

## 文字入力支援システム Dasher の日本語実装

鎌木崇史<sup>†</sup>、福田真啓<sup>†</sup>、瀬賀一恵<sup>†</sup>、松本隆<sup>†</sup> David. J. C. MacKay<sup>‡</sup>.

<sup>†</sup> 早稲田大学理工学術院 <sup>‡</sup> Cambridge University

概要:本研究は文字入力支援システム Dasher[1]を日本語で実現することを目的とする。Dasher は英 Cambridge 大学の MacKay 教授らのグループが提案・実装しており、ある基準での情報圧縮手法に基づく文字入力手法である。英語をはじめ世界 60 以上の言語で動作することが確認されているが、現在、実装ができていない言語が少なくとも 2 つある: 中国語と日本語である。

## 1. 目的

Dasher は言語の持つ冗長性に着目し、情報圧縮の観点から効率的な文字入力方式を目指して開発されたシステムである。現在の文字入力は事実上標準がキーボードとなっているが、これに代替するものをめざしている。Dasher は主に、空間的制約からキーボードの搭載が困難な小型携帯情報端末、キーボードに不慣れな利用者や、何らかの障害のためにキーボードが操作できない人々のためのコミュニケーションツールとなることをめざしている。これまでに MacKay 教授らのグループはマウスによる操作方法以外に注視点追跡による操作方法、呼吸時の腹部動作による操作方法、脳波による操作方法などを提案し、実装してきている。

## 2. 方法

Dasher では図1のように、画面の右側にすべての文字種(例えば英語の場合は a~z とスペース)を正方形の領域で表示し、その中から次に入力しようとする文字を、適当なポインティングデバイスで選択するインターフェイスを採用している。文字列を時系列としてとらえ、背後に言語モデルを想定している。このモデルでは用意された学習データベース中の文字列  $w_{1:T} := \{w_t\}_{t=1,2,3,\dots,T}$  に  $N$  次マルコフ性を仮定する:

$$P(w_{1:T}) = \prod_{t=1}^T P(w_t | w_{t-1}, \dots, w_{t-N}) \quad (1)$$

$P$  は確率を、そして  $P(\cdot | \cdot)$  は条件付確率を意味する。この確率値を、例えば

$$P(w_t | w_{t-1}, \dots, w_{t-N}) \approx f(w_t | w_{t-1}, \dots, w_{t-N}) := \frac{C(w_t, w_{t-1}, \dots, w_{t-N})}{C(w_{t-1}, \dots, w_{t-N})} \quad (2)$$

で近似できれば、過去の文字列軌跡  $w_1, w_2, \dots, w_{t-1}$  から次に出現する文字  $w_t$  の出現確率を計算しておくことができるであろう。ここに  $C(w_t, w_{t-1}, \dots, w_{t-N})$  と  $C(w_{t-1}, \dots, w_{t-N})$  は学習データベースにおける  $(w_t, w_{t-1}, \dots, w_{t-N})$  と  $(w_{t-1}, \dots, w_{t-N})$  の出現頻度である。

計算した予測確率値に応じて文字に割り当てる正方形の大きさを調整し、出現確率の大きい文字には広い面積を、確率の小さい文字には狭い面積を割り当てることにより、使用者が入力(ポイント)しやすいよう設計されている。予測確率は、対象とする学習データベースの特徴を反映したものになる。

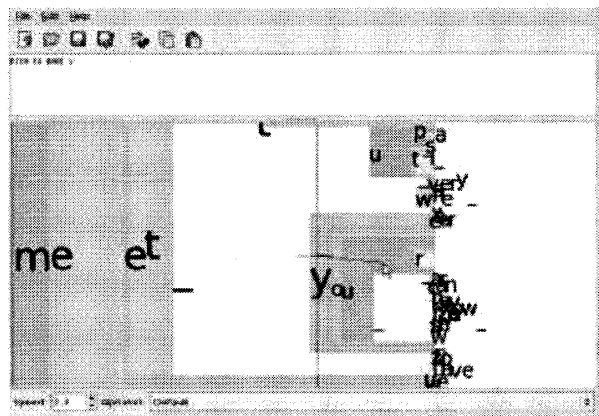


図1. 英語版 Dasher での入力の様子

予測確率  $P(w_t | w_{t-1}, \dots, w_{t-N})$  の計算を遂行する際、Dasher には大きく分けて

- (a) 事前学習フェーズ
- (b) 逐次学習フェーズ

の2つのフェーズが存在する。事前学習フェーズでは一般的な文章データを元に確率  $P(w_t | w_{t-1}, \dots, w_{t-N})$  を学習し、ユーザが初めて入力する場合でもある程度の言語モデルによる入力支援ができる仕組みになっている。さらにユーザが入力することによって、言語モデルのパラメータが逐次的に更新され、ユーザの個性をとらえる学習を行う。

Dasher で日本語を扱う取り組みは

- (A) Dasher の枠組みの中で解決する方法
  - (B) 外部のかな漢字変換を利用する方法
- の2つのアプローチが考えられる。これまで、主に (A) Dasher の枠組みで解決する方式で開発が進められてきた。最も初期のものでは

- (1) ひらがなのみが入力できるもの
  - (2) 漢字を含むすべて入力できるもの
- の2種類が開発された。しかし、(1)では通常の日本語の文章とは言い難く、また(2)では 3000 以上の選択肢 (JIS 第一水準漢字の場合) から適切な漢字を選択する

のは困難である。著者らはこの問題に対し、2004年には(3) ふりがな

を用いて入力する方法を提案した。しかし、すべての漢字とひらがなを対応させることは困難である。

本報告は(B)外部のかな漢字変換を利用する方法を実装した最初の公の場での報告である。実装にはLinux版のDasherを元に行い、外部のかな漢字変換にはCanna 3.7を用いた。図2に提案システムの概略を示す。(1)ユーザはDasherを用いて入力する文章のよみがなを入力する。(2)DasherはCannaによみがなを送り、(3)返ってきた変換候補のリストをDasherに表示する。提案システムでは(4)の候補確率計算として Shift-JIS コード順に候補を並べ、1/2, 1/3, 1/4,... に比例する確率を与えている。

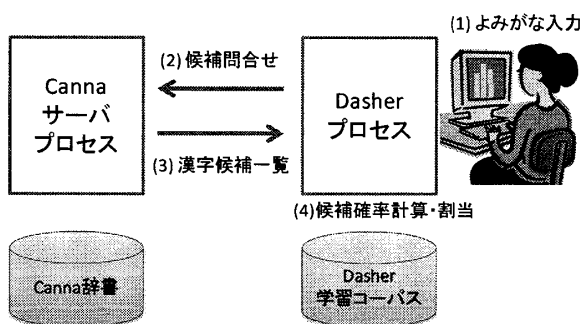


図2. Canna を利用した日本語版 Dasher システム

### 3. PPM (Prediction by Partial Match)

式(2)は実際には機能しない。対象とする文字列のクラス数に対して学習データベースから実際に得られる文字列データ数が圧倒的に少ないため、確率ゼロが頻発するからである。対応策のひとつとして平滑化がある:

$$P(w_i | w_{i-1}, \dots, w_{i-N}) = \lambda_N f(w_i | w_{i-1}, \dots, w_{i-N}) + \lambda_{N-1} f(w_i | w_{i-1}, \dots, w_{i-N-1}) + \dots + \lambda_2 f(w_i | w_{i-1}) + \lambda_1 f(w_i)$$

ここに

$$\lambda_N + \lambda_{N-1} + \dots + \lambda_1 = 1, \lambda_i \geq 0, i = 1, \dots, N$$

は平滑化重みである。

Dasher で実装されている PPM はアルゴリズムとしては上式そのものではないが、結果的には平滑化が行われている。PPM は文字種の集合  $\Sigma$  として通常の文字以外に特殊記号  $\varepsilon$  を加え、 $\varepsilon$  にも出現確率を割り当てる。 $P(w_i | w_{i-1}, \dots, w_1)$  の求め方は式(2)と同形であるが、 $w_i$  の直前の  $\varepsilon$  の数を  $N$  の規定値から引いた数を  $N_{\varepsilon}$  とし、 $w_i$  の出現確率は直前  $N_{\varepsilon}$  個の通常文字に依存するものとする。また PPM は全ての通常文字が等確率で出現するモデルを  $N=1$  の下に置いており、 $\varepsilon$  が  $N+1$  以上連続することはありえない。

以上が PPM であるが、実際にはさらに Exclusion という手法により計算量が節約される。

### 4. これからの方向

10 名程度の被験者による、いわゆる学習曲線を得ることを当面の目標とする。そのためにはいくつか解決す

べき問題が残っている:

(i) 漢字を含むときの文字種数の多さ

前述のように JIS 第一水準漢字でも 3000 種の文字がある。Dasher に限らず文字種が多くなると、単語を構成する空間が非常に疎となり、効率的な学習方法および文字の選択方法が求められる。

(ii) 同音異義語

日本語には同音異義語が多数存在する。正しい入力を行うためには直近の文字列だけではなく、文章の広範囲に渡る文脈を考慮する必要がある。

### 参考文献

- [1] David J. Ward and David J.C. MacKay. "Fast Hands-free Writing by Gaze Direction", Nature 418, p838, (22 August, 2002),
- [2] David J. Ward, Adaptive Computer Interfaces, Ph.D Thesis, Cambridge University, (Nov. 2001)
- [3] "Dasher - a Data Entry Interface Using Continuous Gestures and Language Models", Proc. User Interface Software and Technology 2000, pp129-137, (2000).

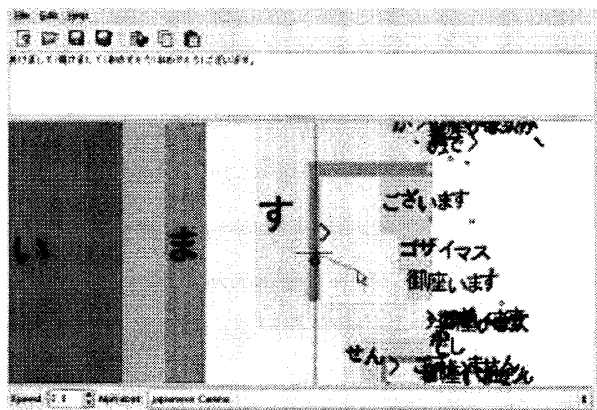


図3. かな漢字変換する直前

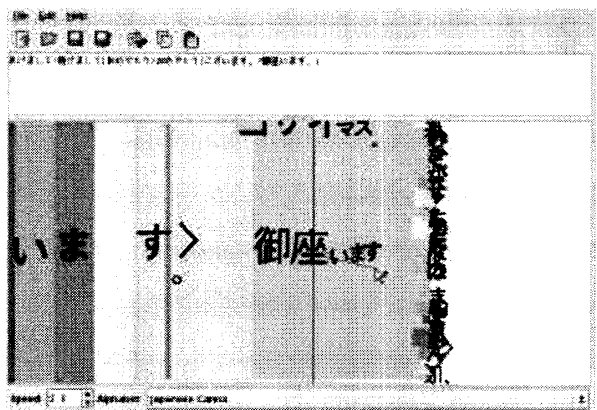


図4. かな漢字変換した瞬間

Daishoya - A Japanese Dasher  
 †Waseda University  
 ‡Cambridge University