

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 6 月 21 日現在

機関番号：34416

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2013～2018

課題番号：25700021

研究課題名(和文)音響空間と音声指向性を用いた可聴化パラコミュニケーション情報環境に関する研究

研究課題名(英文)Audible para-communication environment with acoustic space and localization

研究代表者

米澤 朋子(Tomoko, Yonezawa)

関西大学・総合情報学部・教授

研究者番号：90395161

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、A) 実空間を主とする一対多数のコミュニケーションを支援する音響環境の構築、B) その音響環境を実現する音場生成システムの構築、C) 聴衆側の状況取得システムの検討、D) 話者側が聴衆の注意やマルチスレッド化する音響コミュニケーションを制御するためのインタフェースと、E) これらを視覚的に補助するシステムの構築、F) 視聴覚擬人化メディアを用いたパラ注意誘導型コミュニケーション支援手法の検討、および、G) ARやVR上の知的リソース/対話の共有環境の構築を通して、一対多数の並行型音響コミュニケーションを広く複合的に実現し有効性を検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

実空間を主とする一対多数のコミュニケーションを支援する学術的研究成果として、人間の意識的コミュニケーションの最中の並行コミュニケーションが可能かを複数の観点から明らかにした。またそれらが複合的に人間の注意や記憶に影響を与えるかを検証し有効性の範囲を明らかにした。諸提案を統合メディアツールとして講演に導入できれば、多人数側(聴衆)の知的創発が強く支援される。また、エージェンシーを用いたアンビエントメディア技術による人間の意識誘導は、複数並行するコミュニケーションの場を系統的に支援する。将来的にこれらをさらに統合し、多くの参加者の知的生産に寄り添い強く支援する知的メディアとして発展させよう。

研究成果の概要(英文)：In this research subject, we widely treated multiple approaches for one-to-many parallel communication support especially focusing on localized sound and AR environment: A) the acoustic environment design to support one-to-many communication in parallel with main talk in real space, B) the localized sound generation as the above acoustic environment, C) the detection of the audience situation/attitude based on optical flow, D) the user interface design for the speaker to control/browse the multi-threaded communication with audience, E) the visual feedback to assist understanding of the speaker and the audiences, F) the communication support agent system using visual and auditory sense anthropomorphism, and G) the intelligent resource/conversation environment in AR and VR. The results showed our proposed ambient media experiences enable to the communication participants to stimulate each other and have possibility to provide a chance to create new intellectual discussions.

研究分野：コミュニケーションメディア科学

 キーワード：一対多数パラレルコミュニケーション 可視聴覚化AR メンタルイメージ 音源定位制御 ジェスチャー
 インタフェース 多人数状況推定 注意制御誘導 音声メモ

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

本研究課題に関連する周辺状況として、clicker を用いた講義や twitter を並行提示した講演などがあり、一対多人数のコミュニケーションの中でも、聴衆参加型に対する提案はあるものの体の傾きを合わせゲームインタフェースとするなどのレクリエーション的シーンにおけるインタフェースにとどまっていた。

また、音響的ディスプレイに関する研究は国際会議 ICAD のコミュニティなど長く取り扱われてきたものの、応用的シーンや実世界、多人数での展開などは議論されていなかった。また、空間音響的な刺激によるメンタルスペースの活用の可能性やその応用に関する研究や議論は十分ではなかった。空間音響技術を用いた音声ブラウジング技術は、研究代表者らが研究開始前に手掛けた音源定位のある頭部ブラウジング音声メモシステムに関連し複数音声エフェクトを頭部方向に応じてブラウジングするシステムは存在したものの、一対多人数のコミュニケーションにおける並行チャンネルとして音源定位を利用するシステムは他になかった。

教育の分野ではアクティブラーニングなど聴衆参加型および聴衆中心型の学習シーンが提案されているが、聴衆の準備が前提となると同時に、TA などの参加者を支援する存在が重要となる。そこで、リアルタイムな一対多人数の知的なコミュニケーションを実現しうる工学的アプローチにより並行する複数のコミュニケーションの場を作り知的なリソースをくみ取ることがこの分野にも影響を及ぼすと考えられた。

2. 研究の目的

本研究課題では、上記のような一対多人数コミュニケーションにおける知的リソースを、指向性付音声を用いて空間音響に反映し、メイン話者の講演と並行する可聴化パラコミュニケーション情報環境を実現することを目標としていた。このような一方通行的な場に、議論など対話性のあるやりとりにおける知的リソースの発掘や、他者の存在性を用いた知的指向性の理解による、周辺的な個の知的活性化を目指すこととした。

そこで、音響メディアに限らず擬人化メディアも活用して、複数の並行するメディア表現を用いて空間や時間の限界を超える、全体から個への情報ボリュームが自在で入出力のフレキシブルな情報メディアの実現を狙った。

3. 研究の方法

ここでは、A) 実空間を主とする一対多人数のコミュニケーションを支援する音響環境の構築、B) その音響環境を実現する音場生成システムの構築、C) 聴衆側の状況取得システムの検討、D) 話者側が聴衆の注意やマルチスレッド化する音響コミュニケーションを制御するためのインタフェースと、E) これらを視覚的に補助するシステムの構築、F) 視聴覚擬人化メディアを用いたパラ注意誘導型コミュニケーション支援手法の検討、および、G) AR や VR 上の知的リソース/対話の共有環境の構築を通して、一対多人数の並行型音響コミュニケーションを広く複合的に実現することとした。

4. 研究成果

まず、A) 一対多人数のコミュニケーションを支援する音響環境として、多人数のいる環境に音源定位を実現したうえで、話者と聴衆が相互に状況を把握するための音楽的な音の組み合わせ手法を BGM 的フィードバックとするシステムを提案した[15]。また、このような音源定位のある音声を聴取したときに人間がどのようにその対象を把握するのかに関してメンタルイメージの生成しやすさを検証した[1]。その結果、人間の音フィードバックにおける複数の情報把握において頭部運動よりも定位による有効性が確認された。

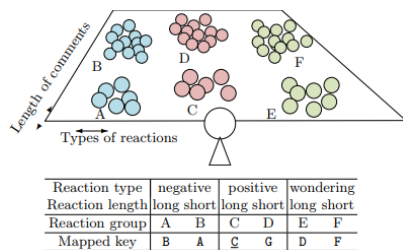


図 A-1 音楽構成複雑化 FB [15]

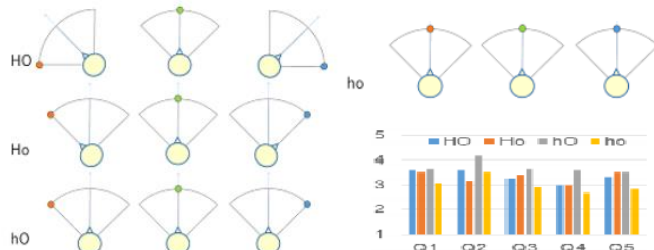


図 A-2 頭部運動と定位による把握しやすさ[1]

そして、B) 上記を実現する音源定位のある環境構築として、スマートデバイスを多数用いてサウンドビーコンで互いの距離を測り時間遅れを認識し合うことで、複数のスマートデバイスのスピーカを用いて音場を生成するシステムを提案した[13]。また、指向性のあるパラメトリックスピーカを備え付けたサーボモータを2自由度で回転させることでターゲット位置を調整し、照射位置を音源としたり、照射対象者のみに聞かせる音源システムを提案した[6,16]。その結果、複まず数端末を用いた音源生成の利点として、ある程度の数と配置の分散があれば比較的音源定位を再現しやすいことと、欠点として、音源を生成する端末に囲まれた場合は音源定位がされないことが、本システム上でも確認された。また、サーボモータを備えたパラメ

トリックスピーカは、反射音を発生しやすい壁面素材であれば照射対象を音源とすることができるが、吸音しやすい床面素材や反響の大きな空間では混乱を生じるため対策が必要である。

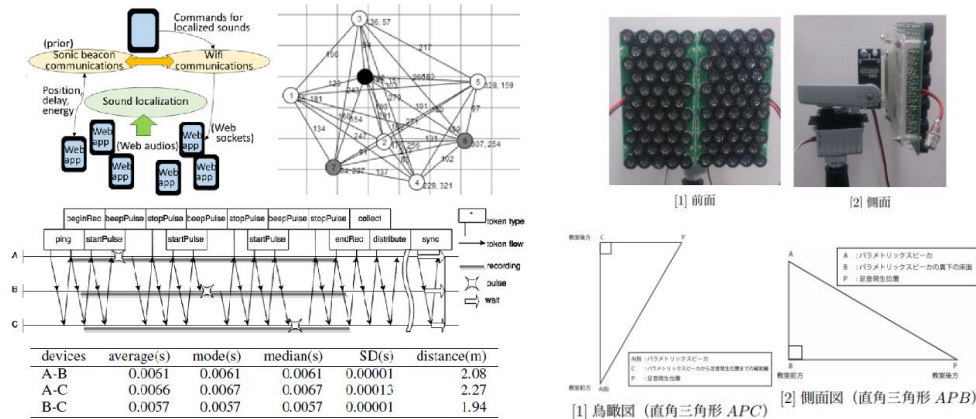


図 B-1 複数個人端末を用いた音場生成 図 B-2 指向性スピーカ角度制御による音場生成

ここで、C) 多人数側の状況認識として、当初予定していたざわめきや個別の音声を用いるのではなく、聴衆の動き検出を画像処理に基づき行うことで、大局的な聴衆状態の把握手法を提案した[j1]。画像上特徴点のオプティカルフローを用い、方向や動き量をヒストグラム化した特徴量を機械学習した。その結果、動きの大きさを活性度とすることの妥当性が示された。

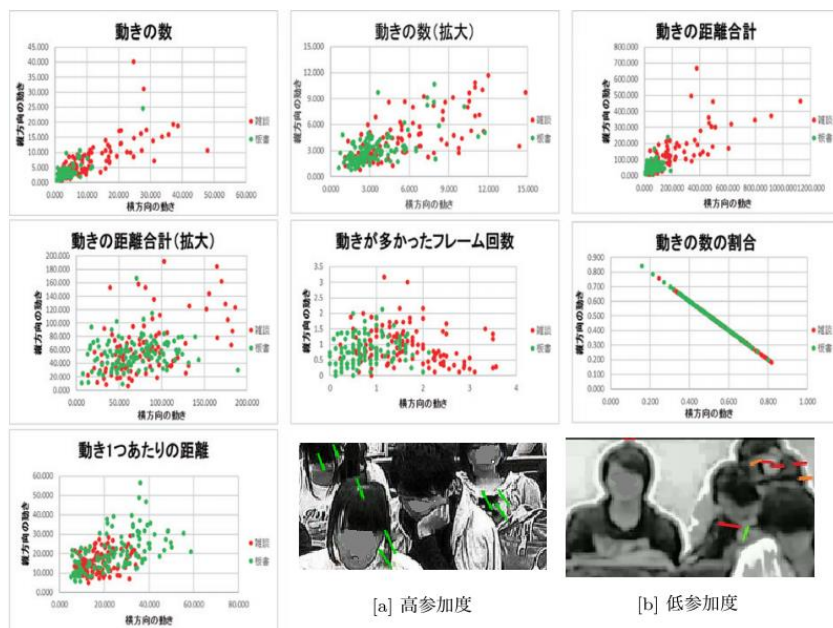


図 C-1 オプティカルフローによる参加度推定

さらに、D) 一对多人数コミュニケーションを制御する話者側インタフェースとして、まず、話者が聴衆に対する発話を複数スレッド化する仕組みを考えた。話者が話す相手が聴衆全体の時と、聴衆内の特定の人や位置に向けた個別発話の時を切り替えるため、マイクの上下と顔向きを用いたインタフェースを開発した[2,3,7]。これは、話者がマイクを口元にあてて話している場合には全体に対する発話としてラウドスピーカを用い、マイクを下ろして話している場合には個別の発話としてパラメトリックスピーカを用いることとした。そして対象者を見ながら個別発話をしていることが考えられるため、話者の顔向きを用いてパラメトリックスピーカを回転させ、対象位置に音波を照射するシステムとした。ハンドマイクとピンマイクの音量差分を用いることでマイクの上げ下げを検出した。次に、一对多人数コミュニケーションを制御する話者側インタフェースの音響的なフィードバック選択ブラウジング手法を検討した[15]。ここでは、話者の顔の向きや乗り出し加減に応じて大局的な聴衆集団を選択し、その結果が音響的にフィードバックされる。視線による単語選択インタフェースに類似する、聴衆(群)選択手法となった。その結果、話者の直感的な操作としてマイクの上げ下げや顔向きによる聴衆選択手法が受け入れられることが確認された。

E) 話者及び聴衆への補助的な視覚的フィードバック手法として、まず、話者への視覚的フィードバック手法として、聴衆動画像に対しカラーマップを透過重畳表示し、ヒートマップのように集中度と参加度を示すシステムを検証し、カラーマップ重畳は単純な視覚的な聴衆風景よりも大局的に状況をつかみやすい提示手法だということが示された[11,j1]。また、AR的な聴衆注意誘導支援として、話者の指差しを強調しターゲットに注意を向けるシステムを提案した。その結果、また、指差し重畳ARでは指示ターゲットを明確化することが示唆された[j2, 12]。

これらのシステムにおける顔向きや指差しや体動の検出は kintect v2 は faceAPI を用いた。

次に、F) 視聴覚擬人化メディアを用いたパラ注意誘導型コミュニケーション支援として、パラメトリックスピーカにより聴覚的に再現される移動足音エージェントシステムを提案した

[6]. 話者とは異なる補助者が移動してくることで、問題行動のある聴衆は態度を改め、内容に不明点がある聴衆は声をかけやすい印象を与えることを目的としている。さらに、話者と同じの存在として、視覚的に話者から影を出し切り離れ移動する分身エージェントを実現した[4]。その結果、足音エージェントの存在性がアンビエントに聴衆の意識をただすことや、分身エージェントを話者のエージェントとして認識できることが確認された。

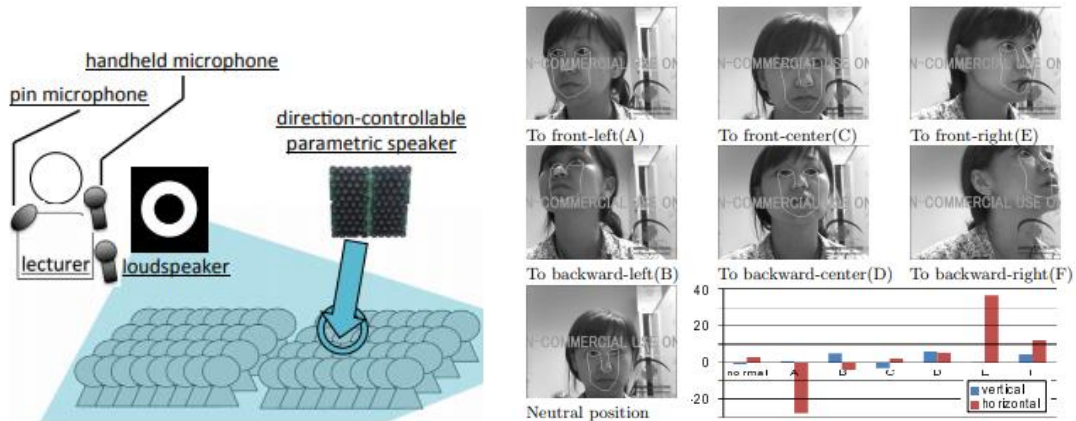


図 D-1 マイクの上下による全体個別切替 図 D-2 覗き込みジェスチャによるブラウズ

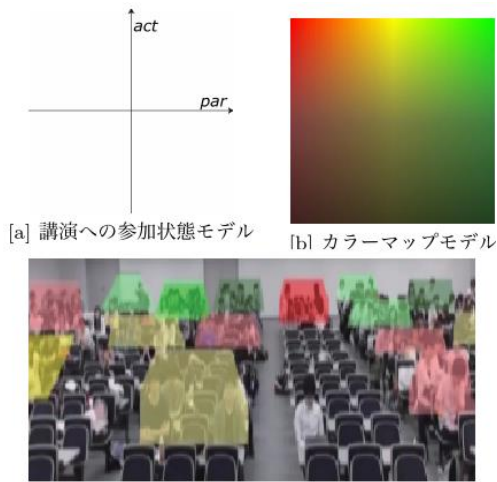


図 E-1 聴衆状態カラーマップフィードバック

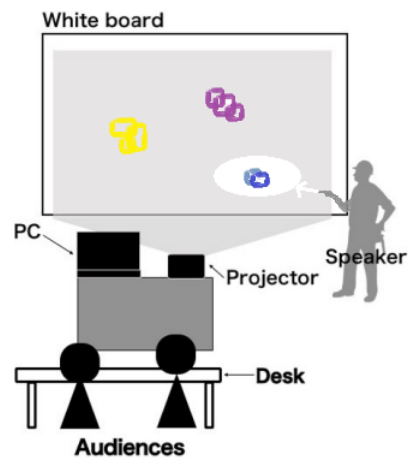


図 E-2 指差し対象の AR 強調

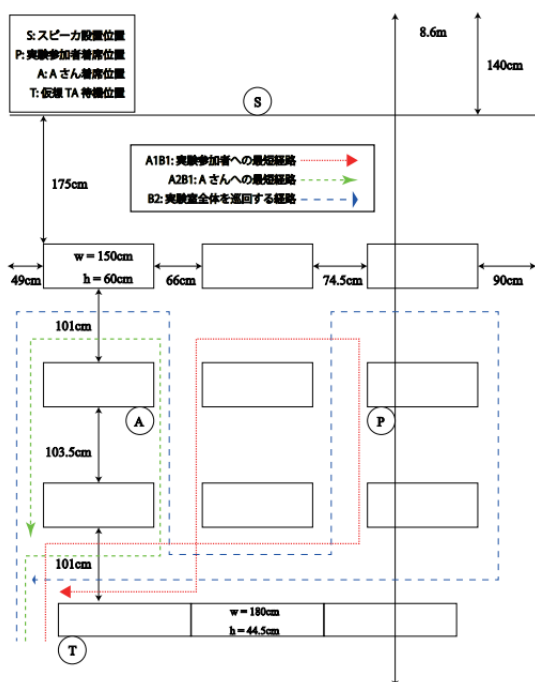


図 F-1 定位による足音 TA の検証時歩行ルート

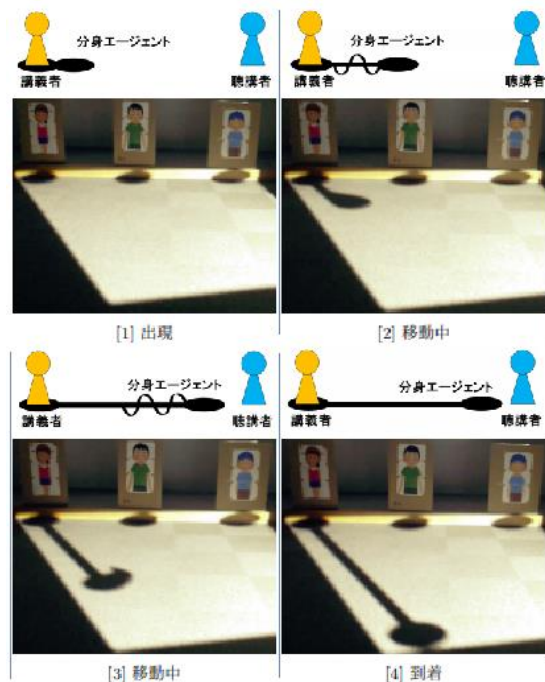


図 F-2 講師分身エージェント



図 G-1 環境切り替え空間共有システム 図 G-2 議論刺激システム 図 G-3 Mixticky システム

最後に、G) AR や VR 上の知的リソース／対話の共有環境の構築として、実地だけではなく遠隔地との空間共有コミュニケーションも検討し、半透明デスクパーティションによる実空間と仮想空間の切り替えシステムを提案した[5, 8]. また、知的リソースを共有し議論を刺激するための、マインドマップに基づくキーフレーズ抽出提示システムを構築した[9]. また、音声付箋による記憶メモシステムに関連して画像や図を仮想空間的に張り付け実空間に重畳してブラウザで閲覧できる Mixticky システムを実現した[17]. ほかにも、モダリティボリュームという音に限らない伝達モダリティ上の情報精細度の概念を提案し、それをを用いたアンビエントコミュニケーションの手法を考案した[j3, 14]. これらの結果、適切な空間切り替えによりコミュニケーションが促進されることが示された. また、提案したキーフレーズの提示により知的創発を促進する可能性が示唆された. さらに、モダリティボリュームを用いて情報の提示と制限を行うことで、疲れや気後れを軽減する可能性が示された.

これらの一対多人数の並行型音響コミュニケーションに対する工学的なシステム構築や検証を伴う複合的な試みとその結果は、教育工学やコミュニケーション支援工学に寄与すると館得られる.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(査読有: 計 7 件, うち 3 件を記載)

- [j1]. 北岸, 米澤. 聴衆の講演参加状態の重畳描画による講演者の聴衆状態の理解度促進手法の検討. 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J101-D, No. 6, pp. 944-957. 2018.
- [j2]. 上野, 吉田, 米澤. 講義における指差しの視線誘導効果を強化する AR プロジェクション手法の提案. 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J101-D, No. 6, pp. 932-943. 2018.
- [j3]. 中, 伊納, 吉田, 米澤. 身体動作・環境音のオノマトペを含むテキストコミュニケーション手法の検討. ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol. 17, no. 2, pp. 97-105, 2015.

〔学会発表〕(査読有国際発表: 計 27 件, 査読無国内発表: 計 41 件, うち査読有 10 件と査読無 7 件を記載. 査読無のみ行末に*を記す)

- [1]. T. Yonezawa, H. Yamazoe. Preliminary Experiment on Shareable and Portable Voice Sticky using Sound Orientation. IEEE VR NeuroVirt Workshop, 4 pages, 2019
- [2]. 北岸, 田中, 米澤. 講師-受講生間コミュニケーションにおける 2 種マイクを用いた発話対象切替手法の検証. IEICE ET 研究会. vol. 118, no. 427, ET2018-78, pp. 7-12, 2019*
- [3]. 北岸, 米澤. 講師発話対象の個別全体切り替え手法の評価. 電子情報通信学会 ET 研究会 信学技報, vol. 119, no. 43, ET2019-7, pp. 37-42, 2019*
- [4]. 北岸, 田中, 米澤. 多人数講義における講師分身エージェントを用いたコミュニケーションの促進. IEICE MVE 研究会. PRMU2018-105, pp. 107-114, 2019*
- [5]. 何, 米澤. 半透明パーティションを用いたデスク周辺 AR 環境切替による共食コミュニケーション支援. IEICE MVE 研究会. PRMU2018-104 pp. 101-106. 2019*
- [6]. Y. Kitagishi, T. Yonezawa. Acoustic AR-TA Agent using Footsteps in Corresponding to Audience Members' Participating Attitudes. 4th Conference on Virtual and Augmented Reality in Education (VARE2018). pp.113-122, 2018
- [7]. Y. Kitagishi, T. Yonezawa. Switching Target of Speech between Whole and Particular Audiences using Face Direction and Two Microphones. International Symposium on Universal Acoustical Communication 2018 (UAC 2018). poster 2-26 (2pages), 2018
- [8]. 辻ノ, 何, 上野, 吉田, 米澤. 半透明パーティションと音源定位によるデスク環境の複数切替手法の提示. 第 153 回 HI 学会研究会 (ACI). SIG-ACI-21, pp. 23-28, 2018*
- [9]. Y. He, T. Yonezawa. Verification of Discussion-Stimulating System for Online Creative Meetings using Key Phrases and Mind Maps. SCIS-ISIS 2018. pp. 967-974, 2018
- [10]. 北岸, 米澤. 一人対多人数講義における講義や学生の状態に応じた講義内サウンドスケープの予備的検討. 情報処理学会関西支部大会 2018. D-103 (7 pages). 2018*
- [11]. Y. Kitagishi, T. Yonezawa. Lecture support system for understanding an audience's

- attitudes using optical flow and overlapped color mapping. ACIS. pp. 145-148, 2017
- [12]. K. Ueno, N. Yoshida, Y. Kitagishi, T. Yonezawa. Enhancing pointing gestures using an automatic projection system. ACIS. pp. 161--164, 2017
- [13]. T. Yonezawa, Y. Ino, Naoto Yoshida, Yuki Ishikawa. Integrating auditory space for multiple people in real world using their personal devices. UV 2016, II-2-5, 2016
- [14]. T. Yonezawa, Y. Naka. Seamless Change of Modality Volume in Observation of Elderly Daily Lives. ICServ 2016. pp.73-79. 2016
- [15]. T. Yonezawa. Auditory browsing interface of ambient and parallel sound expression for supporting one-to-many communication. HCII 2015, LNCS 9189, pp. 224--236, 2015
- [16]. 石野, 伊納, 中谷, 吉田, 米澤. 複数パラメトリックスピーカを用いた一対多コミュニケーション手法の提案. 電子情報通信学会 MVE 研究会 MVE2013-38, pp.53--58. 2014*
- [17]. H. Yamazoe, T. Yonezawa. Mixticky: a virtual multimedia sticky recordable/browsable around user using smart phone. ACPR2013. pp.637-641, 2013

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 2 件)

[特許 1]

名称：一対多コミュニケーションシステムおよびプログラム

発明者：米澤朋子, 北岸佑樹, 吉田直人

権利者：同左

種類：特許

番号：2016-166571

出願年：2016 年

国内外の別：国内

[特許 2]

名称：親近アンビエントエージェントシステムおよびプログラム

発明者：米澤朋子, 前田薫, 長尾圭一郎, 吉田直人

権利者：同左

種類：特許

番号：2016-166571

出願年：2016 年

国内外の別：国内

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等：(現段階は非公開)

受賞等：

- [1]. MVE 賞 (2019 年 1 月, 電子情報通信学会 MVE 研究会)「多人数講義における講師分身エージェントを用いたコミュニケーションの促進」
- [2]. 優勝 (2018 年 11 月, オージス総研ソフトウェアコンテスト, 半透明切り替え system)
- [3]. 研究奨励賞 (2017 年 12 月, 電子情報通信学会 ET 研究会)「多人数聴衆向け AR 型足音 TA エージェントの各自参加状態に応じた効果」
- [4]. 支部大会奨励賞 (2017 年 9 月, 情報処理学会関西支部大会, 指差し AR system)
- [5]. 審査員特別賞 (2015 年 11 月, オージス総研ソフトウェアコンテスト, modality volume)

6. 研究組織

(1) 研究分担者

なし

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：吉田直人

ローマ字氏名：NAOTO YOSHIDA

研究協力者氏名：北岸佑樹

ローマ字氏名：YUKI KITAGISHI

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。