

ロボットアバターを介したテキストチャットの返信待ち時間のモデル化と体感遅延の評価

中村 康嵩[†] 原田 誠一[†] 佐久間 拓人[†] 加藤 昇平[†]

[†]名古屋工業大学 大学院工学研究科 工学専攻

1 はじめに

近年、多様な Computer-Mediated Communication (CMC) 技術が普及した。しかし、代表的な CMC メディアであるテキストチャットはうなずきや目線などの非言語的の手がかりが欠落しており、会話相手と同室内で話す感覚である社会的存在感 (Social Presence) が低下する。

これまでに著者らは、テキストチャットの社会的存在感強化を目指し、ユーザのメッセージ作成時のタイピングをロボットアバターのジェスチャとして表現する CMC メディア ChattingSota を実装した [1]。Kojima らの研究 [2] では、複数イベントの同時実行性 (Concurrency) を高めることがテキストベースの CMC メディアの社会的存在感強化に有効であると示した。また、相手の返信を待つことが可能な最大時間である対人応答許容時間の研究では、文字情報を用いたメッセージの入力状況提示による許容時間の延長が報告された [3]。先行研究から、文字情報による入力状況提示により「返信を待つ感覚」が緩和され、同時実行性が表現されると考えた。そこで本稿では、テキストチャット時の返信待ち時間に発生させた意図的な遅延を人間に弁別させることで体感遅延を測定し、ロボットアバターのジェスチャの有無による影響を評価する。

2 返信待ち時間のモデル化

実験に用いる呈示刺激を設計するために、実際のテキストチャットで収集したデータを分析し返信待ち時間をモデル化した。分析には ChattingSota の評価実験 [1] 時のログデータを用いた。本データは提案システムを介した7分間の雑談対話のログであり、8名分 (21~23歳の男性6名女性2名、4ペア) の発言テキストと送信時刻、タイピングデータが記録されている。

メッセージの入力時間が返信待ち時間に及ぼす影響を確認するために、線形回帰を用いて発言交替発生時のメッセージ長と返信時間の関係を分析した。本稿では「直前の会話相手の発言にユーザが返信するまでの時間」を発言交替発生時の返信時間とし、分析に用いたデータ数は $N = 46$ であった。

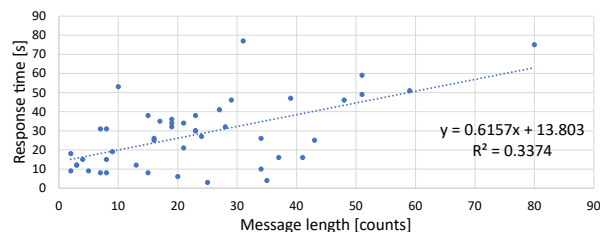


図 1: メッセージ長と返信時間の散布図及び回帰直線

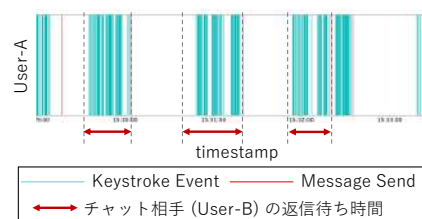


図 2: 可視化したタイピングデータの一部

図 1 に横軸をメッセージ長、縦軸を返信時間としてプロットした散布図及び回帰直線を示す。分析結果から、テキストチャットにおける返信待ち時間は送信メッセージ長の影響を受けると解釈できる。一方、決定係数 R^2 は 0.337 であり、単純なメッセージ長だけでは返信時間を十分に説明できないことがわかる。そこで、タイピングデータを可視化し、発言交替発生までのメッセージ作成過程を確認することで、送信メッセージ長以外の要因について検証した。図 2 に可視化したタイピングデータの一部を示す。タイピングデータでは、直前の会話相手の発言からユーザ自身の発言が起こるまでに空白領域が必ず存在していた。この領域は、返答作成時の推敲等により発生した時間と解釈でき、このような人間の行動に由来する遅延が図 1 上の残差に含まれると考えられる。つまり、今回の分析は円滑な発言交替を前提としたテキストチャットにおけるメッセージの推敲等を考慮しない返信待ち時間 \hat{R} の推定に近似され、下式によりモデル化できる。

$$\hat{R} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x, \hat{\beta}_0 = \mathcal{D}_{user} + \mathcal{D}_{system} \quad (1)$$

$$R = \hat{R} + \epsilon \quad (2)$$

ここで \hat{R} は送信メッセージ長 x で決まる返信待ち時間であり、会話相手からのメッセージを認識する時間 \mathcal{D}_{user} と CMC メディアの送信遅延 \mathcal{D}_{system} が定数項 $\hat{\beta}_0$ で表現される。 R はメッセージ推敲等を考慮した返信待ち時間であり、誤差 ϵ により推敲等の遅延が表現される。

Modeling of Response Time during Text Chat Using a Robot Avatar and Evaluation of Latency Perception

Yasutaka NAKAMURA[†], Seiichi HARATA[†], Takuto SAKUMA[†], Shohei KATO[†]

[†] Dept. of Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

表 1: \mathcal{R}_{base} に与える変動倍率 α_i

i	1	2	3	4	5
k_i	-1.0	-0.5	0.0	0.5	1.0
α_i	0.662	0.814	1.000	1.229	1.510

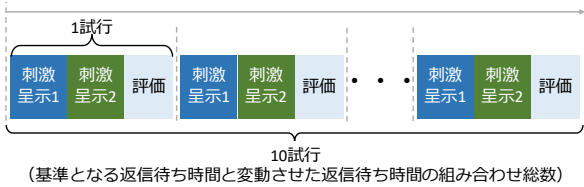


図 3: 実験で実施した返信待ち時間の弁別タスク手順

3 実験手法

3.1 呈示刺激の設計

2節で定義したモデルから、呈示刺激となる返信待ち時間を下式により設計した。設計した呈示刺激は、基準刺激 \mathcal{R}_{base} と比較刺激 $\mathcal{R}_{test}(i)$ の2種類とし、これらの体感遅延を被験者に弁別させた。

$$\mathcal{R}_{base} = (\hat{\beta}_0 - \mathcal{D}_{system}) + \hat{\beta}_1 x \quad (3)$$

$$\mathcal{R}_{test}(i) = \alpha_i \times \mathcal{R}_{base}, (i = 1, 2, \dots, 5) \quad (4)$$

$$\alpha_i = \left(\frac{\mathcal{R}_{base}(x_0) + \mathcal{D}_{elaborate}}{\mathcal{R}_{base}(x_0)} \right)^{k_i} \quad (5)$$

$$\mathcal{D}_{system} = 1.005, \mathcal{D}_{elaborate} = 10.853, x_0 = 17$$

基準刺激 \mathcal{R}_{base} は返信待ち時間 $\hat{\mathcal{R}}$ から提案システムのシステム遅延 \mathcal{D}_{system} を排除したものとし、比較刺激 $\mathcal{R}_{test}(i)$ は \mathcal{R}_{base} に変動幅 α_i を与えたものとした。変動幅 α_i は2節で用いたログデータより式(5)に従い決定し、表1に示した数値とした。なお、推敲等による遅延 $\mathcal{D}_{elaborate}$ は図1上の残差の絶対値の平均であり、定数 x_0 はログ内のメッセージ長 x の分布に関するカーネル密度関数が最大となる x である。この手法により、推敲等の人間の行動に由来する遅延を含んだ返信待ち時間が数理的に表現可能となる。

3.2 実験手順

図3に実施した弁別タスクの手順を、図4に実験で用いたインターフェースを示す。弁別タスク中の1試行における呈示した返信待ち時間は基準刺激 \mathcal{R}_{base} と5種類の比較刺激 $\mathcal{R}_{test}(i)$ の2つであった。各刺激呈示では、被験者がチャット画面内の入力エリアに表示されたメッセージを送信し、ロボットの返信まで待機する。被験者には遠隔の会話相手とのやり取りであると実験前に教示したが、実際の返信は ChattingSota の機能を用いた自動応答とした。待機中、被験者の前に配置したロボットは、実験条件に応じた振る舞いを被験者に呈示した。実験条件は待機中ロボットがジェスチャ表出せず静止したままの条件1とジェスチャ表出する条件2の2条件であった。返信時は、2条件ともメッセージ内容の発話音声と発言ジェスチャがロボットより再生される。今回は対話内容の影響を排除するために、事前に用意したシナリオに沿って弁別タスクを進



図 4: 弁別実験に用いたインターフェース

表 2: 比較刺激 $\mathcal{R}_{test}(i)$ を遅く知覚した回数の平均

i	ジェスチャ条件		p 値
	ジェスチャなし	ジェスチャあり	
1	0.71 ± 0.76	0.86 ± 0.69	0.301
2	1.43 ± 0.98	1.29 ± 1.11	0.402
3	3.43 ± 1.27	3.00 ± 1.15	0.100
4	4.14 ± 1.21	3.71 ± 1.38	0.100
5	4.43 ± 0.98	4.71 ± 1.11	0.178

行し、卓上に設置した別端末に返信メッセージを表示した。また、各試行における刺激呈示1と刺激呈示2では送信及び返信メッセージの内容は共通であり、刺激呈示1では図4左のロボットA、刺激呈示2では図4右のロボットBがジェスチャ及び発話音声を再生した。順序効果を考慮したすべての組み合わせを実施したため、弁別タスク1回の試行数は10試行であった。2回の刺激呈示後、2つの返信待ち時間の「どちらを遅く感じたか」を2肢強制選択により弁別させた。実験では本タスクを各条件3反復し、比較刺激 $\mathcal{R}_{test}(i)$ を遅く感じた回数を用いて体感遅延を評価した。

4 結果と考察

被験者は21歳から24歳の男性6名女性1名の計7名であった。表2に各比較刺激の回答数の平均を示す。返信待ち時間におけるロボットのジェスチャの有無に関して、対応のあるt検定を実施したが、いずれの比較刺激においても有意差を確認できなかった(表2: p 値)。

有意差を確認できなかった要因に、比較刺激として設計した遅延の変動幅が十分大きな値であったことが挙げられる。今回の呈示刺激は、メッセージ長によっては比較刺激の遅延が基準刺激から±30秒以上となり、被験者にとって弁別が容易であったと考えられる。そのため、被験者がどの程度の秒数の遅延を誤って弁別したかを実験時のログから解析する必要がある。また、システム遅延 \mathcal{D}_{system} のみが介在する返信待ち時間においてロボットのジェスチャ表出が及ぼす影響を検証することも今後の課題である。

参考文献

- [1] 中村康嵩, 原田誠一, 佐久間拓人, 田中由浩, 南角吉彦, 加藤昇平. ユーザ相互のタイピングを反映したロボットアバターによるテキストチャットの存在感強化. 第25回日本感性工学会大会, pp. 3C02-2-01 (4pages), 2023.
- [2] Hiroki Kojima, Dominique Chen, Mizuki Oka, and Takashi Ikegami. Analysis and design of social presence in a computer-mediated communication system. *Frontiers in Psychology*, Vol. 12, , 2021.
- [3] 宮部真衣, 吉野孝ほか. リアルタイム遠隔テキストコミュニケーションにおける対人許容応答時間の評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 3, pp. 1214-1223, 2009.