

競技かるたにおける決まり字解析技術

近藤 碧, 大島 風雅, 中山 仁史 (広島市大院)

1. はじめに

<研究背景>

- 百人一首[1]
五七五(=上の句)七七(=下の句)からなる短歌で, 読み上げられる上の句を聞いて対応する札を取り合う
百人一首には, ここまで聞けばどの短歌が特定できる上の句の最初の部分を決まり字と呼ぶ
- 競技かるたの上級プレイヤーはその句であると断定するスピードが速い
決まり字よりも前の音と音の境目の微妙な音の変化を聞き分けているのでは可能性がある
- 競技かるたの決まり字に関する統計解析[2]
隠れマルコフモデルや逐次ベイズ推定などの統計的な手法によって決まり字を解析した

<研究目的>

- 対象とする音声を古典的な時間周波数解析を用いての比較と競技かるたにおける決まり字判定アルゴリズムの提案を行う
- 決まり字に先行する音素の音響的变化の違いを明らかにする
- 競技者が通常は聴覚情報として知覚・判断している要素を知覚的に表現する

4. システムの概要

決まり字判定アルゴリズム

- 音声の先頭から時刻 t で観測したときの候補 h の整合度を表す指標として, 時間累積スコア

$$S_t(h) = \sum_{\tau=0}^t l_{\tau}(h)$$

を定義する

- Softmaxによりグローバル事後確率

$$P_t(h) = \frac{\exp\{S_t(h)\}}{\sum_{j=1}^N \exp\{S_t(j)\}}$$

を得る

- 決まり字を分岐させるトークン v について, 音響モデルが出力するローカルな変化量 $R_t^{(v)}, \Delta R_t^{(v)}$, および音響特徴ベクトルから得られる $C_v(t)$ を組み合わせた局所スコア

$$A_v(t) = \alpha R_t^{(v)} + \beta \Delta R_t^{(v)} + \gamma C_v(t)$$

を導入する

- グローバル差 $\Delta_{\text{global}}(t)$ とローカル差 $\Delta_{\text{local}}(t)$ の混合指標を導入する

$$G(t) = \lambda \Delta_{\text{global}}(t) + (1 - \lambda) \Delta_{\text{local}}(t)$$

- 発話開始時刻を t_{onset} とグローバル事後確率の最大値を P_t^{max} とし, それ以降において, グローバル差 $\Delta_{\text{global}}(t), P_t^{\text{max}}$ および混合指標 $G(t)$ が各閾値 $\theta_{\Delta}, \theta_{\text{post}}, \theta_G$ を τ フレーム連続で満たす最初の時刻 t^* を決まり字時刻とする

$$\Delta_{\text{global}}(t) > \theta_{\Delta}, P_t^{\text{max}} > \theta_{\text{post}}, G(t) > \theta_G \quad (t \in [t^* - \tau + 1, t^*])$$

6. おわりに

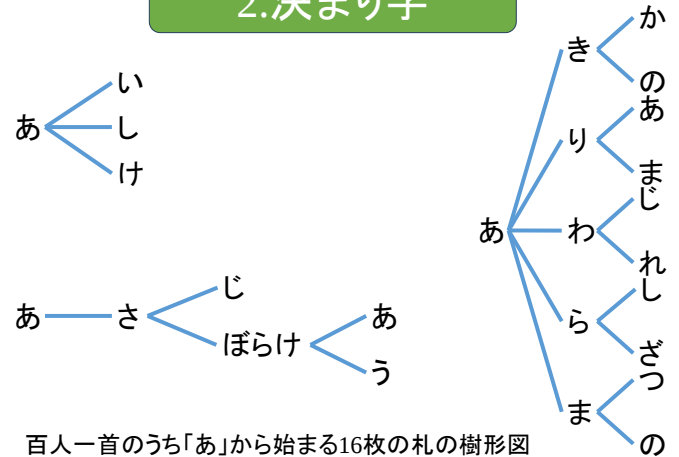
<まとめ>

- 対象札を時間周波数解析により比較することで, 決まり字に先行する音素に生じる音響的变化の違いを明らかにした
- 音声デコーダが出力する尤度などからグローバル事後確率を構成し, 時間境界を決定するアルゴリズムを提案した

<今後の予定>

- 専任読手と呼ばれる全日本かるた協会が認定した特別な資格を持つ人が詠んだ音声で実験を行う

2. 決まり字



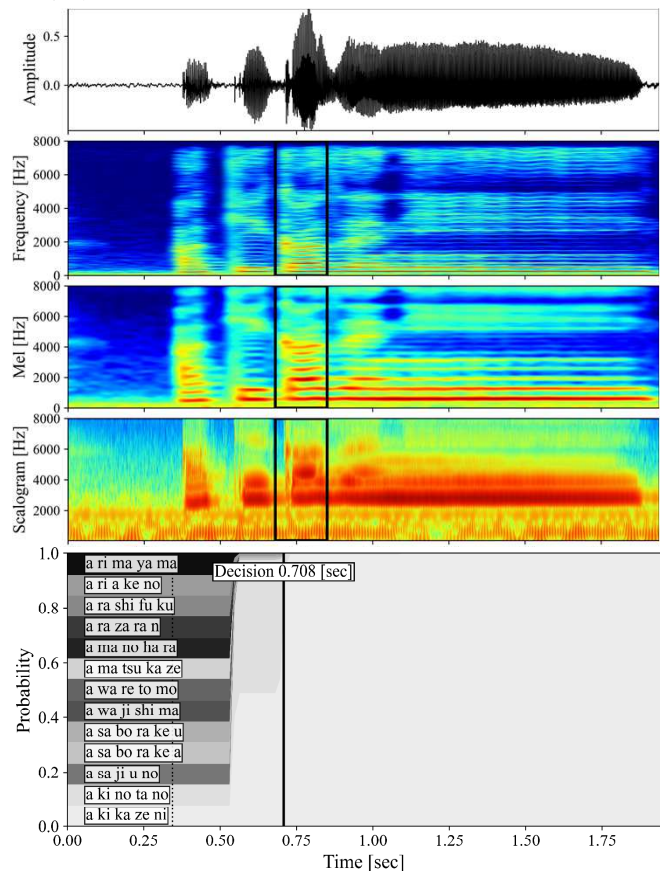
百人一首のうち「あ」から始まる16枚の札の樹形図

3. 百人一首音声の録音

- 実際の競技と同様に起立した状態で読み札以外の所持品を持たずにマイクの目の前に立ち発声する
- 一般社団法人全日本かるた協会制定の基準に基づき発声

5. 実験

発声語彙は「あきかぜに」とし, 周波数解析の比較と時間的境界の決定について確認する。



- 決まり字「か」は先行する音素である「き」の母音/i/から「か」の子音/k/につながる部分では一度音が切れているように見え, 破裂音的な性質が見られる
- 0.5秒を過ぎたあたりから候補が2つに絞られ, 0.7秒を過ぎたあたりで候補が1つに絞られている

参考文献

- [1] 一般社団法人日本かるた協会, "はじめての競技かるた", <https://www.karuta.or.jp/karuta/first-time/>, 2025.
[2] 松田孟留, "競技かるたの決まり字に関する統計的解析", 応用統計学, 49, 1—11, 2020