



# マンガを視覚と触覚で楽しむ「ハプトコミック」

"Hapto Comic" to enjoy comic visually and tactilely

東真希子, 半田拓也, 小峯一晃

Makiko AZUMA, Takuya HANDA and Kazuteru KOMINE

日本放送協会 放送技術研究所 (〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11, azuma.m-ia@nhk.or.jp)

**概要:** 近年, 映像コンテンツの臨場感や迫力を向上させる手段として触覚情報提示が注目されている。多くの試みでは, 動画などの動的なコンテンツの視聴覚情報(映像音声)と連動した触覚情報を提示する。本研究では, ユーザがマンガなどの静的なメディアを楽しむ際に, ユーザの自然な動作とのインタラクションにより, 触覚情報(振動・温度)を適切なタイミングで提示することでより豊かなメディア体験を実現する「ハプトコミック」について提案する。

**キーワード:** マンガ, 触覚フィードバック, エンターテインメント

## 1. はじめに

近年, 映像コンテンツの臨場感や迫力を向上させる手段として触覚情報提示が注目されている[1]。多くの試みでは, 動画などの動的なコンテンツの視聴覚情報(映像音声)と連動した触覚情報を提示するが, 世の中にあるメディアはこのように動的なものだけではない。小説, 絵本, マンガなど, 静的なコンテンツも数多く存在し, このようなコンテンツでは, ユーザは自分のペースで, 提示される情報を更新する(視線を動かす, ページをめくる)ことで, コンテンツを進行させる。

今回, ユーザがマンガのような静的なメディアを電子媒体上で楽しむ際に, ユーザの自然な動作である視線の動きとのインタラクションにより, 振動や温度などの触覚情報を適切なタイミングで提示する「ハプトコミック」を開発した。マンガは, 情景や音, 登場人物のセリフ・感情などの情報をイラストや文字で多彩に表現するが, そこに適切な触覚刺激を加えることで, 視覚と触覚の相乗効果でより豊かなメディア体験を実現することを目指す。

電子書籍に触覚フィードバックを付ける試みはいくつかある。HE-book[2]はタッチ機能のあるデバイスを用いて, 電子書籍に手で触れた際に, 手で触れた箇所にあらかじめ手動で設定された触覚刺激を提示する。FeelSleeve[3]は, タブレットに表示されるテキストと同時に触覚刺激が提示される。HE-book は, 該当箇所に手で触れる, という通常の読書において自然に行われるとは限らない動作と連動しており, FeelSleeve は一度に表示されるテキストを短文とし, テキスト情報を触覚刺激と同期しやすい形式とし

た上で, テキストの提示と同時に触覚刺激を提示している。本提案では, ユーザの読書の際の自然な動作である視線の動きと連動し, 元々のメディアの体裁(例えば一般マンガの体裁)を変更することなく, ユーザによるコンテンツの進行と連動した適切な触覚刺激が提示されることを目指す。今回はマンガを対象としたシステムを開発した。

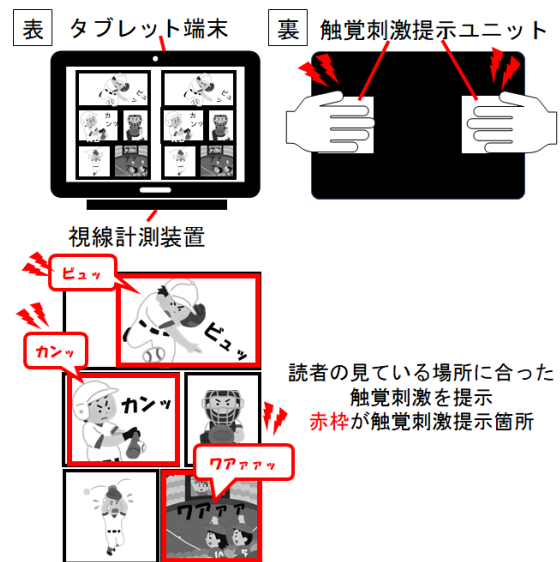


図 1: 提案手法概要

## 2. 提案手法

提案手法の概要を図 1 に示す。マンガを電子媒体上で楽しむ際に, ユーザの自然な動作である視線の動きとインタラクションし, ユーザが見ている箇所に合った適切な

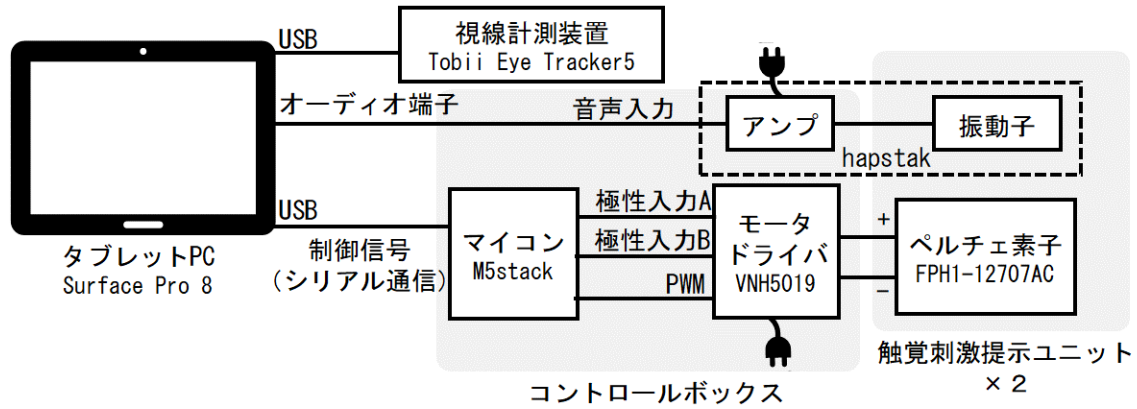


図 2: システム構成

触覚刺激を適切なタイミングで提示する。今回は、マンガにおいて物音を言葉で表す擬音語が多いことと、シーンの気温変化や心情描写（炎などのイラスト）、ファンタジーマンガにおけるバトル（火や水を使った攻撃など）を表現したいことから、振動と温度を提示できるものとした。

2.1 システム構成

システム構成を図 2 に示す。視線追跡には、視線計測装置 (Tobii Eye Tracker5, トビー・テクノロジー株式会社) [4], コンテンツ表示には、タブレット PC (Surface pro 8, Microsoft 社製) を使用した。振動提示には hapstack[5]の振動子とアンプを使用し、タブレット PC から出力する音声信号を入力して駆動する方式とした。温度提示には、ペルチェ素子 (FPH1-12707AC, 株式会社ジーマックス製) [6] を使用した。タブレット PC からマイクロコンピュータモジュール (M5stack, M5stack 社製) [7]に制御信号をシリアル通信 (有線) で送信し、マイクロコンピュータモジュールからモータドライバモジュール (STMicroelectronics 社製 VNH5019 搭載, 米国 Pololu 社製) [8]へ制御信号を入力することで、ペルチェ素子を駆動する。アンプとマイクロコンピュータモジュール、およびモータドライバモジュールについては、回路を含み、コントロールボックスの中に格納した。システムの外観を図 3 に示す。

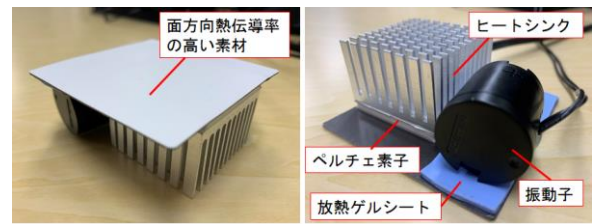


図 4: 触覚刺激提示ユニット (左: 表, 右: 裏)

2.2 触覚刺激提示ユニット

触覚刺激提示ユニットを図 4 に示す。

触覚刺激を提示するユニットは、振動情報や温度情報を手のひらサイズほどの面積で提示するように 70mm 角、厚み約 30mm の小型とし、電子媒体の背面に装着して、電子媒体と一緒に自然な持ち方で把持できる形とした。

電子媒体を把持する際の自然な接触で振動と温度を同一面で感じることができるよう、提示面には面方向熱伝導率の高い素材を使用し、ユーザの触れる面を表面としたときの裏面にヒートシンクを装着したペルチェ素子と振動子を配置した。面方向熱伝導率の高い素材としては、先行研究[9]と同様に、超高熱伝導グラファイトシート 10 層の表面を薄さの 120 ミクロンの PET フィルムでコーティングし、エンボス加工を施した実験用サンプル (株式会社カネカ製) [10] (70mm 角, 厚さ 0.5mm) を使用した。振動子は放熱ゲルシートを用いて、固定した。

2.3 コンテンツ

コンテンツの開発には Unity[11]を使用し、マンガの画像データを取り込んで、ユーザが見たときに触覚刺激を提示するのが適切と思われる領域をターゲット領域として手動設定した。例えば、振動のターゲット領域は、オノマトペの書き文字 (例: ゴゴゴ) のある領域や、衝撃が想定される領域 (例: ボールを捕球するキャッチャーミット), 温度を提示する領域は、温度提示が有効なイラスト (炎など) のある領域とした。ターゲット領域設定のイメージを図 5 に示す。今回は、明確なルールを設けず、試行を繰り返しながら手動でターゲット領域を設定した。

振動子への入力にはその領域に適切だと考えられる効果音を使用し、温度提示については、温冷それぞれ強弱レベルを駆動電圧で 4 段階 (Lv.1: 3V, Lv.2: 6V, Lv.3: 8V,



図 3: システム外観

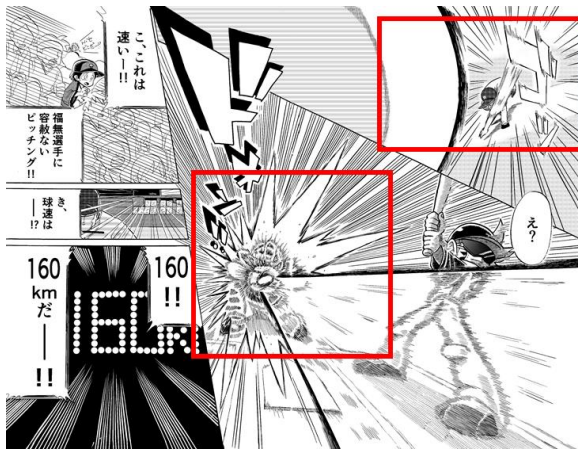


図 5: ターゲット領域設定イメージ©あずまかなき

Lv.4 : 10V) に分け、ターゲット領域に合わせてレベルを指定するようにした。

刺激提示は、注視点がターゲット領域内に一定時間（約 0.3 秒）滞留した際に行うようにした。注視の判定は、60fps のフレーム毎に行い、ターゲット領域内に 20 フレームの間（約 0.3 秒）連続して滞留した際に、一定時間（約 0.3 秒）滞留したと判定することにした。一度刺激が提示されたエリアを再び注視した場合には刺激が提示されないようにした。

#### 2.4 基本動作検証

実装したハプトコミックの基本動作を著者らで検証した。対象とした 6 作品 14 画像において、概ね設定した通りに、見ている箇所に応じた触覚刺激を感じることができた。一方で、一部個人によって刺激を感じられなかったり、意図していない刺激が提示されたり、刺激の提示が遅かったりする箇所があった。体験としては、自分の見ている箇所に応じた触覚刺激が提示されることで、静的なコンテンツにおいてもインタラクティブ性が感じられるとともに、より迫力を感じることができた。また、慣れ親しんだマンガを読みながら触覚刺激が提示されることで、より深い面白さ・楽しさを感じた。

本実装により、豊かなメディア体験を実現できる可能性があると考えられる。

### 3. 考察

今回は、一律に手動設定したターゲット領域に一定時間（約 0.3 秒）注視点が滞留した際に触覚刺激を提示する実装としたため、ターゲット領域の設定（領域の大小や位置）が個人の視線の動きに合っていないケースや、読書スピードの違いに対し、刺激が提示されるまでの視点の滞留時間の設定が適切でないケースがあったものと考えられる。

今後、ユーザによるコンテンツの進行と刺激提示を同期するために、今回のように常時視線を追跡し、見ている場所に合った触覚刺激を提示する手法をとる場合には、刺激提示の精度を上げ、ターゲット領域の適切な設定、提示の適切なタイミングを実現する必要がある。例えば、該当マンガを読む際の多人数の視線の軌跡データを取得・解析す

るなどして、適切なターゲット領域の設定を行ったり、個人の読書スピードに応じて、視点滞留時間の設定を変更したりする必要があると考える。さらに、この手法のデメリットとして、視線追跡のために、体験する際の姿勢が制限されることもある。以上のような課題を整理して抽出し、今後、ユーザのコンテンツの進行と刺激提示を同期するための新たな手法も検討していきたい。

### 4. まとめ

ユーザがマンガなどの静的なメディアを楽しむ際に、ユーザにとってのコンテンツの進行と同期して、振動や温度といった適切な触覚情報を適切なタイミングで提示するために、ユーザの自然な動作である視線の動きとインタラクションし、触覚情報を適切なタイミングで提示する「ハプトコミック」を開発した。

今回実装した手法は、常時視線を追跡して、ユーザの見ている箇所に応じた触覚刺激を提示するが、精度やユーザの姿勢を制限する点などの課題があることがわかった。今後はこの手法の改善も含め、様々な実装方法を模索していきたい。

また、マンガの中のおノマトペを触覚刺激として提示することは、おノマトペの理解が難しい聴覚障がい者がよりマンガを楽しむことに寄与する可能性がある。このような可能性に対しても検証を進めたい。

### 参考文献

- [1] 鉄谷信二, 石崎陽平:映像とハプティックにおける臨場感の研究, 第 6 回情報科学技術フォーラム講演論文集, pp. 535-538
- [2] Kazi Masudul Alam, Abu Saleh Md Mahfujur Rahman, Abdulmotaleb El Saddik : HE-Book: A Prototype Haptic Interface for Immersive E-Book Reading Experience, Proceedings of IEEE World Haptics Conference, pp. 367-371, 2011.
- [3] Nesra Yannier, Ali Israr, Jill Fain Lehman, and Roberta L. Klatzky : FeelSleeve: Haptic Feedback to Enhance Early Reading, Proceedings of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15) , pp. 1015-1024, 2015.
- [4] <https://gaming.tobii.com/product/eye-tracker-5/>
- [5] <https://bit-trade-one.co.jp/hapstak/>
- [6] <https://www.z-max.jp/peltier/product/module/>
- [7] <https://m5stack.com/>
- [8] <https://www.pololu.com/product/1451>
- [9] 東真希子, 半田拓也, 小峯一晃: 温度の連続値を表現可能な温度・振動提示デバイス, ハプティクス研究委員会 第 28 回研究会, PI-22-008, 2022
- [10] [https://www.kaneka.co.jp/business/qualityoflife/eit\\_003.html](https://www.kaneka.co.jp/business/qualityoflife/eit_003.html)
- [11] <https://unity.com/ja>