

# 言語統計に基づく小型携帯端末のための効率的な文書入力システムの研究（継続 8）

## Studies on Statistical Text Entry Method for Mobile Devices

田中(石井)久美子 東京大学情報理工学系研究科

Kumiko TANAKA-Ishii Graduate School of Information Science and Technology, University of Tokyo

研究期間 平成 13 年度～平成 15 年度

### 概要

文字入力用に少数のみのキーを用いて自由な文章の入力を行うシステムに関する研究を報告する。本システムは動的な統計言語モデルに基づいて予測的に入力を行うものである。さまざまな実験の結果、4つのキーを用いたとしても、PPMによる学習を用いると現行の携帯電話における文書入力に匹敵する効率で入力が可能であることがわかった。

本システムは既存のかな漢字変換システムを一般化したものとして位置付けることができる。応用としては、小型機器類における入力や、高齢者や障害者のための簡易文書入力と考えられる。現在は、英語、日本語、フランス語、タイ語での入力が可能であり、ホームページで試用版の配布を行っている他、民間企業が携帯電話用システムの製品化を行っている。

### Abstract

The recent scaling down of mobile device form factors has increased the importance of predictive text entry. It is now also becoming an important communication tool for the disabled. Techniques related to predictive text entry software are studied in a generalized, language-independent manner. The essence of predictive text entry is twofold, consisting of (1) the design of codes for text entry, and (2) the use of adaptive language models for decoding. Code design is examined in terms of the information-theoretical efficiency. Our adaptive language model is based on PPM and we experimentally examined its effect under various settings. We demonstrate a system that requires only four buttons for text entry in English, French, Thai, and Japanese.

### 1. 研究内容

本研究課題の目標は、かな漢字変換システムを一般化・汎用化し、少数のボタンだけを用いて自由な文書を入力するシステムを構築し、その可能性を探ることにある。

かな漢字変換システムの発端は、1960年代にコンピュータのキーボードのキーの数(40程度)が、扱う漢字の数(数千～)に比べて少ないという問題にある。キーボードのキーに全漢字を割り当てて直接入力を行うことは困難であったため、現在のかな漢字変換が工夫された。現在同システムは広く一般に使われるまでに発展している。

近年、携帯電話の普及と共に、機器類上のキー数(約10)が言語の文字数(英語でも26)よりも少ないという問題は世界に共通のものとなった。このため、少数キーで言語をいかに入力するかという問題を解く必要性が世界中で高まった。日本や中国はこの問題に世界に先がけて取り組んでいるため、その技術を一般化し、応用することが一つの解決策として考えられる。この意味で、本研究は日本や中国のソフトウェア技術を、世界に発信するという重要な特徴を持っている。

かな漢字変換は、曖昧性を利用する点にその特徴がある。曖昧性とは、ある入力文字列に対して「複数の変換候補が挙がること」であり、たとえば、「氷」を入力する際、かな漢字変換では、読み「こおり」を入力して変換するが、「こおり」は「氷」以外にも「凍り」「郡」などの変換候補が挙がり、入力文字列「こおり」は曖昧である。この曖昧性を一般化して捉えたことが、本研究の基本アイデアである。たとえば、携帯電話では、ボタンが10個しかないの、曖昧な文字列として子音列を考える。「氷」を入力する場合、「(か段)(あ段)(ら段)」（携帯電話では「219」）だけを入力する。入力文字列の曖昧性がかなの場合よりも大きいため、候補には「凍り」などのほかに「香り」「コアラ」などが挙がる。この考え方をつきつめると、たとえば4つのボタンで英語を入力できるか?といった疑問が生じる。

以上のような曖昧性を利用した入力のことを一般に「予測入力」と以下ではいう。予測入力の技術的な要は、

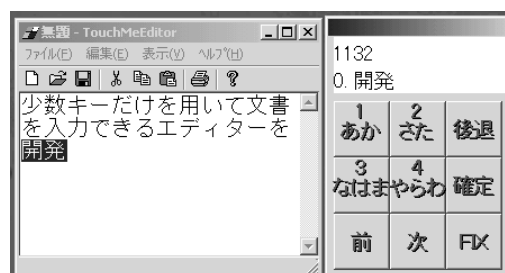
- 候補の整列方法
- 曖昧な入力文字列の設計法

にある。近年では大規模な電子的な言語データが手軽に得られるようになったので、これを用いて言語の統計モデルに基づく方法を本研究では追求した。また、日本語以外の言語にも応用を行い、汎用の手法を考えた。

### 2. 研究成果

まず、右図に示す TouchMeKey 入力システムおよび付随するエディターを作った。右図では、「開発」が入力されているが、その際のユーザの入力は「か」を表す1番、「い」(あ行)を表す1番、「は」を表す3番、「つ」(た行)を表す2番の、「1132」が入力され、「開発」が候補に挙がっている。

「開発」以外にも、1132相当の候補として「行っ」「格別」「告別」「言います」「行きます」などが単語辞書には登録されており、これらは候補として挙げられる。ユーザは候補を「次」「前」キーで探し出し、入力する。右図の場合には、「開発」が第一候補に挙がる。本システムは、言語汎用であり、現在日本語、英語、フランス語、タイ語での実装が行われている。また、ボタンの数や文字のキーへの割り当ては目的に合わせて簡単に変更することができる。



予測入力は、シャノンの通信モデルを用いてモデル化を行うことができる。これにより、研究内容で述べた二つの問題を、情報理論的に解決することができる。

第一の候補の整列方法については、PPM という、文字列圧縮の際に用いられる動的な言語モデルを用いて解決した。ユーザの文書に合わせて動的に候補の順番を入れ替えることは、少ないボタンでの入力においては、特に重要となる機能である。本研究では、PPM とさまざまな動的な言語モデルを比較の上、PPM を用いた。

第二の曖昧な文字列の設計方法については、辞書と言語モデルが与えられると、条件付きエントロピーを用いて入力効率を近似的に算出することが可能であることに着目した。さらに、言語体系を鑑み、ユーザに過度の負担を強くない割り当てを考える必要がある。本研究では、さまざまな割り当てに関して条件付きエントロピーを計算し、たとえば日本語で4つキーの場合の割り当てとして図のような割り当てを得た。

この他、予測入力は辞書に未登録の単語を入力することができないという本質的な問題を含んでいる。我々は、ユーザが文書を編集する際に7割もの単語を再利用する特徴を利用し、辞書に未登録の単語を動的にユーザ文書から動的に切り出して、辞書に登録する方法を考案した。

以上については、言語、キー数、キーへの文字割り当て、入力単位（文節単位か、単語単位か）、補完入力のありなしなどさまざまな場合をすべて考慮し、必要な実験を行った。大規模なデータを利用して入力効率を計測し、また、実際のユーザによる入力実験も行った。たとえば、図のシステムの場合、1単語につき打鍵数は候補選択のスクロールも含めて約5、入力速度は1分間に約12～16単語であることがわかった。フルキーボードの場合には、一単語あたりの打鍵数は約5.5程度、入力速度は1分あたり40～60単語であり、携帯電話での入力速度は1分あたり約15単語であるから、4つしかキーがないことを鑑みると、必ずしも効率が悪すぎるとはいえない。

現在、携帯電話への入力システムについては、民間企業が製品化を行っている。このほか、成果は論文誌で発表したほか、多くの国内外の会議で口頭発表を行った。また、近年台頭しつつある予測入力への関心を受けて、国際ワークショップをドイツの研究者らと共に企画した。また、本成果は、入力のための自由度が制限される（特に手が不自由な）身体障害者のためのシステムとしての可能性を秘めている。身体障害者に関連するさまざまな国内の研究会で発表し、また国立身体障害者リハビリテーションセンターとの共同で、応用への可能性を探った。また、その経験をきっかけに、重度身障者のための1ボタンだけを用いた入力システムを考案し、国際会議などで発表した。

本研究は純粋に技術的な研究にはとどまらず、言語科学の領域にも関係する。たとえば、5つボタンで日本語を行う場合、子音での入力（あは段、かま段...各キーに割当）と、母音での入力（あいうえお行各一つづつ割当）の二つが考えられる。入力効率を比較すると子音入力の方が母音入力よりも効率がよいことを発見した。言語においては子音より母音の方が情報を持っていることが過去より指摘されており、たとえばアラビア語などは子音だけで記述する言語であるが、これに対して母音で記述する言語はほぼ皆無である。このような知見を実証したことも本研究の成果のうちに挙げられる。

## 誌上发表リスト

[1] Kumiko Tanaka-Ishii, “Predictive Text Entry Techniques Using Adaptive Language Models”, Journal of Natural Language Engineering, (2005, to appear) :

[2] 田中久美子, 犬塚祐介, 武市正人, “少数キーを用いた日本語入力”, 情報処理学会論文誌 Vol.44 No.2 pp433-442(2003) :

[3] 田中久美子, 犬塚祐介, 武市正人, “携帯電話の10keyを用いた日本語入力—子音だけで日本語が入力できるか—”, 情報処理学会論文誌 Vol.43 No.10 pp3387-3096(2002) :

他国際会議論文誌など14編

## 申請特許リスト

[1] 石井久美子, 文字列入力装置ならびにプログラム, 日本, 2004年3月16日申請

[2] 石井久美子, 武市正人, 抽出装置, 文字列入力装置, ならびに, プログラム, 日本, 2002年11月11日申請

[3] 石井久美子, 武市正人, 単語入力装置, 単語入力方法, ならびに, プログラム, 日本, 2001年2月22日申請

他2件申請

## 報道発表リスト

[1] “キー4つでメール入力”, 読売新聞夕刊, 2001年6月25日

[2] “4キー文字入力”, DIME, pp 49, 2001年9月号

[3] “かな漢字変換の実力”, 日経バイト (記事中の一コラムとして紹介), pp 87, 2001年11月号

他4件雑誌やwebにて報道

## 本

[1] “自然言語の数理—携帯電話に日本語を入力するには—”, 数理工学への誘い(第8章), 日本評論社, pp77-86, (2002)

## ホームページによる情報提供

ホームページは <http://www.kumish.net>、TouchMeKeyの説明、および、本体と辞書のダウンロードページは <http://www.r.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/~kumiko/touchMeKey/tmk.html>