様式Ｆ－１９

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成２５年５月２０日現在

機関番号：11301
研究種目：若手研究（B）
研究期間：2011～2012
課題番号：23700232
研究課題名（和文）対人コミュニケーションにおける自走式椅子・机を用いた空間行動の誘導と対話支援
研究課題名（英文）Communication support system based on navigating spatial behaviors of users by self-actuated chairs and desks
研究代表者
高嶋　和毅（TAKASHIMA　KAZUKI）
東北大学・電気通信研究所・助教
研究者番号：60533461

研究成果の概要（和文）：

本研究では，複数人の対人コミュニケーションにおける対話中の非言語情報を計測・解析し，対話の状況（盛り上がり等）を自動的に推定する手法を検討した．その結果，３人会話および６人会話における場の盛り上がりを推定するモデルを構築した.そして,推定した状況に応じて,空間に自然に存在する机や椅子を自動的に動かして対話場に物理的に介入させることで，話者の空間行動（対人距離，向き，位置関係）を誘導し，対話の活性化を図るシステムを検討し，実際に話者の動きが誘発されることと，会話空間の印象が変化することなどを明らかにした.

研究成果の概要（英文）：

This work explores to model interaction activity of the conversation space, and a communication support method that produces user’s spatial behaviors by using dynamically a self-propelled digital table. In the method, the digital tables and chirs are automatically moved according to an estimated conversational activity in order to create a comfortable and more dynamic conversational space through changing their positions and group structures. This work could build the estimation model of the activity for 6 person conversation. Also, user study revealed that the movement of the table and chairs significantly influenced their spatial behaviors and impressions.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域
科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス
キーワード：インテリジェントルーム，コミュニケーション支援

１．研究開始当初の背景

円滑な対人コミュニケーションは，安心・安全，文化的，知的生産的な全ての社会活動おいて基盤となるものである．しかしながら，最近では，情報社会が生み出した負の効果として，若者のひきこもりといった社会問題やコミュニケーション力不足が叫ばれるなど，円滑なコミュニケーションの実現や，そのスキルの重要性が明らかに高まっている．今後さらなる情報システムの技術革新をする上で，テキストベースの低次コミュニケーションの充実を図るのではなく，より快適で進歩

的な対人コミュニケーション環境を実現することが強く望まれる．

対人心理学の分野では古くからコミュニケーションについて活発に検討が進められ，対話のプロセスや振る舞い（非言語情報），社会スキルの重要性などが既に明らかにされている．特に，いくつかの対話場面を想定し（討論や協力など），各種非言語情報（対人距離，同調性，ジェスチャなど）がどのように対話の満足度に影響するかを示した研究例は充実しており，対話の盛り上がりの指標については既に多くの知見が得られている．

一方，対話や協調作業を，情報システムの技術を応用することで制御・支援する試みも盛んである．その多くは，複数人での対話中の状態（発声やジェスチャ等）をモニタリングし，その情報から対話状況をシンボルとして可視化して対話者へフィードバックする方式である．例えば，対話者の発話量のバランスを図示することで，話者に均等な頻度での発言を促し，結果として対話の満足度を向上させるものがある．その他の方式として，予めユーザの個人情報をシステムに登録しておき，話者の共通の趣味の情報等をパブリックディスプレイに表示することで，会話の継続や対話の盛り上がりを支援する試みもある．同様の研究はここ数年で急激に増えており，壁面大画面ディスプレイやモバイルなどを用いて，刺激情報が提示されることが多い．しかし，システムによる話題提供は，対話の継続等に有効であるが，一時の表面的な支援であり，ユーザのスキルの向上につながるものではない．また，対話状況を可視化フィードバックする方式においては，対話における制約が強く，ユーザの本来のスキルを活かしにくいという問題があり，自然でかつ成長も見込めるコミュニケーション支援は未だ実現されていない．

応募者は，複数人の対話中の非言語情報から場の印象を推定する手法を検討しており，実験の観察結果として，情報提示の刺激は場の盛り上げに対して負の効果となる場合があること，そして，初対面同士の対話では，対人距離など個人空間を確保する傾向が顕著であったことを確認している． 対話における空間行動は，話者間の親近性，社会性，地位等，対話のベースとなるものを無意識のうちに表しており，充実した対話を実現するためにはその基となる対話空間を適切に演出することが不可欠であると考えられる．

２．研究の目的

本研究では，情報提示による刺激だけでなく，対話における身近な存在であり，かつ，間行動（対人距離，向き，位置関係）に作用する椅子や机を，対話状況に応じて動かすことで話者の空間行動を誘導し，活発で偏りのない対話空間の実現を目指す．具体的には，親睦を深めるための複数人（10 人程度の規模からスタート）によるパーティを支援するシステムの開発と評価を目的とする．例えば，複数人対話の緩やかな盛り上がりをシステムが検出すれば，自動的に椅子をその対話場所に移動させ，着座してリラックスした対話を促す例などが考えられる．その場合，椅子同士の距離や向きは，対話の状態やパーティの目的（学会懇親会，婚活等）に応じて適切な状態に保たれ，参加者の増減に対しても，適切な視野が確保されるように椅子が自動的かつ緩やかに再配置される．また，自走するテーブルトップディスプレイ（以下机）を用いることで，立位での対話の空間行動（位置，グループ分割・結合等）を誘導することができ，映像等の情報提示も可能であるため，対話空間全体を演出することができる．提案システムでは，できるだけ対話の流れに刺激を与えないようにしつつ，社会交流に適した対話空間を維持することができるため，話者間での情報伝達に偏りがない充実した対話が実現できる．同時に，空間内での椅子や立ち位置の緩やかな変化は，一時的な補助情報ではなく，これまで無意識に決定していた空間行動における社会性の気づきを与えるものであり，ユーザのスキルの向上も期待できる．図 1 は，3 人対話に 1 人が加わる対話環境の拡大を支援するシステムの挙動例を示している．

３．研究の方法

(1) <u>センサ群で取得した非言語情報から複数人会話の対話状況を推定する手法の確立</u>
　部屋，机に配置された位置センサやカメラ，および圧力センサを設けた椅子によって得られた非言語情報（発話量，対人距離，頭部方向，姿勢等）と，ユーザの主観的な対話の印象との相関を調査し，対話状況の変化をリアルタイムに検出できる推定モデルを構築する．

(2) <u>自走式の椅子と机（テーブルトップディスプレイ）の開発</u>

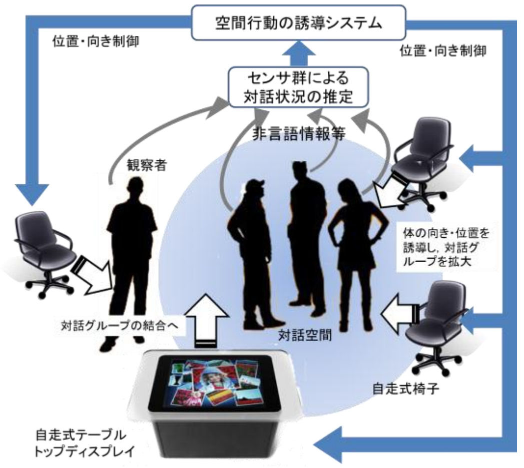

図 1．空間行動の誘導による対話支援

高馬力の電動モーターを軽量な椅子や机等に取り付け，人が座った状態でも自動的に前進・後退，回転を可能とする椅子と机，および制御システムを試作する．共に緩やかな距離・向きの変更を行うために，時速 1～3Km，±10 度以内の回転精度の制御を目標とする．

(3) 対話状態に応じた自走式椅子・机の移動による対話支援システムの実装と評価

複数人対話を行うパーティを想定し（4 人程度の規模），センサ群と，1 で得られた推定モデルを用いて対話状況を推定した後，より好ましい空間行動が実現されるように，自走式椅子・机を移動させ，対話を支援するシステムを開発する．シ評価実験では，視覚的な情報提示による支援との差についても検証する．

４．研究成果

２３年度は，複数人対話状況の推定モデルの検討と，自走式椅子・テーブルトップディスプレイの試作を行った．推定モデルに関しては，対話中の非言語情報をセンサにより取得し，対話中または対話後に行われたアンケート評価値との関連を詳細に調査した．具体的には，重回帰分析によりその両者の相関を解析し，非言語情報を用いて対話状況を数値的に推定するモデルを構築した．そして，過去に提案されているモデルとの差異や精度について検証した．

提案したモデルは，6 人の会話を対象としたものであり，その会話場で得られる話者の主観的な場の活性度を，話者の発話時間，クロストーク（笑い等），手の加速度等の非言語情報から推定するものであり，以下のように示される．

図 2:　自走式テーブルトップディスプレイ

Interaction activity
= 8.8*106 *ST* + 0.0000512 *SO* + -0.0148 *HA* + 0.0732 *Stage* +3.06 (adjusted R2=0.642)

(ST: Speaking time, SO: Speaking overlap with four persons, HA: Hand acceleration, Stage: Conversation stage).

修正済み決定係数の値からも十分な精度であることが分かる．ただし，本モデルは，6 人会話において，場の評価値の分散がある程度小さかった組（17 組中 9 組）データを用いている．分散が大きかった組のデータにおいては，以下に示すように，重回帰式を用いてモデル式は構築できるものの，決定係数が上式の半分程度に下がり，推定制度は大幅に落ちる事がわかった．

Interaction activity
= 0.665 *Gini* -0.05 *HA* + 0.0163 *HF* + 0.0067 *HR* + 0.101 *Stage* +3.06　(adjusted R2=0.290)

(Gini: Gini coefficient, HA: Hand acceleration, HF: Hand gesture frequency, HR: Head rotation frequency, Stage: conversation stage).

すなわち，6 人会話のような中程度の会話では，数人での笑いや感嘆，相槌といった同調する行動や，そこでの一体感（評価値の分散が小さい）等を検出することが重要であることがわかった．心理学の分野においては 3 人会話などを対象としていることが多いため，本結果はアンビエント技術やルームインテリジェントシステムなどの情報の分野に加えて，対人社会心理学の分野においても大きく貢献するものである．この成果の一部は 24 年度に論文誌と掲載され，また別途推定モデルの構築の成果については，いくつか研究会で発表をした．

２４年度は主に自走式テーブルトップディスプレイの試作・開発およびアプリケーションシナリオの検討を行った．図２にその概要を示す．自走式テーブルトップディスプレイは，コンピュータプログラムにより前進，後退，回転を無線にて制御されるものであり，二個実装した．それらを複数人対話のシーンへ導入し，提案システムを対話場に介入させた場合とそうでない場合をアンケートにより比較・評価した．特に会話場への侵入や，動的コンテンツの移動による表示，複数の会話場の結合などを実験的に評価し，提案システムによる情報提示の認知度，対話活性度，対人距離などの空間行動変化などについてデータを収集した．

その結果，会話場へのテーブルの侵入により，対人距離の滑らかな変化（テーブルへの接近）が見られ，それは画像情報提示した場合により顕著であった．情報提示が無かった場合であっても，手を置くなどの行為が見られ，また共同注視を誘発していることもわかった．その他，印象についてはそれほど否定的な結果はなく，むしろ肯定的な結果が多かった．その理由としては，テーブル自体が親友したとしても，話者の視線や会話環境は大きく変わるものではなく，テーブルサイズによって対人距離が調節され，また手を置くなど何かに触れることができる快適な環境が構築できたからであると考えられる．

別途，複数のテーブルを自走させることで，複数のグループの結合に関しても実験を行った．その結果，二つのグループは滑らかに結合し，その後会話場が一つになることが確認された．これは，話者らが知り合いであったことも大きな要因であるが，会話場の中心にあるテーブルが動くことで周囲の話者に動きを促すことにつながったと考えられる．一部，個別グループでかなり会話が盛り上がっていた場合には，結合は負の効果をもたらしたが，それは移動（結合）のタイミングの精度をより高めることが必要であることを示している．今回は，23 年度の成果である場の活性度の推定値をもとにテーブルを移動させたが，多くの場合は利用可能であるものの，一部課題なども明らかになった．また，総合的に見て，自走式テーブルトップディスプレイを用いることで，滑らかな空間行動の変化を通した会話場の結合は実現できたと考える．この成果については，研究会発表をし，現在外国雑誌への投稿準備中である．

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２件）

(1)藤田 和之，<u>高嶋 和毅</u>，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.

(2)Yusuke Hayashi, Yuichi Itoh, <u>Kazuki Takashima</u>, Kazuyuki Fujita, Kosuke Nakajima, and Takao Onoye, "Cup-le: Cup-shaped tool for subtly collecting information during conversational experiment", the international journal of advanced Computer Science, Vol. 3, No. 1, 2013.
http://www.ijpg.org/index.php/IJACSci/article/view/326

〔学会発表〕（計５件）

(1)坂本 登，<u>高嶋 和毅</u>，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. 137-142，2013 年 3 月 4 日（ウェルシーズン浜名湖，浜松）．

(2)<u>Kazuki Takashima</u>, 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. Oct.17-19, (Madrid. Spain)

(3)藤田 和之，伊藤 雄一，<u>高嶋 和毅</u>，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 年 9 月 27-28 日（根室市総合文化会館，根室）．

(4)坂本 登，<u>高嶋 和毅</u>，横山 ひとみ，<u>北村 喜文</u>，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 4 日-7 日（九州大学，福岡）．

(5)<u>高嶋 和毅</u>，藤田 和之，横山 ひとみ，伊藤 雄一，<u>北村 喜文</u>，6 人会話における非言語情報と場の活性度に関する検討，電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 112，No. 176，pp. 49-54，2012 年 8 月 18 日（立命館

大，草津）．

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕
○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

６．研究組織
(1)研究代表者
高嶋　和毅（TAKASHIMA　KAZUKI）
東北大学・電気通信研究所・助教
　研究者番号：60533461