に示す3種類の3Dモデルオブジェクト(Utah Teapot¹⁸⁾, Stanford bunny¹⁷⁾, Stanford dragon¹⁷⁾)とし, スクリーン中心に配置した. リニアブレンディングの視点間隔は現在のシステムのプロトタイプ¹⁰⁾と同じ6degを想定し, 視距離を元に融合限界6

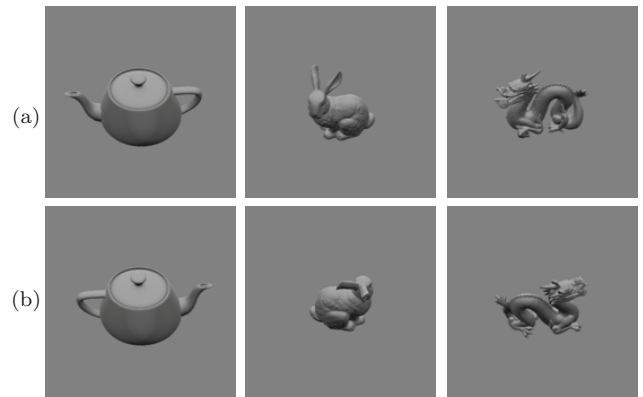


図7 被写体に用いたオブジェクト ((a) 仮想カメラ位置0度, (b) 仮想カメラ位置180度)

Fig. 7 3D model objects for subject; (a) virtual camera position 0-degree and (b) virtual camera position 180-degree

minの範囲に視差が収まるよう, 各オブジェクトの高さを2cmに統一した⁹⁾. 仮想カメラの間隔は中間視点画像の評価画像を作成するために, リニアブレンディングの視点間隔の半分の3degとし, 仮想カメラで撮影される画像を解像度 $512[p_x] \times 512[p_x]$ で取得した. 視差誘導パターンによる視差誘導の効果を最大化するため, 被写体, および背景は単色のグレー($\text{RGB}=[0.5, 0.5, 0.5]$)とした.

取得した視点画像($\text{Img}[m]$)を元に従来手法と提案手法の2種類の出力画像を生成した. ここでmは, 視点位置を表す番号である. 出力画像の視点間隔は仮想カメラの間隔の2倍となるため, 従来手法での出力画像($\text{Out}_c[m]$)と, 提案手法での出力画像($\text{Out}_p[m]$)は次のように表される.

$$\begin{cases} \text{Out}_c[m] = \text{Img}[2m] \\ \text{Out}_p[m] = 0.5\text{Img}[2m-1]_R + 0.5\text{Img}[2m+1]_L \end{cases} \quad (7)$$

また, 中間視点画像は理想的なリニアブレンディングの輝度分布を想定し, 隣り合う2つの出力画像の輝度平均によって生成した.

$$\begin{cases} \text{Mid}_c[m] = 0.5\text{Out}_c[2m-1] + 0.5\text{Out}_c[2m+1] \\ \text{Mid}_p[m] = 0.5\text{Out}_p[2m-1] + 0.5\text{Out}_p[2m+1] \end{cases} \quad (8)$$

4.3 評価方法

評価1の中間視点の画質向上効果の評価は, 従来手法と提案手法による中間視点画像 $\text{Mid}[m]$ に対して対応する視点画像 $\text{Img}[2m]$ を基準画像としてMSE(Mean Square Error), PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio), SSIM(Structural Similarity)¹⁵⁾を算出した.

$$\text{MSE} = \frac{1}{st} \sum_{i=0}^{s-1} \sum_{j=0}^{t-1} [\text{Img}(i, j) - \text{Mid}(i, j)]^2 \quad (9)$$

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \frac{L^2}{\text{MSE}} \quad (10)$$

$$\text{SSIM} = \frac{(2\mu_{\text{Img}}\mu_{\text{Mid}} + C_1)(2\sigma_{\text{ImgMid}} + C_2)}{(\mu_{\text{Img}}^2 + \mu_{\text{Mid}}^2 + C_1)(\sigma_{\text{Img}}^2 + \sigma_{\text{Mid}}^2 + C_2)} \quad (11)$$

SSIMにおける L は画素値の最大値, $C_1 = (K_1L)^2, C_2 = (K_2L)^2$ であり,変数 K_1, K_2 はそれぞれ $K_1 = 0.01, K_2 = 0.03$ である.また, μ_B, μ_T は画素平均値, σ_B, σ_T は標準偏差, σ_{BT} は共分散を示す.MSEは値が小さいほど基準画像との差分が少なく画質が良いことを示し,評価対象の画像が基準画像と等しい場合に0となる.PSNRとSSIMは値が大きいほど画質が良いことを示し,評価対象の画像が基準画像と等しい場合,PSNRは無限大に,SSIMは1となる.

上記の画質評価指標に加え,空間周波数成分での基準画像の再現度合いを評価するため,2次元FFTによるパワースペクトルを求め,相関係数を算出した.これらの画質評価指標を360度全周囲の中間視点画像に対して算出し,従来手法と提案手法で平均値を比較した.

評価2の画質変動の軽減効果は,同様に従来手法と提案手法による全周囲360度分の出力画像と中間視点画像に対してMSEとSSIMを算出し,その変動を評価した.PSNRは基準画像と評価対象画像が一致する場合に値が無限大となるため,画質変動における評価指標から除外した.

評価3の視差増加による画質維持効果は,仮想カメラの配置間隔を1.5~12 degへ変化させ,各配置間隔ごとに従来手法の中間視点,提案手法の中間視点,提案手法の出力画像視点におけるSSIMの平均値を算出した.

5. 評価結果

5.1 中間視点の画質向上効果

表1に提案手法の360度分の中間視点画像に対する各画像評価指標の平均値と標準偏差を示す.この表から,全オブジェクトにおいて提案手法の方がMSEが低く,評価対象画像との画素の差分が少ないことがわかる.さらに,PSNR・SSIMも全オブジェクトにおいて提案手法の方が高く,標準偏差も十分に小さいことから提案手法の方が従来のリニアレンディングよりも高い画質を再現できることがわかる.また,FFTの相関係数も提案手法の方がより評価対象画像に近いことから,空間周波数成分においても提案手法は従来のリニアレンディングよりも評価対象画像を再現できることがわかる.

図8に従来手法・提案手法における中間視点画像の例を,

図9に拡大図を示す.これら図から,従来手法においてteapotのつまみやbunnyの耳,dragonの足の部分などで顕著となる2重エッジが,提案手法ではより目立たなくなることがわかる.

これらの結果から,提案手法の中間視点ではHidden Stereoの原理によって視差誘導パターンが打ち消され,中間視点画像が知覚されることで,従来手法よりも画質が向上すると考えられる.

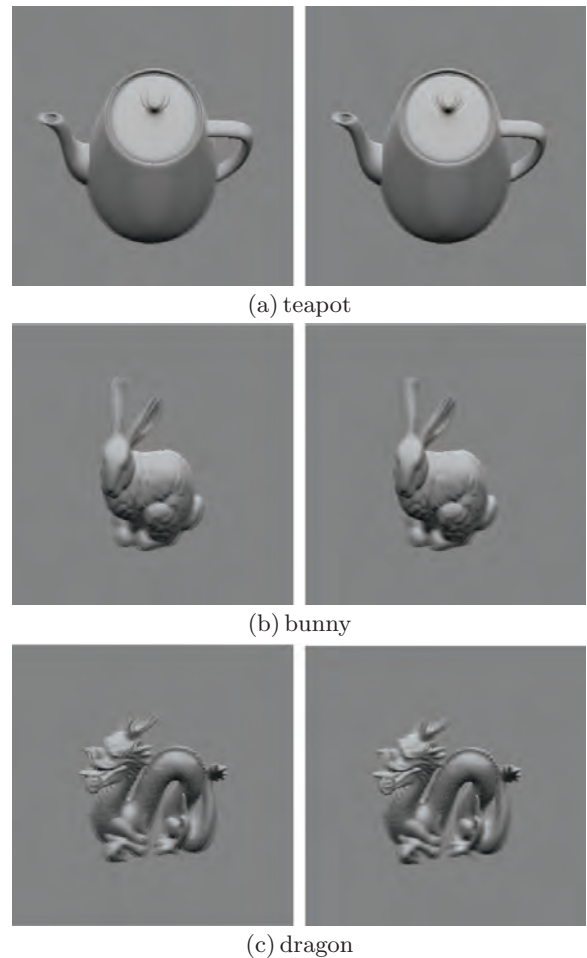


図8 従来手法・提案手法における中間視点画像の例
Fig. 8 Examples of intermediate viewpoint image in conventional method and proposal method

表1 中間視点における各画質評価指標の平均値と標準偏差
Table 1 Image quality evaluation value at the intermediate viewpoint

teapot	MSE(SD)	PSNR(SD)	SSIM(SD)	FFT(SD)
Conventional	20.164(0.843)	35.089(0.184)	0.979(0.001)	0.469(0.023)
Proposal	8.097(0.358)	39.052(0.195)	0.989(0.00)	0.722(0.008)
bunny	MSE(SD)	PSNR(SD)	SSIM(SD)	FFT(SD)
Conventional	9.696(0.941)	38.286(0.437)	0.987(0.002)	0.457(0.040)
Proposal	3.818(0.406)	42.338(0.479)	0.993(0.001)	0.760(0.015)
dragon	MSE(SD)	PSNR(SD)	SSIM(SD)	FFT(SD)
Conventional	25.842(1.970)	34.020(0.328)	0.973(0.002)	0.428(0.018)
Proposal	9.691(0.697)	38.279(0.321)	0.988(0.001)	0.745(0.010)

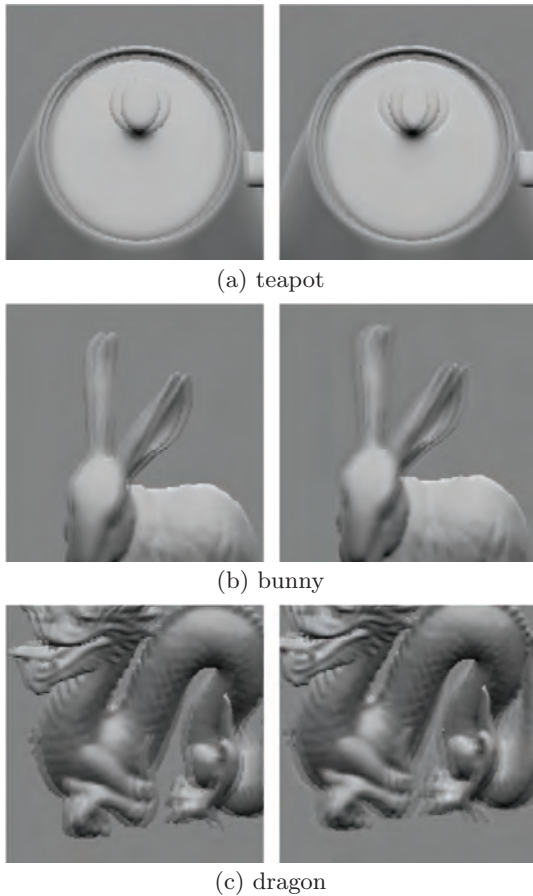


図9 従来手法・提案手法における中間視点画像の例(部分拡大)

Fig. 9 Examples of intermediate viewpoint image in conventional method and proposal method (Enlarge picture)

5.2 画質変動の軽減効果

図10に360度全周囲の視点に対するMSEの変動を, 図11にSSIMの変動を示す. これらの図から, 従来手法(青破線)では出力画像は基準画像と一致するため最も画質が高いものの, 中間視点画像は画質が低下し, 視点移動に伴う画質変動が生じていることが確認できる. 一方で, 提案手法(橙実線)では基準画像と一致する視点において従来手法より画質が低下するものの, 中間視点では従来手法より画質が向上していることから, 提案手法による画質変動軽減効果が確認できる.

また, オブジェクト teapot では MSE・SSIM ともにオブジェクトを1周する観察角度の変化に対して画質変動の幅はほぼ一定である一方, dragon では観察角度によって画質変動の幅が変動することがわかる. この要因として, teapot は形状が球に近く, 観察角度が変わっても視点画像内の形状が一定なのに対し, dragon では観察角度によって視点画像内のオブジェクトの形状が変化し, 視差が変動するためと考えられる.

図12に, オブジェクト dragon におけるSSIMの変動を視点位置0 deg から18 deg までを抜粋した結果を示す. この図から, 提案手法では中間視点画像(視点位置3 deg, 9 deg,

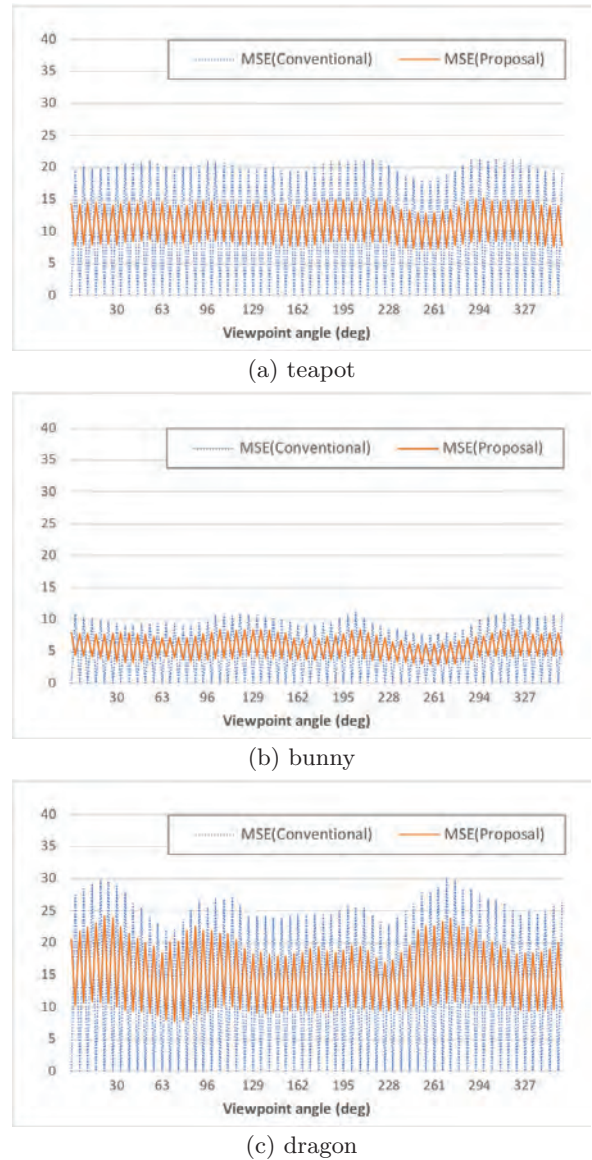


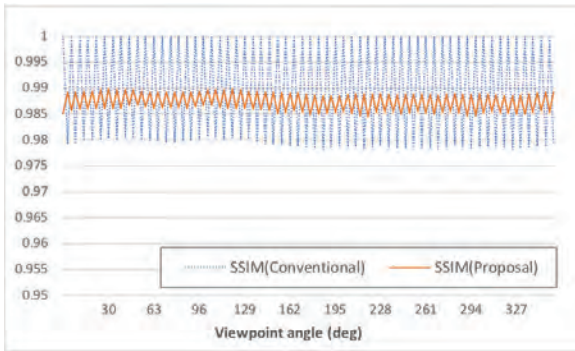
図10 視点位置の変化によるMSEの推移
Fig. 10 Transition of MSE with viewpoint changing

15 deg) よりも出力画像(視点位置0 deg, 6 deg, 12 deg, 18 deg)の画質が低下し, 手法と画質変動の位相が逆転していることがわかる. この要因として, 提案手法の出力画像では, 原画像に含まれないオクルージョン成分が反映できない点や, 2つ隣の視点画像の成分が視差誘導パターンに含まれる点が考えられる.

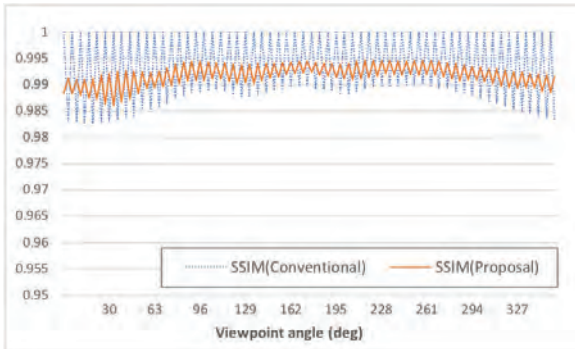
5.3 視差増加による画質劣化抑制効果

視差増加による画質劣化抑制効果における実験結果を図13に示す. 図13(a)にオブジェクト dragon に対して, 視点カメラ間隔を1.5 ~ 12 degへ変化させた際のSSIMの平均値の推移, 図13(b)に出力画像と中間視点画像のSSIMの平均値の差分を示す.

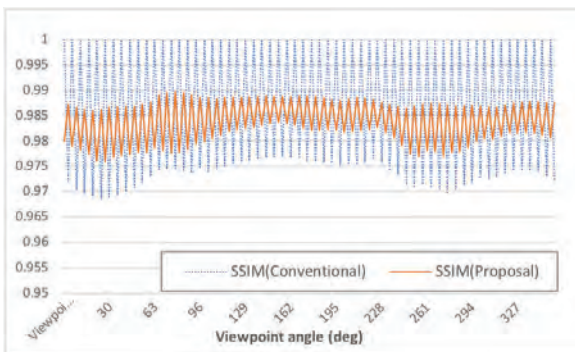
図13(a)において, 従来手法の中間視点のSSIM(青点線)は仮想カメラ間隔が増加するほど低下し, 画質が劣化する. 仮想カメラ間隔の増加は視差の増加を示すため, 従来のリニアブレンドでは視差の増加に伴って中間視点の2重像



(a) teapot



(b) bunny



(c) dragon

図 11 視点位置の変化による SSIM の推移

Fig. 11 Transition of SSIM with viewpoint changing

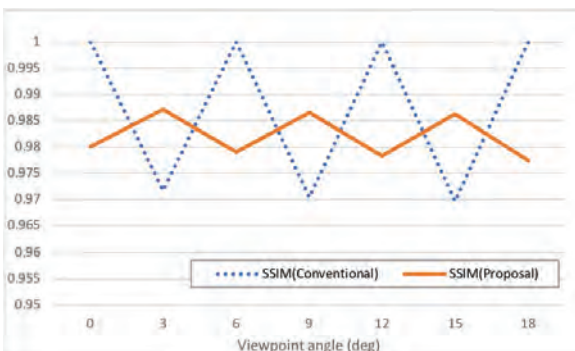
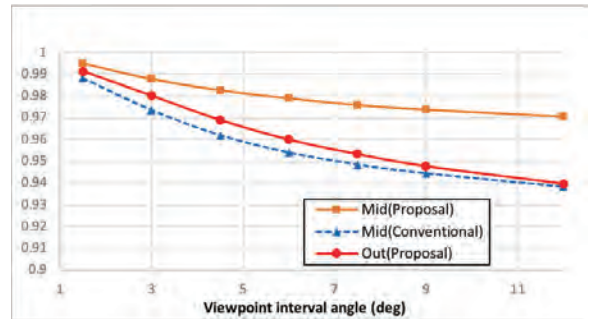
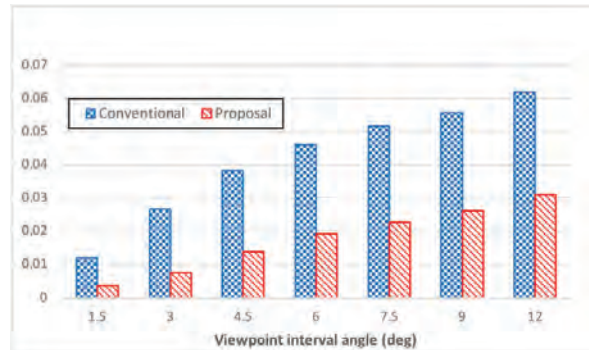


図 12 Viewpoint の角度に対する SSIM の推移 (doragon)
Fig. 12 Transition of SSIM for angle of viewpoint (doragon)

のエッジのずれが大きくなることで、画質劣化の要因と考えられる。一方で、提案手法における中間視点の SSIM (橙実線) は従来手法ほど大きく低下せず、評価用視点画像で融合限界内に想定した仮想カメラ間隔 3 deg 以下では、提案手法



(a) 仮想カメラ間隔を変化させた際の SSIM の推移 (dragon)



(b) 各仮想カメラ間隔における出力画像と中間視点画像の SSIM の平均値の差分

図 13 視差増加による画質評価

Fig. 13 Image quality evaluation with increased disparity

の出力画像の SSIM (赤実線) も提案手法の中間視点の SSIM に近い高い値となる。このことから、融合限界内の視差における提案手法の画質変動軽減効果が確認できる。

また、図 13(a) において、提案手法の出力画像の仮想カメラ間隔 4 deg 付近における画質は従来手法の中間視点画像の仮想カメラ間隔 3 deg の画質とほぼ等しい。このことから提案手法を用いることで従来手法の融合限界と同等の画質を、より広い視点間隔 (より少ない視点数) で実現できる可能性も示唆される。

図 13(a) において、提案手法の出力画像の画質 (赤実線) は、仮想カメラ間隔が融合限界を超える部分で大きく低下しはじめ、仮想カメラ間隔 12 deg 付近で従来手法の中間視点画像の画質と同程度まで低下する。この要因として、提案手法の出力画像では両隣の中間視点画像や出力画像の成分が含まれ、その影響が視差の増加によって増大していくためと考えられる。上述のとおり、今回の評価対象画像では 3 deg を超える部分は視差が融合限界を超えることで 2 重エッジが知覚されることから、リニアブレンドの実用外の視差であるが、出力画像の画質を高めることでさらなる視点数の削減が期待できる。

6. む す び

多眼方式の裸眼 3D 映像表示においてリニアブレンドは大幅な視点数削減が期待される一方、中間視点での画質が劣化し、視点移動に伴う画質変動が問題となる。本論文で

はこの問題に対して Hidden Stereo による視差誘導パターンを用いて出力画像を生成し、画質変動を軽減する手法を提案した。また、画質の客観評価指標を用いて画質評価を行うことで、提案手法によって中間視点の画質が向上すること、視点移動による画質変動を軽減できることを示した。さらに、視差変化による画質変動を評価することで、リニアブレンディングにおけるさらなる視点数削減の可能性を示した。今後の課題として、360 度裸眼 3D 映像表示システムの実機プロトタイプに対して本提案手法による映像投影を行い、両眼融合状態での主観評価による画質変動軽減効果の検証を行う。

参考文献

- 1) Y. Takaki: "High-Density Directional Display for Generating Natural Three-Dimensional Images", Proc. of IEEE, Vol.94, No.3, pp.654-663 (2006).
- 2) T. Peterka, R. L. Kooima, D. J. Sandin, A. Johnson, J. Leigh, T. A. DeFanti: "Advances in the Dynallax solid-state dynamic parallax barrier autostereoscopic visualization display system", IEEE Trans. on Vis. Comput. Graph. No.14, pp.487-499 (2008).
- 3) C. V. Berkel, J. A. Clarke: "Characterization and optimization of 3D-LCD module design", Proc. of SPIE 3012, 179 (1997).
- 4) A. Jones, I. McDowall, H. Yamada, M. Bolas, P. Debevec: "Rendering for an Interactive 360 Light Field Display", Proc. of ACM SIGGRAPH (2007).
- 5) A. Jones, J. Unger, K. Nagano, J. Busch, X. Yu, H. Peng, O. Alexander, M. Bolas, P. Debevec: "An Automultiscopic Projector Array for Interactive Digital Human", Proc. of ACM SIGGRAPH 2015 Emerging Technologies Article No. 6 (2015).
- 6) S. Yoshida: "fVisiOn: 360-degree viewable glasses-free tabletop 3D display composed of conical screen and modular projector arrays", Optics Express, Vol.24, No.12, pp.13194-13203 (2016).
- 7) T. Kawakami, M. Date, M. Sasai, H. Takada: "Optical Linear Blending of Viewing Zones Using Convolution of Iris for Smooth Motion Parallax Autostereoscopic 3D Display", IEEE J. of Display Technology, Vol.12, No.2, pp.143-152 (2016).
- 8) 巻口 誉宗, 高田 英明, 川上 徹, 篠井 むつみ: "視覚の知覚メカニズムを活用した視点移動対応裸眼 3D 映像スクリーン技術", 画像電子学会誌, Vol.47, No.3, pp.264-267 (2018).
- 9) M. Makiguchi, T. Kawakami, M. Sasai, H. Takada: "Smooth Motion Parallax Glassless 3D Screen System Using Linear Blending of Viewing Zones and Spatially Imaged Iris Plane", SID Symposium Digest of Technical Papers, Vol. 48, No 1, pp. 903-906 (2017).
- 10) 巻口 誉宗, 高田 英明, 川上 徹, 篠井 むつみ: "光学リニアブレンディングを用いた 360 度テーブル型裸眼 3D スクリーンシステムの提案と基礎検討", 2018 年映像情報メディア学会年次大会, 12A-5 (2018).
- 11) H. Takada, S. Suyama, M. Date: "Evaluation of the Fusional Limit between the Front and Rear Images in Depth-Fused 3-D Visual Illusion", IEICE Trans. on Electron., Vol. E89-C, No. 3, pp. 429-433 (2006).
- 12) 堀田 裕弘, 榎田 明, 本田 和博, 村井 忠邦, 高松 衛, 中嶋 芳雄: "左右画像で画質差のあるステレオ静止画像における画質推定", 映像情報メディア学会誌, Vol. 57, No. 12, pp. 1737-1739 (2003).
- 13) T. Fukiage, T. Kawabe, S. Nishida: "Hiding of phase-based stereo disparity for ghost-free viewing without glasses", ACM Trans. on Graphics Vol.36, No.4, Proc. of SIGGRAPH 2017 (2017).

- 14) M. Makiguchi, T. Takada, T. Fukiage, T. Kawabe, S. Nishida: "Reducing Image Quality Variation with Motion Parallax for Glassless 3D Screens using Linear Blending Technology", SID Symposium Digest of Technical Papers, Vol.49, No.1, pp.251-254 (2018).
- 15) Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, E. P. Simoncelli: "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity", IEEE Trans. on Image Processing, vol. 13, No. 4, pp. 600-612 (2004).
- 16) Unity3D, <https://unity3d.com/> (2019).
- 17) The Stanford 3D Scanning Repository, <http://graphics.stanford.edu/data/3Dscanrep> (2019).
- 18) Teapot.obj, <https://graphics.stanford.edu/courses/cs148-10-summer/as3/code/as3/teapot.obj> (2019).

(2019 年 2 月 27 日 受付)

(2019 年 6 月 10 日 再受付)



巻口 誉宗 (正会員)

2012 年 北海道大学大学院情報科学研究科修士課程修了。同年日本電信電話株式会社入社。現在、NTT サービスエボリューション研究所研究員。集合知・クラウドソーシングの研究を経て 3D 映像表示のデバイスやインタラクション手法の研究に従事。平成 29 年度 画像電子技術賞受賞。



高田 英明 (正会員)

1997 年 電気通信大学大学院情報システム学研究科博士前期課程修了。同年、日本電信電話株式会社 NTT 入出力システム研究所入社。2007 年早稲田大学大学院国際情報通信研究科博士後期課程修了。現在、NTT サービスエボリューション研究所主幹研究員。立体知覚を中心とした視覚心理、3D ディスプレイに関する研究に従事。2003 年 電子情報通信学会業績賞、2006 年 文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門) 受賞。博士 (国際情報通信学)。



吹上 大樹

2009 年 東京大学教養学部卒業。2011 年 同大学総合文化研究科修士課程修了。2015 年 同大学学際情報学府博士課程修了。博士 (学際情報学)。2015 年 4 月より NTT コミュニケーション科学基礎研究所人間情報研究部研究員。視覚科学に基づくメディア技術の研究に従事。日本視覚学会会員。



西田 眞也

1990 年 京都大学文学研究科心理学専攻博士後期課程研究指導認定退学。ATR 視聴覚機構研究所奨励研究員を経て、1992 年に日本電信電話株式会社に入社。基礎研究所およびコミュニケーション科学基礎研究所にて人間の感覚情報処理に関するサイエンスと技術応用の研究に従事。2019 年より、京都大学大学院情報科学研究科知能情報学専攻教授および NTT コミュニケーション科学基礎研究所リサーチプロフェッサ・上席特別研究員。

FIST : 準解剖学的構造をもつ手の陰的モデリング

中 田 聖 人[†] 藤 代 一 成[†](正会員)[†]慶應義塾大学

FIST: A Fast and Implicit Human Hand Model with Semi-Anatomical Structures

Masato NAKADA[†], Issei FUJISHIRO[†] (*Member*)[†]Keio University

あらまし 手は第一人称的にもきわめて誘目性の高い部位であるため、コンピュータグラフィックス (CG) でも、よりリアルな動きの表現が求められてきた。現実の手はボリューム形状のある骨や腱、筋肉、血管といった器官から構成される。しかし、一般的な関節体の CG モデルは、表面メッシュと概念的なボーンから構成されているため、内部構造の動きによる外見の変化とそれによる力感を表現するのがきわめて困難である。そこで本論文では、この手の表面の変化をインタラクティブに表現する手のモデルとして、Fast Implicit model with Semi-anatomical sStructures (FIST モデル) を提案する。手の骨を解剖学的に、腱や筋肉、皮膚、血管を人工的にモデリングするという、準解剖学的なモデリング手法を採用することで、モデルの質とモデリング効率の両立を図る。また、各器官をスカラー関数として表現し、陰的にモデリングすることで、内部構造の動きを手の表面の変化に反映させる。

キーワード: 手, コンピュータグラフィックス, アニメーション, ボリュームメトリックモデル, 陰的モデリング

<Summary> Human hands are particularly eye-catching parts from the first-person view, and realistic hand motion has been required in computer graphics (CG). An actual human hand consists of volumetric bones and various organs, such as tendons, muscles, and veins. However, a natural change in the appearance of the hand's surface through the motion of its internal structures and an expression of the dynamism through the change can hardly be realized by most conventional CG models for an articulated human body because they just 'skin' the bones of a conceptual skeleton with a surface mesh. In this paper, a human hand model, called 'Fast Implicit model with Semi-anatomical sStructures' or 'FIST', is proposed to model the natural change in the appearance of the hand's surface interactively. It can be modeled plausibly and efficiently by semi-anatomical modeling, where its bones are modeled anatomically while its tendons, muscles, skin, and veins are modeled artificially. Each of the organs is expressed with its own scalar function, and implicit modeling makes the change in the appearance of the hand's surface reflected by the motions of these internal structures.

Keywords: human hand, computer graphics, animation, volumetric model, implicit modeling

1. 背景と目的

手は、人体の部位のなかで周囲の物体と最も頻りにインタラクションする部位であるため、第一人称的にもきわめて誘目性の高い部位である。ゲームや Virtual Reality (VR) システムでユーザが第一人称視点から仮想環境を眺めた際、最初に目に映るユーザの体の部位は手である。近年の VR の進歩に伴い、コンピュータグラフィックス (CG) でも、よりリアルな手の動きの表現が求められている。現実の手は、ボ

リューム形状のある骨や腱、筋肉、血管といった器官から構成される。そして、筋肉の収縮のような動きによっても外見に変化を与えることができ、キャラクタの感情を表現する重要な要因のひとつである力感をも表現する。

手を含む一般的な関節体の CG モデルは、表面メッシュと、そのメッシュを動かすための概念的な骨格を与えるボーンから構成されている。そして表面メッシュ上の各頂点に対して、各ボーンとの関連づけの度合いを示すスキンウェイトが与えられる。このスキンウェイトとボーンをもとに表面メッシュ

を変形させることで、モデルを制御する。この一般的な表面メッシュとボーンだけから構成される CG モデルでは、内部構造の動きによる外見の変化とそれによる力感を表現するのがきわめて困難である。

そこで本研究は、力感表現への布石として、骨や腱、筋肉などの手の内部構造をモデルに組み込み、内部構造の動きによる手の表面の変化をインタラクティブに表現することを目的とする。提案手法では、解剖学的にモデリングされた手の骨と、人工的にモデリングされた腱や筋肉、皮膚、血管をもち、各器官をスカラ関数として表現する、準解剖学的手の陰のモデルを提案する。モデルの基盤となる骨は、比較的容易に取得可能である解剖学にもとづいたデータを、個々を分割しつつデータを取得することが困難である腱や筋肉、皮膚、血管は人工的なデータを使用する、準解剖学的手モデリング手法を採用し、手のモデルの質とモデリング効率の両立を図る。以降、本論文で提案するモデルを Fast Implicit model with Semi-anatomical sStructures (FIST モデル) とよぶ。

手は人体の中でも複雑な構造をもつ関節体の 1 つである。本手法を手と同等な構造もしくはより単純な構造をもつ関節体の部位に適用することは可能であると考えられる。

各器官が組み合わさって、FIST モデルがモデリングされる様子を図 1 に示す。FIST モデルは骨格に、腱と筋肉 (図 1(a))、皮膚、血管 (図 1(b)) を付与することでモデリングされる。最終的に、図 1(c) のように描画される。

本論文は 6 つの章から構成され、次章では、本論文に関連する研究を紹介する。3 章では、本手法の概要と具体的な処理について説明する。4 章では、本手法の実行結果とフレームレートの測定結果を示す。5 章では、Leap Motion を用いて FIST モデルを制御するシステム機能の概要と実行結果を示す。6 章では、本研究の結論を述べ、今後の課題と展望に言及する。なお、本論文は文献 1) で提案した手法を詳細に記述したものである。

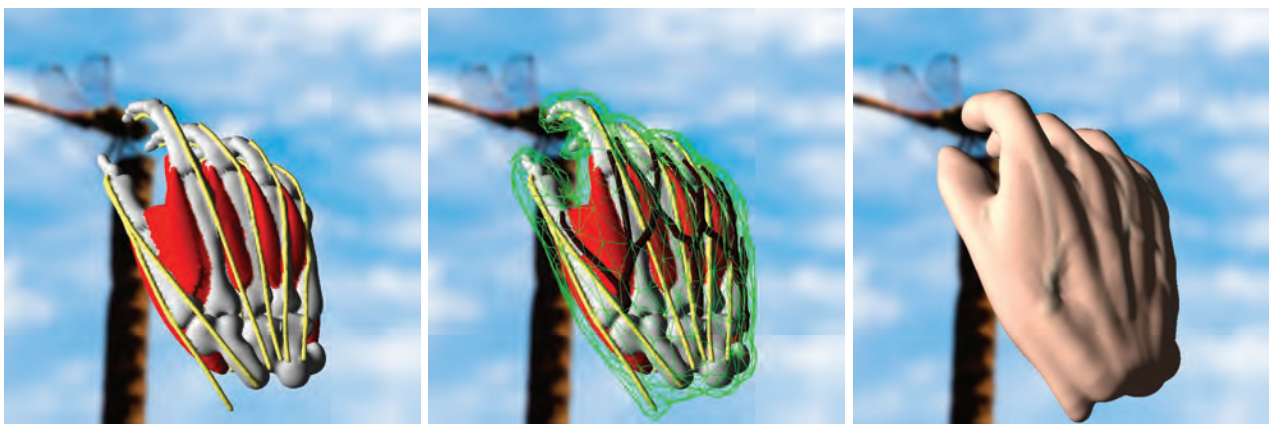
2. 関連研究

内部構造の運動による外見の変化の再現や、内部構造を用いた物理シミュレーションの適用のために、筋肉などの内部構造も含む人体モデルを生成する研究は複数存在する。

全身について、Ali-Hamadi ら²⁾は、入力された脂肪の分布と解剖学的な制約を考慮しつつ、入力された表面メッシュに対し、適切に変形した解剖学的な内部構造データを付与する手法を提案している。Saito ら³⁾は、骨や筋肉を含む解剖学的人体のテンプレートをもとに、骨や筋肉の成長と皮下脂肪の分布を物理シミュレーションし、筋肉、骨、皮下脂肪を変形させることで、人体の CG モデルを生成する手法を提案している。Kadleček ら⁴⁾は、入力される全身表面の 3D スキャンの形状と生成される人体モデルの形状が近づくように、姿勢や Saito らが提案する手法のモデルにおけるパラメタの値を最適化することで、個人に合わせた骨や筋肉を含む人体の CG モデルを生成する手法を提案している。

全身のモデルだけでなく手についても、内部構造を含むモデルを生成する研究がなされている。Sueda ら⁵⁾は手の腱や筋肉を B スプライン曲線として表現し、曲線上の点に対する制約を適用したうえで、腱や筋肉の活性化パラメタとそれらの運動を制御することで、腱や筋肉の動きによる手の表面の変化をモデリングする手法を提案している。この研究が本研究に最も近いが、この研究での手法は予め腱や筋肉の運動を生成する必要があり、インタラクティブに腱や筋肉の動きによる手の表面の変化をモデリングすることができない。Sachdeva ら⁶⁾は手のモデルに腱のネットワークを組み込み、複数の関節が同期して動くといった、指のよりリアルな動きを表現する手法を提案している。しかしこの研究は、内部構造として骨と腱のみを対象にしている。

メッシュとボーンから構成される一般的なモデルに対し、補助ボーンを組み込むことで内部構造の動きによる表面の変化を表現する研究もなされている。Mukai ら⁷⁾はボーンの動き



(a) 骨 (白色) と腱 (黄色), 筋肉 (赤色) (b) 皮膚 (緑色) と血管 (暗い赤色) の追加 (c) 最終的な FIST モデルの描画結果

図 1 FIST モデルの構成
Fig. 1 Structure of the 'FIST' model

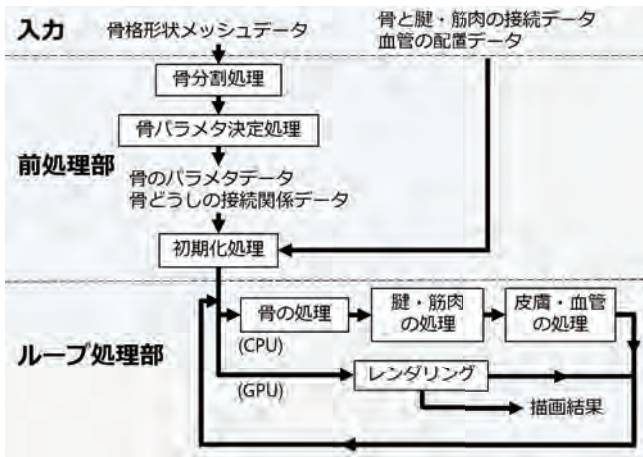


図2 FISTモデルにおける処理の流れ
Fig. 2 Processing flow in the 'FIST' model

とそれに対応する表面メッシュの変形データから、補助ボーン的位置やパラメータを最適化し、筋肉の膨張による表面の変化や皮膚の振動をインタラクティブに再現している。しかし、この手法での補助ボーンはモデルのボーンと関連づけて移動させており、外部の衝突による変形は考慮していない。

一部の商用モデリングソフトウェアについても、関節体のモデルに内部構造を組み込む機能が存在する。モデリングソフトウェアである Maya⁸⁾は、表面メッシュとボーンだけから構成されるモデルに筋肉を組み込む Maya Muscle⁹⁾という機能をサポートしている。この機能により、筋肉の両端を骨に接続することで、骨の動きに応じて筋肉が移動、膨張し、この移動や膨張に応じて表面メッシュを変形させることができる。しかし、この機能単体では外部の衝突による変形は考慮しておらず、またこの機能を使用するために、事前に内部構造をモデリングするだけでなく、筋肉の動きによって変形される表面メッシュの範囲を別に指定する必要がある。

3. 提案手法

本手法の概略を図2に示す。本手法の処理は前処理部と本処理部に分かれる。前処理部は骨分割処理、骨パラメータ決定処理、初期化処理から構成され、本処理部は骨の処理、腱・筋肉の処理、皮膚・血管の処理、レンダリングのループから構成される。前処理部ではFISTモデルの初期状態を決定し、本処理部では、CPU上で各関節角を指定することで、モデルを動かす処理を、GPU上でスカラ関数の等値面を抽出し、FISTモデルを描画する処理を並列して実行する。各処理の概要を表1に示す。

本手法では、手のモデルを骨、腱、筋肉、皮膚、血管の5つの器官に分けて表現する。モデルの基盤となる骨は解剖学にもとづいたデータをもとに、個々を分割しつつデータを取得することが困難である腱や筋肉、皮膚、血管は人工的なデータをもとにモデリングを行う。そして、各器官はスカラ関数で表現し、陰的にモデリングを行う。しきい値におけるスカラ関数の等値面を抽出することで、その形状を表現する。

表1 各処理の概要
Table 1 Processing overview

	処理名	処理内容
前処理部	骨分割処理	骨格形状メッシュデータを骨ごとに分割
	骨パラメータ決定処理	分割されたメッシュデータから骨どうしの接続関係と骨ごとのパラメータを決定
	初期化処理	腱や筋肉を骨と関連づけ、皮膚の伸縮を表現するための質点-バネ系モデルを生成、血管をその質点-バネ系モデルと関連づけ、各器官の初期状態のパラメータを計算
本処理部	骨の処理	毎フレーム指定される各関節角をもとに骨を移動し、骨格のスカラ関数を決定
	腱・筋肉の処理	骨の位置をもとに制御点を移動し、腱と筋肉のスカラ関数を決定
	皮膚・血管の処理	皮膚の質点-バネ系モデルの質点を移動、皮膚上に血管の制御点を配置し、血管のスカラ関数を決定
	レンダリング	スカラ関数の等値面メッシュを抽出し、描画

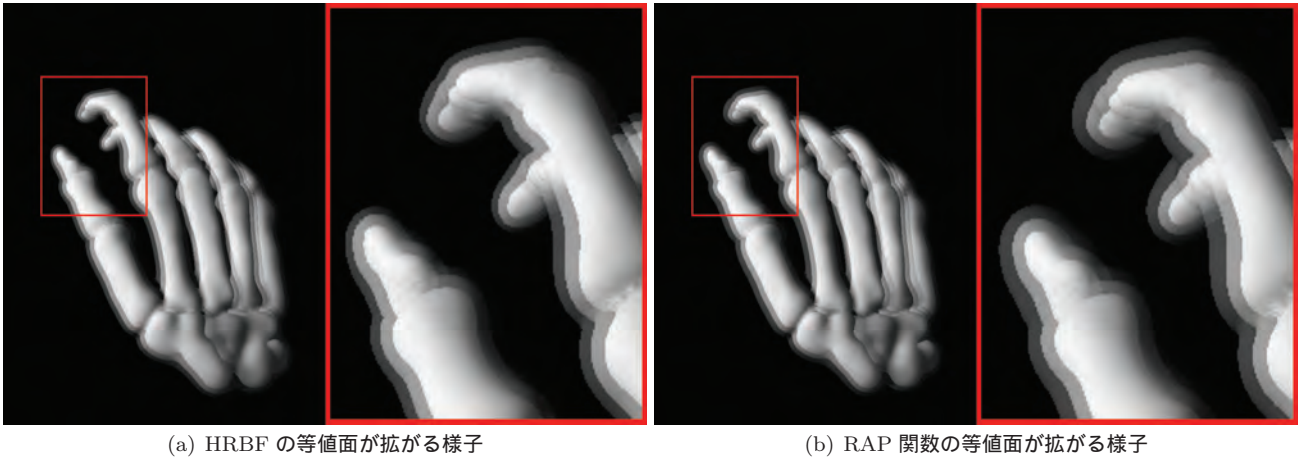
最初に骨を組み合わせて骨格を形成し、骨格を基準に腱と筋肉を配置する。次に、内部構造を覆うように皮膚の伸縮を表現するための質点-バネ系モデルを形成する。そして、皮膚の質点-バネ系モデルをもとに血管を配置する。

3.1 骨の処理

入力のひとつである骨格形状メッシュデータには、東京大学と産業技術総合研究所が開発した、成人男性骨格形状データ¹⁰⁾を使用した。このデータでは、CT計測にもとづく体全体の骨格形状がメッシュデータとして表現されており、骨ごとに頂点がグループ分けされている。

前処理部では、最初に骨分割処理で骨格形状メッシュデータをグループに従って分割し骨どうしの接続関係を決定する。根元で他の骨(親骨)と接続する骨の場合は、その回転中心を、親骨先端に存在する3つの頂点から推定する。そして、回転中心を原点とし、骨がx軸に沿うような各骨固有の局所座標系を導入する。骨どうしの接続関係データは、親骨と、親骨の局所座標系における回転中心の座標で表現した。

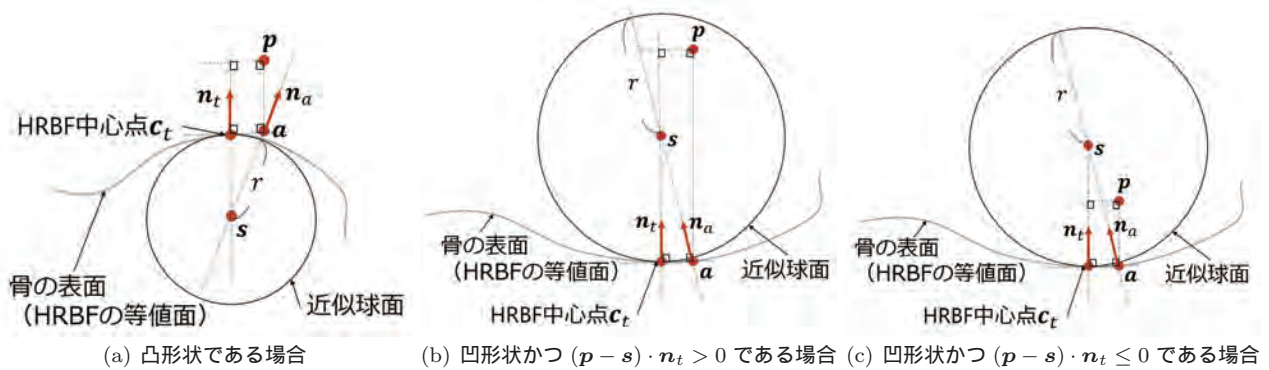
骨のスカラ関数について、Vaillantらの手法¹¹⁾で用いられているエルミート放射基底関数(Hermite Radial Basis Function: HRBF)と、本手法独自の関数である近似距離関数(Approximate Distance Function: ADF)を、さらに別に用意する多項式関数(RBF to ADF Polynomial Function: RAP関数)で関連づける。骨パラメータ決定処理で骨のまわりに格子を生成し、各格子点におけるHRBFの値とADFの値を計算する。各格子点でのHRBFの値を指数として与えた際にRAP関数とその格子点でのADFの値を出力するように、RAP関数の係数を最小二乗法で導出し、HRBFとADFを関連づける。骨のスカラ関数を計算する際は、HRBFを計算し、そのHRBFの値を指数にRAP関数を計算する。このようにHRBFとADFをRAP関数で関連づけるのは、各々が利点と欠点を持ち、双方の利点を活かして、骨のスカ



(a) HRBF の等値面が広がる様子 (b) RAP 関数の等値面が広がる様子

図3 しきい値を変更することによる骨のスカラー関数の等値面が広がる様子

Fig. 3 The expanding isosurface for the scalar functions of the bones by changing its threshold value



(a) 凸形状である場合

(b) 凹形状かつ $(p - s) \cdot n_t > 0$ である場合

(c) 凹形状かつ $(p - s) \cdot n_t \leq 0$ である場合

図4 ADF が計算される様子

Fig. 4 Evaluating the ADF

ラ関数を計算するためである。

骨の局所座標系での位置 p における HRBF は、次式のよう
に $f(p)$ として表現される。

$$f(p) = \sum_{k=1}^N \{ \lambda_k \phi(p - c_k) + \beta_k^T \nabla \phi(p - c_k) \} \quad (1)$$

ここで、 $\phi(x)$ はベクトル x を引数とする放射基底関数である。本手法では、文献 11) と同様に $\phi(x) = \|x\|^3$ とした。 c_k は表面上にあるべき点 (HRBF 中心点) の位置ベクトルで、 N は HRBF 中心点の個数である。本手法では、個々の骨に分割された骨格形状メッシュデータの頂点を使用した。骨パラメタ決定処理では、各骨の局所座標系におけるメッシュ頂点の座標と法線情報から、各骨の λ_k と β_k を決定する。HRBF の利点は、係数である λ_k と β_k が決定していれば、ADF よりも計算量が小さいことである。

しかしその欠点として、計算される関数の値が骨の表面から p までの正確な距離の値になるとは限らない。図 3 (a) にしきい値を等間隔に変更することで HRBF の等値面が広がる様子を、図 3 (b) にしきい値を等間隔に変更することで RAP 関数の等値面が広がる様子をそれぞれ示す。図 3 は、内側から順に、表面から 0mm 外側、2mm 外側、4mm 外側をしき

い値とした等値面を表す。HRBF の値は骨の表面から p までの正確な距離の値になるとは限らないため、指先のように等間隔に等値面が広がらない部分が存在する。これに対し、HRBF と ADF を関連づける RAP 関数では、等間隔に等値面が広がっている様子を確認できる。この性質から単純に HRBF を骨のスカラー関数として使用してしまうと、3.4 節で説明する皮膚について、特定の厚さの皮膚を定義することが困難となる。

ADF は HRBF 中心点のまわりの表面が球面であるという仮定のもと、骨の表面から p までの距離を計算する関数である。図 4 に ADF が計算される様子を示す。骨の局所座標系での位置 p における ADF は、次の手順で計算される。

1. p からの距離が小さい順に、HRBF 中心点 c_t を一定数抽出する。本手法では 2 つの HRBF 中心点を使用した。また、それぞれの HRBF 中心点における法線方向の単位ベクトルを n_t とする。
2. それぞれの HRBF 中心点について、 $a = p - \{n_t \cdot (p - c_t)\}n_t + c_t$ での HRBF の勾配を計算する。この勾配方向の単位ベクトルを n_a とする。
3. c_t, n_t, a, n_a から、骨の表面を近似する球面の中心 s と半径 r を導出する。

4. p と p に最も近い位置にある HRBF 中心点との距離を d_{close} とする．ステップ 1 で検索されたすべての HRBF 中心点における $d_{close}/\|p - c_i\|$ の総和を計算し，その値を $weight_{sum}$ とする．
5. ステップ 1 で検索されたすべての HRBF 中心点について，場合に依じて値 d_t を以下のように計算し， $\frac{d_{close}}{\|p - c_i\|weight_{sum}}d_t$ の総和を ADF の関数値とする．
 - (a) 凸形状である場合， $d_t = (\|p - s\| - r)$
 - (b) 凹形状かつ $(p - s) \cdot n_t > 0$ である場合， $d_t = (\|p - s\| + r)$
 - (c) 凹形状かつ $(p - s) \cdot n_t \leq 0$ である場合， $d_t = (-\|p - s\| + r)$

ADF の利点は，HRBF と比べ，計算される関数の値が骨の表面から p までの正確な距離の値になることである．しかし欠点として，HRBF と比べ，計算量が大きい．これは ADF を計算する際に， p に近い HRBF 中心点を検索する処理や HRBF の偏微分の計算が必要になるためである．

骨分割処理と骨パラメタ決定処理で導出した，骨どうしの接続関係データと各骨における HRBF の λ_k, β_k, RAP 関数の係数をもとに，初期化処理で骨の初期位置と骨の形状を表すスカラ関数を決定する．

本処理部では，親骨の回転中心座標と関節角の情報をを用いて，各骨固有の座標系を世界座標系へ変換し，すべての骨の位置情報と回転情報を世界座標系に統合することで，骨格全体の形状をスカラ関数として表現する．各骨には軸平行境界ボックス (AABB) を設定し，ある点における骨格全体のスカラ関数を計算する際に，その点が骨の AABB の外部にある場合はその骨のスカラ関数の計算を省略する．

3.2 腱の処理

腱は，制御点どうしを接続するエルミート曲線上に端点を配置し，直線分に近似する．式 (2) のように，各直線分からの最小距離を，世界座標系での位置 p におけるスカラ関数 $f(p)$ に使用することで，太さをもつ曲線として表現する．

$$f(p) = distance(p) - thickness_{tendon} \quad (2)$$

ここで， $distance(p)$ は各直線分から p までの最小距離， $thickness_{tendon}$ は腱の断面の半径である．制御点には骨に接続する始点と終点，腱の通る滑車構造となる点を使用した．本処理部では骨との関連づけをもとに世界座標系における制御点の座標，接線ベクトルを計算する．

また，腱が骨や筋肉の内部に食い込むことを防止するために，腱の直線分の一部が骨や筋肉の内部にある場合，その直線分を外側に出す処理を実行する．そして，この腱の食い込み防止処理による直線分の移動を次フレームのエルミート曲線に反映させるために，直線分の端点の移動をもとにエルミート曲線の制御点における接線ベクトルの大きさを変更する．その際，接線ベクトルの大きさを変更することによるエ

ルミート曲線上の端点の移動と，食い込み防止処理による端点の移動との差が最小になるように変更する．

3.3 筋肉の処理

筋肉はエルミート曲線を近似した直線分を掃引する楕円体として表現した．制御点には骨に接続する始点と終点を使用した．エルミート曲線の接線方向に垂直な単位ベクトル n と，エルミート曲線の接線方向と n の両方に垂直な単位ベクトル b を考える．制御点では座標と接線ベクトルの他に， n と， n 方向の半径 w ， b 方向の半径 h を指定する．制御点間のこれらのパラメタはエルミート曲線のパラメタで線形補間をする．掃引する楕円体の 3 軸の方向は，それぞれ接線方向と n の方向， b の方向に一致させる．紡錘状の筋肉を表現するために，エルミート曲線のパラメタによって楕円体の軸半径を変更する．本処理部で毎フレーム，近似された直線分の長さの総和から曲線の長さを計算する．筋肉の膨張，収縮を表現するために，現在の曲線の長さとの初期状態での曲線の長さとの比率に応じて，楕円体の太さを変化させる．掃引する楕円体の接線方向の軸半径 r_t ， n 方向の軸半径 r_n ， b 方向の軸半径 r_b は式 (3) のように決定する．

$$\begin{cases} r_t = (\min(w(T), h(T)) + a(T))/\sqrt{lengthrate} \\ r_n = (w(T) + a(T))/\sqrt{lengthrate} \\ r_b = (h(T) + a(T))/\sqrt{lengthrate} \end{cases} \quad (3)$$

ここで， T はエルミート曲線のパラメタ， $w(T), h(T)$ はそれぞれ， T によって 2 つの制御点をもつパラメタ w, h を線形補間したものである． $lengthrate$ は，現在の曲線の長さを初期状態での曲線の長さで割った比率である． $a(T)$ は紡錘状の筋肉を表現するために太さに作用する関数である．本手法では正弦波関数を用いた．世界座標系での位置 p における筋肉のスカラ関数を計算する際は， p に最も近い位置に存在する，直線分上の点を導出する．その点を中心にとるときの楕円体表面から p までの距離を筋肉のスカラ関数値とする．その際， p が楕円体の外側に存在する場合にはスカラ関数値の符号を正に，内部に存在する場合は負にする．

3.4 皮膚の処理

3.1 節，3.2 節，3.3 節で説明した骨と腱，筋肉のスカラ関数は，器官の外部にある場合は正，内部にある場合は負となる，器官の表面から引数となる世界座標の位置までの符号つき距離を値として返す．世界座標系での位置 p における皮膚のスカラ関数 $f(p)$ は式 (4) のように表現する．

$$f(p) = distance_{internal}(p) - thickness_{skin} \quad (4)$$

ここで， $distance_{internal}(p)$ は骨と腱，筋肉から構成される内部器官表面から p までの符号つき距離である． $thickness_{skin}$ は皮膚の厚さであり，本手法では一定の値に設定した．

$distance_{internal}(p)$ について，単純に各器官表面から p までの符号つき距離の最小値をとると，各器官の境界が過剰に

鮮明になり、不自然な皮膚の形状となる。この現象を抑えるために、 $distance_{internal}(p)$ を計算する際に、スカラ関数値の小さい順に一定数の器官を抽出し、抽出された器官のスカラ関数値を Quílez の smooth minimum 関数¹²⁾を用いて合成する。本手法では4つの器官を抽出した。

さらに初期化処理では、関節を曲げた際の皮膚の伸びを表現するために、質点-バネ系モデルを構築する。最初に、3.6節で説明する等値面抽出の処理を行い、皮膚の等値面メッシュを抽出する。ここで抽出されるメッシュは三角形メッシュである。質点-バネ系モデルにおける処理の計算量を削減するために、抽出された等値面メッシュに Garland と Heckbert の手法¹³⁾を適用し、頂点数の少ないメッシュに変換する。このメッシュの頂点上に質点を配置し、辺で接続されている2つの頂点上の質点をバネで接続することで質点-バネ系モデルを生成する。このメッシュを構成する三角形をここでは三角形セルとよぶ。質点-バネ系モデル生成後、各質点をその質点の近くに存在する骨と関連づける。また、初期状態における各バネの長さを計算する。

ループ処理部では、最初に骨との関連づけをもとに質点を配置する。その後、バネの合力の方向に質点を移動させる処理をバネの力がつり合うか、一定回数に達するまで実行する。本手法では、その一定回数を5,000回に設定した。また、本手法では処理の高速化のために、バネの合力の方向に質点を移動させる処理を質点のグループごとに、バネにかかる力を計算する処理をバネのグループごとに分割し、マルチスレッドを使用して、分割された処理を並列に実行する。

3.5 血管の処理

血管は直線分で表現し、腱と同様に各直線分からの最小距離をスカラ関数に用いる。

初期化処理では、制御点どうしを接続するエルミート曲線上に直線分を配置し、その端点を皮膚の質点-バネ系モデルに関連づける。本手法では、直線分の端点を最も距離の近い三角形セルに関連づける。

本処理部では、皮膚の処理で質点-バネ系が変化するため、関連づけられた三角形セルの位置に直線分の端点を配置する。この処理により、皮膚の伸びによる血管の移動が可能である。

現実の手では、血管が存在することによる皮膚の浮き上がりを確認できる。これを再現するために、世界座標系での位置 p における皮膚のスカラ関数値を計算する前に、 p における血管のスカラ関数値に応じて、 p を p に最も近い血管の直線分に近づける。この処理で移動した後の位置を p_{after} とする。世界座標系での位置 p における皮膚のスカラ関数を計算する際には、 p_{after} を引数に用いて計算する。

3.6 レンダリング

スカラ関数として表現された内部構造や皮膚を表示するために、Doi と Koide のマーチングテトラヘドラアルゴリズム¹⁴⁾を使用して、スカラ関数の等値面を表現するポリゴン

抽出する。手のモデル全体を覆う空間を格子に分割し、さらに格子を構成する各立方体を6個の四面体に分割する。四面体の頂点におけるスカラ関数値をもとに、等値面メッシュを構成するポリゴンを導出する。本手法では高速化のために、この等値面抽出の処理をGPU上で実行し、格子点でのスカラ関数の計算を格子点ごとに、等値面メッシュを構成するポリゴンを四面体ごとに並列して導出する。また皮膚のメッシュについては、血管のスカラ関数値によって色を変化させることで、血管の浮き出る様子を再現する。

4. 描画結果とフレームレート測定

FIST モデルに握り込む動作をさせた際の結果を図5(a)に示す。握り込むために指が動くことで、内部の腱や筋肉、血管も動き、表面が変化している様子が確認できた。また、本手法で抽出された表面メッシュと骨どうしの接続関係データを用いて、メッシュとボーンだけで構成される一般的なモデル(図5(b))を作り、FIST モデルと比較した。さらにそれぞれのモデルに対し、図6に示す手を開いた画像と握った画像の赤枠で囲まれた手の甲の部分について、文献15)を参考にした次の評価値 C を計算した。

$$C = - \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} \frac{(i-j)^2}{256^2} \frac{pnum(i,j)}{allpixelnum} \ln \frac{pnum(i,j)}{allpixelnum} \quad (5)$$

ここで、 $pnum(i,j)$ は手を開いた画像では i の画素値であり、手を閉じた画像では j の画素値となる画素の個数、 $allpixelnum$ は赤枠で囲まれた範囲の画素の総数を示す。また、画素値にはYIQカラーモデルの輝度成分を使用し、0~255の整数値を取るよう設定した。それぞれのモデルに対して評価値 C を計算した結果を表2に示す。この結果から、メッシュとボーンだけで構成される一般的なモデルと比べ、FIST モデルでは、赤枠で囲まれた手の甲の部分で明確に腱や筋肉、血管といった器官が動き、表面が変化している様子を定性的・定量的に確認できた。

皮膚の厚さのパラメタである $thickness_{skin}$ を変更することで、FIST モデルが変形する様子を図7に示す。 $thickness_{skin}$ の変更に応じて、やせた人の手、太った人の手を表現することができた。

また、FIST モデルにじゃんけんのチョキのポーズをさせた様子を図8(a)に、指を波のように振らせた様子を図8(b)に、手を大きく開いた様子を図8(c)に示す。FIST モデルは関節角を指定することで、その姿勢を制御するため、様々な動きをFIST モデルに適用することは容易である。

本手法で作られたFISTモデルを図5のように動かした際のフレームレートを測定した。測定時のFISTモデルの複雑度を表3に示す。フレームレートに影響を及ぼす、マーチングテトラヘドラアルゴリズムを実行する際の格子分割数について、本研究では $200 \times 150 \times 200$ の場合(図9(a))と $100 \times 75 \times 100$ の場合(図9(b))の2つの条件で測定を行った。



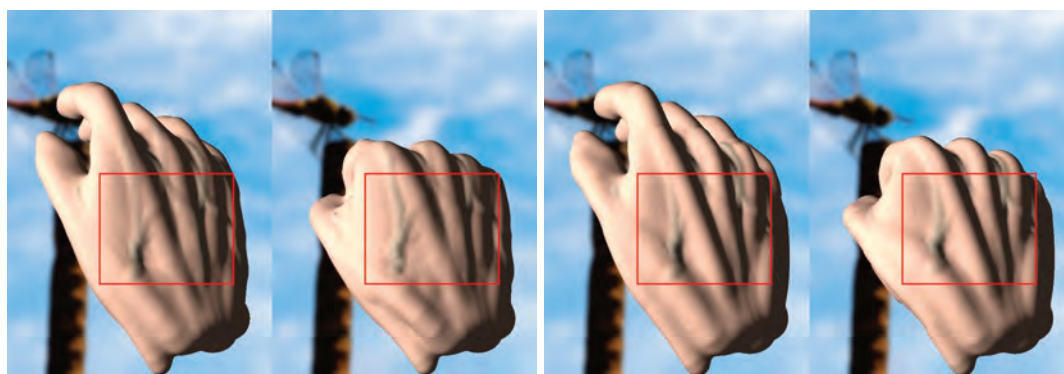
(a) FIST モデル



(b) 表面メッシュとボーンだけで構成されるモデル

図 5 握り込む様子の描画結果

Fig. 5 Rendering results for grasping



(a) FIST モデル

(b) 表面メッシュとボーンだけで構成されるモデル

図 6 評価値 C の計算に使用した画素の範囲

Fig. 6 The range of pixels used for calculation of the evaluation value C

表 2 各モデルに対する評価値 C

Table 2 The evaluation value C on each model

モデル	評価値 C
FIST モデル	1.04×10^{-1}
表面メッシュとボーンだけで構成されるモデル	2.56×10^{-2}

表 3 測定時のモデルの複雑度

Table 3 Complexity of the 'FIST' model in the measurement

骨の HRBF 中心点個数	817 個
腱の直線分本数	410 本
筋肉の直線分本数	400 本
皮膚の	質点の個数 667 個
質点-バネ系モデル	バネの本数 1,998 本
血管の直線分本数	180 本

測定環境として、CPU: Intel Core i7-3770 3.40GHz, RAM: 24.0GB, GPU: NVIDIA GeForce GTX 1070Ti を搭載する一般的な PC を使用した。時間計測について、C++ の標準ライブラリである chrono ライブラリを使用した。測定結果を表 4 に示す。腱といった細かい部分を表現しながら

も、1 フレーム平均 70 ミリ秒で描画を実行することが可能であることが分かり、FIST モデルはインタラクティブなフレームレートで描画されることが確認できた。

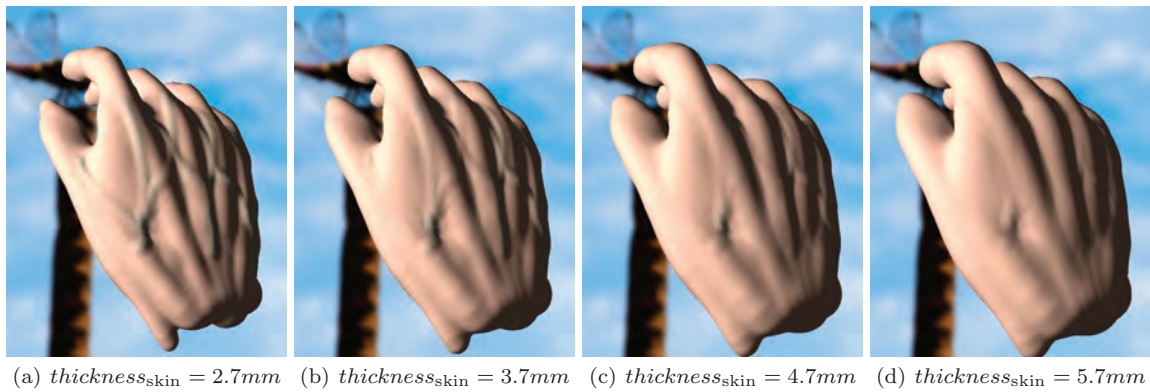
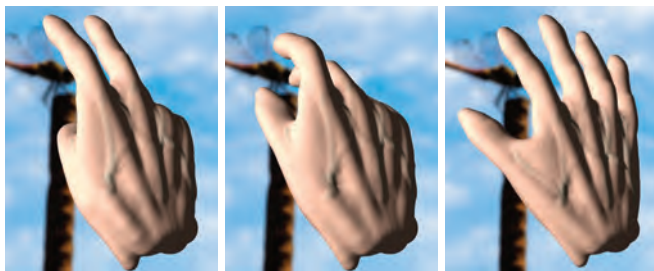


図7 $thickness_{skin}$ を変更することによる FIST モデルが変形する様子
 Fig. 7 Transformation of the 'FIST' model by changing its $thickness_{skin}$



(a) じゃんけんのチョキ (b) 指を波のように降ろす様子 (c) 手を大きく開く様子

図8 FIST モデルに様々な動きを適用した際の描画結果
 Fig. 8 Rendering results when applying various motions to the 'FIST' model



(a) $200 \times 150 \times 200$ (b) $100 \times 75 \times 100$

図9 マーチングテトラヘドラルアルゴリズムの格子分割数を変更した際の描画結果
 Fig. 9 Rendering results of the 'FIST' model with two lattice decompositions

表4 測定結果

Table 4 Performance statistics

格子分割数	測定フレーム数	1 フレームごとの平均時間 (msec)	分散 ($msec^2$)
$200 \times 150 \times 200$	6,725	70	68
$100 \times 75 \times 100$	7,326	63	1.5×10^2

表5に各処理を行う際に経過した1フレームあたりの平均時間を、表6にGPU上で格子点ごとに各スカラ関数を計算した際に経過した1フレームあたりの平均時間を示す。CPU内の処理については皮膚の質点-バネ系モデルの移動処理と

表5 格子分割数 $200 \times 150 \times 200$ における各処理のフレームレート測定結果 (測定フレーム数: 6,725)

Table 5 Performance statistics on each process in the case that the lattice decomposition is $200 \times 150 \times 200$ (The measured frame number: 6,725)

	処理名	1 フレームごとの平均時間 (msec)	分散 ($msec^2$)
CPU	骨の移動	0	0
	腱の移動	17	26
	筋肉の移動	0	0
	皮膚の移動	43	1.4×10^2
	血管の移動	3	9.9×10^{-1}
GPU	GPU へのデータ転送	2	1.4
	スカラ関数計算	30	1.9
	法線計算	0	2.1×10^{-1}
	等値面ポリゴンの抽出	31	16

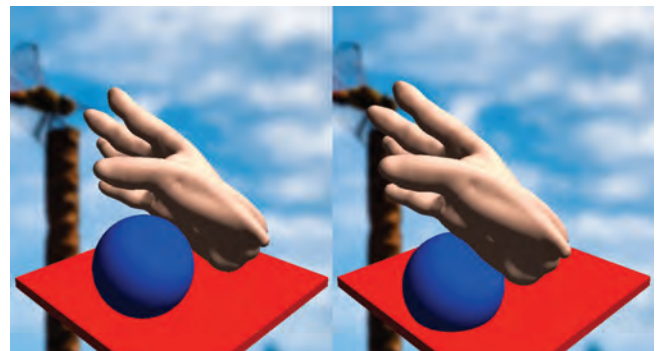


図10 外部物体である青い球と接触する FIST モデル
 Fig. 10 The 'FIST' model contacting with a blue sphere, which is a surrounding object

腱の移動処理が、GPU内の処理については等値面ポリゴンの抽出と、骨のAABBの計算、腱や筋肉を表すスカラ関数の計算がボトルネックとなっている。

陰的モデルの内外判定はその位置でのスカラ関数を計算し、その値としきい値との大小関係から容易に判定することができる。この内外判定を使用してFISTモデルと陰的モデルとして定義した外部物体との接触を検出する様子を図10に示す。FISTモデルに押されて、外部物体も移動する様子を確認することができる。

表 6 格子分割数 200 × 150 × 200 におけるスカラ関数計算処理のフレームレート測定結果

Table 6 Performance statistics on calculation of each scalar function in the case that the lattice decomposition is 200×150×200

処理名	測定フレーム数	1 フレームごとの平均時間 (msec)	分散 (msec ²)
なし	5,918	1	1.3×10 ⁻¹
骨の AABB の内外判定	4,886	14	4.1
骨の AABB の内外判定+骨のスカラ関数計算	6,364	13	1.0
骨の AABB の内外判定+腱のスカラ関数計算	5,885	16	8.5×10 ⁻¹
骨の AABB の内外判定+筋肉のスカラ関数計算	5,761	20	4.1
骨の AABB の内外判定+血管のスカラ関数計算	5,169	13	1.2

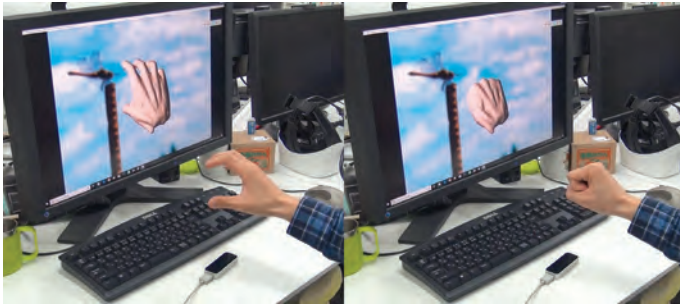


図 11 Leap Motion を用いて、FIST モデルを制御するシステム

Fig. 11 Real-time control of the 'FIST' model with Leap Motion

5. アニメーション制御システムへの適用

本研究では、既存のアニメーション制御システムで FIST モデルを制御することが可能なことを示すために、Leap Motion¹⁶⁾から取得されるデータをもとに関節角を導出し、その関節角を用いて FIST モデルを制御するシステムを開発した。各骨の根元の関節角を導出するために、Leap Motion で検出される右手の各骨について次の処理を実行する。

1. 対象となる骨の方向単位ベクトル d_{child} と、その骨の根元で接続している親骨の方向単位ベクトル d_{parent} を Leap Motion から取得する。
2. $n = \frac{d_{parent} \times d_{child}}{\|d_{parent} \times d_{child}\|}$ を回転軸として、 $\theta = \arctan\left(\frac{\|d_{parent} \times d_{child}\|}{d_{parent} \cdot d_{child}}\right)$ だけ回転させる四元数を導出する。
3. ステップ 2 で導出した四元数をオイラー角による回転の表現に変換し、変換されたオイラー角を FIST モデルの関節角とする。

図 11 に本システムを使用して FIST モデルを制御する実行結果を示す。モデルの制御と描画を並列に実行するため、前フレーム描画の時点に取得された関節角を参照して描画する必要があり、1 フレーム分遅延が発生するものの、Leap Motion で検出される現実の右手の指を動かすと、その右手の姿勢に応じてインタラクティブに FIST モデルが腱や筋肉、血管の動きを表現する様子を確認できた。

6. 結論と今後の課題

本論文では手を準解剖学的にモデリングし、その内部構造をスカラ関数として表現することで、一般的な PC でもインタラクティブなフレームレートで、内部構造の動きによる表面の変化を写實的に表現できる手法を提案した。また、本手法で作られた手のモデルを Leap Motion で制御するシステムを開発し、本手法で生成された手のモデルは、既存のアニメーション制御システムにも適用可能であることを確認した。

本手法における課題としてまず、外部物体とインタラクションする際の手に加わる力を視覚的に提示するために、外部物体との接触時に手にかかる力を内部構造の変形に適用する処理の実装が挙げられる。また指どうしが接触する際、接触する部分で 2 つの指がつながってしまう問題が存在する。この問題を解決するために、皮膚のスカラ関数を計算する際、Gourmel らの手法¹⁷⁾のように内部器官のスカラ関数の勾配方向も考慮する必要がある。

本手法の手のモデルは、骨格のモデルに成人男性の骨格形状データのみを使用しており、本手法の手のモデルを個人の手の形状に合わせることは未考慮である。この問題を解決するために、個人の手の指の長さや太さなどの情報にもとづいて、Ali-Hamadi らの手法²⁾のように解剖学的な制約を適用したうえで骨を変形させる必要がある。また、腱や筋肉、皮膚、血管のモデリングを容易にするために、各器官の制御点配置を行い、そのモデルの描画結果をインタラクティブに提示する GUI システムの開発が必要である。

本手法は、器官の運動や変形に対しては解剖学的なデータを適用していない。よりリアルな手の動き、外見を表現するために、関節の可動範囲や皮膚の部分ごとの硬さ、内部構造の損傷といった解剖学的なデータの適用と適用するためのパラメタの追加が必要がある。また、爪や靭帯、腱鞘といった器官や前腕を組み込むことができるように本手法を拡張する必要もある。

本手法のフレームレートは、ゲームや VR システムといったシステムに導入するにはまだ不十分である。処理に時間がかかる皮膚の質点-バネ系モデルの処理や腱の移動処理、等値面ポリゴンの抽出、腱や筋肉のスカラ関数の計算、骨の AABB の内外判定を見直し、さらに高速化する必要がある。

また状況に応じて、不必要な処理を省略し最適化できるように、処理ごとに状況に応じた優先度をつける必要がある。

Eckhoffら¹⁸⁾は、心臓マッサージ中の講習ビデオをもとに、心臓マッサージをする際の手の位置や姿勢を現実世界の映像に重畳して表示するシステムを提案している。しかし、特に心臓マッサージを行う際、手の位置や姿勢だけでなく、手に加える力加減も重要である。手に加わる力を本手法の手のモデルに適用できれば、手を使用した作業を行う際の手に加わる力を視覚的に提示するモデルとして、本手法の手のモデルを利用できると考えられる。このような応用可能なタスクを行うアプリケーションに応じて、本手法の手のモデルを調整する必要がある。

謝 辞

Leap Motion を用いて FIST モデルを制御するシステムの実装を補助していただいた、Hélène Ballet 氏に深く感謝申し上げます。

本研究の一部は、科研費基盤研究 (A)17H00737 の支援により実施された。

参 考 文 献

- 1) M. Nakada, H. Ballet, I. Fujishiro: "FIST: A Fast, Implicit Model of the Human Hand with Semi-anatomical Structures", SIGGRAPH Asia 2018 Technical Briefs, ser. SA '18, Article No. 34 (2018).
- 2) D. Ali-Hamadi, T. Liu, B. Gilles, L. Kavan, F. Faure, O. Palombi, M.-P. Cani: "Anatomy Transfer", ACM Trans. on Graphics, Vol. 32, No. 6, Article No. 188 (2013).
- 3) S. Saito, Z.-Y. Zhou, L. Kavan: "Computational Bodybuilding: Anatomically-based Modeling of Human Bodies", ACM Trans. on Graphics, Vol. 34, No. 4, Article No. 41 (2015).
- 4) P. Kadleček, A.-E. Ichim, T. Liu, J. Krivánek, L. Kavan: "Reconstructing Personalized Anatomical Models for Physics-based Body Animation", ACM Trans. on Graphics, Vol. 35, No. 6, Article No. 213 (2016).
- 5) S. Sueda, A. Kaufman, D. K. Pai: "Musculotendon Simulation for Hand Animation", ACM Trans. on Graphics, Vol. 27, No. 3, Article No. 83 (2008).
- 6) P. Sachdeva, S. Sueda, S. Bradley, M. Fain, D. K. Pai: "Biomechanical Simulation and Control of Hands and Tendinous Systems", ACM Trans. on Graphics, Vol. 34, No. 4, Article No. 42 (2015).
- 7) T. Mukai, S. Kuriyama: "Efficient Dynamic Skinning with Low-rank Helper Bone Controllers", ACM Trans. on Graphics, Vol. 35, No. 4, Article No. 36 (2016).
- 8) Autodesk Inc.: "Maya", <https://www.autodesk.co.jp/products/maya/overview> (2011).
- 9) Autodesk Inc.: "Maya Muscle", http://download.autodesk.com/us/support/files/muscle.pdf?_ga=2.258393546.1904727949.1533403870-660209117.1528469117 (2011).
- 10) 中村仁彦, 山根克, 村井昭彦, 諏訪元, 近藤修, 河内まき子, 川地克明, 持丸正明: "成人男性骨格形状データ (産総研 H30PRO-905)" <https://www.airc.aist.go.jp/dhrt/bone/index.html> (2008).
- 11) R. Vaillant, L. Barthe, G. Guennebaud, M.-P. Cani, D. Rohmer, B. Wyvill, O. Gourmel, M. Paulin: "Implicit Skinning: Real-time Skin Deformation with Contact Modeling", ACM Trans. on Graphics, Vol. 32, No. 4, Article No. 125

- (2013).
- 12) Í. Quílez: "Smooth Minimum", <http://iquilezles.org/www/articles/smin/smin.htm> (2013).
- 13) M. Garland, P. S. Heckbert: "Surface Simplification Using Quadric Error Metrics", Proc. of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, ser. SIGGRAPH '97, pp. 209-216 (1997).
- 14) A. Doi, A. Koide: "An Efficient Method of Triangulating Equi-Valued Surfaces by Using Tetrahedral Cells", IEICE Trans. on Information and Systems, Vol. E74-D, No. 1, pp. 214-224 (1991).
- 15) I. Fujishiro, Y. Takeshima: "Coherence-Sensitive Solid Fitting", Computers & Graphics, Vol. 26, pp. 417-427 (2002).
- 16) Leap Motion Inc., Leap Motion, <https://www.leapmotion.com/> (2018).
- 17) O. Gourmel, L. Barthe, M.-P. Cani, B. Wyvill, A. Bernhardt, M. Paulin, H. Grasberger: "A Gradient-based Implicit Blend", ACM Trans. on Graphics, Vol. 32, No. 2, Article No. 12 (2013).
- 18) D. Eckhoff, C. Sandor, C. Lins, U. Eck, D. Kalkofen, A. Hein: "TutAR: Augmented Reality Tutorials for Hands-only Procedures", Proc. of the 16th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry, ser. VRCAI '18, Article No. 8 (2018).

(2019年2月28日 受付)

(2019年6月29日 再受付)



中 田 聖 人

2017年 慶應義塾大学理工学部情報工学科卒。2019年 同大学理工学研究科開放環境科学専攻前期博士課程修了。在学中、人体のモデリングやアニメーションに関する研究に従事。現在、株式会社スクウェア・エニックス勤務。



藤 代 一 成 (正会員)

1985年 筑波大学大学院工学研究科電子・情報工学専攻博士課程修士号取得退学。1988年理学博士(東京大学)。東京大学助手、筑波大学助手・講師、お茶の水女子大学助教授・教授、東北大学教授を経て、2009年より慶應義塾大学理工学部情報工学科教授、現在に至る。ビジュアルコンピューティング、特にポリウムグラフィックスや可視化ライフサイクル支援、知的環境メディアの実現に関する研究に従事。日本学術会議連携会員(第24-25期)、日本工学会フェロー、本学会名誉会員・フェロー、VC運営委員長。

2.5D アニメーション生成支援システムの提案と検討

森本 有紀^{†††}(正会員) 小林 洋介[†] 高橋 時市郎^{†††}(正会員)[†]東京電機大学, ^{††}九州大学, ^{†††}アストロデザイン株式会社

A Study of an Interactive System for 2.5D Animation Generation

Yuki MORIMOTO^{†††}(Member), Yosuke KOBAYASHI[†], Tokiichiro TAKAHASHI^{†††}(Member)[†]Tokyo Denki University, ^{††}Kyushu University, ^{†††}ASTRODESIGN Inc.

あらまし 2.5D アニメーションを生成するための支援システムを提案・検討する。2.5D アニメーションは、2D イラストを 3D アニメーションのように動かす手法として近年着目されているが、その作成には非常に手間がかかるという問題がある。提案手法では、ユーザは複数枚のキャラクタの全身のイラストを入力し、GUI によって関節位置を調整することで既存のモーションデータを用いたアニメーションを生成することができる。また、画像処理によって関節の位置を自動推定することで、ユーザの負担を軽減する。本手法による結果アニメーションの生成では、入力や編集の手間を軽減しつつ、既存手法より質の良い動画を生成することを確認することができた。

キーワード：2.5D アニメーション, rigid 変形, スタイライズドレンダリング

<Summary> We propose the system to generate 2.5D animation with an user interface. 2.5D animation is attracting attention as a method of generating 3D-like animation by animating 2D character images. However, it takes a lot of time to edit input data for generating 2.5D animation. In our system, the user inputs some whole body images and then, adjusts joint positions by GUI to generate animation from existing motion data resources. Also we aim to reduce the cost for editing. For example, we apply the template matching to search joint positions, and so on. Our system generates better quality results than results of the previous method of 2.5D animation generation while reducing the costs in 2.5D animation generation through image processing and user interface.

Keywords: 2.5D animation, rigid deformation, stylized rendering

1. はじめに

近年、アニメの制作現場では、3D キャラクタモデルにトゥーンレンダリングを適用する方法が使われている。しかし、アニメ制作のための画は 3 次元としてはしばしば矛盾を持っており、単純な 3D モデルからの変換では表現が難しいことも多い。2.5D アニメーションは、2D のイラストを 3D アニメーションのように動かす手法として近年着目されているが、その作成は非常に手間がかかる。本研究では、より手軽に 2.5D アニメーションを作成するため、UI や画像処理を統合したシステムを提案する。提案の検討段階として、異なる向きのキャラクタの全身画像を複数枚用いたアニメーション生成システムを実装し、結果を示す。

2. 関連研究

3D キャラクタモデルにトゥーンレンダリングを適用する際に、オーバーパスと呼ばれる視点によって 3D モデルを

ゆがめることでイラストに合わせることなどが行われている。また、オーバーパスを指定した上で、異なる視点からの見え方を補間して求める研究¹⁾なども行われている。このような 3D を 2D に合わせる手法は、モデリングの技術などが必要である。

そのような手法とは逆に、2D を 3D らしく表現する手法として、2.5D の手法があり、画像処理とインタフェースを組み合わせた手法が提案されている^{2),3)}。特にキャラクタアニメーションに特化した先行研究として、Rivers らはキャラクタの画像を目や口、鼻などのパーツごとにベクター画像を指定し、視点によって変わるパーツの形状(輪郭線)を設定することで、すべての視点からの見え方を補間し、アニメーションを生成する手法を提案した⁴⁾。

2.5D モデルの商用事例として、Live2D⁵⁾があげられる。この手法では、Rivers らと同様の手法に基づいており、さらにテクスチャマッピング、アニメーションのためのボーンの指

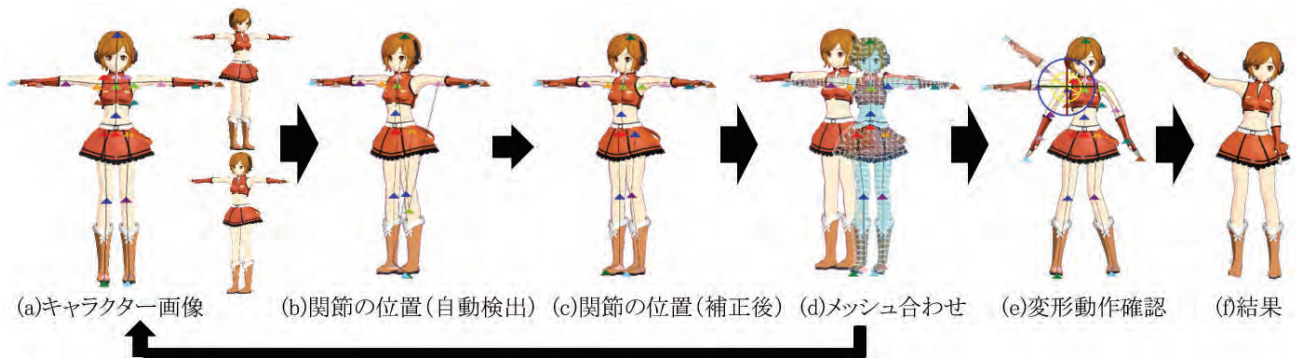


図1 本システムの流れ
Fig.1 Overview of our system

定，顔の奥行の曲面近似などを取り入れている．

しかし前述の既存事例では補間による不適切なイラストの歪みなどが発生する．このような不具合を避けるため，補間を行わず，複数の視点に対してパーツ画像の切り替えを行う2.5D手法も提案されている⁶⁾．この手法では，一般的な2.5Dアニメーションや一般的な3Dアニメーションと異なり，伝統的なアニメーション手法のような画の切り替えとモーションデータによる画像変形を併用し，従来の2.5D生成手法で必要だった複数視点に対するパーツ形状などの編集が軽減される可能性を示した．

Riversらと同様の手法で複数の視点に対して形状を指定する方法は，3Dモデルのオーバーパスと同様，直感的でなく，非常に労力がかかる．

本論文では複数の入力モデルがある2.5Dアニメーション特有の問題を取り扱う．具体的にはMorimotoらの手法⁶⁾を拡張し，関節位置の指定やパーツ画像の切り抜きを簡易化するための機能，動作確認を行う機能を有するUIを考案する．このパーツの切り替えを行うという点では，インタラクティブに2.5Dアニメーションのパーツの切り替えを指示するための手法⁷⁾が過去に提案されているが，本論文は2.5Dアニメーション作成自体を目的としており異なるものである．

なお，従来の3Dアニメーション生成において，モデルにボーンアニメーションを適用する際，骨格情報を適切に配置するリギング，モーションに従って3Dモデルを変形するスキニング⁸⁾などに関する研究がおこなわれている．さらに3Dモデルを対象に，自動及びユーザ指定によりボーンを作成し，リギングを行う研究もおこなわれている^{9),10)}．本研究では複数の入力モデルがある2.5Dアニメーション特有の問題に対して，提案を行う．

3. 提案システム

提案システムは，ユーザによる2.5D生成の処理を支援するインタフェースと処理の自動化によって構成される．

3.1 ユーザの処理の流れ

ユーザは同一キャラクターの全身画像を複数枚用意し，本システムに入力する．ユーザは一枚目の入力画像（正面向き）に

対して，その画像のキャラクターの向きと関節の位置を指定する（図1(a)）．システムは関節情報を基にメッシュモデルを生成する．次に，以下の処理を繰り返す．

1. 次の入力画像を選び，その画像のキャラクターの向きを入力する．
2. 関節の位置が自動で算出されるので，修正を行う（図1(b)(c)）．
3. 最初に生成されたメッシュが2で指定した関節位置によってRigid変形される．ユーザはさらにメッシュと入力画像が重なるように，再度関節位置を調整する（図1(d)）．
4. 1~3を繰り返し，すべての入力画像の向きと関節の入力を終わると2.5Dモデルが作成される．
5. 作成した2.5Dモデルをユーザが対話的に関節の角度を変更しながら確認する（図1(e)）．
6. ユーザがモーションデータを選択すると，アニメーションが生成される（図1(f)）．

以降の節ではこれらの詳細を述べる．

3.2 全身イラストからのパーツ画像の自動生成

従来手法⁶⁾では事前にキャラクターの各パーツ画像をユーザが用意する必要があり，紙人形のように関節の近くで切り分けていた．さらに，服と肌の色など，輝度の差が大きいところを境界としていた．しかしながら，そのような分け方では関節付近に境界がある場合に隙間ができる問題点があり，修正のための編集作業が必要であった．

本システムでは，パーツに含まれる関節と，隣接する関節との真ん中でパーツを分割するアルゴリズムを採用する．入力は異なる角度から見たキャラクターの全身画像（背景は透明）複数枚とそれらの関節位置である．パーツは基本的には，顔・胴・腰と左右の手・腕・足・足先の11つである．図2(a)において，緑の丸は関節を示し，ボーン（連結した2つの関節）は関節間の緑の矢印で示されている．また，矢印の元が親，先が子の親子構造になっている．図3中の各画像は各パーツを表す．図2(b)(c)ではピンクの で関節，緑線でメッシュが示され，(c)では頂点ごとに最近傍のパーツと同一色で色分けされている．パーツの分割は次の処理で構成される．

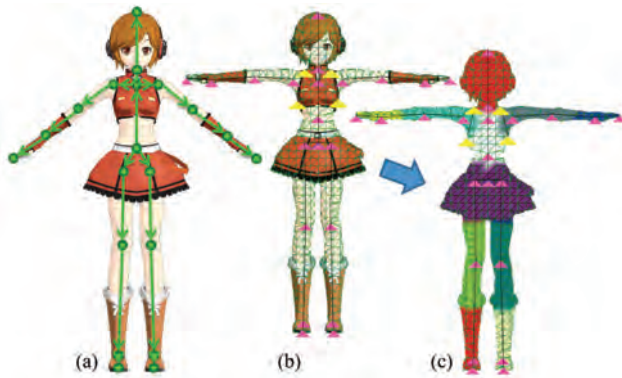


図2 パーツの定義と頂点ごとの最近傍パーツの自動計算
Fig. 2 Definition of parts and calculation of nearest part on each vertex



図3 パーツ画像の自動生成結果
Fig. 3 The results of generation of part images

1. 全身画像の前景に対し、輪郭線抽出を行い、内部に格子状に頂点を配置し、三角形分割を行う。このとき、後述のメッシュ合わせのため、前景にモルフォロジー処理(膨張)を行い、輪郭線から8ピクセル分大きなメッシュモデルを作成する。
2. 各関節から各頂点へのグラフ上での距離を計算し、最も近い関節と関連付ける。
3. さらに同じパーツに属する関節(図2(a))の頂点を同じパーツとしてラベリングする(図2(b)(c))。
4. パーツ画像の作成は、アニメーションの際にパーツが変形により少しずれても隙間ができないように、少し大きな領域とする。よって、処理3で求めたパーツのラベリング領域の一つ隣の頂点までとし、隣り合うパーツ画像が重なるようにする。

実際に作成されたパーツ画像を図3に示す。

3.3 関節位置の指定と対応付けの支援

入力した全身画像の一枚に対して、で示された関節とそれらを連結する黒線で示されたボーンが表示される(図1(a))なのでユーザは関節位置をマウスで修正する。二枚目以降の画像では、一枚目の画像の関節を中心とした 41×41 ピクセルの画像を用いたテンプレートマッチングによって自動で関節の位置を探索する。ユーザは探索の結果(図1(b))に対し、マウスで修正を行う(図1(c))。

3.4 メッシュ合わせと画像変形

メッシュ合わせは2枚目以降の入力画像の編集の際に行う。メッシュは入力した複数の全身画像のうちの一つに対して作

成され、他の画像に対しても共通したメッシュを使用する。このとき、二つの条件が重要である。第一に、各頂点は異なる画像間であってもできるだけ同じ位置を示していることが望ましい。例えば、画像Aで*i*番目の頂点 v_i が右目の位置であるとき、画像Bでも v_i が右目の位置であれば、それらの画像の切り替えの際に滑らかな結果となる。第二に、メッシュと入力画像の前景の輪郭線はできるだけ一致していた方が望ましい。メッシュには三角形ポリゴン単位で、入力画像がテクスチャマッピングされる。よって画像前景の内側にメッシュの輪郭線が入ってしまうと、キャラクタ画像が欠けてしまう。逆に多少メッシュの領域が大きくなる分には問題が少ないため、メッシュは一回り領域を大きく作成する。

上記二つの条件については、単純に画像を見ながら関節らしい箇所を指定しても、アニメーション結果を見なければ満たされているかわからない。そこで、メッシュ合わせの過程では、関節位置をユーザが編集しながら、最初に作成したメッシュをリアルタイムにRigid変形する¹¹⁾。この画像変形は本システムで最終的にアニメーションを適用するときにも用いている。システム上の表示は、2枚目以降の入力画像(*in*)、*in*に指定した関節情報(*jo*)、メッシュを作成した際の入力画像を半透明化して青色っぽく着色したもの(*me*)を利用している(図1(d))。*jo*はRigid変形の制御線であり、*me*は常にRigid変形の結果として表示される。図1(d)ではわかりやすいよう、*in*と*jo*、*me*を分けて表示しているが、実際は関節位置は*in*に重ねられているので、*in*、*jo*、*me*は全て重なった状態である。そこから、さらに*me*が*in*に一致するように、かつ、全体を覆うように、関節の位置をユーザが調整する。

Rigid変形¹¹⁾は編集前後の制御線に対する画像内部の相対的位置関係をできるだけ保つというものの中で、画像内部の歪み方が知覚的に少ないものを採用している。本システムでは入力画像に対して設定されたボーンとモーションデータのボーンを変形前後の制御線として用いて変形を行う。ただし、このままの設定では肩や脇の周辺の画像変形が大きく、ずれが目立つため、先行手法⁶⁾の追加の制御点を線に適用して指定を用い、腕と胸のパーツの境界はずれないように設定した(図2(b)(c)の黄色の点とそれらを連結する黒線)。本手法ではパーツごとにメッシュを分け、そのパーツ一つ一つに対してRigid変形を適用する¹¹⁾。

3.5 UIによる動作確認

ユーザが動作確認をするため、キャラクタの関節の角度を指定するUIを実装し、図4に示す。ただし、XYZ軸を赤緑青の輪で示す。選択された軸の輪はハイライトされる。例として図中の(b)ではX軸である赤の輪が選択され、(e)の正面向きより上向きに設定されている。また、選択中の関節の向きは黄色の球で可視化する。動作確認の手順としては、まず、ユーザが関節をマウスで選択する。次に、XYZ軸の回転

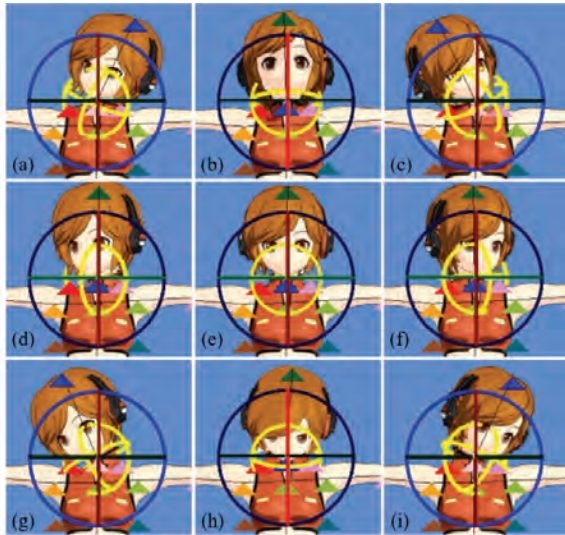


図4 動作確認のためのUI
Fig. 4 UI to confirm behavior of 2.5D animation

を操作するハンドル(円状のUI)が表示され、ユーザは右ドラッグで回転角度を指定する。回転角度の指定により、選択された関節の子の関節の位置が変更される。このとき、2.5Dモデルにより対話的にキャラクターを動かすことができる。

本システムの2.5Dモデルでは異なる角度間の補間がないため、入力画像が少ない場合ユーザの対話的な操作中に立体感を感じにくい場合がある。このUIでは、関節の3Dの向きをわかりやすくするため、関節の向きを球とその経線と緯線で可視化する。

3.6 モーションデータの読み込み

モーションデータはそのファイル形式によって、関節数や関節位置の指定の方法(親関節からの相対角度/絶対座標など)が異なる。このため、本システムでは、それぞれの形式に従って作成した3Dデータをスケーリングし、システムの関節位置に割り当てる。本システムでは、Kinect v2及びBVH形式のモーションデータに対応している。

4. 実験結果と考察

本手法の実験には、咲音メイコ¹²⁾の3Dモデルをアニメ風にレンダリングした画像、cgsped¹³⁾で公開されているモーションデータを入力データとして使用した。本システムの開発・実験に用いたPCはIntel(R) Core(TM) i7-2670QM@2.20 GHz、メモリ8GB、Windows 8.1 Professional 64bitである。実験では7枚の入力画像(図5)を用いた2.5Dモデルの作成、BVH形式のモーションデータの読み込みによるアニメーション生成を行った(図6)。生成した正面画像のメッシュの頂点数は897、画像のサイズは718×868ピクセルであった。他に、本システムは1036×1291ピクセルの入力画像でも問題なく適用可能であった。

本実験の2.5Dモデルの作成において、二枚目以降の関節の自動探索の初期結果では平均74%の関節において十分正し



図5 使用した入力画像
Fig. 5 Input images used for our results

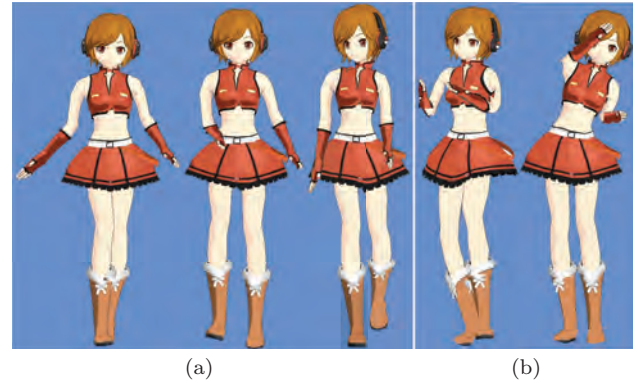


図6 本手法によるアニメーションの結果((a)歩行のモーション、(b)パンチのモーション)
Fig. 6 The result animations by the proposed method; (a)walk motion and (b)punch motion

い位置に配置できた。正しい位置とは、自動探索後、メッシュ合わせ以前の段階で、ユーザによる関節位置の調整が必要かどうか、という基準で判断した。この機能がなければ多くの関節位置はユーザによる調整が必要なため、有効と考える。

また、メッシュ合わせによる関節位置調整により、不適切な結果を手軽に避けることができた。それと同時に、より連続性の高いアニメーションを得ることができた。関節による調整は頂点ごとの細かい修正はできないが、頂点編集を行う先行事例より手軽で妥当ともいえる。本手法を用いた作業時間の検証は今後の課題であるが、15分程度で7枚の入力画像から2.5Dアニメーションを作成することが可能であった。

課題は、隣り合うパーツの向きが異なる場合に連続性が失われる場合や、パーツが遮蔽され、切り抜きがうまくできない場合などである。これらは画像処理技術による改良が必要である。

5. 議論

本手法では、パーツごとに共通したメッシュを使用することで、パーツごとに一つのRigid変形を作成すればよい。また、仮に全ての入力画像に対してメッシュとRigid変形を用意する場合、パーツとパーツの境目のメッシュの整合性を調整するのが難しいなど、細かいずれなどが生じる可能性がある。ただし、メッシュ合わせには角度によって隠れたり現れたりする領域に対して、一つの入力画像のメッシュでは対応できないという問題点もある。先行研究⁶⁾は、同一パーツに対して入力画像にともないそれぞれメッシュを作成している。先行研究と比較した際に、結果の質は大きく変わらない。しかし、将来的には異なるメッシュの頂点の対応付けがされ、か

つ、角度によって隠れたり現れたりする領域に動的に対応できるように、双方を組み合わせたモデルへの改良が見込まれる。

本手法で用いた変形モデルは他の Rigid 変形の手法で代替することができる。Schaefer らの手法¹¹⁾は人のような多関節の画像を一枚で扱う場合に、メッシュ間の距離などではなく、単純なユークリッド距離で変形の重みが決まるため、直感的に正しい変形にならない場合がある。ただし、本手法ではパーツ単位に画像の切り替えるアニメーション手法⁶⁾を用いるため、変形手法の違いによる影響は小さいことが予想される。

本手法が対象としている動画の種類は 2D キャラクタの動作アニメーションという他は特に限定していない。視点に対する向きによってパーツごとに細かく指定を行うことで、奥行き方向の動きにも理論的には対応可能と考える。しかし、奥行きによる遠近感の付与は本手法では扱っておらず、今後の課題である。テンプレートマッチングによる関節の自動探索は有効であったが、対象に特化した自動探索に改良する余地がある。

本システムで最初に編集する入力画像は全体を通して用いるメッシュの作成に使われる。本稿の結果生成では正面向きを用いたが、複数の向きの入力画像の中で、それらの中間に最も近い向きの画像によってメッシュが作成されるのが全ての入力画像をカバーするのに最も適していると思われる。

6. むすび

本研究では既存手法を拡張した 2.5D モデルとその作成支援システムを提案・実装した。結果から、本システムにより手軽に一定のクオリティのアニメーションを作成可能である。本手法では、入力を簡易化した分、結果のアニメーションのクオリティがあまり高くない部分もあるが、バーチャルチューバーの出現などにより、今後手軽さを重視する需要も高まる可能性も高い。また、さらなる手法の改良により、結果アニメーションのクオリティの向上や、より簡便なシステムも可能と考える。

今後の展望として、関節探索の精度向上、メッシュ合わせの自動化、入力画像に対する部分的な処理(向きの指定や部分的入力)などについて改良が必要である。

参考文献

- 1) P. Rademacher: "View-Dependent Geometry", Proc. of the 26th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques(SIGGRAPH '99) pp. 439-446 (1999).
- 2) C.-K. Yeh, P. Song, P.-Y. Lin, C.-W. Fu, C.-H. Lin, T.-Y. Lee: "Double-Sided 2.5D Graphics", IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics, Vol. 19, No.2, pp.225-235 (2013).
- 3) N. S. Willett, R. H. Kazi, M. Chen, G. Fitzmaurice, A. Finkelstein, T. Grossman. "A Mixed-Initiative Interface for Animating Static Pictures", Proc. of the 31st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '18), pp. 649-661 (2018).
- 4) A. Rivers, T. Igarashi, F. Durand: "2.5D Cartoon Models",

- ACM Trans. on Graphics, Vol.29, No.4, pp.:59:1-59:7 (2010).
- 5) Live2D Inc., Live2D, <https://www.live2d.com/> (2008).
- 6) Y. Morimoto, A. Makita, T. Semba, T. Takahashi: "Generating 2.5d character animation by switching the textures of rigid deformation", International Journal of Asia Digital Art and Design Association, Vol.23, Issue 2, pp.16-21 (2019).
- 7) N. S. Willett, W. Li, J. Popovic, A. Finkelstein: "Triggering Artwork Swaps for Live Animation", Proc. of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '17), pp. 85-95 (2017).
- 8) L. Kavan, S. Collins, J. Žára, C. O'Sullivan: "Geometric Skinning with Approximate Dual Quaternion Blending", ACM Trans. on Graphics, Vol.27, No.4, pp.105:1-105:23 (2008).
- 9) I. Baran, J. Popović: "Automatic Rigging and Animation of 3D Characters", ACM Trans. on Graphics, Vol.26, No.3, Article No.72 (2007).
- 10) S.-T. Noh, K. Takahashi, M. Adachi, T. Igarashi: "Skelseg: Segmentation and Rigging of Raw-scanned 3D Volume with User-Specified Skeleton", Proc. of Graphics Interface 2019(GI 2019), Canadian Information Processing Society (2019).
- 11) S. Schaefer, T. McPhail, J. Warren: "Image Deformation Using Moving Least Squares", ACM Trans. on Graphics, Vol.25, No.3, pp.533-540 (2006).
- 12) INC. Crypton Future Media, 咲音メイコ, <https://piapro.net/pages/character#ch.meiko> (2004).
- 13) cgspeed, <http://mocap.cs.cmu.edu> (2019).

(2019年3月19日 受付)

(2019年6月4日 再受付)



森本有紀 (正会員)

2008年九州大学芸術工学府修了, 同年東京大学にて日本学術振興会特別研究員, 2009年より独立行政法人理化学研究所研究員, 2012年より東京電機大学未来科学科講師, 芝浦工業大学助教などを経て, 2016年より九州大学助教。コンピュータグラフィクスに関する研究に従事。情報処理学会, ACM SIGGRAPH 各会員。博士(芸術工学)。



小林洋介

1993年生。2015年東京電機大学未来科学部情報メディア学科卒業。



高橋時市郎 (正会員)

1977年新潟大学工学部卒業。同年電電公社入社。NTT基礎研究所, ヒューマンインタフェース研究所, サイバーソリューション研究所において, パターン認識, コンピュータグラフィクス, 学習科学の研究開発に従事。2003年より東京電機大学工学部教授。2007年同大未来科学部教授。ビジュアルコンピューティングの研究に従事。現在に至る。2017年よりアストロデザイン客員研究員。博士(工学)。

ポーチを対象とした型紙デザイン支援及び製作支援システム

池田 優希[†] 五十嵐 悠紀^{†,‡} (正会員)

[†] 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科, [‡] JST さきがけ

Interactive System for Designing Paper Pattern of Pouches

Yuki IKEDA[†], Yuki IGARASHI^{†,‡} (Member)

[†] Meiji University, [‡] JST PRESTO

〈あらまし〉手芸作品では初心者でも簡単に製作できるようなキットが販売されている。しかし単純な形のポーチでさえ、理想に合ったできあがりサイズに対応する型紙を手に入れることは難しい。本稿ではポーチを題材にして、ユーザが製作したいポーチのデザインの選択から、実際に完成させるまでを支援するシステムを提案する。ユーザは3つのデザインのポーチから1つを選択し、大きさを入力する。システムは入力された数値からそれぞれに合った型紙の大きさを計算することで必要な材料の調達やパーツの裁断を支援する。また、製作手順を表示することでポーチの製作過程を支援する。さらに自分の使いたい布の柄をデザインし、それを型紙製作支援システムや手順表示システムと組み合わせることもできる。デザインした布の柄を用いた製作支援表示により、より具体的で意欲の湧く製作支援が可能になる。

キーワード: ポーチ, 創作支援, コンピュータグラフィックス, 初等教育

<Summary> For handicraft works, production kits are sold that even beginners can make it easily. But even a simple shaped pouch, it is difficult to design a pattern corresponding to the idealized finished size. In this paper, we propose a system that supports making pouches from the design of what users want to make to actually sewing it. The user selects one from three designs and inputs the size. The system calculates the appropriate pattern from each input of numerical value and supports procurement of necessary materials and cutting of parts. Also, by displaying the manufacturing procedure, the system supports the completion of the pouch. You can also design the pattern of cloth you want to use and combine it with a paper making support system or procedure display system. By displaying the manufacturing processes using the pattern of the designed cloth, more concrete and motivated production support becomes possible.

Keywords: pouch, creative support, computer graphics, primary education

1. はじめに

手芸作品を製作するにあたり、材料の調達やパーツを裁断する際に基準となる型紙は、製作したい物の形や大きさから必要なパーツの計算を行うことで得られる。しかし初心者の場合、パーツのイメージが沸きにくく、計算を間違えてしまうことが考えられ、パーツ同士をうまく縫い合わせる事ができない、完成品がイメージしていた大きさと異なるなどのトラブルが発生する。このイメージのギャップは初心者が手芸を行う際のハードルにもつながっている。

アパレル CAD の分野では、衣服用の型紙生成に関する研究¹⁾などが提案されている。また、衣服デザインを CG で支援した研究としては2次元の型紙の基本形をユーザが編集す

ると実時間で3次元形状を変形する研究²⁾や、入力した3次元モデルにユーザが分割線を入力して領域分割し、コンピュータが型紙を自動生成する研究³⁾などが発表されている。さらに、個人を対象としてモノづくりをコンピュータで支援する研究には、ぬいぐるみ⁴⁾やカバーデザインシステム⁵⁾など、知識を持たない初心者がデザインするための設計ツールが提案されている。

しかし、現在、多くの小中学校の家庭科の授業ではナップザック、エブロン、エコバッグなどの製作においてキットを利用しており、生徒は限られたデザインの中から選択したものを製作する。小学校学習指導要領解説家庭科編⁶⁾や、中学校学習指導要領(平成29年告示)解説技術・家庭編⁷⁾では、布を用いた作品の製作において、形の工夫や適切な材料を使

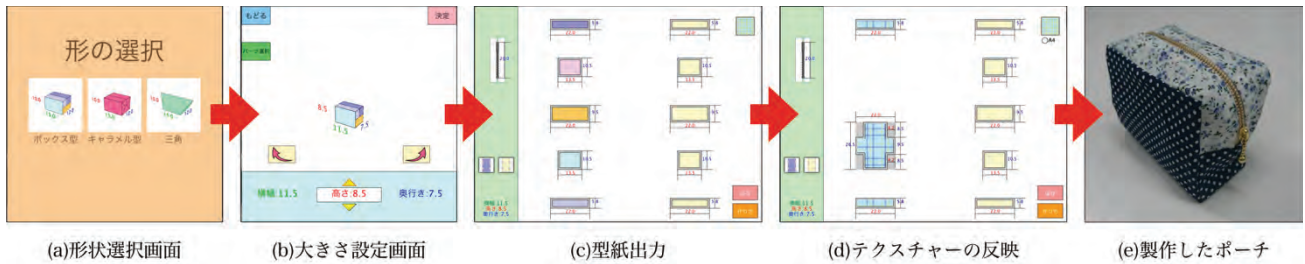


図1 提案システムの概要

Fig.1 Overview of the proposed system

用できること、縫い方ができることなどが学習のねらいとなっている。また、小中学校の現場では ICT 教育が導入され始めており、2020 年にはプログラミング教育の導入も提言されている。小学校の段階からプログラミング教育を使った論理的思考力の育成や、創造性、問題解決能力の育成が新たな教育方針として掲げられている⁸⁾ 中で、身近な手芸用品をコンピュータシステムを使用してユーザが自らデザイン、製作をすることができれば、これらの目的を満たせる点で補助教材として使用できる可能性がある。

そこで、ポーチを題材とし、完成後の形と大きさを指定することで、完成イメージを表示し、縫い代も含めたパーツの計算を行う支援システムを提案する。システムは入力された数値情報からインタラクティブに型紙と 3 次元の完成イメージを表示する。ユーザはこれを見ながら微調整を行うことでポーチをデザインしていく。完成品のサイズによって、製作可能かどうかの判断をコンピュータが行い、代替案をユーザに提示することで実際に製作可能な形の型紙を得る。また、ユーザはポーチに使う布の柄のデザインを行うことができる。デザインした布は上記のシステムに反映させることができ、完成イメージを表示するという支援を行うこともできる。さらに、家庭用インクジェットプリンタで印刷することを踏まえてパーツを A4 サイズと比較し、製作可能かどうかを判断することができる。最後に、実際にポーチを作る手順を表示する。ここでもユーザがデザインをした布をテクスチャーとして使用し製作過程のイメージを表示することができる。この支援システムを用いることで小中学生などの型紙デザインの知識を持たない子どもでも欲しい形と大きさのポーチをデザインし、実際に製作することが可能になる。なお、内容物を傷つけないよう、裏地付きのポーチを作ることとした。

2. 提案システム

本提案システムは Processing-3.0.2 を用いて実装した。ノート PC (MacOS High Sierra バージョン 10.13.16, プロセッサ 2.7 GHz Intel Core i5 メモリ 8 GB) でリアルタイムに稼働することを確認済みである。

提案システムは形状デザインモードと、生地デザインモード、製作支援モードの 3 つのモードから構成される。

2.1 形状デザインモード

形状デザインモードでは、通常ポーチに使われる 3 つの基本形状を用意した(図 1(a))。この中からユーザは作りたい形状を選択し、ポーチの横幅、高さ、奥行きの数値を入力(図 1(b))するとシステムは初期の型紙を算出する(図 1(c))。縫い代は全て 1cm として計算した。

ボックス型ポーチでは、ユーザはそれぞれのパーツを独立した布で縫うか、統合して 1 つのパーツとして縫うかを判断し、立体表示画面において統合したい面をクリック操作で統合するか、型紙表示画面においてドラッグアンドドロップをすることでパーツをつなげていく(図 2)。パーツがつながった際には 1 枚布で縫うとし、立体表示画面では図 3 の番号の小さいパーツ、型紙表示画面ではドラッグアンドドロップを行う 2 つのうち、上に配置されているパーツの配色を選択している。図 3 の②と④や、ファスナーによって実際にポーチを作る際にくっつけることができない①、⑤などのパーツも、立体表示画面では同じ色に変化させることができる。これにより、ユーザは完成イメージを想像しやすくなる。さらに、型紙表示画面において一括で全てのパーツを 1 枚布で作成するボタンも設置した。

型紙表示画面についてパーツの統合によってできた凹凸は、幅が大きい方のパーツの辺と統合した縦の長さからできる長方形を表示すると同時に、不要な長方形部分の大きさを表示する(図 2) ことで、裁断しやすくした。

また、次節で述べる生地デザインモードによりデザインした生地をパーツに反映することができる(図 1(d))。3 次元形状表示、または型紙デザインに変化が起きるたびに、システムは両画面を更新する。これにより、ユーザは縫った後の完成形や型紙の大きさを確認しながらデザインしていくことができる。

また、家庭用インクジェットプリンタで印刷できる A4 用紙サイズで製作可能か否かを判断することができる(図 4)。

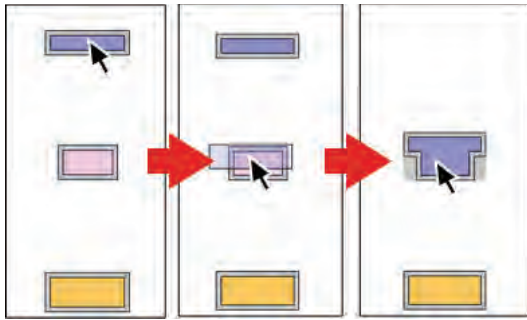


図2 型紙統合

Fig.2 Pattern integration

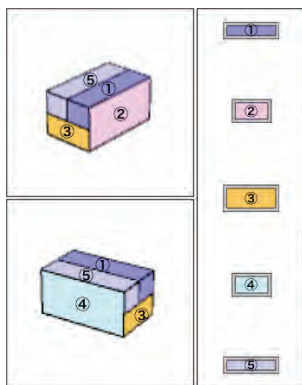
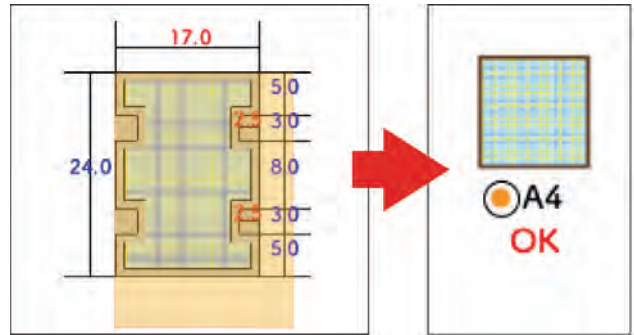


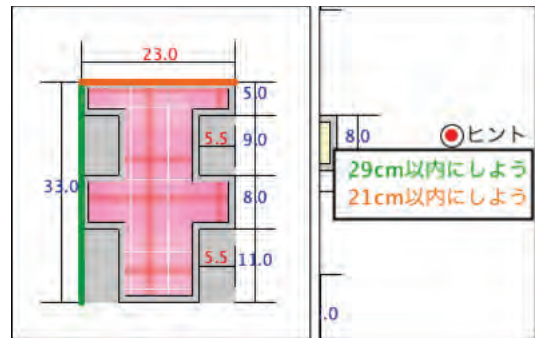
図3 立体表示と型紙表示の番号対応図

Fig.3 Number correspondence diagram of stereoscopic display and paper board display

製作可能かどうかについては、ボックスポーチでは各パーツについて、キャラメル型ポーチと三角ポーチでは一枚についてA4サイズの210mm×297mmに収まるかどうかを判断している。パーツの計算結果が長方形となっているため、長辺と短辺の長さをそれぞれ取得し、短辺と210mm、長辺と297mmを比較してどちらも範囲内であれば「OK」と表示する。A4では収まらず、製作不可能な場合は「長辺が長い」、「短辺が長い」、「NO」の3つで警告を行う。「NO」はどちらも範囲より大きい場合である。図4(a)にA4用紙サイズを黄色のハイライトで可視化して「OK」と表示される例を示す。また、「OK」以外の警告がされた場合、どのように変更するとA4サイズでの製作が可能になるか、システムはヒントを表示することができる(図4(b))。ヒント機能ではシステムは変更すべき部分を指摘する。A4の各辺の長さでパーツの辺の長さを比較した結果から、大きさの変更を提案し、ユーザに解決方法を提示する。この機能は表示/非表示を切り替えることができ、原因を自分で考えて欲しい小学校高学年などが使用する際には非表示にすることで思考を促す。ファスナーの長さはいずれも金具の長さを「横幅+高さ」で算出した。



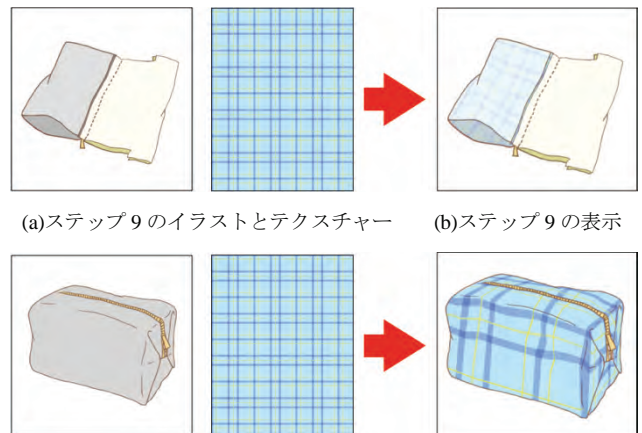
(a)A4サイズとの比較



(b)ヒントの表示

図4 A4サイズの布で製作できるかを判断

Fig.4 Judge whether it can be made with A4 size cloth



(c)ステップ25のイラストとテクスチャー (d)ステップ25の表示

図5 製作支援モードのテクスチャー反映

Fig.5 Texture reflection in production support mode

2.2 生地デザインモード

生地デザインモードでは、実際に使用する布の柄をデザインすることができる。デザインはタータンチェックとギンガムチェックの2種類で、どちらもベースとなる色とチェックを構成する縦縞、横縞の色を設定することでデザインを行う。使用する色はカラーパレットから指定することができる他、写真を読み込み、その写真に使われている色をマウス操作で

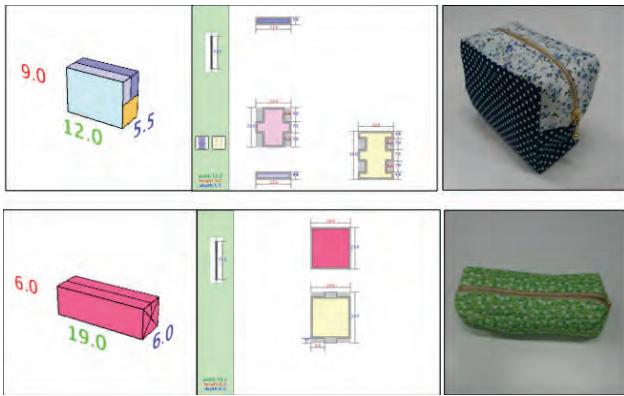
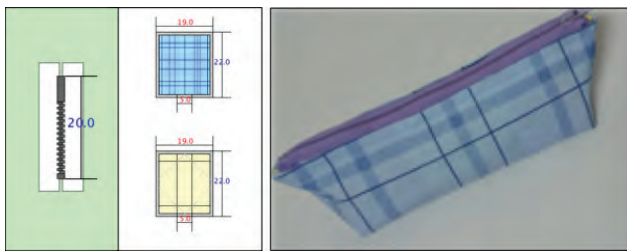


図6 提案システムでポーチを製作した結果

Fig.6 Results of making a pouch with the proposed system



(a)中に入れるモノの写真を参照した色でデザインした布



(b)自動生成された型紙

(c)製作したポーチ

図7 生地デザインとそれを利用したポーチ

Fig.7 Designed cloth and pouch made by using the system

選択することも可能とした。これにより、チェックの色合いを、ポーチの中に入れるものと揃えたり、自分の好みの色を組み合わせたりすることができる。マウスが指している色は左上に表示している正方形で確認することができ、現在取得している色はその下の星形の色で確認できる。

デザインが完了したら、「決定」ボタンを押すと A4 サイズの比率でデザインした柄の画像が表示される。「保存」ボタンを押すことで、インクジェットプリンタで印刷できる布用の A4 比率の画像を保存する。ユーザは最後にインクジェットプリンタを用いて印刷可能な布にデザインした柄をプリントアウトし、好みの柄でポーチを作成することができる。

2.3 製作支援モード

ユーザは製作支援モードを用いて実際にポーチを製作し

て行く。形状デザインモードにおいてユーザが選択したポーチの形を基に、製作手順を表示する。ユーザがオリジナルの生地を使うデザインを行わない場合、システムは形状デザインモードで表示されている色と同じ色の布を用いた手順の表示を行う。オリジナルの生地を使用してデザインを行なう場合、システムはその柄を用いて手順の表示をする。図 5(a), (c)のようにそれぞれのパーツ別に 1 ステップずつのイラストを描いておき、デザインした柄や色を反映するために生地部分を透過させ、図 5(b), (d)のように向きを考慮してテクスチャーを重ね合わせた。ここで図 5(a), (b)のステップ 9 は表布と裏布をファスナーに縫い合わせた際のイラストと表示、図 5(c), (d)のステップ 25 はキャラメル型ポーチの最終工程のイラストと表示である。一方で柄のずれなどはまだ考慮できておらず、この柄は作る際に参考程度にはなるが、チェックの柄を合わせるなどの機能は未実装であるため、出来上がりはイラストの柄とは正確に一致するとは言いえない。ボックス型ポーチでは、パーツの統合の有無を取得して色を対応させ、手順の表示をする。

システムは完成までの手順を一工程ずつ表示する。ユーザは一つの工程を終えたら、マウス操作によって次の工程に進んで行く。前の工程を確認できるように、製作手順表示画面は一工程ずつ戻ることも可能である。

3. 結果と議論

上記のシステムを使用してデザインした結果を図 6 に示す。2 名の被験者にポーチに入れるものを用意してもらい、その大きさを測定した上で本システムを利用してデザインしてもらった。また、生地デザイン段階から行った結果を図 7 に示す。こちらは著者がデザイン、製作を行った。中に入れたいマスキングテープの色を選択してタータンチェックの布をデザインした。

被験者はどちらも普段はあまり裁縫に触れていない初心者であるが、立体のポーチから想像しにくい型紙の形も、このシステムを使用すれば簡単に得ることができ、欲しかった大きさのポーチを完成させることができた。また、生地デザインモードにてデザインした布を、ポーチの立体表示や型紙表示に使用したことで、布を使用した際の完成イメージを持ちつつ製作作業を進めることができた。

以上のように、本システムを使用することで、立体からは想像のつきにくい型紙の大きさの計算ができ、デザインした布を使用した型紙とおおよその完成図の表示により、ユーザが難しいと感じるポイントのサポートが可能となったため、小学生や中学生などの手芸初心者でもオリジナルなデザインのポーチをより容易に完成できるようになった。

4. 今後の課題

今後は、ユーザがポーチの中に入れたい物を 3 次元スキャンし、その大きさに合ったポーチを提案するなどより手軽な

サイズ入力支援を検討したい。また、対話型進化計算などを用いて、自分でデザインをするのが苦手な人でも簡単にデザインできるようにするなど、ユーザが欲している形状をより簡単にデザインできる機構を取り入れたい。

また、使用したい布に大きなキャラクタがある場合には形状デザインモードの立体表示画面で使用したい部分を指定してポーチをデザインできる機構を検討したい。さらに、残り布を使用する場合、布の大きさを入力することでそれを使ってできるポーチをいくつか提案するなど、コンピュータを使った支援システムの方向性も検討したい。

本提案システムは教材としての使用も想定している。そのため、製作支援モードに通信機能を組み込むことで、授業中やワークショップなどで使用する際に先生が生徒一人一人の進み具合を知ることができる。それにより、もし長時間同じ画面で止まっている生徒がいたら、教師側から助言するなどの対応も可能となる。また、形状デザインモードは、立体とその展開図のつながりを把握することでもあるため、家庭科だけではなく算数などの空間図形把握の教材への展開についての可能性も今後検討していく。

参考文献

- 1) 山本高美, 土井美鈴, 藤代一成: “アパレル CAD 教育のための自動作図機能に基づいたブラウス用ディテールパターンのアーカイブ”, 画像電子学会誌, Vol. 33, No. 5, pp. 696-704 (2004).
- 2) N. Umetani, D. M. Kaufman, T. Igarashi, E. Grinspun: “Sensitive Couture for Interactive Garment Modeling and Editing”, ACM Trans. on Graphics (SIGGRAPH 2011), Vol. 30, Issue 4, Article No. 90 (2011).
- 3) M. Skouras, B. Thomazewski, P. Kaufman, A. Garg, B. Bickel, E. Grinspun, M. Gross: “Designing Inflatable Structures”, ACM Trans. on Graphics, Vol. 33, Issue 4, Article No. 63 (2014).
- 4) Y. Mori, T. Igarashi: “Plushie: An Interactive Design System for Plush Toys”, ACM Trans. on Graphics, Vol.23, No. 3, Article No. 45, pp. 1-8 (2007).
- 5) Y. Igarashi, T. Igarashi, H. Suzuki: “Interactive Cover Design Considering Physical Constraints”, Computer Graphics Forum, Vol. 28, Issue 7, pp. 1965-1973 (2009).
- 6) 文部科学省, “小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説家庭科編”, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_009.pdf (2018).
- 7) 文部科学省, “中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説技術・家庭科編”, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_009.pdf (2018).
- 8) 文部科学省, “小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説総則編”, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_001.pdf (2018).

(2019 年 2 月 27 日 受付)

(2019 年 7 月 21 日 再受付)



池田 優希

2019 年 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科卒業。同年、明治大学大学院先端数理学部先端メディアサイエンス専攻博士前期課程進学。コンピュータグラフィックス及びユーザインタフェースに関する研究に従事。



五十嵐 悠紀 (正会員)

2010 年 東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。博士(工学)。日本学術振興会特別研究員 PD, RPD を経て 2015 年より明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科専任講師, 2018 年より同准教授。コンピュータグラフィックス及びユーザインタフェースに関する研究に従事。著書に『AI 世代のデジタル教育 6 歳までにきたえておきたい能力 55』(河出書房新社), 『スマホに振り回される子 スマホを使いこなす子』(ジァース株式会社)など。



3DCG プログラミングを教えるお仕事

森谷 友昭 (正会員)

(東京電機大学)

My Work on 3DCG Programming Lectures

Tomoaki MORIYA (Member)

(Tokyo Denki University)

1. はじめに

本学会誌を購読されている諸兄諸姉の皆様においては、恐らく多くの方がコンピュータプログラミング（以下プログラミング）と縁が切れない人生を送っておられることと思う。私が所属している大学でも工学系の学科ではプログラミングは情報処理技術の基礎を成す重要な科目であり、1年生前期より講義が始まる。そんなプログラムの講義について2015年5月号のコーヒーズにて「プログラミングを教えるお仕事」と題して執筆した。このたび再びコーヒーズ記事執筆の依頼があったので、今回は私が一応の専門としている3DCGのプログラミングを教える過程に限って過去も振り返りつつ、つらつら思うことを書いていくことにする。

2. 講義内容

私の所属する情報メディア学科では、現在1年生～2年生におけるプログラムの導入でProcessing¹⁾とJava言語を使用しプログラムを学習する。Processingは、Java向けのOpenGLライブラリであるJOGL²⁾を内包しており、簡単な関数のみでリアルタイム3DCGを実行、表示できる(図1)。これを利用して、プログラミングの入門となる講義と並行して1年後期から3DCGプログラミングの講義を私が行っている。

Processingにおいて、カメラ(投影変換)、モデリング(プ

ログラムからの頂点定義)、アフィン変換(行列スタック)、ライティング、テクスチャマッピング、シェーダー機能などは関数やクラスとして標準で用意されている。ベクトルを扱うためのクラスPVectorはあるものの、行列を扱うクラスは標準では無い、など若干中途半端なところはあるが、3DCGの基礎を学ぶ上での機能に大きな不足はないと思う。

3年生では、ブラウザ向けのOpenGLであるWebGLを使いやすくしたライブラリthree.js³⁾を使用して、より発展的な内容を教える。またthree.jsはJavaScript用のライブラリであるが、Javaでプログラムを学んできた学生にとっては戸惑う場面が多いことを考慮し、実際にはJavaScriptの代替言語であるTypeScript⁴⁾で実装を行う。またコード編集およびデバッグ作業にはVisual Studio Code⁵⁾とChrome⁶⁾を用いる(図2)。これらのソフトウェアはWindows, MacOS, Linuxなど各種OSに対応したものがリリースされており、実行結果もブラウザ上で確認できるため、学生のPC環境による差をあまり考慮せずに講義資料を作ることがありがたい。

数年前は、同じ講義をMicrosoft XNA(以下XNA、公式に該当するページはすでに消失している)を用いて行っていた。以前、テレビゲーム機において個人の開発者にゲーム制作とその販売の門戸を開く試みとして、ゲーム機メーカー自身が

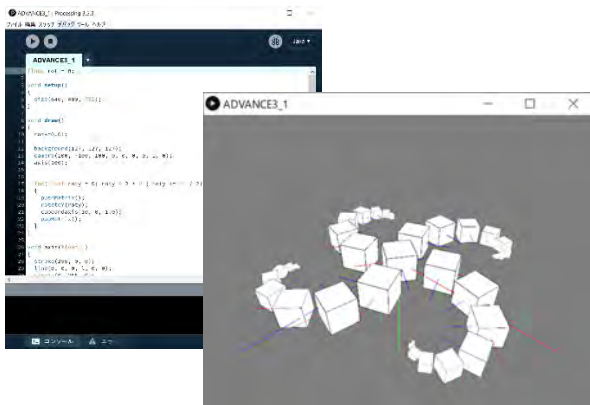


図1 Processingの画面

Fig.1 Screenshot of Processing

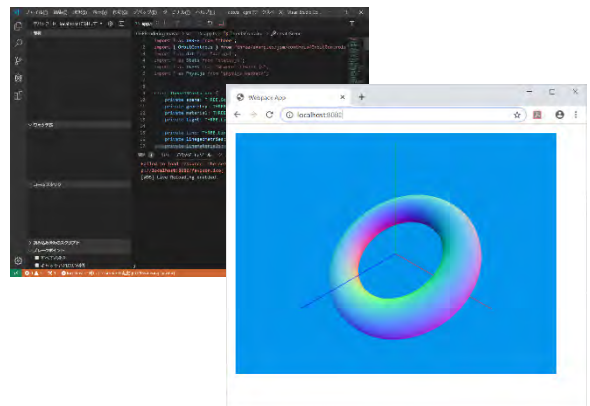


図2 Visual Studio Codeの画面

Fig.2 Screenshot of Visual Studio Code

個人使用向けのゲーム機用 API を公開していた時期があった。XNA もその一つであり、作成したゲームを Xbox360 上で実行、販売することが可能であった。XNA は Windows マシンに Microsoft Visual Studio と XNA をインストールすればすぐに 3DCG プログラミングが可能であること、とっつきやすい（と思う）言語 C# で開発ができること、また痒い所に手が届く API が用意されていることなど様々な利点があり講義で導入していた。しかしながら前述のゲーム機メーカーによる試みが大きな流れにならなかった（スマートフォンの台頭などが理由と考えられる）ことから、その世代のゲーム機の終わりとともに XNA 含めてサポートが終了したこともあり移行せざるを得なかった。加えて、大学側の事情として、MacOS の PC も学科の推奨購入機種となったため Windows でしか動かない開発環境が敬遠され始めたことも要因である。

3. 機種や OS の選択

PC が必要な講義において機種や OS をどうするか、という話は現在でも色々議論はあるだろうが、これについては変わり目に差し掛かっているように思う。Apple のタブレット端末、iPad は iOS に代わり専用の iPadOS⁷⁾ をリリースし、ついにマウスのサポートが行われ、キーボードと組み合わせて PC のように使用することが可能となった。またそれに対抗するように Microsoft は Surface Pro X⁸⁾ を発表した。ARM プロセッサが搭載されているため OS は Windows ではあるが、ARM アーキテクチャ用であり全ての Windows 用ソフトが動くわけではない。また、日本国内では普及しているとは言い難い Google Chrome OS を搭載した Chromebook⁹⁾ も複数の PC メーカーから発売されている。このように、従来 PC と呼ばれたものに現在様々なデバイス、OS が入り乱れ始めている。

教える側にとっては一つの環境に統一すれば資料作成や質問対応のコストを大きく下げることができる。しかし、一つの環境に固執することで、気がつけば時代遅れなことを教えてしまっている危険性もある。

プログラミングに関しては、入り乱れるデバイス、OS に対する一つの解決策として「すべてを Web ブラウザで完結させる」という考えがある。例えば、Processing では、書かれたプログラムを JavaScript で動作させるライブラリ P5.js がある。この P5.js を利用し、ブラウザ上でコーディング、実行ができる Web サービス OpenProcessing¹⁰⁾ がある。Web ページでユーザ登録をすればすぐに使うことができる。また、コード編集をブラウザ上で行うことのできる Visual Studio Online がすでに発表されている。発表されている情報を読む限りでは、ブラウザ上で動く Visual Studio Code のようなもので、コード編集が中心となるようである。サービス開始時期は未定だが、クラウド上の仮想 PC などと組み合わせて、ブラウザ上でコーディング、デバッグ作業が可能になると推測する。

ところで、昨年度より准教授となり大学院の講義も持つことになってしまった。大学院の講義ではゲームエンジンを使

用しシェーダーを中心に、より専門的な内容を実装する演習を行っている。リアルタイム 3DCG では最新の API に触れることも重要と思うが、DirectX¹¹⁾ や Vulkan¹²⁾ は本学科学生が慣れていない C++ を使用する必要がある。また、現在最新とされるリアルタイム 3DCG の API は GPU を細部までプログラム側で制御することによって、より GPU 性能を引き出せるように設計されている。しかし、その代償として簡単な CG を描画するだけでも多量のコードが必要であり、理解しておく必要のある GPU の仕組み、API の知識も多くなっており、最悪それだけで講義が終わってしまう。普遍的なアルゴリズムの知識と、時代によって変わるそれを実装するための技術的知識、大学という場でその二つのバランスをどのように取って講義を行っていくか、というのがなんとも難しいところである。私の講義でゲームエンジンを使用しているのはその妥協案である。

4. むすび

結局、前回と似たようなまどめになってしまったが、プログラミングというものは普遍的な部分もあるが、時代の流れ、技術の進歩によって変わってしまう部分もやはり多い。うまく舵をとりながらこれからもプログラミングを教える仕事を行ってきたい。

参考文献

- 1) Processing.org <https://processing.org/>.
- 2) JOGL - Java Binding for the OpenGL API <https://jogamp.org/jogl/www/>.
- 3) three.js - JavaScript 3D library <https://threejs.org>.
- 4) TypeScript - JavaScript that scales. <http://www.typescriptlang.org/>.
- 5) Visual Studio Code - コード エディター | Microsoft Azure <https://azure.microsoft.com/ja-jp/products/visual-studio-code/>.
- 6) Google Chrome ウェブブラウザ https://www.google.com/intl/ja_jp/chrome/.
- 7) iPadOS - Apple (日本) <https://www.apple.com/jp/ipados/>.
- 8) Surface Pro X: ビジネス向け LTE 対応 2-in-1 PC | ビジネス向け Surface <https://www.microsoft.com/ja-jp/surface/business/surface-pro-x>.
- 9) Google Chromebooks <https://www.google.com/chromebook/>.
- 10) OpenProcessing <https://www.openprocessing.org/>.
- 11) GitHub - microsoft/DirectX-Graphics-Samples <https://github.com/microsoft/DirectX-Graphics-Samples>.
- 12) Vulkan Overview - The Khronos Group Inc <https://www.khronos.org/vulkan/>.



森谷友昭 (正会員)

2007年東京電機大学大学院先端科学技術研究科情報通信メディア工学専攻博士課程入学、2010年修了。同年同大 未来科学部情報メディア学科助教、2018年 同大 未来科学部情報メディア学科准教授、現在に至る。コンピュータグラフィックスの研究に従事。ACM SIGGRAPH、映像情報メディア学会、画像電子学会、電子情報通信学会各会員。博士(工学)。

2019 年度画像電子学会年次大会報告

柿本 正憲† (年次大会実行委員長)

† 東京工科大学

Report of IIEEJ Annual Conference 2019

Masanori KAKIMOTO† (Chair, IIEEJ Annual Conference)

† Tokyo University of Technology

1. はじめに

本報告では 2019 年度の本学会年次大会概要、及び、年次大会の分析、さらに今後の年次大会に向けての課題等について報告する。

2. 2019 年度 年次大会概要

2019 年度の年次大会 Visual/Media Computing Conference 2019 (第 47 回年次大会) は、公益財団法人 画像情報教育振興協会 (CG-ARTS) の特別後援、日本画像学会、日本写真学会、日本印刷学会の協賛を得て、2019 年 6 月 27 日 (木)・28 日 (金)・29 日 (土) に早稲田大学国際会議場において開催した。昨年度、初日は午後開始であったが、本年は初日も午前からの開始とした。例年通り Visual Computing (VC2019) と併催した。VC2019 は、情報処理学会コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学研究会、映像情報メディア学会映像表現&コンピュータグラフィックス研究会との共催であり、公益財団法人 画像情報教育振興協会 (CG-ARTS) の特別後援をいただいている。

本大会のテーマは、「社会インフラ・生活インフラとして浸透した画像技術」であり、発表件数は、一般セッション 9 件、学生セッション 8 件、学生ポスター 2 件、企画セッション 47 件、オーガナイズドセッション 11 件、特別講演 2 件であった。

企画セッションの内訳は、DSG 研究会 5 件、VMA 研究会 4 件、VHIS 研究会 5 件、AIM 研究会 33 件 (3 テーマ: 10+12+11 件) であり、オーガナイズドセッションは 2 テーマで「XR (VR/AR/MR) の世界と画像符号化」(SIC 研究会) 4 件、「マルチスペクトル画像技術の展開」(VC 研究会) 7 件であった。

特別講演では、6 月 28 日に玉川大学脳科学研究所の塚田稔氏から「脳と AI と絵画—北斎の「大波」と脳の記憶構造—」の講演をいただき、29 日には (株) NHK アート総合美術センターの林伸彦氏から『「チョコちゃんに叱られる!」を支える CG 技術」の講演をいただいた。

VC2019 については、オーラル 18 件、ポスター 52 件、招待講演 12 件 (SIGGRAPH ASIA 2018 / Eurographics2019 採択論文 4 件、SIGGRAPH2019/TOG 採択論文 4 件、I3D 等採択論文 4 件)、VC 特別講演 1 件、企業招待講演 5 件 (サイバーエージェント、フォーラムエイト、ポリフォニー、デジタル・オレ

ンジ、東映アニメーション) が行われた。VC 特別講演は 6 月 27 日に (株) Preferred Networks の米辻 泰山氏・松岡 徹氏から「アニメーション映画制作における深層学習の応用 ~『あした世界が終わるとしても』~」の講演をいただいた。

年次大会と VC2019 を合わせ特別講演も含む総計 163 件の発表があり、大盛況であった。参加者数は、有料参加者 309 名、総参加者数 419 名となった。図 1 に参加者写真を掲げ、表 1 に各種実績を示す。また参考のため前年度の実績を表 2 に示す。

また、会場では、インターンシップ相談コーナー (シリコンスタジオ)、2 社 (オルツ、エバ・ジャパン) による企業展示、CG-ARTS 協会を通じて募った VC2019 スポンサー 13 社のうち 9 社による展示、2018 年度画像電子技術賞 2 件 <「羽虫の群れの動き生成システム」(北海道大学)、「展示会見学体験向上を目的とするユニバーサルオブジェクト認識技術を用いた MICE アプリの提供」(NTT サービスエボリューション研究所) > の展示が実施され、展示側と参加者との間で活発な意見交換・討論が交わされた。なお、6 月 28 日には通常総会ならびに新旧合同理事会が開催され、同日の講演終了後 19 時から、大隈ガーデンハウスにおいて、懇親会と表彰式が開催された。

その他の行事としては、昨年に続き 2 度目の企画である「論文執筆講座」を、編集委員長である広島大学 情報メディア教育研究センター 児玉 明 准教授を講師に迎え、28 日 (金) の 17:00~17:45 に第一会議室で実施した。

なお、年次大会の発表内容に対しては例年通り学会誌で「年次大会ショートペーパー特集」を、VC2019 の発表に関しては昨年に続き「VC2019 論文特集」を企画している。

年次大会の実行体制は以下のとおりである (敬称略)。実行委員長: 柿本 正憲; 実行副委員長: 田坂 和之 (MC)、森島 繁生 (VC) 栗山 繁 (VC2019 委員長); プログラム委員長: 伊藤 直己、岩崎 慶 (VC); プログラム副委員長: 児玉 明。企業担当: 和泉 章、会場担当: 能勢 将樹、今給黎 隆 (VC)、金森 由博 (VC)。筆者は企画委員長を 2018 年度より務めており今年度は年次大会委員長を兼任した。

また、VC2019 の運営委員会体制は以下のとおりである (敬称略)。委員長: 栗山 繁、副委員長: 森島 繁生、プログラム委員長: 岩崎 慶、プログラム副委員長: 岡部 誠、向井 智彦。

なお、画像関連連合会の他の3学会である日本印刷学会・日本画像学会・日本写真学会の年次大会は、7月2日(火)～5日(金)に千葉大学西千葉キャンパスで開催され、この3学会の参加票で本学会の年次大会も聴講でき、本学会の参加票で上記3学会の年次大会も聴講できることとした。

3. 2019年度年次大会の分析

2017年から開始されたオーガナイズドセッションは、今年度も静止画符号化標準化(SIC)研究会による「XR(VR/AR/MR)の世界と画像符号化」と、VC研究会の「マルチスペクトル画像技術の展開」にとどまった。オーガナイズドセッションの当初の意図は第2種研究会とは独立に、よりタイムリーなテーマをとりあげて講演を募集することである。その実現のためには従来からの懸案である第1種研究会での技術分野別組織の設立も検討すべきであると思われる。

企画セッションについては東京での開催ということもあり、地方開催であった昨年度より大幅に発表件数が増加した。しかし、企画セッションの講演者に関する参加費については慣例があるものの必ずしも周知されていないことがわかったため、次年度に向け規定として明文化することとなった。

たとえば、VHIS研究会では主としてハンディキャップのある方に興味深い話題をとりあげているため、年次大会の講演のうち、その企画セッションのみを聴講したい方が一定数おられると考えられるが、その方々にとって年次大会の参加費が通常の研究会(参加費は1,000円～2,000円)と比べ高すぎるため参加が困難であるという問題がある。その解決策としてこのような第2種研究会の活動を年次大会の企画セッションではなく、年次大会に併催する研究会とし、年次大会登録者はこの研究会には追加費用無しで参加できるような仕組

みが、以前より考えられている。今年度もその提案が出されたが十分な審議時間がとれず、結局そのような形式の導入の是非と、導入時の細かい規則を、次年度以降に引き続き議論することになった。また、一般セッション・学生セッションの発表数は今年度も低調であり、実行委員会として発表者の増加につながる新たな施策を打ち出せなかったことは反省材料と考えている。

4. むすび

過去10年の年次大会の参加者数、発表件数の推移を表3に掲げる。地方では2015年、東京では2016年に大きな落ち込みが生じ、その後、参加者数としては以前の水準に戻ったといえないこともないが、発表数については回復しておらず、その対策については一刻も猶予を許さない状況である。

また、今後、昨年度に続き画像関連連合会の他の学会の年次大会とは時期も場所も独立した開催となったことの評価、年次大会の地方開催の復活などの審議も必要と思われる。年次大会およびVisual Computingがより魅力を持てるよう、引き続き様々な取り組みを検討したい。



柿本 正憲 (正会員)

1982年 東京大学工学部電子工学科卒業。同年(株)富士通研究所入社。1989～1990年米国ブリガムヤング大学訪問研究員。1993～1995年CG機器メーカー、映像制作会社。1995～2011年日本シリコングラフィックス(株)。2011～2012年シリコンスタジオ(株)勤務。この間、2005年、東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了。博士(情報理工学)。2012年東京工科大学メディア学部教授、現在に至る。コンピュータグラフィックス、イメージメディアの研究に従事。

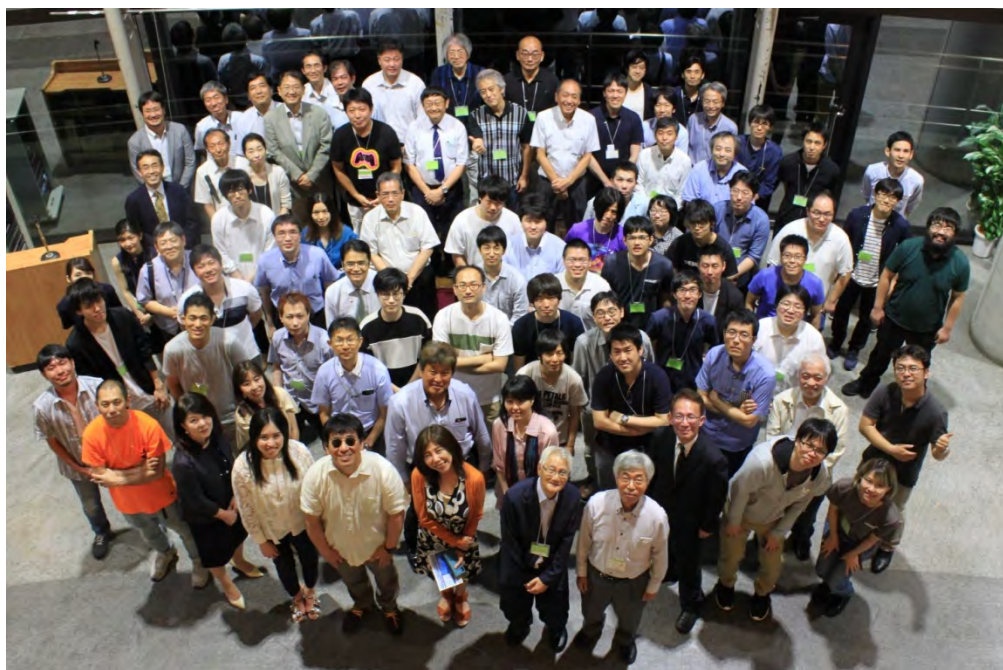


図1 参加者集合写真

表1 第47回(2019年)年次大会実績

場所	早稲田大学国際会議場
日程	2019年6月27日(木)・28日(金)・29日(土)
テーマ	社会インフラ・生活インフラとして浸透した画像技術
セッション構成	特別講演, 一般/学生/オーガナイズドセッションはシリアル, 企画セッションはパラレルにも実施, 学生ポスターセッションはVCと合同で実施
特別講演	1.(28日)「脳とAIと絵画-北斎の「大波」と脳の記憶構造-」 塚田 稔氏 (玉川大学脳科学研究所) 2.(29日)「『チョコちゃんに叱られる!』を支えるCG技術」 林 伸彦氏 (株式会社NHKアート総合美術センター) <VC特別講演(27日)「アニメーション映画制作における深層学習の応用 ~『あした世界が終わるとしても』~」 米辻 泰山, 松岡 徹 (株式会社 Preferred Networks)>
発表形式件数	総発表件数: 163件 一般セッション 9件(20分講演) 学生口頭セッション 8件(15分講演) 学生ポスター 2件 (→VCポスターと合同実施) 企画セッション 47件(約20分講演) DSG研究会, VMA研究会, VHIS研究会, AIM研究会 オーガナイズドセッション 11件 (20分講演) SIC研究会「XR(VR/AR/MR)の世界と画像符号化」 VC研究会「マルチスペクトル画像技術の展開」 特別講演 2件+VC特別1件(60分講演) VC2019 VC口頭発表 14(15分講演) →口頭発表に対してもポスター発表実施 VCポスター 52件 VC招待講演 12件+企業招待講演 5件
参加者数	総参加者数 419名 (有料参加者数 309名)

表2 第46回(2018年)年次大会実績(参考)

場所	山形テルサ (山形県山形市双葉町1丁目2番3号)
日程	2018年6月21日(木)午後・22日(金)・23日(土)
テーマ	AI/IoTが切り拓く画像イノベーション
セッション構成	特別講演, 一般/学生/企画セッションはシリアル, オーガナイズドセッション OS1とOS3はシリアル, OS2はパラレルで実施, ポスターセッションはVCと合同で実施
特別講演	1(22日)「足もどからのおもてなし-山形に生まれ、山形で育まれて-」 渡辺 博明 (オリエンタルカーペット株式会社 社長) 2(23日)「遊びではじめCGに魅せられて半世紀」 西田 友是 (広島修道大学(東京大学名誉教授)/ドワンゴCGリサーチ)
発表形式別件数	総発表件数: 130件 一般セッション 13件(20分講演) 学生セッション 10件(15分講演) 学生ポスター 5件 (→VCポスターと合同で実施) 企画セッション 6件(約20分講演)DSG研究会「地域活性化・人材育成・技能科学における図形・画像・Webコンテンツ活用」 オーガナイズドセッション 23件(20分講演) SIC研究会「画像イノベーションを牽引する新たな符号化技術」 VC研究会「マルチスペクトル画像」 AIM研究会「スマートシティにおける都市間連携と地域資源有効活用の技術的課題」 特別講演 2件(60分講演) VC2019 VC2018口頭発表 20件(25分講演) (→口頭発表に対してもポスター発表実施) VCポスター 30件 VC招待講演 19件+企業招待講演 2件
参加者数	総参加者数 241名 (有料参加者数 189名)

表3 最近の年次大会実績

年度	開催場所	有料参加者数	総参加者数	一般講演件数	学生発表件数	企画S講演件数	OS講演件数	VC講演件数	VCポスター件数	VC招待講演件数
2010	神奈川	191	372	15	30	29		20	30	1
2011	島根	198	238	17	38	28		21	26	2
2012	東京	264	387	26	51	26		23	30	2
2013	青森	203	231	28	32	21		22	30	4
2014	東京	240	336	17	36	23		27	28	5
2015	姫路	142	186	11	19	25		19	17	7
2016	東京	202	324	9	19	39		18	26	6
2017	東京	332	382	11	17	24	6	22	23	9
2018	山形	189	241	13	15	6	23	20	30	21
2019	東京	309	419	9	10	47	11	14	52	17

IEVC2019 実施報告

IEVC2019 実行委員会

The Report of IEVC2019

IEVC2019 Organizing Committee

1. はじめに

IEVC2019 (The 6th IIEEJ International Conference on Image Electronics and Visual Computing 2019)が2019年8月21日(火)～8月24日(金)の4日間、インドネシア バリ島 クタ (Kuta Bali, Indonesia)にあるビントアン・バリ・リゾートホテル (Bintang Bali Resort)で開催された。発表総件数は109件で、総参加者数は165名(内外国人参加者39名)であった。本稿では、その概要について報告する。

2. IEVC2019 における新たな取組

IEVC2019では、従来のIEVCワークショップの基本的な流れを踏襲しながらも、以下に述べる2つの新たな取組みを行った。

第一は、本会議を国際的に開かれた会議となるようにとの思いを込めて International Workshop から International Conference と名称変更した点である。もともとは、国内のIIEEJ会員を中心として国際的な発表の場を構築することがIEVCの目的であったが、回数を重ねることで、その本来の目的は達成されつつあり、今後、本会議をアジア各国により開かれた技術討論の場とすべく変更したものである。今回特に、現地インドネシアの複数の大学・機関から協力を得られ、結果的に、30名を超える海外からの発表者・聴講者が集まり、本会議を順調に終えることができた。しかしながら、アジアを含む海外の国々においては、発表内容(Proceeding)が国際的にIndexing(Scopus等)されることが国際会議の必須条件

となりつつあり、今回J-STAGEへの掲載を謳ったが、魅力的な国際会議として海外からの投稿・発表を集めるためには今後この点をさらに進めた対応が必要であるといえる、

次に、今回の新たな取組として、Call for Paperにおいて Journal Track (JT), Conference Track (CT), Late Breaking Paper (LBP)の3種類の投稿形式を設定した。初の試みであるJTではカンファレンス原稿(4頁)と同時に画像電子学会の英文論文誌投稿(8頁)も募集し、同じ査読者が査読(論文誌と同一査読基準)を行うことで本年12月号の論文誌IEVC2019JT特集に短期で掲載できる道を開いた。その結果JTへは予想を大きく上回る34件の投稿があった。また前回から開始したLBPは速報性の高い発表をProceeding 1-2ページで投稿可能とし、こちらにも投稿数25件と予想以上の投稿がなされた。JTは、査読体制、学会誌の投稿システムへの移行手段などの課題は残したが、国際会議と論文投稿をこれまで以上に結びつける有意義な取組となったと考えている。なお、英文論文誌のIEVC2019特集は従来通り2020年6月号に予定しており、投稿形式に依らず発表原稿すべてを対象としている。

3. 国際会議の概要

バリ島は、インドネシアでも有数のリゾート地で、会場となったクタはデンパサール空港に近い最も栄えている地区である。学会会場として選定したビントアン・バリ・リゾートはプールや直結したビーチを敷地にもつ高級ホテルである(図1)。今回は2部屋に分割可能となる大会議室1室と中会議室

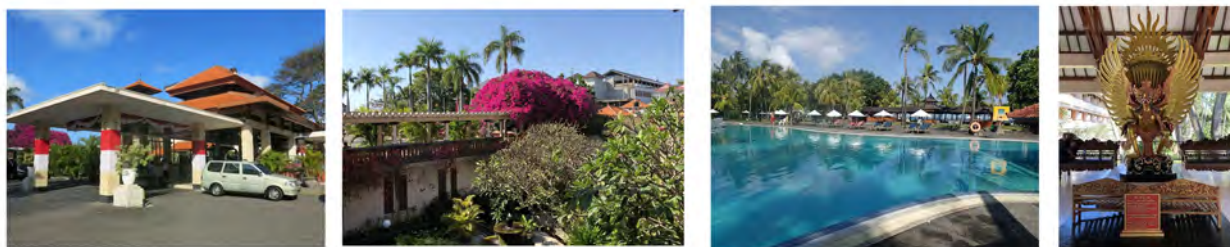


図1 会場外観



(a) Dr. Laksana Tri Handoko(LIPI) (b) Dr. Agus Fanar Syukri(LIPI)
(c) Prof. I Ketut Gede Darma Putra(Udayana Univ.) (d) Prof. Rolly Intan (Petra Chr. Univ.)

図2 基調・キャプストーン講演



(a) 会長挨拶 (b) 感謝状贈呈

(c) 会食 (d) ケチャダンス

図4 バンケット



図3 講演の様子 (基調講演, 口頭, ポスター)



図5 表彰式

1 室および事務局用の小部屋を使用して本国際会議を行った。初日(8月21日)は夕方に Registration のみが行われ、約6割の参加者が登録を済ませた。

2 日目(8月22日)は 9:00 から開始式典を行い、まず本学会の会長である斎藤先生から開会の挨拶があり、次に、インドネシア側で協力していただいたクリダ・ワカナ・キリスト教大学(UKRIDA)のErning Wihardjo 学長から、開催国を代表して祝辞を頂いた。その後、基調講演としてインドネシア科学院(LIPI)理事長であるLaksana Tri Handoko氏(ビデオ講演)および同科学院試験センター長のAgus Fanar Syukri氏に「インドネシア科学院における科学技術開発略」と題する講演をしていただいた(図2a, b)。午前後半はポスターセッション発表者全員(48件)による各1分のショートプレゼンを行い、昼休みに入った。

午後は、大会議室を2つに分け、会議室も合わせた3会場で、3セッション並列の口頭発表を行い、各々前半、後半に分かれ、計32件の発表が行われた(図3)。

3 日目(8月23日)は、まずI Ketut Gede Darma Putra 教授(国立ウダヤナ大学:バリ島)により、第5の産業革命ともいわれるデジタルディスラプション技術に関する基調講演が行われ、インドネシアにおける取組みが紹介された(図2c)。午前後半はポスターセッション(第1部)が引き続き大会議室にて行なわれ、22件のポスター発表が実施された(図3)。午後は、2日目と同様に3会場で、3セッション並列の口頭発表をそれぞれ前半、後半に分け、計29件の発表が行なわれた。

3 日目の発表終了後、バンケットを同ホテルのプールサイドにて実施し、参加者間の交流を図った。この席で、特に今回の会議で多大な協力をしていただいたUKRIDA 大学とUDAYANA 大学に対して、感謝状(盾)の贈呈を行った。バンケット中にはバリ島独特のケチャダンスの公演もあり十分楽しんでいただけたのではないかと思います。感謝状の贈呈の様子とバンケットの様子とを図4に示す。

最終日(8月24日)は、午前前半にポスター発表(第2部)が行われ26件の発表が実施された。その後、Rolly Intan 教授(Petra Christian University: Surabaya)により、“高度情報システム構築におけるソフトコンピューティング技術”というタイトルでキャプストーン講演が行われた(図2d)。不確定性の高いデータに対するファジィを発展させた形での取組が紹介され、本会議を締めくくる有意義なものとなった。

全ての発表の終了後、クロージングセッションに移り、ま

ず、表彰式が執り行われ、論文評価委員会において厳正な評価により選出された最優秀論文賞3件、優秀論文賞3件に表彰状と記念品が授与された(図5)。その後、小林実行委員長から閉会の挨拶があり閉幕した。なお最後に、大会議室にて参加者全員で記念撮影(図6)を行った。

4. む す び

今回の国際会議は、前回の IEVC2017 (2017年3月)閉会時点において、インドネシア・バリ島で2019年8月に開催することを宣言しており、計画通りに準備を進めた。その後2017年12月にバリ島アグン山の噴火があり予定していた事前視察が延期されるなど、一時は開催にむけて不確定要素もあったが、2018年4月の視察を経て、インドネシアを初めて訪問する参加者の便なども考慮しインドネシア内の幾つかの候補場所から最終的にバリに決定し、無事、本開催にこぎつけることができた。

今回の国際会議は、これまでに開催した、IEVC2014、IEVC2017と同様にアジア地域の大学と綿密に連携して企画・運営を行ったもので、国内外の研究者が集う発表の場として活発な議論・交流が行えたと考えている。特に、場所の選定、現地事情についての情報提供などの点で、インドネシア科学院(ハンドコ理事長)、クリダ・ワカナ・キリスト教大学(エルニング学長)の献身的な支援をいただかなければ実現できなかったと思う。厚く御礼申し上げる。

また、バリ島での開催が決定したのち、UDAYANA 大学(ダルマプトラ教授)には基調講演を含め、現地での支援を快く引き受けていただき、本会議のスムーズな運営に貢献いただいた。このほか、ペトラ・キリスト教大学(スラバヤ)、スラバヤ工科大学(スラバヤ)、ユニチャリフヒダヤット大学(ジャカルタ)等の複数のインドネシアの大学から基調講演あるいは査読などのご支援を賜ったことによって、国際会議にふさわしい会合にできたことを記し、これらの機関・大学関係者の方々に心から感謝を表したい。

本稿の執筆を終えるにあたり、本国際会議に参加・発表いただいた皆様、論文査読を担当頂いた方々、さらに実行委員として献身的な協力をしていただいた皆様にあらためて感謝の意を表します。なお、以下の附録に、国際会議の表彰結果、基調講演一覧、各セッションの概要、実行委員メンバーリスト、タイムスケジュールを掲載する。

謝 辞

本国際会議の開催にあたって、国際会議助成をしていただいた一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター様に深く感謝いたします。また、本国際会議開催の主旨にご賛同いただき、協賛企業としてご支援いただいた企業各位にも感謝の意を表します。

(文責 小林 直樹)



図6 参加者集合写真

附 録

A-1. IEVC2019 Award

表彰者、及び表彰論文リストを以下に示す。

- Best Paper Award (3件)
 - [4A-2]Yuji Demura, Makoto Fujisawa and Masahiko Mikawa :
“Particle-Based Volumetric Hair Interaction with Turbulent Flow”
 - [3B-4]Kazuhiko Murasaki, Chihiro Kazato, Shingo Ando and Atsushi Sagata :
“N-AUC: Maximization of the Narrow Area Under the ROC Curve for Recall-Oriented Abnormality Detection”
 - [4B-2]Khin Sabai Htwe, Takaaki Ishikawa and Hiroshi Watanabe :
“Hand Joints Detection on Noisy Hand Poses Using Variational Autoencoder”
- Excellent Paper Award (3件)
 - [1A-2]Jaime Sandoval, Kazuma Uenishi, Munetoshi Iwakiri and Kiyoshi Tanaka :
“Robust, Efficient and Deterministic Planes Detection in Unorganized Point Clouds based on Sliding Voxels”
 - [3A-4]Tomomi Kuda and Takafumi Saito :
“Generating Space Shapes with TAP Curves”
 - [3C-2]Chanjin Seo, Masato Sabanai, Jun Ohya and Hiroyuki Ogata: “A Method of Proposing the Training Suitable for Supplementing an Exerciser’s Lacking Skill in Sprint”

A-2. 基調講演・キャップストーン一覽

- Keynote Speech #1: “Science and Technology Development Strategy of the Indonesia Institute of Sciences”
Dr. Laksana Tri Handoko: Chairman of Indonesia Institute of Sciences (LIPI),
Dr. Agus Fanar Syukri: Head of Research Center for Testion Technology, Indonesian Institute of Sciences (LIPI)
- Keynote speech #2: “Digital Disruption Technology”
Prof. I Ketut Gede Darma Putra: Information technology department of Udayana University, Bali, Indonesia.
- Capstone speech: “Soft Computing Techniques for Constructing Intelligent Information System”
Prof. Rolly Intan: Informatics Department of Petra Christian University, Surabaya, Indonesia.

A-3. 各セッション概要

以下に各セッションの概要を示す。

- **Inaugural Session (Moderator: Kiyoshi Tanaka (NTT Service Evolution Laboratories))**
-開会宣言 : Takafumi Saito (Tokyo University of Agriculture and Technology)

-祝辞 : Dr. Erning Wihardjo (Rector of Krida Wacana Christian University)

- **1S (Keynote Speech) (Chair: Takafumi Saito (Tokyo University of Agriculture and Technology))**
LIPI (インドネシア科学院) の Syukri 博士および Handoko 博士 (ビデオでのプレゼン) から, LIPI の紹介と, インドネシアの科学技術発展のための施策について, 基調講演をいただいた。インドネシアは, これから数十年間, 人口ボーナス (総人口に占める働く人の割合が高い状態) が続く, このチャンスを国内の科学技術の発展にどう活かすかについて, LIPI の取り組みが紹介された。会場からも活発な質疑が行われた。
- **1A (Computer Vision) (Chair: Kunio Ohno (Monavis IT Consulting Co.))**
本セッションでは 5 件の発表があり質問も活発であった。最初と 2 番目の発表は, 3D を効率的に処理するもので一見地味な内容であるが著者の強い熱意が伝わってきた。3 番目の発表は, アンサンブルアプローチによるネットワーク学習モデルで新しい知見を紹介したものである。4 番目の発表は, 簡易な処理系を用いる視覚障害者向けシステムで, 視聴覚支援研究会の平山主査が突っ込んだ質問をされて議論が盛り上がった。最後の発表は, 人間の皮膚の CG に関する発表で加齢に対応するモデル展開などが示唆され今後の発展が期待された。
- **1B (Medical Image Processing) (Chair: Hideki Komagata (Saitama Medical University))**
招待講演 1 件と一般講演 5 件で構成されたセッションで, 招待講演では千葉大学の羽石先生らによる, LED 照明を用いた酸素飽和度の新たな測定法と赤血球のフロー分析法についての丁寧な解説が頂けた。一般講演では病理診断や網膜認証などを対象に, 様々な画像処理アルゴリズムや機械学習を用いた分析法についての発表があった。マルチスペクトルなどの画像収集を工夫した研究も多く, 終始活発な議論が交わされた。
- **1C (Imaging Device) Chair: Makoto Omodani (Tokai University), Yoshimitsu NAGAO (Waseda University)**
大型ディスプレイに関する講演が 2 件 (キヤノン, 東海大), 3 次元カメラ, AR ディスプレイ, ステレオドップラーレーダ, 3D プリンタ等による新たな応用システムなど, 従来の計測, 表示の概念にとらわれない新しいタイプのイメージングデバイスに関する講演計 6 件に対し議論が大いに盛り上がった。
- **2A (Image Processing) Chair: Mikio Shinya (Toho**

University)

最初の発表はイラスト等線画の線の自動修正に関するもの、2番目の発表はラテアート教示システムに関するものであった。3番目は画像から太陽周辺の輝度分布を推定する手法に関する発表であり、さらに昼間の写真から夜間写真に変換する際に人工灯の効果を加える手法に関する発表、ビデオの長さを自然に伸長させる処理に関する発表と続き、5件の興味深い発表に、活発な議論が交わされた。

● **2B (Visualization) Chair: Norimasa Yoshida (Nihon University)**

本セッションでは、可視化に関連する5件の発表があった。ストリートガイドマップのための経路パノラマ図の提案、2次元流れ場の可視化の際に流線の重なりなどの問題を階層的ポアソンディスクサンプリングによって解消させる手法、大学名とキャッチフレーズのポスターの配置位置による効果を視線追跡装置によって調べる研究、複素射影幾何学のための仮想データ学習環境に関する研究、天体物理学データ解析のための協調可視化環境を提供するフレームワークに関する研究が発表された。どの発表にも活発な質疑がなされ、発表者・聴講者ともに非常に有益なセッションであった。

● **2C (Neural Network) Chair: Kiyoshi Tanaka (NTT Service Evolution Laboratories)**

本セッションでは、深層学習の画像処理への適用を中心に5件の研究発表があった。発表内容は、古文書文字の認識、SNSの感情分析、カメラ画像を用いた自動運転、風景画像の領域推定、360度画像の生成、と多岐にわたった。発表者を含む約15名の参加者によって、研究の有用性や提案手法の有効性について質疑が交わされ、熱い討論が行われた。地元インドネシアの大学からも発表があり、国際会議として有意義なセッションとなった。

● **2S (Keynote Speech) Chair: Masanori Kakimoto (Tokyo University of Technology)**

地元バリ島の Udayana 大学情報テクノロジー学部の Darma Putra 教授より”Biometrics Disruption”というテーマで基調講演をしていただいた。IT 技術による革新的破壊的イノベーションがあらゆる分野で起きている事例を紹介し、特に生体認証技術による未来社会の変革を俯瞰していただいた。質疑では、生体情報が盗まれるリスクの質問に対し、様々な種類の生体情報の組み合わせで正しく個人認証を行う方向であるとの説明があった。

● **3A (CG Modeling) Chair: Makoto Fujisawa (University of Tsukuba)**

本セッションでは物理シミュレーションおよび CG モデリングに関する4件の発表が行われた。物理シミュレーションに関するものとしては、紙の破断シミュレーションにおいて繊維構造を考慮することを提案した研究、デニムの劣化をその内部構造まで考慮して再現した研究、燃焼過程を考慮して炎の色の計算する手法を提案した研究の3件の発表があった。また、CGモデリングに関しては、曲率を制御可能な TAP 曲線を空間曲線/曲面に拡張するという意欲的な研究発表があった。いずれも新しいアイデアに基づいており、結果も素晴らしく、今後のさらなる発展が期待できるものであった。

● **3B (General) Chair: Naoki Kobayashi (Saitama Medical University)**

本セッションでは5件の発表が行われた。最初の発表は低重力装置下での動物反応を観察する実験であった。2番目の発表はゲームコントローラの押し方から操作者の心的状況を機械学習で推定しようとする試みである。3番目の発表は災害時の自治体での優先付けを分析したものであった。また4番目の発表は深層学習による認識などでの recall rateni に着目した最適化に関する発表であった。また最後の発表はブロックチェーンを用いた流通セキュリティ対策に関する発表である。技術分野はいずれも異なるものの、それぞれ、最新の技術を利用した独創的な研究発表が多く興味深い内容であった。

● **3C (Medical and Training) Chair: Masahiro Ishikawa (Saitama Medical University)**

本セッションでは、医療から教育まで様々な分野にわたる4件の発表があった。医療関係では、ハイパースペクトル病理画像中の細胞核検出に着目した研究があり、また、スポーツ運動中の被験者の関節や部位を認識し、運動改善等を目指した発表が2件あった。さらに HTML を利用したインタラクティブな教育システムの構築についての発表もあった。異なる分野の発表を通してそれぞれの分野での苦勞が分かり非常に興味深かった。

● **4A (CG Animation / CG Interaction) Chair: Nobuhiko Mukai (Tokyo City University)**

発表は6件であり、アニメーション関係3件、VR/AR 関係2件、CGシミュレーション関係1件である。アニメーションは効率的なアニメ制作のためのツール、VR/AR 関係はアミューズメントを目的とした評価指標や子供でも楽しめるシステム、CGシミュレーションは髪の毛のなびく正確な表現手法についての研究である。聴衆は30名ほどであり、示唆に富んだ質問や助言が多く出され、活発な議論が行われた。

● **4B (General) Mei Kodama (Hiroshima University)**

本セッションでは、4件のオーラル発表があった。最初の発表では、連続するサイン言語画像の抽出精度の向上として、半自動化手法を提案し、flat-start と manual annotation との比較結果を示し、提案方式が抽出目標に近い性能を有することを示した。2番目の発表は、YOLO, OpenPose, VAE モデルを組み合わせた方法でノイズを含むハンドポーズ画像からの手の情報抽出性能を向上する方法を提案しており、重み係数を利用すると更に効果的であることを示している。3番目の発表では、バス乗車人数、同一人物特定に関する画像自動抽出処理方法が提案されており、ランク k 以下の場合で性能が向上することを示している。大人子供、トラッキング間隔、画像の詳細性などは、今後の課題である。4番目の発表は、kansei に基づいた画像検索に関する研究であり、6つの kansei words に基づいた感性空間を利用した検索結果を示している。現状では検索精度が余り高くないが、精度向上法についても検討している。また、従来の画像特徴量による従来法との比較は今後の課題である。以上、いずれも非常に興味深い研究が発表され、活発な議論がなされた。今後の研究結果についても注目したい。

● **4C (Signage and Language) Chair: Osamu Uchida (Tokai University)**

本セッションでは、合計6件の発表があった。1件目は、テーブルトップディスプレイに対する音響提示技術に関する研究、2件目はWEBベースのデジタルサイネージの有用性に関する研究、3件目はデジタルサイネージのパーソナルサービスをユーザ自身の端末を利用して実現する方法に関する研究、4件目は共同作業環境下における指示代名詞「これ」「それ」の使われ方の分析に関する研究、5件目は対話型遺伝的アルゴリズムを用いた漢字のデザインに関する研究、6件目はスーパーボクセルセグメンテーションを利用した3D点群のレジストレーションに関する研究であった。いずれの発表もオリジナリティが高い研究であり、今後の更なる発展が期待できるものであった。

● **3S (Capstone Speech) Chair: Naoki Kobayashi (Saitama Medical University)**

本国際会議を締めくくりとして、ペトラキリスト教大学(スラバヤ・インドネシア)のRolly Intan教授による高度情報システムを構築するソフトコンピューティング技術に関するCapstone講演をいただいた。従来のファジー理論を発展させた本技術の重要性について具体例を示しながらわかりやすく講演いただき、画像処理を目指す者にとって非常に有意義なものであった。

● **0P, 1P, 2P (Poster) : Chair: Tomokazu Ishikawa (Toyo University)**

Poster Session では、Day 1 に Poster Fast Forward Session として全48件のショートプレゼンテーションが行われた。ポスターを掲示しての発表は2日に分けて実施され、Day2に1Pとして23件のポスター発表、Day3に2Pとして25件のポスター発表を行った。研究内容は画像処理、画像認識、コンピュータグラフィックスから、画像を利用した社会貢献活動など多岐にわたった。いずれの研究も今後の進展が大いに期待されるもので、多くの参加者に来場頂き、どの発表にとっても、良い議論の場となった。

● **Closing Session Moderator: Yuriko Takeshima (Tokyo University of Technology)**

-表彰式: Kazuto Kamikura (Tokyo Polytechnic University)
-閉会宣言: Naoki Kobayashi (Saitama Medical University)

A-4. IEVC2019 Organizing Committee

IEVC2019における組織委員会メンバーを次に挙げる。

○Honorary chairman

Takafumi Saito (Tokyo University of Agriculture and Technology)

○Conference Chair

Naoki Kobayashi (Saitama Medical University)

○Executive Advisors

Fumitaka Ono (Tokyo Polytechnic University)

Mei Kodama (Hiroshima University)

Masanori Kakimoto (Tokyo University of Technology)

Kiyoshi Tanaka (Shinshu University)

○General Chair

Kiyoshi Tanaka (NTT Service Evolution Laboratories)

○General Vice-Chairs

Tomokazu Ishikawa (Toyo University)

Hideki Komagata (Saitama Medical University)

○Technical Program Committee Chair

Yuriko Takeshima (Tokyo University of Technology)

○Technical Program Committee Vice-Chairs

Osamu Uchida (Tokai University)

Kazuto Kamikura (Tokyo Polytechnic University)

Masahiro Ishikawa (Saitama Medical University)

○Technical Program Committee Executive Members

(*:Award Committee Members)

Qurrotul Aini (Syarif Hidayatullah State Islamic University)
Pulung Nurtantio Andono (Dian Nuswantoro University)
Masashi Baba* (Hiroshima City University)
Yoshinori Dobashi (Hokkaido University)
Makoto Fujisawa (University of Tsukuba)
Issei Fujishiro (Keio University)
Hideaki Haneishi (Chiba University)
Junichi Hara (Ricoh)
Madoka Hasegawa (Utsunomiya University)
Yuji Hatanaka (The University of Shiga Prefecture)
Yoshinori Hatori (Tokyo Institute of Technology)
Makoto J. Hirayama (Osaka Institute of Technology)
Hiroyasu Ujike (AIST)
Akira Tanaka (Fukushima University)
Tatsuki Inuzuka (Hitachi)
Tomokazu Ishikawa (Toyo University)
Masahiro Ishikawa (Saitama Medical University)
Takaaki Ishikawa (Waseda University)
Takayuki Itoh (Ochanomizu University)
Kei Iwasaki (Wakayama University)
Mitsugu Kakuta (NSSU)
Kazuto Kamikura* (Tokyo Polytechnic University)
Kitahiro Kaneda (NAGASE & Co. Ltd.)
Kazufumi Kaneda* (Hiroshima University)
Naoto Kawamura (former Canon Inc.)
Shunichi Kimura (Fuji Xerox Co. Ltd.)
Naoki Kobayashi (Saitama Medical University)
Mei Kodama* (Hiroshima University)
Takafumi Koike (Hosei University)
Kazuyuki Kojima (Shonan Institute of Technology)
Hideki Komagata (Saitama Medical University)
Toshihiro Komma (Tokyo Metropolitan University)
Kunio Kondo (Tokyo University of Technology)
Kouichi Konno (Iwate University)
Hiroyuki Kubo (Nara Institute of Science and Technology)
Koji Makita (Canon Inc.)
Kazunori Miyata (Japan Advanced Institute of Science and Technology)
Shinji Mizuno (Aichi Institute of Technology)
Tomoaki Moriya (Tokyo Denki University)
Nobuhiko Mukai* (Tokyo City University)
Hiroschi Nagahashi (Japan Women's University)
Yoshimitsu Nagao (Waseda University)
Koji Nishio (Osaka Institute of Technology)
Kunio Ohno (Monavis IT Consulting Co.)
Fumitaka Ono* (Tokyo Polytechnic University)

Tomoko Ozeki (Tokai University)
Ardyono Priyadi
Shuhei Sato* (University of Toyama)
Hiroaki Sawano (Aichi Institute of Technology)
Kazuma Shinoda* (Utsunomiya University)
Mikio Shinya* (Toho University)
Shinichi Shirakawa (Yokohama National University)
Pavadee Sompagdee (Thammasat University)
Oki Sunardi (Krida Wacana Christian University)
Hiroyuki Suzuki (Tokyo Institute of Technology)
Katsumi Tadamura (Yamaguchi University)
Hiroki Takahashi (The University of Electro-Communications)
Masaki Takahashi (Japan Broadcasting Corporation (NHK))
Yuriko Takeshima (Tokyo University of Technology)
Kiyoshi Tanaka (NTT Service Evolution Laboratories)
Kiyoshi Tanaka* (Shinshu University)
Yukinobu Taniguchi (Tokyo University of Science)
Kazuyuki Tasaka (KDDI Research Inc.)
Hideki Todo (Chuo Gakuin University)
Masahiro Toyoura (University of Yamanashi)
Osamu Uchida (Tokai University)
Kazutake Uehira (Kanagawa Institute of Technology)
Taichi Watanabe (Tokyo University of Technology)
Osamu Watanabe (Takushoku University)
Eriko Watanabe (The University of Electro-Communications)
Hiroschi Watanabe (Waseda University)
Yasushi Yamaguchi (The University of Tokyo)
Yoshiyuki Yashima (Chiba Institute of Technology)
Norimasa Yoshida* (Nihon University)

○Finance Chairs

Yoshimitsu Nagao (Waseda University)
Hidekazu Sekizawa (IIEEJ)

○Secretary-generals

Hidekazu Sekizawa (IIEEJ)
Rieko Fukushima (IIEEJ)
Kyoko Honda (IIEEJ)

A-5. タイムスケジュール

本ワークショップのタイムスケジュールを**附表 A**に示す

附表 A タイムスケジュール (Aug.21-24)

Day 1: Wednesday, August 21, 2019		
16:00	17:00	Registration

Day 2: Thursday, August 22, 2019				
Start	End	Room1	Room2	Room3
8:20	9:00	Registration		
9:00	9:30	1R: Inaugural Session		
9:30	10:20	1S: Keynote Speech		
10:20	10:35	Short Break		
10:35	11:45	0P: Poster Fast Forward Session		
11:45	13:30	Lunch		
13:30	15:30	1A: Session (Computer Vision)	1B: Session (Medical Image Processing)	1C: Session (Imaging Device)
15:30	16:00	Coffee Break		
16:00	17:40	2A: Session (Image Processing)	2B: Session (Visualization)	2C: Session (Neural Network)

Day 3: Friday, August 23, 2019				
Start	End	Room1	Room2	Room3
8:30	9:00	Registration		
9:00	9:50	2S: Keynote Speech		
9:50	10:05	Short Break		
10:05	10:10	Video Presentation by Sponsors		
10:10	11:35	1P: Poster Session		
11:35	13:20	Lunch		
13:20	15:00	3A: Session (CG Modeling)	3B: Session (General)	3C: Session (Medical and Training)
15:00	15:30	Coffee Break		
15:30	17:30	4A: Session (CG Animation / CG Interaction)	4B: Session (General)	4C: Session (Signage and Language)
17:30	18:00	Break		
18:00	20:00	Banquet		

Day 4: Saturday, August 24, 2019				
Start	End	Room1	Room2	Room3
8:30	9:00	Registration		
9:00	10:30	2P: Poster Session		
10:30	10:45	Short Break		
10:45	11:35	3S: Capstone Speech		
11:35	11:55	2R: Closing Session		

信州大学 グローバル化推進センター

津田 大介 (正会員)

信州大学

Center for Global Education and Collaboration
Shinshu University, National University Corporation

Daisuke TSUDA (member)

Shinshu University

1. はじめに

信州大学は1949年に設立され、長野県松本市に本部を置き、8つの学部（人文、教育、経法、理、医、工、農、繊維）と共通教育を行う全学教育機構、6つの研究科（人文科学、教育学、経済・社会政策科学、総合理工学、医学系、総合理工学）、そして附属病院の他さまざまな研究施設、機能組織からなる総合大学である。キャンパスは松本（人文、経法、理、医、共通教育）に加え、長野市に教育、工学の2キャンパス、上田市に繊維のキャンパス、上伊那郡南箕輪村に農学のキャンパスが配置されている。人員構成としては、学部生約9,000人、大学院生約2,000人、教職員約2,500人からなる。約11,000人の学生のうち約400人が外国人留学生で占められている。

信州大学では現在、2016年にスタートした第3期中期目標の中盤にあるが、その前の第2期中期目標の後半において教育研究のグローバル化、イノベーション機能強化等の重点課題が掲げられ、グローバル化に対しては今回の紹介組織の前身である「グローバル教育推進センター」が2015年に創設され、全学を横断的に束ねる戦略的な推進組織体制の基盤整備が行われた。続く2016年から第3期中期目標に入り、大学運営の基本方針として「3つのG (Green, Global, Gentle)」と「3つのL (Local, Literacy, Linkage)」が設定され、グローバル化は

この戦略的推進項目の一翼を担う形で強化活動が進められている。センター設立後新たに導入したグローバル化諸施策の効果は数年で着実に顕在化し、2019年からはセンター機能が研究機能の一部を含む形に拡張され「グローバル化推進センター」と改組・改称され今日に至っている。図1に当センターの組織図、図2に活動成果の一例として海外派遣学生数と本学主催海外プログラム数の年度推移を示す。

2. グローバル化推進センターの概要

当センターは拠点を大学本部のある松本キャンパスに置き、国際交流担当副学長である田中清教授（本学会副会長）がセンター長を務め、筆者を含む合計7名（うちドイツ人1名）の教員によって構成される。その運営には当センター改組と同時に事務組織として格上げされた国際部の17名の構成メンバーと密接に連携して当たっている。さらに松本から離れた4キャンパスにもそれぞれ国際交流コーディネーターを配置し、各学部と連携しながら全てのキャンパスにおける国際交流を促進する環境を整えている。

センターのミッションを一言で表すと“大学全体の教育研究の国際通用力強化”になる。本学は現在海外に大学間協定校112、学部間協定校93のネットワークを有し、それらを最大限活用しながら、本学とその周辺地域、海外の協定校とその周辺地域における学生・スタッフの教育研究における様々な双方向の国際交流を推進している。合わせてそれらを支

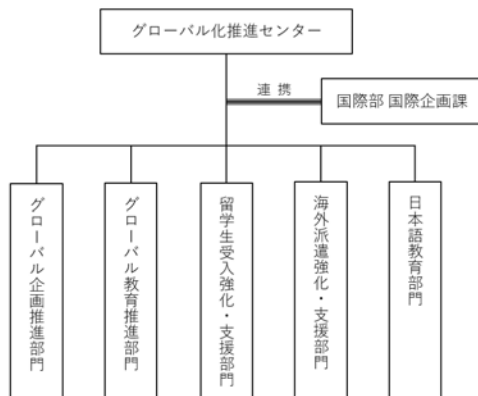


図1 グローバル化推進センター組織図

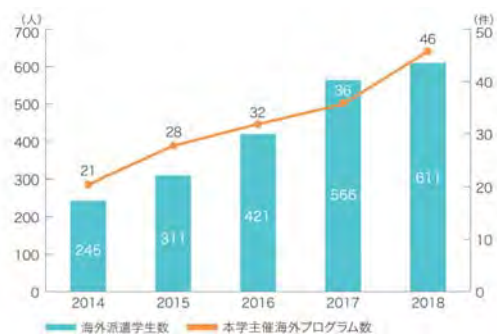


図2 海外派遣学生数、本学主催海外プログラム数推移



図3 グローバル化推進センターと国際部のメンバー



図4 各キャンパスの国際交流コーディネーター（左）と留学コンサルティング風景（右）

る基盤として学生向けの奨学金や事業助成金の獲得，活動実績の内外への広報，自国を離れて活動する学生・スタッフの安全・健康維持やリスクマネジメントの支援体制整備を進めている。次章で現在の重点活動について紹介する。

3. 現在の重点的活動

3.1 グローバルコア人材養成コース（副専攻）

本学では学部生向けに，所属学部で学ぶ主専攻に加えて，いずれの学部にも所属していても履修できる副専攻コースを現在3コース用意しており，当センターではその一つである“グローバルコア人材養成コース”の企画運営を担っている。コースの狙いは，海外・国内におけるグローバル環境で組織のコア人材として将来活躍できる素養，能力，教養を身につけ，主体的に協働できる人材の育成にあり，2018年度に創設された。BASIC，ADVANCEDの2コースで構成され，両者を共に修了することが推奨されているがBASICの修了のみでも副専攻として認定される。BASICコースの履修は学生の多くが1年次生から開始する。国際理解科目群，日本理解科目群，グローバルコア人材養成科目群の中から各1科目以上，計8単位と，グローバル実践BASICとして短期海外研修2単位を合わせた合計10単位の取得，英語力としてTOEIC 500点と同等以上を有すること，そして上記学習を総合的に俯瞰してポートフォリオを完成させることでBASICコースの修了が認定される。BASIC修了者はADVANCEDコースに進むことができ，全学横断科目（グローバル人材論）2単位，学部専門科目群より1科目2単位，グローバル実践ADVANCEDとして自律型海外研修2単位を合わせた合計6単位の取得，TOEIC 700点と同等以上，そして俯瞰的にまとめるポートフォリオの完成によってADVANCEDコースの修了が認定さ

れる。開講初年度の2018年度はBASICコースに100人を超える登録があり順調な滑り出しを見せた。将来的にこの副専攻コース出身者が社会から認められる存在としてグローバルに活躍してくれることを望む次第である。

3.2 外国人留学生の地域・国内就職の促進

日本経済全体の活性化のため，幅広い産業で高度外国人材の獲得・定着が求められる環境下，文部科学省が2017年に設置・公募した“留学生就職促進プログラム”において，本学と金沢大学の協働事業“かがやき・つなぐ北陸・信州留学生就職促進プログラム”が採択された。このプログラムでは，1) アクティブ・ラーニングによる短期集中型ビジネス日本語教育，2) 日本の企業文化を理解し，将来の産業界の担い手となる柔軟でタフな高度職業人材を養成するキャリア教育，3) 留学生と日本人学生からなる多国籍ユニットによる協働インターンシップ，を柱として，専門スタッフの配置，地域企業とのコンソーシアム構築，春夏の研修旅行をはじめとする各種イベント等の実施による推進強化を図っている。その結果，2018年度には国内就職を希望した外国人留学生全員が内定を勝ち取ることができた。

3.3 海外サテライトオフィスを活用した教育研究の推進

本学の海外協定校の中で，特に複数の協働活動が進む大学を強化対象とし，その大学キャンパスに本学のサテライトオフィスを設置したり，マッチングファンド出資に協力頂くことを通じて連携の加速化を図っている。サテライトオフィスは2017年度にマレーシアとフランス，2018年度にタイとブラジル，2019年度に中国とアメリカの各大学内に設置することができ，本学の海外拠点としての足場が着実に広がりつつある。

4. おわりに

筆者が勤務する信州大学での国際交流推進活動に関わる紹介を行った。当センターが大学横断的に推進する対象はテーマ領域も地理的領域も360度の広がりを持つ可能性を有しており，様々な専門家や学生，並びに多くの国・地域との協業を発展させていくことには得も言われぬ醍醐味がある。今後，読者の皆様にご支援をお願いする際には，ご協力を賜われれば幸いである。



津田 大介（正会員）

1981年 横浜国立大学大学院工学研究科修士課程修了。同年 富士ゼロックス株式会社入社。1992～95年 Xerox Palo Alto Research Center 客員研究員。2014年 信州大学地域共同研究センター客員教授，2015年 信州大学グローバル教育推進センター 特任教授。2019年 信州大学グローバル化推進センター教授。現在に至る。画像電子学会会員。

ホログラフィと符号化

吉川 浩
(日本大学)

Holography and Coding

Hiroshi YOSHIKAWA

(Nihon University)

1. まえがき

ホログラフィは、電子顕微鏡の性能向上法として 1948 年に D. Gabor により発明された¹⁾。当時は干渉性の良い光源が無くあまり注目されなかったが、レーザが実用化され、3 次元像の記録再生結果が写真とともに論文に掲載されると、研究ブームが起きた。ホログラフィは物体からの光の波面情報を参照光との干渉により 2 次元の画像情報として記録・再生が可能である。ホログラフィはその方法を指し、記録されたものをホログラムと呼ぶ。通常は感光材料を用いるが、これをイメージセンサや液晶パネルなどの空間光変調に置き換えると、デジタル写真のように電子的な記録・再生が可能となる。また、コンピュータグラフィックスのように、仮想物体の 3 次元データからホログラムを計算することも可能である。

筆者は 3 次元表示のためのデジタル技術を用いたホログラフィについて 30 年ほど研究を行ってきた。当初より符号化の専門家から、どのように符号化すればよいかという質問をしばしば受け、情報量低減や符号化 (情報圧縮) について基本的な研究を行ってきた^{2,4)}。本文では、これまでの情報量低減や符号化の研究、さらには符号化の国際標準に向けた動きなどを紹介する。

2. ホログラフィの特徴と情報量の低減

ホログラフィの原理⁵⁾については多くの文献があるのでここでは省略し、符号化を考える際に必要な要素についての概要を解説する。

2.1 ホログラムの情報量

干渉縞として記録されたホログラムの情報量は、そのドットピッチとサイズおよび 1 ドット当たりのビット数から計算できる。ホログラムのドットピッチは、標本化定理より干渉縞周期の半分以下とすればよい。ここで、周期は記録に用いる波長と物体光 (物体で反射・散乱された光) および参照光 (干渉縞を発生させるための光) が記録面の法線となす角度から計算できる²⁾。例えば、記録時の波長を $0.5 \mu\text{m}$ とし、物体光と参照光の角度をそれぞれ 30 度、 -30 度とすると、周期

は波長と同じ $0.5 \mu\text{m}$ となり、ドットピッチを周期の半分とすると $0.25 \mu\text{m}$ となる。この値は 1mm あたり $4,000$ ドットである。ホログラムのサイズを 100mm 角とするとドット数は $(100 \times 4,000)^2 = 1.6 \times 10^{11} = 160\text{G}$ となり、1 ドットの情報を 8 ビット (1 Byte) と仮定すると、情報量は 160GByte となる。これは、HDTV の $20,000$ 倍であり、情報量の低減や効率的な符号化が重要であることがわかる。

2.2 情報量低減法

ホログラムに対する情報量の低減法をいくつか紹介する。

- 視差の制限: 情報量低減法の一つとして、縦方向視差の放棄がある⁶⁾。人間の目は左右に離れているため、横方向視差 (見え方の変化) には敏感だが、縦方向視差は視点を上下に動かさなければ認識されない。そこで、縦方向は走査線として解像度を $1,000$ とすると、その情報量は 100mm 角で $(100 \times 4,000) \times 1,000 = 400\text{MByte}$ となる。
- 視域の制限: ホログラフィ画像は冗長といわれるが、その理由の一つは被写体に対して連続した視点からの視差情報を持っているからである。視域 (像を観察可能な範囲) を制限することで情報量の低減が可能であり、視点追従と組み合わせる方法⁷⁾やヘッドマウントディスプレイ方式⁸⁾などが研究されている。
- 解像力の制限: 再生像の解像力は、ホログラムのサイズや観察距離等で変化するが、光の波長程度になることもあり、人間の視覚をはるかに上回る。そこで、解像力を制限することで情報量を低減できる。光学ホログラムでは、小領域に分割して間引く方法が提案されている⁹⁾。この方法をホログラフィックビデオディスプレイに適用したところ、 $1/4$ 程度に間引いても主観評価で劣化がほとんど認識されないことがわかった²⁾。

2.3 画像符号化の適用

デジタル化されたホログラムは 2 次元の濃淡画像なので、JPEG (Joint Photographic Experts Group) などの画像符号化を適用可能である。しかし、ホログラムの特徴は通常の 2 次元画像の特徴とは大きく異なるので、効率よく符号化できるとは

限らない。例えば、JPEG の場合は画像を小ブロックに分割して DCT を適用し、低域にスペクトルが集中するなどの特徴を用いて効率よく符号化している。ホログラムのスペクトルは被写体からの光がホログラムに入射する角度に依存するため、特定の帯域に集中するとは限らない。ホログラムを小領域に分割してスペクトルを求めると、その位置を視点とする被写体の透視図に近い画像が得られる。これに 2 次元画像の符号化手法を適用することで、ホログラムを直接符号化するよりも劣化を抑えることができる³⁾。ただし、スペクトルの位相成分に奥行き情報を含んでいるため、この情報を適切に扱わないと再生像の劣化が大きくなる。位相情報を無視したものはホログラフィックステレオグラム⁴⁾と呼ばれるが、ライトフィールドの情報をホログラムとして記録したものであり、物体の波面情報を記録した純粋なホログラムとは異なり、奥行きが深い像ではボケが大きくなる。

ホログラムは高画質な 3 次元画像の記録再生が行えることが特徴の一つであるが、ここでは簡単のため 2 次元画像を記録したフーリエ変換ホログラム⁵⁾に JPEG により圧縮・伸張を行うとホログラムの再生像がどうなるかを示す。図 1 にフーリエ変換ホログラムを計算するための元画像を示す。全体の画素数は 1,024×1,024 pixel で、画像部分は 500×500 pixel である。画像は輝度値で表現されているため平方根を取って振幅値とし、拡散物体とするためにランダム位相を掛け合わせる。それをフーリエ変換し実数部を取り出して 8 ビットのグレースケールとした画像が計算機合成ホログラムとなる

(図 2)。このホログラムからの再生像を求めたものが図 3 で、中心に対して点対称にもう一つの像(共役像)が現れているが、図 1 の元画像と同じ位置に再生像が現れている。実際の再生像では、ホログラムで回折されなかった光が中心部分に現れるが、図 3 の再生像のシミュレーションでは数値的処理で取り除いている。図 2 のホログラムを JPEG によりファイルサイズが 1/3 になるように圧縮し、伸張して再生像の計算を行った結果を図 4 に示す。図 3 と同様に 2 つの像が現れるが、図 4 では正しい像の部分のみを切り出している。再生像には粒子状のノイズが目立ち、元画像とのピーク信号対雑音比(PSNR)は 29.6 dB となる。画像(図 1 の画像部分のみ)をそのまま JPEG でファイルサイズが 1/3 になるように圧縮し、伸張した結果が図 5 で、PSNR は 34.0 dB となりホログラムより劣化が少ない。このことから、ホログラムにそのまま JPEG を適用してもあまり良い結果が得られないことがわかる。ここで、ホログラム(図 2)の圧縮・伸張前後の PSNR は、37.1 dB となり再生像と比較すると劣化が少ない。しかし、実際に観察されるのは再生像なので、注意が必要である。

3. JPEG Pleno: Holography での活動

静止画像の国際標準符号化方式として有名な JPEG の規格を制定した SC29/WG1 コミティが新領域として 2014 年に調

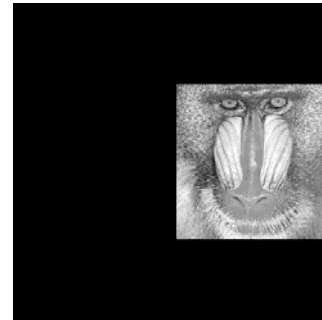


図 1 ホログラム計算のための元画像

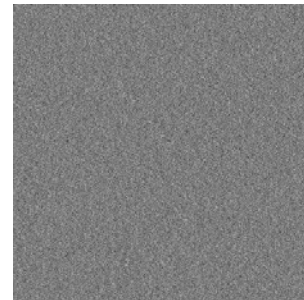


図 2 元画像(図 1)の計算機合成ホログラム

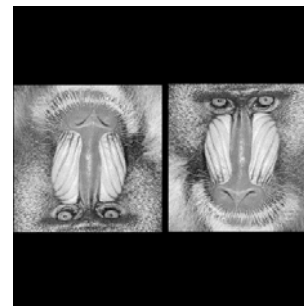


図 3 ホログラム(図 2)からの再生像

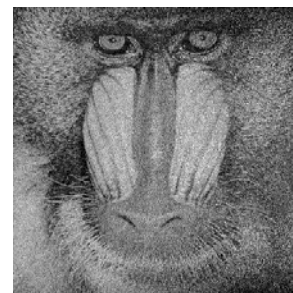


図 4 ホログラムを JPEG でファイルサイズ 1/3 に圧縮後伸張し再生 (PSNR = 29.6 dB)

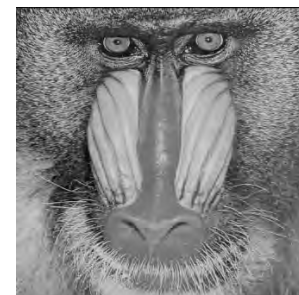


図 5 画像を JPEG でファイルサイズ 1/3 に圧縮後伸張 (PSNR = 34.0 dB)

査を開始した JPEG Pleno¹⁰⁾では、ホログラフィ¹¹⁾やライトフィールドに加えポイントクラウドのデジタルデータの不可逆圧縮と伸張後の画質評価等について検討し、国際標準化を目指している。

ホログラフィに関しては、既に製品が発売されているデジタルホログラフィック顕微鏡 (DHM) のデジタルデータの符号化と評価を最初のターゲットとしているとされている。「デジタルホログラフィ」とは、広義にはデジタル技術を利用したホログラフィ全般を示すが、最近ではイメージセンサでホログラムの干渉縞を画像として取得し、計算機により空間像を再現する方法を指す¹²⁾。この方式の利点としては、たとえば、通常の光学顕微鏡では、被写体に対し焦点が合った面およびその近傍のみの像しか観測できない。そのため、奥行きのある深い空間を観測する場合は焦点を移動しながら複数の観察を行う必要がある。それに対して、DHM では 3 次元空間の情報をホログラムとして取得し、計算機による再生時に任意の面での像を観察することができる。また、DHM では、位相シフト法などによりホログラム面での物体光の複素振幅が求められることから、対象としているデジタルデータは複素振幅もしくは振幅と位相で表現されたデータが標準と考えられている。ディスプレイ分野では通常の 2 次元画像と同様な輝度値のみの干渉縞画像が一般的である。被写体からの波面の複素振幅 (物理的には振幅と位相情報) は光学的に直接取得できないのに対し、計算機での生成や光学的な再現は容易であるため、ディスプレイ分野でも将来的には複素振幅が広く利用される可能性がある。

符号化についてのこれまでの研究として、2 次元画像の符号化をそのまま適用したものやウェーブレット変換を利用するもの、3 次元画像の特性を利用するものなどが文献 11) で紹介されている。しかし、効果的な符号化についてはまだ模索している段階である。

画質評価については、ホログラムおよび再生像の双方に対して検討されている。ホログラムは 2 次元画像なので従来の評価方法が適用できるが、再生像が 3 次元の場合はそれに適した評価方法を検討しなければならない。また、ホログラムの特徴として、例えば干渉縞の輝度値が反転しても再生像の輝度は不変なので、符号化し復号化したホログラムが元のホログラムと違っていても、再生像がそれに応じて劣化するとは限らないので、あくまでも再生像に対しての評価を重視するべきである。DHM の場合はホログラムから任意の距離だけ離れた面での再生像を計算により求めることが一般的なので、ある体積での信号対雑音比を評価する VSNR (Volumetric Signal-to-Noise Ratio)¹³⁾ のように多層断面での元データと復号データの比較が有効である。ただし、この多層面データは例えばホログラフィックビデオディスプレイ¹⁴⁾で視覚的に観察される像とは異なるので、ディスプレイ用途の場合は他の評価方法も検討する必要がある。

すでに商業化されているホログラフィックステレオグラムプリンタや研究の進む CGH 用ホログラフィックプリンタ¹⁵⁾、さらにはホログラフィックビデオディスプレイなどに関してはまだ調査段階である。

4. あとがき

本文では、ホログラフィの符号化を検討する場合に必要なとなるホログラムの情報量および特徴を解説した。ホログラムの特徴を踏まえ、いくつかの情報量低減法や符号化 (情報圧縮) についても研究が行なわれているものの、決定的な方法はまだ見つかっていない。また、符号化や評価方法について JPEG Pleno という国際標準化の検討が行われており、その活動を紹介した。デジタルホログラフィック顕微鏡は製品が発売されて応用も広がっており、早期の標準化が望まれるが、ホログラフィックビデオなどディスプレイ用の符号化は情報量も多く、まだまだ検討の余地が残されていると筆者は考えている。

参考文献

- 1) D. Gabor: "A New Microscopic Principle," *Nature*, Vol. 161, No. 4098, pp. 777-778 (1948).
- 2) 吉川浩, 佐々木建光: "動画ホログラフィの情報低減", *画像電子学会誌*, Vol. 22, No. 4, pp. 329-336 (1993).
- 3) 佐々木建光, 丹治英一郎, 吉川浩: "ホログラフィック 3 次元画像の情報圧縮", *テレビジョン学会誌*, Vol. 48, No. 10, pp. 1238-1244 (1994).
- 4) 吉川浩: "ホログラフィと符号化", 第 47 回画像電子学会年次大会, OS1-4 (2019).
- 5) P. ハリハラン: "ホログラフィの原理", オプトロニクス社 (2004).
- 6) P. St. Hilaire, S. A. Benton, M. Lucente, M. L. Jepsen, J. Kollin, H. Yoshikawa, J. Underkoffler: "Electronic Display System for Computational Holography", *Proc. of Practical Holography IV*, Vol. 1212, paper 1212-20, SPIE (1990).
- 7) A. Schwerdtner, N. Leister, R. Häussler, S. Reichelt, G. Fütterer, A. Schwerdtner: "Eye-Tracking Solutions for Real-Time Holographic 3-D Display", *SID Symposium Digest Technical Paper*, Vol. 39, No. 1, p. 345 (2008).
- 8) T. Ichikawa, T. Yoneyama, Y. Sakamoto: "CGH Calculation with the Ray Tracing Method for the Fourier Transform Optical System", *Optics Express*, Vol. 21, No. 26, p. 32019 (2013).
- 9) C. B. Burckhardt: "Information Reduction in Holograms for Visual Display", *Journal of Optical Society of America*, Vol. 58, No. 2, p. 241 (2008).
- 10) T. Ebrahimi, S. Foessel, F. Pereira, and P. Schelkens: "JPEG Pleno: Toward an Efficient Representation of Visual Reality", *IEEE Multimedia*, Vol. 23, No. 4, pp. 14-20 (2016).
- 11) P. Schelkens, T. Ebrahimi, A. Gilles, P. Gioia, K.J. Oh, F. Pereira, C. Perra, A. M. G. Pinheiro: "JPEG Pleno: Providing Representation Interoperability for Holographic Applications and Devices", *ETRI Journal*, Vol. 41, No. 1, pp. 93-108 (2019).
- 12) 早崎芳夫編著, デジタルホログラフィ, 朝倉書店 (2016).
- 13) K. Suzuki, and Y. Sakamoto: "Measurement Method for

Objective Evaluation of Reconstructed Image Quality in CGH”, Proc. of SPIE, Vol. 8644, paper 864412 (2013).

- 14) 吉川浩: “レーザーホログラフィック立体ビデオディスプレイ”, レーザー研究, Vol. 39, No. 6, pp. 421-426 (2011).
- 15) H. Yoshikawa, T. Yamaguchi: “Review of Holographic Printers for Computer-Generated Holograms”, IEEE Trans. on Industrial Informatics, Vol. 12, No. 4, pp. 1584 – 1589 (2016).



吉川 浩

1981年 日本大学理工学部電気工学科卒業. 1985年 同大学院博士課程電気工学専攻修了. 工学博士. 同年 日本大学理工学部電子工学科助手. 現在, 同大学理工学部応用情報工学科主任教授.

1988年12月より1990年4月まで MIT メディアラボ (Spatial Imaging Group) 客員研究員. 計算機合成ホログラム, ホログラフィックプリンタ, ホログラフィックテレビなどの3次元表示システムの研究に従事. 映像情報メディア学会フェロー, 電子情報通信学会, SPIE, 日本光学会, OSA, ホログラフィックディスプレイ研究会等の会員.

理事会だより

第 15 回 理事会執行部会

1. 日時：2019年7月19日（金）18:30-20:30
2. 場所：早稲田大学西早稲田 55N 号館 1階 第一会議室
3. 出席者：理事 13名

出席者：17名

【会長】	齋藤	【副会長】	吉田
【編集】	児玉、石川	【企画】	柿本、深見、和泉、上条
【財務】		【総務】	竹村
【技術専門】	古木、大西、石原	【地方】	久保
【監事】			

<オブザーバー>小林 IEVC2019 実行委員長、安藤

<事務局> 関沢事務局長、浮ヶ谷

4. 議題・資料

議題	担当	付番
(1) 前回議事録確認	<司会者 吉田副会長>	S15-01
承認事項		
(2) ①研究奨励賞の推薦		
②優秀研究賞の推薦	<柿本実行委員長>	S15-02
報告事項		
(3) 年次大会結果報告	<柿本実行委員長>	S15-03
(4) IEVC2019 開催について	<小林 IEVC 委員長>	S15-04
(5) 秋季大会準備状況	<久保実行委員長/事務局>	S15-05
(6) ホームページ運営委員会について	<久保実行委員長/事務局>	S15-06
(7) 次期年次大会会場と実施体制について	<吉田副会長/事務局>	S15-07
(8) 編集委員より	<児玉編集委員長>	S15-08
(9) 理事会および理事会執行部会の運営について	<齋藤会長/全員>	資料なし
(10) 理事会開催年間予定表	<事務局>	S15-10

5. 議事（司会：吉田副会長、議事録：竹村総務理事）

第 303 回 理事会

1. 日時：2019年9月13日（金）18:30-20:30
2. 場所：早稲田大学西早稲田 55N 号館 1階 第二会議室

3. 出席者：理事 13 名

出席者：17 名

【会長】	斎藤	【副会長】	吉田、土橋
【編集】	児玉	【企画】	柿本、和泉、上条
【財務】	長尾	【総務】	春日、竹村
【技術専門】	大西、石原	【地方】	久保
【監事】			

<オブザーバー>小林 IEVC2019 実行委員長、安藤

<事務局>浮ヶ谷事務局長、関沢アドバイザー

4. 議題・資料

議題	担当	付番
(1) 前回議事録確認 承認事項(書面(メール)審議の結果報告)	<司会者 土橋副会長>	303-010
(2) ①研究奨励賞の推薦 ②優秀研究賞の推薦	<事務局>	303-011
報告事項		
(3) 秋季大会準備状況	<久保実行委員長/事務局>	303-012
(4) 編集委員会関係	<児玉編集委員長>	303-013
(5) IEVC2019 実施報告	<小林 IEVC 委員長>	303-014
(6) 企画委員会関係	<柿本企画委員長>	303-015
(7) セミナー委員会関係	<深見企画委員長/(事務局代読)>	303-016
(8) 2020 年度年次大会の準備状況	<吉田年次大会実行委員長>	303-017
(9) 理事会及び理事会執行部会の運営について<斎藤会長>		303-018
(10) 広報責任者の選任について	<久保 HP 委員長/事務局>	303-019
(11) 法人登記報告	<事務局>	303-020
(12) 理事会開催年間予定表	<事務局>	303-021

5. 議事 (司会：土橋副会長、議事録：竹村総務理事)

協賛案内

＜協賛のお知らせ＞

会合名	開催日時	開催場所	主催	連絡先	参加費/その他
GCCE 2019	2019/10/15～18	大阪千里ライフサイエンスセンター	IEEE Consumer Electronics Society	小川 貴弘(北海道大学) ogawa@lmd.ist.hokudai.ac.jp	アブストラクト申込 2019.2.28 論文締切2019.5.7
ISOM'19	2019/10/20～23	朱鷺メッセ	ISOM'19組織委員会	ISOM事務局 secretary@isom.jp	
『空中ディスプレイ～高解像・高機能化～』セミナー	2019/10/25	機械振興会館 地下3階 B3-2号室	一般社団法人日本オプトメカトロニクス協会	info@joem.or.jp	
【ODF'20】	2020/6/2～4	台湾	日本光学会光設計研究グループ	odf20@pac.nu.jp	http://www.odf20.tw/
ACM CHI 2021	2021/ 5 /8 ～13	パシフィコ横浜 North 他	Association of Computing Machinery (略称: ACM)	北村喜文(東北大学教授) 東北大学電気通信研究所 〒9 80 8577 仙台市青葉区片平 2 1 1	http://chi2021.acm.org/

2019年度画像電子学会研究会等予定

研究会等名	開催日	場所	テーマ	締切	記事
2019年画像関連学会連 合会—合同秋季大会—	10月31日(木)-11 月1日(金)	京都工芸繊維大学		申込締切: 9/10(火) 原稿締切: 10/1(火)	共催
第291回研究会-高臨場 感ディスプレイフォー ラム2019	11月11日(月)	大田区民ホール・ア プリコ (小ホール)	5G時代の高臨場 感映像		p.554 共催
見学会	11月28日(木)	フジテレビジョン	CG制作現場	申込締切:11/18(月)	p.558
第47回VMA研究会	10月11日(金)→11 月29日(金)に変更	早稲田大学→専修大 学・神田キャンパス に 変更	読書バリアフリーの これまでとこれから		p.556
第40回秋期セミナー	11月予定	首都圏予定			
ビジュアルコンピュー ティングワークショップ 2019in松山	12月1日(日)-2日 (月)	ホテルメルパルク松 山			共催
第10回VMAワーク ショップ	12月4日(水)	早稲田大学63号館・ 電子物理システム会 議室 (1F)	デジタル人文学と 画像情報		p.557
第24回国際標準化の活用 と教育研究会	1月予定	首都圏予定			
第48回VMA研究会	1月予定	首都圏予定	VMAとVHISの近 接領域		
第292回研究会in鹿児 島	2月27日(木)-28日 (金)	鹿児島大学工学部 情 報生体システム工学科 棟1F 71号教室	画像一般	申込締切:1/9(木) 原稿締切:2/6(木)	p.555
第293回研究会-映像表 現/芸術科学フォーラ ム	3月13日(金)	東京工科大学蒲田 キャンパス			共催

*研究会の場合、いずれも「画像一般」を含む

*空欄部は未定

*上記の予定は変更になる場合があります

問合わせ: 〒116-0002 東京都荒川区荒川3-35-4-101

一般社団法人 画像電子学会

TEL : 03-5615-2893 FAX : 03-5615-2894

E-mail : kikaku@iieej.org

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

<http://www.facebook.com/IIEEJ>

2019年4月5日

「短期特別論文査読制度」のご案内

編集委員会

当学会会員の皆様から、投稿論文に対し通常論文よりも更に査読期間を短く対応して欲しいとの要望がありました。これまで、当学会に投稿いただいた論文では、第1次査読判定までの時間として、通常の論文査読の場合 7~10 週程度を要します。その内訳として、査読幹事選定（投稿受付後、最初の編集委員会で決定するため、1~4 週必要）、査読者選定（1~2 週）と第1次査読（ショートペーパー: 3 週、通常論文: 4 週）に要する時間に基づいています。しかし、特に博士論文審査など、短期に査読を実施して欲しいという要望を踏まえて、各過程の時間を短縮し、投稿から最初の判定までを短縮化する「短期特別論文査読制度」を、募集期間を設定して新たに試験実施することに致しました。

この査読方式の場合、投稿から第1次査読判定までの時間は、ほぼ半分になります。仮に条件付き採録判定となった場合でも、修正投稿後の通常査読期間に対し半分の期間で評価を実施いたしますので、著者が修正投稿までの期間を短く対応できれば、採録までの判定期間を短くすることが可能です。この制度を利用したい方は、できれば投稿の2週間以上前に、投稿予定日、投稿から第1次評価までの希望期間、論文種別、論文タイトル、論文概要、キーワード、英和の区分、頁数見込み、投稿論文の専門分野、問い合わせ対応著者などの情報を添えてメールで事務局に依頼ください。ご依頼を頂いてから1~1.5週で特別査読の対応（各専門分野の査読者の都合を踏まえて）の可否と投稿から第1次査読判定までの想定期間をご返事します。皆様のご協力とご理解のほど、よろしくお願い申し上げます。

「短期特別論文査読制度」の概要

画像電子学会編集委員会

通常論文査読とは別に、通常査読よりも約半分の期間で査読判定する「短期特別論文査読制度」を試験実施する。

次に示す項目を熟読の上、お申込ください。申込時点で、記載内容を承諾しているとします。

1. 募集期間

期間を限定して、募集いたします。詳細は HP をご確認ください。

2. 査読期間

査読期間の目安を表 1 に示す。表 1 の査読期間を前提に第 1 次判定結果報告予定日を設定します。

表 1 通常査読と短期特別査読における第 1 次査読判定時間の比較 (目安)

査読種別		通常査読	短期特別論文査読
ショート ペーパー	① 査読幹事選定	1~4 週	0.5 週
	② 査読者選定	1~2 週	0.5~1 週
	③ 第 1 次判定結果報告	3~4 週	1.5 週
通常論文・ システム開 発論文など	① 査読幹事選定	1~4 週	0.5 週
	② 査読者選定	1~2 週	0.5~1 週
	③ 第 1 次判定結果報告	4~5 週	2.5 週

3. 評価方法

査読方法 (投稿論文の評価方法) については、「論文投稿の手引き」及び「論文査読の手引き」に規定されている評価基準と同一基準で評価する。ただし、特集論文時に新たに定めた評価基準を設ける場合はそれに従う。

4. 費用

判定結果に分けて頁当たり投稿料 (x (円)) と投稿料 (y (円)) を定める。なお、掲載時には別途掲載料を申し受ける。ここで、ショートペーパー、論文・システム開発論文の総ページ数を p (枚)、査読回数を n とする。また、 $x = 2,500 \sim 10,000$ (円) と定める。金額は、募集時に案内する予定です。

(a) 即「採録」

投稿料: $y = x \times p$ (円)

本費用を、掲載料と合わせて請求する。(投稿料+掲載料)

(b) 「条件付き採録」判定後、「採録」

投稿料: $y = (1 + 0.5(n - 1))(x \times p)$ (円)

本費用を、掲載料と合わせて請求する。(投稿料+掲載料)

(c) 「条件付き採録」判定後、「返戻」(割引)

投稿料: $y = 0.8x \times p$ (円)

本費用を、「返戻」判定通知時に請求する。(投稿料)

(d) 即「返戻」(割引)

投稿料: $y = 0.5x \times p$ (円)

本費用を、「返戻」判定通知時に請求する。(投稿料)

(e) 取り下げの場合

取り下げの時期を考慮して、(d)または(c)で対応する。

5. 申込方法

次に示す手順に従って、申込ください。

● 論文投稿前 (2週間前までに所定の情報を著者は事務局へ送付)

➤ 投稿予定日, 投稿から第1次評価までの希望期間, 論文概要, 英和の区分, 頁数見込みなどを事務局にメールで送付 (担当: 福島, メールアドレス: hensyu@iicej.org)

【書誌情報記載例】

本制度を利用した下記の投稿論文を予定しています。書誌情報は以下のとおりです。

(1) 論文番号: 201x-xxxx (後で, 事務局が記載するので投稿予定者は記入しないこと.)

(2) 投稿予定日: (本メール送付日より, 最低2週間後を設定してください。また, 予定日より2週間以上遅れた場合は, 受理通知は無効とし, 再度, 申込してください.)

(3) 第1次評価までの希望期間: 特になし あるいは xx日まで (学位審査予定日・判定限度日等がある場合は, それらの日を具体的にご記入してください.)

(4) 論文種別: 通常論文 システム開発論文 ショートペーパー ショートペーパー (システム開発)

(5) 論文タイトル (副題も含む):

(6) 使用言語: 日本語 あるいは 英語 (どちらか一方を残してください.)

(7) キーワード: (5つ程度を記入)

(8) 論文概要: (投稿予定の論文の概要を300字以上 (日本語), 或いは, 200ワード (英語) で記述ください.)

(9) 頁数見込み: xxx 頁

(10) 論文専門分野: (別紙を参照し該当番号を記入ください。複数記入可.)

(11) 担当者 (第一著者, 或いは, 論文責任者等) 氏名及び連絡先: (氏名・所属・メールアドレス・電話番号・FAX番号)

➤ 本制度受理の可否の通知

本査読の事前申込 (メール送付) から, 7営業日以内 (休日期間を除く) に, 短期特別査読論文としての受理の可否を著者へ通知する。ただし, 当該論文に対する査読者が本制度対応可能であるかを踏まえて, 受理を判断する。必ず受理できるとは限らないことをご了承ください。

- 受理の回答後
 - 事務局から本制度における論文査読受理の回答を著者へ送付
 - 回答後、投稿予定日までに投稿を完了すること。投稿予定日から 2 週間以上経過した場合は、再度本制度申込を行うこととする。
 - 本制度を利用した論文投稿
通常査読と区別して短期特別論文査読制度を使用し論文を投稿する。(システム内の短期特別論文査読の項目を選び、投稿すること.)
- 本制度を利用した査読過程とその結果通知
 - 査読期間 2~3 週間が目安であり、査読判定後、一回目は投稿日より 4 週間以内、二回目以降は 18 日以内に事務局より査読結果が送付される。
- 判定後の対応
 - 採録判定の場合
事務局より、正式な採録通知が送付される。最終原稿提出の依頼と投稿料及び論文掲載料等を含めた請求書を送付する。
 - 条件付き判定の場合
事務局より、採録条件が送付されるので、基本的に 2 週間以内に修正論文を提出すること。修正論文提出が遅延した場合、最終判定が遅れても、一切学会は責任を負わないものとする。
 - 返戻の場合
残念ながら返戻となった場合、返戻通知が送付されるとともに、事務局から投稿料の支払い請求を行う。
- 採録時
 - 事務局の指示に従い、当該論文に関し、通常論文と同様に最終原稿提出、校正作業等を経て、学会誌、或いは、英文論文誌に掲載する。

6. 留意事項

- 「短期特別論文査読制度」希望として申込した時点で、本制度の内容を十分理解していることとする。(受理の可否、査読期間、費用等)
- 短期特別査読投稿論文に関して、著者照会がある場合(条件付き採録判定の場合)、基本的に通知日から 2 週間以内に修正原稿を提出することとする。ただし、修正原稿の提出が遅延した場合、当初予定していた日程までに判定通知ができなくても、予め提示している本査読期間目安を満たしている場合、学会は一切責任を負わないとする。ただし、投稿料は発生することに注意。

以上.

短期特別査読制度に係る論文募集のご案内

編集委員会

短期に査読を実施して欲しいという要望を踏まえて、投稿から最初の判定までを通常の投稿よりも短縮化する「短期特別論文査読制度」を試験的に実施いたします。本制度に係る論文を、次に示す期間で専門分野を限定して募集いたします。是非、皆様のご投稿をお待ちしております。

● 募集専門分野

「画像符号化」「画像処理（画像認識・特徴抽出）」、「コンピュータグラフィックス」「ビジュアルライゼーション」及び「画像処理一般」

● 募集期間

2019年度 1次募集期間： 2019年11月1日（金）～2019年11月29日（金）

● 受付件数

数件程度（申込順）。想定を超えた数の論文申込がある場合は、ご希望に沿えない場合があります。ご理解のほどよろしくお願いします。

● 費用

本制度を利用して論文投稿される場合、通常投稿とは別に投稿料（別紙資料内y）を定めています。今回は試験実施期間として、頁当たりの費用（別紙資料内x）を7,500円（特別割引価格）といたします。

● 手続き方法

本制度を利用するには、投稿予定日 2週間前までに事務局へ書誌情報を電子メールにて送付する必要があります。

【書誌情報記載例】

- (1) 論文番号: 20xx-xxxx（後で、事務局が記載するので投稿予定者は記入しないこと。）
- (2) 投稿予定日:（本メール送付日より、最低2週間後を設定してください。また、予定日より2週間以上遅れた場合は、受理通知は無効とし、再度、申込してください。）
- (3) 第1次評価までの希望期間: 特になし あるいは xx日まで（学位審査予定日・判定限度日等がある場合は、それらの日を具体的にご記入してください。）
- (4) 論文種別: 通常論文, システム開発論文, ショートペーパー, ショートペーパー（システム開発）
- (5) 論文タイトル（副題も含む）:
- (6) 使用言語: 日本語 あるいは 英語（どちらか一方を残してください。）
- (7) キーワード:（5つ程度を記入）
- (8) 論文概要:
（投稿予定の論文の概要を300字以上（日本語）、或いは、200ワード（英語）で記述ください。）
- (9) 頁数見込み: xxx 頁
- (10) 論文専門分野:（別紙を参照し該当番号を記入ください。複数記入可。）
- (11) 担当者（第一著者、或いは、論文責任者等）氏名及び連絡先:（氏名・所属・メールアドレス・電話番号・FAX番号）
- (12) その他 要望事項

※ 本制度の詳細および具体的な手続きにつきましては、別紙資料を参照ください。

● 問い合わせ先

一般社団法人 画像電子学会 担当: 福島（E-mail: hensyu@iiej.org）

Call for Papers

Visual/Media Computing Conference 2020 講演論文募集

2020 年度第 48 回画像電子学会年次大会／VC2020

Visual/Media Computing Conference 2020 (2020 年度第 48 回画像電子学会年次大会)を下記のとおり開催します。以下の通り論文を募集しますので、奮ってご応募ください。

一般発表論文は従来通り広く、密な議論を行うためのセッションでオーラル発表とポスター発表の受け付けを予定しており、オーガナイズドセッションや企画セッションも計画しております。

また、VC2020 も同じ日程で同一の会場で開催いたします。VC2020 は世界に誇るクオリティの高いセッション構成を目指し、査読を経て厳選されたオーラル発表を中心とする予定です。

1. 開催日および場所

開催日: 2020 年 6 月 25 日(木), 26 日(金), 27 日(土)

場所: 慶応義塾大学 来往舎

〒223-8521 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1

http://www.hc.keio.ac.jp/ja/hiyoshi_campus/guide/

2. 申込み期限および最終原稿提出期限(予定)

・申込み期限(画像電子学会年次大会):

オーガナイズドセッション、企画セッション提案 : 2020 年 2 月 28 日(金)

発表論文要旨投稿 : 2020 年 4 月 13 日(月)

・最終原稿提出期限 : 2020 年 5 月 18 日(月) 厳守

なお、VC2020 に関する日程は <http://cgvi.jp/vc2020/> (予定)をご参照ください。

3. 問い合わせ合せ先:

画像電子学会事務局

〒116-0002 東京都荒川区荒川三丁目 35 番 4 ライオンズマンション三河島第二 101 号

TEL 03-5615-2893 FAX 03-5615-2894 E-mail: kikaku@iieej.org

なお、詳細および今後の変更等は下記ホームページを参照してください。

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

画像電子学会年次大会: 画像電子学会の会員および画像電子工学に関する研究を行っている学生が一堂に会し、CG・CV・画像情報処理等について異分野間、あるいは企業・学生間で意見の交換を行うことを目的とします。一般セッション、学生セッションがあり、発表形式はオーラル、ポスターがあります。技術と社会との接点に位置する本学会が今後目指すべき方向についても活発な議論ができれば幸いです。多数の皆様のご参加をお待ちしております。なお、未だ完成の域に達しない研究や構想段階の研究提案も受け付けます。また海外からの留学生やインターンの英語による発表も歓迎します。その他、企業からの製品動向や技術紹介、製品企画、マーケティング、企業紹介などのご発表の募集に関しても別途検討中です。詳細および今後の変更等は上記画像電子学会ホームページをご参照ください。

VC2020(同時開催): Graphics および Visual Computing 技術に関する技術動向と将来展望、最新の研究成果の発表、意見交換を行うことを目的とするシンポジウムです。画像電子学会誌査読委員、VC 研究会委員、情報処理学会 CGVI 研究会幹事・運営委員等を中心に特別に組織された PC メンバーによって査読を行い、トップコンファレンスにも通用する質の高い論文を選抜します。発表形式はオーラルかつポスターを予定しております。

なお、詳細および今後の変更等は下記ホームページを参照してください。

<http://cgvi.jp/vc2020/> (予定)

以上

高臨場感ディスプレイフォーラム 2019

(画像電子学会第 291 回研究会)

標記フォーラムを下記のとおり開催致します。皆様のご参加をお待ちしております。

テーマ：5G 時代の高臨場感映像

日時：2019 年 11 月 11 日（月）10:00～15:55

会場：大田区民ホール・アプリコ（小ホール）（〒144-0052 東京都大田区蒲田 5-37-3）

JR 京浜東北線 東急多摩川線・池上線「蒲田駅」東口から徒歩約 3 分、
京浜急行線「京急蒲田駅」西口から徒歩約 7 分

<https://www.ota-bunka.or.jp/facilities/aprico/access/tabid/199/Default.aspx>

参加費：無料（画像電子学会の場合、資料代(電子ファイル) 1000 円）

（なお、参加費は共連催学会ごとに異なる場合があります。事前の参加申し込みは必要ありません）

共催/連催：映像情報メディア学会（映像表現&コンピュータグラフィックス研究委員会、情報ディスプレイ研究委員会、立体映像技術研究委員会）、画像電子学会（企画委員会）、日本バーチャルリアリティ学会、電気学会（電子デバイス技術委員会 第三期次世代インタラクティブディスプレイ協同研究委員会）、電子情報通信学会（電子ディスプレイ研究専門委員会）（順不同）

協賛：映像情報メディア学会（メディア工学研究委員会）、SID 日本支部、画像電子学会（多次元画像研究委員会）、芸術科学会、3D コンソーシアム、最先端表現技術利用推進協会（三次元映像のフォーラム）、照明学会（固体光源分科会）、電子情報通信学会（画像工学研究専門委員会）、日本映画テレビ技術協会、日本液晶学会、日本光学会（ホログラフィックディスプレイ研究会）、超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム（順不同）

◇ プログラム

10:00-10:05 開会挨拶

10:05-11:25

1. [招待講演] 5G による新たな価値創出に向けた協創の取り組み 太田 賢(NTT ドコモ)

2. [招待講演] 2.5 億画素-超高解像度イメージング技術を用いた超高精細ドーム映像

—HMD-LESS 実写-高臨場感 Virtual Reality— 小川 勝久(キヤノン), 尾久土 正巳(和歌山大学)

(11:25-12:45 休憩と機器展示見学)

12:45-14:05

3. [招待講演] 5G を使った高精細映像の伝送 難波 秀夫, 留場 宏道, 浜口 泰弘(シャープ)

4. [招待講演] 5G 時代に向けた 8KVR 映像ライブ配信・視聴システム 的場 直人(NTT ドコモ)

(14:05-14:30 休憩と機器展示見学)

14:30-15:50

5. [招待講演] 高精細映像を活用した空間創り 感性コミュニケーションクリエイティブの展望

—超臨場感環境ソリューション Natural Window 他— 高橋 隼人(凸版印刷)

6. [招待講演] バーチャルキャラクターの实在感を高めるライブイベントの設計

～ニコニコ超会議 2019 スタジオミカカの事例～ 高島 瑛彦(NTT メディアインテリジェンス研究所)

15:50-15:55 閉会挨拶

終了後、懇親会予定

問合せ先：伊達 宗和 (NTT) E-mail: [date.munekazu\(at\)display.jpn.org](mailto:date.munekazu(at)display.jpn.org)

※タイトル、開始時刻、講演順は変更になることがあります。

画像電子学会 第 292 回研究会 in 鹿児島 発表募集

下記により、画像電子学会 第 292 回研究会 in 鹿児島の発表論文を募集いたします。
ご関係の各位には奮ってご応募ください。

—記—

テ ー マ : 画像一般 (色空間、符号化、信号処理、認識/理解、入出力、グラフィックス/アニメ、コンテンツ配信、その他画像関連分野全般に関して広く募集します。また、修論、卒論関連の発表も歓迎します。)

発表形式 : 1 件当たり 30 分前後 (質疑応答含む)

申込締切日 : 2020 年 1 月 9 日 (木) 受付後、「執筆要項」をお送り致します。

原稿締切日 : 2020 年 2 月 6 日 (木) 原稿の目安 : A4 サイズ 2 段組 4~8 頁

日 時 : 2020 年 2 月 27 日 (木) ~28 日 (金) 10:00-17:00 (予定)
(* 第 1 日目は午後開始予定)

場 所 : 鹿児島大学工学部 (郡元キャンパス) 情報生体システム工学科棟 1F 71 号教室
(〒890-8580 鹿児島市郡元 1 丁目 21 番 24 号)

アクセス : <https://www.kagoshima-u.ac.jp/about/access.html>

キャンパスマップ : <https://www.kagoshima-u.ac.jp/about/campusmap.html#01>

参加費(予稿集付) : 2,000 円

*参加費は、従来、無料(ただし予稿集は有料、発表 1 件につき 1 部購入)でしたが、学会財政健全化の一環として、予稿集代として有料とさせていただきますので、何卒ご了承いただきますようお願い申し上げます。

コメント・サービスについて :

研究会(本学会主催/共催の第一種研究会)では、発表内容がその後学会誌論文としての投稿に発展することを促進するため、発表者の希望に基づいて、当学会が指名した研究者が事前に発表者の最終原稿を読んだ上で、当日発表時に質問やコメントをし、さらに後日、コメントを発表者に送付する「コメント・サービス」を実施しています。

このサービスを活用すると、発表に関してより踏み込んだ議論が期待できますので、今回の研究会での発表内容を将来的に学会誌論文として投稿することを検討されている発表者は、申込締切後に画像電子学会より送付されるアンケートにて「コメント・サービス希望」とご回答ください。なお、本サービスの対象発表数には限りがありますので、最終原稿に基づき選抜させていただくことがあります。あらかじめご了承ください。

お申し込み方法 : 下記 URL から直接お申し込みできます。

https://www.iieej.org/speech_registration/

下記 e-mail または FAX でも結構です。「演題、氏名、所属名、所属部課名、所属住所 /TEL/FAX/e-mail」をお送りください。

お問い合わせ先 : 一般社団法人 画像電子学会

〒116-0002 東京都荒川区荒川 3-35-4 ライオンズマンション三河島第二 101 号室

TEL: 03-5615-2893 FAX: 03-5615-2894 E-mail: kikaku@iieej.org

そ の 他 : 当学会では研究会予稿を電子化しており、予稿(電子ファイル)の事前配布を可能とするため、予稿の公開日は研究会開催日の 1 週間前となる予定です。 以上

画像電子学会
第47回VMA研究会(読書バリアフリーのこれまでとこれから)開催のご案内

VMA研究会は、主として画像の撮影・合成・加工・処理、それらの応用、およびそれらの実現形態として生じるVisual Applianceについて論じ、その議論の中から今後の画像電子学会で扱うべきトピックスを見出すとともに、さらにその調査・検討に向けた情報交換の場の提供を目的としています。

これまでその時々話題(デジカメ最新技術、ユニバーサルデザインの動向、VMAの近接領域など)を取り上げ、年2回程度の研究会を実施してきました。第47回VMA研究会では”読書バリアフリーのこれまでとこれから”というテーマを設け、先進的な取り組みをしている、大学・企業・団体の方々を中心に話題を提供していただくことになりました。参加の皆様との意見交換・討議も深められるよう、時間配分をさせていただきました。

日時: 2019年11月29日(金) 13時30分-17時00分 (開催日が10/11より変更となりました)

場所: <https://www.senshu-u.ac.jp/about/campus/>

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町3-8

JR水道橋駅西口より徒歩7分

九段下駅(地下鉄/東西線、都営新宿線、半蔵門線)出口5より徒歩3分

神保町駅(地下鉄/都営三田線、都営新宿線、半蔵門線)出口A2より徒歩3分

協賛: 画像関連学会連合会(FIS)

出版UD研究会

テーマ: 読書バリアフリーのこれまでとこれから

参加費: 会員およびアソシエイト 1,000円

非会員 2,000円(当日の受付でアソシエイトになって頂きますと、入会・年会費(1,000円)を含む計2,000円で参加できます。研究会運営のため、講演者も含め参加費をお願いしていますが、研究会委員長の承認を得た場合は無料となります。

13:30-13:35	開会挨拶	深見拓史	VMA研究会委員長
13:35-14:10	読書バリアフリーの現状と課題	中和正彦	ライター
14:10-14:45	絵本と日本手話の出会いが生んだ、新しい感覚で味わう絵本!	千葉美香	株式会社偕成社・編集部
14:45-15:00	(休憩)		
15:00-15:35	視覚障害者が利用しやすい電子書店構想	成松一郎*	*専修大学講師・読書工房・バリアフリー資料リソースセンター
		宇野和博**	**筑波大学附属視覚特別支援学校
		服部敦司***	***バリアフリー資料リソースセンター
		松井 進****	***バリアフリー資料リソースセンター
15:35-16:10	知的障害者のための「わかりやすい文章」の現状と課題	羽山慎亮	一般社団法人スローコミュニケーション・理事
16:10-16:20	(休憩)		
16:20-16:55	パネルディスカッション	各講師(司会:深見)	
16:55-17:00	閉会挨拶		

上記の講師、講演標題は、多少変更される可能性があります。

事前参加申し込みは、下記の参加申込書に必要事項をご記入の上FAXで事務局までお送り頂くか、画像電子学会のウェブページ https://www.iieej.org/attend_registration/ から行って下さい。

当日も受け付けていますが、事前申し込みの方にはハードコピーの予稿集を用意いたします。

FAX送付先: 03-5615-2894 画像電子学会事務局 行

第47回VMA研究会 参加申込書

年 月 日

ご氏名	
ご所属・ご連絡先	
電話	
FAX	
電子メール	

画像電子学会 デジタルサイネージとインタラクション(DSG)研究会 第10回DSGワークショップ2019 開催のご案内

地域コミュニティにおけるデジタルサイネージ(DSG)の新しい役割を検討していますが、今後の観光ビジネスや地域文化振興の観点でその地域が保有する国文学資料や日本美術に関する情報をコンテンツとして配信する可能性が年次大会やIEVC2019で話題になりました。そのような背景から、DSGのコンテンツを技術面から文化面に拡大する研究の方向性が議論されましたが、この問題はDSGのコンテンツを超えたデジタルミュージアムや文芸的な価値観に関連する社会的・人間的な問題であると思われ、今回の研究会を企画しました。

今回、その検討の手始めとして理系の人だけでなく文系の人を交えた研究会を「デジタル人文学と画像情報」というテーマで企画してみました。デジタル人文学は聞き慣れない用語と思いますが、英語の“Digital Humanities”の訳です。新しい研究分野で必ずしも体系が確立された領域ではなく、コンピュータ技術と従来の人文科学分野に関係する課題であれば自由に議論できる学際的な分野と思われます。画像電子学会としてはこれまで取り上げてこなかった未開拓な分野ですが、画像技術分野の新たな発展のために文系の人たちとの交流を目指したいと思います。

- 日時: 2019年12月4日(水) 13時30分～17時30分
- 場所: 早稲田大学・西早稲田キャンパス 63号館 電子物理システム学科会議室(1F)
(〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)
アクセス: <https://www.waseda.jp/top/access/nishiwaseda-campus>
- JR山手線 高田馬場駅から徒歩15分
西武新宿線 高田馬場駅から徒歩15分
副都心線 西早稲田駅に直結
東西線 早稲田駅から徒歩22分
- 共催: 画像電子学会 VMA研究会
- 協賛: 画像関連学会連合会(FIS)
- テーマ: デジタル人文学と画像情報
- 参加費: 1000円(一般)、500円(学生)

13:30-13:35	開会挨拶	座長	
13:35-14:10	デジタル人文学と画像情報	大野 邦夫	モノナビITコンサルティング
14:10-14:45	パートナー・ラッセル・ポータルサイトの運用管理(仮)	松下 彰良	フリーランス
14:45-15:20	顧客志向の民話データベース	樋口 淳	専修大学
15:20-15:30	(休憩)		
15:30-16:05	前近代の漢字文化圏における孝思想の伝播とイメージの力	宇野 瑞木	東京大学
16:05-16:40	Web上の公開資料を利用した仮想美術館・博物館の可能性(仮)	平山 亮	大阪工業大学
16:40-17:25	自由討論	参加者全員	
17:25-17:30	閉会挨拶	座長	

上記の教室番号、講師、講演標題は、多少変更される可能性があります。

事前参加申し込みは、下記の参加申込書に必要事項をご記入の上FAXで事務局までお送り頂くか、画像電子学会のウェブページ(https://www.iieej.org/attend_registration/)から行って下さい。当日も受け付けていますが、事前申し込みの方にはハードコピーの予稿集を用意いたします。

FAX送付先: 03-5615-2894 画像電子学会事務局 行

第10回DSGワークショップ2019 参加申込書		年 月 日
ご氏名		
ご所属・ご連絡先		
電話		
FAX		
電子メール		

画像電子学会 2019 年度見学会のご案内

画像電子学会 2018 年度見学会を下記のとおり行います。多数の会員、賛助会員の皆様のご参加をお待ちしております。研究室の学生・院生の参加も歓迎いたします。非会員の方で希望される方は事務局にお問い合わせください。

【見 学 先】 フジテレビジョン CG 制作現場

【場 所】 株式会社フジテレビジョン本社 「オフィスタワー（台場駅側）1階入口集合」
（〒137-8088 東京都港区台場2丁目4-8）
アクセス：https://www.fujitv.co.jp/company/info/pdf/fujitv_accessmap.pdf

【日 時】 2019年11月28日（木）14:00～16:00（集合時刻14:00）

14:00 集合・グループ分け

14:15-15:30 CG制作現場の見学

15:35-16:00 質疑応答

【参加費】 無料

【定 員】 先着20名
※ 変更になる場合があります。ご了承ください。

【申込締切】 11月18日（月）

【申 込 先】 画像電子学会 事務局（〒116-0002 東京都荒川区荒川3-35-4-101）

E-mail: kikaku@iieej.org, TEL: 03-5615-2893, FAX: 03-5615-2894

下記事項をご記入の上、E-mail または Fax（件名：見学会参加希望）にてお申し込みください。

- ・参加者氏名
- ・所属
- ・連絡先（E-mail）
- ・資格（会員／学生／非会員）

以上

IIEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing

Call for Papers

Special Issue on the 6th IIEEJ International Conference
on Image Electronics and Visual Computing (IEVC2019)

(Vol.8, No.1, 2020)

Editorial Committee of IIEEJ

The 6th IIEEJ International Conference on Image Electronics and Visual Computing (IEVC2019) will be held in Bali, Indonesia, on August 21-24, 2019. The aim of the conference is to bring together researchers, engineers, developers, and students from various fields in both academia and industry for discussing the latest researches, standards, developments, implementations and application systems in all areas of image electronics and visual computing.

The Conference already solicited Journal Track (JT) Papers to be included in December 2019 issue of Transactions on Image Electronics and Visual Computing (Vol.7, No.2), and the deadline of the submission has been announced as September 13, 2019. The editorial committee plans to publish the June 2020 issue of the IIEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing as the special issue on "Extended Papers Presented in IEVC2019". The editorial committee will widely ask for submissions for the papers of the following area by extending the material presented in all sessions of IEVC2019. We hope you would submit your high-quality original papers, after checking the electronic submission guidelines on our site.

Topics covered include but are not limited to:

Image and Video Coding, Transcoding, Coding Standards and Related Issues, Image and Video Processing, Image Analysis, Segmentation and Classification, Image Recognition, Image Restoration, Super-Resolution, Color Restoration and Management, Computer Vision, Motion Analysis, Computer Graphics, Modeling, Rendering, Visualization, Animations, Interaction, NPR, Virtual Reality and 3D Imaging, Data Hiding, Watermarking and Steganography, Content Protection, Bioinformatics and Authentication, Computer Forensics, Image database, Image and Video Retrieval, Digital museum, Digital Archiving, Content Delivery, Image Assessment, Image Quality, Printing and Display Technologies, Imaging Devices, Digital Signage, Electronic Paper, Visual Communication; Human Interfaces and Interactions, Mobile Image Communication, Networking and Protocols, Optical Communication, Hardware and Software Implementation, Image Related Applications, LSI, Understanding of Human Vision and/or Human Tactile Sense, Web-Related Techniques, Personalization Technique, Interaction between Human and Computer, Usability, Accessibility, Image Processing Technique Considered Emotion, Other Fundamental and Application Technique, International Standardization.

Paper Submission Due Date: January 8, 2020

The Institute of Image Electronics Engineers of Japan



ビジュアルコンピューティング論文特集号 論文募集

画像電子学会編集委員会

ビジョンとグラフィックスの統合を目指したビジュアルコンピューティング研究委員会は1993年に発足し、シンポジウムおよびワークショップを通して活発な活動を行ってきております。そこで本年度も、表記の論文特集号を下記の要領により企画いたしました。採録論文は本学会論文賞の対象にもなりますので、奮って御応募下さい。

1. 対象分野

- (1) コンピュータグラフィックス
- (2) ビジュアライゼーション
- (3) コンピュータビジョン
- (4) 画像処理・画像計測
- (5) ビジョンとグラフィックスの統合・融合
- (6) 視覚情報とその他の感覚情報との統合

これらに少しでも関連をもつ、より新しいまたより広い分野からの研究成果の投稿を期待しています。

2. 論文の種類と取扱い

「論文」だけでなく、「ショートペーパー」も受け付けます。取り扱いは通常の論文投稿と同一です。なお採録決定が特集号に間に合わなかった場合には、通常の投稿として扱います。

3. 特集号発行 画像電子学会誌 2020年10月号予定（電子版）

4. 論文投稿締切日 2020年2月28日(金) 必着

5. 原稿送付先および問い合わせ先

画像電子学会事務局

〒116-0002 東京都荒川区荒川 3-35-6 ライオンズマンション三河島第二 101号

TEL: 03-5615-2893 FAX: 03-615-2894

事務局 福島 hensyu@iieej.org

<http://www.iieej.org/>（電子投稿）

ゲスト編集委員長	森島 繁生	shigeo@waseda.jp
ゲスト編集幹事	藤澤 誠	fujis@slis.tsukuba.ac.jp
	森本 有紀	morimoto@design.kyushu-u.ac.jp
	久保 尋之	hkubo@is.naist.jp

2021年1月号 論文特集号 論文募集

— 自動化・省人化・増力化を支える画像処理関連技術 —

画像電子学会 編集委員会

先進国において少子高齢化は共通の課題です。とりわけ日本では、生産年齢人口が1995年をピークに減少を続け人手不足に陥っています。一方で、日本の1人当たり労働生産性はOECD加盟36カ国中21位(2018年)と極めて低く、労働力不足の解消を図るには労働人口の拡大だけでなく、1人あたりの労働生産性を向上させることが必要といえます。

労働生産性が低い理由については日本固有の人事制度や社会慣習が背景にあるといえますが、テクノロジーによる自動化や省人化・省力化も生産性向上の一つの手段として期待されており、昨今話題の自動運転技術に加え、RPA (Robotic Process Automation) によるホワイトカラー業務の自動化にも、高い関心が寄せられています。具体的には、進化する画像認識技術と、増加するIoT機器からの情報や、低価格化が進んでいるロボットを活用することで、今後幅広い分野で自動化アプリケーションの普及が期待できます。

また、生産性の向上は製品の高付加価値化やクラウド利用などによる個人の能力の増力化によっても可能です。例えば画像解析技術による意思決定の支援、IoT機器を用いたリモート処理による移動時間の削減、さらにはインタラクティブな映像処理システムによる顧客対応の改善など、幅広い画像処理技術が、生産性向上に貢献できる可能性を秘めているといえます。

本特集号では、上記のように自動化や省人化・省力化を支える各種の画像処理技術に関する論文、システム開発論文を広く募集いたします。

1. 対象分野 (キーワード) :

- ・画像処理, 画像認識, 画像検出, パターン認識
- ・機械学習, コンピュータビジョン
- ・IoT, ユビキタス, ビッグデータ
- ・自動運転, RPA, オートメーション, ロボティクス
- ・ユーザビリティ, インタフェース, インタラクション

2. 論文の取り扱い

投稿様式、査読プロセスとも通常の投稿論文と同様です。採録決定が特集号に間に合わなかった場合には、通常の投稿論文として取り扱います。英文での投稿も受け付けます (IIEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing への掲載となります)。英文 CFP は次ページをご参照ください。

3. 特集号発行

画像電子学会誌 (電子版) 2021年1月号

(英文: IIEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing Vol.8, No.2 2020年12月発行)

4. 論文投稿締切日

2020年5月29日(金)

5. 投稿方法および問い合わせ先

詳細は右記 URL をご確認ください。 <http://www.iieej.org/ronbun.html>

画像電子学会 <http://www.iieej.org/>

〒116-0002 東京都荒川区荒川三丁目35番4 ライオンズマンション三河島第二 101号室

TEL: 03-5615-2893, FAX: 03-5615-2894, E-mail: hensyu@iieej.org

Call for Papers

Special Issue on CG & Image Processing Technologies for Automation, Labor Saving and Empowerment

IIEEJ Editorial Committee

A declining birthrate and a rapid aging population are common problems in developed countries. Particularly in Japan, the working-age population is declining continuously, after reaching its peak in 1995, resulting in a shortage of labor. On the other hand, per capita labor productivity in Japan is very low, ranking 21st out of 36 OECD countries in 2018. In order to solve the labor shortage, it is necessary not only to expand the workforce but also to improve labor productivity.

Low productivity may be due to Japan-specific personnel systems and social customs, but improvements in productivity can also be expected through automation and labor saving technologies such as autonomous driving that has been actively studied in recent years and white collar work automation using RPA (Robotic Process Automation). Specifically, automation applications can be expected to expand into a wide range of fields in the future by using evolving image recognition technology, increasing information from IoT devices, and less expensive robots.

Productivity can also be improved by adding value to the product or empowering workers, such as by using the Cloud. A wide range of image processing technologies can contribute to productivity, such as decision making support with image analysis, time saving with remote processing using IoT devices, and improvement of customer service through interactive video processing systems.

Based on this background, we look forward to receiving your papers, system development papers, and data papers in this special issue.

1. Topics covered include but not limited to
Image Processing, Image Recognition, Image Detection, Pattern Recognition, Machine Learning, Computer Vision, IoT, Ubiquitous, Big Data, Autonomous Driving, RPA, Automation, Robotics, Usability, Interface, Interaction, Other related fundamental / application / systemized technologies.
2. Treatment of papers
Submission paper style format and double-blind peer review process are the same as an ordinary contributed paper. If the number of accepted papers is less than the minimum number for the special issue, the acceptance paper will be published as an ordinary contributed paper. We ask for your understanding and cooperation.
3. Publication of Special Issue:
IEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing Vo.8, No.2 (December 2020)
4. Submission Deadline:
Friday, May 29, 2020
5. Contact details for Inquires:
IIEEJ Office E-mail: hensyu@iieej.org
6. Online Submission URL: <http://www.editorialmanager.com/iieej/>

2021年4月号 論文特集号 論文募集
—未来社会の実現に向けた画像関連技術—

画像電子学会 編集委員会

ICT技術の導入・普及による経済発展と社会的課題の解決がもたらす高度化社会・快適化社会への期待は大きいものがある。このため、政府は狩猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く、新たな未来社会として Society 5.0 を提唱し推進している。

その狙いはサイバー空間 (仮想空間) とフィジカル空間 (現実空間) を高度に融合させるシステムの構築と位置づけられ、ドローン、AI 家電、医療・介護対応、スマートワーク、スマート経営、自動走行などが活用事例として挙げられている。また、これらを実現するための要素技術としては画像認識や可視化のほか、サイバー空間をより身近なものにする仮想現実 (VR)、拡張現実 (AR)、複合現実 (MR) などを統合した XR 技術も不可欠といえ、単なる視覚的効果だけでなく、人間の五感に相互に訴えるクロスモーダルな感覚提示が重要視されている。

さらに、これらの技術基盤をなす、コンピュータグラフィックス、コンピュータビジョン、ユーザーインタフェース、ユーザーエクスペリエンスなどにおける技術革新が重要であり、画像や映像を通して、視覚のみならず、それ以外の感覚にも訴える技術の実用化が期待されている。

本特集では、このように画像や映像を通して未来社会を実現する画像関連要素技術、システム技術に関する論文、システム開発論文を広く募集いたします。

1. 対象分野 (キーワード) :

- ・ VR, AR, MR
- ・ コンピュータグラフィックス, 画像処理
- ・ インタラクション, リアルタイム処理, クロスモーダル現象
- ・ コンピュータビジョン, パターン認識, 機械学習
- ・ ユーザーインタフェース, ユーザーエクスペリエンス 等

2. 論文の取り扱い

投稿様式、査読プロセスとも通常の投稿論文と同様です。採録決定が特集号に間に合わなかった場合には、通常の投稿論文として取り扱います。英文での投稿も受け付けます (IEEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing への掲載となります)。

3. 特集号発行

画像電子学会誌 (電子版) 2021年4月号

(英文: IEEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing Vol.9, No.1 2021年6月発行)

4. 論文投稿締切日

2020年10月31日(土)

5. 投稿方法および問い合わせ先

詳細は右記 URL をご確認ください。 <http://www.iieej.org/ronbun.html>

画像電子学会 <http://www.iieej.org/>

〒116-0002 東京都荒川区荒川三丁目 35 番 4 ライオンズマンション三河島第二 101 号室

TEL : 03-5615-2893, FAX : 03-5615-2894, E-mail : hensyu@iieej.org

映像制作・CG・立体表示などに関する技術は、これを取り巻く映像表現・芸術科学の進歩とともに、映画やゲーム、e-コマース、ビッグデータ視覚解析などの産業としても大きく発展を遂げ、今後のさらなる進化に期待は高まるばかりです。近年では、各種の携帯端末の搭載機能も格段に進歩し、民生機でも奥行き画像や人物動作情報の取得が可能になるなど、高度なCG/CV/メディア応用技術等が常に身近に存在し、日常生活に欠かせない存在になりつつあります。

これら映像表現・芸術科学とその技術応用に関して、毎年3月に「映像表現・芸術科学フォーラム」と称する会議が当学会・映像情報メディア学会・芸術科学会の共催で開催されてきており、毎回若手を中心に興味深い報告がきわめて活発になされております。

本年は当学会誌で表記の論文特集号を下記のとおり企画しました。採録論文は、本学会論文賞の対象にもなりますので、奮って御応募ください。

1. 投稿資格

- (1) 「映像表現・芸術科学フォーラム 2019 (Expressive Japan 2019)」での発表論文であること (口頭発表, ポスター発表, 作品上映の発表区分は問わない)
- (2) 著者のうち少なくとも1名は、本学会, 映像情報メディア学会, 芸術科学会のいずれかの正会員であること

2. 論文の種類と取扱い

「論文」だけでなく、「ショートペーパー」も受け付けます。取り扱いは通常の論文投稿と同一です。なお採録決定が特集号に間に合わなかった場合には通常の投稿として扱いますが、その場合の投稿資格に関しては特集号の資格に従うものとします。

3. 特集号発行：画像電子学会誌 令和2年4月号(第49巻第2号) [電子版]

4. 論文投稿締切日：令和元年11月15日(金) 必着

5. 原稿送付先および問合せ先

画像電子学会事務局

〒116-0002 東京都荒川区荒川 3-35-6 ライオンズマンション三河島第二 101号

TEL:03-5615-2893 FAX:03-615-2894 事務局 福島 hensyu(a)iieej.org

画像電子学会トップページ <http://www.iieej.org/>

学会誌 <http://iieej.org/gakkaishi.html>

投稿ページ(投稿ログイン、新規ユーザ登録) <http://www.editorialmanager.com/iieej/>

※論文種別は下記のいずれかとなります。

映像表現・芸術科学フォーラム 2019 論文特集号 -論文-

映像表現・芸術科学フォーラム 2019 論文特集号 -Short Paper-

ゲスト編集委員長 森島繁生 shigeo(a)waseda.jp

ゲスト編集幹事 佐藤周平 ssato(a)eng.u-toyama.ac.jp

*(a)は@に置き換えてください。

画像関連学会連合会第6回秋季大会 論文特集 論文募集

画像電子学会 編集委員会

編集委員会では、本年の画像関連学会連合会第6回秋季大会で発表された画像電子関連の最新研究（口頭発表、ポスター発表等）を対象に、当学会誌で論文特集号を下記のとおり企画しました。採録論文は、本学会論文賞の対象にもなりますので、奮って御応募ください。

1. 対象分野（キーワード）

画像符号化(静止・動画, ステレオ, フラクタル 等), 電子透かし(著作権保護, 改ざん等), 通信・ネットワーク(画像通信, 光ネットワーク, マルチメディア通信, イメージコミュニケーション 等), 画像処理一般(画像復元, 強調, 認識, 文書画像, 高解像化, コンテンツ制作 等), 画像入出力・色・画質評価(カラー画像処理, ディスプレイ技術, プリンタ技術, 心理評価, デジタルサイネージ・監視カメラ 等), バーチャルリアリティ・CG・コンピュータビジョン(ヒューマンインタフェース, コンピュータグラフィックス, 画像再構成・復元, 照明・反射解析, マルチメディア処理, メディア統合, ホログラフィ 等), 画像アプリケーション, アクセシビリティ, その他画像一般(リモートセンシング, 画像データベース, 人工知能, 遺伝的アルゴリズム, 標準化(人材育成などを含む), 社会情報学(通信政策, ビジネスモデル 等), 安心・安全・快適に特化した技術, 視覚・聴覚支援システム 等), その他画像一般, 並びに関連する基礎・応用技術

2. 投稿資格

- (1) 「画像関連学会連合会秋季大会」での発表論文であること（口頭発表、ポスター発表の発表区分は問わない）
- (2) 著者のうち少なくとも1名は、本学会、日本画像学会、日本写真学会、日本印刷学会のいずれかの正会員であること

3. 論文の種類と取扱い

「論文」だけでなく、「システム開発論文」及び「ショートペーパー」も受け付けます。取り扱い通常は論文投稿と同一です。なお採録決定が特集号に間に合わなかった場合には通常投稿として扱いますが、その場合の投稿資格に関しては特集号の資格に従うものとします。

4. 特集号発行：画像電子学会誌 令和2年7月号（第49巻第3号）[電子版]

5. 論文投稿締切日：令和元年12月23日(月) 必着

6. 投稿方法および問合せ先

詳細は下記 URL をご確認ください。

<http://www.iieej.org/ronbun.html>（電子投稿）

画像電子学会

〒116-0002 東京都荒川区荒川 3-35-6 ライオンズマンション三河島第二 101号

TEL:03-5615-2893 FAX:03-615-2894 事務局 福島 Email: hensyu@iieej.org

URL: <http://www.iieej.org/>

論文賞候補論文推薦のお願い

来年度は第19回の論文賞表彰を行いますので、下記の要領で授賞候補論文をご推薦頂きたく、お願いいたします。

- 推薦対象と推薦数** 学会誌第47巻 第1号（通巻243号）～ 第48巻 第4号（通巻250号）：2018年1月～2019年10月英文論文誌（T-IEVC）第5巻 第2号～ 第7巻 第2号：2017年12月～2019年12月
（招待論文，資料論文，ショートペーパーを含む）のなかから優れたもの2編以内
- 推薦資格** 本学会正会員，学生会員および名誉会員
- 推薦方法** 下欄の推薦用紙に記入の上，郵送，FAX くださるかまたは必要事項を記載の上 Eメールでお送りください。
（FAX：03-5615-2894，Eメール：hensyu@iicej.org）
- 締切日** 2020年1月20日（月）
- 表彰規定等** 論文賞表彰規定参照（次ページ）
- その他** 推薦された論文（招待論文，資料論文，ショートペーパーを含む）を基に選定して第49回通常総会（2020年6月）で表彰，表彰は賞牌。

-----きりとり-----

論文賞候補論文推薦用紙

		受付番号
論文・資料題名		
著者名		
掲載番号	巻 号 (通巻 号) *	巻 号 (通巻 号) *
推薦理由		
推薦者	氏名	会員番号
	住所	

*英文論文誌の場合，通巻番号のご記入は不要です。

論文賞表彰規定

第1条(目的)

論文賞は、本会定款第2章第5条による表彰で、本会発行の会誌および英文論文誌に発表された論文(招待論文、資料論文、ショートペーパーを含む、以下同じ)のうち、とくに優秀なものを2編以内を最優秀論文賞として選び、その著者に贈呈する。

第2条(対象)

表彰は隔年とし、原則として前々年および前年発行の会誌に掲載された論文を対象とする。

第3条(選定)

論文賞の選定は、別途定める「論文賞授賞候補選定手続規定」に従い、選定委員会で行われた評価結果に基づき、上位の論文2編以内を最優秀論文賞授賞候補論文として、理事会で決定するものとする。

ただし、第1条および本条前記の規定に拘らず、理事会が必要と認めた場合は、上記の定数を超えて選出し、決定することができる。なお、最優秀論文以外の論文の中から優秀論文を選出することができる。ただし、優秀論文の総数は第2条における全表彰対象論文数の5%を超えないものとし、最優秀論文賞が2編を超えた場合はそれに応じて減らすものとし、2編未満の場合はそれに応じて増やすことができる。

第4条(表彰)

最優秀論文賞は賞牌とし、優秀論文賞は表彰状とし、通常総会(隔年)で表彰する。著者が共著の場合には著者全員を表彰し、また同一著者に重ねて授賞しても差し支えない。なお、表彰時点においても著者のうち少なくとも1名は会員(正会員、学生会員および名誉会員)であることを条件とする。

論文賞授賞候補選定手続規定

1. 選定委員会の編成

会長は、下記の構成により委員長、幹事、委員を委嘱し、選定委員会を発足させる。

委員長	編集委員長
副委員長	副編集委員長
幹事	編集理事、企画理事、総務理事
委員	編集委員、企画委員

2. 委員長は副委員長・幹事と協議し、会誌の発行状況により対象とする会誌の範囲、候補推薦および授賞候補選出の日程を決める。

3. 候補推薦用紙の配布

学会事務局は候補推薦用紙を作成し、会誌とじ込みで会員に配布する。なお、推薦資格は正会員、学生会員および名誉会員とし、推薦は2編以内、記名式とする。候補の推薦は会誌とじ込み用紙以外でも受け付ける。

4. 推薦論文一覧表の作成

幹事は候補推薦締切日以後ただちに推薦論文一覧表を作成し、委員長に報告する。選定委員会は、投稿時の査読評価結果等、選定委員会で定める基準を満たす論文を推薦論文一覧表に加えることができる。

5. 授賞候補選定手続

- 委員長は授賞候補選出のため、推薦論文一覧表を添えて選定委員会委員に締切日までの投票を依頼する。なお、投票資格は委員長・副委員長・幹事・委員とし、投票編数は2編以内、記名式とする。得票数を評価得点とする。
- 上記a.の規定に拘らず、委員長は選定委員会の承認を得て、選定委員会の構成委員の中から論文評価委員(10名以上)を選定し、締切日までに評価点の提出を委嘱し、その評価得点を選定の基準とすることができる。

6. 授賞候補選出評価結果の集計

幹事は、授賞候補選出評価提出締切日以後ただちに評価得点を集計し、順位一覧表を作成して委員長に報告する。

7. 評価上位の資格審査

委員長は副委員長・幹事を招集し、評価順位一覧表の上位論文について授賞候補としての資格審査を行う。

8. 授賞候補の選定

委員長は選定委員会を開催し、授賞候補選出評価結果および上位論文の資格審査結果を報告し、最優秀論文授賞候補2編以内を選定し、理事会に答申する。ただし、選定委員会が必要と認めた場合は、本定数を超えて候補論文を選出し、理事会に答申することができる。また、必要に応じ最優秀論文候補論文以外の論文の中から規定数以内の優秀論文候補論文を選出し、理事会に答申する。

西田賞候補論文推薦のお願い

来年度は第8回西田賞の選考を行いますので、下記の要領で授賞候補論文をご推薦頂きたく、お願い致します。

- 推薦対象と推薦数** 学会誌第47巻 第1号(通巻243号)～第48巻 第4号(通巻250号)：2018年1月～2019年10月
英文論文誌(T-IEVC) 第5巻 第2号～第7巻 第2号：2017年12月～2019年12月
(招待論文, 資料論文, ショートペーパーを含む) のなかから優れたもの2編以内
- 推薦資格** 本学会正会員, 学生会員および名誉会員
- 推薦方法** 下欄の推薦用紙に記入の上, 郵送, FAX くださるかまたは必要事項を記載の上 Eメールでお送りください。
(FAX : 03-5615-2894, Eメール : hensyu@iicej.org)
- 締切日** 2020年2月3日(月)
- 表彰規定等** 西田賞表彰規定参照(次ページ)
- その他** 推薦された論文(招待論文, 資料論文, ショートペーパーを含む)を基に西田賞選定委員会において選考を行い, 第49回通常総会(2020年6月)で表彰, 表彰は賞牌。

-----きりとり-----

西田賞候補論文推薦用紙

		受付番号
論文・資料題名		
著者名		
掲載番号	巻 号 (通巻 号) *	巻 号 (通巻 号) *
推薦理由		
推薦者	氏名	会員番号
	住所	

*英文論文誌の場合, 通巻番号のご記入は不要です。

西田賞表彰規定

平成 18 年 3 月 17 日制定 平成 19 年 11 月 2 日改定

第 1 条 (目的)

西田賞は、本会定款第 2 章第 5 条による表彰で、本会発行の会誌および英文論文誌に発表されたビジュアルコンピューティング関連の論文（招待論文、資料、ショートペーパーを含む、以下同じ）のうち、とくに優秀なもの 1 編以内を選び、その第一著者に贈呈する。

第 2 条 (対象)

表彰は隔年とし、原則として前々年および前年発行の会誌に掲載されたビジュアルコンピューティング関連の論文を対象とする。

第 3 条 (選定)

西田賞の選定は、別途定める「西田賞授賞候補選定手続規定」に従って、会員（正会員、学生会員および名誉会員、以下同じ）推薦による推薦論文を対象に選定委員会で投票を行い、得票上位の論文 1 編以内を授賞候補論文として選定し、理事会で決定するものとする。

ただし、第 1 条および本条前記の規定に拘らず、理事会が必要と認めた場合は、上記の定数を超えて選出し、決定することができる。

第 4 条 (表彰)

西田賞は賞牌とし、通常総会（隔年）で表彰する。著者が共著の場合には第一著者を表彰する。なお、第一著者は会員であること。

西田賞授賞候補選定手続規定

1. 選定委員会の編成

会長は、下記の構成により委員長、副委員長、幹事、委員を委嘱し、選定委員会を発足させる。

委員長	VC 委員長
副委員長	VC 副委員長
幹事	編集理事および VC 委員より 2 名
委員	編集理事および VC 委員より 10 名程度

2. 選定対象と日程

委員長は幹事と協議し、会誌の発行状況により対象とする会誌の範囲、候補推薦および授賞候補選出の日程を決める。

3. 候補推薦用紙の作成

幹事は候補推薦用紙を作成し、会員に提供する。なお、推薦資格は正会員、学生会員および名誉会員、推薦は 2 編以内、記名式とする。

4. 推薦論文一覧表の作成

幹事は候補推薦締切日以後ただちに推薦論文一覧表を作成し、委員長に報告する。

5. 授賞候補選出投票用紙の配布

委員長は授賞候補選出のための投票用紙を作成し、推薦論文一覧表とともに選定委員会委員に配布する。なお、投票資格は委員長、幹事および委員、投票は表彰予定編数以内、記名式とする。

6. 授賞候補選出投票結果の集計

幹事は、授賞候補選出投票締切日以後ただちに投票結果を集計し、得票順位一覧表を作成して委員長に報告する。

7. 得票上位の資格審査

委員長は幹事を招集し、得票順位一覧表の得票上位について授賞候補としての資格審査を行う。

8. 授賞候補の選定

委員長は選定委員会を開催し、授賞候補選出投票結果および得票上位の資格審査結果を報告し、授賞候補 1 編以内を選定、理事会に報告する。ただし、選定委員会が必要と認めた場合は、本定数を超えて候補論文を選出し、理事会に報告することができる。

アレキサンダー・ベイン賞候補推薦募集

2019 年 10 月 31 日
一般社団法人
画像電子学会会長
斎藤 隆文

本学会では、画像工学の学術の進展に対して卓越した業績のあった会員、または産業界の発展に特別の功労がありその功績が顕著であった会員へのアレキサンダー・ベイン賞推薦候補を募集します。

別紙の候補者推薦書にご記入の上、2020 年 2 月 14 日（金）必着で学会事務局までメール添付で送付ください（推薦書の電子ファイルは上記学会ホームページ（<http://www.iieej.org/>）からダウンロードできます）。

アレキサンダー・ベイン賞規程（抜粋）

第 1 条 本会定款第 4 条に基づく画像工学に関する学術に関し卓越した業績のあった者、または産業界や本学会関連事業に関し特別の功績があった者に対し、本規程による表彰を行う。

第 7 条 本賞は、10 年を超えて本学会会員である者を受賞対象とし、過去に本賞を受賞していない者のうちから、原則として毎年若干名以内を選定し贈呈する。

第 8 条 各年度に適切な該当者がいない場合は、該当者なしとする。

第 9 条 本賞として、賞状および記念メダルを贈呈する。

アレキサンダー・ベイン賞選定手続き規程（抜粋）

第 2 章 選定委員会選定細則

第 5 条 アレキサンダー・ベイン賞の一般推薦の推薦状フォーム並びに推薦締め切り期日については期日前にフェロー会員に周知する。

2. 推薦状にはフェロー会員 2 名の推薦を必要とする。

3. 推薦状フォームは本規程別紙に掲げるものを使用する

[贈呈式]

2020年の年次大会・総会（2020年6月25-27日慶應義塾大学・日吉キャンパス・来往舎）で行う予定です。

上記、アレキサンダー・ベイン賞規程等の詳細は当学会ホームページ（<https://www.iieej.org/admission/arexande/>）を参照してください。

以上

別紙

アレキサンダー・ベイン賞 候補者推薦書

受賞候補者名	氏名 会員番号, 在籍年数 所属, 住所, 電話番号, メールアドレス
受賞候補者経歴	学歴, 職歴:
	本学会での活動歴:
	学術的業績, 産業的貢献, 社会的貢献:
推薦理由 (サイテーション)	
主たる功績 (いずれか, または複数に○印) (1) 学術的業績 (2) 産業的貢献 (3) 社会的貢献 (4) 学会活動 推薦理由	
受賞候補者の推薦者 氏名 (フェロー認定 年)	(1) () (2) ()

画像電子技術賞候補の推薦のお願い

画像電子学会では、画像電子に関する極めて優れた製品、システム、デバイスを開発した個人またはグループを毎年若干件選出して画像電子技術賞として表彰します。つきましては、本技術賞に相応しいと思われる候補（個人もしくはグループ）を下記要領に従って、推薦下さるようお願い致します。なお、選定は画像電子技術賞選定委員会で行います。

記

- ・推薦者の資格：本学会正会員であること（一人1件に限る）。
- ・候補者の資格：表彰時において、本学会会員であること。
- ・推薦方法：次頁の推薦用紙またはこれをコピーしたものに、
 - (1) 推薦する個人もしくはグループ全員の氏名、所属（連絡先）
 - (2) 推薦する製品名、システム名、デバイス名
 - (3) 推薦理由
 - (4) 推薦者の氏名、所属、住所、電話／FAX番号、e-mail
を記入の上、学会あてFAX、郵便またはe-mailでお送り下さい。
尚、推薦理由を裏付ける資料があれば、その案内（論文の場合であれば、
題目、発表機関、VOL.、NOなど）を推薦理由欄に付記して下さい。

- ・推薦の締切：2020年2月14日（金）
- ・送付先：〒116-0002 東京都荒川区荒川三丁目35番4 ライオンズマンション三河島第二 101号
画像電子学会〈TEL〉03-5615-2893 〈FAX〉03-5615-2894 〈E-mail〉hyoujun@iieej.org
- ・表彰内容：楯及び表彰状を贈呈します。
- ・表彰方法：通常総会の席で表彰するとともに、学会誌に解説を掲載します。
- ・技術展示：受賞技術は、年次大会2020年6月25-27日（慶應義塾大学）にて技術展示をお願いします。

・画像電子技術賞授賞リスト（最近の例）

受賞年度	受賞技術名もしくは製品・システム名	<受賞者所属先>
2018年	羽虫の群れの動き生成システム (2件) 展示会見学体験向上を目的とするユニバーサルオブジェクト認識技術を用いたMICEアプリの提供	<北海道大学大学院情報科学研究科> <NTTサービスエボリューション研究所>
2017年	アクティブ照明と多視点カメラ入力による実時間インテグラル立体表示 (2件) 視覚の知覚メカニズムを活用した視点移動対応裸眼3D映像スクリーン技術	<名古屋大学大学院工学研究科/日本放送協会> <日本電信電話株式会社/東北大学>
2016年	24時間連続稼働全天球ライブストリーミングカメラ RICOH R Development Kit	<株式会社リコー 技術経営センター>
2015年	メガネなしテーブル型3Dディスプレイ技術 fVisiOn	<ユニバーサルコミュニケーション研究所/NICT>
2014年	デジタルサインage 広告効果測定のための群衆画像解析技術	<NTTメディアインテリジェンス研究所・他>
2013年	映像同期型AR技術 Visual SyncAR	<NTTメディアインテリジェンス研究所>
2012年	前庭動眼反射を考慮したバーチャル眼鏡レンズシステム	<東京工科大学、他>
2011年	CGによる手話アニメーションの自動生成システム	<NHK放送技術研究所>
2010年	光透かしを用いた符号情報埋め込み技術	<(有)YITコンサルティング、神奈川工科大学>

画像電子技術賞表彰規定

2015年9月4日改訂

第1条（目的）

画像電子技術賞は、画像電子に関する極めて顕著な新しい技術、製品、システムを開発した個人またはグループを毎年若干件選出して表彰するものである。

第2条（選定）

画像電子技術賞は、別途定める「画像電子技術賞候補選定手続規定」に従って候補を選出し、理事会で決定するものとする。但し、過去に受賞した個人またはグループは候補から除く。

第3条（表彰）

画像電子技術賞は、楯および表彰状とし、毎年通常総会で表彰するとともに、学会誌上で紹介する。なお、年次大会にて技術展示を依頼する。

画像電子技術賞候補推薦用紙

<技術・製品または、システム名>

<受賞候補者> (複数の場合は全員ご記入ください)

氏名	所属	TEL/FAX/ e-mail

<推薦理由または参考資料>

<推薦者>

氏名：

所属：

TEL：

FAX：

e-mail：

2020年度フェロー候補推薦募集

2019年10月31日

一般社団法人

画像電子学会会長

斎藤 隆文

本学会では、学術上の業績、学会活動の活性化、教育・社会活動への取り組み、標準化活動などにおいて、特に貢献のあった会員に対しフェローの称号を授与する制度を設けています。フェロー称号認定につきましては以下の通り実施致しますので、フェロー候補の推薦をお願いします。なお、本情報は学会ホームページからも参照できます。

[推薦募集要領]

別紙のフェロー候補推薦書にご記入の上、2020年2月14日（金）必着で学会事務局までにメール添付で送付ください（推薦書の電子ファイルは学会ホームページからダウンロードできます）。選定委員会で審査の上、理事会で決定されます。

なお、条件、資格等はフェロー制度規程[pdf] 学会ホームページもしくは画像電子学会誌 Vol.39 No.3 pp339(2010)に記載されていますので参照して下さい。また、候補者1名に対し推薦者は2名必要ですが、その内少なくとも一人は候補者と同一の機関に属されない方といたします。

[称号授与]

フェロー称号授与式は2020年の年次大会・総会（2020年6月25-27日慶應義塾大学・日吉キャンパス・来往舎）で行う予定です。

以上

画像電子学会フェロー候補推薦書

フェロー候補者	氏名 会員番号, 在籍年数 所属, 住所, 電話番号, メールアドレス
候補者略歴	学歴, 職歴 :
	本学会での活動歴 :
	業績 : (特に, 本学会分野での業績)
功績内容 (サイテーション) (22文字以内)	
主たる功績 (いずれか, または複数に○印) (1) 工学的・科学的先駆者 (2) 学会活動推進者 (3) 技術開発指導者 (4) 教育者 (5) 標準化・社会活動 推薦理由	
フェロー候補の推薦者 氏名 (会員番号)	(1) () (2) ()

(注) 記入スペースが不足する場合はそのまま行数を増やして書いてください。複数ページでも結構です。

代議員候補推薦のお願い

一般社団法人 画像電子学会
代議員選挙管理委員長

画像電子学会では、2020年度の代議員改選を行います。
下記の要領で代議員のご推薦をお願いします。

1)代議員とは

毎年1回6月に開催される総会に出席し、予算、決算、役員、事業計画など学会の重要事項につき審議する役割の人です。以前の総会には正会員なら誰でも出席し審議に参加出来たのですが、代議員制では正会員及び名誉会員を代表する形で代議員が総会に出席することになります。

総会は、学会の最高議決機関ですのでそれに正会員及び名誉会員を代表して出席する重要な役割を担うことになります。

2)代議員の人数と任期は

30人ぐらいで、任期は2年で（2020年選出の方は、2020.6.総会日～2022.6.総会前日）、2期程度とします。

3)選出する方法は

立候補及び学会の正会員、名誉会員などからの推薦により候補を定め、正会員、名誉会員の選挙によって選出します。

4)どのような人が代議員になれるのか

代議員は正会員、名誉会員から選出されます。但し役員（理事、監事）に就いている人は代議員になれません。

5) 推薦決定及び選挙方法は

ご推薦頂いた方を代議員選挙管理委員会にて資格審査し信任方法で選挙を行います。

学会の発展のためにお尽力頂ける意欲的な方をご推薦下さい。
勿論自薦でもかまいません。よろしくお願いします。

- ・ 推薦及び送付方法：添付の推薦書に必要事項を記入しメール又はFAXで事務局 浮ヶ谷宛にお送り下さい。
- ・ 送り先：FAX；03-5615-2894 E-mail；hyoujun@iiecej.org
- ・ 締め切り日：2020.2.14(金)
- ・ 推薦の場合は、被推薦者の了解を得ておいてください。（非会員の場合は推薦後正会員に入会頂きます）

氏名	
所属・役職	
住所	
TEL・FAX	
e-mail	

推薦者 _____

<参考> 代議員選挙規程（必要な方は、事務局へお申し込み下さい。メールでお送りします）

目 次

論文

- Evaluating Digital Slate Devices from Users' Behavior : Electronic Paper Devices as Stationery
 Hirohito SHIBATA, Makoto OMODANI...370(2)
- 放物面鏡対を使用した像浮上型の体積型立体表示 —像照射系の隠蔽配置による鑑賞性向上—
 稲 義実, 藤川知栄美, 面谷 信...378(10)

Imaging Today

- 「4D & ファンクショナルプリンティング技術」
 Introduction.....水野知章, 秋山勇治, 北野賀久, 竹内達夫...384(16)
- 4D and Functional Printing 次元を超えた新しい価値の創造—.....藤井雅彦...385(17)
- 4D Printing 時代の 3D データ処理 —ボクセルフォーマット FAV の活用—
高橋智也, 藤井雅彦, 田中浩也...389(21)
- 空間に物理量を表現する Additive Manufacturing とボクセルファイル形式 FAV の今後の利活用
山崎 淳, 古宇田光...397(29)
- 4DP を支える材料技術.....當間隆司...406(38)
- 力学的異方性を有する炭素繊維強化プラスチックの 3D プリンティング
上田政人, 松崎亮介, 轟 章, 平野義鎮...415(47)
- FDM マテリアルのデザインと活用について.....湯浅亮平...420(52)
- バイオプリンティング・バイオファブリケーション: 臓器づくりのためのプロセス工学的挑戦
杉原 新, 浜田裕太, 西尾竜馬, 福島正義, 岩永進太郎
 黒岡武俊, 戸田英樹, 境 慎司, 中村真人...424(56)
- 近年の食品 3D プリンタの発展.....川上 勝, 古川英光...434(66)

Imaging Highlight

- 昆虫の飛翔特性.....高坂拓実, 清水貴裕, 佐藤裕崇, 梅津信二郎...441(73)

教育講座

- 流体工学 (I) —流体の運動方程式と無次元数—.....田川義之...447(79)

研究室訪問

- 田中一平研究室 京都大学大学院 工学研究科 高分子化学専攻.....457(89)

2018 年度日本画像学会表彰

一般社団法人 日本画像学会第 62 回定時総会資料

会報

会告

投稿案内

日本写真学会誌の目次

日本印刷学会誌の目次

Journal of Imaging Science and Technology の目次

画像閑話

令和元年編集委員

編集委員長	中 村 一 希 (千 葉 大 学)	編集幹事	秋 山 勇 治 (キ ャ ノ ン)
編集副委員長	水 野 知 章 (富 士 フ ィ ル ム)	編集副幹事	岩 田 基 (大 阪 府 立 大 学)
	梅 津 信 二 郎 (早 稲 田 大 学)		

編集委員

秋 山 勇 治 (キ ャ ノ ン)	黒 沢 俊 晴 (千 葉 大 学)	中 山 信 行 (富 士 ゼ ロ ッ ク ス)
新 井 啓 之 (日 本 工 業 大 学)	高 橋 正 樹 (東 芝 テ ッ ク)	美 才 治 隆 (リ コ ー)
池 田 光 弘 (三 菱 製 紙)	竹 内 達 夫 (元 キ ャ ノ ン)	前 田 秀 一 (東 海 大 学)
石 田 稔 尚 (シ ャ ー プ)	富 家 則 夫 (京 セ ラ ド キ ュ メ ン ト)	水 野 知 章 (富 士 フ ィ ル ム)
岩 田 基 (大 阪 府 立 大 学)	ソ リ ュ ー シ ョ ンズ)	山 口 大 地 (リ コ ー)
梅 津 信 二 郎 (早 稲 田 大 学)	朝 武 敦 (コ ニ カ ミ ノ ル タ)	山 崎 弘 (元 コ ニ カ ミ ノ ル タ)
北 野 賀 久 (富 士 ゼ ロ ッ ク ス)	内 藤 裕 義 (大 阪 府 立 大 学)	
木 村 正 利 (元 富 士 ゼ ロ ッ ク ス)	中 村 一 希 (千 葉 大 学)	

口絵・口絵解説

- 157 「画像からくり」
第 46 回 色素の分布による像形成 - 猫醤油皿ほか
桑山哲郎

写真のある美術館・博物館・資料館

- 159 ライカギャラリーのご紹介 / 米山和久

161 日本写真学会 2019 年度 学会賞受賞者

- 167 **会告** 日本印刷学会誌・日本画像学会誌・画像電子学会誌・掲載論文一覧/イベント案内/第 27 回カメラ技術セミナー/画像関連学会連合会第 6 回秋季大会会告/令和元年度画像保存セミナー

173 **特集** 2018 年の写真の進歩

特集 2018 年のカメラ

- 211 **解説** Canon EOS R の開発
清田真人
- 217 **解説** M.ZUIKO PRO シリーズレンズ F1.2 シリーズの開発
宮田正人・安富 暁・林 修・長澤健一
- 221 **解説** タムロン ポートレートズーム 35-150 mm F2.8-4 Di VC OSD の開発
仲澤公昭
- 224 **解説** ニコン初の FX フォーマットミラーレスカメラの開発
尾崎浩二・斉藤義久
- 228 一般社団法人日本写真学会 第 8 回 定時社員総会
- 242 **会報** 理事会抄録, 入会のおすすめ

■ 巻頭言	
印刷業界にとって必要な色評価用 LED 照明とは？	平林利文 173
■ 総説 特集「印刷と水」	
オフセット平版印刷湿し水の近年の動向	渡辺邦治 174
液面でのフリースタANDING薄膜の形成	
—液面に印刷！—	白藤 立 181
小さな気泡の不思議な世界	高橋正好 188
プラズマおよび自己組織化単分子膜 (SAM) 技術を用いた超はっ水処理の開発	
	高井 治 194
植物の根が水を探して伸びるしくみ	高橋秀幸 200
■ テクニカル・レポート	
色評価用 LED 照明の現状と課題	杉山 徹 206
■ 国際会議報告	
International Conference on Advanced Imaging (ICAI2019)	
Enriched Imaging Culture by Co-innovation	
— Expansion to New Technology Area —	江前敏晴 208
■ 印象記	
—印刷産業、来るべき時代に求められる新技術とは—	澁谷俊治 210
「2019年新聞印刷技術講座」	
—2000年からの技術の変遷と最新動向の理解を深める—	石崎雅也 212
グラビア研究会 第5回グラビア基礎講座に参加して	関口 龍 214
2019年度技術委員会 フレキシ研究会 第18回研究例会	高野真主実 215
■ Abstract	218
■ 文献紹介	220
■ 資料	222
■ 学会だより	225
■ 日本印刷学会賛助会員名簿	236

日本印刷学会誌編集委員

編集委員長	東 吉彦 (東京工芸大学)	編集副委員長	矢口博之 (東京電機大学)
委員	江前敏晴 (筑波大学)	秋山宏介 (特種東海製紙 (株))	杉山 徹 (大日本印刷 (株))
	高橋 敦 (共同印刷 (株))	澤田宏和 (富士フィルム (株))	寺本 悟 ((独) 国立印刷局)
	井上武治郎 (東レ (株))	川田育孝 (東洋インキ (株))	宇山晴夫 (凸版印刷 (株))
幹 事	小関健一		
表紙デザイン	益田宏樹		

会報

○新入会員紹介 (2019年9月30日)

正会員

中村 幸博(NTT サービスエボリューション研究所)
関野 雅則(富士ゼロックス株)
女屋 達廣(ソナヤ株)
松原 洋一(長野県南信工科短期大学校)
檀 裕也(松山大学)
本多 光子(ソナヤ株)
新宮 清志(日本大学)
谷 明勲(神戸大学)
神納 貴生(大阪工業大学)

学生会員

村上 葉(北海道大学)
松本 大輝(宇都宮大学)
橋本 和樹(立命館大学)
古株 基喜(大阪工業大学)
中山 大(大阪大学)
柳 勇思(大阪大学)
森泉 博貴(大阪大学)

賛助会員

ディライトワークス(株)

○会員現況

名誉会員	19名
正会員	620名
学生会員	71名
賛助会員	25社 36口
特殊会員	35件

編集後記

最初に、先般相次いで上陸した台風15号・19号、さらに引き続いた大雨の被害にあわれた方々に、心よりお見舞い申し上げますと共に、一日も早い復興をお祈り申し上げます。

さて、2019年10月号をお届けいたします。本号は250号記念号であると共にVC(ビジュアルコンピューティング)論文特集号で、私はゲスト編集幹事を仰せつかりました。本特集は、コンピュータビジョン(CV)・コンピュータグラフィックス(CG)及び関連の画像処理に関する幅広い分野を対象として、1995年から毎年企画されており、今年で25回目にあたります。斎藤会長の記念随想にも紹介されている通り、VC研究会の活動は本学会の47年の歴史の半分を超え、大きな柱に成長するに至っています。今回は、13件の投稿のうち、採録され今月号の出版に間に合った5件が掲載されています。そのうち2件の論文では、アニメーションやポーチの製作・生成支援という、人の作業をサポートする技術がテーマになっています。近年、日本社会は少子高齢化が進み、労働力人口の減少が問題になっています。今後は、限られた人的資源を最大限に活用するため、ヒトと機械が協調することで効率的な生産活動をサポートする技術の開発がより一層求められてゆくと思われれます。その意味でVCの今後の研究の一つの方向を示しているとも考えられます。

また、250号記念の報告記事として、過去10年間に本学会誌へ投稿された論文、採録された論文に関する統計データが掲載されています。近年の研究トレンドが一目瞭然で、画像電子分野の研究がまさに日進月歩であると改めて感じました。なお、その記事でも述べられていますように、本学会ではシステム開発論文の投稿を促すために様々な取り組みを始めています。システム開発論文やソフトウェア開発をメインとする論文は企業などの業務に直結しており、著者が成果をアピールできる点においても、読者が世の中の技術を理解する点においてもより実用面での効果を期待できます。技術者・研究者の皆様におかれましては、ぜひ通常論文はもちろん、システム開発論文への投稿をご検討下さい。

(ゲスト編集幹事 久保尋之)

画像電子学会誌

第48巻第4号(通巻250号)

2019(令和元)年10月30日発行(年4回発行)〒116-0002 東京都荒川区荒川3-35-4 ライオンズマンション三河島第二101号

©2019 画像電子学会

E-mail: hensyu@iieej.org

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

発行所 一般社団法人 画像電子学会

TEL (03) 5615-2893 FAX (03) 5615-2894 (振替 00180-3-166232)

編集・発行者 児玉 明

