

手話パターン間距離の導出*

5N-9

宮谷由美 Susantha Herath 杉山 雅英
会津大学 コンピュータ理工学部

1 まえがき

手指で与えられる手話パターンの差異を計量、定量化するための方法を提案する。手話パターンは動画で与えられ2つの違いを計量化することは容易ではない。しかし手話パターンのコードでの表現法が試みられている [2]。コードで表現された手話パターンに対して、コード間の距離は容易に定義できる。また、その距離を用いて様々な解析が可能となる。この研究の最終的な目標は、コンピュータ上での手話の提示（電子辞書、学習システム、翻訳システムなど）であり、距離を用いることにより手話の類似性を導出し、システム的设计に適用する。以下では距離の計測とクラスタリングについて述べる。

2 コーディングシステムと手話パターン間距離

2.1 コーディングシステム

手話には片手または両手での表現法がある。また静的な手話と動的な手話が存在する。動的な手話は1つ以上の動きを持つ。

提案するシステムは手話を41桁のコードで表現する [2]。41桁は3つの部分に分けられる。第1部分では両手の動きの組み合わせの数、第2部分は右手か左手の識別子、第3部分では手の形、方向、位置、動きのパラメータを表す。

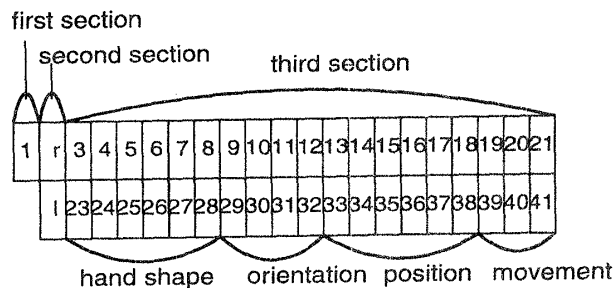


図 1: 基本コード形式

2.2 手話パターン間距離

単語に対応する手話パターンを特徴ベクトル $x = (x_1, x_2, \dots, x_K)$ に変換する。特徴ベクトルに基づいてパターン x_i, x_j 間の距離を以下のように定義する。

$$d(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^K w_k \tau(x_{ik} - x_{jk}). \quad (1)$$

* Derivation of Sign Pattern Differences, by Yumi Miyatani, Susantha Herath and Masahide Sugiyama (School of Computer Science and Engineering, The University of Aizu)

ここで τ を以下のように定義する。

$$\tau(x) = \begin{cases} 0 & (x = 0) \\ 1 & (x \neq 0). \end{cases} \quad (2)$$

この距離は特徴ベクトルの要素が同一である時は0とし、異なっている時はその差の値にかかわらず1とすることを意味している。 $w_k \geq 0$ は特徴ベクトルの k 要素の重要度（貢献度）に対応している。

この時、手話パターン間距離は w_k の推定問題を解くことによって求めることができ、4節で述べる。

3 距離による単語のクラスタリング

3.1 クラスタリング法

コード化した日本手話98単語について $w_k = 1$ ($k = 1, 2, \dots, 41$) として距離を算出した。98単語は、動作数1の手話をランダムに選んだ。

単語間の距離に基づいたクラスタリングを相川アルゴリズム [6] により行った。図2に、クラスター数と歪みの関係を示す。クラスター数が増加するに従って歪みは単調に減少する。属する単語の平均数が約10単語になるよう、10個のクラスターに98単語をクラスタリングした。14.66の初期歪みは、10クラスターの時には9.73になった。ここでの歪みとは、クラスターの中心単語とクラスターの各要素との距離の平均である。

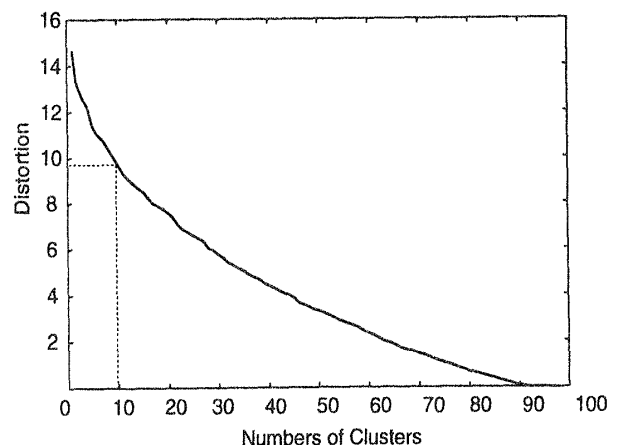


図 2: クラスタ数と歪みの関係

3.2 クラスタリング結果と考察

10個のクラスターに分割した時の中心の単語及びクラスターに含まれる単語を表1に示す。

表 1: クラスタリング結果

No.	中心単語	要素
1	草	草, 嚙唾, 勉強する, 曖昧, 煽る, 浅い, 足, あっさり
2	会う	会う, 妻, 夫, 大工, 答える, 着る, あいさつ, 合う, 鮮やか, 褪せる, 遊ぶ
3	りんご	りんご, 友だち, 垢, 赤ちゃん, 卵, アカデミー, 預ける
4	書く	書く, コーヒー, 肉, オレンジ, 木, ペン, 踊る, 読む, 暁, 木曜日, アイロン, 立つ, 開けっ広げ, 新しい
5	和える	和える, 牛, 馬, 明るい
6	日曜日	日曜日, ナイフ, 鉛筆, 切る, 日, 年, 商う
7	足踏み	足踏み, 客, アイスクリーム, 預かる, 与える
8	触る	触る, 医者, 愛知, いす, ドア, 今日, 壊す, 塗る, 休む, 腕, 風, 愛, アーチェリー, 靴, 靴, 取って, アクセント, 朝, 値
9	扱う	扱う, 人々, 大統領, 窓, 太陽, アウトライン, あからさま, 夜明け
10	あくまで	あくまで, リーダー, フルーツ, カップ, スカート, 本, 店, 間, 焦る, アタック, 作る, 辞める, テスト, アーチ, 辺り

クラスター内では、使用する手指は同じだが、位置が異なるというものが多かった。これは、全ての重みが均等に1となっているからと考えられる。また、全く関連性のない要素ばかりのクラスターも見られた。コーディングシステム自体が、アニメーション生成システム [3] を目的に作られている為であると考えられる。

4 重要度 w_k の推定

ベクトルの各要素の重要度 w_k を推定することで、クラスタリングの精度を高めることが出来ると考えられる。手話単語パターン集合 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_M\}$ の単語パターン x_i, x_j 間の距離 d_{ij} が与えられたとする。これについては主観評価で与える方法が考えられる。この時、以下の評価関数 D に対する最適化問題の解で w_k を推定することとする。

$$D(w_1, w_2, \dots, w_K) = \sum_{i,j} (d(x_i, x_j) - d_{ij})^2 \\ = \sum_{i,j} \left(\sum_k w_k \tau_{ijk} - d_{ij} \right)^2,$$

但し $\tau_{ijk} = \tau(x_{ik} - x_{jk})$ とする。

$$\min_{(w_k)} D(w_1, w_2, \dots, w_K). \quad (3)$$

即ち、 d_{ij} を再現するように w_k を推定することとな

る。式 (3) の最適化の解は以下の関係式で決定される。

$$\frac{\partial D}{\partial w_n} = 0 \quad (n = 1, 2, \dots, K) \quad (4)$$

$$\frac{\partial D}{\partial w_n} = \sum_{i,j} 2 \left(\sum_k w_k \tau_{ijk} - d_{ij} \right) \tau_{ijn} = 0 \\ \sum_k w_k \sum_{i,j} \tau_{ijk} \tau_{ijn} = \sum_{i,j} d_{ij} \tau_{ijn}.$$

従って、 w_1, w_2, \dots, w_K に対する連立方程式となる。行列形で表現すれば以下となる。

$$\begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1K} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2K} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{K1} & t_{K2} & \dots & t_{KK} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_K \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_K \end{pmatrix} \quad (5)$$

ここで左辺の行列、右辺のベクトルの係数 t_{kn}, b_n は以下で定義される。

$$t_{kn} = \sum_{i,j} \tau_{ijk} \tau_{ijn}, \quad b_n = \sum_{i,j} d_{ij} \tau_{ijn}. \quad (6)$$

t_{kn} の定義から式 (5) の行列 $T = (t_{kn})$ は対称行列となる。 T は式 (1) で計量された距離のみから決定される。一方、右辺の b_n は d_{ij} を含んでいる。式 (2) で定義された τ の性質を用いていないので、式 (5) は一般的に導出できる。

5 むすび

単語間距離よってのクラスタリングの結果、クラスタリングで得られたクラスと主観による類似性とは異なる場合があった。今後、 d_{ij} を与え w_k を推定して再度クラスタリングを行う必要があると考える。

謝辞 本研究を進めるにあたり日頃有益な討論をいただくヒューマンインタフェース学講座の諸氏に感謝します。

参考文献

- [1] C. Saito, "Structure Comparison of Sign Languages", Graduation Thesis of Univ. of Aizu, UGT1997-1021028 (Feb. 1998).
- [2] F. Toya, "Sign Coding System for Machine Translation", Graduation Thesis of Univ. of Aizu, UGT1998-1032058 (Feb. 1999).
- [3] K. Suganami, "Multi-Lingual Sign Language Generation System", Master Thesis of Univ. of Aizu, MT1998-5011112 (Feb. 1999).
- [4] 相川, 鹿野, 杉山, "距離最小化に基づく単語マルチテンプレート抽出法", 音響学会講演論文集, 2-7-13, pp.115-116(1982-10).
- [5] Y. Nagashima, S. Nakano, M. Terauchi and K. Kanda, "Morphological and Notational Model for the JSL Computer Dictionary", Proc. 10th Symp. HI pp.35-40(1994).
- [6] 仙波, 黒川, "手話における複雑な手の軌跡の認識とコーディング", ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, 12, pp.101-106(1996).