

自閉症児発達支援のための距離感モデルとその応用

辻 愛里^{1,a)} 松田 壮一郎^{1,b)} 鈴木 健嗣^{1,c)}

概要: 本研究では自閉症スペクトラム障害児（以下自閉症児）の発達支援を目的とし、ノンバーバルなコミュニケーションの一環である距離感をモデル化する。心理学分野ではこれまで接近・回避といった距離感の変化について、ビデオによる観察およびタグ付けが行われてきた。しかしビデオでの解析には多大な時間が必要であり、観察者によって結果にばらつきがでるといった問題があった。本研究ではモーションキャプチャ技術を用いた行動の計測を行い、距離感を定量的に計測する手法を提案し、評価する。

Interpersonal Distance Model during Therapeutic Activities for Children with ASD

AIRI TSUJI^{1,a)} SOICHIRO MATSUDA^{1,b)} KENJI SUZUKI^{1,c)}

1. はじめに

距離感はノンバーバルコミュニケーションにおける重要な要素の一つである。近年増加する自閉症スペクトラム障害児（以下自閉症児）の発達支援において、コミュニケーションの定量的な計測には高い要請があり、距離感および対人距離に関する研究がおこなわれてきた [1], [2], [3]。これまで心理学分野において距離感の計測には、2者のつま先位置を計測した上で不快に感じるまで近づき、不快に感じた位置を取得する Stop-Distance 法と、セラピー中の行動をビデオで撮影したものを観察者が評価する Observation 法（ヒューマンコーディング）が用いられてきた。しかし、Stop-Distance 法ではセラピー時間中の自然な距離感変化を取得することができず、Observation 法では専門家による長時間の観察が必要となることが問題となっていた。本研究では社会性の顕在化を目的とするソーシャルイメージング [4] の一環として、自閉症児のセラピー中の距離感の変容を定量的に計測するための方法を提案する。これは接触過敏を持つ自閉症児にも装着が比較的容易なマーカーキャップを用いた

モーションキャプチャ技術によって自閉症児とセラピストの接近・回避と対面行動をリアルタイムに計測するものである。本発表ではシステム概要と実際に計測を行った結果を報告する。

2. 提案手法

2.1 計測方法

モーションキャプチャによる位置計測は自然なセラピー場面での定量的な計測において有効である。しかし、多くの自閉症児が触過敏 [5], [6] を持ち、モーションキャプチャマーカーを身体に固定することに困難が伴う。そこで本研究では接近回避と身体向きを計測するためのマーカーキャップ（図 1）を作成した。これは再帰性反射素材のマーカーを帽子に固定できる形で縫い付けたものであり、3点の位置から自閉症児の位置だけでなく顔の向きを取得できるようにしたものである。

モーションキャプチャシステムとして Optitrack 社の Flex3 を用いた。

2.2 モデル

本研究では距離感を対人間の物理的な距離とそのダイナミクス、向きから定義する。すなわち、相手の方を向いて近づいている状態を距離感における接近と定義し、計測の対

¹ 筑波大学システム情報系
University of Tsukuba, Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8573, Japan

a) tsuji@ai.iit.tsukuba.ac.jp

b) matsuda@ai.iit.tsukuba.ac.jp

c) kenji@ieee.org

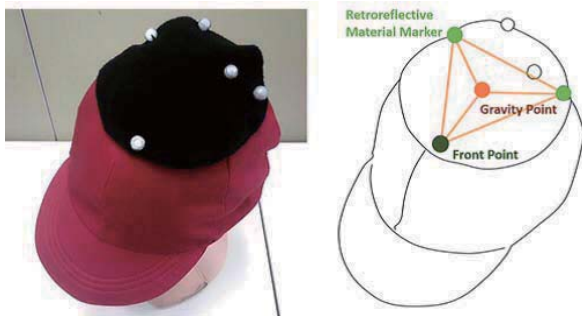


図 1 モーションキャプチャ用マーカキャップ
 Fig. 1 Soft Marker Cap for Motion Capture

象とすることとした。距離感を推定する上で自閉症児とセラピストの接近と回避が重要となる。本研究グループでは先行研究で式 1-3 のモデルを提案している。C は自閉症児の位置を, T はセラピストの位置を, t は時間を示している。

$$D(t) = \frac{\alpha(t)}{\beta(t)} \quad (1)$$

$$\alpha(t) = \Delta(C(t) - T(t)) \quad (2)$$

$$\beta(t) = \Delta(C(t) - C(t - \tau)) \quad (3)$$

α は時間 t における自閉症児とセラピストの距離を, β は微小時間 τ における自閉症児の移動量を表す。自閉症児とセラピストのどちらも動かない時, $\alpha = 0$ かつ $\beta = 0$ である。自閉症児のみが動くとき α も β も 0 でなくかつ $\alpha - \beta = 0$ である。セラピストのみが動くとき, $\alpha > 0$ かつ $\beta = 0$ である。自閉症児とセラピストの両方が動くとき, 微小時間 τ 中の $\alpha = 0$ かつ $\beta \neq 0$ である。 α と β からなる D が 0 よりも大きい時 2 者は離れており, D が 0 よりも小さい時, 2 者は接近している。先行研究 [7] より対面コミュニケーション時の視野 (FOV) は 12° であることが明らかとなっているため, 本研究でも, この基準を使用した。

2.3 実験概要

図 2 に距離感の定量的評価システムの実験概要を示す。自閉症児とセラピストはマーカキャップを (図 1) 装着した上で, 約 1 時間のセラピーセッションを実施した。4 名の自閉症児が本実験に参加した。表 1 に概要を示す。全ての参加者は男児であり, 実年齢は 4 から 6 歳, 新版 K 式発達検査 2001 [8] による発達年齢は 2 から 4 歳であった。表中の PARS は Pervasive Development Disorders Autism Society Japan Rating Scale [9] を, CARS は Childhood Autism Rating Scale [10] の結果を示している。これらは自閉症の診断に用いられる指標である。本実験は慶應義塾大学倫理審査委員会による承認を受けたインフォームド・コンセントを, 実験参加者の保護者から得た上で開始した。

提案システムと専門家によるヒューマンコーディングとの比較を行うため, ヒューマンコーディング用のカメラを 2 台設置した。本実験では幼児の動作分析における先行研

究 [11] を元に 0.5 m/s 以下の動作を停滞として扱うこととした。表 2 にヒューマンコーディングによるコーディングに用いたタグを示す。本実験でのモーションキャプチャのフレームレートは 60fps に設定した。

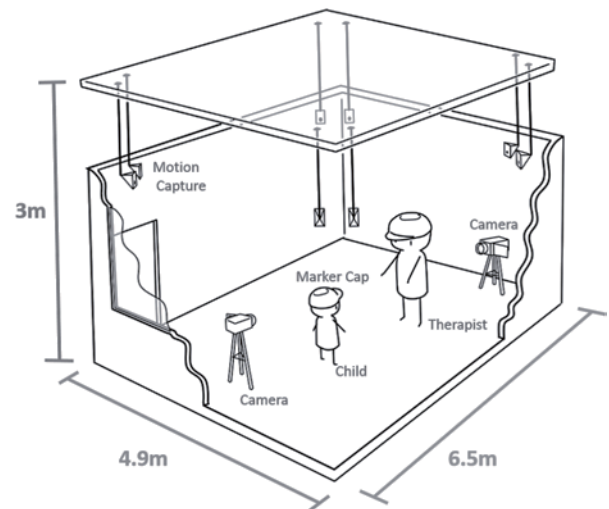


図 2 実験室概要図
 Fig. 2 Experimental Setup in Therapy Room

3. 実験結果

図 3 に実験参加者 A の接近および対面行動の提案手法による計測結果とヒューマンコーディングの結果を示す。接近行動においては提案手法とヒューマンコーディングに類似性が見られることがわかった。また, この結果は他の 3 人の実験参加者においても同様の傾向が見られた。表 3 に接近行動における提案手法とヒューマンコーディングの一致率を示す。実験参加者 B を除いた 3 人で高い一致率が見られた。対面行動においてはこのような傾向は見られなかった。

4. 考察

帽子を被ることができない実験参加者はみられなかった。実験結果から接近行動については提案システムを用いて計測可能であることが明らかになった。ヒューマンコーディングについては心理学の専門家より観察者間でも差が出ることが多いとのコメントを得ており, 提案システムの精度で計測可能であることには意義があるとの意見を得た。しかし, 対面行動については提案システムでの計測が困難であることが明らかになった。ヒューマンコーディングとの比較の結果, 多くの場面で提案システムのほうが対面行動と判断する動作を人間による観察では対面行動として捉えられていないことが明らかになった。また, 子供の激しい運動により帽子がずれ, 正確に計測出来ない場面も見られた。

5. まとめ

本研究では, 自閉症児の距離感を定量的に計測すること

表 1 被験者概要

Table 1 Participant Characteristics

Participant	Age		Diagnosis		Handedness
	CA	DA	PARS	CARS	
A	4 y, 5 mo.	1 y, 9 mo.	21	36	Lefty
B	4 y, 7 mo.	2 y, 0 mo.	46	44	Both(Unknown)
C	5 y, 8 mo.	4 y, 0 mo.	26	32.5	Righty
D	3 y, 8 mo.	Unknown	21	Unknown	Both(Unknown)

表 2 観察者によるタグ付項目

Table 2 Predefined behaviors observed by human coder

Behavior	Description	
Approaching	Child	Participant approaching to the therapist
	Therapist	Therapist approaching to the participant
Avoidong	Child	Participant avoiding (away from) the therapist
	Therapist	Therapist avoiding (away from) the participant
Face-to-face	Both	Both of them looks each other

表 3 接近行動における観察法と提案手法の一致率

Table 3 Agreement rate between human- and technology-based methods when recording approaching behavior

Participant	Accuracy	Precision	Recall
A	70%	48%	33%
B	59%	38%	51%
C	70%	50%	15%
D	85%	68%	63%

を目的として、モーションキャプチャシステムとマーカーキャップを使用して、対人距離を推定するための方法およびプロトタイプシステムを提案した。計測実験の結果について、計測できない実験参加者が見られなかったこと、また、二者間の距離に関して専門家による評価との一致が見られたことから提案システムの有効性が示されたといえる。しかし、対面行動の計測に関しては不十分な点が見られた。距離感の計測には対面行動の定量化が不可欠であることから、対面行動モデルの再構築とマーカーキャップの改善を今後の課題としたい。

謝辞

本研究は JST-CREST「ソーシャル・イメージング：創造的活動促進と社会性形成支援」の支援の下に行われたものである。

参考文献

- [1] E. Gessaroli, E. Santelli, G. di Pellegrino and F. Frassinetti: Personal space regulation in childhood autism spectrum disorders, *PloS one*, **8**, 9, p. e74959 (2013).
- [2] J. Pedersen, M. Livoir-Petersen and J. Schelde: An ethological approach to autism: An analysis of visual behaviour and interpersonal contact in a child versus adult interaction, *Acta Psychiatrica Scandinavica*, **80**, 4, pp. 346–355 (1989).
- [3] A. L. Rogers and H. J. Fine: Personal distance in

play therapy with an autistic and a symbiotic psychotic child., *Psychotherapy: Theory, Research & Practice*, **14**, 1, p. 41 (1977).

- [4] K. Suzuki: Social imaging technology to identify and represent social behaviors, *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*, pp. 907–908 (2015).
- [5] S. J. Rogers, S. Hepburn and E. Wehner: Parent reports of sensory symptoms in toddlers with autism and those with other developmental disorders, *Journal of autism and developmental disorders*, **33**, 6, pp. 631–642 (2003).
- [6] S. D. Tomchek and W. Dunn: Sensory processing in children with and without autism: a comparative study using the short sensory profile, *American Journal of occupational therapy*, **61**, 2, pp. 190–200 (2007).
- [7] Y. Pan, M. Hirokawa and K. Suzuki: Measuring k-degree facial interaction between robot and children with autism spectrum disorders, *Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, 2015 24th IEEE International Symposium on IEEE, pp. 48–53 (2015).
- [8] 生澤雅夫・松下裕・中瀬惇(編著)『新版 K 式発達検査 2001 実施手引書』京都国際福祉センター (2002).
- [9] H. Ito, I. Tani, R. Yukihiro, J. Adachi, K. Hara, M. Ogasawara, M. Inoue, Y. Kamio, K. Nakamura, T. Uchiyama, et al.: Validation of an interview-based rating scale developed in japan for pervasive developmental disorders, *Research in Autism Spectrum Disorders*, **6**, 4, pp. 1265–1272 (2012).
- [10] R. J. R. E. Schopler and B. R. Renner: The childhood autism rating scales (cars), *Western Psychological Services*, Los Angeles, Calif, USA, (1988).
- [11] D. DeJaeger, P. A. Willems and N. C. Heglund: The energy cost of walking in children, *Pflügers Archiv*, **441**, 4, pp. 538–543 (2001).

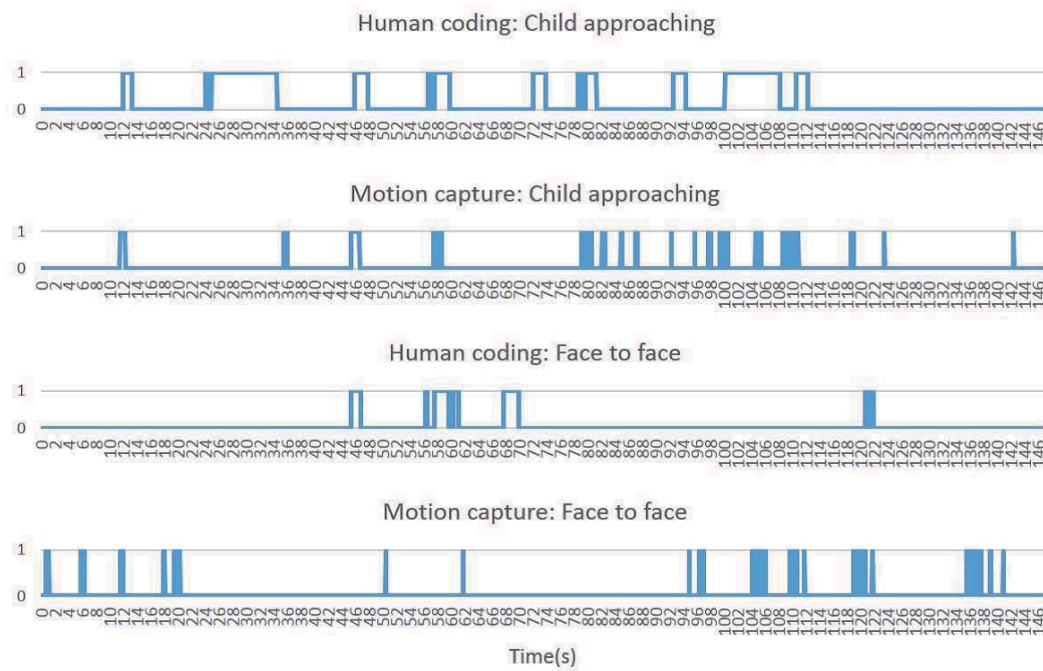


図 3 実験参加者 A における接近及び対面行動の計測結果
Fig. 3 Participant A results for approaching and face-to-face behavior

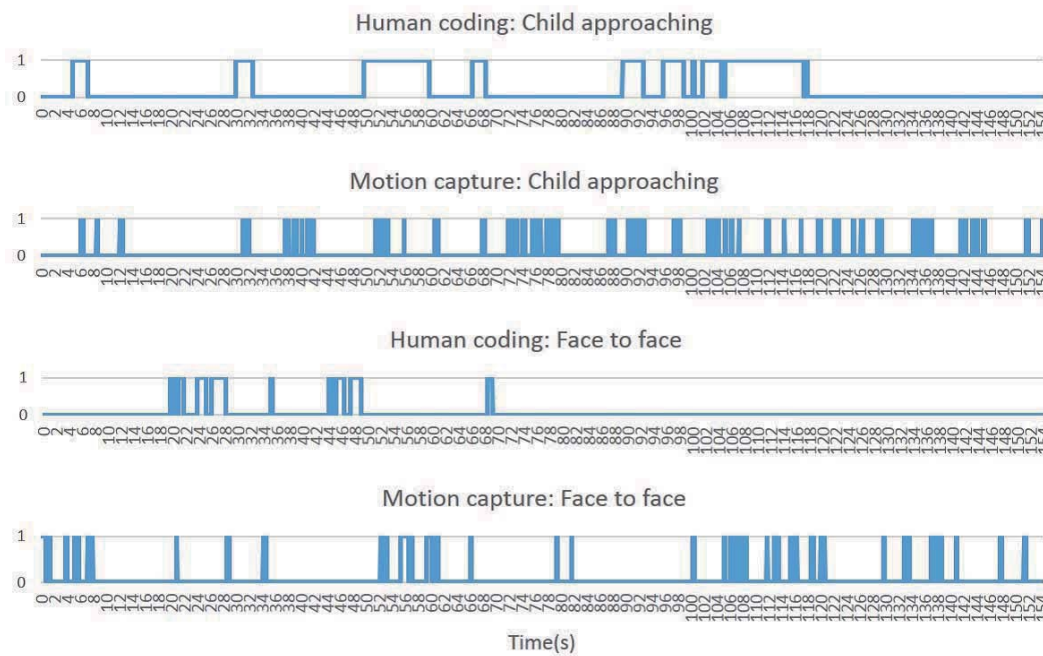


図 4 実験参加者 B における接近及び対面行動の計測結果
Fig. 4 Participant B results for approaching and face-to-face behavior