

メンタルケアのためのユーザ知識グラフを構築する対話システムの試作

Prototyping Dialogue System that Builds User's Knowledge Graph for Mental Health Care

伊藤誠二¹ 白松俊¹
Seiji Ito¹ Shun Shiramatsu¹

¹ 名古屋工業大学
¹ Nagoya Institute of Technology

Abstract: 現代社会では、メンタルヘルスケアの重要性が高まっており、自己のメンタル状態やストレス要因の理解、精神疾患の予防などをする手段が求められていると考えられる。しかし、個人の直面するストレスや状況は多岐にわたり、複雑であることが多い。そこで本研究では、ユーザの自己理解の促進、ストレス要因の理解を促すためにユーザに起きた出来事などの可視化を行い、振り返りをさせることを試みた。また、そのためにナレッジグラフに焦点を当てた。ナレッジグラフを活用することで、ユーザに関する情報を体系的に表現することが可能となり、その可視化を行うことでユーザは自身に起きた出来事、感情などを振り返り、整理することができると考えられる。具体的には、大規模言語モデル GPT-4.0 を使った対話システムとの対話から得られた情報をもとにナレッジグラフを構築し、ユーザのメンタル状態や出来事を可視化した。実験では被験者の1週間分の出来事、感情の可視化、振り返りを行った。その結果、一定の効果を観測し、可視化が自己理解やストレス要因の理解に有効であることが示唆された。

1 はじめに

1.1 本研究の背景

近年、メンタルヘルスケアの重要性が高まる中で、ユーザのメンタル状態やストレス要因を理解し、精神疾患の予防に寄与する手段が求められている。しかし、個人が直面する状況、感情などは複雑で多岐に渡り、これらの要因が絡み合っているため、ユーザが自己の状態や感情を正確に把握することが難しい。

ここで、ナレッジグラフの利用に焦点を当てる。ナレッジグラフは、ユーザに関する情報を組み合わせ、複雑な関係を可視化するための有力なツールとなり得る。ユーザの発言や行動、感情を統合的かつコンテキストに基づいて捉え、それをグラフ構造として表現することで、自己の状態をより深く理解することが可能であると考えられる。

中でも本研究ではイベント中心ナレッジグラフに着目した。これは、イベント（出来事）を中心に構成されたナレッジグラフであり、時間や関連性に基づいてイベントを整理できる。これを用いることでユーザの精神状態、出来事を体系的に整理し、その可視化を行うことで自己理解やストレス要因の理解に繋がられる

のではないかと考えた。福田らの研究 [1] から引用したナレッジグラフの構造を図 1 に示す。

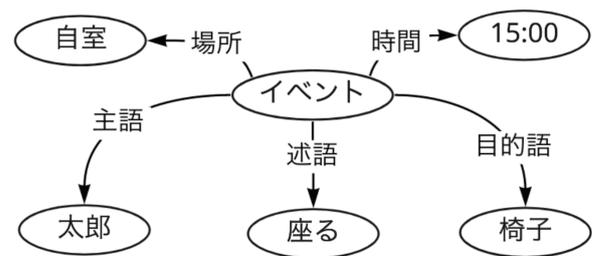


図 1: イベント中心ナレッジグラフ

1.2 本研究の目的

最終的な目的は、ユーザのメンタルヘルスの向上に寄与することである。そのために本研究では、ナレッジグラフを活用して、ユーザに起きた出来事や感情の推移を可視化し振り返りを行わせることで自己理解・ストレス要因の理解を促すことを目的とする。

そのために本研究では、システムと出来事を振り返る対話を行う。そこからユーザの情報を収集し、ナレッジグラフを構築するシステムを開発した。情報を収集する対話、データ抽出では、大規模言語モデル GPT-4 を用いた。

本研究では、先に述べた対話システムとナレッジグラフの構築・可視化システムの設計、それらのシステムの検証結果について述べる。

2 関連研究

2.1 ナレッジグラフに関する研究

山本ら [2] は、対話システムにおいて、システムがユーザの嗜好を理解することが重要であるが、その表現方法が統一されておらず、異なるシステム間でのデータ共有、再利用が困難であることを問題視し、対話内でのイベントを知識グラフで表現することを提案した。

福田ら [1] は、人間の日常の活動が複雑で個別性がある状況に焦点を当て、それらを理解し AI を適用する必要性を探究している。これまでのアプローチは人間の知識に頼ってきたが、福田らの研究では新たなスキーマや手法を提案し、特にイベント中心知識グラフを用いて日常の複雑さをモデル化した。これにより、個別性の高い生活状況を深く理解し、適切な AI 応用を構築する方法について新しい視点を提供している。

2.2 ユーザ情報の可視化・行動の振り返りに関する研究

渡邊ら [3] は、学生の精神疾患の罹患の対処法として自身の生活を振り返ることができる「キャンパスライフログシステム」を提案した。このシステムでは、ユーザの日々の行動と活性度を記録し、ユーザにフィードバックすることで客観的に自身の精神状態を把握できるようにした。

酒井ら [4] は、「振り返り日記」が精神的権威稿に影響を及ぼすかどうか検証した。この研究では、個人の出来事、感情などを振り返り日記として記述し、ストレスの軽減など精神的健康に及ぼす効果を考察していた。この手法では筆記などのアウトプットによって自身への新たな気づき、ストレス軽減の効果が得られると仮説を立てていた。検証の結果、ストレスが有意に低下し、新たな気づきなど自己理解の向上が示唆された。

2.3 対話システムに関する研究

井上ら [5] の研究では、話の聞き手がどのようなふるまいをすると発話が促進されるか、アンドロイド「ERICA」を用いて検証した。また、ユーザ発話に対してどのような返答が適しているか考察していた。

このように、今までナレッジグラフは様々な研究で応用されてきたが、メンタルケアの分野ではナレッジグラフは使われておらず、ナレッジグラフによるユーザ状態の可視化という点に着目した研究はほとんど存在しない。また、ユーザのメンタル状態の可視化に関する研究も少ない。よって、本研究では、ナレッジグラフを用いることでユーザとシステムの対話から出来事や心理状態を可視化し、ユーザの自己理解促進、ストレス要因の理解の促進を試みる。

3 提案手法・システム設計

3.1 提案手法とシステムの概要

本研究では、ユーザのメンタル状態、起きた出来事の可視化をして自己理解、ストレス要因の理解を促進する手法として、大規模言語モデル GPT-4 を用いた LINE 上の対話システムを開発した。対話であることによって、システムの質問により確実にユーザの情報を収集することができる。また、その対話から得られた情報を元にナレッジグラフを構築して、自己理解をより促すことが可能でありそうな形でユーザに表示した。本研究では、イベント中心ナレッジグラフの形を参考に

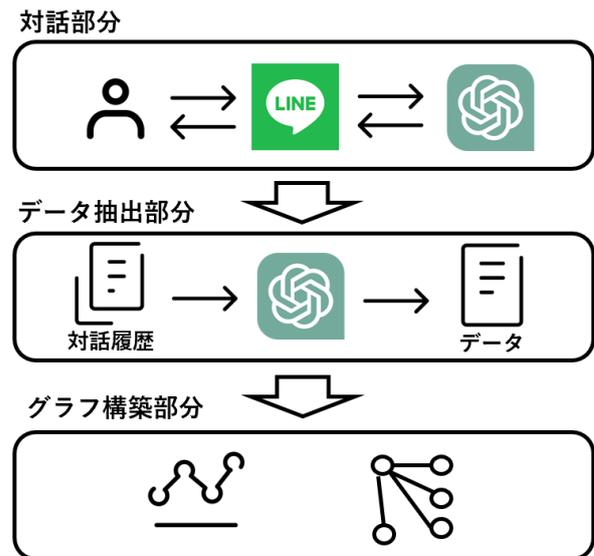


図 2: システム構成図

```

私はユーザーの出来事をグラフにするためのデータベースを作成したいです。なので今からあなたは傾聴システムとしてユーザーの1週間の出来事を聞いてください。
#条件#
返答と質問を返すこと
返答と応答については以下のものから適切なものをそれぞれ選んで返すこと
一回の発話で質問は2つまでにすること
ユーザー発話と指示を返すのでそれに従うこと、しかし、「指示に従います」など発言してはいけない、つまり、指示されていることをユーザーに悟られてはならない
ユーザーの今までの出来事なども踏まえてそれらを覚えていてどのようにあたたい発言をすること、ユーザーが話したくなるような発言をする
#返答#
1. 評価応答：ユーザーに共感する反応、温かい言葉を生成する
2. 自分語り：ユーザーに共感するような自分語りを生成する 例：「私も○○好きなんです」
#質問#
1. 掘り下げ質問：ユーザーの出来事についてその時の時間、感情、行動、場所、ストレス要因、登場人物などを掘り下げる
今までのユーザーの出来事：なし

```

図 3: 対話部分のプロンプト

し、タイムラインのような表の形式で可視化を行った。本システムの構成を以下の図 2 に示す。

3.2 GPT-4 を用いた対話のプロンプトによる制御

この部分では、ユーザーとの対話を通じて、対話システムがユーザーの感情やメンタル状態、1日の出来事などに関する情報を収集する。この対話部分は、井上ら [5] による傾聴対話システムの応答生成部分を参考にし、ユーザーとの対話を円滑に行うものとした。プロンプトを以下の図 3 に示す。

対話部分では、システムがユーザーに起きた出来事を話すように促す。そして、1つのイベントに対してシステムが深掘りする質問を生成する。具体的には、時間、登場人物、ストレスや感情について質問を生成する。その対話例を図 4 に示す。

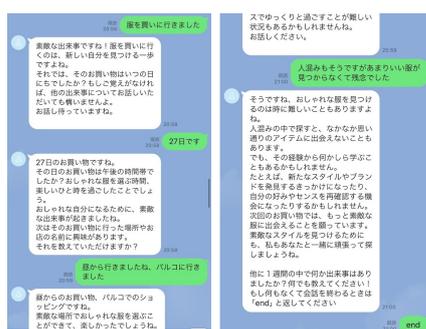


図 4: システムとの対話例

一つの出来事について深掘りが終了すると、システムが対話を終了するかどうか尋ねる。その際、ユーザーが対話を続行するかどうかで対話が終了するかどうか決定する。対話が終了すると各日付についてそれぞれ

イベント一覧が提示される。その中でユーザーが開示できる出来事のみでナレッジグラフが構築される。

3.3 対話履歴からのデータ抽出・感情推定

対話が終了した後、対話履歴から各日付のイベントとそれを表現するデータを GPT-4 を用いて抽出する。その時の各イベントを主語として、それに附随する情報を以下のプロパティで表現した。

- subject：そのイベントにおいて主語となるもの
- hasPredicate：そのイベントの述語
- time：イベントが起きた時間
- where：イベントが起きた場所
- source：情報の元になった文章
- participant：イベントに登場した人物
- eventSummary：イベントの概要
- emotionPolarity：そのイベントにおいてユーザーがポジティブかネガティブかの極性を表す。値は-1.0 から 1.0 の範囲
- emotionLabel：そのイベントにおいてのユーザーの内的な感情を表す。例：不安、緊張、期待
- strength：上で挙げた内的な感情の強さを表す。
- stressFactor：イベント内でユーザーがストレスを感じることを示唆する
- nextEvent：イベント間の時系列を表す

これらのデータはまた、抽出したデータはく主語、述語、目的語の三つ組みで知識グラフのデータを管理するトリプル形式を参考に「イベント id, イベント情報, プロパティ」の情報をテキストファイルに保存した。

この時同時にユーザーの感情、極性を推定する。まず、感情は、プルチックの感情の輪 [6] を参考にし「喜び、信頼、驚き、悲しみ、嫌悪、怒り、期待、平穩、容認、不安、動揺、憂い、退屈、苛立ち、興味」の 16 種類の中から推定、選択させた。次に極性の推定を行った、極性とは、ユーザーがイベント内でネガティブだったかポジティブだったかという感情の方向性を表す。

3.4 ナレッジグラフの可視化

ここでは、抽出・推定されたデータを実際に可視化し、ユーザーに提示する。本研究では、python のライブラリである matplotlib と NetworkX を用いてグラフ構

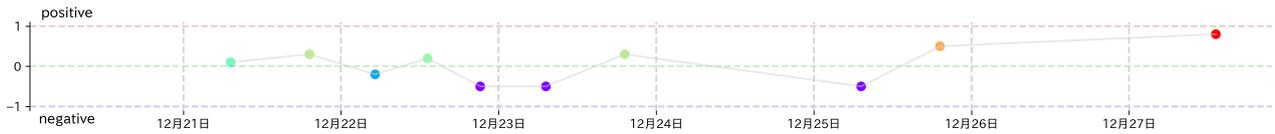


図 5: 極性推移のグラフ

造の作成, 可視化を行った. この図は, 上部分に感情の極性の推移を表したグラフ, 下部分に出来事とその詳細, 時系列を表したグラフの2つで構成されている, 各グラフについてこの節で詳細に説明する.

3.4.1 極性推移の可視化

感情推定の部分で推定された極性を折れ線グラフとして可視化を行う. 極性はイベントごとに記録されている. グラフの例を図5に示す.

このグラフでは, ユーザが12月23日や25日はネガティブであり, その後27日に近づくにつれてポジティブになっていったという極性の推移を表している. 24日と26日の範囲に極性が存在しないのは, ユーザがシ

ステムとの対話でその日付のイベントの話をしなかったことを表している.

また, 本研究ではユーザに視覚的な理解をより促すため, 感情の極性を色で表現した. 図の例では, 暖色がポジティブ, 逆に寒色や紫の色がネガティブであるとした.

3.4.2 ユーザに起きた出来事の構造化

このグラフ上のユーザに起きた出来事は出来事を中心に情報が附随する形とした. 作成されるイベントの可視化の例を図7に示す.

この例では, 12月22日にユーザが研究, 同期との食事, 美容院に行ったという対話をシステムで行った結果構成されたグラフである. イベントidを主語に時間, 登場人物, 概要, 感情などが附随していることが読み取れる. また, ストレス要因を強調し, ユーザの理解の助けにしている. イベントノードには色が付けられており, 上部の折れ線グラフと連動している. こうすることで, ユーザが一目でその時の極性の推移を振り返る助けになると考えられる.

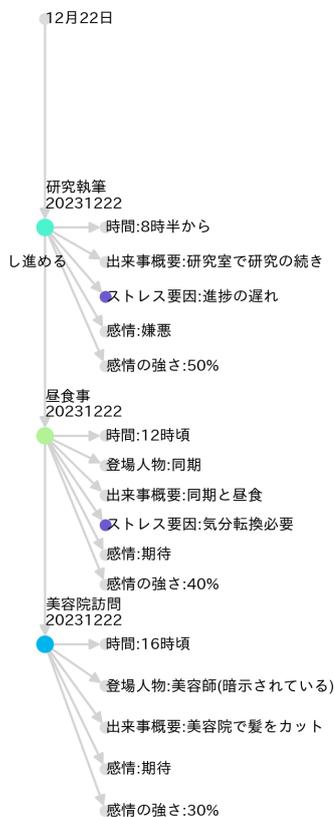


図 6: 出来事の可視化

4 実験手法

4.1 実験の目的

本研究では, ユーザに起きた出来事の可視化により, ユーザ自身の自己理解, ストレスの原因の理解が促進されると仮定し, それを検証することを目的とする.

4.2 実験手法

実験では, 研究室内の大学生9人に協力してもらい, 2回の実験と3回のアンケートを行った. 実験では, 被験者がシステムを使用する際に, 実際にあった出来事を自由に話してもらい, 被験者が開示できる出来事のみで情報を保存し, ナレッジグラフの可視化を作成する. そして, 複数回のアンケートによって自己理解やストレス理解が促進されたか検証した.

具体的な実験の流れとしてはまず, 自己理解・自身のストレス理解ができているかというアンケートを行

表 1: アンケート結果

番号	設問	実験前	1回目の実験後	2回目の実験後	1回目と2回目の差分
1	自分がどういう性格かわかっている	5.44	5.56	4.78	-0.78
2	自分の長所・短所がわかっている	4.67	4.56	4.67	+0.11
3	ものごとについての自分の態度や気持ちを考えられる	5.00	5.11	5.89	+0.78
4	自分の興味や価値観について説明できる	4.89	5.11	5.33	+0.22
5	今自分が一番気がかりな問題は何か分かっている	5.11	4.22	5.44	+1.22
6	落ち込んだときには、何が真の原因なのかを考えられる	4.11	5.00	5.33	+0.33
7	ストレスの原因、対処法を考えられる	4.22	5.22	5.33	+0.11
8	ストレスを感じる出来事について悪い面のみでなく良い面を見つけられる	3.11	5.22	5.22	0.00

う。その後、1回目の実験を行い、システムによって自己理解が促進されたかという内容のアンケートを行う。次に、2回目の実験を行う。ここでは、1回目の実験で作成された可視化も同時に提示し、合計2週間分の振り返りを行う。その後、1回目の実験後と同様のアンケートに回答する。それと同時に対話システムやシステム全体に関するアンケートを実施する。

このように実験を行い、被験者の自己理解度やストレス理解度を測定した。

4.3 評価指標・アンケート項目

本研究の評価指標は、自己理解が向上したかということと自分のストレスに関する理解が向上したかというものとした。指標には佐々木らによるコーピング尺度 [7]、既存の自己理解の研究などを参考にした。

また、アンケート項目には、先ほど説明した指標について7件法で評価した。また、実験後のアンケートは「～できるようになった」という表現に変更した。

また、2回目の実験後のアンケートでは対話システムなどに関するアンケートも行い、可視化ではなくシステムとの対話が自己理解の向上などに関わっていたか検証した。

5 実験結果・考察

5.1 自己理解・ストレス要因の理解の変化に関する結果と考察

アンケートの結果を表1に示す。また、本研究では実験1回目の後と2回目の後のアンケート結果の値を比較した。比較の結果の折れ線グラフを以下に示す。

今回、実験前のアンケートと実験後で比較を行ったが、実験前のアンケートは全体的にストレス要因など「～について理解できる」という文脈になっている。これは、「～について理解できる生得的な能力を聞かれている」と解釈できる。一方、実験後のアンケートは「～について理解できた」という文脈になってお

り、「システム使用によって～について理解できた」と解釈できる、つまり理解する能力については尋ねていない。よって、実験前のアンケートと実験後のアンケートの間の数値の差で考察を行うことは適切でないということを考慮し、実験前との値の変化については比較しないものとした。

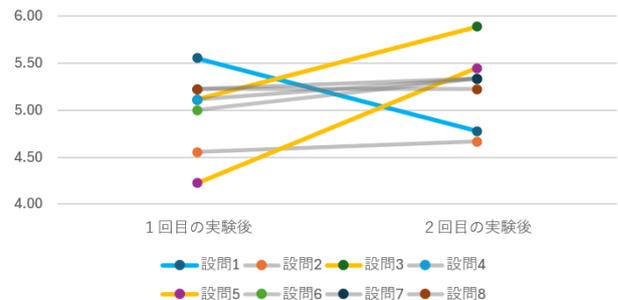


図 7: 実験後アンケートの比較

結果の表とグラフから、8項目中6項目について値が向上したことが分かる。特に「今自分が一番気がかりな問題は何か分かる」と「ものごとについての自分の態度や気持ちを考えられる」という項目に関しては、他の項目よりも大きく値が向上し、値そのものも他項目と比べて高かった。また、1回目と2回目のそれぞれの設問の結果に対して対応のあるt検定を行ったところ、値が向上した項目のうち、5項目では有意差は確認できなかったが、「今自分が一番気がかりな問題は何か分かった」という項目のみ有意味に値が向上した。また、「自分がどういう性格か分かった」の項目は有意差が生じなかったが平均値が減少した。また、「ストレスを感じる出来事について悪い面のみでなく良い面を見つけられた」という項目では平均が全く変化しなかった。

今回の結果から、「今自分が一番気がかりな問題は何か分かる」という項目で値が有意に向上したが、これは可視化によってストレスの原因が明示的に示され、た

からであると考えられる。また、対話部分で、必ずストレスになったことはあるかという質問をしていた。これによって被験者は自分のストレスの原因を考え、一度アウトプットする。また、これらを2週間分継続することによって被験者は連続で同様のシチュエーションでストレスを感じるなどの新たな発見を得られると推測できる。これによって自分の気がかりな問題についてより理解できたのではないかと考えられる。

また、「ものごとについての自分の態度や気持ちを考えられる」という項目に関しても値が大きく向上した。これは、グラフの可視化の際に感情が示されることによって自分の思ったことを振り返られるからであると考えられる。ただし、ここで示される感情は、対話からシステムが推測したものであるため、提示されたものをその通りであると被験者が思い込んだ可能性も存在すると考えられる。

それに対して、「自分がどういう性格かわかっている」という項目のみ値が減少した。自分の性格など短期間で変化がないものは、一度理解してしまったらそれ以上理解は深まりにくい。よって1回目から2回目の後で値が減少したのではないかと考えられる。

5.2 実験前のアンケートと結果の関係

今回の実験では、事前に自分のことがどれくらい理解できるのかというアンケートを実施した。事前のアンケートと最後のアンケートの値を比較したところ、実験前と最後のアンケートの間には弱い負の相関があった(-0.16)。

このことは、初めから自分について理解できると考えている被験者はシステムの効果が薄く、あまり理解できていない被験者に対してシステムの効果が高いことを示していると考えられる。

5.3 対話システムと可視化に関する考察

自己理解、ストレス要因理解に関する実験後アンケートでは、平均が5を超える項目が半数以上あった。また、1回目から2回目の実験後で8項目中6項目で値が向上しシステムの有効性が示唆された。それと同時に、「可視化」が自己理解の役に立ったのか検証するため、対話と可視化がそれぞれどのくらい自己理解・ストレス理解の役に立ったかというアンケートを7件法で実施した。その結果を以下の表2に示す。

ストレス要因の理解、それ以外の自己理解に関して、可視化より対話の方が平均値が高かったがいずれも有意差は生じなかった。よって可視化と対話のどちらの方が役に立ったかという断定はできないが対話の方が結果に寄与していたことが示唆された。これは、シ

表 2: 可視化と対話の比較

質問項目	平均値
自分のストレスの原因を理解・対処するために可視化(送られた画像)は役に立った	5.22
自分のストレスの原因を理解・対処するためにシステムとの1週間を振り返る対話は役に立った	5.78
それ(ストレス要因)以外の自分のことを理解するために可視化(送られた画像)は役に立った	5.44
それ(ストレス要因)以外の自分のことを理解するためにシステムとの1週間を振り返る対話は役に立った	5.67

ステムとの対話によって、被験者が自分自身のことを振り返り、アウトプットできたからではないかと考えられる。しかし、可視化が役に立ったかという項目の平均も7段階中5を上回っていたので、ナレッジグラフの可視化にも一定の効果があったと考えられる。

6 まとめ

6.1 本研究の要約

本研究では、ユーザの自己理解・ストレス要因の理解の促進を目的とした。それを解決する手段として、システムとの振り返りを行う対話からナレッジグラフを構築するシステムを試作した。対話、データ抽出には大規模言語モデル GPT-4 を用いて、ユーザに分かりやすい形式でナレッジグラフを可視化した。実験では、1週間を振り返る対話を行い、そこから可視化を提示し、自己理解・ストレス要因の理解が促進されたか検証した。結果、システムの一定の効果が確認され、可視化が自己理解などに有効であることが示唆された。

6.2 今後の展望

今後は全体的なシステムの改善を行う。主に、可視化部分の改善を行いたい。ユーザにとってどのような形式がより自己理解を促すか検討していきたい。また、対話部分の改善を行ってほしい。今回の実験では、システムの発話が長い、会話の破綻があるなどの問題が発生した。データ抽出においても、データの抜け落ちなどが発生した。今後はこれらの問題を解決し、ユーザがより自己理解、ストレス要因の理解を促せる設計を行ってほしい。

また、今回は2週間という期間で実験を行ったが、長期的にシステムを使用した場合の自己理解の変化も観察したい。また、ユーザのメンタル状態の変化なども長期的に検証していきたい。

謝辞

本研究の一部は、JST CREST (JPMJCR20D1) の支援を受けたものです。

参考文献

- [1] 福田 賢一郎, 江上 周作, 鶴飼 孝典, 森田 武史, 大野 美喜子, 北村 光司, QIU YUE, 原 健翔, 古崎 晃司, and 川村 隆浩. イベント中心知識グラフによる人間生活を含む環境のサイバー空間への転写にむけて. 人工知能学会全国大会論文集, JSAI2022:3L4GS805–3L4GS805, 2022.
- [2] 山本 泰誠, 谷津 元樹, and 森田 武史. 対話イベント知識グラフに基づくユーザ嗜好を考慮した知識獲得機能を有する雑談音声対話システム. 人工知能学会第二種研究会資料, 2023(SWO-059):04, 2023.
- [3] 洗 渡邊, 賢大 高城, 雄太 高橋, 恭宏 音田, まなと 藤本, 豊 荒川, and 慶一 安本. 内的活性度の振り返りを支援するための生体情報を含むキャンパスライフログシステムの設計. In 2017 年度 情報処理学会 関西支部 支部大会 講演論文集, volume 2017, sep 2017.
- [4] 久実代 酒井 and 俊博 河. 振り返り日記が精神的健康に及ぼす効果の検討. Psychologist : 関西大学臨床心理専門職大学院紀要, 8:49–59, 03 2018.
- [5] 井上 昂治, ラーラー ディベッシュ, 山本 賢太, 中村 静, 高梨 克也, and 河原 達也. アンドロイド erica の傾聴対話システム–人間による傾聴との比較評価–. 人工知能学会論文誌, 36(5):H–L511–12, 2021.
- [6] Robert Plutchik. The nature of emotions. American Scientist, 89(4):344–350, July-August 2001.
- [7] 佐々木 恵 and 山崎 勝之. コーピング尺度 (gcq) 特性版の作成および信頼性・妥当性の検討. 日本公衆衛生雑誌, 49(5):399–408, 2002.