

指の接触情報を用いた機能選択の研究

鏑本 真史[†] 岡 誠[‡] 森 博彦[‡]

東京都市大学[†]

1. 背景

日常生活にあるモノは年々多機能なモノへと変化していく傾向にある一方で、使いたい機能を直感的に選択することができないという問題がある。例えば携帯電話には電話以外にカメラ、テレビなどの機能が組み込まれているがユーザが機能を選択する時にメニュー画面から項目を選択し、絞り込んで機能を選択することが一般的であり、この機能選択方法はユーザが直感的に機能を選択することができない。機能別にユーザの持ち方に着目してみると、ユーザの持ち方は異なっていると考えられる。したがって、一つの形状から使い方をイメージしながら持つことで機能を選択することができる。

Taylor[1]は「掴み認識」という手法を提案した。提案システムでは指の位置を認識するセンサと、ガジェットの動きを三次元で認識する加速度計を1個用いてカメラ、携帯電話、音楽プレーヤと見立てた場合に70%の正解率で機能を選択でき、掴み方が機能を選択する解に一つの指標になることを明らかにした。

しかし、このシステムでは図 1:a のような精密ドライバーを持った場合と図 1:b のような注射器を持った場合では区別がつかない。この区別をつけることによって選択できる機能の幅も広がるはずである。

2. 研究目的

本研究では「掌を含む、どの指がどの部分に触れているか」を、指の接触情報と呼び、指の接触情報を知ることができればシステム側での認識率も上がり、認識できる機能の幅も広がると考えた。指の接触情報を用いた場合と指の識別をしない場合で違いがあるか検証し、指の接触情報が機能選択の際に大きな役割を果たしているか検証する。本研究ではモノの中でも楽器に焦点を絞り、多数の楽器の中からユーザの指の接触情報や角度のデータ集合を対象に解析を行い、ユーザがイメージした楽器として認識できるか検証する。



a:精密ドライバー

b:注射器

図 1: 持ち方の画像

3. システム概要

3.1 対象

楽器は大きく分けて弦楽器、管楽器、鍵盤、打楽器が挙げられる。本研究では「持ち方」に着目したので持てない鍵盤は排除する。残りの弦楽器、管楽器、打楽器の形状から弦楽器はバイオリン、ギター、ベース、チェロ、管楽器はトランペット、サクソ、フルート、クラリネット、リコーダー、打楽器はドラム、和太鼓の計 11 種類を判別する。

11 種類の楽器の形状から棒状のデバイスが適当だと考え、ユーザがどのように持つかで楽器の種類を選択する。指の接触情報を得る為に「どの指が棒状デバイスのどの部分に触れているか」を知る必要がある。また、指の接触情報のみで判別するのは不十分だと考えユーザがデバイスを持った時の角度も同時に検出する。

3.2 システム構成

判別する為には「どの指がデバイスのどの部分に触れているか」と棒状のデバイスの角度を検出する必要がある。これらを検出する為に手にはめられるグローブ状のデバイスと楽器をイメージした棒状デバイスを作成した。グローブ(図 3:a)には指先と掌に銅箔を片手に 6ヶ所、両手で合計 12ヶ所貼り、楽器をイメージさせる棒状のデバイス(図 2)には銅箔を 7ヶ所に貼った。指先から順に電圧をかけることによって「どの指が棒のどの部分に触れているか」を検出する。楽器をイメージした棒の内部には加速度センサ



図 2: 棒状のデバイス

Selecting a function by how fingers touch the device

[†]Masafumi Tsubamoto, Makoto Oka, Hirohiko Mori · Tokyo City University



図 3: イメージしたデバイスの実装

(図 3:b)を配置しユーザがどの角度で棒を持っているか測定する。棒状のデバイスの大きさは判別する楽器の形状からユーザが楽器としてイメージできる 1m 強の長さにした。

どのような楽器か判別する為に機械学習を用いる。本研究では Weka3.6 の関数の中にある multilayer perceptron(ニューラルネットワーク)を用いて 3 階層の誤差逆伝播法で楽器を判別させる。

4. 評価実験

4.1 実験方法

本実験に使用した棒状デバイスには向きがあるので被験者はその向きに従って棒状デバイスを構えてもらう。

4.2 評価方法

楽器の F 値を検証するために 30 人の被験者に実験を行った。明らかにその楽器の持ち方とは違うサンプルは除き、実験から得られたデータから分割数が 14 の交差確認法を行った。

4.3.1 実験結果

表 1 の 11 種類の楽器の列を見ると、指の接触情報を加えた方が F 値は高かったが、60.0%には届かなかった。原因としてギターとベース、サクソとクラリネットとリコーダーは棒では他の楽器と差が表現しにくく、互いに誤認識をし F 値を下げていた。これらの楽器をギターとベース、サクソとクラリネットとリコーダーを 1 つにまとめる事で F 値が上がった。

表 1: 楽器の適合率と再現率

	11種類の楽器						8種類の楽器					
	A			B			A			B		
	適合率	再現率	F値	適合率	再現率	F値	適合率	再現率	F値	適合率	再現率	F値
a = violin	0.536	0.517	0.526	0.647	0.759	0.703	0.591	0.433	0.512	0.700	0.724	0.712
b = guitar	0.290	0.300	0.295	0.320	0.267	0.293						
c = bass	0.429	0.310	0.369	0.355	0.379	0.367	0.548	0.607	0.578	0.586	0.607	0.597
d = cello	0.852	0.767	0.809	0.829	0.967	0.898						
e = trumpet	0.563	0.600	0.581	0.556	0.500	0.528	0.778	0.750	0.764	0.800	0.714	0.757
g = flute	0.600	0.750	0.675	0.556	0.536	0.546						
f = saxophone	0.364	0.286	0.325	0.320	0.286	0.303	0.576	0.633	0.605	0.963	0.867	0.915
h = clarinet	0.281	0.310	0.296	0.167	0.138	0.152						
i = recorder	0.303	0.333	0.318	0.355	0.367	0.361	0.667	0.800	0.733	0.964	0.900	0.932
j = drum	0.515	0.567	0.541	0.839	0.867	0.853						
k = harmonydrum	0.759	0.733	0.746	0.758	0.833	0.795	0.662	0.655	0.659	0.771	0.767	0.769
平均	0.499	0.498	0.498	0.518	0.536	0.527						

A:[1]のように、指の接触情報を抜き、掌、触れている場所と角度を学習させた時

B:指の接触情報、掌、触れている場所と角度を学習させた時

本研究では指の接触情報に着目し、指の接触情報と握り方で違いが出るか検証した。結果として指の接触情報を用いた方が F 値は高かった。11 種類の楽器を対象にした場合は F 値が 52.7%だったが数が増えた割には良い結果が出ただろう。[1]のように明らかに持ち方が異なる判別を行った際にも指の接触情報を用いた方が 76.9%と F 値が高かった。

4.3.2 考察

互いに誤認識をしていた楽器に対して、被験者がそれぞれの楽器の区別ができなかった可能性がある。例えばギターとベースの場合、楽器本来の形状に着目してみると形は互いに似ており、明確に違うものは弦の太さである。これを本実験に当てはめると、丸い棒状のデバイスではこの弦の太さは表現できないものである。同様にクラリネットとリコーダーでは長さが明確に違うだけでおさえる指は同じである。本実験で使用した棒状デバイスで長さを表現することは困難であった。このように長さが似たモノで持ち方も同じモノの判別は困難であり、本実験で使用した棒状デバイスの限界であるのかもしれない。

5. 今後の課題

持ち方の似た楽器を判別する為に必要な要素を洗い出す必要がある。本研究の被験者は楽器未経験者が多かったが今後は楽器経験者に焦点を絞り、実験時の持ち方を考察すると共にデバイスの改良を行う。

参考文献

[1] Brandon Taylor: Grasp Recognition as a User Interface CHI '09: Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems p.917-925