



ポンプ混合式調味家電 TTTV3 (Transform The Taste and reproduce Varieties) の設計と実装

Design and implementation of pump-mixing seasoning appliance TTTV3
(Transform The Taste and reproduce Varieties)

村上崇斗¹⁾, 宮下芳明¹⁾

Shuto MURAKAMI, and Homei MIYASHITA

1) 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科 (〒164-8525 東京都中野区中野 4-21-1)

概要: 本稿で設計・実装したポンプ混合式調味家電 TTTV3 は様々な味の溶液を加えて飲食物 (梅干し, チョコレート, ワインなど) の産地による違いも表現することを目指したシステムである. 従来の噴霧混合式ではなく, ポンプを使用し 20 種類の溶液を 0.02ml 単位で混合できる. 中和剤や味覚修飾物質の使用やマスキング効果によって「味の減算」を実現したほか, 一味に対して複数の溶液を用いて風味を近づけるなど精細な調整が行えるようになった.

キーワード: 味覚, 味覚メディア, 味覚ディスプレイ, 調味家電, TTTV

1. はじめに

これまでに宮下は, 複数の味溶液を噴霧混合し, 画面を直接舐めることで味を体験することができる TTTV (Taste The TV)[1][2]を開発し, 味ディスプレイの可能性を開拓してきた. また, 噴霧対象を飲食物にし, 味を再現・変化させる調味家電として TTTV2 (Transform The Taste and Visual appearance)の発表も行っている[3]. 社会実装に向け, これらの技術をオープンソースとした Open-TTTV も発表しており, 単純化・小型化・軽量化・低価格化を実現している[4]. これらの味ディスプレイや調味家電では, エアブラシを使用して味溶液を混合する手法やガーデニング用噴霧器, スプレーボトルなどを使用しての溶液噴霧・混合を行っている. これらの手法では, 味再現ができて溶液のタンク数や溶液の最小噴霧量などから, 原料の品種や産地による細かな味の違いを表現することは困難であった.

そこで本稿では, 噴霧機構の再考を行い, チューブポンプを使用することでより細かい出力の制御を可能にする TTTV3 を設計・実装した(図 1). チューブポンプを使用することで溶液を 0.02ml 単位で混合できるようになったほか, 搭載できる溶液の数を従来の 10 種類から 2 倍の 20 種にしたことでより細かい味の表現を実現した. これにより, 飲食物の味を再現・変化させるだけでなく, 飲食物 (梅干しやチョコレート, ワインなど) の品種や産地の違いによる味の違いも表現することが可能になった.



図 1: 提案する調味家電 TTTV3

2. 関連研究

Maynes-Aminzade は数種類の化学物質を混ぜ合わせた溶液を画面に滴下し, 画面をなめることで味を体験する TasteScreen を提案している[5]. また, 鳴海らによって視覚刺激や嗅覚刺激, 味覚刺激のクロスモーダル効果によって風味を変化させる味覚ディスプレイの開発が行われている[6]. プレーンクッキーにチョコレートやイチゴ味のクッキーのテクスチャと匂いを提示することで, 化学物質を使わずに食べる人が受け取る味の認識を変化させている. 佐藤らは味覚提示システムを応用した味覚で感情を提示するシステムを開発しており, コミュニケーションツールとしての活用に取り組んでいる[7].

宮下は電気味覚技術におけるイオン泳動を応用した味ディスプレイを開発している[8]。基本五味それぞれ独立したゲルの味を、電気によって減衰させることで味の提示を行っている。味の調整を自由に行えるような機能を実装し、酸味が苦手な人は酸味を抑えて出力するという味のパーソナライズをできるような機能を実装している[9]。

宮下は減算方式による味提示だけでなく、加算方式で基本五味を混合する味ディスプレイの開発も行った[1][2]。イオン泳動式では使用できなかった非電解質も用いることができるようになったことでカプサイシンで辛味の再現を行ったり、アルコールやフレーバーも加えられるようになるなど表現の幅が広がっている。TTTVを用い、視聴覚でなく味覚情報を頼りに防御するゲームや[10]、3人で協力して味を増減させることによる味当てゲーム[11]の製作を行っており、味覚ゲームの可能性やエンタテインメントとしての活用が検討されている。TTTVは画面に溶液を噴霧し、画面をなめることで表示されている食品の味を体験するものだったが、噴霧対象を飲食物にしたTTTV2へ発展させた[12]。牛乳をカニクリームコロッケと同じ味・見た目にして安全に味わえるようにしたり[13]、エリンギを毒キノコと同じ味・見た目にして安全に体験するという事例を発表している[14]。

TTTV, TTTV2のような調味機構が調理家電に組み込まれれば、自宅で一流レストランの味を再現したり、アレルギーを気にしない食体験が可能になるが、問題となるのがコストである。開発費がそれぞれ300万円、60万円程度かかっており普及させるにはハードルが高いという課題があった。そこで、宮下らは社会実装を進めるべく装置の改良を行い、単純化・小型化・軽量化を実現し、1.5万円程度で制作可能なOpen-TTTVを発表している[4]。

3. 調味家電 TTTV3

本稿では、味だけでなく品種や産地による細かな味の違いも表現可能なポンプ混合式調味家電 TTTV3 を提案する。

3.1 ハードウェア

TTTV3は横幅21cm、高さ30cm、奥行き21cmである。システム上部にはタッチパネルを搭載しており、タッチ操作によって味の選択や調整を行い、システム下部から味溶液が射出される機構になっている(図2上)。

TTTV, TTTV2, Open-TTTVでは噴霧機構としてエアブラシやガーデニング用噴霧器、スプレーボトルを使用して溶液の噴霧混合を行ってきた。これらの手法では、品種や産地の違いを表現できるほどの細かい味溶液の出力が困難であった。TTTVでは最小0.01ml程度での出力が可能であった。しかし、この最小の出力では、エアのみが出力されることがあったり、出力量が安定しなかった。TTTV2では食品に味を噴霧するために噴霧量を重視した設計となっており、細かい制御は困難であった。Open-TTTVもスプレーボトルのプッシュ回数という離散的な制御であったため、噴霧量の細かい制御が困難であった。

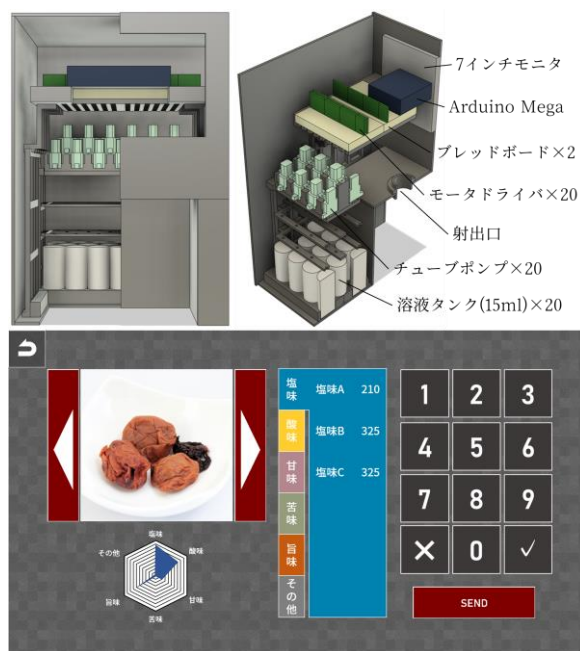


図 2: (上)TTTV3 の内部構造
(下)味の選択・調整が可能なソフトウェア

そこで、TTTV3では小型のチューブポンプ(RP-QIII A1.5S-3Z-DC3V)を採用し、0.02ml単位で味溶液の出力、混合を実現した。マイコンボード(Arduino Mega 2560 R3)を用いてモータドライバ(TB67H450)を制御することで各チューブポンプの溶液出力量を調整している。チューブポンプを採用したことで細かい出力を実現するとともに、エアブラシやスプレーボトルなどとは異なり、溶液を狭い範囲へかけることができるようになった。これにより、コップに入ったワインやチョコレートドリンクといった飲料へも溶液をかけることが容易になった。

従来手法では、10種程度の味溶液で味再現を行ってきたが、品種の違いや産地の違いを再現するためには基本五味それぞれ1種類の味溶液では再現が難しく、より多くのタンク数を必要とする。そこでTTTV3ではタンク数を20個(各15ml)に増やし、より細かな風味の違いを表現できるようにした。基本五味の味溶液をそれぞれ複数種を搭載することができるようになったとともに、辛味や渋味、フレーバーなども同時に複数種搭載することができたため、幅広い味再現が可能である。各溶液は1000段階での調整が可能となっており、20タンクで1那由他(10^{60})以上のパターンの味表現を実現する。

3.2 ソフトウェア

タッチ操作で味の選択や調整ができるソフトウェアをPythonで実装した(図2下)。商品を選択し、出力ボタンを押すことで、その味を再現した味溶液をシステム下部から射出する。味は用意された値だけでなく、ユーザが画面上のテンキー入力で任意の値に調整することが可能で、好みの味やオリジナルの味に調整することができる。味溶液のパラメータを可視化したレーダーチャートを表示しており、品種や産地による味の特徴を確認、比較できる。20種

表 1: 9 種類の梅干しの再現レシピ

	旨味	塩味	酸味
延楽杉田白漬	0.14g	1.29g	0.48g
滝川紀州木樽白干梅	0.18g	1.22g	0.34g
ちんりううす塩花梅	0.28g	0.52g	0.06g
ちんりう花梅	0.15g	1.10g	0.45g
ちんりううすしお梅干	0.27g	0.55g	0.04g
ちんりう三年漬梅干	0.14g	1.21g	0.54g
中田豊熟梅しそ風味	0.19g	0.65g	0.22g
佐々木富之助南高白	0.15g	1.15g	0.01g
うめよし南高申年梅	0.15g	1.17g	0.44g

の溶液のパラメータは 1000 段階で調整でき、未知の味を探索することも可能となっている。

3.3 使用例

TTTV3 を使用することで味だけでなく、品種や産地の違いを表現した梅干し、チョコレートドリンク、ワインなどの出力が可能である。TTTV2 では梅干し専門店で購入している 9 種類の梅干しの味を味センサーで測定し、それらの平均値の出力を行っている。しかし、TTTV3 では 9 種類の梅干しそれぞれの違いを表現して出力することも可能となった。表 1 に示す 9 種類の梅干しの出力を行い、テレビ番組の出演者にいくつかを試食していただいた[15]。出演者達からは「箱根の梅干し屋さんの梅干しの味」「めっちゃうまい」といった感想をいただき、味だけでなく品種の違いも表現できていることがうかがえる。

同様に TTTV3 を使用することで、安価なチョコレートドリンクの味を高級なチョコレートドリンクの味に変えたり[16]、白ワインを別の品種の白ワインの味にしたり、赤ワインの味に変える[17]といったことも可能である。TTTV3 は味の加算だけでなく、中和剤や味覚修飾物質を使用することによるマスキング効果などから味の減算もできるようになった。

4. 展望

TTTV3 では溶液をチューブポンプから射出する方法を採用したため、狙ったところへ溶液をかけることができるようになったが、広範囲への噴霧が難しくなっている。そのため、特定の範囲にかけたり広範囲へかけることを調整できるようなアタッチメントの開発を検討している。

味の再現にあたり、指定された重量の飲食物を用意し、それらに溶液をかけることで味再現を行っている。重量センサーを付け、飲食物の重量を計測することで飲食物に対する溶液の量を算出することが可能である。そのため、今後は重量センサーを取り付けて、任意の量の飲食物に対して溶液をかけられるシステムを実装する予定である。

5. おわりに

本稿では、TTTV, TTTV2, Open-TTTV を再考・再設計し、味だけでなく品種の再現も可能な調味家電として TTTV3 を試作した。TTTV3 は飲食物の味だけでなく、品種や産地による味の違いまでも表現することを実現した

画期的なシステムである。TTTV3 は、20 種の溶液を組み合わせることで様々な味を表現する「味の加算」だけでなく、中和剤や味覚修飾物質の使用やマスキング効果によって「味の減算」を実現した。今後は、応用範囲の拡大や、さらなる改良を行っていく。

参考文献

- [1] Homei Miyashita. 2021. TTTV (Taste the TV): Taste Presentation Display for “Licking the Screen” using a Rolling Transparent Sheet and a Mixture of Liquid Sprays. In Proceedings of the Adjunct Publication of the 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '21 Adjunct), Virtual Event, USA, pp. 37–40, 2021.
- [2] 宮下芳明. 液体噴霧混合式の味ディスプレイの試作, 第 29 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2021)論文集, pp. 121–127, 2021.
- [3] 宮下芳明. TTTV2 (Transform The Taste and Visual appearance): 飲食物の味と見た目を変える調味家電によるテレイト, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, Vol. 2022, pp. 143–150, 2022.
- [4] 宮下芳明, 村上崇斗, Open-TTTV: 調理家電に調味機構を付加するオープンソースハードウェア, 第 30 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2022)予稿集, pp. 1–3, 2022.
- [5] Maynes-Aminzade, D. Edible Bits: Seamless Interfaces between People, Data and Food, in the Ext. Abstracts CHI' 05, 2005.
- [6] 鳴海拓志, 谷川智洋, 梶波崇, 廣瀬通孝, メタクッキー: 感覚間相互作用を用いた味覚ディスプレイの検討(特集)香り・人・システム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 2010, 15 巻, 4 号, p. 579–588, 2010.
- [7] 佐藤社大, 上岡玲子. EMO 味: 心を味わうインタフェース開発, インタラクシオン 2020 論文集, pp. 321–326, 2020.
- [8] Homei Miyashita. Norimaki Synthesizer: Taste Display Using Ion Electrophoresis in Five Gels, Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts (CHI ' 20), Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 1–6, 2020.
- [9] Homei Miyashita. Taste Display that Reproduces Tastes Measured by a Taste Sensor, Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST' 20), pp. 1085–1093, 2020.

- [10] 三瓶智輝, 宮下芳明. 五味霧中: 味覚を頼りに防御するゲームのデザイン, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, Vol.2022, pp.195-198, 2022.
- [11] 小野達也, 宮下芳明. 味加減: 協力して味を増減させることによる味当てゲームの提案, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, Vol.2022, pp.222-225, 2022.
- [12] Homei Miyashita. 2022. TTTV2 (Transform the Taste and Visual Appearance): Tele-eat virtually with a seasoning home appliance that changes the taste and appearance of food or beverages. In 28th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '22). Association for Computing Machinery, USA, Article 78, pp.1-2, 2022.
- [13] Homei Miyashita. 2022. TTTV2 makes it possible for people with shellfish allergies to still enjoy the taste of crab virtually. In 28th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '22). Association for Computing Machinery, USA, Article 79, pp.1-2, 2022.
- [14] Homei Miyashita. 2022. Virtual eating experience of poisonous mushrooms using TTTV2. In 28th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '22). Association for Computing Machinery, USA, Article 81, pp.1-2, 2022.
- [15] TBS「理系応援バラエティ 実験ジャパン」, 2023年5月27日(土)14:30, 2023.
- [16] 彭雪儿, 深池美玖, 笠原暢仁, 村上崇斗, 湊祥輝, 吉本健義, 富張瑠斗, 宮下藏太, 川田健晴, 宮下芳明. 産地の異なるカカオの味の違いを定量化し純物質で再現する手法, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, Vol.2023, 2023.
- [17] 金珉志, 村上崇斗, 宮下芳明. TTTV3を用いたワインの味表現, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, Vol.2023, 2023.