

キートップの引っ掻きによる入力手法

黒澤 敏文†

志築 文太郎‡

田中 二郎‡

†筑波大学 情報学群 情報科学類

‡筑波大学 システム情報系

1 はじめに

ユーザがホームポジションの位置から手を動かさずに方向と量を同時に素早く入力することを可能とすることを目的とし、本稿ではキートップの引っ掻きに基づく入力手法を示す。本手法は、ユーザがキーボードを引っ掻いた際に生じる音（操作音）を、キーボードにマイクを1つ装着することにより検出する。システムは操作音を識別することにより、引っ掻かれた方向と距離（すなわち量）を認識する。

2 関連研究

キーボード上においてユーザがホームポジションの位置から手を動かさずにショートカットの入力を可能とする研究に、Rekimoto の ThumbSense[1] などがある。ThumbSense は、ラップトップ型計算機に付属しているトラックパッドにユーザの指が触れている状態をトリガとして、ユーザが様々なショートカットの入力を行うことを可能とする。本手法は ThumbSense とは異なり、ユーザの入力の識別に操作音を用いる。

キーボード上における操作音を用いてユーザの入力に応用する研究に、Kato らの Surfboard[2] などがある。Surfboard は、ユーザがキーボード上を大きく撫でた際に生じる音を用いて、ユーザの操作を認識している。Surfboard が識別できる操作は左右方向の2通りのみである。本手法は Surfboard とは異なり、上下左右の方向に対して量を伴った入力を可能とする。

3 キートップの引っ掻きによる入力手法

キートップの引っ掻きによる入力手法を、具体的な操作手順とともに説明する。まず、ユーザはキーボードのホームポジションに手を置く。この状態から、ユーザは上下左右のいずれかの方向へ向けてキートップを引っ掻く。この際、ユーザは打鍵しないように注意する。キートップの引っ掻き方を図1に示す。ホームポジションの位置から手を動かす距離を減らすために、上下方向へ向けて引っ掻く際には右手人差し指を、左右方向へ向けて引っ掻く際には右手親指を用いることとした。さらに、ユーザがキートップを引っ掻いた距離を

入力量とする。キートップを引っ掻いた距離は、ユーザがキートップを引っ掻いた際に通過したキー間の溝の個数である。すなわち、ユーザが「M」キートップ表面から「B」キートップ表面まで引っ掻いた場合、キートップを引っ掻いた距離は2となる。

キートップの引っ掻きによる入力の応用例を挙げる。なお、簡単のために、キートップを引っ掻く動作を行うことを「(距離)-(方向)clawing」と表す。例えば、ユーザは 1-right clawing に音量を 10% 上昇させる機能を、2-left clawing に音量を 20% 下降させる機能を割り当てる事ができる。また、ユーザは 1-up clawing に上に1行だけスクロールさせる機能を、2-down clawing に下に1ページだけスクロールさせる機能を割り当てる事ができる。



図1: キートップの引っ掻き方



図2: キーボードに装着したピエゾピックアップ

4 実装

実装方法を具体的に述べる。操作音を取得するためのマイクとして、キーボード（Dell 社製 KB212-B）の表面にピエゾピックアップ（Shadow 社製 SH701）を1つ装着した（図2）。操作音を得る際のサンプリング周波数を 96kHz、量子化ビット数を 16bit、チャンネル数を 1チャンネル（モノラル）とした。システムは、得られた操作音に対しまずノイズ除去を行う。次に、ノイズ除去後の音から音圧の絶対値が閾値 A を超えたサンプル（ピーク）が検出された場合、そのサンプルから 24000 サンプル以内に現れたピークの個数をユーザが引っ掻いた距離とした。ただし、ピークから 2000 サンプル以内に現れたピークについては、同じキートッ

Input Method by Clawing Key Tops

†Toshifumi KUROSAWA ‡Buntarou SHIZUKI ‡Jiro TANAKA

†School of Informatics, University of Tsukuba

‡Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

ブを引っ掻いている間に発生したものとみなし、無視することとした。

方向を識別するための特徴量として、操作音の周波数スペクトルを用いた。ユーザの指がキー間の溝を1つだけ通過する際に生じる操作音は十分短いので、時系列データは用いずに単一スペクトルのみを扱うこととした。システムは、操作音の始めのピーク周辺のサンプルに対してFFTを行うことにより、周波数スペクトルを得る。なお、FFT窓サイズを2000サンプルとし、窓関数としてハミング窓を用いた。

方向の識別器としてSVMを用いた。SVMのタイプをC-SVC、カーネル関数を線形カーネル、cost値を512.0、gamma値を0.000125とした。また、周波数スペクトルは窓の中央において左右対称であるので、一度の操作につきFFT窓サイズの半分の1000次元の特徴量が得られる。システムは、この特徴量に対して予めスケールリングを行う。なお、実装にはLIBSVM[3]ライブラリを使用した。

システムは、キートップを引っ掻いた音とキーの打鍵音とを区別するために、キーリリースイベントを監視する。キーリリースイベントが発生してから0.5秒以内に発生した音をキーの打鍵音と認識し、操作音とは認識しないこととした。

5 被験者実験による識別精度測定

識別精度を測定するために被験者実験を行った。被験者には、図3にて示すように方向と距離を提示した。被験者には、右手ホームポジションの位置を中心に、提示された方向へ向けて提示された距離だけキートップを引っ掻くタスクを行って貰った。ただし、本手法はユーザが素早く入力を行うことを可能にすることを目的の1つとするため、ユーザが本手法を使用している際に、ユーザが厳密に距離を数えることを想定していない。そのため本実験において提示された距離はあくまで目安であり、被験者は厳密に従う必要は無いこととした。指定した方向は上下左右の4通りのうちのいずれかであった。また、指定した距離は上下方向への引っ掻きの際は1-4の4通り、左右方法への引っ掻きの際は1-10の10通りであった。各被験者は、各方向と各距離に対して5回ずつ、1人当たり合計140タスクを行った。

方向の識別率を測定するために、各被験者の操作音から特徴量を抽出し、35分割交差検定を行った。その結果、方向の識別率の平均値は68.2%であった。結果の詳細を表1に示す。この結果から、操作音の周波数スペクトルを特徴量として、ユーザがキートップを引っ掻いた方向を識別することが可能であることが分かった。また、距離の識別率を表2に示す。被験者に提示



図3: 実験環境

された距離とシステムが検出した距離の差が許容誤差以内であれば、システムは被験者が引っ掻いた距離を正確に識別したものとみなす。上下方向への引っ掻きの際は許容誤差が2の場合に98.2%、90.5%と高い識別率を示し、左右方向への引っ掻きの際は許容誤差が3の場合に91.5%、89.6%と高い識別率を示した。このことから、大まかな量の入力への応用が可能であることが分かった。

入力値\予測値	上	下	左	右	識別率
上	60.5	14.1	15.9	9.5	60.5
下	12.7	62.3	13.2	11.8	62.3
左	4.9	2.7	72.6	19.8	72.6
右	2.4	3.5	16.7	77.4	77.4
平均	-	-	-	-	68.2

表1: 方向の識別率 (%)

方向\許容誤差	0	1	2	3
上	39.5	83.6	98.2	100.0
下	37.3	75.0	90.5	100.0
左	24.4	58.5	80.2	91.5
右	19.6	54.7	76.2	89.6

表2: 距離の識別率 (%)

6 まとめと今後の課題

本稿では、キートップの引っ掻きによる入力手法の提案と評価を行った。今後の課題として、方向と距離の識別精度の向上と、実際の使用場面における従来手法との入力速度の比較が挙げられる。

参考文献

- [1] J. Rekimoto. Thumbsense: automatic input mode sensing for touchpad-based interactions. ACM CHI EA '03, pp. 852-853.
- [2] J. Kato, D. Sakamoto, and T. Igarashi. Surfboard: keyboard with microphone as a low-cost interactive surface. ACM UIST '10, pp. 387-388.
- [3] C. Chang and C. Lin. Libsvm: A library for support vector machines. ACM Trans. Intell. Syst. Technol., Vol. 2, No. 3, pp. 1-27.