

ChaosChat：秩序と無秩序が共存する 物理メタファを用いた非線形チャット体験の提案

半田 篤史^{1,a)} 伊勢 侑将¹ 川口 一画²

概要：テキストチャットは対面会話と比較して、メッセージが等価に扱われるため、重要度や緊急性といった発話の強弱が読み手に伝わりにくいという課題がある。また、非言語的手がかりの欠如や、偶発的なインタラクションが生じにくいといった課題も指摘されている。既存研究では、送信レーンの分離によってメッセージの意味分類を可能にした手法や、ユーザを円として可視化し、色・サイズ・位置を変化させることで活動度や会話リズムといった非言語的手がかりを補完する手法が提案されている。しかし、これら複数の課題を統合的に扱う枠組みは十分に検討されていない。そこで本研究では、2次元空間上にて、メッセージを任意の位置へ落下・蓄積させることでチャットを構成する「ChaosChat」を提案する。本システムは、メッセージを落とす際に3種の物理メタファを適用し、落下や衝突に応じて挙動が変化する点を特徴とする。これにより、ユーザは空間配置や物体同士の関係性を利用して、メッセージ間の意味的秩序を主体的に形成することが期待される。これまでにプロトタイプ実装と簡易的なユーザレビューを繰り返し実施し、UIおよび操作性の改善を行ってきた。本稿では、これらの開発過程を通じて得られたChaosChatの構成要素および設計上の示唆について述べる。

1. はじめに

テキストチャットは、LINE [1] や Slack [2] に代表されるように、オンラインコミュニケーションにおいて広く利用されている。テキストチャットは、発言が即座に共有されるという即時性に加え、すべての発言が記録されるという特徴を持つ。そのため、後から会話内容を振り返ることができる点は大きな利点である。一方で、テキストチャットには構造的制約と機能的制約の2つの制約がある。

構造的制約として、メッセージが等価に扱われるため、重要度や緊急性といった発話の強弱が読み手に伝わりにくい点が挙げられる。小倉ら [3] は、テキストチャットでは議題に直接関係する「本筋発言」と、周辺的な「逸脱発言」が非選択的に記録され、等価に扱われることにより、本筋発言の流れが把握しづらくなると指摘している。Park ら [4] も、送信された発言が時系列に並ぶため、無関係なターンが混入して進行中の発話解釈が乱れることを示している。

この制約に対して、KairosChat [3] が提案されている。これは、発言者が主観的な判断に基づいて発言のエイジング速度を選択することで、重要な発言とそうでない発言を時間的に分離するシステムである。しかし、この手法では

複数の話題が同時進行するマルチスレッドな会話構造を十分に表現できないという課題がある。

機能的制約として、対面会話と比べて非言語的手がかりが欠如する点が挙げられる。対面会話において、会話の参加者は表情、身振り、声のトーンといった豊富な手がかりを用いることで、感情のニュアンスを伝達・把握することができる [5]。一方テキストチャットでは、使用できる情報が記号やパラ言語的手がかりに限定されるという制約がある [6]。

この制約に対して、ChatCircles [7] が提案されている。これは、参加者を円として表現し、色や大きさの変化によって会話中の活動量や社会的存在感を可視化する手法であり、同期型テキストチャットにおいて会話のリズムや参加状況を把握しやすくなることが明らかになった。しかし、円や色といった抽象的表現について、解釈が利用者に依存するという制約がある。

本研究では構造的制約と機能的制約という2つの制約に着目し、既存研究における課題を解決するシステムを提案する。KairosChat [3] の「発言者の主観的判断に基づき操作する」「暗黙的なインタフェース」という特徴を継承し、3つのエイジング速度に相当する物性を持つ物理メタファを用いる。また、課題として示されていたマルチスレッドな会話構造を実現するために、発言を2次元空間内の自由な

¹ 筑波大学 情報理工学位プログラム

² 筑波大学 システム情報系

^{a)} handa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp



図 1 ChaosChat 概要図

位置に配置するアプローチを取る。さらに、円や色による表現では解釈が利用者依存になるという制約に対して、テキストを石や葉っぱ等の物理的メタファに格納し、その物性に応じて変化する挙動によって非言語の手がかりを表現する。これらのアプローチをすべて含み、発言の重要性と話者の意図を同時に表現できる非線形なチャット構造を持つテキストチャットである ChaosChat (図 1) を提案する。

本システムは、メッセージを任意の位置へ落下・蓄積させることでチャットを構成する。また、メッセージを落とす際に 3 種の物理メタファを適用し、落下や衝突に応じて挙動が変化する点を特徴とする。これにより、ユーザは空間配置や物体同士の関係性を利用して、メッセージ間の意味的秩序を主体的に形成することが期待される。

本研究で採用したような空間的配置と物理メタファを用いたチャット構造は、従来の線形的なテキストチャットとは異なり、発言同士が空間内で関係づけられ、互いに影響し合う状況を生み出す。このような環境では、他の発言との位置関係やオブジェクト同士の衝突によって意図しない偶発的なインタラクションが生じる可能性がある。

本研究の目的は、ChaosChat が参加者の振る舞いや会話体験に与える影響を調査することである。

本論文では、第 2 章で関連研究を示した上で本研究の位

置づけを示す。第 3 章では提案システムである ChaosChat のシステム概要および実装について述べる。第 4 章では、現在開発途中である ChaosChat のプロトタイプについて、実装過程と、開発を通じて得られた設計上の示唆を述べる。第 5 章では今後の展望について、実装および評価実験の観点から述べる。

2. 関連研究

本章では、上述の 2 つの課題それぞれに対応する研究を示した上で、本研究の位置づけを述べる。

2.1 構造的制約への対応

本研究では構造的制約として、メッセージが等価に扱われる点を挙げる。テキストチャットにおけるメッセージの重要性を区別する手法として、発言履歴から本筋発言だけを残すような、「発言履歴の精錬化」手法が挙げられる。Zhang ら [8] は、利用者がチャット中に軽量のタグ付け・注釈を共同で行う Tilda を設計および実装し、協調的なマークアップが構造化要約を生成してチャットの閲覧や把握を有意に支援することを示した。Klein ら [9] は、議論を論点・提案・賛否といった論証構造として明示化する大規模アーギュメンテーションを提案した。これにより参

加者が本質的な論点や成熟した結論に効率的にアクセスでき、集団としての議論の質を高められる可能性を示した。しかし、これらの研究では発言の分類およびタグ付けの際の認知的負荷が課題として示されている。

異なるアプローチとして、発言内容に応じて時間流の異なる送信レーンを主観的に選択して送信する手法も存在する。小倉ら [3] は、発言者が主観的判断に基づいて各発言のエージング速度を選択可能とするチャットシステム KairosChat を提案し、ユーザが発言内容の性質に応じて複数の時間流（レーン）を自発的に使い分けることが明らかになった。これは、明示的な分類でなく、ユーザの振る舞いを暗黙的に引き出すインタフェースであると言える。しかし、この手法では複数の話題が同時進行するマルチスレッドな会話構造を十分に表現できないという課題がある。

本研究では、KairosChat の「発言者の主観的判断に基づき操作する」「暗黙的なインタフェース」という特徴を継承し、3つのエージング速度に相当する物性を持つ物理メタファを用いる。その上で課題として示されていたマルチスレッドな会話構造を実現するために、発言を2次元空間内の自由な位置に配置するアプローチを取る。

2.2 機能的制約への対応

本研究では機能的制約として、非言語的の手がかりが欠如する点を挙げる。テキストチャットにおける非言語的の手がかりを補完する手法としては、視覚的な属性を用いる手法と時間変化や動きを用いる手法が挙げられる。

2.2.1 視覚的な属性を用いる手法

視覚的な属性を用いる手法において最も一般的なものとして感嘆符などの記号または顔文字などのパラ言語的の手がかりを利用する手法が挙げられる。これまでの研究は、記号やパラ言語的の手がかりの利用を超えて、テキストチャットにおける非言語的の手がかりの補完を目指してきた。Choiら [10] は、書体の変化によってテキストメッセージの情動的ニュアンスを伝達する Emotype を提案し、書体がメッセージの感情知覚を有意に強化する非言語的の手がかりとして機能することを示した。Aokiら [6] は、発話の情動的覚醒度を吹き出し形状として可視化する EmoBalloon を提案し、吹き出し形状が受信者の情動強度知覚を高め、送信者と受信者間の情動的認識の乖離を低減することを明らかにした。

2.2.2 時間変化や動きを用いる手法

Ifticarら [11] は、発話内容が確定する前の入力過程をタイピングインジケータとして逐次可視化する live-typing を提案し、入力の躊躇や修正といった時間的変化が話者の思考状態や発話意図の手がかりとして機能することを明らかにした。Viégasら [7] は、参加者を円として可視化し、発言に応じて円の大きさや色が時間的に変化する ChatCircles を提案し、発話頻度や沈黙、ターンテイキングといった会

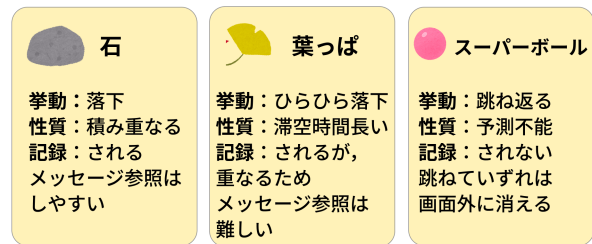


図 2 各オブジェクトの挙動と想定する役割

話のリズムや活動度が、テキスト内容に依らず視覚的・動的に把握可能となることを明らかにした。

本研究においては物理メタファを用いる上で、オブジェクトの落下速度を変更するという時間変化や動きを用いて非言語的の手がかりを表現する。

3. システム設計

本章では、ChaosChat のシステム構成を述べる。

3.1 システム概要

ChaosChat (図 1 参照) は、ユーザがそれぞれの PC からアクセスし、同一の 2次元キャンバスを共有しながら会話を行う同期型のテキストチャットシステムである。ユーザが送信した各メッセージは、キャンバス上に落下するオブジェクトとして生成され、重力や衝突といった物理挙動を伴いながら空間内に蓄積される。このため、会話は単なる時間順のログとしてではなく、オブジェクトの配置関係や重なりとして表現される。

本システムでは、メッセージを性質の異なる複数種類のオブジェクトに格納する設計を採用している。具体的には、「石」「葉っぱ」「スーパーボール」の3種類のオブジェクト (図 2) を用意し、それぞれに異なる物理的特性を与えている。

図 2 に各オブジェクトの挙動と想定する役割を示す。石は重く、落下後にその場に留まりやすい挙動を持ち、議論の中心となる発言や重要な情報を表現することを想定している。葉っぱは空中を漂うように落下し、周知的ではあるが参照価値のある発言を表現することを想定している。スーパーボールは反発性が高く、跳ね返りやすい挙動を持ち、軽い感想や一時的な発言を表現することを想定している。

これらのオブジェクト選択は、明示的なタグ付けやカテゴリ指定を強制するものではなく、送信時の直感的な選択によって行われる。その結果、ユーザは発言の役割や性質を暗黙的に表現でき、キャンバス上には発言の重要度や位置付けが反映された空間構造が形成される。

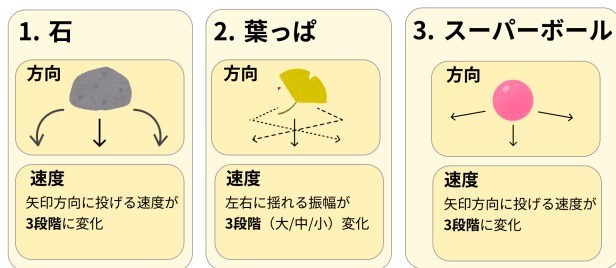


図 3 送信方向および速度

さらに ChaosChat では、送信操作である落下の際に方向および速度の選択を導入している(図 3)。従来のテキストチャットでは、送信ボタンを押すことで文字列が即座に一括送信されるが、本システムでは、オブジェクトをどの方向に、どの程度の勢いで落下させるかをユーザが指定できる。この設計により、強く主張する、控えめに発言する、話題の中心に投げ込むといった、対面会話における声のトーンや勢いに対応する非言語的の手がかりを、動きとして表現することが出来る。

また、オブジェクトが落下・衝突・反発する過程では、ユーザが意図していなかった挙動や衝突が生じることがある。このような物理挙動に基づく相互作用は、線形なテキストログでは生じにくい偶発的な関係性を生み出し、会話の新たな解釈や再編成を促す可能性がある。ChaosChat は、ユーザがこうした配置や関係性を視覚的に読み取り、必要に応じて再配置することで、会話の意味秩序を主体的に形成できる枠組みを提供する。

3.2 実装

ChaosChat は、フロントエンドに React [12]、バックエンドに Firebase Realtime Database [13]、物理シミュレーションに Matter.js [14] を用いて実装する。

フロントエンドでは、React 上にキャンバス表示と入力インタフェースを構築している。ユーザは、テキスト入力、オブジェクト種別の選択、落下方向および速度の指定を行った後、オブジェクトをキャンバス上に投げ落とす操作によってメッセージを送信する。表示側では、各メッセージを物理オブジェクトとして描画し、位置や回転といった状態をリアルタイムに更新することで、落下して蓄積されるチャット空間を表現する。

物理挙動の計算には Matter.js を用い、重力、衝突判定、反発係数、摩擦などを管理している。3種類のオブジェクトは、質量、反発性、空気抵抗といった物理パラメータの違いによって挙動が区別される。

バックエンドには Firebase Realtime Database を採用し、複数ユーザ間でメッセージ生成イベントを共有している。フロントエンド側で送信された、入力文字列、オブジェクト種別、生成時刻がデータベースに書き込まれ、他

の参加者はそれを参照しフロントエンド内の Matter.js にて計算し描画することで2次元空間上にオブジェクトを生成する。

4. 実装過程および設計上の示唆

本章では、現時点で開発途中である ChaosChat のプロトタイプについて、その実装過程と、開発を通じて得られた設計上の示唆を述べる。以下、現時点で ChaosChat にて実装したい機能を述べる。

機能 A：ユーザが文字入力を行い、オブジェクトを選択し、2次元空間内に落下させる

機能 B：方向および速度を選択し、オブジェクトの挙動に反映する

機能 C：複数ユーザが同一の2次元空間を共有し同期的に発話・閲覧できる

機能 D：オブジェクトの位置や挙動がユーザ間で整合するよう同期する

以下では、各バージョンにおいてこれらの機能をどこまで実装できたか、またその上で得られたレビューコメントと次のバージョンに向けた実装方針を順に示す。

4.1 Ver.0.1：物理メタファを用いた会話

Ver.0.1 では機能 A におけるオブジェクト選択機能以外を実装した。本バージョンは単一ユーザ環境を前提とし、機能 B～D については未実装である。

研究室内の簡易レビューでは、物理オブジェクトとしてメッセージを扱う表現に対して体験的な新規性や面白さがあるという評価が得られた。一方で、ユーザが任意にオブジェクトを選択できない点、また意図的にオブジェクトを重ねられない点の課題が指摘された。

これらの意見を踏まえ、次のバージョンでは、ユーザがオブジェクトを能動的に操作できるようにすることで、想定した会話を実現できるかを検証することにした。

4.2 Ver.0.2：能動的に選択した物理メタファを用いた会話体験

4.1 節を受けて Ver.0.2 では機能 A を実装した。本バージョンは Ver.0.1 同様単一ユーザ環境を前提とし、機能 B～D については未実装である。

ゼミ内の簡易レビューでは、オブジェクト選択によって可能になった一方で、石オブジェクトが安定して積み重ならないことや、複数人で同時に操作する状況を想像しにくい点が課題として挙げられた。

これらの意見を踏まえ、次のバージョンでは、まず同期的に利用できるためデータベース連携を実現すること、また石オブジェクト同士に引力を付与することで想定した積み重なる挙動を実現することの2点を方針とした。

4.3 Ver.0.3：能動的に選択した物理メタファを用いた会話体験

4.2 節を受けて Ver.0.3 では新たに機能 C を実装した。データベース連携の優先度を上げたため、機能 B および D については未実装である。

ゼミ内の簡易レビューでは、想定よりも会話が成立したという肯定的な意見が得られた一方、オブジェクトの挙動について各ユーザの PC にて演算しているためオブジェクトの位置が同期されていない点、文字をオブジェクトサイズに合わせて折り返し表示できない点が課題として挙げられた。

これらの意見を踏まえ、次のバージョンでは、石オブジェクトのみ送信者の着地点座標を共有して位置合わせを行うこと、文章量に応じたオブジェクト調整を行うことの 2 点を方針とした。

5. 今後の展望

本章では、今後の展望について、実装および評価実験の観点から述べる。

5.1 システム実装

システム実装に関しては、いくつかの課題が残されている。現状の ChaosChat は、複数ユーザが同一の二次元空間上にてオブジェクトを落下させることで、同期的に会話を行うことが可能である。一方で、物理演算を各クライアントで個別に行っているため、オブジェクトの位置や挙動がユーザ間で完全には一致しない点が課題として挙げられる。

今後は、オブジェクトの位置や挙動についてどの程度の同期が求められるのかを検証する。また、メッセージ量に応じたオブジェクトサイズの調整や、文字列の折り返し表示といった可読性に関わる表現についても改善が必要である。

さらに、方向および速度の選択機能についてはまだ未実装であるため今後優先的に実装を行う。その上で、現状の ChaosChat は、文字入力、オブジェクト選択、方向および速度の選択といった複数の操作を伴う設計となっており、送信操作に一定の負担が生じる可能性がある。今後は、レビューを通じて操作性に関する負担を軽減するインタフェース設計を行う。

5.2 評価実験

本研究の目的は、ChaosChat が参加者の振る舞いや会話体験に与える影響を調査することである。そのため今後は、ChaosChat と既存のテキストチャットを比較する評価実験を実施する。評価指標については、現時点では未確定であるが、定量・定性両面から振る舞いや会話体験について調査を行う予定である。

6. おわりに

本研究では、テキストチャットにおいて、発言が等価に扱われるという構造的制約と、対面会話と比較して非言語的の手がかりが欠如するという機能的制約に着目した。これらの制約に対して、既存研究では、発言履歴の精錬化や、発言者の主観的判断に基づいて発言のエージング速度を選択する手法、ならびに視覚的な属性や時間変化・動きを用いて非言語的の手がかりを補完する手法が提案されている。

本研究では、これらの知見を踏まえ、発言者の主観的判断に基づいて操作する暗黙的なインタフェースという特徴を継承した。その上で、発言を物理オブジェクトとして二次元空間上の自由な位置に配置し、物性に応じて変化する挙動によって非言語的の手がかりを表現するアプローチを取った。そして、これらのアプローチをすべて含み、発言の重要性と話者の意図を同時に表現できる非線形なチャット構造を持つテキストチャットである ChaosChat を提案する。

ChaosChat は、メッセージを任意の位置へ落下・蓄積させることでチャットを構成し、石、葉っぱ、スーパーボールといった性質の異なる物理メタファを用いる点を特徴とする。また、落下や衝突、反発といった物理挙動を通じて、発言の役割や性質を暗黙的に表現する設計を採用している。このような空間配置と物理挙動に基づく表現により、発言同士が空間内で関係づけられ、意図しない衝突や相互作用といった偶発的なインタラクションが生じる可能性がある。

さらに、本稿では、開発途中である ChaosChat のプロトタイプについて、段階的な実装過程を示し、簡易的なユーザレビューを通じて得られた設計上の示唆を述べた。その結果、物理オブジェクトとしてメッセージを扱う表現に対する体験的な新規性や面白さがあるという評価が得られた一方で、オブジェクトの挙動の同期、可読性、操作性といった点に課題が残されていることが明らかになった。

今後は、これらの課題に対応したシステム実装を進めるとともに、ChaosChat を用いた会話体験について、既存のテキストチャットとの比較を通じた評価実験を行う予定である。

参考文献

- [1] LINE. Line—いつもあなたのそばに. <https://line.me/ja/>. (Accessed on 12/19/2025).
- [2] Slack. Ai による業務管理とプロダクティビティツール—slack. <https://slack.com/intl/ja-jp/>. (Accessed on 12/19/2025).
- [3] 小倉加奈代, 松本遥子, 山内賢幸, 西本一志. 発言者の主観的判断に基づき発言のエージング速度を個別選択可能とするチャットシステム. 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 4, pp. 1608–1620, 04 2011.
- [4] Jung - ranPark. Interpersonal and affective communica-

- tion in synchronous online discourse. *The Library Quarterly*, Vol. 77, No. 2, pp. 133–155, 2007.
- [5] Tony W Buchanan, Kai Lutz, Shahram Mirzazade, Karsten Specht, N Jon Shah, Karl Zilles, and Lutz Jäncke. Recognition of emotional prosody and verbal components of spoken language: an fmri study. *Cognitive Brain Research*, Vol. 9, No. 3, pp. 227–238, 2000.
- [6] Toshiki Aoki, Rintaro Chujo, Katsufumi Matsui, Saemi Choi, and Ari Hautasaari. Emoballoon-conveying emotional arousal in text chats with speech balloons. In *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–16, 2022.
- [7] Fernanda B. Viégas and Judith S. Donath. Chat circles. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '99, p. 9–16, New York, NY, USA, 1999. Association for Computing Machinery.
- [8] Amy X. Zhang and Justin Cranshaw. Making sense of group chat through collaborative tagging and summarization. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, Vol. 2, No. CSCW, November 2018.
- [9] Mark Klein. The mit deliberatorium - enabling large-scale deliberation about complex systemic problems. Vol. 1, pp. 15–24, 05 2011.
- [10] Saemi Choi and Kiyoharu Aizawa. Emotype: Expressing emotions by changing typeface in mobile messenger texting. *Multimedia Tools and Applications*, Vol. 78, , 06 2019.
- [11] Zainab Iftikhar, Yumeng Ma, and Jeff Huang. “together but not together” : Evaluating typing indicators for interaction-rich communication. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '23, New York, NY, USA, 2023. Association for Computing Machinery.
- [12] React. React. <https://react.dev/>. (Accessed on 12/19/2025) .
- [13] Firebase. Firebase realtime database. <https://firebase.google.com/docs/database?hl=ja>. (Accessed on 12/19/2025) .
- [14] liabru. Matter.js - a 2d rigid body javascript physics engine - brm.io. <https://brm.io/matter-js/>. (Accessed on 12/19/2025) .