

EMO味：心を味わうインタフェース開発

佐藤 社大^{1,a)} 上岡 玲子^{2,b)}

概要：本研究では、感情を味覚として提示することに着目し、感情を味で伝える味覚コミュニケーションインタフェース「EMO味」の製作を目的とする。視覚や触覚を用いた感情の伝達システムは研究・開発されている。しかし、味覚に関しては味覚の提示のためのシステム開発は行われているものの、感情を味覚で提示するためのシステムや、味覚によるコミュニケーションツールの開発は少ない。本論では、表情による感情推定結果から感情にあった粉末調味料を出力し、ユーザーがそれを味わうことで感情の味覚化を実現する EMO 味のプロトタイプを製作し、設計指針および味による感情共有の有効性を評価するためにパイロット実験を行なった。また、パイロット実験から得られた結果をもとに、調味料を出力するための味覚提示装置の改良を行なった。

1. はじめに

現在、人間の心拍や体温といった生体情報や表情といったものから感情を推定する技術が存在し、それらの技術を用いて人間の感情を様々な形で可視化する研究や開発が行われている。櫻井らの研究では [1]、感情の追体験を目的とし、感情の記録とその視覚化が行われている。櫻井らの研究において、感情推定は対象者の音声を音声の強さ、高さ、強さの時間差分、高さの時間差分の4つの指標で行い、感情をポジティブとネガティブに2極化し、その起伏をグラフと実際の周囲の状況の画像を組み合わせることで可視化するというものだ。また、池田らの研究では [2]、心拍と脳波を Russell の円環モデル [3] 上にプロットし、自身の感情の自己評価と、生体情報による評価の差分を用いることで、ユーザーが自身の感情に気づくための支援ツールを提案した。このように、感情の可視化は、自身の感情をより客観的に捉え、理解することや、他者に自身の感情を共有させることに利用することができる。とりわけ感情共有への利用は、コミュニケーションにおいて重要な他者の感情を認知することに対して有効である。しかし、感情を可視化する手法は多いが、視覚以外の感覚を用いた提示に関する研究事例は少ない。そのため、視覚以外の感覚による感情提示の効果については未解明の部分が多く、検討の余地があると言える。

そこで、本研究では感情の新たな表現方法として、味覚

に着目した。例えば、苦汁をなめるという慣用句が日本語にはある。これは辛い、苦しい経験をするという意味である。他にも辛酸を舐める、人の不幸は蜜の味など、自身の経験、感情を味と結びつけた言葉が存在する。このことから人は感情と味覚に対してなんらかの関係性を持つ傾向があるように考えられる。また、味覚刺激を与えた際の脳波を測定したところ、甘味、酸味、辛味、苦味ごとにある特定の感情に影響を与えているという報告がされている [4]。

このような関係性を利用し、感情を味で提示し感情共有を行うことで味覚をコミュニケーションに用いるだけでなく、感情を味で楽しむことができると考えた。本研究では、感情を味覚として提示することに着目し、感情を味で伝える味覚コミュニケーションインタフェース「EMO味」の製作を目的とする。

本論文では、表情解析から感情を喜怒哀楽の4つに分類し、それぞれの感情に対して単一の調味料を提示する EMO 味のプロトタイプを製作する。EMO 味の設計指針の評価と感情共有の有効性を評価するため、友人らとカードゲームで遊んでいる時に感情を味で共有するという設定で実験環境を作り評価した。

2. 関連研究

中山は笑顔を可聴化するシステムを開発し、弱視者に対しての表情認識支援の効果を検証した [5]。また西村らは、胸部にスピーカを装着させ振動刺激を与えることで、触覚を用いた擬似的な心拍提示を行い、人に対する好意の増幅を操作するシステムを提案した [6]。これらの研究では聴覚、触覚を通じて笑顔や好意といった単一感情の提示を行

¹ 九州大学大学院芸術工学府

² 九州大学大学院芸術工学府

^{a)} sato.chihiro.247@s.kyushu-u.ac.jp

^{b)} r-ueoka@s.kyushu-u.ac.jp

なっているが、本研究では複数の感情を味覚化することを目的としている。また、感情の推定方法としてユーザーに装置の装着などの身体的負担を必要としない非接触の手法を用いる。中村らは電気味覚を活用しての身体接触などを用いた飲食コミュニケーションへの利用を提案している [7]。本研究では味覚提示としては市販されている調味料を出力することでより日常生活での飲食行動に則した味覚コミュニケーションを提案する。

3. EMO 味プロトタイプ製作

3.1 システム設計

EMO 味は日常生活で生じる感情を推定し、その結果を普段の飲食行動に則した味覚提示を用いての感情の味覚化、および味覚によるコミュニケーションを想定している。そこで、感情推定の手法としては比較的手軽かつ非接触で測定できるものが適していると考えた。また、味の提示においては、料理の味付けに用いられる調味料に着目し、感情に合わせて複数の調味料を感情に合わせて比率を変え割合として出力し、それを料理に使用することで感情を味わうという体験を提案した。

本論で製作する EMO 味のプロトタイプにおいては、感情推定はカメラを用いた表情解析による感情推定を用い、味覚提示では各調味料を定量で出力し、その出力回数で調味料の量を調整できる機構を持つデバイスを試作する。感情と味覚の対応については、杉本らの研究 [4] をもとに、今回は感情を喜 (笑い)、怒 (ストレス)、哀 (気落ち感)、楽 (リラックス) の 4 つに分類することとし、味覚刺激として酸味、辛味、苦味、甘味を用いた。本論では複合的な感情と味の対応は考えず、一つの感情につき一つの味を提示するものとする。感情と味の対応関係図 1 はのように定めた。

3.2 システム構成

EMO 味は感情推定部、調味料提示装置、出力制御部の 3 つで構成される。システムのフローチャートを図 2 に示す。感情推定部では、web カメラで対象者の表情の画像を取得し microsoft が提供する Face API を用いて表情解析による感情推定を行う。調味料提示装置はインペラーを回転

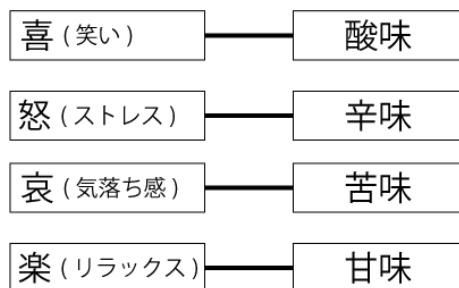


図 1 感情と味の対応関係

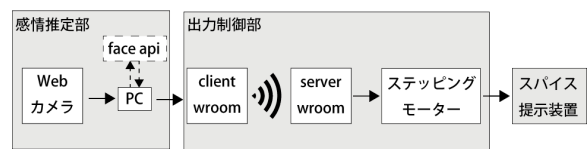


図 2 システムフロー

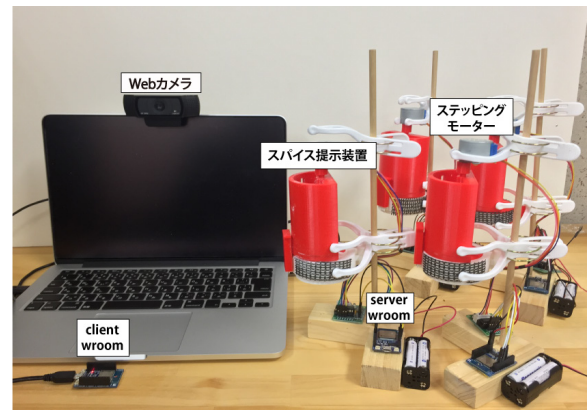


図 3 EMO 味プロトタイプ

させることで一定量の調味料を出力し、ユーザーへ感情に対応した調味料を提示する。出力制御部では、インペラーを回転させるためのステッピングモーター (28BYJ-48) を、Wi-Fi モジュールである esp-wroom-02 を搭載した開発ボード ESPr Developer (以下 wroom) を用いて制御し、調味料の出力を調整する。製作した EMO 味を図 3 に示す

3.3 調味料提示装置

定量の調味料を出力するためにすりぎりを利用したマス式計量方式を用いた。マス式計量方式とは調味料を出力する際に余分な調味料をすりぎることで、一定体積で調味料を出力するものである。プロトタイプではインペラーを回転させることで、すりぎりを行う機構を用いた。構造を図 4 に示す。4 枚羽根のインペラーの側面をスペーサーで囲み、その上下を調味料の供給口と出力口をもつ仕切り板で覆うことで図 5 のように羽根で仕切りられた空間を作る。この空間に調味料が供給され、インペラーの回転をステッピングモーターで制御することで、インペラーと上部の仕切り板ですりぎりが行われ、一定量の調味料がインペラーにより押し出され出力される。

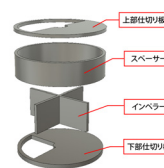


図 4 出力機構の構造



図 5 すりぎりの機構

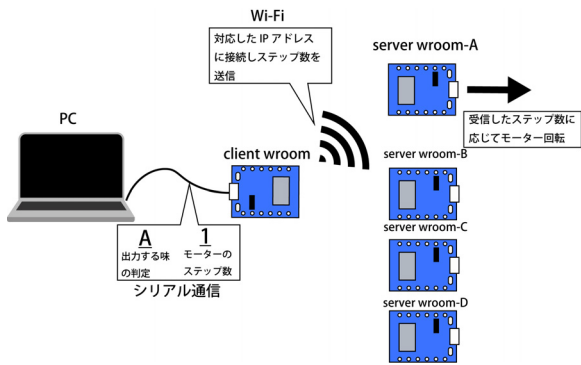


図 6 出力制御の概略図

3.4 出力制御部

今回試作した EMO 味で調味料出力装置一つに対して出力できる調味料は一種類である。したがって、調味料出力装置は 4 つとなる。複数のモーターを一つのマイコンで制御してしまうと装置の機構部が大きく、使用する際に不都合が生じる可能性が高い。したがって、ワイヤレスでモーターを制御し、出力装置一つ一つを独立させることで、利便性の良さを向上させた。ワイヤレスでのモーター制御は、Wi-Fi モジュールである esp-wroom-02 を搭載した ESPr Developer(以下 wroom) を用いて行なった。wroom は、PC からシリアル通信で受信した情報を送信するための client wroom と、client wroom からのデータを受信し、ステッピングモーターを動かす server wroom の 2 種類を用意した。出力制御の概略図を図 6 に示す。

PC から送信されるデータは 2 バイトで構成され、先頭の 1 バイト目が出力する味の種類、2 バイト目がモーターのステップ数を示している。PC から出力情報を受信した client wroom は、先頭の文字からどの味に対応した server wroom に接続しデータを送信するかを判定する。接続先が決まったら、server wroom に割り当てられた IP アドレスにアクセスし、モーターのステップ数を送信する。server wroom は 1 ステップで 90° 回転し、受信したステップ数に応じてステッピングモーターを回転させることで調味料の出力制御を行った。

3.5 感情推定部

感情推定手法として、FaceAPI を用いた表情による感情認識を行う [8]。FaceAPI の感情分類数は、anger, contempt, disgust, fear, happiness, neutral, sadness, surprise の合計 8 つであり、表情から得られる各感情の信頼度を 0.000~1.000 の数字で表し、全ての感情の信頼度の合計値が 1 になるように出力される。本研究では、表情は故意による表情でなく、自然と表出する表情による感情推定を想定している。しかし、感情ごとに表情への表出度合いはことなるため、感情によって出力される信頼度にばらつきがあることが予想される。そこで、自然な表情から感情を喜怒哀楽

表 1 喜怒哀楽のパラメータ設定

喜	happiness
怒	anger+disgust+surprise
哀	contempt+sadness
楽	neutral

の 4 つに分類して感情推定を行うために、特定の表情表出を促す課題を喜怒哀楽それぞれ設定し、課題中の表情を撮影した。撮影した表情を Face API で解析を行い、その結果をもとに各パラメータに対する重みづけや閾値を設定し、喜怒哀楽のパラメータは表 1 のように設定した。

4. プロトタイプ評価のためのパイロット実験

4.1 実験目的

製作した EMO 味プロトタイプを用いて、EMO 味の設計指針と感情共有の有効性を評価するために、友人らと遊んでいる状況で感情を味で共有するという設定で実験環境を作り、被験者 8 名 (男性 8 名, 平均年齢 22.1) に対して実験を行った。

4.2 実験方法

EMO 味の機能を考慮するとコミュニケーションをとる、他者の考えや心情を読みとる、様々な表情が表出するという 3 つの条件が必要だと考えた。そこで本実験ではワンナイト人狼というコミュニケーションゲームを用いた。ワンナイト人狼は村人側と人狼側という 2 チームに別れ、プレイヤーの中にいる人狼を、全員で相談・討論しながら村人に紛れた人狼を見つけ出すゲームである。実験環境を図 7 に示す。実験では 4 人 1 組でテーブルに着席してもらい、ゲームをプレイしてもらった。プレイ中は 4 人のうち 1 人の被験者 (以降「対象者」とする) に対して、Web カメラ (ロジクール, c920r) を使用し、実験者の任意のタイミングで表情を撮影し、感情推定の結果からスパイスを提示した。事前の説明において、EMO 味における感情と味の対応関係については説明せず、対象者の感情にあった調味料を提示するもののみを説明した。ルールを説明後、テストプレイとして 2 回プレイし、そのあと本プ



図 7 実験環境

レイとして8回プレイを行った。また、対象者は2プレイごとに交代し、プレイ中に対象者の表情を解析し調味料提示を行い、提示されたスパイスを4人全員で味わった直後にアンケートに回答してもらった。また、全てのプレイが終了後、実験後のアンケートに回答してもらった。調味料の提示は1プレイ中1回、1種類の調味料のみとし、閾値を超えた感情が複数ある場合は、場の状況や得た数値から最も適切と思われる感情を実験者が選択した。

味の提示タイミングに関して、味覚と情報の関係に着目した。味覚以外の情報が味に対する美味しさに影響すると言われている[9]。また、苦味を提示する際に、事前に提示する味について、苦いという情報与えた被験者と、苦くないという情報を与えた被験者に苦味を提示すると、後者の方が苦味に対する嫌悪感が低下したという報告がある[10]。このことから、味覚刺激を受ける以前に提示された情報により、味の印象が変化することがあると言える。したがって、味にゲーム内でのコミュニケーションで得た情報を付加させ、感情共有に対する効果を高めるために、より多くの情報があるゲームの後半で調味料の提示を行った。

各味覚に対して出力する調味料は事前にプロトタイプの機構で安定して出力可能であるか検証を行なった。その結果、今回用いた調味料は酸味、辛味、苦味、甘味、に対して順に粉末状の乾燥梅、一味唐辛子、インスタントコーヒー、シュガーパウダーである。

4.3 評価方法

味が相手の状態を理解することにどのように影響するかを検証するため、実験中と実験後にアンケートを行った。実験中のアンケートは感情推定の対象者と、それ以外の3名で設問内容が異なる。対象者以外の被験者には、対象者がゲームにおいて人狼側か村人側のどちらに属するかを、調味料を味わった上で選択し、その理由を自由記述で回答してもらった。対象者に関しては味に自分の状態がどれほど味に反映されていると感じたかを7段階尺度で回答してもらった。二つのアンケートの共通項目として味わった調味料の味を選択形式で回答する項目を用意した。また、実験後のアンケートは、プレイ中の思考に対して調味料が影響したかを7段階尺度で回答してもらい、最後に自由記述欄を設けた。

4.4 実験結果

4.4.1 アンケート結果

実験で提示した各味の回数は2つのグループを通して、酸味5回、辛味6回、苦味1回、甘味4回だった。苦味は提示回数が1回のため、アンケートの結果に関して今回は考慮しないものとする。対象者が人狼側か村人側か回答するアンケートにおける理由の自由記述欄において、各味の印象について書かれたものを抜粋し図8に示す。甘味に関

酸味	苦しい, 哀しい, 不快, 焦っている
辛味	嘘を言っている, 興奮している, 焦っている 動揺している, 攻撃的, 楽しんでいる
甘味	穏やか, 優しい, 落ち着いている

図8 味に対しての印象

しての印象はリラックス状態のような快感情の印象、酸味に関しては「苦しい」、「哀しい」などの不快感情印象が共通して見られる。この結果から、味による印象を利用した感情共有に関して少なくとも快不快の2値分類であれば認知可能ではないかと考える。しかし、「味からではわからない」や「話し合いでの情報が少ないためわからない」という回答も見られ、味覚提示のタイミングや提示する場の状況で、味による感情共有の効果は左右されると考えられる。

表情解析の対象者に対する「自分の状態が味に反映されていると感じますか」という設問項目について、味と対象者の状態の一致度は、対象者がゲーム内で有利不利がどちらの状態であるのかが影響すると思われる。そこで、味の印象についてある程度共通の回答が得られた酸味と甘味に着目して、ゲームの流れやアンケートの自由記述から、対象者の状態反映に関するアンケートを、対象者が有利な状況か不利な状況かに分けた。アンケート結果を図9に示す。有利状態で甘味を提示した場合は「やや感じた」「非常に感じた」という回答のみであり、甘味の「穏やか」や「落ち着いている」などの快感情の印象と一致している。そのため、不利な状況では提示では回答結果が「あまり感じなかった」となったと推測できる。このことから、今回の甘味と「楽」の感情の対応はある程度一致していると考えられる。酸味回答では、対象が不利な状況では「少し感じた」、「非常に感じた」と回答しており、一方で有利な状況では「どちらでもない」、「あまり感じなかった」という回答で見られたことから、状況によって二分していることがわかる。不利な状況において対象者はマイナスな感情を抱いていると考えられるため、この回答結果は酸味のマイナスな印象と一致していると言える。しかし、本論で酸味に対応づけた表情解析の結果による「喜」の感情とは一致していない。これは不利な状況に対して「楽」と推定し甘味を提示したことに関しても同様のことが言え、表情解析

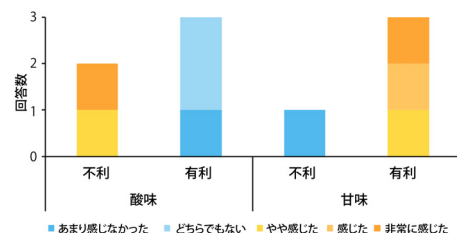


図9 対象者の有利不利による状態反映のアンケート結果

による感情推定と実際に抱いている感情が異なっていると考えられる。

4.4.2 EMO 味の動作

実験において調味料の出力できなかった回数は2回あり、そのうちタンク詰まりが一回、インペラーが回転しなかったことが一回であった。タンク詰まりに関しては、調味料が湿気を吸うなどして固まってしまうことが原因であり、プロトタイプの機構で完全に防ぐことは難しい。インペラーの回転不良に関しては、インペラーの傾きや調味料がインペラーとスパーサーの間に詰まることで回転が止まってしまったことが考えられる。また、表情解析に関しては、話し合いにおいて対象が横を向くなどにより、表情が認識できないことがあり、何度も表情を撮り直すことがあった。また、表情解析開始から調味料の提示まで時間がかかり、調味料提示時の感情と表情解析時の感情が異なることで、正確な主観評価結果が得られなかった可能性もある。

5. EMO 味の味覚提示装置の改良

5.1 プロトタイプにおける味覚提示装置の問題点

プロトタイプではマス式計量システムで調味料の提示を行なったが、この機構に関して、2つの問題点が見られた。一つは出力可能な調味料の制限である。プロトタイプの機構では出力する調味料を事前に出力が可能か出力テストを行い選定している。この条件としては粒の大きさや調味料の固まりやすさがあり、安定して出力可能な調味料は限られる。これは味による感情表現の幅を狭めてしまうことに繋がる。もう一つは量の調節である。プロトタイプの機構では、細かな出力量の調整は不可能である。またインペラーの回転が途中で止まってしまうことで、出力量がまばらになり、安定して定量出力できないこともあった。これは今後感情を味の濃さや、複数の味を調合するで表現する際に支障を来すと考えられる。

5.2 改良版味覚提示装置

問題点を踏まえて装置の改良を行なった。味覚提示装置の外観を図10に示す。プロトタイプでは味ごとに装置が独立していたが改良版では一つの装置に集約している。図11は調味料の提示部である。改良版装置では調味料の提示を振動方式に変更している。振動方式では傾斜のあるレーン上に調味料をセットし、レーンを振動モータで振動させることで、調味料が下っていき出力される。また、出力された調味料の量は受け皿の下に設置しているロードセルによって重量が計測される。したがって、重量計測によって振動のオンオフを制御することで出力量を自由に調整可能となる。また、複数の調味料出力も重量計測を利用することで細かな調節が可能となる。



図10 改良後の味覚提示装置の外観

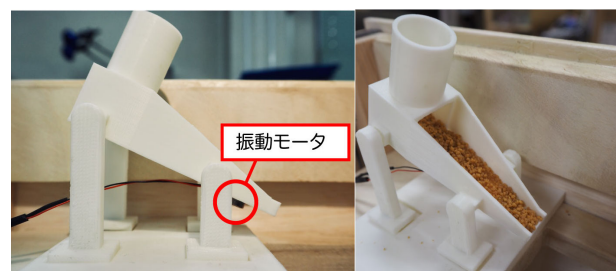


図11 調味料の提示部の構造

6. おわりに

6.1 まとめ

本論では表情による感情推定結果から感情に適した調味料を出力する「EMO 味」のプロトタイプを製作し、パイロット実験から設計指針および味による感情共有の有効性を検証した。実験結果より甘味よる快感情と酸味よる不快感情伝達の可能性示すことができた。しかし、感情と味覚の対応関係に対して味から受ける印象が一致していないことや、ある瞬間の表情による感情推定では表情認識の安定性や感情推定の精度に問題が見られた。

6.2 今後の展望

感情と味覚のマッピングに関して味から受ける印象が多様であるため、感情分類数を細分化し、その感情ごとに味覚を対応づけを厳密に行うことは難しい。したがって、今後は感情の分類を快不快の2種類に大きくわけ、それぞれ甘味と苦味を対応させて味覚提示を行っていく。また、味覚刺激においては知覚する味の強度を変化させることで味から受ける印象を変化させることができる[11]。よって味の強度を変化させるために、粉末飲料の出力を検討している。調味料で味を調整する場合は使用する料理自体の味や量を考慮する必要がある。一方粉末飲料であれば投入する水の量を固定すると、粉末の出力量を調整することで味の濃さを変化させることが可能である。

感情推定に関してプロトタイプでは web カメラを用いて一人の表情から感情推定を行なった。今後は一個人の感情だけでなく、複数人の感情を推定し、グループ全体の感情を味で伝えることを検討する。多人数コミュニケーションの場において、一般的なカメラ一つでは複数に表情を認識するために対象者が横並びである必要がある。この制限を解消するために複数台のカメラの使用や全天周カメラを用いた表情認識を検討していく。

今後は上記のような機能の搭載、拡張を行なっていくとともに、コミュニケーションツールとしての味覚インタフェースの有効性を遠隔地でのコミュニケーションや今回のパイロット実験環境のような同じ空間を共有している状態でのコミュニケーションに焦点をあてて検証していく。

参考文献

- [1] 櫻井翔, 鳴海拓志, 佐々木正人: 音声解析に基づいた感情を可視化する手法, 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), 2008-HCI-130(9), pp. 29-32, 2008.
- [2] 池田悠平ほか: 生体情報を用いた感情の可視化による気づきの支援, インタラクション 2017 論文集, pp.634-637, 2017.
- [3] James A. Russell: A Circumplex Model of Affect, Journal of Personality and Social Psychology, vol. 39(6), pp.1161-1178, 1980.
- [4] 杉本久美子, 土橋なつみ, 泰羅雅登, 白井信男: 味覚刺激と自律神経・脳活動の関連, 日本味と匂学会誌, Vol.20 (2) pp.151-160, 2013.
- [5] 中山雄貴: 笑顔可聴化システムを用いた弱視者による他者の表情認識支援, 筑波大学, 修士論文, 2017.
- [6] N. Nishimura, A. Ishi, M. Sato, S. Fukushima, H. Kajimoto: Facilitation of Affection by Tactile Feedback of False, Proc, CHI 2012, pp. 2321-2326, ACM(2012)
- [7] 中村裕美, 宮下芳明: 電気味覚を利用した飲食コミュニケーションの可能性, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol.2011-HCI-142, Issue.11, pp.1-7, 2011.
- [8] Microsoft Azure :Face API
[https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/cognitive-services/face/\(2019.12.18\)](https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/cognitive-services/face/(2019.12.18)).
- [9] 伏木亨: 味覚と嗜好のサイエンス, 丸善出版, 2008.
- [10] Jack B Nitschke, Gregory E Dixon, Issidoros Sarinopoulos, Sarah J Short, Jonathan D Cohen, Edward E Smith, Stephen M Kosslyn, Robert M Rose, Richard J Davidson: Altering expectancy dampens neural response to aversive taste in primary taste cortex, Nat Neurosci, 9(3), pp.435-442, 2006.
- [11] Tom Gayler, Corina Sas, Vaiva Kalnikaite: Taste Your Emotions: An Exploration of the Relationship between Taste and Emotional Experience for HCI, Proceedings of the 2019 on Designing Interactive Systems Conference, pp.1279-1291, 2019.