

Visual Haptics において背景が知覚に与える影響の初期検討

傳田 隼稀¹ 安中 勇貴² 渡邊 恵太¹

概要: 渡邊らは、ユーザが操作するマウスカーソルを用いた疑似触覚提示システム「VisualHaptics」を提案した。これは、静止画の背景画像やアニメーションの背景画像に対して、マウスの入力遅延や C/D 比の変更、さらにカーソル形状の変形し、擬似的な触覚を提示するシステムである。しかし、背景画像の凹凸や抵抗感をシミュレーションしておらず、ある画像に対して主観的なイメージでしか動作を設定していない。マウスの動作に少しの違いはあるものの、仕組みは類似しており、生起する触感は背景テクスチャが印象付けている可能性がある。そのため、提示する触覚適切かはわからず、どういった影響で生じたものかわからない。そこで本研究では、Visual Haptics に改良を加えたシステムを実装し、マウスカーソルの動作を変化させずに、背景のみを変化させることによって、異なる疑似触覚を与えられるかを調査した。ユーザスタディの結果、マウスの動作が同じであっても、背景画像が異なれば知覚が変わることがわかった。

1. はじめに

Pseudo Haptics (疑似触覚) は力学的な刺激を与えず、視覚情報を用いて触覚を知覚させる [1]. 渡邊ら [2] は、ユーザが操作するマウスカーソルを用いた疑似触覚提示システム「VisualHaptics」を提案した (図 1).

VisualHaptics は、静止画の背景画像やアニメーションの背景画像に対して、マウスの入力遅延や C/D 比の変更、さらにカーソル形状の変形をし、擬似的な触覚を提示する。VisualHaptics の実装は、著者らが用いた背景画像に対する感覚イメージを、著者らの主観によってカーソルの挙動や変形をパラメータ調整し疑似触覚体験を提供した。したがって背景画像の凹凸や抵抗感をシミュレーションしておらず、ある画像に対して主観的なイメージ、印象でのカーソル表現を施し「それらしさ」という点でしかない。

また、ざらざらとしたテクスチャ上のカーソルの挙動と風に煽られる挙動は、実装上はマウス入力に対して上下にランダムにブレる挙動が基本となっており、テクスチャはカーソルの移動に伴いブレが発生するが、風においてはそのエリアに入ると自動的にぶれ続けるという実装である。こうした違いはあるものの、ブレるという仕組みは類似しており、風の抵抗感の質感、ざらざらした質感は、背景テクスチャがその体験を印象付けている可能性がある。

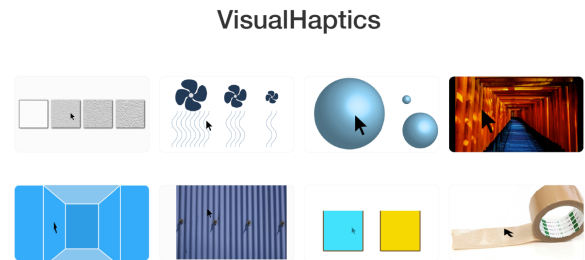


図 1 渡邊らが作成した VisualHaptics の画面

Watanabe[3] が、背景の視覚的な画像の速度を変化させることで、視覚指標自体の動きを変えなく、疑似触覚の感覚を生み出すことができると述べたことから、背景が体験を印象付けている可能性が高い。

そこで本研究では、Visual Haptics における疑似触覚に対し、表示された背景画像のコンテキストの依存を調査する。そのため、マウスカーソルの動作と背景を独立に変更できるシステムを作成し、マウスカーソルの動作を変化させずに、背景のみを変化させることで、異なる疑似触覚を与えられるかを調査した。

ユーザスタディでは、表示された画像によって、カーソルの動きの変化が疑似触覚に与える影響について調査した。

¹ 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科

² 明治大学大学院 先端数理学部研究科 先端メディアサイエンス専攻

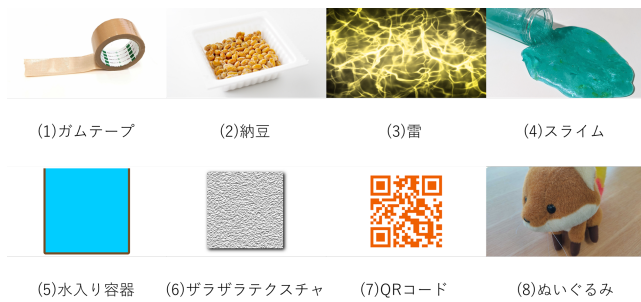


図 2 実験で使した図一覧

2. 提案システム

渡邊らが Flash や Unity で実装した VisualHaptics[2] を、Processing で実装した。用意したすべてのマウスカーソルの動作をすべての背景で使用できるようになり、動作の度合いを変更できるようにした。

2.1 実装

本研究では、8つの背景画像（図 2）と4つのマウスの動作（図 3）を自由に組み合わせられるシステムを実装した。背景画像は、触った感触が独特で想起しやすいものと、触ったことのないものを選んだ。マウスの動作は、渡邊らの VisualHaptics で実装されていたものの中から、特徴的な動きを選んだ。マウスカーソルの動作に変化が起きる範囲は、それぞれの背景画像ごとに変化が起こる領域をあらかじめ設定した。

3. ユーザスタディ

マウスカーソルの動作を変化させずに、背景のみを変化させることで、異なる疑似触覚を与えられるかを調査した。今回は、上述の8種類の画像と4種類のマウスの動作で総当りの計32試行を行った。順序効果を考慮し、各試行の順番はランダムにした。実験参加者は、それぞれの試行で15秒ほど自由にマウスを動かす、得られた感触はなにか、違和感があったかの2つの質問をした。全32試行が終わった後、画像と動作の良かった組み合わせ、悪かった組み合わせの質問をした。

3.1 実験参加者

実験参加者は、21歳の情報系学部学生3人であった。すべての参加者は男性であり、正常な視力あるいは矯正視力を有した。また、参加者は全員日常的にマウスを使用していた。

3.2 結果

ユーザスタディで得られた回答を、表1表2表3に示す。カクカクとした動作において、スライムやガムテープ

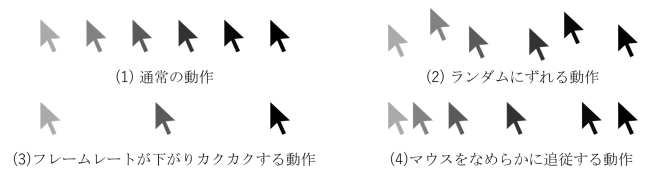


図 3 実験で使したマウスカーソルの動作一覧

ではべたべたといった粘着感を感じ、一方でザラザラテクスチャやぬいぐるみでは物体の硬さを感じたといった回答があった。滑らかに動く動作では、水入り容器の画像において水の抵抗感を、テクスチャの画像において滑らかさを感じ、一方で納豆やガムテープなどの画像ではぬめぬめやねばねばといった粘着感を感じたと述べた。これらのことから、同じ動きでも背景によってカーソルの与える感触が変化する可能性が示された。また、ランダムにずれる動作においてはほとんどの画像においてザラザラといった凹凸感や振動といった感覚を感じたと回答した。カーソルの動きと画像のイメージの間の不和が大きいと違和感や気持ち悪さを感じ、感触がわからないこともあった。カーソルの動きが変化すると、背景画像が同じでも体験が変化することを示唆した。ぬいぐるみの画像のとき、ランダムにずれる動作ではザラザラ、マウスをなめらかに追従する動作では硬そう、マウスをなめらかに追従する動作ではベタついていると回答があった。また、ザラザラテクスチャの画像のとき、ランダムにずれる動作ではザラザラと回答する人が多かったが、マウスをなめらかに追従する動作では抵抗感をあまり感じないと回答する人が多かった。一方で画像の組み合わせによっては感触が得られないものもあった。

4. 議論

4.1 背景による知覚の影響

Visual Haptics における触覚提示において、背景の情報によって感触が変化することを示唆した。全ての参加者が、カクカクする動作とマウスをなめらかに追従する動作で水入り容器の画像では抵抗感をコメントし、ガムテープの画像では粘着感や摩擦感についてコメントした。さらに、カクカクする動作において、ガムテープとスライムの画像で粘着感を感じたとコメントがあった。これは、カーソルの停止の際に、カーソルが画像の表面に接着したことを想起したからだと考察する。このように、同じ動きでも背景画像によって異なる感触を回答したことから、背景によって触覚が変化する可能性がある。

一方で、ランダムにずれる動作において、ほとんどの画像で凹凸感や振動を感じたとコメントがあった。これはマウスの動作によって、実際に凹凸のある物体に触れた際に引っかかりながら進むことを想起し、背景の情報がそれほど影響しなかった可能性がある。このことから、背景の情報によらず感触を提示する動作が存在すると考察する。

表 1 参加者 A の回答

参加者A	通常の動作	ランダムにずれる動作	カクカクする動作	なめらかに追従する動作
ガムテープ	サラサラ 変哲のない布	ヤスリのような ツルツルしてそうだが紙やすりのようなザラザラ感	つんのめってる ストレスがある	くっついたものを剥がす 剥がす時は粘着性を感じる 上を動かす時は粘着性を感じない
納豆	何も感じない	意味が分からない 実は微小に振動してるかも スピーカーの振動みたい	しつこい ゲームの処理落ち	動きづらい ネバネバしている
雷	何も感じない	ちょっとビリビリ 痺れる	処理落ち 画像の影響はない	ヌルヌルだし抵抗感がある 粘度の高い液体を動いている
スライム	べたべた感 スライムそのもの 触っていたのしい	ツルツルなのに滑らない 摩擦感がある	びっくりするほどベタベタ 溶けたアメ	すごいツルツルで滑る 爽快感 バイアスがあるので、滑りすぎ
水の入った容器	何も感じない	寒い	動きづらい つかえる	重さ、慣性を感じた 抵抗感を感じる
ザラザラのテクスチャ	特別な感じはしなかった	ザラついている まっすぐ動かさづらい	硬そう 乾燥してそう	スケートリンクみたい イメージとのマッチはしていない
QRコード	わからない ちょっと滑る 強いて言うならツルツル感	なんだこれ 画像とマッチしなくて困惑	摩擦を感じる キュッキュという感じ	すっごいつるつる 白い部分がザラザラ感じるくらい
動物のぬいぐるみ	サラサラしている 撫で心地が良さそう	ザラザラ 毛が乾燥して尖っている 汚れて乾燥して固まったぬいぐるみのよう	ふわふわに見えて硬い 驚いた	ベタついている 撫でにくいイライラ

表 2 参加者 B の回答

参加者B	通常の動作	ランダムにずれる動作	カクカクする動作	なめらかに追従する動作
ガムテープ	無い	ベタベタしている 思った通りに動く	粘着力ベタベタ感がある 思ったような粘着感	すべりがわるい 粘着力がない ベタベタはしてないけどスペースでもない 摩擦を感じる
納豆	おいしそう 粘り気が少なそう	納豆なのにザラザラしている	PCが重い	納豆のぬめぬめネバネバ感 納豆をかき混ぜている きもちいい
雷	普通 何も無い	凸凹している なにかにひっかかる	PCが重い	ぬめぬめ 滑る ローション相模的な
スライム	何も無いサラッとした	ザラザラしてる感 凸凹感	全体はツルツルしているけどところどころ凸凹で引っかかる やわらかそうな見た目にして違う動き 違和感	粘性を感じる 見た目に反して粘性があんまない
水の入った容器	何も無いところを通る	凸凹している 上が切れているのが気になる	水の中だと思うけどズって動いて違和感 動きが速すぎる 水というより真空	水みたいな抵抗を感じる 水の中を進んでいる感覚 きもちいい
ザラザラのテクスチャ	何も無い ツルツルしている	ザラザラしている	画像はザラザラなのに引っ掛かりが少ない違和感 もっと小刻みに動きそう	ぬめぬめしてる感じ 動きづらい 画像に反している
QRコード	何も無い平面	でこぼこしてそう 合っていない違和感	色ついている部分が凹凸のとんがっている	ベタベタしている 滑りにくい ゴムの上
動物のぬいぐるみ	何も無い感じ 立体感がない	ザラザラしてそう こんなぬいぐるみは嫌だ	手触りが良くなさそう悪そう 引っかかりを感じる	ぬいぐるみの毛並みがいいんだろうな 手触りが良さそう

表 3 参加者 C の回答

参加者C	通常の動作	ランダムにずれる動作	カクカクする動作	なめらかに追従する動作
ガムテープ	何も無い 寂しい	わからない なんの凹凸 なんのポコポコ	見覚えがある テープをびーんと張って指をガッガガと滑らせる しっくりくる	ネバネバ スライム触った時のような、気持ち悪さ 横に動かすと変 縦とか斜めだとい感じに気持ち悪い
納豆	のっぺり ツルツル 味気ない 味がしない	QRコードのブレる動作と似ているコロコロ	合っていない ズズズズズズズ	変だなあ 合っていない 手が酔う 気持ち悪さがある
雷	何も無いような気もするし動かしやすい気もする	ヒュルヒュル コトコト 柔らかい振動 手がゾワゾワ	水切の感覚 ポポポポポポ まっすぐ動かすならしっくりくる	大振りに動かしたくなるが動きがついてこない ピーカーよりは気持ちよくないが違和感もない 普通よりちょっとトロい 早く動かしたいが動きがついてこない
スライム	差が無さそうだが何故かしっくりくる スペースしている 気持ちよきは無いがしっくりくる	トゥルツルしてる しっくりくる	そんなにか 動きと背景が合っていない	違う 合わない 見た目に反して動きがゆるすぎ 水溶き片栗粉
水の入った容器	普通 常温 普通	沸騰している ジャグジーに手を突っ込む しっくりくる	冷たくなった 氷でギチギチ 砕氷船	スイスイ これはいい
ザラザラのテクスチャ	寂しい ツルツルすべすべ	サラサラではないがゴロゴロでもない ビーズの海の中をザーツと過ごす ザラザラというほど抵抗は感じない フヨフヨしながら進む	動きが苦手だけどこれは耐えられる ウッドチップに鉄パイプを突っ込んでゴロゴロ回す感じ 何かが中に合っただけを力込めて回してる 感覚の不一致	直線だとカーベットをザツと撫でている 進みにくさは解釈できる 止まりにくさが解釈できない
QRコード	急に音が聞こえなくなったみたい 寂しい のっぺり 無表情	変な感じがする コロコロ	見慣れている しっくりくる ページのロードが遅い	気持ち悪い 不快 遅い
動物のぬいぐるみ	毛皮の表面で止まっている 速度の低減 引っかかった気がする	ハネ先で撫でている さわさわ	耳の動きか 不安定 予測を壊される 不思議	石畳の上を木の棒でなぞる ざらついた表面を無理やりゴロゴロ 合っていない

4.2 マウスの動作による影響

ランダムにずれる動作は、ガムテープの画像、納豆の画像、QRコードの画像で、画像と動作が合っていないというコメントがあった。ガムテープと納豆の画像は、ネバネバやベトベトといった粘着感を生起させるものなので、立体感を与えるランダムにずれる動作と合わなかったためだと考える。QRコードの画像は、PCやスマートフォンと言ったディスプレイに表示されるものなので、立体感を与えるランダムにずれる動作とは合わなかったためだと考える。つまり、立体感が想起されにくい画像では、ランダムにずれる動作で触覚を生起しにくい可能性がある。

また、ザラザラテクスチャの画像のとき、ランダムにずれる動作ではザラザラと回答する人が多かったが、マウスをなめらかに追従する動作では抵抗感をあまり感じないと回答する人が多かった。このことから、背景の情報だけで触覚が決まることはなく、背景と動作の関連性によっても提示できるか変化する可能性がある。

マウスをなめらかに追従する動作は、スライムの画像とザラザラテクスチャの画像では、合っていないというコメントがあった。スライムの画像はベトベト感を想起するが、予想に反して滑りすぎというコメントがあった。そのため、動作の遅延を実験時より弱くすることで、予想通りの滑りを表現でき、的確な触覚を生起できると考える。ザラザラテクスチャの画像では、ザラザラとした見た目に反して滑る動作だったため、合わなかったと考える。

また、水入り容器の画像では、ランダムにずれる動作とカクカクする動作では冷たさを感じたというコメントがあったが、マウスをなめらかに追従する動作では温度に関するコメントはなく、抵抗を感じるとコメントがあった。この冷たさは、寒いときの手が震えや、氷の入った水を想起しているためだと考える。このことより、マウスの動作によって触覚刺激以外にも温度の違いを伝えることができる可能性がある。

5. おわりに

本研究では、マウスカーソルの動作と背景を独立に変更できるシステムを作成し、マウスカーソルの動作を変化させずに背景のみを変化させることで、異なる疑似触覚を与えられるかを調査した。このシステムを使用したユーザスタディを行い、マウスカーソルの動作が同じでも、背景によって触覚が変化する可能性があることがわかった。また、背景の情報によらず触覚を提示する動作が存在することや、背景と動作の関連性で変化する可能性があることがわかった。

参考文献

[1] A. Lecuyer, S. Coquillart, A. Kheddar, P. Richard, and P. Coiffet. Pseudo-haptic feedback: can isometric input devices simulate force feedback? In *Proceedings IEEE*

Virtual Reality 2000 (Cat. No.00CB37048), pp. 83–90, 2000.

- [2] Keita Watanabe and Michiaki Yasumura. Visualhaptics: Generating haptic sensation using only visual cues. In *Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, pp. 405–405, 2008.
- [3] Junji Watanabe. [letter] pseudo-haptic sensation elicited by background visual motion. *ITE Transactions on Media Technology and Applications*, Vol. 1, No. 2, p. 199–202, 2013.