

筋電信号を用いた分身インタフェース^{*1} —生体信号による対話用遠隔制御ロボット—

平岩 明 真鍋 宏幸 杉村 利明^{*2}

NTTドコモ マルチメディア研究所^{*3}

1 はじめに

現在の人と人のテレコミュニケーションスタイルを考えると、音声電話やテレビ電話、サイバースペースのアバタなど、基本的に音声と映像の世界の情報のやり取りが主体である。電話やPCのような端末によるテレコミュニケーションは、ワイヤレスな携帯電話の普及も含めて、ますますその利便性は向上してきているが、人間が本来もつ知覚能力である五感のごく一部の活用にかたよっている。その中で、人工現実感や複合現実感の研究とともに、テレグジスタンスを基本とした、遠隔制御ロボットの研究開発が従来から進展してきた[1]。しかし通信網を介した遠隔操作での作業をその目的の中心としてきたため、オペレータの分身が遠隔地にロボットとして存在はしているが、遠隔地のロボットの周囲にいる第三者と、ロボットオペレータの間のコミュニケーションがないがしろにされてきた感があった。本稿では、テレグジスタンスのような実体のある遠隔制御ロボットを中間的介在としながらも、双方向のコミュニケーションに自分の分身としてのロボットを活用してコミュニケーションのエントレインメント（引き込み）[2]をはかる分身インタフェース[3][4]について提案する。特に人間の生体信号の中でも、比較的簡便にどこにいても計測できる皮膚表面筋電信号を認識して[5] ヒューマンイ

ンタフェースとした場合の分身インタフェースの一例について報告する。

2 生体信号による対話用遠隔制御ロボット概要

本稿で提案する生体信号による対話用遠隔制御ロボットは、ネットワークを介した2地点にそれぞれいる2人の人が、対話（テレコミュニケーション）を行うのに、自分の分身は、遠方の相手の地点の傍らにロボットとして存在し、自分の筋電信号で自分の動作を倣うように操作して身振り手振りでジェスチャーを再現しつつ、双方向でハンズフリーで音声通話できるものである。

こうして単に映像と音声によるテレビ電話によるコミュニケーションだけでなく、等身大で実体感をともなったヒューマノイドロボットを相手の分身と見たてた通信が行われる。

本稿では、筋電信号による操作は、筋電操作ハンドの制御を目的としたニューラルネットによる認識を行う方法[5]を応用した。本稿で報告する分身ロボットは、5本指10自由度の左手指のジェスチャーのみ再現するものである。図1に、オペレータと分身ロボットの概観を示す。分身ロボットは成人男性および女性、子供サイズの3種類の木製の関節が受動的に可動するもので、左手の手指以外は、ダミーである。頭部にCCDカメラ2個（1個はダミー）と、胸部にLCDディスプレイ1個、背部にハンズフリー通話用エコーキャンセラ1個を装備し、TV電話機能によって実回線でAVによるハンズフリーの双方向通信ができる。なお、上半身の自

*1 Tele-Robot Interface with EMG

-Tele-Communication Robot with Biomedical Signals-

*2 Akira Hiraiwa, Hiroyuki Manabe, Toshiaki Sugimura

*3 NTT DoCoMo Multimedia Laboratories

由度のほとんど(30自由度)を再現するものを現在製作中であり、別途報告する。

筋電信号の計測はロボットのオペレータの手首の浅指屈筋と総指伸筋の皮膚上にアンプ内蔵のアクティブ電極を貼り、2chの信号を帯域幅20~450[Hz]で測定を行い、手指を約150秒間ランダムに動かしてサンプリングレート2048Hz/12bitでAD変換する。筋電信号の学習データは、フレーム250[msec]、フレーム周期250[msec]でFFTオクターブ解析処理した各バンド値をニューラルネットの入力とし、筋電信号とサイバークラウドで計測された指曲げ関節角度の間の関係を学習させた(3層のバックプロパゲーション型NN、入力層20ユニット、中間層12ユニット、出力層10ユニット、学習定数0.5、慣性定数0.5)。なお、各筋電信号パターンの学習回数は3000回とし、ペンティアム3のCPUで学習に約30秒を要した。

3 実験結果

遠隔地を模擬した実験室内の2箇所で、分身ロボット2体とオペレータ2人で、遠隔対話のシミュレーション実験を行い、10関節10自由度の左手指のジェスチャーの再現を含めてコミュニケーションした。分身ロボットの胸部に搭載されたディスプレイに相手方にある分身ロボット頭部のCCDの目線で撮像された相手の顔が表示され、分身ロボットに向かってハンズフリーの対話が可能だった。

実体感あるヒューマノイドロボット通信端末を模擬して、従来のTV電話やTV会議とは異なった遠隔コミュニケーションが可能となった。

4 まとめと考察

将来の動作伝達型通信としての等身大のヒューマノイドロボット通信端末によるコミュニケ

ーション実験を行った。本報告では、暫定的に胸部に装着したディスプレイに相手の顔の表示を行ったが、本来顔は頭部にあるべきものであり、今後、顔表情の再現方法の探求として、シリコン等によるリアルな顔や、トーキングヘッズのような顔のプロジェクション、AU(エックマンのアクションユニット)による顔表情パラメータ再現を検討する。また、全身の動作再現のみならず分身の移動手法の検討として2足歩行や、車輪移動、階段の昇降のできる無限軌道について検証を行いたい。さらに単なるマスターズレーブでなく、スーパーバイザリコントロールとして音声認識によるジェスチャーコマンドの操作や自律性の要否、電子メールのような非同期コミュニケーションへの応用へも展開したい。

参考文献

- [1] 館, “人工現実感”, 日刊工業新聞社(1992)
- [2] 清水, 久米, 三輪ほか, “場と共創”, NTT出版(2000)
- [3] 平岩, 杉村, “携帯機とテレロボットのヒューマンコミュニケーションのコンセプト”, 信学技報 HCS2000-57(2001-03), pp.7-14
- [4] 平岩, 津田, 杉村, “携帯機による分身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 2001 論文集, pp.121-124(2001)
- [5] 平岩, 内田, 下原, 曾根原, “筋電操作ハンドの制御のための皮膚表面筋電信号のニューラルネットによる認識,” 計測自動制御学会論文集, Vol.30, No.2, pp.216-224,1994



Fig.1 オペレータと分身ロボット概観