

感情曲線収集支援ツール Emonotate の デザインと開発状況

番庄智也^{1,†1,a)} 野田脩介¹ 服部有里子^{1,†1,b)} 橋田光代^{1,c)} 片寄晴弘^{1,†1,d)}

概要: 感情曲線は作品を体験する人の主観的な心理状態をコンテンツの時系列に基づいてグラフにしたものであり、映像制作現場での意図確認や視聴者間の感動の共有などで利用されている。また、コンテンツ制作の支援や AI によるコンテンツの自動創作などへの利活用の期待が高まっている。一方でその Ground Truth 獲得に際しては任意の感情曲線を収集に負担がかかることなど課題も多い。本研究では感情曲線の Ground Truth の獲得に向けた支援ツール Emonotate の開発を行う。Emonotate はリクエスト機能、ワンクリックログイン機能などを提供し、任意の感情曲線収集における負荷を軽減する機能を提供している。現在、不特定多数のユーザを対象としたデータの収集中、研究会では、最新のデータを踏まえて状況報告を行う。Emonotate の基本仕様について報告するとともに、コンテンツ制作支援を含めた今後の利活用の形について議論したい。

1. はじめに

近年、映像制作現場での演出意図の共有や SNS 上での感動の共有などを目的として感情曲線が注目されている。感情曲線とはコンテンツの時間軸に沿って主観的な情報をアノテートしたものとされることが多い。新海誠は“君の名は。^{*1}”の脚本の制作過程で感情曲線を使用したことを明かしている [1] ほか、感情曲線を活用した機械学習モデルによる物語生成が提案 [2] されており、今後の利活用が期待される。一方で、感情曲線研究を進めていくにあたって Ground Truth を獲得する手法が確立されていないなど、課題が山積しておりそれらの解決は急務と言える。

コンテンツに対して情報をアノテートするシステムはいくつか提案されている。例えば Elan [3] では動画の指定区間に対してテキスト情報をアノテートすることができ、機械学習の教師データ作成の際に利用されている。このように動画に評価者による情報を付加するツールが前例が見られる。コンテンツに対して感情曲線情報を付与するシステムとしては Chung らのシステム [2] が知られている。

感情曲線はしばしば縦軸に幸福感や興奮度などの主観的な評価値、横軸は動画などの時系列コンテンツの時間軸を共有した形式で表現されることが多い。また確認されているコンテンツのメディアタイプには動画 [1, 4-6] や小説などがあるが、時間軸を持つコンテンツであれば音楽なども対象可能と考えられる。それゆえ感情曲線を付与する機能を提供するツールは対象メディアタイプ及び評価値それぞれの多様性への対応が要件として挙げられる。コンテンツに対してアノテーション付与を支援するシステムはこれまでもいくつか提案されてきたが、物語コンテンツに即した感情曲線付与機能を提供するツールは存在しない。

これらの課題の解決に向け、我々は感情曲線の収集支援を行うツールの開発 [7] を進めている。Emonotate(図 1)^{*2}ではユーザによる物語コンテンツに即した感情曲線の描画機能を提供するほか、感情曲線を計算機で取り扱いやすい表現形式で保存、またコロナ禍に対応したリモートでの感情曲線収集の実施を可能とする機能を提供している。本稿では我々が開発するツールのデザインや開発状況について報告し、本ツールだけでなく今後の感情曲線の展望などについて議論したい。

2. 関連研究

感情曲線とは時系列コンテンツに対しての時系列の主観評価系列とみることができる。ここでは、主観情報を時系列視点で取得するための手法について、データ入力機構、

¹ 情報処理学会

IPSI, Chiyoda, Tokyo 101-0062, Japan

^{†1} 現在、関西学院大学大学院

Presently with Kwansei Gakuin University

a) gku14580@kwansei.ac.jp

b) ijr54888@kwansei.ac.jp

c) hashida-mitsuyo@fukuchiyama.ac.jp

d) katayose@kwansei.ac.jp

^{*1} 2016年に公開された新海誠が監督した映画。興行収入は250億円を記録している。

^{*2} <https://www.emonotate.com/>

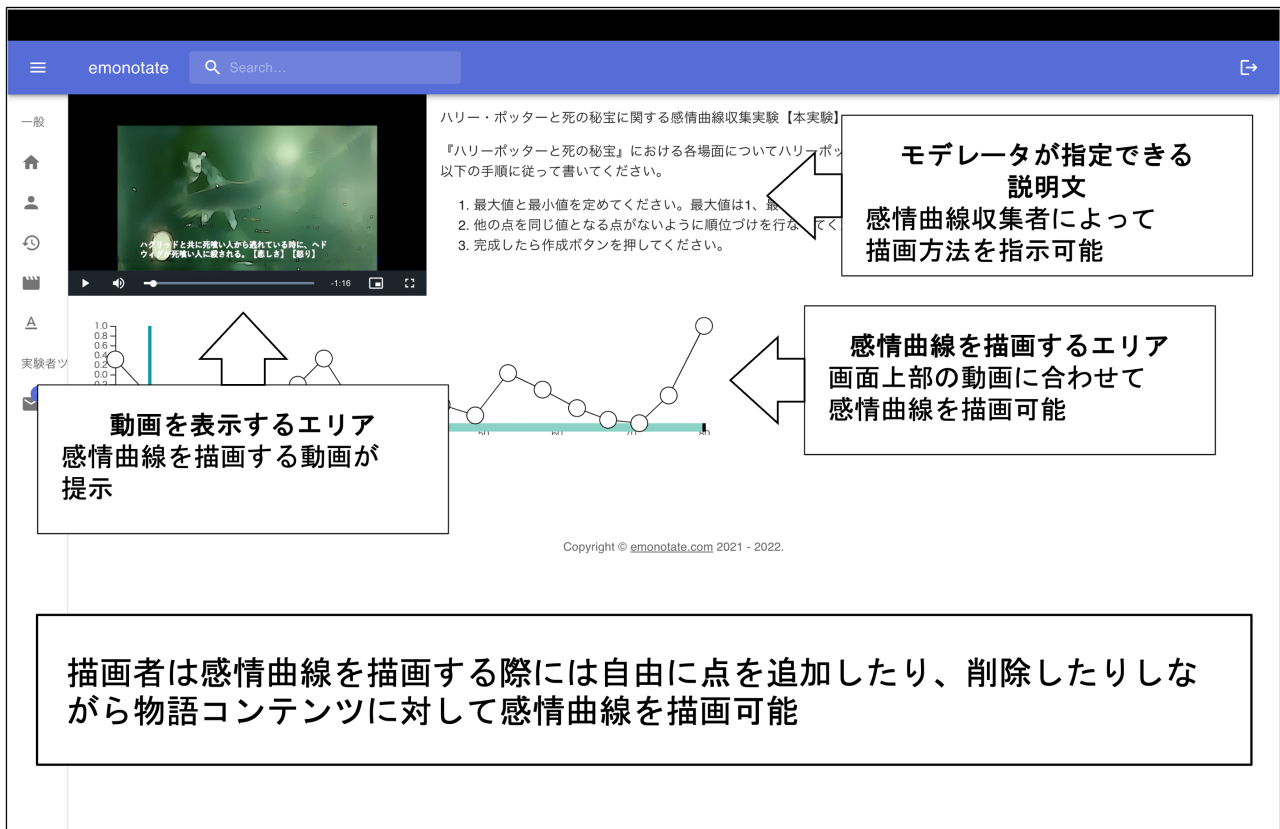


図 1: Emonotate による感情曲線情報入力の様子

Emonotate は物語のプロットに基づいて感情曲線を描画、収集する機能を提供している。感情曲線の収集を企図するモデレータは任意の感情曲線を収集するために指示をすることが可能であるほか、感情曲線の描画者は線グラフを操作することで任意の感情曲線を描くことができる。

アノテーション支援の二つの視点から整理して紹介する。

発されている。

2.1 時系列コンテンツと主観的な評価

経時的变化を伴った味覚などに対する印象評価手法としては TI 法 [8] や TDS 法 [9,10] などが挙げられる。また時系列的な刺激に対する感性評価と異なるものとして中村らの音声動画における印象評価実験が挙げられる [11]。中村らによる研究では音声動画の一定の時点における視聴者の心理的評価を 2 軸上で入力するシステムを開発しており、時系列コンテンツにおける印象評価をおこなった例がある。

また印象という感覚的評価だけでなく、感情という印象評価よりも高次元についての視聴者、読者の評価を試みた研究も存在する [12,13]。他にもメディアタイプを音楽に焦点を当てたテンションカーブ [14] なども提案されている。

このように経時的な変化を伴う時系列コンテンツあるいは刺激に対する感性的な評価は感性情報処理や味覚研究の分野などでも注目の対象とされてきたが、人による主観的な評価を時間に応じてアノテーションするシステムはあまり開発されておらず、その多くは紙媒体によるアンケート集計が主である。一方で、時系列コンテンツに対するテキスト情報などをアノテーションするツールはこれまでも開

2.2 時系列コンテンツとアノテーションツール

人が動画などの時系列コンテンツに対して情報を付加する作業はアノテーションと呼ばれ、これまでもさまざまなアノテーションツールが提案、開発されている。Elan [3] は音声、動画に対するテキスト情報のアノテートをサポートするツールであり、会話分析や手話分析など音声、動画の人為的な正解データの作成に利用される。Microsoft は動画の指定領域にテキスト情報をアノテートするツールとして VoTT [15] があり、機械学習の重要タスクの 1 つであるセグメンテーションにおける教師データの作成で利用される。

また特に物語に対して主観的な評価値を付与したツールとして Chung らのシステム [2] が挙げられる。Chung ら感情曲線から小説を自動生成する機械学習モデルを使用したシステムとして TaleBrush を開発した。その目的に際して自身の研究用途でのアノテーション支援システムを開発している。そのシステムでは 5 行程度の各文に対して主人公の幸福感^{*3}についてスライダを操作することで感情曲線

*3 原論文では fortune と表現されている

を付与できるようになっている。Chung らはこのシステムをウェブアプリケーションとして開発し、クラウドソーシングを利用して英文で構成された短い小説の感情曲線を収集している。またこのシステムを使用して収集された感情曲線を教師データとして感情曲線から小説を自動生成する機械学習モデルを提案している。

3. Emonotate

我々は任意の感情曲線を収集するツール **Emonotate** を開発してきた [16]。 **Emonotate** は感情曲線を収集することを企図している研究者、調査者（以下、モデレータとする）が感情曲線を容易に収集可能とすることを目的に開発している支援ツールである。そのため、 **Emonotate** は (3.1) 感情曲線を描画する機能だけでなく、 (3.2) 感情曲線の収集を支援するモデレータ向けの機能をいくつか提供している。

3.1 感情曲線の描画機能

図 1 は **Emonotate** の感情曲線を描画する画面である。画面上左部には感情曲線を描画する対象となるコンテンツが動画で提示される。これは動画というメディアタイプすることでテキストや音楽などの波形データといった他のメディアタイプに対応可能とするためである。

また上右部には必要に応じてモデレータの指示が提示される。描画者はこうしたモデレータのインストラクションを確認しながら自分が描く感情曲線の対象を知ることができる。また、モデレータによって感情曲線を描画するのではなく、自発的に感情曲線を描く場合にはその部分は空白となる。

Emonotate は特別なイラスト描画経験の無い簡単なパソコンの操作に慣れている人を対象としている。そのため下部には感情曲線を描画する部分として操作可能な線グラフが提示されている。他にもベジェ曲線 [17] を描く方法やフリーハンドによる手法が考えられるが、上記一般のパソコンユーザはマウスによるフリーハンドライティングにあまり熟達していないと考え、操作可能な線グラフを提示し、線グラフの各点をユーザが任意に操作する方法を採用している。操作可能な線グラフは描画者による任意の点の追加や削除が可能であり、描画者の意図した通りに描くことができる。

3.2 感情曲線の収集支援機能

モデレータは感情曲線描画者に対して Markdown 記法によるインストラクションを示すことができる。Markdown はプレーンテキストよりも箇条書きや引用文などをウェブ上で表現しやすく、HTML/CSS ほど記述負荷がかからないと考えて、本記法を採用している。このインストラクションによりモデレータは描画者に対して感情曲線を描く

対象や印象などの評価因子を指定することができる。例えば物語であれば対象とする主人公の心理状態について記述可能である。なお図 1 中では“ハリー・ポッターと死の秘宝” [18] を対象としており、動画横のテキストでは主人公ハリー・ポッターが感じている幸福感について描くことや感情曲線を描く手順を指示する画面である。

また、 **Emonotate** はモデレータによる任意の感情曲線の収集を支援するために (1) リクエスト機能、 (2) ダウンロード機能、そしてモデレータがより多くの感情曲線を収集できるようにするために (3) 描画者によるワンクリックログイン機能を提供している。

3.2.1 リクエスト機能

感情曲線は一般に多様な種類があると考えられ、また対象となるコンテンツも幅広い。そこで、モデレータは任意のメディアタイプを動画へと変換し **Emonotate** にアップロードすることで感情曲線を収集する対象のコンテンツとして使用することができる。

こうしたモデレータが求める任意の対象、種類の感情曲線を収集を支援するため、リクエスト機能では (1) 対象コンテンツの指定、 (2) 感情曲線の種類の指定そして (3) 描画者の指定を可能としており、モデレータは本機能を通じて特定のユーザに対し、特定のコンテンツの特定の種類の感情曲線を収集するためのリクエストを作成できる。図 2, 3 はモデレータに示されるリクエスト作成画面である。リクエストは以下の 5 つで構成される。

- タイトル
- インストラクション（説明）
- コンテンツ
- 感情曲線の種類
- 参加者情報

モデレータは描画者にとって識別子となるタイトル、そしてインストラクション（説明）を定める。この際、インストラクション（説明）は Markdown 記法を使用することができるため、箇条書きなどの簡単な修飾が可能である。次に対象とするコンテンツ、感情曲線の種類を選択する。図 3 で示している通り、メーリングリストが提示されており、モデレータは特定のメールアドレスをもとに作成される描画者に対して感情曲線の描画を要求できる。

特に図 3 の下部で示す“すべての参加者にメール送信を押す”ことで当該参加者にはシングルサインオン機能付きの URL が送信され、ワンクリックでモデレータが指定する感情曲線の描画に参加することができる。

3.2.2 ダウンロード機能

本ツールはモデレータがリクエストした感情曲線をダウンロードする機能を有する。図 3 に示す“ダウンロード”ボタンをおすことでモデレータは以下のフォーマットに即した感情曲線のデータを収集することができる。また感情曲線データは計算機が利用しやすい形でのデータフォー



図 2: モデレータが使用する Emonotate のリクエスト画面の上部

モデレータはタイトルなどの基本情報の他に、実験のインストラクションや地消とするコンテンツ、感情曲線の種類を指定する。また主観的な評価を要請する時点を指定することが可能である。



図 3: モデレータが使用する Emonotate のリクエスト画面の下部

Emonotate のリクエスト画面の下部にはメーリングリストがあり、ここで参加者を追加することが可能である。それだけでなく、メール送信ボタンに描画者に直接参加を要請するメールを送信する機能を提供する。

マットとして JSON でダウンロードされる。感情曲線の本体データは以下のフォーマットに基づいた配列で出力される。

```
{
  x: <Decimal>
  y: <Decimal>
  type: <String>
  axis: <String>
}
```

x は各点のコンテンツ上での時間、 y はその時点での幸福度などの値を意味する。 $type$ は *fixed*, *custom* の 2 種類があり、 *fixed* は入力 que モデレータが削除できない点を意味する。 $axis$ は移動可能な上下左右を意味し、 v , h またはその両方で表される。 モデレータは $type$ が *fixed* のみを分析対象とすることで、自身が指定した点のみによる検証が可能のほか、 *custom* など加えることで、より入力者の意図を考慮した検証が可能である。

3.2.3 ワンクリックログイン機能

本論文においてワンクリックログイン機能とはユーザが URL をクリックすることでユーザ認証が成立する機能である。 Emonotate が提供するワンクリックログイン機能は描画者の属性によって 2 種類存在する。 まず描画者がモデレータによって指定可能である場合は、JSON Web Token を使用した URL によるログインが利用される。 こちらはリクエスト作成画面から送信されるメールに記載されている URL をクリックすることでモデレータが指定する描画者が感情曲線の描画をすぐに可能としたものである。

大規模な感情曲線の収集実験など描画者がモデレータによって指定されない場合はゲストログイン機能が提供される。 モデレータは以下の形式に基づいた URL を掲示板やクラウドソーシングで掲載することで不特定多数の参加者

による感情曲線の収集を可能となる。

```
https://app.emonotate.com/api/login/?passport=<リクエスト ID>
```

これはモデレータが指定するリクエストに関連づけられた URL をクリックすることで描画者がゲストユーザとしてログインし、描画に取り掛かることができる機能である。 これら 2 つの種類のタイプのワンクリックログイン機能を提供することで、モデレータは小規模から大規模の感情曲線収集を実施することができる。

4. 活用事例

本節では Emonotate の稼働性を示すために Emonotate の活用事例を紹介する。 まず Emonotate が 100 人規模の感情曲線収集実験で感情曲線の描画及び保存をすでに実施しており [7]、感情曲線の描画や収集の側面での稼働は確認している。 一方で Emonotate はワンクリックログイン機能による平易な実験の招待及び参加が特徴である。 ここで示す活用事例では感情曲線の収集の平易さに焦点を当てて議論を進めたい。

4.1 データ収集実施要件の基本要素の確認

本実験では作者が企図する感情曲線が聴取者にどのように伝達されるについて調査するための予備実験である。 実験のモデレータは Emonotate の開発者と異なる人物が務める。 また本実験は授業の受講生という特定のユーザを対象として実施される。 人数は男女 54 名である。 モデレータは事前に参加者のメールアドレスを収集し、実験の開始段階で受講者宛にメールを送信する。 図 4 は実際に参加者に送信されたメールである。 参加者に送信されるメールの下部にはワンクリックログイン機能と関連づいた URL が付されており、参加者はその URL をクリックすることで

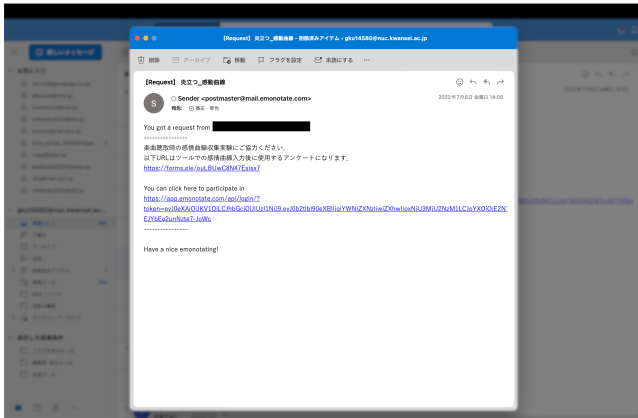


図 4: 大河ドラマのオープニング曲を対象とした感情曲線収集予備実験で使用されたメール

メールではモデレータのユーザ名およびメールアドレスの他、当該実験のタイトル、インストラクションが示されている。

感情曲線の描画が可能となる。

図 6a は Emonotate を使用して得られた受講生の感情曲線 (上図) 及び作者が企図した感情曲線を線グラフに近似したものである。[19] 上図では感情曲線が受講生から収集されていることを示すため、薄い灰色で感情曲線を示している。また上図ではその各点の平均の推移を示している。本実験の結果から楽曲中央部では作者の企図した感情曲線の推移と一般聴衆の描く感情曲線の推移に類似する部分と異なる部分が見られる。

4.2 感情曲線の Ground Truth 獲得に向けて

現在我々は感情曲線の Ground Truth 獲得を目的として、1,000 人規模の感情曲線の収集を進めている。本実験では感情曲線の定義として物語を生成する機械学習モデル [2] の正解データとしても利用されている主人公の幸福感^{*4}に基づいた感情曲線を収集する。データ収集環境としてはクラウドソーシングを活用しており、対象は不特定の参加者を想定している。そのため本実験ではゲストログイン機能を使用したワンクリックログイン機能を採用している。図 5 はクラウドソーシング上のワーカたちがワンクリックログイン URL をクリックしたのちに表示される画面である。ワーカたちはここで表示されている感情曲線を

現在、重複したものを含めるとそれぞれ 857 (“ハリー・ポッターと死の秘宝”), 648 (“クリスマスキャロル”) の感情曲線が収集されている。収集された感情曲線を図 6b に示す。中央の黒で強調されている線グラフは各点における平均値を表しており、灰色の線グラフは参加者によって収集された感情曲線を表している。どちらの作品でも最小点及び最大点が現れており、特に参加者間で共通した点で最小もしくは最大とする場面があることを示唆する結果で

^{*4} 原論文では fortune

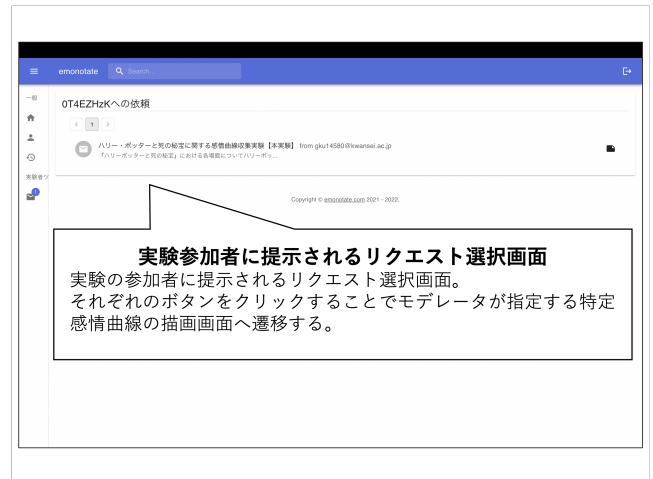


図 5: クラウドソーシング上のワーカたちに表示されるワンクリックログイン URL をクリックした後に表示される画面。

ある。

また本実験の結果は感情曲線に関する知見の積み上げとなる可能性が他に、Emonotate が不特定のユーザを想定する感情曲線収集実験において感情曲線を収集を支援する機能を提供していることを示す。

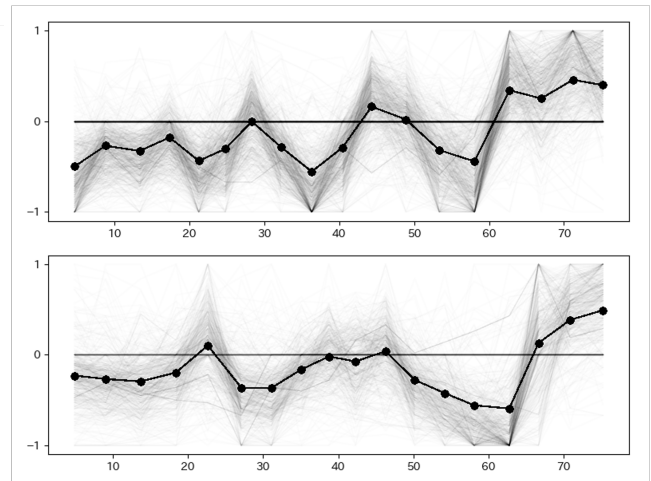
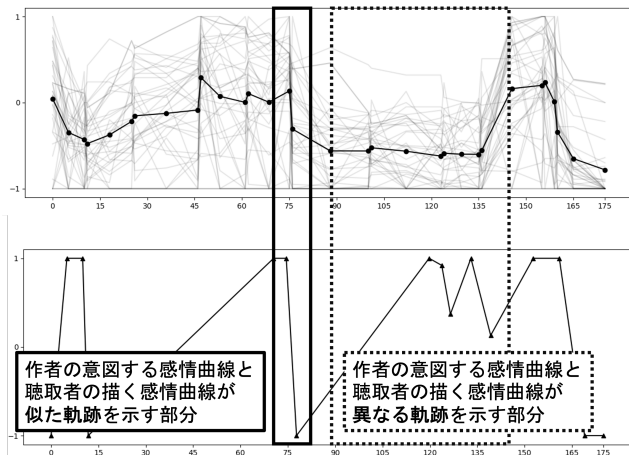
5. 議論

本論文で紹介した感情曲線収集支援ツール Emonotate は主にモデレータ向けに感情曲線の収集を支援を目的としている。本論文で取り上げた事例をもとに本節では感情曲線に関する研究の更なる進展に向けて (5.1) Emonotate の稼働性, (5.2) Emonotate の有用性そして (5.3) Emonotate の可能性について議論したい。

5.1 Emonotate の稼働状況

まず、Emonotate は一般に公開されている。ここで取り上げた事例から大学構内というある程度統一された環境だけでなく、クラウドソーシングという個々の環境が大きく影響を受ける場面での実際に利用され、感情曲線が収集されていることから環境を選ばず本ツールを使用できることがわかる。

また Emonotate は Elan [3] などの従来のアノテーションツールと異なり、Web アプリケーションとして開発されているためダウンロードが不要である。リクエスト機能は一般に公開されている機能ではなく、特定のユーザに権限を与えることで使用可能となる機能であるが、権限さえあればどこでも誰でも使用することができる機能であり、インターネットさえあれば誰でも本ツールを使用することで感情曲線の収集が可能である。なお、どのような人物に対してこの権限を与えるべきかは現在検討中である。



(a) 大河ドラマのテーマ音楽を対象とした感情曲線収集予備実験で得られた結果 (b) 感情曲線の Ground Truth 獲得に向けた大規模感情曲線収集実験で得られている感情曲線

作者の意図する感情曲線(下図)と一般聴取者が描画する感情曲線“ハリー・ポッターと死の秘宝”(上図)，“クリスマスキャロル”(下図)が類似する部分と異なる部分が見られる。上図では図 6(a) それぞれについて収集された感情曲線を示す。一般聴取者から集められた感情曲線を薄い灰色で示している。

図 6: 2つの活用事例それぞれで得られた実験結果

5.2 Emonotate の有用性

Emonotate は一般に公開されていることのほかに、(1) 感情曲線を描画する機能及び(2) 感情曲線の収集を支援する機能を提供している。(1) 感情曲線を描画する機能としては動画に対して線グラフとして主観的な評価値をアノテーション可能である。Chung らの研究で使用されているツール [2] では数文について 1 行ごとに主人公の幸福感をアノテーションするシステムであったが、本ツールではテキスト、音楽など様々なメディアタイプについて動画に変換することで感情曲線を描画できる機能を提供しており、Chung らのシステムよりも対応しているメディアタイプが広いと言える。このように **Emonotate** が提供する感情曲線描画機能は従来のツール、システムよりも対応するメディアタイプが広いと言える。

また(2) 感情曲線の収集を支援する機能としてはリクエスト機能やワンクリックログイン機能がある。これまでの従来のアノテーションツールと比較しても、特定にユーザーに向けたリクエスト機能を提供する研究者向けツールはあまり見られない。特に不特定多数のデータを収集することができるワンクリックログイン機能はクラウドソーシングによるデータ収集が一般的となっている近年において、有効な機能を提供すると思われる。

一方で本来感情曲線はフリーハンドで描かれるものであるため、**Emonotate** が提供する感情曲線の表現力には課題が残る。これらはフリーハンドライティングを可能とするような機能を提供することで対処することができると考えられる。

5.3 感情曲線研究の可能性

Reagan らの研究 [20] や Chung らの研究 [2] が発表されている近年、感情曲線は注目されている研究対象と言えるだろう。しかし感情曲線は未開拓の部分も多い。例えば、Reagan らは感情曲線を小説から抽出する手法を提案しているが、対象とする作品数など不十分といえる部分が多い。図 7 は Reagan らによって示された手法によって“ハリー・ポッターと死の秘宝”から得られている感情曲線である。上記のようになり起伏の多い形を示している。図 6b で示した **Emonotate** を使用して収集した人によって描かれる感情曲線についても起伏の多い形を示している。これは“ハリー・ポッターと死の秘宝”に対して人が描く感情曲線と Reagan らの手法によって得られる感情曲線に関連があること示唆する結果であるといえる。現時点では作品数も少ないがこうした知見が蓄積することで、Reagan らの手法が感情曲線の Ground Truth として利用できる可能性を示唆している。

6. おわりに

本稿では我々が開発している感情曲線を収集を支援するツール **Emonotate** を紹介した。**Emonotate** は感情曲線を描画するだけでなく、収集を支援するためにワンクリックログインを機能を提供している。ワンクリックログイン機能は想定される参加者の属性が(1) 特定の参加者である場合か、(2) 不特定多数の参加者である場合かで採用される手段を選択できるようにしている。今回紹介した事例では(1)、(2) それぞれについて稼働性を示す結果を得ており、**Emonotate** が参加者の属性に応じて感情曲線の収集

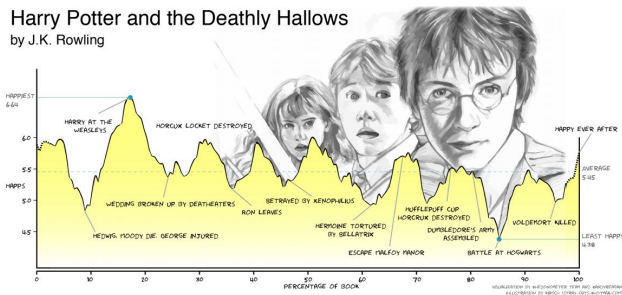


図 7: Reagan らの手法によって“ハリー・ポッターと死の秘宝”から得られた感情曲線

主人公ハリー・ポッターがたどる物語上でのイベントに対する幸福感が示されている。例えばハリー・ポッターが親友の家にいる時などは幸福感が高く示されており、宿敵と戦闘を行なっているときは最も低い幸福感となっている。図 6b 上と比較して、起伏が複数ある点で共通していると見られる。

を支援する機能を提供していることを示唆している。

感情曲線は現在、機械学習の分野やコンテンツ制作の文脈で注目を集めている対象と言える。その対象となる概念の広さから経時の変化を伴った刺激に対する感性評価などを目的とした感性情報処理や TI, TDS のような味覚分析などでも活用が見込まれると考えられる。

本研究では、本稿で紹介した結果をもとに **Emonotate** のみならず、感情曲線全般について議論を深めたい。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金 (22H03713)、柏森情報科学振興財団の助成を受けて実施された。ここに謝意を表す。

参考文献

[1] 新海 誠: 先ほどの感情グラフのようなものを、脚本のブラッシュアップと同時に何稿も重ねて行ったのでした。、Twitter.com (オンライン), 入手先 (https://twitter.com/shinkaimakoto/status/856512972025233408) (参照 Nov. 20th, 2021).

[2] Chung, J. J. Y., Kim, W., Yoo, K. M., Lee, H., Adar, E. and Chang, M.: TaleBrush: Sketching Stories with Generative Pretrained Language Models, *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '22, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, (online), DOI: 10.1145/3491102.3501819 (2022).

[3] Archive, T. L.: Elan, The Language Archive (online), available from (https://archive.mpi.nl/tla/elan) (accessed Oct. 26th, 2021).

[4] ジョディ・アーチャー, マシュー・ジョッカーズ, 啓西内: ベストセラーコード, 日経 BP, kindle 版 edition (2017).

[5] Lasica, J.: Examples of narrative arcs in modern fiction, AUTHORS A.I. (online), available from (https://authors.ai/examples-of-narrative-arcs-in-modern-fiction/) (accessed Nov. 30, 2022).

[6] ベン・ブラット: 数字が明かす小説の秘密 スティーヴン・キング、J・K・ローリングからナボコフまで, DU

BOOKS, 単行本 edition (2018).

[7] Bansho, T., Hashida, M. and Katayose, H.: Emonotate: Development a Tool for Collecting Appraisal Trajectories for Time-Series Media Contents, *2022 NICOGRAPH International (NicoInt)*, pp. 9–16 (online), DOI: 10.1109/NicoInt55861.2022.00009 (2022).

[8] Guinard, J.-X. and Mazzucchelli, R.: Effects of sugar and fat on the sensory properties of milk chocolate: descriptive analysis and instrumental measurements, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 79, No. 11, pp. 1331–1339 (online), DOI: https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199908)79:11<1331::AID-JSFA365>3.0.CO;2-4 (1999).

[9] Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonniere, C., Issanchou, S., Imbert, A., Rogeaux, M., Etievant, P. and Koster, E.: Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity, *Food Quality and Preference*, Vol. 20, No. 6, pp. 450–455 (online), DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.04.005 (2009).

[10] 石川友利加, 吉田かな美, 星野亜由美, 飯田文子: TI・TDS 法によるカカオ豆の異なるビターチョコレートの呈味特性, *日本官能評価学会誌*, Vol. 23, No. 1, pp. 14–25 (オンライン), DOI: 10.9763/jjsse.23.14 (2019).

[11] 大野直紀, 土屋駿貴, 中村聡史, 山本岳洋: 独立した音楽と映像に対する印象評価と音楽動画の印象の関係性に関する研究, *情報処理学会論文誌*, Vol. 59, No. 3, pp. 929–940 (オンライン), 入手先 (https://cir.nii.ac.jp/crid/1050564287863023616) (2018).

[12] 米田英嗣, 仁平義明, 楠見 孝: 物語理解における読者の感情, *心理学研究*, Vol. 75, No. 6, pp. 479–486 (オンライン), DOI: 10.4992/jjpsy.75.479 (2005).

[13] 米田英嗣, 楠見 孝: 物語理解における感情過程, *心理学評論*, Vol. 50, No. 2, pp. 163–179 (オンライン), DOI: 10.24602/sjpr.50.2.163 (2007).

[14] Yoo, M.-J. and Lee, I.-K.: Musical Tension Curves and its Applications, *International Conference on Mathematics and Computing* (2006).

[15] Microsoft: VoTT, Microsoft Corp (online), available from (https://www.microsoft.com/) (accessed Nov. 20th, 2021).

[16] 番庄智也, 橋田光代, 片寄晴弘: 感情曲線を活用した研究の支援ツールの開発, *エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集*, Vol. 2021, pp. 53–57 (2021).

[17] 孝司山本: ベジェ曲線の一考察, *サレジオ工業高等専門学校研究紀要*, No. 37, pp. 17–23 (オンライン), 入手先 (https://cir.nii.ac.jp/crid/1520290883846686336) (2011).

[18] Rowling, J.: *ハリー・ポッターと死の秘宝* ハリー・ポッター (Harry Potter), Pottermore Publishing, kindle 版 edition (2015).

[19] 橋田光代, 菅野由弘, 松浦昭洋, 片寄晴弘: 心を動かすデザインの伝達系の初期的検討: 「炎立つ」を例として, *エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2022 論文集*, Vol. 2022, pp. 266–273 (2022).

[20] Reagan, A. J., Mitchell, L., Kiley, D., Danforth, C. M. and Dodds, P. S.: The emotional arcs of stories are dominated by six basic shapes, *EPJ Data Science*, Vol. 5, No. 1 (2016).