

# 研究分野と参照関係からたどる文献可視化インタフェース

中澤 里奈    伊藤 貴之    斎藤 隆文\*

**概要.** 研究を進めていく上で、論文サーベイは非常に重要である。しかし、初学者は検索する上で適切なキーワードを全て知っているわけではないため、検索エンジンを用いた方法では、検索ワードによっては見落としがおこる可能性がある。一方で、より視覚的に参照関係をたどりながら文献を調査する方法の一つとして、文献の参照関係の可視化の研究が数多く行われてきた。これらの研究では、文献をノードとして時系列に並べ、参照関係をエッジとしたグラフによって、参照関係の構造を表現している。このような手法は、研究分野をまたいだ複雑な接続関係が視認しづらく、参考文献をたどっていくにはやや不向きである。そこで本報告では、研究分野と参照関係からたどる論文探し支援のための参照関係可視化手法を提案する。提案手法では、文献の内容をもとに文献を分類し、これらの分類と参照関係にもとに、可視化手法 FRUITS Net を用いて文献の配置を決定、エッジバンドリングを用いて参照関係情報の要約可視化を行う。これにより、分野間の参照関係をより簡単に把握することで文献調査を支援できるのではないかと考える。

## 1 研究背景

研究を進めていく際の文献調査は非常に重要な要素である。調査方法としては、検索エンジンを用いたり、既に読んでいる論文の参考文献をたどっていったりするといった方法がある。しかし、研究を始めたばかりの学生は検索のための適切なキーワードを全て知っているわけではないため、検索エンジンによる方法では、検索ワードによって見落としがおこってしまう上に、論文同士の関係を見いだすことができない。一方で、参考文献をたどることで視覚的に文献を調査する方法の一つとして、文献の参照関係の可視化の研究が数多く行われてきた [1] [2]。これらの研究では、各文献をノードとして時系列に並べ、参照関係をエッジとしたグラフによって、参照関係の構造を表現している。このような手法では、研究分野をまたいだ複雑な参照関係をグラフとして描画すると、非常に多くのエッジ間の交差が生じて視認性に悪影響をおよぼす。そこで本報告では、研究分野と参照関係からの文献探しに適した参照関係可視化手法を提案する。本手法では、文献の内容でクラスタリングされた参照関係グラフを描画し、クラスタ間の参照が多い場合にはエッジバンドリングを施す。この時、敢えて時系列順に並べないことでクラスタ間の参照関係の太さを視認しやすくする。これにより、一つのキーワードに関係ある論文が複数の分野にわたっている時に、それらを見逃さずに網羅的に発見でき、その全体的な構図も理解しやすくなると考えられる。

## 2 提案手法

### 2.1 文献のカテゴリ分類

本手法では、文献の内容から文献を研究の分野別にカテゴリ分類するために、今回は一例として潜在的ディリクレ配分法 (LDA: Latent Dirichlet Allocation) [4] を用いた。LDA は、一つの文書に対して複数のトピックの存在を想定した、文書生成過程の確率的なトピックモデルである。LDA で推定されるトピックを一つの研究分野と見なし、各文献がどのような研究分野に属するかを分類する。LDA において、トピック数は予め決めておく値であるため、今回はトピック数を 10 とした。

### 2.2 参照関係の要約可視化

続いて、LDA を用いて推定したカテゴリ分類をもとに、FRUITS Net[3] の配置アルゴリズムを用いることでノードの配置を決定する。これにより、参照関係がある文献同士を近く、同じ研究分野に属する文献同士を近く配置し、ノード同士の重なりを回避しつつ、画面配置占有面積を低減することができる。ノードの大きさはその文献の被引用数に比例する。その上で、エッジの視認性を向上するためにエッジバンドリングを施すことで、大量の線情報を束ね、要約する。エッジを束ねる本数はユーザが閾値をスライダによって設定することができる。カテゴリ分類によってできた文献クラスタ間のエッジ本数を計算し、それが閾値以上であるならば、本数に比例させた太線を束として描く。閾値に満たない場合はエッジをそのまま描画する。

### 2.3 ユーザインタフェース上での描画と操作

図 1 は、本ユーザインタフェースにおける表示画面例である。ユーザは操作パネル上の (1)(3) で

Copyright is held by the author(s).

\* Rina Nakazawa and Takayuki Itoh, お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻, Takafumi Saito, 東京農工大学大学院 工学研究院 先端情報科学部門

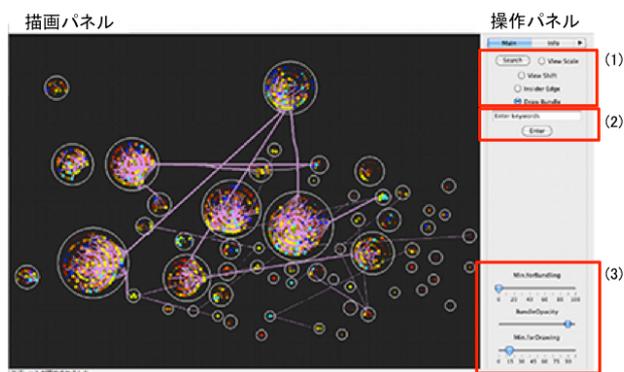


図 1. インタフェース表示画面例

可視化結果の拡大縮小や平行移動操作，エッジバンドリング適用の有無，その閾値の設定を行うことができる。また，各文献であるノードをクリックすると，その文献のタイトルや発行年，アブストラクトなどの詳細情報を表示する。同時に，クリックされたノードが持つエッジと，それに接続するノードが持つエッジの二世代分の参照関係をハイライト表示する。このエッジのハイライトは2つのノードについて同時に適用可能であり，これによって両ノードの接続関係を比較することができる。一方，最初に注目すべき文献を探すことは初学者にとっては容易ではない。そこでユーザはだまかな研究分野かキーワードを利用することで，画面上に表示させる文献をフィルタリングすることができる。自分の興味のある研究分野カテゴリを操作パネル上のボタンから選択した場合，選択した研究分野のみと分類された文献群をウィンドウ中央部に拡大表示される。また，(2)にキーワードを入力すると，入力された語がタイトル中に含まれている文献ノードのみが表示される。

### 3 実行結果

使用した文献データは1990から94年，2000から2010年までにSIGGRAPHで発表された論文1072本である。例として，ユーザが写真や動画の処理関連の研究の文献を調査したい場合を考える。写真，動画関連の研究分野カテゴリを選択すると，表示結果は図2のようになる。図2の(A)が写真，動画の処理関連の分野であり，(A)に接続する束を追っていくと，(A)には(B)と(C)のどちらかと参照関係を持つ文献が多く存在するということがわかる。(B)は画像処理関連のクラスタ，(C)は大域照明，光反射や光拡散モデルなどと写真や動画の処理が組合わさったクラスタである。この結果から，写真や動画の処理に関する文献を探したい場合，優先して探したい内容がどちらかという(B)の画像処理技術に関連寄りなのか(C)のライティング関連寄りなのかによって，その分野と接続している文献から先に

読み進めていけばいいということがわかる。従って，本インタフェースを利用することで関係ありそうな論文を研究分野と参照関係から整理して，どの論文群から先に読むかを選択できるのではないかと考えられる。

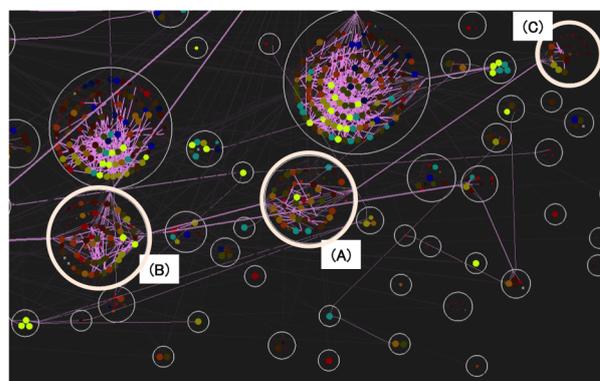


図 2. カテゴリ選択時の表示結果

### 4 まとめと今後の課題

本報告では分野間の繋がりを考慮した文献参照関係の可視化インタフェースを提案した。本手法によって，研究分野と参照関係から関連のありそうな文献を整理し，優先的に読むべき文献を選ぶことができるようになるのではないかと考えられる。現在はエッジの方向性を考慮した描画を行っていないため，今後はエッジの方向性を表現したエッジバンドリングと可視化を行っていく。さらに，今回手動で決定していたトピック数の推定や GUI 機能の拡充，評価実験なども進めていきたい。

### 参考文献

- [1] J. Matejka, T. Grossman, and G. Fitzmaurice. Citeology: visualizing paper genealogy. In *CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 181-190, 2012.
- [2] 岡田，渡部，斎藤. 時系列に基づいた文献参照関係の可視化-文献のクラスタリング-. 情報処理学会第74回全国大会, 3ZB-3, 2012.
- [3] T. Itoh, C. Muelder, K. -L. Ma, and J. Sese. A Hybrid Space-Filling and Force-Directed Layout Method for Visualizing Multiple-Category Graphs. In *Proceedings of IEEE Pacific Visualization Symposium*, pp. 121-128, 2009.
- [4] D. M. Blei, A. Y. Ng, and M. I. Jordan. Latent Dirichlet Allocation, *Journal of Machine Learning Research*, Vol. 3, pp. 993-1022, 2003.

## 偶然の再会を演出する消極的な人向け人間関係継続支援システム

芥川 洋平 山本 景子 倉本 到 辻野 嘉宏\*

**概要.** 周囲の人と積極的に交流することが苦手な人付き合いに消極的な人は、日常生活において席を共にした初対面の人に連絡先を聞くことが難しく、そのときに新たに構築した人間関係を維持できない。この場合、その人との偶然の再会が人間関係を再開・継続するきっかけになることもありうるが、そのようなことはめったにないという問題がある。また、消極的な人はたとえ偶然の再会をすることがあっても、相手についての記憶の曖昧さ・人違いの危惧などから声をかけられず、結局その機会を有効に使えないという問題もある。そこで本研究では、以前に席を共にしたものの、そのときに連絡先を聞くことができず、それ以降にも連絡をとることができない人との関係を再開・継続させることを目的とする。これを実現するために、偶然の再会を消極的な人のために演出する手法として、以前に席を共にした消極的な人同士が同じ場所に向かうよう促す情報を提供し、近くに居合わせたときに相手の存在に気づける通知を行うシステムを提案する。

### 1 はじめに

私たちは日常生活において、同じ目的を持った人同士が同じ場所に居合わせたり、友人の友人などの繋がりから交友関係が広がったりすることによって、初対面の人と席を共にすることがある。例として懇親会や合コンなどが挙げられる。その際に、初対面の人と一緒に会話したりお酒を飲み交わしたりすることで、新たな人間関係を構築することができる。

この新たに構築した人間関係を維持する手段として、その人の連絡先を聞き連絡をとりあうことが挙げられる。しかし、周囲の人と積極的に交流することが苦手な人付き合いに消極的な人（以降、「消極的な人」）は、初対面の相手に対して連絡先を聞くことができない。また、消極的な人は、連絡先を知っている共通の知人や幹事を經由することで、後日に連絡先を聞くこともできない。とりわけこのような状況は、連絡先を聞きたい相手が異性の場合に多く起こりうる。このように、消極的な人が初対面の人との連絡先を聞くことができないという問題（以降、「問題点1」）が起こる理由として、

- 関係の浅い相手に対して自分の連絡先を教えることに抵抗を感じ、同様に相手の連絡先を聞くことに抵抗を感じる
- 場の盛り上がりなどを考慮して、初対面の人との連絡先を聞くタイミングを逃してしまう
- 後日に連絡先を聞こうとしても、共通の知人や幹事に誰の連絡先を知りたいかという自身の興味を教えることに恥ずかしさを感じる

ということが考えられる。

Copyright is held by the author(s).

\* Youhei Akutagawa, Keiko Yamamoto, Itaru Kuramoto and Yoshihiro Tsujino, 京都工芸繊維大学

そこで本研究では、消極的な人が、以前に席を共にしたものの、そのときに連絡先を聞くことができず、それ以降にも連絡をとることができない人との関係を再開・継続することを目的とする。

一方、街を歩いているときに、以前に席を共にした初対面の人を偶然見かけることがある。このとき、その人に声をかけて再会することで、刹那的になっていた人間関係を再開・継続するきっかけを作ることができる。しかし、街を歩いているときに以前に席を共にした初対面の人を偶然見かけることは頻繁に起こる事象ではない。

また、以前に席を共にしたものの、連絡を取らなかった人を偶然見かけるまでの間にその人の顔や容姿を忘れてしまっていたり、曖昧になっていたりすることがある。その結果、消極的な人は両者がすぐ近くに居るにも関わらず、その人に声をかけずにそのまますれ違ってしまい、人間関係を再開・継続する機会を逃してしまうことになる。このように、消極的な人が偶然の再会を逃してしまうという問題（以降、「問題点2」）が起こる理由として、

- 相手についての記憶の曖昧さから確信が持てず、別人だった場合を危惧する
- 自分が相手を覚えていても相手が自分を覚えていないかもしれないと懸念する

ということが考えられる。

以上より本研究では、消極的な人が相手の連絡先を聞けなくても、人間関係を再開・継続するきっかけになる偶然の再会を、消極的な人のために演出する。その手法として、以前に席を共にした消極的な人同士が同じ場所に向かうよう促す情報を提供し、近くに居合わせたときに相手の存在に気づける通知を行うシステムを提案する。

西田ら [1] や閑野ら [2] も初対面の人あるいは関係の浅い人との交流促進支援システムを提案してい



図 1. 提案システムの通知画面表示例

るが、西田らは、交流の場から離れた後も人間関係を継続させることについて、閑野らは、周囲の人と積極的に交流することが苦手な消極的な人がシステムを使うことについては考慮していない。

## 2 提案システム

以前に席を共にした消極的な人同士に、人間関係を継続するきっかけになる偶然の再会を提供するために、図 1.a) のように彼らに同じ店舗や施設の情報を表示し、同じ場所に行きやすくする。これにより、ユーザは人間関係を継続するきっかけになる偶然の再会をより多くすることができると考えられる。また、このように同じ場所に行くかもしれないという可能性の情報を通知することで、もしかしたら相手に会えるかもしれないという緊張感を持たせることができると考えられる。これにより、ユーザを吊り橋理論 [3] のような状態にすることができ、特に異性の場合において、より深い交友関係に繋げることができると考えられる。

これを問題点 1 を解消しつつ実現するために、ユーザが直接相手の連絡先を聞かなくても、システムが以前に席を共にしていた人を識別し、ユーザに偶然の再会の機会を与えるようにする。まず、以前に席を共にしていた人を識別する手法として、席を共にしていたユーザの携帯端末に共通の ID（以降、「イベント ID」）を持たせ、この ID を用いて席を共にしていたユーザかどうかを判別する。そして、イベントの開始時に、いつ・どこのイベントに参加したかという情報とイベント ID を各ユーザの携帯端末で共有させる。

また、問題点 2 を解消するために、以前に席を共にしていた人同士がその後再び近くに居合わせたときに、システムが図 1.b) のような画面表示と音や振動による通知を行うようにする。このように、いつ・どこのイベントで出会った人がいるかの通知を行うことによって、ユーザが周囲を見回して同じイベントに参加していた人を探さきっかけを与えたり、ユーザが容姿を忘れてしまったり曖昧になったりし

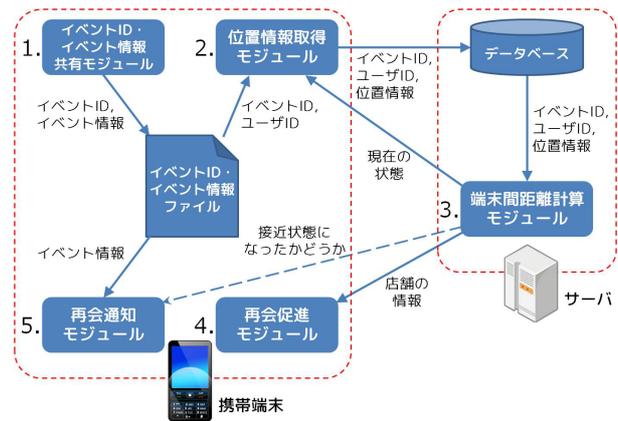


図 2. モジュール間の関係

ていた相手について確信を持ったりすることができると考えられる。さらに、システムの通知に気づいて同じように携帯端末を持って周囲を見回している人がいることに気づき、その人に注目することで、相手を特定しやすくなると考えられる。各ユーザの距離を測定する手法として、各ユーザが所有している携帯端末の位置情報を取得し、取得した位置情報をサーバに送信し携帯端末間の距離を算出する。

提案システムは携帯端末上およびサーバ上に実装された以下の 5 つのモジュールで構成される。

1. イベント ID・イベント情報共有モジュール
2. 位置情報取得モジュール
3. 端末間距離計算モジュール
4. 再会促進モジュール
5. 再会通知モジュール

また、モジュール間の関係は図 2 のようになる。

## 3 今後の課題

再会したときの交流のさらなる支援のために、提案システムが近くに以前席を共にした人が居ることを通知するだけでなく、再会したときに話す内容に対する支援をすることが挙げられる。

## 参考文献

- [1] 西田 健志, 濱崎 雅弘, 栗原 一貴. 超消極的な人でも安心して使える学会での交流促進システム. WISS2012, pp.103-108, 2012.
- [2] 閑野 伊織, 田中 二郎. イベント開催前から開催後まで一連の流れに沿ってコミュニケーションを支援するシステム. マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム, pp.56-63, 2013.
- [3] D.Dutton and A.Aron. Some Evidence for Heightened Sexual Attraction under Conditions of High Anxiety. Journal of Personality and Social Psychology, Vol.30, No.4, pp.510-517, 1974.

# ThermoGuide : 表面温度分布を利用した加熱管理支援手法

斉藤 清隆    高橋 伸    田中 二郎\*

**概要.** 本稿では、サーモグラフィを利用し調理中のフライパンや食材の表面温度を分析することで、加熱調理を支援する手法を提案する。非接触で温度情報を取得可能なサーモグラフィを利用することで、調理者の作業を妨害することなく加熱状況の判別や材料投入の検知が実現可能となる。また、提案手法の適応例として卵焼き作成ナビゲーションシステムの設計及び実装を行った。これによって従来の曖昧な表現が用いられていたレシピとは異なる、定量的な判断基準に基づくナビゲーションの可能性を示した。

## 1 はじめに

加熱調理において温度管理は、料理の出来具合を左右する重要なファクタである。しかしながら、一般的な料理で多く参考にされているレシピ文では、曖昧な表現がなされていることが多く、調理初心者が適切な温度管理を行う上での障害となっている。一方で、正確な温度管理が必要な料理に関しては温度計を用いて調理を行うが、温度計が刺せる料理に限定される上、素早い作業が必要な調理では測定している暇がないという欠点もある。食材の温度分布の変化は一様ではなく、熱源からの距離や食材の種類によってもまちまちとなるため、1点の温度では知り得る情報も限られてくる。

そこで我々は、非接触で温度分布を取得可能なサーモグラフィを利用し、調理中の加熱管理を支援する手法を提案する。既存の研究としてフライパンの中心温度に基づいたナビゲーションシステム [1] があるが、本研究では調理面の温度を監視することで、全体の加熱具合の判別から局所的な材料の火の通り具合まで幅広い加熱のサポートを目指す。

また、提案手法の適用例として卵焼き作成ナビゲーションシステムの設計および実装を行い、システムに関する実験を行った。

## 2 表面温度分布を利用した加熱管理支援

加熱調理をどれだけの時間行うべきかは、火加減、食材の量、調理器具の種類などの条件によって変化する [2]。そこで、加熱状況と密接に関係のある表面温度分布を取得し、調理状況を認識する。

具体的には、表面温度分布から計算できる適当な特徴量を、加熱を十分に行ったかどうかの指標として用いる。例えば、フライパンの余熱が完了したかどうかは、適切な温度になった領域が十分に広がっ

ているかどうかで判断できる。また、材料の投入時には表面温度は一気に減少するため、高温領域の減少によって判断可能となる。このように、調理の指標としてフライパン面積に対する、ある温度以上/以下の領域の割合を利用する。また、単純な指標として調理領域の最低温度や最高温度も併せて利用する。

これらの手法を用いることで、フライパン自体の加熱や材料に火が通ったかどうかの判別あるいは加熱をし過ぎといった温度上昇に関する条件設定ができると同時に、食材が入ったタイミングの認識や加熱した食材を冷ます場合など温度低下に関する条件としても利用することが可能となる。これらを用いることで、従来曖昧な表現が用いられていたレシピ文において絶対的な指標を設けることが可能となる。

## 3 試作: 卵焼き作成ナビゲーションシステム

本研究で提案する加熱管理手法の適用例の一つとして卵焼き作成ナビゲーションシステムを作成した。卵は固まり方が温度に大きく依存し、温度の調整ミスによる失敗が特に生じやすい。また、卵全体が固まるまでしっかり加熱できたか、部分的に加熱がされすぎていないか、といった状況は1点の温度だけでは判別が難しい。そのため、本研究で提案する表面温度分布を用いた状況推定が活かされると考えた。

### 3.1 システム概要

本システムでは、壁面ディスプレイに表示されるGUIおよびスピーカーから流れる音声によってユーザをナビゲートする。システム利用時のキッチン内の様子およびナビゲーションGUIを図1(a)に示す。

GUI左部には調理時の映像とそれに対応する温度分布が重畳表示されている。ここでは目標温度に達している部分のみ熱画像表示を行っており、加熱が足りない部分はそのまま調理映像を表示している。そのため、どの箇所の加熱が足りないかをひと目で確認することが可能となる。また、システム側では逐次調理状況を監視しており、加熱状況に応じて達成度がイラストと数値で示される。そして、達成度

Copyright is held by the author(s).

\* Kiyotaka Saito, 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻, Shin Takahashi and Jiro Tanaka, 筑波大学 システム情報系



図 1. ナビゲーションシステム

が 100 %になると自動でレシピがチェックされ、次の指示に切り替わると同時に音声によって指示文が読み上げられる。そのため、ユーザはシステムに対して入力等を行う必要はなく、映像や達成度といった情報を参考にしながら、自動で提示されていくナビゲーションに従って調理を行えばよい。

### 3.2 システム構成

本研究では温度取得のため、チノー社製熱画像センサ TP-H0225AN を使用した。このセンサは物体の赤外線放射エネルギーを検出することで非接触の温度検知を実現する。

システム構成図を図 1(b) に示す。キッチン壁面にディスプレイとスピーカーが設置されており、その上部にサーモグラフィと web カメラが下向きで固定されている。web カメラから取得された映像は USB 経由で、サーモグラフィから取得された情報は LAN 経由でそれぞれコンピュータに送信される。

## 4 評価実験

### 4.1 実験内容

ナビゲーションシステムを用いて調理初心者の被験者に卵焼きの作成を行ってもらった。被験者は調理初心者の大学生・大学院生 4 名（男性 3 名、女性 1 名）であり、いずれの被験者も卵焼きの調理は今回が初めてであった。

### 4.2 結果と考察

実験で被験者が作成した卵焼きの一覧を図 2 に示す。いずれの卵焼きも、表面が焦げていたり卵が固まりきっていないといったことはなく、おおむね調理を成功することができていた。このことより、今回初めて卵焼きに挑戦した被験者においても本研究で提案する表面温度分布に基づくナビゲーションにより適切な調理手順を導くことができたといえる。



図 2. 実験 調理結果

システムの使用感についてだが、システムが調理状況を認識し進み具合を自動でチェックする機能は非常に好評であった。また、達成度表示により現在の作業がいつ終了するかをあらかじめ予測できたため、素早く次の作業に移ることができていたことも利点として考えられる。しかし、調理中に卵の巻き方など動作の面において被験者が苦戦する様子が見られた。今後は文字による指示だけではなく、動作に関するナビゲーションが必要と考えられる。

## 5 まとめと今後の発展

本研究では、非接触で温度分布を取得可能なサーモグラフィを利用し調理中の加熱管理を支援する手法を提案した。また、提案手法の適用例として卵焼き作成ナビゲーションシステムの設計及び実装を行い、実験を通じて従来のレシピ文に代わるような定量的な基準に基づくナビゲーションの可能性を示した。

今後の発展として、卵焼き以外の適用例を実現し、様々な種類の料理においても提案手法が有効であるかについて検証を行っていく予定である。

### 参考文献

- [1] D. Uriu, M. Namai, S. Tokuhisa, R. Kashiwagi, M. Inami, and N. Okude. panavi: Recipe Medium with a Sensors-Embedded Pan for Domestic Users to Master Professional Culinary Arts. In *Proc. of CHI'12*, pp. 129–138, 2012.
- [2] 渋川 祥子. 調理における加熱の基本. 日本食生活学会誌, 17(2):89–93, 2006.

# Harry: ペーパークラフトからの3次元モデル生成

三浦 元喜\* 山本 将史†

**概要.** 一般に、3D のモデリングを行うためにはマウスやキーボードを駆使した操作が求められるため敷居が高い。そこで我々はペーパークラフト（紙工作）から 3D モデルを手軽に構築する手法 Harry を提案する。体験者がペーパークラフトを作成する際、紙から形状を切り取る前に、形状の輪郭線をデジタルペンで入力する。その後、紙を組み合わせた接合箇所をペンでなぞることによって、形状同士の接続点や折れ線を計算機に入力する。入力された輪郭線や接続点を考慮した物理演算を行うことにより、3次元形状を構築する。システムを構築し、ラフな 3D モデルが手軽に作成できることを確認した。

## 1 はじめに

多くの人にとって、紙は最も身近で扱いやすい記録・表現媒体である。装飾や加工が容易であることから、幼児期から塗り絵や折り紙、切り紙や工作等の立体物を含む創作活動に用いられることが多い。また、紙での創作活動を拡張するための計算機支援研究やシステムも提案されている。例えば colAR App[2] は塗り絵をタブレットのカメラで取り込むと、3D のコンピュータグラフィックスに変換して、アニメーション表示するアプリケーションである。また三谷は 2 次元バーコードが両面に印刷された紙を用いた、紙の折り畳み構造を推定・認識する手法を構築している [3]。

一般に、3DCG を製作するためのモデリングソフトや CAD システムは高機能である反面、操作が複雑であるため、マウスやキーボードを駆使した操作が必要である。このため、PC 操作に慣れていないユーザにとって、3D のモデルを自在に作成することは困難である。我々はより多くの人々が 3DCG 製作に関わりをもてるようにするために、紙工作を作成する過程においてデジタルペンによる筆記情報を追加することで、3D モデルを生成する手法 Harry を提案する。

## 2 提案手法 Harry

我々が提案する 3D モデリング手法 Harry は、ペーパークラフトを実際に作成する過程において、紙のパーツの輪郭やパーツの接続点をデジタルペンによって指定することにより、パーツの空間的な関係を記述し、3D モデルを生成するものである。すなわち、紙に対して閉曲線を記述すれば、計算機上には同じような形をした閉曲面を出力し、紙の上の任意の二点を指定すれば、計算機上ではその 2 点をつ

ないだ立体モデルを出力する。このように、デジタルペンをペーパーカッターやステープラに見立てた操作を行うと、計算機上に紙を模した平面あるいは曲面のポリゴンモデルを出力する。平面または曲面の形状は、現実世界の紙の挙動を模した物理演算によって推定する。コンピュータ上に出力する面は、紙のような、曲げに対しての抵抗（ハリ）がある材質を想定している。そのため、平面上の 2 点をつなぐといった操作のみで、立体的なモデルを生成することができる。図 1 に、提案手法の概略図を示す。

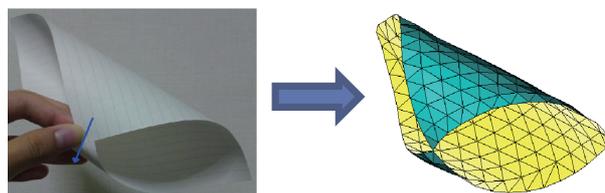


図 1. 提案手法の概略：デジタルペンで紙の切り取り形状と接続点を指定すると、対応する 3D モデルを生成

### 2.1 作成手順

モデル作成者は、最初にアノット方式のデジタルペンで紙にパーツの輪郭を自由な閉曲線で記入する。すると図 2 左に示すような平面モデルが画面に表示される。次にモデル作成者がペンで紙上の 2 点をタップ操作で指定するか、紙を重ねた状態で接続部分をなぞる操作（スキャン）を行うと、図 2 右に示すように指定部分を接続した 3D モデルが画面に表示される。なお画面の平面モデルに対してマウスで接続点を追加したり、削除することも可能である。

### 2.2 提案手法の利点と欠点

紙に対してペンで記述するという作業は単純であり、かつ 3D モデリングに関する複雑な知識を必要としない。そのため、コンピュータに不慣れな人も

Copyright is held by the author(s).

\* 九州工業大学 基礎科学研究系

† 九州工業大学 工学府 先端機能システム工学専攻

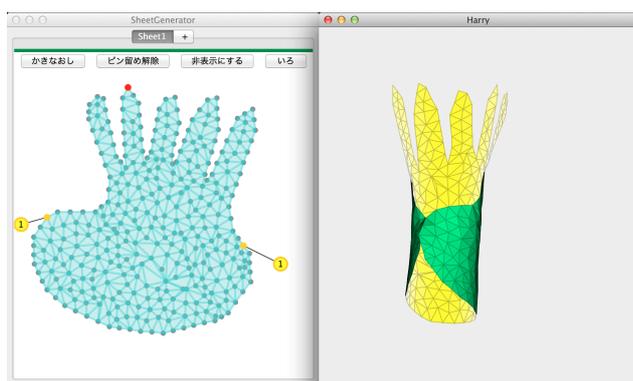


図 2. 平面モデル (左) と、立体モデル (右)

含めた多くの人が馴染みのある容易な作業であると思われる。このことから、この手法では幅広いユーザが、比較的容易にモデルを制作できるものと思われる。

また紙とペンを使用することによる利点もある。ペンデバイスは、マウスと比べると人間が正確に操作することができるものである。このことから、閉曲面の形状を指定する操作において、ユーザはより正確に、不快感なくイメージした形状を表現できると考えられる。特に、複雑な凹凸を持つような閉曲面の形状を入力する際に、デジタルペンはマウスよりも容易に入力が行えるという利点がある。記述対象が紙であり、破棄・交換が容易に可能であるため、実際に曲げる・折るといった試行錯誤が容易に行えると言った長所もある。さらに、紙という実物体を操作する感覚を伴うため、タンジブルかつ直感的なメディアという優位性もある。

その反面、提案手法では、折り方の詳細（山折り、谷折り）や曲率の設定といった、複雑な立体形状を制作するには不向きである。おおまかな形状を作成する段階では紙とペンを用い、細かな調整についてはマウスを用い、画面の変化を観察しながら操作する方法が適切であると考えている。

### 3 関連研究

三谷 [3] は、折りたたまれた紙を撮影したデジタル画像から折りたたみ構造を認識し、計算機内にモデル化する手法を提案している。2次元バーコードを表裏に格子状に複数印刷した紙を用い、折る操作を行うたびに撮影することによって、紙の構造を認識している。紙の状態を逐次記録し、3Dモデル構成のための入力に用いるという点は類似性がある。ただし我々の手法は紙が重力で折れ曲がるといった、曲面を含むような形状についても構成できるという点が異なる。

五十嵐らの Teddy[1] は、初心者でも容易に 3Dモデルを作成することができる手軽な 3Dモデリン

グツールである。画面に対して輪郭形状を描くことで、計算機が適切な 3Dモデルを推測し出力する。3Dモデルの出力はリアルタイムに行われ、視点の変更や、追記を行うことができ、対話的にモデリングが行えるツールとなっている。提案手法は実在する「紙」に触れ、操作しながらモデリングを行えるという点が異なる。

入力デバイスを改良することによって、直感的なモデリングを可能にする研究として、脇田らが提案した pSurface[4] を挙げることができる。pSurfaceは、自由曲面のモデリングを行うことができる布製デバイスである。実際に手で変形させることで、その形状を入力することができる。また、マウス操作等によってモデルに行った修正を、実物体上にフィードバックすることもできる。pSurfaceも実体の操作により 3Dモデルを操作することができる点は類似性があるが、センサやアクチュエータの制約により、作成可能な形状は本提案手法に比べると限定される。

### 4 まとめと今後の課題

紙の特性とデジタルペンを利用した 3Dモデリング手法を提案した。紙とペンという慣れ親しんだ要素を用いることにより、これまでよりも幅広い方々に 3Dモデリング環境を提供する基盤を提供できる。システムを構築し、ラフな 3Dモデルが手軽に作成できることを確認した。本研究で述べた内容は、紙とペンの特性を利用した簡便な入力手法の 1つの適用例であるが、汎用性が高いため他の創作支援や学習支援にも適用可能であると考えている。

### 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費（課題番号 23680078）の支援によるものです。

### 参考文献

- [1] T. Igarashi, S. Matsuoka, and H. Tanaka. Teddy: a sketching interface for 3D freeform design. In *Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '99)*, pp. 409–416, New York, NY, USA, 1999. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.
- [2] Puteko Limited. colAR App. <http://colarapp.com/> (2013年10月18日確認).
- [3] 三谷 純. 2次元バーコードを用いた紙の折りたたみ構造の認識とそのモデル化. 情報処理学会論文誌, 48(8):2859–2867, Aug. 2007.
- [4] 脇田 玲, 上野 道彦, 中野 亜希人. pSurface: 自由曲面モデリングとアニメーションのための布製入力デバイス. 情報処理学会 インタラクシオン 2011, Feb. 2011.

# 話者による正確なポインティングのできるプレゼンテーションシステム

若松 翔 梅村 恭司 三輪 多恵子 岡部 正幸\*

**概要.** プレゼンテーションにおいてスライドのある部分に聴者の注目を集める方法として、ポインティングデバイスの利用やアニメーションの使用が挙げられる。話している箇所の強調や情報の順序や流れを表現できるが、使用するタイミングや指している箇所を誤ると聴者は話の流れが掴めなかったり、その後の説明についていけなくなる危険性がある。本研究では、話者自身がポインティングデバイスとなり発表を行うことができるプレゼンテーションツールにおいて、話者が指定した位置に正確にマーキングする方法を示す。話者の動作と連動しスライド上の表示ポイントにマークが配置できるため、明示的に注目箇所を示すことが可能である。さらに、評価実験を行い一定の評価を得たので報告する。

## 1 はじめに

近年、学会や勉強会のプレゼンテーションが録画され、ネットワークに配信されることが盛んに行われている。このような配信において、会場の発表風景を直接撮影したものを配信する場合、動画のビットレートによってはスライド及びポインティングの明瞭性が失われてしまう。また、話者のコンピュータ出力のスライドと話者の映像を組み合わせたものを配信するという手法もあるが、ポインティングデバイスが配信上では反映されず、話者が現在どの場所を指しているかが分からないという問題がある。この問題に対し、我々は話者のシルエットをスライドの背景として表示し話者自身がポインティングデバイスとなり発表ができるシステムの開発を行った[3]。

本稿では以前のシステムに欠けていた表示タイミングとインパクトに重点を置き、プレゼンテーションにおける分かりやすさを目的としたスライド位置マーキングの実装とその評価について述べる。

## 2 システムの概要

本システムは話者映像をシルエットに加工しスライドに重ねて表示することにより、スライドを主役としつつ話者の存在感と動作を補助として伝えるというものである。話者がスライド上のどの部分を説明しているかを明確にするために、センサからの距離応じてシルエットの一部分の色付けも行っている。また、センサに向かって手を押し出すことによって、その部分に円形のスタンプイメージの設置が可能である(図1)。これは一定時間スライドの一部に注目

を集める際に有効である。

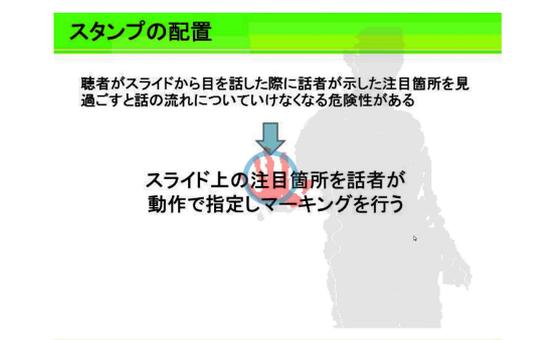


図 1. 話者シルエットを背景としたスライド表示と動作によるスタンプの配置

## 3 スライド位置マーキング

スライド作成時にあらかじめスタンプ表示ポイントを設定しておき、その部分に話者のシルエットが触れることによりスタンプイメージが表示される(図2)。アニメーション機能と同様にスライドに組み込むという前準備が必要であるが、発表時に話者の指定箇所に正確にスタンプを配置することが出来る。センサに向かってプッシュ動作することによりスタンプを設置する動作マーキングに比べ、スタンプ表示ポイントを中心に正確にスタンプを配置でき、かつ動作マーキングにおけるスタンプ設置ミスがなくなるため、任意のタイミングで確実に注目箇所を示すことができる。スタンプ表示ポイントは一度配置したスタンプがいつまでも残っているとスライド自体の妨げとなるため、スタンプは徐々に透明になっていき最終的には画面上から消えるといった挙動を行う。また、通常アニメーションによるコンテンツの動作は決まった順序でしか行われませんが、話者のインタラクションによりコンテンツが配置されるため、状況によって変更が可能である。

Copyright is held by the author(s).

\* Wakamatsu Sho and Umemura Kyoji, 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系, Miwa Taeko, 豊橋創造大学 経済学部経営学科, Okabe Masayuki, 豊橋技術科学大学 情報メディア基板センター

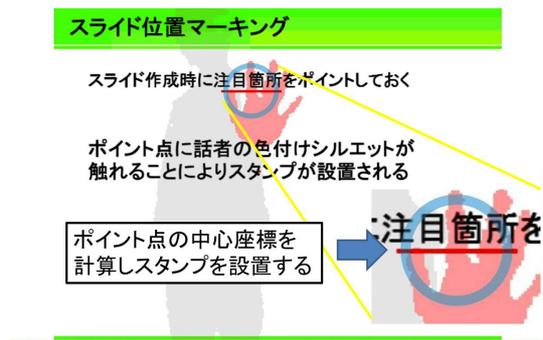


図 2. スライド位置によるスタンプの配置

## 4 評価

実装したスライド位置スタンプ機能が本システムに対して有効であるかの評価実験を行った。

実験手法は、話者が提案システムを用いて聴衆にプレゼンテーションを行い、それぞれの機能を on/off して、差があるかを評価用紙に記入してもらうという形式である。実験は、話者が前方に立ち聴衆に向けて説明するという一般的なプレゼンテーションの形式を取った。話者はある程度システムに馴れているものであり、スライド内容は聴者にとって知識がある分野で、スライドは文字を中心としたシンプルな構成のもの、また下記の条件ごとに共通の話題ではあるが内容は異なっている、プレゼンテーション時間は条件毎に 10 分程度である、という条件のもと実験を行った。

プレゼン方法は以下の 3 パターンである。

- A:スライド + 話者のシルエット + 一部分の色付け
- B:スライド + 話者のシルエット + 一部分の色付け + 話者動作マーク
- C:スライド + 話者のシルエット + 一部分の色付け + スライド位置マーク

以上の条件を被験者に対して C, B, A, C(再度) という順番でプレゼンを行い、B の終わり、A の終わり、C の終わり (再度) に直ちに伝わりやすい条件はどちらかという設問に対し、どちらが伝わりやすいかを回答してもらった。結果の分析には片側検定の符号検定を使用する。

### 4.1 結果と考察

評価結果を表 1 に示す。表 1 よりマークなしの場合に比べ、スライド位置マークが加わったものの方が伝わりやすさにおいて統計的に有意であることが分かった。また、スライド作成時にマークの出現ポイントを設置しておくスライド位置マークと、話者のプッシュ動作によりスタンプを配置することが出来る話者動作マークの比較においても スライド位

置マークのほうが伝わりやすい結果となった。これは、話者シルエットを用いる本システムでは、シルエットによるインパクトが充分あるため、注目箇所確実にマーキングを行うことができるスライド位置マーキングのほうが有効であると考えられる。

表 1. 各マーキング機能の評価結果 (被験者: 38 人)

	伝わりやすい	伝わりにくい	p 値
A と比べて C は	31	7	$5.808 \times 10e-5$
B と比べて C は	25	13	0.03647

A:話者のシルエット + 一部分の色付け (マークなし)

B:話者のシルエット + 一部分の色付け + 話者動作マーク

C:話者のシルエット + 一部分の色付け + スライド位置マーク

## 5 関連研究

本研究と同様に、作業空間と人物画像の融合を行ったシステムとしては ClearBoard[1] がある。本システムでは、協同作業ではなくプレゼンテーションの問題設定なので、話者画像の情報をシルエットに縮退する設計でシステムを作った。このため、相手の視線、表情のような人が見えていることによる伝達性を活かした ClearBoard とは問題設定が異なる。本システムは話者の動作がスクリーンに投影されるため、聴講者の視線の移動の量が少なくなる。これは、スクリーンの前でプレゼンテーションを行うことを支援するシステムである MAEDE[2] と同様な効果が得られることが期待できる。本研究では、話者が直接示すことができないような大型のスクリーンの利用を考慮しているため、その点で異なる。

## 6 まとめ

本研究では、ネットワーク配信での利用を想定した話者の映像をシルエットに変換してスライドの背景として表示するプレゼンテーションツールにおいて、シルエットが触れることによりスライドの注目箇所をマーキングする方法を示した。また、評価実験によりマークを用いた方が有効であり、本システムに対しての実装が妥当であることが分かった。

## 参考文献

- [1] 小林稔, 石井裕, ClearBoard-2 における協同作業空間と会話空間のシームレスな融合, 情報処理学会情報処理学会研究報告, 1993, pp.43-50.
- [2] 前田晴己, 黒澤祐也, 栗原一貴, 宮下芳明, MAEDE: スクリーン前でのプレゼンテーションスタイル, 日本ソフトウェア科学会研究会 WISS2011, 2011, pp.164-166.
- [3] 若松翔, 梅村恭司, 三輪多恵子, 岡部正幸, 話者動作による確実なポイントインテイングのできるプレゼンテーションシステム, 情報処理学会 インタラクショ ン 2013, 2013, pp.750-755.

# 「へやくる！」だらだらと賃貸物件情報を見ることについて

大坪 五郎\*

**概要.** 従来の情報検索インタフェースは、「ユーザは詳細な条件を入力しそれに対する正確な回答を期待する」という前提に基づくものが多かった。しかしながら、日常的に行う検索においてはユーザがそもそも何を入力すれば良いのかのイメージを持っていない場合も多い。不動産情報の検索はそのような性質を持っているという想定のもと、まずユーザに情報を提示し、そこから気が向くままに条件を加え、変更、削除してもらうことを目的とした iPad アプリ「へやくる！」を開発した。既存の不動産情報検索アプリと比較し、一つの条件を設定するのに必要な手順が劇的に削減されており、ユーザは不動産情報について学びつつ様々な探索を試みることができる。

## 1 はじめに

従来の情報検索インタフェースは、ある程度自分が何を探そうとしているかユーザが把握していることを前提とし、設定された詳細な条件に対して正確な結果を返すことを目標としたものが多かった。しかしながら、問題領域によってはユーザが自分が何を探そうとしているか明確に自覚しているとは限らない。筆者が開発した Gards[3] では「毎日のお昼に何を食べるか選択する」という極めて曖昧な問題意識のもとでは、とにかくユーザに情報を提示し、その後のフィードバックを受け付け、それに対する情報を素早く提示することでユーザが当初想定もしていなかった「回答」に辿り着けることを示した。筆者が現在勤務している企業は HOME'S[1] という不動産情報検索サイトを運営している。自分が住む場所の選択というのは極めて重要な判断であるが、一生のうち何度も行うものではなく普段は関心も薄い。その結果としてユーザは「自分が住みたいのはどのような物件か」「どのような物件に住めるのか」「そもそも条件として何が設定できるのか」といった問題に対して明確なイメージを持たずに検索を行うこともあると考えられる。そのため Gards と共通するコンセプトに基づく検索インタフェースを提供することも有効ではないか、という仮説のもと iPad アプリ「へやくる！」を開発した。

## 2 「へやくる！」について

### 2.1 コンセプト

前記の考察に基づくと、目指すべきユーザインタラクションの特性が明らかになる。すなわちユーザはどのような物件情報がそもそも存在しているのか、あるいはどのような検索条件が設定可能であり、それが何を意味するのかについて十分な知識を持って

いないと想定する。このような場合には情報検索インタフェースはモードレス [4] なインタラクションで操作できることが必要であると考えた。すなわちユーザが自分の意思を反映させようとした際に、一連の手続きを強いる-すなわち特定の「モード」に入らせる-のではなく、興味、気分が赴くまま自由に最短手順での条件変更を可能とし、かつその結果をすぐに返す。これによりユーザは条件を設定することが、どのような意味を持つのか学びつつ物件情報を探索することができると考えられる。

このような特性を考慮し設計した「へやくる！」の画面イメージを図 1 に示す。このアプリでは、起動した瞬間から基本的に画面右側に物件情報が表示され続ける。ユーザはそれに対して、左側に並んでいるアイコンをドラッグ・アンド・ドロップすることで条件設定/解除を自由に行うことができる。多くの検索条件は最長 2 タップで設定、変更することが可能であり、変更後は即座に結果が変更される。ユーザが興味をもった物件ができた場合には、その上をタップすることで詳細情報を閲覧することができる。

### 2.2 実装

「へやくる！」は iPad 上のアプリケーションとして実装されている。検索条件を指定した際のソートアルゴリズムは、HOME'S サイトと異なる独自の物を用いているため、サーバー側に専用モジュールを追加している。

### 2.3 評価

「へやくる！」は商用サービスとしてリリースするため、ユーザビリティテストを行い要改善点を洗い出しその結果を仕様に反映させた。また目標とした「モードレスさ」について、他社製不動産情報検索用 iPad アプリとの比較を行った。その結果、他社製 iPad アプリでは一つの条件項目を設定、もしくは

Copyright is held by the author(s).

\* (株)ネクスト



図 1. へやくる! の画面

は変更するのに要する操作数は平均 4.3 であるのに対し、「へやくる!」では平均 1.7 であることが確認できた。このようにユーザが自分の意図を検索結果に反映させるために必要な操作数が少ないので、それだけユーザは思いつきを簡単に検索結果に反映させることができる。またインタフェースデザインには、開発とほぼ同時期に発表された iOS7 の新しいデザインコンセプトを反映している。アプリの主役はあくまでも物件情報（コンテンツ）であり、それ以外の不要な要素は極力排除し、画面デザインの面からも物件情報とユーザ間の距離を縮める事を狙っている。そうしたデザイン方針を徹底した結果、iOS7 全体のデザイン思想と合致した簡素で美しい画面デザインが実現できた。

### 3 関連研究

検索結果に対して、ユーザが能動的に自分の意図を反映させていく、という点では山本、中村らの Rerank-By-Example[2] がある。一度でユーザが意図する検索結果を得ることを期待せず、積極的にその意思を反映させることで望む結果にたどり着くことを目指している点が「へやくる!」と共通する。

### 4 まとめと今後の予定

「へやくる!」は現状細かい条件設定が必須となっている不動産情報検索に「モードレスさ」を持ち込み、ユーザがより気ままに閲覧できることを可能とした試みである。

今後実際に使用されたログデータを蓄積し、我々の狙いがどの程度成功を収めたか、また今後どのような方向に進むべきかについて検討する予定である。

### 参考文献

- [1] HOME'S. <http://www.homes.co.jp>.
- [2] 山本岳洋, 中村聡史, 田中克己: Rerank-By-Example: 編集操作の意図伝播によるウェブ検索結果のリランキング情報処理学会論文誌 (トランザクション) データベース, Vol.49, No.SIG7 (TOD37), pp.16-28, 2008 年 3 月.
- [3] 大坪五郎: Gards - 変化し続ける興味に対応する情報推薦, WISS2005 論文集, pp.31-36, 2005.
- [4] ソシオメディア: 「モードレス」 <https://www.sociomedia.co.jp/326>.

# ポータブルビジュアルプレイリスト GRAPEの主観評価

魚田 知美    伊藤 貴之\*

**概要.** 個人が持ち歩く楽曲数は膨大になり、音楽コレクションの内容を理解することは困難になった。また、多くの方は音楽鑑賞の際、次に聞く曲を1曲ずつ逐一選択するよりも、プレイリストやアルバムといった音楽のまとまりを選択することが多いと考える。そこで著者らは、個人の音楽鑑賞の操作を支援するために、膨大になった音楽コレクションをプレイリスト単位で可視化する GRAPE を提案している。GRAPE ではプレイリストを構成する各曲に対して、特徴量にもとづいて色を割り当て、特徴量の類似度に基づいて位置を決定することにより、プレイリストの内訳をグラデーション画像で表現する。この画像群を文字情報の代わりに表示するインタフェースを搭載した音楽プレイヤーを、PC 上と Android 音楽プレイヤー上で実装した。本報告では、いくつかのプレイリストを用いてユーザテストを実施した結果を示す。

## 1 はじめに

音楽の内容を把握するには、実際に聞く必要があるため、内容把握には時間がかかる。膨大かつ時間的メディアである音楽の内容を短時間で直感的に把握する一手段として、画像で全体像を表現する可視化が有用であると考えられる。また予備調査から、音楽鑑賞では楽曲を1曲ごとに逐一選曲する方法よりも、プレイリストやアルバム等の音楽のまとまりを選択する方法のほうが一般的だと考える。しかし既存の音楽可視化手法は歌手やジャンルに注目したものが多く、アルバムやプレイリストに着目した研究は少ない。特にプレイリストに関しては2009年時点で0件と指摘された [1]。

そこで著者らは「1画像で1プレイリスト」を表すプレイリスト単位の音楽の可視化、GRAPE (GRAdiation Arranged Playlist Environment) を提案している。現在の音楽プレイヤーでは一般的に、プレイリストはその名前のみで表示されるものであり、その名前を知らない場合にはプレイリストの全体像はもとより、プレイリスト内の個々の楽曲の印象を推察することは難しい。それに対して GRAPE は、色のついた正方形のタイルを並べてプレイリストを表現することで、プレイリスト全体を通してどんな印象を有するかという全体像と、個々の曲の印象と、両方を同時に表現する。本報告では、GRAPE に関する主観評価結果を示す。

## 2 GRAPE

GRAPE では、以下の処理によって生成されるグラデーション画像により、プレイリストを表現する。まず各楽曲の特徴量を算出する。続いて抽出した特

徴量から、プレイリストを構成する各楽曲の位置を決定する。特徴量が類似する楽曲を近くに配置することで、プレイリスト全体の印象を視認しやすくする。さらに抽出した特徴量から、各楽曲の色を決定する。この各色で所定の位置を塗りつぶすことで、プレイリストの可視化結果となるグラデーション画像が生成される。この画像をユーザインタフェース上に搭載することで、ポータブルビジュアルプレイリストとして機能する。処理の詳細については [2] を参照されたい。可視化表示例を図1に示す。

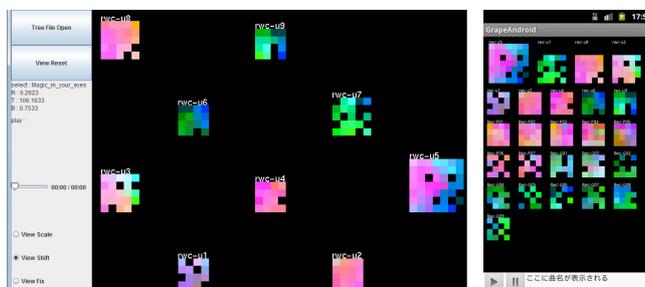


図 1. 可視化表示例 (左)PC (右)Android アプリケーション

## 3 ユーザテスト

被験者に可視化結果画像を観察してもらい、以下2つのユーザテストを実施した。

Q1: 既存の楽曲群表現方法との比較

プレイリスト1, 2, 3, 4に対して、(A)GRAPEによる画像、(B)ジャンルアイコン、(C)CDジャケットを図2(左)のように用意した。それぞれのプレイリストに対して、プレイリストの中身やプレイリストの全体像が1番予想でき選曲の参考にできそうなものはどれか。(回答数 138)

Copyright is held by the author(s).

\* Tomomi Uota and Takayuki Itoh お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻,

結果を図2(右)に示す。プレイリスト1, 2, 3, 4には市販されている楽曲を使用しているため、ユーザによってはCDジャケットが既知であり、楽曲が予想できる可能性があった。プレイリスト3, 4については(A)を選んだ人が1番多い結果となった。プレイリスト1, 2については(A)を選んだ人は(B)(C)よりは少ないとはいえ約4分の1に達しており、よって(B)(C)よりも(A)を支持する人は一定数いると考えられる。併せて設けたコメント欄には下記が寄せられた。抜粋して下記に紹介する。

- 楽曲色をユーザが正確に読み取れるのか、デモ等で楽曲を聞いてみないと GRAPE の有用性がわからない (類似 6 件)
- アルバム単位でしか楽曲を聞かないため、CDジャケットで十分 (5 件)
- 内容がわからない楽曲群はないため、有用性を感じない (4 件)
- 人と楽曲群を共有する際に有用と感じる (3 件)
- 聴きたい曲が具体的にきまっていない際、CDジャケットのような具体的なものより、GRAPEの画像の方が有用だと感じる (3 件)

以上のコメントから、対象ユーザや使用場面を設問中に明確に設定し、かつ楽曲を試聴できる環境で再調査をしたいと考える。

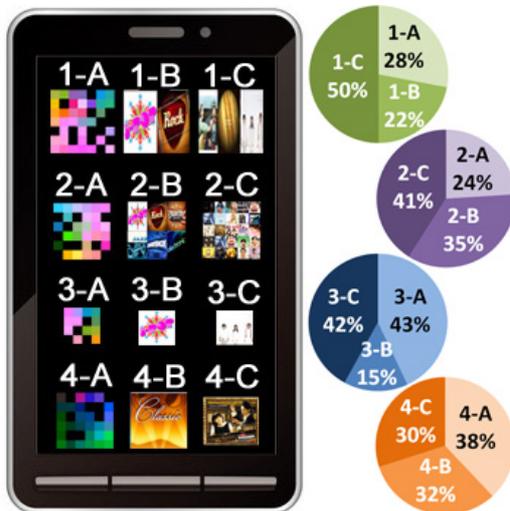


図 2. (左)Q1 に用いた画像 (右) 結果

Q2 : プレイリスト選択の満足度

図1に示すプレイリスト9つの中から、今聞きたいプレイリストを GRAPE を用いて選択してもらい、自分の希望に沿ったプレイリストであったか実際に試聴して評価。また同時にランダムに選出したプレイリストについても試聴して評価。(4段階評価, 回答数9)

使用した9つのプレイリストはRWC研究用音楽データベース [3] の楽曲を利用して作成したものである。いずれの被験者もこの音楽データベースの収録曲を聴いたことがなく、GRAPEの可視化画像から得られる情報だけでプレイリストを選択したと言える。表1にまとめた回答結果から、全てのユーザにおいて、ランダム選出されたプレイリストより、GRAPEを利用して選択したプレイリストの評価の方が高かった。これにより、GRAPEが提示する画像はプレイリスト選択に有益な情報を提供していることが確認できた。

表 1. Q2の結果

(希望に沿った選択ができた4⇐できなかった1)

被験者	プレイリストの選択方法			
	GRAPE		ランダム選出	
	PlaylistNo.	評価	PlaylistNo.	評価
1	7	4	8	2
2	2	3	5	2
3	5	3	8	2
4	7	2	1	1
5	6	4	7	3
6	5	3	1	2
7	2	4	9	3
8	7	4	3	2
9	2	3	6	2

4 まとめと今後の課題

本報告では、著者らが既に提案しているポータブルビジュアルプレイリスト GRAPE の主観評価結果を示した。ユーザテストから、既存の楽曲群表現方法に対するある程度の有用性と、未知のプレイリスト群選択時の有用性について議論した。

今後の課題として、各楽曲の色や位置が、人間が直感的に感じる色、それに伴った配置に近づくよう工夫することが挙げられる。また、GRAPE上で簡単にプレイリストを作成・試聴・共有できる機能を設け、GRAPEの効果が最も期待できるプレイリストによる音楽鑑賞活動の活発化に繋げていきたい。

参考文献

[1] J. Donaldson and P. Lamere. Using visualizations for music discovery. In Tutorial at the 10th Int. Conf. on Music Information Retrieval, 2009.  
 [2] 魚田知美, 伊藤貴之, GRAPE: グラデーション画像によるポータブルビジュアルプレイリスト, 可視化情報シンポジウム, B215, 2013.  
 [3] 後藤真孝, 橋口博樹, 西村拓一, 岡隆一. RWC 研究用音楽データベース: 研究目的で利用可能な著作権処理済み楽曲・楽器音データベース. 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 3, pp. 728-738, 2004.

## 肌マイクロスコープを用いた肌微細構造パラメータの診断

番場 文枝<sup>1</sup> 猪股 真美<sup>1</sup> 伊藤 貴之<sup>1</sup> 豊田 成人<sup>2</sup> 大高 瞳<sup>2</sup> 笹本 裕美<sup>2\*</sup>

**概要.** 化粧品にはその様々な質感により肌を美しく演出する効果がある。肌の印象の違いは肌表面形状に起因しており、その効果を把握するために肌の微細構造と質感印象評価の関係を調べる必要がある。本報告では、肌マイクロスコープという専用カメラで撮影した肌の実写画像から肌微細構造パラメータを診断する一手法を示す。本手法では実写画像に対し二値化処理を適用し、続いてテンプレートマッチングに類似した手法で黒領域を探索することで、毛穴半径・皮溝幅・皮溝角度依存性を診断する。

### 1 はじめに

化粧品は女性にとって不可欠な商品であり、今日では多くの商品が販売されている。肌の質感印象と肌の表面形状の関係性を調べることはメイクアップ化粧品の効果を知る上でとても重要とされている。しかし、現在の印象評価では実際のモデルに化粧品を塗布して撮影した写真を使った伝達方法が主である。この方法では多くのバリエーションを再現するのはコストがかかるとともに、工学的な変化に大きな影響がある肌微細形状の要因は考慮されにくい。

そこで我々は、コンピュータグラフィクス (CG) を用いて微細形状を考慮した肌を生成し、肌の微細構造の違いによる肌質感変化のシミュレーションシステム [1] の開発に取り組んでいる。CG 画像の採用によって、従来よりも多彩な肌の印象評価が可能になると考えられる。本報告では上述の我々の研究のうち、肌撮影専用カメラの一種である肌マイクロスコープ (図1参照) で撮影した実写画像から、微細構造に関する数値を測定する手法を提案する。現時点での我々の実装では、まず肌の撮影画像を二値化して、続いてテンプレートマッチングに類似した手法で黒領域を検出し、これを毛穴や皮溝と判断する。以上の処理によって検出された毛穴や皮溝から、毛穴半径・皮溝幅・皮溝角度依存性に関する測定値のヒストグラムを生成する。



図 1. 肌マイクロスコープ。

Copyright is held by the author(s).

\* 1) お茶の水女子大学 2) 資生堂リサーチセンター

### 2 肌微細構造パラメータの診断

本報告で提案する肌微細構造パラメータの診断手法は、実写画像を二値化した画像から円形領域を検出する、という単純な処理に基づいている。

#### 2.1 二値化

まず入力画像に適応的二値化処理を適用する。各座標における R,G,B 値の総和が閾値以上の場合は黒画素に、さもなければ白画素に変換する。現時点では我々の経験に基づいて閾値を固定しているが、将来的には判別分析などの諸手法を適用して動的に閾値を設定できるようにしたい。

#### 2.2 毛穴検出

続いて、二値化後の白黒画像に対して円形の黒領域を検出し、これを毛穴とみなす。ここでは図2(左)に示すように、円形の黒領域をテンプレートとして、テンプレートマッチングに類似した以下の手法で円形の黒領域を探索する。

1. 円領域 (直径  $2r$ ) を画像内の全ての領域に走査させて、各位置において以下を実行する。
  - (a) 円領域内部における黒画素数を集計する。
  - (b) 円内部における黒画素数が閾値以上であれば、その円を毛穴と判別し、中心座標と円直径を記録する。
  - (c) 毛穴と判別された円内部の黒画素を白画素に変換する。この変換は毛穴位置を除いた皮溝検出のために必要である。

2. 直径  $2r = 2r - 1$  として 1. に戻る。

3. 円の大きさがユーザ指定の最小値になるまで 1. と 2. を繰り返す。

以上により、各毛穴の中心座標、直径を記録する。

#### 2.3 皮溝検出

続いて、毛穴以外の画素において細く伸びる黒領域を検出し、これを皮溝とみなす。ここでは図2(右)

に示すように、16方向の黒い線分のいずれかを引いた円をテンプレートとして、テンプレートマッチングに類似した以下の手法で細長い黒領域を探索する。

1. テンプレートを画像内の全ての領域に走査させて、各位置において以下を実行する。
  - (a) テンプレートに引かれた黒い線分上における黒画素数を集計する。
  - (b) 黒画素数が閾値以下であれば、その領域は皮溝ではないと判別し、1.に戻る。
  - (c) さもなければ、その領域は皮溝であると判別する。テンプレートの平行移動によって皮溝の太さを推定し、テンプレートの中心座標、およびテンプレート上の線分の角度とともに記録する。

2. 16種類のテンプレート全てに1.を適用する。以上の処理により、各皮溝の中心座標、角度、太さを記録する。

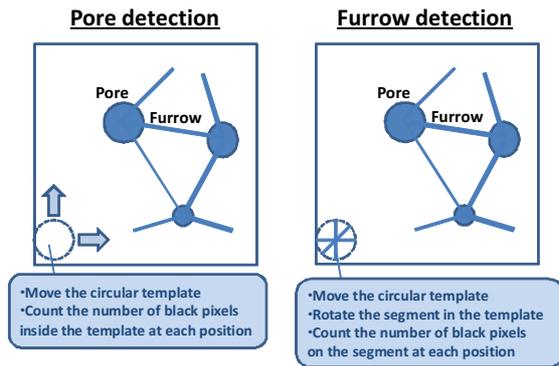


図 2. (左) 毛穴検出. (右) 皮溝検出.

### 3 実行例

本報告では、実写画像として代表的な特徴を持つ肌の実写画像サンプル3枚を入力として実験結果を生成した結果を示す。

**健康な肌** 特徴として、皮溝から生成される三角形が正三角形に近い形をしており均一であることが挙げられる。

**乾燥肌** 皮溝が一方方向へ流れるため三角形を生成できていない場合が多い。

**毛穴が目立つ肌** 各々の毛穴の直径が広い。

上述のサンプル画像3枚に対して毛穴と皮溝を検出した結果を図3に示す。毛穴を水色で、皮溝をピンクで色分けしてある。乾燥した肌では毛穴が少なく皮溝も一方方向に流れている様子が検出できている。

また、3枚とも毛穴の位置、毛穴の大きさ、皮溝の位置を概ね捉えられている。

続いて、検出された皮溝を角度別皮溝数で集計し、ヒストグラム化したものを図4に示す。横軸は16種類の角度、縦軸はその角度における皮溝数を表している。乾燥肌では単峰性の分布、つまり特定の一方方向の皮溝が極端に多いことを表しており、乾燥肌の典型的な特徴が読み取れる。健康な肌、毛穴が目立つ肌では乾燥肌と比べ多峰性の分布を持ち、皮溝が流れていないことがわかる。

今後の課題として、実写画像から読み取れない立体的なパラメータの推定手法の確立や、リアルタイム処理を実現するためのGPU実装等があげられる。

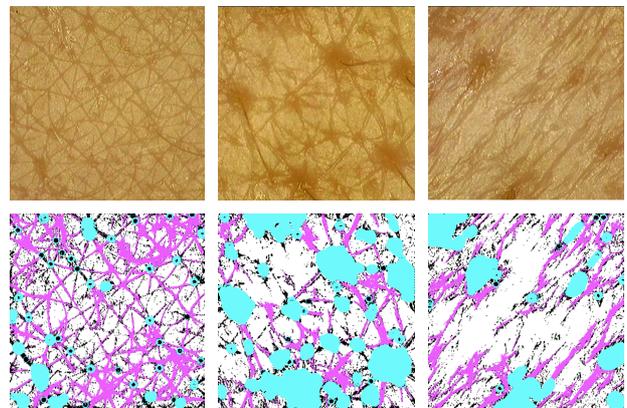


図 3. 実写画像と検出結果. (左) 健康な肌. (中) 毛穴が目立つ肌. (右) 乾燥肌.

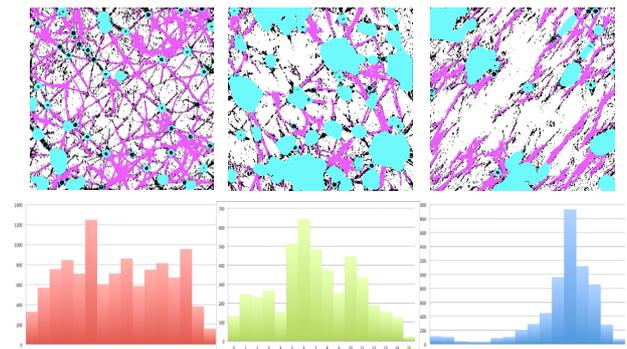


図 4. 角度別皮溝数のヒストグラム. (左) 健康な肌. (中) 毛穴が目立つ肌. (右) 乾燥肌.

### 参考文献

[1] T. Itoh, F. Banba, M. Inomata, M. Kurokawa, N. Toyoda, H. Otaka, H. Sasamoto, Micro-Geometric Skin Simulation for Face Impression Analysis, NICOGRAPH International 2013.

## 多様性と類似性を重視したアパレル商品閲覧システム

小池 恵里子 伊藤 貴之\*

**概要.** 現実の買い物では様々な商品を見て回る人は多く、特に女性にその傾向が強く見られる。本研究では、そのような買い物に関する心理に着目し、効果的に商品閲覧できるシステムを提案し、アパレル商品を例にした実装を示す。本手法では、キーワードの組み合わせに沿ってアイコンを生成し、対話型進化計算を用いた推薦アルゴリズムによって多様に選ばれたアイコンを表示することで様々な商品の閲覧を可能にする。一方でアイコンクリック時には画面を切り替え、アイコンに対応する類似商品を表示し比較しやすい商品提示を行う。このような、多様性と類似性に着目した商品提示を行うことで、現実のウィンドウショッピングのように演出を行い、効果的な買物行動を支援する。

### 1 はじめに

現実の店舗では、ウィンドウショッピングという名前にある通り、買い物時に様々な商品を見て回る人は多い。特に女性にその傾向が強く見られ、原因として「要求が曖昧」「好きなもの以外にも注意が引かれやすい」「細かいデザインにこだわりたい」などがあげられる [1]。しかし、多くのサイトの検索システムはユーザが積極的にクエリを発する能動的検索になるため、要求が曖昧である場合には、クエリをつくる過程で精神的ストレスが生じることがある。例えば、ユーザは「かわいいセータが欲しい」という曖昧な要求をもって来たとする。この時、ユーザは「セータ」というクエリをシステムに発行するが、検索結果の商品件数が多いと、ユーザは商品の件数を減らすために自分の曖昧な要求を明確化して、クエリを書き換えなければいけない。また、発したクエリに何件の商品が検索されるか、ユーザは事前に行うことができないため、「該当する商品が無い」という最悪の状態も起こりうる。さらに、検索結果からその都度判断してクエリの修正を行うため、クエリ書き換え回数が過多になりやすい。その上、商品件数を絞って閲覧した後でも「他の商品を見たい・気に入るデザインがなかった」というようなことから、検索は引き続き行われる。結果としてユーザ自身はかなり積極的になってクエリ修正を行わないと、様々な商品閲覧することはできないということが起こる。これを解決するための一手段として、受動的に様々な商品を見ることができ商品閲覧システムを提案し、アパレル商品を例にした実装を示す。

### 2 要件定義

現実の買い物では要求が漠然としていても目線を遠くにすれば多様な種類の商品が目に入り、そこから

気になる商品に近づいて詳しく見ることができる。また、多くの店舗ではカテゴリ別 (Tシャツなど)・系統別 (モード系など) というように類似した商品ごとに並べられ、近くで気になる商品閲覧する際は、それらを細かく比較しながら自分の好みの商品を選ぶことができる。このような「遠くから見て多様な商品群を見る」と「近くから見て類似した商品を見る」という行為を繰り返すことによって「要求が曖昧でも様々なものを沢山見てみたい」という無意識な欲求を満たすことが可能である。このような現実の買物行動の観察から、以下の要件を満たすシステムを提案する。

**要件 1:** 曖昧な要求に対しても満足できる買物ができるように、明確なクエリを必要としない。

**要件 2:** 様々なものに興味を引けるように、ユーザの嗜好に沿いつつも多様な商品群の提示を反復的に行う。

**要件 3:** 比較しやすいように商品を類似品ごとに分類する。

### 3 研究概要

本研究では、開発者が用意したキーワードを各商品に付与し、そのキーワードを検索時に参照する。また、前処理としてキーワードそれぞれにデザインを用意し、キーワードの組み合わせを列挙して合成したアイコンを生成する。図1は商品の種別 (Tシャツ)、色 (赤)、柄 (ドット) のデザイン画像の合成によってアイコン画像を生成した例である。

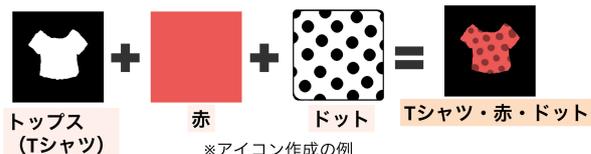


図 1. アイコン生成の例

Copyright is held by the author(s).

\* お茶の水女子大学人文化創成科学研究科理学専攻

本研究は商品の多様性と類似性を考慮するためにアイコン画面と商品画面の2種類の画面にわける。図2にその表示例を示す。アイコン画面では Search



図 2. 左：アイコン画面 右：商品画面

ボタンをクリックする毎に推薦アルゴリズムによって多様選ばれたアイコンが表示することで要件1と要件2を満たす。また、アイコンのクリック操作で商品画面に切り替わり、アイコンが示すキーワード群と同じキーワードを有する商品を表示することで要件3を満たす。

### 3.1 アイコン画面の可視化

本手法では可視化手法 FRUITSNET[2] のアルゴリズムをベースにして、類似したクエリをアイコン画面上で近くに配置することにより、検索結果の全体的分布を直感的に表現する。FRUITSNETでは関連性のあるアイコン間をエッジで連結したネットワーク構造に対して、以下の条件を満たす一覧性の高い画面配置を実現する。

- [配置条件1] 画像間の重なり回避。
- [配置条件2] 画像群の配置占領面積の低減。
- [配置条件3] 関連性の高い画像群を近くに配置。

### 3.2 推薦アルゴリズム

本節では要件2を満たすために、以下の対話的進化計算アルゴリズムを導入している。

$n$ : システムが用意するキーワード数

$m$ : システムが一度に表示するアイコン数

$\vec{d} = \{d_1, \dots, d_n\}$ : 各商品について、各キーワードの付与の有無を表すベクトル。

$\vec{q} = \{q_1, \dots, q_n\}$ : ユーザの嗜好に関する各キーワードの重みを示すベクトル。Search ボタンを  $i$  回押した時点での  $\vec{q}$  の値を  $\vec{q}_i$  とする。

$A$ : 現在表示されている  $x$  個のアイコンの集合。

$S$ : システムが優先的に表示するアイコンの集合。データ構造にキューを持つ。

$C$ : 種アイコンの集合。

この処理手順のうち Step1~Step6 は、ユーザが Search ボタンを押すたびに実行されるものとする。

【Step0】ユーザの嗜好ベクトル  $\vec{q}_0$  と優先アイコン集合  $S$  を初期化する。

【Step1】種アイコン集合  $C$  を空にする。表示アイコン群  $A$  を空にし、 $A$  が  $m$  個となるように優先アイコン群  $S$  から順に追加する。

【Step2】表示アイコン群  $A$  を表示する。

【Step3】Rocchio のアルゴリズム [3] に用いられるフィードバック算出式に類似した以下の式を利用して  $\vec{q}_i$  を更新する。

$D_i^+$ :  $i$  回目にお気に入りに入れた商品の集合

$D_i^-$ :  $i$  回目削除した商品の集合

$$\vec{q}_i = \vec{q}_{i-1} + \sum_{\vec{d}^+ \in D_i^+} \vec{d}^+ - \sum_{\vec{d}^- \in D_i^-} \vec{d}^- \quad (A)$$

【Step4】ユーザが「お気に入り」に入れた商品の多いアイコンを、種アイコン集合  $C$  に登録する。

【Step5】各々の種アイコン  $c \in C$  に対して以下の処理を実行する。

1. 種アイコン集合に属するアイコン  $c$  について、ユーザの嗜好ベクトルからルーレットを用意する。
2. ルーレットから  $y$  番目のキーワードを選ぶ。
3. 種アイコン  $c$  にて  $d_x = 1$  であるキーワードのうち、 $y$  番目のキーワードと排他的に出現すべき  $z$  番目のキーワードについて  $d_y = 0$ ,  $d_z = 1$  としたベクトル  $\vec{d}$  に対応するアイコンを、派生アイコン集合に登録する。このとき派生アイコンは  $i$  回までに使用したアイコンと重複が無いように選択する。
4. この派生アイコンを、優先アイコン群  $S$  に追加する。
5. 2.~4. を、派生アイコンの個数だけ反復する。
6. 1.~5. を、種アイコンの個数だけ反復する。

## 4 まとめと今後の課題

本報告ではウィンドウショッピングのような買物行動を考慮した検索支援システムを提案し、アパレル商品を例とした実装を示した。今後はユーザテストを行い、UI と推薦アルゴリズムの改善を行なっていきたい。

## 参考文献

- [1] 木田理恵, 彼女がああテレビを買ったワケー男がわからなかった 女が商品を選ぶ本当の理由, エクスタレッジ, ISBN-978-4-7678-0697-6, 2008.
- [2] T. Itoh, C. Muelder, K.-L. Ma, J. Sese: A Hybrid Space-Filling and Force-Directed Layout Method for Visualizing Multiple-Category Graphs, IEEE Pacific Visualization Symposium(2009),121-128.
- [3] G. Saltom, The SMART retrieval system - experiments in automatic document processing, Prentice-Hall, 1971.

# Touch-Shake:高齢者のコミュニケーションを促すインタラクティブシステムの開発と評価

山口 陽平 柳 英克 竹川 佳成\*

**概要.** 本研究は、高齢者のコミュニケーションを促すインタラクティブシステム“Touch-Shake”の開発と評価を行う。Touch-Shakeは身体接触を検知する棒状のデバイスで、使用ユーザの静電容量に応じてTouch-Shake本体から発する音と光が変化する。また、ユーザは接触相手や人数、個々の体格や体調に応じて様々なインタラクションを得られる。このため、ユーザはTouch-Shakeを用いた身体接触を伴うコミュニケーションが楽しくなり、親密なコミュニケーションの機会が増える。本稿では介護老人保健施設の入居者がTouch-Shakeを用いる試用実験を通じて、コミュニケーションの促進に関する有用性について検証した。

## 1 はじめに

我々のコミュニケーションには、言語と非言語の大きく2種類ある。非言語コミュニケーションには表情や視線、呼吸や身体接触などの非言語情報があり、コミュニケーションにおいて重要である。特に、身体接触を伴う対面コミュニケーションは親密なコミュニケーションであり、介護老人保健施設では、入居者にリラックス効果を与えるために用いられている[1]。また、Tatsumiら[2]は、高齢者に意図的な身体接触を3分間行うと、高齢者は安心感を得ることを示した。しかし、日本人看護師と患者間で身体接触を行う時間は、コミュニケーションを行う総時間の0.2%のみ[3]と大変少ない。

そこで本研究は、身体接触という親密なコミュニケーションを促すインタラクティブシステム、Touch-Shakeの開発を行う。Touch-Shakeには、身体接触を検知する静電容量センサが搭載されており、使用ユーザ個々の体格や体調、接触相手や接触の仕方に応じて光や音の反応を変化させる機能を持つ。この機能により、ユーザ同士の接触へのモチベーションが高まり、会話が生まれ、身体接触によるコミュニケーションの機会を増やせる。また、本稿はTouch-Shake[4]を高齢者向けに応用させたものである。

## 2 関連研究

Iidaらが開発したEnhanced Touch[5]は、人体通信を用いた腕輪型のコミュニケーションツールで、人と接触するとLEDが光る。Babaらが開発したFreqtric Drums[6]は、人に触れることで数種類のドラム音が鳴る電子楽器である。

これらは、人と接触すると音や光を発し、対面コミュニケーションを支援する点で本研究と類似している。しかしTouch-Shakeは、使用ユーザ個々の

体格や接触相手などに応じて楽曲と光が変化するため、接触行為に偶然性を取り入れる機能がある。また、接触中にデバイスを振って音や光を発するなど、接触中にもコミュニケーションを楽しめ、モチベーションを高められる点も他研究と異なる。

## 3 Touch-Shakeの概要

### 3.1 システム構成

Touch-Shakeの外観と使用中の様子を図1に示す。Touch-Shakeは2本の棒状のデバイスから構成され、1人が1本の棒を持って利用する。棒状を選定した理由は、「高齢者は見慣れない物を装着することに抵抗感を抱く」「マラカスやタンバリンなど、持って遊ぶ楽器を触ることに抵抗は無い」ことが、介護老人保健施設の事前調査で判明したからである。

### 3.2 Touch-Shakeの機能

#### 3.2.1 機能(a)

図2-(a)に示すように身体接触を検出すると、スピーカから楽曲が再生されてLEDが光り、身体を離すと楽曲は止まりLEDは消灯する。楽曲は、高齢者が聞き慣れている童謡かつ、Tatsumiら[2]の研究に沿って身体接触時間が3分以上になるよう1曲3分以上の曲を選定した。

#### 3.2.2 機能(b)

図2-(b-1)に示すように、静電容量センサの感度を高めることで閾値を設定し、ユーザが身体接触することで変化した静電容量に合わせて楽曲とLEDが変化する。この特性を活用し、32種類の楽曲とLEDの光色パターンを用意することで、図2-(b-2)に示すようにユーザの体格や接触する人数などによって楽曲や光色パターンが変わる。また、接触面積を大きくし、勢いよく相手と接触することでも楽曲と光色は変化する(図2-(b-3))。

Copyright is held by the author(s).

\* 山口 陽平 柳 英克 竹川 佳成

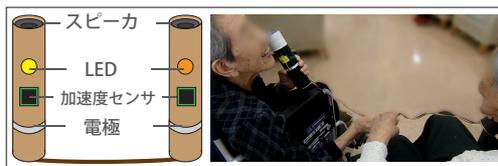


図 1. Touch-Shake の外観と基盤図

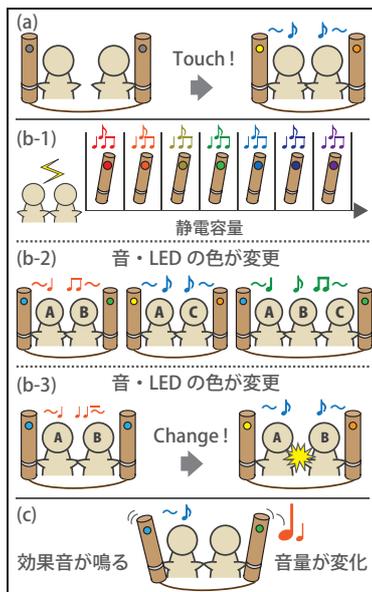


図 2. Touch-Shake の機能

### 3.2.3 機能 (c)

図2-(c)のように、接触中に片方のデバイスを振ると効果音が鳴り、もう一方を振ると音量調節できる。

## 4 評価実験

### 4.1 実験方法

Touch-Shake が介護老人保健施設の入居者のコミュニケーションにどのような影響を与えるか実験を行なった。被験者は80代の方1人で、1ヶ月間介護者や入居者、家族と Touch-Shake を使用していただいた。実験するにあたり、介護者や看護師の方に被験者の様子を書いていただきながら調査を行った。

### 4.2 結果と考察

実験初日、被験者は初めて見る Touch-Shake に対して「ワクワクしてくるね」と期待感を抱いていた。初日は入居者と Touch-Shake を使用し、「よく思いつくね」「面白い」など会話をしながらお互い楽しんでいた。実験3日目には Touch-Shake の使用に慣れ、音楽に合わせて歌を歌い、喜ばれていた。また、相手によって楽曲や LED が変化することを不思議に思いながらも、笑顔で身体接触を行っていた。孫と使用した時は、お互い少し照れ笑いをして

いたが、特に被験者は大変喜んだ顔で Touch-Shake を通じたコミュニケーションを交わっていた。しかし、難聴のため音が少し聞こえにくい様子であった。その後、被験者は計9名の方と共に Touch-Shake を1日15-20分使用しており、心身的に良効果を得られるとされている3分を大幅に超えていた。また、「色々な人と遊べて楽しい」と、Touch-Shake を使用するモチベーションも保たれていた。

以上の結果から、被験者は1ヶ月の長期的期間でもモチベーションを保っていたことが判明した。また、相手と楽しく会話や歌を歌っていた上に、身体接触への抵抗感を抱いていなかった。これらより、親密なコミュニケーションを促進できたと考えられる。機能に関して、接触相手によって音や光の演出が変化することに楽しさを感じ、様々な人と接触するモチベーションに繋がっていた。また、Touch-Shake 自体に対しても抵抗感無く、期待感を抱いていた。

## 5 まとめ

本研究では、高齢者のコミュニケーションを促すインタラクティブシステム“Touch-Shake”を構築した。実験結果から、ユーザは Touch-Shake を用いた身体接触によるコミュニケーションが楽しくなり、笑顔で相手と会話や歌を歌っている様子が多く見られ、コミュニケーションを促進できた。

## 参考文献

- [1] 浅井さおり, 田上明日香, 沼本教子, 西田真寿美, 高田早苗, 介護老人保健施設での看護場面におけるタッチの特徴, 老年看護学: 日本老年看護学会誌: journal of Japan Academy of Gerontological Nursing 7(1), 70-78, 2002-11.
- [2] K. Tatsumi, Y. Adachi, Y. Yokota, M. Ashikaga, S. Tanaka, T. Sakai, Effects of Body Touching Therapy on the Elderly. In *Proceedings of the Journal of International Society of Life Information Science* 18(1), pp. 246-253, 2000.
- [3] 山口創, 看護師-患者間の非言語行動の実際と課題-身体心理学の立場から-, 桜美林論考: 心理・教育学研究 2, 73-83, 2011-03.
- [4] Yamaguchi, Y. Yanagi, H., Takegawa, Y. Touch-Shake: Design and Implementation of a Physical Contact Support Device for Face-to-Face Communication, *Proceeding of IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2013)*, pp. 170-174 (Oct. 2013).
- [5] K. Iida, K. Suzuki. Enhanced Touch a Wearable Device for Social Playware. In *Proceedings of the ACM 8th Advances in Computer Entertainment Technology Conference*, 2011.
- [6] T. Baba, T. Ushiyama, K. Tomimatsu, Freqtric Drums: a Musical Instrument that uses Skin Contact as an Interface. In *Proceedings of the 7th international conference on New interfaces for musical expression*, pp.386-387, 2007.

# 倍音分析によるいい声作りの支援アプリに向けて

菅原 衣織 伊藤 貴之\*

**概要.** なぜこの人の演説は記憶に残るのか、なぜあの人の歌は心に響くのか、言葉やテクニックだけでは伝わらないこの熱い想い、それを伝えてくれるのが声色である。声色の表現次第でいい印象を与えることも悪い印象を与えることもできる。では、いい印象を与える声とはどんな声であるのか、我々は必要とされる声の印象は用途や状況によって変化するものであると考えた。そこで、本研究では倍音に着目し音声进行分析し、倍音を与える印象に基づいて声の傾向を視覚化し提示することで、ユーザが自発的に各々の目指す声に近づけるような支援システムの開発を目標にしている。

## 1 はじめに

### 1.1 日常生活での声の役割

私たちが生活する上で切っても切り離せないコミュニケーション。そのコミュニケーションを円滑にし、私たちの人柄をことば以上に伝えてくれるのが、声である。明るく明瞭な声で話している人にはいい印象を受けることが多く、逆にぼそぼそとはつきりしない声で話す人には好印象を受け難いことが多い。また、メラビアンの法則 [1] として従来から知られているように、コミュニケーションにおいて人の行動が他人にどのように影響を及ぼすかという実験では、言語情報が7%、聴覚情報が38%、視覚情報が55%を占めるという考え方がある。このように、声の印象が自己の評価に与える影響は少なくない。

### 1.2 本研究におけるいい声

本研究では、声の印象、つまり声色の観点から「いい声」を追求し、これを支援するシステムの作成を目標にした。一般的に「いい声」と判断するためには、滑舌や話の速度、声の大きさなどいくつかの要素が複雑に絡んでくると考えられる。しかし、滑舌は早口言葉の練習を積むことで良くなり、声の大きさは拡声器を使うことで補正が可能であるように、いくつかの要素は既存の手法を用いて改善される。そこで本研究では声色の印象に絞って議論を進める。

声色の印象を左右する要素として、我々は倍音に着目した。音楽理論などにおいて倍音とは、楽音の音高とされる周波数に対して、2以上の整数倍の周波数を持つ音の成分を指す。このとき楽音の音高を決定する成分を基音と呼ぶ。基音と倍音はフーリエ変換等の周波数変換手法を用いることで検出が可能である。以上のように定義される狭義の倍音を本報

告では「整数次倍音」と呼び、基音に対して非整数倍の周波数を持つ音の成分を「非整数次倍音」と呼ぶ。図1は整数次倍音が大きく含まれる声、図2は非整数次倍音が大きく含まれる声に対して、横軸を周波数、縦軸を音量として周波数分布を示したものである。尺八奏者の中村は著書 [2] の中で、整数次倍音が強いとカリスマ性や明朗性、豊かさが印象付けられ、非整数次倍音が強いと情緒や親密感が印象付けられると述べている。本研究ではこれらの特徴を分析することで声色の印象を評価する。また本報告ではこれ以降、非整数次倍音を含む広義の倍音を「倍音」と称する。

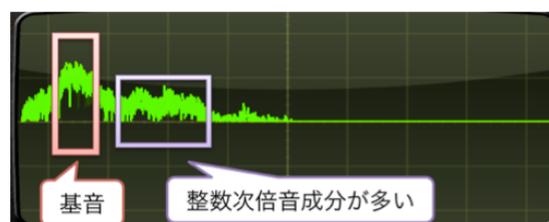


図 1. 整数次倍音が大きく含まれる声

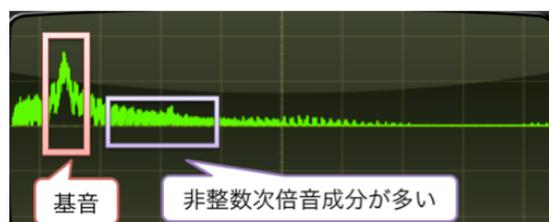


図 2. 非整数次倍音が大きく含まれる声

## 2 関連研究

人間の発声に着目し、ユーザがいい声を出せるように身体的スキルの向上を促すメディアの提案を目

Copyright is held by the author(s).

\* お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科理学専攻情報科学コース

的とする発声のメタ認知促進システム”いい声マイク”の提案 [3] では、いい声を「音としてしっかりと発せられていて、響いている声」と定義している。

また、モチ声診断 VQ チェッカー [4] というウェブサイトおよびスマートフォン用の人気アプリケーションがある。このサービスでは「声の高さ」「声の大きさ」「一音の長さ」「耳への入りやすさ」「滑舌の良さ」の5つの項目から声の良さを定義している。

### 3 いい声作りの支援アプリに向けて

本研究では、ユーザが自身の声色を改善するための支援を目的としたアプリケーションを開発している。ユーザがモバイル端末上で本アプリケーションを用いて日常的に自身の声を省みることができるよう、我々は Android 上で本アプリケーションを開発している。本アプリケーションでは、まず Android の Visualizer クラスを用い音声に高速フーリエ変換を適用し、その周波数分布を取得する。そして取得した周波数分布から、倍音の傾向を導く指標として以下の二値を算出する。

- 倍音を構成する各周波数領域の音圧の総計  $P_t$
- 整数次倍音の音圧の倍音全体に対する比率  $P_i$

この算出結果により、自身の声にどの程度豊かな倍音が含まれているのか、また整数次倍音が強いのか非整数次倍音が強いのか、といった情報を得ることができる。

本アプリケーションの処理手順を図3に示す。声色を示す倍音成分を視覚的にユーザに提示する方法として、我々は現在以下の2種類を開発中である。



図 3. 本アプリケーションの処理手順

#### 3.1 芸能人を例にした提示

本アプリケーションでは結果提示の際に、同じような倍音傾向にある芸能人を例に挙げて提示する。例えば、整数次倍音成分が大きければ(=  $P_i$  が大きければ)タモリ氏や黒柳徹子氏を、非整数次倍音成分が大きければ(=  $P_i$  が小さければ)明石屋さんま氏や桑田佳祐氏を、倍音成分が少なく基音に近い声の場合は(=  $P_t$  が小さければ)クリス・ペプラー氏

を提示している。芸能人の倍音の特徴取得には、サンプルボイスやラジオやテレビ番組で取得した声、そして中村の著書 [2] の内容を参考にしている。

#### 3.2 視覚変数による提示

我々は現在、本アプリケーションを拡張し、より感覚的に倍音成分を理解できるように、倍音の傾向や音圧などを視覚変数に割り当てて提示する機能を開発中である。この機能では、草間らの MusCat [5] のデザインを参考にした図4のようなデザインを採用している。

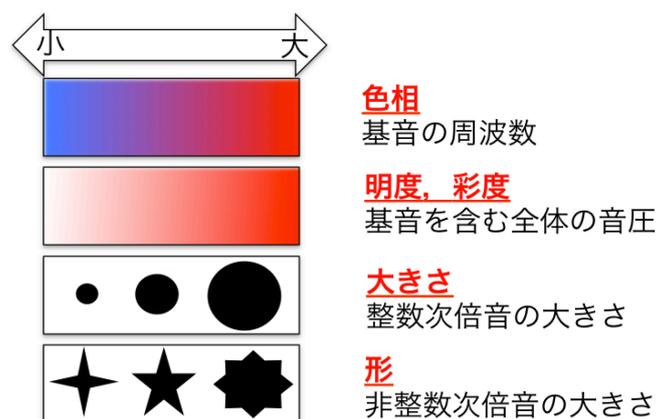


図 4. 倍音成分を視覚変数に割り当てたデザイン

### 4 まとめと今後の課題

本報告では、個人のニーズに応じた声色改善の支援を目的として、倍音に着目した声色提示のアプリケーションを提案した。本アプリケーションでは倍音成分の算出結果を、芸能人に喩える、視覚変数を用いる、の2種類を用いて提示する。今後の課題として、実際に被験者に本アプリケーションを一定期間使用してもらい、被験者の声がどのように変化するか観察したい。

#### 参考文献

- [1] A. Mehrabian: *Silent messages*, Wadsworth, Belmont, California (1971).
- [2] 中村明一: 倍音 音・ことば・身体の文化誌, 春秋社 (2010).
- [3] 矢島佳澄, 寛康明, 諏訪正樹: 発声のメタ認知促進システム”いい声マイク”の提案, 情報処理学会インタラクティブ 2011 (2011).
- [4] 声総研: モチ声診断 VQ チェッカー, <http://www.koesouken.com/vqchecker/> (2001).
- [5] K. Kusama, T. Itoh, Abstract Picture Generation and Zooming User Interface for Intuitive Music Browsing, Springer Multimedia Tools and Applications, 10.1007/s11042-012-1108-y (2012).

# Unisoner: 同一楽曲を歌った異なる歌声を重ね合わせる合唱制作支援インタフェース

都築 圭太 中野 倫靖 後藤 真孝 山田 武志 牧野 昭二\*

**概要.** 本稿では、Web 上で公開されている「一つの曲を様々な歌手が歌った歌声」を複数重ね合わせて作られる合唱作品を対象とし、その制作と鑑賞を同時に実現できる合唱制作支援インタフェース Unisoner を提案する。従来、多様な楽曲を組み合わせて新たな作品を制作するインタフェースは提案されてきたが、同一楽曲の異なる歌声を重ね合わせる合唱作品のためのものはなかった。また、合唱作品を制作するために必要なソフトウェアやその操作は専門的で、伴奏音の抑制や波形に基づいた手作業での位置合わせが必要である等、制作の敷居が高かった。Unisoner は歌声の出現時刻と左右チャンネルの音量比をマウス操作だけで指定でき、専門知識のないユーザでも手軽に合唱制作できる。ユーザはリアルタイムに生成される合唱を聴きながら、歌声を切り替えたり追加で重ね合わせたりするインタラクションによって合唱制作する。

## 1 はじめに

近年、様々なユーザが既存の楽曲を歌唱した音楽作品（以下、単に「歌声」と呼ぶ）が Web 上で多数公開されている。これによって、同一楽曲を多様な歌い回しや声質の歌声で音楽鑑賞できるようになり、これらを切り替えながら重ね合わせた合唱のような音楽作品（以下、単に「合唱」と呼ぶ）も制作されるようになった（図 1）。

合唱を制作するには、まず伴奏を抑制して個々の歌声を抽出する（カラオケ音源等を利用）。その後、それら複数の歌声波形の切り貼りや、左右チャンネルの音量比調整など専門的で煩雑な手作業が必要となる。そのため、専門知識がない人の合唱制作は敷居が高い。もしこのような敷居を下げることでできれば、誰でも合唱コンテンツの創作を楽しむことができる。さらに、それぞれの歌声が一つの作品であることから、手軽な合唱制作は音楽創作でありながら能動的な音楽鑑賞 [4] としての可能性も持つ。

そこで本稿では上記で述べたような手作業の一部を自動化するだけでなく、直感的な歌声の重ね合わせインタラクションが可能な合唱制作支援インタフェース Unisoner（ゆにぞな）を提案する。従来、複数の楽曲を対象としてそれらを連続的に再生するような音楽鑑賞インタフェース [5, 7] や、楽曲をマッシュアップ（重ね合わせ）するインタフェース [1-3] は研究されてきたが、多様な歌声を重ねる合唱に着目したインタフェースはなかった。

Copyright is held by the author(s).

\* Keita Tsuzuki, 筑波大学大学院 システム情報工学研究科, Tomoyasu Nakano and Masataka Goto, 産業技術総合研究所 (AIST), Takeshi Yamada and Shoji Makino, 筑波大学 システム情報系

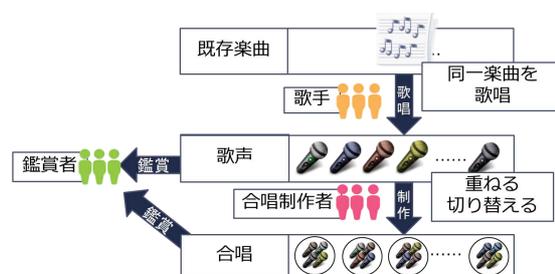


図 1. 歌声と合唱の派生関係。

## 2 手軽に合唱制作できる Unisoner

Unisoner の動作画面を図 2 に示す。Unisoner では個々の歌声をアイコンで表し（図 2 ㉑）、それらをステージ上（図 2 ㉒）に配置するインタラクションによって合唱を制作する。このような歌声アイコンは自動推定された歌手の性別に応じて色が異なる（男声が青、女声が赤）。ここで、歌声を切り替えたり、新たに重ねる歌声を追加したりといった時刻の指定を歌詞に基づいて行い、そのような時刻間をセクションと呼ぶ。ユーザはリアルタイムに生成される合唱を聴きながら、セクションを区切ったり歌声を配置したりすることで、合唱の制作を行う。

以降、そのような切り替え時刻の指定と歌声の配置について説明する。

### 歌詞に基づくセクションの指定

歌詞は楽曲中の時刻を一覧性高く把握するために有用な情報であるため、これを活用する。従来の時間を用いた時刻指定に比べて特定の箇所を再生がしやすく、効率が良い。インタフェース左側に表示されている歌詞（図 2 ㉓）は「セクション分割ボタン」（図 2 ㉔）によって分割できる。その区切り位置は歌

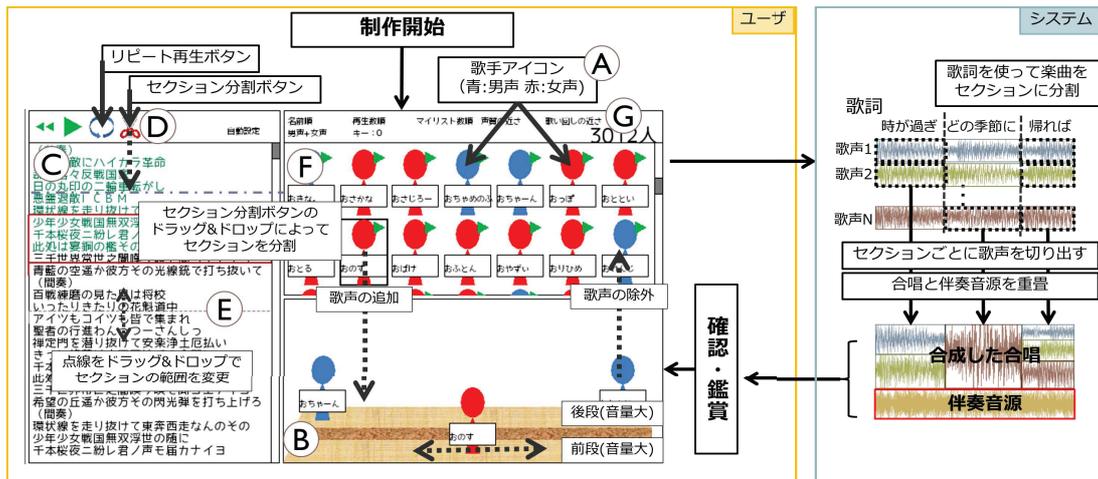


図 2. Unisoner の実行画面とインタラクションの流れ。ステージに女性の歌声と二人の男性の歌声を配置した例。

詞上に点線 (図 2 E) として表され、マウスでドラッグ & ドロップすることでその位置を変更できる。

### 歌声アイコンのステージ上への配置

Unisoner ではセクション毎に配置する歌声や、それぞれの音量及び左右チャンネルの音量比を、歌声アイコンのステージ上への配置によって決定する。

歌声アイコンは一覧 (図 2 F) から選択し、マウス操作でステージ上へ配置するが、その際、選択を効率化するためのソート機能とフィルタリング機能を持つ (図 2 G)。歌手名 (動画投稿者名で代用)、再生数、マイリスト数、歌い回しと声質の近さに基づくソートと、歌手の性別とキー (相対的な差) によるフィルタリングが可能である。

ステージにおける前段後段は音量の大きさを表現し、前段の方が大きい。また、ステージの左右は左右チャンネルの音量比に対応しており、例えば左方向へ動かすと左チャンネルの音量が大きくなる。

### Unisoner の実現方法

Unisoner を実現するためには同一楽曲 (原曲) を歌った複数の歌声と、それら歌声から伴奏を抑制するために、伴奏音源との時刻合わせとキーの違いを自動推定する信号処理技術が必要である。これら信号処理の詳細は文献 [6] で説明している。現在の実装では、歌声の性別はこのような信号処理結果によって、原曲の音高と比較してオクターブ異なっていた場合は、原曲と異なる性別を付与した。例えば、原曲が女性でそれよりも 1 オクターブ低い音高の歌声は男性とした。オクターブ以外の異なり方をしていた場合は、近い性別を選択して付与した。

Unisoner はニコニコ動画<sup>1</sup> において、最も多く歌

われた一つの楽曲<sup>2</sup> を対象として動作を確認しており、それ以外の楽曲に対しても運用可能である。ここでは歌声に加えて、再生数、マイリスト数、動画投稿者のユーザ名も活用する。

### 3 おわりに

本稿では合唱制作支援インタフェースを提案した。今後は、それぞれの歌声の声質や歌い回しを可視化する等、創作に有益な情報を提示する機能の拡張を検討している。

### 謝辞

本研究の一部は、JST「OngaCREST プロジェクト」の支援を受けた。また、ニコニコ動画上の楽曲を扱う上で協力頂いた濱崎雅弘氏、石田啓介氏に感謝する。

### 参考文献

- [1] M. Davies, et al. AutoMashUpper: An Automatic Multi-Song Mashup System. *Proc. ISMIR 2013*, 2013.
- [2] N. Tokui. Massh!—A Web-based Collective Music Mashup System. *Proc. DIMEA 2008*, 2008.
- [3] 宮島. Music Mosaic Generator: 高精度時系列メタデータを利用した音楽リミックスシステム. *WISS 2007 論文集*, 2007.
- [4] 後藤. 音楽音響信号理解に基づく能動的音楽鑑賞インタフェース. *情処研報*, 2007-MUS-96, 2007.
- [5] 後藤 他. Musicream: 楽曲を流してくっつけて並べることのできる新たな音楽再生インタフェース. *WISS 2004 論文集*, 2004.
- [6] 都築 他. 様々な歌手が同じ曲を歌った歌声の多様性を活用するシステム. *情処研報*, 2013-MUS-100, 2013.
- [7] 堀内 他. Song Surfing: 類似フレーズで音楽ライブラリを散策する音楽再生システム. *PIONEER R&D*, 17(2), 2007.

<sup>2</sup> ニコニコ動画における動画番号 sm15630734 を使用。2013 年 10 月現在、この楽曲に対して 5166 曲の歌声がある。

<sup>1</sup> <http://www.nicovideo.jp>

# 自由な筆記にロバストな手書き表認識システム

中洲 俊信 柴田 智行 井本 和範 三原 功雄\*

**概要.** 自由に手書きされた表から、罫線、文字列、行や列などの表構造を安定して認識できる手法を提案する。手書きの表には、線の歪みや線同士の接続ずれなどの変動が生じる。変動にロバストな認識を実現するため、ユーザが手書きした多くの表から主要な変動パターンを洗い出し、それらに基づいて、罫線の抽出、表構造の認識、セル内ストロークの抽出の3段階で表を認識する技術を開発した。手書きの表 880 サンプルを対象とした評価実験で認識率 98.6 % を達成し、提案手法の有効性を示した。また、罫線の直線化や罫線同士が正しく接続するような修正により、表を視覚的に整える表整形インタフェースを試作した。

## 1 はじめに

近年、ペン入力に対応した携帯端末が注目され、タブレットやスマートフォンに書いた筆記をデジタルデータとして処理することが可能になった。頭の中のアイデアを思いつくままに自由に書きとめ、それをすぐに整理・活用できることが価値の高い発想につながると考えられる。本稿では、様々な情報の関係性をわかりやすく可視化し情報整理に役立つツールとして頻繁に使われる「表」に注目し、ユーザが自由に手書きした表から罫線、文字列、行や列などの表構造を認識し、即座に綺麗な表へと変換するシステムを提案する(図1)。

手書きの表は、線に歪みがあったり線同士の接続がずれていたりする。また、ユーザによって書かれる表の形式も様々である。手書き表認識に関する従来研究では、このような手書きの表に含まれる変動を広く洗い出して整理したものは少ない。本稿では、事前検討として自由な手書きに伴う変動のパターンを洗い出し、主要な変動パターンに対してロバストな表認識手法を設計する。具体的には、筆跡の大まかな形状や関係性など特徴的な情報を利用し、単純な表のモデルに対応づけることでロバストに表罫線や表構造を認識する。Linらによる従来技術[2]も手書きに対するロバスト性を考慮しているものの、図1(a)のように外周の罫線が書かれていない表を想定しておらず、認識が困難であった。本稿では、外周の罫線が書かれていない表も主要な変動パターンであると考え、認識できるように対応する。

## 2 手書きの表の特徴分析

ユーザが手書きした表などを参考に、手書きの表に含まれる変動のパターンを洗い出した。抽出した事例を図2に示す。これらに加え、(i)複数のストローク(ペンが入力面に接してから離れるまでの1

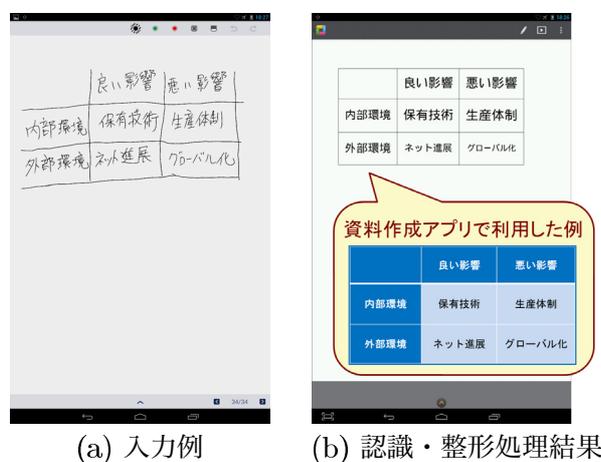


図 1. 筆者らが開発した手書き表認識システム [1]

画の軌跡)を追記して1本の罫線が書かれている、(j)1本のストロークで複数の罫線が書かれているというパターンを抽出した。ここで、1本の罫線とは、表の左端から右端までを通る各行の境界、および、表の上端から下端までを通る各列の境界である。

## 3 手書き表認識手法

本提案手法では、ペンデバイスから得られた筆跡を入力とし、罫線の抽出、表構造の認識、セル内ストロークの抽出の3ステップで表を認識する(図3)。

### 3.1 STEP1: 罫線の抽出

長さが閾値以上で傾きが水平/垂直に近い線分を含むストロークを、罫線を構成するストロークとして抽出する。その後、1画で複数本の罫線が書かれている場合や複数画で1本の罫線が書かれている場合に対応できるように、方向が変化する点でのストローク分割や、同方向で位置的に近いストローク同士の統合を行い、水平/垂直の各罫線を認識する。

Copyright is held by the author(s).

\* 株式会社東芝 研究開発センター

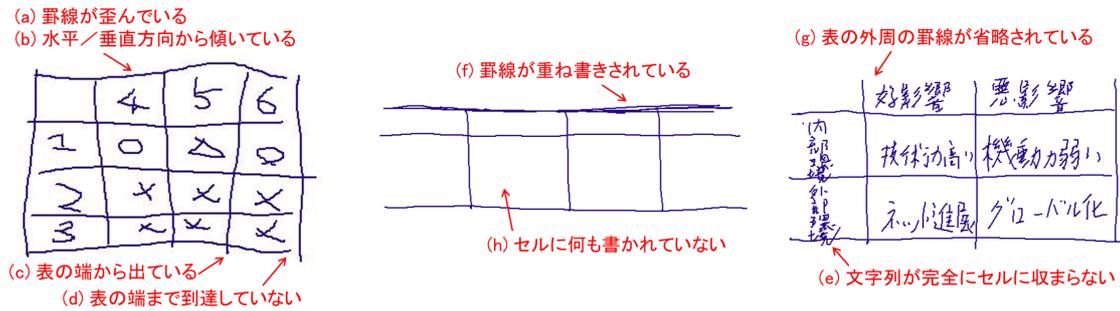


図 2. 手書きの表に含まれる変動パターン

### 3.2 STEP2：表構造の認識

抽出した罫線を直線近似し、歪みのある罫線で構成された手書きの表を単純化する。その後、罫線の接続関係や、外周の罫線が省略された意図的な罫線のはみ出しを認識する。意図的に罫線がはみ出して書かれている場合、はみ出し部分が相対的に長かったり、はみ出し部分で構築された領域に文字列が書かれていたりする。この知見から、罫線のはみ出し部分が他のセルのサイズに対して所定割合以上の長さである場合や、はみ出した罫線付近に閾値以上の長さのストローク群が存在する場合に、意図的な罫線のはみ出しと判定し外周罫線を補う。意図的なはみ出しと判定されなかった場合は、垂直（水平）罫線の端点を最も端の水平（垂直）罫線に接続する。

### 3.3 STEP3：セル内ストロークの抽出

セル内の文字列の一部がセルからはみ出す場合も想定し、各セルに半分以上含まれるストロークをそのセルに内包するストローク群として抽出する。抽出したストローク群は一般の手書き文字認識技術により文字として認識する。

## 4 表整形インタフェースの試作

ユーザが手書きした表 (図1(a)) に対し、罫線の直線化、外周罫線の補足、罫線の端点での接続処理を施し、即座に視覚的に綺麗な表へと変換する。また、セル内の文字列を所定のフォントに変換する。なお、その場での表編集や、資料作成アプリの表オブジェクトとしての活用も可能である (図1(b))。

## 5 認識性能評価実験

被験者 40 名が作成した 880 サンプルの表を対象に、本提案手法の認識性能を調べた。これらのサンプルは、外周の罫線が無いものやセル内が空欄になっているものなど 11 種類の多様な表を被験者が 2 回ずつ書き写して作成した。また、各表には、行数、列数、罫線を構成するストローク、各セルに含まれるストローク群が特定できるように正解を教示した。

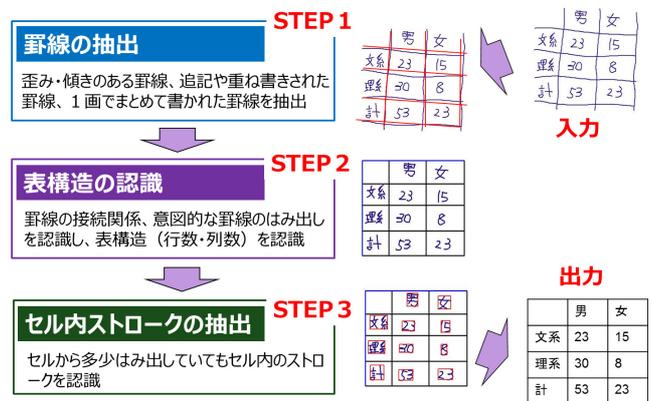


図 3. 手書き表認識システムの処理過程

本提案手法の認識結果の再現率と適合率の調和平均として認識率を算出した結果、98.6% となり、様々な形式の表を高精度で認識できていることがわかった。また、様々な書き方（罫線の歪み、接続のずれ、追記された罫線など）にも対応できていることが確認でき、本提案手法の有効性が示された。

## 6 まとめ

手書きの表から罫線、文字列、表構造を認識可能な表認識技術を提案し、表整形インタフェースを試作した。なお、本技術はペン入力対応タブレットへの搭載という形で実用化された [1]。今後はシステムの操作感に関するユーザ評価を予定している。

※本稿に掲載の商品、機能等の名称は商標として使用している場合があります。

## 参考文献

- [1] ”東芝製ペン入力タブレット AT703”, 東芝. <http://www.toshiba.co.jp/regza/tablet/>.
- [2] Z. Lin, J. He, Z. Zhong, R. Wang, and H.-Y. Shum. Table Detection in Online Ink Notes. In *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.28, No.8, pp. 1341–1346, 2006.

# 部品へのプロジェクションマッピングによる通電しない電子工作

秋山 耀 宮下 芳明\*

**概要.** 提案システムは、タッチパネルディスプレイ上で電子部品を仮想的に結線し、プロジェクションマッピングによって各種 LED などを発光しているように見せる電子工作環境である。音やアニメーションによるブザー・バイブレータの疑似動作、画像認識などによる入力素子の動作にも対応している。指を近づけると端子が拡大する機能により、ドラッグ操作だけで結線・断線が行える。電子部品店に設置することで未開封のまま部品の動作や仕様を確認できるほか、複数人でわいわいと作業を行うこともできる。

## 1 はじめに

電子回路を作成する際に、作成者は回路図を参照して回路を作成するが、実際に配線をする時、難しい場合がある。そもそも回路図は、実体配線図とは異なり、回路図上での位置と実際に配置する場所が無関係であり、回路図そのままの配置や結線は現実的ではない。故に、初学者には回路図から回路を作成することが難しい場合がある。本稿では、回路図通りの配線を可能とするとともに、部品に通電しないどころか、部品を開封することさえせずに電子工作を行えるシステムを提案する。提案システムは、電子部品にプロジェクションマッピングを行うことによって、LED などの発光素子が実際に動作し、光っているように見せるものである。また、音やアニメーションによるブザーやバイブレータの疑似動作、画像認識などによる入力素子動作にも対応している。「回路図通りに配線すれば良いので」、初学者向けの電子工作ツールとすることができると考えている。ドラッグ操作だけで行えるデザインを目指し、そのための支援機構を用意した。

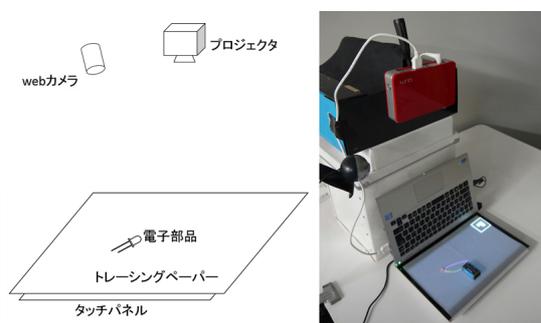


図 1: 提案システム全体図

## 2 システム

提案システムはタッチパネルディスプレイとプロジェクタを用いている (図 1)。タッチパネル対応のディスプレイが水平に置かれており、上部にはプロジェクタと web カメラが設置されている。プロジェクタの表示範囲がディスプレイにちょうど重なるような高さにプロジェクタを固定し、表示位置とタッチ位置を合わせている。なお、ディスプレイ面における透過光 (バックライト) と反射光 (プロジェクタ) のバランスをとるためにディスプレイ上にトレーシングペーパーを敷いている。

提案システムは、ユーザの操作・作業の内容を検出する入力部と、素子にプロジェクションを行う出力部に分かれている。提案システムの実装は Processing で行った。AR マーカーを使用してディスプレイの表示領域とカメラの画像の位置合わせをするために NyARToolKit ライブラリを使用している。

### 2.1 入力

提案システムによる電子工作は、ユーザが素子の位置を設定するか、あるいはプログラムが指定する位置に素子を置いてから作業を開始する。

現在対応している素子は、7セグ LED・マトリクス LED・フルカラー LED・豆電球の発光素子、発音素子などの出力素子がある。また、スイッチ、可変抵抗などの入力素子にも対応している。入力素子は、その位置のピクセルが肌色かどうかを識別して、指の有無を認識することで実装している。

電子部品の置かれているディスプレイをドラッグすることで線を引き、仮想的なジャンパ線で結線を行う。配線するには、素子の端子から端子へとドラッグし、断線するには、ジャンパ線を横切るようにドラッグする (図 2)。指を近づけると端子が拡大するなどの支援機能も搭載している。

### 2.2 出力

提案システムは、現時点では素子を設定通りに設置するためのガイドラインを表示している。これは

Copyright is held by the author(s).

\* Yoh Akiyama, 明治大学 理工学部 情報科学科, Homei Miyashita, 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科, 独立行政法人科学技術振興機構, CREST

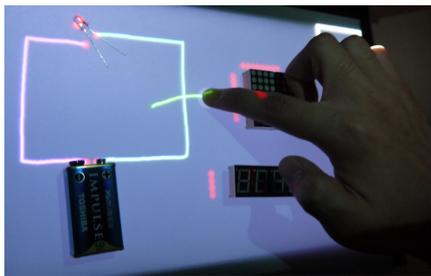


図 2: 仮想的な結線と断線操作

実行時には消すことができる。出力素子、特に発光素子にプロジェクションマッピングを行うことによって、図2のように、実際に通電せずに動作しているように見せることができる。仮想的な結線であるため、図3のような素子は袋から未開封のまま擬似動作させることも可能である。

LED類は素子の設定位置に基づいて発光する箇所をプロジェクタで投影する。ブザーは、通電された時にパソコンからブザー音を出力することで実装した。バイブレータについてはブザーと同じくバイブレーションの動作音を鳴らし、かつ震えているようなアニメーションを周辺に表示することによって実現している。電池は現在9V角型電池と単3形電池の2種類に対応している。電池上にはプロジェクションマッピングを行わないが、プログラム内部で通電チェックをする起点となる。

また、配線されている箇所のペアを表示するジャンパ線を表示する。配線状況は回路行列で保存している。通電チェックアルゴリズムとしては、現在は電圧・電流・抵抗値などの計算はしておらず、閉回路の判定のみ行っている。電源素子のプラス極となっている頂点から深さ優先探索を行い、電源素子のマイナス極の頂点に辿り着いた時、それまで通った頂点に通電判定を出している。



図 3: 未開封の7セグLEDとマトリクスLEDへのプロジェクションマッピング

### 3 関連研究

フィジカルコンピューティングを容易にするアプローチとして Phidgets, Arduino, Gainer といっ

たモジュールが広く使われている。Gainer はメディアアートにおける支援をひとつの目的としている。

他にも Visible Breadboard[1] や react3D Electric[2], そして第二著者の HMMBB[3], 秋田の LED Tile 電子ブロックのように、AR 的に電流を可視化するシステムが挙げられる。

### 4 おわりに

このシステムは、教科書などの回路図と実際の回路制作とのギャップを埋めることができると考えている。また、このシステムを電子部品店に設置すれば、袋から未開封のまま部品の動作や仕様を確認できるため、部品選びをいままでより快適に行えるようになると考えている。また、複数人で回路を取り囲みながら、わいわいと作業を行うこともできる。

冒頭に述べた複数人での電子工作の可能性の他に、システムの改良予定を記す。まず、外部ソフトウェア、たとえば SPICE や Virtual BreadBoard などのシミュレータと連動してより正確な回路シミュレーションが行えるように改良を施したい。また、EAGLE や PasS などの CAD ソフトと連携し実体配線図などを出力することにより、ハンダ付けによる制作につなげることができると考えている。

現在、提案システムで構築できる回路は「配線に適切な抵抗値が設定されている」という前提で動作しているが、今後は抵抗器への対応、抵抗値の算出などが行えるようにしたいと考えている。これは SPICE や Virtual BreadBoard などの外部ソフトウェアとの連動により実装できると考える。

改良予定として、2つの素子を選ぶと素子同士の理想的と思われる配線をする好意的解釈機能の実装がある。任意の2つの素子について、配線方法のテンプレートを事前に用意しておくことで、ユーザが大雑把な配線を行えるようにできると考えている。

現時点で提案システムが対応する素子や機能はまだ限られている。しかし、その応用可能性や、実在部品と仮想部品を混在させた電子工作の世界については、本ワークショップで大いに議論する価値あるものだと考えている。

### 参考文献

- [1] 落合陽一.「電気がみえる」デバイス Visible Breadboard, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.15, No.3, pp.463-466, 2010.
- [2] Frank Uhling. react3D Electric - Tangible User Interface. <http://www.youtube.com/watch?v=6qTTQKWfV8Q>
- [3] 宮下芳明. フィジカルコンピューティングへのモチベーションを向上させるブレッドボード, 夏のプログラミング・シンポジウム報告集, pp.1-4, 2010.

# VisualMimic: スクリーンショットを利用した GUI 操作自動化のためのビジュアル開発環境

深堀 孔明    坂本 大介    五十嵐 健夫\*

**概要.** 本稿では、マウス操作やキー操作といったインタラクティブなアプリケーションに対する操作を自動化するためのスクリプト開発環境 Visual Mimic を提案する。本システムでは、ユーザは操作したい GUI 要素をスクリーンショット画像で指定することで、特定の API に依存しない GUI 操作を記述できる。具体的には、ユーザはまず自動化したい GUI 操作を例示により記述する。その後、生成されたスクリプトはグラフィックベースのビジュアルエディタ上に表示され、ユーザはドラッグ&ドロップでスクリプトを編集する。結果として、ユーザは従来の開発環境に比べて少ない労力で GUI 操作を自動化することが可能になる。

## 1 はじめに

GUI アプリケーションや PC ゲームのようなインタラクティブなアプリケーションは、ユーザがマウス操作やキー操作といった GUI 操作を行うことで動作する。そのため、GUI アプリケーションの動作テストや、RPG ゲームにおけるキャラクターのレベル上げといった単調な作業を行う場合でも、常にユーザがパソコンを操作しつづける必要があり、ユーザに大きな負担がかかってしまう。Automator [1] のような GUI 操作を自動化するためのツールもあるが、専用の API を利用して各アプリケーションのインタフェースを操作することで実現しており、Flash ゲーム内のボタンのような、ユーザが独自に作成した GUI 要素への操作は記述できない。

一方、Sikuli [2] という GUI 操作の自動化ツールでは、操作したい GUI 要素をそのスクリーンショット画像で指定する。システムは指定された画像をデスクトップ画面から探し、マッチした領域に対して GUI 操作を実行する。このように GUI 要素の見た目を利用することで、任意の GUI 要素に対する操作を記述できる。しかし、Sikuli では各操作をテキストベースのスクリプトとして記述する必要があり、プログラミングが得意でないユーザにとって負担が大きいという問題がある。

そこで本研究では、Sikuli をエンドユーザ向けに改良した開発環境 Visual Mimic を提案する (図 1)。ユーザはまず、自動化したい GUI 操作を例示により記述する。生成されたスクリプトはグラフィックベースのビジュアルエディタ (以下キャンバスと呼ぶ) に表示され、ユーザはスクリプトをドラッグ&ドロップで編集できる。本研究の最大の貢献は、例示プログラミングとビジュアルプログラミングを用いるこ

とで、ユーザが最小の労力で Sikuli と同様な GUI 操作の自動化スクリプトを作成できるようにしたことである。

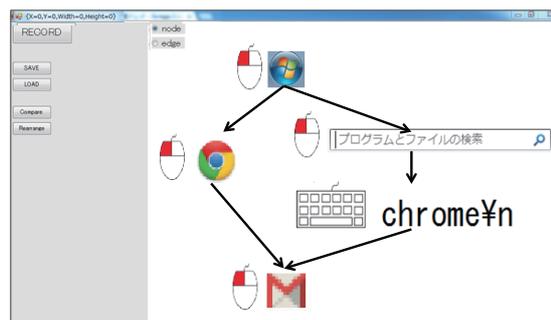


図 1. VisualMimic のインタフェース

## 2 Visual Mimic

ユーザが図 1 左上の録画ボタン ("RECORD") を押すと、システムはバックグラウンドでユーザのマウス・キー操作の監視を始める。ユーザがマウスカーソルを動かすと、システムは現在マウスカーソルが接触している GUI 要素を自動で検出し、赤色の矩形でハイライトする (図 4-a 左)。ユーザがマウスクリックをすると、現在ハイライトされている GUI 要素をクリックする命令がキャンバス上に追加される (図 4-a 右)。同様に、ユーザが文字列をタイプすると、キー操作命令がキャンバスに追加される。

なお、マウスカーソルが接触している GUI 要素の検出には、デスクトップ画面の画素変化を利用している。マウスカーソルが動いた瞬間に、カーソル周辺で色が変化した領域を GUI 要素として識別する (図 2)。システムが望ましい領域をハイライトしない場合は、カーソルを大きく円状に動かすジェスチャによって、手動で領域を指定するモードへ移行することもできる (図 3)。

Copyright is held by the author(s).

\* Koumei Fukahori, Daisuke Sakamoto, Takeo Igarashi, 東京大学

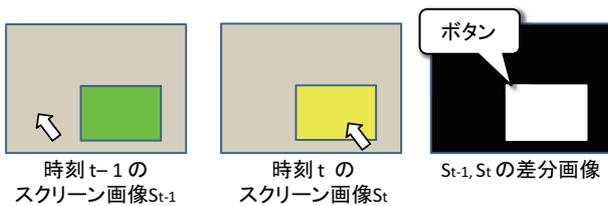


図 2. GUI 要素の自動検出アルゴリズム

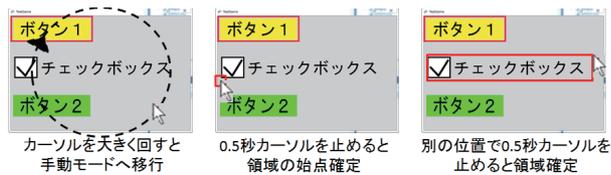
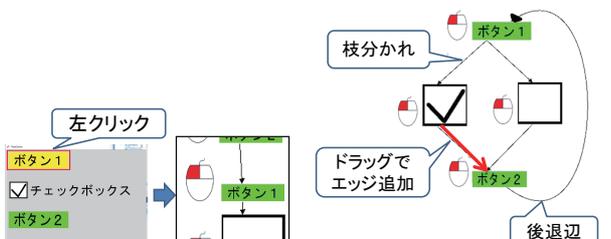


図 3. ハイライト領域の手動指定

例示により記述されたスクリプトはキャンバス上にグラフベースのビジュアル言語として表示される。各ノードはひとつの GUI 操作，エッジはスクリプトの処理の流れを表す。ユーザは任意のノードからスクリプトの実行を開始でき，システムはエッジにそってノードをたどり，対応する GUI 操作を順次実行する。例えば，図 4-b の一番上のノードが実行されると，システムはまずデスクトップ画面からボタン 1 の画像を探し，マッチした領域の中央にマウスカーソルを動かし，左クリックを行う。画像マッチングには OpenCV の *cvMatchTemplate()* 関数を利用しており，指定画像とのマッチ率が 80 % を超えた領域に対して各操作を行う。

ユーザはノード間にエッジを追加・削除することでスクリプトの処理の流れを編集できる (図 4-b)。枝分かれを作った場合，現在実行可能な GUI 操作の方へ処理が進む。例えば，ボタン 1 のクリック操作が終わったら，システムはデスクトップ画面からチェックボックスを探し，チェックがついている場合は左側のノードに，ついていない場合は右側のノードに処理が進む。また，後退辺を加えることで処理をループさせることができる。



(a) 例示による GUI 操作の記述 (b) キャンバス上でのスクリプト編集

図 4. VisualMimic 上でのスクリプトの作成

### 3 利用例

図 5 は VisualMimic を用いて作成したスクリプトの例である。図 5-a のスクリプトでは，Google Chrome から Gmail を開き，WISS の投稿システムから届いたメールをアーカイブする。また，図 5-b は YouTube 動画をリピート再生するスクリプトであり，動画の再生が終わるたびにリプレイボタンを自動でクリックする。これらのスクリプトでは処理の流れが矢印で表示されており，テキストベースのスクリプトと比べてスクリプトの構造が理解しやすくなっている。また，Sikuli のようにユーザがソースコードを書く必要がなく，比較的少ない手数でスクリプトを記述できる。例えば，図 5-b のスクリプトは 6 回のマウスクリックだけで作成できた。

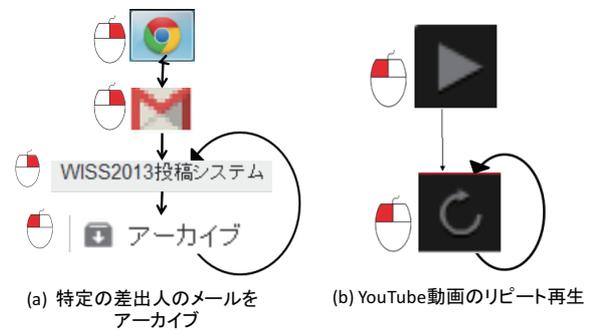


図 5. VisualMimic で作成したスクリプトの例

### 4 今後の課題

現状，本システムは変数を扱う仕組みを用意しておらずチューリング完全でない。したがって今後は，変数を扱うためのインターフェースをキャンバス上に実装する予定である。それに伴って for 文や if 文といった構文をキャンバス上で記述できるようにすることで，本システムの高機能化を進める。

また，本システムの GUI 要素の検出手法は完全ではない。現在の実装では，デスクトップ画面の色変化を利用して GUI 要素を識別するため，GUI 要素が色変化しない場合や，カーソルが動いた瞬間に GUI 要素でないオブジェクトがたまたま色変化した場合，本手法は正しく動作しない。今後は単純な色変化だけではなく，他のデスクトップ画面の画像特徴量も利用した GUI 要素の検出手法について検討していきたい。

### 参考文献

[1] Automator. <http://support.apple.com/kb/HT2488>.  
 [2] T. Yeh, T.-H. Chang, and R. C. Miller. Sikuli: using GUI screenshots for search and automation. In *Proc. UIST '09*, pp. 183–192, 2009.

## 災害対策本部における記録・文書管理システムの提案

仙道 航\* 瀬川 典久 澤本 潤 杉野 栄二† 秋富 慎司‡

**概要.** 2011年3月に日本で発生した東日本大震災から約2年半が経過した。現在、日本では東日本大震災を受けて、将来に起こる災害に備えた検証を行うことが一つの課題となっている。東日本大震災のような大規模災害が発生した際に、様々な会議や組織が立ちあげられる。その中の一つに災害対応の要として運営される災害対策本部という組織がある。現在、災害対策本部では災害対応のための情報の集約は電話・無線通信・FAX、情報の共有はホワイトボードや展示用パネルへの紙文書の貼り付けによって行われている。災害対策本部では発災初期から職員が息つく暇なく働いているため、紙ベースでの情報の記録をリアルタイムでデジタルに起こすことは難しい。我々は、災害対応中の記録が困難であるために検証のための記録が不足しているという問題を解決するために災害対策本部のための文書管理・追跡システムを開発した。

### 1 はじめに

現在、日本では東日本大震災での教訓を活かし将来に起こる災害に備えるための検証を行うことが一つの課題となっている。特に災害対応の要となる災害対策本部における意思決定や行動プロセス、運営に関する検証は将来に起こる災害のための検証として非常に重要なミッションであると考えられる。

現在、災害対策本部に関する検証を行っていくにあたって、議事録が未作成であったことが話題となっている[1]。このように、記録が不足している状況では、災害対策本部の指揮や下した命令が当時どのような情報を基に決定したのかが分からない。この問題に対し、当時の職員の振り返りによる議事録の作成を行っているが、人間の記憶に頼る物であり信頼性には欠ける。

災害対策本部における記録作業の障害の一つとして、発災初期(発災から72時間)の災害対応業務が非常に多いことが挙げられる。主な業務としては情報の集約と共有、関係機関との連携、集約した情報を基にした指揮と命令を下すことである。情報の集約は紙文書によるFAXでの送受信、共有は紙文書をホワイトボードやパネルに貼り付けることによって全体に共有したとすることが多い。災害対策本部で作成される紙文書や関係機関から集約される紙文書には災害対応のための判断に必要な被災状況に関する情報や、各機関の人員や災害対応に関する情報などが含まれる。

これらは、災害対策本部や関係機関の指揮命令に関わる判断材料としてだけでなく、当時得られた情報による状況判断が正しかったのかどうか、将来起こる災害に向けて検証を行っていくための重要な材

料である。

しかし、災害対応に追われながら災害対策本部に集約された紙文書の変遷を記録することや作成した紙文書がどこまで伝わったかを全て記録することは困難である。また、紙文書は電子メールや電子的なファイルと異なり、コピー(ex. スキャナによるコピー)や送受信(ex. FAX, 人手による配布)のログが文書を作成したコンピュータ上には残らず、後日、その軌跡を追うことは難しい。

こうした問題に対し、本研究では地震や津波といった大規模災害が発生した際に立ちあげられる災害対策本部のための文書管理・追跡システム(SID)を開発した。

### 2 システム概要

我々が開発したSIDを災害対策本部に導入することで、紙文書が誰によってどのような情報を基に作成されたのかに関してコンピュータによって記録することが可能になる。また、紙文書に対しスキャナによるコピーやFAXによる送信及び受信が行われても継続して追跡が可能になる。つまり、デジタルだけでなくアナログなインタラクションの記録が可能になる。

SIDを災害対策本部に導入した際の紙文書に関する情報の流れを図1に簡潔に示す。

SIDでは、コンピュータ上で作成された(ex. Microsoft Office Word)文書が印刷される際、プリンタに文書データが送信される前に文書に対し特殊なマーカ(QRコード)を付加する。このQRコードには作成者の情報や作成者の所属する組織の情報、文書が作成された時刻が埋め込まれている。印刷された紙文書に関する情報は印刷時点で外部サーバもしくはローカルサーバに送信されデータベースへと登録される。これにより、マーカを識別子として文書を一意に特定することができ、作成者や場所など

Copyright is held by the author(s).

\* 岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究所

† 岩手県立大学 ソフトウェア情報学部

‡ 岩手医科大学

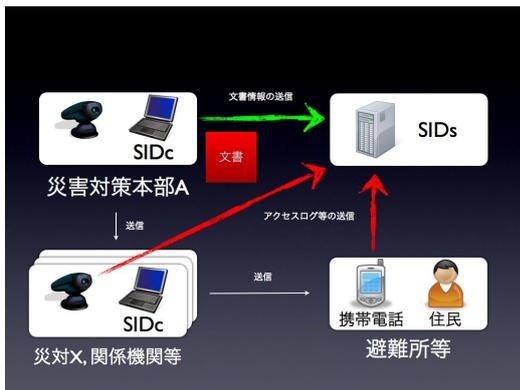


図 1. 紙文書に関する情報の流れ

の関連する情報の紐付けを行うことができる。

紙文書の作成者が所属する災害対策本部に貼り付けられた紙文書や他の災害対策本部や関連組織に送信され貼り付けられた紙文書を補足するために、災害対策本部内に全方位カメラを設置する。この全方位カメラによる映像から付与されたマーカの解析を行う。解析が終わるとサーバと通信を行い、紙文書がどの災害対策本部にいつ渡ったかといったようなログをサーバへと蓄積する。また、スマートフォンなどのQRコードリーダーからQRコードを読み込んだ際には、該当する紙文書に関する情報をWebブラウザ上で閲覧することができる。

このように、紙文書の作成時におけるそれに関わる情報と紙文書が共有されていくフローでの情報をそれぞれ蓄積することでこれまで困難であった記録と追跡を実現する。

### 3 システム実装

SIDでは、紙文書にマーカを付与する、サーバとクライアント間での各種情報のやりとり、Webビューの開発などに主としてPHPやPEARなどを用いている。

本稿では、特にSIDによる紙文書が作成され管理されるまでのフローについて図2を用いて詳しく述べる。SIDを利用する災害対策本部職員（以下、ユーザ）は基本的に普段コンピュータ上で文書を作成する手順に加えて特別な操作を行うことはない。現在、文書を作成するためのアプリケーションとしてMicrosoft Word for Mac 2011（以下、Word）をターゲットにしているため、Wordを例として作成フローの一例について述べる。

ユーザはWordを使用し、文書を作成するとホワイトボード等へ貼り付けるための共有などを行うため印刷ボタンを押下する。SIDではこの際、文書データを直接プリンタへは送らずに一度PDFとしてSIDのワーキングディレクトリへと保存する。PDFには作成者やホスト、タイムスタンプを埋め込んだ

マーカを付与する処理やサーバへの文書情報の送信処理を行う。その後、通常どおりプリンタへと印刷指示をする。つまり、ユーザは普段通り印刷ボタンを押下しただけであるが、印刷された紙文書にはすでにマーカが付与され、紙文書に関する情報はすでに管理されているという状態になる。

次に、ユーザは文書をコンピュータ上に保存する。保存された際、SIDでは印刷された紙文書（コンピュータ上ではPDFとして扱っている）に関する情報を起点としてユーザが現在保存した文書（.Docx）を探索しサーバへと文書情報を送信する。探索の際には、文書内容の比較等を行っており、簡単な版管理のための処理を行っている。

サーバへと蓄積された情報は順次データベースへと登録される。文書の詳細や関連する文書等の関係を閲覧するためのWebページはデータベースに蓄積された情報を基に、新たな文書が管理（追加）される度に自動で生成される。

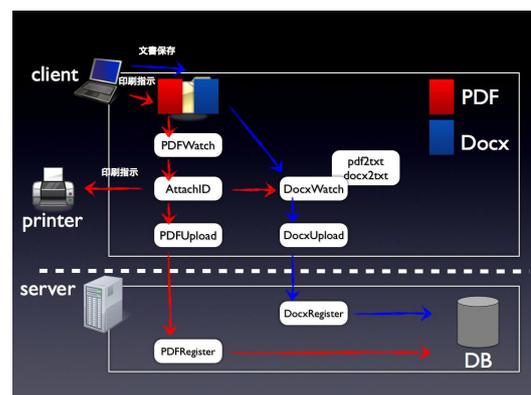


図 2. 紙文書の作成から管理までのフロー

### 4 おわりに

本稿では、災害対策本部における災害対応中の記録が難しいという問題に対し、紙文書にマーカを付与することによる記録・文書管理システムの提案を行った。

今後は、ユーザビリティを損なわない範囲での機能拡張とエラーハンドリングの強化を行う予定である。また、現在使用しているマーカは近距離用に使われるマーカであるため、今後長距離用のマーカの利用もしくは新規に開発のいずれかも行う予定である。

### 参考文献

- [1] [http://www.nikkei.com/article/DGXNASFS2700A\\_X20C12A1MM0000/?dg=1](http://www.nikkei.com/article/DGXNASFS2700A_X20C12A1MM0000/?dg=1), 震災10会議で議事録なし ずさんな文書管理, 2012/1/27, 日本経済新聞

# 誰でも神プレイできるシューティングゲーム

築瀬 洋平 \*

**概要.** 本稿では、人間の感じる難易度と、実際のゲームの難易度の間には差がある事に着目し、実際の難易度に大きく影響しないやり方で見た目の難易度だけを変化させる2Dシューティングゲームのシステムを提案する。多くの人間は、ゲームを遊ぶ際に格好良いプレイをしたいと考えるものである。ゲームプレイの中でピンチを乗り切った際、あるいは自分が理想とする鮮やかな動きが出来た時、人はそこに喜びと達成感を感じ、ゲームを継続し、プレイに習熟していくための動機が得られる。しかし、この格好良い、うまくプレイ出来たという感覚は個人の能力や経験によって大きく異なる。そのため、上級者をターゲットにして難易度の調整を行えば初級者には難しすぎ、初級者をターゲットにすると上級者にはつまらないという状態になりがちである。このシステムを使用する事で、見た目の難易度を変えずに初級者と上級者、両方に対応する事が可能となる。

## 1 はじめに

過去、傑作と言われるゲームの中にはゼビウス[1]、スターソルジャー[2]など多くの2Dシューティングゲームが含まれている。2Dシューティングゲームは得点という一意の要素によって優劣が競われる点、画面上に存在する敵機の数、敵弾の数によってその難易度を客観的に見て取れる点などにより、プレイヤーの上手下手を見極めやすいゲームジャンルとなっており、シューティングゲームがうまいプレイヤーはゲームがうまいプレイヤーとして尊敬を勝ち得る事が出来た。

近年の2Dシューティングゲームにおいては、画面中に敵弾が放出され、それを紙一重で避けながらプレイを続ける様はWeb上の動画投稿や実況などで多くの視聴者を魅了するようになったものの、内容は高難易度化の一途を辿り、初心者のプレイヤーが気軽に挑戦してもすぐにゲームオーバーとなってしまうため、新規参加者が得られにくい。

そこで筆者は初心者でも上級者の様に多くの敵弾を避けながらプレイ出来るゲームシステムを考案し、デモ作成を行った。

## 2 ゲーム概要

### 2.1 ゲームデザイン

本稿のために作成したデモは、2Dシューティングと呼ばれるゲームジャンルの作品である。プレイヤーは立方体の自機を操作し、画面上に出現するカプセルを取る事で加点される。

カプセルを取るごとに画面上に出現する敵機の数が増え、出現した敵機は自機に向かって弾丸を発射する。この弾丸に自機が接触すると、

自機は爆発し、ゲームオーバーとなる。ゲームオーバーとなるまでの間にどれだけの得点を取るかによって、成績の優劣を競う。



図 1. ゲーム画面

なお、一般的には上下左右に動け、自機から弾を発射して敵機を倒すデザインの2Dシューティングゲームの方が多い。本稿においては、PCでゲームをプレイする場合、上下の操作を入れるとキー配置の問題で初級者の操作難易度が上がってしまう点と、敵を倒すという要素を入れる事でプレイヤーの上手下手が判別しにくくなる点を考慮してこのような構成にしている。

### 2.2 ゲームシステム

敵機は自機が画面下方より出現し、わずかでもキーを入れた瞬間から出現するようになる。最初は1機のみ出現するが、カプセルを取得するごとに1機ずつ同時出現数が増えていく。

画面上方のランダムな位置に生成され、画面の左右、出現位置と反対の方向に向かって移動

を開始する。敵機は画面から消える前に一発だけ弾をプレイヤー方向に向かって発射する。敵機が発射する弾は発射時点の自機の位置に向かって移動するタイプ1、自機の加速と移動方向を加味しそのままのキー操作を続けたら必ず当たるタイプ2、発射時点での加速速度の状態からは絶対に当たらない境界手前に撃つタイプ3の3種類である。

タイプ1の弾はプレイヤーを移動を移動させる消極的な動機として作用するが、このタイプの弾は一方向に移動し続ければ画面端での折り返し以外で接触する事がないため、避けるのが容易である。そこで、タイプ2の弾を使う意味が出て来る。タイプ2の弾は移動方向の先に向かって発射されるため、プレイヤーはその弾との接触位置を見極め、移動を中断する必要がある。タイプ1と2を混在させる事により、プレイヤーは移動と停止のどちらが適切かを判断し、ゲームプレイを行う必要が出て来る。

タイプ3の弾はどれだけ数が増えても難易度にはほとんど影響しない。よって、タイプ3の弾のみを増やしていく事により、実質の難易度を変えずに見た目の難易度を上げていく事が出来る。

### 3 デモの流れ

デモにおいては、まず体験者のゲームの習熟度について質問をする。この際、上級者と初級者が混じった集団であるとより効果的である。

まず、上級者に対してはタイプ1と2のみが発射され、得点の増加と共に敵機の数が増え、難易度が上昇していくゲームを遊んでもらう。多くのシューティングゲームでは、弾はプレイヤーの動きとは無関係に発射され、少数の弾だけが

プレイヤーに向かって飛んでくるという構成であり、特にタイプ2のような偏差射撃が行われる事は非常に稀であるため、上級者でも比較的早くゲームオーバーになってしまう。

次に、初級者にほとんどがタイプ3で時々タイプ1や2が混じった弾を撃つ設定でゲームをプレイしてもらおう。先の上級者のプレイを見てみると、ゲームが難しいという印象を受けるが、実際にはさほど難しいものではないため、順調に得点を重ね、上級者の得点を超える事も容易となる。しかし、プレイしている本人、それを見て先プレイヤー共にゲームそのものは同じに見えているため、何故そうなるのか疑問を抱く事になる。

### 4 問題点と今後の展望

本デモは現状実験を十分に行っていないため、タイプ1とタイプ2の弾の割合の変化による客観的、主観的な難易度の変化について定量的なデータを持っていない。また、一般的な2Dシューティングゲームのように上下左右に動け、敵を撃って倒せるようにした場合どのような変化があるのかという点についても予測がつかない。まずは本デモについての検証実験を行い、より実践的なゲームに活かせるよう知見を深めていくものとして位置づけている。

### 参考文献

- [1] NAMCO. XEBIOUS, 1983
- [2] Hudson Soft. Star Soldier, 1986

#### 未来ビジョン

ゲーム制作には様々なHCI的知見が使われているが、その多くは膨大なシステムの中に埋もれており、ごく自然なゲーム体験の一部として受け入れられているためユーザーはもちろんゲームを研究している人間にすら知られていない。本研究はそれらを解き明かし、知見として共有するための一助とするべく行われている。

また、ゲームシステムや要素の提案を研究者が行う際、そのゲームが十分に良く出来ていない事により、本業の開発者に響かない、見向きもされないという事

例も散見されるが、実際の制作過程で使われている様々な技術や必須の要素などを明らかにしていく事で、最低限の面白さを備えたデモの展示を実現し、デジタルゲームにおける産学の連携をより推進していきたいという思いもある。

本研究で作成したUnityプロジェクトは今後のゲームあるいはゲームの要素を研究していく方々が利用出来るよう、誰でもダウンロード出来るよう公開し、研究目的でも改変、再配布などを可能とする予定である。

# 叩打音を利用した操作インタフェースと浴槽への適用

伊藤 大毅\* 平井 重行†

**概要.** 手指で「叩く」操作を元にしたインタラクションを浴槽に適用し、その叩打位置（叩く場所）や叩打音色（叩き方）、叩打パターン（叩くリズム）の組み合わせに対応した操作を実現するシステムを提案する。それらの方法により、様々な機器やシステムの操作を行うほか、叩くこと自体をエンタテインメントとすることまでを考えている。本稿では主に叩打位置の検出処理について述べる。

## 1 はじめに

日常生活において快適さの追求だけでなく、エンタテインメント要素まで含めた QoL (Quality of Life) 向上を目指した住環境の研究が行われている。我々はこれまで、住環境の中でも特に水場である浴室での操作インタフェースと応用システムの研究を行ってきた。静電容量方式タッチセンサを浴槽裏側に設置して「触れる」インタフェースを構成する TubTouch[1] では、給湯器や照明などの機器、音楽プレーヤーアプリの操作を浴槽縁で行うシステムを実現している。また、Batheratch[2] では、浴槽裏側に設置した piezo センサで浴槽のこする音を検出することにより「こする」インタフェースを構成し、DJ スクラッチ演奏を行うアプリケーションを実現している。

本研究では、これらの操作に加え、浴槽を「叩く」ことによる操作インタフェースを提案する。ここでは、叩打位置（叩いた場所）と叩打音色（叩き方）、さらに叩打パターン（叩くリズム）を利用し、浴室内の様々な機器やシステムの操作、さらに新たなアプリケーションの実現を含めて、日常生活環境に埋め込まれた入力インタフェースの活用を目指す。

## 2 システム概要

### 2.1 システム構成

日本国内で一般に普及しているシステムバスの浴槽において、その縁の裏側に piezo センサを取り付け、浴槽縁の叩打を元に様々な入力手法を実現する。浴槽叩打音を浴槽の個体振動として piezo センサで直接計測し、その音響信号をリアルタイム処理することで操作イベントを出力するシステム構成とする（図 1）。ここでは、叩打音の音響信号に対し、「叩打位置」の検出処理（複数のセンサの信号を利用）、「叩打音色」の認識処理を行い、それぞれの情報に基づいて叩打パターンの認識処理を行う。以下、本

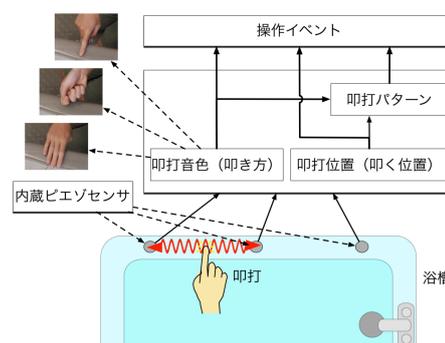


図 1. 浴槽インタラクションシステム構成

稿においては主に「叩打位置」検出について述べる。

### 2.2 叩打位置検出手法

本システムでは浴槽裏側に設置した piezo センサによって叩打位置検出を行う。位置検出の仕組みとしては、センサ数の増加に伴う設置困難さと計算負荷の増加を考慮して、なるべく少ないセンサ数で実現できる方が良いと考える。このことから、piezo センサを多数連続的に並べるのではなく、一定距離で離して数個設置し、叩いた振動がセンサに伝搬するまでの時間差を利用して叩打位置を算出する方法 [3] をとることとする。

### 2.3 初動検出処理

時間差による位置検出を実現するためには、叩打による振動がセンサへ到達する時間を正確に求める必要がある。そのため、適切な閾値を設定して叩打音の振幅がそれを越えた時刻を初動（振動の到達時刻）として検出する。ただ、閾値によってはわずかな叩き方の違いで振幅の変化の仕方が著しく変わり、検出時刻のばらつきが大きくなり十分な検出精度が得られない。そこでなるべく適切な処理を行うため、二乗平均平方根 (RMS) により積分し、波形の時間変化をある程度平滑化して閾値処理する手法を用いる。これにより振動が増加し始める瞬間のみを的確に検出できる。

Copyright is held by the author(s).

\* 京都産業大学大学院 先端情報学研究科

† 京都産業大学 コンピュータ理工学部

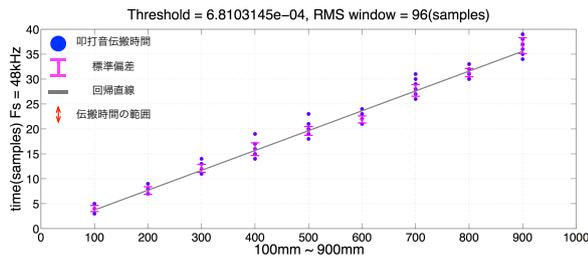


図 2. 各叩打位置の伝搬時間の標準偏差と回帰直線

### 3 叩打音位置検出のための振動解析

叩打音の初動を検出する適切な閾値は未知であり、ピエゾセンサの設置方法によってもかなり変化することが想定できる。また RMS 処理の際、波形を切り出す矩形窓の時間長も未知である。これら閾値と RMS 窓幅の長さの適切な値は、予め収録した叩打音データを解析することで求めた。具体的には、浴槽を複数回叩打した音データを用意し、閾値と RMS 窓幅を変化させながら、初動検出処理によって叩打位置からセンサに振動が伝搬するまでの時間を求める。この伝播時間の標準偏差が最小となる閾値と RMS 窓幅の値を適切な値とする。図 2 は、FRP の浴槽を指先で叩打した際の叩打音から求めた閾値と RMS 窓幅での各叩打位置の振動伝搬時間をプロットしたものである。この図は、叩打位置がセンサから 100 ~ 300mm 離れた位置ならば伝搬時間が重複しておらず、その範囲までなら叩打位置が判別出来ることを示している。この結果から、適切な閾値、RMS 窓幅、位置検出可能な距離の範囲（必要なセンサ数）を求められる。この解析手法と結果の利用は、新たに適用する浴槽環境に対するキャリブレーション手法として利用できる。

### 4 叩打音を利用するアプリケーション

本システムの応用例として、叩打位置と叩打音色に対応したサウンドを鳴らすエンタテインメントシステム "BathDrum" を提案して実装している [4]。この BathDrum は現時点では叩打位置に合わせて単に音を鳴らすだけであるが、TubTouch や Bathcratch と同様に、浴室の天井裏設置のプロジェクトで浴槽縁へ画面投影することで、より様々な応用や楽しみ方も実現できると言える。例えば、もぐらたたきゲーム、音楽に合わせて浴槽を叩くリズムゲームの表示などが考えられ、これに叩打音色や叩打パターンの認識も含めた処理を考えると応用も広がる。また、TubTouch システムではメニュー表示の On/Off を切り替える操作について、浴槽の特定位置を 2 度タップすることでユーザが明示的に操作するなど、他の操作手法と組み合わせる効果的な利用方法も考えられる。

## 5 おわりに

本論文では、浴槽を「叩く」インタフェースを提案し、そのシステム概要と叩打位置検出処理について述べた。現状では指先での叩打にのみ対応した処理であるため、手のひらや拳での叩打に対応させる予定である。また、検出精度向上のために周波数解析や機械学習などの処理も検討し、処理の反応時間も調査する必要がある。そして、それらは叩打音色に関する処理も合わせて行うことを検討していく。叩打音色の区別については、Lopes らのシステム [5] や Harrison らのシステム [6] で実装されているが、それらは多少のタイムラグが発生する手法のため瞬時の反応を必要とする処理にはあまり向いていない。一方で PossessingDrums [7] ではリアルタイムの叩打音色の変換を行っており、BathDrum のような瞬時の反応を必要とするシステムに適用できると考えている。それらの叩打音色の処理に加え、叩打パターン認識処理も合わせて応用できるようにしていく予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、中山隼雄科学技術文化財団の研究助成によって行われました。

## 参考文献

- [1] 榊原吉伸, 林宏憲, 平井重行, TubTouch: 湯水の影響や自由形状への適用を考慮した浴槽タッチ UI 環境, 情報処理学会論文誌 Vol.53, No.4, 2013.
- [2] Shigeyuki Hirai, Yoshinobu Sakakibara and Seiho Hayakawa. Bathcratch: Touch and Sound-Based DJ Controller Implemented on a Bathtub, Proc. of ACE2012, pp.44-56, 2012.
- [3] Joseph A. Paradiso, Che King Leo, Nisha Checka, Kaijen Hsiao. Passive acoustic sensing for tracking knocks atop large interactive display, Proc. of the 2002 IEEE International Conference on Sensors, pp.512-527, 2002.
- [4] 伊藤大毅, 平井重行: 浴槽叩打音を利用したお風呂ドラム BathDrum の叩打位置検出, 情報研究報告 2013-EC-29-1, 2013.
- [5] Pedro Lopes, Ricardo Jota, Joaquim A. Jorge. Augmenting touch interaction through acoustic sensing, Proc. of ITS2011, pp.53-56, 2011.
- [6] Chris Harrison, Julia Schwarz and Scott E. Hudson. TapSense: Enhancing Finger Interaction on Touch Surfaces. Proc. of UIST '11, pp.627-636, 2011.
- [7] Kazuhiko Yamamoto. Possessing Drums: An Interface of Musical Instruments that Assigns Arbitrary Timbres to Personal Belongings, Journal of Information Processing, Vol.21, No.2, pp.274-282, 2013.

# 住宅内の機器・サービスを統合するためのビジュアルプログラミング環境

橋岡 良\* 平井 重行†

**概要.** 家電や様々なセンサ、インターネットサービス（天気予報やニュース、SNS など）、コンテンツまでを様々な組み合わせで統合的に連携・動作させることを目的とした機器やサービスが次々に登場し、住宅のスマートハウス化を進めている。本研究は、その流れにおいてエンドユーザが様々な機器やサービスをより柔軟で自由に組み合わせられるようにすべく、直感的でわかりやすい操作を実現するビジュアルプログラミング環境を開発し、その内部処理を行うためのシステムも構築している。本稿では、そのシステム概要とビジュアルプログラミング環境について述べる。

## 1 はじめに

家電機器を中心に複数の機器を連携させるような統合制御を行うためのプログラミング手法およびそのユーザインタフェースの研究がある [1][2][3]。最近では、エンドユーザが住宅内で扱う機器はセンサ類を含んだ家電や住宅設備に留まらず、スマートフォンの普及に伴って様々なインターネットサービス（例えばニュースや天気予報、SNS など）までもが操作対象となりつつあり、幅広い統合や柔軟な連携を実現する必要が出てきている。一方で、現時点で住宅内の家電製品などはあまり対象でないが、ネットワーク上のサービス同士やガジェットなどとの連携をルール記述の形式でエンドユーザが作成し、ある種のプログラミングが行える IFTTT<sup>1</sup>や Zapier<sup>2</sup>といったサービスがインターネット上で提供されるに至っている。本研究は、このサービスや機器を連携させて住宅のスマート化を進めるサービスに対し、エンドユーザがより自由自在に動作を設定・連携させることができるビジュアルプログラミング環境とその動作を支えるシステムの開発を行っている。以下、本稿ではそのシステム概要と、ビジュアルプログラミング環境について述べ、どのようなプログラムが作成可能か例を挙げながら説明する。

## 2 システム概要

本研究システムはエンドユーザが利用するクライアント端末上で動作するビジュアルプログラミング環境と、アプリケーションサーバとで主に構成される。アプリケーションサーバは住宅内の様々な機器・センサ類、またインターネット上の様々なサービスとの間で情報のやりとりを行う（図 1 参照）。エン

ドユーザは PC やスマートフォン、タブレット機器などの端末を用いて、機器やサービスの連携をデータフロー型のビジュアルプログラミング環境でプログラムを作成し、そのプログラムは XML もしくは JSON 形式で WebSocket を介してアプリケーションサーバへ送信、データベースに保存される。アプリケーションサーバ側は、機器やサービスを統合制御するプログラムが動作しており、プログラムに従って状況に応じた機器制御やサービスを連係動作させる仕組みになっている。

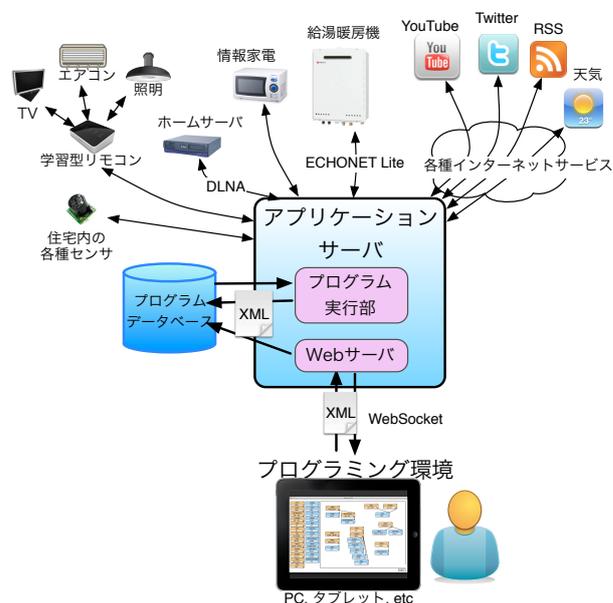


図 1. システム概要図

## 3 プログラミング環境

プログラミング環境は、Max/MSP や PureData, vvvv などのデータフロー型ビジュアルプログラミング環境として構成している。現時点で実装されているビジュアルプログラミング環境の外観は図 2 に

Copyright is held by the author(s).

\* 京都産業大学大学院 先端情報学研究科

† 京都産業大学 コンピュータ理工学部

<sup>1</sup> IFTTT : <https://ifttt.com/>

<sup>2</sup> Zapier : <https://zapier.com/>

示す。その画面内部では、左側に機器や設備、サービスなどを表すオブジェクトが表示され、右側にプログラミングを行うプログラムフィールドがある。ここでは、オレンジ色のオブジェクトは、温度や扉の開閉など環境情報を知らせる機能、人の行動センシングに基づいて動作する機能、時間によって処理を行う機能などがあり、総じて入力オブジェクトと呼んでいる。水色のオブジェクトは、操作する機器や情報提示出力する機器・サービスを表す出力オブジェクトを表している。

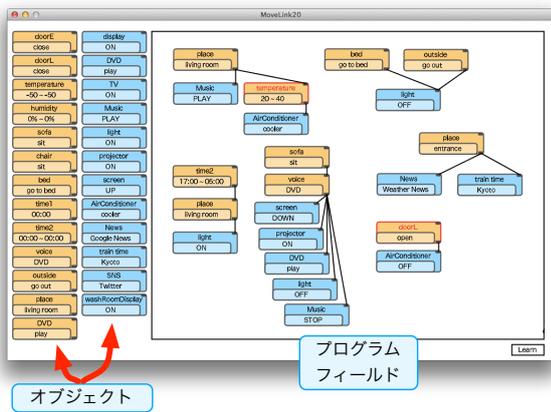


図 2. プログラミング環境概要図

ユーザは左側のオブジェクトリストからドラッグアンドドロップでプログラムフィールドへオブジェクトを配置し、オブジェクトのアウトレット(右下)と別オブジェクトのインレット(右上)との間をパッチコード(線)で接続することでプログラムを作成する。このパッチコード間は、基本的にトリガー情報が流れることになり、そのトリガーを発する条件は、各オブジェクトの左下エリアに記載された内容に応じるものとなっている。各オブジェクトは図3のようにスライダーで条件設定を行うことができる。なお、機器やサービスがオブジェクトの設定条件に合致した状態になっている場合には、オブジェクトの外枠と文字が赤くなる(図4参照)。

次に、プログラミング環境で作成したプログラム例を図4に示す。

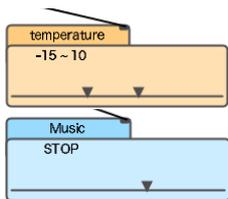


図 3. オブジェクトの条件設定例

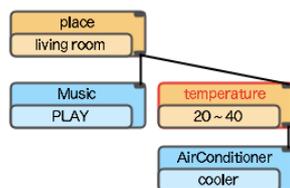


図 4. プログラム例

図4では、複数の入力オブジェクトと出力オブジェクトが接続され、複数の処理が一つにまとめられている。place オブジェクトと temperature オブジェクトがそれぞれ人の検出と設定温度範囲の条件判定を処理する入力オブジェクトである。ここでは place オブジェクトでリビングルームに人が居るか判定し、その結果に応じて接続された Music オブジェクトが音楽を再生する。一方で、place オブジェクトから temperature オブジェクトへ接続され、さらに AirConditioner オブジェクトへ接続された部分では、人がリビングルームにいると共に室温が 20~40 度の範囲にある場合に冷房を ON にする、という処理を意味する。

これらエンドユーザが記述したプログラムは、プログラム作成者のユーザ ID と各プログラムに割り当てられた UUID と共に XML もしくは JSON のデータとしてサーバに送信し保存される。

#### 4 まとめ

本研究は、スマートハウス研究の1つとして、家電や住宅設備などの既存機器や、様々なインターネットサービスを連携、統合的に制御するシステムと、そのためのエンドユーザが用いるプログラミング環境について扱っている。現時点は、ビジュアルプログラミング環境とバックエンドでプログラムを実行するサーバが一体化した形で、実際に幾つかのセンサや家電機器を統合制御でき、プログラミングも実際に行える状況にある。今後は、プログラムをサーバ側で行えるようにする。また、プログラミング環境については、操作方法や見た目のデザインについて改良を加えて、よりユーザが理解、操作しやすい形にし、PCだけでなくタブレット端末やスマートフォンでもプログラミングが行えるものにしていく予定である。

#### 参考文献

- [1] Masui Toshiyuki, Itiro Sio. Real-world graphical user interfaces. In *Handheld and Ubiquitous Computing*. Springer Berlin Heidelberg pp72-84, 2000.
- [2] Kentaro Fukuchi, Takeo Igarashi, Maki Sugimoto, Charith Fernando, Masahiko Inami. Pushpins: Design-by-user Approach to Home Automation Programming. *International Conference on Ubiquitous Computing, workshop 5*, 2009.
- [3] Shigeru Owada, Fumiaki Tokuhisa. Kadecot: HTML5-based visual novels development system for smart homes. *Consumer Electronics, 2012 IEEE 1st Global Conference on*, pp17-19, 2012.

# 1つのセンサを用いたマルチタッチジェスチャセンサ

真鍋 宏幸\*

**概要.** 1つのセンサを用いた小型で安価なマルチタッチジェスチャセンサを提案する. 検出対象ジェスチャはタッチとスワイプであり, さらにスワイプでは指の本数と方向を識別する. フォトリフレクタを用いた実装を行い, 有効性を確認した.

## 1 はじめに

複数の指を用いることで, 入力自由度を増加させ, 複雑な入力を素早く行えるマルチタッチジェスチャは, 様々なデバイスへの入力手法として広く利用されている. タッチ検出面が広いほど, 多くのジェスチャを組み込むことができるが, 検出面が小さい場合であっても, マルチタッチジェスチャは有効である. 例えば, マルチタッチジェスチャ入力を実装した1.5インチほどのディスプレイを備えた音楽プレーヤや, ツルの部分でジェスチャを行うメガネ型デバイスがすでに市販されている. 通常, 多点検出を行うために多数のセンサがアレイ状に並べられており, タッチ検出面上の任意の場所でジェスチャを行えるようになってきている. 一方, 入力領域が小さいもしくは細長い場合など, ジェスチャが特定の場所で行われる時には, 多数のセンサは必要ない. 本稿ではこの点に着目し, 1つのセンサでマルチタッチジェスチャを検出する手法を提案し, フォトリフレクタを用いた実装を行った結果を報告する.

フォトリフレクタは小型かつ安価であり入手も容易なセンサであり, それを用いた入力手法の実装が数多く行われてきた. 1つのフォトリフレクタを用いた例として, 近接センサ [2] やタッチセンサ [4] としての応用などがある. また, 複数のフォトリフレクタを用いることで, より高度なインタラクションを目指した研究もある. 例えば, 複数の指を用いたインタラクション [1] や, 指輪型デバイス [3], 柔軟物体への接触検出 [5] などがある.

## 2 提案手法

1つのセンサを用いて, タッチとスワイプ, さらにスワイプを行った指の本数と方向を識別する手法を提案する. 指と指を強く接触させた場合であっても, 両指とタッチ検出面の間にはわずかな空間ができる. その間隙を検出することができれば, 指の本数を数えることができる. また, 通常の方法検出は複数のセンサを用いて実装されるのに対し, センサ

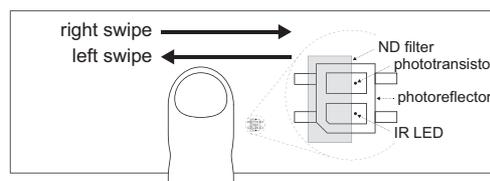


図 1. 製作したプロトタイプ. フォトリフレクタの上面半分には ND フィルタが設置されている.

感度をスワイプ方向に沿って変化させることで, 1つのセンサを用いた場合でも方向検出が可能となる. 提案手法は様々なセンサに適用可能であると考えられるが, 本稿では安価で実装が容易なフォトリフレクタへの適用を試みた.

### 2.1 実装

フォトリフレクタとして, 検出距離が数 mm の GENIXTEK TPR-105 (2.7 x 3.2mm) を用いてプロトタイプを製作した. 検出距離が短いセンサを選定したのは, 指と指とのわずかな間隙を検出するためである. また, スワイプ方向検出を目的としてセンサ感度に変化をもたらすために, フォトリフレクタの上面半分に ND フィルタを設置した. さらにその上面に, 透明の樹脂板, 指すべりを滑らかにするためのフィルムを貼付した. フォトリフレクタの出力はオペアンプで増幅した後に, 5kHz でサンプリングし, PC で処理を行った. 図 1 に製作したプロトタイプを示す. また, センサ出力を認識し, 結果を表示する機能も加えた.

### 2.2 実験

プロトタイプを用いて, タッチ, 1/2/3 本指スワイプを行った時の計測結果を図 2 にまとめて示す. タッチ時には比較的長時間の反応が観測されるのに対し, スワイプ時には短時間のピークが指の本数分だけ観測される. タップを行う場合, 指先がセンサ表面に接触したことを知覚した後に, 動作変更を行う必要があるため, 指がセンサに触れている時間が長くなる. 一方, スワイプを行う場合には, 一連の動作は滑らかに行われるため, 指がセンサに触れて

Copyright is held by the author(s).

\* NTT ドコモ 先進技術研究所

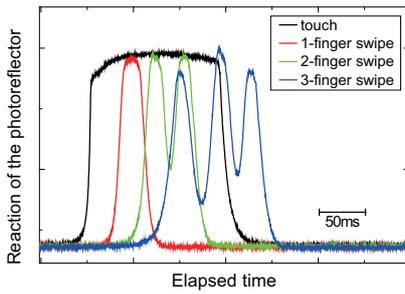


図 2. フォトリフレクタの出力例. ピークの数が指の本数に対応する.

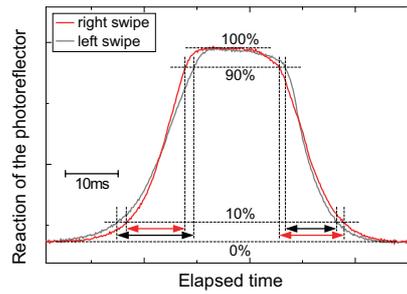


図 3. スワイプ方向の検出. スワイプの方向により傾きが変化する.

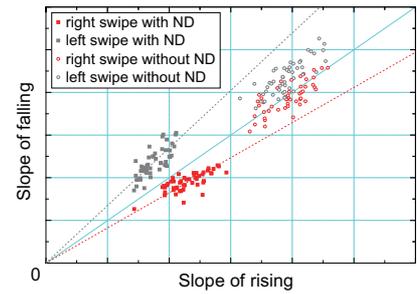


図 4. ND フィルタの効果. 適用することで方向検出が可能となる.

いる時間は、スワイプの速さに依存することになる。そのため、極端に遅いスワイプを除き、センサに指が振れている時間はスワイプの方が短くなる。また、検出距離の短いフォトリフレクタを用いているため、指と指の間でできる間隙による反射光量の減少を明確に捉えることができている。

図 3 に、1 本指での右/左スワイプを行った時の計測結果を示す。右スワイプ時には左スワイプ時と比較して、急峻な立ち上がりと緩やかな立ち下がりが観測される。この違いは、次のように生じると考えられる。右スワイプを行う場合、指は ND フィルタが設置された方向からセンサに接近する。指が ND フィルタ上にある時点では、照射光と反射光の両方が減衰するため、センサの出力値は小さい。この状態はしばらく続くが、さらに指が進むと、ND フィルタで減衰されない強い照射光が指にあたるようになる。この段階で、反射光も減衰されなくなるため、出力値が大きくなる。指が完全にフォトリフレクタを覆っている間、センサの出力値はほぼ一定となる。さらに進むと、センサの出力は低下していくが、ND フィルタによる光の減衰がないため、指とセンサの距離がある程度離れてもセンサ出力は高くなる。結果として、出力の低下は緩やかなものとなる。

また、1 本指による左右のスワイプをそれぞれ 50 回行った時の、ピークの傾きの分布を図 4 に示す。立ち上がり/立ち下がりの傾きを横/縦軸にして、全てのスワイプをプロットした。なお、ピークの傾きは、図 3 に示すように、変化量が 10-90% となる区間に対して算出した。図 4 には、ND フィルタを取り外した時、つまりフォトリフレクタをそのまま用いた時、の結果も示した。ND フィルタがない場合でも、左右のスワイプ間にわずかな違いが見られるが、両者を正しく認識することは難しい。一方、ND フィルタを設置した場合には、その違いが拡大し、両者の分布は明確に分離されている。なお、ND フィルタにより、反射光量が減るため、ピーク値が小さくなり、傾きも小さくなる。また、図中の水色の実線は、2 つの傾きが同じになる点を結んでおり、右スワイプ時には立ち上がりの方が立ち下がりよりも傾きが大きいと単純化することもできる。

### 3 評価

4 人の被験者が、7 つのジェスチャ（タッチ、右/左方向の 1/2/3 本指スワイプ）をそれぞれ 10 回ずつ行った。次に行うジェスチャはランダムに指示される。全 280 試行で、7 回の false negative、2 回のジェスチャのカテゴリ誤り（3 本指スワイプを 2 本指、1 本指スワイプをタッチと誤認識）、51 回の方向誤りがあり、認識率は 79% であった。スワイプ方向の検出を行わない場合の認識率は 97%、1 本指スワイプの方向正解率は 3 名の被験者で 100%、4 名全員でも 90% を超える結果が得られた。

複数指でのスワイプにおける方向検出の認識精度向上が必要であると考えられた。

### 4 まとめ

マルチタッチジェスチャを 1 つのセンサで検出する手法を提案し、フォトリフレクタをセンサに用いた実験により、有効性を確認した。今後、認識精度の向上、静電容量式のタッチセンサなど他のセンサへの適用に取り組んでいきたい。

### 参考文献

- [1] A. Butler, S. Izadi, and S. Hodges. SideSight: multi-"touch" interaction around small devices. In *Proc. UIST '08*, pp. 201–204, 2008.
- [2] K. Hinckley, J. Pierce, M. Sinclair, and E. Horvitz. Sensing techniques for mobile interaction. In *Proc. UIST '00*, pp. 91–100, 2000.
- [3] M. Ogata, Y. Sugiura, H. Osawa, and M. Imai. iRing: intelligent ring using infrared reflection. In *Proc UIST '12*, pp. 131–136, 2012.
- [4] V. Rana, N. Paliwal, and A. Chahar. Touch Sensor Assembly Using Infrared Radiations and its Applications. In *Proc. CICSyN '09*, pp. 96–98, 2009.
- [5] Y. Sugiura, G. Kakehi, A. Withana, C. Lee, D. Sakamoto, M. Sugimoto, M. Inami, and T. Igarashi. Detecting shape deformation of soft objects using directional photorefectivity measurement. In *Proc. UIST '11*, pp. 509–516, 2011.

# ライフログに基づく音楽推薦システム MALL とその検証実験

宇野 愛 伊藤 貴之\*

**概要.** 聞きたい曲を選ぶ際に、メタデータから選ぶだけでなく、状況や環境（例えば、天気や季節、時間帯、場所など）に合った曲を選びたいときがある。これらの状況や環境の多くはライフログデータとして記録可能である。一方、我々は日常的に膨大な楽曲を所持していることが多く、状況にあった楽曲をその都度選ぶのは困難である。そこで我々は、ライフログデータから個人の選曲の傾向を把握し、それに従って楽曲を自動推薦する MALL (Music Adviser with Life Log) を提案している。MALL では楽曲再生時のライフログ情報と楽曲特徴量を照合し、その相関性ルールを導出する。そして様々な状況に応じて相関性ルールに該当する楽曲を推薦する。本報告では MALL に関する検証実験結果を報告する。

## 1 はじめに

音楽を選曲するとき多くの人は、メタデータを読んでいる。それに対して、その場の状況や環境に適合した楽曲を選びたい、という状況もよくあると考えられる。しかし一方で、ポータブル音楽プレイヤー等の普及、それらのメモリの大容量化に伴い、個人が持ち歩く楽曲の数は増大している。それにより、鑑賞時の状況に合わせた楽曲のみを手早く探し出すのは必ずしも簡単ではないと考えられる。

そこで我々は、状況や環境に適合した楽曲を自動推薦するシステムがあれば便利であると考え。状況や環境の変化に作用するものの多くは、ライフログデータとして記録することが可能である。そこで我々は、ライフログから選曲の傾向を把握し、楽曲を自動推薦する MALL を提案している。このシステムの実現により我々は、状況に合わせた楽曲の自動推薦はもちろん、今まで気づかなかった選曲傾向の把握も可能になると期待する。本報告では、MALL を使ったユーザテスト結果を示し、推薦結果の妥当性について検証する。

## 2 MALL による楽曲推薦

### 2.1 楽曲特徴量抽出

我々の実装では楽曲特徴量抽出ソフトウェア MIR-toolbox[0] を用いて、各楽曲に対して RMS energy (音量の平均値), Tempo, Rolloff (全体の 85% を占める低音域の割合), Brightness (高音域の割合), Roughness (不協和音の多さを示す値), Spectral irregularity (曲の変化の大きさ), Inharmonicity (根音に従っていない音の量), Mode (major と minor の音量の差) の 8 つの特徴量を抽出している。

Copyright is held by the author(s).

\* Ai Uno and Takayuki Itoh, お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻

### 2.2 ライフログデータ収集

MALL では、ポータブル音楽プレイヤー等で音楽を鑑賞している人が、その曲が現在の状況に合っていると感じたら所定のボタンを押し、システムはその時点でのライフログ情報と一緒にその曲を記録する、というような処理手順を想定する。このアプリケーションの動作例を図に示す。図の右下にある鉛筆のボタンがライフログ情報を記録するためのボタンである。このボタンを押すことによって、日付、曜日、時間、その時間聞いていた曲名、その曲のアーティスト名を記録することができる。このように MALL では、音楽を聞きながらボタンを押すという簡単な操作のみでライフログ情報を記録する。

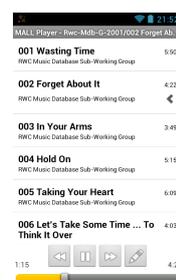


図 1. Android アプリケーションの動作例

### 2.3 相関性ルールの発見

続いて MALL では、2.1 節、2.2 節で収集した楽曲情報とライフログ情報との間の相関性ルール ( $A \rightarrow B$ ) を求める。具体的には以下の式 (1) で算出する。ここで、 $A$  は時間帯や季節といったライフログに関する条件式を、 $B$  は楽曲特徴量の値の範囲を表す。相関性ルールを決めるにあたって二つの数値、支持度と確信度をもとに計算する。

支持度は、ライフログ条件と楽曲特徴量の全ての組み合わせの中から  $A$ ,  $B$  を含むルールが登場する

頻度を  $P(A, B)$  の確率で算出する。また支持度だけでは値の信頼性が低いと確信度を設ける。確信度は  $P(B|A)$  で算出する。そして、支持度と確信度の双方が高い A, B の組み合わせを相関性ルールとして選出し、そのルールに該当する楽曲をライフログ条件ごとに推薦する。推薦された楽曲群はそれぞれライフログ条件ごとにプレイリストとしてユーザに返される。現時点での我々の実装では経験的に、支持度 0.05 以上、確信度 0.15 以上としている。

$$A \rightarrow B_1[a_{1min}, a_{1max}] \& B_2[a_{2min}, a_{2max}] \dots B_n[a_{nmin}, a_{nmax}] \quad (1)$$

### 3 ユーザテスト

我々は JDK1.6.0, Android SDK 2.3.3, ADT プラグインを用いて音楽プレイヤーを実装し、SONY ポータブル音楽プレイヤー NW-Z1050 を用いて実行した。また JDK 1.6 を用いて相関性ルール導出部分を実装した。そして我々は、女子大学生 2 名を被験者としてユーザテストを実施した。被験者には一ヶ月間音楽プレイヤーを所持してもらい、プレイヤーに入っている音楽を聞き、その楽曲が状況・環境に合っている際に所定のボタンを押してもらった。楽曲データは、RWC 研究用音楽データベース [0] に収録されていた 313 曲を使用した。

以下、被験者 2 名のライフログデータをもとに MALL によって推薦された楽曲の主観評価結果について述べる。被験者にそれぞれのライフログデータから推薦されたプレイリストの楽曲を聞いてもらい、それらがライフログ条件に合っているかどうかを 5 段階で評価してもらった。評価結果とコメントは以下のとおりである。

ユーザ A に提示したプレイリスト

- 夜 : 5 夜に好んで聞く静かな曲が多かった。
- 水曜 : 4 好きな曲が多かったが、水曜特有の傾向は意識していなかった。
- 晴れ : 4 晴れの日に好んで聞く明るい曲やさわやかな曲が多かった。

表 1. ユーザ B の“晴れ”に合致した相関性ルール

ライフログ条件	楽曲特徴量
Sunny	RMSenergy [0.03, 0.05] Roughness [5.0, 55.0]
Sunny	Rolloff [1500.0, 2000.0] Brightness [0.16, 0.21]

ユーザ B に提示したプレイリスト

- 朝 : 5 朝に好んで聞く明るい曲やさわやかな曲が多かった。
- 夜 : 4 夜に好んで聞くゆったりした曲や暗い曲が多かった。
- 晴れ : 3 晴れに合う明るい曲もあったが、暗い曲も多かった。
- くもり : 4 明るすぎず暗すぎない、くもりにあった曲が多かった。

これらの結果から、ユーザ B の“晴れ”に対するプレイリストを除き、MALL がライフログ条件ごとに合う楽曲を適切に推薦できていることが示された。ユーザ B は、“晴れ”のプレイリストには相反する 2 種類の印象を持つ楽曲が含まれていると述べた。ユーザ B の“晴れ”に合致した相関性ルールを表に示す。一つ目の楽曲特徴量の組み合わせは、RMSenergy, Roughness 共に非常に小さい値となっている。この条件には、比較的純粋なハーモニーが使用されるエレクトリックでない楽曲が適合する。一方で、二つ目の組み合わせは、Rolloff は中間付近の値、Brightness は小さい値となっている。こちらの条件には、倍音をあまり含まないシンプルなアレンジの楽曲が適合する。このように、独立する 2 組の音楽特徴量ペアがユーザ B の“晴れ”プレイリストの相関性ルールとして選出されたため、様々な印象を持つ楽曲を多く含んでしまう結果となったと考えられる。今後、この結果を改善させる方法を検討したい。

### 4 まとめ

本報告では、ライフログに基づいて状況・環境に合う楽曲を自動推薦する MALL を紹介し、ユーザテスト結果からその妥当性を検証した。ユーザテストの結果から、MALL による被験者 2 名への楽曲推薦結果が概ね妥当であることがわかった。また、あまりよくない結果が出た例について議論した。

今後の課題として、推薦結果をさらに向上させるため、相関性ルール選出のための支持度・確信度の閾値の再調整を行いたい。また収集するライフログデータの種類についても再検討したい。

### 参考文献

- [1] O. Lartillot, “MIRtoolbox”, available from <http://www.jyu.fi/hum/laitokset/musiikki/en/research/coe/materials/mirtoolbox>
- [2] RWC Music Database, available from <http://staff.aist.go.jp/m.goto/RWC-MDB/>

# Autonomous Interactive Desk Environment の構築

藤田 真康 諏訪 博彦 栗原 聡\*

**概要.** オフィス等における PC を用いたデスクワークにおいては、各ウィンドウの配置や、机上のノート、ペン、マグカップといったオブジェクトの配置動作に煩わしさを感ずることがある。この問題を解消するため、本研究ではユーザの代わりにウィンドウやオブジェクトの配置・整理整頓を自律的に行うシステム、AIDE (Autonomous Interactive Desk Environment) を提案する。通常のディスプレイに加え、机の部分にもタッチパネルを配置し、更にユーザに対して物理的支援を行うためのロボットアーム 2 基にて構成され、各ウィンドウとオブジェクトをそれぞれ自律エージェント化し、マルチエージェント協調メカニズムに基づいてユーザに対する適切なインタラクションを実行する。各エージェントの移動指標を設定するため、ユーザの作業ログから定型的な作業パターンを抽出し、これらのデータを収集することによりエージェントの移動先の学習を行う。

## 1 はじめに

オフィス等における PC を用いたデスクワークにおいては、各ウィンドウの配置や、机上のノート、ペン、マグカップといったオブジェクトの配置に煩わしさを感ずることがある。しかし現状では、配置作業は手動で行われている。

このような人手の作業をロボット等のエージェントにより支援する研究がある。Duan[1]らは、デスクワークの 1 つであるセル生産組立を対象とし、ロボットが部品を作業者のもとまで配膳する、組立情報を机の上に表示する等、作業者とシステムとの協調による組立作業支援システムを提案している。しかしこのシステムでは、動作タイミングをユーザが指示しなければならず、システムがユーザの作業状況を見て自律的に動作するという事はできない。より人の負担を減らすには、ユーザの動作からユーザが次に何を求めるか予測し、自律的に支援することが必要である。

そこで本研究では、PC を用いたデスクワークを対象とし、デスクワーク支援システムとして、ウィンドウやデスク上にある物の配置・整理整頓をユーザの代わりに自律的に行う机型デバイス、AIDE (Autonomous Interactive Desk Environment) を構築する (図 1)。

## 2 AIDE の構成

AIDE では、ディスプレイを正面に 1 台置き、手前に 3 台寝かせ、寝かせた 3 台のディスプレイを情報表示可能な机として利用する。本研究では、机として利用するディスプレイを「水平ディスプレイ」



図 1. AIDE

と呼ぶ。水平ディスプレイを用いることにより、本や書類、メモ書き等の手元にある物とディスプレイ上の情報を見比べやすくする。また、手前の 3 台のモニターはタッチモニターとなっており、直感的な操作を可能とする。

また、机上の状態を認識するため、ウェブカメラを設置する。また、机の奥、左右にロボットアームを設置し、ウェブカメラとロボットアームを用いてデスク上の物の配置や整理整頓といった物理的支援を行う。さらに、ユーザの手の動きや姿勢に対応してインタラクションを実行させるために、Kinect を設置し、ユーザの動作を検出する。

## 3 提案システムの概要

### 3.1 ウィンドウの自律エージェント化

ディスプレイ上に表示されている情報を自動的に配置・整理整頓を行うため、ウィンドウ等を自律エージェント化する。本研究では、自律エージェント化

Copyright is held by the author(s).

\* 電気通信大学 大学院情報システム学研究科 社会知能情報学専攻

したウィンドウを“ウィンドウエージェント”と呼ぶ。

ウィンドウエージェントの目的は“ユーザに自分を見てもらう”ことである。この目的を設定することより、ウィンドウエージェントは自身の存在価値が最も高くなる位置へと自ら移動する。

ウィンドウエージェントの移動先候補は、過去に自身が配置された位置やユーザがよく視線を送る位置等から設定し、各ウィンドウエージェントはなるべく希望順位の高い移動先候補へ移動しようとする。本研究では、ディスプレイ上のある位置へユーザが視線を送る頻度を、その位置における“視線頻度”と呼ぶ。

しかし、上記の設定だけでは複数のウィンドウエージェントが特定の箇所に集中するという問題が起こる。そこで個々のウィンドウエージェントに“優先度”を設定し、優先度が高いウィンドウエージェントほど、視線頻度が高く、自身が頻りに配置される位置へと移動できるようにする。優先度は、ユーザのウィンドウ操作履歴から、アクティブウィンドウ状態の時間等を用いて算出する。例えば、ブラウザやPDFファイル等、資料として用いることが多いアプリケーションよりも、Microsoft Office WordやLatex等、仕事として用いる事が多いアプリケーションの方がより優先度が高くなるようにする。個々のウィンドウエージェントに優先度を設定する事により、第1移動候補が同じであるウィンドウエージェントが複数存在した場合、最も高い優先度を持つウィンドウエージェントが自身の第1移動候補へ移動でき、優先度が低いウィンドウエージェント達は自身より高い優先度を持つウィンドウエージェントと重なる事を避けるため、自身の移動先候補の中から次の候補の位置へと移動する。ウィンドウエージェントに与えられる優先度は、ウィンドウエージェントが起動したときに設定される。

また、ユーザのウィンドウ操作記録を取得することで、ウィンドウ同士の定型的な配置パターンを発見し、ウィンドウエージェントの累計の優先度だけでなく、定型的な配置パターンの時だけの優先度を計算する。これによりパターンに当てはまるウィンドウエージェントが起動したとき、定型的な配置パターンの時の優先度を適用し、ウィンドウエージェントが定型的な配置位置へ移動することを可能とする。

### 3.2 机上のオブジェクトの自律エージェント化

ユーザのデスク上には様々な物が存在している。本研究では、デスク上にある物を“机上オブジェクト”と呼ぶ。AIDEシステムでは、ディスプレイをデスクとして利用する事から、ウィンドウと机上オブジェクトが重なってしまうという状況が起こり得る。ウィンドウとオブジェクトが重なってしまった場合、ユーザは仕事の手を止めてウィンドウと机上オブジェクトの重なりを解決しなければならない。そ

こで、机上オブジェクトの移動手段にロボットアームを用いることで、机上オブジェクトを自律エージェント化する。本研究では、エージェント化した机上オブジェクトを、“オブジェクトエージェント”と呼ぶ。

オブジェクトエージェントにもウィンドウエージェント同様に、ユーザの使用頻度から優先度を計算し、自身の配置履歴とディスプレイ上の視線頻度の状況から、移動先候補を設定する。

### 3.3 エージェントの移動指標の設定方法

ウィンドウエージェントの優先度を設定するために、ユーザが使用した各アプリケーションのウィンドウサイズやウィンドウ配置等、ウィンドウ操作情報を記録する。また、視線頻度を算出するために、Kinectを用いてユーザの姿勢や動作、顔の位置、視線等も記録する。さらに、オブジェクトエージェントの優先度を設定するために、ウェブカメラを用いてオブジェクトの配置や使用頻度等、水平ディスプレイ上の状況を記録する。

ユーザがウィンドウを配置した位置は、必ずユーザにとって見やすい位置である。また、Kinectを用いてユーザの様子を観測する事により、ユーザがディスプレイ上のどの位置をどの程度見ていたか把握できる。これらのデータを収集することにより、ディスプレイ上のx-y座標における視線頻度が定量化できる。ディスプレイ上のx-y座標における視線頻度のマップを作成し、エージェントの移動指標とする。

そして、操作ログから、メール作成や文章作成、ネット検索といった、タスク単位での定型的なウィンドウ配置やデスク上の文房具の配置等のパターンを抽出し、定型的パターン適用時の優先度を設定するための指標とする。

## 4 おわりに

現在、図1の装置の組み立てが完成し、これから操作ログの取得を開始する。また、インタラクションのためのマルチエージェント協調メカニズムの構築を開始し、AIDEへの提案システムの実装を目指す。提案システムをAIDEに実装した後、ユーザとAIDEとの協調作業に関する被験者実験を行う計画である。

## 参考文献

- [1] Feng Duan, Masahiro Morioka, Jeffrey Too Chuan Tan, Ye Zhang, Kei Watanabe, Nuttapol Pongthanya, Masao Sugi, Hiroshi Yokoi, Ryou Nihei, Shinsuke Sakakibara and Tamio Arai, "Multimedia based Assembly Supporting System for Cell Production", 2008

# BrightFace: プロジェクションによる表情拡張システム

辻田 眸 暦本 純一\*

**概要.** 対人コミュニケーションにおいて、重要な役割を果たしているのは表情や身振り、声の調子などの非言語情報であると言われている。なかでも表情は自分の感情を表出し、また他者の感情を理解するために効果的な手段である。しかしながら人によっては自分の感情をうまく表現できなかつたり、他者には伝わりにくいときもあるだろう。メールなどの文字メッセージでのコミュニケーションの場合、顔文字や絵文字などを利用し、自分の感情をより効果的に伝えることができる。そこで実世界の対面コミュニケーションにおいても、文字メッセージで行われているようなアイコンを利用し、自分の表情を補足することができれば、より効果的に自分の感情を他者に伝達でき、コミュニケーションに役立つのではないかと考えた。本研究ではユーザの表情に応じて、アイコンをユーザの顔に投影し、表情を拡張表現することで、対人コミュニケーション支援を行うシステム「BrightFace」を提案・実装した。

## 1 はじめに

Mehrabian 氏らの研究 [1] によると、対人コミュニケーションにおいて、表情やしぐさが他者の印象や感情を判断、理解するのに重要な役割を占めるとされている。しかしながら人によっては自分の感情をうまく表現できなかつたり、また他者の表情を読み取れず、感情の読み間違いをしてしまうこともあるだろう。一方、メールやチャットなど、文字によるコミュニケーションにおいては、顔文字や絵文字など、自分の表情を表すアイコンを利用することで、相手に自分の感情や雰囲気や伝達する役割を果たしている。さらに漫画やアニメーションの世界では、キャラクターの顔にアイコンを書き加えたり、頭上に線を書き足し強調して表現することで、絵に対する印象を変化させる表現技法が知られている。

そこで、日常生活での対面会話のときに、このような文字コミュニケーションで行われているアイコンの付加や漫画等で用いられている表現技法を利用し、ユーザの表現能力を拡張することで、お互いの感情理解を深め、コミュニケーション円滑化の支援になるのではないかと考えた。本研究ではユーザの表情に応じて、アイコンをユーザの顔に投影し、表現能力を拡張することで、コミュニケーション支援を行うシステム「BrightFace」の提案を行う。

## 2 BrightFace

BrightFace はユーザの表情に応じて顔にアイコンを投影させることで、ユーザの感情をよりわかりやすく他人に伝達できるシステムである。例えば図 1 のように、ユーザが笑顔になったときにはその表



図 1. BrightFace システム。ユーザの表情を検出し、それに応じたアイコンをプロジェクションする。

情を拡張表現できるような幸せそうなハートアイコンを、またユーザがやや悲しい表情をしたときには、涙マークなどのアイコンを顔にプロジェクションする。ユーザの表情に応じて、リアルタイムに表情理解が容易にできるようなアイコンをユーザの顔に投影してあげることで、ユーザの表現能力を拡張し、他者の表情・感情理解を深め、コミュニケーション円滑化につながるのではないかと考えた。

本論文では基本的感情表出の中の、「喜び・怒り・悲しみ」に着目した。プロジェクションするアイコンについては、漫画でその表情を拡張表現するとき用いられているような一般的なアイコンを採用した(図 2)。ただし喜び(笑顔)のアイコンについては、様々なアイコンを投影し検討した結果、より表情理解が容易にできるような、図 2 のようなハートアイコンを投影することにした。表情拡張する感情の種類、提示するアイコンの適正については今後評価実験を通じてさらに検討していきたい。

Copyright is held by the author(s).

\* 東京大学大学院情報学環 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所



図 2. プロジェクションするアイコンの例.

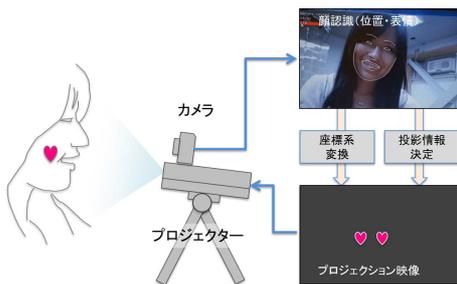


図 3. BrightFace のシステム構成.

### 2.1 プロジェクターでのアイコン投影

ユーザの表情に対してフィードバックを与える方法はいくつか考えられる。例えば、ユーザの表情や会話の内容に関するフィードバックをディスプレイに投影したり、テーブルとディスプレイが一体となっているデバイスに、アニメーションを映し出したりすることも考えられる。しかしながら、そういった場合、相手の顔から視線をはずすために、相手の表情とアイコンの両方を見ることは容易ではない。そこでユーザの視線をそらすことなく、また会話を阻害しないような形で、他者の表情理解の支援、また自分自身の表現能力の拡張を行い、感情を容易に相手に伝えることができるような表現方法を模索した。その結果、顔に直接プロジェクションすることで、相手の表情とアイコンを同時に見ることができるので、ユーザの視線をそらすことなく、またプロジェクターによりアイコンだけでなく、様々な表現が可能になるため、会話を阻害せず、コミュニケーション支援に役立つのではないかと考えた。

## 3 システム構成

BrightFace のシステム構成について述べる (図 3)。USB カメラと小型プロジェクターが一体になっている。プロジェクターについては、小型でかつ、明るい室内においても、プロジェクションされたアイコンや効果がわかるように、サンワサプライ株式会社の DLP 方式採用のモバイルプロジェクターを使用している。テーブル上においてもあまり圧迫された感じがなく、会話自体を阻害しない小型なものを探

用した。ユーザの表情検出には openframeworks の ofxFaceTracker を利用した。またあらかじめユーザの表情を登録しておくことで、笑顔だけでなく、ユーザの表情に応じてアイコンを表出・プロジェクションし、ビジュアルフィードバックを与える。アイコンはユーザの顔の傾き、顔の大きさに応じてサイズを変え、ユーザの顔に位置にあうように工夫している。

## 4 関連研究

これまでも会話の可視化や、プロジェクションマッピングによって人が受ける印象を変化させる研究は多くなされている。埴淵らは [2] 2 者間の対面会話環境において、笑顔アイコンをテーブル上のディスプレイに提示することで、会話や顔面動作にどのような影響を与えるのかを検証した。IllumiRoom[?] は、プロジェクターと Kinect を組み合わせ、テレビの周囲に画面の延長となる映像や、画面と連動する映像を映し出すことで、ゲームの没入感を高めている。扇情的な鏡 [3] ではディスプレイに映し出されたユーザの顔をシステムが自動で目や頬の位置を変えることで、ユーザの表情とは関係なく、笑い顔や悲しい顔に変形するシステムである。我々は人の顔に直接プロジェクションを行い、表情の表現能力を拡張することで、人の印象がどのように変化するかを検証したり、コミュニケーション支援や会話の活性化を目指している。

## 5 まとめと今後の予定

ユーザの表情に応じて、アイコンをユーザの顔に投影し、表情を拡張表現することで、対人コミュニケーション支援を行うシステム「BrightFace」を提案・実装した。USB カメラと小型プロジェクターを利用し、基本的感情表出の中の、「喜び・怒り・悲しみ」に着目し、それに応じたアイコンをユーザの顔に直接プロジェクションを行った。現在は卓上のシステムになっているが、将来的にはモバイルな

## 参考文献

- [1] Mehrabian, A. Communication without words, *Psychology Today*, 1968, 2 (4), 53-55.
- [2] 埴淵俊平, 伊藤京子, 西田正吾. ソーシャルインタフェースの設計に向けた笑顔アイコン利用方法の検討, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 2011-11-25, 13, 4, 365-375.
- [3] S.Yoshida, S.Sakurai, T.Narumi, T.Tanikawa and M.Hirose: Manipulation of an Emotional Experience by Real-time Deformed Facial Feedback, *AH2013*, Stuttgart, Germany, Mar, 2013.

# ボケる対話型システムの検討

藤本 浩介    岡部 誠    尾内 理紀夫\*

**概要.** 本研究では、ボケる日本語の対話型システムを提案する。駄洒落やなぞかけ等、笑いに関するシステムの研究は数多く存在する。しかし、駄洒落やなぞかけ等は出力される文そのものが面白いということに対し、ボケやツッコミは対話そのものが面白いという違いがある。そこで、本研究では人間とコンピュータとの既存の対話型システムを参考にし、ボケる対話型システムを提案する。本システムは、テキスト情報を入力として受け取る。入力を解析した後、あらかじめ用意された辞書から類似した文字列を検索し、ボケを出力する。また、出力されたボケに対する入力からユーザがボケを理解できているのか、ボケに対しツッコミを入れているのか、ボケに便乗してボケているのかを判定し、それぞれの判定結果に適した出力を行う。さらに、音声合成や効果音、文字サイズの変更を用いて分かりやすく提示する。

## 1 はじめに

近年、Apple の Siri<sup>1</sup>や、NTT ドコモのしゃべってコンシェル<sup>2</sup>等の対話システムの普及により、人間とコンピュータが対話を行う機会が増えている。人間とコンピュータが対話を行うにあたって、ユーザの要求したタスクをこなすことは実用性という面で重要であるが、親しみやすさという面では面白い対話を行うことが重要であると考えられる。しかし、面白い対話を行うことを目的としたシステムは存在しない。そこで、我々は面白い対話を行う方法の1つとしてボケる対話型システムを提案する。なお、ボケやツッコミには様々な種類が存在するが、本研究では「ボケ」とはわざと間違った発言をすること、「ツッコミ」とはボケの間違いを指摘することと定義する。

## 2 関連研究

駄洒落やなぞかけ等の笑いに関するシステムの研究は数多く行われている [1, 2]。これらのシステムは入力に対して駄洒落やなぞかけ等を出力するという一往復でユーザとのやりとりが完結されている。駄洒落やなぞかけ等は出力される文そのものが面白さを含んでいるが、ボケやツッコミは対話そのものが面白さを含んでいるという違いがあるため、ユーザとの対話を行う必要がある。

人間とコンピュータとの対話型システムに関する研究は多数存在する [3, 4]。対話型システムを実現する主流な方法の1つにルールベースがある。ル

ールベースとは、入力として与えられた文に代名詞が入っていた場合はこのような文を出力するといったようなルールをあらかじめ設定しておき、対話を実現する方法である。本システムはボケることに限定しているため、ルール記述のコストが小さいため、ルールベースで対話を行う。

## 3 システム概要

本システムは入力としてテキスト情報を受け取る。入力を解析し、ボケることが可能な場合にボケを出力する。その後、出力されたボケに対する入力からユーザがボケを理解できているのか、ボケに対しツッコミを入れているのか、ボケに便乗してボケているのかを判定し、それぞれの判定結果に適した出力を行う。対話の出力には音声合成を用い、システムがボケを出力した場合やユーザがツッコミを入力した際には効果音を出力する。システムとの対話例を表1に示す。

表 1. システムの対話例

ユーザ	: やっぱり徳川家の家紋ってかっこいい
システム	: チャラリ～鼻から牛乳～
ユーザ	: 嘉門達夫じゃねえよ。つかベタなぼけやなあ。お前はお笑い芸人の新人かよ
システム	: (耳が) でつかくなっっちゃった!
ユーザ	: それはお笑い芸人のマギー審司だろ
システム	: 良いツッコミです。話の続きをどうぞ

## 4 実装

ユーザインタフェースを図1に示す。システムがボケたり、ユーザがツッコミを入れた部分是对話のログの部分で文字サイズを大きくすることにより、

Copyright is held by the author(s).

\* Kosuke Fujimoto, 電気通信大学, Makoto Okabe, 電気通信大学/JST CREST, Rikio Onai, 電気通信大学

<sup>1</sup> Siri: <http://www.apple.com/jp/ios/siri/?cid=MAR-JP-GOOG-IPHONE>

<sup>2</sup> しゃべってコンシェル: <http://www.nttdocomo.co.jp/service/information/shabette.concier/>

どこでボケやツッコミが行われたのかを分かりやすく提示する。

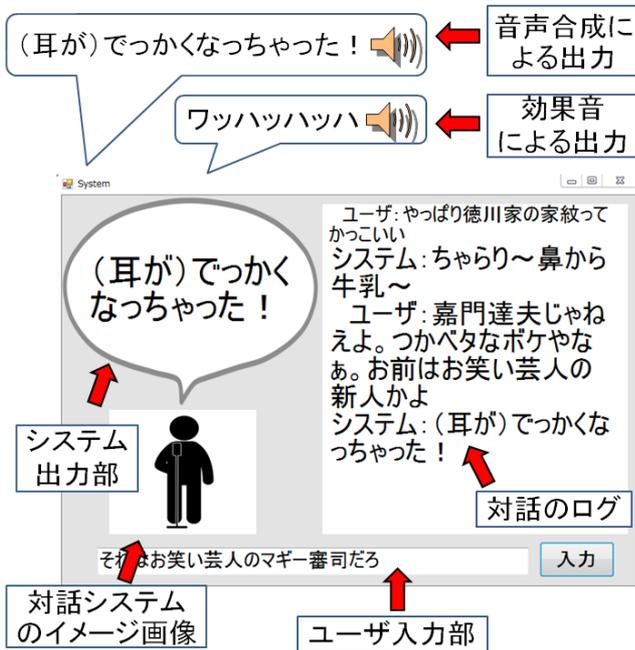


図 1. ユーザインタフェース

本システムはボケとして、わざと聞き間違いによるボケを出力する。その理由は、大島の研究により日本人が面白いと感じる話の傾向として「言い間違い・聞き間違い」による話の割合が一番高いということが判明しているからである [5]。

ボケを出力する際にはまず、入力されたテキスト情報に対して形態素解析を行い、形態素ごとに分割する。それらをあらかじめ用意された辞書と比較し、辞書から文字列が類似している項目を検索する。辞書には、芸人や歌手、それらに関連するギャグや曲名等のテキスト情報を Web サイト<sup>3</sup><sup>4</sup>を参考にし、登録している。

文字列の類似度はレーベンシュタイン距離を用いて判定している [6]。レーベンシュタイン距離は対象の文字列が、比較対象の文字列に変形するまでに文字の削除や挿入等の手順がどれほど必要かを求め、文字列の類似度を判定する手法である。類似した文字列の項目が存在した場合、その項目を用いて聞き間違いによるボケを出力する。

本システムは、ボケに対する入力からユーザーの状態を判定する。ボケに対してユーザーは、「疑問」、「ツッコミ」、「ボケ」の3つの状態のいずれかになると仮定して判定する。「疑問」とは出力されたボケが理解できていない状態であり、「ツッコミ」とはボケに対してツッコミを入れている状態であり、「ボケ」とは

出力されたボケに便乗してボケている状態である。

「疑問」状態の判定はユーザー入力の中に「誰」や「なに」等疑問を表す言葉が出現する場合にユーザーは「疑問」状態であると判定し、何故そのようなボケをしたのかの説明を出力する。

「ツッコミ」は入力の語尾から判定する。あらかじめ漫才で用いられたツッコミを収集したテキストデータから頻出の語尾を特定し、それらの語尾が出現していた場合、ユーザーは「ツッコミ」状態だと判定し、入力に対してさらにボケることが可能ならばボケを出力する。

「疑問」でも「ツッコミ」でもないものは「ボケ」状態だと判定し、ユーザーに話を続けるよう促す。

本システムは、音声合成と効果音を用いる。音声合成はシステムによるボケ等の出力の際に用いる。効果音は、システムがボケた時やユーザーがツッコミを入れた時に拍手や笑い声等を出力する。

## 5 まとめ

本研究ではレーベンシュタイン距離により類似した文字列をあらかじめ用意された辞書から検索することで、わざと聞き間違いによるボケを出力し、さらに、音声合成や効果音、文字サイズの変更を用いてユーザーに分かりやすく提示するボケる対話型システムを提案した。

## 参考文献

- [1] 田辺公一朗. 駄洒落のコンピュータによる処理: 駄洒落生成システムの基本設計. 産能大学紀要, Vol. 26, No. 1, pp. 65-74, 2005.
- [2] 前田実香, 鬼沢武久. 単語の関連性とおもしろさを取り入れたなぞかけ生成. 感性工学研究論文集, Vol. 5, No. 3, pp. 17-22, 2005.
- [3] 稲葉通将, 平井尚樹, 鳥海不二夫, 石井健一郎. 非タスク指向型対話エージェントのための統計的応答手法. 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. 95, No. 6, pp. 1390-1400, 2012.
- [4] 岡本昌之, 山中信敏. Wizard of oz 法を用いた対話型 web エージェントの構築. 人工知能学会論文誌, Vol. 17, No. 3, pp. 293-300, 2002.
- [5] 大島希巳江. 日本人がおもしろいと感じる話の傾向: 日本一おもしろい話プロジェクト (2010年4月~2011年3月)の結果と分析. 笑い学研究, No. 18, pp. 14-24, 2011.
- [6] Vladimir I Levenshtein. Binary codes capable of correcting deletions, insertions and reversals. In *Soviet physics doklady*, Vol. 10, pp. 707-710, 1966.

<sup>3</sup> 音城.com: <http://www.music-key.com/>

<sup>4</sup> Yourpedia: <http://ja.yourpedia.org/wiki/>

## 紙窓：そこに置くだけで操作可能なカードインタフェース

加藤 邦拓 宮下 芳明\*

**概要.** コンピュータ上で作業を行う際、複数のアプリケーションを同時に使用することがある。しかし、それらの全てが作業全体を通して必要なものではなく、使用したらすぐに閉じてしまうようなアプリケーションも少なくない。こうした簡単なアプリケーションは深い階層に置かれてしまいがちであり、起動に煩雑な手順が必要となってしまう場合がある。本研究では、「今ちょっとだけ使いたい」簡単なアプリケーションを即時に起動する、置くだけで操作可能なカードインタフェースを提案する。複数の導電部を配置したカードをタッチパネルディスプレイに乗せることで任意のアプリケーションが表示され、ユーザはカードを通してアプリケーションを使用することができる。

### 1 はじめに

コンピュータ上での作業を行う際、作業の中心となって使用されるアプリケーションの他に、複数のアプリケーションを同時に使用することがある。しかし、それら全てのアプリケーションが作業全体を通して必要なものではなく、使用したらすぐに閉じられてしまうような、簡単な機能しか持たないアプリケーションも少なくない。

現在普及しているデスクトップメタファを取り入れた PC では、情報をディスプレイ内に並べて整理を行う。しかし、椎尾らも言うように、多くのユーザはデスクトップや浅い階層のディレクトリを、場所に基づいた情報整理が便利であるという理由で好んで使われるが、コンピュータ画面は有限であり、一等地はすぐに使い尽くされてしまう [1]。そのため、機能の少なく、使用頻度の低い簡単なアプリケーションは深い階層に置かれがちになってしまう。こうした簡単なアプリケーションであっても、一貫して同じ手順で起動を行う必要がある。場合によってはスタートメニューを開き、アプリケーションを探してから起動をするような、煩雑な手順が必要になり、ユーザに余計な負担がかかってしまう。

本研究では、作業の本筋ではないが「今ちょっとだけ使いたい」アプリケーションを即座に起動し、使用可能なカードインタフェースを提案する。カードに複数の導電部を配置し、タッチパネルディスプレイに乗せることでカードに対応したアプリケーションが表示される (図 1)。カード自体が入出力を持つインタフェースとなり、カードをディスプレイに置いている間のみアプリケーションを使用可能なため、カードを置く・離すといった動作によってシームレ

スな作業の切り替えが可能となる。また、カードという物理オブジェクトを用いることで、PC のディスプレイのような限られた環境でなく、広々とした現実の環境でのアプリケーション管理が可能となる。

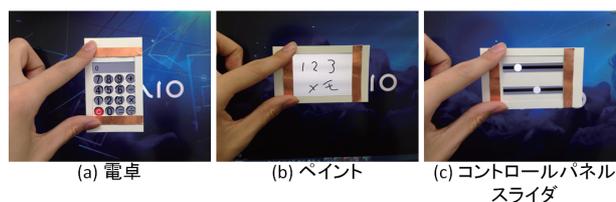


図 1. アプリケーション例

### 2 関連研究

実物体からコンピュータ内の情報へアクセスする研究として、椎尾らは IconSticker を提案している [1]。バーコードを印刷したラベルを実世界の物に貼り付け、リーダーで読み取ることで、それに対応させたソフトウェアやファイルを呼び出すことができる。

実物体を介したインタフェースの研究として、Rekimoto らの DataTiles がある [2]。平面ディスプレイ上に無線タグを埋め込んだ透明なタイルを配置し、それぞれのタイルが異なったインタフェースとして使用できる。これらのタイルには操作ガイドとして溝が掘られたものがあり、ユーザは溝に沿ってペンダバイスを動かして操作ができる。本研究では DataTiles と同様に、カードインタフェースに操作ガイドとなる穴を空け、それに沿ってタッチを行い操作する。青木らは複数導電部を持つ円形の物理オブジェクトを用い、それを回す操作によって情報の拡大・縮小などの操作を行うくるみるを提案している [3]。Manuela らは AR マーカを取り付けた透明なタイルを用いたテーブルトップインタフェース Tangible Tiles を提案している [4]。Malte らは半透明なシリコン製のキーボードやスライダなどの物理オブジェクトを

Copyright is held by the author(s).

\* Kunihiko Kato, 明治大学大学院理工学研究科新領域創造専攻デジタルコンテンツ系, Homei Miyashita, 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科, 独立行政法人科学技術振興機構, CREST

タッチスクリーン上に置くことで、それぞれに応じた操作が可能な SLAP を提案している [5]. Yvonne らは、タブレット端末上に物理オブジェクトを乗せることによる大型ディスプレイ用インタフェースとして Tangible Remote Controllers を提案している [6]. これらの研究では、テーブルトップ環境や、タブレット端末上での作業に物理オブジェクトを用いているが、本研究では一般的な PC 環境での使用を目的としている.

### 3 提案手法

提案手法ではカードをタッチパネルディスプレイに乗せることで、カード毎に対応したアプリケーションを表示する. 各カードはそれぞれ異なったデザインの穴が切り抜かれており、ユーザはカードを置いたまま穴からディスプレイをタッチして操作を行う.

タッチパネルディスプレイに乗せたカードの位置の検出と識別を行うため、図 2 のように複数の導電部をカードに配置し、それら全てを接続する. ユーザがカードをディスプレイに置いたまま、表面の導電部に触れることでカードの位置を検出する. アプリケーションは、カード裏面に配置された 4 点の導電部全てがディスプレイに接触している状態の時のみ表示される. また、この 4 点の導電部の配置パターンによってカードの識別を行い、それぞれのカードに対応したアプリケーションが表示される.

ユーザのタッチ操作部として、カードの内側を一部切り抜いた. この際、各カードに割り当てられたアプリケーションのイメージに合わせたデザインでカードを切り抜く. これによりユーザはカードの見た目から割り当てられたアプリケーションをある程度判断することができる.

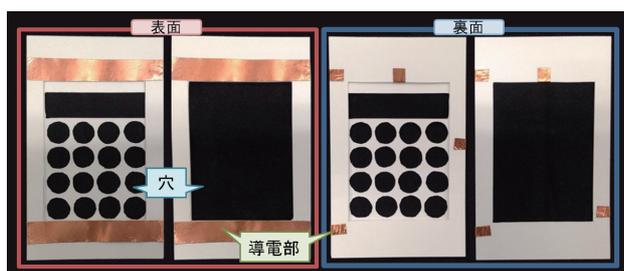


図 2. アプリケーションカード

### 4 アプリケーション例

プロトタイプとして電卓、ペイント、コントロールパネルスライダの 3 種類のアプリケーションを実装した.

電卓アプリ (図 1a) では、ボタン部として 4\*4 マスに穴を空け、数値表示部として長方形の穴を空けたカードを用いる. カードをディスプレイに乗せる

ことで、ボタン部の穴に数値や演算子などのボタンが表示され、タッチにより入力ができる. また、アプリ終了時に計算結果をクリップボードに記録する.

ペイントアプリ (図 1b) では、長方形に穴を空けた枠型のカードを用いる. ユーザはカードの枠内に自由にストロークを描くことができ、簡単な手書きメモアプリとして使用できる. カードをディスプレイから離し、アプリケーションを終了する際、描画した内容を画像として保存する.

コントロールパネルスライダ (図 1c) では、数カ所の細長い穴を空けたカードを用いる. このカードに空けた穴がそれぞれスライダとなっており、カード内の穴に沿ってディスプレイをタッチしスライダを動かす. このスライダにより、PC の音量、ディスプレイ輝度の調整を行うことができる.

### 5 導電性インクの導入

今回試作したアプリケーションカードは、紙製のカードに導電部を貼り付けて実装したが、現状の問題点としてカードを作成する手間がかかることが挙げられる. そこで、カードの作成に導電性インクとインクジェットプリンタの導入を検討している. 導電性インクを用いたプリンタにより出力されたカードを指示通りに切り抜いたり、折り曲げたりするだけで容易にカードの作成ができると考えられる.

### 参考文献

- [1] 椎尾 一郎, 美馬 義亮: IconSticker: 紙アイコンによる情報整理, コンピュータソフトウェア Vol.16, No.6, pp.24-32, 1999.
- [2] Jun Rekimoto, Brygg Ullner, Haruo Oba: DataTiles: A Modular Platform for Mixed Physical and Graphical Interactions, Proceedings of CHI'01, pp.269-276, 2001.
- [3] 青木 良輔, 宮下 広夢, 井原 雅行, 大野 健彦, 千明 裕, 小林 稔, 鏡 慎吾: くるみる: 複数導電部をもつ枠型物理を用いたタブレット操作, 報処理学会研究報告 HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告 HCI-144, pp.1-8, 2011.
- [4] Manuela Waldner, Jorg Hauber, Jurgen Zauner, Michael Haller, Mark Billingham: Tangible Tiles: Design and Evaluation of a Tangible User Interface in a Collaborative Tabletop Setup, Proceedings of OZCHI'06, pp.151-158, 2006.
- [5] Malte Weiss, Julie Wagner, Roger Jennings, Yvonne Jansen, Ramsin Khoshabeh, James D.Hollan, and Jan Borchers: SLAP widgets: bridging the gap between virtual and physical controls on tabletops, Proceedings of CHI'09, pp.481-490, 2009.
- [6] Yvonne Jansen, Pierre Dragicevic, Jean-Daniel Fekete: Tangible Remote Controllers for Wall-Size Displays, Proceedings of CHI'12, pp.2865-2847, 2012.

## 擬音語アニメーションによる動画音響の可視化手法

王 方舟 柏野 邦夫 永野 秀尚 五十嵐 健夫\*

### 概要.

動画に含まれる音の情報は、動画の視聴体験を構成する重要な要素である。一方で、実際に視聴者が動画を視聴する際は、状況によっては必ずしも音を伴って視聴できない場合が存在する。従来、このような状況下で音の情報を視覚的に補う手段としては字幕が用いられてきたが、そのほとんどが人の発した声を文字に書き起こしたものであり、声以外の一般的な音の情報に関する表現力は非常に乏しいのが現状である。本稿では、動画中に生起する音の種類を自動で判別し、擬音語（オノマトペ）を用いて可視化する手法を提案する。生成された擬音語は音の変化に合わせてアニメーションされる。これにより、動画中に含まれる一般的な音の種類およびそのダイナミクスを自然な形で可視化し、視聴者に伝えることが可能になる。

### 1 はじめに

多くの動画コンテンツにおいて、音は重要な役割を担う。人の話すセリフやナレーションなどの音声情報はそれ自体が不可欠な情報であるし、それ以外の音であっても、例えばカーチェイスのシーンでのエンジンの唸り、サッカーの試合のシーンでの人々の歓声など、様々な場面において音は視聴者の感情に影響を及ぼし、映像と合わせて一つの視聴体験を構築する。一方で、視聴者が動画を視聴する状況は様々であり、必ずしも常に音が聞き取れるとは限らない。そのような状況下では、動画本来の視聴体験が大きく損なわれることがある。

従来、このような状況下で音の情報を伝達する手段としては、字幕が使われてきた。一般的に使われている字幕は、静的なテキストをシーンの進行に合わせて画面下に表示するものであるが、1) 人手による事前の準備が必要であり、2) 人の声以外の効果音や環境音に対する表現力が低く、3) 音の生起のタイミングや変化を表現できない、などの問題点がある。特に、効果音や環境音については、単に「ガラスの割れる音」など音の状況を説明する文字列を配置するものが多く、音が本来持つ視聴体験を高める働きは失われてしまっている。

この問題を解決するため、本研究では、動画中に生起する音の種類を認識して擬音語に変換することによって可視化し、さらに音の変化に合わせて適切にアニメーションする手法を提案する。提案手法は入力された動画から音の情報を自動で認識するために人手の介入が不要である。さらに音を自然な視覚表現である擬音語に変換した上で、音の変化に合わ



図 1. 擬音語アニメーションによる動画音響の可視化例

せて適切にアニメーションすることにより、音のない状況下でも豊かな視聴体験を提供することを可能にする。

### 2 関連研究

音の種類を識別するための研究は従来より多くなされてきた [2] これに対し、石原ら [1] は擬音語の表現力に着目し、環境音を直接擬音語に変換する手法を提案している。山本ら [3] は、環境音を直接擬音語に変換し、音の大きさや質に応じた適切なフォントを用いて可視化する手法を提案している。一方で山本らの提案手法は極めて限定された実験環境を対象としており、単発の短音のみを対象とし、一度生成された擬音語表示は音の変化に対して静的であるなど、実在の動画に対して適用し得るものではない。

### 3 システム設計

本研究で実装したシステムは、自動車のレース動画を対象とし、動画中のエンジン音、およびドリフトやブレーキの際に発生するスキール音の 2 種類の音を自動認識して擬音語アニメーションを付与するものである。生成する擬音語の種類およびアニメー

Copyright is held by the author(s).

\* Houshu Oh and Takeo Igarashi, 東京大学大学院 情報理工学系研究科 コンピュータ科学専攻, Kunio Kashino and Hidehisa Nagano, NTT コミュニケーション科学基礎研究所.

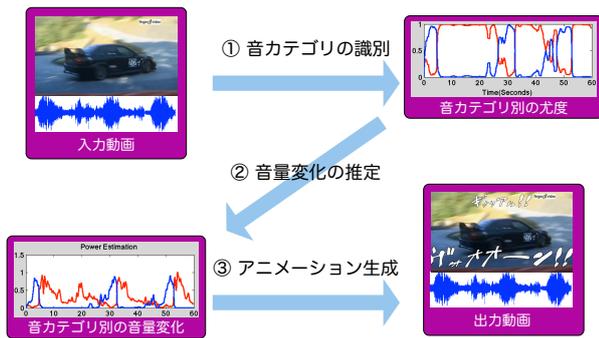


図 2. アルゴリズムの概要

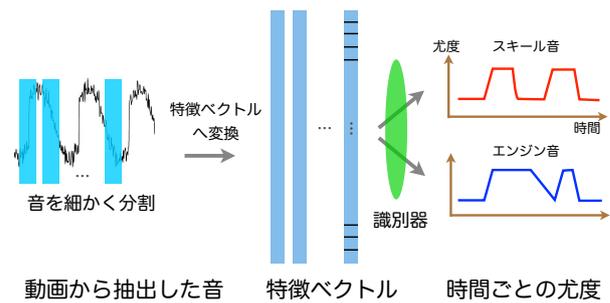


図 3. 音カテゴリーの識別方法

ションのデザインは、考える最もシンプルな形として、1) 基本的な音の種類(エンジン音またはスキール音)に応じてあらかじめ用意された擬音語画像を、2) 映像の固定位置に表示し、3) 音の大きさに合わせた拡大および縮小アニメーションを行うものとする。

#### 4 アルゴリズム

提案するアルゴリズムは、音付きの動画を入力とし、擬音語アニメーションが付与された動画を生産するものである。アルゴリズムは大きく分けて、1) 音カテゴリーの識別、2) 音量変化の推定、3) 擬音語アニメーションの生成、の3つのステップをたどる(図2)。

アルゴリズムはまず、入力された動画の音の種類を識別する。この際に用いる識別器は、ラベル付きの音データを用いてSVMで機械学習を行うことで事前に構築しておく。構築する識別器は、0.75秒の音の断片から生成された特徴ベクトルを入力とし、その音の断片がどの音カテゴリーに属するかの尤度を計算するものである。入力された動画の音データを時間方向に細かく分割し、各断片を特徴ベクトルに変換して、構築した識別器に入力として与えることにより、動画の時系列に沿って音のカテゴリー別の尤度が計算される(図3)。

アルゴリズムは次に、音のカテゴリー別に音量変化を推定する。推定は、前のステップで計算された音カテゴリー別の尤度に、元の音の音量を掛け合わせることによって行われる。

アルゴリズムは最後に、推定されたカテゴリー別の音量変化をもとに擬音語アニメーションを生成する。アルゴリズムは入力動画を1フレームずつ見ていき、それぞれのフレームに対応する音のカテゴリー別音量を前ステップの結果から得る。次に、音量が一定の値以上を超えた音のカテゴリーについて、擬音語画像を生成する。現実装では、システムが予め音の種類の数だけ準備した擬音語画像をそのまま用いる。最後に、生成した擬音語を対応する音カテゴリーの音量の大きさに合わせて拡大・縮小し、映像に埋め込む。

#### 5 議論と今後の課題

環境音から擬音語を生成する研究は以前よりなされてきたが、その多くは入力となる音を日本語に直接変換することを目的としている[1]。このような手法は擬音語表現が豊富な日本語に対しては有効であるが、一方で他の言語に適用しにくいというスケラビリティの問題や、音の混合に弱いという問題を抱えている。本稿で提案した手法は音を言葉に直接変換するのではなく、音の「種類」を認識し、対応する擬音語に変換するという手法を採用している。これにより、言語的な表現力を多少犠牲にしつつも、多言語拡張へのスケラビリティと音の混合に対する一定のロバスト性を確保している。

今後の課題としては、音源物体の位置に合わせた擬音語の適切な配置がある。これは、一般物体認識の手法やSaliency解析などを用いて行うことが考えられる。音の変化をより自然に捉えたアニメーションの生成も課題である。例えば、音量の起伏を複数の立ち上がりと減衰に分割することで、同一カテゴリーの音についても複数の音がかぶさりあって生起している様子を捉えることが可能になると考えられる。さらにはアニメーションの要素として、拡大・縮小だけではなく、ゆるやかな減衰部分についてはゆっくりフェードアウトさせるなどといったより自然なアニメーションも実現できるようになると考えられる。

#### 参考文献

- [1] K. Ishihara, T. Nakatani, T. Ogata, and H. G. Okuno. Automatic Sound-Imitation Word Recognition from Environmental Sounds focusing on Ambiguity Problem in Determining Phonemes. *PRICAI 2004: Trends in Artificial Intelligence. Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 3157:909–918, 2004.
- [2] D. Li, I. K. Sethi, N. Dimitrova, and T. McGee. Classification of general audio data for content-based retrieval. *Pattern Recognition Letters*, 22(5):533–544, 2001.
- [3] 山本貴史, 松原正樹, 斎藤博昭. 擬音語と書体表現を用いた環境音の可視化. *芸術科学会論文誌*, 11(1):1–11, 2012.

## ダンスパフォーマンスにおける 2軸動作可能な電動カーテンを用いた隊形練習支援

土田 修平 寺田 努 塚本 昌彦\*

**概要.** 近年, ダンススタジオの増加やキッズダンスの流行など, ダンスパフォーマンスによる身体表現能力やリズム感の向上に注目が集まっている. ダンスの初心者でも大人数でダンスパフォーマンスを披露する機会が増えているが, 複数人でのダンスパフォーマンスでは音楽と振り付けが上手くリンクしているものであっても, 隊形が崩れているとダンスパフォーマンスとしての質が大幅に低下してしまう. そのためダンスパフォーマンスにおいて, 隊形の練習は振り付けの習得と同様に重要な要素となっている. 隊形を上手く魅せるためには, バラつきなく人との間隔を保つことと, 同じタイミングで動くことを意識しなければならない. しかし練習の際に一人でもダンサーが欠ければ, 隊形の適当な間隔を掴むことが困難となる. そこで先行研究 [1] において, 隊形練習における一部のダンサーが欠けてもスムーズに練習を行うための自走型スクリーンを用いたダンス練習支援システムを提案した. しかし, 自走型スクリーンは不規則な移動による過剰な存在感, スクリーンとの衝突の恐れなどの要因により人の移動を必要以上に制限したため, 人と踊る際の位置の再現性が低かった. そこで本研究では, 衝突の恐れが少なくよりスクリーンを正確に移動させるために, スクリーンの素材が柔らかくても良く, 移動方向がずれないカーテンレールに着目し, 映像が投影された2軸動作可能な電動カーテンと踊る手法を提案する.

### 1 はじめに

ダンスパフォーマンスを上手く魅せるためには, バラつきなく人との間隔を保つことと, 次の隊形へスムーズに移行することを意識しなければならない. しかし練習の際に一人でもダンサーが欠ければ, 隊形の適当な間隔をとることが困難となる. これまでにダンスパフォーマンスを支援する様々な研究が行われている. モーションキャプチャ技術を用いた手法 [2] や慣性センサを用いた手法など振り付けの習得を支援するものが挙げられる. これまでにダンスパフォーマンスを支援する様々な研究が行われている. モーションキャプチャ技術を用いた手法や慣性センサを用いた手法 [3] など振り付けの習得を支援するものが挙げられる. しかし, 隊形練習に着目した研究は行われていない. そこで先行研究 [1] では, 隊形練習における一部のダンサーが欠けてもスムーズに練習を行うための自走型スクリーンを用いたダンス練習支援システムを提案した. しかし, 自走型スクリーンは不規則な移動による過剰な存在感, スクリーンとの衝突の恐れなどの要因により人の移動を必要以上に制限したため, 人と踊る際の位置の再現性が低かった. そこで本研究では, 衝突の恐れが少なくよりスクリーンを正確に移動させるために, スクリーンの素材が柔らかくても良く, 移動方向が

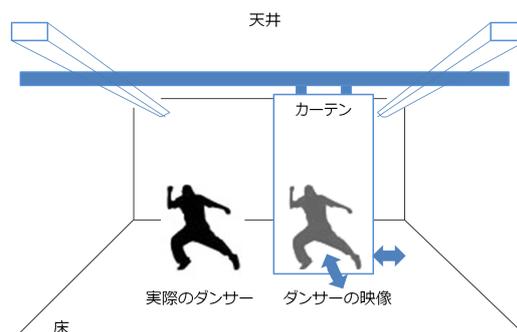


図 1. 2軸動作可能な電動カーテンの配置, 移動方向

表 1. 自走型スクリーンとの違い

	利点	欠点
2軸移動可能な電動カーテン	制御が簡単 高速移動可能	大仕掛け 複数人での利用は難しい

ずれないカーテンレールに着目し, 映像が投影された2軸動作可能な電動カーテンと踊る手法を提案する. 以降, 2章では2軸動作可能な電動カーテンの設計について述べ, 3章で実装について述べ, 最後に4章でまとめを行う.

### 2 2軸動作可能な電動カーテンの設計

2軸動作可能な電動カーテンの配置, 移動方向について図1に示す. 2本のカーテンレールを平行

Copyright is held by the author(s).

\* Shuhei Tsuchida and Masahiko Tsukamoto, 神戸大学大学院工学研究科, Tsutomu Terada, 神戸大学大学院工学研究科 / 科学技術振興機構さきがけ

表 2. 被験者 3 人の距離差の平均値 (mm)

実験番号	1人で踊る	自走ロボットと踊る	プロジェクタ映像と踊る	自走型スクリーンと踊る	カーテンと踊る
平行移動	56	150	83	204	150
接近移動	74	90	188	109	63

に天井に取り付け、それらに対し垂直に新たに1本のカーテンレールを先程の2本のカーテンレールで吊るしている。これによりカーテンを2軸に移動させることができる。自走型スクリーンとの違いを表1に示す。カーテンレールが固定されており移動方向がずれないため不規則な動きを抑えられること、上からスクリーンを吊るすためスクリーンを固定する枠を必要とせず衝突の際に怪我の恐れが軽減できること、また床を走る自走ロボットを必要としないためより近い距離ですれ違うような練習ができる。さらにスクリーンの重量が減ったために自走型スクリーン以上の速度を出すことができ、重量があるモータごと移動させる必要がないため高出力のものが利用でき更なる速度の上昇が期待できるなどの利点が挙げられる。しかし、自走型スクリーンと比べカーテンレールを天井等に設置するなど仕掛けが大きくなること、複数人での利用方法が限定されてしまうことなどの欠点が挙げられる。これらの理由より、複数人での利用については限定されるものの2軸動作可能な電動カーテンは自走型スクリーンの問題を解決できるだけではなく、自走型スクリーンでは利用しにくい練習もできると考えられる。また、カーテンによる影響を調べるために考えられるそれぞれの隊形練習手法において、実際にダンサーと二人で踊る際の感覚に近いかどうか評価した。結果を表2に示す。数値が小さい程二人で踊る際の移動に近いといえる。

### 3 2軸動作可能な電動カーテンの実装

実装した2軸動作可能な電動カーテンの外観を図2に示す。横方向の移動についてはナビオ社の電動カーテンレールTV24の回転部分を加工したカーテンレールを利用した。回転部分はモータとカーテンが動作する部分とのキア比が低かったために、モータの回転が直接カーテンレールを動作する部分と繋がるよう加工した。これにより人の歩行速度程度の速度で移動させることができる。前後方向については横移動に使用した電動カーテンレールの両端に垂直に2つのカーテンを取り付けることによって、電動カーテンレール自体を移動させることによって可能にしている。前後方向については現在手動での移動のみとなっており、今後横方向と同様にモータを取り付け自動化を目指す。スクリーンは風が抜けやすいようレースカーテンを使用している。



図 2. 2軸動作可能な電動カーテンの外観

## 4 おわりに

本論文では、先行研究より得られた知見から考えられる2軸動作可能な電動カーテンの利点について述べ、自走型スクリーンの実装を行った。今後システムの更なる改善を目指し、複雑で長い振りでの実験を行い、2軸動作可能な電動カーテンによる影響について調査する。また、隊形練習において提示する存在感による振りなどへの影響を細かく調査することを目指す。

## 参考文献

- [1] S. Tsuchida, et al.: A System for Practicing Formations in Dance Performance Supported by Self-Propelled Screen, *Proc. of the 4th Augmented Human International Conference (AHI '13)*, pp. 178–185 (Mar. 2013).
- [2] L. Deng, et al.: Real-Time Mocap Dance Recognition for an Interactive Dancing Game, *2011 IEEE Computer Society Conference on Computer Animation and Virtual Worlds (CASA '11)* Vol. 22, pp. 229–237 (Apr. 2011).
- [3] 林 貴宏, 尾内理紀夫: モーションキャプチャと加速度センサを用いた振りの練習支援, *電気学会論文誌 E*, Vol. 129, No. 6, pp. 173–180 (June 2009).

# モチベーションの維持を考慮したピアノ学習支援システム

福家 悠人    竹川 佳成    柳 英克\*

**概要.** 楽器の演奏技術の向上には多大な時間や労力を必要とするため、敷居の高さに利用を断念したり、習熟効率の低さから挫折してしまう演奏者が多い。鍵盤演奏の敷居を下げるために、学習支援システムが提案されてきたが、学習者のミスに対して厳格で、打鍵ミスが続くと次に進めないためフラストレーションがたまり練習へのモチベーションが下がってしまう。そこで、本研究では、モチベーションの維持を考慮したピアノ学習支援システムの構築をめざす。

## 1 はじめに

ピアノ演奏では、譜読み、指示されている鍵への正確な打鍵、適切な運指(指使い)、リズム感覚、打鍵の強弱、テンポなど、さまざまな技術が求められ、それらの修得には長期間の基礎的な練習を必要とする。ピアノ演奏には多大な時間と労力を必要とするため、敷居の高さに利用を断念したり、習熟効率の低さから挫折してしまう演奏者が後を絶たない。従来システムでは学習者がミスをしないように細心の注意を払わなければならない、打鍵ミスが重なると次の音符に進めない状態が続くフラストレーションがたまり学習者のモチベーション(熟達に向けて練習を続けたいと思う気持ち)が下がってしまう。

そこで、本研究ではモチベーションの維持を考慮したピアノ学習支援システムの構築をめざす。

## 2 関連研究

これまでピアノ学習の支援につながる試みはいくつか行われている。ビデオや音声による模範演奏の提示する、Piano Tutor[2]や打鍵すべき鍵、運指、手本映像を表示するキーボードやソフトウェア[1, 3]がある。これらはいずれも打鍵情報から演奏を評価し学習目的に必要な情報を提示しているが、本研究で提案するミスの許容度は考慮されていない。

演奏の敷居を下げる試みとして竹内らのTwo Finger Piano[4]は、どの鍵を弾いても常に正しい音が出力される。これは、本研究で提案するミス許容度をすでに導入している事例であり、あたかも演奏しているように見せることができる。しかし、本研究のように段階的にミス許容度を変化させ演奏を学習するといった学習は考慮していない。

## 3 設計

1章で述べたように、本研究ではピアノ初心者を対象としており、五線譜やシステムが生成する補助

情報を活用しながら学習者はある楽曲を一から練習し、できるだけモチベーションを維持しながら習熟し、最終的にシステムの補助なしで演奏できるようになることをめざす。

### 3.1 システム構成

提案する学習支援システムのシステム構成を図1に示す。演奏者の前面にディスプレイを設置し、ディスプレイに楽譜や仮想鍵盤を提示する。また、MIDI情報(打鍵位置や打鍵強度)を入力とする。ディスプレイに表示された仮想鍵盤と実際のMIDIキーボードとのサイズは一致しているため、仮想鍵盤の鍵上に提示された情報がMIDIキーボードのどの鍵と対応しているか直観的に理解できる。

### 3.2 学習方法

提案する学習方法は許容範囲内の打鍵ミスであれば、学習者が本来弾くべき位置と異なる鍵を打鍵したとしても、練習している楽曲の音高データベースから正しい音高データを取得し、ベロシティ・打鍵タイミング・離鍵タイミングを残したまま、音高のみ正しい音高に差し替えて出力する。これにより、学習者が正確に打鍵できない低い熟達度であっても、完成度の高い演奏を行えるためモチベーションを維持しながら練習に取り組める。打鍵位置がミスの許容範囲外であった場合、誤りであることを意味する効果音を出力することで学習者が誤りを認識できるようにする。なお、楽曲として単音の旋律を想定している。

学習モードの許容度が低くなるにつれ、学習者の打鍵ミスを許容する範囲が狭くなる。以下で説明する学習モードは初心者に向けて、順に許容範囲を狭くした学習モードである。

**エニーキーモード** エニーキーモードでは、学習者はどの鍵を打鍵したとしても正しい音高の音が出力されるモードである。ベロシティ、打鍵タイミング、離鍵タイミングは学習者の操作がそのまま反映

Copyright is held by the author(s).

\* 公立はこだて未来大学

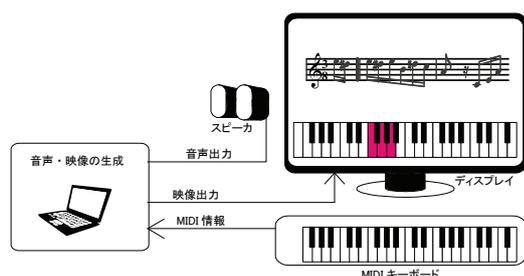


図 1. システム構成

される。すでに聞き慣れた楽曲を練習している場合、学習者はベロシティ、打鍵タイミング、離鍵タイミングを十分に理解しており、単音の旋律であるため、少しの練習で音長を制御しながら演奏できるようになる。これにより学習者は完成系をイメージでき、練習するモチベーションが向上する。ピアノ初心者が楽譜をみながら、楽譜通りの打鍵位置を正確に打鍵することが大変困難であることから、最も許容度の低いモードとして打鍵タイミングだけを意識できるエニーキーモードを提案する。

**カラーモード** カラーモードは、学習者が黒鍵の演奏に慣れるために有効なモードであり、鍵の色（黒鍵あるいは白鍵）が正しければ、システムは打鍵ミスと判定せず正しい音高を出力する。鍵盤楽器の他の楽器と異なる特徴として白鍵と黒鍵の存在がある。鍵盤をはじめ見た人でも分かる色の違いを楽譜上の記号から判断できるように慣れることを狙っている。本モードはエニーキーモードの次に許容度が低いモードとして設計している。

**ディレクションモード** ディレクションモードでは、打鍵位置の方向が正しければ、システムは打鍵ミスと判定せず正しい音高に差し替えた音を出力する。次に打鍵する鍵と、現在演奏している鍵が同じ高さの場合、同じ鍵を弾く必要がある。初心者であっても、次に弾く音が現在の音よりも相対的に高いか低いかは認識しやすいため、楽譜における音符の高さが、鍵盤上の横の位置の対応関係にあることを理解することを狙いとしてディレクションモードを提案する。

**ディレクションカラーモード** ディレクションカラーモードは、前述のディレクションモードとカラーモードを統合したモードである。次の打鍵位置の方向に加え、鍵の色が正しければシステムは打鍵ミスと判定せず正しい音高を出力する。本モードはディレクションモードとカラーモードの両方を学習した後利用されることを想定している。

**鍵幅可変モード** 鍵幅可変モードは本来打鍵すべき打鍵位置および鍵の色（白鍵か黒鍵か）を基準に指定した鍵数範囲内であれば正しい打鍵とみなし、正しい音高を出力する。例えば、許容範囲が±1であれば、本来打鍵すべき位置の両隣りまでを許容範囲とする。学習者は熟達するにつれ許容範囲を下げる。許容範囲0が、光る鍵盤 [1] と同じ難度になる。学習者が前述したモードの練習後、鍵幅可変モードで練習することを想定しており、前述したモードはいずれも、現在の打鍵位置を基準に正誤判定を行っていたが、鍵幅可変モードは、楽譜上の音符に対応する鍵を基準に正誤判定を行う。

**打鍵位置提示無モード** これは、打鍵ミスを許容せず仮想鍵盤上に打鍵位置を提示しないモードで、楽譜上に現在の打鍵位置を示す緑の実線のみを提示する。楽譜を見ながら練習する状況とほぼ同じである。

## 4 実装

3章で述べた学習支援システムのプロトタイプを実装した。PCはTOSHIBA社のdynabook CX/47Eを使用し、MIDI鍵盤としてM-AUDIO社のeKeysを使用した。PC上のソフトウェアの開発は、Windows Vista上でProcessingを用いて行った。

## 5 まとめ

本研究では、学習者のミスの許容度に注目しモチベーションの維持を考慮したピアノ学習支援システムを構築した。段階的に難度を変更し、その都度、無理なく少しの練習で高い成功体験を得られるように学習方法を設計した。

今後は、両手演奏や和音を含む場合における学習方法の拡張や、さまざまな世代を対象とした評価実験を行う予定である。

## 参考文献

- [1] CASIO：光ナビゲーションキーボード：  
[http://casio.jp/emi/key\\_lighting/](http://casio.jp/emi/key_lighting/).
- [2] R. B. Dannenberg, M. Sanchez, A. Joseph, P. Capell, R. Joseph, and R. Saul: A Computer-Based Multi-Media Tutor for Beginning Piano Students, *Journal of New Music Research*, 19 (2-3), pp. 155-173 (1990).
- [3] 竹川佳成, 寺田努, 塚本昌彦：リズム学習を考慮したピアノ演奏学習支援システムの構築, 情報処理学会インタラクシオン 2012, pp. 73-80 (2012年).
- [4] 竹内好宏, 片寄晴弘：Two Finger Pianoによる曲想の表現, 情報処理学会研究報告 (音楽情報科学), pp. 37-44 (2001年).

## Bezel Check: ベゼル上におけるダブルクロッシングジェスチャ

黒澤 敏文      志築 文太郎      田中 二郎\*

**概要.** 本稿では携帯型タッチスクリーン端末における新たなジェスチャである Bezel Check を示す。Bezel Check によりユーザは1ストロークの動作にてデータを空間的に配置する事が可能となる。Bezel Check はベゼルの開始点として画面端を通過するダブルクロッシングジェスチャであり、以下に示す利点を持つ。1) 素早い操作を行う事が出来る。2) 従来のタッチジェスチャと共存出来る。3) データを空間的に配置出来る。我々は Bezel Check によりテキストのコピーや Web ページのブックマークを行い、コピーされたデータを素早く使用出来るシステムデーモンを作成した。

### 1 はじめに

スマートフォンやタブレット端末等の携帯型タッチスクリーン端末はタッチやスワイプ等のシンプルなジェスチャの組合せにより用いられている。しかしながら、コピーやペースト等、頻繁に用いられるコマンドには操作に多くの時間を要するものがある。例えば、Windows 8 タブレット上においてユーザがテキストをコピーするためには、テキストを選択し、ロングタップによりポップアップメニューを表示し、メニューから「コピー」を選ぶ必要がある。

本稿では、携帯型タッチスクリーン端末において1ストロークの動作にて素早くデータを空間的に配置する事が可能となるジェスチャである Bezel Check を示す。Bezel Check はピンチやスワイプ等の従来のタッチジェスチャと競合せず、これらと共存する事が出来る。

### 2 関連研究

本手法にて用いられるジェスチャと同様にベゼルの開始点とするジェスチャが多く研究されてきた [2, 3, 5, 4]。Bragdon らは、ベゼルの開始点とするジェスチャはモバイル環境において最も速いジェスチャであり、ユーザに最も好まれる事を示した [1]。Roth らは、ベゼルからのスワイプにより従来のマルチタッチジェスチャと競合せずに操作出来る手法 Bezel Swipe を提案した [4]。我々は、ベゼルの開始点としてのみならず終了点としても用いる事により、物理的空間へデータの配置を行う事を可能にした。

### 3 Bezel Check

Bezel Check は携帯型タッチスクリーン端末のベゼル上におけるダブルクロッシングジェスチャであ

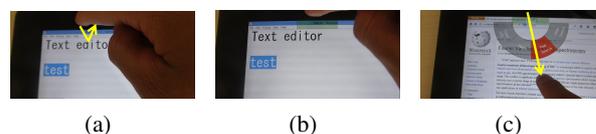


図 1. a) Bezel Check の実行 b) 仮想クリップボード (上部の矩形) の表示 c) ベゼルからのシングルクロッシングにより表示されるマーキングメニュー

る。ユーザはまず、テキストまたはウェブページ等のオブジェクトを通常通りの方法を用いて選択する。続いて、ユーザはベゼル上にてダブルクロッシングジェスチャをする (図 1 左)。即ち、ユーザはチェックマークを描くようにタッチスクリーンのベゼルから画面内部へスワイプし、またベゼルへ指を戻す動作をする。すると、Bezel Check を行ったベゼル付近の画面端に仮想クリップボード (図 1b 上部の矩形) が作成され、選択されたオブジェクトのデータがそこに格納される。仮想クリップボードに格納されたデータを参照するには、ユーザはまずそのデータを用いるアプリケーションにフォーカスを移す。続いて、ベゼルから参照したいデータが格納されている仮想クリップボードをクロッシングするようにスワイプする。すると仮想クリップボードを中心にマーキングメニューが展開されるので、ユーザはその中から実行したいコマンドを選択し、指を離す (図 1 c)。

また、ユーザは画面端に配置された仮想クリップボードに対して、移動/他の仮想クリップボードとの統合/消去を行う事が出来る。ユーザが統合された仮想クリップボードにタッチした際、その内容がその仮想クリップボードを中心に展開される (図 2 左)。ユーザは統合された仮想クリップボード内のデータを用いたい場合、展開されたデータをベゼル部分からスワイプする事により選択し、表示されたマーキングメニューからコマンドを選択し、指を離す (図 2 右)。これにより、ユーザは容易に仮想クリップ

Copyright is held by the author(s).

\* Toshifumi Kurosawa, 筑波大学大学院 システム情報工学研究科, Buntarou Shizuki and Jiro Tanaka, 筑波大学 システム情報系

ボードの位置関係の変更や、データのグルーピングを行う事が可能となる。

### 3.1 利点

Bezel Check はベゼルからのダブルクロッシング動作のみにより用いる事が出来るため、次に挙げる利点を持つ。

1. 素早い操作: Bezel Check は1ストロークにて操作できるため、ユーザはコピー等の動作を通常の方法よりも素早く行う事が可能となる。
2. 従来のマルチタッチジェスチャとの共存: ベゼルからのスワイプ動作には、ピンチや通常のスワイプ等の従来のタッチジェスチャと競合せず、これらと共存出来るという利点を持つ [4]。
3. 空間的なデータ配置: ユーザは画面端の任意の位置にデータを配置する事が出来る。そのため、ユーザはデータをタッチスクリーンの四辺に分類して配置する事が出来る。また、データは画面端に表示されるので画面の表示領域をあまり減少させない。



図 2. (左) ベゼルからのスワイプによる、複数データが格納された仮想クリップボードの展開 (右) コマンドの選択

### 3.2 アプリケーション

我々は携帯型タッチスクリーン端末において Bezel Check を提供するシステムデーモンを開発した。本手法により展開されるマーキングメニューに表示されるコマンドは、端末上においてアクティブになっているアプリケーションに依存して決定される。今回の実装では、テキストエディタ・Web ブラウザ・PDF ビューアの 3 種類のアプリケーションを対象にした。表 1 にそれぞれのアプリケーションがアクティブである場合に展開されるマーキングメニューの内容を示す。

## 4 実装

我々は 3.2 節にて述べたシステムデーモンを Windows 8 タブレット上に C#.NET を用いて実装した。ベゼル上におけるダブルクロッシングジェスチャを検出するために、我々は画面端にタッチ検出を行う半透明ウィンドウを配置した。このシステムデーモンは、常にアクティブアプリケーションを監視する。

表 1. 各アプリケーションがアクティブである場合に展開されるマーキングメニューの内容

アプリケーション	マーキングメニューの内容
テキストエディタ	ペースト/テキスト検索
Web ブラウザ	ペースト/テキスト検索 URL を開く/Web 検索
PDF ビューア	テキスト検索

アクティブアプリケーションと仮想クリップボードとの間においてデータを送受信するために、システムデーモンはキーイベントを送り、OS から提供されるクリップボードを中継地点として使用する。例えば、ユーザがテキストエディタをアクティブにし Bezel Check を実行すると、システムデーモンは選択されたテキストを OS から提供されるクリップボードにコピーするために Ctrl+C のキーイベントを送る。その後、システムデーモンは OS から提供されるクリップボードから Windows API を用いてコピーされたテキストを取得する。また、ベゼル部分に保持されたテキストをエディタ上にペーストする際には、システムデーモンは Windows API を用いてそのテキストを OS から提供されるクリップボードにコピーし、その後 Ctrl+V キーイベントを送る。

## 5 まとめと今後の予定

本稿では、携帯型タッチスクリーン端末において 1 ストロークの動作にて素早くデータを空間的に配置する事が可能となるジェスチャである Bezel Check を示した。Bezel Check はピンチやスワイプ等の従来のタッチジェスチャと競合せず、これらと共存する事が出来る。

今後は、画像や一般ファイル等のテキスト以外のデータへの対応と、操作速度やエラー率等の定量的評価、また使用感等の定性的評価を行う。

### 参考文献

- [1] A. Bragdon, E. Nelson, Y. Li, and K. Hinckley. Experimental analysis of touch-screen gesture designs in mobile environments. CHI '11, pp. 403–412.
- [2] K. Hinckley, J. Pierce, M. Sinclair, and E. Horvitz. Sensing techniques for mobile interaction. UIST '00, pp. 91–100.
- [3] S. Kim, J. Yu, and G. Lee. Interaction techniques for unreachable objects on the touchscreen. OzCHI '12, pp. 295–298.
- [4] V. Roth and T. Turner. Bezel swipe: conflict-free scrolling and multiple selection on mobile touch screen devices. CHI '09, pp. 1523–1526.
- [5] M. Serrano, E. Lecolinet, and Y. Guiard. Bezel-Tap gestures: quick activation of commands from sleep mode on tablets. CHI '13, pp. 3027–3036.

# スマートフォンと MAD-SS を用いた長距離センサーノードの開発

内田 泰広 瀬川 典久 澤本 潤 杉野 栄二 矢澤 正人 後閑 政昭\*

**概要.** センサネットワークで広域なネットワークを構築するには、一般的に利用されているセンサでは通信距離が短いため多くのセンサノードの設置が必要となり長距離通信可能なノードが必要である。また、山間部でのセンサネットワークインフラの構築では、周囲の環境に強く、電源が大容量バッテリーを持つノードが必要不可欠となる。本研究では広域なセンサネットワークを構築することを目的とし、数理設計研究所が開発した長距離通信可能なスペクトラム拡散通信技術を耐久性のあるスマートフォンを組み込み機として実装を行った。

## 1 はじめに

センサネットワークの研究が進化するにあたって、屋内などの限られたエリアから、屋外たとえば里山などの広域なエリアでのセンサネットワークの活用が考えられてきている。センサネットワークで屋外、広範囲での情報取得の需要として、線路の落石情報や、動物の行動パターンを監視したいというものがある。一般的なセンサネットワークを里山などで利用する場合、通信距離が100m、長くても1km程度であり、多くのセンサノードが必要となる。また、地形の影響により通信距離が短くなるという問題点があげられる [1]。

里山でのセンサノードの設置は電源の確保が困難であったり、金銭的成本や時間が多くかかってしまう。これより里山では少ないセンサノード数で、広範囲な情報を取得できることが理想である [2]。

本研究では数理設計研究所が開発した MAD-SS を活用し、長距離通信可能なセンサノードを開発することを提案する。過去に MAD-SS は、DSP を用いた実装、ARM Cortex-M4F での実装が行われてきた。受信側では計算能力が求められるため、PC、ARM マイコンで行われる。今後、さらなる広範囲での情報取得のため、地形の影響を受けない高い高度に一時的に簡易な気球などに乗せる時、耐久性のあるセンサノードが必要となる。そこで、スマートフォンを利用した長距離通信可能なセンサノードの提案を行う。

## 2 MAD-SS

### 2.1 MAD-SS の特徴

MAD-SS は、数理設計研究所が開発した「スペクトラム拡散通信の高速同期法」による長距離通信可能な技術である。送信方法は一般的なスペクトラム拡散通信の一つである直接拡散方式であり、受信側で高速で受信するために特殊な方法を用いている。

通信速度は (10bit/sec) であるが、超低出力で長距離通信可能である。微弱電波を使用しているため、免許不要で運用することができる。通信速度は低速であるがセンサネットワークで扱う情報量は潮位や温度、湿度などで問題にはならない。

免許不要時の超低出力 (50nW) で MAD-SS を用いた場合の通信距離と、免許を受けた場合に運用できる MAD-SS の通信距離を表 1、表 2 に示す。里山で十分な電波の受信を行えるために高度でも動作可能なスマートフォンに MAD-SS を実装することを試みている [3]。

表 1. MAD-SS を用いた場合の通信距離 (50nW)

送信アンテナ 高さ	受信アンテナ高さ 高さ	周波数	距離
1.5m	1.5m	150MHz	0.5km
6.0m	1.5m	150MHz	1.2km

表 2. MAD-SS を用いた場合の通信距離 (10mW)

送信アンテナ 高さ	受信アンテナ高さ 高さ	周波数	距離
1.5m	1.5m	150MHz	7km
6.0m	1.5m	150MHz	14km

Copyright is held by the author(s).

\* Yasuhiro Uchida, 岩手県立大学 ソフトウェア情報学部  
ソフトウェア情報学科, Norihisa Segawa, Jun Sawamoto,  
and Eiji Sugino, 岩手県立大学, Masato Yazawa, Masaaki  
Gokan

## 2.2 MAD-SS の受信手続き

従来のスペクトラム拡散通信の受信方法であるスライド法を用いた場合、同期を確立するために時間がかかってしまう。MAD-SS では受信を高速に行えるように工夫がなされている。以下に MAD-SS の受信方法（高速同期法）の手順を示す [5]。

1. 変調符号が変化する位置（トグル点）を検出
2. 拡散コードを一周期分のトグル点をあらかじめ生成しておき、1 と相互相関させて拡散コードのズレ量を推定
3. 2. で求めたズレ量を用いて復調（逆拡散）
4. 逆拡散した搬送波を確認し、受信したスペクトラムが有効なら取得

従来のスライド法では、拡散符号をスライドさせつつ逆拡散を行う。一方、MAD-SS の高速同期法では同期位置の推定をしてから、逆拡散を行う。MAD-SS の受信アルゴリズムの一つとして高速フーリエ変換 (FFT) があり、負荷がかかる処理は DSP を用いて、省電力、小型化を目的とされた研究がされてきた。

## 3 スマートフォンを用いた長距離センサノード

### 3.1 Android NDK

Android NDK は、Android SDK と利用される開発キットである。Android アプリケーションの一部をネイティブコードで作成が可能で既存の C/C++ のコードを再利用することができる。Android NDK のライブラリを使用することで Android の Application framework を介さずに、Android の内部構成の最下層である Linux のレイヤーの機能を使えるため、Java で実行するより高速となる [4]。

### 3.2 システムについて

本システムでは、処理の高速化、既に開発された (C/C++) のソースコードの一部を用いることが可能である Android NDK を使い JNI (Java Native Interface) を利用した。Cygwin を用いることで (C/C++) のソースコードはビルドを行い共有モジュール (\*.so) を生成し、Java 側で作成したネイティブのライブラリをロードする。これにより、android アプリからネイティブコードを通常のメソッドとして利用可能である。

実装においては、電波の受信部を Java、MAD-SS

の高速同期法はネイティブコード (C/C++) を用いる。MAD-SS の中核となる高速フーリエ (FFT) はネイティブコードで行う。

## 4 まとめとの課題について

本研究では MAD-SS の受信部をスマートフォンに移植を行い、自然環境に強く、大容量バッテリーを搭載しているセンサノードの開発について提案している。今後として、里山や大気圏まで飛ぶ簡易な気球上 (図 1) などで正常に受信を行えるかを実験を行い、センサノードとしての有用性を調べる必要がある。長距離通信可能なセンサノードを開発することで里山などで必要とされる情報を幅広く取得できることを目的としている。

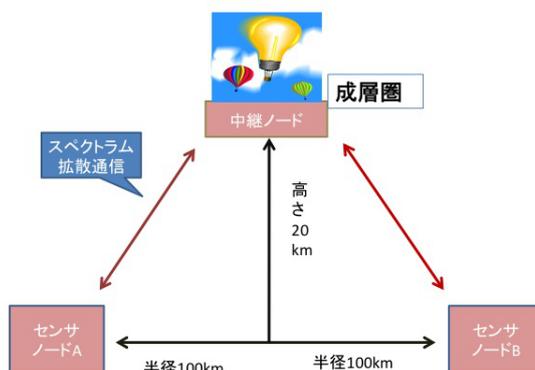


図 1. MAD-SS の受信機を気球に乗せたイメージ例

## 参考文献

- [1] 瀬川典久, 澤本潤, 松原和衛, 出口善隆, 大石明広, 山本信次, 東淳樹, 青井俊樹: 里山での活動を支援するセンサネットワーク環境構築の提案, 電子情報通信学会技術研究報告. USN, ユビキタス・センサネットワーク, pp.141-146, (2009)
- [2] 柏田師宏, 瀬川典久, 澤本潤, 玉置晴朗, 矢澤正人: MAD-SS と DSP を用いた長距離通信可能なセンサノードの開発, ソフトウェア情報学研究所修論, (2012)
- [3] 澤田直哉, 瀬川典久, 澤本潤, 杉野栄二, 玉置晴朗, 矢澤正人, 後閑政昭: Coretex-M4F と MAD-SS を使用した長距離センサノードの開発, WISS2012, (2012)
- [4] AndroidNDK. <http://developer.android.com/tools/sdk/ndk/index.html>
- [5] 数理設計研究所. <http://www.madlabo.com/ss/>.

# 暗記学習のための文節とモーラ数に基づいた替え歌自動生成システム

伊藤 悠真 寺田 努 塚本 昌彦\*

**概要.** 情報処理技術が進展し、さまざまな学習支援システムが開発されている。特に、学習者の暗記を支援するための一般的な手法としては、元の文字列を他の意味のある文字列に置き換える語呂合わせがよく用いられ、その語呂合わせを自動で生成するシステムが存在する。しかしこれらのシステムには文字数や暗記対象に制限があり、汎用的に暗記学習に使えとはいえない。一方で、暗記学習のために替え歌を用いるという手法は、語呂合わせと同様に広く知れ渡っている手法であるが、替え歌を生成する一般的な手法は筆者らの知る限り確立されておらず、学習者が暗記したい項目に対し自由に替え歌を生成することができないという問題がある。したがって本研究では暗記学習のための替え歌自動生成システムの構築を目的とする。提案手法では、学習者自身の知っている楽曲からなる楽曲データベースに対し、学習者が暗記したい項目を入力すると、楽曲データベース中のいくつかの曲の歌詞に暗記したい項目が割り当てられて替え歌として出力される。本研究では、この割り当てに楽曲のリズムと暗記項目のモーラ数を用いる手法を提案した。

## 1 はじめに

情報処理技術が進展し、さまざまな学習支援システムが開発されている。特に、学習者の暗記学習を支援するための研究例として元の単語の羅列を頭文字を繋げるなどして他の文字列に置換する語呂合わせを自動で生成するというものがある [1]。これらの研究では、4個から8個の単語に対し語呂合わせを生成しているが、多数の単語で語呂合わせを生成した場合、生成結果が不自然になるという問題がある。

一方、暗記したい項目を既存の楽曲のメロディに乗せて暗記する替え歌による手法は語呂合わせと同様に広く知れ渡っている手法であり、有用性が示されている [2]。しかし、暗記用の替え歌を生成する手法は筆者らの知る限り確立されておらず、学習者が暗記したい項目に対し自由に替え歌を作成できないという問題がある。

そこで本研究では暗記用の替え歌自動生成システムを構築する。提案手法では、替え歌の元となる楽曲データベースを保持し、学習者が暗記したい単語のリスト（以下暗記リストとよぶ）を入力すると、楽曲データベース中のいくつかの曲の歌詞に暗記リストが割り当てられて出力される。本研究では、歌詞の文節と歌詞のリズムに着目し割り当ておよび割り当て時の変更度合いを決定している。

## 2 設計

図1に提案システムの処理の流れを示す。まず、図1に示すようにシステムは楽曲が登録された楽曲

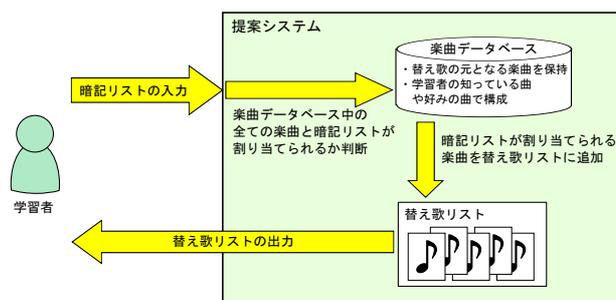


図 1. 提案システムの処理の流れ

データベースを保持しており、データベース中の楽曲から替え歌が作られる。文献 [2] より、既に記憶している楽曲に対し替え歌を生成することが重要であるため、本研究では楽曲データベースはユーザ個人が記憶している楽曲や好きな楽曲で構成されている。学習者が暗記リストをシステムに入力すると、システムはデータベース中の各楽曲と暗記リストで音符数などの条件を元に替え歌が生成可能かどうかを判断する。生成可能であれば替え歌リストに生成結果を追加し替え歌として出力する。さらに、文献 [2] より、生成された替え歌が既に記憶している楽曲という条件を満たすために、替え歌の元となる楽曲と生成された替え歌の間に大きな差異がでないように設計する必要がある。本研究では各替え歌に対し「変更度」という言葉を定義し、暗記リストを楽曲の歌詞に割り当てる際に元の楽曲をどれだけ変更したかの値を定量化することで、小さいものから順に元楽曲からの変化が小さい自然な替え歌として出力する。

本研究では楽曲の歌詞の文節ごとに暗記リストの割り当てを行う。原則として、各文節に含まれる音符

Copyright is held by the author(s).

\* Yuma Ito and Masahiko Tsukamoto, 神戸大学大学院工学研究科, Tsutomu Terada, 神戸大学大学院工学研究科 / 科学技術振興機構さきがけ

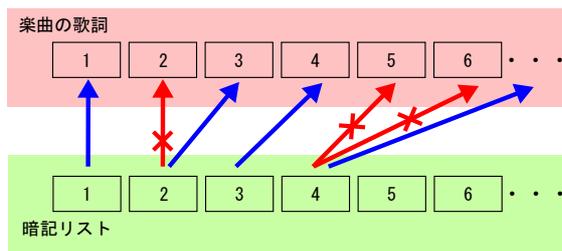


図 2. 暗記リストの割当て例

列に対し暗記リストの1項目のモーラを均等に割り当て、音符数とモーラ数の差によって変更度を定義する。ここで、モーラとは日本語の拍と呼ばれるもので、通常1対の子音と母音から成る。例として「チョコレート」をモーラで分けると「チョコ、レ、ー、ト」となり、モーラ数は5となる。また、音符数が足りない場合、音符列中で最長の音符を分割することで音符数を増やす。音符を分割する場合、16分音符より短い音符では割り当てられたモーラが聞き取りにくくなるので、これ以上は分割しないとする。よって全ての音符が16分音符になっても割り当てる音符が足りない場合を「割当て不可能」とし、それ以外を「割当て可能」とする。

次に、楽曲全体での文節および暗記リストの割り当て方を図2を用いて説明する。図2上部の矩形は楽曲の歌詞の文節を表し、下部の矩形は暗記リストの各項目を表す。さらに、青色矢印は暗記項目がその矢印の指す文節に対し割当て可能であることを表し、赤色矢印は割当て不可能であることを表す。

図2に示すように、提案システムは楽曲の歌詞の最初の文節から順に暗記リストの各項目が割当て可能かどうかを判断する。割当て可能の場合は、次の文節および次の暗記リストで割当て可能かを判断し、割当て不可能の場合は、次の文節で割当て可能かどうかを判断する。このようにして、最後の文節もしくは最後の暗記リストでの割当て可能かどうかを判断されるまで処理を続け、最終的にこの楽曲を替え歌リストに加えるかどうかを以下のように判断する。

- 暗記リストが全て歌詞の文節に割り当てられた場合  
割当てられなかった文節は、それらの全ての音符に対し「ラ」を割り当てることとし、この楽曲を替え歌リストに追加する。このとき、楽曲全体の変更度を文節ごとでの変更度の総和で定義する。
- 暗記リストが全て歌詞の文節に割り当てられなかった場合  
この場合はこの暗記リストと楽曲では替え歌は生成できないとし、現在の曲を替え歌リストには追加しない。



図 3. プロトタイプシステムの概観

### 3 実装

2章で述べた替え歌自動生成システムのプロトタイプを実装した。図3にプロトタイプシステムの概観を示す。図3に示すウインドウでは指定した暗記リストがどのように楽曲の歌詞に割り当てられているかを見ることができる。さらに、上部のコンボボックスには替え歌リストが格納されており、この選択を切り替えることで、ユーザはどの楽曲での替え歌を暗記に用いるか選ぶことができる。また、左上のExport ボタンにより musicXML 形式のファイルを出力することができ、このファイルを楽譜作成ソフトや歌声合成ソフトウェアに入力することで生成結果を楽譜や音声に変換できる。

### 4 まとめ

本研究では暗記学習のための替え歌自動生成システムの設計と実装を行った。提案システムは楽曲中の歌詞の文節ごとに、歌詞のリズムと暗記リストのモーラ数を考慮して暗記項目を割り当てることで、替え歌生成を行っている。

今後の課題としては、暗記リストを替え歌の有無それぞれで実際に被験者に暗記させ、暗記学習に対して提案手法が有効であるかの評価実験が考えられる。また、モーラ数や文節の音符数によっては複数の文節にまたがって単語を割り当てる手法も検討する必要がある。

### 参考文献

- [1] 岡安優弥ほか: 品詞による文評価を用いた日本語語呂自動生成手法, 情報処理学会創立 50 周年記念 (第 72 回) 全国大会, pp. 511 – 512 (2010).
- [2] R. Hale-Evans: Mind Performance Hacks: Tips & Tools for Overclocking Your Brain, O'Reilly Media (2006). (夏目 大訳: MIND パフォーマンス HACKS-脳と心のユーザーマニュアル, 株式会社オライリー・ジャパン (2007)).

## 軟らかくてよく弾むセンサ内蔵ボールの開発

佐藤 俊樹\*

**概要.** 本研究では、ドッジボール等の球技の拡張に用いることが可能な軟らかくてよく弾むセンサ内蔵ボールを提案する。ボールはボール外皮、内皮、センサユニット、センサコア及び固定用バルーンから成り、各種センサが格納されたセンサコアは、コア上に埋め込まれた固定用バルーンによりボール中心に柔らかく固定される。これにより、ボールの軟らかさと弾力性を維持しつつ、落下時の衝撃や外からの加重に対して高い耐久性を持つセンサ内蔵ボールを実現することが可能になる。本論文ではこれらの機構と実際に開発したプロトタイプについて述べ、現時点の課題と今後の展望について述べる。

### 1 はじめに

近年デジタル技術を用いたスポーツ拡張に注目が集まっている。従来のスポーツに各種センサや無線技術を組み合わせることで既存スポーツのルール拡張や全く新しいスポーツやエクササイズ、身体的要素を用いたゲームの創造が活発に行われるようになってきた。スポーツ拡張技術の中でも、特にボールの拡張はこれまで最も活発に行われてきており、企業の製品やコンセプトモデルを含め様々なセンサ内蔵ボールが存在する [1][3]。

実際にスポーツやエクササイズ、遊戯で実用可能なセンサボールを開発するためにはいくつかの技術的課題がある。まず、内蔵するセンサやマイコン等がボールに加わる強い衝撃で壊れないようにする必要がある。次に、センサ等を内蔵することでボールが必要以上に重くなったり、弾まなくなったりすることも避けなければならない。また、内蔵するデバイスによる重心の偏りや、形状の変形も抑えなければならない。そこで本研究では、これらの問題を考慮した新しいセンサ内蔵ボールを提案する。

#### 1.1 提案と実装

本研究では図1のようなバルーン機構を用いたセンサ内蔵ボールを開発した。この機構の大きな特徴は、固定機構が軽量であること、衝撃や加重に対する耐久性が高いことである。さらにボール内の空気による弾力性を損なわず、安価に実現可能であることも挙げられる。以下では、実際に開発したプロトタイプシステムについて述べながら本機構の詳細を説明し、最後に今後の展望について述べる。

#### 1.2 ハードウェア

提案するボールは、ボール外皮、ボール内皮、センサコア、コア固定用バルーン、及びセンサユニッ

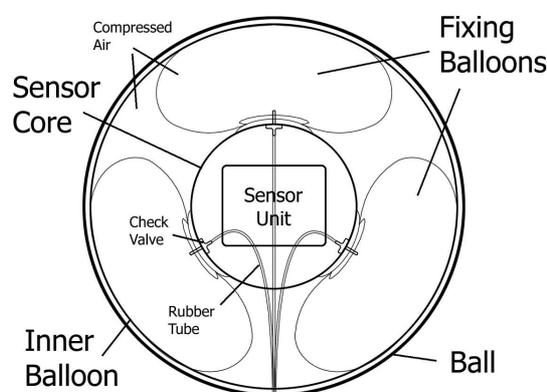


図1. ボール内機構

トから成る。センサユニットが格納されるセンサコアには、4つの固定用バルーンユニットが固定されている(図2(右))。バルーンユニットはコア上に均等に分散配置されており、これらに均等に圧縮空気を送り込むことで膨らまし、ボール中心にコアを固定する。これと同時に、一般的な空気式ボールと同様に、コアを包むボールの内皮にも空気を送り込みボール全体を膨らませる。

開発したプロトタイプボールを図2(左)に示す。今回のプロトタイプ実装においては、外皮として7インチの無色透明ゴムボール、内皮として16インチの風船、コア固定用バルーンとして9インチの風船を用いた。また、センサコアは3Dプリンタを用いてABS樹脂製で作成した。固定用バルーンに空気を入れるためには、それぞれのバルーンに接続した逆支弁付きのチューブを用いた。このチューブは、コア内部を通り内皮用バルーンの口に集中させ、内皮用バルーンと同時に空気を送り込めるようにした。プロトタイプシステムでは入手製、加工性を考慮し市販の風船を用いたが、ボールのバウンド、壁への投げつけ等による衝撃を加えても割れることは無く、

内蔵しているセンサが壊れることもなかった。また弾み方も一般的なゴムボールとほぼ同等であった。外皮にはコアを収納する際の切れ込みを入れる必要があったが、内皮さえ閉じられていれば、ビニールテープ等での簡単な切れ込みの補強のみで投げて遊ぶだけの十分な強度が得られた。



図 2. プロトタイプボール (左) 及びコア (右)

### 1.3 内蔵センサユニット

これらの詳細な構成を図 1 に示す。次に、ボールに内蔵するセンサユニットの開発を行った。センサユニットはマイクロコントローラ、無線モジュール、センサ及びバッテリーから構成される (図 3)。今回の実装では、マイクロコントローラ及び無線モジュールにケイツー電子製 WCU-C2543  $\mu$  を用いた。またセンサは加速度センサ (ADXL345)、ジャイロセンサ (ITG3200) に加え、圧力センサ (MPL115A2) も内蔵した。提案ボールはセンサが完全に密閉されているため、圧力センサを搭載することでボール内の空気圧の変化を測定可能である。これにより加速度センサでは計測が困難なボールに加わる強い衝撃を検出したり、ボールを「触る」・「握る」等のボールに外力を加える要素を持つプレイヤーの身体動作を検出することも可能になるとと思われる。これらのボール内センサを用いた検出技術の開発については引き続き行っていく予定である。

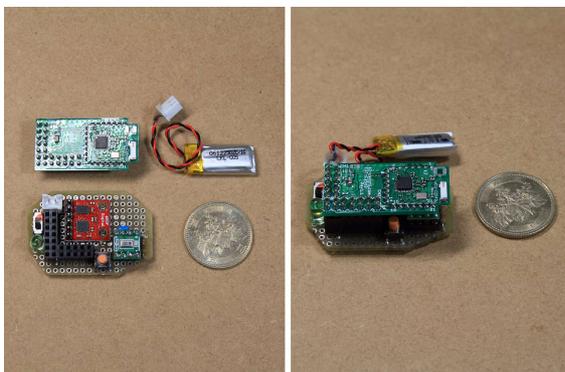


図 3. センサユニット (右) とその構成 (左)

## 2 課題と展望

現時点の課題としては、衝撃によりコアが中心から若干ずれてしまう問題がある。そこでコアと固定用バルーンをより強く固定できるような固定方法を開発したいと考えている。次に、コアをボール中心に固定するためには、固定用バルーンの大きさを均一にする必要があり、また固定用バルーンの空気圧が高過ぎるとボールが変形してしまう。しかし現在は固定用バルーンに逆止弁を装着しているため空気の調節が困難であるという問題がある。そこでバルーンの空気圧調節を容易にするためのバルブ機構の開発も行いたいと考えている。またバルーンの形状や素材についても実験、調査を行い、より適したものに改良していきたいと考えている。

今後の展望としては、実際に実用し改良及び性能の評価を行うと同時に、ボールを用いたスポーツ格闘技術についても開発を行いたいと考えている。

## 3 関連研究

センサ内蔵ボール研究の代表的なものとして、児玉らの跳ね星がある [2]。跳ね星はセンサ類を透明ゴムで覆うことで保護しているが、ゴム層が厚くなるとボール自体が重くなるという欠点がある。次に、センサ内蔵のトレーニング用バスケットボール 94Fifty [3] が開発されている。94Fifty では、センサモジュールは非常に小型でありバルブ部分に装着されているが、加速度センサ等がボール回転時に発生する遠心力の影響を受けるため、センサはボール中心に位置した方が理想的と考える。また、Adidas の Smart Ball [1] のように柔軟性のある紐 (タイ) 状構造物を用いた固定方法も存在する。本研究で用いているコア装着式バルーンを用いた手法は、ボールの中心にセンサを固定するより安価で容易な手法であり、ボール内蔵センサ開発のためのプロトタイプにも適していると考えている。最も手軽な手法として発砲ウレタン製ボールを切り開いてセンサを内蔵する手法もあるが、空気式のボールと比較して弾力性に劣り、重さや手触りも独特であるという問題がある。

## 参考文献

- [1] adidas. adidas Smart Ball, May 2013.
- [2] O. Izuta, J. Nakamura, T. Sato, S. Kodama, H. Koike, K. Fukuchi, K. Shibasaki, and H. Mamiya. Digital sports using the "Bouncing Star" rubber ball comprising IR and full-color LEDs and an acceleration sensor. In *ACM SIGGRAPH 2008 new tech demos, SIGGRAPH '08*, pp. 13:1–13:1, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [3] I. S. Technologies. 94Fifty Basketball, March 2013.

# Overview Scrollbar: ページ全体を概観として表示するスクロールバー

溝口 晃 坂本 大介 五十嵐 健夫\*

**概要.** 画面に収まり切らない縦長のドキュメントを表示する際、多くのアプリケーションは画面の端にスクロールバーを表示する。しかし、現在使用されているスクロールバーの殆どは古典的なものであり、改善の余地が多分に存在する。本研究ではひとつの改善策として、スクロールバー上にページ全体の概観を表示する手法、Overview Scrollbar を提案する。このような手法を取った時、縦長のページを閲覧する場合に概観をどのように縮小して表示するのが問題となってくる。なぜなら縦長ドキュメントのアスペクト比を維持しつつ概観を表示しようとする、その横幅が非常に細くなってしまふからである。我々はドキュメントの長さに関わらず概観の横幅を一定に保って可読性を維持するために、部分的に縮小率を変化させて概観を描画する手法を新たに提案し、Overview Scrollbar の性能や問題点を調査するためにユーザスタディを実施した。



図 1. ドキュメントと Overview Scrollbar

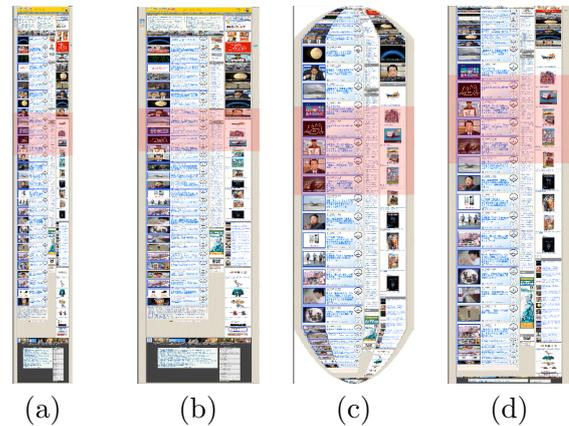


図 2. (a)Uniform Scaling (b)Vertical Compression (c)Fisheye (d)Perspective

## 1 はじめに

現在使用されているスクロールバーの多くは、ドキュメントの表示領域を狭めないようにウィンドウの端に細長く表示されるようになってきている。しかし、近年ディスプレイの解像度が上昇し、また横長のディスプレイが増えてきているため、必ずしもスクロールバーを細長く表示する必要はなくなっている。そこで我々は、ページ全体の概観を縮小して表示する幅の広いスクロールバー、Overview Scrollbar を提案してきている (図 1)[2]。

Reader's Helper[1] や Popout Prism[3] では我々の Overview Scrollbar と似たインタフェースが実装されているが、これらはドキュメントが縦長の場合にどう概観を縮小するのかという問題について深く言及していない。そこで我々は、単純な 2 種 (Uniform Scaling, Vertical Compression) に加え、新たな縮

Copyright is held by the author(s).

\* Ko Mizoguchi, Daisuke Sakamoto, and Takeo Igarashi  
東京大学大学院情報理工学系研究科

小方法を取り入れた 2 種のスクロールバー (Fish-eye, Perspective) を実装し、計 4 種の Overview Scrollbar の性能や問題点を調査するためにユーザスタディを実施した。

## 2 提案手法

我々は、概観の縮小方法別に 4 種類のスクロールバー (Uniform Scaling, Vertical Compression, Fisheye, Perspective) を設計した (図 2)。以下に、それぞれのインタフェースがどのようにドキュメントを縮小して概観を表示するか述べる。

**(a)Uniform Scaling:** ドキュメントのアスペクト比を維持して縮小する。そのため、ドキュメントが縦長の場合にスクロールバーが細くなってしまふ事がある。

**(b)Vertical Compression:** 基本的にはドキュ

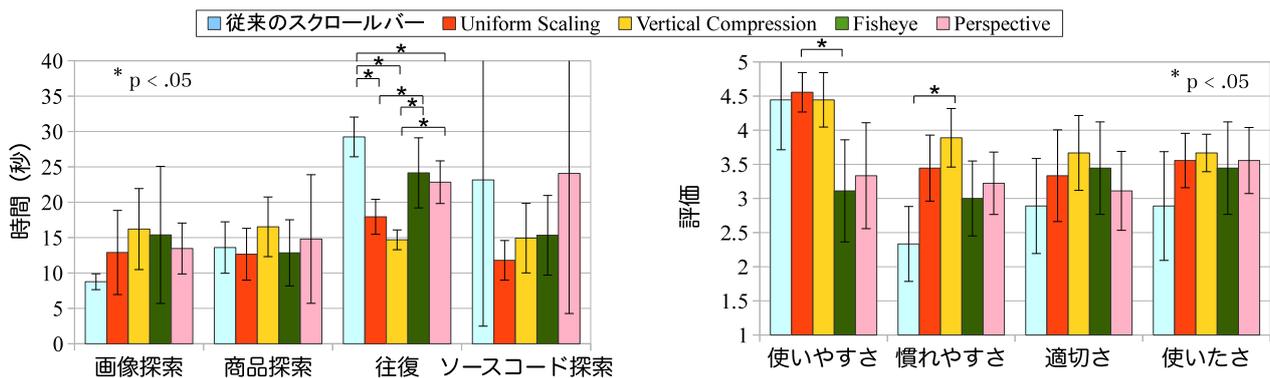


図 3. 実験結果: (左) タスクにかかった時間の平均 (右) アンケート結果の平均

メントのアスペクト比を維持するが、横幅はウィンドウの 20% に固定されており、ドキュメントが一定以上縦長の場合、縦方向にのみ縮小する。

(c) **Fisheye**: スクロールバー上に焦点領域と背景領域が存在する。焦点領域ではアスペクト比を維持して概観を比較的大きく表示する一方で、背景領域では縮小率を徐々に上げて行き、魚眼レンズのような視覚効果を出す。ユーザはスクロールバー上で右クリックすることで、焦点領域を自由に動かすことが出来る。

(d) **Perspective**: 基本的には Fisheye と同様のインタフェースとなっているが、Perspective では全体を通して横幅が一定で、ウィンドウの横幅の 20% に固定している。

### 3 ユーザスタディ

Overview Scrollbar の性能や問題点を調査するためにユーザスタディを実施した。参加者は 12 名で全員従来のスクロールバーを使用した経験があった。スタディを通して、参加者がそれぞれのタスクにかかった時間を計測した。

#### 3.1 タスク

大きなドキュメントの中から、ある対象を探してクリックするタスクを 4 種類設計した。

(1) **画像探索**: 参加者は初めに探す対象となる画像を提示され、その画像をドキュメント内から探してクリックする。

(2) **商品探索**: 参加者は初めに探す対象となる商品を指定され、その商品をドキュメント内から探してクリックする。商品は色、形などの外見上の特徴を文章によって指定される。

(3) **往復**: 参加者は大きなドキュメント上に設置された 2 つのリンクを、上下にスクロールしながら交互に合計 6 回クリックする。

(4) **ソースコード探索**: 1 つの変数がソースコード中の全ての箇所でもハイライトされており、参加者

はその中から指定された条件に合う変数を探してクリックする。

#### 3.2 アンケート

アンケートを通じて参加者の好みを収集した。使いやすさ・使い慣れやすさ・適切さ・使いたさをそれぞれ 5 段階で評価してもらい、感想・印象などの任意のコメントも収集した。

### 4 結果とまとめ

実験結果を図 3 に示す。タスクにかかった時間では往復タスクに有意な差が確認され、従来のスクロールバーが最も遅く、Vertical Compression が一番早かった。またアンケート結果では使いやすさでは Fisheye, Perspective が低く評価され、慣れやすさでは Vertical Compression が高く評価される傾向にあった。

全体を通して高性能だった Vertical Compression は既に実用的であると考えられる。Fisheye や Perspective の性能はそれほど高くなかったが、焦点領域を移動するインタフェースをユーザにとってより直感的にすることで、性能が上昇する余地は存在すると考える。

### 参考文献

- [1] J. Graham. The reader's helper: a personalized document reading environment. In *Proc. of CHI '99*, pp. 481-488. ACM, 1999.
- [2] K. Mizoguchi, D. Sakamoto, and T. Igarashi. Overview Scrollbar: A Scrollbar Showing an Entire Document as an Overview. In *Proc. of INTERACT '13*, pp. 603-610. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [3] B. Suh, A. Woodruff, R. Rosenholtz, and A. Glass. Popout prism: adding perceptual principles to overview+detail document interfaces. In *Proc. of CHI '02*, pp. 251-258. ACM, 2002.

# 行動ログの入力を支援するユーザインタフェースの設計と実装

鈴木 孝宏\* 美馬 義亮†

**概要.** 本稿では、スマートフォンを利用した行動ログの入力作業を支援するユーザインタフェースを提案し、それをを用いたプロトタイプシステムのアイデアを示す。ここで提案するユーザインタフェースは、現実世界に存在する様々な状況を一般化して二次元平面に構成したものであり、その平面をユーザがタップすることによって行動ログの入力を可能にするものである。このユーザインタフェースを用いたプロトタイプシステムでは、ユーザのタップ操作をトリガーに行動を報告するテキストを自動的に生成し、行動を適切に言語化して記録可能にする。これにより、生成されたテキストを日記に使用したり、Twitter に投稿してライフログとするなど、行動記録を目的とした文章作成・入力にかかる負担を軽減できる可能性がある。

## 1 はじめに

本稿では、スマートフォンを利用した行動ログの入力作業を支援するユーザインタフェースを提案する。ここで提案するものは、現実世界に存在する様々な状況を二次元平面に構成したものであり、それをユーザがタップすることによって行動ログの入力を可能にするものである。このユーザインタフェースを用いて実装したプロトタイプシステムでは、ユーザのタップ操作をトリガーに行動を報告するテキストを自動的に生成し、行動を適切に言語化して記録可能にする。これにより、日記の文章作成が容易になったり、Twitter に投稿してライフログとするなど、行動記録を目的とした文章作成・入力にかかる負担を軽減できると予想している。

### 1.1 スマートフォンを利用したライフログ

ライフログは、日常生活のすべてをデジタルデータで記録することである。デジタルで記録することにより、いつでも過去に遡って記憶を取り出せるメリットがある。記録のテーマは行動を書き留めた日記にとどまらず、日々の食事、訪れた場所、体調管理、育児記録などと多岐にわたる。記録のためのツールは、カメラや GPS 機能の付いたスマートフォンであることが多い。スマートフォンではライフログを目的としたアプリケーションも多く存在し、人気の具合を知ることができる。

本稿で扱う行動ログは、日々の行動のすべてを記録するライフログであり、日記に近い。しかしながら、ログを記録しようとする度にテキスト入力や位置情報の入力などユーザの操作が必要で、記録にかかる負担が大きい。センサ情報を用いてログを自動記録するアプリケーションや、記録するテーマに合わせた独自のユーザインタフェースを備えたものも

存在するが、記録がセンサ情報に限定されたり、言語化して記録できるものはまだ少なかつたりと課題がある [1]。このことから、行動記録に必要な操作ステップを減らし、テキストも自動生成することにより、記録にかかる負担を軽減できると考える。

本稿で提案するプロトタイプシステムでは、スーパーマーケットでの行動記録を対象とした、行動記録を支援するためのユーザインタフェースを用い、少ない操作ステップでユーザの行動を適切に言語化する。このことにより、行動ログの記録にかかる負担の軽減、テキストとして記録する際の文章作成の負担を軽減する可能性がある。

## 2 行動ログの入力を支援するインタフェース

本稿で提案するインタフェースは、現実世界に存在する状況を二次元平面に構成し、タップ操作によって行動ログを記録できるようにしたものである。図 1 左の例では、スーパーマーケットに買い物に訪れた際に、どんな買い物をしたかを記録する用途に特化したインタフェースを用いたプロトタイプシステムである。



図 1. スーパーマーケット店内のイラストによるインタフェース (左) と、パラメータ設定画面 (右)

Copyright is held by the author(s).

\* 公立はこだて未来大学大学院システム情報科学研究科

† 公立はこだて未来大学システム情報科学部

## 2.1 インタフェースの設計

図1左で示したインタフェースは、スーパーマーケットの店舗全体の配置を表現している。これは、特定のスーパーマーケット店内を意図したものではなく、一般の店舗に共通して存在するコーナーを配置したものである。このことは、ユーザの持っている一般的な店舗イメージを反映していると言え、また特定の店舗に依存しない行動ログの記録を可能にしている。

画面最下部には3つのテキスト(品名表示領域)を配置した。ここに表示された3つの品名から1つをユーザが選択することで、購入する品物の数や大きさを決める画面(図1右)に遷移する。その画面で各パラメータを設定することで、行動ログとなる文書が自動的に生成される。

## 2.2 文章の生成

行動ログとなる文章は、予め用意したテンプレートに、品名・大きさ・数量を挿入することで生成している。今回のプロトタイプで生成する文章のテンプレートは、「(大きさ)(品名)を(数量)買った。」という形式で用意した。これによって、「大きいじゃがいもを4つ買った。」などの文章を自動で生成することが可能である。

品名については、ユーザに提示する店内全体のイラストと対応する縦10×横10のセルを持った商品名リストを用意してある(図2)。店内イラストは拡大縮小して表示することが可能である。このため、品名表示領域に表示する3つのテキストは、画面に表示されているイラストの範囲に対応するリストからランダムにピックアップすることで表示している。

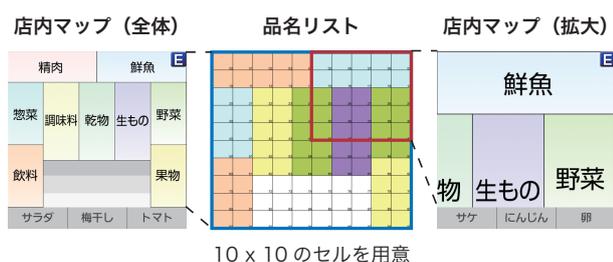


図2. 店内のイラストマップと商品名リストの対応

## 3 今後の展望と課題

### 3.1 システムの特徴と可能性

本稿で提案した行動記録を支援するユーザインタフェースは、現実世界に存在する状況を二次元平面に構成するために、状況を一般化したイラストをインタフェースに用いた。これにより、特定の状況に依存せず、類似する様々な状況に対応できるものを設計できる可能性がある。このことは、ある状況に

対してユーザの持っているイメージを崩さぬまま操作できる工夫であると言え、システム操作にかかる負担軽減にも繋がると考えている。

### 3.2 行動ログの負担軽減と記録できる行動の追加

ユーザの負担軽減のためには、ユーザの行動パターンを学習し、ユーザの次の行動を予測してユーザインタフェースを提示する必要がある。そのためには、スーパーマーケットだけでなく日常生活のあらゆる状況を二次元平面に構成し、感情も記録できるようにするなど、より多くの行動記録に対応することが課題である。記録できる行動が増えることで、ユーザの行動パターンを学習でき、その履歴から次に使用するインタフェースの予測が可能となる。

### 3.3 文章生成のアルゴリズムの検討

このシステムでは、行動記録となる文章のテンプレートと状況を関連づけているが、数多くの文章表現に対応するには工夫が必要である。予め用意する文章のテンプレートに多数の表現を持たせるには、正規表現で記述したテンプレートを用意する方法を用いることで、似たような意味や構造を持つ文章を大量に生成することができる。さらに、それらの文章をセンサ情報等をもとにフィルタリングすることで、より適切な文章生成が可能になると考えている。この考え方は、展開ヘルプ[2]で用いられた Generate and Filter という手法を参考にしている。

## 4 まとめ

本稿では、スマートフォンを利用した行動ログの入力作業を支援するユーザインタフェースの設計と、それをを用いて実装したシステムのアイデアを提案した。このシステムは、ユーザの行動記録にかかるタップ操作を減らし、行動記録のテキストを自動的に生成する。システムが自動的に言語化することは、行動ログのための文章作成・入力にかかるユーザの負担軽減にも繋がる。記録できる状況・行動の種類が増えていけば、終日の行動記録をもとに日記を自動生成することも可能になり、日記執筆の負担軽減も可能になるのではないかと考えている。

## 謝辞

本稿における研究はIPA2013年度末踏IT人材発掘・育成事業の支援のもとで行われている。

## 参考文献

- [1] C. G. Bell, J. Gemmell, and 飯泉恵美子. ライフログのすすめ: 人生の「すべて」をデジタルに記録する!, pp.257-311, 早川書房, 2010.
- [2] 増井俊之. 展開ヘルプ. インタラクシオン 2012 論文集, pp.89-96, March 2012.

# ペイントアプリケーションにおけるタッチアクションを用いたエフェクトの提案

武藤 寛 井川 裕貴 瀬川 典久 杉野 栄二 澤本 潤\*

**概要.** 近年タブレット端末が普及してきているとともに、タブレット端末用のアプリケーションを用いて絵を書く人が増えてきた。従来のペイントアプリケーションでは、画面上のキャンパスの上部や側部にペンの種類や色、太さを変更するためのツールバーが表示されている。しかし、これらの機能が操作を複雑にし、自由な発想を妨げていた。そこで本研究では、シンプルなインターフェースを持つ enchantMOON を用いて、自由な発想を実現する操作方法として手を使った鉛筆エフェクトを提案する。

## 1 はじめに

本格的なイラスト描画を行うデジタルデバイスとしてペンタブレットや液晶タブレットが挙げられるが、近年タブレット端末が普及してきているとともに、タブレット端末用のアプリケーションを用いて絵を書く人が増えてきた。タブレット端末で絵が描ければ、改めて機材を買い揃える必要がなく、趣味や遊び目的で絵を描く人にも容易に環境が整う。

従来のペイントアプリケーションでは、インターフェースとしてウィンドウの中央に描画用のキャンバスがあり、上部や側部にツールバーというレイアウト構成がほとんどである。それらのツールを使って描いたものに対してエフェクトをかけるが、その操作は直感的なものではなく、使い方を覚える必要がある。これでは単純に絵を書くことが目的であるのにも関わらず、手間が増えてしまった。そして、この手間がユーザにストレスを感じさせていた。デッサンやアイデアスケッチの場合このようなストレスを感じることは発想の妨げになってしまう。

本研究ではシンプルなインターフェースを持つ enchantMOON を用いて、自由な発想を実現する操作方法として手を使った鉛筆エフェクトを提案する。具体的にはツールバーの代わりに手によるタッチイベントを用いる手法である。ここで手を使う意味として、現実世界で絵を描く際に紙と鉛筆を使うというシチュエーションを想定している。筆跡の周りをぼやかしたいときは紙を指で擦るようにデジタルデバイスも画面を擦ることによってぼやけるのが理想だと考えた。

今回の研究で用いた enchantMOON は iPad や Android タブレットとは異なる斬新なインターフェースで話題を呼んだ。iPad や Android についても従来のパソコンと比べて直感的な操作が可能ではあるが、まだまだ使いこなせないという声も多く耳

にする。そこで本研究の延長で鉛筆に限らずに様々なエフェクトについても現実世界に近いアクションで行うことにより、デジタルデバイスをアナログと同様な操作ができればユーザへの負担を解消できると考えられる。

## 2 関連研究

ペイントアプリケーションのツール選択のインターフェースとしてユーザが自由にレイアウトを変更できるシステム [1] や音声入力を用いる研究 [2] がある。音声入力を用いる手法ではオノマトペを用いることで、感覚的にツールを選択することができ、絵を描く事が楽しくなる。音声入力では場所を選んでしまうという欠点があった。本研究では手の動作を用いることでこの欠点を改良することができた。

## 3 enchantMOON

本研究で用いる enchantMOON [3] (図 1) とは、ユビキタスエンターテイメント社が開発したタブレット端末である。ほとんどの操作をデジタイザペンによる手書きと指のタッチ (図 2) のみで行うシンプルなインターフェースである。筆跡ストロークのデータ構造は、X,Y の座標と筆圧の 3 つで構成されていて JSON 形式で保存される。ストロークはオブジェクトとして扱うことができ、さらに、JavaScript で記述したプログラムを機能として追加することができる。本研究の実装にあたってこのインターフェースとストロークに対する動作への機能追加の容易性から、enchantMOON が最適であると考えた。

## 4 提案するシステム構成

### 4.1 システム概要

本システムは enchantMOON のシールを用いて機能を追加するので、JavaScript で実装される。以

Copyright is held by the author(s).

\* 岩手県立大学ソフトウェア情報学部



図 1. enchantMOON 全体図



図 2. enchantMOON における指での指示例

下に動作フローを示す。図 3 に、本システムの動作を示す。

1. ペンで絵を描く。
2. タッチしてシールを実行。
3. 指で筆跡を擦る。
4. 擦った部分の筆跡がぼやける。

本システムは、ペンで書くという動作と擦るといふ動作を区別する。それぞれペンイベントとタッチイベントで異なる処理を施す。ペンイベントでは描画を行う。タッチイベントでは指が画面に接したタッチダウンイベント、そこから移動するタッチムーブイベント、指を離すまでのタッチアップイベントの3段階に分けられる。エフェクト処理はムーブイベントに対して行う。

エフェクト処理はプロトタイプのため筆跡ストロークデータの筆圧を下げることで、筆跡を薄くす

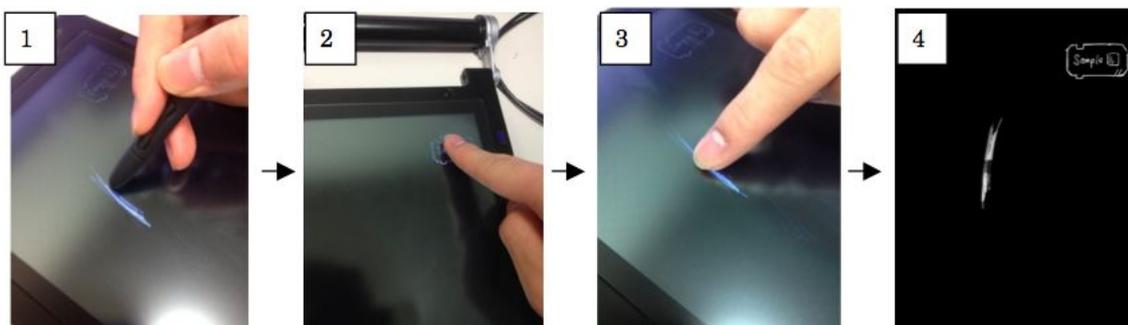


図 3. 本システムの動作フロー

ることができた。

## 5 まとめと今後の課題

本研究では enchantMOON を用いて、自由な発想を実現する直感的な操作方法として手を使った鉛筆エフェクトを提案・試作を行った。これによりユーザは現実世界に近い紙と鉛筆を用いる感覚でデザインやアイデアスケッチが可能となる。

今後はエフェクト処理について調査を進めて、より鉛筆に近い表現ができるように改良を加えていきたい。

## 参考文献

- [1] 飛田博章 磯 大輔 暦本淳一 VelvetPath:スケッチとペイント操作によるレイアウトデザインシステム, 情報処理学会論文誌 44(11), 2528-2537, 2003-11-15
- [2] 神原 啓介 塚田 浩二 オノマトペン 第16回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2008), <http://www.wiss.org/WISS2008Proceedings/papers/paper0023.pdf>
- [3] enchantMOON ; The Hypertext Authoring Tablet <http://enchantmoon.com/>

# デジタルコンテンツ生成のためのクラウドソーシングによるパラメタ最適化

小山 裕己    坂本 大介    五十嵐 健夫\*

**概要.** 写真補正, スライドの作成, CG 技術による画像生成など, 多くのデジタルコンテンツ制作の過程には, パラメタ最適化, すなわち最適なパラメタセットを探索するという作業が含まれている. この作業は, 人間の美的感覚に基づいて実行されるため, 機械のみによって自動化することが困難である. 本研究では, クラウドソーシング技術によるヒューマンコンピューテーションを用いることで, このようなパラメタ最適化を自動化する手法を提案する. 我々の手法は, 最適化のために必要なタスクを, 2つのパラメタセット間の相対的なランク付けという単純なマイクロタスクに分割するという点が特徴的である.

## 1 はじめに

CG 技術を用いて画像や映像を制作する際, 制作者は各種パラメタの微調整に多くの時間を取られることが問題となっており, 多くの研究者がこの問題に取り組んでいる. また CG 技術に限らず, 一般のデジタルコンテンツ生成においてもこのようなパラメタ最適化の作業が多く見られ, 専門家, 一般ユーザ問わずこのような作業には多大な時間をとられてしまう. こうしたパラメタ最適化は機械による自動化が困難であることが多い. その理由は, パラメタセットの良し悪しの評価が人間の美的感覚に基づいていることが多いためであると考えられる.

そこで本研究では, 特に近年注目されているマイクロタスク型のクラウドソーシングを用いたヒューマンコンピューテーションをシステムの内部で活用することにより, 従来は困難であった美的感覚に基づくパラメタ最適化の自動化を行う手法を提案する.

## 2 関連研究

ヒューマンコンピューテーションとは, 人間を明確に計算資源と見做して問題解決の手段として用いることである. またクラウドソーシングとは, 不特定多数の人からなる群衆 (crowd) に対し, 主にインターネットを通して業務を外部委託 (outsourcing) することである. 近年, Amazon Mechanical Turk<sup>1</sup>などのサービスの登場により, 例えば数秒から数分程度で終わることができるような非常に小さなタスク, すなわちマイクロタスクを, 数百や数千という大量のワーカに安価に行ってもらうなどといった, 大規模かつ流動的な雇用が可能となっている.

このようなマイクロタスク型クラウドソーシングを用いてヒューマンコンピューテーションを実現する

という研究が近年多く提案されている [3]. これらの研究の多くは, コンピュータビジョン, 自然言語処理, データベースにおけるタグ付け処理, 機械学習における教師データの生成などにクラウドソーシングを活用するという, 主にコンテンツの理解のための研究に分類される. 本研究の目的はコンテンツの理解ではなく生成であり, これらの研究とは目的が異なる.

## 3 提案手法

### 3.1 想定するパラメタの種類

本研究で対象とするパラメタとは, 写真補正における明るさやコントラスト, CG におけるマテリアルの設定, カメラの姿勢, 要素の配置, 手続き的モデリングのパラメタなど, コンテンツ生成のためにユーザが指定する連続的な値の集合である. 特に数百次元や数千次元といった, パラメタ空間の次元が高い場合も想定する.

### 3.2 マイクロタスク

クラウドソーシングでは不特定多数の人間にタスクを委託するため, タスクそのものは特別なスキルを必要としないできるだけ単純なタスク, すなわちマイクロタスクとすると効果的である [2]. そこで本研究でもマイクロタスクを採用する.

まず, 対象とするパラメタ空間からランダムに 2 点選出し, それぞれのパラメタセットに対応する画像を生成しておく. それぞれのマイクロタスクでは, これら 2 枚の画像を同時に見せ, 相対的にどちらの方が「好み」の度合いが大きいかを点数付けしてもらおう. Gingold ら [2] や Chaudhuri ら [1] の手法と同様に, 度合いの相対値を点数付けしてもらことによって, 1 枚の画像に対して度合いの絶対値を点数付けしてもら場合よりも, より妥当な結果が得られることが期待される.

Copyright is held by the author(s).

\* Yuki Koyama, Daisuke Sakamoto, and Takeo Igarashi, 東京大学

<sup>1</sup> <http://www.mturk.com/>

### 3.3 パラメタ空間の解析

上述のマイクロタスクによって得られるデータは、パラメタ空間における2点における相対的な「好み」の度合いの差の集合である。このようなデータから、パラメタ空間全体の「好み」の分布を推定するために、本手法では適切なエネルギーを定義し、エネルギーの最小化問題として定式化するというアプローチをとる。エネルギーの定義は、連続的なパラメタ空間を扱うという仮定から近傍のパラメタセットの「好み」の度合いをスムージングする項、及び「好み」の度合いの相対的な差を保つような制約を表す項の2つを足し合わせたものとする。

## 4 実験

本研究のアプローチの妥当性を確認するため、写真補正を例に簡単な実験を行った。今回の実験では、明るさ、コントラスト、彩度の3つのパラメタからなるパラメタ空間を対象とした。

クラウドソーシングのプラットフォームとしては、CrowdFlower<sup>2</sup>で利用可能な全てのサービス、地域を対象とした。また、クラウドソーシングにおける回答の品質管理については、本実験では duplication と呼ばれる手法 [2] を使用した。

条件： 今回の実験ではパラメタ空間中から 2000 点をランダムにサンプリングし、その中からランダムに 2 点ずつペアにして、合計で 1000 ペアについての比較結果を集めた。図 1 に比較、及び評価を行うために実際に使われた画面の例を示す。

結果： 図 2 (a) に示す写真を入力として実験を行った結果として推定された最適なパラメタセットを元に、図 2 (b) に示す写真が得られた。本実験では合計で 4.00 USD の報酬がクラウドワーカーに支払われた。

## 5 考察

我々は実験結果としてある程度期待通りのものが得られたと考えているが、コンテンツ生成には厳密な正解があるわけではないため、本手法の妥当性の評価方法は本研究の大きな課題であると考えている。また本手法の有用性の評価としては、機械による自動最適化との比較、及び同額の報酬という条件下でクラウドによって生成された結果と専門家によって生成された結果との比較という2つの方法を考えている。

手法の改善課題としては、パラメタ空間において最適解が存在すると思われる領域を重点的にサンプリングすることによって、より少ない比較回数で、結果としてより安価に同等の結果を得ることができると考えている。そのために、前のクラウドワーカーの



図 1. 実際のタスクの様子。



図 2. (a) 元の写真. (b) 実験で得られた最適なパラメタセットに基づいて生成された写真。

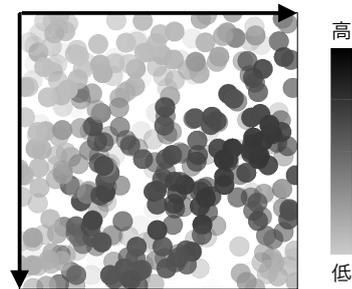


図 3. 推定した「好み」の度合いを可視化した様子。横軸は明るさ、縦軸はコントラストを表している。ここでは二次元画像として可視化するため、彩度に関して適切な断面を選び、その付近を表示している。

回答結果を元に、次のクラウドワーカーのタスクを動的に生成するような手法を考案していく予定である。

## 参考文献

- [1] S. Chaudhuri, E. Kalogerakis, S. Giguere, and T. Funkhouser. Attribit: content creation with semantic attributes. In *Proc. of UIST '13*, pp. 193–202, 2013.
- [2] Y. Gingold, A. Shamir, and D. Cohen-Or. Micro perceptual human computation for visual tasks. *ACM Trans. Graph.*, 31(5):119:1–119:12, 2012.
- [3] A. J. Quinn and B. B. Bederson. Human computation: a survey and taxonomy of a growing field. In *Proc. of CHI '11*, pp. 1403–1412, 2011.

<sup>2</sup> <http://crowdflower.com/>

# UnReC : 文字入力に基づいた Undo/Redo

大江 龍人    志築 文太郎    田中 二郎\*

**概要.** テキストエディタの Undo/Redo では、ボタンやショートカットを用いて履歴を一度ずつ操作する手間があり、Undo/Redo 操作後に文章を上書きした際 Undo/Redo が不可能な場合がある。この問題を解決するために、我々は履歴から任意の時点を選択し Undo/Redo を行うことが可能であるインタフェースの有効性を調査している。現在、この目的のために文字入力に基づいた Undo/Redo インタフェースである UnReC を開発している。UnReC を用いることにより、ユーザは過去に入力した文字列をキーとして履歴内を検索し、その時点まで Undo/Redo を行うことが可能である。本論文では UnReC を用いた操作手法と実装を示す。

## 1 序論

テキストエディタにおいて Undo/Redo を行う場合、ユーザは図 1a に示す様に線形の履歴から一度ずつ操作する。この Undo/Redo 操作において目的の時点へ Undo/Redo を行うためには、ユーザは複数回の操作を用いて履歴を探索する必要がある。またこの環境では、履歴から任意の時点を選択することが出来ないため、複数回の操作を用いて履歴を探索する手間がある。さらに、ユーザが Undo/Redo 操作後に文章を上書きした際 Undo/Redo が不可能な場合がある。

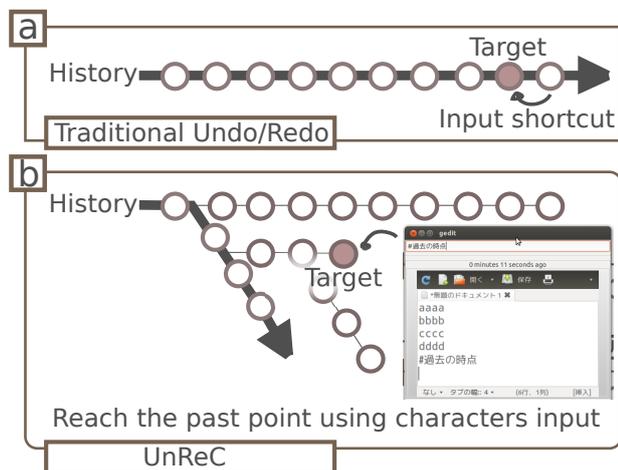


図 1. a) 通常の Undo/Redo, b) UnReC を用いた Undo/Redo.

Copyright is held by the author(s).

\* Tatsuhito Oe, 筑波大学大学院システム情報工学研究科, Buntarou Shizuki and Jiro Tanaka, 筑波大学システム情報系

<sup>1</sup> <http://www.emacswiki.org/emacs/UndoTree>

<sup>2</sup> [http://www.vim.org/scripts/script.php?script\\_id=3304](http://www.vim.org/scripts/script.php?script_id=3304)

履歴から任意の時点を選択する Undo/Redo を可能にした Selective Undo [1] は、選択した時点のみの Undo/Redo を可能にしたが、一般的な線形の履歴に対応していない。また Regional Undo [2] は、一部の範囲内だけに Undo/Redo の対象を絞ることを可能にしたが、任意の時点に戻ることが出来ない。任意の時点に戻ることが可能である木構造の履歴に対応したものとして、Emacs の Undo Tree<sup>1</sup> や Vim の Gundo<sup>2</sup> が挙げられる。しかし、これらの環境においてユーザは、ある時点へ到達するために木を探索する必要がある。

我々は履歴から任意の時点を選択し Undo/Redo を行うことが可能であるインタフェースの有効性を調査している。現在、この目的のために文字入力に基づいた Undo/Redo インタフェースである UnReC を開発している。図 1b に示す様に UnReC を用いることにより、ユーザは過去に入力した文字列をキーとして履歴内を検索し、その時点まで Undo/Redo を行うことが可能である。なお、我々は UnReC の名前を Undo/Redo by Characters Input (文字入力に基づいた Undo/Redo) の頭文字から命名した。

## 2 UnReC

UnReC を実際に使用している例を図 2 に示す。図 2 に示す様に、ユーザはテキストエディタと共に UnReC を使用する。UnReC の文字入力フォームに文字列を入力すると、過去の文字入力時点のスクリーンショットが閲覧出来る。そのスクリーンショットをマウスクリックすることにより、その時点まで Undo/Redo することが可能である。

## 3 UnReC の応用

UnReC の応用として「簡易なバージョン管理」と「過去の文章の再利用」が挙げられる。それぞれ以下に説明する。

履歴から「コミット」と入力した時点を検索

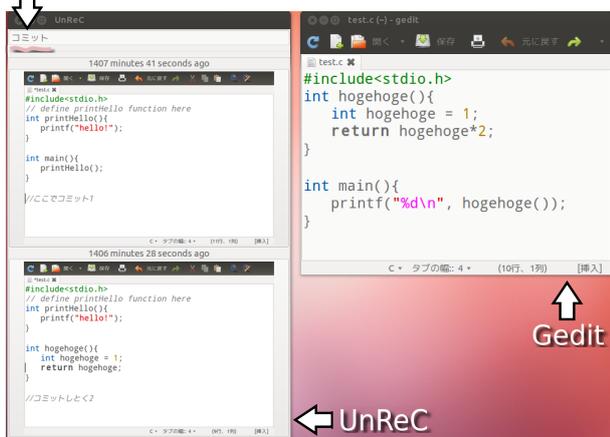


図 2. UnReC の使用例. この例において、ユーザは「コミット」と文字入力した時点履歴を検索し、そこまで Undo を実行しようとしている。

UnReC を用いることにより、あらかじめメタな文字列を入力し、その時点まで Undo/Redo を行う簡易なバージョン管理が実現可能である。例えば図 2 において、ユーザはコーディング中に戻りたい時点を実行するために「//ここでコミット 1」や「//コミットしとく 2」等の文字列を入力している。その後 UnReC の文字入力フォームに「コミット」と入力し時点を検索する。最後に、出現したスクリーンショットをマウスクリックすることにより、コミットした時点まで Undo 可能である。

UnReC の別の応用として、図 3 に示す過去の文章の再利用がある。この例においてユーザはコーディング中に関数を定義し (図 3a)、その後、関数が不要だと考え削除し、数時間コーディングを続けているものとする。ここで改めて関数が必要になった場合、ユーザは UnReC の文字入力フォームに関数名や定義時のコメントを入力し (図 3b)、UnReC 上に表示されるスクリーンショットをクリックしさえすれば、過去の関数の参照及び再利用が可能である (図 3c)。

#### 4 実装

UnReC の実装は保存、検索、Undo/Redo 処理から構成される。今回、我々は Ubuntu 上の Gedit テキストエディタのプラグインとして UnReC を実装した<sup>3</sup>。

保存：エディタにおいて 1 行分の文字列が入力されるごとに、システムはその時点における状態を保存する。保存する内容は、「検索用の 1 行文字列」、

<sup>3</sup> svn checkout [https://subversion.assembla.com/svn/oe\\_public\\_projects/Gedit\\_UnReC](https://subversion.assembla.com/svn/oe_public_projects/Gedit_UnReC)

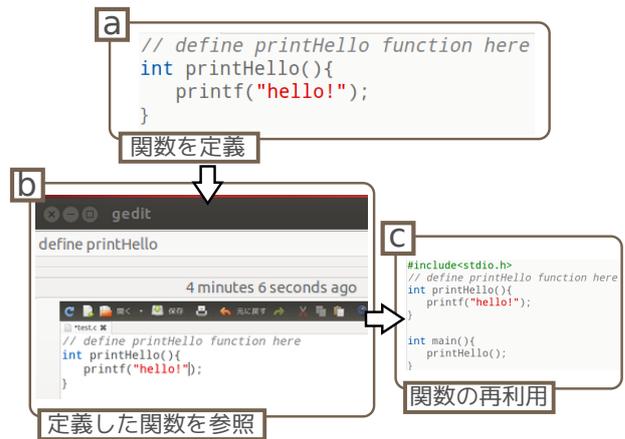


図 3. 過去の文章の再利用例. a) コーディング中に関数を定義する, b) 必要な際に定義した関数を参照する, c) 過去の関数を現在のコードに再利用する。

「全文章」、「スクリーンショット」から構成される。この保存処理は、通常の Undo/Redo では削除される文章も全て保存するため、任意の時点における Undo/Redo が可能になる。

検索: UnReC の入力フォームに文字列が入力されると、システムはその文字列が検索用の 1 行文字列に含まれているか否かの判定を行う。含まれている場合、保存したスクリーンショットを表示する。この際スクリーンショットの順序は、1 行文字列と入力フォームの類似度順にて表示される。ユーザがスクリーンショットを選択すると、システムは Undo/Redo 処理を実行する。

Undo/Redo 処理: 現在の全文章を全て削除し、過去の全文章を貼り付けることにより、Undo/Redo を行う。

#### 5 結論と今後の発展

本論文では、履歴から任意の時点を選択し Undo/Redo を行うことが可能であるインタフェースである UnReC を示し、さらに UnReC を用いた操作手法と実装を示した。

今後は UnReC を様々なユーザに使用してもらい、実際に使用したユーザの意見を反映させることにより、UnReC をより実用的なシステムとする。

#### 参考文献

- [1] T. Berlage. A Selective Undo Mechanism for Graphical User Interfaces Based on Command Objects. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 1(3):269–294, 1994.
- [2] Y. Kawasaki and T. Igarashi. Regional Undo for Spreadsheets. In *Proc. UIST 2004 Demonstration Abstract*, pp. 1–2. ACM, 2004.

# どこでも「いいね！」ボタン:位置評価情報の提示によるユーザの興味に関する研究

佐々木 佳祐

寺田 実\*

**概要.** ニュースや新聞から得られる情報には速さと正確さが求められるが、新製品やイベントなどの情報を公開する側は、ユーザの興味を引きつけておくためにあえて少ない情報を公開するという方法を選ぶことも多い。そこで本稿では、「入手するまでの速度は速いが内容がある程度隠れている情報」はユーザの興味を引くであろうという仮説を立てた。さらに、仮説の検証のために適していると思われる情報として緯度や経度といった位置情報に着目し、スマートフォン上に現在地点に関する好感/嫌悪感の二値評価を投稿、集約、表示するアプリケーションを作成、運用することで、仮説の妥当性について考察を行った。

## 1 はじめに

昨今の情報通信技術と Twitter を始めとするソーシャルネットワークサービスサービスの普及により、「今、どこで何が起きているのか」という情報を限りなくリアルタイムに取得することが可能となってきた。ネットワークを通じて友人の行動や催し物の情報を把握し、その日の予定を立てるといったことも珍しくない。

一方、新製品やイベントの情報などを公開する側の情報提供者は、情報の一部を隠しつつ小出しに公開する、という手法を用いる場合がある。代表的な例として「ティザー広告」という手法が挙げられる。広告は一般的に、商品の名称や機能、外観、価格などのセールスポイントとなる部分を打ち出すものだが、ティザー広告では具体的な情報を敢えて隠し、消費者が能動的に注意を向けることを目的としている。大手企業やイベントなど、ブランド力の高いベンダーによるティザー広告は、それ自体が大きな話題となる場合も多い。

以上2つの要素を組み合わせると、「リアルタイムでありながら一部が隠れている情報」は、正確な情報の全貌が明らかになるまでは消費されず残るために情報の寿命が長く、よりユーザの興味を引けるのではないかと考えられる。

そこで本稿では、情報を制限することによるユーザの興味について以下の2つの仮説を立案し、仮説を基にした「最もユーザ興味を引くことのできる情報の隠し方」について検討するため、我々の生活において身近な情報である緯度、経度の情報を利用した実世界におけるリアルタイムな位置評価情報共有システムを提案、手始めに情報の隠蔽度を最大限に高めたシステムを実装し、運用実験を行った。

Copyright is held by the author(s).

\* Keisuke Sasaki and Minoru Terada, 電気通信大学大学院 情報理工学研究所

**仮説 1.** 実世界においてユーザは、自分以外の誰かが「良い」「悪い」といった評価を下したある地点について何らかの興味を持つはずである

**仮説 2.** ある地点で起きている事象全ての情報と、仮説 1 における二値の情報との間に、ユーザの興味を最も喚起するポイントが存在する

## 2 提案システム

### 2.1 概要

本研究における仮説を検討するために、「実世界における位置評価情報共有システム」を提案する(図 1)。システムは、GPS 機能を持った携帯端末から、ある緯度および経度に対して、ユーザがその位置に対して抱いた「好感」または「嫌悪感」の二値の情報を収集する。また、収集された二値の情報は、システムが表示する地図上に散布される(図 2(a), 2(b))。本システムでは、仮説 1 における「リアルタイム性」と「制限された情報」の両者を満たしていると考えられる。リアルタイム性においては、

- 地図を開いた際にリアルタイムな評価の情報がすぐに取得できる

情報の制限という面では、

- 「誰が」評価したのかわからない
- 「何故」評価されたのかわからない
- そこに「何があるのか」は実際に行ってみないとわからない

という点が挙げられる。ユーザに提示される情報はあくまで「誰かが好感、または嫌悪感を抱いた位置」のみである。情報を敢えて二値に設定することで、実際にその場で何が起きているのかをユーザに想起させる狙いがある。この「制限された情報」が提示された際にユーザがどのような行動を起こすかを、実際にシステムを運用して明らかにしていく。

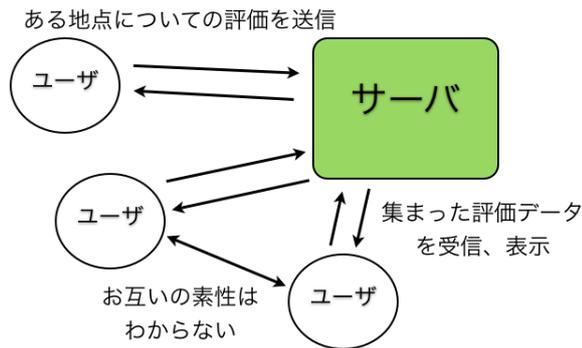


図 1. システムとユーザの振る舞い



(a) 地図及び評価アイコン (b) 評価送信後のフィードバック画面

図 2. 実装したアプリケーションの画面

## 2.2 スマートフォン用アプリケーション

近年爆発的に普及しているスマートフォンはそのほとんどがGPS機能、地図表示機能を搭載しているため、システムはスマートフォン用アプリケーションとして実装するのが望ましいと思われる。そこで提案システムは、スマートフォンに備えている地図表示機能を拡張し、地図および評価情報の散布表示機能、またユーザの現在地の評価情報を送信する機能を備えたアプリケーションとして設計を行った。

アプリケーションは以下の機能を備えており、今度も機能追加を行う。

- 評価データの送受信
- 自身の評価データ送信履歴
- 評価データに対するリアクション機能

リアクション機能とは、散布された評価データに対し「同意」のリアクションを送信することが可能となっている。自身が行った評価にフィードバックがあることで、評価データの送信を促進する狙いがある。リアクションの形式についても今後検討していく。

## 2.3 運用

アプリケーションを実際に公開し、不特定多数のユーザにアンケート調査を行ったところ、他人の評価について興味を持ったユーザ数は4割に上った。しかしながら実験に参加したユーザ数は17名と統計的なデータとするには不十分な値であったため、実験方法の見直しやアプリケーションの機能の洗練が今後の課題となった。

## 3 今後の展望

本システムが目指す地点は、「ユーザがアプリケーションを起動すると常にどこかの位置に評価データが集中しており、近場であれば足を運び、距離がある場合はその地点で何が起きているのか能動的に調査を行う」という状況を発生させるところにある。そのためには莫大なユーザ数が必要となるが、twitterやFoursquareなど既に普及しているSNSのデータを用いるなどして規模を拡大していく。

また、ユーザの興味を最も喚起させられる適度な情報の隠し方を探るために、さまざまな手法を考案、実装、実験を行う。現在、「実際に足を運ぶ」ことが容易なシチュエーションである学園祭での実験を計画しており、そのために位置精度の向上、低解像度に加工された写真の添付といった機能追加を行っている。

## 4 まとめ

本研究では、実世界におけるある地点について、敢えて情報を制限してユーザに提示することで興味を引けるのではないかと、という仮説に着目し、ある地点について誰かが好感、または嫌悪感を感じているという情報のみを提示する手法を提案し、Android OS用のアプリケーションとして実装した。実装したシステムを運用し、可能性、有効性、問題点などを明らかにした。今後は被験者を増やし、大人数によるユーザテストを実施する予定である。また、情報の制限量を変更した際にユーザが抱く興味にどのような相関が現れるか、といった調査も引き続き検証していく。

# SmarTrackBall : スマートフォンのアウトカメラを用いたトラックボール

深津 佳智    志築 文太郎    田中 二郎\*

**概要.** スマートフォンのアウトカメラを用いてトラックボールと同様の操作を可能とするシステム SmarTrackBall について示す. SmarTrackBall では, ユーザはスマートフォンの背面で操作を行うため, スマートフォンの画面を塞ぐことなく操作を行うことができる. 加えて, ハードウェアを着脱できる, また, 片手で操作できるという利点を持つ. 本システムのプロトタイプを作成し, 本システムを用いた 2 種類のアプリケーションを作成した.

## 1 はじめに

従来のスマートフォン操作においては, 主に, タッチスクリーンに指を触れることによるタッチ操作が行われる. これに対し, スマートフォンにシンプルなハードウェアを追加するのみにより, タッチ操作以外の多様な操作を可能にする研究が行われている. 我々の提案システム SmarTrackBall では, スマートフォンのアウトカメラ上にマーカ付の亚克力ボールを持つハードウェアを取り付けることにより, トラックボールと同様の操作 (以下, トラックボール操作) を可能にする.

本稿では, SmarTrackBall の概要, プロトタイプ的设计, アプリケーションについて述べる.

## 2 関連研究

スマートフォンにシンプルなハードウェアを追加するのみにより, タッチ操作以外の多様な操作を可能とする研究が行われてきた. Yu ら [4] は, タッチスクリーンの端に導電性ゴムでできた物理ボタン Clip-on Gadgets を取り付けることにより, 物理ボタンを押す操作の認識を実現した. 渡部らは [5], マーカを埋め込んだ弾性体をスマートフォンの内蔵カメラ上に取り付け, ユーザが弾性体に力を加えた際のマーカの移動量を光学式力分布測定手法 [2] により測定することにより, ポインティングや押し込み操作を実現した. Spelmezan ら [1] は, 圧力センサと近接センサを組み合わせた物理ボタンをスマートフォン側面に取り付けることにより, スマートフォンを片手操作するための 6 種類の親指ジェスチャの認識を実現した. Yang ら [3] は, スマートフォンのインカメラに全方位カメラを取り付け, 周辺視覚を検出することにより, 周辺環境の認識, 周辺物の認識, ハンドジェスチャ認識, ユーザの動きの認識などを

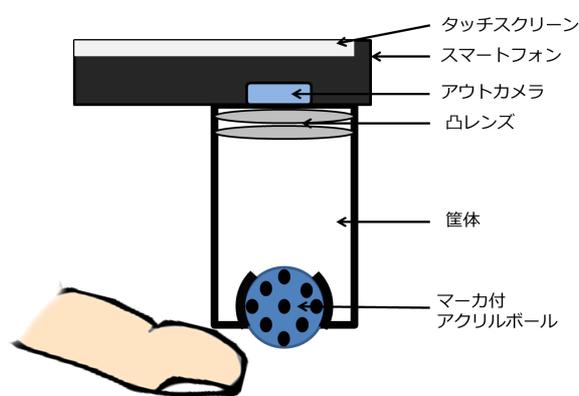


図 1. SmarTrackBall

実現した. 我々の提案システム SmarTrackBall では, スマートフォンのアウトカメラ上にマーカ付亚克力ボールを取り付け, ユーザが指でボールを転がしたことをアウトカメラを用いて検出することにより, トラックボール操作を実現した.

## 3 SmarTrackBall

SmarTrackBall は, スマートフォンのアウトカメラを用いてトラックボール操作を可能とするシステムである (図 1). 本システムの利点を以下に示す.

- ユーザはスマートフォンの背面で操作を行うため, スマートフォンの画面を塞ぐことなく操作を行うことができる.
- ハードウェアを着脱可能なため, システムを使用しない時にハードウェアを外しておけば, 通常の操作の妨げにならない.
- 一方の手が塞がっている場合でも, 片手で操作できる.

Copyright is held by the author(s).

\* Yoshitomo Fukatsu, 筑波大学大学院 システム情報工学研究科, Buntarou Shizuki and Jiro Tanaka, 筑波大学 システム情報系

## 4 プロトタイプシステム

プロトタイプシステムは、アウトカメラ上に取り付けるハードウェア、及び、トラックボールの動きを検出するソフトウェアから構成される。

### 4.1 ハードウェア

本システムのハードウェアは、凸レンズ（直径21 mm, 拡大率3倍, 2枚）、マーカ付アクリルボール（直径10 mm）、それらを固定する筐体からなる（図1）。このハードウェアをスマートフォン（Apple iPhone4S）のアウトカメラ上に取り付けた。

### 4.2 ソフトウェア

本システムのソフトウェアは、アウトカメラから取得した画像から、アクリルボールの動きを検出することにより、ユーザの操作を認識する。具体的には、まず、アウトカメラから取得したRGB画像（図2a）をグレースケール画像（図2b）に変換する。毎フレーム毎に、前のフレームと現在のフレームにおけるグレースケール画像のオプティカルフローを計算することにより、アクリルボールの動きを検出する。オプティカルフローの計算には、オープンソースのコンピュータビジョンライブラリ OpenCV<sup>1</sup>を用いた。

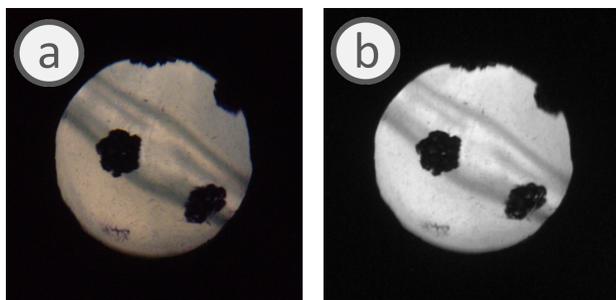


図 2. アウトカメラから取得した画像. a) RGB 画像, b) グレースケール画像

## 5 アプリケーション

SmarTrackBall を用いた 2 種類のアプリケーションを作成した。

### 5.1 スマートフォン背面のトラックボールによるスクロール操作

ユーザは、スマートフォンを用いてウェブブラウザなどのスクロール画面を閲覧する際に、スクロール操作を行う。従来のタッチ操作では、ユーザの見ている画面をタッチ操作を行う指で塞いでしまう問題が生じる。提案システムでは、スマートフォン背

面のトラックボールを転がしてスクロール操作を行うため、ユーザは画面を塞ぐことなく操作を行うことができる。

### 5.2 マウス操作

SmarTrackBall をマウスパッド上で操作することにより、従来のマウスと同様の操作を行うことができる。本操作は、従来のマウス操作と比べ、スマートフォンのタッチスクリーンを用いて、マルチタッチジェスチャを行うことができる、また、視覚的フィードバックを与えることができるという利点がある。

## 6 まとめと今後の課題

スマートフォン背面においてトラックボール操作を可能とするシステム SmarTrackBall について述べた。SmarTrackBall を用いることにより、ユーザは、スマートフォンの画面を塞ぐことなくトラックボール操作を行うことができる。我々は、プロトタイプシステムを作成し、トラックボール操作を用いた 2 種類のアプリケーションを示した。

今後は、ハードウェア及びソフトウェアの改良による認識精度の向上、また、アプリケーションの評価を行う。

## 参考文献

- [1] D. Spelmezan, C. Appert, O. Chapuis, and E. Pietriga. Controlling widgets with one power-up button. In *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '13, pp. 71–74, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [2] K. Vlack, T. Mizota, N. Kawakami, K. Kamiyama, H. Kajimoto, and S. Tachi. GelForce: a vision-based traction field computer interface. In *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '05, pp. 1154–1155, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- [3] X.-D. Yang, K. Hasan, N. Bruce, and P. Irani. Surround-see: enabling peripheral vision on smartphones during active use. In *Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '13, pp. 291–300, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [4] N.-H. Yu, S.-S. Tsai, I.-C. Hsiao, D.-J. Tsai, M.-H. Lee, M. Y. Chen, and Y.-P. Hung. Clip-on gadgets: expanding multi-touch interaction area with unpowered tactile controls. In *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '11, pp. 367–372, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [5] 渡部 陽一, 佐藤 克成, 牧野 泰才, 前野 隆司. 光学式力測定手法を用いた携帯型タッチパネル端末用入力デバイスの提案. *インタラクシオン 2012*, pp. 521–526. 一般社団法人情報処理学会, 2012.

<sup>1</sup> OpenCV: <http://opencv.org/>

# 人間の表情を活用するライフログ閲覧

高井 啓 志築 文太郎 田中 二郎\*

**概要.** ライフログの閲覧に人間の表情を活用するシステムを提案する。リアルタイムに生成されるライフログデータは膨大なものとなる。我々はこの問題を解決する為に、ライフログの閲覧に表情を活用するシステムを実装した。提案システムはライフログデータと同期してユーザの表情を記録する。これにより、表情をキーとしたライフログデータの検索を可能とする。我々はケーススタディとして、PCの画面を記録し続けたライフログデータを、提案システムを使って閲覧した。本稿ではその結果を元に、表情を活用したライフログの閲覧の有効性について考察する。

## 1 背景と目的

人間の行動を記録し続けることによって生成されたライフログデータを利用し、ユーザの行動の振り返りや記憶支援に役立てる研究が存在する。その中でも、コンピュータの操作ログやユーザの視界を撮り続けるログ等、リアルタイムに生成されるライフログデータは膨大なものとなるため、効率的にデータを閲覧する為には、大量のデータの中からユーザが必要としている部分を抽出する必要がある。

ユーザが必要としている部分を抽出する研究の例として、Datchakornら [2] による研究がある。Datchakornらは、動画、GPS、心拍数等、様々なセンサを利用して作られたライフログから、コンテキストに注目してサマリを作成した。これにより、会話等、ユーザにとって重要な意味を持つ部分を抜き出すことが可能になった。また、福本ら [1] は、目の筋肉の動きから笑顔を認識するメガネ状のデバイスを作成し、その情報を元に、ウェアラブルカメラによるライフログから、ユーザが笑顔の時に見ていた部分を取得し、提示する方法を提案した。

本研究はライフログの閲覧に人間の表情を活用するシステムを提案する。表情は感情を表す最も基本的な要素であり、記憶と感情は結びついている。その為表情が動いた時、即ち感情が動いた時のライフログデータは他のライフログデータに比べ、ユーザにとってより有益な情報を含んでいると考えられる。そこで、提案システムはライフログデータと同期してユーザの表情を記録する。これにより表情をキーとしたライフログデータの検索を可能とする。この検索を用いることにより、ユーザは自分の行動を見返したり、隠れた好みを見つけ出すことが出来ると思う。

Copyright is held by the author(s).

\* Hiromu Takai, 筑波大学大学院システム情報工学研究科, Buntarou Shizuki and Jiro Tanaka, 筑波大学システム情報系

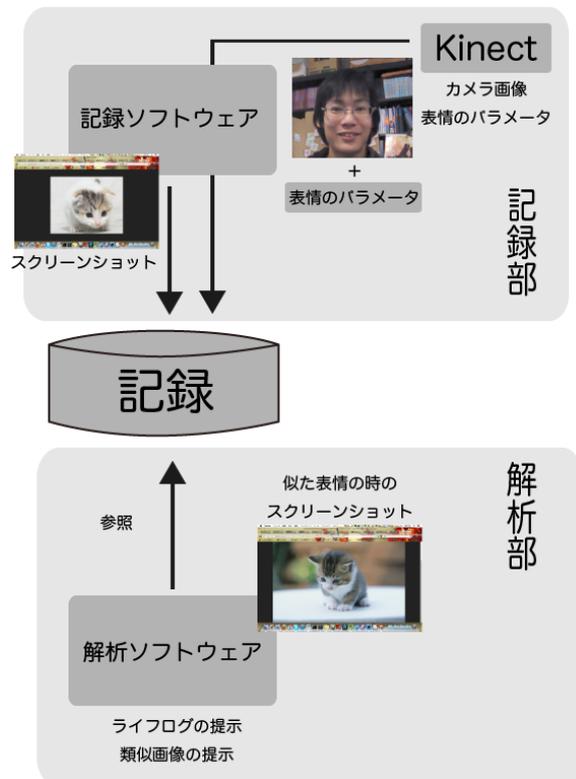


図 1. システム構成

## 2 システム

システムは記録部と解析部によって構成される。図 1 にシステム構成を示す。

記録部は表情とライフログデータの記録を行う。我々は表情を記録する為に、Kinect とそれに付随するライブラリを利用した。なお今回我々はライフログとして、PCの画面のスクリーンショットを記録し続けるライフログ（以降、画面ログ）を採用した。これはユーザが何を見ていたかが直ぐに解る為、実験やデバッグに適していると考えたからである。

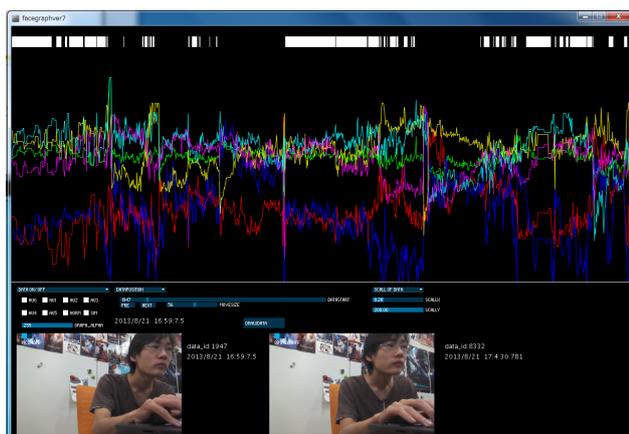


図 2. 解析ソフトウェア

解析部は記録した表情を解析し、ライフログデータを提示する。ユーザはこの解析部を利用してライフログを閲覧する、これにより自分の行動を見返す、または自分の隠れた好みを見つけ出すことが出来る。解析部のうち、ユーザにライフログのデータを提示する解析ソフトウェアのスクリーンショットを、図 2 に示す。表情を数値で表したデータがグラフで表示され(図 2 上) またその下に、スライダで指定された時点での表情(検索キー)(図 2 左下)と、その表情に似た表情(以降、類似画像)が表示される(図 2 中央下)、類似画像を提示した理由はユーザが指定した時点によく似ている時点を探ることが出来るようにする為である。これは似ている表情の瞬間は似ている状況にあるという仮説に基づいている。そして、似ている状況を探ることができれば、行動の分析に便利であると考え、そこで表情を表すパラメータ同士の標準ユークリッド距離を類似度として類似画像の提示を行った。

### 3 ケーススタディ

このシステムを利用し、画面ログの閲覧を行った。保存した画面ログは 1 秒間につき 1 枚のスクリーンショットから構成される。利用したデータは 2012 年 10 月 15 日 20 時から 2013 年 8 月 23 日 16 時までであり、その内容は、解析部のプログラミングをしている時や、PC を使用して動画又はウェブサイトを閲覧している時、また論文のサーベイを行っている時の情報を含んでいる。閲覧した動画には、映画の DVD の他、ニコニコ動画で配信されていたコメント付き動画も含む。

類似画像を用いてライフログデータを検索できることの有効性を確かめるために、ケーススタディとして、様々な閲覧作業を行った。

### 結果

ユーザは解析ソフトウェアを利用して画面ログの中から手作業で表情が笑顔になっている時点を一箇所選択した所、解析ソフトウェアによってその顔と似ていると判断された時点の表情が表示された。そこで、ユーザはその時点を選択し、さらにそれと似ている表情となっている時点を探してみた。結果として、一度笑った表情を見つけた後は、類似画像を利用して似た表情をしている時点を簡単に抽出することができた。

また、画面ログ中、映画を見ている間の画面ログにおいて同様の作業を行った所、画面ログ自体は静止画のみにも関わらず、その映画のどのシーンで笑ったか、さらに映画のそのシーンの内容まで思い出すことが出来た。

一方、プログラミングを行っている間の画面ログにおいては、映画を見ている時のような内容の抽出を行うことは出来なかった。この原因を調べるためにプログラミングを行っている間の表情を観察した所、顔は笑顔を浮かべていなかった。これが抽出に失敗した原因だと考えられる。また、映画のスクリーンショットとは異なり、プログラミングを行っている時のスクリーンショットを見ても、この表情の時にどんな作業を行っていたかということは、映画とは異なり思い出すことが難しかった。

### 4 まとめと今後の課題

ある表情に似た表情をしていた時点をライフログデータから検索することが可能なシステムを作成した。ケーススタディを行った所、映画(動画)鑑賞時に於いて、ユーザによって印象的なシーンを抽出することができた。今後は提案システムのライフログ閲覧に於ける有用性を調べて行きたい。

### 参考文献

- [1] K. Fukumoto, T. Terada, and M. Tsukamoto. A smile/laughter recognition mechanism for smile-based life logging. In *Proceedings of the 4th Augmented Human International Conference, AH '13*, pp. 213–220, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [2] D. Tancharoen, T. Yamasaki, and K. Aizawa. Practical experience recording and indexing of Life Log video. In *Proceedings of the 2nd ACM workshop on Continuous archival and retrieval of personal experiences, CARPE '05*, pp. 61–66, New York, NY, USA, 2005. ACM.

# 音楽の構造情報を反映したミュージックビデオを簡単に制作・共有できる Web サービス

中嶋 誠 五十嵐 健夫\*

概要. 本稿では、音楽の構造情報を反映したミュージックビデオを簡単に制作できる Web システムを提案する。音楽の区間・小節・拍に同期したエフェクトや映像切り替え効果には、手動で煩雑な作業が必要だが、先行研究の songle システムと連携することで簡単に実現可能となった。また Web システムの特性を生かすことで、素材映像の収集・管理と、制作物の共有が容易である。加えて、音楽構造に対する映像の連動方法を抽象化して定義することにより、自分の好きな音楽に好きな映像セットを組み合わせた視聴が可能な、新しい種類のコンテンツである。

## 1 はじめに

近年コンテンツのリッチ化が進み、多くのユーザが、音楽に加えて映像の付いたミュージックビデオを楽しむようになってきている。また作曲人口の増加や、動画共有サイトなど発表の場の拡大も、音楽に付随する映像の重要性を高める要因になっている。しかし、このような需要の増加に対し、供給が追いついていないという問題がある。なぜなら通常ミュージックビデオは、一つの楽曲に対して一つの映像が職人的な手作業で制作されるため、労力とコストの問題で大量生産が難しいからである。

そこで我々は新たに、ユーザが簡単に音楽と連動する映像を制作して、視聴・共有できる Web システムを提案する。提案システムには以下の利点がある。

- songle システム [1] を利用する事で、音楽の構造情報を反映した映像を Web 上で簡単に制作できる
- システムを Web 上に構築する事で、ユーザは映像素材の管理や制作物の共有にかかる手間を大幅に減らす事ができる
- 音楽と映像の一对一对応ではなく、音楽構造に対する映像の連動方法を抽象化して定義するので、自分の好きな音楽に好きな映像セットを組み合わせて視聴できる

## 2 提案システムが目指す音楽映像

提案システムが目指すのは、音楽の構造情報（区間・小節・拍）と連動した映像である。これらの情報は、ユーザに音楽と映像の高い連動性を感じさせる重要な特徴量である。岩宮 [2] は、各種音楽特徴量と映像要素を連動させて提示し、マッチしている

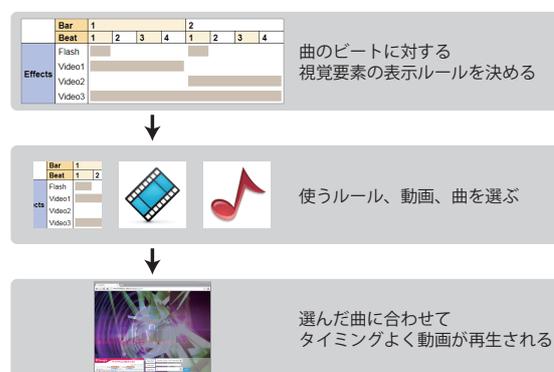


図 1. 提案システムのコンセプト図

と感じる度合いを被験者に尋ねる心理学実験を行った。その結果、音楽の拍情報と、映像の切れ目が同期しているとき、ユーザは高い調和度を感じることが報告されている。また既存のミュージックビデオでも、小節の切れ目や、拍に合わせて映像を切り替える演出がしばしば見られる。既存システムとして、音楽の拍情報と連動した図形アニメーションを表示する songle 外部埋め込みプレイヤーがある<sup>1</sup>。提案システムは、この埋め込みプレイヤーのエフェクトを動画に拡張し、かつユーザが Web 上で動的にエフェクトを定義できるようにしたものである。

音楽映像表現の一つに、音響信号をリアルタイムで変換し映像として表示するビジュアライザがある。提案システムはそれと異なり、あらかじめ用意した動画素材を組み合わせて表示する。これはビジュアライザほど音響信号に直結した表現はできない代わりに、レンダリングに時間のかかる 3D モーショングラフィクス素材や、あらかじめ加工した実写素材など、多様な映像素材を利用可能である。

Copyright is held by the author(s).

\* 東京大学

<sup>1</sup> [http://staff.aist.go.jp/m.goto/Songle/songle\\_embedded\\_player\\_demo.html](http://staff.aist.go.jp/m.goto/Songle/songle_embedded_player_demo.html)

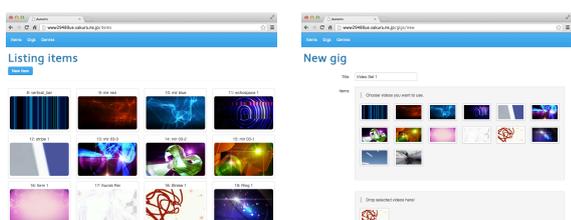


図 2. 動画素材一覧画面

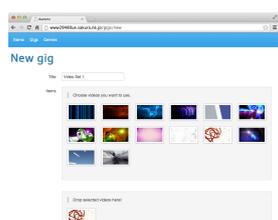


図 3. 動画セット作成画面

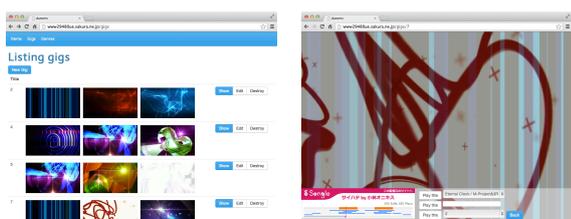


図 4. 動画セット一覧画面



図 5. プレイヤー画面

### 3 システムの詳細

#### 3.1 ユーザインタラクション

まずユーザは、提案システムの Web インタフェースにより、動画素材をアップロードする。アップロードされた動画素材は、動画素材一覧画面(図 2)に表示される。将来的には、他のユーザがアップロードした動画を利用する仕組みも考えられる。次にユーザは、アップロードされた動画の中から好きなものを選び、動画セットを作る(図 3)。作成された動画セットは、動画セット一覧画面に表示される(図 4)。動画セット一覧画面で、各動画セットの横にある show ボタンを押すと、その動画セットを再生するプレイヤー画面に遷移する(図 5)。プレイヤー画面には songle 埋め込みプレイヤーが表示され、再生ボタンを押すと音楽が始まり、同時に映像が連動して再生される。またデフォルト曲以外にも、songle の曲 URL を右側フォームに入力し、Play this ボタンを押す事で、songle システムで解析済みのものであれば任意の音楽に、映像セットを連動して再生できる。

ユーザが作成した動画セットは、それぞれが固有の URL を持つので、その URL を共有する事で、他のユーザも視聴できる。またアドレスの末尾に songle の曲 URL を追加して、再生する音楽を指定できる。つまり使用する動画セットと音楽の組み合わせを、一つの URL として表現する事ができる。この URL を他のユーザと共有し、この曲にはこの映像がマッチすると教え合う使い方も可能である。

#### 3.2 実装

提案システムの実装には、Ruby on Rails フレームワークを使用した。動画ファイルのミックス再生には、HTML5 Canvas を利用している。Javascript で songle システムの埋め込みプレイヤーから、音

楽構造情報と、音楽の再生状態を取得し、描画する動画素材を制御している。

プレイヤー画面での映像表示について、具体的には、小節ごとに表示する映像素材の切り替え、不透明度を利用した重ね合わせ、リピート区間で拍に連動したズーム効果、サビ区間で小節頭に連動したフラッシュ効果を適用している。

### 4 まとめと今後の課題

本稿では、音楽の構造情報に連動したミュージックビデオを制作する Web システムを提案した。songle システムを利用する事で、これまで手動で煩雑な作業が必要だった、音楽の区間・小節・拍に同期した映像切り替え表現やエフェクトが簡単に実現できる。また Web システムの特性を生かし、素材映像をユーザが持ち寄る事で、素材集めと管理の手間が減った。また作った物を共有する手間も少なくなった。加えて、音楽の構造情報を利用することで、調和度を保ったまま、任意の音楽と映像の組み合わせを試す事ができる、自由度が高いシステムになった。

今後の課題は、まず映像の表示ルールをユーザが編集できるインタフェースの実装である。現在は 3 つの映像素材からなる映像セットを、ハードコーディングされた表示ルールによって、音楽の構造特徴に連動させて表示している。音楽特徴とエフェクトのマッピングを、ユーザが Web 上で自由に編集しプログラムできるインタフェースがあれば、もっと自由度が高まり、かなりクリエイティブな表現が実現可能と考えられる。

また別の点として、提案システムで制作したミュージックビデオの構成を、AfterEffects など既存の動画編集ソフト向けにエクスポートする機能が望まれる。ミュージックビデオのクリエイターに話を伺ったところ、音楽構造の把握と映像への利用は、今のところほぼ手作業であり、非常に大変とのことであった。そのため支援効果の大きい分野だと考えられる。

提案システムは Web サービスなので、比較的容易にユーザに試用してもらう事ができる。そのため早い段階での一般公開が望ましい。その過程で、ユーザがどのような音楽と映像の組み合わせを好むか、嗜好のデータが収集できるので、データに基づいた学習システムや、サジェストシステムも今後の発展が予想される。

### 参考文献

- [1] 後藤 真孝, 吉井 和佳, 藤原 弘将, M. Matthias, 中野 倫靖. Songle: 音楽音響信号理解技術とユーザによる誤り訂正に基づく能動的音楽鑑賞サービス. 情報処理学会論文誌, 54(4):1363-1372, 2013.
- [2] 岩宮 眞一郎. 音楽と映像のマルチモーダル・コミュニケーション 改訂版. 九州大学出版会, 2011.

# 実世界オブジェクトへの機能拡張によるインタフェースの提案

松蔭 信貴 赤池 英夫 角田 博保\*

**概要.** 近年登場したメガネ型デバイスにおける新たなインタフェースを提案する。従来のメガネ型デバイスにおけるインタフェースにはそれぞれ問題点が挙げられる。音声やジェスチャを使った手法にはコマンドの種類が制限される問題がある。複雑な操作を可能とするポインティング手法については空中や自分の身体に表示・操作する手法があるが、前者では触覚フィードバックが得られず、後者では身体の一部を専有される問題がある。いずれの手法もユーザの周辺環境を活用してはいない。そこで本研究では周辺にある実世界のオブジェクトを活用し、各オブジェクトの特徴やアフォーダンスに応じた機能を拡張するインタフェースを提案する。カメラを用いてユーザ視界からオブジェクトを認識するとともに、ユーザインタフェースを重畳表示し、直接触ることによる操作を実現する。物体を動かす、傾ける、回転させる、表面へのタッチ等さまざまな操作を割り当てることができ、広く応用が考えられる。未来ビジョンとしては、現実世界と仮想世界をシームレスに利用する方法として、実世界オブジェクトの機能を拡張する手法を示した。

## 1 はじめに

本研究では、ユーザの周辺にある実世界オブジェクトを活用することによる、メガネ型デバイスにおける新たなインタラクションを提案する。

ウェアラブルなコンピュータであるメガネ型デバイスが登場し、多様なアプリケーションが開発されている。メガネ型デバイスへの代表的な操作手法には、空中での手・指による操作があるが、触覚フィードバックを得られない。また視線による操作では Midas Touch Problem が知られている。いずれの手法についても、ユーザの周辺環境を活用してはいない。

そこで本研究では、ユーザの周辺にある実世界のオブジェクトを活用し、直接触って操作できる機能拡張インタフェースを提案する。



図 1. タイマー: カップ麺の拡張

## 2 提案手法

ユーザの周辺にある実世界オブジェクトにその特徴やアフォーダンスに応じたインタフェースを拡張し、直接触っての操作を実現する。カップ麺のような円筒型オブジェクトを活用する例を考えると、垂直軸で回転させることにより、タイマーの時間を設定する機能が拡張(図1)できる。物体への操作は他にも、動かす、傾ける、表面へのタッチ等の操作を割り当てることができ、広く応用が考えられる。

## 3 実装システム

ユーザ視界に情報を表示するためにヘッドマウントディスプレイを使用する。周辺にある実世界オブジェクトや手・指を認識するために、ヘッドマウン

トディスプレイに併せて頭部に RGB・深度カメラを装着する。

現在の試作では、オブジェクトに貼付した AR マーカから ARToolKit<sup>1</sup>を用いて実世界オブジェクトを認識し、深度ビットマップから OpenNI<sup>2</sup>の手・指認識ライブラリを用いて手・指を認識している。RGB・深度カメラには PrimeSense 社の CARMINE 1.09<sup>3</sup>を使用している。

認識したオブジェクトには、その特徴に応じたユーザインタフェースをヘッドマウントディスプレイにより重畳表示する。オブジェクトの形状に沿って表示することにより、実世界のオブジェクトに機能が拡張されたように感じられる表示を目指す。ヘッド

Copyright is held by the author(s).

\* 電気通信大学大学院 情報理工学研究所 情報・通信工学専攻

<sup>1</sup> <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

<sup>2</sup> <http://www.openni.org/>

<sup>3</sup> <http://www.primesense.com/>

マウントディスプレイには、Sony 社のヘッドマウントディスプレイ HMZ-T2<sup>4</sup>を使用している。また、画像処理や提示するユーザインタフェースの生成のためにパーソナルなコンピュータを使用している。

システムを軽量化ワイヤレス化するため、現在スマートフォンによる実装にとりかかっている。スマートフォン画面はレンズを通して見ることにより、ヘッドマウントディスプレイのような表示器として使用できる。スマートフォン内蔵のカメラ画像から AR ライブラリ vuforia<sup>5</sup>を用いてオブジェクトを認識している。

#### 4 関連研究

周辺の環境を活用したインタフェースには、C. Harrison らの OmniTouch[1]がある。ウェアラブルな深度カメラと小型プロジェクタにより、ユーザ前方の平面に対してインタフェースを投影し、操作できる。しかし、平面へのタッチ操作のみを対象としており、物体に対するタンジブルな操作を実現する本研究とは異なる。

周辺にあるオブジェクトに機能を拡張し、タンジブルな操作を実現した研究として、J. Huber らの LightBeam[2]がある。深度カメラとプロジェクタにより、紙やマグカップにインタフェースを提示し、直接触れることによるタンジブルな操作を提案して

いる。しかし、手に把持またはテーブル上に配置した状態での使用方法の調査が主であり、ウェアラブルなメガネ型デバイスを使用する本研究とは異なる。

周辺オブジェクトを活用した現実拡張インタフェース [3] は著者らの試作を発表したものである。

#### 5 おわりに

本稿では、メガネ型デバイスにおけるインタラクション手法として、周辺にある実世界オブジェクトに機能を拡張する手法を提案した。当日は実装したアプリケーションのデモを行う。

#### 参考文献

- [1] C. Harrison, H. Benko, and A.D. Wilson. OmniTouch: Wearable Multitouch Interaction Everywhere. *UIST 2011*, pp.441-450, 2011.
- [2] J. Huber, J. Steimle, C. Liao, Q. Liu, and M. Muhlhauer. LightBeam: Interacting with Augmented Real-World Objects in Pico Projections. *MUM 2012*, Article No. 16, 2012.
- [3] 松嶋, 赤池, 角田. 周辺オブジェクトを活用した現実拡張インタフェースの提案. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013, pp.545-548, 2013.

<sup>4</sup> <http://www.sony.jp/hmd/products/HMZ-T2/>

<sup>5</sup> <https://developer.vuforia.com/>

#### 未来ビジョン

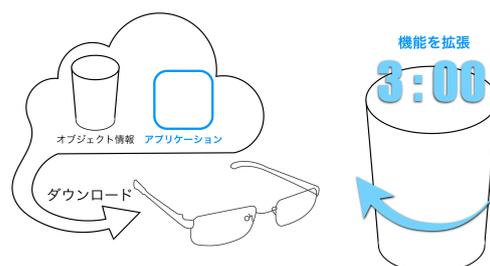
本研究が目指すのは現実世界と仮想世界を区別なく便利に利用できる世界である。本研究では、メガネ型デバイスを用いて実世界オブジェクトに情報を付加するだけでなく、オブジェクトの機能を拡張する。

カップ麺のタイマーは一例に過ぎず、日常的に使っているさまざまなオブジェクトに機能を追加することが考えられる。実世界オブジェクト向け拡張機能をアプリケーションとして、メガネ型デバイスからダウンロードして使える仕組みをつくれば、製品を製造している企業が機能拡張アプリケーションを提供することもできるし、第三者が開発し公開することも考えられる。

実世界オブジェクトを認識し、対応するアプリケーションを探すのが困難となりそうであるが、例えば製品バーコードの情報を使用することでオブジェクトを特定でき、アプリケーショ

ンとともに特徴量情報等のオブジェクト情報をダウンロードすることで解決できる。ユーザ自身が周囲のオブジェクトに好みの機能を設定してもよいだろう。

実世界オブジェクトを認識し、アプリケーションのダウンロードが自動で行われるようになると、現実世界と仮想世界とをシームレスに利用できるようになるだろう。



# 手本データを自動抽出する運動指導システム

黒田 修平 入江 英嗣 吉永 努\*

**概要.** 人が新しく運動を学び始める場合、一般的にはその運動の熟練者から指南を受ける。自分自身では気づきにくい運動の誤りを、熟練者に正してもらうためである。しかし、熟練者を要することは、機会やコストの面で習得の敷居を増加させてしまう。熟練者に代わって、コンピュータがユーザの運動の誤りを指南できれば、多くのユーザの運動習得を支援することができる。そこで我々は、人間の関節座標を取得してユーザの運動の流れを検出し、運動の正しさを自動的に判定して指導するシステムを提案している。このシステムは動きをいくつかのポーズの連続としてとらえ、一つ一つのポーズについて、ユーザが正しい体勢をとっているか判断する。この判断について、我々の提案している相対チェックポイントを用いることにより、体格によらずに細やかな運動判定を行うことができる。しかし相対チェックポイントは手動で作成せねばならず、妥当なチェックポイント作成には運動とシステム双方への精通を必要とする。また、新しい運動に対するチェックポイント記述に多大な時間がかかってしまう。

そこで本論文では、練習したい運動の関節座標軌跡データから、チェックポイントを自動生成する手法を提案する。フレーム間類似性に着目した要約技術を利用して特徴的なキーフレームを抽出し、そのキーフレーム中の関節座標データから相対チェックポイントを生成する。これにより、様々な運動の指導がたった一回の教師のお手本によりできるようになる。また教師データの配信により、多くの人にとって様々な運動の練習が身近なものとなる。

## 1 はじめに

人が新しく運動、体操、ダンスなどを習得しようとする場合、独力での練習を難しくする理由に、自身が上手くできているかの判断が難しいことが挙げられる。このため、インストラクターなど、その運動に精通した者の協力を得て、正しいフォームを指導してもらうことが効果的とされている。しかし、他者に協力を求める際には、外部要因の制約により自由な時間に気軽に学ぶことができず、結果として運動を学ぶ機会が妨げられる。

我々は独力での運動の上達を促すべく、ユーザを自動で指導するシステムを開発している。参考となる技術としてはChavesらの運動認識技術[1]と同様に、対象となる運動をコマ割りし、特徴的なポーズの連続として表現する。特徴的なポーズを、一定の時間内に同じ順番でとることができれば運動に成功したと判定する。我々は、関節間の相対的な位置関係を相対チェックポイントとすることで、様々な体格のユーザの運動を識別できるようにし、ユーザを指導するシステムを提案した[2]。もしユーザが正しい運動を行えなければ、該当箇所を反復練習させ、運動の上達を促す。

本論文では、提案システムを様々な運動に対応できるように以下の課題に取り組む。まず、相対チェッ

クポイントの妥当性である。ユーザが効果的な習得を行うために効果的なチェックポイントの抽出は熟練者のノウハウに依存している。次にチェックポイント定義の時間的コストである。チェックポイントはそれぞれ手動で定義しており、新しい運動への対応に時間がかかってしまっている。

これらの課題に対し、特徴フレーム抽出技術を用いることにより、上記二つの点を改善し、ユーザが望む運動の練習を効果的に行うシステムを実現する。

## 2 提案手法

運動指導システム[2]をより正確に、かつ拡張性を高めるため、我々はチェックポイント自動生成手法を提案する。まずユーザは、お手本となる運動の関節座標の軌跡データを得る。これはデータとして配布されたものを取得するほか、フレーム毎の関節座標を取得できるデバイスの前で、運動を習得済みの人間に実際に運動を行ってもらって得る。次にそのデータから、類似度の低いいくつかのフレーム(キーフレーム)を抽出し、そこに記録された関節座標の相対的な位置関係をチェックポイントとして生成する(図1)。他のフレームと類似しないフレームは、運動の中でも特徴的な重要ポーズのフレームと考えられ、妥当なチェックポイント抽出の自動化が可能となる。

Copyright is held by the author(s).

\* Shuhei Kuroda, Hidetsugu Irie, Tsutomu Yoshinaga, 電気通信大学大学院情報システム学研究科情報ネットワークシステム学専攻

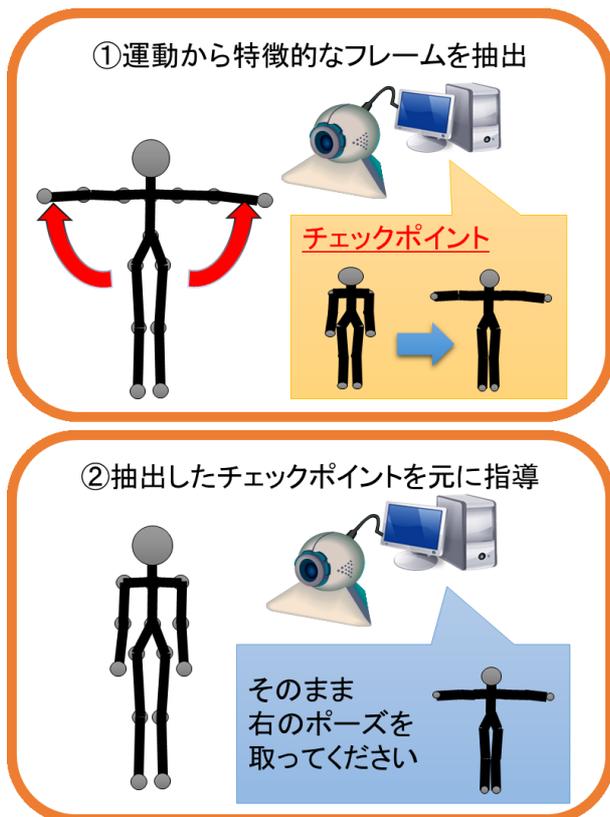


図 1. 提案手法概要

### 3 アルゴリズム

キーフレームの抽出にあたり、Huang らが提案した、3D ビデオのフレーム間の類似関係を元にキーフレームの抽出を行い、自動的に内容を要約するシステム [3] と同様のアルゴリズムを用いる。まず、何枚のキーフレームを抽出するのかのレートを定義する。また、3D ビデオのモデルを構成するボクセルをひとつひとつを、モデルの重心を中心とした球座標系  $(r, \phi, \theta)$  に変換する。次に、対象となる  $N$  枚のフレーム中にある、任意のフレーム  $i, j$  間の類似度を、ボクセル間のユークリッド距離の合計にて算出する。この類似度とは、フレーム  $j$  のモデルを  $360^\circ$  回して、フレーム  $i$  のモデルとユークリッド距離的にもっとも近づいたときの差異の和である。次いでこの類似度を元に、フレーム  $i$  から  $j$  までの間全てのフレームと、フレーム  $i$  からフレーム  $i-j$  までの全てのフレームとの間に生まれる歪みコストを求める。この歪みコストを元に、3D ビデオの要約に最適となるキーフレームを算出する。

Huang らと異なり、我々の手法では関節同士の距離に着目するため、フレーム  $i, j$  間の類似度を算出するのにモデルを  $360^\circ$  回転させたりせず、それぞれの関節座標同士のユークリッド距離を用いる。また求められたキーフレームに記録されている関節座

標間の相対的な位置関係を相対チェックポイントとして生成し、[2] に組み込む。

### 4 システム構成

本システムでは、ユーザの関節座標を取得するために Kinect を用いる。Kinect はユーザの全身を RGB カメラと赤外線センサーで捉え、20 個の関節座標を取得することが可能である。Kinect を計算機に接続しシステムを起動すると、ユーザへの指導を表示するウィンドウ、RGB カメラで撮影したユーザの関節上に赤いマーカを描画するウィンドウ、そして同様に RGB カメラの撮影の様子の上にボタンが表示されたウィンドウがポップアップされる。このボタンから運動指導か、手本データ録画を選んで、Kinect に映るよう運動する。

### 5 未来ビジョン

チェックポイント自動生成手法を用いた運動指導システムが確立されれば、人々は熟練者の支援に頼ることなく、様々な運動を上達させることができるようになる。これにより、人々にとって運動はより身近なものとなり、スポーツやダンスなどが盛んに行われるようになる。これを通じ、我々は人々の競技スキルの向上のみならず、人々の健康度の底上げを図っていく。

### 参考文献

- [1] Thiago Chaves, Lucas Figueiredo, Alana Da Gama, Cristiano de Araujo, Veronica Teichrieb, "Human Body Motion and Gestures Recognition Based on Checkpoints", Virtual and Augmented Reality 2012 14th Symposium, 28-31 May 2012
- [2] 黒田修平, 放地宏佳, 吉見真聡, 吉永努, 入江英嗣, "相対座標を用いた運動指導システム", DI-COMO2013 シンポジウム (2013).
- [3] Peng Huang, Adrian Hilton, Jonathan Starck, "Automatic 3D Video Summarization: Key Frame Extraction from Self-Similarity", 3DPVT'08 - the Fourth International Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission (2008).

# EnchantMoon を利用した漢字・部首認識を活用した描画補助ツールの提案

若林 花見\* 井川 裕貴 武藤 寛 瀬川 典久 杉野 栄二 澤本 潤†

**概要.** 近年タブレット端末が普及してきているとともに、タブレット端末用のアプリケーションを用いて絵を書く人が増えてきた。従来のペイントアプリケーションでは、画面上のキャンパスの上部や側部にペンの種類や色、太さを変更するためのツールバーが表示されている。しかし、これらの機能が操作を複雑にし、自由な発想を妨げていた。そこで本研究では、シンプルなインターフェースを持つ enchantMOON を使い、enchantMoon に部首認識機能を追加し、部首と手書き描画機能をつなげることで、描画補助を行う仕組みを提案する。

## 1 はじめに

本格的なイラスト描画を行うデジタルデバイスとしてペンタブレットや液晶タブレットが挙げられるが、近年タブレット端末が普及してきているとともに、タブレット端末用のアプリケーションを用いて絵を書く人が増えてきた。タブレット端末で絵が描ければ、改めて機材を買い揃える必要がなく、趣味や遊び目的で絵を描く人にも容易に環境が整う。

従来のペイントアプリケーションでは、インターフェースとしてウィンドウの中央に描画用のキャンバスがあり、上部や側部にツールバーというレイアウト構成がほとんどである。それらのツールを使って描いたものに対してエフェクトをかけるが、その操作は直感的なものではなく、使い方を覚える必要がある。

これでは単純に絵を書くことが目的であるのにも関わらず、手間が増えてしまった。そして、この手間がユーザにストレスを感じさせていた。デッサンやアイデアスケッチの場合このようなストレスを感じることは発想の妨げになってしまう。

そこで、我々の研究グループでは、油絵などで絵を描くときに利用するパレット(図1)を参考にシステムを実装する。パレットは、絵を書く人がパレット上に絵の具を置いてパレット上で色を混ぜて、欲しい色を作成しその色を塗っていく。

本研究で目指すのは、手書きタブレットに適したパレットみたいな機能を実装することである。本研究では、部首認識を行う部品を画面の自由なところに設置し、利用者が漢字を書くことで、機能を追加できるシステムを提案する。

本研究で用いる enchantMOON[1] とは、ユビキタスエンターテインメント社が開発したタブレット端末である。ほとんどの操作をデジタルペーンによる手書きと指のタッチ(図2)のみで行うシンプル



図 1. パレット

なインターフェースである。筆跡ストロークのデータ構造は、X,Y の座標と筆圧の3つで構成されていてJSON形式で保存される。ストロークはオブジェクトとして扱うことができ、さらに、JavaScriptで記述したプログラムを機能として追加することができる。本研究の実装にあたってこのインターフェースとストロークに対する動作への機能追加の容易性から、enchantMOON が最適であると考えた。



図 2. enchantMOON における指での指示例

本稿では、EnchantMoon を使い、部首認識を使いその部首の組み合わせで、機能を追加する仕組みについて提案を行う。

## 2 関連研究

手書き認識の研究 [2, 3] は、様々行われており、実用化もされている。そのため、本研究ではそれら

Copyright is held by the author(s).

\* カンガールスタジオ

† 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

の知見を利用して実装を行っている。

また、手書きをユーザインタフェースとして利用している一つの例として、[4]があげられる。利用者が、手書きでジェスチャーを書くことで、機能を呼び出すことを実現している。

### 3 プロトタイプシステム概要

利用者は、本プロトタイプシステムを実装したプログラムを起動し、画面上に表示する（図3）。



図 3. プロトタイプシステムの起動

図3で示すように、シンプルな四角が画面上に表示される。利用者は、この四角を自由な場所に移動し、配置することが可能である。

本システムは、次にあげる動作を行（図4）。

1. 利用者が、四角の中に、漢字を記述する。その記述した物は、部品として画面上に置かれる。
2. 利用者は、必要なときに、漢字の表面を指で触れる。
3. 漢字の認識を部首単位で行い、機能が呼び出される。

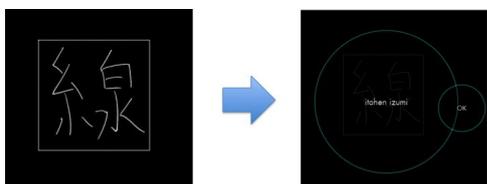


図 4. 部首認識

本システムの認識は、DP マッチングを用い実装している。DP マッチングを用いたのは、実装が容易であるのと、すべての漢字を認識させるわけではなく、限られた部首を認識するためだけに利用するので、必要十分に動作するからである。

図5は、システムの動作例である。利用者が、四角の中に「消」の文字を記述しておきその文字に触れることで、今まで書いた手書きストロークが消去

する。この文字は、部品として扱われるので、利用者はこの「消」に触れるだけで、ストロークの消去が可能になる。



図 5. システム動作例

そして、この部首の組み合わせで、さまざまな機能の割り当てを行う。例えば、「へん」が機能で「つくり」がパラメータを表すなどである。この漢字は、当然の事ながら、創作漢字も含まれる。今後は、認識される部首と、機能の関係を定める文法を定めて実験を行う。

### 4 おわりに

本研究では、enchantMoon を用い、部首認識を行う部品を、画面上に設置し、そこに漢字を記述することで、描画補助機能を自由に配置し、起動できることを示した。今後は、さまざまな機能を実装し、部首と機能の関係の文法を決定し、さまざまな実験を行う。

### 参考文献

- [1] enchantMOON ; The Hypertext Authoring Tablet <http://enchantmoon.com/>
- [2] 伊藤 等, 中川 正樹:Hidden Markov Model に基づくオンライン手書き文字認識, 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎 97(207), 95-100, 1997-07-25
- [3] 福島 貴弘, 中川 正樹:確率モデルに基づくオンライン枠なし手書き文字列認識電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解 98(489), 25-30, 1998-12-17
- [4] 坂東 宏和, 福島 貴弘, 加藤 直樹, 中川 正樹:枠なし手書き文字列認識における誤認識訂正インタフェース情報処理学会論文誌 43(6), 1996-2005, 2002-06-15

# 講義中の板書を支援する人物半透明化カメラの実装

山根 恵和    岡部 正幸    梅村 恭司\*

**概要.** 通常、講義などの場において、黒板やホワイトボードを用いて説明を行うという形式がとられている。ここでの問題は、講義者が黒板やホワイトボードに文字や図を書いているとき、講義者と文字が重なる際に、受講者からは、黒板の文字が見えなくなることである。そこで本システムでは、受講者が、講義者および講義者により遮られた文字を同時に見ることができる「半透明人間カメラ」を提案する。文字や図が書かれた黒板と半透明化を施した講義者の映像を別スクリーンへ出力することで、受講者はそのスクリーンを見るだけで講義者により遮断されて見ることが不可能であった文字や、講義者の説明箇所を正確に把握することが可能となる。

## 1 はじめに

講義や会議などの場では、黒板やホワイトボードを使用した説明が主流である。最近では電子黒板などの電子ボードも注目を集めているが、いずれも講義者が文字や図を書く、または書いたものを説明するときに、講義者の手や身体により文字や図が遮蔽されてしまい受講者から見えなくなる問題がある。電子ボードを扱う場合には、書き込みや保存などの機能の切り替えをマルチタッチで行うことで、腕や体の移動を最小限にして文字や図の遮蔽を防止するソフトウェアがある [1]。しかし、この方法では、講義者の様子は見ることはできるが、電子ボードの前に講義者がいることで遮蔽された文字を見ることができない点や、電子ボード以外では適用できない点が挙げられる。このような問題を解決するために、本システムでは受講者が講義者によって遮られた文字と、講義者の動きを同時に見ることができる「半透明人間カメラ」を提案をする。このシステムにより、深度情報により講義者を判別して半透明化を行い、スクリーンに出力することで、受講者は、スクリーンを通して講義者の陰にある文字および講義者の様子を同時に把握することが可能となる (図 1)。

## 2 既存システムの問題

Kinect を用いて人物を認識し、その部分を背景画像によりマスクすることで人間の透明化を行うシステムが存在する [2]。しかし、このシステムでは、講義者を透明化するときに講義者の輪郭が残ってしまう問題や、背景画像の更新がないので透明化された領域では黒板の文字が更新されないという問題がある。また、講義者の容姿を完全に消去することは、

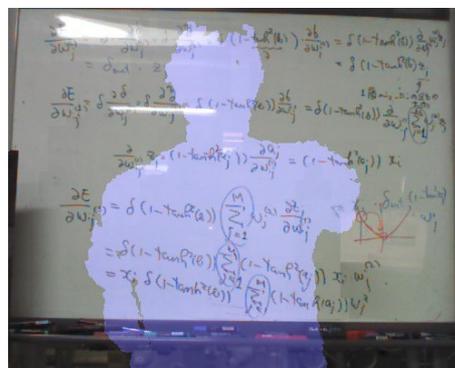


図 1. 半透明人間での講義

それを見ている受講者にとって不自然であり、注意が散漫してしまう恐れがある。そこで本システムでは、講義者のいる領域を拡大した後、講義者の消去および色付けを行うと共に、講義者以外の領域を常時更新するというアプローチを図った。

## 3 システムの概要

図 2 に本システムの構成を示す。本システムは、カメラにより RGB・深度情報を取得し、取得した情報を基に PC により講義者を半透明化を施した後、スクリーンに出力する処理をリアルタイムで行う。システム起動時、カメラには黒板が画面中央に映るように、カメラを配置する。なお、システム起動時に、背景領域と判断するための距離を決定するため、講義者は画面に映らないようにする。PC では、取得された深度データにより、講義者をマスクする領域と、黒板や文字などの背景領域を判別し、講義者の半透明化および黒板に書かれた情報の更新を行う。PC により講義者が半透明化された映像は、スクリーンや外部モニタなどに出力される。受講者は、出力された映像を見るだけで瞬時に、黒板の文字と講義者の様子を捉えることが可能となる。

Copyright is held by the author(s).

\* Yamane Yoshikazu and Umemura Kyoji, 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系, Okabe Masayuki, 豊橋技術科学大学 情報メディア基盤センター

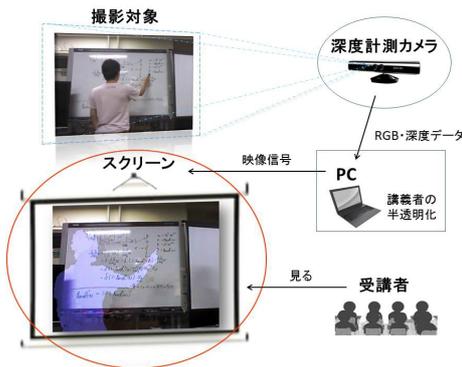


図 2. システム構成

## 4 システムの実装

本システムは、入力装置として Microsoft 社の Kinect を用いて実装を行った。kinect により取得した深度データを基に、マスク領域と背景領域を割り当てるが、その方法として、深度データの閾値を用いて領域を判定した。深度データの閾値の決定は、画像中央付近の深度データを優先的にサンプリングし、それらの平均値により決定している。黒板がカメラ画面の中心にある場合、カメラと黒板の間の距離が閾値となる。ある画素における深度は、閾値以上であれば背景領域、閾値未満であればマスク領域として割り当てられる。なお、背景領域は黒板やホワイトボードなどに相当し、背景画像として随時更新する領域である。また、マスク領域はカメラと黒板の間に存在するオブジェクト(講義者など)に相当し、そのオブジェクトの背景領域によりマスクを行い、オブジェクトを色付けすることで半透明化を行う領域である。最新の画像に対して、それぞれの領域に応じた処理を行うことで、講義者を半透明化することが可能となる。

### 4.1 深度画像の分割

Kinect からの各種情報は 30fps で取得しているが、各フレームに対してすべての画素を探索し、1pixel ごとの処理を行うことは、メモリ使用量が多くなることや、計算時間が増加することで処理が重くなるため現実的ではない。そのため、pixel ごとの深度データをいくつかのブロックにまとめることで、扱う画素を減少させた。なお、1ブロックは  $10 \times 10$  ピクセルとして深度画像の分割を行い、各ブロック内でサンプリングデータを選ぶ。そして、そのブロックが背景領域またはマスク領域のどちらに属するかを多数決を行うことで決定し、各ブロックの値を背景領域またはマスク領域に割り当てる。これにより、領域の割り当てを高速化することができるので、講義者の半透明化および背景の更新をリアルタイムで処理することが可能となる。

### 4.2 マスク領域の拡大

領域を割り当てた際に、背景更新領域とマスク領域の境界面である講義者の輪郭部分が、領域の誤分類により半透明処理されずに表示されてしまう。例えば、図 3 左中央の丸で囲んだ部分のように、腕や手にマスク領域の割り当てがない箇所が存在するので、この部分が消去されずに残ってしまう。そこで、マスク領域の拡大を行うことで問題を解決した(図 3)。本システムでは、余分にマスク領域の割り当てを行っても、半透明化の際にオブジェクトのみを色付けするため、システムの動作に影響はしない。深度データにより割り当てられたマスク領域に対して、それぞれ 8 方向に 1 ブロックだけシフトしたマスク領域を作成し、それらの論理和を取ることでマスク領域の拡大の実装を行った。マスク領域を拡大することで、講義者を消去する領域が広がるため、輪郭を残すことなく講義者を消去することができる。マスク領域により消去した後、オブジェクトに色付けを行うことで半透明化することができる。



図 3. マスク領域の拡大. (左):元画像, (右):オブジェクトの色付け

## 5 まとめ

本研究では、講義などの場において、受講者が、講義者によって遮られた文字と、講義者の様子を同時に見ることができるシステムの開発を行った。既存のシステムにおける、透明化した際に講義者の輪郭が表示されてしまう問題や、講義者の様子が把握不可能になる問題、および背景が更新されない問題に対して、マスク領域の拡大と色付け、背景領域の常時更新を行うことにより解決した。本システムによって講義者の半透明化を行うことにより、実際の講義などの場で、講義者により遮断されて見ることが不可能であった文字、および講義者の様子を見ることができる画期的な講義が可能となる。

## 参考文献

- [1] 永野直, 栗原一貴, 渡辺裕太, 藤村裕一, 皆月昭則, 林秀彦. マルチタッチ電子黒板による教材提示性能の改善, 鳴門教育大学情報教育ジャーナル No.7, pp. 23-27, 2010.
- [2] 中村薫, 田中和希, 宮城英人. 秀和システム. Kinect for Windows SDK プログラミング C# 編, pp. 153-162, 2012.

## 浮遊ノートシステムにおける道案内機能の実装

小野澤 清人      入江 英嗣      吉永 努\*

**概要.** ロボットが活躍する場は、産業のような専門的な環境が多く、操作するためには特別な知識や技術が必要であった。しかし、近年になり自動お掃除ロボットのような誰でも簡単に操作することができるロボットが登場し、人間の生活をサポートし始めている。我々は、ロボットがユーザの様々な手助けを行う「浮遊ノート」システムの提案・実装を進めており、このシステムにお遣い・道案内機能を持たせるためのナビゲーションシステムを構築した。このシステムでは、スマートフォンと連動して地図タップという簡単な操作でロボットの目的地を設定し、自動設計された経路をロボットが自律飛行する。しかし、実装したアルゴリズムでは、狭い道など GPS が取得しづらい地点での到達失敗が多い。また風の影響により進む方向が変化し、目的地に到達しないことがある。そこで本稿では、飛行ロボットの移動推定や加速度センサを用いたフィードバックシステムを実装し、提案ナビゲーションシステムのロバスト性を高める。加速度センサ及び過去の GPS の値から現在地を推定し、実際の値と大きな差がある場合には、GPS の測定ミスと判断し、推定値よりナビゲーションを行う。また、操縦指示と異なる機体の動きを加速度センサにより検知し、移動に補正をかける。これらのシステムを構築・導入することで、ナビゲーションシステムの精度向上を行い、道案内機能を実現する。

### 1 はじめに

ロボットは原子力施設の保守や宇宙開発、産業など専門的な環境での利用が主流であり、これらを操作する人間にも特別な知識や技術が必要とされてきた。しかし近年になり、自動掃除ロボットのように誰でもできる簡単な操作で、人間の生活をサポートするロボットが登場している。我々は、ロボットが人間のパートナーとして存在し、ユーザを様々な場面で手助けする将来を目指し、「浮遊ノート」システムを提案している [1]。このシステムは、携帯情報端末を飛行ロボットが把持してユーザの望む位置に滞空することにより、両手が使えない場面や目が離せない場面でも容易に情報端末を利用できることを目指したお供ロボットである。現在我々は「浮遊ノート」システムの更なる機能拡充を目指して、お遣い・道案内機能を開発している。既に行った実装では、手持ちのスマートフォンと連動し、ユーザが目的地を地図上でタップすることにより、経路を自動生成し、GPS 及びコンパスセンサを利用してロボットを目的地へ到達させる [2]。

スマートフォンでの目的地設定は、どのユーザに対しても簡単な操作を実現したが、ロボットの目的地到達率は 50% であった。主な原因は建物沿いの狭い通路など GPS の精度が悪い地点での不正確な位置データであった。また、風により機体が流されそうになった場合は GPS による制御が追いつかず

に想定外の場所へ飛行してしまった。

自動ナビゲーション可能な浮遊ノートによるお遣い機能実現とそのアプリケーションを検討するためには、これらの課題を解決しなければならない。そこで本稿では風に流されたときの補正及び不正確な GPS データ取得の対策を実装する。機体が風に流され本来の指示とは異なった方向に進むことを加速度センサにより検知し、補正を加えナビゲーション能力の向上を図る。また、GPS データの誤取得を防ぐために GPS の値の移動推定を行う。取得した GPS の値と推定値に差が見られる場合は、GPS の精度が悪いと判断し、推定値を用いてナビゲーションを行う。これらの提案より、ナビゲーションシステムの目的地到達率の向上を行い、道案内機能の実現を目指す。目指している道案内機能は、携帯情報端末で現在地や目的地を確認しなくても、ロボットの後を追えば目的地に到着することのできるシステムである。

### 2 提案手法

#### 2.1 加速度による移動方向フィードバック

提案する動作を図 1 に示す。加速度センサを利用することで、飛行ロボットの速度を算出できる。ナビゲーションにより前進や旋回の指示を出すときの加速度の値と、飛行ロボットが指示を受けた後の加速度の値を比較し、受けた指示とは異なる方向に進んだことが検知できた場合、風に流されたと判断し、誤って進んだ方向とは逆向きの移動指示を出すことで補正する。

Copyright is held by the author(s).

\* Kiyoto Onozawa, Hidetsugu Irie, Tsutomu Yoshinaga, 電気通信大学 大学院情報システム学研究科 情報ネットワークシステム学専攻

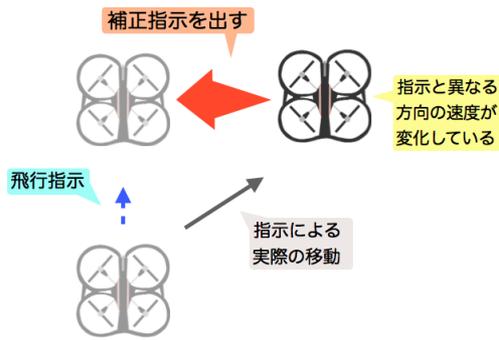


図 1. 加速度センサによる補正

## 2.2 GPS による移動推定

ナビゲーションアルゴリズムの基本動作では、その時の GPS 及びコンパスデータより目的地までの距離及び角度を計算し、前進または旋回の指示を出して目的地到達を目指す。このナビゲーションの実行中に GPS の測定に外乱があることを想定し、それまで取得した飛行ロボットの速度データ及び過去の GPS データより現在値を推定する。図 2.2 に推定を行いながら、移動する例を示す。

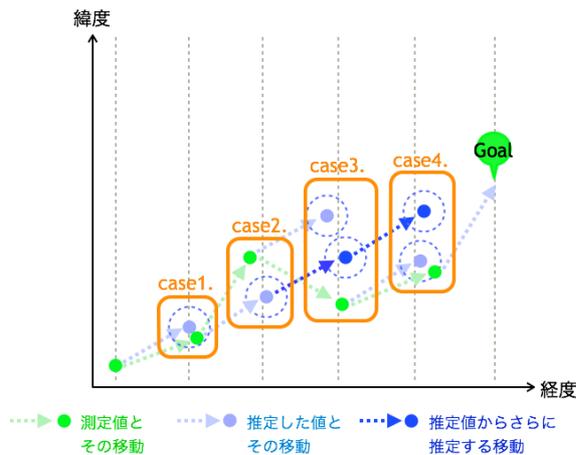


図 2. GPS の実測値と推定値の推移

case1 のように、測定値と推定値が近似する状態の時、測定値を利用してナビゲーションを継続する。

case2 のように測定値と推定値の差が大きい状態の時、GPS の測定ミスと判断し、推定値をロボットの現在地と想定したナビゲーションを行う。次の地点の推定は今回の推定値を元としたものと、測定値を元としたものの二通りを用意する。

case3 は、全ての推定値と測定値が異なる状態を示す。この場合は、GPS の測定ミスと判断し、2つの推定値のうち測定値に最も近い推定値を現在として想定し、ナビゲーションを行う。次の地点の推定は測定値及び採択された推定値を元に計算する。

case4 では、いずれかの推定値と測定値が近似す

る状態を示す。この時、近似した推定が正しいと判断し、測定値を利用してナビゲーションを行う。次の地点の推定には測定値を利用する。

## 3 実装と評価方法

ナビゲーションシステムでの飛行ロボットへの指示は、旋回と前進のみ行われる。加速度センサにより指示以外の移動を検知した場合、その方向とは逆向きの方向へ移動する指示を出す。

飛行ロボットに命令を出す際、どの程度の速度で移動するかを決定することができる。そのため、移動方向フィードバックを行う際、移動前後の速度比較により、どの程度異なる方向に進んだかを計算し、進んだ距離に応じた速さで移動する命令を出す。

GPS データの現在地推定において、GPS の値が更新される時間の間隔及びこの時間内の移動速度から緯度、経度の推定値を算出する。この結果を利用し、提案手法で示した移動推定を行う。

これらの制御アルゴリズムを浮遊ノートに追加し、ナビゲーションシステムを利用した実験を行う。直線経路、曲がる地点を含む経路、GPS を取得しづらい地点を目指す経路それぞれの経路をナビゲーションさせ、目的地到達率がどのように改善されるか評価する。さらに、道案内アプリケーションの実験を行い、ユーザが飛行ロボットの跡を追うことで指定した目的地にたどり着けるかどうかを検証・評価する。

## 4 未来ビジョン

移動方向フィードバックシステムにより、安定して自律飛行する浮遊ノートシステムが実現すれば、お供ロボットによる様々な生活支援アプリケーションを安定して実装することができる。このことによりユーザの荷物を任意の場所に届けることや、ユーザが車内の渋滞などで身動きが取れない時に、代わりに任意の地点の様子を見に行かせるなど、人々を様々な形でサポートすることができるようになる。我々は、このようなナビゲーションを行うアプリケーションを開発し、「浮遊ノート」システムを発展させ、ロボットが人間のパートナーとして存在する未来を目指す。

## 参考文献

- [1] 芝星帆: “飛行型ロボットと携帯情報端末を利用した「浮遊ノート」システムの提案”, 情報システム学研究科 情報ネットワークシステム学専攻修士論文 (2012).
- [2] 小野澤清人: “タッチ指示によるお供ロボットナビゲーション”, DICOM2013 シンポジウム (2013).
- [3] Tianmiao Wang: “Autonomous Control And Trajectory Tracking Of Quadrotor Helicopter”, IEEE International Conference (2012).