

視触覚モダリティ変換による質感呈示法の提案

Presenting Visual Texture Information by Visual-Haptic Modality Transformation

Kwok, Misa Grace†
Misa Grace Kwok松永 隆宏†
Takahiro Matsunaga今宮 淳美†
Atsumi Imamiya

1. はじめに

本研究の目的は、視覚と触覚間におけるモダリティ変換を利用した、質感呈示法の提案にある。

インターネットの普及とともに、オンラインショッピングを楽しむ人が急増している。オンラインショッピングではインターネット上で様々な「店」を閲覧し、気軽に買い物を楽しむことができる。しかし、商品に関する画像と記述のみを頼りに商品を選ぶことは非常に不便である。従来の買い物手段は、商品を実際に手にとって見たり触れたりすることで、商品の確かな情報を受け取り、曖昧なイメージの商品購入を避けることができる。しかしながら、オンラインショッピングでは実際の商品を確認することができないため、不便といえる。オンラインショッピングでは、商品を視覚的情報からのみ選択することを余儀なくされている。実際の商品を店頭で購入する場合は、手にとり触ることができることから、本研究では、視覚情報にあわせて触覚情報を呈示することで、オンラインショッピングをより快適に利用できると考えた。

予備調査を行った結果[1]、オンラインショッピングで購入したいと思う商品、または実際に購入したことのある商品の中で、最も多かったものは「衣料品」であった。また、Web上のものが触れると仮定し、どのような物に対する質感が情報として有用か調査した結果、「布の質感」が最も多い結果が得られた。その中でも特に、インナー、セーター、マフラー、ソファ、ベッドなどの商品の質感を得られれば便利である、との回答を得た。池田ら[2]は、オンラインショップを利用して衣料品を購入する際、視覚による布の手触りに関してアンケート調査と官能評価を行った。アンケートでは繊維や生地に対するイメージとカタログ販売やオンラインショップを利用して失敗した経験について調査された。官能評価では手触りに関する形容詞対を用い、SD法(Semantic Differential Method)を用い、評価を行った。アンケート結果より、質感に関するイメージは経験によって得られるため、触ったことのない生地に関してはイメージすることができないとの回答を得た。また、SD法の結果より、2次元画像による呈示より3次元画像による呈示の方が、質感を得やすいことが分かった。

触覚による質感呈示に関する研究は、これまでほとんどなかった。MITのTouch Labで開発されたPHANToMは、現在、最も普及している触覚デバイス[3][4]であり、触覚ディスプレイや3次元空間での触覚呈示に利用されている。PHANToMは、デバイスの先端にペン、または指サックをつけ、それを介してコンピュータ内の仮想オブジェクトに触れることができるため、比較的簡単に触覚を呈示するこ

† 山梨大学・大学院医学工学総合研究部

‡ 山梨大学工学部コンピュータ・メディア工学科

とのできるシステムといえる。しかし、機材が大きく、一般家庭で使用することは不可能である。

一般家庭でコンピュータ画面の操作などを行う、最も一般的なデバイスとしてマウスがある。富士ゼロックスは、通常の光学マウス上に2次元リニアアクチュエーターを搭載させ、振動刺激を与えるデバイスを開発した[5]。

2. 滑らかさ印象評価実験

2.1 目的

本実験の目的は、13種類の布地の滑らかさに対する印象評価を行い、滑らかさに関する順位付けを行うことにある。

2.2 被験者

大学生21名(19-24歳)が被験者として実験に参加した。

2.3 刺激

刺激としてA:保湿ティッシュ、B:非保湿ティッシュ、C:レース、D:ストッキング、E:ポリエステル、F:タオル、G:ナイロン、H:合皮、I:コットン綿、J:キュブラ、K:毛(粗い)、L:毛(細かい)、M:デニムの計13種類の布を用いた。それぞれの刺激は15*15cmに裁断し、A4用紙に貼り付けた。M:デニム以外は白色とし、デニムのみ紺色であった。

2.5 方法

被験者の前に刺激をランダムに並べた。被験者は正規化順位法に基づき、刺激を利き手の指先で触り、「滑らか」だと思う順に刺激を並べ替えた。実験は開眼状態で行われた。

2.6 結果

結果を図1に示す。横軸は主観得点を示し、数値が大きくなるほど滑らかさが高くなる。結果より、J、G、H、I、A、E、B、M、L、D、K、F、Cの順となった。



図1: 結果

Figure 1: Result

2.7 考察

J:キュブラやG:ナイロンが滑らかであり、C:レースやF:タオル、K:毛(粗い)が滑らかでないという結果が得られた。それぞれの刺激間の有意差に基づいて分類を行うと、{J:キュブラ} {G:ナイロン} {H:合皮、I:

コットン綿, A: 保湿ティッシュ} {E: ポリエステル, B: 非保湿ティッシュ, M: デニム} {M: デニム, L: 毛(細かい), D: ストッキング} {K: 毛(粗い) F: タオル} {C: レース} の7種類に分類された。

3. 「滑らかさ」の認知強度測定実験

3.1 目的

本実験の目的は、7種類の布グループの滑らかさに関する認知強度測定にある。

3.2 被験者

大学生 21名 (21-24歳) が被験者として実験に参加した。

3.3 刺激

刺激として A: キュプラ, B: ナイロン, C: コットン, D: ポリエステル, E: ストッキング, F: タオル, G: レースの計7種類の布を用いた。それぞれの刺激は 15*15cm に裁断し, A4 用紙に貼り付けた。刺激はすべて白色とした。

3.4 方法

ポリエステル製の布の「滑らかさ」強度を基準値 100 とし, ポリエステルを含む布の強度を測定した。実験者は最初に基準刺激となるポリエステルの布を被験者の前に呈示し, 被験者は刺激を利き手の指先で触り, その滑らかさの強度を記憶した。次に実験者は被験者に刺激を1つずつランダムに刺激を呈示し, 被験者は刺激の強度を整数で回答した。すべての刺激に対し, 3回ずつランダムに呈示した。

分析では Stevens [9]の ME 法 (Magnitude Estimation Method) の式を一部改変した式を用いた。Stevens の ME 法では, 横軸に物理量, 縦軸に心理量をとる, ある刺激 S に対する人間の心理量を R とすると, R は S のべき関数に従い, 下記の数式で直接表現することができる。

$$R = kS^n \dots\dots\dots(1)$$

(R: 心理量 S: 物理量 k: 定数 n: べき指数)

それに対して, 本研究では横軸に先の滑らかさ印象評価実験で得られた主観得点を横軸に対応させた。ある刺激の主観得点 S' に対する人間の心理的強度を R' とすると, 下記の数式を得ることができる。本実験ではこの数式を用い, 認知強度測定を行った。

$$R' = kS'^n \dots\dots\dots(2)$$

(R': 心理強度 S': 物理量 k: 定数 n: べき指数)

3.5 結果

実験の結果, 下記のべき指数および数式が得られた。

$$R' = 15.88181S'^{1.7059} \dots\dots\dots(3)$$

(R': 心理強度 S': 主観得点 べき指数: 1.7059)

この数式よりそれぞれの刺激に対する認知強度をグラフに示す (図 2 参照)。この結果より, 滑らかさに対する認知強度は対数倍に増加することが分かる。

3.6 考察

図 2 より, 滑らかだと感じるほど認知強度がべき乗に増加することがわかった。このことより, 滑らかさが増すにつれ刺激強度の増加率が下がることがわかった。滑らかさが増すことにより, 人間の弁別能力が下がることがわかった。

図 2: 結果

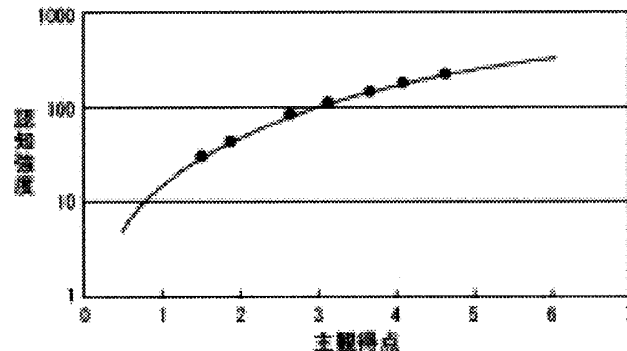


Figure 2: Results

4. 触覚マウスを用いた滑らかさ測定実験

4.1 目的

本実験の目的は, 触覚マウスにおけるポリエステルの滑らかさの認知強度を測定することにある。

4.2 被験者

大学生 20名 (20-24歳) が被験者として実験に参加した。

4.3 刺激

モニタ上に滑らかさの物理量を 11.5-16.5 の範囲で 0.5 刻みに変化させた, 3*3cm 大の矩形を 11 個配置した。書く刺激は 3 回ずつ呈示し, 計 33 個の刺激を用いた。また比較刺激として, ポリエステルの布地を 15*15cm に裁断したものを A4 用紙に貼り付けたものを用いた。

4.4 方法

実験者は被験者に比較刺激を呈示し, 被験者は利き手の指先で触り, 比較刺激の滑らかさを記憶した。次に被験者はモニタ上に表示された刺激を触覚マウス (富士ゼロックス社製, 日本東京都) により触り, 比較刺激のテクスチャと類似した刺激を恒常法に基づいて選択した。刺激はランダムに呈示された。

4.5 結果

結果を図 3 に示す。縦軸は回答人数, 横軸は物理量を示す。この結果, ポリエステルの滑らかさの認知強度は, 触覚マウスを用いた呈示の場合では, 12 であることがわかった。

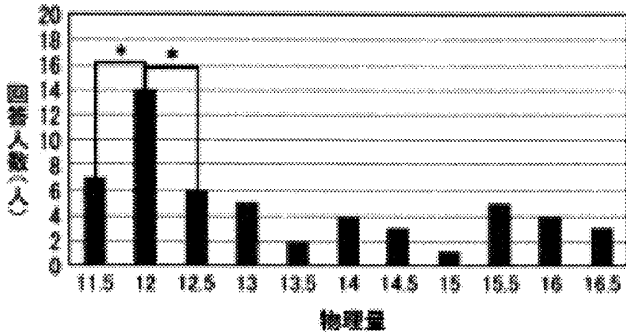


図3：結果
Figure 3: Results

4.6 考察

物理量 12 が最もポリエステル製の滑らかさの認知強度を示していることが分かった。また、11.5-13.5 の間で X2 乗検定を行った結果、有意差が認められた。このためポリエステルの滑らかさとして、物理量 12 が最適値であることがわかった。

5. 質感呈示法の提案

基礎実験の結果得られた、布地に対する質感呈示法を提案する。滑らかさに関する人間の認知強度はべき乗に増加することから、数式 (3) で得られた数式が質感呈示に用いる数値を割り出す式となることが分かった。

本研究では質感呈示を触覚マウスで再現することとした。触覚マウスで扱うパラメータの値が大きくなると滑らかさの強度が弱くなる。そのため、本研究で得られた数式を触覚マウスのパラメータに対応付けるため、変換する必要がある。本研究では、図 2 に示すグラフの縦軸に対して曲線を反転し、平行移動することで対応付けを行った。その結果得られた数式は、下記の通りとなる。

$$R'' = 15.88181 * (-S' + 6.23)^{1.7059} \dots\dots\dots(4)$$

この数式を用いることにより、触覚マウスを用いた布地の質感呈示を行うことが可能となる。

6. 質感呈示システムの提案

6.1 目的

人間の感覚特性に基づいた質感呈示システムを構築し、評価することで、本研究で提案した触覚マウスを用いた質感呈示法の妥当性を検証することにある。

6.2 システム利用シナリオ

一般ユーザが Web ショッピングで衣類などを購入する際、写真や文字による材質情報を参考にするだけではその素材やイメージを掴みにくいものである。そこで、既存の視覚情報に加えて、触覚マウスを用いることで触覚的な質感を呈示することができる。ユーザは視覚情報のみならず、触覚から得られる滑らかさを実感することで、購入しようとしている衣類などの情報を得ることができる。

6.3 システムの仕様

システム (図 4 参照) では、Web 上に本研究で用いた布のテクスチャが示されている。

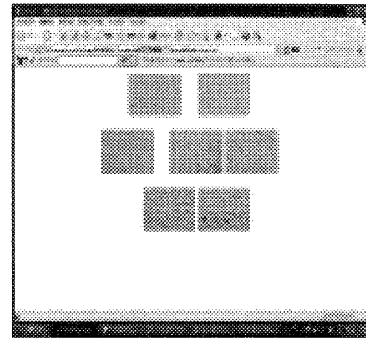


図4：システムの仕様
Figure 4: Specifications of the system

ユーザは触覚マウスでそれぞれの布テクスチャ上をなぞることにより、それぞれの布テクスチャに対応した「滑らかさ」を触覚的に感じることができる (図 5 参照)。それぞれの布テクスチャの「滑らかさ」の感触は、それぞれ本研究で提案した質感呈示法の数式より計算で求めた。それぞれの刺激で用いた触覚マウスのパラメータは、表 1 の通りである。

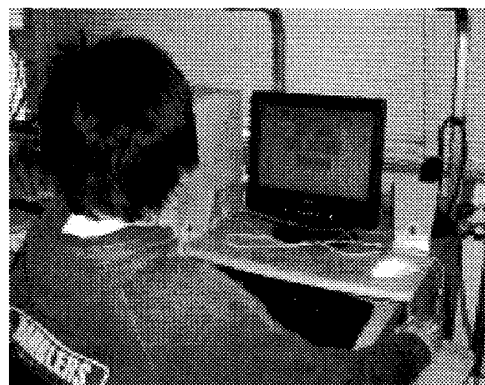


図5：システム利用風景
Figure 5: Brief of using the system

表 1：物理量

Table 1: Physical value

刺激	物理量
キュブラ	3.9
ナイロン	6.3
コットン	8.6
ポリエステル	12.0
ストッキング	15.4
タオル	21.5
レース	24.6

6.4 システム構築環境

本システムは Visual Basic および Visual C++ を使用し、それらを基に HTML ファイルを作成した。触覚マウスの操作に関しては、HTML ファイル上にコマンドを記述することで再現している。

6.5 評価実験

6.5.1 目的

本実験の目的は、構築したシステムに対して、1) 布に対する被験者の印象とシステムで呈示された質感に対する印象の比較、2) 本物の布とシステムの「滑らかさ」の比較に関して、評価実験を行うことで、システムの有用性を確認することにある。

6.5.2 方法

大学生 21 名 (19-24 歳) が被験者として実験に参加した。実験 1) では、システム上に表示される 7 種類の触覚刺激を刺激とし、実験 2) ではシステム上で表示される触覚刺激に対応した 7 種類の布 (キュプラ、ナイロン、コットン、ポリエステル、ストックキング、タオル、レース) を 15*15cm に裁断したものを A4 用紙に貼り付けたものを刺激として用いた。

実験 1) ではシステムを用い、実験者が指定したテキストを被験者は触覚マウスで触り、解答用紙に記載された 13 種類の布の名称 (保湿ティッシュ、非保湿ティッシュ、レース、ストックキング、ポリエステル、タオル、ナイロン、合皮、コットン綿、キュプラ、毛 (粗い)、毛 (細かい)、デニム) の中から該当すると思われる刺激を 1 つ抽出した。実験 2) では、実験者が被験者に布刺激を 1 つ提示し、被験者はその布を利き手の指先で触り記憶し、次にシステムにランダムに呈示された 7 種類の刺激の中から、最も布の質感に近いと思われるテキストを選択した。

6.5.3 結果

実験の結果を図 6 に示す。横軸は布の名前、縦軸は正答率を示す。この結果より、粗さが粗くなればなるほど実験 1) では正答率が下がり、実験 2) では正答率が上がるのが分かった。

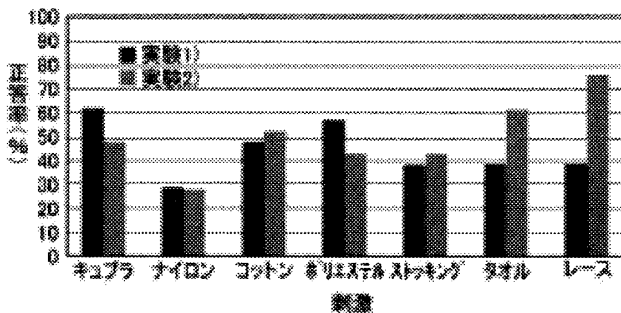


図 6: 結果

Figure 6: Results

6.5.4 考察

実験 1) では全体的に正答率が低くなった。被験者に布の名称を簡条書きにした用紙を呈示しただけで、布の写真や知識を伝えることが無かったため、それぞれの布に対する質感の印象が異なり、正答率が低くなったものと考えられる。実験 2) では実験 1) と比較して、正答率が高くなった。このことより、実際の布を触ることで被験者はその布の「滑らかさ」を認識することが出来たのと同時に、触覚マウスで表現した布の「滑らかさ」が比較的正確に再現されていると考えられる。

実験の全体的な傾向として、素材自体の名称が一般的であり、かつ日常の衣類などで使用されている布地ほど、正答率が低くなった。また実際には身に着けていても、余り名称の知られていない質感は、正答率が高くなった。これらより、質感に対する印象を潜在的に持っている布地に関しては、被験者の持つイメージに依存し、質感に対する印象があまりない布地に関しては、視覚依存が発生することが考えられる。

本システムは、Web ショッピングなどを行う際の情報収集に貢献できると考え、構築した。視覚情報と本研究で提案した触覚情報を複合的に利用することで、より正確な製品情報を得ることを目的としている。これらのことを考慮すると、本研究で構築したシステムは、質感の分かりにくい布に対して有用であることが示されたといえる。

7. おわりに

本研究では質感に関する基礎実験を行い、視覚モダリティ変換による質感呈示法を提案した。また提案した質感呈示法に基づき、システムを構築し評価実験を行った。その結果、質感が分かりにくい布地に関しては本システムが有用であることが確認された。

尚、本研究は 2004 年度山梨大学工学部コンピュータ・メディア工学科卒業、松永隆宏の卒業論文をまとめたものである。

参考文献

- [1] 松永隆宏：視覚モダリティ変換による質感呈示システムの構築と評価、山梨大学工学部卒業論文、(2005)
- [2] 池田直実、佐々木和也、清水裕子：Web-consumer を考慮した布の視覚情報と触覚情報、映像情報メディア学会、pp.5-8、(2002).
- [3] 濱野毅、久米祐一郎、曾根順治：触覚ディスプレイによるゲームの検討 (視聴覚技術および一般)、映像情報メディア学会、pp17-20、(2003)
- [4] 久米祐一郎、山本慶一、山田貴幸、磯部正利、津田元久、畑田豊彦：皮膚感覚のファントムセンセーションを用いた 3 次元仮想空間内の作業効率、映像情報メディア学会技術報告、pp.45-52、(2000).
- [5] 富士ゼロックス：触覚マウス
http://www.fujixerox.co.jp/tangible_mouse/
- [6] 岡田美智男他編：身体性とコンピュータ、bit 別冊、共立出版、(2000).
- [7] 原田悦子：認知科学モノグラフ 6、日本認知科学会編、共立出版、(1997).
- [8] Wang, H., Prendinger, H. and Takeo Igarashi: Communicating Emotion in Online chat Using Physiological Sensors and Animated Text. HCI2004, (2004).
- [9] Stevens, S. S.: A metric for the social consensus, Science, 151, pp530-541, (1966).