

機関番号：13901

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2018

課題番号：17K20002

研究課題名（和文）感性ダイナミクスの創成

研究課題名（英文）Creative Research on Affective Dynamics

研究代表者

岡本 正吾（Okamoto, Shogo）

名古屋大学・工学研究科・准教授

研究者番号：10579064

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,600,000円

研究成果の概要（和文）：TDS法を導入し、食事中の知覚および感性の時間変化を計測した。得られた感性のダイナミックデータを理解・活用するための有効な2手法を開発・適用した。1つは、ベクトル自己回帰モデルとGranger causalityの組み合わせである。これらの手法を用いて、ダイナミックな感性データの因果関係モデリングを実現した。もう1つは、ヒトに代表される多自由度冗長系で稀に用いられる主動作分析である。これを感性データに適用した結果、複雑で自由度の高いデータを、時系列情報の性質を失わずに統計的に意味のある数個のパラメータで表現できた。この手法はよく知られたパラメトリックな統計手法とも相性が良く、実用性が高い。

研究成果の学術的意義や社会的意義

感性（感情，affect）は、主観的に報告されるものであり、これまでは実験の性質上、時間的に収束した状態が議論がされてきた。しかしながら、Temporal Dominance of Sensations法の誕生以来、状況は変わりつつある。刺激に暴露した直後の感性の動的な変化を観察する術が得られた。この方法は、食品業界では既に新たな標準となりつつあり、他の業界へも早晩に普及していく。このような状況で、いち早く感性のダイナミクスを理解し、活用するための数理を開発することが、本研究の社会的かつ学術的意義である。

研究成果の概要（英文）：This study recorded the temporal evolution of affective and sensory responses while eating foods by using Temporal Dominance of Sensations method. Two types of mathematical approaches were developed for comprehending and leveraging such dynamic responses. The first approach was a combination of vector auto-regression model and Granger causality. By using this combination, the causality modeling of dynamic affective and sensory data was achieved. The second approach was based on the principal motion analysis which is used for analyzing the motions of redundant and dynamic systems. This method could represent complicated dynamic data of affective responses by using a few parameters while allowing us to interpret them and conduct statistical analyses. The method is compatible with popular parametric test methods.

研究分野：感性情報学

キーワード：感性 ダイナミクス ベクトル自己回帰分析 グレンジャー因果性 主動作分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

木製の家具を触ってぬくもりを感じる、甘いものを食べて充足感を得るといった経験は、感覚器官を通して体験される物理的な刺激(粗さ、温度、甘味、香り)がわれわれの感性に影響を及ぼす例である。刺激に暴露することで生じる感覚情報は、ダイナミックな過程を経て感性の変化をもたらす。これまでに、刺激に晒された直後からの知覚や感性の時間応答を捉える試みがなされてきた(Taylor and Pangborn, 1990; Pineau et al., 2009; Jager et al. 2014)。これらの研究では、直感的なユーザインタフェースなどを用いた主観評価によって、知覚および感性の強度の時間変化が計測された。しかし、実験結果は定性的な議論や正準変量分析による解析が主で、時系列情報を十分に取り込んだ数理的な解析手法は確立されていない。本研究では、特に Temporal Dominance of Sensations (TDS) 法という、2009年に発表された、実用的に複数の知覚および感性応答の時系列変化を記録する初めての方法によって得られるデータの数理を構築する。

これまでに、官能評価で用いられる感覚および感性に関する評価語対の意味的な因果関係を特定する方法が開発されている(例えば、Nagano et al., 2018; Okamoto et al., 2019)。その因果関係を表す階層構造では、「粗い/なめらか」、「温かい/冷たい」といった材質の物理的な特性を示す言葉が最下層に位置し、その上に「快/不快」、「単純/複雑」といった感性を表す形容詞対が位置することが多い。さらに最上位には、「好き/嫌い」、「良い/悪い」といった嗜好を表す形容詞対が並び、それらの階層構造には下層から上層に向けて、評価語間に因果関係が成立する。これらの研究では、評価者は刺激を体験して時間が経過した後に官能評価をしており、刺激に暴露した直後からの経時的な感性の変化は研究の対象とされていない。動的に変化する感性情報に対する因果関係モデリングの手法が必要である。

さらに、TDS法で記録されるデータの解析では、定性的な議論や正準変量分析が用いられることが多い。TDS法は比較的新しい手法で、測定されたデータが持つ性質は明らかにされており、統一的な解析法が確立されていない。その時系列情報の性質を用いた解析法が待たれている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、感性の経時変化を分析する数理手法を確立することである。感性の時間変化の予測が可能になれば、刺激を体験した直後の消費者に訴えかける製品の設計などに役立つ。本研究では、食品の味と感性の変化を対象とする。ここでの味は、食品の香りやテクスチャといった嗅覚や触覚の情報を含む感覚で、通常の意味での“味覚”よりも広い。

まず、味覚と感性の経時変化を計測するために Temporal Dominance of Sensations (TDS) 法による実験を行った。続いて、実験で得られた多変量時系列のデータを Vector Auto-Regression (VAR) モデルによってモデル化し、感性の変化を予測した。さらに、Granger 因果性分析によって味覚と感性の因果関係構造を示した。

次に、多変量・冗長系の時系列システムの分析に用いられる一般主動作分析を用いて TDS 法で得られるデータを解析した。データの性質を考え、データ行列を非負値展開する方法によって、解釈性と統計的議論に優れた手法を構築した。

3. 研究の方法

TDS法では、評価者はある瞬間に最も支配的(dominant)に感じられる感覚を、複数の選択肢の中から選んで回答する。「支配的な」感覚とは、「その瞬間に注意を惹かれた」感覚と定義され、必ずしも最も強く感じている感覚ではない。TDS法では、図1に示すようなユーザインタフェースが用いられる。評価者はサンプルを口に含んですぐに START ボタンをクリックした後、順次、形容詞が記載された ボタンをクリックする。一度選択したボタンでも繰り返し選択できる。口内の感覚がなくなった時点で STOP をクリックする。TDS法の1回の試行で得られるデータの例を図2に示す。「すっぱい」という評価語に着目すると、「すっぱい」が選択されてから次に他の感覚が選択されるまで(もしくは STOP ボタンが押されるまで)の時間は「すっぱい」が支配的な感覚である。図2に示すように、全試行(評価者×繰り返し)を通して「すっぱい」が選択された回数を各時点においてカウントし、全試行回数に対する割合(dominance rate)をプロットする。dominance rateの頂点をスムージングしたものはTDSカーブと呼ばれる。

食品としてイチゴおよび梅干しを用いて TDS 法による実験を行った。食品を食べ始めた瞬間からの味覚と感性の変化の情報を取得した。

4. 研究成果

4.1 感性の動的因果関係モデリング

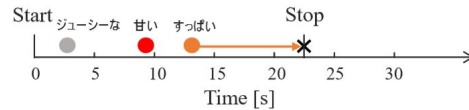
時系列データの因果関係分析に用いられる Granger 因果性分析によって、VAR モデルに用いた9つの評価語間の因果関係を調査した。図3に、語間の Granger 因果性を矢印で示す。矢印の向きは因果関係の向きを表し、両矢印は双方向に因果性が認められたことを示す。赤色の矢印は肯定的、青色は否定的な因果関係を表し、矢印の太さは有意水準を示す。有意水準 0.1 で 18 の因果関係が認められた。全体的に、下層には知覚的な評価語が、上層には感性的/評価的な語が位置する傾向があった。最上位には嗜好性を表す「好き」が位置した。これらの結果は、



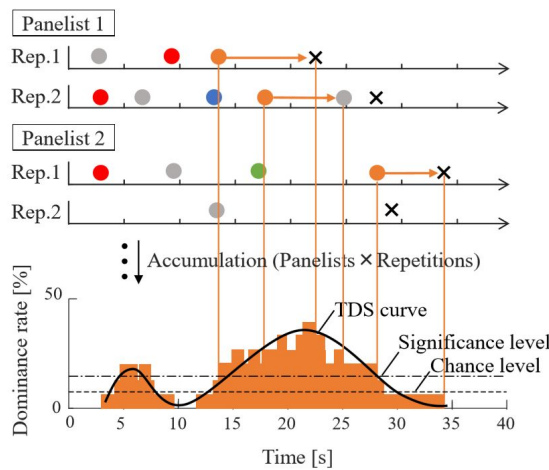
(a) Sensory adjectives.

(b) Affective/Evaluative adjectives.

図 1 TDS 法で用いた GUI の例



(a) Obtained data from one trial of TDS method.



(b) Drawing of a TDS curve.

図 2 TDS カーブの計算法

イチゴの賞味を通して知覚された感覚（の変化）が、感性の変化をもたらすことを示唆しており、先行研究で得られた多層構造とも整合している。「水っぱい」は味の薄さを意味し、水っぱいと好まれない、新鮮でないと判断された。「甘い」と「美味しい」は相互に影響し、近い意味と判断された。両者は「芳醇な」に肯定的に影響し、「好き」の判断につながった。以上の因果性は、意味的に妥当である。

このように動的な感性および知覚の応答から、食事中的これらの因果関係を特定することに成功した。

4.2 一般主動作分析による TDS データの解析

10 種類の梅干しの知覚的および感性的応答を観察した結果、図 4 および 5 に抽出されたような主動作が検出された。例えば、知覚の第一主動作は、序盤に酸味が強く、一貫して塩味が続くのが特徴であり、第二主動作は甘さとジューシーさが特徴である。このように、主動作分析は結果の解釈性に優れているのが特長である。

10 種類の梅干しを主動作の空間に配置した例が図 6 であり、梅干しがその多次元時系列的な特徴を元に分類された。主動作空間上では 10 種類の梅干しの全てが統計的 (MANOVA, $p < .05$) に分類可能であり、従来用いられていた特徴量に基づく分類ではたかだか 8 割程度の分類が可能であった。

このように、TDS データの解析手法として、主動作分析が適していることを実証した。

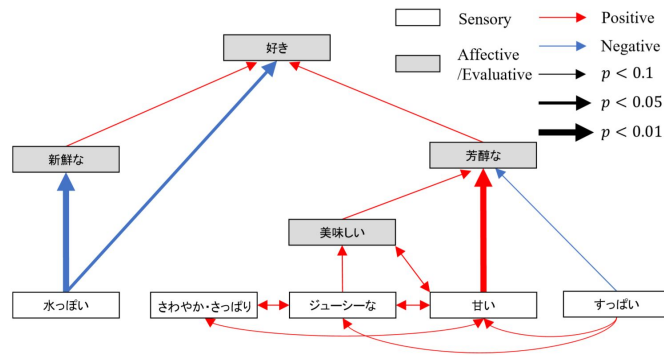


図3 イチゴを食べたときの知覚および感性の動的変化から特定された因果関係．矢印は，1秒後に影響が与えられることを意味する．

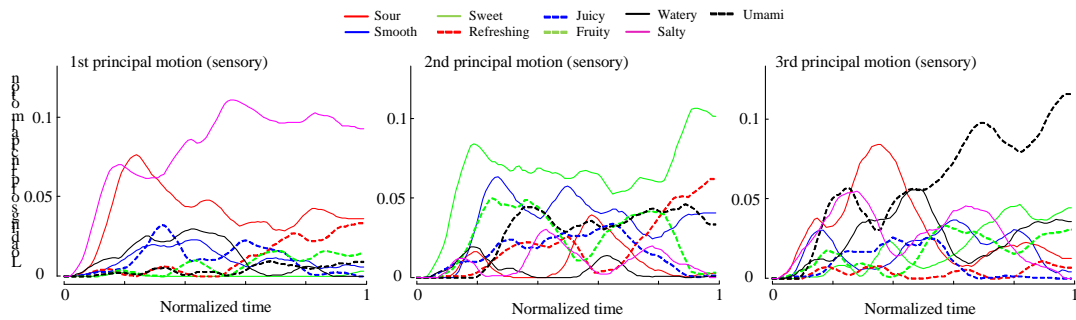


図4 梅干しを食べたときの知覚的応答 (TDS カーブ) から算出された主動作

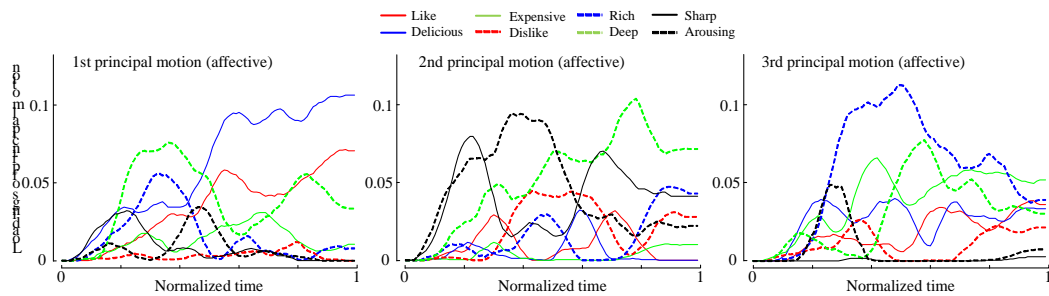


図5 梅干しを食べたときの感性的応答 (TDS カーブ) から算出された主動作

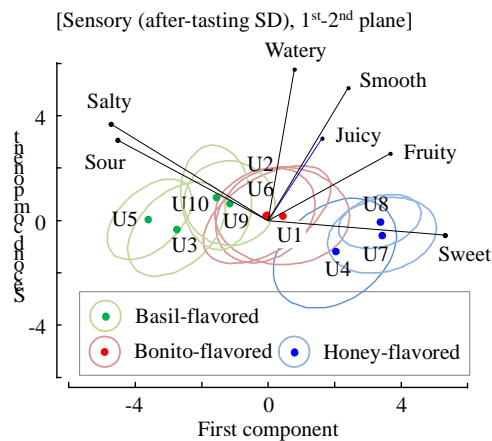


図6 10種類の梅干しの知覚に関する主動作空間上での分布

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

現在，2編を投稿・査読中である．

〔学会発表〕(計5件)

Takumu Okada, Shogo Okamoto, Yoji Yamada, and Tomoharu Ishikawa, Vector auto-regression model of temporal perceptual and affective responses towards food, Proceedings of IEEE Global Conference on Life Sciences and Technologies, pp. 43-45, Osaka, 2019.

Yuki Ebara, Shogo Okamoto, Takumu Okada, and Yoji Yamada, Comparison of the method of temporal dominance of sensations and after-tasting sensory evaluation, Proceedings of IEEE Global Conference on Life Sciences and Technologies, pp. 210-211, Osaka, 2019.

岡田 拓武, 岡本 正吾, 石川 智治, 山田 陽滋, 感性のダイナミクス: 味覚と感性の時系列データから因果構造を探る, 計測自動制御学会 第19回システムインテグレーション部門講演会, 1B2-07, 大阪, 2018, Dec.

江原 侑希, 岡本 正吾, 岡田 拓武, 山田 陽滋, Temporal Dominance of Sensations 法と食後の官能評価法の比較, 計測自動制御学会 第19回システムインテグレーション部門講演会, 1B2-12, 大阪, 2018, Dec.

岡田 拓武, 岡本 正吾, 石川 智治, 山田 陽滋, Temporal Dominance of Sensations 法を用いた味覚と感性の時系列データ解析, 第20回日本感性工学会大会, B3-03, 東京, 2018, Sep.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ:

http://www.mech.nagoya-u.ac.jp/asi/ja/member/shogo_okamoto/

<http://www.mech.nagoya-u.ac.jp/asi/ja/affectiveeng/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

なし