

食感のテクスチャに基づくメタデータ抽出方式とその応用

川口 祐以[†] 本間 秀典[†] 北川 高嗣^{††}

[†] 筑波大学大学院システム情報工学研究科 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 情報数理研究室

^{††} 筑波大学大学院システム情報工学研究科 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: [†]{yui,homma}@mma.cs.tsukuba.ac.jp, ^{††}takashi@cs.tsukuba.ac.jp

あらまし 本稿では、食感のテクスチャからの印象抽出方式を提案する。提案方式では、Szczesniak のテクスチャプロフィールに基づいて、食品の物理的性質からその印象を抽出する。これを意味的連想検索機構に適用することにより、テクスチャからの印象と異種のメディア情報を感性に基づいて連結することが可能となる。これにより、食感に合致した異種のメディア情報の検索が可能になると考えられる。

キーワード 意味の数学モデル、意味的連想検索、Szczesniak、テクスチャ、感性

A Metadata Extraction Method based on Texture and its Application

Yui KAWAGUCHI[†], Hidenori HOMMA[†], and Takashi KITAGAWA^{††}

[†] Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

^{††} Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

E-mail: [†]{yui,homma}@mma.cs.tsukuba.ac.jp, ^{††}takashi@cs.tsukuba.ac.jp

Abstract This paper presents a metadata extraction method based on texture. In this method, we extract the impression from physical property of foods based on the texture profile of Szczesniak. By applying this method to semantic associative search, we can connect the texture to heterogenous media data based on Kansei. This method enables an associative search for heterogenous media data corresponding to the texture.

Key words Mathematical model of meaning, Semantic associative search, Szczesniak, Texture, Kansei

1. はじめに

“やわらかい”や“つめたい”といった表現は、本来、触感を表わす言葉であるが、色や言葉などの直接触れることのできない対象に対してもごく自然に用いられ、その意味を共有することができる。このように、人は異なる感覚器により得られる情報の印象を、関連させて認識することが可能なのである。このため、人間同士では、特定の印象を相手に伝えることにより、具体的なものを検索したり、創造したりすることができる。

このように、ある表現形式の情報から別の表現形式の情報を検索する方法として、意味の数学モデルによる意味的連想検索という方式 [1] が提案されている。この方式は、言葉と言葉の意味的相関を計量することが可能なモデルである。これを用いると、メディアデータの内容や意味に基づいて、それらの相関を計量することが可能となる。また、言葉や楽曲、色などの様々なメディアデータから、各分野の専門家の知識に基づき抽出されたメタデータを用いて、意味的連想検索により連結することで、異種メディア間の相関を計量することも可能である。さらに、任意の印象に合致した言葉の自動生成方式 [2] により、言葉以外のメディアデータから抽出された印象に基づく言葉の生

成も実現されている。

本稿では、新たなメディアデータとして食感のテクスチャを取り上げる。これにより、ある製品のテクスチャからその製品名やパッケージイメージ、テーマ曲をシステムに提案させることができるのではないかと期待される。また逆に、あるメディアデータの印象に合致するようなテクスチャ特性を提案させることにより、印象から物質を調製することも可能となると考えられる。今回は、テクスチャからのメタデータ抽出と、言葉の音の印象の抽出を行う。また、抽出した印象を意味の数学モデルを用いて連結し、テクスチャの印象に合致した音を持つ言葉の選択を行う。

2. 意味的連想検索の概要

2.1 意味の数学モデルの概要

本節では、言葉と言葉の関係の計量を実現する意味の数学モデルの概要を示す。詳細は、文献 [1] に述べられている。

(1) メタデータ空間 *MDS* の設定

メタデータ空間 *MDS* と呼ばれる、検索対象となるメディアデータをベクトルで表現したデータにマッピングするための正規直交空間 (以下、*MDS*) を設定する。

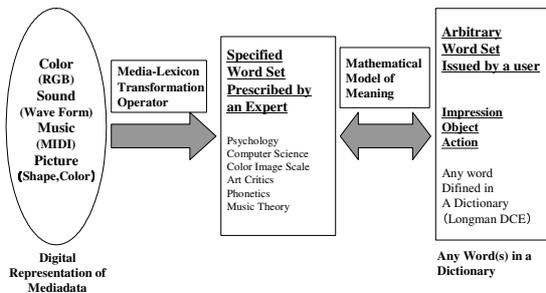


図1 Media-lexicon Transformation Operator の概要.

(2) メディアデータのメタデータを *MDS* へ写像設定された *MDS* へ、メディアデータのメタデータをベクトル化し写像する。これにより、検索対象データのメタデータが同じメタデータ空間上に配置されることになり、検索対象データ間の意味的な関係を空間上での距離として計算することが可能となる。

(3) *MDS* の部分空間 (意味空間) の選択
 検索者は与える文脈を複数の単語を用いて表現する。検索者が与える単語の集合をコンテキストと呼ぶ。このコンテキストを用いて *MDS* に各コンテキストに対応するベクトルを写像する。これらのベクトルは、*MDS* において合成され、意味重心を表すベクトルが生成される。意味重心から各軸への射影値を相関とし、閾値を超えた相関値 (以下、重み) を持つ軸からなる部分空間 (以下、意味空間) が選択される。

(4) *MDS* の部分空間 (意味空間) における相関の定量化
 選択された意味空間において、メディアデータベクトルのノルムを検索語列との相関として計量する。これにより、与えられたコンテキストと各メディアデータとの相関の強さを定量化している。この意味空間における検索結果は、各メディアデータを相関の強さについてソートしたリストとして与えられる。

2.2 Media-lexicon Transformation Operator の概要

Media-lexicon Transformation Operator (“*ML*”) [3] とは、図1に示すように、専門家の研究や調査などの成果に基づいて、対象となるメディア情報からその印象を表す言葉 (印象語) とその重みを自動抽出するための作用素である。*ML* は一般的に次のように表される。

$$ML(Md) : Md \mapsto Ws.$$

(*Md*:メディアデータ, *Ws*: (重み付き) 単語群)

これにより、メディア情報を印象語とその重みからなるベクトルに変換し、意味の数学モデルにおけるメタデータ空間 *MDS* に写像することが可能となる。

3. テクスチャからの印象抽出

3.1 テクスチャの定義

本来、テクスチャとは織物の織り方や生地を意味する単語であるが、現在では物の表面の質感、手触りなどを指す言葉として用いられている。食品の分野では官能評価の指標として、味や香りと並んで重要な要素の一つである。食品のテクスチャはその性質からいくつかのパラメータに分類することができ

表2 各特性に対応する形容詞対

特性	形容詞対	訳語
かたさ	硬い - 軟らかい	hard-soft
もろさ	もろい - 堅い	brittle-firm
そしゃく性	こわい - しなやかな	tough-tender
ガム性	くずれやすい - ゴム状の	short-gummy
粘性	ねばっこい - さらさらした	viscous-thin
弾力性	可塑性の - 弾性の	plastic-elastic
付着性	付着性の - 非付着性の	sticky-nonadhesive

る。その代表的な分類方法として Szczesniak のテクスチャプロフィール [4] と Sherman のテクスチャプロフィール [5] がある。Szczesniak のテクスチャプロフィールは、テクスチャ感覚を数量的に評価できるパラメータにより分類したプロフィールであり、Sherman のテクスチャプロフィールは、調理も含めた一連の食行動に沿って分類したプロフィールである。本稿では、テクスチャをより客観的な物理特性として数値化して扱うことが可能となる Szczesniak のテクスチャプロフィールに基づいて、テクスチャからの印象抽出を試みる。

3.2 Szczesniak のテクスチャプロフィール

Szczesniak は、感覚的な性質であるテクスチャを測定が可能で客観的な要素に分類し、テクスチャプロフィール (表1) としてまとめた。このテクスチャプロフィールでは、テクスチャの特性を大きく三つの特性に分類し、さらにその内の機械的特性、及びその他の特性に分類されている各特性を1次特性、2次特性としてそれぞれ分類している。これらはそれぞれ、1次特性がそしゃくの初期の特性を、2次特性がそしゃくの後期の特性を表わしている。以上のように分類して表現される Szczesniak のテクスチャプロフィールの特性の内、機械的特性に分類される8パラメータを測定できるものとして、テクスチュロメータという測定機器が用いられている。この測定機器は、人のそしゃくをモデル化してテクスチャを測定できる装置であり、そしゃく型測定機器の一つである。テクスチュロメータは機械的特性の8パラメータの内、特に1次特性として挙げられている5パラメータに対する測定数値において、主観的な官能評価による測定値と高い相関を持つ測定装置であるため、本稿では、この測定機器による5パラメータの測定データを入力と仮定して、機械的特性のみを対象としたメディアデータの抽出を行う。

3.3 印象語の抽出

本節では、Szczesniak のテクスチャプロフィールに基づき、テクスチュロメータによる測定データから印象語を抽出する方式を示す。

(1) 変換行列 *T* の決定

テクスチャプロフィールの機械的特性のうち、一次特性の5パラメータと、14の印象語から成る、14行5列の行列 *T* を定義する。ここでいう14の印象語とは、機械的特性の各特性に対応する相反する形容詞対を、Szczesniak のテクスチャプロフィール、または国際的に定義された基本的なテクスチャ評価用語 [6], [7] から、表2のように決定した。

また、行列 *T* の要素は、Szczesniak のテクスチャプロフィールの定義などに基づき、印象語と各1次特性の間に正の関係が

表1 Szczesniak のテクスチャプロフィール

特性	1次特性	2次特性	一般用語(例)	特性の内容(定義)
機械的特性	かたさ		やわらかい・歯ごたえのある・かたい	一定の変形を生じさせるのに必要な力、食品を形づくっている内部結合力
	凝集性	もろさ	ポロポロの・ガリガリの・もろい	食品を破碎するときの力、かたさと凝集性に関係
		そしゃく性	やわらかい・強靱な	固形食品を飲み込める状態にまでそしゃくするのに要するエネルギー、かたさ、凝集性、弾力性に関係
		ガム性	くずれやすい・粉状・糊状・ゴム状	半固形状食品を飲み込める状態にまで砕くのに必要なエネルギー、かたさ、凝集性に関係
	粘性 弾力性 付着性		サラサラした・粘っこい 塑性のある・弾力のある ネバネバする・粘着性・ベタベタする	単位力で流動する度合い 外力による変形が、力を取り去ったときにもどる割合 食品の表面と他の物(舌、歯、口蓋など)の間の引力に打ち勝つのに要する力
幾何学的特性	粒子の大きさと形、粒子の形と方向性		砂状、粒状、粗粒状、繊維状、細胞状、結晶状	
その他の特性	水分含量 脂肪含量	油状 グリース状	乾いた・湿った・水気のある・水気の多い 油っこい 脂っこい	

あるものは1, 負の関係があるものは-1, 関係がないものは0とし, 各行を2ノルムで正規化した.

(2) 測定データの調整

テクスチュロメータによる測定データは, テクスチュロメータ単位(T.U.)で表される. 本稿では, 測定データベクトルを[-1,1]にマッピングする. このようにして構成した5次元のベクトルを, 入力ベクトル v_d とする.

(3) 印象語の抽出

本節の(1)及び(2)で決定した変換行列 T , 及び入力ベクトル v_d から, 以下により14次元のベクトル v_r に変換する.

$$v_r = T v_d.$$

この v_r が, 物質のテクスチャデータから抽出された印象語ベクトルである.

4. 任意の言葉の音相の印象に合致したメタデータ自動抽出方式の概要

本節では, 日本語の音として表現可能な任意の言葉を対象として, その音声表現のみによって生じる印象を表す言葉をメタデータとして自動抽出する方式[8],[9]について述べる. この方式は, 音相理論[10]と呼ばれる研究に基づいて, それぞれの音の音素やその発音の仕方の組み合わせにより生じる印象を抽出する方式である.

4.1 音相理論

木通はそれぞれの言葉が持つ音の構造の違いによって生まれる表情を音相と呼んだ[10]. 音相理論では, 音相を捉えるための単位として, それぞれの音の最小単位である音素と, それらの音素を発音するために使われる調音器官を表す調音点, および発音の方法にあたる調音法が挙げられている. さらに, 各音相基がどのような印象を表すときに使われているかを調査することにより, その音素の勁性(強さ)と輝性(明るさ)を明らかにした. 音相理論において, 音相の単位として挙げられたこれらの要素は音相基と呼ばれており, 40の音相基が定義されている. そして単独の音相基, または2つの音相基の組み合わせと, 音相理論では“表情”と呼ばれる, 音相基から生じる印象の

相関関係についてまとめられている.

4.2 音相の印象に合致したメタデータ自動抽出方式

本節では, 音相理論に基づいて, 言葉の音が持つ印象を表す言葉をメタデータとして自動抽出するための方式を示す.

(1) 音相基の抽出

この方式では, 初期パラメータとして, 入力語から40種の音相基を表現するのに必要十分な29の要素からなる初期ベクトル v_b を抽出し, 音相基と表情の関係をj用いて変換行列 T_1 を生成し, T_1 をj用いて40種の音相基を表す40次元のベクトル v_k へと変換する.

$$v_k = T_1 v_b.$$

(2) v_k の拡張

それぞれの表情が有効であるかを判断する尺度として各音相基の標準使用率が示されているので, これを用いて v_k を補正する. さらに, 2つの音相基の組み合わせによりさらに生じる38種の表情の判定を行い, v_k を78次元のベクトル v_f に拡張する.

(3) 印象語群とその重みの出力

それぞれの表情とそれらから抽出される印象語群の関係から変換行列 T_2 を作成し, 以下により40の印象語より構成される, 2語を1組とした20の表情語群を表現している20次元のベクトル v_c に変換する.

$$v_c = T_2 v_f.$$

この v_c が, 本方式により抽出される, 言葉の音の印象を表す重み付き印象語群によるメタデータである.

5. テクスチャと言葉の音の印象の連結

3章で抽出したテクスチャのメタデータと4章で抽出した言葉の音のメタデータを用い, 意味の数学モデルに基づく意味的連想検索によりそれらを連結することが可能となる.

6. 実験例

実験例として, テクスチャから抽出されるメタデータの例, 及び言葉の音から抽出されるメタデータの例を示す.

表4は, 3章で説明した方式を用い, メロンの測定データ

表3 音相を表す表情語と表情属性

表情語群	表情属性	訳語
A	シンプルな, 明白さ	plain, obvious
B	躍動感, 進歩的	vibrant, advance
C	新鮮さ, 新奇さ	fresh, unprecedented
D	動的, 活性的	dynamic, active
E	派手さ, 賑やかさ	florid, bustle
F	軽やかさ, 軽快感	light, trippingly
G	若さ, 澁刺さ	young, effervescent
H	現代的, 都会的	modern, urban
I	明るさ, 開放的	bright, open-minded
J	合理的, 現実的	reasonable, real
K	個性的, 特殊的	individual, special
L	強さ, 鋭さ	powerful, sharp
M	適応性, 庶民的	adaptable, popular
N	清らかさ, 爽やかさ	pure, brisk
O	健康的, 清潔感	healthy, clean
P	暖かさ, 安らぎ	warm, comfortable
Q	安定感, 信頼感	stable, confidence
R	高級感, 充実感	expensive, fulfil
S	高尚な, 優雅さ	profound, elegant
T	静的, 非活性的	static, inactive

表4 “メロン”のテクスチャから抽出されるメタデータ例

印象語	重み
hard	-0.765051
soft	0.765051
brittle	0.906428
firm	-0.917092
tough	-0.906428
tender	0.977117
short	-0.110586
gummy	-0.327262
viscous	-1
thin	0.992143
plastic	0.977117
elastic	-0.977117
sticky	-0.984286
nonadhesive	0.992143

入力した場合の出力の例である。ただし、入力に用いたメロンの測定データは、文献[14]を参考に、硬さ 2.3494, 凝集性 0.006888, 粘性-0.04464, 弾力性 0.319898, 付着性 0.039286 とした。

表5は、4章で説明した方式を用い、“アンデス”という言葉を入力とした場合の出力の例である。

そして、抽出されたそれぞれのメタデータを意味の数学モデルにおけるメタデータ空間に写像することにより、意味的連想検索を用いてそれらの印象の意味的な関連を計量することができるようになる。

7. おわりに

今回は、テクスチャからの印象抽出と、言葉の音の印象の抽出、及び、抽出した印象の連結を行った。また、商品のネーミング支援を想定した、テクスチャの印象に合致した音の印象を持つ言葉の選択の実験を行った。今後は、言葉の音の印象に合致した印象を持つテクスチャの検索や提案を行う予定である。

表5 言葉“アンデス”の音から抽出されるメタデータ例

表情語群	重み
A	0.544830
B	0.743495
C	0.581770
D	0.463131
E	0.641120
F	0.396910
G	0.488991
H	0.532083
I	0.558480
J	0.350626
K	0.553835
L	0.401786
M	0.601249
N	0.483104
O	0.593431
P	0.522331
Q	0.722832
R	0.772898
S	0.827215
T	0.545288

謝辞 この研究を行うにあたり、テクスチュロメータの測定データをご提供頂きました群馬県立群馬産業技術センター主席研究員 滝口強氏に感謝いたします。

文 献

- [1] Kitagawa, T. and Kiyoki, Y., The mathematical model of meaning and its application to multidatabase systems, Proceedings of 3rd IEEE International Workshop on Research Issues on Data Engineering: Interoperability in Multidatabase Systems, pp.130–135, (1993).
- [2] 本間 秀典, 中西 崇文, 北川 高嗣, 任意の印象に合致した音声表現を持つ言葉の自動構成方式, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.131, pp.163–168, 電子情報通信学会, (2007).
- [3] T. Kitagawa and Y. Kiyoki, Fundamental framework for media data retrieval system using media-lexico transformation operator, Information Modeling and Knowledge Bases, Vol.12, pp.316–326, IOS Press, (2001).
- [4] A. S. Szczesniak, Classification of Textural Characteristics, Journal of food science, Vol.28, pp.385–389, (1963).
- [5] P. Sherman, A Texture Profile of Foodstuffs Based upon Well-defined Rheological Properties, Journal of food science, Vol.34, pp.458–462, (1969).
- [6] Jowitt, R., Some Specific Textural Attributes of Foods, University of Massachusetts Food & Agricultural Engineering Department, Summer Program August, (1973).
- [7] 吉川誠次, 食品の物性, 第2集 (山野善正, 松本幸雄編), pp.191, 食品資材研究会, (1976).
- [8] Homma, H., Nakanishi, T. and Kitagawa, T., A Method of Automatic Metadata Extraction Corresponding to the Impression by Sound of the Words, Information Modelling and Knowledge Bases, vol. XVIII, pp.206–222, (2007).
- [9] 本間 秀典, 中西 崇文, 北川 高嗣, 任意の言葉を対象とした音の印象によるメタデータ自動抽出方式, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.106, No.149, pp.7–12, 電子情報通信学会, (2006).
- [10] 木通隆行, 日本語の音相 — ことばのイメージを捉える技術, 表現する技術—, 小学館スクウェア, (2004).
- [11] Longman Dictionary of Contemporary English, Longman, (1987).
- [12] 川端晶子, 食品物性学 〈レオロジーとテクスチャー〉, 建帛社, (1989).
- [13] 種谷真一, 食品の物理, 槇書店, (1989).
- [14] 平井剛, メロン果実の追熟とテクスチャーに関する客観的評価法の開発, 北海道立農業試験場報告, 第117号.