画像応用技術専門委員会 ViEW とアルコン —IAIP 最新活動報告—*

ViEW and ALCON—Current Activity Report of IAIP—

梅田和昇** 寺田賢治*** 野口 稔†

Kazunori UMEDA, Kenji TERADA and Minori NOGUCHI

Key words

image processing, hands-on approach, social implementation, industrial application, algorithm contest, visual inspection, defect detection

1. はじめに

画像技術は今までも生活、工業を支えてきたが、コンピュータパワー、IT 基幹技術の進展に啓発される形で、AI、Deep Learning、Robotics 応用等、ここ 3、4 年の画像技術の発展および実利用の進展は大きい。さらに昨今、国プロの目的の一つに「社会実装」というキーワードが用いられる。

画像応用技術専門委員会 (Technical Committee on Industrial Application of Image Processing, 略称 IAIP) は、設立当初から、現場、実利用、企業参画等、「現場主義」を理念に置いていた。「社会実装」の先駆け、といえる。

本稿では、IAIP の活動の中から、特に「社会実装」の意味合いが強い 2 つを取り上げ、解説したい。IAIP の活動概要を示した後、「社会実装」活動の総合ディスカッションの場である ViEW の近況について 3 章で論じる。さらに、4 章で、「社会実装」を実問題を題材としたコンテスト形式で目指している外観検査アルゴリズムコンテストについて述べる。

2. IAIP の活動概要

IAIP は、個人会員 139 名、特別委員 7 名、法人会員 26 社 (2016 年 7 月現在) という規模であるが、その規模から想定される以上の (やや過剰といえる程の?) ささまざまな活動を行っている。表 1 に IAIP の主な活動を示す。これは 3 年前の専門委員会・分科会研究レビュー¹⁾で紹介したもののアップデートである。定例研究会は、IAIP の活動のベースとなるものである。毎回平均 50 名程度が参加しており、画像のメーリングリストへの案内などによって

非会員も毎回数名程度参加している。また、国内ワークショップが ViEW、DIA の 2 件、隔年開催の国際会議が 3 件、加えて、サマーセミナー、外観検査アルゴリズムコンテスト、いくつかのワーキンググループと盛りだくさんである。

ちなみに、3 件の国際会議であるが、日仏メカトロニクス会議と AISM に関しては、対象がメカトロニクス全般と広いこともあり、IAIP が日本側の主催ではあるものの、電気学会など他学会も含め、IAIP 関連でない方々の参加も多い。また、日仏メカトロニクス会議と QCAV は、国外の中心はいずれもフランスであるが、両者でフランス側のコミュニティは別である。

他学会との協力も密に行っている。サマーセミナーは映像情報メディア学会のメディア工学研究会と共催 (隔年で主担当を交代) することで有意義な研究交流・人的交流が行えている。また、画像センシングシンポジウム (SSII) の協力、画像の認識・理解シンポジウム (MIRU) の協賛なども行っている。さらに、Korea-Japan joint workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV)、International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) など国際会議の協賛も行っている。

また、表 1 以外では、会誌で画像処理技術に関する特集の企画も行っている²⁾⁻⁴⁾。加えて、IAIP の独自の取り組みとして、会誌で論文特集を行っていることを紹介したい。2009 年 2 月号に実施後、2013 年 11 月号、2014 年以降の 12 月号に、定常的に特集を組んでいる。主に ViEW、DIA で発表された論文のうち優秀なものの投稿を呼びかけているが、それ以外の論文も受け付けている。この論文特集の仕組みは、専門委員会の研究成果発表の場として大変有意義であるので、他の専門委員会にもお勧めしたい。

3. ViEW の活動分析

ViEW は、IAIP の最も中心的な行事であり、日本の画像処理分野の学会の一つとして大きな存在感をもっていると自負している。1989 年にスタートした外観検査の自動化ワークショップを起源とし、2003 年により対象範囲を

*原稿受付 平成 28 年 7 月 26 日

**正 会 員 中央大学理工学部精密機械工学科 (東京都文京区春日 1-13-27)

***徳島大学工学部知能情報工学科 (徳島県徳島市南常三島町 2-1)

†正 会 員 (株)日立ハイテクノロジーズイノベーション推進本部事業開発部 (東京都港区西新橋 1-24-14)

表 1 IAIP の主な活動 (http://www.tc-iaip.org/)

名 称	活動概要	備 考
定例研究会	年間テーマを設定し、回ごとにトピックを決めて、年 5 回、講演、研究発表、事例紹介などを実施。2016 年度の年間テーマは「社会サービスのための画像応用技術」。	専門委員会非会員は参加費 2000 円。5 月、7 月、9 月、11 月、1 月。
ViEW	ビジョン技術の実利用ワークショップ。IAIP 最大の行事。パシフィコ横浜で毎年 12 月に開催。100 件近くの研究発表、500 名を超える参加者。企業からの参加者が多い。最優秀論文に対して「画像応用技術専門委員会 小田原賞」を授与。2015 年から「若手奨励賞」を新設。	今回は 2016 年 12 月 8、9 日に開催。
DIA	動的画像処理実利用化ワークショップ。ViEW に次ぐ大きな行事。地方で毎年 3 月に開催。50～80 件の研究発表、200 名程度の参加者。工場見学なども実施。	今回は 2017 年 3 月 9、10 日に松江高専で開催。
サマーセミナー	8 月後半ごろに 1 泊 2 日で泊まりがけで、若手研究者の発表会（若葉の会）と技術者間の膝を交えての交流を実施。映像情報メディア学会メディア工学研究会と共催。	2016 年は 8 月 31 日、9 月 1 日に福井県芦原温泉で開催。
外観検査アルゴリズムコンテスト（アルコン）	実際に生産現場などで課題となっている画像に対して、認識率と検査時間、アルゴリズムの工夫を競う。100 件程度エントリー。	ViEW で受賞者を表彰。
ワーキンググループ	「外観検査データベース」「次代のあり方展望」「国際活動検討」「感察工学研究会」に加えて、2015 年に「30 周年記念事業」を設置。	2016 年が IAIP の 30 周年にあたる。
日仏メカトロニクス会議	歴史のあるアジア・ヨーロッパを中心としたメカトロニクスに関する国際会議。日本側の主催を IAIP が担当。隔年で実施。日本・フランス交互。	今回は 2018 年 9 月に三重大で開催予定。
ASIM	Asia International Symposium on Mechatronics。以前は日中メカトロニクス会議と呼んでいた。日本側の主催を IAIP が担当。アジア各地で実施。	今回は 2017 年 9 月 13～16 日に韓国・浦項で開催。
QCAV	International Conference on Quality Control by Artificial Vision。フランスで始まった会議。2013 年より日本側の主催を IAIP が担当。隔年で実施。	今回は 2017 年 5 月 14～16 日に中央大学駿河台記念館で開催。

図 1 市場分野別論文数の年次推移

広げるべくビジョン技術の実利用ワークショップ（Vision Engineering Workshop, ViEW）と改名され、発展を続けながら今に至っている。この ViEW の分析を行った内容を以下に紹介する。

図 1 に市場分野別の論文数の年次推移を示す。工業分野が最も多く、1989 年以来、論文数は堅調に推移している。一方、2005 年以降、交通・自動車・自動運転が大きく伸びている。この同じ時期から、農林水産業、サービス、スポーツ、セキュリティなども伸び、ViEW の関連市場の分野は広がっている。この広がり要因の一つは、先の対象範囲拡大を狙った改名の効果が考えられる。

図 2 に技術分野別の論文数の年次推移を示す。特徴点検出、パターンマッチング、統計的学習といった認識テーマは、2007 年ごろから大きく伸び、2015 年には、統計的学習法が 25%、パターンマッチングが 11%、特徴点抽出が 15% と、認識テーマが全体の 68% を占めるに至ってい

図 2 技術分野別論文数の年次推移

る。イメージングのうち 3 次元を扱った論文は 18% であり、2000 年頃より活発に提案されている。

図 3 に対象分野別の論文数の年次推移を示す。1989 年以来工業部品のテーマ数が堅調なのは必然として、2005 年ごろから構造物、2007 年ごろから人・顔に関する論文数が増加している。この時期、「多様な場面での人の認識・計測」「ビジョンによる環境監視と生活支援」等のオーガナイズドセッションが企画された。結果的に、2015 年には、工業部品の 17% に対して、人・顔が 23%、構造物が 10% を占めるまでテーマを多様化している。

以上、講演論文を市場、技術、対象の 3 つの視点で分野分けし、各分野の論文数の推移を示した。分野は多様化してきており、このワークショップを多様化・拡大させようという IAIP の意思と、それを実現する ViEW の企画（オ

図3 研究対象分野別論文数の年次推移

図4 所属機関別論文数の年次推移

表2 アルコン 16 年間の課題の移り変わり

回	西 暦	課 題
1	2001	ガラスのマーク検査
2	2002	低解像度での欠陥検査
3	2003	複雑背景下での欠陥検査
4	2004	周期性ノイズ下での低コントラスト欠陥検査
5	2005	不特定形状の傷の検査
6	2006	ランダムパターン上の顕著な欠陥の検出
7	2007	半導体パターン上のマクロ欠陥の検出
8	2008	半導体パターン上の欠陥分類
9	2009	密集する不定形状な泡の計数
10	2010	変形する密集粒子の追跡
11	2011	細胞内粒子の検出とクラスタリング
12	2012	再生する細胞の領域追跡
13	2013	鋳造部品の欠陥検出
14	2014	鋳造部品の表面を連続的に撮影した画像系列からの欠陥検出
15	2015	鋳造部品の良品サンプル画像からの欠陥検出
16	2016	変身する細胞の検出と追跡

(a) 刻印1

(b) 刻印2

図5 記念すべき第1回(2001年)の課題画像の例

ーガナイズドセッション等) が功を奏していると考える。

図4に執筆者が所属する機関ごとの論文数の年次推移を示す。民間企業単独の執筆数が微増にとどまる中、2015年には、産学官共同、すなわち民間企業と公的機関連名の論文数は、全論文数の30%を占めるに至っている。本ワークショップ等を通じた連携が効果的に働いているものと見ることができる。

4. 外観検査アルゴリズムコンテスト

外観検査アルゴリズムコンテスト(以下、アルコン)は、実際の製造現場等で生じる画像をそのまま使用したほかに例を見ないユニークなコンテストとして、広く認知されるようになってきた。アルコンは2001年より開始され、産業界から貴重な画像データを提供していただきながら、毎年テーマを変えて、2016年で16回目を迎える。アルコンには以下のような特徴がある。

- (1) 対象画像はすべて本物である。コンテスト用に作成された画像ではない。
- (2) 審査は性能のみで、順位は正解率と処理速度のみで1位に最優秀賞、2位と3位に優秀賞、学生の1位に学生奨励賞を授与している(ただし、別に成績上位の中から優秀なアルゴリズムに特別賞も授与している)。
- (3) 作成したプログラムはリリース、すなわち提出していただき、審査は実行委員会で行う。その際、テスト

用に公開されている画像とは別の未公開画像を使用する。

- (4) 匿名応募を認める。所属、背景、資格などは一切問わない。審査過程においても、氏名や所属は非公開で行う。誰が参加し、誰が何点だったかを知っているのは、採点を手伝っている学生のみである。

表2にこれまでの課題を示す。2001年から2005年までは、主として、ガラスやアクリル板などの傷の検査の課題であった。そのうち記念すべき第1回の課題画像の例を図5に示す。これは「ガラスのマーク検査」であり、ガラス表面上の刻印の文字を検査する課題であった。第1回ということで、参加者を集めること、そして提出していただいたプログラムを実行すること大変苦労されたということである。

2006年から2008年までは、半導体メーカーからは門外不出といわれる半導体パターンの欠陥画像の課題であった。このうち図6に示すように2008年の課題は「半導体パターン上の欠陥分類」であり、形状ごとではなく、欠陥の異物、粒状、傷、むら、その他の原因ごとへの分類を行うものであった。このように画像から直接分かる形状ではなく、そのような欠陥になった理由を類推する課題のため、参加者は苦労され、一部からは課題としてはおかしいとの

図6 2008年の貴重な半導体パターンの例

図9 2010年, 2011年, 2012年の細胞3部作

図7 2009年の密集する不定形状な泡

図10 2013年, 2014年, 2015年の鋳造部品の欠陥検出

図8 アルコン参加者の推移

指摘も受けた。しかし、このアルゴリズムが実現できれば、外部からの要因に起因する欠陥なのか、半導体製造機器自体の故障や摩耗、汚れなのかが分かるため、即座に対応することで歩留まりと生産性の向上に有益となる。

続いて2009年は、一部では伝説の課題ともいわれる「密集する不定形状な泡の計数」で、図7に示すように液体中泡の数を計測する課題であった。形状のいびつさと変形、泡どうしの重なりを考慮する必要がある、また、第9回にして初めての動画像であり、参加者はかなり苦労されたようであった。図8にここ数年の参加者数の推移を示す。2009年より飛躍的に参加者数が増えていることが分かる。上段が学生、下段が社会人であるが、学生の伸びが大きく、学生として取り組みやすい画像であったのかもしれない。

2010年から2012年は、文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究「細胞内ロジスティクス」との共催で、細胞内画像処理の課題であった。これらは外観検査とはいえない部分もあるが、コンテスト用に作成されたものではな

く、細胞学上大変貴重な画像である。図9に示すように、2010年は細胞内を変形しながら移動する粒子の追跡、2011年は飢餓状態になると出現するオートファゴソームといわれる細胞内の粒子の検出、2012年は再生する細胞の領域追跡の課題であった。図8の参加者数の推移を見ると、細胞画像処理の課題が始まった2010年は前年に比べ、学生が1.5倍、一般の参加が2倍になったことから分かるように、画像処理の分野でも、細胞学の分野でも、両方で大変有意義な課題であった。

2013年から2015年は本来の産業応用に戻り、図10に示すような鋳造部品が対象となった。鋳造は複雑な形状を実現できるため、各種製品に多く使用されるが、それがゆえに検査が非常に難しく、熟練した検査員による目視検査が必須である。すなわち、鋳造部品の欠陥検出は専門家の目に挑戦する課題だったといえるが、鋳造部品の難しさは、欠陥の多様さもあるが、それに加え、良品にも大きな幅があることにある。砂の汚れは問題なく、また、後で表面を磨くため、凹みは深さに応じて、良品にも不良品にもなる。

さて、既に2016年のアルコンは始まっている。課題は4年ぶりに細胞画像処理に戻り、図11に示す「変身する細胞の検出と追跡」となっている。今年もどんな新しいアルゴリズムが生まれるか、楽しみである。これまでの15回の開催では、11回は社会人が最優秀賞を受賞しているが、3回あった細胞画像処理はすべて学生が最優秀賞を受賞している。こちらの行方も楽しみである。

5. おわりに—30周年のその先へ—

本稿では、IAIPの活動のうち、「社会実装」の意味合いが特に強いVIEWとアルコンを取り上げ、解説した。

図 11 本年度の課題の変形する細胞

IAIP は、1986 年 9 月に設立され、今年で 30 周年を迎えた。表 1 でも少し触れたが、現在、30 周年記念事業ワーキンググループを中心に、30 年の振り返り、若手奨励事業の実施などさまざまな記念事業を企画・実行しつつある（3 章の ViEW の活動分析もその一環で行われたものである）。

この節目に、30 年を振り返りつつ、IAIP のことを再度真剣に考え、次の時代につなげていければと思っている。皆さまの引き続きのご支援、また、ご参画をどうかよろしくお願い申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 奥水大和、梅田和昇、石井明：画像技術と応用舞台の展望—IAIP の活動—、精密工学誌、**79**, 10 (2013) 891.
- 2) 奥水大和ほか：特集 実世界における画像技術の応用（展望、

解説 5 件）、精密工学会誌、**75**, 2 (2009)。

- 3) 奥水大和ほか：特集 画像技術の最前線（展望、解説 5 件）、精密工学会誌、**77**, 12 (2011)。
- 4) 金子俊一ほか：特集 ビジョン技術の実利用（展望、解説 6 件）、精密工学会誌、**79**, 11 (2013)。

梅田和昇

1994 年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。博士（工学）。中央大学専任講師。2006 年同教授。現在に至る。2003～2004 年カナダ NRC Visiting Worker, 2007～2009 年文部科学省学術調査官。ロボットビジョン、画像処理の研究に従事。

寺田賢治

1990 年慶応義塾大学理工学部電気工学科卒業。1995 年同大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。1995 年徳島大学工学部助手、同講師、助教授を経て、現在同教授。1992～1995 年日本学術振興会特別研究員。画像計測、画像処理に関する研究に従事。博士（工学）。

野口 稔

1982 年、東京大学精密機械工学科卒業。同年、(株)日立製作所入社。同社生産技術研究所にて、光学応用検査・計測技術の研究開発に従事。1993 年、米国コロンビア大学客員研究員。2004 年、(株)日立ハイテクノロジーズ。現在、同社イノベーション推進本部事業開発部部長。