



麺類を対象とした視覚変調による 味覚操作インタフェースの有効性評価

中野 萌士¹⁾, 鳴海 拓志²⁾, 酒田 信親¹⁾, 清川 清¹⁾

1) 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科

(〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916 番地 5, {nakano.kizashi.nc2, sakata, kiyo}@is.naist.jp)

2) 東京大学 大学院 情報理工学系研究科 (〒 113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, narumi@cyber.t.u-tokyo.ac.jp)

概要: 一般に疾病やダイエットなどのために食事制限を行うと QOL が低下する問題がある。本研究では制限食に一般食の 3D モデルを重畳することで、感覚間相互作用によって食べたい食物を味わうことを目的とする味覚操作インタフェースを開発する。また、提案インタフェースを用いてそうめんの見かけをラーメンに変化させ、どの程度味覚が変化するかを評価する。実験の結果、味覚操作インタフェースは有効であり、麺類において感じる食べ物の種類を変化できることが示唆された。

キーワード: マルチモーダル・クロスモーダル, 味覚, 視覚変調

1. はじめに

食物アレルギーと診断された患者が抱える問題として、原因食物やそれが含まれる様々な加工食品を除去すること、食物アレルギーの症状が出ることへの不安などにより、食生活の QOL が低下することが挙げられる [1]。また、奥村らは、食物アレルギーの患者は、食物の誤食による症状発現への不安感や周囲の理解不足により、食べることで生活の中で大きなストレスを抱えることもあると述べている [2]。食物アレルギー患者以外にも、例えばクローン病患者は症状や食事制限によって QOL を低下させてしまうことが知られている [3]。以上より食べたいものが食べられない状況が QOL を低下させていると考えられる。

一方、感覚間相互作用を用いて味覚を変化させる研究が盛んに行われている。Narumi らは視覚情報や嗅覚情報を変化させることで感じる風味を変化させることに成功している [4, 5]。Ranasinghe らはコップに色や匂い等を重畳させ、食体験を豊かにすることに成功している [6]。PROJECT NOURISHED は 3D プリンタで作成された低カロリーな食品を様々な食べ物の味に変化させることを試みている [7]。麺類を対象としたものとして、中野はクローン病の一般食であるラーメンの 3D モデルをクローン病患者が食べることが可能な食べ物 (以下制限食) である「そうめん」に重畳することでラーメンを味わった感覚を提示するインタフェース (図 1 参照) の開発を行ってきた [8]。この研究は食べたと感じる食べ物の種類を感覚間相互作用で変化させることを目的としている。94 人を対象に行った実験では 92.6% が味覚の変化を感じ、感じた味がラーメンだったと回答している。しかしながら、効果の厳密な検証がされているとは言え

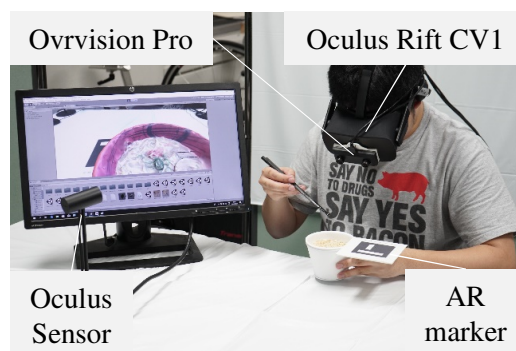


図 1: 麺類を対象にした味覚インタフェース [8]

ない。そこで、本研究では味覚操作インタフェースがどの程度味覚を変化させているかを定量的に調査し、味覚操作インタフェースの有効性評価を行う。

2. 味覚操作インタフェース

2.1 システム概要

本研究のシステム開発および実験には Unity を使用した。実験で使用する 3D モデルを作成するために豚骨ラーメンを多方向から写真撮影し、Autodesk 社の ReMake でモデリングを行った。豚骨ラーメンは福岡工業大学内レストラン OASIS の豚骨チャーシュー麺を使用した。実験では HMD (Oculus Rift CV1) にステレオカメラ (Ovrvision Pro, 1280 × 720 画素, 60fps) を取り付けたものを使用した。HMD のトラッキングを行うために Oculus Sensor を使用した。

2.2 麺類を対象とした視覚変調

開発した味覚操作インタフェースはステレオカメラで撮影された制限食の麺類に対して、AR マーカーを用いて一般食の麺類の 3D モデルを重畳させるシステムである。麺類に

Kizashi NAKANO, Takuji NARUMI, Nobuchika SAKATA, and Kiyoshi KIYOKAWA

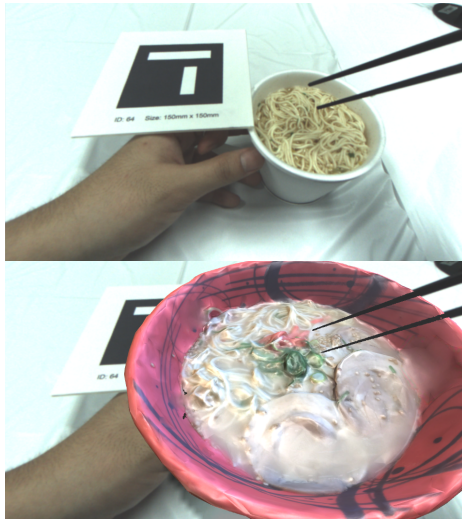


図 2: 麺類への 3D モデル重畳 (上: 重畳前 下: 重畳後)

3D モデルを重畳するために、AR マーカをブリキ製のカップに取り付けたカップ型 AR マーカを製作した (図 2 参照). カップ型 AR マーカを用いる利点を以下に示す.

- 内部にカップ麺を入れることでカップ型 AR マーカとカップ麺容器中の麺類を同時に動かすことができる
- 実際に丼を持っているような感覚になり臨場感が増す
- カップを把持する体性感覚によって 3D モデルでブリキ製のカップが見えなくても位置を推定できる

予備実験 [8] より、画面外の AR マーカが検出できなくなることや AR マーカが手や箸で隠れ、認識されないことで 3D モデルが消え、味覚操作が難しくなる問題点が挙げられていた。そのため、AR マーカの認識に失敗した場合は HMD のトラッキング機能で 3D モデルを同じ位置に表示し続けるようにした。加えて、クロマキー合成を用いて、黒色の箸が 3D モデルに隠されることなく常に表示され続ける処理を行った。一方、嗅覚情報は味覚を変化させる強い効果があるが [4]、本研究では視覚変調が引き起こす味覚変調の影響のみに着目し、使用しなかった。

2.3 使用した食べ物

クローン病患者は、脂質が多くかんすいが含まれている食べ物が食べられないため、麺に小麦粉とかんすいを使用しているラーメンが食べられない。また、ラーメンは、クローン病患者のためにかんすいが含まれない代替食 [9] が販売されるほど人気が高い食べ物である。そのため、本研究では一般食としてラーメンを選択した。制限食として選択する食べ物は、そうめんを使用した。これは、味覚を変化させる研究はあまり進んでおらず、大きく違う食べ物に変化させることは難しいことを考慮し、ラーメンに似た食べ物かつクローン病患者でも食べられる可能性が高い食べ物を選択する必要があるためである。また、乾めん類品質表示基準 [10] を考慮した結果、同じく小麦粉を使用し、長径 1.3mm 未満かつ、かんすいを使用していないそうめんを選択した。実験では、日清のどん兵衛温つゆおそうめんミニ [11] を使用した。

表 1: アンケート内容

No.	Question	Scale
Q1	ラーメンをどれくらいの頻度で食べるか	選択
Q2	食べ物の見かけが変わったことで味は変化したか	Y/N
Q3	感じた味がラーメンだったか (Normal 条件)	VAS 法
	感じた味がそうめんだったか (Normal 条件)	VAS 法
Q4	感じた味がラーメンだったか (3D-model 条件)	VAS 法
	感じた味がそうめんだったか (3D-model 条件)	VAS 法
Q5	システム全体の食べやすさはどうだったか	VAS 法
Q6	食べ物の見かけが変わったことで何が変化したか	5 件法
Q7	3D-model 条件, どんな食べ物の味がしたか	自由記述

カップ麺を使用した理由として、入手が容易であったことや実験において衛生的であることが挙げられる。また、実験ではスープの粉末のみを入れたものを使用し、かやくは使用しなかった。

3. 実験方法

3.1 実験条件

本実験の目的は麺類を対象とした視覚変調による味覚操作インタフェースの有効性評価を行うことである。また、日本人と外国人は食文化や食経験が異なると考えられるため、日本人と外国人で提案システムの有効性が異なるのかも評価する。実験の手順を以下に示す。

1. HMD を装着し、味覚インタフェースを動作させた状態で、空のカップ型 AR マーカを触る
2. 空のカップ型 AR マーカにカップ麺を入れる
3. HMD を装着した状態で、システムによって表示された 3D モデルを見ながら、そうめんを 2 口以上食べる (以下 3D-model 条件)
4. HMD を装着した状態で水を飲む
5. HMD を装着した状態で、そうめんを見ながら、そうめんを 2 口以上食べる (以下 Normal 条件)
6. アンケートに回答する

手順 1 は HMD に慣れさせ、食べやすさ向上させるため行った。また、順序効果を考慮し、手順 2 と 4 をランダムに入れ替えた。加えて、視覚変調の有無以外の影響をできるだけ排除するために、全条件で HMD を装着して実験を行った。

3.2 評価項目

アンケートでは表 1 に示す 8 個の質問項目を設けた。Q1 はラーメンをどれくらいの頻度で食べるかを、ほぼ毎日、1 週間に 1 回、2~3 週間に 1 回、1ヶ月に 1 回、2~3ヶ月に 1 回、ほとんど食べないの 6 項目の選択で調査した。また、Q6 は予備実験 [8] より選定された項目であるスープの味、スープのとろみ、麺の硬さ、麺の形状 (縮れ麺に感じたなど)、匂いに対して 5 件法 (1:全く変化しなかった, 2:ほとんど変化しなかった, 3:どちらともいえない, 4:やや変化した, 5:変化した) で調査した。

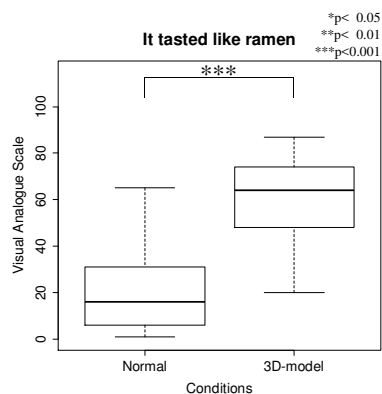


図 3: 感じたラーメンの度合い (n=18)

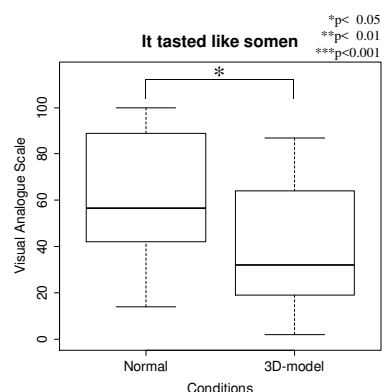


図 4: 感じたそうめんの度合い (n=18)

4. 結果

実験対象者は、食物を食べた時に感じる食べ物の種類を変化させるという実験趣旨を十分に説明した 20-39 歳までの健常者男女 18 名とした (男性 16 人, 女性 2 人)。12 人は日本人であり, 6 人はフランスやタイ出身の外国人である。Q1 の回答より, 被験者全員がラーメンを食べた経験があることが確認できた。また, ほとんどの被験者が 1 週間もしくは 2~3 週間に 1 回ラーメンを食べ, 被験者全員がそうめんを食べたことがあることも確認できた。Q2 で Yes と回答した被験者の割合は 83.3% であった。

Q3 と Q4 のラーメンであると感じた度合いを比較すると, Normal 条件の平均は 21.6 (±18.5) で 3D-model 条件の平均は 58.9 (±18.1) だった。日本人の平均は 24.8 (±20.9) と 64.7 (±12.8), 外国人の平均は 15.3 (±9.74) と 47.3 (±21.4) であった。「Normal 条件・3D-model 条件」と「日本人・外国人」に対して対応のない二元配置分散分析を行ったところ, 「Normal 条件・3D-model 条件」に対して有意差があり ($p < 0.001$) (図 3), 「日本人・外国人」に対して有意差があった ($p < 0.05$)。交互作用に有意差はなかった。

一方, Q3 と Q4 で被験者がそうめんであると感じた度合いを比較すると, Normal 条件の平均は 58.8 (±26.5) で 3D-model 条件の平均は 39.1 (±26.6) だった。日本人の平均は 48.8 (±24.5) と 25.6 (±18.3), 外国人の平均は 79.0 (±17.2) と 66.0 (±19.1) であった。「Normal 条件・3D-model 条

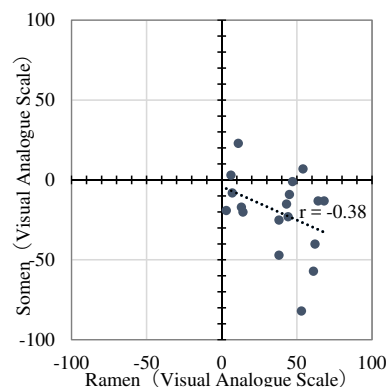


図 5: 感じたラーメン変化量とそうめん変化量 (n=18)

件」と「日本人・外国人」に対して対応のない二元配置分散分析を行ったところ, 「Normal 条件・3D-model 条件」に対して有意差があり ($p < 0.05$) (図 4), 「日本人・外国人」に対して有意差があった ($p < 0.001$)。交互作用に有意差はなかった。被験者個人のラーメンであると感じた度合いの変化量とそうめんであると感じた度合いの変化量に対して相関係数を求めたところ, 弱い負の相関があった ($r = -0.38$) (図 5)。

Q5 の平均は 27.6 (±19.4) で被験者のほとんどが食べにくいと回答していることがわかった。しかし, 食べにくさと各度合いの変化量に対して相関係数を求めたところ相関はなかった。また, 日本人が 23.0 (±20.3), 外国人が 37.0 (±13.2) であった。Wilcoxon rank sum test で比較したところ有意差は確認できなかったが有意傾向があった ($p < 0.1$)。

Q6 の回答を間隔尺度とみなし平均を算出すると, スープの味が 3.11 (±1.20), スープのとろみ度が 2.06 (±1.03), 麺の硬さが 2.56 (±1.12), 麺の形状が 2.72 (±1.37), 匂いが 2.78 (±1.40) であった。また, ラーメンの変化量との相関係数を求めたところ, スープのとろみに正の相関 ($r = 0.40$), 麺の硬さに弱い正の相関 ($r = 0.30$), 匂いに正の相関 ($r = 0.43$) があった。そうめんの変化量との相関係数を求めたところ, スープのとろみに弱い負の相関 ($r = -0.31$), 麺の硬さに弱い負の相関 ($r = -0.21$), 麺の形状に弱い正の相関 ($r = 0.40$), 匂いに負の相関 ($r = -0.57$) があった。Q7 でラーメンに感じると回答した割合は 83.3% であった。

5. 考察

食べ物の見かけの変化によって味覚が変化した被験者の割合は, 視覚と嗅覚を変化させた Narumi ら [5] の結果と同様の結果であった。また, Q3, 4 では図 3-5 より分かるように, ラーメンであると感じた度合いが増加し, そうめんであると感じた度合いが減少していることが分かる。加えて, Q7 の回答から, 食べ物の種類の感じ方がラーメンに変化したことが確認できた。以上より, 麺類を対象とした視覚変調が味覚に対して有効であることが示唆された。また, 視覚変調が同じ食べ物の味覚変調だけでなく, 食べ物の種類の感じ方を変化させることに対しても有効であることが示唆された。

加えて、日本人と外国人でラーメンであると感じた度合いに差が確認できた。傾向として日本人のスコアが高く、変化量も大きかった。加えて、そうめんであると感じた度合いに差が確認できた。傾向として外国人のスコアが高かったが、変化量は日本人の方が大きかった。これらより、提案する味覚インタフェースは、外国人よりも日本人に対して効果的であることが示唆された。外国人の変化量が低かった原因として、食経験の違いによって感じる味覚が異なっている可能性が考えられる。また、食べた経験が少ないそうめんを食べるという前提知識が味覚に影響を与えた事も考えられる。

Q5では被験者の殆どが食べにくいと回答している。また、日本人と外国人で有意傾向が確認された。原因として外国人が日本人に比べて箸の扱いに慣れていなかったことが考えられる。加えて、被験者の感想から、HMDの先端にステレオカメラを取り付けたことによって、被験者が知覚する自身の目の位置が0.1[m]ほど前方に移動してしまい、目の下にある口の位置がわからなくなってしまったことが原因として考えられ、今後の課題である。

Q6ではスープの味の平均が一番大きく、被験者個人のラーメンであると感じた度合いの変化量とそうめんであると感じた度合いの変化量に対して相関がなかった。つまり変化量に左右されずに多くの被験者が変化を感じていることがわかり、味覚インタフェースで変化しやすい項目ではないかと推察される。一方、ラーメンであると感じた度合いの変化量に対して麺の硬さが弱い正の相関、スープのとろみと匂いに正の相関があった。また、そうめんであると感じた度合いの変化量に対してスープのとろみと麺の硬さに弱い負の相関、匂いに負の相関があった。これは、図3-5で確認された傾向と同じである。そのため、感じた食べ物の種類がラーメンに変化した被験者が変化を感じやすい要素であると考えられる。また、そうめんであると感じた度合いの変化量に対して、スープのとろみと麺の硬さに弱い負の相関、匂いに負の相関があった。

一方、そうめんであると感じた度合いの変化量に対して麺の形状に弱い正の相関があった。正の相関があるということは、Normal条件時よりも3D-model条件時のほうがそうめんだと感じた時、もしくはあまり変化しなかった時に麺の形状の変化を感じやすい傾向があると考えられる。また、味覚の変化を感じず、Q6でも何も変化しなかったと回答した被験者が、そうめんを食べていると食べ物の種類がそうめんであったが、ラーメンを食べていると、食べ物の種類がラーメンだと思うと回答していた。これは、「何味」という知覚と「何を食べているか」という認知が異なっていることから、味覚が変化しなくても、感じる食べ物の種類を変化できることを示唆していると考えられる。

6. 結論

本研究では、麺類を対象とした視覚変調による味覚操作インタフェースの有効性評価を行った。その結果、味覚操作インタフェースは有効であり、麺類において食物を食べた時

に感じる食べ物の種類を変化できることが示唆された。また、日本人と外国人の食経験の違いによって、味覚操作インタフェースから受ける影響が異なる可能性が示唆された。加えて、感じた食べ物の種類がラーメンに変化したときにスープのとろみ、麺の硬さ、匂いの変化を感じる傾向があることがわかった。今後は食べやすさ向上のため、ステレオカメラの配置を考慮して味覚インタフェースの改良をしていく。

参考文献

- [1] 林典子, 今井孝成, 海老澤元宏: 小児の食物アレルギー患者のQOL, アレルギー 61 (3・4), p. 446, 2012.
- [2] 奥村友香, 高岸和子: 食物アレルギー患児の食QOL向上への取り組み, 武庫川女子大学紀要, 自然科学編 60, pp. 17-28, 2013.
- [3] 豊田恵美子, 山崎安信, 岡浩一郎: クローン病患者における口腔関連 Quality of Life と口腔保健行動, 口腔衛生学会雑誌, 62 (3), pp. 322-328, 2012.
- [4] T.Narumi, M.Sato, T.Tanikawa, and M.Hirose: Evaluating Cross-sensory Perception of Superimposing Virtual Color Onto Real Drink: Toward Realization of Pseudo-gustatory Displays, Proceedings of the 1st Augmented Human International Conference, pp. 18:1-6, 2010.
- [5] T.Narumi, S.Nishizaka, T.Kajinami, T.Tanikawa, and M.Hirose: Augmented Reality Flavors: Gustatory Display Based on Edible Marker and Cross-modal Interaction, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 93-102, 2011.
- [6] N.Ranasinghe, T.N.T.Nguyen, Y.Liangkun, and L.-Y.Lin, D.Tolley, and E.Y.-L.Do: Vocktail: A Virtual Cocktail for Pairing Digital Taste, Smell, and Color Sensations Proceedings of the 2017 ACM on Multimedia Conference, pp. 1139-1147, 2017.
- [7] Project Nourished A Gastronomical Virtual Reality Experience: <http://www.projectnourished.com/>, (last accessed on 2018/07/27).
- [8] 中野萌士: 拡張現実感による味覚変化の持続を目指したARamenの開発～ただ、ラーメンが食べたかったPart2～, 第6回サイエンス・インカレ研究発表会要約集, p. 37, 2017.
- [9] まんぞく君 WEBSHOP: <https://www.manzokukun.com/>, (last accessed on 2018/07/27).
- [10] 消費者庁: 乾めん類品質表示基準, http://www.caa.go.jp/olicies/policy/food_labeling/quality/quality_labelling_standard/pdf/kijun_25.11_0930.pdf, (last accessed on 2018/07/27).
- [11] 日清食品グループ: <https://www.nissin.com/jpp.roducts/items/8367>, (last accessed on 2018/07/27).