ISSN 登録番号　Print 版　ISSN　2189-9797
ISSN 登録番号　オンライン版　ISSN　2189-9819

IEICE INFORMATION AND SYSTEMS SOCIETY JOURNAL

情報・システムソサイエティ誌

EiC

11 NOVEMBER 2017

第22巻 第3号
通巻88号

今月の巻頭言

「最初のメッセージ交換者とICT浸透率」

KDDI総合研究所
鈴木　正敏

一般社団法人　電子情報通信学会

https://www.jstage.jst.go.jp/browse/ieiceissjournal/-char/ja/

©電子情報通信学会　2017

平成29年 11 月 1 日発行

情報・システムソサイエティ誌 第 22 巻 第 3 号（通巻 88 号）

目 次

巻頭言

最初のメッセージ交換者と ICT 浸透率 鈴木 正敏……3

研究最前線

ET 研究会：教育工学 (ET) 研究会創立 50 周年を迎えて 中村 勝一……4
EMM 研究会：情報ハイディングに関する評価基準 岩村 恵市……6
IE 研究会：多視点映像から Light Field への展開 高橋 桂太……8

おめでとう論文賞

画素配列を考慮した Light Field Camera 画像の高解像度化
内田 雄基，大橋 一輝，高橋 桂太，藤井 俊彰……10
Singular-Spectrum Analysis for Digital Audio Watermarking with Automatic Parameterization and Parameter Estimation
Jessada Karnjana, 鵜木 祐史, Pakinee Aimmanee, Chai Wutiwiwatchai……11
書画の質感再現を目的とした反射率と透過率を同時に再現する レプリカの作成 浅田 繁伸，久保 尋之，舩冨 卓哉，向川 康博……12

ソサイエティ活動

FIT2017 開催速報 冨森 英樹……13

フェローからのメッセージ

これからの電子情報通信エンジニア 酒澤 茂之……15
コラボってみませんか？ 黄瀬 浩一……17
情報リベラル・アーツ 天野 英晴……19

コミュニティ通信

幼児早期教育を支援する知能ロボットの研究開発 郭 長琛……21

I-Scover ビジネストライアル・チームより

I-Scover で始める文献探しの旅 五味 弘……25

コラム

Author's Toolkit —Writing Better Technical Papers— Ron Read……29

平成 29 年度　ISS 組織図及び運営委員会構成 ……30

編集委員会名簿・編集後記 ……31

◇表紙デザインは橋本伸江さんによる

最初のメッセージ交換者とICT浸透率

フェロー 鈴木 正敏
KDDI 総合研究所

今年は，国際間の通信技術の変遷を振り返りつつ未来像を話す機会が多くあった．光通信に関わる話が多いが，できるだけ，通信を全般的な視点で話すことを心掛けてみた．その過程で，ICT の浸透度合いや技術の成熟度を示す，面白い指標を発見したので紹介したい．

国際間の通信技術は，1851 年の英仏海峡の電信ケーブルに始まり，19 世紀中にベルにより電話が発明されている．1901 年のマルコーニによる大西洋横断無線で伝送実験の成功により，20 世紀が幕を開け，1906 年には日米間の電信海底ケーブル，1964 年に日米間同軸海底ケーブル，1989 年に光海底ケーブル，21 世紀になり，2016 年にケーブルあたり 60 Tbit/s の超大容量の光海底ケーブル FASTER がそれぞれ開通している．

発見は，それでは，誰と誰の通信であったかに関するものである．明治時代の 1906 年の日米間電信ケーブルの開通式は，明治天皇陛下とルーズベルト大統領が祝電を交換されている．電信ケーブルのため，(少し古いが) 64 kbit/s の電話換算では 1 回線に満たないであろう．昭和時代，東京オリンピックのあった 1964 年の同軸ケーブルによる太平洋横断光海底ケーブル TPC-1（IEEE マイルストーン認定）の開通式では，池田首相とジョンソン大統領との間で電話によるメッセージの交換が行われた．TPC-1 は，アナログで 138 電話回線である．平成に入った 1989 年の初めての太平洋横断光海底ケーブル (TPC-3) は，天皇陛下や首相ではなく，当時の国際電信電話株式会社と AT&T の民間会社の幹部間でのメッセージ交換である．回線数は，9,000．では，2016 年の FASTER はどうだったのかを担当者に聞いてみたところ，担当者間の事務連絡とのことであった．このときの回線数は，なんと 10 億近く，日本の人口をはるかに超えている．

ICT 浸透度合いを示す新たな指標は，もうお分かりだろう．誰と誰が最初にコミュニケーションをしたかである．1 回線未満なら，天皇陛下であろうし，100 人くらいを対象とした高価で貴重なものなら，首相かもしれない．10 億人のコミュニケーション手段なら，会社の担当者は極めて妥当であろう．

さて，全ての ICT の技術進展は，他分野との融合が起点といっても過言ではない時代になっている．実際，エレクトロニクスの進展，DSP の発達，光技術の進展とそれらの融合が，現在の最先端光通信システムを作っている．今後，光通信やモバイル通信の大容量化は，通信及びエレクトロニクスソサイエティが主体となり技術融合が進み益々進化するであろう．

一方，現在，世界中で AI，IoT，Big data が盛んに研究されている．全体システム状況の自動把握や分析は，本ソサイエティの皆様の腕の見せ所だと思う．これらの ICT が，次世代の光海底ケーブル（仮に，今の 100 倍の 1,000 億回線相当）の開通時に，遠隔モニタリング，センシングにより得られる膨大なデータを蓄積し，ビッグデータ解析により，ありとあらゆる状態の健全性・異常性を分析し，日米間の AI マシーン間で開通式ができる時代が来ることを期待している．

次世代の総合的な ICT 浸透率と技術の融合，進展，成熟度の新指標として，1 Pbit/s の光海底ケーブルの開通式の最初のコミュニケーションが，マシーン同士で行われるかどうかにしてはいかがだろうか．

教育工学 (ET) 研究会創立 50 周年を迎えて

中村 勝一
福島大学

1. はじめに

教育工学研究会（ET 研）は，1967 年に，本会（当時，電子通信学会）教育技術研究会として設立され，50 周年を迎える．古くは，欧米で先行していた CAI (Computer-Assisted Instruction / Computer-Aided Instruction) や CMI (Computer-Managed Instruction) などに国内で先駆的に取り組む研究者が集い，日本における教育工学関連学協会の創出にも大きな影響を与えた [1]．その後，コンピュータのパーソナル化，インターネット・各種メディアの普及などの転換期を経て，常に教育工学研究の最新動向が議論される場として現在に至っている．本稿では，本研究会の活動概況と活性化施策について報告し，あわせて，50 周年を記念した事業について紹介する．

2. ET 研の活動概況

ET 研は，全国各地域で研究会を開催する方針を貫き，年 9 回の定例研究会を開催している．また，理論，システム，実践研究まで，多様な立場・視点での議論が展開されている [2]．研究発表件数についても，少なくとも過去 15 年以上にわたり，年間 100 件以上の発表件数を得ている．

教育工学というと,「e-learning ですか？」という反応が多くを占める状況が一時期認められた．しかしこれは閉塞ではなく，実際には，一つのトレンドを象徴する現象であったと言える．現に，研究動向を概観すると，Learning Analytics や学習状況・過程の視覚化 (Big Data，Information Visualization)，ITS: Intelligent Tutoring System（AI 等），新たな学習とその支援システムデザイン（Cloud 等）など，それぞれ教育工学研究として世界水準での最新動向について議論がなされてきた．それと同時に，情報科学の主要な研究領域（各キーワードに付した括弧内）に影響を受け･与える，熱い議論が展開されている．また一方で，例えば，近年の小学校へのプログラミング教育導入等に一端を垣間見られる論理的思考能力育成という今日的動向に照らして，ET 研では，プログラミング教育が数十年来の主要トピックであるなど，継続的議論の成果も認められる．ET 研は，長期にわたって研究会名称を変更していない本会でも珍しい研究会の一つとなっているが，上述のとおり，幸いにして，教育・学習を基軸・トリガとし，貴重な研究インタセクション的な場となっていることを誇りに感ずるところである．

3. 活性化の取組み

ET 研では，本領域の活性化のための努力を行っている．本稿では,「若手研究者育成」「情報補償」の取組みについて紹介する．

3.1 若手研究者育成

有望な若手研究者の奨励を目的に，毎年定例研究会の中で「若手フォーカス」の回を設定し，優れた発表に対して研究奨励賞を授与している．この際，簡易的な推薦等によらず，専門委員が総出で全ての対象発表を審査する努力を払っている．また，通常活動している学会やバックグランドの垣根を越えて，学生を含めた若手研究者が集う「教育システム若手の会」と連携し，ET 研として出展ブースを構えるなど，啓発と本会人材への誘導に努めている．近年では，これらの取組みの対象であった者が，ET 研専門委員として活躍するなど，嬉しい成果が得られ始めている．

図 1. 定例研究会における情報補償の様子

3.2 情報補償

元来，主要な研究トピックとして，障害者教育や特別支援教育を扱ってきたことに端を発し，毎年度少なくとも 1 回の定例研究会では，要約筆記などの情報補償を実施している（図 1）．当初は，「情報補償を実施している研究会がここにあります」というフラグシップ的な意図も強かったが，次第に浸透を経て，ET 研の情報補償回を狙って発表・参加して下さる研究者が複数生じる嬉しい成果を得ている．

更に，当初は，上述した障害者教育・特別支援教育をメインテーマとする回に情報補償をペアリング実施していたが，最近では，あえてそれ以外のテーマ回に情報補償を実施する試みも行っている．その結果，文字どおり，健常者と障害を有する方が，研究テーマに限定されず議論する状況が得られるようになってきており，ET 研専門委員一同，更なる努力に向けて大いにモチベーションを得ている．

なお，2010 年度から，それぞれの事業について，ISS 活動補助金を頂いていることが，これらの成果を得る支えとなっている．この場をお借りして，深謝したい．

4. 50 周年記念行事

本稿冒頭で触れたとおり，ET 研は，50 周年を迎えた．これを記念して，以下の取組みを実施（一部は進行中）している．

- 50 周年記念研究会・祝賀会 [2]
  （2017 年 11 月 11 日，於・上智大学／東京グリーンパレス）
- 和文論文誌 D 特集号「学びの変化と新しい教育・学習支援技術特集」[2]
- 本会会誌での回想記事掲載 [3]

5. おわりに

本稿では，執筆時点の副委員長として，50 周年を迎える ET 研の活動概況，活性化の取組みについて報告した．

この先，社会的要請，情報技術の双方が大きく変化していく状況下において，ET 研が，新たな教育・学習実現の牽引役として，更には，広く情報関連研究領域への新たな示唆・要求を発信する研究会として，益々発展することを期待する．

参考文献

[1] 岡本敏雄，“教育工学の歴史,” 電子情報通信学会知識ベース「知識の森」，S3 群 11 編，http://www.ieice-hbkb.org/, 参照 Aug. 1, 2017.

[2] 電子情報通信学会　教育工学研究会，http://www.ieice.org/iss/et/, 参照 Aug. 1, 2017.

[3] 清水康敬，“教育工学 50 年の歩み,” 信学誌，vol.98, no.12, pp.1091–1099, Dec. 2015.

情報ハイディングに関する評価基準

岩村 恵市
東京理科大学

1. はじめに

メディア処理技術の発展に伴い，多種多様なコンテンツ及び各種の流通形態が生まれている．そこで，流通するコンテンツの『価値』を守る・高める・創るための技術及び制度設計について，コンテンツ種別の垣根を掃って，幅広い議論や意見交換を行う場として，マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント (EMM: Enriched Multi-Media) 研究専門委員会は設立された．

コンテンツの価値を守る技術の一つとして，電子透かしがある．電子透かしは様々なコンテンツの中に人間が知覚できない形で情報を埋め込む情報ハイディング技術の一つであり，著作権情報や購入者情報などを埋め込むことによってコンテンツを不正利用から保護する．しかし，電子透かしをはじめとする情報ハイディング技術は明確な評価基準が存在しないため，第三者からみてどの方式が良いのか判断がつかない状況にある．そこで，情報ハイディングに関する実用的かつ多くのコンセンサスを得る評価基準を構築し，それと同時にその評価基準を超える情報ハイディング技術の実現を目指して，本委員会の第二種研究会として情報ハイディング及びその評価基準 (IHC: Information Hiding and its Criteria for Evaluation) 委員会が設立された．

2. IHC 委員会の活動

第 1 章で述べた目的を実現していくために，IHC 委員会では最初から理想的な評価基準を掲げるのではなく，現時点で実現可能なレベルの基準から毎年，定める評価基準のレベルを徐々に上げていき，多くのコンセンサスを得る実用的な評価基準を構築していくというアプローチを取っている．更に，その基準を超える情報ハイディング方式を募集することにより，評価基準と情報ハイディング技術の相乗的な向上を実現することを目指す．実用的な評価基準の確立と，それを超える電子透かし方式の実現という二つを同時に，または相乗的に実現するスキームは今まで存在せず，全く新しい試みと言える．

具体的には，下記①〜⑤を毎年繰り返し（④は後述する第三レベルの評価以降行われる），前年より実用性・応用性の高い評価基準を毎年策定し，その基準を超える電子透かし方式を募集・評価する．

①評価基準の策定・改良及び公開
②策定された評価基準を超える情報ハイディング方式の募集
③提案された方式の評価基準に則った評価，及び基準方式の決定
④基準方式に対する攻撃・評価基準の問題点に関する研究の募集
⑤提案された攻撃・問題点の評価

また，このスキームは今まで，著作権保護を目的とする静止画像，動画像，音響用の電子透かしを対象に平成 24 年度から平成 28 年度まで 5 度実行され，毎年レベルを上げた評価基準 [1]〜[5] を定め，平成 26 年度以降は国際化を実現している．

3. 評価基準

IHC 委員会では，評価基準に関しては耐性を

大きく以下の三つのレベルに分けている．

■第一レベル：

コンテンツの送受信に必要な耐性（コンテンツの圧縮や切り取り耐性など）

■第二のレベル：

第一レベルに加えて，コンテンツの利活用に必要な耐性（静止画像では印刷・スキャン耐性，動画像ではスクリーンまたはモニタへの投影・カメラによる撮影耐性，音響ではスピーカ・マイク耐性など）

■第三レベル：

第二レベルに加えて，悪意のある攻撃に必要な耐性（コンテンツを比較する結託攻撃や複数のコンテンツの平均値をとる攻撃に対する耐性など）

第一レベルの基準は完成しており，現在は第二レベルの基準の完成を目指している．今まで電子透かしに対する評価基準は存在しないため，第二レベルまでの評価基準が明らかになっただけでも大きな貢献を果たしている．それに加えて，攻撃者による悪意のある攻撃までを含む第三レベルの基準（第三レベルの評価基準まで進めば，上記④のプロセスが実行される）が策定されれば，実用的に使用可能な最も厳しいレベルの基準となり，この分野に大きな貢献を果たす．

4. まとめ

EMM 研究会はコンテンツの『価値』を守る･高める･創る研究に加えて 4 番目の研究として，コンテンツの価値を測る研究を含む．よって，IHC 委員会はコンテンツの価値を測る（評価基準の確立）研究と，コンテンツの価値を守る（基準を超える情報ハイディング技術の実現）研究を同時に実行していることになる．

また，今までの研究から電子透かしをはじめとする情報ハイディング技術は第二レベルへの攻撃の中でも，情報抽出のための基準点が狂う攻撃（拡大縮小や回転など）に対して弱いことが分かっているが，これらの攻撃に関しては近年実用化が進んでいる機械学習またはディープ・ラーニングなどと組み合わせることにより大きな進展が得られる手掛かりがある．これは第三レベルの攻撃に対しても有効と考えられるため，今後より一層の研究が必要である．第三レベルの安全性まで実現できれば，この研究は情報ハイディングの分野において大きな貢献を果たし，新たな研究を生み出す基盤となると考えられる．

参考文献

[1] 第一回評価基準，http://www.ieice.org/iss/emm/ihc/image_H24/image_eva.php（静止画像，動画像），http://www.ieice.org/iss/emm/ihc/audio/audio2012_v1.1.pdf（音響）

[2] 第二回評価基準，http://www.ieice.org/iss/emm/ihc/image_H25/image2013.pdf（静止画像），http://www.ieice.org/iss/emm/ihc/image_H25/movie2013.pdf（動画像），http://www.ieice.org/iss/emm/ihc/audio/audio2013v2.pdf（音響）

[3] 第三回評価基準，http://www.ieice.org/iss/emm/ihc/IHC_criteriaVer3.pdf（全種類：IWIHC2014 国際会議用）

[4] 第四回評価基準，http://www.ieice.org/iss/emm/ihc/IHC_criteriaVer4.pdf（全種類：IWDW2015 国際会議用）

[5] 第五回評価基準，http://www.ieice.org/iss/emm/ihc/IHC_criteriaVer5.pdf（全種類：IIH-MSP2017 国際会議用）

多視点映像から Light Field への展開

高橋 桂太
名古屋大学

1. はじめに

筆者は大学院生の頃（2001〜2006 年），多視点映像を研究テーマとしていた．簡単に述べると，複数のカメラを用いて異なる視点から被写体を撮影し，撮影データを基に被写体の三次元形状を推定したり，新たな視点から見た映像（自由視点映像）を作り出したりする研究である．撮影の効率化の観点では，なるべく少数のカメラで被写体を取り囲むように撮影するのがよいと思われる．一方，筆者が対象としたのは，非常に多数のカメラを隙間なく整列させて取得する多視点映像であった．この方式の背後には，後述する Light Field の考え方があったのだが，当時は必ずしもその趣旨を理解してもらえず，残念な思いをすることもあった．

2. 多視点映像 vs Light Field

多視点映像における最も基本的な課題の一つは，対象とする三次元空間と多数のカメラとの間に存在する幾何的関係の取り扱いである．この幾何学に関連する問題として，カメラ間の対応点問題，カメラキャリブレーション，多視点ステレオによる形状推定等がある．これらの問題については，先人たちによって膨大な知見が積み重ねられており，ちょっと頭を捻ったぐらいでは，すぐに新規性を見いだすのは難しい．その文脈に照らすと，筆者のやっていた（いる）研究は，極めてプリミティブに見えたであろう．何しろ，カメラの台数が格段に増え，かつそれらのカメラが規則的に整列されることを前提としたのである．問題が簡単になっているようにしか見えない．

一方，Light Field では，空間を飛び交うあらゆる光線を記述することを考える．それらの光線群は高密度に整列された多視点映像としても解釈できる．視点同士の間隔が十分に小さいときには，画素間のみならず視点間でも「信号としての構造」が見られる．こうなると，光線群を「個別の画像」の集合ではなく，画素と視点の軸を持つ多次元信号として解釈した方が見通しがよい．この多次元信号が Light Field であり，その信号的性質の活用こそが Light Field に基づく研究の本質である．

従来の「カメラを並べる」研究では，高密度といっても視点間隔はセンチメートルのオーダーであった．この間隔は，視点軸方向に信号的構造を見いだすのには広すぎた．必然的に，得られるデータは，Light Field よりもむしろ多視点映像としての側面が強かった．実のところ，当時は，高密度の多視点映像データは一般的ではなく，Light Field は実体性の欠けた単なる理論と見なされかねなかった．しかし，最近になってこの状況は変わりつつある．

3. Light Field への展開

状況を変えた要因の一つは，Lytro をはじめとする Light Field カメラの普及である．これらのカメラにより，小さな絞りを通過する光線群で構成される非常に高密度なデータが簡単に取得できるようになった．結果として，以前に比べると Light Field の研究が活発になった（少なくとも，高密度を前提とする時点で「現実味が薄い」

とは言われなくなった）．更に，高密度データでは，従来の多視点映像とは異なる方法論が有効であることが分かり，Light Field に特有の研究を行う道筋が開けつつある．以下，Light Field の取得，処理，表示における最近の研究動向を概説する．紙面の関係で，参考文献や図解を含められない．もし興味をお持ち頂けたら，筆者の Web サイトも参照して頂きたい [1].

Light Field の取得においては，従来のカメラを並べる方式に代わり，単一のカメラで完結する方式が注目されている．Lytro のようにレンズアレイを用いる方式に加え，絞りのパターンをデザインする符号化撮影や，焦点面を移動するフォーカルスタック/フォーカルスイープ撮影も検討されている．これらの撮影方式は，コンピュテーショナルカメラと圧縮センシングの融合分野に位置付けられ，比較的新しい分野であるため未解決の課題も多い．

デプス推定や自由視点映像生成等の処理は，従来より多視点映像の代表的な応用分野である．しかし，Light Field データを対象とする場合には，異なる手段が有効になり得る．従来の多視点映像では，それらの処理の根底にあるのは，画像間での点同士の対応付けであった．一方，Light Field の場合には，これが高次元信号に現れるパターンを分析する問題に置き換わる．このパターン分析においては，近年の流行であるスパースモデリングやディープラーニング等を活用することで，優れた成果が得られつつある．

最後に表示技術について述べる．高密度な Light Field を表示できれば，両眼で見たときの立体感だけではなく，頭部の移動に伴う見え方の変化まで再現できる．眼の焦点調節によって感じられる奥行き感も再現可能である．従来のレンチキュラ方式などのディスプレイは，基本的には映像の多重化を原理とするため，データとして単に多視点映像をインタリーブしたものを供給すればよかった．一方，最近では，積層型など，光線とデバイスの演算によって最終的な映像が作り出される表示方式にも注目が集まる．これらの方式は，デバイスに供給するデータを得るために計算機による逆演算を必要とするため，コンピュテーショナルディスプレイとも呼ばれる．その表示原理は Light Field の信号的性質と深く結び付いており，限られた情報量で三次元映像を高品位に表現するポテンシャルに今後の期待がある．

4. 画像工学研究会の紹介

最後に，筆者が幹事を務める画像工学 (IE) 研究会の紹介をする．画像工学研究会では，伝統的な主軸のテーマである映像符号化に加えて，画像に関連する技術全般を対象とする．研究会は年 9 回開催しているが，単独開催は 1 回のみであり，他の 8 回は他の研究会との共催/連催である．良く言えば他分野との交流が活発であり，悪く言えば共催/連催で発表件数を稼いでいる．また，第 2 種研究会として毎年 150 名以上の参加者を集める画像符号化シンポジウム・映像メディア処理シンポジウム (PCSJ・IMPS) を主催しており，アジア地域の国際ワークショップ IWAIT (International Workshop on Advanced Image Technology) の運営にも携わる．2015 年度より，研究会独自の選奨制度（IE 賞/IE 特別賞）を設けた．IE 賞は各回の研究会開催後に速やかに決定され，IE 特別賞は年間の全発表の中から選抜される．

筆者の研究グループでは，画像工学研究会や PCSJ・IMPS を研究発表の場としている．和やかでありながらも真剣な議論ができる環境がある．何度か受賞の機会にも恵まれ，研究を担当する学生たちの励みにもなっている．画像に関連する研究に携わる皆様には，画像工学研究会や関連イベントへの参加をお勧めしたい．

参考文献

[1] http://www.fujii.nuee.nagoya-u.ac.jp/~takahasi/

画素配列を考慮した Light Field Camera 画像の高解像度化

内田 雄基　名古屋大学
大橋 一輝　名古屋大学
高橋 桂太　名古屋大学
藤井 俊彰　名古屋大学

このたびは，私たちの論文 [1] に対して電子情報通信学会論文賞という栄誉ある賞を頂き，大変光栄です．多くの方々の御指導・御支援の賜物と感じております．この場をお借りして御礼申し上げます．

本論文で対象とした Light Field カメラとは，一度の撮影でカメラに入射する光線の位置と角度を取得できるカメラです．通常のカメラでは，イメージセンサの各画素において，様々な角度から入射する光線の強度が積分されて画素値となります．したがって，光線の到達位置は画素位置に対応しますが，光線の角度の情報は失われます．一方，Light Field カメラでは，センサの手前に取り付けられたマイクロレンズアレイの働きにより，位置と角度に応じた光線の強度を取得できます．ただし，角度の解像度を稼ぐために，位置の解像度が犠牲になります．そこで，位置の解像度の改善，すなわち高解像度化が課題になります．

Light Field カメラで取得されるデータ（Raw 画像）は，視点間隔が非常に小さな多視点画像とも解釈できます．したがって，高解像度化への自然なアプローチとして，Raw 画像をいったん多視点画像に変換してから，多視点画像を相互に位置合わせして超解像する方法が考えられます．私たちの手法もこのアプローチに沿っています．しかし，Raw データから多視点画像に変換する過程を注意深く扱う必要がある，というのがこの論文の中心となる主張です．従来の変換の枠組みでは，デモザイキングや画素配列の正方化が行われており，その過程で補間が必要となるため，Raw データの画素同士の演算が行われていました．この演算によって，オリジナルの情報が損なわれるため，超解像の効果が限定されておりました．提案手法では，Raw データの画素配列の情報をそのまま維持して多視点画像に変換することでこの損失をなくし，より高品質な高解像度化を達成できました．

本論文は，2 名の学生の修士論文の成果の集大成です．最初の投稿では不採録となっており，苦心の末，掲載に至っています．13 ページにわたる大作となったため，掲載料の請求が高額でびっくりしましたが，このような賞を頂けたことを思えば，元をとって余りあるものでした．これを励みに，今後も研究に精進し，本学会の発展に僅かでも貢献できたら幸いです．

参考文献

[1] 内田雄基，大橋一輝，高橋桂太，藤井俊彰，“画素配列を考慮した Light Field Camera 画像の高解像度化，” 信学論，vol.J99-D, no.9, pp.823–835, Sept. 2016.

Singular-Spectrum Analysis for Digital Audio Watermarking with Automatic Parameterization and Parameter Estimation

Jessada Karnjana　JAIST/SIIT
鵜木 祐史　JAIST
Pakinee Aimmanee　SIIT
Chai Wutiwiwatchai　NECTEC

私どもの論文 [1] に対して，平成 28 年度電子情報通信学会論文賞という栄誉ある賞を賜り，大変光栄に存じます．また，本論文に関わる議論や執筆においては，マルチメディア・エンリッチメント (EMM) 研究会関係者並びに多くの皆様方に御協力頂きました．この場を借りて御礼を申し上げます．

音響電子透かし (digital audio watermarking) は，楽器音や音声といったディジタル音響信号に付加情報を埋め込む技術です．この技術の利点は，利用者に知覚されないように付加情報を不可分な形で音響信号自体に埋め込み，それを検出することで違法コピーや違法配信を防ぐ，あるいは追跡を可能とすることにあります．最近では，著作権保護だけでなく，音響信号に補助情報を埋め込み，付加価値を高める技術にも利用されています．そのため，この技術基盤を整備するためには，(1) 知覚不可能性，(2) 頑健性，(3) 秘匿性の三つの要求項目を注意深く検討する必要があります．本論文は，これらの要件を高い次元で同時に満たすことを目指したものです．

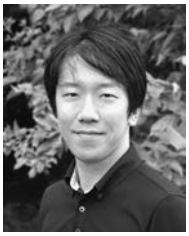
本論文では，データ駆動型分析法の一つである特異スペクトル分析 (singular-spectrum analysis) を利用して，音の特徴を効果的に表現し，その特徴の中で知覚不可能な形で情報を隠す音響電子透かし法を提案しました．一般に，透かしの埋め込みによる音質の劣化と透かしの検出の正確さ・頑健さにはトレードオフの関係があります．ここでは，このトレードオフの関係性をある評価関数で定義し，非線形最適化手法により，その最適性を得ることで提案法の全てのパラメータを求めました．その結果，従来から指摘されている音響電子透かしの要求項目（知覚不可能性と頑健性，透かしのブラインド検出）を同時に満たす方法を実現することができました．

第 1 著者の Karnjana は，2016 年 9 月に博士（情報科学）を取得し，現在，タイ NECTEC に勤務（復帰）しています．本論文は，Doctoral Dual Degree Program (SIIT-JAIST) の研究成果になります．Karnjana 並びに指導教員である SIIT の Aimmanee 氏，NECTEC の Wutiwiwatchai 氏は，残念ながら贈呈式には参加できませんでしたが，本受賞を大変喜んでいたことを申し添えしておきます．

参考文献

[1] J. Karnjana, M. Unoki, P. Aimmanee, and C. Wutiwiwatchai, “Singular-Spectrum Analysis for Digital Audio Watermarking with Automatic Parameterization and Parameter Estimation,” IEICE Trans. Inf. & Syst., vol.E99-D, no.8, pp.2109–2120, Aug. 2016.

書画の質感再現を目的とした反射率と透過率を同時に再現するレプリカの作成



浅田 繁伸
奈良先端科学技術大学院大学

久保 尋之
奈良先端科学技術大学院大学

舩冨 卓哉
奈良先端科学技術大学院大学

向川 康博
奈良先端科学技術大学院大学

このたびは，私どもの論文 [1] に対し，平成 29 年度電子情報通信学会論文賞を頂き大変光栄に存じます．本論文の執筆にあたり議論を頂いた多くの方々，そして有益なコメントを頂いた査読者の皆様に改めて御礼申し上げます．

私どもの大学は奈良県に位置し，土地柄から歴史的文化財に接することが多い環境です．近年では歴史的文化財の重要性に鑑み，これらを保存･活用して後世に遺すために，ディジタル技術を活用したディジタルアーカイブと呼ばれる取組みが広くなされております．従来，アーカイブデータの多くは単にその写真やスキャン画像であり，ディスプレイに表示し閲覧する利用法が一般的です．しかし，私たちは歴史的文化財が本来有する,「歴史の重み」ともいうべき質感は，必ずしもディスプレイに表示した画像では表現しきれないのではないかと考えました．そこで私たちの研究グループでは，物体の見た目の質感に着目し，光学特性を再現する複製品「光学的レプリカ」を製作するディジタルファブリケーション技術開発への取組みを開始しました．

本研究では，この光学的レプリカ作成の第一歩として，書画のように平面的な物体において，反射率と透過率を同時に再現することに成功しました．具体的には，異なる濃度パターンを印刷した用紙を複数枚重ね合わせた多層印刷構造によって反射率と透過率をそれぞれ独立に制御し，あらかじめ計測した対象物（書画）の反射率･透過率をそれぞれ再現できるように各層の印刷パターンを求める問題に帰着させました．これによって，単なる複写機によるコピーとは異なる，書画の制作者の筆遣いが感じ取ることができるようなレプリカを制作できました．

本論文を通して，単に画面越しに眺めるだけでなく実際に手に取って質感を体験することができる新たなディジタルファブリケーション技術を提案でき，これはディジタルアーカイブ技術の新たな展望を拓くものであると考えています．もちろん，反射率･透過率以外にも再現したい光学特性は多く残っております．これらの実現は決して容易なことではないでしょうが，今回頂いた賞に恥じることのないよう，今後もその実現に向けてより一層研究に励んでいきたいと思います．

参考文献

[1] 浅田繁伸，久保尋之，舩冨卓哉，向川康博，“書画の質感再現を目的とした反射率と透過率を同時に再現するレプリカの作成,” 信学論，vol.J99-D, no.8, pp.747–756, Aug. 2016.

FIT2017 開催速報

冨森 英樹
富士通研究所

1. はじめに

今年で第 16 回目を迎える情報科学技術フォーラム (FIT2017) が 2017 年 9 月 12 日（火）〜14 日（木）の会期で東京大学本郷キャンパス（東京都文京区）にて開催された．開催内容及びイベントについて，筆者の感想を添えて報告する．

2. 参加者数・査読状況について

FIT2017 の参加者数は 1,505 名（速報値，若干の差異を含む可能性あり）であった．昨年度の 1,344 名（富山大）と比較し，1 割以上多くの方に参加頂いた．

今回の FIT より査読付き論文を廃止し選奨論文制度が導入された．この制度では，論文の種類は選奨論文と一般論文となり，選奨論文の中から最も優秀な論文 3 件以内が船井ベストペーパー賞に，優秀な論文 7 件程度が FIT 論文賞に選定される．また，一般論文も含めた全ての発表のうち一定の年齢制限，会員資格を満たすものから FIT ヤングリサーチャー賞が選定される [1]．計 469 件の選奨・一般論文が応募されたが，執筆時現在，受賞論文については選定中である．また，2013 年に創設された FIT 奨励賞が今年も実施され，一般論文を対象に座長の裁量でセッションごとに優秀な発表 1 件をその場で選定し，今回 58 名が受賞された．受賞者の方々にはお喜び申し上げるとともに，多忙の中，論文査読に御協力を頂いた方々に深く感謝する．

3. 船井業績賞受賞記念講演

船井業績賞は情報技術分野に関する学術または関連事業に対し特別の功労がある方に贈られる賞であり，今年はコンピュータビジョンの分野で先駆的な研究成果を挙げられた，東京大学名誉教授/マイクロソフトリサーチアジア首席研究員の池内克史氏に贈られた．大会 2 日目である 9 月 13 日（水）に「Computer Vision 分野における世界的研究業績と人材育成」と題した記念講演が工学部 2 号館 213 号講義室で行われ，会場は座席の追加が必要なほど大盛況であった．

本講演では，「〜AI，コンピュータビジョン，ロボティクス：Artificial Intelligence から Augmented Intelligence へ〜」という副題として，1956 年のダートマス会議を起源とする AI，及びコンピュータビジョン (CV) とロボティクスのこれまでの研究の流れを概観しつつ，今後の研究分野の方向性について語られた．当初はこれらが一体化した形で研究が行われたが，1980 年代後半に入ると AI の目的は擬似生命体すなわち無人化工場を作ることで，デカルト流の要素還元主義に基づき，AI（頭），CV（目），ロボティクス（手足）が平行して発展していった．近年，これらの分野はカンブリア爆発のように細分化が進み，その結果科学者同士の会話ができない状態となっており，分野自身がなくなってしまう危機感を持つ．今後は，アリストテレスの全体論に基づいた研究を行い，要素の寄せ集

図 1. 池内克史氏の記念講演

めでなく，有人環境への最適化や温かみが必要となる．更には判断過程をプログラムで通すのではなく，学びたい意思をプログラムにインプリすべきで，昔からの AI である完全自立自動な，人を置き換えタイプではなく，人を補完する知能 Augmented Intelligence をやるべきと提案され，「ターミネーター」から「ドラえもん」と大変分かりやすいたとえで語られた．

4. 展示会・イベント企画

大会中は一般講演の他，23 件の展示と，24 件のイベントが開催され，内容は教育・AI・プライバシー・働き方改革と多岐に渡った．その中でも AI に関する企画が多く，筆者が聴講したイベントについて概略を報告する．

・人工知能は人間の幸福度を測ることができるか？

QoL (Quality-of-Life) は幸福度と関係が深いが厳密な定義がなく，主観的な心理状態にも大きく依存する．本企画では近藤氏（京大）の進行で様々な分野の 5 名の講演者から，人間の主観的 QoL の現れる行動や振る舞い，またその記録・分析手法について講演が行われた．菅原氏（東大）からは，世界規模で人口高齢化が起る中，老齢者における分析で，客観的な環境や生活機能能力と主観的な QoL 評価の多元的な指標の必要性や，主観的 Wellbeing との関係を中心に，Well-being に関する知見が語られた．松岡氏（藍野大）からは，医療従事者の視点で認知症ケアの現場から，認知症の方の QoL 評価の重要性や，パーソンセンタードケアに基づく DCM（認知症ケアマッピング）といったケアの質評価となる QoL 評価の手法について語られた．加藤氏（名工大）からは，ベイジアンネットワークを用いた顔表情や音声からの，人の感情の計測手法と，音声データ（一次），fNIRS データ（二次）を使った認知症の早期発見システムについて語られた．西田氏（産総研）からは，インターネット手すりをはじめとした IoT を使った計測手法と生活ビッグデータを用いた課題解決型マニュファクチャリングの事例が語られた．佐藤氏（日立中央研）からは，名札型センサを用いた対面コミュニケーションの可視化と，組織活性度（ハピネス度）の定量化手法の紹介と実ビジネスへの適用事例が語られた．

・「ロボットは東大に入れるか」大学入試自動解答の成果，技術的課題と今後

狩野氏（静岡大）を総合司会として，「ロボットは東大に入れるか」プロジェクトのこれまでの研究成果の紹介と，各科目間での技術的課題とディスカッションが行われた．センター試験では，535 大学で A 判定と受験者の上位 2 割の成績であったが，意味を理解しない AI の可能性について，本当の知性を作るのではなく，UI や利用シーン等の実装上の検討が重要との成果を得た．また，機械学習の手法で問題が解けると問われるが，問題を解くには意味を理解する推論や論理の抽象化が必要なものもあり，期待だけが先行しており実際はランダムレベルの正答率であった．

また，イベント企画にて情報保障の観点からパソコン文字通訳者会 ubiquitous による手動/自動音声認識の取組みが行われ，発表スライドの横で字幕にて文字通訳が表示された．今回から自動音声認識が行われ，難しい専門用語等では誤認識が見られたものの，全般的には聞き逃したフレーズを補完できるほどの高い認識率であった．（本稿の執筆にも大変有用であった．この場でお礼申し上げる．）

5. 終わりに

次回の FIT2018 は，2018 年 9 月 19 日（水）〜9 月 21 日（金）福岡工業大学で開催される．詳細はホームページ [2] で随時公開される予定である．来年も多くの方々の参加を期待する．

参考文献

[1] http://www.ipsj.or.jp/event/fit/fit2017/award.html

[2] https://www.ipsj.or.jp/event/fit/fit2018/index.html

これからの電子情報通信エンジニア

フェロー 酒澤 茂之
大阪工業大学

1. はじめに

最近，企業から大学へ移ったこともあり，これからの時代のエンジニアはどのように生きていくべきか，それを可能とする大学教育はどうあるべきかに関心がある．本稿では，その答えを示すまでは至らないが，筆者が体験してきた研究開発の様相の変化を振り返ることで，あるべき姿の考察の一助としたい．

2. ストレートフォワードな研究の時代

筆者が初めて研究に携わったのは，多くの方々と同様，大学の卒業研究であった．そのときに与えられた研究テーマは画像の高能率符号化で，現在と比べるとはるかに研究の新規参入が容易な状況であった．研究分野の発展期ということもあり，方式検討の自由度も高く，浅学の身でも研究の楽しさを感じることができた．また，符号化効率の改善という目標そのものは明確で，なぜその研究をするのかという迷いはなく，研究に没頭できる環境であった．

その後，大学院を経て通信事業者に就職することとなり，入社後も引き続き画像通信分野での研究開発業務に携わることとなった．当時，B-ISDN，衛星中継のディジタル化，モバイル端末でのデータ通信導入，回線交換からパケット通信への変化など，ネットワークが大きく進化していく状況であった．それに伴って，画像・映像通信端末も適応させる必要があり，明らかな必然性の下での研究開発となった．また，通信技術の国際標準化やネットワークの世代進化は数年オーダーのタイムスパンであり，ある程度落ち着いて進められる雰囲気だったと思う．

筆者は，入社後早い時期から国際標準化に関わりを持ってきた．この活動の中で様々な学びを得たが，中でも協調領域と競争領域という考え方は本稿のテーマとも関係する．協調領域というのは，通信において相手方で正しく受信でき，受け取った情報を適切に利用できるために，標準化参加者が互いに協力して，トータルシステムとして妥当な決めごとをする対象である．一方の競争領域は，商品やサービスとして魅力あるものにするために，各社・組織で切磋琢磨し，より良いものを生み出すための要素である．ビデオコーデックでいえば，前者はデコーダ，後者はエンコーダとなる．そして，前者に関する情報は文書だけでなく，ソースコードとして公開されるものもあった．これは技術やソースコードのオープン化の動きの源流の一つであろう．

筆者自身にとって，この時期の研究開発は，研究目的の妥当性への疑問はなく，ある程度の時間を掛けて基礎から積み上げることも可能なものであった．

3. イノベーションの重要性の高まり

ネットワーク技術の一定の成熟が得られてくると，画像・映像通信において，より良い画質で，より少ないビットレートで，より安定的にという，ある種古典的な問題設定では，多くの参入者との競争によるレッドオーシャン化が避けられないと感じていた．

この頃，超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム (URCF) に参画する機会を頂いた．URCF では，超臨場感を追求する方向として，4K/8K といった更なる高画質の追求によるスーパーリアリティと，全く異なる体験を創造するメタリアリティが提唱されていた．筆者らは，4K/8K の符号化・伝送方式への取組みと並行して，自由視点映像という一つの映像シーンを任意の方向から視聴可能とする技術の開発を始めており，メタリアリティの領域に踏み出していた．

自由視点映像についてはシーズベースでの研究であり，インパクトのあるデモができたので，その次に実サービスへの展開を図った．当時はまだフィーチャーフォンの時代で，ファイルサイズや端末の処理能力の点で制約は大きかったが，携帯電話のベータサービスとして実現した．残念ながら，ユーザからの支持をあまり集められず，半年ほどで休止となってしまい，時期尚早であった気がする．メタリアリティを狙う方向は良いのだが，ユーザ体験からサービス設計を行う点で，筆者の取組みはイノベーションとして不十分であったと反省している（その後，同僚らによって様々な成果が生み出されている）．

一方で，全く異なる研究開発の進め方を携帯電話のサービス開発で体験した．携帯電話での音楽サービス「着うた」は，新しいユーザ体験をもたらすことで広く普及した．この開発の過程では，コーデックをより良くするという従来型の研究も行っていたが，新しい利用シーンを実現可能とするための音楽データ加工の技術開発を進めた．ここでは，技術の可能性を念頭に置きつつ，何を実現するのかを起点とした，イノベーション型の研究開発が行われたように思う．

筆者は本件でも国際標準化にかかわった．この標準化は，コンテンツのファイル形式に関するものであったが，サービス内容を標準技術化することで，様々なステークホルダを巻き込みやすくすることが狙いである．こうした戦略的な標準化活動もイノベーション型の研究開発の一翼をなすものである．

4. オープン化とコモディティ化

従前の比較的協調しやすい，通信手順やファイル形式の標準化やオープン化に対して，現在のアカデミアやデファクトの世界では，性能を競う競争領域でもオープン化が進んでいる．論文は arXiv で，提案されている技術を検証するプログラムは GitHub で公開することがしばしば行われる．あるいは莫大なリソースを投入して構築された深層学習モデルとその利用フレームワークも公開されている．

家電機器になぞらえていえば，基幹部品のアセンブリだけの機器は急速に値崩れするように，研究もコア技術の応用だけでは陳腐化するし，コア技術自体もコモディティ化するまでの期間が短くなっている．

逆に言えば，作り出したいサービスの構想があれば，迅速に組み上げることができるともいえる．こうした状況の中では，どのような新しいユーザ体験を作り出していくかという構想が相対的に重要となる．

しかし，実際には，組み上げたものの期待する性能が出ないことも多く，組み合わせだけでは解決できないことが一般的である．だからこそ，技術の真の理解が不可欠である．そこで，近い将来コモディティ化するかもしれなくても，あるいはあまりにも競合が多くて研究のレッドオーシャンになっているとしても，コア技術領域で戦うことも必要であろう．国際学会などでコンペ形式のものもあるが，特にエマージングな領域であるなら，良い修業の場になると思われる．

5. これからのエンジニア像

これからのエンジニアは，社会の中で技術がどのように使われるかを構想できる力が求められる．この点がこれまでとの大きな違いだと思う．また，エンジニアなので，実際に形にする能力は従前どおりに必要だが，いかに迅速に，かつ適切なフレームワークやツールを組み合わせて実装できるかが強みになるであろう．しかも，必要に応じて改良できるだけの深い理解があれば一流であるし，更にはそれを世の中に発信し，広めていければトップエンジニアとなる．

6. むすび

ここ数年，電子情報通信業界のエンジニアの在り方について感じていたことを時代の変化の文脈で記した．イノベーションに関しては，本稿よりもはるかに良質な記事が学会誌にあるので，参考文献 [1] として紹介する．

参考文献

[1] 森川博之，“ストーリーとしての研究開発，” 信学誌，vol.100, no.7, pp.635–641, July 2017.

コラボってみませんか？

フェロー 黄瀬 浩一
大阪府立大学

1. はじめに

この風変わりなタイトルは，画像の認識理解シンポジウム (MIRU) 2008 若手プログラム「COLLABOって MIRU」[1] から来ている．当時，筆者らの行っていたコラボレーション（以下，コラボ）に注目して頂き，招待講演に呼んで頂いた．フェローという身に余る称号を頂けたのは，偏に共同研究者とのコラボがあったためと感じている．そこで，この小文では，筆者が行ってきたコラボについて御紹介したい．

2. コラボ前

「三人寄れば文殊の知恵」と言われるように，コラボは相乗効果を生む可能性を秘めており，研究のポテンシャルを高める上でも望ましいものである．ところが，実際に大学でコラボを行おうとすると，難しいことも出てくる．筆者が助手になりたての頃，そのような事情も知らず，意気揚々とコラボを進めようとして，学内で厳しく注意を受けたことがある．当時の考えは，大学の独立性を重視し，安易に学外の人と一緒に研究するなかれ，ということのようであった．

3. 最初のコラボ：DFKI

時は流れて数年後．CVPR97 という国際会議（プエルトリコ開催）のサテライトワークショップで，ドイツ人工知能研究センター (DFKI) の Andreas Dengel 教授にお会いした．筆者の研究を気に入って頂けたらしく，DFKI に 3 か月間招聘する，という申し出をその場で頂いた．

本学では，上記のコラボ前の雰囲気は既に変化し，人も入れ替わっていた．相手も外国人だし，これはチャンスかもしれないと思い，学内で相談したところ，夏休み中の 50 日程度なら可能，と言って頂いた．これが，最初のコラボの始まりである．

目的地は，フランスとの国境に近い，カイザースラウテルンという町であった．電車で町に近づくにつれ，森が深まって，何やら異様な雰囲気になってきたのを今でも覚えている．極めつけは，フランケンシュタインという途中の駅．ドキッとしたのだが，今ではドイツ人にもウケる笑い話になっている．

1997 年の滞在の後，2000 年から 2001 年にかけて，15 か月間，研究員として滞在する機会を頂いた．日本とは全く異なる研究の進め方，更には，生活の仕方や物の考え方など，筆者のその後に大きな影響を及ぼした滞在であった．

以来，現在まで 20 年間，研究交流を続けており，得られた成果も数多くある．また，Dengel 教授は年に数回，筆者も年に 1，2 回は相互に訪問する間柄であり，学生の交流も盛んに行っている．例えば，これまでに DFKI に滞在した日本人学生は，2017 年 9 月にトビタテ留学 JAPAN で滞在を開始する 2 名を含めて，合計 8 名である．

4. 2 番目のコラボ：u-pat

帰国して一段落した頃であろうか．ATR の萩田紀博先生に学会で呼び止められた．萩田先生は現在，ロボットの研究者として広く知られているが，我々にとっては，日本の文字認識の研究を牽引した著名研究者の一人である．

呼び止められた理由は以下のようなものであった．文字認識の研究は，当時既にいわゆる斜陽になりつつあり，企業の研究者はほぼ撤退した頃であった．萩田先生はこの分野の将来を憂い，東北大の大町真一郎先生と協力して何かアクションを起こすように，とお話をされた．東北大の岩村雅一氏が筆者の研究室に助教として着任するという好機も得て，コラボで何か面白いことをするのがよいのではないかとの話になった．

MIRU2004 でこの相談をしていたところ，たまたま前を横切った九大の内田誠一先生も引き入れて，コラボの陣容が固まった．

折角やるなら，一人では怖くてできない変なこと，注目を集めることをやろうという話になり，ユニバーサルパターン (u-pat) を作るという目標を定めた．u-pat とは，人間にも機械にも読みやすい文字パターンのことである．文字は人間がデザインできることを逆手にとって，情報埋め込みを施した文字パターンを選定し，文字の切り出しや認識の誤りを除去することを試みた．

認識研究者が認識対象に手を加えるという禁じ手を研究手法に組み込んだことで，様々な議論を呼び，良くも悪くも，注目して頂いたと思っている．

5. 3 番目のコラボ：reading-life log

u-pat の泣き所は，研究のための予算がなかなか付かなかったことである．理由は明確で，役に立つかどうか，明確に示せなかったことである．そこで，u-pat のメンバで，面白いだけではなく役に立つ研究をやってみようという話になり，2010 年に，東倉洋一先生が領域代表の JST CREST に応募した．テーマは reading-life log であり，解析対象を文字そのものから文字を読む人へと展開したものであった．幸いにも筆者らの提案に御理解を頂き，採択となった．

CREST によって研究者を新たに雇うことが可能となったのだが，日本人で筆者らのところに来てくれる人はいそうになかった．そこで，最初のコラボで培った国際ネットワークに頼ることにした．Dengel 教授に相談したところ，ユビキタス・コンピューティングの分野で著名な Paul Lukowicz 教授のところで博士号を取得したての Kai Kunze 氏を紹介していただいた．Lukowicz 教授は，当時，DFKI に移ってきたところであったが，それによってつながった縁ともいえる．

Kunze 氏は，筆者らの研究に新しい見方や方法論を導入するという大きな役割を果たすとともに，国内外での人的ネットワークの拡大という，思ってもみなかった成果ももたらしてくれた．具体的には，例えば CREST の後半に，慶大（現在，東大）の稲見昌彦先生に加わって頂けたことが挙げられる．

6. 4 番目のコラボ：experiential supplement

Reading-life log の研究が終わり，次のプロジェクトを考えていたとき，先の CREST の後半で培った新しいネットワークにかけてみようと思うに至った．応募先は，萩田先生が領域代表を務める CREST である．そう，2 番目のコラボの契機を与えて頂いた方である．

上記の稲見先生に加えて，神戸大の塚本昌彦・寺田努両先生，慶大の Kunze 氏，奈良先端大の荒川豊先生，大阪市立大の大畑建治先生，DFKI の Dengel 先生に加わって頂き，experiential supplement（経験サプリ）というプロジェクトを 2016 年に立ち上げた．ちなみに，荒川先生は，DFKI の Dengel 先生のところに留学した経歴を持つ仲間でもある．

このプロジェクトは，人の経験を記録し，サプリメントとして加工して人に与えることにより，行動変容を促進するというものであり，現在，経験のセンシングを中心に，研究を進めているところである．u-pat や reading-life log のときと違い，メンバの多様性が大きくなっていることから，よりダイナミックな（でもたまに難しさも感じつつ）研究を進めているところである．

7. おわりに

以上，筆者のこれまでのコラボについて紹介させて頂いた．何もないところから始まった研究生活が，これまで破綻せずに続けられてきたのは，やはりコラボがあったためと，改めて認識した次第である．

どうでしょう，皆さんもコラボってみませんか？　きっと，いいことがあるはずです．

参考文献

[1] 尾関基行，神原誠之，高橋友和，西山正志，新田直子，堀田政二，北原　格，“MIRU2008 若手プログラム報告，” 信学技報，vol.108, no.363, pp.235–240, Dec. 2008.

情報リベラル・アーツ

天野 英晴
慶應義塾大学

リベラル・アーツすなわち教養科目は，古代ギリシャ，ローマ時代に起源した「自由人として生きる」ための基本的学識を身に着けるための科目である．理工系の学生が「ぱんきょー」と言って歴史や法学を学ぶのもこのリベラル･アーツの考え方に基づいている．学生によっては卒業単位を埋めるための単なるハードル，あるいは実験や演習の息抜きとしてとらえているようで，楽に単位が貰えるいわゆる楽勝科目に人気が集中している．ちなみに，筆者はここで，現在の大学の「ぱんきょー」に文句をつけるのではなく，ISS に所属する「情報系」の研究者，技術者，学生にとっては「情報リベラル・アーツ」を身に着けることが重要なのではないのだろうか，という主張をし，更に FIT，総合大会の宣伝をしようとしている．

「情報リベラル・アーツ」とは,「情報社会で人が自由に生きるため」の教養である．ここではパソコン，タブレット，スマホが使えて，ネットワークにつなげて，SNS が使えて，プログラムが書けて……という実際的な話は置いておく．これらはもちろん自由に生きるために必要だが，ISS ソサイエティに所属する我々ならば，いろいろやっている間に自然に（あるいは必死の努力の末）身に着けるものである．それ以外に，情報社会で人がどのように生きるかを判断し，行動を起こすには，一種の「教養」が重要ではないか，ということである．例えば，以下の様々な問題について情報系のプロとして，自分の意見を持ち，議論をすることができるだろうか．

○AI は何ができて何ができないか？　社会にどのような影響を与えるのか？
○ビッグデータで何ができるのか？　個人のプライバシーとどのように折り合いをつけるのか？
○IoT で誰がどのように幸せになるのだろうか？　カメラとセンサだらけの世界は超監視社会にならないのだろうか？
○ポストムーア的な状況とはどんなことか？　半導体技術の進歩は永遠に続くのだろうか？
○スーパーコンピュータって巨額の予算に見合うだけのことができるのだろうか？　開発競争はいつまで続ければいいのだろうか？
○仮想通貨は，従来の通貨にとって代わることができるのだろうか？

このようなテーマに関連する情報技術の範囲は非常に広いのだが，情報のプロと言っても案外自分の専門分野以外はよく知らない．そのため個人的に恥ずかしい思いをすることが多いし，研究計画書を書くとき背景説明で困ったりする．逆に筆者自身の研究分野であるコンピュータアーキテクチャが，情報系の人たちにとっても案外知られていないのでびっくりすることもある．ソフトバンクの孫正義会長が ARM を買収した際，ARM のビジネスモデルについて周囲が全く理解しておらず，そもそも ARM 自体知らない人がいるのを知って，これはまずいと思った．情報のカバーする範囲があまりにも広がり，あまりにも社会と密接に関連するようになったことにより，情報系のプロでも全部をカバーすることが難しくなってしまったのだ．

更に，社会や生活にどのように影響を及ぼすかについては，法律，経済の知識，いわゆる文系の知識が必要である．ネット，書籍，あるいは大新聞の記事ですら，情報技術についての記述は見当外れのものが多いことは皆様も常日頃感じておられると思う．我々は情報のプロとし

てまともな議論をリードしなければならないのに，フォローすることも難しくなっている．筆者も ARM のテキストを翻訳したり，FPGA の本のまとめをやったり，自分自身の分野に関して世の中に正しい知識を広めるために努力しているのだが，なにより自分自身「情報リベラル・アーツ」を身に着けないとまずいと思う．

で，以下は反省と宣伝である．今まで国際的に一流の研究を行うためには，基本的なアイディアが出たら，まず研究会で発表し，議論した後に，なるべく h5-index の高い（インパクトファクタと違って純粋に統計情報であり，広い範囲の国際会議に対して付いているのではるかに有用である）国際会議に論文を出し，更に完成させて国際的なジャーナルに投稿するべきで，これから外れることは時間の無駄と考えていた．総合大会，全国大会，FIT は正直に言うと眼中になく，学生にも参加を勧めなかった．

ところが，昨年度，情報処理学会の春の全国大会のプログラム委員長と FIT の実行委員長を務めて分かったのだが，総合大会，FIT，全国大会などの学会大型イベントは情報リベラル・アーツを身に着けるために非常に有益である．例えば FIT2017 の企画をちょっと紹介すると……

○ディジタルゲリマンダーの脅威
○データの研磨によるビッグデータからの高精度クラスタ発見とその応用
○人工知能は人間の幸福度を測ることができるか？
○ロボットは東大に入れるか
○機械学習と量子物理学の交差点
○不動産 × AI が拓く不動産の未来
○インターネットは心理学研究に FIT するか

どれもが情報技術の最先端のトピックスであり，社会への影響も含めて情報リベラル・アーツを見事にカバーしていることが分かる．

ちなみに，この手のことは大学や大学院の授業でちゃんと教えないとダメなんじゃないか，と言われそうだが，純粋理系の大学ではこれが難しい．大学の授業は，情報，通信，画像処理の基礎，プログラム，ハードウェア設計演習など，学生が身に着けなければならない科目に埋め尽くされている．我々の大学では基礎を重視するため 1 年生では数学，物理，化学，生物を教えるので，そもそも専門教育の時間は限られている．拡大を続ける情報分野では，学生が知っておかなければならないことが増え続ける割に，昔は重要だったけれど今はもう知らなくてもよくなったことが少ないため，科目のスクラップアンドビルドができず，大きな問題なのだが，これはまた別の話題である．大学院ではより専門性の高い科目ばかりになり，専門を外れた学生が教養を付けることのできる科目はほとんどない．

ギリシャ，ローマ時代のリベラル・アーツと違って情報リベラル・アーツは日進月歩である．更に，技術的に専門性が高いので，その分野のトップレベルの研究者，専門家に教えてもらえるならばそれに越したことはない．FIT や総合大会では幅広い企画セッションで，学会が選んだ一流の専門家が最近のトピックスについて，比較的ではあるが分かりやすく説明してくれる．他の講演会，シンポジウムなどと違うのは，カバーする範囲が広く，同じ所でやるため，好きなものを自由につまみ食いができる点である．参加費は必要だが，十分元が取れるレベルである．このような有り難い機会を積極的に利用しない手はない．今まで馬鹿にしていたのは愚かだった．それ以来，自分も時間が許せば参加し，学生にも積極的に参加するように勧めるようになった．

国際的に一流の研究者，技術者になろうと思ったら，専門的な知識，技術を磨き，実装をして，論文を書き，という一連の流れはもちろん必要だが，情報リベラル・アーツを身に着けることも大事である．学生にも研究発表だけでなくて，他にもいろいろ聞いておいで，就職活動にも凄く役に立つよ，と勧めている．

さあ FIT，総合大会，全国大会に行こう．行って情報リベラル・アーツを身に着けよう．

幼児早期教育を支援する知能ロボットの研究開発

郭 長琛
知童時刻（厦門）科技

私は 2003 年に東京大学大学院情報理工学系研究科の修士課程を修了しました．在学中に，音声工学や，ロボットの応用について学びました．また，知能ロボット分野に創業の可能性があることに気付きました．と同時に，知能ロボットが子供の言語能力の発達に対して，特別な役割を持っていると感じました．2014 年，厦門市の支援による「IT 人材 200」という『ダブル百人材』という人材導入プロジェクトが行われたのをきっかけに，厦門で知童時刻（厦門）科技有限会社という幼児教育用の知能ロボットの会社を創立しました．我が社の製品は 0～6 歳の幼児向けです．幼児の行動は成人とは大きく異なります．このことに基づいて製品を最適化しないことには，本当に幼児の需要に応える製品を作ることはできません．半年にわたる調査，及び南京師範大学，北京師範大学など多くの名門校の発達心理学，幼児教育の専門家の協力の下，我が社は製品の位置づけと設計計画を決定し，第一世代幼児教育ロボット「keeko」の開発を始めました．2 年間の開発努力の末，2016 年 6 月に我が社の自主開発したロボット「keeko」が正式にリリースされました．9 月に生産を開始し，2017 年 2 月には大量生産に拡大し，その後，児童教育の現場に広く導入されました．現在，第二世代ロボットの研究開発が既に最終段階に入っており，近々リリースする予定です．

知能ロボットは近年成長が目覚ましい新しい市場ですが，新興産業であるため参考になるものがありません．新しい市場で需要に合った製品を作るために，0～6 歳の乳幼児の生理的及び心理的な特徴を細かく考察して，ハードウェア，体験，コンテンツ，場面など様々な方面を配慮して製品を十分に最適化する必要があります．以下，知能ロボット製作において我々がとった戦略を示します．

1. 子供の生理的な特徴を考慮して工業デザインと製造技術を最適化する．

ターゲットユーザが 0～6 歳の乳幼児たちであるため，ハードウェア（素材）を慎重に扱わなくてはなりません．様々なセキュリティリスクを排除する必要があります．その中で最も注目すべき点は以下のとおりです．

(1) 視力：電子製品，特にディスプレイが幼児の視力にダメージを与えることは避けられませんが，開発努力によりそのダメージを最小限に抑えることができます．ディスプレイを長時間見ることは不可逆的な視力低下をもたらすため，我々は二つの観点からこの問題を解決しました．①ブルーライトフィルタを設置し，およそ 80%のブルーライト透過率を実現することでダメージを最小限に抑えます．②ロボット自体のインタラクティブな動作を豊富にして幼児が長時間画面に注目することを防ぎます．

(2) 怪我：子供の指は小さいため，不注意で挟まれることが多くあります．我々は製品設計において腕を付けないことにしました．また，安全確保のためにコンポーネント間のギャップを厳密に 3 ミリ以内に抑えました．

(3) 聴覚：幼児の蝸牛と大人の蝸牛の構造はほぼ同じですが，神経中枢皮質の発達には約 10 年かかります．未発達の状態においては，神経系がより繊細であるため，大きな音刺激を頻繁に受けると聴力が低下する恐れがあります．keeko は最大音量を 80 デシベルに制限し，安全な音量を超えないようにしています．

(4) 脊柱：机や椅子の高さがユーザの座り方に影響し，脊柱に悪影響を与えるように，ロボット本体の高さもユーザの脊柱に無視できない影響を与えます．したがって，我々の第一世代の製品では地面に設置したときの機器の高さを 42.8 cm としました．この高さは幼児の目の位置と大体同じで，幼児にとって心理的に最も快適であるだけでなく，脊柱の発達にも良い影響があります．

(5) 接触時の衛生さ：0〜3 歳の期間は，幼児にとって，口がこの世界を体験するための最も重要な器官です．そのため，ロボットにキスしたりかじったりすることは不思議ではありません．3 歳以上の幼児であっても，おもちゃやパートナーとキスをすることで好感を表す傾向があります．衛生的な接触を確保するために，ロボットの表面に食品用プラスチックを使用した上で，無菌コーティングを行っています．

2. 幼児の特徴に合わせて製品の使用体験を向上させる．

現在，知能ロボット業界において音声に関する知能技術は人工知能の主要な表現形式です．製品の使用者は 0〜6 歳の乳幼児であり，発育段階の初期にいる彼らは，成人と多くの違いがあります．我々は幼児の特徴に合わせて一連の改良を行いました．主な内容は以下のとおりです．

(1) 以下に示す幼児の特徴を使って，正確に幼児の発音を識別します．幼児の発音の中には母音の間違いは少なく，子音の間違いが大部分を占めています．なぜならば，子音の発音は唇，舌，歯などを細かく制御する必要があります．幼児は唇と舌の力が不十分であり，顎もあまり器用に動かせないため，多くの場合，子音をはっきり言えません．例えば，幼児が「叔父（おじ）」を言うときに「オディ」に間違えることがよくあります．それと同時に，話すことを身に着けたばかりの幼児は短い句，ひいては一文字で話すことがよくあります．また，幼児は同字を重ねて話す傾向があります．例えば中国では，幼児はよく「ご飯」を「飯飯」と言います．この問題に対して，我々は三つの措置を取りました．第一に，知能ロボットに適した語意解析技術を選定し，子供がよく使う言葉に対して改良を施し，認識の精度を向上させました．第二に，短い句，重ねた字を認識するため，我々は短い言葉の認識に関して特別な改良を行いました．それによって音声認識の正確率が十倍以上高まり，幼児とロボットとの対話も比較的自然な会話になりました．第三に，応答する場面を制限し，限定された音声の中から類似した語を探し出し，システムが自動的に最も適した語に修正します．

(2) 音声合成モジュールによって，同形異音語の問題を処理します．中国語は字の形で意味を表す言語であり，同形異音語の数が多いため TTS (text-to-speech) 音声合成に多くの困難が伴います．例えば,「先週行（い）った大学は昨日入学式を行（おこな）った」という文では，二つの「行」の発音が異なっていますが，ほとんどの TTS ツールは一つの発音しかできません．この問題を解決するために，我々は特別な音声合成補正モジュールを開発しました．文脈を識別することにより，同形異音語の品詞を定めて発音を確定します．

(3) 応答ライブラリーを知能ロボット用に整備し，幼児の音声応答環境を確保します．一般的な知能ロボット開発において，汎用応答ライブラリーの登場は開発者に，かなり大きな利便性をもたらしました．しかし，汎用応答ライブラリーはその特性上，多くの欠陥があり，幼児には適していません．我々はキーワードフィルタリングを使用した上で，人工知能の語義分析を用いてロボットの会話を幼児向け知能ロボット用に調整し，0〜6 歳の幼児にふさわしい言語環境を確保します．

3. 人工知能技術を導入し，ロボットの「AI 脳」を作る．

(1) 人工知能技術の進展に伴って，ロボットのインタラクティブ応答能力の改善に多くの可能性が与えられました．童謡，童話，小学校の作文，絵本などを含めた膨大な量の幼児教育資料で系統的に機械学習を行い，ロボットが多面的かつ論理的に物事を述べることができるよう，基盤技術を構築しました．

(2) Tensorflow ディープラーニングフレームワークを導入して，自然言語処理，ロボット視覚，音声認識等の分野で専門的な研究と開発を行いました．特に TensorFlow の豊富な API 及び強大な計算エンジンの助けを借りて多様な言語表現を使えるようにしました．例えば，子供たちが対話中「鳥は空を」と言うと,「鳥」と「空」との二つの形態素によってシステムは次の単語「飛ぶ」を予測することができます．

(3) 膨大なデータとディープラーニング能力でロボットの「AI 脳」が誕生しました．トレーニングと最適化の反復によって,「AI 脳」は本当の子供と同じように文を作って物語を語ることができます．同時に，ユーザとのインタラクションを継続することで,「AI 脳」は，そのユーザの表現様式などを学び，よりユーザに適した応答をすることができるようになります．このようにして，特定のユーザの需要にこたえます．

4. コンテンツ生成の利便性を高めるためコンテンツ移行プラットフォームを作成し，更に，オリジナルコンテンツの作成を促進する．

コンテンツの作成は，我々のような知能ロボット開発業者が直面しなければならない問題です．既存のコンテンツのほとんどはビデオやオーディオ製品で，もしロボット本体に直接導入されていたら，ロボットがタブレットに退化し，ロボット特有の行動能力，表現，音声，視覚といった属性が犠牲になったに違いありません．ユーザの使用体験はタブレットと区別できず，またはタブレットほどよくないかもしれません．実際にロボットに適したコンテンツは非常に不足しています．

2 年間の模索を通して，我々はロボットのコンテンツ問題に対処するための二つの解決策を見つけました．

(1) コンテンツ移行プラットフォームを作成する：編集システムを開発することにより，編集者が簡単に絵本や音声やビデオなどのコンテンツをロボットシステムに移行できるようにしました．それとともに，ロボット特有の身体能力，及び表情と情緒的表現を加えて，幼児により優れた体験を提供します．

(2) ユーザがオリジナルコンテンツを作成する：非常に人気のある「小さなプログラム」という製品があります．我々は子供に複数のカードを提供し，子供たちはカードを並べて「カード押し+音声入力」という方法でストーリーを作ることができます．我々は，ロボット動作を伴うオリジナルストーリー作成において，WYSIWYG を実現しました．

「小さなプログラム」を通して子供の語学力，論理的かつ発散的な思考能力を大幅に

向上させます．作ったストーリーがどんどん長くなり，また，論理性もより厳密になります．こういう成長は親にも満足感をもたらすことができます．

更に，親と幼児の教師も WeChat でコンテンツ創作に参加できます．

5. ロボットを様々な場面に適応させる．

現在 keeko ロボットは幾つかの場面で使用されており，良い成果を上げています．

(1) 幼稚園と幼児教育センター：高いインタラクティブ性のおかげで，ロボットは幼児教育センターの先生と子供たちから人気を集めています．また，ロボットは幾つかのコースのアシスタントを担当することもできます．

(2) デパート，専門店：現在幾つかのお店が我々のロボットを，集客目的のために導入しています．子供がロボットに引き付けられていると，大人は買い物に時間を費やすことができます．

(3) 家庭：ロボットは親子のやりとりと子供の自主的な学習の両方で大きな役割を果たしています．ロボットはいろいろなコースやゲームを内蔵しており，両親は直接 WeChat を通して子供と一緒に完成させることができます．両親が不在のときには，我々の設定した特定の長さのコースをロボットに入力すると，子供が一人で勉強できるようになります．

6. プロジェクトの進行状況

現在，我が社の製品は既に 20 件以上の中国国内特許と，四つのソフトウェア著作権を所有しました．更に製品は既に多くの中国国内の幼稚園や乳幼児教育機構で使用されていて，台湾，香港，シンガポール，マレーシアなど様々な国の富裕層の家庭にも導入されています．

2017 年 4 月，当社は正式に「ブルーファイヤープラン」のメンバーとして承認され，教育ロボット研究所を建設する仕事を担当しています．6 月に当社は北京師範大学とともに教育ロボット産業開発センターを成立し，教育ロボット産業の研究開発，及び普及に協力しています．

I-Scover で始める文献探しの旅

五味 弘
沖電気工業

前口上

論文を書きたい人，研究や技術トレンドを調べたい人，単に暇つぶしをしたい人．いろいろな目的でいろいろな人がいろいろなもので文献探しをする．目的は違えど，文献探しの旅は気分良く，効率良く，格好良くしたい．そこで I-Scover による文献探しを紹介する．Google でもなく CiNii でもなく，I-Scover による文献探しの旅だ．この旅でどのようなモノが出てきて，どのようなコトが待ち受けているのか．さぁ，I-Scover で始める文献探しの旅を一緒にしよう．

IEICE Knowledge Discovery (I-Scover) の旅はここから
https://i-scover.ieice.org/

1. ところで I-Scoverって何だ？　おいしいの？

I-Scover を初めて聞いた諸君．まだ見たことも触ったこともない諸兄諸姉．I-Scoverって何だろう？　おいしいものなんだろうか？

図 1. I-Scoverって何だろう？

1.1 I-Scover とは

I-Scover とは電子情報通信学会が多くの年月を掛けて開発し，満を持して公開した文献検索システムだ（図 1）．もちろん無料で使える．無料で使える．大事なことだから 2 回言った．

次から I-Scover が自己紹介を兼ねて自慢をしたいそうだ．聞いておいてほしい．

1.2 I-Scover に入っているモノはこれだ！

I-Scover には電子情報通信学会の論文を中心に企業の研究報告などの多種多様な文献が入っている．これからも文献は増え続けることだろう．本当だ．期待しておいてほしい．

1.3 I-Scover は芋づる式に探せるのだ

自慢になるが，I-Scover に入っている文献は有機的につながっているのだ（これをリンクトデータというが，注釈しないので興味があれば自分で調べておいてほしい）．これにより芋づる式に文献を探すのに便利だ．例えば，著者つながりやキーワードつながり，時間つながりで探せるのだ．これはもう文献探しの旅が快適になること，間違いない．本当だ．

1.4 I-Scover で探し方を変えるのだ

更に自慢になるが，I-Scover は文献探しのためのインタフェースを公開している（これは SPARQL（すぱ～くる）形式のインタフェースであるが，興味があるなら自分で調べておいてほしい）．インタフェースがあるということはハッカー垂涎のネタになるだろう．このインタフェースを使い，I-Scover の探し方を自由自在

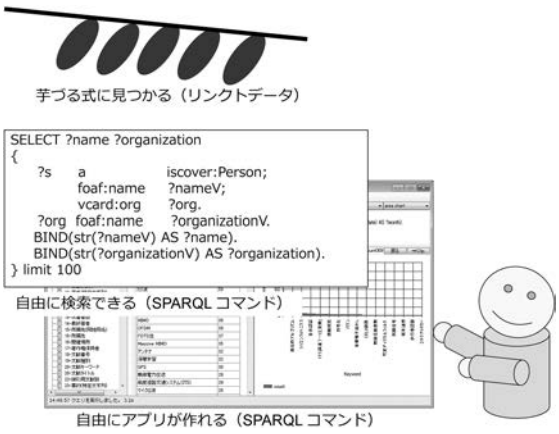


図 2. I-Scover が語りたいところはこれだ

に傍若無人に変えて，舐め尽くすことができるのだ（図 2）．例えば，研究や技術トレンドを探したいときは時間とキーワード，タイトル，概要，著者名を取り出し，そこから分析すればいい．これでどんな文献探しもできる．もちろんハッカーでない素人にも朗報がある．ハッカーはこの手の凝った検索ツールを作っては，それを自慢げに公開するのが好きだ．素人はそれを使ってあげればいい．ハッカーはきっと泣いて喜ぶだろう．

1.5 I-Scover はマニュアルなしで使えるのだ

I-Scover が自慢したくて自分語りをするのはこれくらいだ．はっきり言えば，自慢できるのはこれくらいである．でもそれが自慢なのだ．自慢するところがあまりないということは普通ということであり，普通に使えるということだ．つまり I-Scover は違和感なく普通に使え，数少ない自慢できるところを普通に甘受できるのだ．

きっぱりと言おう．I-Scover はマニュアルやガイドブック，そしてこの記事なしで使えるのだ．分厚いマニュアルがあるようなシステムはマニュアルを読まない限り，使いものにならない．攻略本があるものはお金を搾取されるだけだ．

だからこの記事は I-Scover のガイドブックでもなく，マニュアルでもない．もちろん啓蒙書でも広告でもない．ただただ，あなたと文献探しの旅を一緒に快適に素敵に自然にしたいだけだ．信じてほしい．本当だ．

1.6 I-Scover は Google，CiNii の夢を見るか？

論文などの文献検索に Google や CiNii を使っている人．その検索は正解である．正解であるが良くはない．本会の会員としても良くはない．

Google で文献探しの旅を始めれば，あまりにも多すぎる結果のせいで迷宮に入ってしまうだろう．牛丼屋に行ったはずなのにフレンチのフルコースを 2 時間以上掛けて食べることになるだろう．お腹が一杯で食べきれない．

CiNii は厳格である．きっちりと見つかる．しかしそれだけである．サイドメニューに豚汁がない．夢がない．

もちろん I-Scover にも欠点がある．量が少ない．大盛りにできない．芋づる式に食べようとしても主菜のときに甘いスイートポテトが出てくる（こともほんの少しだけあるかもしれない）．

I-Scover だけでは量不足で力不足だ．Google は自由人すぎる．CiNii は優しさがない．だから，これらを混ぜ合わせて使えばいい．使えるものは親でも恩師でも使え．文献探しの旅には I-Scover も Google も CiNii も周囲の優しい人たちも何でも使うのだ．それで決まりだ．

2. じゃ I-Scover はどうやって使えばいいの？

優れたシステムにマニュアルは不要だ．だから I-Scover の使い方はこの記事には書かない……と言いたいが I-Scover をまだ使ったことがない希少な人のために，少しだけ I-Scover を見ていくことにしよう．有り難く思ってほしい．

2.1 はじめての I-Scover による文献探し

Google では何の予備知識も必要なく，自然に検索できる．こんなに簡単なのに検索しないと，正に ggrks（ぐぐれかす）と言われる（ggrks や

SPARQL，リンクトデータなどは ggrks）．

I-Scover も全く同じ言葉を使う．ggrks．とにかく，I-Scover に適当な言葉を入れて文献探しをしてみることだ．

例えば，「サルでもわかる」という言葉を I-Scover で探してみると，ほら見つかった！　さすがである．え？「猫でもわかる」と入れたら見つかりませんという結果が返ってきた？　なぜそんな言葉を入れたのか，小一時間ほど問い詰めたい．えぇ？　ある言葉を入れたら 3 万件以上見つかった？　その検索には山なし意味なし落ちなしだ．出直してきてほしい（図 3）．

ここまでは簡単だ．大丈夫だ．Google で検索できる程度のスキルがあれば I-Scover でも大丈夫だ．でも Google で最初の目的を忘れて，検索に没頭している人は I-Scover でも同じ運命になる．駄目だ．

2.2 検索と言えば，AND/OR 検索をしたい

文献探しの旅では連れ回しツアーは嫌だ．自分で計画を立てて旅をエンジョイしたい．それが却ってコストが掛かってもだ．苦労も旅の醍醐味の一つであると思ってしまう人である．

I-Scover でも同じである．単純なお任せの旅は嫌だという人には，文献探しの旅に AND や OR 条件を付けまくったオプショナルツアーができる．「あれとこれを含んで，それは外して，それとこちらをプラスして」というような旅ができる．でも使いこなさないと，基本旅程に入っていたところを再度巡るような変なオプショナルツアーになってしまう．当人には悲劇であるが，周りからは喜劇である．一言，言おう．もしあなたがプログラマであれば，if 文の条件文に複数の条件式を書くなと教えられたはずである．これと同じだ．複雑な検索は災いを招く．

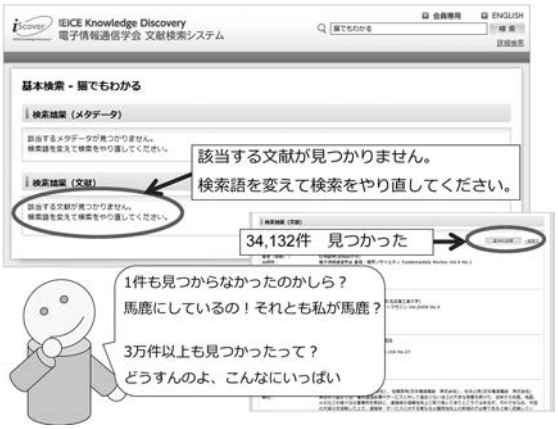


図 3. 検索結果が見つからない/多すぎる

もちろん Google や CiNii でもオプショナルツアーはできる．AND や OR，そして NOT をツアーコンダクタに注文しまくることができる．しかしそのような検索は流行っていない．すべきではない．文献探しの旅はシンプルに行こう！

2.3 I-Scover は SPARQL で何でもできる

I-Scover は何でもできる．これは，コンピュータは何でもできるというのと同じくらいの真実である．

問うて曰く，どうして何でもできるのか？　答えて曰く，検索用のインタフェース SPARQL があるからだ．つまりコンピュータが機械語のプログラムを使えば何でもできると同じように SPARQL を使えばどんな検索でもできる．

例えば，著者名と所属を取り出す SPARQL プログラムは簡単に作れる．毎年のキーワードランキングを作ることもできる．表彰された論文がどこで発表されたものが多いのか，ページ数はどれほどのものがいいのか．思い付く限りの検索がお茶の子さいさいである．

ハッカーがこの SPARQL を使い出すと止まらない．マニアックな検索ができるようになる．

例えば，以下に示す SPARQL アプリは各種の SPARQL コマンドが用意されていて簡単に実行できる．これを使い，いろいろな文献探しができる．図 4 にはキーワードとそれを使っている文献数のグラフが表示されているが，それがき

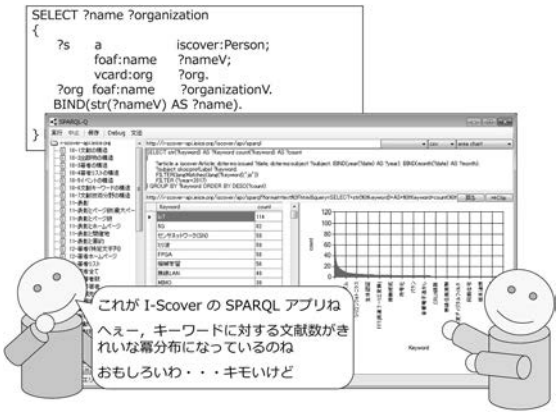


図 4. SPARQL とそれを使ったアプリ（OKI 小杉篤史 作成）

れいな冪分布（いわゆるロングテールの分布）になっていることが分かる．これだけでもめっけものである．

しかし多くの検索結果は誰も興味がないかもしれないが．でも「たのしー」のである．「うれしー」のである．検索に嵌まり込んでしまう．

はてさて，冗談（半分，本気であったが）は置いておいて，役に立つ SPARQL プログラムによる I-Scover アプリが数多く作られている．例えば，研究トレンドを文献のキーワードから抽出し，それをハイプカーブ上に載せるというようなものがある．

ハッカーである人も，そうでない人も，一度，SPARQL に嵌まり込んでほしい．でも嵌りすぎて，研究そっちのけで，這い上がれなくならないようには願っているが．

2.4 I-Scover は永遠に

どうだろうか．I-Scover の醍醐味としょぼさが分かってもらえただろうか．最後の SPARQL で怖気づいたであろうか．大丈夫，SPARQL なんかに気後れする必要はない．本当だ．

ここで I-Scover の最大にして最小のコツを言おう．よく聞いておいてほしい．I-Scover は気楽に使ってほしい，それだけだ．気分を楽にして楽しんでほしい．SPARQL を使う必要性は「全く」ない．誰かが作ってくれたものを使うだけだ．AND や OR を使う必要さえもない．ただただシンプルに気楽に文献探しをするだけ．

それが AND/OR 検索の入り口にもなり，SPARQL アプリの始めにもなるかもしれないが，とにかく，気楽に I-Scover を使ってほしい．

参考文献

この記事では参考文献は示さないので，I-Scover で参考文献探しの旅を経験してほしい．面倒だから示さないのではなく，親切心で示さないのだ．分かってほしい．

IEICE Knowledge Discovery (I-Scover) の旅はここから

https://i-scover.ieice.org/

キーワードとして「I-Scover」は当たり前だが，「論文執筆」や「文献検索」，「つながるデータ」，「Linked Data」，「Open Data」，「LOD」，「SPARQL」などが有力であろう．これらを使って，I-Scover でどのように文献探しをするかが楽しみ．そうなってほしい．

参考文献を 10 件程度見つければ，あなたは I-Scover が使えたことになる．もし 20 件以上見つけたとすると，その検索結果は多すぎる．修行してほしい．最後に検索する人に幸福が訪れるように祈っている．

Author's Toolkit

Writing Better Technical Papers

Ron Read
Human Global Communications Co., Ltd.
(formerly Kurdyla and Associates)

In the last column, I discussed "telling verbs" as words commonly used when telling or giving information. Now, I'd like to bring up and discuss a few more of these words.

Telling Verbs Revisited

Sometimes a verb's "teller" isn't the author but graphics such as figures and tables. The most universal verb for this is simply "show":

○ Figure 3 shows the results of this experiment.
○ Table 5 shows the combinations of…

For an effect or trend that is visualized symbolically, a common verb with graphics is "illustrate":

○ Figure 3 illustrates the temperature rise induced by adding…
○ Figure 7 illustrates the p^{n-7} dependence on…

A typically overused verb is "depict"; I suggest reserving this word for something that is visualized as an image:

○ Figure 4 depicts the net topology of this…
× Figure 4 depicts the measured values of…

Sometimes, for both variety and clarity, it's useful to let a verb phrase do the telling:

○ Figure 5 provides an overview of the…
○ Tables 11–14 give summaries of the…

As a final note on graphics, avoid the common problem of using verbs that are mainly suitable for verbal elaboration in text:

× Figure 8 explains the results obtained by…
○ Figure 8 shows the results obtained by…
× Table 9 describes all original samples and their changed values by modifying the…
○ Table 9 lists all original samples and their changed values by modifying the…

A couple of verbs that often confuse native speakers are "imply" and "infer." Actually, only the former is a "telling" verb, which means to state something somewhat indirectly:

○ Various results obtained by recent works imply a threshold exists where the…
× Various results obtained by recent works infer a threshold exists where the…

"Infer" is a verb of perceiving rather than telling; it means something is understood in the manner of an assumption or conjecture:

○ From the recent results, we can infer that a threshold exists where the…

"Indicate" is a bit trickier—sometimes it simply means "show":

○ The dashed line indicates Sample A's results.

And in other contexts, "indicate" refers to a strong or highly logical implication:

○ Data from 4,308 monitoring stations indicate a clear warming trend in the Arctic Ocean.

Finally, in discussing previous works, use "reported that" and "reported a/an" carefully:

○ Minoo reported that a human-like android could skillfully perform tango dancing (5).
○ Minoo reported a human-like android that could skillfully perform tango dancing (5).

Thus "reported that" is followed by a verb phrase, and "reported a" by a noun phrase.

Ending a Paper Too Suddenly

At the end of a paper, in the Conclusions section, many authors tend to finish up rather abruptly, simply listing off summary points:

× Finally, our results for Au-coated nodes show only minor improvement in speed.

The Conclusions section must not only summarize results but also outline a larger significance, i.e., why the paper is important:

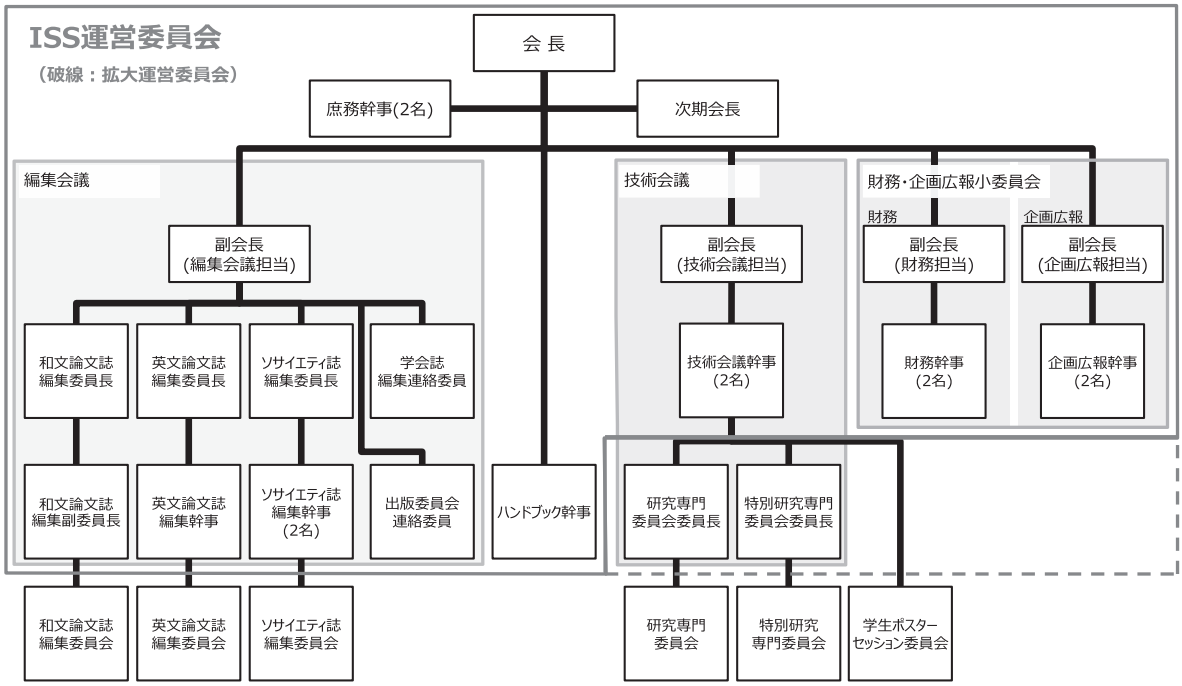
○ In this work, we demonstrated that a sensor network's speed can be greatly increased without the need for complicated processes.

Grammar Questions? read@athuman.com

Mini Quiz: What's Wrong?

1) The variety of such devices is so large that…
2) A variety of such devices are now used to…
3) A variety of nutrients are important for…
4) A variety of nutrients is important for…

(Answers: 1) OK; 2) OK; 3) OK, depending on context; 4) OK, depending on context)



会長
　中村　裕一　京都大学
次期会長
　相澤　清晴　東京大学
副会長(財務担当)
　山崎　眞見　日立製作所
副会長(企画広報担当)
　相田　仁　東京大学
副会長(技術会議担当)
　斎藤　英雄　慶応義塾大学
副会長(編集会議担当)
　峯松　信明　東京大学
庶務幹事
　蔵田　武志　産業技術総合研究所
　越前　功　国立情報学研究所
財務幹事
　岡本　学　NTT
　鈴木　哲明　NEC ソリューションイノベータ
企画広報幹事
　武安　政明　三菱電機
　冨森　英樹　富士通研究所
技術会議幹事
　浜田　宏一　日立製作所
　小池　崇文　法政大学
ソサイエティ誌編集委員長
　神原　誠之　奈良先端科学技術大学院大学
ソサイエティ誌編集幹事
　林　良一　NTT
　金子　晴彦　東京工業大学
和文論文誌編集委員長
　和田　親宗　九州工業大学
和文論文誌編集副委員長
　岩野　公司　東京都市大学
英文論文誌編集委員長
　山下　幸彦　東京工業大学
英文論文誌編集幹事
　高間　康史　首都大学東京
学会誌編集連絡委員
　片岡　裕雄　産業技術総合研究所
出版委員会連絡委員
　武安　政明　三菱電機
ハンドブック幹事
　岡本　一志　電気通信大学

平成 29 年度　情報・システムソサイエティ組織図および運営委員会構成（敬称略）

電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ誌編集委員会

●副会長（編集会議担当）　峯松 信明（東大　mine@gavo.t.u-tokyo.ac.jp）
●編集委員長　神原 誠之（奈良先端大　kanbara@is.naist.jp）
●編集幹事　林 良一（NTT　hayashi.ryoichi@lab.ntt.co.jp）
金子 晴彦（東工大　kaneko@c.titech.ac.jp）
●特任編集幹事　菅谷 史昭（KDDI 総合研究所　fsugaya@kddi-research.jp）
松居 辰則（早大　matsui-t@waseda.jp）
宮崎 修一（京大　shuichi@media.kyoto-u.ac.jp）
坪下 幸寛（富士ゼロックス　Yukihiro.Tsuboshita@fujixerox.co.jp）
門田 啓（NEC　a-monden@bk.jp.nec.com）
篠崎 隆宏（東工大　shinot@ict.e.titech.ac.jp）
●企画広報幹事　冨森 英樹（富士通研　tomimori.hideki@jp.fujitsu.com）
●和文論文誌編集副委員長　岩野 公司（東京都市大　iwano@tcu.ac.jp）
●英文論文誌編集幹事　高間 康史（首都大東京　ytakama@tmu.ac.jp）

●編集委員

（研究専門委員会）

・ME とバイオサイバネティックス（MBE）　堀瀬 友貴（東京女子医大　horise.yuki@twmu.ac.jp）
・ライフインテリジェンスとオフィス情報システム（LOIS）　茂木 学（NTT　motegi.manabu@lab.ntt.co.jp）
・画像工学（IE）　高橋 桂太（名大　keita.takahashi@nagoya-u.jp）
・言語理解とコミュニケーション（NLC）　榊 剛史（ホットリンク/東大　t.sakaki@hottolink.co.jp）
・コンピュータシステム（CPSY）　小川 周吾（NEC　s-ogawa@ak.jp.nec.com）
・コンピュテーション（COMP）　吉仲 亮（東北大　ry@ecei.tohoku.ac.jp）
・人工知能と知識処理（AI）　八槇 博史（東京電機大　yamakih@mail.dendai.ac.jp）
・ソフトウェアサイエンス（SS）　肥後 芳樹（阪大　higo@ist.osaka-u.ac.jp）
・データ工学（DE）　大塚 真吾（神奈川工科大　otsuka@ic.kanagawa-it.ac.jp）
・パターン認識・メディア理解（PRMU）　松原 大輔（日立　daisuke.matsubara.ba@hitachi.com）
・ディペンダブルコンピューティング（DC）　金子 晴彦（東工大　kaneko@c.titech.ac.jp）
・ニューロコンピューティング（NC）　橘 完太（工学院大　kanta@cc.kogakuin.ac.jp）
・知能ソフトウェア工学（KBSE）　橋浦 弘明（日本工業大　hashiura@nit.ac.jp）
・音声（SP）　滝口 哲也（神戸大　takigu@kobe-u.ac.jp）
・教育工学（ET）　中山 祐貴（早大　nakayama@aoni.waseda.jp）
・医用画像（MI）　平野 靖（山口大　yhirano@yamaguchi-u.ac.jp）
・ソフトウェアインタプライズモデリング（SWIM）　黒瀬 晋（NEC ソリューションイノベータ　s-kurose@pd.jp.nec.com）
・リコンフィギャラブルシステム（RECONF）　宮島 敬明（JAXA　miyajima.takaaki@jaxa.jp）
・情報論的学習理論と機械学習（IBISML）　恐神 貴行（IBM 東京基礎研究所　OSOGAMI@jp.ibm.com）
・マルチメディア情報ハイディング・エンリッチメント（EMM）　日置 尋久（京大　hioki@i.h.kyoto-u.ac.jp）
・クラウドネットワークロボット（CNR）　神原 誠之（奈良先端大　kanbara@is.naist.jp）
・サービスコンピューティング（SC）　細野 繁（NEC　s-hosono@bu.jp.nec.com）

（特別研究専門委員会）

・サイバーワールド（CW）　河野 義広（東京情報大　ykawano@rsch.tuis.ac.jp）
・再生可能集積システム（RIS）　上原 稔（東洋大　uehara@toyo.jp）

編集後記　▼著者の皆様・編集委員の方との編集作業を通じ「分かりやすく，より良い情報をお伝えしよう」とする意思をひしひしと感じました．力のこもった各記事から，そんな熱意も感じ取って頂けたらと思います．（主担当：細野）▼本誌編集作業は初めての経験でしたが，御執筆頂いた先生方や編集委員会の皆様の多大なる御支援並びに主担当の細野様の御尽力により，無事に発行することができました．ここに感謝の意を表します．（副担当：茂木）

Your paper is the face of your research: Make it look good!

Human Global Communications Co., Ltd.

(formerly Kurdyla and Associates Co., Ltd.)

1969年以来、トレーニングされたネイティブ英文添削スタッフによる最高品質の英文添削を、ご希望納期にお応えできる迅速な仕上げとリーゾナブルな価格で企業・日本全国の大学、最先端の研究機関へご提供しております。秘密厳守。

自K&A株式会社1969年成立以来，我们一直为日本顶级企业，所有主要大学，以及多所著名研究机构提供英文校阅服务。我们的经验丰富的欧美籍翻译/校阅专家们，以合理的价格为您提供迅速优质的服务。我们尊重，并保护您的知识产权。

"You've invested great amounts of time, effort and money in your research—your paper deserves the best possible writing!"

– Ron Read
Vice President, Kansai Manager

Contact Person: Atsuko Watanabe 担当: 渡辺敦子 〒564-0063大阪府吹田市江坂町1-23-35-901
HGC Kansai: www.hgckansai.com Tel: 06-6338-1855 e-mail: kansaikujira@athuman.com
Tokyo Headquarters: www.human-gc.jp A member of the Human Group: www.athuman.com

- 研究最前線
  - ＥＴ研究会：教育工学（ＥＴ）研究会創立50周年を迎えて
  - ＥＭＭ研究会：情報ハイディングに関する評価基準
  - ＩＥ研究会：多視点映像から Light Field への展開
- おめでとう論文賞
- ソサイエティ活動：FIT2017開催速報
- フェローからのメッセージ
  - これからの電子情報通信エンジニア　酒澤　茂之氏
  - コラボってみませんか？　黄瀬　浩一氏
  - 情報リベラル・アーツ　天野　英晴氏
- コミュニティ通信：幼児早期教育を支援する知能ロボットの研究開発
- I-Scover で始める文献探しの旅
- 連載コラム：研究者のための英語講座 Ron Read 氏

　　―　正しく伝えるための動詞の使い方　―