

セディア：音声駆動型身体的インタラクションロボット

S D E I R : Speech Driven Embodied Interaction Robot

人は、単に言葉だけでなく、頷きや身振りなど身体によるリズムを共有して、互いに引き込むことで、円滑にコミュニケーションしています。この身体性の共有が、一体感を生み、人とのかかわりを実感させています。人とかわるシステムの開発には、この引き込み原理の導入が不可欠なのです。

ここに展示しているロボット「セディア (Speech Driven Embodied Interaction Robot の頭文字より命名)」は、コミュニケーションにおける引き込み原理が世界に先駆けて導入された音声駆動型身体的インタラクションロボット (InterRobot) の仲間です。

1. InterRobot のコンセプト

発話音声に基づいて対話者の思いを伝達する InterRobot のコンセプトを図 1 に示します。ここで InterRobot (図中のくま玩具と CG ロボット) は、各々が話し手と聞き手の両機能を備えています。まず語りかけると、InterRobot は熱心な聞き手として頷き・瞬きや身振りなど身体全体で反応します。その音声はネットワークを介して相手方の InterRobot に送信されます。相手方の InterRobot はその音声時系列に基づいて話し手としての身体動作を生成し、音声と身体動作を同時提示することで、音声情報に込められた思いを効果的に伝達することができます。

本システムは、対話時の音声と身体動作との関連性から、発話音声に基づいて身体動作を自動生成し、対話者相互の身体性を共有するものです。

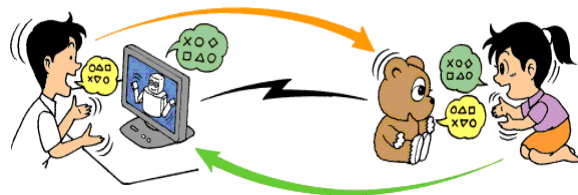


図 1 InterRobot のコンセプト

2. 対面コミュニケーション実験

予め聞き手と話し手に設定された対話者に一対一で一定時間対話してもらい、その様子を記録し、音声と身体動作の分析を行いました。対面及び非対面での話し手の音声の ON-OFF に対する聞き手の頷きの相互相関関数の一例を図 2 に示します。対面では -0.1 秒に顕著な負の相関がみられます。これは、対

面では話の区切りを予測して頷き、両者が引き込んでいることを示しています。一方、非対面では頷き回数が少ないために両者に有意な相関関係はみられず、引き込みが起きにくいことがわかります。

さらに対面コミュニケーションでの話し手と聞き手の音声と身体動作の関係の一例を図 3 に示します。話し手の音声と聞き手の頷きを含む頭部動作とは負の相関が強く、頭部動作と胴体・腕部動作とは正の相関が強いことがわかります。また話し手自身についても音声と頭部・胴体動作が密接に関係しています。

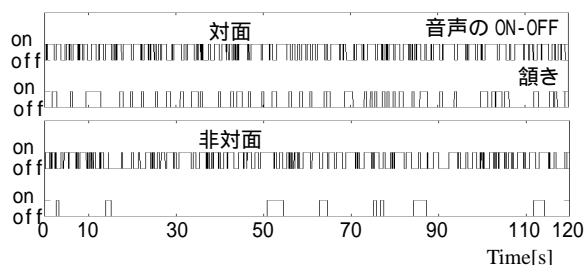
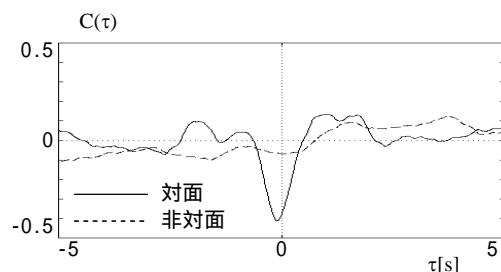


図 2 対面及び非対面での話し手の音声の ON-OFF に対する聞き手の頷きの相互相関関数

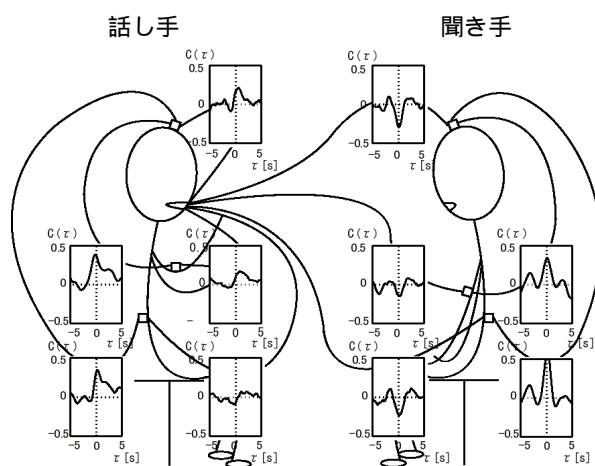


図 3 対面コミュニケーションにおける音声と身体動作の相互相関関数 $C(\tau)$

3. 聞き手としての身体動作モデル

聞き手としての InterRobot は、頷きを推定し、その頷きと瞬き・頭部・胴体・腕部動作の関連性から身体全体で反応します。

頷きの予測には、頷き $y(i)$ を音声 $x(i)$ の線形結合で予測する階層型 MA モデルを用いています (図 4)。

$$y(i) = \sum_{j=1}^J a(j)x(i-j) \quad , \quad \alpha(j): \text{予測係数}$$

瞬きの予測には、対面コミュニケーションにおける瞬き特性に基づいて、頷きと同時に瞬きさせ、頷きを基点として指数分布させています。

身体動作の反応には頷きの予測値を用い、頷きよりも低い閾値に基づいて、身体を動作させることで発話音声と関係付けています。

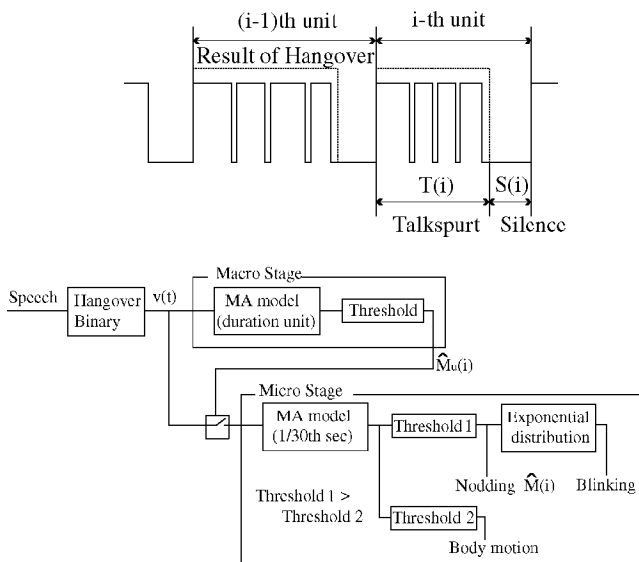


図 4 聞き手としての身体動作モデル。

4. 話し手としての身体動作モデル

話し手としての InterRobot は音声時系列の時間構造と振幅構造に基づいて身体動作を生成しています。

口の動作は、音声の ON-OFF に対応した開閉動作で実現させています。身体動作は、MA モデルで予

測しています。予測係数は、話し手自信の音声と身体動作のデータに基づいて決定しています。

5. 実用化に向けて

私たちはこれまで、人型ロボットにコミュニケーションにおける引き込み原理を導入することで、コミュニケーションの円滑さが飛躍的に向上することを示してきました。この次世代ヒューマンインタフェース技術(**iRT**: アイ・アール・ティーと命名。特許)は、音声の ON-OFF と振幅のみを入力として、人のコミュニケーションに基づいた身体の動作タイミングを生成する技術であり、導入の容易さと高いロバスト性が特徴です。人型ロボットに限らず、PC エージェント、玩具など人と関わるあらゆる製品へ導入され、円滑なコミュニケーションを実現するものと期待されます。

私たちは、ヒューマンインタフェース技術を革新し、その技術を活かして、人に優しい心豊かな未来社会を創造したいと願い、 **iRT** の商品開発に取り組んでいます。

参考文献

- [1] 渡辺富夫: コミュニケーションにおける身体性、ヒューマンインタフェース学会誌、Vol.1, No.2, pp.14-18, 1999.
- [2] 渡辺富夫、大久保雅史: 身体的コミュニケーション解析のためのバーチャルコミュニケーションシステム、情報処理学会論文誌、Vol.40, No.2, pp.670-676 (1999).
- [3] Tomio Watanabe: Voice-Responsive Eye-Blinking Feedback for Improved Human-to-Machine Speech Input, Advances in Human Factors / Ergonomics, Vol.19B, pp.1091-1096 (1993).
- [4] 渡辺富夫: コミュニケーションにおける引き込みと身体性、Neonatal Care、Vol.12, No.2, pp.122-128, 1999.
- [5] 渡辺富夫: 身体的コミュニケーションにおける引き込み、日本新生児学会雑誌、Vol.34, No.4, pp.734-738 (1998).
- [6] 渡辺富夫、大久保雅史、小川浩基: 発話音声に基づく身体的インタラクションロボットシステム、日本機械学会論文集 66 巻 648 号 C 編, pp.251-258 (2000).
- [7] Tomio Watanabe, Masashi Okubo and Hiroki Ogawa: An Embodied Interaction Robots System Based on Speech, Journal of Robotics and Mechatronics Vol.12, No.2, pp.127-135 (2000).

インタロボット株式会社

岡山県立大学情報工学部の渡辺研究室より誕生したベンチャー企業。2000年3月設立。

「ヒューマンインタフェース技術を革新し、活かして、心豊かな未来社会を創造する」を理念に掲げ、「iRT」の事業展開を進めています。

連絡先 東京都大田区蒲田 2-10-1-203 TEL:03-6804-2030 info@i-robot.co.jp http://www.i-robot.co.jp

技術顧問 渡辺富夫 1955年11月18日生。1983年東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専攻博士課程修了(工学博士)。同年山形大学工学部情報工学科助手、1984年同専任講師、1989年同助教授。1993年岡山県立大学情報工学部情報システム工学科教授。1992年～1993年米国ブラウン大学ブラドリ・リサーチセンター客員研究員。日本機械学会、情報処理学会、計測自動制御学会、日本ME学会、IEEE各会員。

InterRobot 及び **iRT** はインタロボット株式会社の登録商標です。