

「多様なメディアからの復興情報抽出に関する研究」

伊藤慶明 (ソフトウェア情報学部 教授)、小嶋和徳 (ソフトウェア情報学部 講師)

<要旨>

本研究は、災害時にテレビやラジオから流れる様々な情報から必要な情報を検出・抽出することを目的とするものであり、平成 28 年度は以下の研究成果を得ることができた。音声情報からの情報抽出では、音声検索において深層学習をはじめとする様々な検索手法、および単語認識や音素認識などの情報を統合する手法を検討した、また一度検索した情報を再利用する手法も検討し、より効率よく必要な情報を獲得できる様にした。また画像からの情報抽出では、情景画像からの文字抽出において画像の特徴に合わせて前処理を変更することで、情報の取りこぼしを少なくする手法について検討した。

1 研究の概要

本研究は、災害時においてテレビやラジオなどから流れる様々な音声情報や映像情報から、必要な情報を抽出することを目的とするものであり、大きく音声情報からの抽出と映像 (画像) 情報からの抽出に分かれる。

音声情報からの抽出では、音声中の検索語検出の研究を中心に、より効率よく、より高速に検索する手法について検討している。また、映像 (画像) 情報からの抽出では、情景画像から文字部分を抽出する研究において抽出精度を向上させる手法を検討している。

2 研究の内容

音声情報からの抽出においては、以下の手法の検討を行った。(1) 音声クエリと音声ドキュメントを認識する際の単語認識および音素認識を統合する手法の検討、(2) 検索した結果の一位候補区間を新たにクエリとして再検索し、もとの検索結果と統合する手法の検討、(3) Monophone モデルの改良モデルの検討、(4) 深層学習 (DNN) の出力である Posteriorgram による照合における、Sparse Vector を用いた検索の高速化の検討、(5) DNN を用いた方法において、(5-1) サブワード間照合、状態間照合の音響距離を、DNN を用いることで高精度化する方法、(5-2) 音声クエリによる検索 (SQ-STD) においてフレームレベルでの連続動的計画法照合により、サブワード間照合、状態間照合よりも精緻な照合を行う方法、(5-3) SQ-STD において、DNN に加え音素や文字を出力とする Connectionist Temporal Classification (CTC) を照合に用いることで高精度な検索を行う方法の検討。

また、映像 (画像) 情報からの文字抽出では、画像から抽出できる高周波情報に注目し、ノイズが多い、またはぼやけた画像の特徴に注目し、画像によって処理を変更する手法について検討した。

3 これまで得られた研究の成果

音声情報からの抽出においては、以下の様な成果が得られた。(1) では単語認識結果と音素認識結果を統合する

際に照合結果を比較し、類似度が高い結果を重視し統合を行うことで検索精度が向上することが確認できた。(2) では最初の検索結果と一位候補をクエリとした場合の検索結果を統合することで、検索精度が向上することが確認できた。(3) では長母音を短母音二つで表現する方式、子音と拗音の連結を拗音とその後ろに続く母音を連結する方式を検討した結果、検索精度が向上することが確認できた。またここでは、DNN を利用する場合に情報を削減しない方が、検索精度が良いという見識が得られた。(4) では DNN で出力される Posteriorgram を使って照合を行う際、Sparse Vector を利用して計算の省力化を行うことで、検索精度を落とさずに計算時間が短縮することが確認できた。(5-1) ではサブワード間の照合および状態間の照合の音響距離を DNN で求めることでこれまでの手法に比べ検索精度が向上することが確認できた。また(5-2) では従来法である状態間レベルに比べて精緻なフレームレベルでの照合を行うことにより、検索精度が向上することが確認できた。さらに(5-3) では音声クエリによる検索において、DNN だけではなく音素や文字を出力する CTC を照合に用い、スコアを統合することで、検索精度が向上することが確認できた。

また映像 (画像) 情報からの抽出では、高周波情報が多い、つまりノイズが多い画像に対してはノイズ除去処理、高周波情報が少ない、つまりぼやけた画像に対してはエッジ強調処理を行うことで、従来手法に比べ再現率がかなり向上し、取りこぼしを防ぐのにかなり有効であることが確認できた。

4 今後の具体的な展開

音声情報からの抽出においては、DNN を用いた方法について、より検索精度が向上する手法を検討するとともに、検索速度を上げる手法についても検討を行う。さらには従来手法と提案手法を組み合わせることで、より有効な手法についても検討を行う。

映像 (画像) 情報からの抽出では、再現率を向上させたことで適合率が下がることが確認できており、今後は抽出された情報の中で明らかに文字ではないと分かるものを削除するなど、適合率も上げる方法について検討する。

「震災後の地域環境を考慮した社会情報システムの研究」

阿部昭博（ソフトウェア情報学部、教授）、市川尚（同学部、准教授）、富澤浩樹（同学部、講師）

<要旨>

本研究では、岩手県における東日本大震災後の観光振興やまちづくり等における課題を学生の教育研究と連動する形で取り上げ、スマートフォン、SNS の普及や公共データのオープンデータ化といった ICT 環境の進展のもとで新たな社会情報システムの創出を試みた。今後、協力団体での施策や事業において、本研究で得られた知見の活用が期待される。

1 研究の概要

社会情報システム学講座では、地域課題を題材とした PBL（問題解決・プロジェクト型）教育と実践的研究を一体的に推進することにより、まちづくり、観光振興、教育・文化、福祉など、個人や単一の集団・組織では解決できない社会的課題に対して、情報システムによる解決や新たなサービス創出を目指す教育研究を行ってきた。本研究では、岩手県における東日本大震災後の観光振興やまちづくり等における課題を学生の教育研究と連動する形で取り上げ、スマートフォン、SNS の普及や公共データのオープンデータ化といった ICT 環境の進展のもとで新たな社会情報システムの創出を試みる。

2 研究の内容

2.1 地域情報化におけるオープンデータの利活用

行政が保有する公共データのオープンデータ化を促進するうえでは、地域課題の解決という視点が重要となる。二つの課題に対してオープンデータの活用を試みた。

県内滞在周遊の促進：岩手県の観光課題は、内陸部の平泉世界遺産等を訪問した観光客の県内（特に復興途上にある沿岸部）周遊促進にある。本研究では総務省の公共クラウドが提供する観光オープンデータを活用することで、鉄道やバスによる複数の市町村に跨った広域での観光周遊を支援するシステムを試作した[1]。

交通拠点における UD 対応：交通拠点のユニバーサルデザイン(UD)対応の一つとして、移動制約者向け情報提供システムの導入が進みつつあるが、県内交通拠点においては震災の影響や経営環境の厳しさもあり、その取り組みは遅れている。本研究では盛岡市が保有するバリアフリーマップのデータを活用することで、車椅子利用者や視覚障害者等の利用も考慮した盛岡駅周辺の移動情報提供システムを試作した[2]。

2.2 SNS 普及を考慮した観光支援

当講座では平泉町と連携して観光ガイドシステムの開発運用を実施してきたが、SNS とスマートフォン利用が加速した震災以降の観光行動を考慮し、システム全体の見直しが急務となっている。本研究では SNS 利用で定着

したチャット形式をユーザインターフェースとして積極的に活用することで、より観光客の視点に立った周遊支援システムの在り方について基礎検討を行った[3]。

2.3 まちづくり活動や環境学習へのスマートフォン応用

滝沢市で活動する団体「たきざわ環境パートナー会議」が運営する「いきもの探偵隊」では、特定外来生物オオハンゴンソウの市民参加型調査を実施しているが、対象植物が一般に知られていないことが課題として挙げられていた。本研究では、オオハンゴンソウをより多くの人に知ってもらうことを目的として、野外学習プログラムの一つであるフィールドビンゴをスマートフォンアプリに取り入れた啓発活動支援システムを開発し、一定期間、試験的に運用・評価を行った[4]。

3 これまで得られた研究の成果

前述の情報システム研究は、いずれも県内の行政や市民団体との連携協力のもと実施し、その効果や実施上の課題について各団体の施策や事業にフィードバックすることができた。また、学生を筆頭とする 4 件の学会発表に繋がり、教育面でも十分な成果が得られたと考える。

4 今後の具体的な展開

今回取り組んだシステムを継承し、システム開発のみならず運用までの一連の情報システムライフサイクルを体験させることで、実践的研究の質を上げる必要がある。また、オープンデータの活用については、適用課題を更に拡大し知見を蓄積することが望ましい。

参考文献

- [1] 上田他：オープンデータを用いた広域観光支援システムの開発，情報処理学会第 79 回全国大会，3ZD-09，2017.
- [2] 鈴木他：地方の交通拠点における移動情報提供システムの開発，情報処理学会第 79 回全国大会，4ZF-02，2017.
- [3] 山内他：観光客の視点に立った周遊支援システムの基礎検討，情報処理学会第 79 回全国大会，4ZF-05，2017.
- [4] 岡田他：フィールドビンゴを用いた特定外来生物啓発活動支援システムの開発，情報処理学会第 79 回全国大会，7ZD-05，2017.

「リハビリ訓練・評価支援のための状態可視化に関する研究」

松田浩一 (ソフトウェア情報学部・講師)

<要旨>

本研究では、リハビリテーション科におけるバランス訓練の効果を可視化するためのシステム開発とその効果について分析を行う。可視化によって、理学療法士自身が確認するだけでなく、患者にもその効果が伝わることを期待され、モチベーション維持につながることを期待される。そのために、任天堂の Wii バランスボードを用いたプロトタイプシステムを開発し、理学療法士の知り得たい情報が得られる仕様について、ヒアリングと実装を繰り返した。次年度は、患者への継続利用により基礎データを蓄積し、可視化手法の検討を行う予定である。

1 研究の概要

本研究では、リハビリテーション科におけるバランス訓練の効果を定量的に示すためのシステム開発とその効果について分析を行う。

理学療法士は患者の状態を目視で観察し主観的な解釈によってリハビリプログラムを決めている。例えば歩行であれば、歩行の観察により、歩幅、10mの歩行にかかった時間(歩行速度)などが定量的な指標として得られる。しかし、蹴り出しの強さ、体幹のひねり、バランス、脚部の伸展などのように主観で得る項目も多い。この判断は、健常者を基準として患者の動作を経験に基づいて評価している。しかし、「良くなった」という評価をしても、動作の質の評価は主観に基づく定性的なものである。したがって、患者のリハビリテーション前後でどの程度歩行動作に改善が見られたのか、またその因果関係など、情報を整理し、客観的に分析することが重要である。また、客観的にとらえることにより、患者に対しても効果を伝えることが容易になり、患者のモチベーションの維持も期待できる。

2 研究の内容

重心を意図した位置に移動できることはバランス訓練において重要であり、その位置が見えることの効果は大きい。重心移動が簡易に計測できる機器として、任天堂のゲーム機 Wii のデバイスであるバランスボード(8千円程度)があり、BluetoothによりPCに接続して利用できることが知られている。このバランスボードを使ったリハビリへの活用については重心動揺計の代用としての活用が多く行われている。本研究では、バランス訓練への活用に主眼を置き、継続的な利用という観点におけるデータの提示(活用)方法および、その効果について検討を行う。

3 これまで得られた研究の成果

開発したプロトタイプシステムを図1に示す。

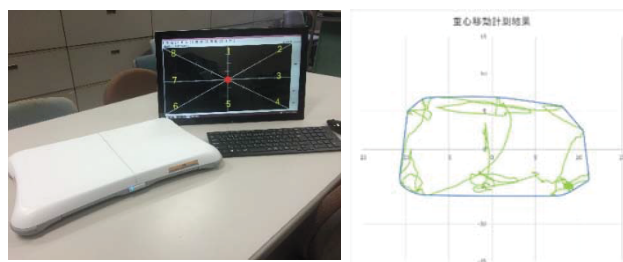


図1: プロトタイプシステム, 計測結果

本プロトタイプシステムでは、画面上に表示されたマーカーに合うように重心位置を利用者が変えて合わせることを繰り返す。マーカーは、理学療法士が任意に位置を指定できるほか、8方向の軸上に1から順に自動的に表示することができる。被験者の重心位置がマーカーに到達すると、次の軸にマーカーが自動的に移動する。

また、本プロトタイプシステムには、以下の機能を有する。(1)難易度調整の随時変更、(2)重心移動の軌跡および範囲の表示、(3)過去の重心移動の試行との比較。

リハビリテーション科における試験利用、ヒアリング、実装(改善)のプロセスを数度経て、継続的な利用のための仕様策定を行うことができた。

4 今後の具体的な展開

次年度、プロトタイプシステムの長期間の貸し出しによる継続的なデータの取得を行い、それらのデータの効果的な可視化方法について検討する。可能であれば、同じ患者を継続的に取得し、その経過を追跡・分析できるような表示方法・UIを検討する。

謝辞

本研究は、元盛岡医療生活協同組合川久保病院リハビリテーション科飯澤葉弓氏、盛岡医療生活協同組合川久保病院通所リハビリテーション大坂氏祐太氏の協力のもとに進められた。ここに感謝の意を表す。

「災害情報処理支援技術に関わる研究」

齊藤義仰 (ソフトウェア情報学部、准教授)、西岡大 (ソフトウェア情報学部、講師)

<要旨>

2011年3月11日に発生した東日本大震災の影響で沿岸部に甚大な被害が出た。津波の影響により家屋が破壊され、多くの人が仮設住宅や公営復興住宅での生活を強いられてきた。その住民の中には、立地条件の悪さや未復旧の交通機関により、買い物における問題を抱える人が数多く存在した。そこで我々は、災害情報処理支援技術の一つとして、これまで研究してきたプリペイド型の商店システムを用いて解決を図ってきた。本稿では、被災地でも利用し易いように、タブレット PC 上で実装したプリペイド型の商店システムについて報告する。

1 研究の概要

我々はこれまで、プリペイド型簡易商店システムを開発してきた。当該システムは2011年3月11日に発生した東日本大震災の復興支援として、宮越赤前仮設住宅集会所等で設置、運用を行った。緩やかではあるものの、復興が進みつつある現在、復興支援以外の買い物支援サービスに対する需要にも着目していく必要がある。

現在、オフィスにおける買い物支援サービスは数多く登場しており、それらの中で当該システムを利用されるシステムにするためには、多くのユーザーが普段から使用しているデバイスへの対応が重要となる。これは復興支援としての運用において、高齢者を中心とする利用者が不慣れな機材に対する不安感からシステムの利用を敬遠していたためである。平成27年度情報通信白書によると、スマートフォンの普及率は携帯電話を所持する世帯94.6%のうち64.2%にのぼる。また、タブレットPCの普及率もPCを所持する世帯78.0%のうち26.3%となっている。これらはそのほとんどでタッチパネルが採用されており、この普及率から、多くのユーザーがタッチパネルを使用したデバイスに対してある程度の慣れを持つと期待できる。今後、限界集落や被災地などへの設置を検討する場合、普及率の高いデバイスへの対応により、ユーザーの利便性が向上すると考える。このことから、本研究では普及率の高いデバイスへの簡易商店システム実装を課題とする。

2 研究の内容

デスクトップ PC やノート PC でハードディスクドライブに当たるストレージがタブレット PC では大きな容量を持たない。容量の問題はmicro SD カードを本体に挿入することである程度軽減可能ではあるが、処理能力がタブレット PC ではノート PC やデスクトップ PC に比べ、大きく劣っている。タブレット PC での運用を快適に行うためには、システムの軽量化を図る必要がある。本研究における課題は機材の検討を実施した結果、タブレット PC への対応と言い換えることができる。タブレット PC の大きな特徴はタッチパネルを利用した直感的な

入力方法であり、簡易商店システムでもタッチパネルによる入力を可能とした。限界集落や被災地などへの設置を検討する場合、インターネットへの接続環境が存在しない場合もある。そういった場所への設置は、管理用サーバープログラムを内部で稼働させるスタンドアロン形式での運用が望ましい。ネットワークの接続状況に左右されず稼働させることができるためである。そのため、スタンドアロンでも動作可能とした。また、現地協力が PC の操作に不慣れであっても運用が開始できるように、起動時にログファイルやデータベースファイル、それらを保存するディレクトリなどが存在するかを確認、存在しない場合は自動で生成する機能を作成した。現地協力が PC の操作に不慣れな場合の対応としては、管理用クライアントの簡略化も重要になる。完全なスタンドアロン運用を行う場合は、現地協力が管理者クライアントを操作するからである。様々な派生ができてしまっていた管理者クライアントを統合、一つの GUI で操作できるようにした。

3 これまで得られた研究の成果

実装したシステムが実際に運用することができるかを確認する目的で、岩手県立大学コミュニケーション学講座に設置し、試験運用を実施した。試験運用のログ、利用者への聞き取り調査から従来システムよりも、タブレット PC の方が使いやすいという意見が得られ、十分な操作性の確保ができていたことが確認できた。また、従来システムに比べ、約80%のコスト削減、約70%の省スペース化を行うことができた。

他サービスと比較した結果、他サービスの中で本システムを利用する利点は設置、撤去の容易さである。しかし、決済方法は他サービスの方が優れており、再検討が必要となる。

4 今後の具体的な展開

他のタブレット PC を使用した無人販売システムでは、決済方法にクレジットカードなどが利用できる。新たな機材への対応だけでなく、新たな決済方法についても検討していく必要がある。

「遠隔リハビリテーション支援サービスの研究」

村田 嘉利（ソフトウェア情報学部，教授），鈴木 彰真（ソフトウェア情報学部，講師）

<要旨>

医療費の高騰を抑えるため，院内リハビリから通所/訪問リハビリに移行している．遠隔地にいる患者への通所/訪問リハビリは移動に多大な時間がかかる．また，自宅での自主訓練はモチベーションの維持が難しい．本研究では，在宅リハビリ可能な患者を対象とし，インターネットを介して理学療法士ではなく，訓練を受けたオペレータが患者に対してリハビリ指導し，理学療法士が複数のオペレータを指導・監督することで低コスト化を図る遠隔リハビリシステムを開発する．本システムでは，オペレータの声による励ましに加えて，低価格なモーションセンサ Microsoft Kinect を用い，定量的にリハビリ効果を計測し，提示することで患者のモチベーション向上を図る．

1 研究の概要

近年，人口の高齢化に伴いリハビリテーションを必要とする患者数が増加する傾向にある．医療費抑制のため，院内リハビリから通所/訪問リハビリに移行している．保険適用できるリハビリの回数は十分でないことから，自主的にトレーニングすることが望ましい．しかし，自宅での自主訓練はモチベーションの維持が難しい．それ故，我々は，従来の患者と理学療法士の2者ではなく，患者と患者のリハビリ指導を行うオペレータ，オペレータの指導監督を行う理学療法士の3者から成るシステムとすることにより，低コストで効率的にリハビリ指導可能な遠隔リハビリテーションシステムを開発している．これにより，理学療法士の将来的な不足に対応する．また，低価格なモーションセンサである Microsoft Kinect を利用して身体の歪みを定量的に計測することによりリハビリ効果を定量的に提示し，患者のモチベーション維持を図れるようにしている．

2 研究の内容

以下に示すシステムコンセプトに基づいて，システム構成と必要機能を明確化し，開発を行った．

- ① 訓練を受けたオペレータがインターネットを介して患者のリハビリ指導を行う．理学療法士は，オペレータの指導状況のモニタ，過去のリハビリ指導状況のアーカイブデータ，過去の計測データを基に指導・監督をする．また，リハビリプログラムの見直しを行う．
- ② 計測機を利用してリハビリ効果を定量的に計測し，患者に示すことで，モチベーションの向上する．

続いて，理学療法士に対して開発したシステムのデモンストレーションすることで，評価して頂いた．

3 これまで得られた研究の成果

本システムの構成を図1に示す．前出のコンセプトを実現のため，3者間でのビデオ通信とデータ通信を可能とするコミュニケーション機能，患者の身体の歪みを計測する機能，理学療法士がオペレータの指導・監督を行うためのスーパーバイザ機能，リハビリデータを含む患者のデータおよびオペレータに関するデータを管理するため

データベースを構築した．

Microsoft KINECT を利用して患者の上半身の歪みを計測した時の患者側 PC とオペレータ側 PC の画面例を図2に示す．図中の○印は関節の位置を示す．オペレータ側では，フロントから見た画像に加えて，頭上から頭と両肩，両腰の関節の位置を示す画像，側面からそれらの関節の位置を示す画像が表示される．

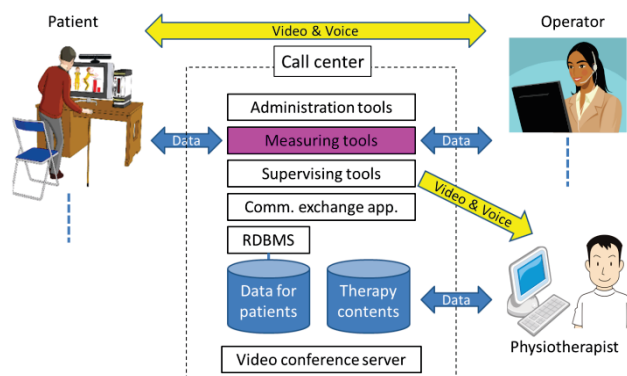


図 1：システム構成



(a) 患者側PCの画面

(b) オペレータ側のPCの画面

図2：リハビリ指導時の患者とオペレータのPC画面例
一人の理学療法士が5人のオペレータを指導し，オペレータの給料が理学療法士の1/5の場合，本システムを利用することにより，一人当たりの理学療法士の給料で5人の患者を指導可能とする．

4 今後の具体的な展開

本システムは，現在の保険制度の適用範囲外であることから，実際のリハビリ現場における評価ができず，理学療法士から意見を頂くにとどまっている．今後は，操作性の改善を進めると共に，現場での評価実験を目指す．

「異種センサーデータによる個人健康状態の推定と応用について」

戴 イン (ソフトウェア情報学部、准教授)

<要旨>

今年度の研究では、主に、主観的領域における分類器の性能を改善するために、K 平均クラスタリングを用いて主観的にラベル付けされたトレーニングデータの品質を測定するための基準 (QoSTD) を定義した。次に、クラスの予測スコアの重みとして QoSTD が使用され、推測されたインスタンスの可能性を調整する。さらに、主観的なラベル付きデータによって訓練された分類器の性能を評価する。提案された方法の有効性を検証するために、support vector machine (SVM) と discrimination analysis (DA) モデルを利用して、提案された方法によって、東洋医学に関わる 13 個の基本証を推測する分類器が実世界の学習データから訓練された。実験結果は、インスタンスに対する観測値とのその尤度の一致率が、特に比較的低い QoSTD を持つ訓練データセットの場合に、クラスごとで顕著に増加することを示した。実験結果はまた、レーニング・データ・セットから間違いラベル付けされてインスタンスを除去し、サブジェクト・ドメイン内の分類器を再トレーニングする方法と解決策を示した。それにより、提案された方法が個人健康状態を推定する分類器の性能を改善することを検証した。

1 研究の概要

バイオセンサーを含むセンサー技術の進歩は、健康管理分野への新たな応用を可能にした。血圧計や心電計などボディセンサーを使って、日常生活の中の人の健康状況を把握する健康管理システムが注目されている。しかし、現在のシステムは健康状態の異常をチェックできるが、異常の原因が確認できないため、健康状態の改善には至らない。また、対象者への負担を考慮すると、体につけるセンサーを少なくする必要があるが、適切なセンサーを選定する基準が明確になっていない。

一方、東洋医学では東洋医師が対象者の健康状態を四診(望診、問診、聞診、切診)により、虚/実と熱/寒と裏/表の3次元の原点から偏位した基本13証(寒、熱、気虚、気滞、血虚、血淤、津虚、痰饮、心、肺、脾、肝、腎)に基づいて判断し、患者それぞれの体質に合わせて、症状を改善する養生(食事などの工夫)と治療法を提供する。東洋医学の病理概念には、病気というほどではないが放置すると病気に至るといふ未病といわれる状態があり、この段階で養生を取り入れることで、発病を予防できるとされている。

本研究では、東洋医学の基本証を用いて効率的で精度の高い健康状態推定モデルの構築を目指し、利用者の健康管理と増進への活用する仕組みを検討する。

2 研究の内容

本研究の流れが図1の通りである。

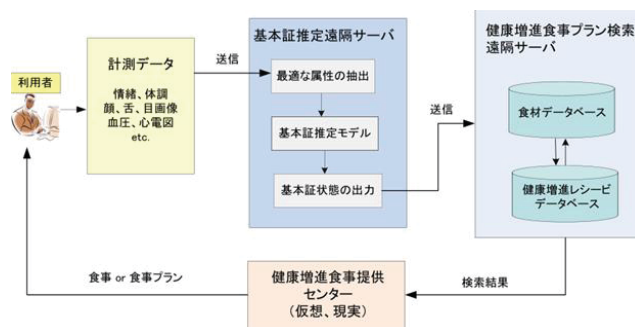


図1：研究流れ図

今までは特に下記の研究を行っている。

1) big sensor data から適切な特徴の抽出と統合

これまでの研究では、被験者 20 名の舌、目、顔などの外観画像及び、9 個の気分項目と WHO の健康測定による 25 個の体調項目のスコア、または、東洋医師 4 名による基本 15 証に関する診断データを学習データとして、基本証の推測システムを構築した。本研究では、これまで収集した上記のデータのほかに、血圧、脈拍、姿勢などの時系列センサーデータを加える。その上で、それらの異種センサーデータから健康状態や状態変化を反映する特徴を抽出し統合する方法を検討する。

2) 各状態間の相関性の分析

既存のプロトタイプシステムを利用し、first-person 評価による気分体調データと third-person 評価による基本証データとの相関性を分析する。その上で、Rich sensing を用いた日常健康状態の新たな表現方法を検討する。

3) 学習データの信頼度の測定

状態に関わる評価が人による評価であることから、多数の評価データの収集が困難であるうえに、それらのデータには曖昧性がある。そのため、学習データとする評価

データの質を判定する手法を検討し、状態推定の信頼度がある水準以上に保たれる方法を確立する。

4) 動的な状態感知と推定モデルの構築

利用者のニーズや使用状態によりセンサーのデータが欠けることがある。その影響を克服するために、状態感知モデルを動的に構築する必要がある。そのため、autonomous system の構築に関わる self-adaptation や node ensembles などの研究や deep learning などの技術を調査する。その上で、センサーの有無や変化に対処できる感知と推定モデルを動的に構築する手法を検討する。センサーデータの歪みにロバスト性がある状態推論アルゴリズムを開発し、有効性を検証する。

5) 学習データの収集とその充足度の判定

健康状態の感知と推定モデルを構築し検証するための学習データを用意する必要がある。本年度では、1)に述べた外観画像以外に血圧や脈拍などの項目を加え、学習データセットとして再構築する。20代から50代までの被験者約20名を対象とし、それぞれ半年間にわたり、少なくとも2週間1回の頻度でデータを収集する。被験者による気分と体調の評価データと東洋医師4名が診断する基本15証の評価データを合わせて、新異種学習データセットを構成する。収集されたデータのコストパフォーマンスを高めるために、モデルの構築に必要とされる学習データの件数を判定する基準について検証する。

3 これまで得られた研究の成果

本研究においては、提案された方法の有効性を検証するために、実世界のデータセットを用い、東洋医学の基本13証を推定するモデルを構築した。その訓練用なデータセットでは、さまざまな個人の健康状態に関するマルチモーダルセンサーデータが含まれている。これらのデータには、測定された身体状態のスコア、および一人称アンケートによって得られた主観的情報の報告が含まれる。さらに、個体の舌、顔、および目の画像から特徴が抽出される。各サンプルに対応するラベルデータは、4人の東洋医師が提供されたサンプルを診断した上で与えた基本13証に対するスコアである。一人称アンケートのデータ項目には、世界保健機関(WHO)が提案した9つの感情と健康状態に関連する13個の身体状態が含まれている。項目のスコアの範囲は0から5までである。顔および舌の画像から抽出された特徴が図2に示されている。

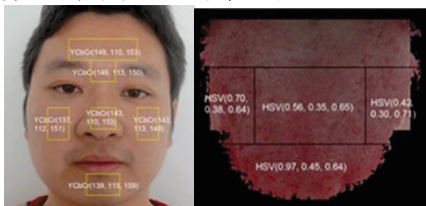


図2：抽出された特徴の例

トレーニングデータセットには、感情、身体状態、目、舌、顔の5つのモードがある。特徴の総数は71である。データセット中の32人からの150のインスタンスがあり、それぞれ71個の特徴と、東洋医4人に与えられた13

個の基本証スコアである。

定義された QoSTD がクラスの予測スコアの重みとして利用し、主観的クラスの分類性能を高めることを検証するために、二つの分類モデルが上記のトレーニングデータセットによって構築された。一つは matlab の fitsvm 関数を用い学習された support vector machine(SVM) 分類モデルで、もう一つが matlab の fitcdiscr 関数を用い学習された discrimination analysis(DA) 分類モデルである。

上記のバイナリ分類モデルに基づいて、インスタンスの各基本証に対するスコアは、MATLAB の predict 関数を利用して計算される。次に、QoSTD がスコアの weight として利用され、上記のスコアを調整する上でインスタンスの新たな尤度を計算する。

表1と表2はスコアを調整する前後のインスタンスに対する観測値とその尤度の一致度の結果を示している。表1は東洋医1が与えた13個基本証のラベルデータによって得た結果である。表2は東洋医3が与えたラベルデータによって得た結果である。

表1：東洋医1のラベルデータによる結果

TMCD1	DA				SVM		
	Zheng	QoSTD	Con_ori	Con	increased rate	Con_ori	Con
1	0.52	0.16	0.39	1.47	0.46	0.49	0.06
2	0.62	0.82	0.83	0.02	0.80	0.79	0.00
3	0.69	0.84	0.85	0.02	0.81	0.81	0.00
4	0.78	0.82	0.83	0.00	0.82	0.82	0.00
5	0.52	0.10	0.16	0.50	0.45	0.45	0.00
6	0.61	0.63	0.60	-0.04	0.63	0.63	0.01
7	0.46	0.23	0.36	0.59	0.44	0.46	0.06
8	0.63	0.83	0.83	0.00	0.83	0.83	0.00
9	0.59	0.77	0.82	0.06	0.70	0.70	0.00
10	0.43	0.01	0.10	13.40	0.29	0.37	0.30
11	0.74	0.90	0.90	0.00	0.91	0.91	0.00
12	0.75	0.81	0.82	0.00	0.81	0.81	0.00
13	0.41	0.10	0.31	2.05	0.53	0.55	0.03

表2：東洋医3のラベルデータによる結果

TMCD3	DA				SVM		
	Zheng	QoSTD	Con_ori	Con	increased rate	Con_ori	Con
1							
2	0.36	0.12	0.39	2.27	0.49	0.50	0.04
3	0.50	0.31	0.32	0.04	0.66	0.66	0.00
4	0.35	0.19	0.33	0.77	0.45	0.50	0.10
5	0.44	0.31	0.39	0.23	0.39	0.42	0.07
6	0.45	0.15	0.24	0.66	0.27	0.29	0.07
7	0.53	0.59	0.67	0.12	0.62	0.62	0.00
8	0.53	0.67	0.45	-0.33	0.68	0.68	0.00
9	0.41	0.37	0.07	-0.81	0.42	0.47	0.12
10	0.49	0.00	0.02	106.00	0.36	0.38	0.06
11	0.53	0.77	0.79	0.02	0.69	0.69	0.00
12	0.41	0.24	0.46	0.92	0.53	0.55	0.05
13	0.42	0.28	0.38	0.39	0.50	0.52	0.05

そこでは、Con が QoSTD をクラスの予測スコアの重みとして利用した時に、インスタンスに対する観測値とその尤度の一致率であり、Con_ori が QoSTD をクラスの予測スコアの重みとして利用しなかった時に、インスタンスに対する観測値とその尤度の一致率である。increased_rate が Con と Con_ori との変化率である。DA

[ここに入力]

[ここに入力]

[ここに入力]

欄が DA 分類モデルを利用した結果である。SVM 欄が SVM 分類モデルを利用した結果である。表の結果により、Con の値が increased_rate によって、大体の場合に増加した。特に、QoSTD が 0.5 未満の場合には、ほとんどの基本証に対して、Con の増加が比較的顕著である。

従って、QoSTD がクラスの予測スコアの重みとして調整すると、分類器のパフォーマンスが確かに向上していると言える。特に、分類器が QoSTD の値が低いデータセットで訓練されている場合、どんな分類モデルを利用しても、分類器の性能が著しく高まる。

表 3 と表 4 は分類器が多数回で訓練されたときの結果である。

表 3：東洋医 1 のラベルデータによる結果

TMCD1	DA				SVM		
	Zheng	QoSTD	max	max-1th	max order	max	max-1th
1	0.524	0.391	0.000	1	0.553	0.067	4
2	0.623	0.835	0.005	2	0.798	0.004	9
3	0.685	0.850	0.000	1	0.815	0.003	2
4	0.777	0.827	0.000	2	0.818	0.000	1
5	0.521	0.156	0.000	1	0.500	0.053	3
6	0.610	0.668	0.065	2	0.634	0.002	2
7	0.464	0.361	0.000	1	0.577	0.113	7
8	0.633	0.833	0.001	2	0.834	0.000	1
9	0.594	0.819	0.004	2	0.700	0.004	2
10	0.429	0.098	0.000	1	0.577	0.206	10
11	0.743	0.903	0.000	1	0.909	0.000	1
12	0.750	0.818	0.001	2	0.812	0.000	1
13	0.410	0.310	0.004	2	0.616	0.070	10

表 4：東洋医 3 のラベルデータによる結果

TMCD3	DA				SVM		
	symptom	QoSTD	max	max-1th	max order	max	max-1th
1							
2	0.36	0.895	0.503	4	0.590	0.085	6
3	0.50	0.772	0.511	3	0.851	0.187	6
4	0.35	0.328	0.000	1	0.689	0.193	5
5	0.44	0.707	0.322	5	0.622	0.207	5
6	0.45	0.244	0.000	1	0.633	0.340	5
7	0.53	0.828	0.159	2	0.794	0.175	6
8	0.53	0.897	0.448	5	0.858	0.181	6
9	0.41	1.000	0.931	3	0.797	0.328	6
10	0.49	1.000	0.979	3	0.766	0.388	6
11	0.53	0.878	0.120	2	0.759	0.072	6
12	0.41	0.884	0.425	5	0.777	0.223	6
13	0.42	0.918	0.536	5	0.811	0.289	6

そこでは、max が Con の最大値で、max order が Con が最大値になるときの訓練回数である。max-1th が最大 Con と分類器が第一回目訓練されたときの Con との差である。表の結果により、東洋医師や使用された分類モデルがどのようなものであっても、max と max-1th の差が 0 以上であることが分かった。また、東洋医 3 の場合には、QoSTD が比較的に低い、max-1th の値が比較的に大きい。したがって、訓練データセットから分類未定なサンプルを削除し、洗練された訓練データセットで分類器を再トレーニングすれば、分類器のパフォーマンスを確実に向上させることができる。特に、QoSTD が比較的低いには、有効性が著しい。但し、トレーニングデータセ

ットでは、対応する証が必要なパフォーマンスを達成できないこともある。そのような場合には、これらのクラスの分類器を構成することは放棄されるべきである。

また、Con が最大値になれる再トレーニングのラウンドは異なることが注意すべき点である。学習データを洗練され、連続して分類器を再トレーニングすることは、分類の性能を改善しなければならないとは言えない。上記の問題を解決する方法は、Con を最大にするこのラウンドで訓練された分類器を採用すると考えている。

全体として、我々は、分類モデルを訓練するために実世界のデータセットを使用した。この訓練データセットは、東洋医師によってラベル付けされた 13 個の基本証に関わるスコアである。実験では、QoSTD が、絶対的な ground-truth がないクラスを分類するための分類器の性能に関連していることを実証しました。QoSTD と Con の間には高い正の相関がある。インスタンスの予測値を調整するための重みとして QoSTD を導入することで、分類器のパフォーマンスが確実に向上した。

4 今後の具体的な展開

今後の課題として、感情や性格などに関わる他の学習データを活用し、本研究で提案した方法の有効性を検証する。

「画像復元・加工・解析のためのセンシング技術の開発」

亀田昌志 (ソフトウェア情報学部、教授)、 Prima Oky Dicky Ardiansyah (ソフトウェア情報学部、准教授)

<要旨>

画像の質感を低下することなく画像を拡大する手法として超解像がある。これらの手法では正解となる拡大画像が存在しないため、手法の優劣における評価は主観評価により行われていた。本研究では、質感の中でもとりわけ鮮鋭感に注目して、入力画像と出力画像の大きさが異なる場合でも、互いの画像における鮮鋭感の類似度を定量的に評価することのできる評価手法を開発する。

1 研究の概要

従来に撮影された画像を高解像度の表示デバイス上に表示する際には、画像拡大が行われる。補間による単純拡大では画像の質感が低下するため、超解像と呼ばれる画像処理が開発されている。本研究においても、Total Variation 正規化に基づいて、単一画像による超解像手法の提案を行っている。

超解像手法の性能を比較するときには、入力画像と出力画像の大きさが異なるために一般的な客観評価尺度を用いることができず、主観評価により行われる。しかしながら、主観評価には、結果が評価者に依存するという事実、実験のためのコストが大きいという問題が残されている。そこで本研究では、画像の質感の一要素である鮮鋭感に注目して、超解像によって得られた拡大画像の画質を定量的に評価する客観評価手法を開発する。

2 研究の内容

超解像では、画像の解像度を高めるだけでなく、その画像に必要とされる高周波成分を推測し追加することで、高品質な拡大画像を生成している。そこで、画像の周波数成分の増減に注目して、超解像手法の性能を定量的に評価するための客観評価値 SSE (Sorted Subband Energy) を提案する。SSE の算出方法を以下に示す。

入力画像と出力画像の両者に対して、

1) (8×8) 離散コサイン変換 (DCT) を、1 画素ごとにずらしながら画像全体に適用する。この結果、64 種類の周波数成分を DCT 係数として取得することができる。

2) DCT 係数の絶対値を求め、それぞれの適用ブロックにおいて係数を降順に並び替える。

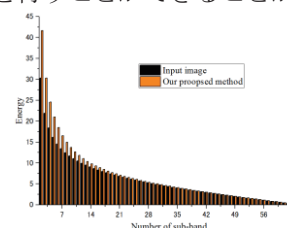
3) 並び替えられた後の係数群をサブバンドと呼び、サブバンド内で平均を求める。

を行うことで、各画像の SSE が求められる。同じサイズの DCT を適用することから、画像の大きさに依存しないで評価値を得られることが SSE の特長である。SSE における降順後の平均値が小さいサブバンドは、自然画像の性質から高周波成分に相当するとみなすことができるので、入力画像と出力画像で SSE の後半部分を比較することで、鮮鋭感の類似度を評価することができる。

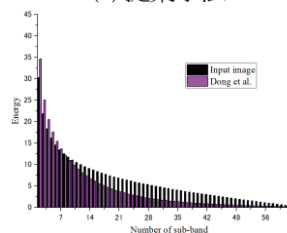
3 これまで得られた研究の成果

入力画像に対して、提案手法を適用することで拡大画像を得ることができる。ここで、提案手法に対する比較手法として、超解像における state of the art である Dong らの手法を、同様に入力画像に適用する。それぞれの手法によって得られた出力画像を用いて主観評価実験を行った結果、提案手法のものは Dong らの結果と比較して、エッジの再現性ではやや劣るものの、テクスチャの鮮鋭感が改善されているという評価結果が得られた。

図 1 は、提案手法と Dong らの手法により得られた出力画像から SSE を求めた結果を表示したものである。なお、それぞれの結果には、入力画像の SSE も記載されており、これは図 1(a) と図 1(b) で同一のものとなっている。図 1 の結果から、SSE の後半部分である no. 15 以降のサブバンドに注目すると、提案手法による SSE が入力画像のものにより類似していることから、主観評価の結果を踏まえて、SSE の後半のサブバンドの類似度を求めることで、鮮鋭感の評価を行うことができることが明らかとなった。



(a) 提案手法



(b) Dong らの手法

図 1 : 超解像手法の違いによる SSE の比較

4 今後の具体的な展開

図 1 において、no. 15 以前の SSE については、提案手法よりも Dong らの手法の方が入力画像のものに似た結果となっている。この部分の類似度が画質のどのような評価に対応しているのかを明らかにすると共に、SSE に基づいた評価尺度を定義することが今後の課題となる。

「救急外来問診票からのトリアージ支援システムにかかる研究」

樽松理樹（ソフトウェア情報学部 准教授）

<要旨>

本研究では、過去の間診票と診断結果から、統計処理や機械学習手法を用いて症状と病気との関連性、傾向、着目点等を提示することで、治療や搬送の優先順位付けを行う救急医療現場におけるトリアージを支援するシステムを提案する。システムで得られた情報を医療現場にフィードバックすることにより、医療経験の共有、多角的な評価等が進み、医療機関でのトリアージ能力の向上が期待できる。

1 研究の概要

トリアージとは、重症度や緊急度などによって患者を分類し、治療や搬送の優先順位を決めることである。トリアージの質を高めるためには、その結果の検証が重要である。そのために救急外来問診票による事後検証として症例検討によって患者の訴えを記録で確認するとともに看護師の思考過程なども明確にすることが取り組まれている。しかし、毎月1000件以上の全データからこの問診票が有効なのか、地域に特徴的な患者の傾向はないのか、患者の訴える症状や表現の特徴は何か、看護師の判断の傾向など総合的に評価することは難しいのが現状である。この問題の解決を支援するために、本研究では、収集された救急外来問診票データを統計手法や機械学習手法を用いて分析し、それらをフィードバックするシステムの構築を行う。

2 研究の内容

本研究は、データ入力、データ分析、フィードバックの3段階から構成される。データ入力では、医療機関が、救急外来問診票に対応して独自に構築した救急外来問診票入力システムを用いてデータの入力を行う。また、処置などの終了後に転帰内容についても追加する。データ分析では、入力されたデータに対し、単純集計、クロス集計の基本的な統計処理を行うほか、決定木学習手法を用いて経験則の抽出を試みる。フィードバックにおいては、それらの結果を医療機関側に提供し、検証に役立てる。

3 これまで得られた研究の成果

平成28年度においては、研究協力者である2次救急病院から提供されたデータに対し、分析を行った。データの概要は表1に示す。実際に分析の対象としたデータは、全データうち、救急車や待ち時間なし、至急を除く、7419件である。データの分析項目とその結果の概要の一部を以下に示す。

(1) トリアージレベルごとに、その件数、判断の主要因に分析を行った。主要因がレベルごとに異なる傾向があることが分かった半面、不明のものも抽出された。

- (2) トリアージレベルと要因との間のズレがあるデータの検討を行った。ここでズレとは、主訴などにチェックされた項目から導き出されるトリアージレベルと、最終的な判断とのズレである。該当するデータを抽出した結果、一つの項目においてズレが発生しやすいことが見出された。
- (3) 記載すべき項目のうち、モレが多い項目についても調査指摘したモデルいくつかの項目が抽出された。
- (4) 決定木学習手法では有用な知見を得る事ができなかった。

以上の内容を研究協力病院にフィードバックするとともに、その理由などの検証を行った。病院においては、本結果の共有・対応の改善等を進める予定である。

表1：分析データの概要

収集期間	014年12月26日～2015年11月30日		
データ数	10581	利用データ数	7419

また、本件に関連し、以下の研究発表などを実施した。

1. 佐藤加代子、中村紳、片山貴品、樽松理樹、大道賢二郎、院内トリアージにJTASを活用するためには、どのようなシステムが必要か、第19回日本臨床救急医学会総会・学術集会、日本臨床救急医学会総会・学術集会雑誌第19巻第2号、p.252
2. 樽松理樹、救急外来問診票からのトリアージ支援システムの開発から見た看護理工学の可能性、第4回看護理工学会、ご当地シンポジウム『いわてからの発信 ～看護理工学で何ができるか～』、パネリスト、2016年10月

4 今後の具体的な展開

現在、本システムをベースとしたトリアージ支援システムを病院側が企業と連携して構築中である。そのシステムに本処理機能の組み込みを検討する。また、現在必要性が高まっているRRS（Rapid Response System 緊急対応システム）への展開を進める。

「時空間パターンに基づく異常行動検知に関する研究」

羽倉 淳 (ソフトウェア情報学部, 准教授)

<要旨>

本研究では、人間と環境との相互作用が時空間パターンを形成することに着目し、正常時の相互作用を機械学習により習得することで、異常時の相互作用を検知する方法を提案する。ここでは、これまでに構築してきた方式に時間的な変化を考慮するための方法論の構築を試みた。これにより、従来、主に空間パターンのみを扱うことが可能であった手法に時間的な変化を加えることが可能になり、事前に異常行動を検知できることが期待できる。ここでは、応用例として、自動車運転時の運転手、同乗者の動きとその時の環境の正常時の変化を学習することで異常状態が認識できる可能性について示す。

1 研究の概要

本研究では、異常行動は行動主体の動作・行動だけでなく、その異常性が識別されるのではなく、行動の対象となる環境、あるいは、状況において認識されるべきであると捉える。すなわち、環境と動作主の相互作用の中で両者がお互いの変化にうまく機能している時を定常状態とすれば、どちらか、あるいは、両者が変化に対応できない場合に問題が起こると捉える。異常状態をシステムが自動検知し、異常状態を行動主体に伝えることで、異常状態を回避するとともに、すでに回避行動をとった異常状態の検知を防ぐことを目的とする。ここでは、交通事故防止を応用とし、これまでに行ってきた機械学習のクラスタリングによる手法に、あらたに、時間経過を明示的に考慮する手法を加えることで、異常状態に至る前に、異常状態の検知を実現する方法の構築を試みる。以下、具体的な手法を示す。

2 研究の内容

図1にシステムの概観を示す。システムは学習フェーズと実走行フェーズの2つのフェーズを持っている。学習フェーズで通常の状態における走行を繰り返したのち、実走行フェーズに移行するものとする。

システムは、全方位カメラからの情報をもとに、オプティカルフロー (OF) を計算する。得られたOFを入力とした自己組織型動作分類器により、入力されたOFを既知のものとして未知のものに分類する。ここで、既知のOFはすでに、経験した状況を表しており、取り立てて問題ない状況と捉える。逆に、未知と判断された状況はこれまでにシステムが経験したことがない状況であり、注意を要する異常状態として検知する。

この枠組みに、状況の分類結果を示す自己組織型動作分類機の出力を時系列としてとらえ、その出力系列を分類する動作分類 (時系列) 器を追加することで、既知の時系列と未知の時系列を区別することができる。これを利用して、未知の時系列が検出された際には、異常が起こる可能性があるとして判断することができると考えられる、

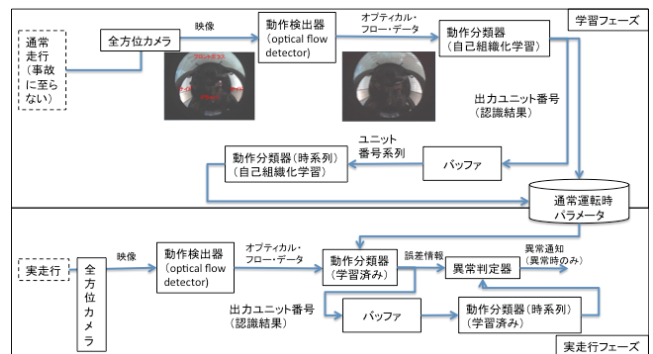


図1 システムの概観

3 これまで得られた研究の成果

本研究においては、本手法によって、シミュレーション実験により、歩行者の飛び出しや運転者の脇見や携帯電話操作といった状況を検出できる可能性が示されている。ドライビング・シミュレータ (DS) 上で、通常走行として、対向車なし、歩行者なしの状態での市街地を直進走行した時のOFを学習させたうえで、実走行時に、対向車あり、歩行者の飛び出しを設定し、記録パターンとの入力パターンとの差をグラフ表示すると図2のようになる。この他にも携帯電話の使用といった状況を識別できることが確認されている。

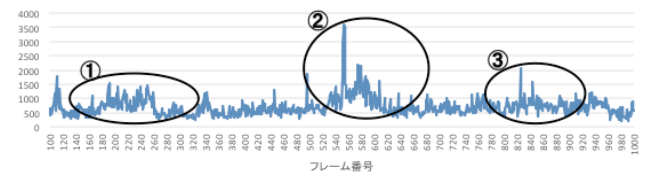


図2 車外の異常検知例

4 今後の具体的な展開

今後の展開としては、以下の項目の実施によりシステムの完成度を高めていく予定である。

- 災害時の課題への応用
- 時系列パターン予測による今後の状況の予測
- DS と実車における検証
- ヒヤリ・ハットの活用

「超小型 GPU による空撮画像からの災害状況判読のリアルタイム化」

佐藤裕幸（ソフトウェア情報学部、教授）、

蔡大維（ソフトウェア情報学部、准教授）、片町健太郎（ソフトウェア情報学部、助教）

<要旨>

本研究では、各種判読処理において重要となる追尾処理を対象として、NVIDIA 社が提供している超小型 GPU である Tegra K1 を用いて高速化した。追尾処理方式としては、並列性が非常に高いパーティクルフィルタを採用した。その結果、CPU 4 スレッド、GPU ともに、どの問題サイズにおいても、リアルタイム性能である 33 ミリ秒以内であり、パーティクルフィルタによる追尾処理が Tegra K1 上で十分な性能で動作することが分かった。

1 研究の概要

近年、地震や津波などの災害予測・被害状況把握、地球温暖化などの環境問題、天然資源探索、諸外国からの脅威監視などの地球観測に対する重要性が高まってきているが、撮像データは観測領域の広域化・高分解能化により大規模になり、災害や脅威への対策など迅速な対応が必要とされる分野が多くなっており、撮像データに対する画像処理の高速化が大きな課題となっている。そこで、グラフィックス用プロセッサ GPU の代表的なメーカーである NVIDIA 社が提供している超小型 GPU である Tegra K1 を活用して高速化する。

H27 年度までは、3 次元形状への復元処理であるステレオ・マッチングを対象とし、高速化の効果を待た。H28 年度は、各種判読処理において重要となる追尾処理を対象とした。追尾処理は、Tegra K1 を搭載し、カメラ機能も付いた SHIELD Tablet 上で行うことを想定しているが、まずはどの程度の速度で動作するのかを検証するために、開発環境の良い Jetson TK1 上で高速化を行った。

2 研究の内容

映像からの物体追尾処理では、映像中の連続するフレーム画像の中から、処理対象フレーム以前の情報と追尾対象の運動モデル等を基に次フレームでの物体の位置を推定する。追尾処理方式の 1 つであるパーティクルフィルタではシステムの状態変数を観測値から順次推定するために、粒子（パーティクル）を用い確率分布を近似する。今回システムの状態変数は画像中に於ける粒子の位置及び速度、粒子の広がりであり、観測値は画像の値を用いる。この粒子を用いた物体位置推定の計算では、多数の粒子数を用いて計算することで精度の向上が見込める。従って、物体の追尾には、粒子数に応じた高負荷な演算が必要となる。30fps のビデオフレームを対象としてリアルタイム化する場合、33 ミリ秒以内でパーティクルフィルタ処理を行わなければならないため、高速なプログラムの実装が必要不可欠な課題となる。パーティクルフィルタは、各フレーム毎に以下の手順で行う。

- ① 新規粒子の生成: 画像の上位画素値を N 個抽出し、状態を初期化する。トーナメント式に抽出するこ

とで並列性を出せる。

- ② 次粒子状態の予測: 粒子の運動モデル（今回は等速直線運動）に従って、粒子の位置を移動させる。既存粒子数分の並列度がある。
 - ③ 粒子の尤度計算: 粒子と追尾対象の分布モデルとを比較し、一致度を算出して粒子の存在確率とする。粒子数分の並列性がある。
 - ④ リサンプリング: 粒子の存在確率に基づいて、生き残らせる粒子を選択する。並列性はない。
- また、①と②は同時に行える。

3 これまで得られた研究の成果

パーティクルフィルタによる実行時間の評価を Jetson TK1 の CPU と GPU で行った。128×128 及び 1920×1,080 画素の全 100 フレームで構成される動画データに対し、新規の粒子数と残す粒子数を変えて実行した計測結果を表 1 に示す。

表 1：実行時間の計測結果

単位: ミリ秒

	画像サイズ		粒子数		CPU		GPU
					1 スレッド	4 スレッド	
	X	Y	新規	既存			
A	128	128	128	512	1.80	1.49	1.22
B			512	2,048	6.72	2.38	1.70
C			1,024	10,240	29.19	9.72	3.42
D	1,920	1,080	128	512	6.39	3.31	6.79
E			512	2,048	11.75	4.62	6.76
F			1,024	10,240	35.22	11.59	7.55

CPU 4 スレッド、GPU ともに、どの問題サイズにおいても、リアルタイム性能である 33 ミリ秒以内である。また、大きな問題サイズでは、GPU 化の効果が出ている。以上、今回の研究成果により、パーティクルフィルタによる追尾処理が Tegra K1 上で十分な性能で動作することが分かった。

4 今後の具体的な展開

今回①と④には大きな並列性がなかったため、GPU の性能を十分に引き出せていないことが今後の課題となる。また、新規粒子の生成において、画像の輝度値により抽出しているが、より現実の追尾対象に応じた抽出方法も検討する必要がある。更に、ステレオ・マッチングとの融合も行っていきたい。

「震災復興過程における組織情報システムに関する研究」

渡邊 慶和 (ソフトウェア情報学部 教授)、南野 謙一 (ソフトウェア情報学部 講師)、
後藤 裕介 (ソフトウェア情報学部 准教授)

<要旨>

本研究では、主に2つのテーマに取り組んだ。主テーマ1「地域のモビリティ再検討」では質的研究法による地域固有の交通手段選択プロセスと交通需要の分析を行った。分析結果から交通手段選択は利用可能な交通手段の制約下で移動に関し共通する価値観の影響を受けた上で、個々人の価値観である交通手段への想いをふまえ比較検討・決定されることがわかった。主テーマ2「復興に向けた地域のICT教育」では参加者間の交流持続を実現するタブレットPC教室の提案を行った。参加者の交流を促進・持続させるための学習内容、機器貸与や講師・TAの関与施策を設計し、実証実験を通じ交流促進・維持とともにスキル向上も実現されていることを確認した。

1 研究の概要

本研究は、震災復興過程における組織情報システムに関して個別テーマへの取り組みを通じて接近を試みるものである。主テーマ1「地域のモビリティ再検討」では地方の過疎化・高齢化に伴い、次世代モビリティやシェアリングサービス等への関心の高まりの中、その導入を成功に導くために、ローカルな文化や価値観を考慮することができる質的研究法を用いて交通事情に特徴がある地域を対象事例として地域住民の交通手段選択プロセスと交通サービス需要を明らかにする。

主テーマ2「復興に向けた地域のICT教育」では被災地でのコミュニティ形成が課題とされる中、年齢・性別等多様な参加者が期待できるイベントであるタブレットPC教室に関して、教室終了後の住民の交流持続に着目し、そのための教室設計を行うことを目的とする。

2 研究の内容

主テーマ1では、地域の過疎・高齢化や災害の影響があり公共交通機関の見直しも進められつつあるA市とその近隣住民を対象として14名にインタビューを実施した。「特定地域における地域固有の交通手段選択プロセス」という分析テーマでM-GTAによる分析を行った。

主テーマ2では、インストラクショナル・デザインの基本モデルであるADDIEモデルを用いて参加者間でコミュニケーションを促進・持続させるタブレットPC教室の設計を行った。その後、設計した5回シリーズの教室を2期に渡り計18名の参加者を対象に実証実験を行った。教室開始時・途中・終了後の各時点でアンケートをとり、交流の状況やスキルの変化を定量的に分析した。

3 これまで得られた研究の成果

主テーマ1に関する結果を文章化したストーリーラインを示す[1]。“過疎・高齢化が進みつつあり公共交通機関の利便性が著しく低い地域における住民の交通手段の選択は、選択者の<免許の有無>や<モビリティの所有>等の制約によって【交通手段が限定】される。次に<

快適な移動の実現>、天候等の<悪条件の中での安全な移動の実現>という【交通に対する共通する想い】の優先順位が状況によって変動する。そして個人がそれぞれ交通に対して抱く【個人的な想い】として、それぞれの<交通手段に対する想い>に加えて「同じ地域の住民の移動を助けたい」という好意的な想いや「申し訳なさ」、「当たり前だという感覚に対する嫌悪感」など助け合うことに後ろ向きの想い等の<地域の仲間に対する想い>を加味した上で【交通手段を比較検討し決定】するというプロセスである。”

主テーマ2に関して、教室設計の概要[2]を図1に示す。

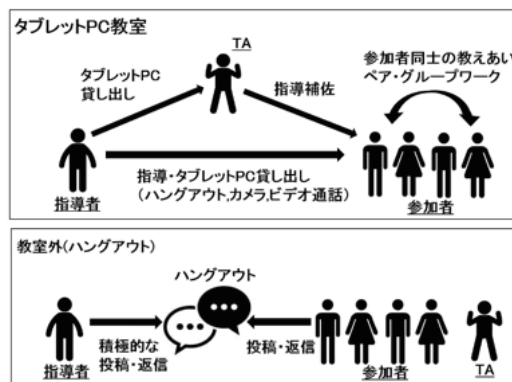


図1：コミュニケーション促進・維持のための教室設計

4 今後の具体的な展開

主テーマ1に関して、成果をもとに需要推定シミュレータを開発する。主テーマ2に関して、地域内での学習コミュニティの自律的成長を実現する仕掛けを検討する。

参考文献

- [1] 田畑他, “質的研究法による地域固有の交通手段選択プロセスと交通需要の分析,” SICE システム・情報部門 第12回社会システム部会研究会, pp.192-199 (2017)
- [2] 森田他, “参加者間の交流持続を実現するタブレットPC教室の提案,” SICE システム・情報部門 第12回社会システム部会研究会, pp.7-15 (2017)

「震災に対しロバストな情報インフラ環境構築に向けた研究」

高田豊雄 (岩手県立大学ソフトウェア情報学部、教授)

王家宏 (岩手県立大学ソフトウェア情報学部、教授)

Bhed B. Bista (岩手県立大学ソフトウェア情報学部、准教授)

小倉加奈代 (岩手県立大学ソフトウェア情報学部、講師)

児玉英一郎 (岩手県立大学ソフトウェア情報学部、講師)

<要旨>

本研究では、震災に対しロバストな情報インフラ環境構築に向けた研究として、無線通信を用い車車間または車両とインフラストラクチャ間で通信を行う VANET (Vehicular Ad-hoc Network) の技術を活用した研究、震災後の地域におけるネットワーク構築に有用な k-hop CDS (Connected Dominating Set) の構築とメンテナンスに関する研究を行った。

1 研究の概要

震災に対しロバストな情報インフラ環境構築に向けた研究として、無線通信を用い車車間または車両とインフラストラクチャ間で通信を行う VANET (Vehicular Ad-hoc Network) の技術を活用した研究を行った。

また、震災後の地域におけるネットワーク構築に有用な k-hop CDS (Connected Dominating Set) の構築とメンテナンスに関する研究を行った。

2 研究の内容

大規模な災害が発生した際には、被災地周辺のインフラストラクチャに対する物理的な損壊、停電、輻輳などが原因で、通信できないことが想定される。そこで、本研究では、大規模な災害の発生によりインフラストラクチャが利用できない状況を想定し、災害時でも安定した電力供給により通信を行うことができる車車間通信を活用した目的地までの経路選択を支援するアプリケーションの提案及び評価を行った。

また、震災後の地域にてアドホックネットワークを構築する際に有用な k-hop CDS (Connected Dominating Set) の構築アルゴリズムの提案、評価、及び、メンテナンス手法の提案、評価に関する研究を行った。

3 これまで得られた研究の成果

本研究では、災害時でも安定した電力供給により通信を行うことができる車車間通信を用い、目的地までの経路選択を支援するアプリケーションの提案を行った。また、本提案アプリケーションに対し、シミュレータ上で経路探索実験を行い、本提案の有用性確認を行った。本研究成果は、下記成果として研究会にて発表を行った。

・菊地友斗, 小倉加奈代, Bhed Bahadur Bista, 高田豊雄: 災害時における車車間通信を利用した経路探索及び道路地図作成アプリケーションの提案, 信学技報, Vol. 116, No. 382, NS2016-120, pp. 13-18 (2016).

k-hop CDS に関する研究においては、k-hop CDS の構築アルゴリズム、及び、メンテナンス手法の提案を行い、評価実験により、関連研究と比較した際の有用性確認を行った。本研究成果は、下記成果として国際会議にて発表を行った。

・Jiahong Wang, Eiichiro Kodama, Toyoo Takata: Construction and Maintenance of k-Hop CDS in Mobile Ad Hoc Networks, Proc. the 31st IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (IEEE AINA 2017), pp. 220-227, March 27-29 (2017).

4 今後の具体的な展開

これまで我々が提案してきた手法の社会実装を行い、実機を用いた大規模な実証実験などが考えられる。

GPS 軌跡データを利用した道路位置推定手法による災害復旧期における交通規制等のプローブとコンパクトな情報配信手法の検討」

佐藤永欣（ソフトウェア情報学部、講師）

<要旨>

近年 GPS と GPS 以外の GNSS による測位が非常に安価に使えるようになり、また、測位制度も複数の GNSS の組み合わせにより向上している。GNSS により計測した車両の走行軌跡から地図を迅速に作成するシステムの延長として、片側交互通行などの交通規制やボトルネックや交通集中を原因とする渋滞の検出などが可能であるか検討を進めてきた。

1 研究の概要

カーナビゲーションに使用されている地図は、日本国内では数ヶ月に 1 度程度の頻度で更新されるようになった一方、地図データが整備されていない発展途上国などでは、そもそもナビゲーション自体が望めないという問題がある。近年、Open Street Map のようなオープンな地図データも普及し出している。国の機関による基本的な測地データが使用可能な国ではこれらの測地データに基づいているものの、データの更新はボランティアベースであり、どうしても更新は遅くなる。そこで、車両の走行軌跡に基づく簡易な測量により道路地図を作成するシステムを開発している。

このシステムにおいて、災害復旧期を念頭に片側交互通行や渋滞などの検出を実現するため、検討と実験を進めてきた。災害時における道路情報として、東日本大震災以降、Google による通行実績マップ、地図製作者、カーナビゲーションメーカーや自動車会社が公開する同様の通行実績マップエラー！参照元が見つかりません。などがある。しかし、通れたか通れないかはわかるものの、交通規制の存在はわからないという問題がある。

2 研究の内容

多数の車両の走行軌跡を GNSS により取得し、走行軌跡を統計処理することで、道路の位置や形状を推定し、新規道路が開通した直後にカーナビゲーション用地図を更新するシステムをかつて開発していた。このシステムでは、道路が新規に開通した際に、(1)多数の車両が、(2)ある日突然、(3)マップマッチングできない状態で、走行することを利用し走行軌跡を収集する。本システムでは、道路の位置や形状の推定のほか、信号機や一時停止といった交通規制の存在も車両の走行軌跡の主に速度から取得できる。このため、片側交互通行のような交通規制も信号待ちと同じような交通パターン、すなわち、ある程度の時間停車し続ける車両と通過する車両が存在することを利用して検出することが可能と考えられる。

収集した走行軌跡からこれらの検出を行うには、単な

る信号待ちなのか交互通行のような交通規制なのかを判断する必要がある。数分間停止して走行を再開する軌跡とほぼ一定の速度で通過する軌跡が観測された場合、この走行が単なる赤信号による信号待ちなのか交通規制によるものなのかは、他の軌跡との同時的な挙動を見なければ判断はできない。したがって、複数の車両の同時的な挙動の走行軌跡を収集する必要があるが、交通流の中の軌跡提供車両の割合が検出感度を左右する。

3 これまで得られた研究の成果

走行軌跡を多く収集するため、カーナビゲーションの地図を迅速に更新するシステムの開発で使用していた単体の GPS 受信機からスマートフォンを使用したシステムへの再実装を行った。これにより、スマートフォンのハードウェアが対応している GNSS はすべて使用できる。ただし Android では測位に使用している GNSS が正確に取得できない。なお、測位結果は旧来の単体 GPS 受信機を利用した場合と同等か、より精度が高い。

上記の測位方法を単体の GPS 受信機からスマートフォンへ変更するためのソフトウェアの実装のほか、片側交互通行を大学構内などの道路で実現するために次のことを行った：信号機の改造、制御機器の再実装である。再実装は使用していた制御機器が旧式化しサポート切れの Windows でしか動作しないため、制御機器を Arduino と RaspberryPi を用いて作成し直したものである。

このほか、本システムを搭載した車両と搭載していない車両の存在比と、交互通行等の交通規制の検出感度の検討を行った。

4 今後の具体的な展開

GNSS で測位することによる、偶発的な位置のずれなどをシミュレーションで再現するのは、位置のずれの分布などが不明であるため実環境での実験を主に考えていた。すなわち、20~30 台の車両を同時に走行させ、学内の道路で片側交互通行を実施する実験である。しかし、実環境での実験の実施は規模が大きくなるため、シミュレーションなどにより、通行台数や本システムへの軌跡の提供率などを精密に検討することも考慮する。

災害時のための要援護者危機レベル可視化システムの研究

佐々木淳（代表者、ソフトウェア情報学部、教授）、高木正則（同、准教授）、山田敬三（同、講師）

<要旨>

本研究では、事前に要援護者の危機レベルを把握し、災害時には迅速に避難誘導支援を行う情報システムの構築を目的としている。平成 28 年度は、大規模な津波災害時の避難に着目した。この場合、沿岸部の要援護者に避難させる必要があるが、避難所自体が定員を超えている場合がある。そこで、避難所または被災地病院の負傷者を内陸部の病院へ迅速に搬送し、要援護者の避難用スペースを確保することが必要である。今回、ケーススタディとして、東日本大震災直後の岩手県立病院における沿岸部病院から内陸部の支援病院に搬送された患者数データに基づき、移動距離や受け入れ可能患者数から決まるリスク値という概念を定義し、リスク値を最小にする患者搬送手段について検討を行なった。

1 研究の概要

本研究では、これまで津波や河川増水時における、要援護者の危機レベルを可視化し、災害時には近隣住民や消防団がこの情報を元に、迅速な避難補助を行なうための情報提供システムを開発することを目的に研究を進めてきた。要援護者の危機レベルについては、同居者の有無、本人の健康状態、社会とのつながり度合いで決定することができる。このことから、住民の日々の状態把握ができれば、この可視化システムは比較的容易に実用化できると判断した。このため、平成 28 年度は、研究の視点を変え、大規模な津波災害時の避難における課題に着目し、病院間の患者輸送の問題について研究を行なった。

2 研究の内容

平成 28 年度は、大規模災害時には定員を超える避難者が避難所に集中する。この場合、重篤な要援護者を病院へ搬送する必要がある。しかし、被災地の病院は受け入れ能力を超える負傷者が殺到し、要援護者まで受け入れる余裕はない。特に、2011 年 3 月の東日本大震災においては、患者の搬送は現場の医師と受け入れ側の病院との交渉によって決定されていたため、医師の負担が大きいことや、患者が受け入れきれずに他病院に回される「たらいまわし」が発生していた。そこで、東日本大震災直後に岩手県立病院間で搬送された患者数データを用い、合理的な患者搬送手段について検討した。大規模災害時には、病院の診療科目を吟味することも重要であるが、迅速な搬送先決定が強く求められる。このため、本研究では最も距離が近く、受け入れ可能なベッドがある総合病院に搬送することを前提に、病院間の距離（移動時間に換算）と受け入れ可能患者数からリスク値を定義し、このリスク値を用いて迅速に患者輸送計画を立てられる方法を提案した。本提案に基づいて、東日本大震災と同等の被災があった場合の岩手県立病院間の患者搬送計画について、シミュレーション評価を行なった例を図 1 に示す。この結果、「たらいまわし」になる患者数は 0 となり、受け入れ可能な病院の負荷も均等になることを確認した。

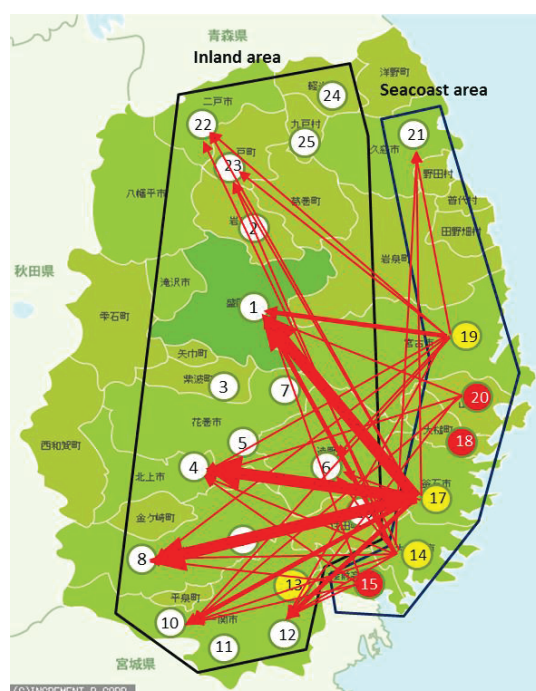


図 1：大規模災害時の岩手県立病院間の患者搬送計画

3 これまで得られた研究の成果

本研究成果を活用することにより、大規模災害時における被災地病院の患者を支援病院に効率的に搬送できるようになるため、重篤な要援護者を被災地内で救助することができる。

4 今後の具体的な展開

今後は、被災地内における要援護者のリスク値を定義し、優先度を考慮した地域内での避難誘導支援システムについて研究を継続する。

(参考文献)

[1] Jun Sasaki, “A Proposal on Patient Transport Decision Making in Multiple Hospitals in a Large Scale Disaster”, IFIP AICT (Advances information and Communication), Information Technology in Disaster Risk Reduction, ITDRR 2016, Springer Book, Feb. 2017.

「ネットワーク障害時のセンサデータ取得に関する研究」

猪股俊光 (ソフトウェア情報学部、教授)、新井義和 (ソフトウェア情報学部、准教授)
 今井信太郎 (ソフトウェア情報学部、講師)、杉野英二 (ソフトウェア情報学部、講師)
 成田匡輝 (ソフトウェア情報学部、講師)

<要旨>

本研究では、災害によりネットワーク障害などが発生した環境下におけるセンサデータ取得の継続を目的とし、センサノードが自律的・協調的に取得したデータを処理する端末を柔軟に変更することが可能なシステムを提案した。そして、プロトタイプシステムを用いた評価により、様々なリソースを有効に活用し、センサデータを効率よく取得可能であることを示した。

1 研究の概要

災害時などの非常時にセンサを用いて様々な情報を取得・蓄積し、その後の対応に役立てるシステムがあるが、災害時には電力をはじめとした各種のリソースに大きな制約が生じることや、ネットワークに大きな負荷が生じる可能性が非常に高く、システムはこのような環境に対応してデータの収集・蓄積・処理および必要な情報の送信を行う必要がある。以上の背景から、本研究では、災害によりネットワーク障害などが発生した環境下におけるセンサデータ取得の継続を目的とし、センサノードが自律的・協調的に取得したデータを処理する端末を柔軟に変更することが可能なシステムを提案した。

2 研究の内容

本研究の提案手法では、センサシステムのサーバやノードにモバイルエージェントを配置し、マルチエージェントシステムとして動作させることにより、端末やネットワークの環境に応じてデータ処理内容・処理場所を自律的に選択する。提案手法のエージェント組織の構成を図1に示す。

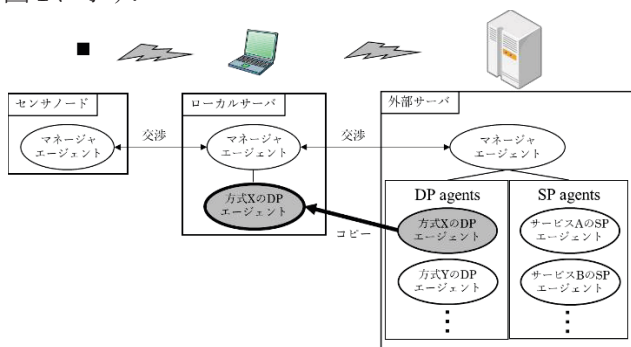


図1: 提案手法のエージェント組織の構成

提案手法のエージェント組織は、端末間の交渉を司るマネージャエージェント、サービス提供を司るサービス提供(SP)エージェント、データ処理を司るデータ処理(DP)エージェントから構成される。交渉は、タスクを提示した外部サーバのマネージャエージェントに対し、そのタスクを実行可能な端末のマネージャエージェントが入札する、契約ネットプロトコルを用いて行われる。そして、(E1)センサデータ処理に必要なリソース量、(E2)各

端末の電力残量、(E3)各端末の使用可能なリソース量、(E4) ローカルサーバと外部サーバ間のネットワーク環境、(E5)ローカルサーバとセンサノード間のネットワーク構成に基づき落札者が決められ、構成が決定される。図2にエージェント間の交渉の流れを示す。

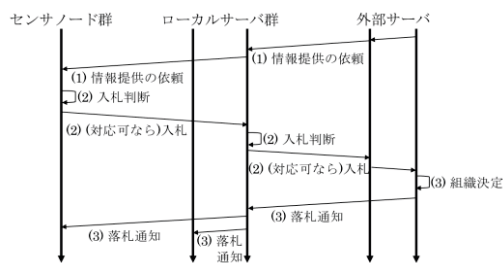


図2: エージェント間の交渉の流れ

サービスの提供中の環境の変化によりエージェント組織の再構成が必要となった場合には、サービス開始時と同様の手順でエージェント組織再構成を実施する。これにより、システムは端末の電力低下やネットワークの障害発生に対処することが可能になる。

3 これまで得られた研究の成果

プロトタイプシステムを用い、提案手法を評価した。データ処理を行っているローカルサーバにおいてサービス以外の処理が発生し、CPU使用率が上昇する環境変化が発生した想定の実験では、システムが環境変化を検知し、エージェント組織再構成でデータ処理場所を別サーバに移動させて対応し、ローカルサーバの負荷を軽減させている。

また、サービス実行中にセンサノードの電力残量の低下を想定した環境下における実験では、環境の変化をシステムが検知し、エージェント組織再構成でデータ処理場所を移動させることにより、センサノードの電力消費が約6%低減された。

以上の成果を論文および研究会において発表した。

4 今後の具体的な展開

今後の課題としては、大量のノードが存在する場合や、大規模なネットワーク障害が発生した場合のシミュレーションによる評価などを行う必要がある。また、特性の異なるサービスやデータ処理手法を用いた評価や端末の特性を反映可能な手法の改良なども課題である。

Research on developing machine learning tools for analysis of online social data to help disaster or crisis management: Case study with data from East Japan Earthquake
 Basabi Chakraborty (Professor, Faculty of Software and Information Science)

<要旨>

The objective of this research is to develop techniques for analysis of large data collected from online social networks based on pattern recognition and machine learning tools for extraction of information. The extracted knowledge can be used for various decision making activities in case of social needs. In this work, a review study has been done on existing methods for social data mining after natural disasters. Previously proposed tools and techniques are used for analysis of social data after East Japan earthquake for helping the victims.

1 研究の概要

Recently social networks are becoming highly popular. People exchange their comments, opinion and information through social networks like microblog, Facebook, twitter etc. after any big event whether social, political or natural. The information can be extracted by data mining tools from large online social data and can be used for developing management strategies for building social infrastructure. Especially, after any natural or man-made disaster, the large volume of social data can help us developing disaster management system. There are lot of machine learning techniques available for analysis of unstructured text data. Based on the available techniques, new methods have been developed in previous years for analysis of social data after East Japan earthquake to extract the basic needs of the victims after a disaster so that better relief services can be provided to them after such an event. In the present work, a framework for advisory message board has been developed for female victims. Also various available techniques for disaster management in different countries based on social data has been reviewed and summarized.

2 研究の内容

A part of the study has been done in collecting current techniques for disaster management used in various countries. A survey also has been done in Indian context for building a disaster management framework. The results are summarized. In another part of the study, the objective was to analyze twitter, blog data to detect special needs of female victims after great East Japan earthquake. Topic extraction from unstructured texts is recently dealt in text mining problems and well-known techniques are Latent Semantic Analysis (LSA) or Latent Dirichlet Allocation (LDA). LSA, LDA and graph theoretic modularity measures are used for developing methodologies for discovering topics and transition of topics over time from social data after East Japan earthquake to visualize the need of the victims. Social data from women specific bulletin and blogs are analyzed to visualize the specific needs of women victims.

3 これまで得られた研究の成果

The transition of women victim’s specific needs over time is shown in Fig.1 in blue color while the red color shows the transition of general needs over time. Fig. 2 represents the framework of general analysis of social data after any disaster.

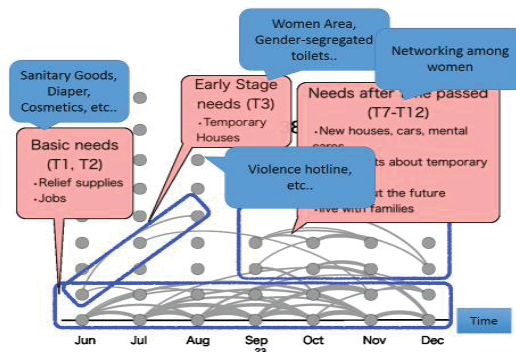


Fig.1 : Topic Transition of women victims over time

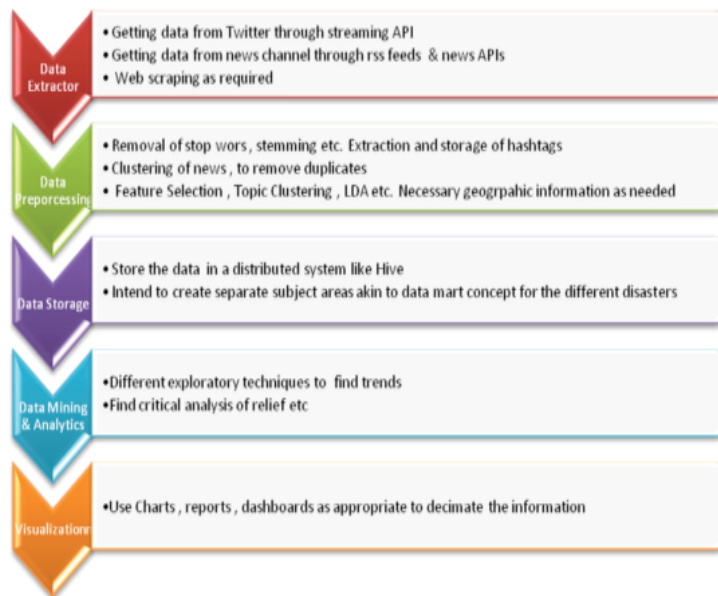


Fig. 2: Framework of a disaster management system

4 今後の具体的な展開

Further development of techniques for information extraction and visualization from social data and practical implementation of the management system is targeted for future work.

「復興支援を目的とした AR 観光バスの開発」

布川博士（ソフトウェア情報学部、教授）、佐藤究（ソフトウェア情報学部、講師）

<要旨>

2000 年に、バス事業に関する規制緩和が行われ、観光旅行の形態の変化や旅行業界の影響もあり、観光バス業界の競争が激化している。このような現状からバス業界が脱するためには、現状の観光媒体という役目から観光資源へと転換することで、新たな需要を生み、解決することができるのではないかとされている。

本研究では、AR 技術を用いて車窓から見える既存の観光資源に対し、情報を付加し、新たな価値を提供するシステムの実装を行う。これにより、観光バスを観光媒体から観光資源に転換することが可能になるとともに、被災地の観光資源を有効に活用することによる復興支援の一助となると我々は考える。

1 研究の概要

2000 年に、バス事業に関する規制緩和が行われた。この規制緩和により、多くの新規事業者や、異種業者が参入することとなった。

しかし、貸切バス事業においては、規制緩和後多くの新規参入があるほか、観光旅行の形態の変化や旅行業界の影響もあり、競争が激化し、バス業界が危機的状況に陥っている。

このような現状からバス業界が脱するためには、現在のようなビジネスモデルから大きく転換を図る必要がある。観光媒体という役目から観光資源へと転換することで、新たな需要を生み、解決することができるのではないかとされている。

現在でも観光媒体ではなく、観光資源としての観光バスとしてザ・ライドやレストランバスなどのバスツアーがある。これらはバスを移動手段でなく、ある種の舞台装置としての役目を果たしており、バスで移動するという行為自体が、観光資源であると言える。

しかし、このような魅力的な観光コンテンツを先で述べた業界の状況において、企画を起こすというところから始め、実現、提供するという事は容易なことではない。

そこで本研究では、観光コンテンツの作成の容易化を目的として、AR 技術を用いて車窓から見える既存の観光資源に対し、情報を付加し、新たな価値を提供するシステムの実装を行う。これにより、観光バスを観光媒体から観光資源に転換することが可能になるとともに、被災地の観光資源を有効に活用することによる復興支援の一助となると我々は考える。

2 研究の内容

観光資源としての観光バスとは、普段の観光に用いる“足”である観光バスではなく、観光する際に一緒に楽しめる“モノ”となった観光バスと、本研究では定義する。

我々は、観光バスの観光資源化のためには、ユーザーが、観光バスでの移動を気軽かつ、受動的にも能動的にも楽

しめ、また、バスガイドの能力や天候に依存せず、容易かつ、動的にコンテンツを提供できる手段が必要となると考える。

以上から、本研究では以下の 5 点を実現するサービスである AR 観光バスの実装を行った。

- (a) 映像、画像、テキストなどの情報を作成
- (b) バスの車体に各方向の数か所にカメラを設置
- (c) 各座席設置した端末に情報を表示
- (d) ルート変更や端末の動きへの動的な対応
- (e) バスの移動に応じた、自動的な情報の提供

3 これまで得られた研究の成果

本研究においては、上記の機能提供するシステムの実装を行なった。本システムの構成を図 1 に、利用画面を図 2 に示す。

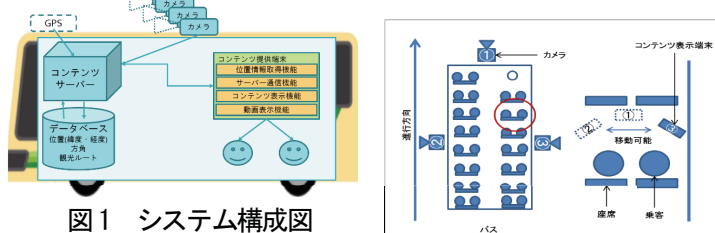


図1 システム構成図



図2 利用画面

4 今後の具体的な展開

観光コンテンツの作成の容易化を目的として、AR 技術を用いて車窓から見える既存の観光資源に対し、情報を付加し、新たな価値を提供するシステムの開発を行った。今後については、録画システムの実装を行いながら、調整を行う。また、観光バスで実地での実験を行ない、観光コンテンツとして有効であるか検証していく予定である。

「さんりく沿岸の 3D 復興計画モデル構築と CIM への適用」

土井 章男(岩手県立大学、教授)、加藤徹(岩手県立大学、専任研究員)、高志毅(岩手県立大学、研究員)、榊原健二((株)TOKU PCM、主任)、細川 智徳((株)TOKU PCM、代表取締役)、原田昌大((株)タックエンジニアリング、係長)

<要旨>

本研究では、さんりく沿岸の復興計画を分かり易くモデル化する手法を提案し、住民説明会や都市計画支援に応用した。最新の 3D 計測手法（ドローンによる空撮、地上レーザ計測、写真からの点群生成）と 3DCAD モデリングを適応して、地図情報、建物情報、道路情報などを含めた 3D デジタルモデル（3D 復興計画モデルと呼ぶ）を構築した。また、本 3D デジタルモデルから、Virtual Reality 技術を用いた立体視や 3D プリンタによる造形製作を行った。

1 研究の概要

本研究では、1) 3D 復興計画モデルによる田老地区や鉾ヶ崎地区における都市計画や住民説明会の技術支援、2) 宮古市鉾ヶ崎地区の幹線道路における植栽決定や堤防、花壇の配置の技術支援、3) 土木・建設をテーマにした復興加速化フォーラム 2016（滝沢市）の開催、4) 第 12 回 3 次元計測フォーラム（SPAR2016、横浜）での展示と講演、5) いわて 3D プリンタ活用研究会や土木・建設 CAD の定例講習会の開催、などを行った。また、これらの活動を通じて、土木・建設分野における 3D デジタルモデルを構築出来る人材育成、さんりく沿岸の振興・PR 活動を行った^{1),2),3)}。

2 研究の内容

岩手県立大学地域政策研究センターの東日本大震災津波からの復興加速化プロジェクトに採択された「さんりく沿岸における復興計画の 3D モデル化と人材育成」（平成 27 年～平成 28 年）では、宮古市、陸前高田市の都市計画データを用いて、復興計画の 3 次元 CAD による 3D 復興計画モデルを作成し、宮古市田老地区では、最終的な家屋全体の景観シミュレーションを行い、住民説明会での説明にも使用された（図 1、図 2）。



図 1：田老地区の仮想の街並み（和風）



図 2：田老地区の仮想の街並み（入り口付近）

宮古市鉾ヶ崎地区では、同様に 3D 復興計画モデルを構築し、都市の景観シミュレーション（図 3、図 4）や住民説明会に活用された。鉾ヶ崎地区の第 1 回住民説明会（2015.5.20）では、道路と防波堤のみの鉾ヶ崎地区全体の 3D 復興計画モデルを紹介した（図 5）。本説明会には、関連住民、宮古市市長、宮古市都市計画課、岩手県立大学、等が参加され、動画撮影中に参加者がスマートフォンやカメラで録画されていたり、活発な意見交換がなされ、住民の関心は非常に高かった。



図 3：鉾ヶ崎地山側から海側への景観



図 4：鉾ヶ崎地区ロータリー交差点付近の景観



図 5：住民説明会での 3D 復興計画モデル活用事例

[ここに入力]

[ここに入力]

[ここに入力]

街路樹はウラジロモミ、アキニレ、イロハモミジ、シモクレン、ヤマボウシを選出して、各植物の3Dモデルを製作し、3D復興計画モデルの歩道に指定された間隔で配置した。各植物を配置したウォークスルーアニメーションを製作して、その違いや樹木間隔を比較検討した(図6)。それ以外にも防波堤8mの威圧感チェック、住民説明会での住宅の高低差チェックなどにも活用された。



図6：植栽シミュレーション

復興加速化フォーラム2016では、事例セッション、ソフトウェア研修、展示会等に100名以上が参加し、アンケート集計でも非常に好評であった。また、国際会議(IEEE INVITE2016)、3Dプリンタ活用研究会、3次元計測フォーラム(SPAR2016)で研究成果発表や研究成果の展示を行った(図7、図8)。3Dプリンタ活用研究会は岩手県の平成28年度いわて3Dプリンタ活用研究会人材育成事業により支援して頂き、研究会と土木・建築・機械系の3DCAD講習会をそれぞれ年4回行い、講習を受けた総研修者数は71名であった。



図7：3Dプリンタ活用研究会と3次元計測フォーラム



図8：展示会、ポスターセッション

3 これまで得られた研究の成果

平成28年度の大きなイベントや研究成果としては、1) 3D復興計画モデルによる田老地区や鉾ヶ崎地区におけ

る都市計画や住民説明会の技術支援、2) 宮古市長、宮古市都市計画課に対する宮古市鉾ヶ崎地区の幹線道路における植栽決定や堤防、花壇の配置に対する見える化の技術支援、3) 岩手県立大学にて土木・建設をテーマにした復興加速化フォーラム2016の開催、4) 第12回3次元計測フォーラム(SPAR2016、横浜)での展示や講演、5) いわて3Dプリンタ活用研究会や土木・建設CADの定例講習会、が挙げられる。

- ・宮古市住民説明会のサポート(田老地区住民説明会(3回)、鉾ヶ崎地区住民説明会(2回))
- ・宮古市長表敬訪問(1回)
- ・宮古市都市計画課・URとの打ち合わせ(4回)
- ・鉾ヶ崎地区、陸前高田市のドローン撮影(各1回)
- ・いわて3Dプリンタ活用研究会(4回、参加団体：40団体)

4 今後の具体的な展開

平成29年度は、久慈市小袖海岸・つりがね洞、宮古市三王岩・浄土ヶ浜、陸前高田市奇跡の松、盛岡市文化財公園などの著名な観光地スポットの3D計測と3D地図化を行う予定である。3D計測には上空からはドローンと高解像度ビデオカメラ、地上からはレーザ計測装置による測定を行い、統合化した3D点群データを取得する。次に3D点群データから構造的な要素(面、柱、道路、宅地、植栽、建物など)を取り出して、3Dモデルを構築する。この3Dモデルに対して、地域に根付いた観光情報や属性情報を追加して、3D地図化を行う。

3D地図化を行う上での一番の問題は、完成させるのに非常に多くの時間や対話作業を要する点である。特に点群データから構造化されたモデルへの変換には時間を要しているため、膨大な点群データから自動的に構造化されたデータを構築する方式を研究開発する。

さらに3D計測から3D地図化までの過程において、計測装置の操作、関連するソフトウェアの使い方、土木・建設に関する基礎知識、IT全般の基本技術、市街地の観光情報の企画力などを有した人材を、フォーラム、研究会、講演会の開催を行いながら、育成する。

参考文献

- 1) A. Doi, et al., "3D Modeling of Reconstruction Plan at Sanriku Coast for Great East Japan Earthquake: Human Resource Development for Effective Information Sharing", NBiS-2016 and INVITE2016, Czech Republic, 2016/9.
- 2) 土井章男, 加藤徹, 高橋弘毅, 大志田憲, 高嶋裕一, "宮古市における復興計画の3Dモデル化とその応用", 日本バーチャルリアリティ学会第28回テレマージョン技術研究会(可視化情報学会見聞研究会との合同研究会), 2016/2.
- 3) 盛岡タイムス掲載、「復興加速に3次元技術で可視化」(2016/10/5)

「災害時における安全・安心の確保を考慮した地域情報システム」

研究代表者氏名 竹野健夫 (ソフトウェア情報学部・教授)
 研究参加者氏名 堀川三好 (ソフトウェア情報学部・准教授)
 岡本 東 (ソフトウェア情報学部・准教授)
 植竹俊文 (ソフトウェア情報学部・講師)

<要旨>

本研究では、平時にも災害時にも有効に機能し得る情報システムの構築・運用に着目し、日常生活に立脚した情報システムの研究として、農産物流通、幼稚園における情報共有、地域文化遺産のデジタル化を通じた継承、ソーシャルマップの観光利用、製造業における品質保証に取り組んだ。これらの取組から、継続して活用される情報システムの要件について整理を行った。

1 研究の概要

東北地方太平洋沖地震が引き起こした東日本大震災は、世界最大級とも言われる甚大な被害をもたらした。この災害に関連して活用された情報システムは、災害を想定して(災害発生後に対応して)構築されたもの(安否確認システム等)と、平時の利用を想定して構築され災害時の情報交換にも役立てられたもの(SNS (social networking service) 等)の2つに大別できる。

本研究は、後者に着目し、地域における経済活動や教育活動を支援する情報システムの構築・運用を通じて、災害時における情報技術を利用した安全・安心の確保について考慮すべき点を明らかにする。

2 研究の内容

大学として研究・開発・運用を行ってきた以下の地域情報システムやその技術を対象とする。

(1) 農産物流通における情報技術の活用

「Web 販売促進システム」をはじめ、入荷管理、売上・在庫管理、棚位置管理、栽培管理のシステム(協力:農事組合法人産直センター「あかさわ」)。災害による農産物に対する不安の解消について消費者向けの情報開示の仕組みが有効であると考えられる。

(2) 幼稚園における情報技術の活用

「岩手県私立幼稚園ポータルサイト」(協力:岩手県私立幼稚園連合)。既に一部の幼稚園では、災害時の緊急連絡を想定したシステムの活用が行われている。

(3) 地域文化遺産のデジタルアーカイブ化

花巻市に残る文化財などの収集並びにデジタルデータとして保存する活動(花巻市の民間団体ふるさと遺産研究所と共同)。特に、多様なメディアのデータを取り扱うデータベース構築や、保存された文化財データ間の関係を表す属性の作り方に関する研究。

(4) ソーシャルメディアから集めた地域情報を地図上に可視化するシステム

滝沢市観光協会公式ポータルサイト「チャグチャグNavi」上で運用している「ソーシャルメディアマップ」。

地域情報のリアルタイム可視化に拡張することにより、災害時の状況把握等にも利用できると考えられる。

(5) Bluetooth を利用した位置測位技術の提案

Bluetoothを用いた測位技術に関する研究(株式会社ERiと共同)。屋内測位により、O2O ビジネスや屋内ガイドシステムへの展開を行うのみでなく、緊急時や災害時の避難誘導システムへの拡張が期待できる。

(6) 生産・流通経路を遡及追跡する新たな品質保障システムの提案

家電製品をはじめとした工業製品では、部品の劣化や設計の不具合により不良品が流通後に発生している。安心・安全を提供するため、生産過程に履歴情報を付加し、流通履歴と顧客情報を結びつけることにより一貫した品質保障の仕組みを提案する。

3 これまで得られた研究の成果

既に一部幼稚園で緊急時の連絡を想定して利用されている「岩手県私立幼稚園ポータルサイト」をはじめ、地域情報システムにおいて、災害時における安全・安心の確保においては、情報システムとしての安定的な運用や安全・安心に関わる情報の入手などが必要である。これらの実現のためには、対象地域・団体との連携が不可欠であるが、その際、大学として教育・研究の一環として提供できるものと、対象地域・団体の求めるものにギャップがあり、これまでの多数の共同プロジェクト運営や情報システムの運用から、成否に関わる要素が明らかになってきた。これらの知見を整理し、文献[1]にまとめた。

4 今後の具体的な展開

本研究にて構築したシステムにより多様な地域住民や事業者が情報を共有する基盤が形成された。今後は、これらの基盤を活用し、発災時や回復期に提供・共有すべき情報と連携する仕組みを構築することが課題である。

参考文献

- [1] 堀川三好, 植竹俊文, 岡本東, 竹野健夫: 地域と連携した ICT の活用事例, 経営システム, Vol.27, No.1, pp.9-16 (2017)

「周期的時系列データからの異常検知手法」

ゴウタム・チャクラボルティ (岩手県立大学ソフトウェア情報学部, 教授)

馬淵 浩司 (岩手県立大学ソフトウェア情報学部, 准教授)

松原 雅文 (岩手県立大学ソフトウェア情報学部, 准教授)

<要旨>

本研究では, 周期的生体信号からの異常検知を行う, 軽量かつ高速な手法を提案する. 周期的生体信号とは, ECG (心電図), EMG (筋電図), Pulse (脈拍) などのことである. これらの信号は事例列データであり, 基本的に周期的ではあるものの微細な差異が観測されることがある. そこで, 本提案手法においては, これらを発見することにより, 異常検知や健康被害予測を行うことを目的としている.

1 研究の概要

近年, 生体信号を用いた個人向けの医療アプリケーションが多数存在している. 生体信号において, リアルタイムで異常を検知するためには, ふつう, 複雑なアルゴリズムが必要である. 携帯端末においては, 使用可能なメモリサイズが小さいため, これらのアプリケーションの実行速度は遅く, リアルタイムでの生体信号解析は困難なものになっている. そこで, この問題を解決するため, 少ないメモリでも高速に実行可能な周期的生体信号からの異常検知手法を提案する.

2 研究の内容

本提案手法では, 「Mother signal」と呼ぶ, 新しい概念を導入している. 時系列データ全体において, 最も頻繁に現れる波形は正常なものと考えられる. よって, この考えに基づき, 一周期に対応した正常な波形の平均値を Mother signal とし利用する.

長い波形を周期に対応した部分に分解し, これらを波形が類似するものどうしでクラスタリングしている例を図1に示す.

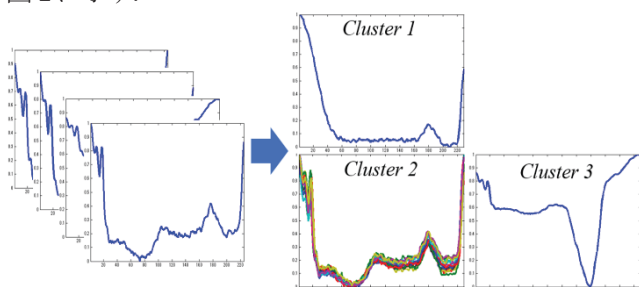


図1: 抽出された部分波形と形成されたクラスタ

なお, 生体信号においては, 周期が必ずしも一定ではなく, 常に変化しているという問題点もある. そこで, 本提案手法においては, まず, 時系列データ全体から即席の周期と頂点を求める. この即席の周期に基づき部分波形が抽出される. 抽出された部分波形は, 平均値に基づいて, 等しい長さに変換される. これにより, すべての部分波形が正規化される. この正規化された部分波形はユークリッド距離に基づきクラスタリングされる. Mother

signal は, 最も多くの波形が含まれるクラスタの平均値として求められる. この Mother signal と各部分波形において距離を求めるが, 移動や回転を行うことにより, 最も小さな値となるものが, その距離として算出される.

実験には, 異なる複数の電極プローブにより収集された心電図データを用いた.

3 これまで得られた研究の成果

本提案手法について評価実験を行い, F-値や処理速度により, 他関連研究との比較を行った. なお, 提案手法における異常検知の判定は, Mother signal とのユークリッド距離により行っているが, この定義は, 必ずしも, 医学的な意味での異常検知とは合致しない.

本提案手法は他関連手法と比較して, 実行速度が速く, その精度も高かった. 心電図データにおける, 本提案手法による異常検知結果を図2に示す.

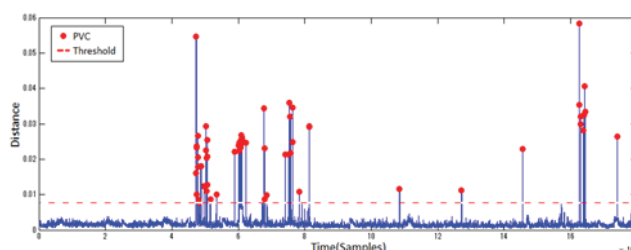


図2: 本提案手法による異常検知結果

各時間に対する距離の大きさを表しており, 閾値以上のものが赤い点で示されており, これらが異常値として検出されたことを表している. すべてではないものの, ほとんどの異常信号を検知できることが確認された.

4 今後の具体的な展開

本提案手法においては, すべての部分波形を比較に使用しているので, 将来的には, すべてを使用しない方法を検討する予定である. また, 検知誤りを減らすために手法の改善を図りたい. 時系列データには, その部分に応じて傾きのような情報も存在している. これらを利用することにより, 正確な異常検知を行える可能性がある. このようにして, 医学的に有益な異常検知を行えるよう, 手法を改善していく予定である.

「ソーシャルサイトから情報収集と可視化、話題の自動抽出に関する研究」

研究代表者氏名 ダビド・ラマムジスア（ソフトウェア情報学科、准教授）

<要旨>

本研究では、ニュースウェブサイトが提供しているソーシャルデータの解析を行っていた。ソーシャルデータというのはニュース記事に関する内容が読者のフィードバックとコメントなどを想定している。しかしながら、ソーシャルデータにはそれ以外の内容も色々な目的（広告、スパム、サイバーいじめなど）たくさん含めている。コメントのフィルタリング、情報収集、コメント群の可視化、話題の自動抽出の研究が不可欠となっている。自然言語処理、機械学習、データ解析技術などを用いたソーシャルデータの解析フレームワークを提案した。ニュースウェブサイト以外のソーシャルサイトにも提案したフレームワークを再利用と一般化の取り組みをしている。

1 研究の概要

本研究は、ソーシャルサイトから提供されたソーシャルデータの解析を行っている。特にニュース記事に関する読者のコメント群が本研究のソーシャルデータとなっている。本研究の目的は記者や読者のソーシャルデータ解析の支援システムの提案である。どのように面白いコメントや重要なコメントを自動的に抽出できるのの研究に取り組んだ。

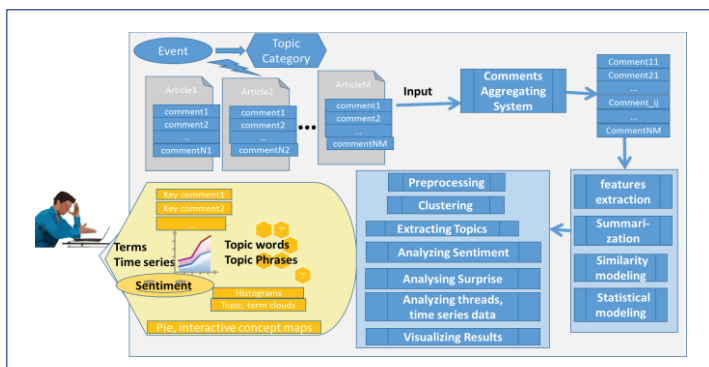


図1：ソーシャルデータ解析のフレームワーク

2 研究の内容

本研究では、ニュースウェブサイトが提供しているソーシャルデータの解析を行っていた。ソーシャルデータというのはニュース記事に関する内容が読者のフィードバックとコメントなどを想定している。しかしながら、ソーシャルデータにはそれ以外の内容も色々な目的（広告、スパム、サイバーいじめなど）たくさん含めている。コメントのフィルタリング、情報収集、コメント群の可視化、話題の自動抽出の研究が不可欠となっている。自然言語処理、機械学習、データ解析技術などを用いたソーシャルデータの解析フレームワーク（図1）を提案した。

3 これまで得られた研究の成果

本研究においては、ニュースウェブサイトが提供しているソーシャルデータの解析を行っていた。ガーディアンニュースウェブサイト「マレーシア航空 370 便墜落事故」というイベントについての記事群とソーシャルデータを解析し、面白いコメントと記事などの推薦システムの数学モデルを実験した。図2の様な読者間とコメントのネットワークが得られた。

4 今後の具体的な展開

提案したフレームワークのモジュールを充実するために様々な手法を検討し、数学モデル、情報システムモデルなどの最新研究を参考し、システムの改善を行う。

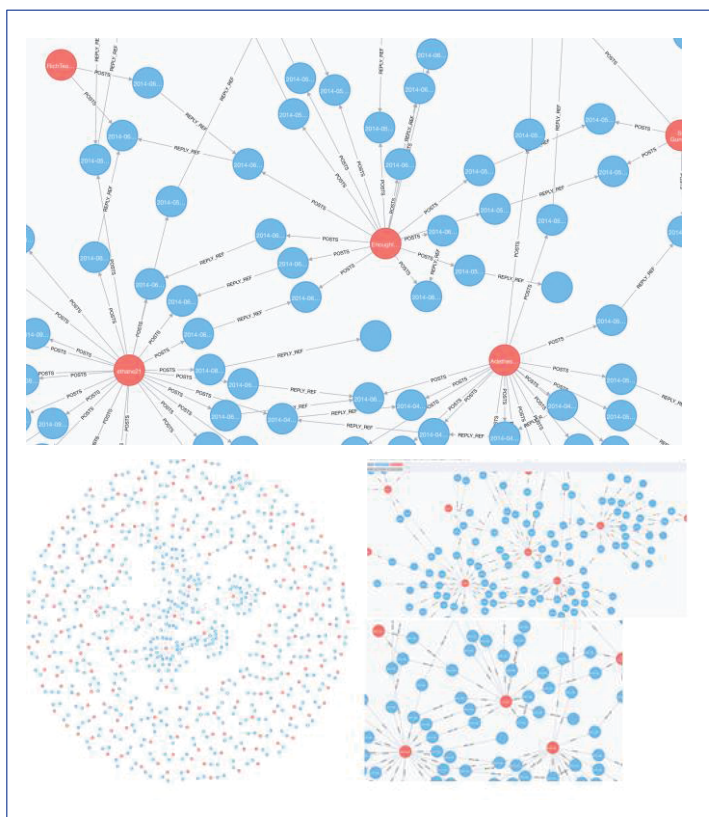


図2：ソーシャルデータ解析のネットワークの例

震災・原発に関する言説空間の物語論的分析及び物語生成システムへの 応用—Web 等のテキストからの情報自動獲得機構の開発を中心として—

小方 孝 (ソフトウェア情報学部、教授)

<要旨>

本研究は、震災・原発に関する言説空間の物語論的分析を目標とするが、その一つの方法として、筆者らが開発中の物語生成システムによる言説シミュレーションを用いた検討を目標としている。今年度は、Web 等のテキストからの各種情報自動獲得機構の開発を中心に研究を進める。この成果は、将来的には、震災・原発に関連するテキストからの情報獲得に利用される。

1 研究の概要

本研究は、震災・原発に関する言説空間の物語論的分析を目標とするが、その一つの方法として、筆者らが開発中の物語生成システムによる言説シミュレーションを用いた検討を目標としている。今年度は、大量文書からの事象連鎖の半自動獲得及び自動獲得、獲得された知識の半自動構造化及び大量文書に基づく語彙の頻度情報及び語彙間の共起情報の自動獲得と利用を中心に研究を進める。この成果は、将来的には、震災・原発に関連するテキストからの情報獲得に利用される。

2 研究の内容

今年度の主要な研究内容は以下の通りである—

- 1) 大量文書からの事象連鎖の半自動獲得及び自動獲得、獲得された知識の半自動構造化：物語における文章を詳細に解析すると様々な要素からできていることが分かる。その中で、定型的な事象連鎖もしくはスクリプトは、認知心理学におけるスキーマ理論由来の概念として、従来から研究されて来た。本研究では、青空文庫などの小説や随筆から、事象連鎖知識を自動的に獲得し、これを統合物語生成システムにおいて利用可能な形式に半自動的に構造化する。それと共に、人間によるスクリプト入力やそれをベースとした拡張など、半自動的な事象連鎖獲得も行う。
- 2) 大量文書に基づく語彙の頻度情報及び語彙間の共起情報の自動獲得と利用：現在の統合物語生成システムでは大規模な概念辞書を利用しているが、物語生成に当たって使用する語彙の読みやすさ／読みにくさなどを制御するために、語彙の頻度及び共起情報を青空文庫などの小説を中心としたテキストにより計量し、その数値データにより物語生成における使用概念・語彙を制御・調整する研究を、前年度から引き続き行った。

3 これまで得られた研究の成果

本研究においては、主に以下の成果が得られた—

- 1) 大量文書からの事象連鎖の半自動獲得及び自動獲得、獲得された知識の半自動構造化：自動的もしくは半

自動的に取得された概念をもとに、統合物語生成システムにおいて利用可能な格構造形式に半自動的に変換するツールを作成し、各種実験を行った。また、青空文庫をテキストとして n-gram の方法で動詞の語彙を取得し、これを上記ツールを利用して格構造化することを試みている (途中)。さらに、一旦自動的もしくは半自動的に獲得された事象連鎖知識をさらに組み合わせてそのバリエーションを作り出す方法を考案している。

- 2) 大量文書に基づく語彙の頻度情報及び語彙間の共起情報の自動獲得と利用：統合物語生成システムにおいて利用する概念及び語彙の選択のために、語彙の頻度情報と語彙どうしの共起情報を用いる試みを前年度から継続した。

以上は、主に以下の論文として公表されている。

Ogata Takashi & Ono, Jumpei (2016). A Way for using the Verb Conceptual Dictionary in an Integrated Narrative Generation System: The Use of Co-occurrence Information on Verb Concepts, *Journal of Robotics, Networking and Artificial Life*. Vol. 3, Issue. 3, 209-212.

荒井達也・小野淳平・小方孝 (2016). 物語生成のための事象連鎖知識の半自動生成—統合物語生成システムにおける利用—. 『人工知能学会全国大会 (第 30 回) 予稿集』. 3P1-1in2.

照井和舎・小野淳平・小方孝 (2016). 語の共起情報による概念・単語選択の改善—統合物語生成システムにおける利用—. 『人工知能学会全国大会 (第 30 回) 予稿集』. 3P1-7in2.

吉田和樹・小野淳平・小方孝 (2016). 語の頻度情報による概念・単語選択の改善—統合物語生成システムにおける利用—. 『人工知能学会全国大会 (第 30 回) 予稿集』. 2P1-6in1.

Asakawa, S. & Ogata, T. (2017). Comparison Between Variational Autoencoder and Encoder-Decoder Models for Short Conversation. *Proc. of the 2017 international conference on artificial life and robotics*. 639-642.

荒井達也・小野淳平・小方孝 (2017). 統合物語生成システ

ムにおけるスクリプト型事象連鎖の獲得と利用. 『言語処理学会第23回年次大会 予稿集』. 703-706.

4 今後の具体的な展開

「大量文書からの事象連鎖の半自動獲得及び自動獲得、獲得された知識の半自動構造化」については、現在まだ獲得された事象連鎖知識のすべてを実際に使用できる状態になっていないため、格構造構成の効率化、意味的整合性の検討などによって、これを進める。「大量文書に基づく語彙の頻度情報及び語彙間の共起情報の自動獲得と利用」については、実際の使用実験による検証を続ける。予想としては、この方法に加えて概念辞書におけるカテゴリ分類の改善などを組み合わせることが必要になると考えられる。なお、震災・原発情報そのものについては、定点観測のための新聞と雑誌保存を続けており、次年度以降その情報を整理し、上記方法等により利用することが課題となっている。

SDN をベースとした大規模災害自律型地域情報インフラストラクチャの研究

橋本浩二 (ソフトウェア情報学部、准教授)

<要旨>

本研究では、大規模な自然災害の発生時を想定し、自律的に運用可能な地域情報インフラストラクチャの研究を進めている。災害発生の際に寸断された情報通信網の迅速な復旧に必要な機能を整理し、その寸断状況や伝達されるべき情報の優先度に応じて自律的に構成可能なネットワークの実現を目指している。平成 28 年度は、マルチホップネットワーク及び SDN (Software Defined Network) を基盤としたネットワークシステムの各機能設計と実装を行い、それぞれの機能評価実験を実施した。

1 研究の概要

大規模な自然災害の発生時には、日常的に利用している情報通信網が寸断され、情報孤立地域が発生する。一時的な情報通信網の復旧には移動中継車や衛星回線の利用が有効であるが常に利用できるとは限らず、例えば情報通信網が復旧したとしても、一時的に増加するトラフィックのために通信網は輻輳し、伝達すべき情報を効率良く伝達できない可能性がある。これらの課題に対して本研究では、大規模な自然災害発生時の情報通信網として活用できるネットワーク技術の確立を目指し、情報通信網の迅速な復旧手段と、優先度に応じた情報伝達手法、および重複するストリームの中継路を統合してトラフィックを削減する手法の研究を進めている。平成 28 年度は、マルチホップネットワーク及び SDN を基盤とした自律型のネットワークシステムにおける各種の機能設計と実装を行い、評価実験を実施した。

2 研究の内容

災害時に寸断された情報通信網の復旧手段として、スマートデバイス及び UAV (Unmanned Aerial Vehicle) を用いたマルチホップネットワークの研究を進めた。DTN (Delay/Disruption Tolerant Network) 技術を応用し、パケツリレー式に被災者のスマートデバイスを経由して、インターネット接続が可能な地域まで災害情報の転送を行なうための通信プロトコルを設計する一方、パケツリレーのノードとなるスマートデバイスの移動速度から得られる通信可能時間内に災害情報データの転送を完了させるためのアルゴリズムを考案した。一方、UAV を用いたマルチホップネットワークとしては、UAV に無線ユニットと小型コンピュータを搭載することで適切なネットワークトポロジを空中で動的に構成し、有線の通信インフラの仮復旧が困難な状況でも情報伝達を可能とするシステムを提案した。

また、避難所におけるトラフィックの一時的な増加や優先度を考慮したデータ通信方法と、重複するストリームの中継路を適宜統合する手法の研究も進めた。SDN を利用して、優先度が高いパケットに多くの帯域を割り当てる優先制御機能、トラフィック量から輻輳予測を行い、

パケットの転送を制御する帯域制御機能、そして周辺にあるスマートデバイス等の端末を連携させることにより一時的かつ局所的なトラフィックの増加に対応可能な周辺端末連携機能に関するシステムの設計とプロトタイプシステムの実装を行った。また、既存のストリーミング配信システムに対して付加的に利用することでストリームデータの重複を削減するための経路制御手法の検討を、SDN を用いて行った。

3 これまで得られた研究の成果

スマートデバイスを用いたマルチホップネットワークシステムとしては、プロトタイプシステムを実装し屋外にて通信性能の測定実験を行った。実験結果から、スマートデバイスと無線アクセスポイント (AP) 間の距離に対するスループットとパケットロスとの関係を明らかにし、ある容量のデータ転送に必要な時間を推定する機能の検証を行った。また、移動速度を基に転送データを選択する機能の評価実験では、その機能の有用性を確認した。UAV を用いたマルチホップネットワークとしては、UAV による 3 つのトポロジに関連する性能評価実験を、プロトタイプシステムを用いて行い、その基本的な性能を示した。さらに、提案システムでカバーできる物理的な範囲やトポロジ変化に必要な時間、性質の異なる情報伝達に適したトポロジの動的な構成等に対する考察をまとめた。そして、一時的かつ局所的なトラフィックの増加を考慮したデータ通信方法としては、利用可能な複数のスマートデバイスと無線 AP を組み合わせ、可用帯域を増加させるシステムのプロトタイプシステムを構築し、その評価実験を行った。結果として、無線 AP とスマートデバイスの数を増加させることにより、可用帯域の増加が見込めることを示した。さらに、SDN を用いたライブストリーミングの経路制御手法を、仮想ネットワーク上でシミュレーションし、その有用性を示す結果を得た。

4 今後の具体的な展開

本研究で進めている手法やシステム開発は、いずれもプロトタイプシステムの段階であり、その一部の機能に対しては有用性が示されている状況である。今後は、個別に進めてきた開発をさらに進めるとともに、それらを統合した自律型の地域情報インフラストラクチャとしてのネットワークシステム開発を行う。