

戦略的創造研究推進事業 CREST

研究領域

「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」

研究課題

「文字・文書メディアの新しい利用基盤技術の開発
とそれに基づく人間調和型情報環境の構築」

研究終了報告書

研究期間 平成22年10月～平成28年3月

研究代表者：黄瀬 浩一
(大阪府立大学大学院工学研究科、教授)

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

“You are what you read.”(あなたはあなたが読んだもの)と言われるように、読むことは、我々の知識や人格の形成に中心的な役割を果たしている。実際、知識を追加・更新するため、我々は毎日読むことに膨大な時間を費やしている。ところが、このような努力は記録も再利用もされておらず、かけた時間に見合った価値を引き出せているとは言い難い。本研究の目標は、読むという行動を記録し、再利用するためのリーディングライフログ(Reading-Life Log)技術を開発することである。具体的には、人の読む行動と読まれる対象を相互解析することによって、読んだ文字・文書を通して人を知り、また人の読み方を通して文字・文書を知ることを実現する。

Reading-Life Log で記録すべき項目は、何を、いつ、どれだけ読んだのか、またどのように読んだのか(どの程度、興味を持ったか、また理解できたか)など、多岐に亘る。本研究では、これらの情報を、読む人と読まれる対象を観測することによって把握する。読む人の観測には、その人に取り付けたセンサーを用いる。具体的には、視線を解析するためのアイトラッカや脳波計などである。読まれる対象の観測には、人に取り付けたカメラを用いる。そして、カメラで得た画像を解析することで、人間が読んだ文字を把握する。

一人の読者に対して上記の情報を収集することにより、その人が読むことを通して得た知識の量と質を推測することができる。これにより、例えば、読者が語学の勉強をしているならば、毎日の勉強量を視覚化したり、不得意な箇所を提示したりすることも可能であろう。これは、読まれる対象を通して人を知ることに通じる。一方で、読まれる対象ごとに読む行動を集積すれば、その対象がどのような読者に支持されているのか、また、どのようなタイプの人がどこに興味をもち、どこを難しいと感じているのか、などの情報を把握することが可能となる。このような情報は、読まれる対象を知り、また改善する上で貴重なものとなる。さらには、読まれる対象を通じた人同士の関係(例えば、同じものを読んだ人、同じ箇所に興味を持った人)、人を通じた読まれる対象同士の関係など、得られる情報や処理の幅が広がっていく。

読まれる対象は、本や書類などの文書だけに限らず、ポスター、掲示物、看板などに書かれたテキスト(シーンテキスト)も含まれる。文書以外の場合、上記のような知識の獲得という側面だけではなく、人の行動に必要な情報の獲得という側面が考えられる。例えば、シーン中で読んだ文字列から、その人が何をしようとしているのかを推測することは、我々が想像する以上に可能である。また、読んだ順番や他の物との関係(読んだ後にゴミ箱に入れたらそれは不要、など)から得られる情報もある。

以上のような構想の研究で、これまでに得られた研究成果を以下に列挙する。成果は基礎と応用の2通りに分類できる。

基礎的な成果としては、大規模文書画像検索の実現、実時間文字認識の実現、フォントの自動合成、ならびに大規模文字画像データベースの構築がある。大規模文書画像検索については、黄瀬グループが開発を担当し、当初目標を上回るペースで大規模化(1億ページのデータベ

ス)、実時間化(30ms/query 以下)を達成することができた。また、その技術を世に広めるために、スマートフォン用のアプリケーションソフトウェアなどを開発した。実時間文字認識の実現は、黄瀬グループ、大町グループ、内田グループがかかわっている。特に黄瀬グループの岩村が開発に成功した近似最近傍探索手法は、世界一の性能を発揮するものであり、これによって多数の文字インスタンス画像と実時間で照合するという、いわば常識外れの認識手法を実現するに至っている。フォントの自動合成は大町グループの成果である。これまでに類をみない着想による研究成果であり、文字認識用辞書の自動生成などに対して大きなインパクトを持つものといえる。大規模文字画像データベースについては、黄瀬グループと内田グループが主に担当している。ここでは、きわめて高精細なデータベース(画素単位でラベル付けしたもの)から、ラベルの精度や粒度は従来と同等であるが規模が世界一のものまで、様々な種類のデータベースを構築した。

応用の成果としては、文書を対象とした Reading-Life Log の実現、シーンを対象とした Reading-Life Log の実現の2つがある。文書を対象とした Reading-Life Log については、黄瀬グループと稲見グループが担当した。その結果、語数をカウントすることからTOEICの点数を推定する手法まで、「読む」行為の量から質までを把握する様々な手法を考案した。シーンを対象とした Reading-Life Log は、内田グループ、黄瀬グループ、大町グループが開発を担当した。このシステムでは、カメラを指先や手首につけ、人がものを扱うというコンテキストで、ものに書かれた文字を読み、人を手助けするというシステムを作成した。実際の利用シーンとしては、薬剤師の調剤を考え、処方箋に書かれた薬剤を、処方箋の指さし確認で認識し、すべてのものが調剤されたかどうかを検証する実時間システムである。このシステムは他にも失読症患者の補助に使えんと考えている。

(2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1. 大規模実時間文書画像検索

人に装着したカメラで捉えた文書が、データベース中のどれに相当するのかを、実時間(30ms/query)で検索する手法を開発した。データベースの規模は1億ページまで対応可能である。この手法は国内外で高く評価されており、ノルウェー、インド、日本の企業に技術を提供している。その多くは、印刷物に対して拡張現実を表示するためのエンジンとして利用することを計画している。また、この手法をスマートフォン上で動作させるソフトウェアも開発し、一般公開した。

2. 実時間文字認識

人が読んでいる文字を機械も読めるように、実時間文字認識技術を2種類開発した。そのうちの1つはカメラで撮影した日本語を認識できる数少ない技術であり、様々な応用が期待できる。実際に、失読症の人などの支援ために開発中の OTON GLASS プロジェクトに文字技術を提供した。また、文字認識技術を用いて処方箋に書かれた薬と手に取った薬が一致しているかを確認できる薬剤師支援システムを構築し、CEATEC JAPAN 2015 にてデモ展示した。

3. フォント自動合成

少数のサンプルフォントを与えるだけでサンプルと同様の特徴を持つフォントを日本語の全字種分ほぼ自動的に構築する技術を開発した。我々が知る限り、提案手法ほどの高い品質で文字画像を自動生成する技術は他にない。印象を含めた人間へのテキスト情報の提示や大規模データの自動生成による認識技術の高度化など多様な応用が可能であり、文字・文書メディアにおけるこれまでにない種類の基盤技術と考えている。

< 科学技術イノベーションに大きく寄与する成果 >

1. 文書を対象とした Reading-Life Log

これまでに全く記録されることがなかった「人が文書を読む」という行動を、様々なレベルで記録するライフログを開発した。具体的には、読んだ語数を記録する万語計、読む行動を他から区別する Reading Detection、読んだ文書の種類を認識する文書タイプ認識、読んだ単語をすべて記録するログ、さらには、英語の習熟度を推定する手法などである。これらの一部を CEATEC Japan 2015 にて展示公開し、メディアに取り上げられるなど好評を得た。

2. シーンを対象とした Reading-Life Log

情景内の任意のテキスト情報を獲得し、それを利活用できる枠組みと実現した。このためには従来は困難とされていた情景内文字の検出と認識を高精度かつ高速に処理する必要があった。これに対し我々は独自の高速特徴照合技術により検出と認識の同時協調処理を可能にし、世界でトップレベルの実用性を持ったシステムを実現した。さらにこれをウェアラブルデバイスに組み込んだデモシステムを構築した。

3. 大規模文字画像データベース

認識技術の性能向上には大規模データが不可欠であるため、世界最高の規模を誇る大規模文字データベースを4種類作成した。作成したデータベースの一部は、世界標準となっている国際コンペティションで使用され、運営にも参加した。大規模データベースの作成には膨大な手間と費用がかかるため、大規模データベースを半自動で作成する技術も開発した。作成したデータベースは準備ができ次第公開する予定であり、今後の文字認識研究を牽引すると確信している。

§ 2 研究実施体制

(1) 研究チームの体制について

① 黄瀬グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
黄瀬 浩一	大阪府立大学 大学院工学研究科	教授	H22.10～H28.3
岩村 雅一	同上	准教授	H22.10～H28.3
岩田 基	同上	助教	H24.4～H28.3
内海 ゆづ子	同上	助教	H23.4～H28.3
Kai Kunze	同上	特認助教	H24.7～H26.9
外山 託海	ドイツ人工知能研究センター	研究支援者	H22.11～H28.3
Olivier Augereau	大阪府立大学 大学院工学研究科	特認助教	H26.12～H28.3
Martin Klinkigt	同上	D1～D3	H22.11～H24.9
孫 維瀚	同上	D1～D2	H22.11～H25.3
泉野 和弘	同上	M2	H22.11～H23.3
氏原 慎弥	同上	M2	H22.11～H23.3
笹野 泰正	同上	M2	H22.11～H23.3
武藤 大志	同上	M2	H22.11～H26.3
浅田 伸彦	同上	M2	H22.11～H24.3
上田 敬介	同上	M1～M2	H22.11～H24.3
柏木 隆宏	同上	M1～M2	H22.11～H24.3
近野 恵	同上	M1～M2	H22.11～H24.3
前川 敬介	同上	M1～M2	H22.11～H24.3
小林 拓也	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
阪田 智大	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
佐藤 智一	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
竹田 一貴	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
塚田 真規	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
勝手 美紗	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
仲辻 友博	同上	M2	H23.4～H25.3
山中 賢次	同上	M2	H23.4～H25.3
池田 佑輝	同上	M1	H24.4～H26.3
伊村 政志	同上	M1～M2	H24.4～H26.3

加藤 祐也	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
川市 仁史	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
佐藤 瞳	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
鈴木 若菜	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
的崎 伸彰	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
穠西 俊弥	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
伊藤 淳	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
今津 英貴	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
江口 健太	同上	B4～M2	H24.4～H27.3
岡田 拓郎	同上	B4～M2	H24.4～H27.3
北林 宏樹	同上	B4	H24.4～H26.3
工藤 力	同上	B4～M2	H24.4～H27.3
坂野 悠司	同上	B4	H24.4～H26.3
小西 将貴	同上	B4～M2	H24.4～H27.3
杉本 恭隆	同上	B4～M2	H24.4～H27.3
松田 崇宏	同上	B4～M2	H24.4～H27.3
吉村 和代	同上	B4～M2	H24.4～H27.3
津山 裕加	同上	B4～M2	H24.4～H27.3
宮沢 嘉希	同上	B4～M2	H24.4～H27.3
石丸 翔也	同上	M1	H26.4～H28.3
北野 豊	同上	M1	H26.4～H28.3
志賀 優毅	同上	M1	H26.4～H28.3
田中 克磨	同上	M1	H26.4～H28.3
宮田 武嗣	同上	M1	H26.4～H28.3
森 俊介	同上	M1	H26.4～H28.3
吉原 美穂	同上	研究補助員	H22.11～H28.3
田中 美智留	同上	研究補助員	H22.11～H28.3
和田 真弓	同上	研究補助員	H24.1～H24.6
高砂 美佳子	同上	研究補助員	H24.6～H28.3
各務 愛	同上	研究補助員	H25.2～H28.3

研究項目

- ・ベース認識装置開発
- ・大規模データベース構築
- ・実時間文字認識
- ・実時間文書画像検索

- ・全方位認識
- ・文書を対象とした Reading-Life Log
- ・文字・文書メディアに対する拡張現実
- ・プロトタイプ・システムの試作・評価・改良

② 大町グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
大町 真一郎	東北大学 大学院工学研究科	教授	H22.10～
菅谷 至寛	同上	助教	H22.10～
宮崎 智	同上	D3 研究員, 助教	H22.10～H23.3 H25.1～
佐藤 里美	同上	研究補助員	H24.11～H26.3
齋藤 はる奈	同上	研究員	H26.10～H27.3
張 明明	同上	D3	H22.10～H23.3
曹 宇	同上	M2	H22.10～H25.3
宮地 大輔	同上	M2	H22.10～H23.3
齋藤 宙也	同上	M1～M2	H22.10～H24.3
相馬 雄司	同上	M1～M2	H22.10～H24.3
夏目 祐輔	同上	M1～M2	H22.10～H24.3
郡司 俊嗣	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
工藤 裕貴	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
長岡 俊樹	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
土田 寛子	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
塚本 直子	同上	D1～D2	H23.10～
奥木 翔平	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
兼子 翔太	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
中野 祐太	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
茂泉 拓紀	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
川村 思織	同上	M1～M2	H25.4～H27.3
土屋 達徳	同上	M1～M2	H25.4～H27.3
野末 洋佑	同上	M1～M2	H25.4～H27.3
本山 洸	同上	M1～M2	H25.4～H27.3
石森 亮輔	同上	M1～M2	H26.4～
大島 康嗣	同上	M1～M2	H26.4～

新保 秀斗	同上	M1～M2	H26.4～
千葉 駿	同上	M1～M2	H26.4～
鳥羽 修平	同上	M1～M2	H26.4～
王 健	同上	M1～M2	H26.4～
小笠原 和也	同上	M1～M2	H27.4～
北里 愛莉	同上	M1～M2	H27.4～
酒井 利晃	同上	M1～M2	H27.4～
武田 健太	同上	M1～M2	H27.4～
外崎 健人	同上	M1～M2	H27.4～
吉田 大樹	同上	M1～M2	H27.4～
Antoine Chauvet	同上	M1～M2	H27.4～
大町 方子	仙台高等専門学校 専攻科	准教授	H22.10～

研究項目

- ・ベース認識装置開発
- ・大規模データベース構築
- ・付加情報に基づく文字切り出し・認識
- ・全方位認識
- ・プロトタイプ・システムの試作・評価・改良

③ 内田グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
内田 誠一	九州大学 システム情報科学研究院	教授	H22.10～
馮 堯鎔	同上	助教	H22.10～
Volkmar Frinken	同上	特任助教	H25.10～H27.5
蔡 文杰	九州大学 システム情報科学府	D2～D3	H22.10～H24.3
王 淞	同上	D1～D3	H23.10～H25.9
黄 榮	同上	D2～D3,研究院	H24.1～H26.3
武部 浩明	同上	D1～D3	H24.10～H27.9
高 仁武	同上	D1～D3, 研究員	H24.9～

後藤 雅典	同上	D1～D3	H25.10～
相澤 知禎	同上	D1～D3	H25.10～
Brian Iwana	同上	D1	H27.4～
國重 康弘	同上	M2	H22.10～H23.3
福富 正弘	同上	M2	H22.10～H23.3
千々和 祐貴	同上	M2	H22.10～H23.3
池田 千廣	同上	M2	H22.10～H23.3
川野 裕希	同上	M2	H22.10～H23.3
外堀 悟士	同上	M1～M2	H23.10～H24.3
吉田 晃	同上	M1～M2	H22.10～H24.3
米増 慈洋	同上	M1～M2	H22.10～H24.3
青木 健太	同上	M2	H23.4～H24.3
今西 将	同上	M2	H23.4～H24.3
重吉 祐樹	同上	M1～M2	H22.10～H24.3
大場 慎平	同上	M1～M2	H22.10～H24.3
木村 崇志	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
松尾 崇史	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
島田 祐輝	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
白石 壮馬	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
稲井 浩平	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
佐々木 徹	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
村山 修一	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
吉田 龍生	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
田島 修司	同上	B4, M1～M2	H22.10～H25.3
寺田 有吾	同上	M1～M2	H23.4～H25.3
石田 良介	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
岩切 裕太郎	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
藤崎 顕彰	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
小泉 壮太	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
濱野 あゆみ	同上	M1～M2	H24.4～H27.3
柿迫 良輔	同上	B4, M1～M2	H24.9～H27.3
佐藤 洪太	同上	B4, M1～M2	H24.9～H27.3
中本 千尋	同上	B4, M1～M2	H24.9～H27.3
深澤 大我	同上	M1～M2	H25.4～H27.3
江頭 勇治	同上	M1～M2	H25.4～H27.3
江口 翔馬	同上	M1～M2	H25.4～H27.3

緒方 亮汰	同上	B4, M1～M2	H25.4～
上村 将之	同上	B4, M1～M2	H25.4～
山口 遼	同上	B4, M1～M2	H25.4～
松村 高朗	同上	M1～M2	H26.4～
野口 将之	同上	M1～M2	H26.4～
井手 将太	同上	M1	27
徳永 誠	同上	M1	27
杉本 潤	同上	M1	27
豊暉原 侑心	同上	M1～M2	H27.4～
長迫 智也	同上	M1～M2	H27.4～

研究項目

- ・ベース認識装置開発
- ・大規模データベース構築
- ・付加情報に基づく文字切り出し・認識
- ・Reading-Life log
- ・プロトタイプ・システム試作・評価・改良

④ 稲見グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
稲見 昌彦	慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科	教授	H26.6～H28.3
Kai Kunze	同上	准教授	H26.10～H28.3
杉浦 裕太	同上	特任助教	H26.6～H28.3
上間 裕二	同上	研究員	H26.6～H28.3
武田 港	同上	研究補助員	H26.6～H28.3
廣瀬 雅治	同上	研究補助員	H26.6～H27.3
正井 克俊	同上	研究補助員	H26.6～H28.9

研究項目

- ・Reading-Life Log

(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

■国外

研究当初から、ドイツ人工知能研究センター(DFKI)の A.Dengel 教授とは協力関係にある。ま

た、Kai Kunze 特任助教(当時)の参加に伴って、彼を通して、DFKI の Paul Lukowicz 教授、Max Planck Institute の Andreas Bulling 博士とも協力関係を築くに至った。Lukowicz 教授は Ubiquitous Computing の分野で著名な研究者であり、Bulling 博士は眼電位法による眼球運動の把握とその応用に関して著名な研究者である。

その他、大阪府立大学 文書解析知識科学研究所(IDAKS)を通して以下の研究者と本研究についてディスカッションを行い、建設的な意見をいただくことができた。

DFKI (Germany), Dr. Marcus Liwicki

La Rochelle University (France), Prof. Jean-Marc Ogier

La Rochelle University (France), Prof. Jean-Christophe Burie

University of Tours (France), Prof. Jean-Yves Ramel

University of Tours (France), Dr. Sabine Barrat

Universitat Autònoma de Barcelona (Spain), Prof. Josep Lladós

Universitat Autònoma de Barcelona (Spain), Dr. Dimothenis Karatzas

University of Florence (Italy), Assoc. Prof. Simone Marinai

■国内

上記と同様に、大阪府立大学文書解析知識科学研究所を通して、以下の方々と本研究に関するディスカッションを行い、有益な意見をいただくことができた。

産業技術総合研究所 和泉憲明

日立製作所 藤澤浩道

日立製作所 池田尚司

キャノン株式会社 金田北洋

奈良先端大学院大学 准教授 荒川豊

§ 3 研究実施内容及び成果

3.1 ベース文字認識装置

文字認識、特に画像としての文字を対象とするいわゆるオフライン文字認識は、1929 年の Tauschek 特許以来 80 年以上の歴史を持つ古い研究分野である。その膨大なる試み、および市販の OCR ソフトの普及により、スキャナから入力されたドキュメント内の活字の認識については、一定の解決を見たと言ってよい。

しかし、環境中に存在する多様な文字情報の認識については、依然人間の持つ能力には遥かに及んでいない。その理由は、(i)飾り文字を含むフォントデザインや複雑背景、照明条件や撮影角度の変化など、各文字の見えの多様性に因る「認識の困難性」に加え、(ii)それに先立ち環境中のどこに文字が存在するかを見つけるのが難しいという「検出の困難性」がある。このうち特に後者については、我々人間が無意識に行っているだけに意外に思われるかも知れない。しかし、現在の最高技術でも、検出率(F 比)が 7~8 割、すなわち簡単に言えば、全ての文字のうち 7 割程度しか見つけられず、また見つけたもののうち 7 割しか本当の文字ではない(3 割は誤検出)、という状況である(参考文献[1])。

そこで本プロジェクトでは、従来の延長線上にはない新しい方法論を積極的に導入することで、情景内文字検出・認識の困難性の打破を目指した基盤技術の構築を試みている。具体的には、種々の新規な情景内文字検出手法に加え、低解像度文字認識、局所特徴に基づく文字検出・認識、大規模事例を用いた認識技術が挙げられる。以降ではこれら研究事例について紹介する。

ところで文字は、人間相互のコミュニケーションの「人工パターン」である。従って、人類の歴史と共に淘汰されながら、コミュニケーションになるべく齟齬が起これないようにデザインされたパターンである[2]。さらに同じ理由により、各パターンのカテゴリも明確に定義されている。従って文字認識は、最も基本的なパターン認識課題であり、その研究の成果は、一般物体認識といったより自然な問題に対しても寄与するものと考ええる。

3.1.1 情景内文字検出に関する種々の試み(九州大学 内田グループ)

先述の通り情景内文字検出は困難な課題である。しかし、情景内の文字情報を認識して活用するためには避けては通れない課題でもある。世界的に見ても研究が活性化しており、様々なアプローチで精度向上が図られている[3]。情景内文字検出の基本的な考え方は、「文字らしさを表す特徴を見出し、それを用いて文字を背景と区別する」、というものである。例えば、本プロジェクトでは、色の均一性およびエッジに注目した文字検出を検討している[4]。両者のうち、エッジ情報がより有効であることも判明しており、従って高速性を重視するならば、エッジを主として用いた検出が望ましいと言える。

一方、検出精度を重視した試みとして、多重仮説型文字検出がある。この手法は、単一の特徴に基づいた検出には精度限界があるという予想に基づく。具体的には、まず、多数の基準で画像を領域分割する。それにより複数の領域分割結果が得られることになる。次に、各領域それぞれについて単文字認識を試みる。それら認識結果を一つの仮説と見なし、最終的にそれらの仮説を統合する。正しく文字として領域が分割されていれば(すなわち文字が検出されていれば)、その認

認識結果すなわち仮説は正しいであろう。従って、同一位置付近に存在する仮説群を多数決処理し、同じ文字クラスを示す仮説が一定数以上あれば、その仮説が正しい、とすればよい。これにより、ある基準(例えばカラー)で得られた仮説が間違っていたとしても、他の多くの基準による仮説が正しいければ正しい結果が得られる。なお、この手法では、検出と同時に認識結果も得られるという利点もある。世界標準のデータセットを用いた評価によれば、検出も認識も同時に実現する方法として世界トップレベルの性能を達成している[5]。考え方は単純なので、様々な拡張も考えられる。例えば、文献[6]ではこの多重仮説を大局的最適化問題として扱い、結果の安定化を図っている。

検出精度重視の他の試みとして、環境コンテキストを用いた方式がある。文字は、空や木の葉の上には存在しないが、看板の上には存在する。従って、画像の一部が空や木の葉と認識されれば、そこに文字が存在する確率は低いであろう。このように、文字の周囲環境(コンテキスト)の認識結果を、文字検出の事前確率として利用できる[7]。一般的な画像認識技術と文字認識技術は、これまで切り離されて考えられることが多かったが、この例は両者融合の必要性を解いている。

ところで、認知心理学分野だけでなく画像認識分野でも昨今広く検討されている「視覚的顕著性」も、文字検出に利用可能である。そもそも情景内の文字は、人間に見つけてもらわなくては用をなさないの、自ずと目立つように配置されていると予想される。本プロジェクトでは、この予想の正当性を、後述の大規模情景内文字データセットを利用して、世界で初めて定量的に実証した[8]。

3.1.2 局所特徴を用いた文字検出および認識(九州大学 内田グループ)

局所特徴は画像認識一般で広く用いられている技術である。特に、形状変化の激しい一般物体の認識においては、対象物体をその全体的な構造特徴により表現することをあきらめ、局所的な特徴の集合により表現する方法が定番の一つとなっている。例えば「2 輪バイク」という対象を表現する際、全体を一括して表現しようとすれば、「バイク」の種類や撮影角度の多様性に対応できなくなる。これに対し、局所特徴の集合としてならば、様々なバイクを「タイヤ領域2つ、ハンドル領域1つ、シート領域 1 つ…」という集合で安定的に表現できる。(いわゆる Bag-of-Keypoints という考え方である。)

一方、文字認識において局所特徴は利用されていなかった。その背景には、文字が基本的に線構造の組合せによるパターンであり、それを局所的に見ても同じようなものばかりで区別できないのではないか、という危惧もあったと思われる。しかしながら、我々の試みによれば、局所特徴のみを見ても、手書き数字について 95%程度の認識率が得られることが分かっている[9]。こうした肯定的な結果が得られた理由の一つは、1 文字から多数の局所特徴が得られることである。例えば「8」の幾つかの部分が「0」「6」「9」に類似していても、「8」に似ている部分がより多ければ、最終的には「8」と認識できる。このような、言わば多数決原理により、上記の認識率が達成される。

この局所特徴による文字認識には、次の2つの大きなメリットがある。第一は、大きな変形への頑健性である。すなわち、全体的な構造は見えないので、全体的な構造が大きく変化したとしても、認識結果に与える影響は少ないのである。本プロジェクトが主として扱う情景内の文字については、多様にデザインされたフォントなども含まれる。これらは、ある意味大きく変形した文字である。文献

[10]では、局所特徴のみでも、任意フォント英字を74%で認識できることが報告されており、これは全体的特徴を利用した一般的OCRによる57%よりも高い。

第二のメリットは、局所特徴を用いることで、文字検出が格段に容易になる点である。再三述べているように、情景内の文字の検出は非常に困難な課題である。すなわち、「画像中より文字領域を正確に検出し、その領域から各文字を切出し、その領域内から全体的な特徴を求めて文字認識する」というオーソドックスな手順には限界がある。一方で、「画像中のコーナ一点を一般的な手法で検出し、その周囲の局所領域から局所特徴を求め、その局所特徴がどの文字の一部かを認識する」という過程には、文字全体を切り出す手続きは不要である。ただし、局所特徴を用いた場合、前記過程の後、複数の局所領域をまとめて1文字と統合する手続きが別途必要になる。この統合手続きについては様々な形態が考えられる。文献[11]では、局所特徴間の位置関係(単純化して言えば、例えば文字「田」ならば四隅にL字様、中央に+状の局所領域がある、という関係)を積極的に利用して統合を行っている。なお、統合が終了した段階で、文字の検出だけでなく認識も同時完了している点に注意されたい。同文献では、漢字のようなカテゴリ数が多い課題においても、独自の最近傍探索戦略の導入により同手法が高速に実行できることを実証している。

3.1.3 低解像度文字の認識(東北大学 大町グループ)

情景内には、通常のOCRが扱う文字よりも、かなり小さいものが存在する。例えば遠くの文字は必然的に小さくなる。こうした小さな、すなわち低解像度の文字を認識するためには、何らかの工夫が必要である。この対処法の一つとして、我々は、動画像中の低解像度文字を、時空間両方の統計的性質に配慮できる「相互部分空間法」を基本として、高精度に認識する手法を開発した[36]。さらに認識結果の候補が誤っている可能性が高い場合にのみ類似したカテゴリとの差異に着目した認識を行なうことで精度を高めることを可能とした。

3.1.4 大規模文字認識(大阪府立大学 黄瀬グループ)

一般物体を対象とした画像認識の分野において、大規模のクラスラベル有りもしくはラベル無しデータを用いた認識実験が為されている。計算能力が向上し、データも集めやすくなった昨今、こうした大規模認識実験は一つのトレンドにすらなっている。簡単に言えば、データが大量にあれば、それだけ各クラスの分布状況をより正確に反映できることになる。このため、最近傍識別のような単純な方法でも、認識率の向上が図れる。

一方、大規模「文字」認識の試みはあまり多くない。しかしながら文字は、クラスが明確であり、また1クラスあたりのデータ数も増やしやすいこともあり、実は大規模認識のタスクとしては向いている。そこで、100万個に近い正解付き「手書き文字」もしくは「活字」パターンを収集し、データの大規模化が、どの程度そしてどのように認識精度の向上に資するのかを実験および各種統計データから検証した。結果、誤認識を半減させるためには、辞書パターンをおよそ2桁増やさなくてはならないことなどが判明した。さらにこれら膨大なパターンの分布構造をネットワークにより表現し、分布の非凸性やアウトライヤの判定法、クラス間の隣接状況定量化を実現している[12][13]。

3.2 大規模データベース構築

「認識の歴史はデータベースの歴史」と言われる程、データベースは認識技術の発展を牽引してきた。例えば、オフライン日本語手書き文字認識では、ETL-9[14]に代表される ETL データベースが大きな役割を果たした。しかし、データベースの構築には多大な労力とコストを要するため、現在利用可能なデータベースは比較的小規模である。そこで我々は、表 1 に示す 5 つのデータベースを構築した。このうち、著作権やプライバシーの問題が生じないものは一般に公開して、文字認識研究の一層の発展に寄与する予定である。以下では、その一部について概要を紹介する。番号は表 1 に対応している。

3.2.1 カメラで撮影した文書画像中の文字・単語(表 1 (2))(大阪府立大学 黄瀬グループ)

カメラで文書画像を撮影すると、図 2 のように射影歪み、照明変動、ぶれなどの劣化が生じる。そのため、文書画像中の文字や単語の認識率は満足できるレベルからは程遠い。この問題を解決する方法の一つとしては、実際に劣化した文字・単語画像を大量に集め、学習に用いることが考えられる。しかし、大量の文字・単語画像のラベル付けを人手で行うには膨大なコストを要する。そこで我々は、カメラベース実時間文書画像検索手法[15]を利用した自動ラベル付け手法を提案した[16]。この手法を利用するとき、ユーザはカメラの前で文書をめくるだけでいい。撮影した文書画像は、文書画像検索手法を用いることで、どの文書であり、その文書中のどこを撮影したかが推定できる。この情報に基づいて、PDF に含まれるテキスト情報を撮影画像中の単語に自動的に付与することができる。この手法を用いることによって、99.98%の精度で 100 万単語の正解ラベルを自動で付与できることを確認した。

3.2.2 カメラで撮影した情景画像中の文字・単語(表 1 (3))(九州大学 内田グループ)

デジタルカメラやスマートフォンの普及で近年注目を集めている情景中文字認識においては、文字検出・認識に関する世界最大のコンペティションである ICDAR Robust Reading Competition[1] [17] [18] [19]で提供されたデータベースが事実上の標準である。次いで、Google StreetView 中の文字領域を集めた Street View Text Dataset[20][21]がよく用いられる。これらのデータベースの正解ラベルは、文字領域を包含する矩形で表されるのが一般的である。しかし、厳密には同矩形領域には文字だけでなく背景も含まれるため、例えば画素単位で文字背景判定をするような手法の評価には向かない。そのため、我々は純粋に文字領域だけを正解とする画素単位の正解ラベルを前述の2つのデータベースに付与した。さらに、Flicker からダウンロードした画像からなるオリジナルのデータセット(画像数 3,018 枚)にも画素単位の正解ラベルを付与した。これらのうち、ICDAR2003 Robust Reading Database[17]のデータは、ICDAR2013 Robust Reading Competition[1]において使用された。これらのデータベースは、検出・認識の精度評価だけでなく、文字画素と背景画素の統計的性質の評価にも利用し得るものである[22]。

3.2.3 カメラで撮影した動画中の単語(表 1 (4))(大阪府立大学 黄瀬グループ)

情景中の文字認識では、これまで静止画中の文字のみが対象とされていた。しかし、人間調和

型情報環境の実現を目指す上では、ウェアラブルカメラやモバイルデバイス等で撮影された動画中の文字の認識を無視することは出来ない。そこで、動画中の文字認識の研究を推進するため、スペインの Computer Vision Center (CVC)と共同で、動画像中の文字に対する公開データベースを世界で初めて作成した。前述の ICDAR2013 Robust Reading Competition[1]において、動画像中の文字の検出を目的としたチャレンジを新設し、作成したデータを用いた。作成したデータベースは英語、フランス語、スペイン語の文字を含む 55 動画(単語領域数は約 50 万)から成り、現在はそのうち 28 動画が公開中である。

3.2.4 カメラで撮影した情景画像中の日本語文字(表 1 (5))(大阪府立大学 黄瀬グループ)

情景中文字の大規模データベースは、数字やラテン系の文字を対象としたものがほとんどであり、漢字を含む日本語については全く手つかずであった。そこで、情景中の日本語文字の認識技術の発展を促すために、情景中の日本語文字を対象とした大規模データベースを作成した[23]。カメラの周囲を 6 枚の画像で撮影可能な全方位カメラ Ladybug3 を用いて、文字の多い大阪の繁華街で 78 万枚の画像を撮影し、このうち 3 万枚に含まれる 91 万個の文字領域に手動で正解ラベルを付与した。その結果、79 万単語、276 万文字が得られた。Google と Stanford 大が提供している世界最大の公開データベース(数字 10 字種のみが対象)[24]の収録文字数が 63 万であるので、その 4 倍を上回る世界最大規模のデータベースである。このデータベースのもう一つの特徴は、(4)のデータベースと同様、時系列情報を含んでいるということである。

上記に加えて、大規模データベースの構築に関して、2つの試みを紹介する。

・自動ラベル付け

データベースのさらなる大規模化を考えると、ラベル付けの省力化が求められる。そのため、正解ラベルの自動付与の試みも行っている[25]。この試みでは、最初に用意した少数のラベル付きデータで識別器を学習し、この識別器を使用してラベルが付与されていないデータのラベルを推定して付与する。このようにして得られたデータを集めることで、大規模データベースが自動的に得られると共に、識別器の学習に用いることで当初の性能を上回る識別器が得られるという目算である。これまでの研究によって、小規模のデータに対してはこの方式が実現できることが確認できたので、現在データの大規模化を検討している。

・フォント合成によるデータ作成

情景内の文字の形状は様々であるため、様々なフォントデータを持つことは文字認識精度の向上に有効である。しかし、フォントの収集には手間が掛かるため、我々は少数の事例のみから未知フォントの文字形状を推定し、自動的に作成する手法を提案した。これについては次節で述べる。

表 1 構築した大規模データベースとその規模

データベースの内容	規模
(1) 文書画像	1 億ページ
(2) カメラで撮影した文書画像中の文字・単語	100 万単語
(3) カメラで撮影した情景画像中の文字・単語	4,000 画像、25,000 単語
(4) カメラで撮影した動画中の単語	55 動画、50 万単語
(5) カメラで撮影した情景画像中の日本語文字	78 万画像、79 万単語、276 万文字

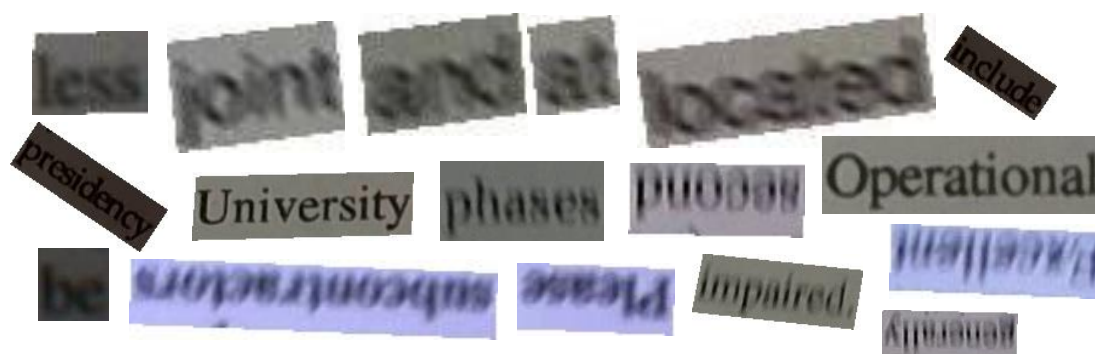


図 2 カメラで撮影した文書画像中の単語画像

3.3 フォントの自動合成(東北大学 大町グループ)

3.3.1 フォント合成の意義と手法の概要

本プロジェクトにおいてフォントを自動合成することの目的は大きく分けて二つある。一つは「見せる」ことである。我々は日常的にさまざまな種類のフォントで書かれた文字を目にしているが、フォントが違えば我々の受け取る情報量や受ける印象が違ってくる。文字が目にされる状況、目的、周囲のデザインとの兼ね合いなどから適切なフォントを選ぶことが望まれる。「ユニバーサルフォント」はその例である。ユニバーサルフォントとは、さまざまな人があらゆる環境で分け隔てなく認識できる文字フォントのことであり、家電製品など通常目にするフォントの多くがユニバーサルフォントに置き換えられつつある。しかし、フォントの開発には膨大な費用と期間が必要で、かつ地道な作業を必要とする。

もう一つは文字認識精度の向上への貢献である。個別文字認識技術は基本的にはパターンマッチング技術であり、さまざまなフォントデータを持つことは文字認識精度の向上に直結する。しかし、多様なフォントを収集するには大変な手間がかかる。フォントの自動合成が可能になれば、多様な文字パターンを大量に生成することが可能になる。

以上のように、文字フォントを自動的に合成することができれば、人間と機械のコミュニケーションの改善および機械の性能向上の両者に貢献することが期待できる。しかし、フォントの自動合成に関する研究はほとんど見当たらない。ツールとしても遊び程度のものがあるのみで、写植に耐え

得るフォントを自動合成するようなソフトやシステムは存在せず、人間によるフォント設計の補助をするものがほとんどである。学術的な研究に関しても、設計されたフォントの評価に関する研究はあるものの、フォントの自動合成に関するものは見当たらない。

文字フォントを自動的に合成する手法として、パーツ分解とストローク配置に基づく手法を開発した。この手法では少数のサンプルフォントを与えることで、サンプルフォントと同様の特徴を持つフォントを全字種分ほぼ自動的に構築することができる。図3に概念図を示す。まず特定のフォントの文字画像をサンプル文字画像としていくつか与える。一方で、サンプルを含む全字種の骨格データを用意しておく。サンプル文字画像から文字のストロークに対応するパーツを抽出し、作りたい文字の骨格に沿ってこれらのパーツを適切に配置することによって文字画像を合成する。次節からアルゴリズムの詳細を述べる。

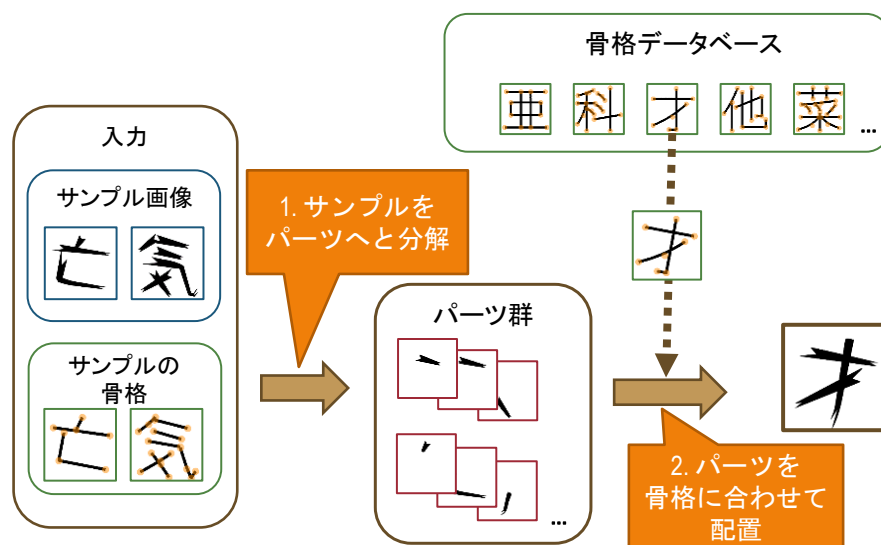


図3 文字フォント合成

3.3.2 サンプルのパーツへの分解

提案手法では、KAGE データ[26]と呼ばれる形式の骨格データを利用する。KAGE データは GlyphWiki[27]上で公開されており、これを用いた。まずサンプルフォントの文字画像から、KAGE データの各ストロークに対応するパーツの抽出を行う。この抽出には動的輪郭モデル (Snakes)[28]を利用し、それぞれのストロークに相当する領域を決定する。Snakesは、一般的にいくつかの代表点によって描かれる曲線から構成され、目的に応じた外部エネルギーを定め、適当な初期位置からエネルギーを最小化させることによって、目的の曲線を得る手法である。エネルギーは内部エネルギーと外部エネルギーに分類される。内部エネルギーは曲線の張力や剛性を保持するもので、これによって滑らかな曲線を得ることができる。一方、外部エネルギーは画像などから計算する。提案手法では外部エネルギーとして、反転した画像を平滑化したものを用いた。これにより、最小化後の領域の境界部分が文字のデザイン部分を避けるようになるため、自然なパーツを抽出することができる。

抽出されたパーツのうち、他のストロークと接触または交差している場合は不自然な結果となるこ

とがあるため、例外的な処理を行う。他のストロークに接触している場合は、Snakes が通るべき点を定義し、エネルギー項に追加する。この処理により、線が必要以上に長くなったり短くなったりすることを防ぐことができる。一方、他のストロークと交差している場合は、交差部分がきれいに抽出できないため、アウトラインを用いた処理によって抽出したパーツを整形する。

3.3.3 骨格全体に対する変形の推定

サンプルフォントに含まれる特徴として、それぞれのストロークのデザインの他に、骨格全体としての特徴がある。例えば、全体的に骨格が右に傾いているなどの特徴がこれに相当する。提案手法では、このような全体的な特徴を、マッチング後の骨格データとマッチング前の骨格データを比較することにより、文字の骨格に対するアフィン変換を推定することで表現する。

基本的なアイデアは、元のデータからマッチング後のデータを生成するアフィン変換を推定することである。提案手法ではこの推定を、それぞれの骨格を適当な数にサンプリングした点について、最小二乗となるアフィン変換を計算することによって行う。推定の前に、まず骨格を複数のサブ骨格へと分割する。これは、複雑な構造をした漢字については、文字全体の変形を一つのアフィン変換として推定することが困難なためである。このサブ骨格は、各ストロークのうち互いに接触または交差しているものを組とすることによって得る。続いて、それぞれのサブ骨格の各ストロークをサンプリングし、点の集合とする。提案手法では、1 ストロークあたり 10 点をサンプリングして得ている。

次に、マッチング前とマッチング後それぞれのサブ骨格から得た点の集合から、その組に対応するアフィン変換を最小二乗法により推定する。最後に、全てのサブ骨格から推定したアフィン変換を平均することで、全体のアフィン変換とする。なお、アフィン変換行列の推定については、ストロークの数が少ないサブ骨格による誤差を少なくするために、ストローク数を用いた線形の重み付き平均を採用した。以上のようにして、骨格全体に対する変換を推定する。

3.3.4 パーツの選択・配置

パーツ分解で得られたパーツ群の中から適切なパーツを選択し、目的の骨格に合わせて配置することで新たな文字を生成する。まず、そのストロークにどの程度適しているかを示すエネルギーを定め、そのエネルギーが最小となるストロークを選択する。エネルギーはアフィン変換による項、ストロークの両端の特徴による項、ストロークの軌跡による項の 3 つを用いた。アフィン変換による項は、アフィン変換前後のストロークの形状がどの程度類似しているかを評価する。ストロークの両端の特徴による項は、他のストロークと接しているか接していないかをもとに計算される。ストロークの軌跡による項は、アフィン変換適用後の骨格と、目的のストロークとの誤差によるエネルギーを表す。

パーツの配置は、パーツの骨格を目的のストロークの骨格に合わせてアフィン変換を適用することにより行う。アフィン変換後のパーツの骨格をサンプリングした点と、目的のストロークの骨格をサンプリングした点との二乗誤差が、最小となるアフィン変換行列を算出する。ただし、ストロークの開始点は文字の構成の上で重要な点であると考えられるため、パーツの開始点とストロークの開始点が一致するように制限を加えて算出する。

3.3.5 実験

図4に提案手法での処理結果の例を示す。(a)がオリジナルのサンプルフォント、(b)が自動生成された文字画像および、対応するオリジナルのフォントである。このように、提案手法によって個々のストロークの特徴や全体の形状を反映させた文字画像が生成できていることが分かる。

本研究の有効性を数値的に示すために、主観評価実験を行った。複数の人間に対して、オリジナルのフォントに含まれるデザインと、本手法によって生成されたデザインをランダムに配置したものを提示し、その中から「自動で生成されたデザイン」を選択してもらう実験を行った。被験者数は14名、実験に用いた文字数は各フォント160字で、生成された文字とオリジナルの文字それぞれ80字ずつをランダムに選択し、使用した。実験の結果、それぞれのフォントについて、生成されたデザインとオリジナルのデザインの間で、「自動生成されたデザイン」と判断された割合はほぼ一致していた。全てのフォントについて、提案手法による文字とオリジナルのフォントの結果をF検定とT検定で比較した結果、有意水準5%において有意差が認められなかった。この実験から、人間の目から見て、人の手によるデザインに非常に近いデザインが本手法で生成可能であることが示されたと言える。

下九七十小木力汽近西走
分丁成隊底別末永犯亡忘
下九七十小木力汽近西走
分丁成隊底別末永犯亡忘
下九七十小木力汽近西走
分丁成隊底別末永犯亡忘

(a) サンプルフォント

Generated	東児帰製射図戦司夜晚
Original	東児帰製射図戦司夜晚
Generated	東児帰製射図戦司夜晚
Original	東児帰製射図戦司夜晚
Generated	東児帰製射図戦司夜晚
Original	東児帰製射図戦司夜晚

(b) 自動生成されたフォント

図4 文字フォント合成の例

3.4 実時間文字認識(大阪府立大学 黄瀬グループ)

人間調和型情報環境の構築には、機械が人の意図をくみ取ることや人が必要なタイミングで必要な情報を提供することが求められる。そのため、人間と機械が同じものを見て同じタイミングで認識することが重要である。しかし、これまでの文字認識研究では、利便性の観点から計算時間の長短には関心があっても、実時間性を陽に求めることはなかった。この一因として考えられるのは、認識性能の高さが処理時間の短さよりも重要と考えられてきたこととである。一般に計算時間と認識性能にはトレードオフの関係があると考えられるため、計算時間の削減は認識性能を犠牲にすることに他ならない。一方で、認識性能の低下を最低限に留めたまま大幅に高速化することができれば、総合的に見てより有用な文字認識技術を実現できる。

我々は、実時間文字認識手法を 2 種類提案した。一つは英数字を対象としたもので、もう一つは日本語を対象としたものである。いずれも、学習データから抽出した特徴をあらかじめデータベースに登録しておき、認識対象から抽出した特徴に類似のものを高速に探索することで実現している。この技術を最近傍探索と呼ぶ。最近傍探索の探索誤りを許容することで高速化を目指す近似最近傍探索において、我々は世界最高性能の手法を提案した。近似最近傍探索の性能は、探索精度と探索に必要な処理時間、メモリ容量の3つで評価される。我々の手法はそのうち探索精度と処理時間の関係において、同じ探索性能を達成するために必要な処理時間が現段階で最も少ない手法である[29]。

英数字を対象とした手法は、文字領域が二値化などで簡単に切り出しできることを前提として、切り出された文字領域を射影変換に頑健な方法で高速に認識する[30]。射影変換などの幾何学的変換に頑健に認識する方法としては Geometric Hashing[31]が知られている。アフィン変換に頑健に認識する場合、これは画像上の特徴点数 N に対して $O(N^4)$ の計算量を要する。これに対して、我々の手法は幾何学変換を受けても値が変わらない幾何学的不変量を通常とは異なる使い方をすることで照合回数を大幅に減らし、 $O(N^2)$ の計算量で同じ照合を実現した。その結果、ノートパソコン上で、実時間(10fps 以上)で動作する実時間文字認識システムを実現できた。この手法は文字の大きさの変化を含むレイアウトの違いに影響を受けず、さらにカメラで斜め 45 度から撮影しても認識精度と速度がほとんど変わらないという特長を持つ。この特長をさらに伸ばす方策として、このシステムにスペルチェッカーを統合した[32]。スペルチェッカーの統合は特に斜めから撮影した単語画像に有効で、紙面に対して 20 度程度の角度から撮影した単語認識精度が大幅に向上した。具体的には、紙面に対して 20 度程度の角度から撮影した単語認識精度が約 40%から約 98%に向上する単語もあった。

日本語を対象とした手法は、物体認識でよく用いられる局所特徴量を文字認識に使用し、図 5 に示すような複雑な背景の上にかかれた様々なレイアウトの文字が認識できる手法を提案した[11]。この手法は特に漢字に対して有効であり、実験の結果再現率約 97%、適合率約 98%を達成した。ノートパソコン上で動作するデモシステムを開発したところ、およそ 1fps で動作することが確認できた。さらなる高速化のために、いくつかの工夫を施した。具体的には、局所特徴量の配置から文字の姿勢(あらかじめ学習したテンプレート文字画像からの幾何学変換)の効果的な推定[33]ならびに、Anytime algorithm の導入である[34]。Anytime algorithm とは、任意の時刻で認識結

果が得られ、計算量を費やすほどに認識結果を改善できるという性質を持つアルゴリズムである。Anytime algorithm を導入することで、認識が容易な文字は早く出力し、認識が困難な文字は後で出力するという適応的な出力が可能になった。図 6 は Anytime algorithm を導入した手法(提案手法)と、提案手法から Anytime algorithm を取り除いた手法(従来手法)の比較である。従来手法は一度だけ認識結果を出力したが、提案手法では 4 回に分けて認識結果を出力した。これにより、従来手法で認識できた 14 文字中 11 文字は従来手法よりも早く認識結果を出力できた。このように、全ての認識結果を得るために必要な処理時間は増加するものの、認識が困難な一部の文字を除けば従来手法よりも早く認識結果が得られる。

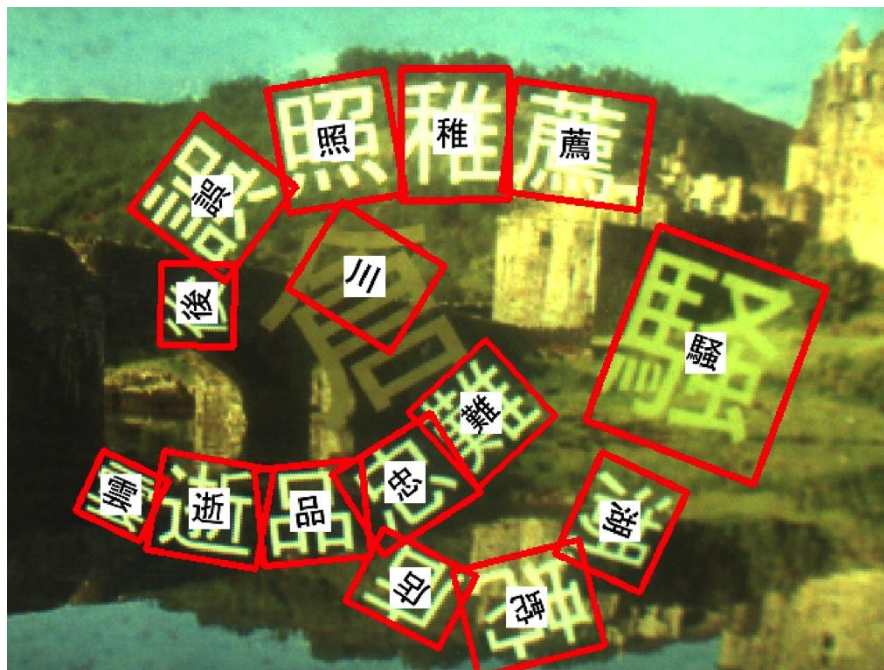


図 5: 日本語を対象とした文字認識システムの認識結果の例
(図中の赤枠が認識した領域、その上の文字画像が認識結果を表す)

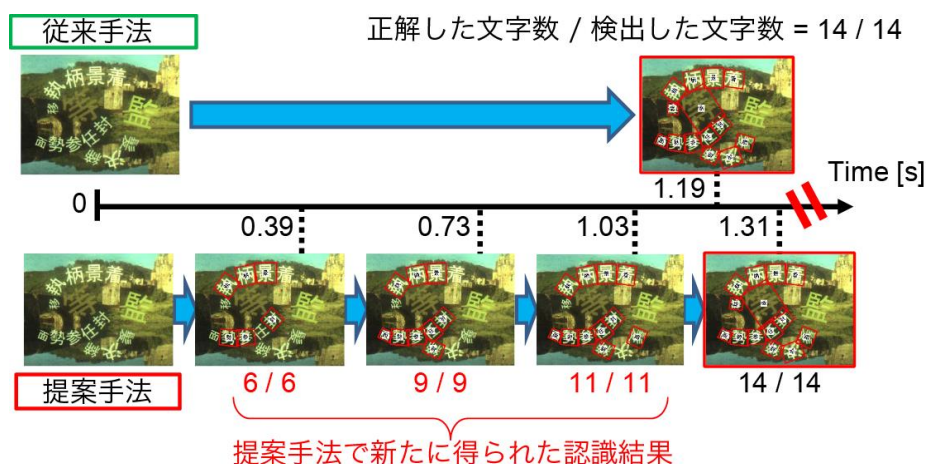


図 6: 日本語を対象とした文字認識手法の Anytime algorithm 化

3.5 全方位認識(東北大学 大町グループ)

全方位認識とは、360 度の全方位の文字をすべて認識することである。既存の環境中文字認識の手法の多くが文字のポインティングや画像中に文字列が含まれていることを前提としているのに対し、全方位認識はポインティング不要な認識を実現するものである。これによりユーザが必要としている情報を見つけ出して提供することや、ユーザの見落としを防止すること、ポインティングの困難な視覚障害者に対する支援などが可能となる。

本プロジェクトでは全方位カメラと呼ばれるカメラを用いて全方位画像を取得する。全方位カメラには大きく分けて 1 台のカメラと球面ミラーを組み合わせて全方向をカバーするものと、複数のカメラの組み合わせにより全方位をカバーするものの 2 種類があるが、解像度の面から後者のタイプを用いる。具体的には、Point Grey Research 社製の Ladybug3 を用いた。このカメラは水平方向に 5 台、上方向に 1 台のプロGRESSブスキャン型 CCD カメラを搭載しており、1 台につき 1,600×1,200 画素の画像を 15fps で取得できる。

全方位カメラで撮影された画像は画素数が非常に多い一方、個々の文字のサイズが小さくなる。したがって、一般には検出に時間がかかり、認識精度も低くなる。また、屋外で動作することが要求されるため、実時間性だけではなくロバスト性も要求される。ユーザが必要とする情報を提供するシステムを開発するには、実時間で動作し、認識精度も高くなければならない。これらの条件を満たすべく、テンプレートマッチングに基づく手法とエッジに基づく方法を検討している。

3.5.1 テンプレートマッチングに基づく方法

この方法は、テンプレートマッチングに基づく事例ベースの文字認識手法を基本としている。全方位認識では撮影環境をコントロールできないため、様々に劣化した文字画像への対応が求められる。そのため、低解像度への対応を 2 種類検討している。一方はテンプレートマッチングに基づく手法において、高解像度テンプレート画像を用いて低解像度の認識対象画像を認識する方法である。他方は大量の事例を利用して低解像度画像から高解像度画像を作成する手法である。さらに、低解像度画像に対しても有用な局所特微量の開発を試みている。その結果、同一フォントで幾何歪みがない場合であれば、比較的高速に認識可能なことが分かった。

3.5.2 エッジ抽出に基づく方法

情景画像中からの文字列検出には、色や輝度を用いた二値化による検出とエッジを用いた検出が相補的な役割を果たすという知見[4]に基づき、これらを活用する手法を検討してきたが、上述のように全方位認識では処理の高速性が求められるため、二値化やエッジによる検出の各工程の処理時間を分析し、高速性を重視した手法を開発している。まず得られた画像からエッジを抽出する。そして、文字列領域には強いエッジが現れること、エッジが密集していること、エッジの異方位性が高いこと[35]などを手掛かりに文字列候補領域を選出する。そして、文字列候補領域に限った二値化を行い、連結領域をラベリングすることで文字列を抽出する。図 7 は全方位カメラによる文字領域の検出例である。GPU 等の専用のプロセッサを用いなくとも毎秒数フレーム程度の処理速度で文字領域を抽出することができるシステムを実現している。

検出された文字のサイズは小さいことが多く、その場合文字認識で用いられる一般的な特徴が出にくい、文字画像自体を特徴とする部分空間法を用いて認識を行う[36]。動画像であることを活用し、複数フレームの画像から文字部分空間を作成する。あらかじめ学習データを収集して作成しておいた辞書部分空間との類似度を測ることにより認識を行う。類似文字の識別のために部分空間の差分を用いた混合相互部分空間法の考え方も取り入れている。図 8 に文字認識結果の例を示す。



図 7 全方位カメラによる文字検出

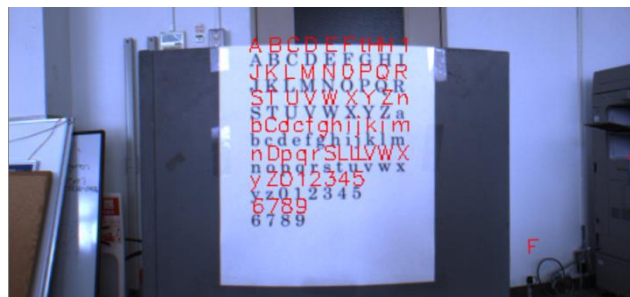


図 8 文字認識結果

3.6 実時間文書画像検索(大阪府立大学 黄瀬グループ)

文書画像検索とは、文書画像をクエリとして、多数の文書画像が記録されたデータベースから対応する文書画像を検索する処理である。クエリは一般にカメラで撮影されるため、データベース中の文書画像と比べて様々な幾何学的、光学的ひずみを受けている。このため照合はそのようなひずみに対処したものでなければならない。同じものをデータベースから検索しても意味がないように思われるかもしれないが、検索が可能となると様々なサービスを提供できるという利点を得ることができる。これは、文書画像の各部に対応づけられたサービスを、クエリによって呼び出すことを意味する。具体的には、ハイライトを表示したり、静止画や動画を重畳表示したり、さらには音声を再生したり、他の文書に誘導するなどのサービスが考えられる。

図 9 を用いて検索処理の概略を説明する。この図の左手の画像はカメラで撮影したクエリ、右手の画像は検索結果の画像である。この図が示すとおり、本手法では赤の点で表される特徴点の照合によって、文書画像を検索する。英文の場合は単語の重心、日本語の場合は連結成分の重心

が特徴点となる。特徴点抽出や照合方法の詳細に興味のある読者は、例えば[15]を参照されたい。

本手法の特徴は、(1) 言語によらず処理が可能なこと、(2) 大規模なデータベースに対して実時間での処理が可能なこと、(3) 高精度の検索が可能なことである。現在のところ、1 億ページの文書画像データベースに対して、シングルコアの CPU で検索時間 26.8 ms/query、検索精度 98.7%を達成している。1冊あたりのページ数を250ページとすれば、1億ページは40万冊に相当する。例えば、国立国会図書館は1千万冊弱の蔵書数を誇るが、これを25コアでカバーできるという規模である。もちろん多数の検索要求を処理するためにはより多くのコアが必要になるものの、現代のクラウドコンピューティング技術を用いれば十分対応可能なレベルにあるといっても過言ではない。

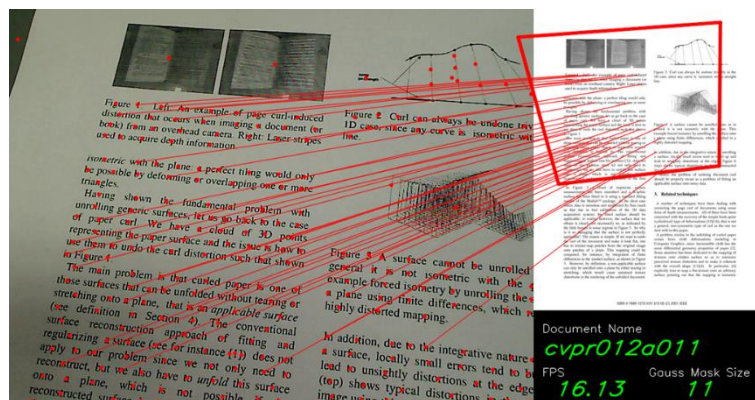


図 9 文書画像検索の様子

この技術は、アプリケーションに応じてスマートフォンや Google Glass 上でも動作可能なように改良されている。

3.7 文書に対する Reading-Life Log (大阪府立大学 黄瀬グループ、慶應義塾大学 稲見グループ)

Reading-Life Log とは、人の読む行動を記録することによって、人の知的活動の一面をとらえ、備忘録や興味の把握、さらには教育などに応用するものである。ここではまず文書を読む場合を対象に述べる。

読む行動として具体的に何を記録するかについては、様々なものが考えられる。概略を図 10 に示す。最も単純な記録は、読んだ分量の記録である。図 10 では Wordometer (万語計) と書かれた部分であり、読んだ語数の記録である。人の行動のうち、いつからいつまでが読む行動にあたるのかという記録も考えられる。これは図 10 の detection である。読んでいるときに、どのような種類の文書を読んでいるのかという記録もある。図 10 の type がこれに相当する。さらには、図 10 の words に表すように、読んだ文章や単語を逐一記録することも考えられる。最後の preference & understanding は、人がどのように情報を把握しているかに踏み込んだ記録であり、困難さや理解度、興味の程度の記録である。

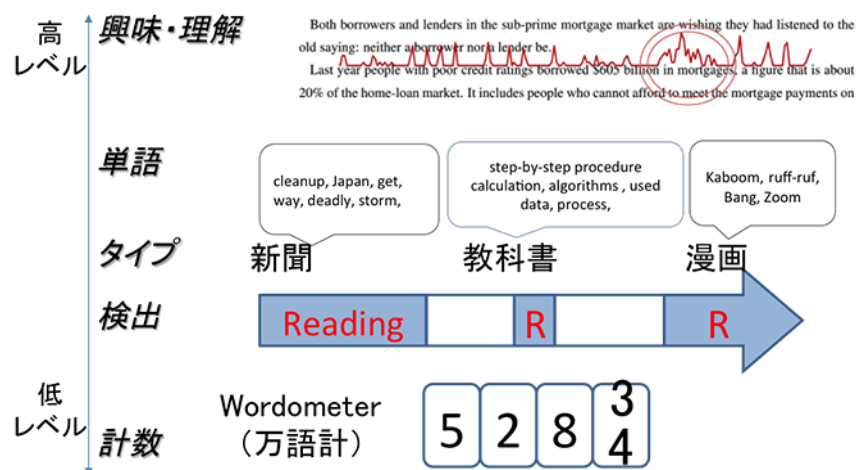


図 10 文書に対する Reading-Life Log

記録の方法にも様々なものが考えられる。具体的には、どのようなセンサーを用いるか、そこからどのような情報を得るかが方法を左右する。読んでいる文書のコンテンツにアクセスするには、人が読んだものと同じものを機械も読まなければならない。これを実現する自然な方法は、人にカメラを取り付けて文書を画像として入力することである。さらに、どこを読んでいるのかを把握するには、人の視線データを得る必要がある。これらに加えて、人に加速度センサーやジャイロを取り付けたり、カメラによって人を撮影したりすれば、人が読むときの状況を把握することも可能となる。

以下では、図 10 に示した各々の項目について、必要なセンサーに触れつつ述べていく。

(1) Wordmeter

人が読んだ「分量」を計測する処理あるいは装置を考える。歩数をカウントする装置は Pedometer (万歩計) と呼ばれているが、それになぞらえて単語数をカウントする装置を Wordometer (万語計) と名付けている。以下では、英文文書を対象とした Wordometer[37] について述べる。

万語計を実現する方法には、様々なものが考えられる。最も単純な方法は、読んだ時間を計測することであろう。これに平均速度 (単位時間あたりに読む語数) を掛け合わせれば、語数を推定できる。ここではもう少し精度を向上させる手法として、読んだ行数を計測するものを紹介する。図 11 に文書を読む際の視線データの分布を示す。これを元に、改行を判定することにより、行数を計測することがきる。行あたりの平均単語数 (文書画像検索によって別途データベースから得られる) を乗ずることにより、読んだ単語数を推定できる。

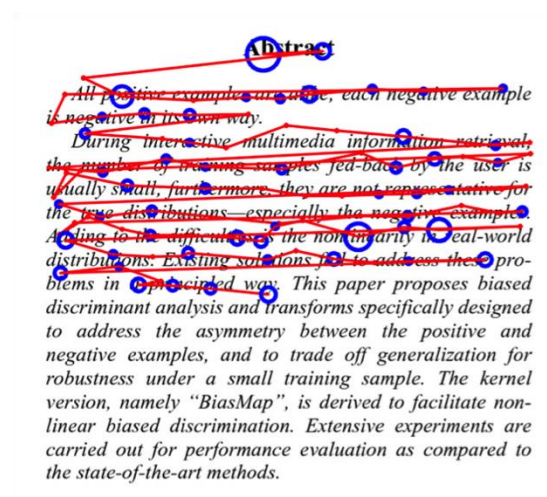


図 11 改行判定による Wordometer（万語計）

(2) Detection

Reading-Life Log の記録として、毎日の行動のうち、読んでいる期間（いつ読み始めていつ終わったのか）の推定も重要となる。読む行動を別の行動から区別する方法として、我々はこれまでいくつかを試してきた。代表的なものとして、ユーザの瞬きや頭部につけた加速度計を利用するもの[38]、画像から得た特徴とアイトラッカのデータをあわせて用いるもの[39]、脳波計を用いるもの[40]などがある。これらは、いずれも読む行動の特殊性に立脚しており、その特徴が、瞬きの周波数や頭部の動き、目の動きや脳派などに表れることを利用している。

(3) 文書タイプの認識

文書タイプの認識とは、ユーザが読んでいる文書がどのタイプにあたるのかを認識する処理である。文書のタイプとしては、例えば、新聞、論文、小説、雑誌、マンガなどを挙げることができる。この処理により、ユーザの読書活動を、文書の種類ごとに集計することが可能となり、より詳細なログを取得できる。

これまでの処理と同様、認識手法としても様々なものが考えられる。例えば、文書画像検索が利用可能であれば、ユーザにとりつけたウェアラブルカメラで読んでいる文書をとらえ、検索することによって、タイプの情報を得ることができる。文書画像検索が利用可能でない場合においても、次のような方法でタイプの認識が可能である。一つは画像特徴を用いた識別である。文書画像から画像特徴を得て、それをもとに読んでいる文書のタイプを認識することが可能である[41]。カメラが利用可能でない場合であっても、例えば目の動きによって文書のタイプを識別することが可能である[42]。これは、Detection の場合と同様、目の動きを、外界のセンサーとしてとらえて、それを処理するという考え方である。例を図 12 に示す。この図は、様々なタイプの文書を読んだときの視線の動きを示したものである。目のサッカードの方向や距離などから特徴を取り出し、ユーザごとに識別器を学習すると、99%という高い精度で文書の種類を識別可能である。

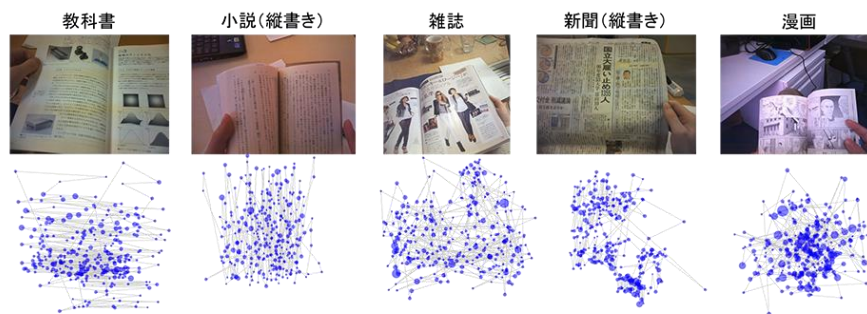


図 12 目の動きを用いた文書タイプの識別

(4) 読んだ文字・単語の把握

文書のタイプだけではなく、読んだコンテンツを記録すれば、より詳細なログを作成できる。コンテンツを取得する方法は大きく分けて2通りある。

一つは、文書画像検索を利用することである。ウェアラブルカメラがとらえた文書画像をクエリとして検索を行えば、対応する文書の情報を得ることが可能となる。これと、アイトラッカを組み合わせれば、読んでいるコンテンツにアクセス可能となる。視線の推定精度が十分高ければ、視線の位置に存在する単語を得ることも可能である。ただ、現状のモバイルアイトラッカでは、十分キャリブレーションを施しても、手持ちの文書に対して数行の誤差が避けられないため、単語を逐一推定することはあまり現実的ではない。ただし、そのような場合であっても、どのパラグラフを読んでいるのか、どのページを読んでいるのか、といったより荒いレベルの情報を得ることは十分可能である。その結果、読書行動に対して、例えばBag-of-Words モデルを適用し、索引付けることもできる。

もう一つの方法は、ウェアラブルカメラでとらえた文書に対して、文字認識を施して、画像から直接コンテンツにアクセスする方法である[43]。この方法であれば、対象を(事前登録された)文書に限る必要はなく、任意の文字・文書とすることができる。これにより、人間の日常行動において出会う「すべての文字情報」をログ化することが可能になる。詳細については、次節「シーンに対する Reading-Life Log」において述べる。

(5) 困難度や理解度の推定

一般に、同じ文書を読む場合でも、人によって得る情報は異なる。これはその文書に対する予備知識の違いなどによって、理解の度合いに差が生じるためである。Reading-Life Log の究極の目標は、人が得た情報を把握することであるため、コンテンツの理解度や理解の困難性を把握することが重要となる。

現在、目の動きなどのセンサー情報から、例えば外国語の理解度を推定する試みにチャレンジしている[44]。さらにはより基本的な関係として、目の動きなどのセンサー情報と認知的負荷との関係についての考察も開始している[45]。

最新の成果は以下の3つである。

まず、fNIRSを用いた外国語の理解度推定がある。英文を読んだときにfNIRSによって得られる脳の酸素化ヘモグロビンの変化量を用いて、その英文に対する問いへの正答数を推

定するタスク(3クラス問題;4 問中 0~2 問正解、3 問正解、4 問全問正解)を行った。その結果、80%の正答率を得た[52]。

次に、英文を読むときのアイトラッカのデータ(視線データ)を入力とし、被験者の TOEIC のレベル(3クラス問題:600 点未満、600~800 点、801 点以上)を推定したところ、90.9%の正答率を得た[53][54]。

最後に、英文を読むときだけではなく、その英文に対する問いに解答するプロセスについても、視線データを得て、TOEIC のスコア自体を推定する問題にチャレンジした。その結果、平均誤差 36 点で TOEIC のスコアを推定することができた[55]。

(6) スマートアイウェアに関する研究

読書とそれ以外の状態の識別及び、万語計(Wordometer)アルゴリズムの実装を行った。万語計の実装には医学用の眼電位計測計(JINS MEME と同様な方法及び電極配置)を用いた。

また、眼電位以外の計測手法をに焦点を当て、Reading-Life Log の拡張を行った。具体的には鼻温度変化や瞬目の頻度を計測することでユーザの読書時の没入感計測することに成功した。また、フォトリフレクタを用いることで、読書中の表情記録の計測を行った。

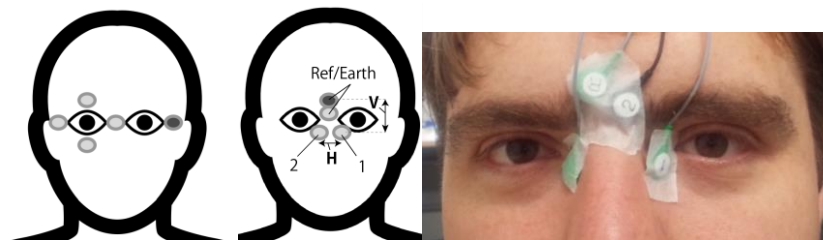


図 13: 従来の眼電位計測手法(左)と今回用いた眼電位計測手法(右)

さらに万語計のアルゴリズムを JINS MEME と呼ばれる EOG 眼鏡でも動作可能なように拡張し、読むことの検出と語数カウントを可能とした[56][57]。通常の光学式アイトラッカを用いた場合、万語計の誤差は9%(標準偏差3%)であるのに対して、JINS MEME では20%(標準偏差 5%)という結果が得られている。まだ改良の余地はあるものの、腕につける万歩計と同程度の精度を現段階でも得ているといえる。

また我々は、スマートアイウェアによる認知的補助のシステムも開発した。まず我々の技術をどのように実現し、どうやって広めていくのかについて考察した[58][61][62]。最も重要な成果については、[58]に記載されている。また、読書時の認知的負荷についても研究を進めて、瞳孔径と瞬きのパターンが重要な指標であることを発見した[56]。

(7) 読書時における理解度の評価

Stuttgart University、Germany と共同で速読技法における理解度の評価をおこない、効率的な速読法を探索した。また、TOEIC テスト時に、設問の難易度や被験者の英語のスキルレベルにより瞳孔径や瞬目頻度の変化を計測することに成功した。また、FNIRS を併用することで、受講者の英語力の予測する方法を開発した。

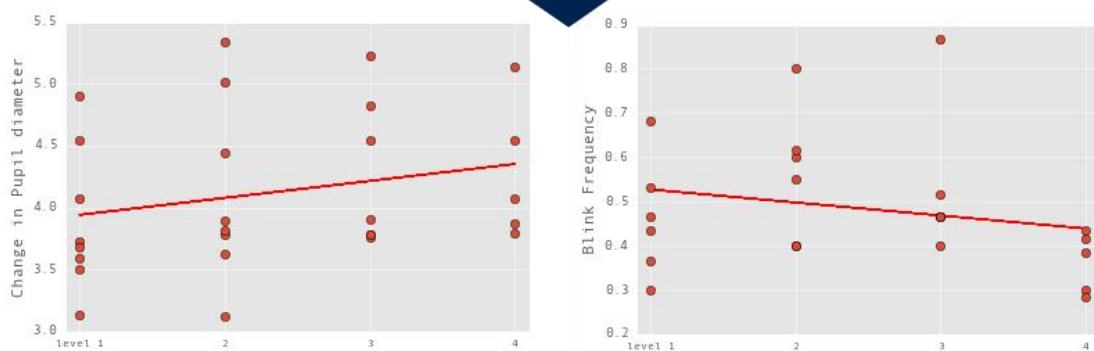


図 14:FNIRS を用いた実験セットアップ(上)
英文の難易度による瞳孔径変化(左下)と瞬目頻度の変化(右下)

(8) 読書行為におけるインタラクション

マルチモーダルな e-reader と呼ぶ機器を実現した。これは、ユーザがそのデバイスを通して文書を読む際に、音と振動でフィードバックを与えるものである。鼻の皮膚表面温度を計測してユーザが読む行為にどの程度没入しているかを計測した。その結果、音と振動によって、没入度合いが向上させ得ることを確認した[59][63]。また、読書時のユーザの表情を計測し、読んだ箇所にリンクするシステムを作成した[60][64][65]。このシステムは、独自にデザインした眼鏡型デバイスを用いるものであり、眼鏡のフレーム部分に顔との距離を測るセンサーを配置し、その距離の分布によって表情を読み取るものである。さらに、読書時の不健康な姿勢を検出し、ユーザに警告するシステムも実装した[66][67]。

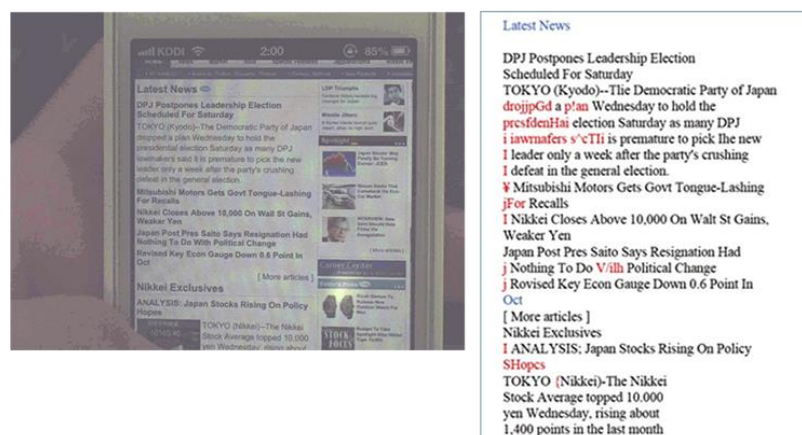
3.8 シーンに対する Reading-Life Log(九州大学 内田グループ、大阪府立大学 黄瀬グループ、東北大学 大町グループ)

我々が読む文字は、文書に限らず様々なところに存在する。例えば、街中の看板、スーパーの値札、レストランのメニューなどである。このような文書以外の文字を対象として、前述と同様の Reading-Life Log を考える。ここでは、これをシーンに対する Reading-Life Log と呼ぶ。文書に対する Reading-Life Log と比較して、シーンに対する Reading-Life Log では、人間の行動のタグとしての文字情報という側面が強くなる。実際、人間の行動の多くは環境内の文字によって制御され、そして文字によって記述される。シーンに対する Reading-Life Log は、このような文字情報をログとして記録するものである。

シーンに対する Reading-Life Log を実現するためには、前述の文書に対する場合と異なり、文書画像検索を利用することはできない。もちろん、シーンに存在する文字情報をあらかじめデータベース化して、位置情報と関連づけておけば、位置の検索で文字情報を取り出すことも可能であろう。ただし、文字情報によっては、変更が頻繁なもの、位置が固定されていないものなどがあるため、十分な解決策とならない。直接的で自然な解決方法は、人間と同様に、シーン中の文字を認識することである。

人間と同様に文字を読むためには、人にカメラを取り付けて、見ているものを画像として得る必要がある。このとき、人が動くこと、小さな文字でも人は読めることを考えると、高シャッタースピードで高解像度のカメラが必要となる。これにより、動きによるぶれを排除し、小さい文字でも認識に十分な画素数が得られる。

得られる画像データは動画であるが、文字認識は静止画に対して適用するものであるため、得られた結果を統合する必要がある。統合には、信号レベルの統合と記号レベルの統合の 2 通りが考えられる。前者は、動画の各フレーム画像から大きな1枚の静止画を作成し、それに対して文字認識を施す方法である。一方、後者は、各フレーム画像に対して文字認識を施し、その結果を文字列間の編集距離を用いた最適マッチングにより統合する方法である。後者の方法を採用して認識実験を行った。具体的には図 15 に示すように携帯情報端末の画面をスクロールさせ、認識結果を統合することに成功した。



(a) スクロールしながら撮影したスマートフォン画面

(b) 複数の認識結果の統合
(赤色は誤認識)

図 15 シーンに対する Reading-Life Log

最終年度の Reading-life log デモンストレーションとして、情景内の文字情報と人間の協調型のストーリーを想定し、薬剤師支援のシステムを構築した。薬剤師の日常業務としては、来訪者から受け取った処方箋にリストされた個々の「薬剤名を読み」、その内容に応じて薬品棚や薬品庫の中で当該薬を探索して、来訪者に提供する、というルーチンを採る。ここで当該薬を探索する際も、薬品のパッケージを「読む」ことになり、従って薬剤師の調剤業務は二段階で文字情報を獲得していることになる。ただし、これら二段階の文字情報の獲得プロセスには若干の違いがある。すなわち、第一段階では様々な医院の様々なフォーマットの処方箋においてリスト印刷された薬剤名をそれぞれ読む必要があり、第二段階では常に固定のパッケージ(薬品箱)を読む必要がある。同じ文字を読むプロセスではあるが、工学的に見れば、前者は任意フォントで書かれた文字をリスト中の行毎に読む OCR 処理が必要であり、一方、後者はパッケージ画像のマッチング処理となる。すなわち後者は薬品箱上の文字を一々読む必要はなく、パッケージ全体を認識できれば済む。この意味で認識の粒度は粗くて済むが、その一方で、箱と薬剤師の位置関係により箱の見え方は様々に異なるため、その見え方の変化に頑健なマッチング処理が必要となる。



図 16 薬剤師支援のための文字情報獲得インターフェース

以上の要求仕様を考慮して、薬剤師支援のための文字情報獲得インターフェースを実装した。図 16 がその様子である。人差し指先端に小型カメラ(LED 補助光付)が装着されている。また同図では見えづらいが、手首付近にも同形式の小型カメラが付いている。手の甲にはシステムが稼働中であることを表す白色の LED と、大型の緑色および赤色の LED が装着されている。2つのカメラからの画像情報は Wifi 経由でサーバに伝送される。カメラ駆動や LED 駆動はウエストポーチに格納された小型PC(Raspberry Pi)で行われる。以上のデバイスのためのバッテリーもウエストポーチ内に格納できるため、薬剤師自体は自由に動き回ることができる。

このデバイスを用いた具体的な薬剤師支援プロセスは以下の通りである： 第一の読み、すなわち処方箋上の薬品名を読むためには、人差し指先のカメラを利用する。具体的には、リストの各行を指先で「なぞる」ことで、カメラにより薬品名がスキャンされることになる。スキャンの際、薬品名全体が1フレーム画像内に収まるわけではないので、フレーム画像内の文字を認識しながら、それらを隣接フレームで統合しながら、最終的に一つの薬品名として統合していく。統合の結果、それが登

録されている薬品名と一致すれば、正しく薬品名が読み取れたとして、手の甲部分にある緑色 LED を発光させると同時に、「ピッ」というブザー音で薬剤師にフィードバックを行う(図 17)。これにより、薬剤師はリスト上の次の行をスキャンし、次々に薬品名を獲得していく。この文字認識処理には黄瀬グループの高精度・高速認識アルゴリズム[51]を利用している。



図 17 文字情報獲得インタフェースの動作(処方箋の認識)

第二の読み、すなわちパッケージの認識は、パッケージを手でつかもうとした時点に、手首部分のカメラで撮影された画像に対して実施される。すなわち第二の読みについては、薬剤師が意図的なスキャン動作をする必要がなく、単にパッケージを手にとるという動作の中で自然に実施されることになる。このパッケージ認識の結果はそのパッケージが示す薬品名である。そして、その薬品名が先ほど処方箋から読み込んだ薬品のリストにあれば、手の甲の大型緑色 LED が発光し、ただし薬品を調剤しようとしていることを薬剤師にフィードバックする。一方、誤ったパッケージを手にとった場合、大型赤色の LED が発光し、誤っていることをフィードバックする。なおこのパッケージ認識は手首カメラ把持動だけでなく指先カメラで代替することも可能である。その場合は、図 18 のように薬品箱を指差すことで認識させることになる。



図 18 文字情報獲得インタフェースの動作(薬箱の認識)

以上の薬剤師支援システムについて、日本最大の最先端 IT・エレクトロニクス総合展「CEATEC2015」にてデモンストレーション展示を行った。4日間の展示会において常に多くの見学者の興味を惹くことができたことは、我々グループにとってはうれしい悲鳴であった。(図 19 右側の写真では、中央の人だかりができていところが当グループのブースである。)薬剤師支援システムについては、総じて好意的な反応が多く、また後述のような他応用例に関する質問も多く頂い

た。メディアからのインタビューもあり、その後 Web ニュースでの報道もあった。

本システムにおいて、特に指先で文字を読む部分は、本課題における(任意文章を対象とした) Reading-life log の集大成と言える。実際指先から文字が読めるようになると、文字情報と人間のインタラクションが様々に広がる。本やスマホなどの重要箇所だけを指先でなぞって電子化できれば、備忘録等に有効である。この際、指先でなぞることは「読みたいところを明示的に指定する」という点で極めて効果的である。遠く離れたところにある文字も、指差すことで指定できるため、選択的に読むことができる。さらに失読症を持つユーザーに単語と思われる部分をなぞってもらえば、読み上げによる理解支援を提供することも可能である。また海外からの旅行者に、メニュー等をなぞってもらい、当該部分を翻訳し英語音声で読み上げることも可能である。このように、本システムを構築したことは、様々な「役立つ」新応用とその実現に向けた課題について、様々なヒントを得る機会となった。

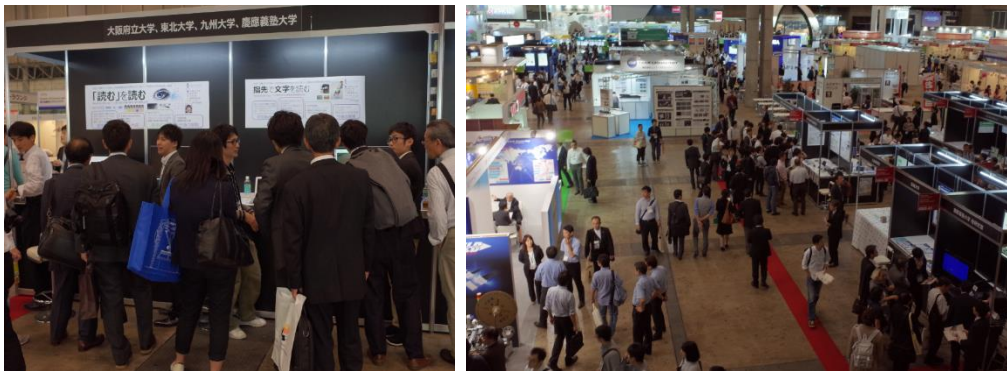


図 19 CEATEC における展示の様子

3.9 アノテーション付加と提示(大阪府立大学 黄瀬グループ)

これまで述べてきた Reading-Life Log は、人が読む文字を通して人の行動に対する情報を得る、という立場のものである。これに対して、逆の処理、すなわち、人の行動によって文字や文書に対する情報を得る、という立場も考えられる。例えば、文字や文書が、誰にいつどのように読まれたのか、という付加的な情報を記録することが考えられる。対象が看板の文字であれば、看板の視聴率のような考えである。以後は対象を文書とした場合に焦点を絞って述べていく。

文書に対する付加的な情報は、文書に対するアノテーションと捉えることができる。アノテーションを文書に付加する方法は、手動的、自動的なものに分類できる。手動のアノテーションとは、文書のどこに何を関連付けるのかを、人が陽に指定するものである。一方、自動的なアノテーションとは、人の行動をシステムが解析し、人の指示なしに文書にアノテーションを付加するものである。以下で順に述べていく。

(1) 手動のアノテーション付加と提示

まず手動のアノテーション付加と提示について述べる。この範疇に属する代表的な研究は、Text2.0 であろう[46]。このシステムは、予め人手で付加されたアノテーションを、ユーザーの読書行動に応じて提示するものである。具体的な動作は以下の通りである。ユーザーは、

アイトラッカが備え付けられたモニタを通して文書を読む。サービスが対応付けられた箇所まで到達すると、そのサービスが提供される。例えば、効果音や辞書引きなどである。

上記のシステムは、特殊なモニタの利用を前提としたものである。この前提を廃して同様の機能を提供する一つの方法は、図 20 に示すように、モバイルアイトラッカとヘッドマウントディスプレイを組み合わせることである[47]。シーン中の文書に対して文書画像検索を適用すると、文書に関連づけられたサービスを取り出すことが可能となる。この例では、視点の周囲にある単語の訳語を表示している。



図 20 モバイルアイトラッカとヘッドマウントディスプレイの組み合わせによる情報提示

上で述べたシステムは、予め定められたアノテーションをユーザに提示するものであった。次に、アノテーションをユーザが設定するためのインタフェースについて述べる。プロトタイプシステムの例を図 21 に示す[48]。これは、Google Glass 上でのシステムの動作を示したものである。同図左側に示すように、ユーザは、コメント、音声、ビデオなどのアノテーションを文書(この場合はポスター)の特定の箇所に付加したり、またそれを検索したりすることができる。アノテーションと文書の関連付けには、前述の文書画像検索が用いられる。このようなシステムを用いると、思いついたその場でアノテーションを付加することが可能なため、ユーザの利便性が増す。言うまでもなく、付加されたアノテーションは Web インタフェースなどを介して後ほど閲覧したり、他の人と共有したりすることもできる。同様のシステムは、スマートフォン上でも実現されている[49]。



図 21 Google Glass を用いたアノテーション付加と提示

(2) 自動的なアノテーション付加と提示

次に、自動的な場合について述べる。この場合、文書に対するユーザの振る舞いを入力とし、それをアノテーションに変換して文書に付与することになる。アノテーションとしては、センサー出力といった低次のものから、理解や興味の程度といった高次のものまで様々なものが考えられる。ここでは、一例として、比較的 low 次元のアノテーションを取り上げる。

外国語の学習者にとって、外国語テキストのどの部分の理解が困難であったのかを知ることは、効果的な学習のために有用である。また、教師にとっては、どの学習者がどの部分に問題を抱えているのか、また一般的に多くの学習者が躓く箇所がどこなのかを知ることは有益と考えられる。このような情報を得る手がかりとして、ここでは、読書スピード、読み返し回数、注視点の数という3つの特徴に着目し、それを記録して視覚化することを考える[50]。読書スピードが遅い箇所、読み返し回数が多い箇所、注視点が多い箇所が、問題となる箇所の発見の手がかりとなる。

視覚化の例を図 22 に示す。同図(a)は英語の初學者の振る舞いを、同図(b)は上級者の振る舞いを視覚化したものである。ここで、読書スピードは色が濃いほど遅く、読み返しは色が濃いほど多く、さらに注視点は目のアイコンが大きければ多い。このように、英語の能力によって、値に明確な違いがあることがわかる。自分自身のデータを見るだけではなく、他の学習者と比較することによって、より問題が発見しやすくなる。学習継続への意欲を得ることも期待できる。

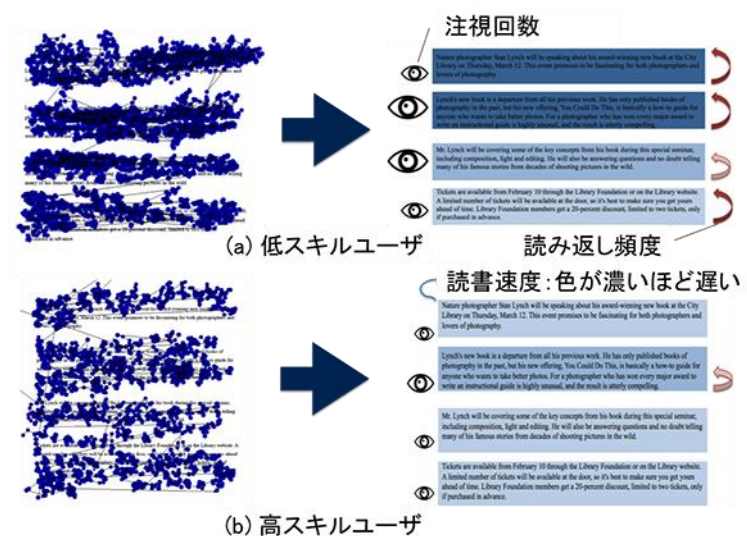


図 22 自動的に付与されたアノテーション

参考文献

- [1] D. Karatzas, F. Shafait, S. Uchida, M. Iwamura, et al., L. Gomez i Bigorda, S. Robles Mestre, J. Mas, D. Fernandez Mota, J. Almazan Almazan, [L.-P.de las Heras](#), “ICDAR 2013 Robust Reading Competition,” Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), pp.1484-1493, August 2013.
- [2] 山本和彦, “脳に淘汰された文字とパターン認識技術”, 信学技報, PRMU2004-226, 2005.
- [3] S. Uchida, “Text Localization and Recognition in Images and Video,” Handbook of Document Image Processing and Recognition (Eds. by D.Doermann and K.Tombre), Springer-Verlag, London, 2014.
- [4] 松田友輔, 大町真一郎, 阿曾弘具, “2 値化とエッジ抽出による情景画像からの高精度文字列検出,” 信学論 D, vol.J93-D, no.3, pp.336-344, March 2010.
- [5] R. Huang, P. Shivakumara, Y. Feng, S. Uchida, “Scene Character Detection and Recognition with Cooperative Multiple-Hypothesis Framework,” IEICE Transactions on Information & Systems, vol.E96-D, no.10, pp.2235-2244, October 2013.
- [6] 武部浩明, 内田誠一, 最適 2 次元セグメンテーションによる情景内文字抽出, 電子情報通信学会論文誌(D), vol.J97-D, no.3, pp.667-675, 2014.
- [7] Y. Kunishige, Y. Feng, and S. Uchida, “Scenery Character Detection with Environmental Context,” Proc. 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), pp.1049-1053, September 2011.
- [8] A. Shahab, F. Shafait, A. Dengel, and S. Uchida, “How Salient is Scene Text?” Proc. 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), pp.317-321, March 2012.
- [9] S. Wang, S. Uchida, M. Liwicki, and Y. Feng, “Part-Based Methods for Handwritten Digit Recognition,” Frontiers of Computer Science, vol.7, no.4, pp.514-525, 2013.
- [10] S. Wang, S. Uchida, and M. Liwicki, “Part-Based Recognition of Arbitrary Fonts,” Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), pp.170-174, August 2013.
- [11] M. Iwamura, T. Kobayashi, and K. Kise, "Recognition of Multiple Characters in a Scene Image Using Arrangement of Local Features," Proc. 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), pp.1409-1413, September 2011.
- [12] 後藤雅典, 石田良介, 蔡文杰, 内田誠一, “最小全域木による大規模パターンの分布解析,” 電子情報通信学会論文誌(D), vol.J97-D, no.3, pp.656-666, 2014.
- [13] M. Goto, R. Ishida, Y. Feng, and S. Uchida, “Analyzing the Distribution of a

- Large-scale Character Pattern Set Using Relative Neighborhood Graph,” Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), pp.3-7, August 2013.
- [14] 斉藤泰一, 山田博三, 山本和彦, “JIS 第 1 水準手書漢字データベース ETL9 とその解析,” 信学論(D), vol.J68-D, no.4, pp.757-764, April 1985.
- [15] 中居友弘, 黄瀬浩一, 岩村雅一, “特徴点の局所的配置に基づくデジタルカメラを用いた高速文書画像検索,” 信学論 D, vol.J89-D, no.9, pp.2045-2054, September 2006.
- [16] S. Ahmed, K. Kise, M. Iwamura, M. Liwicki, and A. Dengel, “Automatic Ground Truth Generation of Camera Captured Documents Using Document Image Retrieval,” Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), pp. 528-532, August 2013.
- [17] S. M. Lucas, A. Panaretos, L. Sosa, A. Tang, S. Wong, R. Young, K. Ashida, H. Nagai, M. Okamoto, H. Yamamoto, H. Miyao, J. Zhu, W. Ou, C. Wolf, J.-M. Jolion, L. Todoran, M. Worring, and X. Lin, "ICDAR 2003 Robust Reading Competitions: Entries, Results and Future Directions," International Journal of Document Analysis and Recognition (IJDAR), vol.7, issue 2-3, pp.105-122, July 2005.
- [18] S. Lucas, "ICDAR 2005 text locating competition results," Proc. 8th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR2005), vol.1, pp.80-84, August 2005.
- [19] A. Shahab, F. Shafait, and A. Dengel, "ICDAR 2011 Robust Reading Competition Challenge 2: Readubg Text in Scene Images," Proc. 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), pp.1491-1496, September 2011.
- [20] K. Wang and S. Belongie, "Word spotting in the wild," Proc. 11th European conference on Computer vision (ECCV2010), Part I, pp.591-604, September 2010.
- [21] K. Wang, B. Babenko, and S. Belongie, “End-to-end Scene Text Recognition,” Proc. 13th International Conference on Computer Vision (ICCV2011), pp.1457-1464, November 2011.
- [22] R. Gao, F. Shafait, S. Uchida, and Y. Feng, “A Hierarchical Visual Saliency Model for Character Detection in Natural Scenes,” in Camera-Based Document Analysis and Recognition, LNCS, vol.8357, pp.18-29, 2014.
- [23] 佐藤瞳, 松田崇宏, 池田佑輝, 岩村雅一, 黄瀬浩一, “大規模日本語シーンテキストデータセット OPU-JST-1,” 信学技報, vol. 113, no. 493, PRMU2013-176, pp. 49-54, March 2014.
- [24] Y. Netzer, T. Wang, A. Coates, A. Bissacco, B. Wu, and A. Y. Ng, “Readubg Digits in Natural Images with Unsupervised Feature Learning,” Proc. NIPS Workshop on Deep Learning and Unsupervised Feature Learning, 9 pages, December 2011.

- [25] M. Iwamura, M. Tsukada, and K. Kise, "Automatic Labeling for Scene Text Database," Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), pp.1397-1401, August 2013.
- [26] 上地宏一, Kage —an automatic glyph generating engine for large character code set. In Proceedings of the glyph and typesetting workshop, pp. 85-92, 2004.
- [27] "Glyphwiki," <http://glyphwiki.org/>..
- [28] M.Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, "Snakes: Active contour models," Int. Journal of Computer Vision, vol.1, no.4, pp. 321-331, 1988.
- [29] M. Iwamura, T. Sato, and K. Kise, "What Is the Most Efficient Way to Select Nearest Neighbor Candidates for Fast Approximate Nearest Neighbor Search?" Proc. 14th International Conference on Computer Vision (ICCV 2013), pp.3535-3542, Dec. 2013.
- [30] M. Iwamura, T. Tsuji, and K. Kise, "Memory-Based Recognition of Camera-Captured Characters," Proc. 9th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2010), pp.89-96, June 2010.
- [31] Y. Lamdan and H. J. Wolfson, "Geometric Hashing: a general and efficient model-based recognition scheme," Proc. 2nd International Conference on Computer Vision (ICCV1988), pp. 238-249, 1988.
- [32] 浅田伸彦, 岩村雅一, 黄瀬浩一, "文字誤認識の傾向を考慮したスペルチェッカーによる単語認識の精度向上," 信学技報, vol. 110, no. 467, PRMU2010-268, pp. 183-188, March 2011.
- [33] T. Matsuda, M. Iwamura, and Koichi Kise, "Performance Improvement in Local Feature Based Camera-Captured Character Recognition," Proc. 11th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2014), pp.196-201, April 2014.
- [34] T. Kobayashi, M. Iwamura, T. Matsuda, and K. Kise, "An Anytime Algorithm for Camera-Based Character Recognition," Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), pp.1172-1176, August 2013.
- [35] X. Liu and J. Samarabandu, "An edge-based text region extraction algorithm for indoor mobile robot navigation," Proc. 2005 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, vol.2, pp.701-706, July 2005.
- [36] 工藤裕貴, 菅谷至寛, 大町真一郎, "動画像を用いた混合相互部分空間法による低解像度文字認識," 画像の認識・理解シンポジウム 2012 講演論文集, IS3-65, 6 pages, August 2012.
- [37] K. Kunze, H. Kawaichi, K. Kise, and K. Yoshimura, "The Wordometer - Estimating the Number of Words Read Using Document Image Retrieval and Mobile Eye Tracking," Proc. 12th International Conference on Document Analysis and

Recognition (ICDAR 2013), pp.25-29, August 2013.

- [38] S. Ishimaru, J. Weppner, K. Kunze, A. Bulling, K. Kise, A. Dengel, and P. Lukowicz, "In the Blink of an Eye — Combining Head Motion and Eye Blink Frequency for Activity Recognition with Google Glass," Proc. 5th Augmented Human International Conference, pp.150-153, March 2014.
- [39] Y. Shiga, T. Toyama, Y. Utsumi, A. Dengel, and K. Kise, "Daily Activity Recognition Combining Gaze Motion and Visual Features," PETMEI 2014: 4th International Workshop on Pervasive Eye Tracking and Mobile Eye-based Interaction, in Proc. 16th International Conference on Ubiquitous Computing, pp.1103-1111, September 2014.
- [40] K. Kunze, Y. Shiga, S. Ishimaru, and K. Kise, "Reading Activity Recognition Using an Off-the-Shelf EEG - Detecting Reading Activities and Distinguishing Genres of Documents," Proc 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR2013), pp. 96-100, September 2013.
- [41] Y. Utsumi, Y. Shiga, M. Iwamura, K. Kunze, and K. Kise, "Document Type Classification Toward Understanding Reading Habits," Proc. 20th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision, vol.3, pp.11-17, February 2014.
- [42] K. Kunze, Y. Utsumi, Y. Shiga, K. Kise, and A. Bulling, "I know what you are reading: recognition of document types using mobile eye tracking," Proc. 17th annual international symposium on wearable computers, pp.113-116, September 2013.
- [43] T. Kimura, R. Huang, S. Uchida, M. Iwamura, S. Omachi, and K. Kise, "The Reading-Life Log - Technologies to Recognize Texts That We Read," Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), pp. 91-95, September 2013.
- [44] K. Kunze and H. Kawaichi and K. Yoshimura, and K. Kise, "Towards inferring language expertise using eye tracking," CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 6 pages, April 2013.
- [45] S. Ishimaru, K. Kunze, K. Kise, M. Inami, "Position Paper: Brain Teasers – Toward Wearable Computing that Engages Our Mind Workshop on Ubiquitous Technologies for Augmenting the Human Mind," Proc. 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), pp.1405-1408, September 2014.
- [46] R. Biedert, G. Buscher, S. Schwarz, J. Hees, and A. Dengel, "Text 2.0," Proc. 28th ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI2011), May 2011.
- [47] T. Toyama, W. Suzuki, A. Dengel, and K. Kise, "User Attention Oriented Augmented Reality on Documents with Document Dependent Dynamic Overlay," Proc. IEEE

- International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR2013), pp.299-300, October 2013.
- [48] K. Tanaka, K. Kunze, M. Iwata, and K. Kise, “Memory Specs — An Annotation System on Google Glass using Document Image Retrieval,” Proc. 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), pp.267-270, September 2014.
- [49] K. Tanaka, M. Iwata, K. Kunze, M. Iwamura, and K. Kise, “Share Me – A Digital Annotation Sharing Service for Paper Documents with Multiple Clients Support,” Proc. 2nd Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR2013), pp.779-782, November 2013.
- [50] A. Okoso, K. Kunze, and K. Kise, “Implicit Gaze Based Annotations to Support Second Language Learning,” Proc. 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), pp.143-146, September 2014.
- [51] Takahiro Matsuda, Masakazu Iwamura and Koichi Kise, "Performance Improvement in Local Feature Based Camera-Captured Character Recognition", Proceedings of the 11th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2014), pp.196-201 (2014-4)
- [52] 吉村 和代、Kai Kunze、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“fNIRS で取得した脳活性に基づく文書理解度推定法”、ME とバイオサイバネックス研究会 (MBE)、仙台、2014 年 11 月 21 日
- [53] 吉村 和代、Kai Kunze)、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“読書時の眼球運動を利用した英語習熟度推定法”、パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU)、仙台、2015 年 2 月 19 日
- [54] Kazuyo Yoshimura, Kai Kunze, Koichi Kise, “The Eye as the Window of the Language Ability: Estimation of English Skills by Analyzing Eye Movement While Reading Documents”, Proc. 13th International Conference on Document Analysis and Recognition, 5 pages, 2015.
- [55] 藤好宏樹、吉村和代、Kai Kunze、黄瀬浩一、“英文問題解答時の視点情報を用いた英語能力推定法、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、津、2015 年 5 月 14 日
- [56] Shoya Ishimaru, Kai Kunze, Katsuma Tanaka, Yuji Uema, Koichi Kise, Masahiko Inami: Smart Eyewear for Interaction and Activity Recognition. CHI Extended Abstracts 2015: 307-310
- [57] Kai Kunze, Katsutoshi Masai, Masahiko Inami, Ömer Sacakli, Marcus Liwicki, Andreas Dengel, Shoya Ishimaru, Koichi Kise: Quantifying reading habits: counting how many words you read. UbiComp 2015: 87-96
- [58] Oliver Amft, Florian Wahl, Shoya Ishimaru, Kai Kunze: Making Regular Eyeglasses Smart. IEEE Pervasive Computing 14(3): 32-43 (2015)
- [59] Heng Gu, Susana Sanchez, Kai Kunze, Masahiko Inami: An augmented e-reader

- for multimodal literacy. UbiComp/ISWC Adjunct 2015: 353-356
- [60] Katsutoshi Masai, Yuta Sugiura, Katsuhiro Suzuki, Sho Shimamura, Kai Kunze, Masa Ogata, Masahiko Inami, Maki Sugimoto: AffectiveWear: towards recognizing affect in real life. UbiComp/ISWC Adjunct 2015: 357-360
- [61] Kai Kunze, Katsuma Tanaka, Shoya Ishimaru, Yuji Uema, Koichi Kise, Masahiko Inami: MEME: eye wear computing to explore human behavior. UbiComp/ISWC Adjunct 2015: 361-363
- [62] Kai Kunze: Collective eyewear. UbiComp/ISWC Adjunct 2015: 889-89
- [63] Susana Sanchez, Heng Gu, Kai Kunze, Masahiko Inami: Multimodal literacy: storytelling across senses. UbiComp/ISWC Adjunct 2015: 1257-1260
- [64] Katsutoshi Masai, Yuta Sugiura, Masa Ogata, Katsuhiro Suzuki, Fumihiko Nakamura, Sho Shimamura, Kai Kunze, Masahiko Inami, Maki Sugimoto: AffectiveWear: toward recognizing facial expression. SIGGRAPH Emerging Technologies 2015: 4:1
- [65] Katsutoshi Masai, Yuta Sugiura, Masa Ogata, Katsuhiro Suzuki, Fumihiko Nakamura, Sho Shimamura, Kai Kunze, Masahiko Inami, Maki Sugimoto: AffectiveWear: toward recognizing facial expression. SIGGRAPH Posters 2015: 16:1
- [66] Kai Kunze, Kazutaka Inoue, Katsutoshi Masai, Yuji Uema, Sean Shao-An Tsai, Shoya Ishimaru, Katsuma Tanaka, Koichi Kise, Masahiko Inami: MEME: smart glasses to promote healthy habits for knowledge workers. SIGGRAPH Emerging Technologies 2015: 17:1
- [67] Kai Kunze, Katsuma Tanaka, Shoya Ishimaru, Koichi Kise, Masahiko Inami: Nekoze! – Monitoring and Detecting Head Posture while Working with Laptop and Mobile Phone. Pervasive Health 2015.

§ 4 成果発表など

(1) 原著論文発表 (国内(和文)誌 10 件、国際(欧文)誌 124 件)

(国内)

- [1] [H23-A-1] 岩村 雅一, 堀松 晃, 丹羽 亮, 黄瀬 浩一, 内田 誠一, 大町 真一郎、段階的な枝刈りによるアフィン不変な文字認識, 電気学会論文誌 (D), vol.131, no.7, pp.873-879 (2011-7)(DOI: 10.1541/ieejias.131.873)
- [2] [H24-A-1] 竹田 一貴, 黄瀬 浩一, 岩村 雅一, “大規模文書画像検索のためのメモリ効率と識別性の向上”, 電子情報通信学会論文誌 D, J95-D, 7, pp.1491-1494 (2012-7).
http://search.ieice.org/bin/pdf.php?lang=J&year=2012&fname=j95-d_7_1491&abstract=
- [3] [H24-C-3] 森 稔, 内田誠一, 坂野 鋭, “大局的特徴に対する DP マッチング”, 電子情報通信学会論文誌 (D) (Accepted).
http://ci.nii.ac.jp/els/110009615143.pdf?id=ART0010080910&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1446441752&cp=
- [4] [H26-A-1] 志賀 優毅、内海 ゆづ子、岩村 雅一、カイ クンツェ、黄瀬 浩一、“読書活動の自動的記録のための文書画像の識別”, 電子情報通信学会論文誌 D, J97, 12, 2014.
http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=j97-d_12_1733
- [5] [H26-B-1] 奥木翔平, 菅谷至寛, 大町真一郎, “色変化を用いた文字パターンへの階層的な付加情報埋め込み,” 画像電子学会誌, vol.43, no.4, pp.525-533, 2014.
(NAID: [40020251166](#))
- [6] [H26-C-1] 武部浩明, 内田誠一, “最適 2 次元セグメンテーションによる情景内文字抽出”, 電子情報通信学会論文誌(D), Vol.J97-D, No.3, pp.667-675, 2014. ([IEICE](#))
- [7] [H26-C-2] 後藤雅典, 石田良介, 蔡文杰, 内田誠一, “最小全域木による大規模パターンの分布解析”, 電子情報通信学会論文誌(D), Vol.J97-D, No.3, pp.656-666, 2014. ([link](#))
- [8] [H27-A-1] 堀松 晃、岩村 雅一、黄瀬 浩一, “特徴点の一意決定性を利用した高速なアフィン不変文字認識”, 電子情報通信学会論文誌 D, J98-D, 4, 2015.
(DOI: [10.14923/transinfj.2014IUP0016](https://doi.org/10.14923/transinfj.2014IUP0016))
- [9] [H27-B-1] 勝山 裕, 大町真一郎, “Hybrid Compact MQDF による文字認識システムの開発,” 電子情報通信学会論文誌 D, vol.J98-D, no.2, pp.309-318, 2015.
(DOI: [10.14923/transinfj.2014JDP7090](https://doi.org/10.14923/transinfj.2014JDP7090))
- [10] [H27-B-7] 川村思織, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, “補助線を用いた情景画像からの高精度文字領域抽出,” 画像電子学会誌, vol.45, no.1, pp.62-70, 2016.

(国際)

- [1] [H22-C-1] Seiichi Uchida and Marcus Liwicki, “Part-Based Recognition of Handwritten Characters”, Proceedings of the 12th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, pp.545-550, 2010

(DOI: [10.1109/ICFHR.2010.90](https://doi.org/10.1109/ICFHR.2010.90))

- [2] [H22-C-2] Wenjie Cai, Yaokai Feng and Seiichi Uchida, “Massive Character Recognition with a Large Ground-Truthed Database”, Proceedings of 26th Symposium on Applied Computing, Document Engineering, 2011.
- [3] [H23-A-2] Kazutaka Takeda, Koichi Kise, Masakazu Iwamura, “Memory Reduction for Real-Time Document Image Retrieval with a 20 Million Pages Database”, Proceedings of the Fourth International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition (CBDAR2011), pp.59-64 (2011-9). (Acceptance Rate: 40% (oral))
http://www.m.cs.osakafu-u.ac.jp/publication_data/1244/cbdar2011.pdf
- [4] [H23-A-3] Masakazu Iwamura, Takuya Kobayashi, and Koichi Kise, “Recognition of Multiple Characters in a Scene Image Using Arrangement of Local Features”, Proc. 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), pp.1409-1413 (2011-9) (Acceptance Rate: 66%)
(DOI: [10.1109/ICDAR.2011.283](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2011.283))
- [5] [H23-A-4] Kazutaka Takeda, Koichi Kise, Masakazu Iwamura, “Real-Time Document Image Retrieval for a 10 Million Pages Database with a Memory Efficient and Stability Improved LLAH”, Proceedings of the 2011 International Conference on Document Analysis and Recognition, pp.1054-1058 (2011-9). (Acceptance Rate: 21% (oral)) (DOI: [10.1109/ICDAR.2011.213](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2011.213))
- [6] [H23-A-5] Masaki Tsukada, Masakazu Iwamura, Koichi Kise, “Expanding Recognizable Distorted Characters Using Self-Corrective Recognition”, Proceedings of the 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), pp.327-332 (2012-3). (Acceptance Rate: 69%) (DOI: [10.1109/DAS.2012.37](https://doi.org/10.1109/DAS.2012.37))
- [7] [H23-A-6] Takuya Kobayashi, Takumi Toyama, Faisal Shafait, Masakazu Iwamura, Koichi Kise, Andreas Dengel, “Recognizing Words in Scenes with a Head-Mounted Eye-Tracker”, Proceedings of the 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), pp.333-338 (2012-3). (Acceptance Rate: 69%) (DOI: [10.1109/DAS.2012.74](https://doi.org/10.1109/DAS.2012.74))
- [8] [H23-A-7] Kazutaka Takeda, Koichi Kise, Masakazu Iwamura, “Real-Time Document Image Retrieval on a Smartphone”, Proceedings of the 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012) (2012-3). (Acceptance Rate: 69%) (DOI: [10.1109/DAS.2012.71](https://doi.org/10.1109/DAS.2012.71))
- [9] [H23-B-1] Masako Omachi, Shinichiro Omachi, Hirotomo Aso, and Tsuneo Saito, “Pattern recognition using boundary data of component distributions,” Computers & Industrial Engineering, vol.60, no.3, pp.466-472, April 2011

(DOI: [10.1016/j.cie.2010.08.007](https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.08.007))

- [10] [H23-B-2] Tomo Miyazaki and Shinichiro Omachi, "Representative Graph Generation for Graph-Based Character Recognition," The Journal of the Institute of Image Electronics Engineers of Japan, vol.40, no.3, pp.439-447, May 2011. (DOI: [10.11371/ieeej.40.439](https://doi.org/10.11371/ieeej.40.439))
- [11] [H23-B-3] Yuji Soma, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi, "Separation of Decorative Characters into Skeleton Parts and Decoration Parts," Proceedings of the 2011 China-Korea-Japan Electronics and Communication Conference, pp. 127-130, October 2011. (Acceptance Rate: 100%)
- [12] [H23-C-1] Song Wang, Seiichi Uchida and Marcus Liwicki, "Look Inside the World of Parts of Handwritten Characters", Proceedings of The 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), pp.784-788, Sept. 2011 (Acceptance Rate: 66%) (DOI: [10.1109/ICDAR.2011.161](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2011.161))
- [13] [H23-C-2] Song Wang, Seiichi Uchida and Marcus Liwicki, "Comparative Study of Part-Based Handwritten Character Recognition Methods", Proceedings of The 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), pp.814-818, Sept. 2011 (Acceptance Rate: 66%) (DOI: [10.1109/ICDAR.2011.167](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2011.167))
- [14] [H23-C-3] Yasuhiro Kunishige, Yaokai Feng and Seiichi Uchida, "Scenery Character Detection with Environmental Context", Proceedings of The 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), pp.1049-1053, Sept 2011 (Acceptance Rate: 21% (oral)) (DOI: [10.1109/ICDAR.2011.212](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2011.212))
- [15] [H23-C-4] Seiichi Uchida, Yuki Shigeyoshi, Yasuhiro Kunishige and Yaokai Feng, "A Keypoint-Based Approach Toward Scenery Character Detection", Proceedings of The 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), pp.819-823, Sept 2011 (Acceptance Rate: 66%) (DOI: [10.1109/ICDAR.2011.168](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2011.168))
- [16] [H23-C-5] Wang Song, Marcus Liwicki, and Seiichi Uchida, "Toward Part-based Document Image Decoding" Proceedings of the 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), pp.266-270, March 2012 (Acceptance Rate: 69%) (DOI: [10.1109/DAS.2012.90](https://doi.org/10.1109/DAS.2012.90))
- [17] [H23-C-6] Soma Shiraishi, Yaokai Feng and Seiichi Uchida, "A Part-Based Skew Estimation Method", Proceedings of The 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), pp.185-189, March 2012 (Acceptance Rate: 69%) (DOI: [10.1109/DAS.2012.7](https://doi.org/10.1109/DAS.2012.7))
- [18] [H23-C-7] Asif Shahab, Faisal Shafait, Andreas Dengel and Seiichi Uchida, "How

Salient is Scene Text?”, Proceedings of The 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), pp.317-321, March 2012 (Acceptance Rate: 69%) (DOI: [10.1109/DAS.2012.42](https://doi.org/10.1109/DAS.2012.42))

- [19] [H24-A-2] Megumi Chikano, Koichi Kise, Masakazu Iwamura, Seiichi Uchida, Shinichiro Omachi, “Recovery and localization of handwritings by a camera-pen based on tracking and document image retrieval”, Pattern Recognition Letters (Accepted) (DOI: [10.1016/j.patrec.2012.10.003](https://doi.org/10.1016/j.patrec.2012.10.003)).
- [20] [H24-A-3] Koichi Kise, Riki Kudo, Masakazu Iwamura, Seiichi Uchida, Shinichiro Omachi, “A Proposal of Writing-Life Log and Its Implementation Using a Retrieval-Based Camera-Pen”, 16th International Graphonomics Society Conference (IGS 2013).
http://www.m.cs.osakafu-u.ac.jp/publication_data/1356/IGS.pdf
- [21] [H24-C-1] Minoru Mori, Seiichi Uchida, Hitoshi Sakano, “Global Feature for Online Character Recognition”, Pattern Recognition Letters (Accepted) (DOI: [10.1016/j.patrec.2013.03.036](https://doi.org/10.1016/j.patrec.2013.03.036))
- [22] [H24-C-2] Marcus Liwicki, Seiichi Uchida, Akira Yoshida, Masakazu Iwamura, Shinichiro Omachi, Koichi Kise, “More than Ink - Realization of a Data-Embedding Pen”, Pattern Recognition Letters (Accepted). (DOI: [10.1016/j.patrec.2012.09.001](https://doi.org/10.1016/j.patrec.2012.09.001))
- [23] [H24-C-4] Song Wang, Seiichi Uchida, Marcus Liwicki, Yaokai Feng, “Part-Based Methods for Handwritten Digit Recognition”, Frontiers of Computer Science (Accepted). (DOI: [10.1007/s11704-013-2297-x](https://doi.org/10.1007/s11704-013-2297-x))
- [24] [H24-C-5] Takafumi Matsuo, Song Wang, Yaokai Feng and Seiichi Uchida, “Exploring the Ability of Parts on Recognizing Handwriting Characters”, 16th International Graphonomics Society Conference (IGS 2013).
<http://human.ait.kyushu-u.ac.jp/~uchida/Papers/IGS2013-Matsuo.pdf>
- [25] [H24-C-6] Wenjie Cai, Seiichi Uchida and Hiroaki Sakoe, “An Efficient Radical-Based Algorithm for Stroke-Order Free and Stroke-Number Free Online Kanji Character Recognition”, 16th International Graphonomics Society Conference (IGS 2013).
<http://human.ait.kyushu-u.ac.jp/~uchida/Papers/cwj-icpr2006.pdf>
- [26] [H24-C-7] Yutaro Iwakiri, Soma Shiraishi, Yaokai Feng and Seiichi Uchida, “On the Possibility of Instance-Based Stroke Recovery”, 13th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR2012), (DOI: [10.1109/ICFHR.2012.248](https://doi.org/10.1109/ICFHR.2012.248))
- [27] [H24-C-8] Seiichi Uchida, Ryosuke Ishida, Akira Yoshida, Wenjie Cai and Yaokai Feng, “Character Image Patterns as Big Data”, 13th International Conference on

Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR2012),
(DOI: [10.1109/ICFHR.2012.190](https://doi.org/10.1109/ICFHR.2012.190))

- [28] [H24-C-9] Minoru Mori, Seiichi Uchida and Hitoshi Sakano, “Dynamic Programming Matching with Global Features for Online Character Recognition”, 13th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR2012), (DOI: [10.1109/ICFHR.2012.199](https://doi.org/10.1109/ICFHR.2012.199))
- [29] [H24-C-10] Seiichi Uchida, Satoshi Hokahori, and Yaokai Feng, “Analytical Dynamic Programming Matching”, Fifth Workshop on Non-Rigid Shape Analysis and Deformable Image Alignment (NORDIA'12) ,
(DOI: [10.1007/978-3-642-33863-2_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33863-2_10))
- [30] [H24-C-11] Song Wang, Seiichi Uchida, and Marcus Liwicki, “Part-Based Method on Handwritten Texts”, 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012).
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6460141&queryText=Part-Based%20Method%20on%20Handwritten%20Texts&newsearch=true>
- [31] [H24-C-12] Rong Huang, Shinpei Oba, Shivakumara Palaiahnakote, and Seiichi Uchida, “Scene Character Detection and Recognition Based on Multiple Hypotheses Framework”, 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012).
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6460235&newsearch=true&queryText=Scene%20Character%20Detection%20and%20Recognition%20Based%20on%20Multiple%20Hypotheses%20Framework>
- [32] [H24-C-13] Seiichi Uchida, Masahiro Fukutomi, Koichi Ogawara, and Yaokai Feng, “Non-Markovian Dynamic Time Warping”, 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012).
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6460623&newsearch=true&queryText=Non-Markovian%20Dynamic%20Time%20Warping>
- [33] [H25-A-1] G. Bahle, P. Lukowicz, K. Kunze, K. Kise. I see you: How to improve wearable activity recognition by leveraging information from environmental cameras. Work in Progress at IEEE Pervasive Computing and Communication (PerCom) Conference Best Work in Progress.
(DOI: [10.1109/PerComW.2013.6529528](https://doi.org/10.1109/PerComW.2013.6529528))
- [34] [H25-A-2] K. Kunze, H. Kawaichi, K. Yoshimura, K. Kise. Towards inferring language expertise using eye tracking. Work in Progress at ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
(DOI: [10.1145/2468356.2468396](https://doi.org/10.1145/2468356.2468396))
- [35] [H25-A-3] Kai Kunze. Real-life Activity Recognition - Focus on Recognizing

Reading Activities. Proc. 5th International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition (CBDAR 2013).

(DOI: [10.1007/978-3-319-05167-3_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05167-3_14))

- [36] [H25-A-4] Dimosthenis Karatzas, Faisal Shafait, Seiichi Uchida, Masakazu Iwamura, Lluís Gómez i Bigorda, Sergi Robles Mestre, Joan Mas, David Fernandez Mota, Jon Almazan Almazan and Lluís Pere de las Heras, “ICDAR 2013 Robust Reading Competition”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013).

(DOI: [10.1109/ICDAR.2013.221](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.221))

- [37] [H25-A-5] K. Kunze, Y. Shiga, S. Ishimaru, Y. Utsumi, K. Kise. Reading activity recognition using an off-the-shelf EEG — detecting reading activities and distinguishing genres of documents. Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013).

(DOI: [10.1109/ICDAR.2013.27](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.27))

- [38] [H25-A-6] Takumi Toyama, Wakana Suzuki, Andreas Dengel, Koichi Kise. Wearable Reading Assist System: Augmented Reality Document Combining Document Retrieval and Eye Tracking. Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013).

(DOI: [10.1109/ICDAR.2013.15](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.15))

- [39] [H25-A-7] K. Kunze, H. Kawaichi, K. Yoshimura, K. Kise. The Wordometer – Estimating the Number of Words Read Using Document Image Retrieval and Mobile Eye Tracking. Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013). (DOI: [10.1109/ICDAR.2013.14](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.14))

- [40] [H25-A-8] Hongxing Gao, Marçal Rusinol, Dimosthenis Karatzas, Josep Lladós, Tomokazu Sato, Masakazu Iwamura and Koichi Kise, “Key-region Detection for Document Images ---Application to Administrative Document Retrieval”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013). (DOI: [10.1109/ICDAR.2013.53](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.53))

- [41] [H25-A-9] Sheraz Ahmed, Koichi Kise, Masakazu Iwamura, Marcus Liwicki, and Andreas Dengel, “Automatic Ground Truth Generation of Camera Captured Documents Using Document Image Retrieval”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013).

(DOI: [10.1109/ICDAR.2013.111](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.111))

- [42] [H25-A-10] Takuya Kobayashi, Masakazu Iwamura, Takahiro Matsuda and Koichi Kise, “An Anytime Algorithm for Camera-Based Character Recognition”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013). (DOI: [10.1109/ICDAR.2013.231](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.231))

- [43] [H25-A-11] Masakazu Iwamura, Masaki Tsukada and Koichi Kise, "Automatic Labeling for Scene Text Database", Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013).
(DOI: [10.1109/ICDAR.2013.276](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.276))
- [44] [H25-A-12] K. Kunze, S. Ishimaru, Y. Utsumi, K. Kise. My Reading Life – Towards Utilizing Eyetracking on Unmodified Tablets and Phones. Adjunct Proceedings of UBICOMP. (DOI: [10.1145/2494091.2494179](https://doi.org/10.1145/2494091.2494179))
- [45] [H25-A-13] K. Kunze, K. Tanaka, M. Iwamura, K. Kise. Annotate Me – Supporting Active Reading using Real-Time Document Image Retrieval On Mobile Devices. Adjunct Proceedings of UBICOMP.
(DOI: [10.1145/2494091.2494165](https://doi.org/10.1145/2494091.2494165))
- [46] [H25-A-14] K. Kunze, A. Bulling, Y. Utsumi, S. Yuki, K. Kise. I know what you are reading – Recognition of document types using mobile eye tracking. International Symposium on Wearable Computers (ISWC).
(DOI: [10.1145/2493988.2494354](https://doi.org/10.1145/2493988.2494354))
- [47] [H25-A-15] A. Shirazi, N. Henze, T. Dingler, K. Kunze, A. Schmidt. Upright or Sideways? Analysis of Smartphone Postures in the Wild. Mobile HCI.
(DOI: [10.1145/2493190.2493230](https://doi.org/10.1145/2493190.2493230))
- [48] [H25-A-16] Takumi Toyama, Wakana Suzuki, Andreas Dengel, Koichi Kise. User Attention Oriented Augmented Reality on Documents with Document Dependent Dynamic Overlay. Proc. International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2013). (DOI: [10.1109/ISMAR.2013.6671814](https://doi.org/10.1109/ISMAR.2013.6671814))
- [49] [H25-A-17] Masakazu Iwamura, Tomokazu Sato and Koichi Kise, "What Is the Most Efficient Way to Select Nearest Neighbor Candidates for Fast Approximate Nearest Neighbor Search?", Proc. 14th International Conference on Computer Vision (ICCV 2013). (Accepted) (DOI: [10.1109/ICCV.2013.439](https://doi.org/10.1109/ICCV.2013.439))
- [50] [H25-C-1] Takafumi Matsuo, Song Wang, Yaokai Feng and Seiichi Uchida. Exploring the Ability of Parts on Recognizing Handwriting Characters. 16th International Graphonomics Society Conference (IGS 2013).
<http://human.ait.kyushu-u.ac.jp/~uchida/Papers/IGS2013-Matsuo.pdf>
- [51] [H25-C-2] Wenjie Cai, Seiichi Uchida and Hiroaki Sakoe. An Efficient Radical-Based Algorithm for Stroke-Order Free and Stroke-Number Free Online Kanji Character Recognition. 16th International Graphonomics Society Conference (IGS 2013).
<http://human.ait.kyushu-u.ac.jp/~uchida/Papers/IGS2013-Cai.pdf>
- [52] [H25-C-3] Soma Shiraishi, Yaokai Feng, Seiichi Uchida. Skew Estimation by Parts, IEICE Transactions on Information & Systems.

http://human.ait.kyushu-u.ac.jp/~uchida/Papers/e96-d_7_1503.pdf

- [53] [H25-C-4] Chihiro Nakamoto, Rong Huang, Sota Koizumi, Ryosuke Ishida, Yaokai Feng and Seiichi Uchida. Font Distribution Analysis by Network. The Fifth International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition (CBDAR 2013).
(Post-proceedings: DOI: [10.1007/978-3-319-05167-3_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05167-3_7))
- [54] [H25-C-5] Renwu Gao, Faisal Shafait, Seiichi Uchida and Yaokai Feng. Saliency inside Saliency - A Hierarchical Usage of Visual Saliency for Scene Character Detection. The Fifth International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition (CBDAR 2013).
(Post-proceedings: DOI: [10.1007/978-3-319-05167-3_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05167-3_2))
- [55] [H25-C-6] Rong Huang, Palaiahnakote Shivakumara and Seiichi Uchida. Scene Character Detection by an Edge-Ray Filter. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). (DOI: [10.1109/ICDAR.2013.99](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.99))
- [56] [H25-C-7] Takashi Kimura, Rong Huang, Seiichi Uchida, Masakazu Iwamura, Shinichiro Omachi and Koichi Kise, "The Reading-life Log --- Technologies to Recognize Texts That We Read", Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013).
(DOI: [10.1109/ICDAR.2013.26](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.26))
- [57] [H25-C-8] Yugo Terada, Rong Huang, Yaokai Feng and Seiichi Uchida. On the Possibility of Structure Learning-Based Scene Character Detector. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR).
(DOI: [10.1109/ICDAR.2013.101](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.101))
- [58] [H25-C-9] Masanori Goto, Ryosuke Ishida, Yaokai Feng and Seiichi Uchida. Analyzing the Distribution of a Large-scale Character Pattern Set Using Relative Neighborhood Graph. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). (DOI: [10.1109/ICDAR.2013.10](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.10))
- [59] [H25-C-10] Song Wang, Seiichi Uchida and Marcus Liwicki. Part-Based Recognition of Arbitrary Fonts. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). (DOI: [10.1109/ICDAR.2013.41](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.41))
- [60] [H25-C-11] Rong Huang, Palaiahnakote Shivakumara, Yaokai Feng, Seiichi Uchida. Scene Character Detection and Recognition with Cooperative Multiple-Hypothesis Framework. IEICE Transactions on Information & Systems (Accepted).
http://human.ait.kyushu-u.ac.jp/~uchida/Papers/e96-d_10_2235.pdf
- [61] [H25-C-12] Koichi Ogawara, Masahiro Fukutomi, Seiichi Uchida, Yaokai Feng. A Voting-Based Sequential Pattern Recognition Method. PLOS ONE, (Accepted).

(DOI: [10.1371/journal.pone.0076980](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076980))

- [62] [H26-A-2] Masakazu Iwamura, Masashi Imura, Shinsaku Hiura and Koichi Kise, “Recognition of Defocused Patterns”, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications (CVA), 6, pp.48-52, 2014. (DOI: [10.11185/imt.9.341](https://doi.org/10.11185/imt.9.341))
- [63] [H26-A-3] Takahiro Matsuda, Masakazu Iwamura and Koichi Kise, “Performance Improvement in Local Feature Based Camera-Captured Character Recognition”, Proceedings of the 11th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2014), pp.196-201, 2014. (DOI: [10.1109/DAS.2014.78](https://doi.org/10.1109/DAS.2014.78))
- [64] [H26-A-4] Jiyin He, Kai Kunze, Christoph Lof, Sanjay Kumar Madria, Stephan Sigg, “Towards Mobile Sensor-Aware Crowdsourcing: Architecture, Opportunities and Challenges”, DASFAA Workshops 2014: pp. 403-412, 21, April 2014. (DOI: [10.1007/978-3-662-43984-5_31](https://doi.org/10.1007/978-3-662-43984-5_31))
- [65] [H26-A-5] Yuki Shiga, Takumi Toyama, Yuzuko Utsumi, Andreas Dengel, Koichi Kise, “Daily Activity Recognition Combining Gaze Motion and Visual Features”, PETMEI 2014: The 4th International Workshop on Pervasive Eye Tracking and Mobile Eye-based Interaction, Proceedings of the 16th International Conference on Ubiquitous Computing, pp.1103-1111, 2014. (DOI: [10.1145/2638728.2641691](https://doi.org/10.1145/2638728.2641691))
- [66] [H26-A-6] Shoya Ishimaru, Kai Kunze, Koichi Kise, Masahiko Inami, “Position Paper: Brain Teasers — Toward Wearable Computing that Engages Our Mind”, Proceedings of the 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), pp.1405-1408, 2014. (DOI: [10.1145/2638728.2641722](https://doi.org/10.1145/2638728.2641722))
- [67] [H26-A-7] Shoya Ishimaru, Kai Kunze, Katsuma Tanaka, Yuji Uema, Koichi Kise, Masahiko Inami, “Smarter Eyewear — Using Commercial EOG Glasses for Activity Recognition”, Proceedings of the 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), pp.239-242, 2014. (DOI: [10.1145/2638728.2638795](https://doi.org/10.1145/2638728.2638795))
- [68] [H26-A-8] Shoya Ishimaru, Jens Weppner, Andreas Poxrucker, Paul Lukowicz, Kai Kunze, Koichi Kise, “Shiny — An Activity Logging Platform for Google Glass”, Proceedings of the 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), pp.283-286, 2014. (DOI: [10.1145/2638728.2638798](https://doi.org/10.1145/2638728.2638798))
- [69] [H26-A-9] Ayano Okoso, Kai Kunze, and Kise Koichi, “Implicit Gaze based Annotations to Support Second Language Learning”, Proceedings of UbiComp'14 Adjunct, pp.143-146, 2014. (DOI: [10.1145/2638728.2638783](https://doi.org/10.1145/2638728.2638783))
- [70] [H26-A-10] Katsuma Tanaka, Kai Kunze, Motoi Iwata, Koichi Kise, “Memory Specs — An Annotation System on Google Glass using Document Image

Retrieval”, Proceedings of the 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), pp.267-270, 2014.

(DOI: [10.1145/2638728.2638775](https://doi.org/10.1145/2638728.2638775))

- [71] [H26-A-11] Masakazu Iwamura, Nobuaki Matozaki and Koichi Kise, “Fast Instance Search Based on Approximate Bichromatic Reverse Nearest Neighbor Search”, Proc. of the ACM International Conference on Multimedia (MM '14), pp.1121-1124, 2014. (DOI: [10.1145/2647868.2654988](https://doi.org/10.1145/2647868.2654988))
- [72] [H26-A-12] Koichi Kise, Shinichiro Omachi, Seiichi Uchida, Masakazu Iwamura and Marcus Liwicki, “Data Embedding into Characters”, Trans. IEICE, E98-D, 1, pp.10-20, 2015. (DOI: [10.1587/transinf.2014MUI0002](https://doi.org/10.1587/transinf.2014MUI0002))
- [73] [H26-C-3] Minoru Mori, Seiichi Uchida, Hitoshi Sakano, “Global Feature for Online Character Recognition”, Pattern Recognition Letters, vol.35, no.1 pp.142-148, 2014 (DOI: [10.1016/j.patrec.2013.03.036](https://doi.org/10.1016/j.patrec.2013.03.036))
- [74] [H26-C-4] Marcus Liwicki, Seiichi Uchida, Akira Yoshida, Masakazu Iwamura, Shinichiro Omachi, Koichi Kise, “More than Ink - Realization of a Data-Embedding Pen”, Pattern Recognition Letters, vol.35, no.1 pp.246-255, 2014 (DOI: [10.1016/j.patrec.2012.09.001](https://doi.org/10.1016/j.patrec.2012.09.001))
- [75] [H26-C-5] Cai Wenjie, Seiichi Uchida, Hiroaki Sakoe, Comparative Performance Analysis of Stroke Correspondence Search Methods for Stroke-Order Free Online Multi-Stroke Character Recognition, Frontiers of Computer Science, vol.8, issue 5, pp.773-784, 2014 (DOI: [10.1007/s11704-014-3207-6](https://doi.org/10.1007/s11704-014-3207-6))
- [76] [H26-C-6] Markus Weber, Christopher Scholzel, Marcus Liwicki, Seiichi Uchida, Didier Stricker, “LSTM-Based Early Recognition of Motion Patterns,” International Conference on Pattern Recognition (ICPR2014), pp.3552-3557, 2014. (DOI: [10.1109/ICPR.2014.611](https://doi.org/10.1109/ICPR.2014.611))
- [77] [H26-C-7] Volkmar Frinken, Yutaro Iwakiri, Ryosuke Ishida, Kensho Fujisaki, Seiichi Uchida, “Improving Point of View Scene Recognition by Considering Textual Data,” International Conference on Pattern Recognition (ICPR2014), pp.404-413, 2014. (DOI: [10.1109/ICPR.2014.512](https://doi.org/10.1109/ICPR.2014.512))
- [78] [H26-C-8] Kohei Inai, Marten Palsson, Volkmar Frinken, Yaokai Feng, Seiichi Uchida, “Selective Concealment of Characters for Privacy Protection,” International Conference on Pattern Recognition (ICPR2014), pp.333-338, 2014. (DOI: [10.1109/ICPR.2014.66](https://doi.org/10.1109/ICPR.2014.66))
- [79] [H26-C-9] Renu Gao, Seiichi Uchida, Asif Shahab, Faisal Shafait, Volkmar Frinken, “Visual Saliency Models for Text Detection in Real World”, PLoS ONE, vol.9, no.12, e114539, 2014 (DOI: [10.1371/journal.pone.0114539](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114539))
- [80] [H26-C-10] Ryota Ogata, Minoru Mori, Volkmar Frinken and Seiichi Uchida,

- “Constrained AdaBoost for Totally-Ordered Global Features”, Proceedings of the 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, pp.393-398, 2014. (DOI: [10.1109/ICFHR.2014.72](https://doi.org/10.1109/ICFHR.2014.72))
- [81] [H26-C-11] Volkmar Frinken, Ryosuke Kakisako and Seiichi Uchida, “A Novel HMM Decoding Algorithm Permitting Long-Term Dependencies and its Application to Handwritten Word Recognition”, Proceedings of the 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, pp.128-133, 2014. (DOI: [10.1109/ICFHR.2014.29](https://doi.org/10.1109/ICFHR.2014.29))
- [82] [H26-C-12] Muhammad Imran Malik, Marcus Liwicki, Andreas Dengel, Seiichi Uchida and Volkmar Frinken, “Automatic Signatures Stability Analysis and Verification Using Local Features”, Proceedings of the 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, pp.621-626, 2014. (DOI: [10.1109/ICFHR.2014.109](https://doi.org/10.1109/ICFHR.2014.109))
- [83] [H26-C-13] Volkmar Frinken, Nilanjana Bhattacharya, Seiichi Uchida and Umapada Pal, “Improved BLSTM Neural Networks for Recognition of On-line Bangla Complex Words”, Proceedings of Joint International Workshops on Statistical Techniques in Pattern Recognition and Structural and Syntactic Pattern Recognition, pp.404-413, 2014. (DOI: [10.1007/978-3-662-44415-3_41](https://doi.org/10.1007/978-3-662-44415-3_41))
- [84] [H26-C-14] Koichi Kise, Shinichiro Omachi, Seiichi Uchida, Masakazu Iwamura, Marcus Liwicki, Data Embedding into Characters, IEICE Transactions on Information & Systems, vol.E98-D, no.1, pp.10-20, 2015 (DOI: [10.1587/transinf.2014MUI0002](https://doi.org/10.1587/transinf.2014MUI0002))
- [85] [H26-C-15] Tomo Miyazaki and Shinichiro Omachi, “Finding Stroke Parts for Rough Text Detection in Scene Images with Random Forest,” Proceedings of 2015 Joint Conference of IWAIT and IFMIA, 2015.
- [86] [H26-C-16] Andreas Fischer, Seiichi Uchida, Volkmar Frinken, Kaspar Riesen, Horst Bunke, “Improving Hausdorff Edit Distance Using Structural Node Context,” Proceedings of the 10th IAPR-TC15 Workshop on Graph-based Representations in Pattern Recognition, LNCS, vol.9069, pp 148-157, 2015. (DOI: [10.1007/978-3-319-18224-7_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-18224-7_15))
- [87] [H26-D-1] Tilman Dingler, Alireza Sahami Shirazi, Kai Kunze, and Albrecht Schmidt, “Assessment of Stimuli for Supporting Speed Reading on Electronic Devices”, Proceedings of Augmented Human, pp.117-124, 2015. (DOI: [10.1145/2735711.2735796](https://doi.org/10.1145/2735711.2735796))
- [88] [H26-D-2] Kai Kunze, Masai Katsutoshi, Yuji Uema, and Masahiko Inami, “How Much Do You Read? – Counting the Number of Words a User Reads Using Electrooculography”, Proceedings of Augmented Human, pp.125-128, 2015.

(DOI: [10.1145/2735711.2735832](https://doi.org/10.1145/2735711.2735832))

- [89] [H26-D-3] Kai Kunze, Susana Sanchez, Tilman Dingler, Olivier Augereau, Koichi Kise, Masahiko Inami, Tsutomu Terada, “The Augmented Narrative - Toward Estimating Reader Engagement”, Proceedings of Augmented Human, pp.163-164, 2015. (DOI: [10.1145/2735711.2735814](https://doi.org/10.1145/2735711.2735814))
- [90] [H27-A-2] Shoya Ishimaru, Kai Kunze, Katsuma Tanaka, Yuji Uema, Koichi Kise and Masahiko Inami, "Smart Eyewear for Interaction and Activity Recognition", Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp.307-310, 2015.
(DOI: [10.1145/2702613.2725449](https://doi.org/10.1145/2702613.2725449))
- [91] [H27-A-3] Dimosthenis Karatzas, Lluís Gómez-Bigorda, Angelos Nicolaou, Suman Ghosh, Andrew Bagdanov, Masakazu Iwamura, Jiri Matas, Lukas Neumann, Vijay Ramaseshan Chandrasekhar, Shijian Lu, Faisal Shafait, Seiichi Uchida, and Ernest Valveny, "ICDAR 2015 Robust Reading Competition", Proc. 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), pp.1156-1160, 2015. (DOI: [10.1109/ICDAR.2013.221](https://doi.org/10.1109/ICDAR.2013.221))
- [92] [H27-A-4] Kai Kunze, Yuji Uema, Katsuma Tanaka, Shoya Ishimaru, Koichi Kise and Masahiko Inami, "MEME — Eye Wear Computing to Explore Human Behavior", Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication (UbiComp2015) , 2015.
(DOI: [10.1145/2800835.2800900](https://doi.org/10.1145/2800835.2800900))
- [93] [H27-A-5] Mizuki Matsubara, Joachim Folz, Takumi Toyama, Marcus Liwicki, Andreas Dengel, Koichi Kise, "Extraction of Read Text for Automatic Video Annotation", Adjunct Proceedings of UbiComp2015, pp.849-856, 2015.
(DOI: [10.1145/2800835.2804333](https://doi.org/10.1145/2800835.2804333))
- [94] [H27-A-6] Kazuyo Yoshimura, Kai Kunze, Koichi Kise, “The Eye as the Window of the Language Ability: Estimation of English Skills by Analyzing Eye Movement While Reading Documents”, Proc. 13th International Conference on Document Analysis and Recognition, 5 pages, 2015.
- [95] [H27-A-7] Olivier Augereau, Koichi Kise, Kensuke Hoshika, “A Proposal of a Document Image Reading-Life Log,” Proc. 13th International Conference on Document Analysis and Recognition, 5 pages, 2015.
- [96] [H27-A-8] Mizuki Matsubara, Joachim Folz, Takumi Toyama, Marcus Liwicki, AndreasDengel, Koichi Kise, Extraction of Read Text for Automatic Video Annotation, UbiComp/ISWC'15 Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers,

- pp.849-854, 2015. (DOI: [10.1145/2800835.2804333](https://doi.org/10.1145/2800835.2804333))
- [97] [H27-A-9] Shoya Ishimaru, Koichi Kise, Quantifying the Mental State on the Basis of Physical and Social Activities, Proc. of WAHM: 2nd Workshop on Ubiquitous Technologies to Augment the Human Mind: Towards the Knowledge Log, pp.1217-1220, 2015. (DOI: [10.1145/2800835.2807934](https://doi.org/10.1145/2800835.2807934))
 - [98] [H27-A-10] Riki Kudo, Olivier Augereau, Takuto Rou, Koichi Kise, Reading Similarity Measure Based on Comparison of Fixation Sequences, Proc. of WAHM: 2nd Workshop on Ubiquitous Technologies to Augment the Human Mind: Towards the Knowledge Log, pp.1221-1226, 2015. (DOI: [10.1145/2800835.2807935](https://doi.org/10.1145/2800835.2807935))
 - [99] [H27-A-11] Charles Lima Sanches, Olivier Augereau, Koichi Kise, Eye gaze and text line matching for reading analysis, Proc. of WAHM: 2nd Workshop on Ubiquitous Technologies to Augment the Human Mind: Towards the Knowledge Log, pp.1227-1233, 2015. (DOI: [10.1145/2800835.2807936](https://doi.org/10.1145/2800835.2807936))
 - [100] [H27-A-12] Yusuke Oguma, Koichi Kise, Media-Independent Stamp-Based Document Annotation Using DocumentImage Retrieval, Proc. of the 1st International Workshop on Visual Recognition and Retrieval for Mixed and Augmented Reality (ISMAR2015), 2015.
 - [101] [H27-A-13] Yusuke Oguma, Koichi Kise, Camera-Based System for User Friendly Annotation of Documents, The 12th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2016), 2016.
 - [102] [H27-B-2] Shuhei Toba, Hirotaka Kudo, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi, "Ultra-low Resolution Character Recognition System with Pruning Mutual Subspace Method," Proceedings of the IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan, pp.284-285, 2015. (Acceptance rate: 67%) (DOI: [10.1109/ICCE-TW.2015.7216900](https://doi.org/10.1109/ICCE-TW.2015.7216900))
 - [103] [H27-B-3] Shun Chiba, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi, "Estimation of Gazing Points in Environment Using Eye Tracker and Omnidirectional Camera," Proceedings of the IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan, pp.47-48, 2015. (Acceptance rate: 67%) (DOI: [10.1109/ICCE-TW.2015.7217003](https://doi.org/10.1109/ICCE-TW.2015.7217003))
 - [104] [H27-B-4] Yoshihiro Sugaya, Kei Sugibuchi, and Shinichiro Omachi, "Effectiveness of Integration of Multiple Classification Methods within the AdaBoost Framework," IEEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing, vol.3, no.2, pp.174-184, 2015.
 - [105] [H27-B-5] Shota Kaneko, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi, "An Encoding Method for Images Containing Textual Information for Very Low-Bandwidth Transmission," ITE Transactions on Media Technology and Applications, vol.4,

- no.1, pp.10-20, 2016. (DOI: [10.3169/mta.4.10](https://doi.org/10.3169/mta.4.10))
- [106] [H27-B-6] Yosuke Nozue, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi, “Efficient Coding for Video Including Text Using Image Generation,” *Journal of Information Processing*, vol.24, no.2, pp.330-338, 2016. (DOI: [10.2197/ipsjip.24.330](https://doi.org/10.2197/ipsjip.24.330))
- [107] [H27-B-8] Kento Tonosaki, Yoshihiro Sugaya, Tomo Miyazaki, Shinichiro Omachi, “Indoor Localization by Map Matching Using One Image of Guide Plate,” *Proceedings of The Eighth International Conferences on Pervasive Patterns and Applications*, pp.22-26, 2016. (Acceptance rate: 30%)
- [108] [H27-C-1] Seiichi Uchida, Yuji Egashira, Kota Sato, Exploring the World of Fonts for Discovering the Most Standard Fonts and the Missing Fonts, *Proceedings of The 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015)*, 2015.
- [109] [H27-C-2] Ryosuke Kakisako, Seiichi Uchida, Volkmar Frinken, Learning Non-Markovian Constraints for Handwriting Recognition, *13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015)*, 2015.
- [110] [H27-C-3] Volkmar Frinken, Seiichi Uchida, Deep BLSTM Neural Networks for Unconstrained Continuous Handwritten Text Recognition, *13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015)*, 2015.
- [111] [H27-C-4] Masanori Goto, Ryosuke Ishida, Seiichi Uchida, Preselection of Support Vector Candidates by Relative Neighborhood Graph for Large-Scale Character Recognition, *13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015)*, 2015.
- [112] [H27-C-5] Dimosthenis Karatzas, Lluís Gómez-Bigorda, Angelos Nicolaou, Suman Ghosh, Andrew Bagdanov, Masakazu Iwamura, Jiri Matas, Lukas Neumann, Vijay Ramaseshan Chandrasekhar, Shijian Lu, Faisal Shafait, Seiichi Uchida, Ernest Valveny, *ICDAR 2015 Competition on Robust Reading, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015)*, 2015.
- [113] [H27-C-6] Renwu Gao, Shoma Eguchi, Seiichi Uchida, True Color Distributions of Scene Text and Background, *13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015)*, 2015.
- [114] [H27-C-7] Brian Iwana, Seiichi Uchida, Kaspar Riesen, Volkmar Frinken, Tackling Pattern Recognition by Vector Space Embedding, *13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015)*, 2015.
- [115] [H27-C-8] Donato Barbuzzi, Giuseppe Pirlo, Seiichi Uchida, Volkmar Frinken, Donato Impedovo, Similarity-based Regularization for Semi-Supervised Learning

for Handwritten Digit Recognition, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), 2015.

- [116] [H27-C-9] Jiamin Xu, Palaiahnakote Shivakumara, Tong Lu, Chew Lim Tan, Seiichi Uchida, A New Method for Multi Oriented Graphics-Scene-3D Text Classification in Video, Pattern Recognition, vol.49, pp.19-42, 2016
(DOI: [10.1016/j.patcog.2015.07.002](https://doi.org/10.1016/j.patcog.2015.07.002))
- [117] [H27-C-10] Hiroaki Takebe, Seiichi Uchida, Efficient anchor graph hashing with data-dependent anchor selection, IEICE Transactions on Information & Systems, vol.E98-D, no.11, pp.1745-1361, 2015. (DOI: [10.1587/transinf.2015EDL8060](https://doi.org/10.1587/transinf.2015EDL8060))
- [118] [H27-C-11] Liuan Wang, Seiichi Uchida, Wei Fan, Jun Sun, Globally Optimal Text Line Extraction based on K-Shortest Paths Algorithm, The 12th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2016), Accepted, 2016.
- [119] [H27-C-12] Anna Zhu, Renwu Gao, Seiichi Uchida, Could Scene Context be Beneficial for Scene Text Detection? Pattern Recognition, Accepted, 2016
(DOI: [10.1016/j.patcog.2016.04.011](https://doi.org/10.1016/j.patcog.2016.04.011))
- [120] [H27-D-1] Oliver Amft, Florian Wahl, Shoya Ishimaru, Kai Kunze: Making Regular Eyeglasses Smart. IEEE Pervasive Computing 14(3): 32-43, 2015.
(DOI: [10.1109/MPRV.2015.60](https://doi.org/10.1109/MPRV.2015.60))
- [121] [H27-D-2] Kai Kunze, Katsutoshi Masai, Masahiko Inami, Ömer Sacakli, Marcus Liwicki, Andreas Dengel, Shoya Ishimaru, Koichi Kise: Quantifying reading habits: counting how many words you read. UbiComp 2015: 87-96
(DOI: [10.1145/2750858.2804278](https://doi.org/10.1145/2750858.2804278))
- [122] [H27-D-3] Heng Gu, Susana Sanchez, Kai Kunze, Masahiko Inami: An augmented e-reader for multimodal literacy. UbiComp/ISWC Adjunct 2015: 353-356 (DOI: [10.1145/2800835.2800897](https://doi.org/10.1145/2800835.2800897))
- [123] [H27-D-4] Katsutoshi Masai, Yuta Sugiura, Katsuhiko Suzuki, Sho Shimamura, Kai Kunze, Masa Ogata, Masahiko Inami, Maki Sugimoto: AffectiveWear: towards recognizing affect in real life. UbiComp/ISWC Adjunct 2015: 357-360
(DOI: [10.1145/2800835.2800898](https://doi.org/10.1145/2800835.2800898))
- [124] [H27-D-5] Kai Kunze, Katsuma Tanaka, Shoya Ishimaru, Yuji Uema, Koichi Kise, Masahiko Inami: MEME: eye wear computing to explore human behavior. UbiComp/ISWC Adjunct 2015: 361-363 (DOI: [10.1145/2800835.2800900](https://doi.org/10.1145/2800835.2800900))

(2) その他の著作物(総説、書籍など)

- [1] Masakazu Iwamura, Tomohiko Tsuji and Koichi Kise, “Real-life clickable text”, SPIE Newsroom, 2010 (DOI: [10.1117/2.1201012.003308](https://doi.org/10.1117/2.1201012.003308)).

- [2] 黄瀬 浩一, 岩村 雅一, “特徴点の高速照合とその文書画像検索への応用”, 電子情報通信学会誌, vol.94, no.8, pp.836-841, 東京, 2011. (NAID: [110008687337](#))
- [3] Seiichi Uchida, Marcus Liwicki, Masakazu Iwamura, Shinichiro Omachi, Koichi Kise, “Data-Embedding Pen”, in Multimedia Information Hiding Technologies and Methodologies for Controlling Data (Eds. by K. Kondo), IGI Global, 2012 (DOI: [10.4018/978-1-4666-2217-3.ch018](#))
- [4] Seiichi Uchida, “Statistical Deformation Model for Handwritten Character Recognition”, in Recent Advances in Document Recognition and Understanding, InTech, 2011 (DOI: [10.5772/38343](#))
- [5] 岩村雅一, “高速・高精度な近似最近傍探索の実現”, TELECOM FRONTIER, 80, 2013. ([link](#))
- [6] Kai Kuzne, Masakazu Iwamura, Koichi Kise, Seiichi Uchida, Shinichiro Omachi, “Activity Recognition for the Mind: Toward a Cognitive “Quantified Self””, IEEE Computer Vol.46, No.10, pp.105-108, 2013. (DOI: [10.1109/MC.2013.339](#))
- [7] Masakazu Iwamura, Faisal Shafait (Eds.), Camera-Based Document Analysis and Recognition - 5th International Workshop, CBDAR 2013, Revised Selected Papers, 8357, LNCS, Springer, 2014. (DOI: [10.1007/978-3-319-05167-3](#))
- [8] Koichi Kise, “Page Segmentation Techniques in Document Analysis”, in Handbook of Document Image Processing and Recognition (Eds. by D.Doermann and K.Tombre), Springer-Verlag, 135-175, London, 2014 (DOI [10.1007/978-0-85729-859-1_5](#))
- [9] Seiichi Uchida, “Text Localization and Recognition in Images and Video” in Handbook of Document Image Processing and Recognition (Eds. by D.Doermann and K.Tombre), Springer-Verlag, 843-883, London, 2014 (DOI [10.1007/978-0-85729-859-1_28](#))
- [10] 黄瀬 浩一, 大町 真一郎, 内田 誠一, 岩村 雅一, “文字・文書メディアの新しい利用基盤技術の開発への取り組み”, 電子情報通信学会誌, 98, 4, pp.311-327, 2015. (NAID: [110009923185](#))
- [11] 黄瀬 浩一, “「読む」を読む: Reading-Life Log というチャレンジとそれを支える画像処理技術, 日本画像学会誌, 55, 3, (2016) [掲載予定]

(3) 国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 9 件、国際会議 8 件)

(国内)

- [1] 岩村雅一(大阪府立大学), “カメラを用いた文字認識・文書解析の現状と課題”, 情報数物研究会, 東北大学 大学院情報科学研究科, 2011 年 10 月 28 日

<http://www.smapip.is.tohoku.ac.jp/seminar11.html>

- [2] 岩村雅一(大阪府立大学), “大規模事例の近似最近傍探索に基づく高速なパターン認識～特定物体認識・文書画像検索・文字認識を例に～”, 第 1 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 東京理科大学 九段校舎, 2011 年 11 月 23 日

<http://www.aoki.ecei.tohoku.ac.jp/sbra2011/>

- [3] 岩村雅一(大阪府立大学), “情景中文字認識技術の最近の話題”, 情報数物研究会, 東北大学 大学院情報科学研究科, 2012 年 7 月 20 日

<http://www.smapip.is.tohoku.ac.jp/seminar12.html>

- [4] 岩村雅一(大阪府立大学), “大規模事例を用いる高速なパターン認識とその応用”, FIT2013 イベント企画 受賞者フォーラム:メディア認識・理解の最前線と若手へのメッセージ, 鳥取大学, 2013 年 9 月 4 日

http://www.ipsj.or.jp/event/fit/fit2013/event_2-3.html

- [5] 大町真一郎(東北大学), “ビッグデータ時代の文字検出・文字認識技術 ー少数サンプルから大規模データへー”, 精密工学会・画像応用技術専門委員会 サマーセミナー2014「未来を拓くビジョン技術」, 仙台, 2014 年 8 月 20 日

http://www.tc-iaip.org/ss2014/SS2014_program_ver3.pdf

- [6] 大町真一郎(東北大学), “「文字認識技術の変遷と最新動」, マシンビジョン研究会Ⅱ 第 2 回研究会, 仙台, 2015 年 1 月 27 日

- [7] 大町真一郎(東北大学), “画像認識・画像処理・パターン認識の技術とその応用”, 公益財団法人みやぎ産業復興機構第一回企業間交流会・勉強会, 仙台, 2015 年 7 月 10 日

- [8] 内田誠一(九州大学), “動的計画法のすすめ ～簡単・安定・多用途な最適化法～”, 第 18 回画像センシングシンポジウム(SSII2012)チュートリアル講演会, パシフィコ横浜アネックスホール, 2012 年 6 月 6 日

http://www.ssii.jp/12/special_program_tutorial.html

- [9] 内田誠一(九州大学), “文字の誘目性について”, 第 75 回情報処理学会全国大会イベント企画人間調和型情報社会構築に向けた人間行動理解の技術 ～視覚的顕著性評価関連技術を中心に～, 東北大学川内キャンパス(宮城県仙台市), 2013 年 3 月 7 日

http://www.ipsj.or.jp/event/taikai/75/event_2-6.html

(国際)

- [1] Koichi Kise(大阪府立大学), “Document Identification”, Invited Talk, International Workshop on DigitalMedia Analysis, Search and Management, San Diego, USA, 2012 年 2 月 24 日

<http://www.eventbrite.com/e/dmasm-2012-international-workshop-feb-27-feb-28-2012-tickets-2596072924>

- [2] Koichi Kise (大阪府立大学), “Large-Scale Document Image Retrieval and Character Recognition with Approximate Nearest Neighbor Techniques”, Tutorial, International Workshop on Document Analysis Systems, Gold Coast, Australia,

2012 年 3 月 26 日

<http://www.ict.griffith.edu.au/das2012/tutorial.html>

- [3] Kai Kunze(大阪府立大学), “Real-life Activity Recognition - Focus on Recognizing Reading Activities”, Keynote Talk, 5th International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition (CBDAR 2013), Washington D. C., USA, 2013 年 8 月 23 日
<http://imlab.jp/cbdar2013/index.shtml#keynote>
- [4] Seiichi Uchida(九州大学), “Reading Characters in Scenery Image: Difficulties and Challenges”, International Conference on Computing and Systems 2010, The University of Burdwan, Burdwan, West Bengal, India, 2010 年 10 月 19 日
- [5] Seiichi Uchida(九州大学), Wenjie Cai, Akira Yoshida, Yaokai Feng, “Watching Pattern Distribution via Massive Character Recognition”, 2011 IEEE International Workshop on Machine Learning for Signal Processing, Institute of Automation Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, 2011 年 9 月 21 日
http://www.conwiz.dk/cgi-all/mlsp2011/list_program.pl
- [6] Seiichi Uchida(九州大学), “Reading characters: Still a difficult task for computer”, Invited Lecture, Belarusian State University, Minsk, Belarus, 2011 年 10 月 17 日
- [7] Seiichi Uchida(九州大学), “Dynamic time warping for comparing temporal handwriting trajectories and its recent extensions”, Invited Talk, 16th International Graphonomics Society Conference, Nara, Japan, 2013 年 6 月 12 日
<http://www.graphonomics.org/igs2013/program.php>
- [8] Koichi Kise(大阪府立大学), “Document Analysis Meets Activity Recognition – A New Paradigm of Analyzing Documents in Combination With Users’ Reading Behavior, Keynote Talk, 13th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition, Nancy, France, 2015 年 8 月 25 日
<http://2015.icdar.org/program/keynote-speakers/>

② 口頭発表（国内会議 99 件、国際会議 52 件）

（国内）

- [1] 佐藤智一、武藤大志、岩村雅一、黄瀬浩一(大阪府立大学)、“バケット距離に基づく近似最近傍探索”、第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム、2011 年 2 月 27 日
- [2] 竹田一貴、黄瀬浩一、岩村雅一(大阪府立大学)、“1,000 万ページのデータベースを対象とした実時間文書画像検索のためのメモリ削減と安定性向上”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、2011 年 3 月 10 日
- [3] 小林拓也、岩村雅一、黄瀬浩一(大阪府立大学)、“局所特徴の位置関係を用いた情景画像中の文字認識”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、2011 年 3 月 11 日

日

- [4] 浅田伸彦、岩村雅一、黄瀬浩一(大阪府立大学)、“文字誤認識の傾向を考慮したスペルチェッカーによる単語認識の精度向上”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、2011年3月11日
- [5] 齋藤宙也、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、内田誠一(九州大学)、岩村雅一、黄瀬浩一(大阪府立大学)、“サンプル文字画像からの文字パターンの合成”、パターン認識・メディア理解研究会、2011年3月11日
- [6] 吉田 晃、蔡 文傑、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“手書き数字認識におけるデータベースの大規模化の効果”、パターン認識・メディア理解研究会、2011年12月10日
- [7] 佐々木 徹、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“回転を許容した非同期 DP マッチングによるオンライン文字認識”、パターン認識・メディア理解研究会、2011年3月10日
- [8] 福富正弘、小川原光一、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“非マルコフ的弾性マッチング”、パターン認識・メディア理解研究会、2011年3月11日
- [9] 重吉佑樹、國重康弘、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“局所特徴を用いた文字検出の試み”、パターン認識・メディア理解研究会、2011年3月11日
- [10] 國重康弘、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“環境コンテキストによる情景内文字検出の高精度化”、パターン認識・メディア理解研究会、2011年3月11日
- [11] 岩村 雅一、武藤 大志、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“近似最近傍探索におけるデータの重複登録”、電子情報通信学会パターン認識メディア理解研究会、横浜、2011年6月7日
- [12] 佐藤 智一、岩村 雅一、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“概算距離の精度向上による近似最近傍探索の高速化”、電子情報通信学会パターン認識メディア理解研究会、函館、2011年9月5日
- [13] 塚田 真規、岩村 雅一、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“歪んだ文字の認識と自動ラベル付け ～大規模データベースの構築を目指して～”、電子情報通信学会パターン認識メディア理解研究会、長崎、2011年11月25日
- [14] 鈴木 若菜、竹田 一貴(大阪府立大学)、外山 託海(ドイツ人工知能研究センター)、黄瀬浩一(大阪府立大学)、“プロジェクトを用いた情報投影による印刷文書へのインタラクティブ性の付加”、電子情報通信学会パターン認識メディア理解研究会、長崎、2011年11月24日
- [15] 竹田 一貴、黄瀬 浩一、岩村 雅一(大阪府立大学)、“スマートフォンで動作するリアルタイム文書画像検索”、電子情報通信学会パターン認識メディア理解研究会、長崎、2011年11月24日
- [16] 夏目祐輔、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“エッジ情報を用いた全方位カメラの映像中の文字列検出”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、長崎、2011年11月24日
- [17] 石田 良介、吉田 晃、ヤオカイ フォン、内田 誠一(九州大学)、“最小全域木を用いたパターン空間の構造解析”、電気関係学会九州支部連合大会、佐賀、2011年9月27日

- [18] 松尾 崇史, ヤオカイ フォン, 内田 誠一(九州大学), ”局所特徴を用いたオンライン文字認識”, 電気関係学会九州支部連合大会, 佐賀, 2011 年 9 月 27 日
- [19] 木村 崇志, ヤオカイ フォン, 内田 誠一(九州大学), 岩村 雅一(大阪府立大学), 大町 真一郎(東北大学), 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “視線情報を用いた文字認識,” 電気関係学会九州支部連合大会, 佐賀, 2011 年 9 月 27 日
- [20] 寺田 有吾, ヤオカイ フォン, 内田 誠一(九州大学), “gBoost による文字・非文字識別,” 電気関係学会九州支部連合大会, 佐賀, 2011 年 9 月 27 日
- [21] 岩切 裕太郎, 馮 堯楷, 内田 誠一(九州大学), “事例に基づくストロークリカバリ,” 電気関係学会九州支部連合大会, 佐賀, 2011 年 9 月 27 日
- [22] 松尾崇史, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “part-based オンライン文字認識の試み,” 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 長崎, 2011 年 11 月 24 日
- [23] 大場慎平, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “多重仮説に基づいた情景画像中文字認識の検討,” 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 長崎, 2011 年 11 月 24 日
- [24] 木村 崇志, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), 岩村雅一(大阪府立大学), 大町真一郎(東北大学), 黄瀬浩一(大阪府立大学), “Reading-Life Log の実現に向けた予備的検討,” 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 長崎, 2011 年 11 月 24 日
- [25] 白石壮馬, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “局所特徴に基づくスキュー補正,” 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 長崎, 2011 年 11 月 24 日.
- [26] 外堀悟士, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “手書き文字を対象とした解析的 2 次元 DP マッチングの動作解析,” 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 長崎, 2011 年 11 月 25 日
- [27] 吉田 晃, 蔡 文杰, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “大規模手書き文字認識一欠損部補完に見る文字パターン分布ー,” 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 長崎, 2011 年 11 月 25 日
- [28] 石田良介, 吉田 晃, 蔡 文傑, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “大規模手書き文字認識 ～ ネットワーク解析に見る文字パターン分布 ～,” 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 長崎, 2011 年 11 月 25 日
- [29] 岩切裕太郎, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “事例に基づく筆順推定,” 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 仙台, 2012 年 2 月 10 日
- [30] 佐藤智一, 岩村雅一, 黄瀬浩一(大阪府立大学), “空間インデクシングに基づく距離推定を用いた高速かつ省メモリな近似最近傍探索”, 電子情報通信学会研究会 (PRUM2012-142)、大阪府立大学、2013 年 2 月 21 日
- [31] 竹田一貴, 黄瀬浩一, 岩村雅一(大阪府立大学), “1 億ページのデータベースを対象とした大規模文書画像検索”, 電子情報通信学会研究会 (PRUM2012-161 大阪府立大学、2013 年 2 月 21 日
- [32] 杉本 恭隆、岩田 基、黄瀬 浩一(大阪府立大学), “画像検索とのハイブリッド方式による

- 文書画像検索の性能向上"、電子情報通信学会研究会 (PRMU2012-187)、電気通信大学、2013 年 3 月 14 日
- [33] 工藤 力、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“カメラペンシステムにおける up・down 判定と筆跡位置修正の有効性評価”、電子情報通信学会研究会 (PRUM2012-206)、電気通信大学、2013 年 3 月 14 日
- [34] Sheraz Ahmed, Koichi Kise, Masakazu Iwamura(大阪府立大学), Marcus Liwicki, Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター), "Automatic Word Ground Truth Generation for Camera Captured Documents"、電子情報通信学会研究会 (PRUM2012-204)、電気通信大学、2013 年 3 月 15 日
- [35] 吉村 和代、川市 仁史、Kai Kunze、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“アイトラッカで取得した視点情報と文書理解度の関係”、電子情報通信学会研究会 (PRUM2012-206)、電気通信大学、2013 年 3 月 15 日
- [36] 塚田 真規、岩村 雅一、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“自動ラベル付けによる情景文字画像データベース”、電子情報通信学会研究会 (PRUM2012-220)、電気通信大学、2013 年 3 月 15 日
- [37] 川市 仁史、Kai Kunze、黄瀬 浩一、“文書画像検索を用いた Reading-Life Log の提案”、電子情報通信学会研究会 (PRUM2012-223)、電気通信大学、2013 年 3 月 15 日
- [38] 鈴木 若菜(大阪府立大学)、外山 託海(ドイツ人工知能研究センター)、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター)、“文書に対する視点情報を利用した情報表示システムの提案”、電子情報通信学会研究会 (PRUM2012-226)、電気通信大学、2013 年 3 月 15 日
- [39] 奥木翔平、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“グリッドによる文字パターンへの情報埋め込み,” 平成 24 年度電気関係学会東北支部連合大会, 由利本荘, 2012 年 8 月 31 日
- [40] 寺田有吾, フォンヤオカイ, 内田誠一(九州大学)、“構造学習による情景内文字検出”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), IS1-51, 福岡国際会議場, 2012 年 8 月 6 日
- [41] 森稔(NTT), 内田誠一(九州大学), 坂野鋭(NTT)、“大局的構造情報に対する DP マッチング”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), IS1-47, 福岡国際会議場, 2012 年 8 月 6 日
- [42] 佐々木徹, フォンヤオカイ, 内田誠一(九州大学)、“非同期 DP マッチングによる手書き文字の個人性分析の試み”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), IS1-63, 福岡国際会議場, 2012 年 8 月 6 日
- [43] 石田良介, 吉田晃, 蔡文傑, フォンヤオカイ, 内田誠一(九州大学)、“大規模数字画像データベースを用いたパターン分布解析”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), IS2-34, 福岡国際会議場, 2012 年 8 月 7 日
- [44] 岩切裕太郎, フォンヤオカイ, 内田誠一(九州大学)、“大規模事例に基づく時系列推定の可能性—筆順復元問題を例として—”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), OS5-03, 福岡国際会議場, 2012 年 8 月 7 日

- [45] 稲井浩平, 中本千尋, 大場慎平), フォンヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “Image Inpainting を用いた文字の選択的隠蔽”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), IS2-66, 福岡国際会議場, 2012 年 8 月 7 日
- [46] 木村崇志, 柿迫良輔, フォンヤオカイ, 内田誠一(九州大学), 岩村雅一(大阪府立大学), 大町真一郎(東北大学), 黄瀬浩一(大阪府立大学), “Reading-Life Log のプロトタイプ実装”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), IS3-74, 福岡国際会議場, 2012 年 8 月 8 日
- [47] Renwu Gao, Asif Shahab, Faisal Shafait(ドイツ人工知能研究センター), Seiichi Uchida(九州大学), “Scene text detection”, 電気関係学会九州支部連合大会, 01-1P-07, 長崎大学, 2012 年 9 月 24 日
- [48] 柿迫良輔, 石田良介, Yaokai Feng, 内田誠一(九州大学), “最小全域木を利用した文字認識”, 電気関係学会九州支部連合大会, 09-2A-01, 長崎大学, 2012 年 9 月 25 日
- [49] 中本千尋, 小泉壮太, 石田良介, Yaokai Feng, 内田誠一(九州大学), “大規模フォントネットワークの生成と解析”, 電気関係学会九州支部連合大会, 09-2A-02, 長崎大学, 2012 年 9 月 25 日
- [50] 佐藤洪太, Yaokai Feng, 内田誠一(九州大学), “Self-Corrective Learning の挙動解析”, 電気関係学会九州支部連合大会, 09-2A-08, 長崎大学, 2012 年 9 月 25 日
- [51] 奥木翔平, 菅谷至寛, 大町真一郎(東北大学), “色情報を用いた文字パターンへの情報埋め込みに関する基礎検討,” 電子情報通信学会総合大会, 岐阜, 2013 年 3 月 19 日
- [52] 稲井浩平, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “文字の選択的隠蔽に向けた試み ～文字で文字を隠蔽できるか? ～”, 電子情報通信学会 (PRMU2012-186), 電気通信大学, 2013 年 3 月 14 日
- [53] 中本千尋, 小泉壮太, 石田良介, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “フォントネットワーク ～ 大規模フォントセットの分布構造解析 ～”, 電子情報通信学会研究会 (PRMU2012-192), 電気通信大学, 2013 年 3 月 14 日
- [54] 佐藤洪太, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “大規模パターンを使った Self-Corrective Learning の挙動解析”, 電子情報通信学会研究会 (PRMU2012-199), 電気通信大学, 2013 年 3 月 14 日
- [55] 柿迫良輔, 石田良介, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “分布構造を利用した半教師あり学習による文字認識”, 電子情報通信学会研究会 (PRMU2012-200), 電気通信大学, 2013 年 3 月 14 日
- [56] 村山修一, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “位置同定における局所特徴の選択に関する考察”, 電子情報通信学会研究会 (PRMU2012-201), 電気通信大学, 2013 年 3 月 15 日
- [57] 松尾崇史, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “part-based オンライン文字認識における特徴表現に関する検討”, 電子情報通信学会研究会 (PRMU2012-217), 電気通信大学, 2013 年 3 月 15 日

- [58] 寺田有吾, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “属性付き構造学習を用いた情景内文字認識”, 電子情報通信学会研究会(PRMU2012-218,), 電気通信大学, 2013 年 3 月 15 日
- [59] 木村崇志, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), 岩村雅一(大阪府立大学), 大町真一郎(東北大学), 黄瀬浩一(大阪府立大学), “Reading-Life Log の実装”, 電子情報通信学会研究会(PRMU2012-219), 電気通信大学, 2013 年 3 月 15 日
- [60] 松田 崇宏, 小林 拓也, 岩村 雅一, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “リファレンスポイントを用いた情景内文字認識の高速化”, 第 19 回 画像センシングシンポジウム(SSII2013), 19, IS1-28, 2013 年 6 月 13 日
- [61] 志賀 優毅, 内海 ゆづ子, 岩村 雅一, カイ クンツェ, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “一人称視点画像を用いた文書画像の分類”, 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM), 大阪, 2014 年 5 月 15 日
- [62] 宮沢 嘉希, 岩田 基, 岩村 雅一, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “早期棄却と早期認識による文書画像検索の高速化”, パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU), 名古屋, 2014 年 5 月 23 日
- [63] Tatsunori Tsuchiya, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi (東北大学), “Automatic Generation of Kanji Fonts from Sample Designs,” 平成 26 年度電気関係学会東北支部連合大会, 米沢, 2014 年 8 月 22 日
- [64] Shuhei Toba, Hirota Kudo, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi (東北大学), “Ultra-Low Resolution Character Recognition with Increased Training Data and Image Enhancement,” 平成 26 年度電気関係学会東北支部連合大会, 米沢, 2014 年 8 月 22 日
- [65] 石丸 翔也, クンツェ カイ, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “眼電位を用いたみんなのための眼球運動認識”, パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU), 2014 年 10 月 10 日
- [66] 吉村 和代, Kai Kunze, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “fNIRS で取得した脳活性に基づく文書理解度推定法”, ME とバイオサイバネックス研究会 (MBE), 仙台, 2014 年 11 月 21 日
- [67] 松田 崇宏, 岩村 雅一, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “データクラスタリングによる局所特徴ベース情景内文字認識手法の改善”, パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU), 福岡, 2014 年 12 月 12 日
- [68] 吉村 和代, Kai Kunze, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “読書時の眼球運動を利用した英語習熟度推定法”, パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU), 仙台, 2015 年 2 月 19 日
- [69] 小西 将貴, 岩村 雅一, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “特徴空間の次元数と部分空間数にスケーラブルな近似最近傍部分空間探索”, パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU), 仙台, 2015 年 2 月 19 日
- [70] 津山 裕加(大阪府立大学), 岩村 雅一(大阪府立大学), 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “画像処理による単純な文字の特徴の増加手法の提案”, パターン認識・メディア理解研究

会(PRMU)、東京、2015 年 3 月 19 日

- [71] 星加健介、藤好宏樹、Olivier Augereau、黄瀬浩一、“視点情報に基づくリーディングライ
フログの取得とその視覚化”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、津、
2015 年 5 月 14 日
- [72] 藤好宏樹、吉村和代、Kai Kunze、黄瀬浩一、“英文問題解答時の視点情報を用いた英語
能力推定法、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、津、2015 年 5 月 14
日
- [73] 佐藤洪太、江頭勇治、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“文字の自動デザインに関
する研究”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、仙台、2015 年 2 月 19
日
- [74] 江頭勇治、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“輪郭制御点摂動に基づく多フォント
同時アライメント”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、仙台、2015 年 2
月 19 日
- [75] 杉本 潤、Andreas Fischer、Volkmar Frinken、内田誠一(九州大学)、“グラフマッチン
グを用いたマルチフォント文字認識の試み”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理
解研究会、仙台、2015 年 2 月 19 日
- [76] 井手将太、佐藤洪太、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“最適化に基づくクラス境界
解析”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、仙台、2015 年 2 月 20 日
- [77] 柿迫良輔、フォルクマー フリンケン、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“弾性マッチ
ングに導入する非マルコフ的制約の検討”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解
研究会、仙台、2015 年 2 月 20 日
- [78] 深澤大我、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“K-近傍弾性マッチングに関する諸検
討”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、仙台、2015 年 2 月 20 日
- [79] 江口翔馬、フォン ヤオカイ、内田誠一(九州大学)、“大規模データを用いた情景内文字の
色頻度解析とその検出への応用”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、
仙台、2015 年 2 月 20 日
- [80] 藤好 宏樹、吉村 和代(大阪府立大学)、Kai Kunze(慶應義塾大学)、黄瀬 浩一(大阪
府立大学)、“英文問題解答時の視点情報を用いた英語能力推定法”、電子情報通信学会
パターン認識・メディア理解研究会(PRMU)、三重、2015 年 5 月 14 日
- [81] Kento Tonosaki, Yoshihiro Sugaya, Tomo Miyazaki, and Shinichiro Omachi(東北
大学)、“Survey of Guide Plates and Fundamental Study of Map Image Analysis for
Indoor Navigation,” 平成 27 年度電気関係学会東北支部連合大会、滝沢市、2015 年 8
月 27 日
- [82] 吉田大樹、宮崎 智、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“電子基板の欠陥検査のため
の文字認識,” 平成 27 年度電気関係学会東北支部連合大会、滝沢市、2015 年 8 月 27
日
- [83] Shun Chiba, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi(東北大学),

- “Gaze Detection in Omnidirectional Scene by Iterative Image Matching,” 平成 27 年度電気関係学会東北支部連合大会, 滝沢市, 2015 年 8 月 28 日
- [84] Shuto Shinbo, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi (東北大学), “Accuracy Improvement of Character Recognition Using Generated Samples by Morphing,” 平成 27 年度電気関係学会東北支部連合大会, 滝沢, 2015 年 8 月 28 日
- [85] 高 仁武, 國重 康弘, 内田 誠一(九州大学), “シーンコンテキストを用いた情景内文字検出”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2015), 吹田市, 2015 年 7 月 30 日
- [86] 品原 悠杜, 内田 誠一(九州大学), “word2vec を用いた情景内テキスト情報クラスタリング”, 電気関係学会九州支部連合大会, 福岡大学, 2015 年 9 月 27 日
- [87] Dipesh Dangol (九州大学/カイザースラウテルン工科大学), Seiichi Uchida (九州大学), “Scene text detection and recognition using multiple image channels”, 電気関係学会九州支部連合大会, 福岡大学, 2015 年 9 月 27 日
- [88] 阿部 耕太郎, 内田 誠一(九州大学), “フォントネットワークを用いたフォント合成”, 電気関係学会九州支部連合大会, 福岡大学, 2015 年 9 月 27 日
- [89] 黄瀬 浩一, Reading-Life Log への挑戦, 情報処理学会ドキュメントコミュニケーション研究発表会, セコムホール, 2015 年 12 月 1 日
- [90] 品原 悠杜, 内田 誠一(九州大学), word2vec を用いた情景内単語解析, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 信州大学, 2015 年 12 月 22 日
- [91] 松村 高朗, 内田 誠一(九州大学), CTW を用いた回転不変輪郭マッチング, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 信州大学, 2015 年 12 月 22 日
- [92] 緒方 亮汰, 内田 誠一(九州大学), Deformable part model を用いた時系列パターンの識別的変動および認識応用の試み, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 九州工業大学, 2016 年 2 月 14 日
- [93] 内田 誠一, 井手 将太(九州大学), Dipesh Dangol (九州大学/カイザースラウテルン工科大学), 文字認識は CNN で終わるのか?, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 九州工業大学, 2016 年 2 月 14 日
- [94] 小熊 勇佑, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), 多様な文書にも対応可能なカメラベース文書アノテーション付与・共有, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 産業技術総合研究所, 2016 年 3 月 25 日
- [95] 松原 瑞氣, Olivier Augereau, 岩田 基, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), 視点情報を用いた電子コミックの表示方法, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 産業技術総合研究所, 2016 年 3 月 25 日
- [96] 大社 綾乃, 石丸 翔也, Olivier Augereau, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), 視点情報を用いた主観的高難易度単語の推定, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 産業技術総合研究所, 2016 年 3 月 25 日
- [97] 藤好 宏樹, 石丸 翔也, Olivier Augereau, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), 視点情報を用いた英語習熟度推定法の実験的検討, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究

会, 産業技術総合研究所, 2016 年 3 月 25 日

- [98] 宮田 武嗣, 岩村 雅一, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), 立体音響で教える全方位単語感知システム, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 産業技術総合研究所, 2016 年 3 月 25 日
- [99] 星加 健介, 石丸 翔也, Olivier Augereau, 黄瀬 浩一, リーディングライフログを用いた日常的な読書行動の計量, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 名古屋大学, 2016 年 5 月 20 日

(国際)

- [1] Kazutaka Takeda, Koichi Kise, Masakazu Iwamura(大阪府立大学), “Real-Time Document Image Retrieval for a 10 Million Pages Database with a Memory Efficient and Stability Improved LLAH”, The 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), Beijing, China, 2011 年 9 月 21 日
- [2] Kazutaka Takeda, Koichi Kise and Masakazu Iwamura(大阪府立大学), “Memory Reduction for Real-Time Document Image Retrieval with a 20 Million Pages Database”, The 4th International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition, Beijing, China, 2011 年 9 月 22 日
- [3] Takuya Kobayashi, Masakazu Iwamura, Koichi Kise(大阪府立大学), “Recognition of Affine Distorted Characters by Using Affine-Invariant Local Descriptors”, 2nd China-Japan-Korea Joint Workshop on Pattern Recognition (CJKPR2010), 2011 年 11 月 4 日
- [4] Yuji Soma, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi(東北大学), “Separation of Decorative Characters into Skeleton Parts and Decoration Parts,” 2011 China-Korea-Japan Electronics and Communication Conference, Chengdu, China, 2011 年 10 月 27 日
- [5] Masahiro Fukutomi, Koichi Ogawara, Yaokai Feng, and Seiichi Uchida(九州大学), “Sequential Pattern Recognition by Combining Local Classifiers”, 2nd China-Japan-Korea Joint Workshop on Pattern Recognition (CJKPR2010), 2011 年 11 月 5 日
- [6] Soma Shiraishi, Yaokai Feng, and Seiichi Uchida(九州大学), “A New Approach for Instance-Based Skew Estimation”, The 15th Annual Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems, Kaiserslautern, Germany, 2011 年 9 月 12 日
- [7] Yasuhiro Kunishige, Yaokai Feng and Seiichi Uchida(九州大学), “Scenery Character Detection with Environmental Context”, The 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), Beijing, China, 2011 年 9 月 21 日

- [8] Soma Shiraishi, Yaokai Feng and Seiichi Uchida(九州大学), “Part-Based Skew Estimation for Mathematical Expressions”, The International Workshop on "Digitization and E-Inclusion in Mathematics and Science, Tokyo, 2012 年 2 月 8 日
- [9] Yutaro Iwakiri, Soma Shiraishi, Yaokai Feng and Seiichi Uchida(九州大学), “On the Possibility of Instance-Based Stroke Recovery”, 13th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR2012), Bari, Italy, 2012 年 9 月 17 日
- [10] Rong Huang, Shinpei Oba(九州大学), Palaiahnakote Shivakumara(シンガポール国立大学), Seiichi Uchida(九州大学), “A Multiple Hypotheses Framework for Detecting and Recognizing Characters in Natural Scene Images”, The 8th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2012), Kyushu University, 2012 年 10 月 16 日
- [11] K. Kunze, Y. Shiga, S. Ishimaru, Y. Utsumi, K. Kise(大阪府立大学). Reading activity recognition using an off-the-shelf EEG — detecting reading activities and distinguishing genres of documents. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Washington D.C., 2013 年 8 月 26 日
- [12] Takumi Toyama(ドイツ人工知能研究センター), Wakana Suzuki(大阪府立大学), Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター), Koichi Kise(大阪府立大学). Wearable Reading Assist System: Augmented Reality Document Combining Document Retrieval and Eye Tracking. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Washington D.C., 2013 年 8 月 26 日
- [13] K. Kunze, H. Kawaichi, K. Yoshimura, K. Kise(大阪府立大学). The Wordometer – Estimating the Number of Words Read Using Document Image Retrieval and Mobile Eye Tracking. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Washington D.C., 2013 年 8 月 26 日 Best Paper.
- [14] Sheraz Ahmed, Koichi Kise, Masakazu Iwamura(大阪府立大学), Marcus Liwicki, and Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター), “Automatic Ground Truth Generation of Camera Captured Documents Using Document Image Retrieval”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), 2013 年 8 月 27 日
- [15] K. Kunze(大阪府立大学), A. Bulling(Max Plank Institute Saarbrücken), Y. Utsumi, S. Yuki, K. Kise(大阪府立大学). I know what you are reading – Recognition of document types using mobile eye tracking. International Symposium on Wearable Computers (ISWC), Zurich, Switzerland, 2013 年 9 月 12 日
- [16] Shirazi, N. Henze, T. Dingler(University of Stuttgart), K. Kunze(大阪府立大学),

- A. Schmidt (University of Stuttgart). Upright or Sideways? Analysis of Smartphone Postures in the Wild. Mobile HCI, Munich, Germany, 2013 年 9 月 28 日
- [17] Tatsunori Tsuchiya, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi (東北大学), “Automatic Generation of Kanji Fonts from Small-Size Samples,” 2013 International Workshop on Emerging ICT, 仙台, 2013 年 10 月 29 日
- [18] Takafumi Matsuo, Song Wang, Yaokai Feng and Seiichi Uchida (九州大学). Exploring the Ability of Parts on Recognizing Handwriting Characters. 16th International Graphonomics Society Conference (IGS 2013), Nara, Japan, 2013 年 6 月 12 日
- [19] Wenjie Cai, Seiichi Uchida and Hiroaki Sakoe (九州大学). An Efficient Radical-Based Algorithm for Stroke-Order Free and Stroke-Number Free Online Kanji Character Recognition. 16th International Graphonomics Society Conference (IGS 2013), Nara, Japan, 2013 年 6 月 12 日
- [20] Dimosthenis Karatzas (バルセロナ自治大学), Faisal Shafait (西オーストラリア大学), Seiichi Uchida (九州大学), Masakazu Iwamura (大阪府立大学), Lluís Gómez i Bigorda, Sergi Robles Mestre, Joan Mas, David Fernandez Mota, Jon Almazan Almazan and Lluís Pere de las Heras (バルセロナ自治大学), “ICDAR 2013 Robust Reading Competition”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), 2013 年 8 月
- [21] Chihiro Nakamoto, Rong Huang, Sota Koizumi, Ryosuke Ishida, Yaokai Feng and Seiichi Uchida (九州大学). Font Distribution Analysis by Network. The Fifth International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition (CBDAR 2013), Washington DC, USA, 2013 年 8 月 23 日
- [22] Renwu Gao (九州大学), Faisal Shafait (西オーストラリア大学), Seiichi Uchida and Yaokai Feng (九州大学). Saliency inside Saliency - A Hierarchical Usage of Visual Saliency for Scene Character Detection. The Fifth International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition (CBDAR 2013), Washington DC, USA, 2013 年 8 月 23 日
- [23] Rong Huang (九州大学), Palaiahnakote Shivakumara (シンガポール国立大学) and Seiichi Uchida (九州大学). Scene Character Detection by an Edge-Ray Filter. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Washington D.C., 2013 年 8 月 26 日
- [24] Takashi Kimura, Rong Huang, Seiichi Uchida (九州大学), Masakazu Iwamura (大阪府立大学), Shinichiro Omachi (東北大学) and Koichi Kise (大阪府立大学), “The Reading-life Log --- Technologies to Recognize Texts That We Read”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013),

2013 年 8 月 26 日

- [25] Yugo Terada, Rong Huang, Yaokai Feng and Seiichi Uchida(九州大学). On the Possibility of Structure Learning-Based Scene Character Detector. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Washington D.C., 2013 年 8 月 26 日
- [26] Masanori Goto, Ryosuke Ishida, Yaokai Feng and Seiichi Uchida(九州大学). Analyzing the Distribution of a Large-scale Character Pattern Set Using Relative Neighborhood Graph. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Washington D.C., 2013 年 8 月 26 日
- [27] Takahiro Matsuda, Masakazu Iwamura and Koichi Kise(大阪府立大学), “Performance Improvement in Local Feature Based Camera-Captured Character Recognition”, Proceedings of the 11th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2014), Tours, France, 2014 年 4 月 9 日
- [28] Jiyin He(National Research Institute for Mathematics and Computer Science), Kai Kunze(大阪府立大学), Christoph Lofi(Technische Universität Braunschweig), Sanjay Kumar Madria(Missouri University of Science and Technology), Stephan Sigg(Alto University Finland), “Towards Mobile Sensor-Aware Crowdsourcing: Architecture, Opportunities and Challenges“, DASFAA Workshops 2014, Bali, Indonesia, 2014 年 4 月 21 日
- [29] Yuki Shiga(大阪府立大学), Takumi Toyama(ドイツ人工知能研究センター), Yuzuko Utsumi(大阪府立大学), Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター), Koichi Kise(大阪府立大学), “Daily Activity Recognition Combining Gaze Motion and Visual Features”, PETMEI 2014: The 4th International Workshop on Pervasive Eye Tracking and Mobile Eye-based Interaction, Proceedings of the 16th International Conference on Ubiquitous Computing, Seattle, USA, 2014 年 9 月 13 日
- [30] Shoya Ishimaru(大阪府立大学), Kai Kunze, Koichi Kise(大阪府立大学), Masahiko Inami(慶應義塾大学), “Position Paper: Brain Teasers — Toward Wearable Computing that Engages Our Mind”, Proceedings of the 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), Seattle, USA, 2014 年 9 月 15 日
- [31] Shoya Ishimaru(大阪府立大学), Kai Kunze, Katsuma Tanaka(大阪府立大学), Yuji Uema(慶應義塾大学), Koichi Kise(大阪府立大学), Masahiko Inami(慶應義塾大学), “Smarter Eyewear — Using Commercial EOG Glasses for Activity Recognition”, Proceedings of the 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), Seattle, USA, 2014 年 9 月 15 日
- [32] Shoya Ishimaru(大阪府立大学), Jens Weppner, Andreas Poxrucker, Paul Lukowicz(ドイツ人工知能研究センター), Kai Kunze, Koichi Kise(大阪府立大学),

- “Shiny — An Activity Logging Platform for Google Glass”, Proceedings of the 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), Seattle, USA, 2014 年 9 月 15 日
- [33] Jian Wang, Hiroya Saito, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya and Shinichiro Omachi (東北大学), “Automatic Synthesis of Character Pattern Using Patch Transform,” 2014 International Workshop on Electronics & Communications, 成都, 中国, 2014 年 10 月 27 日
- [34] Tomo Miyazaki and Shinichiro Omachi (東北大学), “Rough Detection of Text in Scene Images by Finding Stroke Parts,” 2014 International Workshop on Electronics & Communications, 成都, 中国, 2014 年 10 月 27 日
- [35] Tilman Dingler, Alireza Sahami Shirazi, Kai Kunze (慶應義塾大学), and Albrecht Schmidt, “Assessment of Stimuli for Supporting Speed Reading on Electronic Devices”, Proceedings of Augmented Human, Singapore, 2015 年 3 月 11 日
- [36] Kai Kunz (慶應義塾大学), Masai Katsutoshi, Yuji Uema, and Masahiko Inami (慶應義塾大学), “How Much Do You Read? – Counting the Number of Words a User Reads Using Electrooculography”, Proceedings of Augmented Human, Singapore, 2015 年 3 月 11 日
- [37] Kai Kunze (慶應義塾大学), Susana Sanchez, Tilman Dingler, Olivier Augereau, Koichi Kise (大阪府立大学), Masahiko Inami (慶應義塾大学), Tsutomu Terada, “The Augmented Narrative - Toward Estimating Reader Engagement”, Proceedings of Augmented Human, Singapore, 2015 年 3 月 11 日
- [38] Kai Kunze, Katsutoshi Masai, Masahiko Inami (慶應義塾大学), Ömer Sacakli (カイザースラウテルン工科大学), Marcus Liwicki, Andreas Dengel (ドイツ人工知能研究センター), Shoya Ishimaru, Koichi Kise (大阪府立大学), “Quantifying Reading Habits – Counting How Many Words You Read”, Proc. of UbiComp 2015, Osaka, Japan, 2015 年 9 月 9 日
- [39] Shuhei Toba, Hirotaka Kudo, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya and Shinichiro Omachi (東北大学), “Ultra-low Resolution Character Recognition System with Pruning Mutual Subspace Method,” The IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan, 台北, 台湾, 2015 年 6 月 7 日
- [40] Masako Omachi (仙台高等専門学校) and Shinichiro Omachi (東北大学), “Construction of Models for Data Generation Considering Data Distribution,” International Conference on Information Technology and Engineering, Beijing, China, 2015 年 8 月 12 日
- [41] Andreas Fischer (Ecole Polytechnique de Montreal), Seiichi Uchida, Volkmar Frinken (九州大学), Kaspar Riesen (University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland), Horst Bunke (University of Bern), “Improving

- Hausdorff Edit Distance Using Structural Node Context,” Proceedings of the 10th IAPR-TC15 Workshop on Graph-based Representations in Pattern Recognition, Beijing, 2015 年 5 月 13 日
- [42] Volkmar Frinken, Seiichi Uchida(九州大学), Deep BLSTM Neural Networks for Unconstrained Continuous Handwritten Text Recognition, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), Nancy, France, 2015 年 8 月 24 日
- [43] Masanori Goto(九州大学／グローリー(株))Ryosuke Ishida, Seiichi Uchida(九州大学), Preselection of Support Vector Candidates by Relative Neighborhood Graph for Large-Scale Character Recognition, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), Nancy, France, 2015 年 8 月 24 日
- [44] Seiichi Uchida, Yuji Egashira, Kota Sato(九州大学), Exploring the World of Fonts for Discovering the Most Standard Fonts and the Missing Fonts, Proceedings of The 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), Nancy, France, 2015 年 8 月 25 日
- [45] Ryosuke Kakisako, Seiichi Uchida, Volkmar Frinken(九州大学), Learning Non-Markovian Constraints for Handwriting Recognition, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), Nancy, France, 2015 年 8 月 25 日
- [46] Dimosthenis Karatzas, Lluís Gómez-Bigorda, Angelos Nicolaou(バルセロナ自治大学), Suman Ghosh, Andrew Bagdanov(チェコ工科大学), Masakazu Iwamura(大阪府立大学), Jiri Matas, Lukas Neumann(チェコ工科大学), Vijay Ramaseshan Chandrasekhar(Institute for Infocomm Research), Shijian Lu, Faisal Shafait(ドイツ人工知能研究センター), Seiichi Uchida(九州大学), Ernest Valveny(バルセロナ自治大学), ICDAR 2015 Competition on Robust Reading, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), Nancy, France, 2015 年 8 月 26 日
- [47] Mizuki Matsubara(大阪府立大学), Joachim Folz, Takumi Toyama, Marcus Liwicki, Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター), Koichi Kise(大阪府立大学), Extraction of Read Text for Automatic Video Annotation, UbiComp/ISWC'15 Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers, Osaka, Japan, 2015 年 9 月 7 日
- [48] Shoya Ishimaru, Koichi Kise(大阪府立大学), Quantifying the Mental State on the Basis of Physical and Social Activities, Proc. of WAHM: 2nd Workshop on

Ubiquitous Technologies to Augment the Human Mind: Towards the Knowledge Log, Osaka, Japan, 2015 年 9 月 8 日

- [49] Riki Kudo, Olivier Augereau, Takuto Rou, Koichi Kise(大阪府立大学), Reading Similarity Measure Based on Comparison of Fixation Sequences, Proc. of WAHM: 2nd Workshop on Ubiquitous Technologies to Augment the Human Mind: Towards the Knowledge Log, Osaka, Japan, 2015 年 9 月 8 日
- [50] Charles Lima Sanches, Olivier Augereau, Koichi Kise(大阪府立大学), Eye gaze and text line matching for reading analysis, Proc. of WAHM: 2nd Workshop on Ubiquitous Technologies to Augment the Human Mind: Towards the Knowledge Log, Osaka, Japan, 2015 年 9 月 8 日
- [51] Yusuke Oguma, Koichi Kise(大阪府立大学), Media-Independent Stamp-Based Document Annotation Using DocumentImage Retrieval, Proc. of the 1st International Workshop on Visual Recognition and Retrieval for Mixed and Augmented Reality(ISMAR2015), Fukuoka, Japan, 2015 年 10 月 3 日
- [52] Kento Tonosaki, Yoshihiro Sugaya, Tomo Miyazaki, Shinichiro Omachi(東北大学), “Indoor Localization by Map Matching Using One Image of Guide Plate,” The Eighth International Conferences on Pervasive Patterns and Applications, 2016 年 3 月 22 日.

③ ポスター発表 (国内会議 33 件、国際会議 50 件)

(国内)

- [1] 竹田 一貴, 黄瀬 浩一, 岩村 雅一(大阪府立大学), “メモリ効率と安定性を向上させた LLAH によるカメラベース大規模実時間文書画像検索”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2011), 金沢, 2011 年 7 月 20 日
- [2] 岩村 雅一, 武藤 大志, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “データの重複登録に基づく高速・省メモリな近似最近傍探索”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2011), 金沢, 2011 年 7 月 20 日
- [3] 工藤裕貴, 菅谷至寛, 大町真一郎(東北大学), “動画像を用いた混合相互部分空間法による低解像度文字認識,” 画像の認識・理解シンポジウム, 福岡, 2012 年 8 月 8 日
- [4] 奥木翔平, 菅谷至寛, 大町 真一郎(東北大学), “文字認識補助のための色情報を用いた文字パターンへの情報埋め込み,” 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 堺, 2013 年 2 月 21 日
- [5] 奥木翔平, 菅谷至寛, 大町真一郎(東北大学), “色情報を用いた文字パターンへの付加情報埋め込みに関する実験的検討,” 画像の認識・理解シンポジウム 2013, 東京, 2013 年 7 月 31 日
- [6] 木村 崇志, フォン ヤオカイ, 内田 誠一(九州大学), 岩村 雅一(大阪府立大学), 大町真一郎(東北大学), 黄瀬 浩一(大阪府立大学), "Reading-Life Log", 第 19 回 画像セ

ンシングシンポジウム(SSII2013), 19, IS3-33, 2013 年 6 月 14 日

- [7] 稲井浩平, フォン ヤオカイ, 内田誠一, “選択的文字隠蔽に関する研究”, 第 19 回 画像センシングシンポジウム(SSII2013), 19, IS3-33, 2013 年 6 月 14 日
- [8] 石田良介, 後藤雅典, フォンヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “相対近傍グラフを用いたパターン分布解析”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013) 2013 年 7 月 30 日
- [9] 中本千尋, 小泉壮太, 石田良介, フォンヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “ネットワークを利用したフォント分布解析”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013) 2013 年 7 月 30 日
- [10] 佐藤洪太, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “大規模手書き数字パターンを使った Self-Corrective Learning の挙動解析”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013) 2013 年 8 月 1 日
- [11] 上村将之, フリンケン フォルクマー, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), 岩村雅一(大阪府立大学), 大町真一郎(東北大学), 黄瀬浩一(大阪府立大学), “認識に基づく Reading-Life Log のための諸検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2013-150, 福岡大学, 2014 年 2 月 13 日
- [12] 江口翔馬, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “色空間における情景文字の特徴に関する研究”, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2013-153, 福岡大学, 2014 年 2 月 13 日
- [13] 深澤大我, 藤崎顕彰, フォン ヤオカイ, 内田誠一(九州大学), “K-近傍弾性マッチングを用いたオンライン文字認識”, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2013-151, 福岡大学, 2014 年 2 月 13 日
- [14] 川村思織, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎(東北大学), “補助線を利用した文字領域抽出,” 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2013-152, vol.113, no.431, pp.119-120, 2014 年 2 月 13 日
- [15] 志賀 優毅, 内海 ゆづ子, 岩村 雅一, カイ クンツェ, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “一人称視点画像を用いた文書画像の分類”, 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM)、大阪、2014 年 5 月 15 日
- [16] 宮沢 嘉希, 岩田 基, 岩村 雅一, 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “早期棄却と早期認識を用いた文書画像検索の提案“, 第 17 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2014)、SS2-24、2014 年 7 月 30 日
- [17] 石丸 翔也(大阪府立大学), Jens Weppner(ドイツ人工知能研究センター), Kai Kunze(大阪府立大学), Paul Lukowicz(ドイツ人工知能研究センター), Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター), Andreas Bulling(Max Plank Institute Saarbrücken), 黄瀬 浩一(大阪府立大学), “Google Glass を用いた瞬き検出と認知的行動の認識”, 第 17 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2014)、岡山、2014 年 7 月 30 日
- [18] Shoya Ishimaru, Kai Kunze), Koichi Kise(大阪府立大学), Yuji Uema, Masahiko Inami(慶應義塾大学), “J!NS MEME — Activity Recognition using Smart Eyewear”, 第 17 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2014)、岡山、2014 年 7 月 30 日

日

- [19] 田中 克磨)、カイ クンツェ)、岩田 基、岩村 雅一、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“Google Glass で動作するポスターアノテーションシステム”、第 17 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2014)、岡山、2014 年 7 月 30 日
- [20] 吉村 和代、Kai Kunze、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“読書時の眼球運動を利用した英語習熟度推定法”、パターン認識・メディア理解研究会(PRMU)、仙台、2015 年 2 月 19 日
- [21] 小西 将貴、岩村 雅一、黄瀬 浩一(大阪府立大学)、“特徴空間の次元数と部分空間数にスケーラブルな近似最近傍部分空間探索”、パターン認識・メディア理解研究会(PRMU)、仙台、2015 年 2 月 19 日
- [22] 大島康嗣、宮崎 智、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“全方位情景画像のための 2 段階文字列検出”、第 17 回画像の認識・理解シンポジウム、岡山、2014 年 7 月 29 日
- [23] 鳥羽修平、工藤裕貴、宮崎 智、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“ぼけ除去及び複数フレームを利用した超低解像度文字認識”、第 17 回画像の認識・理解シンポジウム、岡山、2014 年 7 月 30 日
- [24] 土屋達徳、宮崎 智、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“サンプルデザインからの漢字フォントの自動生成”、第 17 回画像の認識・理解シンポジウム、岡山、2014 年 7 月 31 日
- [25] 川村思織、宮崎 智、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“補助線を利用した文字領域抽出”、第 17 回画像の認識・理解シンポジウム、岡山、2014 年 7 月 31 日
- [26] 鳥羽修平、工藤裕貴、宮崎 智、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“動画像を用いた超低解像度文字認識”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、仙台、2015 年 2 月 19 日
- [27] 大島康嗣、宮崎 智、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“ストローク幅特徴を用いた情景画像中の文字検出”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、仙台、2015 年 2 月 19 日
- [28] 千葉 駿、宮崎 智、菅谷至寛、大町真一郎(東北大学)、“アイトラッカと全方位カメラを用いた環境中の視点位置推定”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、仙台、2015 年 2 月 19 日
- [29] Olivier Augereau(大阪府立大学)、Kai Kunze(慶應義塾大学)、Koichi Kise(大阪府立大学)、“Estimating the number of read words with the Wordometer”、MIRU2015、大阪、2015 年 7 月 28 日
- [30] 緒方 亮汰(九州大学)、森 稔(NTT)、Volkmar Frinken、内田 誠一(九州大学)、“順序制約付き Boosting による大局的特徴系列の選択”、第 17 回画像の認識・理解シンポジウム、岡山、2014 年 7 月 30 日
- [31] 柿迫 良輔、フォルクマーフリンケン、フォンヤオカイ、内田 誠一(九州大学)、“精密速度制御を導入した最適弾性マッチング”、第 17 回画像の認識・理解シンポジウム、岡山、2014 年 7 月 30 日
- [32] 深澤 大我、フォンヤオカイ、内田 誠一(九州大学)、“時系列パターンの K-近傍弾性マ

ッチング”、第 17 回画像の認識・理解シンポジウム、岡山、2014 年 7 月 31 日

- [33] Volkmar Frinken (九州大学)、Nilanjana Bhattacharya (Indian Statistical Institute)、Seiichi Uchida(九州大学)、Umapada Pal(Indian Statistical Institute), “Recognition of Structured Temporal Pattern with BLSTM Neural Networks”、第 17 回画像の認識・理解シンポジウム、岡山、2014 年 7 月 31 日

(国際)

- [1] Masakazu Iwamura, Takuya Kobayashi, and Koichi Kise (大阪府立大学), “Recognition of Multiple Characters in a Scene Image Using Arrangement of Local Features”, The 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), Beijing, China, 2011 年 9 月 21 日
- [2] Kazutaka Takeda, Koichi Kise, Masakazu Iwamura(大阪府立大学), “Multilingual Document Image Retrieval Based on a Large-Scale Database”, 2nd China-Japan-Korea Joint Workshop on Pattern Recognition (CJKPR2010), 2011 年 11 月 4 日
- [3] Kazutaka Takeda, Koichi Kise, Masakazu Iwamura(大阪府立大学), “Real-Time Document Image Retrieval on a Smartphone”, The 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), Gold Coast, Australia, 2012 年 3 月 27 日
- [4] Takuya Kobayashi(大阪府立大学), Takumi Toyama, Faisal Shafait(ドイツ人工知能研究センター), Masakazu Iwamura, Koichi Kise(大阪府立大学), Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター), “Recognizing Words in Scenes with a Head-Mounted Eye-Tracker”, The 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), Gold Coast, Australia, 2012 年 3 月 29 日
- [5] Masaki Tsukada, Masakazu Iwamura, Koichi Kise(大阪府立大学), “Expanding Recognizable Distorted Characters Using Self-Corrective Recognition”, The 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), Gold Coast, Australia, 2012 年 3 月 29 日
- [6] Song Wang, Seiichi Uchida(九州大学) and Marcus Liwicki(ドイツ人工知能研究センター), “Look Inside the World of Parts of Handwritten Characters”, The 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), Beijing, China, 2011 年 9 月 20 日
- [7] Song Wang, Seiichi Uchida(九州大学) and Marcus Liwicki(ドイツ人工知能研究センター), “Comparative Study of Part-Based Handwritten Character Recognition Methods”, The 11th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), Beijing, China, 2011 年 9 月 20 日
- [8] Seiichi Uchida, Yuki Shigeyoshi, Yasuhiro Kunishige, and Yaokai Feng(九州大学), “A Keypoint-Based Approach Toward Scenery Character Detection”, The 11th

- International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2011), Beijing, China, 2011 年 9 月 20 日
- [9] Wang Song(九州大学), Marcus Liwicki(ドイツ人工知能研究センター), and Seiichi Uchida(九州大学), “Toward Part-based Document Image Decoding” The 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), Gold Coast, Australia, 2012 年 3 月 27 日
 - [10] Soma Shiraishi, Yaokai Feng and Seiichi Uchida(九州大学), “A Part-Based Skew Estimation Method”, The 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), Gold Coast, Australia, 2012 年 3 月 27 日
 - [11] Asif Shahab, Faisal Shafait, Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター) and Seiichi Uchida(九州大学), “How Salient is Scene Text?”, The 10th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2012), Gold Coast, Australia, 2012 年 3 月 27 日
 - [12] G. Bahle, P. Lukowicz(ドイツ人工知能研究センター), K. Kunze, K. Kise(大阪府立大学). I see you: How to improve wearable activity recognition by leveraging information from environmental cameras. Work in Progress at IEEE Pervasive Computing and Communication (PerCom) Conference, San Diego, 2013 年 3 月 19 日 Best Work in Progress.
 - [13] Seiichi Uchida, Ryosuke Ishida, Akira Yoshida, Wenjie Cai and Yaokai Feng(九州大学), “Character Image Patterns as Big Data”, 13th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR2012), Bari, Italy, 2012 年 9 月 18 日
 - [14] Minoru Mori(NTT), Seiichi Uchida and Hitoshi Sakano(九州大学), “Dynamic Programming Matching with Global Features for Online Character Recognition”, 13th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR2012), Bari, Italy, 2012 年 9 月 18 日
 - [15] Seiichi Uchida, Satoshi Hokahori, and Yaokai Feng(九州大学), “Analytical Dynamic Programming Matching”, Fifth Workshop on Non-Rigid Shape Analysis and Deformable Image Alignment (NORDIA'12), Firenze, Italy, 2012 年 10 月 7 日
 - [16] Renwu Gao(九州大学), Asif Shahab, Faisal Shafait(ドイツ人工知能研究センター), Seiichi Uchida(九州大学), “A Study on Scene Text Detection”, The 8th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2012), Kyushu University, Fukuoka, 2012 年 10 月 16 日
 - [17] Yugo Terada, Yaokai Feng, Seiichi Uchida(九州大学), “Character Detection with Structure Learning”, The 8th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2012), Kyushu University, Fukuoka, 2012 年 10 月 17 日
 - [18] Tohru Sasaki, Yaokai Feng, Seiichi Uchida(九州大学), “Pattern Matching with Asynchronization”, The 8th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics

- (MPR2012), Kyushu University, Fukuoka, 2012 年 10 月 17 日
- [19] Song Wang, Seiichi Uchida, and Marcus Liwicki (ドイツ人工知能研究センター), “Part-Based Method on Handwritten Texts”, 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012), Tsukuba, Japan, 2012 年 11 月 12 日
 - [20] Rong Huang, Shinpei Oba, Shivakumara Palaiahnakote(シンガポール国立大学), and Seiichi Uchida(九州大学), “Scene Character Detection and Recognition Based on Multiple Hypotheses Framework”, 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012), Tsukuba, Japan, 2012 年 11 月 13 日
 - [21] Seiichi Uchida, Masahiro Fukutomi, Koichi Ogawara, and Yaokai Feng(九州大学), “Non-Markovian Dynamic Time Warping”, 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012), Tsukuba, Japan, 2012 年 11 月 14 日
 - [22] K. Kunze, H. Kawaichi, K. Yoshimura, K. Kise(大阪府立大学). The Wordometer – Estimating the Number of Words Read Using Document Image Retrieval and Mobile Eye Tracking. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Washington D.C., 2013 年 8 月 26 日 Best Paper.
 - [23] Hongxing Gao, Marcal Rusinol, Dimosthenis Karatzas, Josep Lladós(バルセロナ自治大学), Tomokazu Sato, Masakazu Iwamura and Koichi Kise(大阪府立大学), “Key-region Detection for Document Images ---Application to Administrative Document Retrieval”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), 2013 年 8 月 26 日
 - [24] Takuya Kobayashi, Masakazu Iwamura, Takahiro Matsuda and Koichi Kise(大阪府立大学), “An Anytime Algorithm for Camera-Based Character Recognition”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), 2013 年 8 月 28 日
 - [25] Masakazu Iwamura, Masaki Tsukada and Koichi Kise(大阪府立大学), “Automatic Labeling for Scene Text Database”, Proc. 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2013), 2013 年 8 月 28 日
 - [26] K. Kunze, S. Ishimaru, Y. Utsumi, K. Kise(大阪府立大学). My Reading Life – Towards Utilizing Eyetracking on Unmodified Tablets and Phones. Adjunct Proceedings of UBICOMP. Zurich, Switzerland, 2013 年 9 月 10 日
 - [27] K. Kunze, K. Tanaka, M. Iwamura, K. Kise(大阪府立大学). Annotate Me – Supporting Active Reading using Real-Time Document Image Retrieval On Mobile Devices. Adjunct Proceedings of UBICOMP. Zurich, Switzerland, 2013 年 9 月 12 日
 - [28] Takumi Toyama(ドイツ人工知能研究センター), Wakana Suzuki(大阪府立大学), Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター), Koichi Kise(大阪府立大学). User Attention Oriented Augmented Reality on Documents with Document Dependent

Dynamic Overlay. International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2013), Adelaide, Australia, 2013 年 10 月 2 日

- [29] Masakazu Iwamura, Tomokazu Sato and Koichi Kise(大阪府立大学), “What Is the Most Efficient Way to Select Nearest Neighbor Candidates for Fast Approximate Nearest Neighbor Search?”, Proc. 14th International Conference on Computer Vision (ICCV 2013), 2013 年 12 月 (Accepted) (Acceptance Rate: 27.86%)
- [30] Song Wang, Seiichi Uchida(九州大学) and Marcus Liwicki(ドイツ人工知能研究センター). Part-Based Recognition of Arbitrary Fonts. International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Washington D.C., 2013 年 8 月 26 日
- [31] Volkmar Frinken (九州大学), Nilanjana Bhattacharya (Indian Statistical Institute), Seiichi Uchida(九州大学) and Umapada Pal (Indian Statistical Institute), “Improved BLSTM Neural Networks for Recognition of On-line Bangla Complex Words”, Proceedings of Joint International Workshops on Statistical Techniques in Pattern Recognition and Structural and Syntactic Pattern Recognition, pp.404-413, Joensuu, Finland, 2014 年 8 月 21 日
- [32] Volkmar Frinken, Yutaro Iwakiri, Ryosuke Ishida, Kensho Fujisaki, Seiichi Uchida(九州大学), “Improving Point of View Scene Recognition by Considering Textual Data”, Proceedings of the 22nd International Conference on Pattern Recognition, pp.2966-2971, Stockholm, Sweden, 2014 年 8 月 25 日
- [33] Kohei Inai(九州大学), Marten Palsson (KTH Royal Institute of Technology, Sweden), Volkmar Frinken, Yaokai Feng, Seiichi Uchida(九州大学), “Selective Concealment of Characters for Privacy Protection”, Proceedings of the 22nd International Conference on Pattern Recognition, pp.333-338, Stockholm, Sweden, 2014 年 8 月 25 日
- [34] Ayano Okoso, Kai Kunze, and Kise Koichi(大阪府立大学), “Implicit Gaze based Annotations to Support Second Language Learning”, Proceedings of UbiComp'14 Adjunct, Seattle, USA, 2014 年 9 月 15 日
- [35] Shoya Ishimaru, Kai Kunze, Katsuma Tanaka(大阪府立大学), Uji Uema(慶應義塾大学), Koichi Kise(大阪府立大学), and Masahiko Inami(慶應義塾大学), “Smarter Eyewear- Using Commercial EOG Glasses for Activity Recognition”, Proceedings of UbiComp'14 Adjunct, Seattle, USA, 2014 年 9 月 15 日
- [36] Katsuma Tanaka, Kai Kunze, Motoi Iwata, Koichi Kise(大阪府立大学), “Memory Specs — An Annotation System on Google Glass using Document Image Retrieval”, Proceedings of the 2014 ACM Conference on pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp2014), Seattle, USA, 2014 年 9 月 15 日
- [37] Masakazu Iwamura, Nobuaki Matozaki and Koichi Kise(大阪府立大学), “Fast

Instance Search Based on Approximate Bichromatic Reverse Nearest Neighbor Search”, Proc. of the ACM International Conference on Multimedia (MM '14), pp.1121-1124, 2014 年 11 月 6 日

- [38] 宮崎 智(東北大学), “Finding Stroke Parts for Rough Text Detection in Scene Images with Random Forest,” Joint Conference of IWAIT and IFMIA, Tainan, Taiwan, 2015 年 1 月 13 日
- [39] Volkmar Frinken, Ryosuke Kakisako and Seiichi Uchida(九州大学), “A Novel HMM Decoding Algorithm Permitting Long-Term Dependencies and its Application to Handwritten Word Recognition”, Proceedings of the 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, Crete, Greece, 2014 年 9 月 2 日
- [40] Ryota Ogata(九州大学), Minoru Mori(NTT), Volkmar Frinken and Seiichi Uchida(九州大学), “Constrained AdaBoost for Totally-Ordered Global Features”, Proceedings of the 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, Crete, Greece, 2014 年 9 月 3 日
- [41] Muhammad Imran Malik, Marcus Liwicki, Andreas Dengel(ドイツ人工知能研究センター), Seiichi Uchida and Volkmar Frinken(九州大学), “Automatic Signatures Stability Analysis and Verification Using Local Features”, Proceedings of the 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, Crete, Greece, 2014 年 9 月 4 日
- [42] Shoya Ishimaru(大阪府立大学), Kai Kunze(慶應義塾大学), Katsuma Tanaka(大阪府立大学), Yuji Uema(慶應義塾大学), Koichi Kise(大阪府立大学) and Masahiko Inami(慶應義塾大学), "Smart Eyewear for Interaction and Activity Recognition", Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems(CHI2015), Seoul, Republic of Korea, 2015 年 4 月 18 日
- [43] Dimosthenis Karatzas, Lluís Gómez-Bigorda, Angelos Nicolaou, Suman Ghosh, Andrew Bagdanov(バルセロナ自治大学), Masakazu Iwamura(大阪府立大学), Jiri Matas, Lukas Neumann(チェコ工科大学), Vijay Ramaseshan Chandrasekhar (Institute for Infocomm Research), Shijian Lu, Faisal Shafait(ドイツ人工知能研究センター), Seiichi Uchida(九州大学), and Ernest Valveny(バルセロナ自治大学), "ICDAR 2015 Robust Reading Competition", Proc. 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), Nancy, France, 2015 年 8 月 24 日
- [44] Kai Kunze, Yuji Uema(慶應義塾大学), Katsuma Tanaka, Shoya Ishimaru, Koichi Kise(大阪府立大学) and Masahiko Inami(慶應義塾大学), "MEME — Eye Wear Computing to Explore Human Behavior", Proceedings of the 2015 ACM

International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication (UbiComp2015) , Osaka, Japan, 2015 年 9 月 9 日

- [45] Shun Chiba, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya and Shinichiro Omachi(東北大学), “Estimation of Gazing Points in Environment Using Eye Tracker and Omnidirectional Camera,” The IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan, 2015 年 6 月 6 日
- [46] Brian Iwana, Seiichi Uchida(九州大学), Kaspar Riesen(University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland), Volkmar Frinken(九州大学), Tackling Pattern Recognition by Vector Space Embedding, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), Nancy, France, 2015 年 8 月 25 日
- [47] Donato Barbuzzi, Giuseppe Pirlo(バーク大学), Seiichi Uchida, Volkmar Frinken(九州大学), Donato Impedovo(バーク工科大学), Similarity-based Regularization for Semi-Supervised Learning for Handwritten Digit Recognition, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), Nancy, France, 2015 年 8 月 25 日
- [48] Renwu Gao, Shoma Eguchi, Seiichi Uchida(九州大学), True Color Distributions of Scene Text and Background, 13th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2015), Nancy, France, 2015 年 8 月 26 日
- [49] Liuan Wang(九州大学/Fujitsu Lab. China), Seiichi Uchida(九州大学), Wei Fan, Jun Sun(Fujitsu Lab. China), Globally Optimal Text Line Extraction based on K-Shortest Paths algorithm, The 12th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2016), 2016 年 4 月 14 日.
- [50] Yusuke Oguma, Koichi Kise(大阪府立大学), “Camera-Based System for User Friendly Annotation of Documents,” The 12th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS2016), Santorini, Greece, 2016 年 4 月 14 日

(4) 知財出願

① 国内出願(3 件)

- [1] 文書画像データベースの登録方法および検索方法、竹田一貴、黄瀬浩一、岩村雅一、公立大学法人大阪府立大学、2011 年 3 月 2 日、特願 2011-45513、日本
- [2] 近似最近傍探索に係るデータベースの登録方法および登録装置、岩村雅一、黄瀬浩一、公立大学法人大阪府立大学、2011 年 5 月 27 日、特願 2011-119128、日本
- [3] 近似最近傍探索装置、近似最近傍探索方法およびそのプログラム、岩村雅一、佐藤智一、黄瀬浩一、公立大学法人大阪府立大学、2012 年 2 月 28 日、特願 2012-04217、日本

② 海外出願(2 件)

- [1] 近似最近傍探索に係るデータベースの登録方法および登録装置、岩村雅一、黄瀬浩一、公立大学法人大阪府立大学、2012 年 5 月 15 日、PCT/JP2012/062406
- [2] 近似最近傍探索装置、近似最近傍探索方法およびそのプログラム、岩村雅一、佐藤智一、黄瀬浩一、公立大学法人大阪府立大学、2013 年 8 月 20 日、PCT/JP2013/055440

(5) 受賞・報道等

① 受賞

- [1] CJKPR Best Poster Award
Kazutaka Takeda, koichi Kise, Masakazu Iwamura, “Multilingual Document Image Retrieval Based on a Large-Scale Database”, 2nd China-Japan-Korea Joint Workshop on Pattern Recognition (CJKPR2010), 2011 年 11 月 4 日
- [2] 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU)2011 優秀論文賞
福富正弘、小川原光一、フォンヤオカイ、内田誠一(受賞対象論文 “非マルコフ的制約を導入した最適弾性マッチング”)、2011 年 7 月 21 日
- [3] Best Poster Award, The 8th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2012)
Yugo Terada, Yaokai Feng, Seiichi Uchida, 2012 年 10 月 17 日
- [4] * IAPR/ICDAR Best Paper Award, The 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR2013)
Kai Kunze, Hitoshi Kawaichi, Kazuyo Yoshimura, Koichi Kise, 2013 年 8 月 28 日
- [5] IEEE Sendai Section Student Award, Best Paper Prize
新保秀斗, “Accuracy Improvement of Character Recognition Using Generated Samples by Morphing,” 2015 年 11 月 30 日
- [6] Best Paper Award, The Eighth International Conferences on Pervasive Patterns and Applications
Kento Tonosaki, Yoshihiro Sugaya, Tomo Miyazaki, Shinichiro Omachi, 2016 年 3 月 22 日

② マスコミ(新聞・TV等)報道

- [1] 稲見昌彦, NHK News Web 「ウェアラブル端末が未来を変える?」, 2015 年 1 月 14 日
- [2] 産経アプリスタ「指先で文字を読む、腕の筋肉でゲーム操作 大学やベンチャーの最新技術が並ぶ」 <http://aplista.iza.ne.jp/f-iphone/248203>
- [3] EE Times Japan 「指先で文字を自動的に認識? CEATEC でデモ展示」
<http://eetimes.jp/ee/articles/1510/14/news079.html>

- [4] Yahoo Headline「指先で文字を自動的に認識？ CEATEC でデモ展示」
http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20151014-00000065-it_eetimes-ind

③ その他

- [1] 大阪府立大学・大阪市立大学 新技術説明会(JST ホール, 市ヶ谷, 2011 年 10 月 14 日)
大規模実時間文書画像検索を用いた新メディアの展開
https://shingi.jst.go.jp/past_abst/abst/2011/osaka/program.html
- [2] 京阪神地区大学 新技術説明会(大阪国際会議場, 大阪市, 2011 年 11 月 22 日)
大規模実時間文書画像検索を用いた新メディアの展開
https://shingi.jst.go.jp/past_abst/abst/2011/keihanshin/program.html
- [3] JST 推薦シーズ 新技術説明会(JST 東京本部別館ホール, 市ヶ谷, 2013 年 3 月 4 日)
斜めから撮影した文字が読める高速文字認識技術
https://shingi.jst.go.jp/past_abst/abst/2012/jstseeds3/program.html
- [4] 最先端 IT・エレクトロニクス総合展(CEATEC JAPAN)(千葉, 2014 年 10 月 7～8 日) “全
方位文字認識技術”
- [5] 知能情報フェスタ 2015 in SENDAI(東北大学, 仙台, 2015 年 3 月 27 日)
全方位カメラによる文字検出システム
http://www.tohoku.meti.go.jp/s_joho/topics/pdf/150212.pdf
- [6] 最先端 IT・エレクトロニクス総合展(CEATEC JAPAN)(千葉, 2015 年 10 月 7～10 日)
“Reading-Life Log プロジェクト”
- [7] 東北大学電気・情報東京フォーラム 2013(学術総合センター, 2013 年 11 月 25 日)
人間調和型の文字検出および認識手法
<http://www.riec.tohoku.ac.jp/forum2013/>
- [8] 東北大学イノベーションフェア(仙台国際センター, 仙台, 2014 年 1 月 28 日)
コンピュータと人が融和する文字・文書メディアの利用技術
http://www.tohoku.ac.jp/japanese/newimg/eventimg/event20131217_03.pdf
- [9] 東北大学電気・情報東京フォーラム 2015(学術総合センター, 2015 年 11 月 25 日)
環境中の文字情報の検出と認識
<http://www.riec.tohoku.ac.jp/forum2015/>

(6) 成果展開事例

① 実用化に向けての展開

- ・ CES2011 Exhibition, January 10-13, 2012 (Las Vegas, USA, Booth: South 1 – 21767)
Fuji Printing Co., Ltd
MDR(Mobile Document Recognition)Service

MDR-AR (Mobile Document Recognition Augmented Reality Application)

MDR-CD (Mobile Document Recognition Contents Downloader)

<http://www.fujiprint-web.com/mdr/>

- ・ 株式会社富士通研究所との共同開発
知能メディア処理技術に関する研究 (2012 年 11 月 1 日～2013 年 3 月 31 日)
- ・ 日本電気株式会社との共同開発
ドキュメント画像照合 (2012 年 9 月 1 日～2013 年 3 月 31 日)
- ・ パナソニック株式会社との共同開発
任意背景からの文字検出・認識技術に関する研究
(2013 年 6 月 1 日～2013 年 9 月 30 日)
- ・ 最先端 IT・エレクトロニクス総合展(CEATEC JAPAN), 千葉
“全方位文字認識技術”(2014 年 10 月 7～8 日)
- ・ 知能情報フェスタ 2015 in SENDAI, 仙台
“全方位カメラによる文字検出システム”, (2015 年 3 月 27 日)

② 社会還元的な展開活動

- ・ 2013 年 10 月 2 日に、ドイツ人工知能研究センターを訪問するアブ・ダビの王族ならびにその関係者に、本プロジェクトで開発した文書画像検索システムのデモンストレーションを行った。
- ・ インドのヒューレット・パッカートの研究所から文書画像検索システムを評価利用したいという申し出を受けていて、現在、契約を行っているところである。
- ・ 2013 年 8 月にワシントン DC で開催された ICDAR という国際会議で、Google Books の研究員と話し、文書画像検索技術を Books のチーム内で紹介していただくことになった。
- ・ 2012 年 2 月にカリフォルニア大学サンディエゴ校のコンピュータサイエンス学科 JimHollan 教授からの依頼で、文書画像検索のソフトウェアを提供した。このソフトウェアを用いて、彼らは自身が提案しているインテリジェント・デスクを改良している。

<http://hci.ucsd.edu/hollan/>

- ・ 2011 年 11 月 9 日、10 日に日本科学未来館で開催されたサイエンスアゴラ 2011 に「認識・検索でこんなに化ける本： 普通の本の新しい使い道」という展示を出展。

<http://www.jst.go.jp/csc/scienceagora/reports/2011/>

- ・ 黄瀬グループで開発した文書画像検索技術の応用として、慶應義塾大学の寛康明氏らはカメラ画像による楽譜画像検索を用いた紙楽譜演奏システムである onNote を開発した。

<http://www.xlab.sfc.keio.ac.jp/>

- ・ 大規模実時間文書画像検索技術をノルウェーの Studix に供与した。
- ・ 大規模実時間文書画像検索技術をインドの Ziz labs に供与した。
- ・ 大規模実時間文書画像検索技術を日本の株式会社ステークホルダーコムに供与した。
- ・ 株式会社ステークホルダーコムとの間で文書画像検索技術の使用契約を締結した。

§ 5 研究実施内容及び成果

5.1 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

(1) 研究実施内容及び成果

年月日	名称	場所	参加人数	概要
平成 22 年 11 月 1 日	ドイツ人工知能研究センターAndreas Dengel 教授講演会	大 阪 府 立 大 学	28 人	アイトラッカーを用いた文書解析技術の現状と課題についての技術供与
平成 22 年 11 月 25 日	CREST「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」領域 第1回公開シンポジウム	国 立 情 報 学 研 究 所 学 術 総 合 セ ン タ ー	不明 (グループ内は 4 人)	ポスターならびにデモ発表
平成 23 年 10 月 19 日	CREST「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」領域 第2回公開シンポジウム	国 立 情 報 学 研 究 所 学 術 総 合 セ ン タ ー	不明 (グループ内は 4 人)	講演、ポスターならびにデモ発表
平成 23 年 11 月 19 日 ～20 日	サイエンスアゴラ 2011	日 本 科 学 未 来 館	不明 (グループ内は 14 人)	デモおよび研究内容の展示
平成 25 年 3 月 8 日	情報処理学会 全国大会での企画	東北大学	不明	情報処理学会の全国大会で行われた公開イベントで、佐藤、武田、八木チームとの合同企画
平成 27 年 3 月 28 日 ～29 日	CREST 情報環境ハッカソン	グランフロント大阪	チ ー ム 内 4 人	
平成 28 年 10 月 7 日 ～10 日	CEATEC JAPAN 2015	幕張メッセ	20 人	研究成果のデモ展示