

ウェアラブルコンピューティングのための ダブルマウスを用いた文字入力方式

中村 聡史 塚本 昌彦 西尾 章治郎

大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻

近年の計算機技術の発展により、計算機はPDAやパームトップマシンなどのように小型化されている。近い将来には、さらに小型化された装着型の携帯端末が広く利用されるようになるものと考えられる。装着型の計算機に対する文字入力システムとしてさまざまなシステムが提案されているが、従来の文字入力システムには、文字入力速度が遅い、修得に時間がかかる、利用できる状況に制約があるなどの問題がある。そこで本稿では、ウェアラブルコンピューティング環境において、装着型で、状況に制約されず、高い操作性を提供する文字入力手法として、筆者らがこれまでに提案しているダブルマウスを用いた、2個のトラックボールによる文字入力方式を提案する。提案する方式では、多数のシンボルを高速に入力するために、両マウスの移動方向の組み合わせによって入力文字を選択する。この方式では、画面でのメニュー表示を行わない「ブラインド」入力も可能であり、より高度なウェアラブルコンピューティングを実現するものと考えられる。

A Text Input Method Using the DoubleMouse for Wearable Computing Environments

Satoshi NAKAMURA Masahiko TSUKAMOTO Shojiro NISHIO

Department of Information Systems Engineering Graduate School of Engineering, Osaka University

Recently, due to the remarkable advancement of computer technologies, computers like PDAs and palmtop computers are downsized, and wearable computer will become common in the near future. Up to now, some text input systems for wearable computers have been proposed. However, these systems have many problems like low speed input and restriction on usage depending on the situation. In this paper, we propose a text input method with two trackballs for the wearable computing environments based on our previous proposal, "DoubleMouse." This method supports the wearable feature that can be utilized anytime and anywhere, and has advanced operability. In addition, this method selects input symbols by combination of the movement direction of two mice for inputting many symbols at a high speed. Further, this method supports the technique of "blind" input without displaying additional component on the screen.

1 はじめに

近年の計算機技術の発展により、計算機はPDA(Personal Digital Assistant)やパームトップコンピュータなどのように小型化されている。小型携帯端末によるモバイルコンピューティングは、ユーザが情報を持ち歩くことを可能にするとともに、どこ

からでも遠隔地にいる人とコミュニケーションを取ることが可能にする。

近い将来、高速の無線通信網によってすべての携帯型情報端末が常時ネットワークに接続されるようになる。人々はネットワーク上の全ての情報を即座に取得できるようになるものと考えられる。また、出先からメールを送信したり、遠く離れた場所にい

る人とチャットをするなどといったように、コミュニケーションもより簡便になると考えられる。このように、人々がありとあらゆる情報を持ち歩き、どこからでも情報を発信できるという技術を得るようになる、携帯型情報端末は生活する上で必要不可欠な存在となり、肌身離さず身に付ける「ウェアラブルコンピューティング」が浸透することが考えられる。

ウェアラブルコンピューティングを行ううえでは、操作機器の携帯性が重要になる。しかし、携帯性を向上するためには、入力機器は小型・軽量でなければならないが、小型・軽量のもは一般に操作性が低いという問題がある。さらに、必要な時に即座に入力できるという即時利用性もキーとなる。携帯性・操作性・即時性という3つの要件を満たすウェアラブルコンピューティング環境のインタフェースとして、従来のキーボードや、ソフトウェアキーボード、音声入力、ペンをを用いた文字入力システムなどが提案され、実現されている。これらのシステムは携帯性については十分に考慮されており、また操作性が高く、高速にタイプできるものもある。しかし、タイプ速度が遅い、周囲に迷惑がかかるなどの操作上の問題がある。

そこで本研究では、ウェアラブルコンピューティング環境の文字入力インタフェースとして、トラックボールを利用したダブルマウスシステムを用いることを考える。筆者らはこれまでに、本研究グループでは計算機への入力インタフェースとしてダブルマウスシステムを提案し、その有効性を示している[9, 10]。従来のマウスであれば携帯利用は困難であるが、入力機器としてトラックボールを用いることによって、ウェアラブルコンピューティング環境においても携帯利用を可能とする。

文字入力の仕組みとしては、両マウスカーソルの周りに上下左右などの移動方向によって選択内容を切り換えるパイメニューを表示することにより実現する。これにより操作性を保ったまま多数のシンボルを表現できるため、高速な文字入力が可能となる。また練習により、パイメニューを画面に表示せずに入力を行うブラインド入力も可能となる。

以下では、2章でダブルマウスシステムを用いた文字入力方式を提案し、プロトタイプシステムの設計および実装方法について説明する。次に3章で、これまでに提案されている様々な文字入力システム

について説明したうえで提案手法との比較を行い、最後に4章で結論と今後の課題を述べる。

2 ダブルマウス文字入力

本章では、ダブルマウスによる文字入力について説明する。

2.1 ダブルマウスシステム

ダブルマウスシステムでは、計算機への入力デバイスとして右マウス、左マウスと呼ぶ2つのマウスを接続し、計算機上でそれぞれ右マウスカーソル、左マウスカーソルを操作する。

ウインドウシステムの操作にダブルマウスシステムを適用することにより、移動量を抑え、操作の手間を省くことができ、複雑なアプリケーション操作も簡単に実現できると考えられる。例えば、2つのマウスカーソルのどちらかで操作してもよいため、マウスの移動距離を低減できる。また、2つのマウスで2点を同時に指定することも可能である。2点の同時指定により、ドラッグ・アンド・ドロップや範囲選択といった動作の操作性向上がはかれる。その他にも、左マウスに新たな機能を与えることによりウインドウ操作の効率向上がはかれる。例えば、左マウスにウインドウを掴む機能を与えることにより、細かい操作が必要であり、手間の多いウインドウの移動などの操作を効率良く行うことができるようになる。さらにこの方式の拡張として、高度な3次元操作[14]や両手両足による入力[1]がサポートできる。

本稿では、このダブルマウスをウェアラブルコンピュータの文字入力機器として利用することを考えるが、従来のマウスでは携帯利用は困難である。そこで、入力デバイスとしてトラックボールを用いる。トラックボールは従来のマウスと同程度のサイズであるため、ポケットまたはショルダーバックなどに十分入る。また、従来のマウスのように板とマウスのボールとの摩擦を利用して操作するのではなく、ボールは指で動かすよう設計されている、ボールを転がすための板が不要になる。つまり、ポケットや鞆の中に本体を入れたままでも、手をそこにいれれば、望む地点をポイントすることが可能となる。

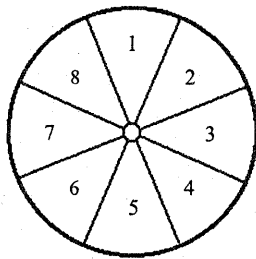


図 1: パイメニュー

2.2 ダブルパイメニュー方式

ダブルマウスの2つのマウスカーソルの周りにパイメニューを表示し、両パイメニューの組合せにより文字を入力するのである。この方式をダブルパイメニューと呼ぶ。

パイメニュー [2] とは、円を中心から半径に沿って分割し、中心に配置されたマウスカーソルがどの方向に移動するかによって操作内容を切り換えるものである。列挙型のメニューと比較して、パイメニューはメニューの選択が速くなることが知られている。この技術と、ペン入力を組み合わせた文字入力システムはいくつか実現されており、Cirrin[8]やT-Cube[13]などがある。パイメニューは、分割数を増やせば増やすほど細かい操作が要求されるため、操作性が低下してしまうという問題がある。

本研究では、ウェアラブルコンピューティング環境において、メニューの分割数と操作性の関係を明らかにするために、4, 6, 8, 10, 16 分割のパイメニューそれぞれについて簡単な予備実験を行った。予備実験では、それぞれの方向を正確かつ高速に指定できるかについて調べるために、ウェアラブル環境でパイメニューを表示せずにランダムに与えられた方向を1秒以内に指示するという操作をそれぞれについて100回行った。実験結果を表1に示す。表1から、分割数は8が妥当であると考えられる。そこで、パイメニューとしては図1のように円を8分割し、中心に小円を設定し、移動なしのときには中心を選択することにより9分割を実現する。

ダブルパイメニュー方式により、9個の入力を2つ組合せることで81通りのパターンを入力可能にする。画面の表示例を図2に示す。81個のシンボルを一回の操作で入力できるため、多数のシンボルを

表 1: 実験結果

Type	4	6	8	10	16
failure(%)	0.0	6.0	2.0	18.0	40.0

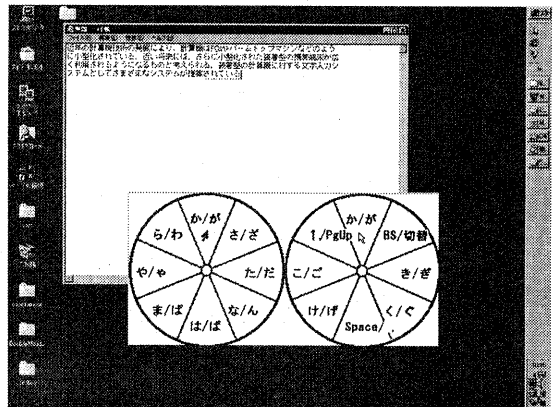


図 2: ダブルパイメニューの利用画面例

正確かつ高速に入力するシステムが実現される。1文字入力すると、両マウスカーソルはパイメニューの中心に移動される。

2.3 日本語入力のための文字バインド

日本語のローマ字入力は、子音となる文字、母音となる文字を組み合わせるものであるため、本方式では、左マウスによって子音を決定、右マウスによって母音を決定する。母音は5つであるため、右のパイメニューには空きができるが、覚えやすいことを優先して、右マウスでは子音を選択しないこととする。日本語入力は図3のように実装している。表中の数字は、図1の番号を示す。9分割された領域に2種類のシンボルを割当て、ボタンの左クリックか、右クリックかにより、入力シンボルを変える。例えば、表中の「か/が」の領域は、左クリックすると「か」が入力され、右クリックすると「が」が入力されることを表している。これは、日本語には清音「は」、濁音「ば」、半濁音「は」の区別や、撥音「っ」などが存在するため、子音を決定することは9分割だけでは不可能であることからきている。英数入力は、図2下のような組合せとする。英数入

		Right								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
L e f t	0	再/Space	あ/あ	BS/切替	い/い	う/う	Enter/BS	え/え	お/お	
	1	K/G	か/が	BS/切替	き/ぎ	く/ぐ	Space/,	け/げ	こ/こ	↑/PgUp
	2	S/Z	さ/ざ	BS/切替	し/じ	ず/ず	Space/,	せ/ぜ	そ/そ	Shift/Ins
	3	T/D	た/だ	BS/切替	ち/ち	つ/つ	Del/-	て/で	と/と	→/End
	4	N/NN	な/ん	BS/切替	に/ん	ぬ/ん	IME/	ね/ん	の/ん	Ctrl/Tab
	5	H/B	は/ば	BS/切替	ひ/び	ふ/ぶ	Enter/BS	へ/べ	ほ/ほ	↓/PgDn
	6	M/P	ま/ぱ	BS/切替	み/び	む/ぶ	無変換/¥	め/べ	も/ほ	Alt/Center
	7	Y/XY	や/や	BS/切替	い/い	ゆ/ゆ	BS/!	え/え	よ/よ	左/Home
8	R/W	ら/わ	BS/切替	り/ゐ	る/う	Space/?	れ/ゑ	ろ/を	Esc/終了	

		Right								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
L e f t	0	再/Space	1/6	+/-	2/7	3/8	=/.	4/9	5/0	*//
	1	!/?	F1/F2	BS/切替	F3/F4	F5/F6	Space/,	F7/F8	F9/F10	↑/PgUp
	2	#/\$	y/Y	BS/切替	u/U	i/I	Space/,	o/O	p/P	Shift/Ins
	3	%/&	h/H	BS/切替	j/J	k/K	Del/-	l/L	:/.	→/End
	4	(/)	n/N	BS/切替	m/M	</	IME/	>/	//?	Ctrl/Tab
	5	-/_	F11/F12	BS/切替	PrSc/SRq	SL/Pause	Enter/BS	@/^	¥/.	↓/PgDn
	6	¥/!	z/Z	BS/切替	x/X	c/C	無変換/¥	v/V	b/B	Alt/Center
	7	[/]	a/A	BS/切替	s/S	d/D	BS/!	f/F	g/G	左/Home
8	/	q/Q	BS/切替	w/W	e/E	Space/?	r/R	t/T	Esc/終了	

図 3: 文字入力の仕事

力と日本語入力の切り替えは「切替」の入力により行う。また、「再」を選択することにより、前回入力した文字を再度入力する。

現時点の文字バインドは、特に英数に関するものは特に論拠もなく割当てたものである。最適なキー配置の検討は今後の課題である。

2.4 ブラインド文字入力

本方式では、通常は画面上に図2のように、文字入力を助けるダブルパイメニューを表示する。互いに、マウスの移動により反対のパイメニューの表示内容を変更するよう設計している。例えば、右マウスの位置を移動したら、左パイメニューの表示内容が切り替わる。マウスは、どちらから先に動かしても結果は変わらない。慣れてくると、このパイメニューなしに文字入力を行うことが可能となる。何も表示せずに文字入力を行う操作を、ブラインド文字入力と呼ぶ。

ブラインド文字入力においては、パイメニューのどの方向を選択しているかということユーザーの感覚に頼ることになる。先述の予備実験をさらに詳しく分析すると、パイメニューの選択操作において、上下左右はかなり正確に指定できるが、斜めについては少しばらつきがあり違うシンボルを選択して

表 2: 実装環境

使用機器	DOS/V パーソナル計算機
	PS/2 接続トラックボール
	シリアル接続トラックボール
使用 OS	Windows 95/98 (Microsoft)
開発言語	Visual C++ 5.0 (Microsoft)

しまうことがあることがわかった。つまり、パイメニューの分割は等分するのではなく、上下左右の範囲は狭く、斜めの範囲は広く取った方がよいと考えた。ただし、この差異は人によってばらつきがあると考えられるので、最初に数度上下左右斜めの入力を行ってもらい、ソフトウェアで自動的に調整することによって、より精度の高いブラインド文字入力を実現することも有効と考える。

2.5 実装環境

システムの実装環境を表2に示す。本実装では、ダブルマウスシステムを利用したプログラム開発のために、筆者らの開発した DoubleMouse DLL [9] を利用した。

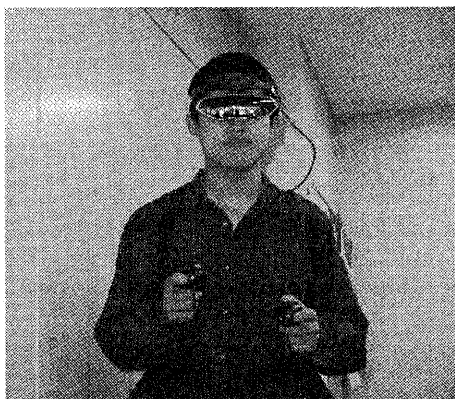


図 4: ウェアラブルコンピュータ利用図

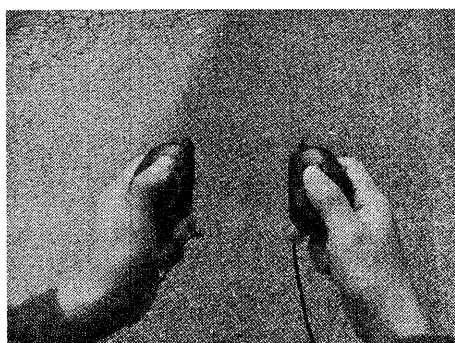


図 5: ウェアラブル環境におけるダブルマウス操作

3 関連研究

一般に、コンピュータの入力機構は、主に机上での使用を前提として設計されているため、携帯性については十分に考慮されてはおらず、常に装着して利用することは困難なケースが多い。新しい入力手段を考慮したインタフェースとしては、キーボードタイプ、ソフトウェアキーボードタイプ、音声入力タイプ、ペン入力タイプなどがある。

キーボードタイプは最もポピュラーな文字入力方式であり、多数のキースイッチを並べたものが一般的である。従来のキーボードは高速な文字入力を可能とするよう実現されているが、ウェアラブルコンピューティングに用いるにはキーボードが大きすぎるという問題があるため、入力機器の小型化のため、5~15 キー程度で実現された小数キーボード [7] が幾つか提案されている。小数キーボードは、多打鍵

により多くのシンボルを入力するよう設計されており、既に製品として Twiddler[5] や、カスタネットキーボード [11, 12] などがある。FingeRing[3] は、指に加速度センサ付きの指輪を付け、センサによりどの指が打指されたかを検出し、その組合せでコマンド・文字入力を行う入力機器である。これらの入力装置によりブラインドタッチや、ある程度高速な文字入力システムが提供されているが、小数キーとはいえ 10~15 キー程度のタイプはキー配置や組合せを覚えるのが難しく、入力機器もやや大きくなってしまふ。また、5 キー程度のタイプは小型であるためウェアラブル使用には適しているが、3 打鍵以上の組合せが必要になる。このことはタイピング速度を極端に低下することにつながる。一方、ダブルマウスによる文字入力は、左右同時に操作出来るため入力が速いと考えられる。

次に、キーボードを計算機上で仮想的に実現し、そのキーボード上のボタンを押すことによって文字入力を行うというソフトウェアキーボードタイプがある。ソフトウェアキーボードタイプの利点は、空間をポイントするための入力機器であるマウス等が必要なだけで、文字入力のための特別な装置が不要になることである。そのため、装置はかさばらないが、マウスカーソルによってボタンを選択して入力するという仕組みなので、マウス移動に時間がかかる。また、ブラインド入力は不可能であり、タイピング速度も低下する。

ViaVoice[6] に代表されるマイクを用いた音声による文字入力方式は、あらかじめユーザが登録した声の解析データと照合し、音声認識を行うことにより文字を入力する。この方式は、最初に計算機に自分の声を登録する必要があるが、ブラインドタッチのための練習は特に必要なく、誰でも高速に文章を入力することが可能である。また、マイクをつけるだけでよいため携帯性にも優れる。しかし、声を登録する面倒さや、登録者以外が利用すると認識率が低下するといった問題がある。さらにウェアラブルコンピューティングに適用した場合には、人前で喋ることは周囲の迷惑となるであろうし、メールなどを書くときに人前でメールの文面を読むのは抵抗があると考えられる。つまり音声入力は、利用範囲が限定されるという問題がある。

ペンをを用いた文字入力方式として、高速に入力するため、速記的文字入力手法 [4] などが提案されて

実用化されている。この方式もまた特に訓練は不要であるため、PDAなどでは一般的に利用されている。しかし、図4のようなHMDつけ利用する環境には使えないことや、認識の遅さ、誤認識などの問題がある。

これらの入力手法と比較して本手法は、携帯性および即時利用性については、ポケットに入れて持ち歩き、かつ操作の際には手を入れるだけで操作できるため、特に劣る部分はないと考える。また、文字の入力速度に関しては、音声入力に対しては劣る可能性があるが、音声入力タイプは、周囲の迷惑となるような状況では利用できないなど、状況に依存するという問題がある。音声入力と、ダブルマウスによる文字入力を併用し、状況に応じた利用を行うことにより、ウェアラブルコンピューティング環境における文字入力はよりよくなるのではないかと考えられる。

4 おわりに

本研究では、近い将来に訪れるウェアラブルコンピューティング環境における文字入力のインタフェースとして、ダブルマウスを用いたダブルパイメニュー手法を提案し、そのプロトタイプシステムを実装した。ダブルパイメニュー手法により、ウェアラブル環境において携帯性および即時性が高い文字入力が可能となるものと考えられる。また本方式は、高速に文字を入力する技術の修得が容易であることも予想される。さらに、ブラインド文字入力が可能であるため画面をさまたげることなく文字入力が可能になる。ダブルマウスを用いた文字入力は、現時点では1分間に100文字程度のかな入力が可能であることを確認している。

今後の拡張および課題として、文字配置を再検討し、性能を改善することや定量的な評価が挙げられる。

謝辞

末筆ながら、本研究を進めるにあたって、有益な御助言を頂いた大阪大学岸野文郎教授、北村喜文助教授に衷心より感謝の意を表す。また、貴重な御助言を頂いた春本要助手、原隆浩助手をはじめ当研究室諸氏に謝意を表す。なお、本研究は、日本学術

振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「マルチメディア・コンテンツの高度処理の研究」(プロジェクト番号: JSPS-RFTF97P00501)によっている。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] DIGITAL HOUSE: Nohand Mouse. <http://www.footmouse.com/index.htm>.
- [2] Hopkins, D.: The Design and Implementation of Pie Menus, *Dr. Dobb's Journal*, (1991).
- [3] Fukumoto, M. and Tonomura, Y.: Body Coupled FingerRing: Wireless Wearable Keyboard, *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'97)*, pp. 147-154 (1997).
- [4] Goldberg, D. and Richardson, C.: Touch-Typing With a Stylus, *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'93)*, pp. 80-87 (1993).
- [5] Handykey Corporation: Twiddler, <http://www.handykey.com>.
- [6] IBM Corp.: ViaVoice Dictation, ViaVoice Developers Toolkit (1997).
- [7] 北村拓郎, 森清人: 少数キーによる文字入力方式, 情報処理学会研究報告 99-HI-83, pp. 37-42 (1999).
- [8] Mankoff, J. and Abowd, G. D.: Cirrin: A Word-level Unistroke Keyboard for Pen Input, *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST'98)*, pp. 213-214 (1998).
- [9] 中村聡史, 塚本昌彦, 西尾章治郎: 2つのマウスを用いたウィンドウ操作機構の設計と実装, 情報処理学会研究報告 99-HI-83, pp. 1-6 (1999).
- [10] 中村聡史, 塚本昌彦, 西尾章治郎: ウィンドウ環境のためのダブルマウスの実現について, *Proc. of the Human Interface Symposium '99*, pp. 555-560 (1999).
- [11] Sugimoto, M. and Takahashi, K.: SHK: Single Hand Key Card for Mobile Devices, *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'96)*, pp. 7-8 (1996).
- [12] 杉本正勝: SHK 片手入力方式のポケットブルコンピュータへの適用, 情報処理学会研究報告 98-MBL-5, pp. 71-75 (1998).
- [13] Venolia, D. and Neiberg, F.: T-Cube: A Fast, Self-Disclosing Pen-Based Alphabet, *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'94)*, pp. 265-270 (1994).
- [14] Zeleznik R., Forsberg A. and Strauss P.: Two Pointer Input for 3D Interaction, *ACM/SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics*, pp. 115-120 (1997).