

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300081

研究課題名(和文) 情報コンテンツの提示により変化する「場」の状態推定と制御に関する研究

研究課題名(英文) Aiming to Estimate and Control the Atmosphere in a Conversation Space by Displaying Information Content

研究代表者

北村 喜文 (Kitamura, Yoshifumi)

東北大学・電気通信研究所・教授

研究者番号：80294023

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,700,000円、(間接経費) 4,710,000円

研究成果の概要(和文)：複数の人が1つの空間を共有してコミュニケーションを行う場面を想定し、このような空間を、適切なインタラクティブメディアの力によって、より良い状態にすることを考える。まず、適当なセンサを使って人々の言語的・非言語的行動を計測し、そのデータを解析することによって、対象空間の状況や雰囲気推定する。そして、その結果に応じてコンテンツを作成し、適当なメディアを介して空間に刺激として情報提示することによって、空間をより良い状態にすることができる。加えて、空間そのものの物理的構成を変化させることによって、状況や雰囲気を変化させることができる。このような考え方に基づいて研究を進めた。

研究成果の概要(英文)：Well-being is a concept which is used for a comprehensive understanding of subjective well-being, life satisfaction, positive emotion/affect, and so on, in positive psychology. Although it is difficult to achieve the well-being directly using the information technologies, this research project aims to make a space of interpersonal interaction more active, enjoyable, efficient, comfortable,... by research on interactive content. Three major research achievements are; 1) Understanding the atmosphere by verbal/nonverbal behaviors of persons measured by sensors, 2) D-FLIP: Dynamic and Flexible Interactive PhotoShow, 3) TransformTable: A Self-Actuated Shape-Changing Digital Table.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性インタフェース

### 1. 研究開始当初の背景

複数の人が集まる「場」は会話などのコミュニケーションを行う大切な機会を提供する。しかし、参加者の発言や外部からもたらされる情報をきっかけとして、雰囲気が悪くなったり悪くなったりすることも多い。そこで、「場」の状況の機微を読み取り、それに応じた情報コンテンツを提示することで「場」をより良い状態に誘導することができれば、さまざまな人のコミュニケーションを円滑に行わせることができる。

これまで、話者の心理や行動からの会話解析や、参加者の会話状況を可視化することによる会話支援などの研究は国内外で多く試みられてきた。しかし、表面上の会話の盛り上がりだけではなく、会話中の身振りや手振りなどのジェスチャ、視線、笑い、話者の会話に臨む態度など、さまざまな要因から構成されると考えられる「場」の推定には至っておらず、また、「場」を制御する目的でのリアルタイムな情報コンテンツ提示へと応用する試みもされていない。さらに、会話内容からその状況を推定できることは明らかであるが、「場」の形成には、そのような表層的なものだけでなく、各人の会話のリズム、心理や態度などが大きく関わると予想される。

そこで、情報コンテンツの提示によって影響を受ける「場」の状態をセンシング・解析し、その結果を利用してリアルタイムにフィードバックをかけることで、幅広く「場」の状態を制御する方法を確立する。それにより、その場にいる人にとってより良い状態に導くことによって、人と人とのコミュニケーションを円滑にする支援システム開発への足がかりをつかみたい。

### 2. 研究の目的

複数の人が会話を行う「場」の状態をセンシング・推定し、その結果を利用してリアルタイムにフィードバックをかけることで、「場」の状態を制御（活性化または抑制するなど）する方法を確立する。そのために、情報科学と対人社会心理学の両分野の研究者の協力により、次の研究課題に取り組む。

- (1) 複数の人が会話を行う「場」の状態とその変化を、センサによって取得される非言語情報から自動的に推定する手法を確立する。
- (2) 「場」に対するフィードバックとして情報コンテンツの提示を考え、その提示と「場」の状態の関係を解明する。
- (3) これらの結果を用いて、「場」の状態に応じて情報コンテンツを提示することにより、「場」を制御することができるシステムを試作し、評価実験を通して「場」をより良い状態に誘導するための知見を得る。

### 3. 研究の方法

情報コンテンツは、人とのやりとりを通して、利便性や快適性だけではなく、感動や幸

せな気持ちや喜びなど、さまざまなポジティブな要因を与えてくれ、われわれの生活を豊かにしてくれる。それらは必ずしも一人で利用するのではなく、家族や友人など、皆と一緒に利用したり楽しんだりすることも多い。そのため、このようなインタラクティブ性を持つ情報コンテンツと人との関係を考える場合には、情報コンテンツそのものとともに、複数の人を含む「場」や「空気」とも関連した「空間」を考慮する必要がある。

最近の心理学では、精神病理や不適応の研究ではなく、一般の人の **well-being** (主観的な幸福感や満足度、ポジティブ感情などを含む包括的な概念) が盛んに研究されるようになってきている。そして、人と人のつながり (対人関係や対人コミュニケーション) は我々が生きてゆく上で最も重要な要素であることから、対人コミュニケーション心理学でも **well-being** を高める取り組みがなされつつある。良好な人と人のつながりは、幸福や満足、ポジティブ感情などを感じることで人の心を豊かにする。複数人が同一の空間において、それらを感じ、かつ共有することで、より満足を感じるようなコミュニケーション空間となる。それを実現するためには、単に空間を共にするだけではなく、その場の人々の感情や知識、行動などが含まれる個々人の感性を共有することが重要となってくる。

また、人は人とだけではなく、モノとも同じように相互作用する。たとえば、空間中に置かれたテーブルなどの什器は、人の心理や空間行動に影響を及ぼす。子供の積木遊び等の場合に限らず、大人でも模型等を用いて議論することも多い。今後、情報技術の発展に対応した人の幸福感や満足感などを増進してゆくためには、人とモノを統合する「空間」という視点から感性を考え、人の **well-being** を検討してゆくことが重要になるとと思われる。

そこで本研究では、人とモノを統合する「場」を対象にして研究を行った。

複数の人が1つの空間を共有してコミュニケーションを行う場面を想定する。このような空間を、適切なインタラクティブメディアの力によって、より良い状態にすることを考える。より良い状態とは、より効率的に作業ができたり、快適性が向上したり、会話が活発になったりすることだと考えられる。そのため、まず、適当なセンサを使って人々の言語的・非言語的行動を計測し、そのデータを解析することによって、対象空間の状況や雰囲気を推定する。そして、その結果に応じてコンテンツを作成し、適当なメディアを介して空間に刺激として情報提示することによって、空間をより良い状態にすることができる。加えて、空間そのものの物理的構成を変化させることによって、状況や雰囲気を変化させることができる。このような考え方に基いて研究を進めた。

#### 4. 研究成果

##### センサ情報から「場」の状態推定

コミュニケーション場の活性度を非言語情報から推定するため、会話における話者が感じる「場の活性度」と、その時に会話場で表出される非言語情報の相関を調査した。初対面の大学生3人組の会話を対象とし、全体で22組の実験を行った。会話中は、図1に示すように、3D位置センサ、マイク、加速度センサを用いて、頭部移動量、音声、そして両手の加速度を検出し、会話後に行われたアンケートで「場の活性度」に対する主観評価を参加者に求め、そのデータとセンサで取得した表1のようなデータを用いて、重回帰モデルを作成した。これによると、発話時間、手の加速度、頭部回転回数の寄与度が高くなり、

$$\begin{aligned} \text{場の活性度} = & 0.0092 \text{ 発話時間} + 0.00001 \\ & \text{手の加速度} \\ & + 0.00052 \text{ 頭部回転回数} + 0.916 \\ & (R^2=0.42) \end{aligned}$$

となった。これにより、センサで取得可能な非言語情報により、場の状況や雰囲気はある程度推定できることがわかった。しかし、適用範囲は限られているので、より一般的な状況で用いることができる推定法とするため、今後のさらなる検討が必要である。



図1: 実験参加者が身に着けたセンサ

##### 場の状況に応じた柔軟なコンテンツの表示

場の状況に応じて、柔軟に、多くのデジタル写真を同時にインタラクティブにディスプレイ上に表示することができる新しい方法 D-FLIP を提案した。写真の配置に対するさまざまな要求事項を取捨選択することができ、また、その場での利用者とのインタラクションに応じて写真群のレイアウトをリアルタイムに柔軟に変化させるため、創発の考え方によるアルゴリズムを採用した。個々の写真の表示位置や大きさのパラメータを時間の関数と考え、それぞれが隣接する写真との局所的な関係等によって決まる方向へと時々刻々変化させる。その結果として、個々の写真を生物のように常に動かしながら表示することで写真群全体の大局的なレイアウトを自動的に変化させる。

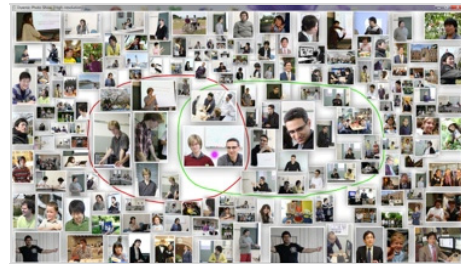
図2(a)は、多くの人の顔が写っている約200枚の写真の中から、カーソルが重畳され注目している写真に写る人と同一人物が写っている写真が集まっている例である。ここでは、写っている人の名前等に関するメタ情報は、

表1: 計測した非言語情報

Nonverbal behavior	Interpretation of sensor data
Speaking time [sec]	Total time that participant said something
Speaking turns [times]	Frequency of utterances defining a series of utterances as one
Speaking overlaps [sec]	Total time that multiple participants simultaneously said something
Speaking overlaps by two participants [sec]	Total time that two participants simultaneously said something
Speaking overlaps by three participants [sec]	Total time that three participants simultaneously said something
Gini coefficient	Value of unequal utterances among participants
Hand gestures [times]	Frequency of hand acceleration exceeding 0.5 m/s <sup>2</sup>
Hand acceleration [mm/s <sup>2</sup> ]	Total hand acceleration
Head-rotation frequency [times]	Frequency where direction of head rotates by 10° or more
Head movement [cm]	Total distance where head position moves



(a) 同一人物の顔写真が集まる様子



(b) A と B 氏の顔写真がそれぞれ集まる例



(c) 撮影場所に応じて地図上の対応する箇所に写真が集まる例

図2: インタラクティブで柔軟なデジタル写真群表示の例

適当な顔認識手段や手作業によってあらかじめ付与されているものとする。図2(b)は、同様に各写真に与えられているメタ情報を用いて、マウス等で描いた閉曲線の中に写真を集めている例である。左側の赤い閉曲線と右側の緑の閉曲線の内側には、それぞれ、A氏の名前をメタ情報として持つ写真とB氏の名前をメタ情報として持つ写真が集まっている。そしてこれら2つの閉曲線が重なる部分には、A氏とB氏両方が写っている写真が集まっている。図2(c)は、写真の撮影場所を示すメタデータによって、背景の世界地図上の対応する箇所に、写真が集まる様子を示している。

## 人の空間行動に影響を及ぼす動的空間デザイン

対人コミュニケーション心理学の分野では、テーブルは重要な研究テーマであり、その形やサイズは周囲の人々の空間配置に影響し、その場の印象や雰囲気を変える力を持つと言われている。例えば、正方形のテーブルは4つの明確な角と領域があるため、競争場面に適しており、また、長方形のテーブルは短辺に位置する人のリーダーシップを高めることに適している。円形のテーブルは個別の領域を持たず、周囲の人々の対等な対話やインタラクションを促すものである。もし、状況に応じて自律的にテーブル面の形を変形することが可能になれば、人の空間行動に直接的に影響を及ぼすことができ、結果として、快適な空間を創り出すことに貢献できると考えられる。

そこで、インタラクティブデジタルテーブル TransformTable を提案した。その第一のプロトタイプとして、先に述べた円形、正方形、長方形の3つの形状に自動的に変形することができるテーブルを試作した。テーブル面の形が長方形から正方形、さらに円へと変形する様子を図3に示す。これにより、動的に変化するグループインタラクションに対しても、労力や煩わしさを必要とせず、適切な空間や雰囲気を維持したり、創り出したりすることが可能になる。さらに、デジタルテーブルの面はスクリーンにもなっているため、表示する視覚的なデジタルコンテンツの形に応じた適切な形のスクリーンにすることができるため、コンテンツの形に沿ったグループインタラクションの空間を構築することも可能である。

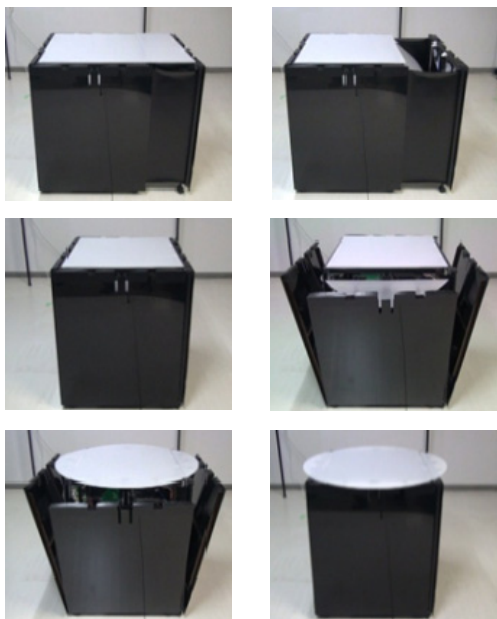


図3: 形を自ら移動・変形させることによって、人の空間行動を誘発するインタラクティブデジタルテーブル TransformTable。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- (1) 高嶋 和毅, 会田 直浩, 横山 ひとみ, 北村 喜文: TransformTable: 人の空間配置を動的に変化させる自律変形デジタルテーブル, 情報処理学会インタラクション2014 論文集, pp. 41-48, 2014. (査読有)  
<http://www.interaction-ipsj.org/proceedings/2014/data/bib/14INT006.html>
- (2) Chi Thanh Vi, Kazuki Takashima, Hitomi Yokoyama, Gengdai Liu, Yuichi Itoh, Sriram Subramanian and Yoshifumi Kitamura: D-FLIP: Dynamic & Flexible Interactive PhotoShow, In Proceedings of Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, pp.415-427, 2013. (査読有)  
10.1007/978-3-319-03161-3\_31
- (3) Kazuki Takashima, Naohiro Aida, Hitomi Yokoyama, Yoshifumi Kitamura: TransformTable: a self-actuated shape-changing digital table, Proc. of International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS), pp. 179-188, 2013. (査読有)  
10.1145/2512349.2512818
- (4) 北村 喜文, 高本 恵介, 高嶋 和毅, 伊藤 雄一, 横山 ひとみ, Gengdai Liu, Sriram Subramanian: インタラクティブで柔軟なデジタル写真群動的表示法, インタラクション講演論文集, pp. 40-47, 2013. (査読有)  
<http://www.interaction-ipsj.org/archives/paper2013/data/Interaction2013/oral/data/pdf/13INT006.pdf>
- (5) 藤田 和之, 高嶋 和毅, 伊藤 雄一, 大崎博之, 小野 直亮, 香川 景一郎, 津川 翔, 中島 康祐, 林 勇介, 岸野 文郎: Ambient Suite を用いたパーティ場面における部屋型会話支援システムの実装と評価, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J96-D, No. 1, pp. 120-132, 2013. (査読有)  
[http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=j96-d\\_1\\_120](http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=j96-d_1_120)
- (6) Hitomi Yokoyama, Ikuo Daibo: Effects of gaze and speech rate on receivers' evaluations of persuasive speech, Psychological Reports, Vol. 110, pp. 663-676, 2012. (査読有)
- (7) 横山 ひとみ, 大坊 郁夫: 対面説得事態における対人コミュニケーション・チャンネルに関する研究 \*チャンネルの使用とその効果\*, 社会言語科学, 15, 73-88, 2012. (査読有)  
(第13回 徳川宗賢賞優秀賞受賞)

[学会発表] (計 16 件)

- (1) 浅利 勇佑, 高嶋 和毅, 北村 喜文: 壁面ディスプレイとデジタルテーブルの動的連携による適応的な作業空間に関する検討, 電子情報通信学会総合大会 基礎・境界講演論文集, A-15-18, 新潟大学. 2014年3月20日 (査読無)
- (2) 北村 喜文: 空間感性を活かすインタラクティブメディア, 電子情報通信学会総合大会, HI-1-4, 新潟大学. 2014年3月19日 (査読無)
- (3) Yoshifumi Kitamura, Chi Thanh Vi, Gengdai Liu, Kazuki Takashima, Yuichi Itoh, Sriram Subramanian: D-FLIP: Dynamic & Flexible Interactive PhotoShow, SIGGRAPH Asia, Emerging Technologies, 香港. 2013年11月19日~22日 (査読有 デモ発表)
- (4) 坂本 登, 高嶋 和毅, 横山 ひとみ, 北村 喜文: 人の空間行動に応じた自走式デジタルテーブルの移動とコンテンツの提示に関する検討, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp. 671-674, 2013年9月10~13日. 早稲田大学, 東京. (査読無)
- (5) 横山 ひとみ, Chi Thanh Vi, 高嶋 和毅, Sriram Subramanian, 北村 喜文: デジタル写真群をインタラクティブに利用した際の Task engagement に関する一検討, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol. 15, No. 4, pp. 67-70, 2013年6月26日. 東京大学. (査読無)
- (6) 月田 有香, 坂本 登, 横山 ひとみ, 高嶋 和毅, 北村 喜文: コミュニケーション・トレーニングにおける表出性に関する検討, 情報処理学会第75回全国大会講演論文集, pp. 4:40-4:41, 2013年3月8日. 東北大学. (査読無)
- (7) 佐藤 拓弥, 高嶋 和毅, 山口 徳郎, 北村 喜文: スマートフォンを用いたパブリックディスプレイ上の動的表示コンテンツの操作, インタラクション講演論文集, pp. 141, 2013年2月28日. 東京. (査読無)
- (8) Hitomi Yokoyama, Ikuo Daibo: Study of verbal and nonverbal behaviors in face-to-face persuasion and their effects, The 14th Annual Meeting of Society for Personality and Social Psychology, 2013年1月17~19日. New Orleans, Louisiana, USA. (査読有)
- (9) Yoshifumi Kitamura: Interactive Content Technologies for Virtual Reality and 3D Interactions, 11th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and its Applications in Industry, 2012年12月3日, Singapore (招待講演)
- (10) Kazuki Takashima, Yusuke Hayashi, Kosuke Nakajima, Yuichi Itoh: Cup-embedded information device for supporting interpersonal communication, Poster and Industrial Track Proceedings of the Joint Virtual Reality Conference of ICAT, EGVE and EuroVR, pp. 19-20, 2012年10月16~19日. Madrid, Spain. (査読有)
- (11) 藤田 和之, 伊藤 雄一, 高嶋 和毅, 中島 康祐, 林 勇介, 岸野 文郎: Ambient Party Room: パーティ場面における部屋型会話支援システムの構築, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol. 14, No. 8, pp. 7-10, 2012. 根室市. 9月27日 (査読無)
- (12) 横山 ひとみ, 大坊 郁夫: 対面場面における説得の規定因の検討 —対人コミュニケーション・チャンネルに着目して—, 日本心理学会第76回大会発表論文集, 94, 2012年9月11~13日. (査読無)
- (13) 坂本 登, 高嶋 和毅, 横山 ひとみ, 北村 喜文: 情報の割り込みが対人コミュニケーションに及ぼす影響に関する一検討, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp. 719-722, 2012年9月6日. 九州大学. (査読無)
- (14) 佐藤 拓弥, 高嶋 和毅, 山口 徳郎, 北村 喜文: インタラクティブな画像群動的表示法における印象操作性の評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp. 547-552, 2012年9月6日. (査読無)
- (15) 高嶋 和毅, 藤田 和之, 横山 ひとみ, 伊藤 雄一, 北村 喜文: 6人会話における非言語情報と場の活性化に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告, HCS2012-41, pp. 49-54, 2012年8月18日. 立命館大学. (査読無)
- (16) 坂本 登, 高嶋 和毅, 横山 ひとみ, 北村 喜文: 自走式デジタルテーブルを使った空間行動の誘導によるコミュニケーション支援に関する検討, 電子情報通信技術研究報告, HCS2012-76, pp. 137-142, 2012年3月5日. 浜松. (査読無)

[図書] (計 3 件)

- (1) 大坊 郁夫, 竹村 和久 (編著): 社会心理学研究の新展開, 北大路書房, 2014. 209頁.
- (2) パターソン M. L. (大坊 郁夫 監訳): ことばにできない想いを伝える—非言語コミュニケーションの心理学—, 誠信書房, pp. 1-227, 2013. 227頁.
- (3) 大坊 郁夫 (編著): 幸福を目指す対人社会心理学—対人コミュニケーションと対人関係の科学—, ナカニシヤ出版, 2012. 296頁.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.icd.riec.tohoku.ac.jp>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

北村 喜文 (Yoshifumi Kitamura)

東北大学・電気通信研究所・教授

研究者番号：80294023

### (2) 研究分担者

高嶋 和毅 (Kazuki Takashima)

東北大学・電気通信研究所・助教

研究者番号：60533461

伊藤 雄一 (Yuichi Itoh)

大阪大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：40359857

大坊 郁夫 (Ikuo Daibo)

東京未来大学・モチベーション行動科学

部・教授

研究者番号：50045556