

ダイナミックな感情体験を評価するための オフライン Temporal Dominance of Emotion 法の提案

○余 昊柯 (東京都立大学), 岡本 正吾 (東京都立大学)

Offline Temporal Dominance of Emotion Method for Evaluating Transient Emotional Experiences using Recorded Videos

○ Haoke YU (TMU), and Shogo OKAMOTO (TMU)

Abstract: The Temporal Dominance of Emotions (TDE) method records the temporal evolution of multiple types of emotions experienced by individuals. Traditionally, the TDE method has been primarily applied in food sciences, relying on button-pressing tasks that require visual recognition and active hand control while receiving sensory stimuli. To extend the application of the TDE method to user experience evaluation in other fields, we introduce an offline TDE method where users assess emotions by watching recorded videos of their experiences. We tested this method in the experiment using two video games. The similarity of the reported emotions between the online and offline conditions ranged 60–80% for both games, which suggests the effectiveness of the offline TDE method.

1. はじめに

Temporal Dominance of Emotions 法 (TDE)¹⁾ は、秒単位でのヒトの感情の変遷を記録する手法である。この手法では、実験参加者がコンピュータ画面に表示された複数のボタンを順次押すことで、感情を報告する。TDE 法は、Temporal Dominance of Sensations (TDS) 法¹⁾ から派生した手法で、食品科学分野で主に使用されている。これまでに、TDS 法と TDE 法は、非食品刺激の体験にも適用されている。例えば、Kantono et al.²⁾ は TDS 法を用いて、音楽が味覚に与える影響を調査した。Peltier et al.³⁾ は TDE 法によって、広告動画が引き起こす感情変化を調べた。Nagano et al.⁴⁾ は、基礎化粧品を塗布している際の触感の変化を、TDE 法によって評価した。

しかしながら、TDE 法が提案されてから十数年が経つものの、リアルタイムで感情を報告することに困難な体験においては、TDE 法が使用できないという問題が依然残っている。その第 1 の理由は、TDE タスクは参加者の視覚および認知的注意と、タッチパネルの操作を同時に要求するため、食品の試食・試飲以外の課題に適用することが難しい点である。

われわれは、TDE 法を食品化学分野以外でも使用可能とするため、オフライン TDE 法を提案する。この方法では、参加者が感情を喚起する事象を体験している様子をビデオに録画する。参加者は、その体験の直後にビデオを見ながら、直前に自身が体験していた感情変化を思い出しながら記録する。この録画ビデオを用いたオフライン TDE 法と、従来のオンライン手法とを比較することで、前者の有効性を評価する。具体的には、ビデオゲームを題材とし、ゲームプレイ中の感情変化をリアルタイムで評価するオンライン TDE 課題と、録画映像を視聴して感情を再評価するオフライン TDE 課題を行い、両者を評価した。

2. Temporal Dominance of Emotions (TDE) 法

2.1 一般的な TDE 法 (オンライン TDE 法)

TDE 法では、Fig. 1 に示すような、コンピュータ画面に表示されたアプリケーションを使用する。サンプルの体験開始時に、体験者がアプリケーション画面のスタートボタンを押す。その後、自身が占有的に感じている感情にもっとも近い感情アトリビュートが記載されたボタンを随時、選択していく。評価者が自身の感情が変わったと感じたら、選択するボタンを次々に変えていく。同じ感情アトリビュートを何度選択してもよく、選択されない感情アトリビュートがあってもよい。評価中、コンピューターは各感情アトリビュートが選択した時刻を記録する。感情アトリビュートは、課題ごとに適切に設定され、最大で 10 種類程度が選択肢として同時に用いられる。

2.2 オフライン TDE 法

オフライン TDE 法では、評価者は直前に録画された自身の体験動画を視聴しながら、自身の感情を回想する。評価者は、ビデオを視聴している際の自身の感情を評価するのではなく、オンライン体験の際の自身の感情を思い出して記録する。その他の点について、オフライン TDE 課題は、オンライン TDE 法と同様である。

3. 実験: TDE 法

本論文では、先行研究⁵⁾ の結果に基づいて、ゲームの種類と実験プロトコルを修正したうえで、実験を行った。また、フィードバック付きのトレーニングセッションを実施した。

3.1 評価者

9名の大学生 (21–25 歳) が、インフォームド・コンセントを提供したうえで実験に参加した。



Fig. 1 TDE 法で用いられる評価画面の例

3.2 評価に用いたゲーム

実験にはシューティング・ゲームとトランプ・カードゲームの1種であるブラックジャックの2つのゲームを使用した。

シューティング・ゲームでは、参加者は戦闘機の動きだけを操作し、弾丸は自動的に発射された。一般的なシューティング・ゲーム同様に、敵機または敵機の弾丸に戦闘機が接触してはならなかった。敵機を倒した時にランダムに出現する効果ボーナスと音声演出などの要素が評価者の感情を引き起こすことが期待された。

ブラックジャックでは、ランダム性、手札を見た上で次の操作を決定する思考過程、さらにディーラーとの勝負などの要素が、参加者に様々な感情を引き起こすと考えられた。また、参加者には操作待ちの時間が存在するため、TDEタスクを通して自身の感情を報告することが比較的容易に可能であると想定した。

シューティングゲームでは、ゲームプレイと感情評価を同時に進める必要があり、認知的負荷が高い。一方で、ブラックジャックでは参加者は時間にゆとりをもって感情評価を実施できる。このように2種類のゲームでは、性質が異なるため、ゲーム特性の違いによるオフラインTDE法の効果を比較することができる。これは、オフラインTDE法の汎用性の検証として意義がある。

3.3 感情属性 (アトリビュート)

2つのゲームに対して、異なる感情アトリビュートを用意した。

シューティングゲームには、先行研究⁵⁾で用いられたアトリビュートのなかから、参加者にほとんど選択されなかった選択肢を削除し、「Tense 焦る」、「Excited 興奮する」、「Dominant 優越感」、「Confused 困惑した」、

「Joyful 楽しい」、「Relaxed 落ち着いた」、「怒る」の7語を用いた。

ブラックジャックには、中立の「Natural 平静」およびキャンブル中の感情変化を表現する12語を候補とした。4名の評価者によるテスト実験によって、このうち、一度も選択されなかった感情アトリビュートを削除した。その結果、実験に用いた感情アトリビュートは、「Angry 怒り」、「Anxious 不安」、「Confident 自信」、「Disappointed がっかり Regretful 後悔」、「Excited 興奮」、「Frustrated 挫折感」、「Hopeful 期待」、「Joyful 楽しい」、「Neutral 平静」、「Tense 緊張」とした。「Disappointed がっかり」と「Regretful 後悔」は、ブラックジャックの文脈においては、意味が類似しているため、同一の属性として扱った。

TDEタスクが始まる前に、評価者に各感情アトリビュートの意味を実際のゲーム場面に応じて説明し、定義した。ゲーム中に、複数の感情が同時に感じられた場合には、より占有的なほうを選ぶように評価者に要求した。

3.4 事前準備と注意事項説明

評価者は実験前に、感情アトリビュートの定義の説明を受け、ゲームを1分間体験し、インターフェースの操作に慣れた。オンラインTDEタスクでは、ゲーム中に積極的に感情の変化を捉え、報告するように促した。オフラインTDEタスクでは、ビデオを見ている最中の感情を評価するのではなく、ゲームをプレイしている最中の感情を思い出すことを強調した。

3.5 実験手順

1回の実験のなかで、参加者はオンラインTDEタスクとオフラインTDEタスクを順に実施した。フィードバック付きのトレーニングセッションの効果を検証するため、トレーニングがある条件とない条件をそれぞれのゲームに用意した。結果として、各参加者は合計4回の実験を実施した(2種類のゲーム×トレーニングの有無)。これらの4回の実験は、参加者ごとにランダムな順で実施された。

トレーニングセッションでは、オンラインTDEタスクとオフラインTDEタスクの結果を、Figure 2のようなグラフで、参加者にフィードバックした。実線と破線はそれぞれ、オンラインとオフラインにおいて、ある感情アトリビュートが選択されていた時点、そうでなかった時点の意味する。参加者は、この図をもとに、オンラインとオフラインでの自分の回答の一致性を確認した。回答が一致しないところについて、実験者と評価者が原因を議論した。そののち、参加者は再びオンラインTDE法とオフラインTDE法を順に実施した。

3.6 データ分析

オンラインとオフラインタスクで得られたデータに対して、各感情アトリビュートが選択された回数と期間(dominance duration)を比べ、回答の類似性を分析した。

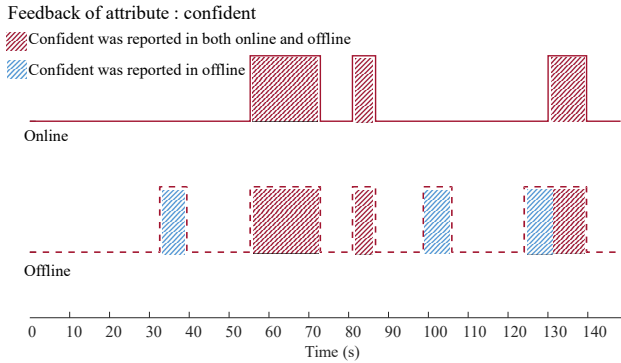


Fig. 2 TDE法で用いられる評価画面の例

3.6.1 感情アトリビュートの選択回数と占有時間

オンラインとオフラインのそれぞれの条件において、各感情アトリビュートが選択された回数と占有期間（選択された期間）を集計した。

3.6.2 オンラインTDE法とオフラインTDE法の結果の類似性

TDS法もしくはTDE法のための類似度指標は、Natumeら⁶⁾がTDSデータの類似度を比較する時に定義した指標であり、われわれはオンラインTDEデータとオフラインTDEデータ間の類似度を評価するために使用した。この類似度手法は、時間的一致性のレベルを R により調整できる。 R が大きい場合、オンラインとオフラインにおいて各感情アトリビュートが選択されたタイミングの一致性が重視される。 R が小さくなるほど、タイミングに対する判定が緩くなり、占有時間の一致性を重視する。

$x_i(t) \in \{0, 1\}$ は、感情アトリビュート i に対する時刻 t における選択状態を表す。1であれば、該当するアトリビュートが選択されている。類似性の計算では、全体験期間を R 個の区間に分け、区間ごとに感情アトリビュートのオンラインとオフラインでの差を求める。各区間での、感情アトリビュートの値は、その区間内での時系列値の平均であり、下記で与えられる：

$$X_i[k] = R \int_{(k-1)/R}^{k/R} x_i^{(j)}(t) dt \quad (1)$$

ここで、 $k \in \{1, \dots, R\}$ は、離散化された区間のインデックスである。

$X_i^{(\text{on})}$ と $X_i^{(\text{off})}$ はそれぞれ、オンライン課題とオフライン課題の成績を意味する。これらの差を計算することで、オンラインとオフラインの評価結果を時間区間ごとに定量化した：

$$S_R(X^{(\text{on})}, X^{(\text{off})}) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2R}} \sum_{k=1}^R \sqrt{\sum_{i=1}^q (X_i^{(\text{on})}[k] - X_i^{(\text{off})}[k])^2} \quad (2)$$

Table 1 オンラインTDE法とオフラインTDE法の類似度。

(a) シューティング			(b) ブラックジャック		
R	Mean	SD	R	Mean	SD
1	0.931	0.053	1	0.904	0.043
5	0.816	0.076	5	0.821	0.068
11	0.739	0.088	11	0.776	0.070
15	0.707	0.090	15	0.624	0.078
30	0.667	0.120	30	0.480	0.091

類似性の評価には、ユークリッド距離を用いた。類似性は、0から1の値をとり、1に近いほど、オンラインとオフラインの結果が似ていることを意味する。

4. 結果

1) 感情アトリビュートの選択回数:

シューティングゲームとブラックジャックに対して、オンラインとオフラインTDEタスクで、感情アトリビュートが選択された回数（ボタンが押された回数）（シューティングゲーム： $t(9) = -0.619$, $p = 0.553$, ブラックジャック： $t(9) = -0.512$, $p = 0.622$ ）。シューティングゲームのオンラインTDE法では、アトリビュートが選択された回数の平均と標準偏差は、 16.00 ± 4.5 であった。オフラインTDE法では、 16.78 ± 3.35 であった。ブラックジャックのオンラインTDE法では、アトリビュートが選択された回数の平均と標準偏差は、 17.89 ± 3.44 であった。オフラインTDE法では、 17.44 ± 1.94 であった。

2) 占有時間:

オンラインとオフライン条件間で、すべての感情アトリビュートの占有時間に多変量分散分析を適用したところ、両条件間で有意な差が検出されなかった（シューティングゲーム： $p = 0.999$, ブラックジャック： $p = 0.996$ ）。

3) 類似性:

Figure 3 および Figure 4 に示されるように、 $R = \{1, \dots, 29\}$ において、シューティングゲームとブラックジャックの類似性はそれぞれ0.983–0.467, 0.971–0.560の範囲で変化した。 $R = \{1, 5, 11, 15, 30\}$ における、 S_R の参加者間での平均と標準偏差をTable 1に示す。また、Figure 5に、各評価者の S_R を示す。

5. 考察・議論

本研究はオフラインTDE法の有効性を検証するため、オンラインとオフラインTDEタスクの結果を比較した。感情アトリビュートが選択された回数と各感情の占有時間では、両タスク間に有意な差が検出されなかった。これにより、オンラインとオフラインにおい

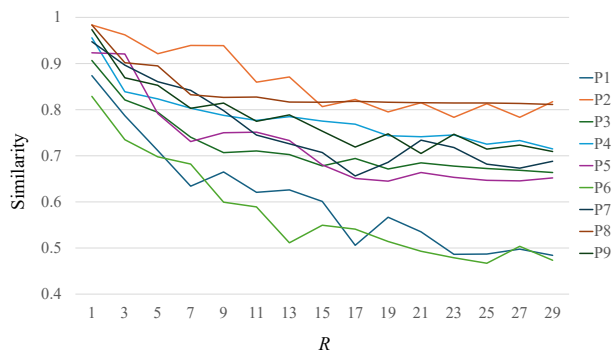


Fig. 3 シューティングゲームにおけるオンライン TDE 法とオフライン TDE 法の回答結果の類似性. R による類似度の変化. 1 に近いほど, 類似性が高い. P1-P9 は参加者の識別子.

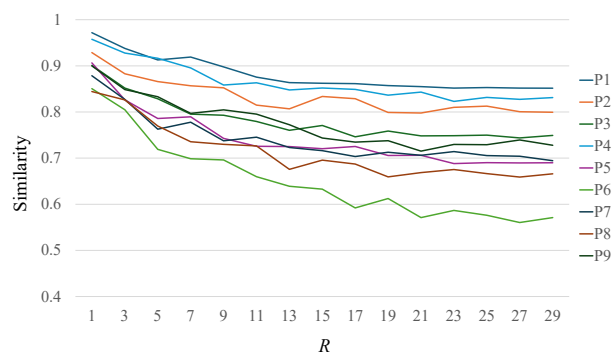


Fig. 4 ブラックジャックにおけるオンライン TDE 法とオフライン TDE 法の回答結果の類似性. R による類似度の変化.

て, 選択される感情アトリビュートの種類と占有時間については著しい不一致はないことが確認された.

また, 類似度の結果については, R が大きくなるにつれて類似度が低下する傾向が確認された. これは, R が大きい場合には, 2 条件間で, アトリビュートが選択されたタイミングについて, より厳密な一致が要求されるためである. Table 1 の結果から, $R=1$ のとき, 評価タイミングに関係なく, 感情アトリビュートとその占有時間のみを検討する場合に, 2 つのゲームにおける類似度は 90-93% であった. それに対して, シューティングゲームとブラックジャックそれぞれのタスク時間が 110 秒と 150 秒であるため, タイミングのズレを 10 秒範囲まで許容するならば, 類似度は 62-72% に低下した.

シューティングゲームとブラックジャックの間の類似性に注目すると, 2 種類のゲームの間に顕著な差はなかった. ブラックジャックにおいては, 参加者間での類似性の標準偏差が小さい傾向があった. これは, 連続的な操作が要求されるシューティングゲームと,

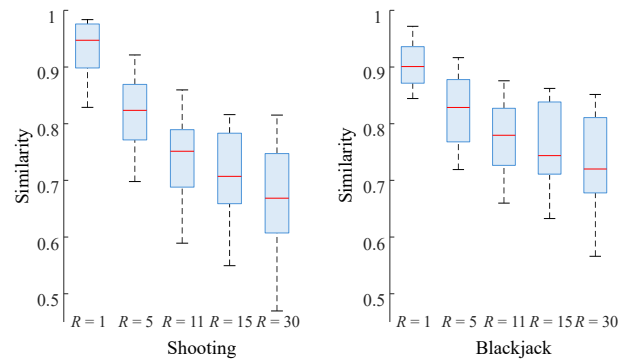


Fig. 5 オンライン TDE 法とオフライン TDE 法の類似度の分布.

ターンベースのタスクであるブラックジャックのそれぞれの特性を反映していると考えられる. シューティングゲームでは評価者が絶え間なく操作を行う一方で, ブラックジャックでは操作の間に時間が空くため, 感情の変化や評価において一貫性が保たれやすいことが標準偏差の違いとして現れた可能性がある.

本研究では, 先行研究⁵⁾を基にプロトコルとデータ分析手法を改善し, 類似度という指標を導入することで, 感情反応を動的に取り扱う課題に対応した. しかし, オンラインとオフラインの条件における各感情アトリビュートの差異はまだ明確にされていない.

さらに, オフライン TDE を汎用的な手法として確立するためには, ビデオゲーム以外のコンテンツにも適用する検証が必要であり, 実験設計から評価基準までを網羅したガイドラインを整備する必要がある.

6. 結論

本研究では, オンライン TDE データを基準とし, オフライン TDE データとの比較を通じてオフライン TDE 法の有効性を明らかにした. オンラインとオフラインの条件における感情アトリビュートの選択回数, 各感情アトリビュートの持続時間, 全体的な類似性の結果から, 録画を用いたオフライン TDE 法がオンライン TDE タスクを再現できるという結論に至った.

謝辞

本研究は, 科研費 (#24K22310, #23H04360) の支援を受けて行われた.

参考文献

- [1] International Organization for Standardization. *ISO 13299:2016 Sensory analysis—Methodology—General guidance for establishing a sensory profile*. (2016).
- [2] K. Kantono et al. Emotional and electrophysiological measures correlate to flavour perception in the presence of music. *Physiology & Behavior* 204, pp. 118-129, (2019).
- [3] C. Peltier, M. Visalli, and A. Thomas. Using temporal dominance of emotions at home. Impact of coffee ad-

vertisements on consumers' behavior and methodological perspectives. *Food Quality and Preference* 71, pp. 311–319, (2019). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.08.001>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329318302350>.

- [4] H. Nagano et al. On the analysis of tactile sensation based on time measurement: An experimental case study on the interaction between skin and lotion. *IEEE Transactions on Haptics* 16.2, pp. 339–344, (2023).
- [5] H. Yu, Y. Kosuge, and S. Okamoto. Offline Temporal Dominance of Emotions Method using Recorded Videos. *Proceedings of the 2024 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*. Accepted for publication. Tokyo, Japan: IEEE, (2024).
- [6] H. Natsume, S. Okamoto, and H. Nagano. TDS Similarity: Outlier Analysis Using a Similarity Index to Compare Time-Series Responses of Temporal Dominance of Sensations Tasks. *Foods* 12.10, p. 2025, (2023). DOI: 10.3390/foods12102025.