

身体性を取り込んだインタフェースによる間合いの生成と 1/f ゆらぎについて

板井 志郎[†]村岡 至紘[†]三輪 敬之[‡]早稲田大学大学院 理工学研究科[†]早稲田大学大学院 理工学研究科[†]早稲田大学 理工学部[‡]

1. はじめに

共創では、互いが間合いをとりあって活動することが必要になるが、そのためには、互いの異なる舞台(場)を統合し、その統合された場に自身を位置付けながら、自身と相手を関係付けて創動的に活動することが必要となる^[1]。しかしながら、離れた場所間で共創を実現する場合には、既存のITメディアのような、記号のみをやり取りする一領域的なコミュニケーションシステムでは、互いの異なる場を統合することは、原理的に困難であるため、これを補完し、互いの存在や意味的状况(コンテキスト)を伝え合うことができる新たなコミュニケーションシステムが求められる^{[2][3]}。そこで、我々はこれまでに、身体性の拡張や共有という問題に着目し、これをシステムの内側に取り込むことにより、互いの異なる場を統合し、互いの間で間合いやタイミングの共有を支援できるインタフェースの設計手法について研究を行ってきた。

具体的には、映像中のキャラクタ(剣道ロボット)を用いて、模式的な剣道の対戦を行うことができる剣道ロボット映像対戦システム(図1)を開発するとともに、認識に先行する身体働き(身体性)をシステムに取り込むため、このロボットの操作に、その動きに先行してリズムを自己創出させる身体リズム操作法を適用して、同じ場所や離れた場所において様々な対戦実験を行ってきた^{[4][5]}。その結果、同じ場所での対戦においては、E.T.ホールが提唱したブ洛克セミックスのなかで述べている、調教師とライオンの臨界距離^[6]に類似したようなロボット間距離が現れ、この距離を境に互いに2台のロボットが動きあうというような互いが間合いをとりあっていると思われる動きが確認されている。実際、対戦者からも、"相手と間合いをとることができる"というコメントが得られている。一方、離れた場所での対戦においては、先に述べたような臨界距離を互いに測り間違えることが多く、対戦中、衝突や場外が頻繁に発生し、対戦者から"相手と間合いをとることができない"というコメントが得られた。そして、この場合には、離れた場所にいる相手の存在を感じることができないことも分かった^[4]。しかしながら、離れた場所間の対戦においても、互いの対戦中のコントローラ操作リズム(身体リズム)の共有度合いの映像表現(コヒーレンス映像表現)とタイミング表現装置による相手の身体リズムの力触覚表現を組み合わせることで、対戦者から"同じ場所での対戦と同じように間合いをとることができ、離れた場所にいる相手の存在が感じられる"とのコメントが得られるようになった^[5]。

以上を踏まえて、本研究では、上記の対戦者の間合いの生成に関するコメントの違いに着目し、これまでの対線結

Generation of spatial distance (*Maai*) by interface involving the embodiment and 1/f fluctuations

[†] Shiroh Itai, [†] Yoshihiro Muraoka, [‡] Yoshiyuki Miwa

[†] Graduate School of Science and Engineering, Waseda University

[‡] Faculty of Science and Engineering, Waseda University

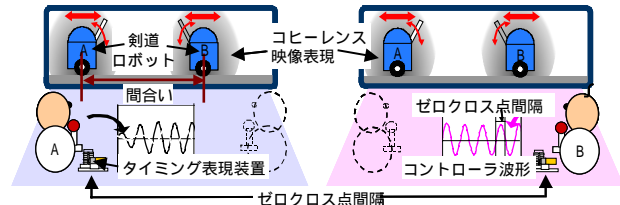


図1 剣道ロボット映像対戦システム

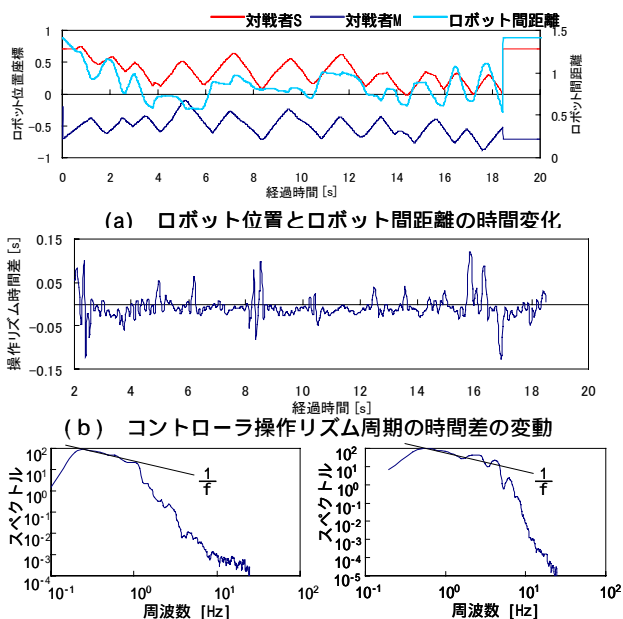
果を解析することで、間合いの生成、共有を支援できるインタフェースの設計指針を得ることを目指した。互いの間で間合いが生成され、相手とうまくコミュニケーションができていられる際には、自身と相手間で多様な関係が創出される可能性があるものと考えられる。そこで、我々は、1/f ゆらぎが多様性の創出に密接な意味を持つという理論的研究^{[7][8]}を基に、互いのロボット間の空間的な距離のゆらぎ(空間的關係性)、対戦者両者の自身のロボットの動きに先行して自己創出するコントローラ操作リズムの時間差のゆらぎ(時間的關係性)のそれぞれを解析したので、以下に報告する。

2. 解析結果

2.1 間合いが生成されていると対戦者が感じている対戦

同じ場所での対戦している時の互いのロボット位置座標(試合場左端を-1、右端を1としている)、および互いのロボット間距離の時間変化を図2(a)に示す。同図より、活発な間合いをとりあうような動きをみることができる。また、この対戦中の互いの空間的關係性について詳細に調べるため、互いのロボット間距離の時間変化を周波数解析した結果を図2(c)に示す。その結果、この場合には、0.1-1[Hz]の周波数域において1/f ゆらぎが確認された。次に、対戦中の互いの時間的關係性について調べた結果を図2(b)に示す。同図では、対戦者それぞれにおけるコントローラ操作リズムの時間差(互いのコントローラゼロクロス点間隔の時間差)の変動を示してある。これより、対戦中、コントローラ操作リズムの時間差は、あまり変化しない状態と大きく変化する状態を繰り返し、間欠的であることがわかる。また、この時間変動について、周波数解析を行い、ゆらぎについてさらに詳しく調べた結果を図2(d)に示す。その結果、0.5-5[Hz]の周波数域において、空間的關係性の場合と同様、1/f ゆらぎが認められた。

さらに、図3に、間合いが生成されていると対戦者が感じている、離れた場所での対戦において、コヒーレンス映像表現とタイミング表現装置を組み合わせることで用いた場合の解析結果を示す。その結果、同じ場所での対戦と同様、互いの空間的關係性に0.1-1[Hz]の周波数域で1/f ゆらぎが認められた。また、互いの時間的關係性についても、同じ場所での対戦同様、間欠的な変化をしており、0.5-5[Hz]の周波数域において1/f ゆらぎが確認できる。つまり、間合

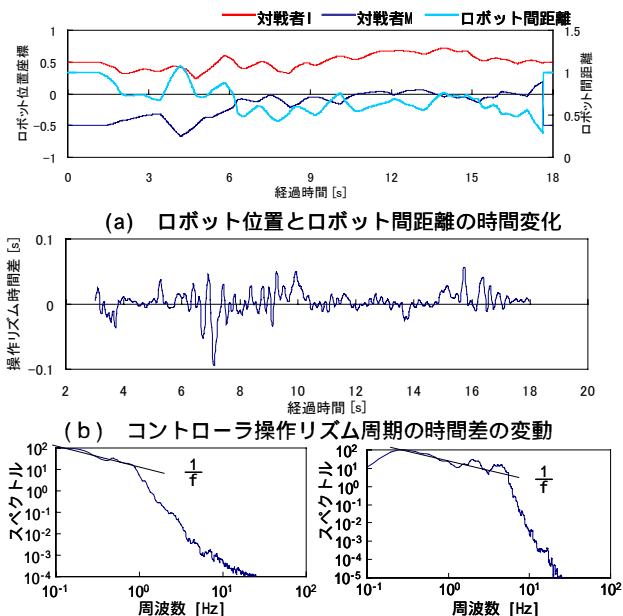


(a) ロボット位置とロボット間距離の時間変化

(b) コントローラ操作リズム周期の時間差の変動

(c) ロボット間距離のゆらぎ (d) 操作リズム時間差のゆらぎ

図2 同じ場所での対戦の解析結果



(a) ロボット位置とロボット間距離の時間変化

(b) コントローラ操作リズム周期の時間差の変動

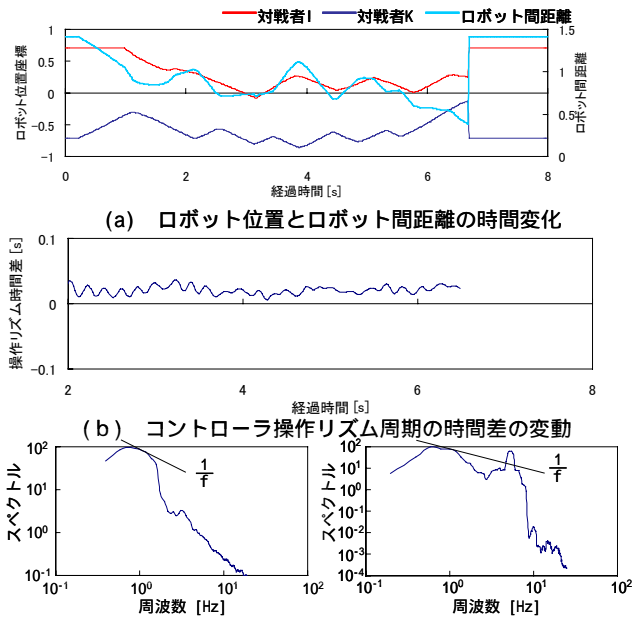
(c) ロボット間距離のゆらぎ (d) 操作リズム時間差のゆらぎ

図3 コヒーレンス映像表現とタイミング表現装置を組み合わせた離れた場所間での対戦の解析結果

いが生成されていると対戦者が感じている際には、対戦者両者の空間的・時間的関係性の両方において $1/f$ ゆらぎが、現れるものと考えられる。

2.2 間合いが生成されていないと対戦者が感じている対戦

図4(a)に、対戦者が互いの間で間合いを生成することができなと感じている通常の遠隔対戦時の互いのロボット位置座標、および互いのロボット間距離の時間変化を示す。この対戦中の互いの空間的関係性について調べると、先に述べた間合いが生成されていると対戦者が感じている場合の対戦とは異なり、互いのロボット間距離の時間変化に、 $1/f$ ゆらぎが認められないことが分かる(図4(c))。また、時間的関係性の方も、間合いが生成されていると対戦者が感じている場合の対戦とは異なり、互いのコントローラ



(a) ロボット位置とロボット間距離の時間変化

(b) コントローラ操作リズム周期の時間差の変動

(c) ロボット間距離のゆらぎ (d) 操作リズム時間差のゆらぎ

図4 離れた場所での対戦の解析結果

ラ操作リズムの時間差の変動は、ほぼ一定であり、また、 $1/f$ ゆらぎも認められない(図4(b),(d))。つまり、間合いが生成されていないと対戦者が感じている通常の離れた場所での対戦においては、対戦者両者の空間的、時間的関係性の両方ともに $1/f$ ゆらぎが、生成されないことが分かる。

3. 結言

本研究では、間合いの生成を支援し、共存在的なコミュニケーションを支援することができるインタフェースの設計原理について調べるため、剣道ロボットシステムにおける間合いの生成に関する対戦者のコメントの違いに着目して、互いの空間的、時間的関係性について解析した。その結果、間合いが生成されていると対戦者が感じている際には、対戦者両者のロボット間距離、およびコントローラ操作リズムの時間差の時間変動の両方に $1/f$ ゆらぎが現れることが分かった。このことから、互いの空間的、時間的関係性の両方に $1/f$ ゆらぎが現れることが、空間的、時間的な間合いの生成に、それぞれ重要な役割を果たしているものと考えられる。

謝辞

最後に、本研究を遂行するにあたり、貴重なご意見を頂戴した早稲田大学 相澤洋二教授に謝意を表します。

参考文献

- [1] 清水, 久米, 三輪, 三宅: 場と共創; NTT 出版, pp. 23-177 (2000)
- [2] 三輪: 共創的コミュニケーションにおける場の技術, システム/制御/情報, Vol. 45, No. 11, pp. 638-644 (2001)
- [3] 清水: 場の思想; 東京大学出版会, pp29-82(2003)
- [4] 三輪, 板井; 力触覚インタフェースによるタイミングの表現と間合いの生成について: ヒューマンインタフェース学会誌・論文誌, Vol. 5, No2, pp215-223(2003).
- [5] 板井, 村岡, 三輪; 身体性の二重的表現による共存感創出インタフェースの研究: ヒューマンインタフェースシンポジウム 2003 論文集, pp371-374(2003).
- [6] E.T.ホール(日高, 佐藤訳): かくれた次元; みすず書房, pp.18-24 (1974).
- [7] K.Tanaka, Y.Aizawa; Fine Structures in Stationary and nonstationary Chaos, Progress of Theor.Phys., vol.90, No.3, pp547-567(1993)
- [8] T.Akimoto and Y.Aizawa: Logarithmic Scaling in the Stationary-Nonstationary Chaos Transition, Progress of Theor.Phys., vol.110, No.5, pp849-860(2003)