

## 遠隔指相撲ロボットハンドの開発

塩崎 恭平<sup>†1</sup> 田中 一品<sup>†2, †3</sup> 中西 英之<sup>†2</sup>

インターネットを介して遠隔地にいる相手とゲームを行うインタラクションは、仮想空間内のアバタを介して行われる場合がほとんどである。したがって、仮想空間内でのインタラクションでは、身体接触を伴うゲームを再現することは困難である。また、遠隔地間でのインタラクションでは、相手の存在を身近に感じられないという問題がある。本研究では、身体接触を伴うゲームの1つである指相撲を遠隔地間で再現するロボットハンドを開発した。このロボットハンドは、人の手のような温度や柔軟性があり、遠隔地にいる相手の親指の動きを伝達・再現することができる。このロボットハンドを通して、相手と擬似的に触れ合いながら指相撲をすることで、親近感や存在感が強化されることを期待している。

## Development of a Remote Thumb Wrestling Robot Hand

KYOHEI SHIOZAKI<sup>†1</sup> KAZUAKI TANAKA<sup>†2, †3</sup>  
HIDEYUKI NAKANISHI<sup>†2</sup>

In most cases, interactions in online game use the avatars in virtual spaces. Therefore, in virtual spaces, it is difficult to reproduce a game with the body contact. There is a problem that is less telepresence of a remote person in distant than in face-to-face interactions. In this study, we developed a robot hand that reproduced the thumb wrestling which is one of the games with the body contact. The robot hand that reproduced the thumb motion of the remote person's hand is the warmth and the softness such as the human hand. We expect that a pseudo-thumb wrestling with the remote person enhances his/her sense of intimacy and social telepresence.

### 1. はじめに

近年、インターネットを介して、遠隔地の相手とゲームをするオンラインゲームが流行している。オンラインゲームにおけるユーザ間のインタラクションは、ほとんど仮想空間内のアバタを用いて行われている。したがって、そのような仮想空間内でのインタラクションでは、ユーザ間で身体接触を伴うゲームを再現することは困難である。そこで、本研究では身体接触を伴うゲームの1つである指相撲を遠隔地間で再現するロボットハンドを開発する。身体接触を伴うインタラクションとして握手がある。社会心理学の分野では、握手をすることで相手に親しみやすい印象を与えられることが分かっている[9]。さらに、この効果はロボットハンドを介した遠隔地間での擬似的な握手でも得られることが我々の先行研究から明らかになった[11]。本研究で開発するロボットハンドは、身体接触の再現だけでなく、指相撲というゲームを再現することで、より親密なインタラクションが行われることを期待している。

また、遠隔地間でのインタラクションでは、相手の存在を身近に感じられないという問題がある。遠隔地の相手の存在感を強化する研究は数多く存在している。例えば、アイコンタクトが成立するように、カメラとディスプレイを

設置することや[2]、遠隔地の対話相手の立体映像もしくは等身大の映像を用いることで[7]、存在感が強化されることが分かっている。最近の研究では、ユーザの目の位置の変化に応じて遠隔地のカメラを移動させることによる視点の移動[3]によって、存在感が強化されることが報告されている[5]。さらに、ビデオ会議端末が移動することによって存在感が強化されることが分かっている[6]。これらの研究は、対面環境で得られる情報を遠隔会議において再現することで対話相手の存在感を強化している。したがって、対面環境でのみ起こる相手との身体的な接触を再現することでも、存在感を強化できる可能性がある。遠隔地間において身体接触を再現する研究は多く行われており、握手[4]やハグ[8][10]を再現するデバイスが提案されている。しかし、そのようなデバイスを用いて対話相手の存在感の強化に成功した研究はわずかである[1]。握手やハグは短時間の身体接触であるが、我々が開発した遠隔指相撲ロボットハンドはより長い時間の身体接触を可能にするため、身体接触の再現による存在感強化の効果がより顕著に表れることが期待される。

### 2. 遠隔指相撲ロボットハンドの開発

遠隔指相撲とは、ロボットハンドを介して、遠隔地にいる相手と指相撲をすることである(図1)。遠隔指相撲では、お互いにロボットハンドを握り合い、握る手には、ユーザの親指の動きを取得するグローブを装着する。図2に示すように、ユーザの親指の動きは、相手側のロボットハンドで再現される。同様に、相手の親指の動きはユーザ側のロ

<sup>†1</sup> 大阪大学 工学部 応用理工学科  
Division of Mechanical, Materials and Manufacturing Science, Osaka University

<sup>†2</sup> 大阪大学大学院 工学研究科 知能・機能創成工学専攻  
Department of Adaptive Machine Systems, Osaka University

<sup>†3</sup> 独立行政法人科学技術振興機構, CREST  
Japan Science and Technology Agency, CREST

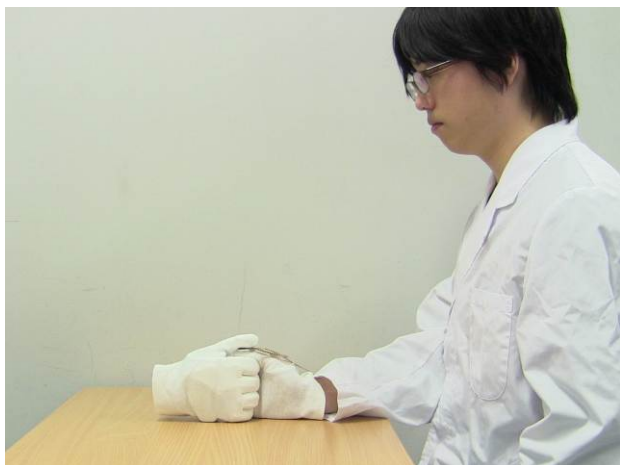


図 1: 遠隔指相撲の様子.

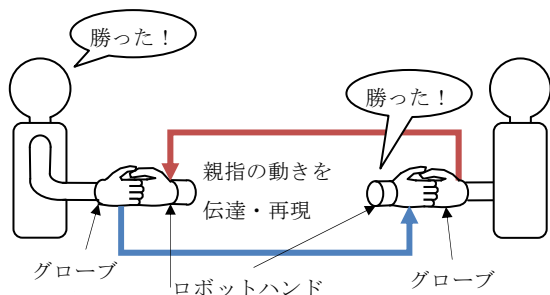


図 2: 遠隔指相撲の仕組み.

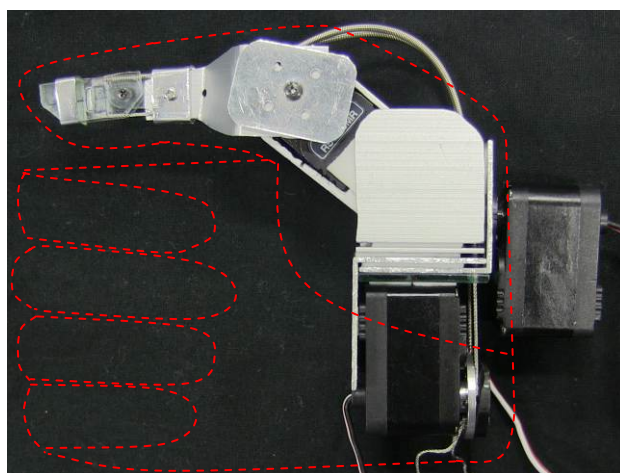
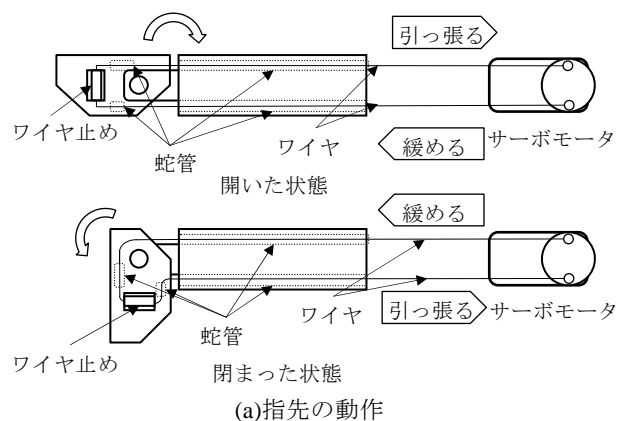


図 3: 指相撲ロボットハンドの親指部分.

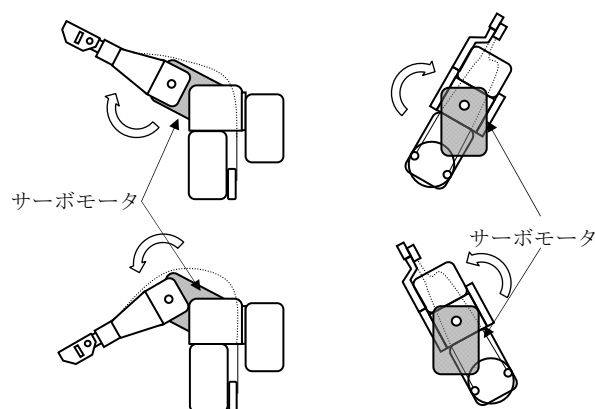
ロボットハンドで再現される。また、ユーザは指相撲を行いながら、ロボットハンドに内蔵されたマイクスピーカを通して相手と音声対話を行うことができる。遠隔指相撲で相手との身体接触が再現されることで、相手の存在感や親近感が強化される可能性がある。

## 2.1 満たすべき要件

遠隔指相撲では、ユーザの親指の動きを正確にロボットハンドで再現する必要がある。また、実際の指相撲は相手と手を握り合っているが、そのような接触感覚を生み出すためには、ロボットハンドで人肌のような柔らかさや体温を



(a) 指先の動作



(b) 付け根の動作

図 4: 親指の動作.

再現する必要があると考えられる。したがって、指相撲ロボットハンドには、人肌のような温度や柔軟性、ユーザの親指の動きを再現できる機構が必要であると考えられる。

### 2.1.1 親指の機構

親指の動きを再現する機構について述べる。図 3 に遠隔指相撲ロボットハンドの親指部分を示す。親指の自由度は、指の先から付け根までの関節に対応する 3 つである。先端の関節は、図 4-(a) のように指の先端にワイヤ（線径 0.81mm）を固定している。ワイヤの端をサーボモータに取り付けることで、サーボモータの回転によって指の先端が屈伸する。ワイヤは、指本体との摩擦を軽減し、スムーズに指を動かすために、蛇管（直径 2 mm）の中を通した。また、残りの関節 2 つにはサーボモータを直接配置した（図 4-(b)）。

### 2.1.2 グローブ

ユーザが装着するグローブ（図 5）について述べる。グローブに配置した 3 つの曲げセンサから、ユーザの親指の関節角度を取得する。それらの関節角度は、対応する関節のサーボモータの目標値として相手側のロボットハンドに伝達される。サーボモータは PWM 制御によって駆動させる。この仕組みにより、ユーザの親指の動きはリアルタイムに相手側のロボットハンドで再現される。また、ユーザ



図 5: ユーザが装着するグローブ。

が装着するグローブの素材は、ロボットハンドで再現される体温や柔軟性を感じられるように薄い布を使用した。

### 2.1.3 体温

ユーザの体温は、指や手のひら部分に配置したフィルムヒータで再現する。

### 2.1.4 柔軟性

人肌のような柔軟性は、ロボットハンドをゴム硬度 0 のシリコンゴムで覆うことで再現する。

## 3. おわりに

本研究では、離れた場所にいる人と指相撲を行うことができる遠隔指相撲ロボットハンドを開発した。人肌のような温度や柔軟性のあるロボットハンドで、親指の動きを伝達・再現することで、相手と接触している感覚を生み出すことが期待される。このロボットハンドを用いて遠隔指相撲を行うことで、存在感や親近感を強化できるかを検証する実験を行う予定である。また、相手との接触感覚を生み出す可能性のあるモダリティとして、新たに脈拍も伝達・再現する予定である。これは、身体動作、体温、柔軟性ほど顕著に感じられる触感ではないが、指相撲のような長時間の身体接触で感じられる触感である。今後、遠隔地にいる相手との接触感覚を生み出す上で有効に働くモダリティについても明らかにする予定である。

**謝辞** 本研究は、若手研究 (A) 「テレロボティックメディアによる社会的テレプレゼンスの支援」、基盤研究 (S) 「遠隔操作アンドロイドによる存在感の研究」、JST CREST 「人の存在を伝達する携帯型遠隔操作アンドロイドの研究開発 (研究領域: 共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築)」、グローバル COE プログラム 「認知脳理解に基づく未来工学創成」からの支援を受けた。

## 参考文献

[1] Basdogan, C., Ho, C., Srinivasan, M.A. and Slater, M.: An Experimental Study on the Role of Touch in Shared Virtual Environments. *Human-Computer Interaction*, 7(4), pp.443-460 (2000).

[2] Bondareva, Y. and Bouwhuis, D.: Determinants of Social Presence in Videoconferencing. *Proc. AVI 2004 Workshop on Environments for Personalized Information Access*, pp.1-9 (2004).

[3] Gaver, W.W., Smets, G. and Overbeeke, K.: A Virtual Window on Media Space. *Proc. CHI 95*, pp.257-264 (1995).

[4] Hashimoto, H. and Manoratkul, S.: Tele-Handshake through the Internet. *Proc. ROMAN 96*, pp.90-95 (1996).

[5] Nakanishi, H., Murakami, Y. and Kato, K.: Movable Cameras Enhance Social Telepresence in Media Spaces. *Proc. CHI 2009*, pp.433-442 (2009).

[6] Nakanishi, H., Murakami, Y., Nogami, D. and Ishiguro, H.: Minimum Movement Matters: Impact of Robot-Mounted Cameras on Social Telepresence. *Proc. CSCW 2008*, pp.303-312 (2008).

[7] Prussog, A., Muhlbach, L. and Bocker, M.: Telepresence in Videocommunications. *Proc. Annual Meeting of Human Factors and Ergonomics Society*, pp.25-38 (1994).

[8] Vetere, F., Gibbs, M.R., Kjeldskov, J., Howard, S., Mueller, F., Pedell, S., Mecoles, K., Bunyan, M.: Mediating Intimacy: Designing Technologies to Support Strong-Tie Relationships. *Proc. CHI 2005*, pp.471-480 (2005).

[9] 松尾 香弥子: 親愛感の知覚における視覚・聴覚・触覚の優先関係, *社会心理学研究*, 10(1), pp.64-74, (1994)

[10] 森川 治, 橋本 佐由理, 前迫 孝憲.: 仮想的な抱擁を取り入れた遠隔カウンセリングシステム, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, 1(1), pp.415-425, (2010).

[11] 和田 侑也, 田中 一品, 中西 英之: 遠隔握手用ロボットハンドによる会話相手の存在感の向上, 第26回人工知能学会全国大会, 3L2-R-12-2, (2012).