

競技かるたにおける手首動作に基づく札取得タイミング推定 手法の提案

山田浩史^{1,a)} 村尾和哉^{2,b)} 寺田 努^{3,4,c)} 塚本昌彦^{3,d)}

概要: 競技かるたは、百人一首を用いた対人競技であり、札を対戦相手より先には集中力、瞬発力、反射神経が必要である。また、競技かるたは基本的に審判がつかない状態で行われるため、札取得者の判定は競技者間で行う。しかし、札取得の時間差は数十ミリ秒程度であるため、目視で判断ができず口論になることも多い。高速な動作の判定にはビデオ判定が考えられるが、競技かるたでは複数の試合が同時に行われるため、設置のコスト面で不適である。そこで本研究では、競技者の手首に加速度、角速度センサを装着し、札取得の動作を行った際に取得したデータから、札取得タイミングを推定する2種類の手法を提案し、それぞれの性能を評価する。

Estimation Method of the Timing to Take a Card using Wrist Movement in Kyogi Karuta

YAMADA HIROSHI^{1,a)} MURAO KAZUYA^{2,b)} TERADA TSUTOMU^{3,4,c)} TSUKAMOTO MASAHIKO^{3,d)}

Abstract: Kyogi Karuta is a game using the karuta of Hyakunin Isshu. The player needs concentration, instantaneous focus and reflex to take cards quicker than the opponent. Moreover, Kyogi Karuta is played without a referee attending to each game in general. Therefore, players must judge themselves. However, the time difference is too short for them to find out which player takes a card quicker by sight. Generally, high speed motion is judged by using a video camera. However, when we consider that several games are simultaneously played, it is inappropriate. In this paper, we propose two approaches that estimate the moment of taking a card based on the wrist movement after doing it and evaluate each efficiency.

1. 研究の背景と目的

競技かるたは小倉百人一首かるたを用いて、一般社団法人全日本かるた協会が定めた規則に則って行う対人競技である。100枚の取り札のうち50枚を使用し、お互いがその

中から25枚ずつ取り、縦3段、横16枚分の範囲の自分の陣地（以降、自陣）に任意に札を並べた後、15分間の暗記時間が設けられ、その後競技が開始される。取るべき札に先に手が触れた競技者が札取得者となり、自陣の札を取った場合その札が1枚減る。相手の陣地の札を取った場合、自陣の任意の札を1枚相手に送ることができる。これを繰り返し、自陣の25枚の札を先に0枚にした方を勝者として、競技は終了する。また、競技かるたは基本的に審判がつかない状態で行われるため、札取得者の判定は、競技者間で行う。しかし、札取得の時間差は数十ミリ秒程度であるため、目視で判定ができず、口論になることも多い。これを解決するためには、札の取得者を客観的に判定しなければならない。高速な動作の判定にはビデオ判定が考えられるが、競技かるたでは複数の試合が同時に行われるため、設置のコストを考えると適していない。また、加速度セン

¹ 神戸大学工学部
Faculty of Engineering, Kobe University
² 立命館大学情報理工学部
Faculty of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University
³ 神戸大学大学院工学研究科
Grad. School of Engineering, Kobe University
⁴ 科学技術振興機構さきがけ
JST PREST
a) yamadahiroshi@stu.kobe-u.ac.jp
b) murao@cs.ritsumeikan.ac.jp
c) tsutomu@eedept.kobe-u.ac.jp
d) tuka@kobe-u.ac.jp

サを用いた行動認識に関する研究はこれまでに数多く行われている。藤本らは加速度センサを用いてダンサの動きとBGMのずれを無くすために認識速度を高速化し、100から400[ms]程度の認識時間で認識精度も高くする手法を提案し、システムを構築している [1]。村尾らは複数個の加速度センサと角速度センサを用いて、センサの個数や配置およびジェスチャの種類によるジェスチャ認識精度への影響に関する調査を行っている [2]。しかしこれらは、札取得者の判定に必要となるある動作が起こった瞬間の時刻を求める方法については扱っていない。またこれまでに、競技かるた選手が札を取得した瞬間の時刻を求める方法に関する研究は筆者らの知る限り行われていない。そこで本研究では、競技者の手首に加速度、角速度センサを装着し、札取得の動作（以降、払い）を行った際のデータを取得する。取得データから、札取得タイミングを推定する2種類の手法を提案し、それぞれの性能を評価する。

2. 提案手法

札取得タイミングを推定するために求められる要件として、数十ミリ秒単位の記録が可能で時間精度が必要になる。また、競技かるたにおいて、競技者は手首より先にもものをつけてはいけないという点に気を付ける必要がある。そこで、提案手法では競技者は手首にサンプリング周波数が50[Hz]の3軸加速度センサと3軸角速度センサを装着し、払いの際に得られたデータをもとに判定を行う。

2.1 正解データの取得

事前に払いのデータを採取しておき、正解データとして記録する。この様子を図1に示す。ただし、センサデータの波形からは手が札に最初に触れた瞬間の正確な時刻（以降、札取得タイミング）はわからないため、札の下に加速度センサを設置し、札が動いた瞬間の時刻を正解データにメタデータとして付与する。この札の下のセンサは正解データ採取時のみ必要であり、競技中は不要である。

2.2 システム構成

本システムを用いた払いの様子を図2に示す。競技者2人の手首に3軸加速度、角速度センサを装着し、払いの際の加速度値、角速度値をBluetoothを用いてPCに送信し、競技中の競技者の払いのデータ（テストデータ）と登録する。そして、事前に採取した正解データと比較し、札取得タイミングを推定する。正解データとテストデータと比較する手法として以下に示す2種類の手法を提案する。

手法1: 特徴量に基づく手法

正解データの札取得タイミングを中央とする40ミリ秒のウィンドウから3軸加速度、3軸角速度それぞれ各軸について最大値、最小値、分散値、および札取得タイミング



図1 正解データ作成の様子



図2 提案システムによる払いの様子

における3軸角度、計21種類の特徴量を算出する。各特徴量はスケールが異なるため平均0、分散1に正規化を行う。また、テストデータでは3軸加速度の合成値の変化から払い動作の開始と終了を検出し、その間に40ミリ秒間のウィンドウを設け、同様に特徴量を算出し、各正解データの特徴量とのユークリッド距離を求める。テストデータのウィンドウを払い動作の開始から終了までスライドさせることでユークリッド距離の値は変化し、最小値を取るウィンドウの中央の時刻を札取得タイミングとする。

手法2: 波形マッチングに基づく手法

テストデータと全正解データとのDTW (Dynamic Time-Warping) 距離を計算する。DTWとは非線形時間圧縮を行い、時系列データの距離を計算するアルゴリズムである。DTW距離が最小となる正解データの札取得タイミングと一致するテストデータの時刻を札取得タイミングとする。テストデータ上の複数の点と一致する場合は最も若い時刻を採用する。

3. 評価

3.1 評価環境

競技かるた歴3年以上の1名の被験者Aと競技かるた歴1年以上の2名の被験者B, Cから払いデータを札を置く可能性のある96箇所について各箇所10回ずつ収集した。被験者Aの計960個の札取得タイミングの情報を含んだデータを正解データとして、被験者A, B, Cの各データの札取得タイミングを提案手法で推定した。タイミングの評価指標として、平均タイミング誤差と最大タイミング誤

表 1 被験者毎の札の取得タイミング誤差

被験者		A		B		C	
提案手法		手法 1	手法 2	手法 1	手法 2	手法 1	手法 2
取得タイミング 誤差 [ms]	平均	13	8	100	37	80	32
	最大	160	120	340	380	460	400

差を求めた。ただし、被験者 A のデータを推定する際は、そのデータは正解データから除外する。

3.2 結果

結果を表 1 に示す。被験者 B の誤差の最大値以外のすべての結果において手法 2 が手法 1 を上回った。これは、手法 2 は波形マッチングを行い動作全体で正解データと比較しているが、手法 1 は特徴量変換しており、特徴量の選択が正しくなかったためであると考えられる。テストデータと正解データが同じ被験者である A は他の被験者より優れた結果となった。実際の試合では事前に全競技者から正解データを採取することは現実的ではないため、被験者 B, C の結果が重要となる。被験者 B, C の平均誤差は手法 2 で 40 ミリ秒以下となり、実際の競技者間の払いタイミングの差が数十ミリ秒程度であるため、提案システムで札取得者を判定できると考えられるが、最大誤差が 400 ミリ秒程度であるため、最大誤差を小さくする必要がある。

4. まとめと今後の課題

本研究では、かるた競技者の手首に 3 軸加速度、角速度センサを装着し、札取得タイミングを推定する手法を 2 つ提案し、検討した。今後の課題として、札取得タイミングの誤差を削減するために、札の場所情報の利用や 2 手法の併用を検討する。

参考文献

- [1] 藤本 実ら: ウェアラブルダンス演奏システムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 12, pp. 2900-2909 (Dec. 2009).
- [2] 村尾和哉ら: センサ内蔵型モバイル機器を用いたジェスチャ認識に関する一考察, 情報処理学会研究報告, Vol. 2010-SLDM-144, No. 28, pp. 1-8 (Mar. 2010).