

## 携帯端末における Web フォーム自動入力エンジンの ユーザビリティ評価

神山 剛<sup>†</sup> 鈴木 敏<sup>†</sup> 野田 千恵<sup>†</sup> 竹下 敏<sup>†</sup>

<sup>†</sup>株式会社 NTT ドコモ 〒239-8536 神奈川県横須賀市光の丘 3-5

E-mail: <sup>†</sup>{kamiyamat, t\_suzuki, noda, takeshitaa}@nntdocomo.co.jp

あらまし 近年では、携帯端末のブラウザを用いたショッピングサイトの利用など、ユーザ情報を Web フォームへ入力する機会が増えて いる。携帯端末における入力操作は従来に比べ格段に向かっているが、なおユーザの負担を強いるものである。

ユーザの入力支援を行う技術の一つとして、自動入力エンジンがある。本稿では、まず従来の入力方式と比較した自動入力エンジンの入力効率を測るための評価方法の検討をし、プロトタイプを用いた評価実験から自動入力エンジンの有効性を示した。次に、評価結果の分析から、さらなる改善の必要性を示し、ユーザインターフェースと連携した改善を行うことを提案し、評価によりその効果を示した。

**キーワード** Web フォーム、自動入力、入力支援、ユーザビリティ、携帯端末

## Evaluation of Web Form Filling in Mobile Handset

Takeshi KAMIYAMA<sup>†</sup> Takashi SUZUKI<sup>†</sup> Chie NODA<sup>†</sup> and Atsushi TAKESHITA<sup>†</sup>

<sup>†</sup>NTT DoCoMo, Inc. 3-5 Hikarinoooka, Yokosuka-City, Kanagawa, 239-8536 Japan

E-mail: <sup>†</sup>{kamiyamat, t\_suzuki, noda, takeshitaa}@nntdocomo.co.jp

**Abstract** Recently, it's usual to fill User Profile data in the Web form for the purpose of shopping and the like on the Web. Although existing input schemes in mobile handset have been more efficient, there're still heavy load on users.

In this paper, first, we examine how to evaluate input efficiency of input with Auto Form Filling compared to one with existing schemes, and show the efficiency from the experiment by use of prototype. Next, we indicate necessity to improve based on our experimental result, and present proposed scheme in cooperation with user interface and its efficiency.

**Keyword** Web form, Auto Filling, usability, mobile handset

### 1. はじめに

携帯端末からのインターネットアクセスが日常生活に浸透し、Web サイト上でのショッピングや各種予約の利用の際、Web フォームへユーザデータ(氏名、住所などの個人情報)の入力が要求される場面が増えている。携帯端末でのテキスト入力は、日本語の予測入力・変換エンジンにより、大幅にユーザ負荷が軽減してきた。しかし、複数の入力項目で構成される Web フォームを入力対象としたとき、ユーザは 1 つ 1 つの入力欄を選択し、各入力欄の入力属性を理解した上でデータ入力する必要があるため、Web フォーム全体に対して要するユーザ負荷は依然として大きなものである。

Web フォームへの入力支援機構の一つとして、Web フォーム自動入力技術がある。ユーザがあらかじめ設定したユーザデータを携帯端末上で保持し、ダウンロードした Web ページにフォームが含まれる場合、自動で Web フォーム入力を実行する Web フォーム自動入力機能が有効であると考えられる。

我々はこれまで携帯端末における Web フォーム自動入力機能についての検討を行い、プロトタイプを開発した[1]。

本稿では、携帯端末上での Web フォームの入力において、Web フォーム自動入力エンジンを利用することで得られる入力効率の改善度合を測るために評価方法の検討と、プロトタイプを用いた評価実験を行うことでその有効性を示し、さらなる改善に対し、取りえるアプローチを多面的に検討した結果について報告する。

### 2. Web フォーム自動入力技術

Web フォームの自動入力技術について、その分類と特徴を述べる。一般に、Web フォーム自動入力技術は次に示す 3 種類に分類される。なお、我々の開発したプロトタイプは第 2 の方式に属する。

第 1 の方式では、主に Web ブラウザなどのクライアント側で、過去に入力し、送信した Web フォームそのものと、入力データのマッピングをルールとして保存しておき、再度同じ Web フォームへの入力が求められた際には、該当するル

ルを参照し、自動入力する[4]。個別の Web フォームに対し、最初はユーザ自身の手入力に基づきルールが生成されるため、次回以降の自動入力精度は極めて高いが、多くの任意の Web サイトを対象としたとき、適用範囲の狭い方式であるといえる。

第 2 の方式[3]では、入力欄周辺情報（例えば、入力フィールドの横に記載されている「名前」というラベルなど、ユーザが目視できるもの）と入力データの同時出現確率に基づいて、自動入力ルールを設定する。本方式の推定精度は、入力欄周辺情報の対象範囲、同時出現確率の精度に影響を受ける。前者は Web フォーム側が指定する入力規則に対する記述自由度によって制約を受け、後者は事前に学習可能な Web サイトのサンプル数によって左右される。他の 2 方式に比べ、任意の Web サイトに利用可能で適用範囲は広いが、入力精度という点で劣る。

第 3 の方式は、Web フォームのメタデータとして、そのフォームに何を記入すべきかというルールを予め定義しておく方式である[2]。この方式による自動入力を実現するためには、多くのクライアントが共通のルール定義を事前に認識可能であることも必須条件であるため、入力精度は高いが、この方式が技術標準なり広く普及しない限り、適用範囲も狭い方式であるといわざるを得ない。

### 3. プロトタイプ概要

我々が実装した Web フォーム自動入力エンジンのプロトタイプの概要を示す。

図 1 にプロトタイプの全体構成を示す。本自動入力エンジンは、氏名、住所などのユーザプロファイルの入力を求める Web フォームを対象とし、予め携帯端末に登録されたユーザプロファイル情報（表 1）を自動入力するシステムである。

本プロトタイプは図 2 のように、Web ページ内に入力フィールドが存在したとき、入力フィールドの位置と、その周辺に存在するコンテキスト（例えば、「姓」という文字列等）を抽出する。コンテキストをもとに、エンジン内部で保持される入力ルールとの照合を行うことで、入力情報としてどのプロファイルデータを入力するか決定する。なお、入力ルールは、図 3 に示すようなフォーマットで、入力対象フィールドを中心とした周辺要素の位置（Position）に、コンテキスト（Value）が存在する条件（Condition）が成立したとき、どのプロファイルデータ（Concept Name）を入力すべきか、確率（Probability）を定義したものである。

このようにして自動入力され、入力済みとなった Web ページがブラウザ側へ表示される。

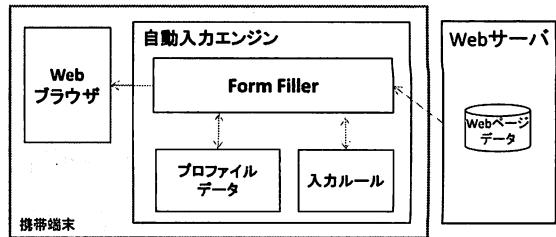


図 1 自動入力エンジンの全体構成

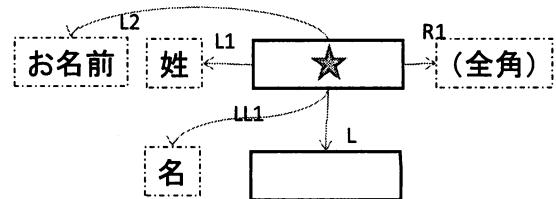


図 2 入力フィールドと周辺コンテキスト

Position   Condition   Value = Concept Name   Probability	
Ex) L1   CONTAINS   "姓" = LastName   100%	

図 3 入力ルールのフォーマット

<ProfileID>	<Concept Name>	<Value>
1	Name	喪黒 福蔵
2	FirstName	喪黒
3	LastName	福蔵
4	Email	info@dcm.com
5	TEL	03-1111-1111
...	...	...

表 1 ユーザプロファイルの例

## 4. 評価方法の検討

本評価では、自動入力技術とは全く異なる方式である、従来の文字入力方式(予測入力など)に対し、自動入力機能を使用することで、ユーザビリティという観点から入力効率の評価を行うことが目的である。

まず、Web フォーム自動入力技術の評価尺度を選定するため、かな漢字変換や予測変換等の入力支援技術の評価に利用されている評価尺度を調査した[6][7][8]。代表的な評価尺度を表 2 に示す。

評価尺度	説明	特徴
キーストローク数 (KS)	1 文字/単語/文章あたりの KS.	キー入力種別(連打や長押し)やキー配列等の影響を評価することは困難。
入力時間(速度)	単位時間あたりの入力文字数、一定の文字入力に要する時間等	入力効率の人間の主観に近い尺度。被験者の能力に依存するため再現性に欠ける。
精度	予測精度 変換精度等	他の評価軸との相関が強い(精度が高いと入力速度が速い、等) 辞書 DB や入力対象に依存するため、評価や比較対象の十分な検討が必要。
K 適合率	K 個の予測・変換候補に正解が含まれる確率	予測や変換精度の評価と併せることでより詳細な分析が可能。 例えば、入力候補の絞り込みや並び順等、精度改善予測や学習機能の評価等に用いられる。

表 2 入力支援技術における評価尺度

### 4.1. 本評価における評価尺度

本評価において採用した評価尺度について述べる。尺度としては、次に示すキーストローク数と推定精度の 2 つを用いる。

#### 4.1.1. キーストローク数 (KS)

表 2 にあるように、入力効率を評価する尺度にはキーストローク数と入力時間(速度)がある。ユーザの主觀により近い評価尺度は入力時間(速度)であるが、(1)ユーザの入力速度には個人差や体調などの不確定要因が多く評価結果に再現性が無いこと、(2)推定エンジンの処理速度に依存すること、(3)端末の入力インターフェースの設計にも依存すること等多くの不確定要因を考慮する必要があるため、入力時間を評価尺度とすることは今後の検討事項とする。

よって、本評価では、従来の文字入力技術との比較のために、キーストローク数を利用する。

具体的には、下記に示すように、複数の入力欄で構成される Web フォーム 1 セットへ入力する際に要するキーストローク数の比率(KSR)を、削減効率として表す。

$$\text{KSR} = \text{KS(自動入力エンジン)} / \text{KS(従来の入力方式)}$$

#### 4.1.2. 推定精度

もう 1 つの尺度として、Web フォーム自動入力結果の推定精度(正解率)を用いる。これは、従来の入力方式との入力効率の比較という点で利用することはできないが、自動入力エンジンの推定精度は、前述したキーストローク数に影響を与える要因の 1 つであることから、これらの相関をみるために用いる。

#### 4.1.3. Web サイト毎の分布

本評価実験では、実際の Web サイトの Web フォームを含むページを収集してサンプルとし、それらに対して前述した 2 つの尺度について計測を行うが、サイト毎に得られる性能が、サンプル全体のどの割合のサイトで得られる性能であるか、全体の性能分布をとることにした。一般に Web サイトの構成法やコンテンツは多種多様で、日本語サイトにおいては特に顕著である。これらの要因は推定精度に影響を与えるものであるが、Web フォーム自動入力エンジンが、どのサイトに対しても一定の性能があることを示すことと、サイト特有の特徴と入力エンジンの性能差を分析することができると考えられる。

### 4.2. 実験システム構成

図 4 に、本評価実験で使用した評価システムの全体構成を示す。我々が開発したプロトタイプ(クライアント上の HTTP プロキシとして実装)に追加する形で、自動入力の正誤判定機能と推定精度とキーストローク数(KS)の測定機能を追加したものを PC 上に評価システムとして実装した。推定精度と KS の測定方法詳細については後述する。

本実験では、一般に公開されている Web サイトから名前や住所などのユーザプロファイルの入力を求める入力フィールドを含む Web ページを 100 個収集し、それらの Web サイトに対して自動入力を行った結果を評価した。なお、測定時のエラー出力により、実際に計測できたのは 92 個の Web ページであった。

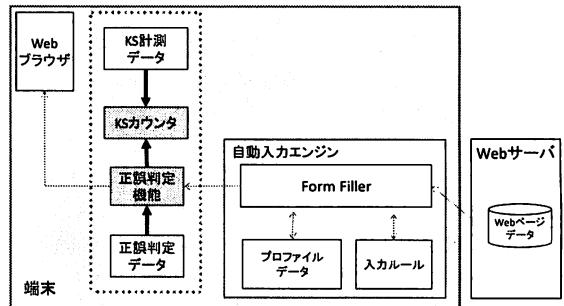


図 4 実験システム構成

#### 4.2.1. 推定精度の測定

推定精度測定のための正誤判定を行うために、サンプルとして収集した Web サイトの各入力フィールドと正解入力値のマッピングデータ(正誤判定データ)を作成した。マッピングデータは、入力フィールド 1 つに対し、1 レコードずつ作成した。正誤判定機能は、本正誤判定データを参照して判定を行い、1 つの Web フォームの入力フィールドの総数から、正しい推定値が得られた入力フィールド数の割合を推定精度とする。

#### 4.2.2. キーストローク数 (KS) の測定

キーストローク数を計測する上では、以下の操作フローに従い、測定を行うようにした。

Web フォーム自動入力を利用しない場合、ある Web サイトの入力欄を埋めるには、下記 1~4 のタスクを埋めるべき入力欄がなくなるまで繰り返す必要がある。

1. 入力欄を確定
2. 文字入力またはリスト選択
3. 確定(入力画面の終了のための「確定」ボタン押下)
4. 次の入力欄に遷移

一方、Web フォーム自動入力エンジンを利用する場合、エンジンによって入力欄に正解候補が埋められた状態で Web サイトがユーザーに提示される。ユーザーは、提示された Web サイトに対し必要に応じて補正を行うため、下記(ア)～(オ)のタスクを埋めるべき入力欄が無くなるまで繰り返す。

- (ア) 補正対象の入力欄を確定  
(イ) (自動入力データがある場合)データを削除  
(ウ) データを入力  
(エ) 確定  
(オ) 次の補正対象入力欄に遷移

本評価実験におけるキーストローク数 (KS) 計測では、収集した Web サイトの HTML データと擬似的なユーザプロファイルデータを用いて上記フローを模擬し、各 Web サイトのフォーム入力に必要となるキーストローク数を計測する。

キーストローク数計測機能 (KS カウンタ) は、各入力欄の正誤判定結果と KS 計測データを参照し、正解データへの補正、入力欄の遷移、入力の確定に要するキーストローク数を集計する。ここで、KS 計測データとは、ユーザデータを携帯端末 (N902iS) で入力するのに必要となるキーストローク数の実測値であり、ユーザデータの識別情報 (Profile ID) と KS 実測値の組を例挙したデータである。実測に際しては、携帯電話の予測入力機能とかな漢字変換機能を利用し、できるだけ少ないキーストローク数となるよう入力した。なお、今回はユーザプロファイルの 1 項目を測定するたびに端末側を初期化し、他の項目の測定結果に変換学習機能などの影響がでないようにした。

#### 5. 評価実験

4 で述べた評価方法により、92 個の Web サイトをサンプルとして評価実験を実施した。以下、実験結果から考察を述べる。

##### 5.1. 実験結果と評価

図 5 は評価尺度として採用したキーストローク数削減効率 (KSR) と推定精度の測定値が、全 Web サイトのどの割合の Web サイトで得られたか示す累積分布である。(図中、自動入力エンジンを AFF と表記)

1 つの尺度であるキーストローク数については、平均 KSR44.0%，全体の約 7 割の Web サイトが KSR50% 以下という結果が得られており、自動入力エンジンによって一定の入力効率の改善がみられている。

しかし、性能分布(図 5)を見てみると、残り 3 割の Web サイトについては、サイトによって性能にばらつきがあることがわかる。さらに、一部の Web サイト(5.4%)に対しては、KSR が 100% を超えてしまうケースも見られた。自動入力エンジンの推定精度が悪い場合、手動で誤入力データを削除・修正するためのキーストローク数が発生することによるものである。全体的には、5.4% と一部の事例ではあるが、ユーザに極端な負担を強いることで生じる悪い印象など、よりユーザの主観に近い観点から、改善が必要であると考える。

もう一つの尺度である推定精度は、平均 72.8% であった。自動入力エンジンにおいては、推定精度がキーストローク数に影響を与えるため、精度向上により入力効率の向上を図る必要がある。

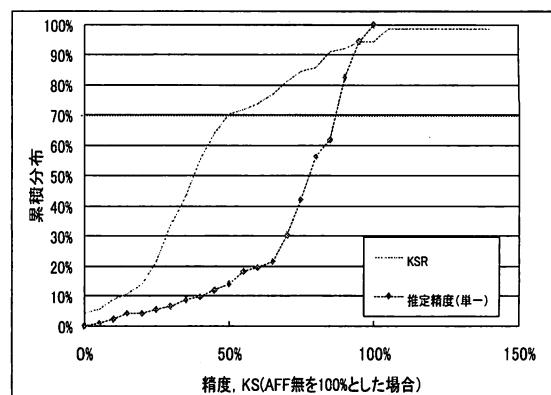


図 5 KSR と推定精度におけるサイト数の分布

## 5.2. 入力誤りの分類

表 3 に、今回の評価実験において、サンプルとして用いた全 Web フォームに対する单一推定の測定における入力誤りの分類を示す。

①について、共通して言えることは適用されるべき入力概念を選出することができない点である。入力フィールドの配置や項目名が画像化されるなどして、推定に必要な入力フィールドの周辺コンテキストを正確に抽出できないことや、逆に抽出したコンテキストに対する入力ルールそのものが存在しないこと等が主な原因である。②については、自動入力された値が指定されたフォーマット通りに入力されていないというケースに該当する。電話番号のようにハイフン区切りで入力フィールドが複数にまたがっているものや、英数字の全角・半角の指定などがこれにあたる。住所のように多くの文字数を要する入力フィールドにおいては、入力誤りを修正することで要するストローク数により、入力効率が大幅に低下することが観測されている。③は、例えば「日中連絡の取れる電話番号」のように、入力に際しユーザーの主観的判断が必要なケースが該当し、抽出したコンテキストだけでは機械的に推定することが困難なものである。

表 3 単一推定による入力誤りの分類

番号	入力誤り	入力誤り総数 に占める割合
①	未入力又は全く異なる入力概念を適用しているもの	41%
②	入力概念としては正解だが、入力フォーマットが異なるもの	44%
③	ユーザーの判断を要するもの	15%

## 5.3. 改善方法の検討

前項まで、かな漢字変換をはじめとする従来の入力方式に対し、自動入力エンジンを用いることで一定の入力効率の向上があるものの、Web サイトの構成に依存して性能にばらつきがあることも示した。

本項では、推定精度の向上のために、表 3 に示した入力誤りの各分類に対して取りえるアプローチを検討する

①の原因に対するアプローチは、自動入力エンジンが、入力フィールドの周辺コンテキストをより効率的に抽出することと、エンジンが持つ入力ルールを最適な状態に維持することである。①は入力誤りの 41%を占めていることから、このアプローチによる改善効果は大きいが、多種多様な構成をもつ Web サイトに対し、継続的に柔軟性を維持することは、携帯端末の計算資源の消費とメンテナンス性という点で実現困難であり、推定アルゴリズム自体の根本的な改良を要すると考える。

次に、②の原因に対するアプローチは、Web フォーム側の指定する入力フォーマットに対応可能な手段をもつことである。入力フォーマットの指定をエンジンが解釈することは、①に対するアプローチであるコンテキストの柔軟な抽出をす

ることであるが、前述したように実現性の点から適切ではない。

一方、既存のエンジンが内部的に導出している入力概念は、基本的には正しいことから、エンジンが一意に入力値として確定するのではなく、ユーザーに複数の候補を提示し、ユーザーに選択させるという手段がある。これは、「自動入力」という機能自体の前提に反するものであるが、前述したアプローチのような処理オーバヘッドは基本的に必要としない、ユーザーインターフェース(UI)側への拡張のみで容易に実現可能であり、②の入力誤りは全体の 44%を占めるところから効果的だと考える。

また、③の原因に対しては、5.2 に前述した通り、基本的に本システムの構成要素(コンテキスト抽出・ユーザプロファイル・入力ルール)をベースに対応することは不可能である。前述したユーザーへの複数の入力候補提示を行うことで一部は対応可能である。

### 5.3.1. 複数入力候補提示による改善

前項の検討より、本稿では改善方法として、自動入力エンジンが各入力フィールドに対する推定値を、複数の候補を抽出し、ユーザーが選択可能とする方式を提案する。

複数入力候補の提示による改善効果を予測するため、下記のように推定精度とキーストローク数削減効率(KSR)を測定する。

自動入力エンジンは推定値を決定する際、コンテキストにマッチする複数の入力ルールから最も優先度の高いルールを選定し、推定値とする。

改善方式の複数入力候補の抽出にあたっては、エンジン内部で抽出される複数の入力候補を優先度の高い順に出力するものとする。このときに抽出される  $k$  個の推定値候補のなかに正しい入力値が含まれている確率を  $k$  適合率として、シミュレーションを行う。なお、ここでは  $k=3$  とし、これはエンジン内部で入力推定候補上位 3 つのなかに、正解となる入力値が含まれている確率を測定したものである。

また、このときのキーストローク数の測定には、一つの入力フィールドに対し、 $k$  個の入力候補が抽出されることから、ユーザーが複数の候補から選択することを仮定し、4.2.2 に前述した測定方法に加え、選択に要すると考えられる最大  $k$  回のキーストローク数を加算することにした。

### 5.3.2. 改善効果

表 4 と図 6 に、単一推定による実験結果とともに、改善方式による結果を示す。キーストローク数・推定精度共に、単一推定における測定結果を上回るものとなっている。単一推定と  $k$  適合率の 2 つの推定精度は、本質的に性質の異なる評価尺度であり、それ自体を比較することは適切ではない。しかし、自動入力エンジンが、入力フィールドから抽出した周辺コンテキストから、ユーザプロファイルから適用するべき基本的な入力概念を選出する余地があるかという点では、比較可能であると考える。

この観点から評価すると、入力エンジンの性能を示す推定精度は、両者を比較すると 12.5%程度の向上であるが、入力効率を示すキーストローク数の削減効果は、平均値の向上だけではなく、50%以下の削減効率を得ることができる Web サイトの割合も 9 割強と 5.1 で指摘した性能のばらつきも抑えられていることから、推定精度は十分向上できたといえる。

表 4 推定精度とキーストローク数の測定値

評価尺度	単一推定	k 適合率(k=3)
平均推定精度	72.8%	85.3%
平均 KSR	44.0%	16.0%
入力 KS が半分以下に なる Web サイトの割合 P(KSR≤50%)	70.7%	94.6%
入力 KS が増加してしまう Web サイトの割合 P(KSR>100%)	5.4%	1.1%

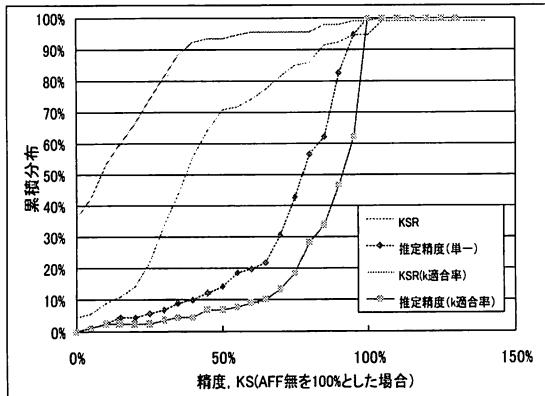


図 6 サイト毎の性能分布比較

## 6. おわりに

本稿では、Web フォームをターゲットにした入力支援技術として自動入力エンジンを取り上げ、キーストローク数の削減を入力効率の尺度とする評価方法の検討と実験結果から、自動入力エンジンの一定の有効性を示した。

さらに、Web サイトに依存して得られる入力効率にばらつきがあるという問題に対し、入力誤りの分析に基づく改善方式の提案とシミュレーションによって、その効果と推定精度と入力効率の相関を示した。

今後は、推定精度の改善方法には 5.3 に示したように多くのアプローチがとりえることから、携帯端末を想定した場合の処理オーバヘッドなど多くの制約条件も考慮し、検討を進めていく。

## 文 献

- [1] E. Rukzio, J. Hamard, C. Noda, A. De Luca, "Visualization of Uncertainty in Context Aware Mobile Applications", 8th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI 2006), Sep 2006
- [2] IETF:ECMA(Electronic Commerce Modeling Languages), <http://www.ietf.org/rfc/rfc3106.txt>
- [3] Roboform, <http://www.roboform.com>
- [4] Microsoft Corp., "Internet Explorer 6: Save Time with AutoComplete", <http://www.microsoft.com/windows/ie/ie6/using/howto/customizing/autocomplete.mspx>, Mar 2003.
- [5] 藤原克哉, 中所武司, 玉本英夫, "Web サービス統合による自動記入エージェントの実現方式", 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.2, pp.582-594, Feb. 2006
- [6] I. Scott MacKenzie, KSPC(Keystrokes per Character) as a Characteristic of Text Entry Techniques, Proceedings of the 4th International Symposium on Human-Computer Interaction with Mobile Devices, 2002
- [7] 小松弘幸, 高林哲, 増井俊之, "動的略語展開を利用した文脈をとらえた予測入力", 情報処理学会論文誌, Vol.44 No.11, Nov. 2003
- [8] 矢内浩文, 今枝靖, 高柳ちひろ, 山口武彦, "携帯情報機器の利用性向上のための人間科学的および工学的研究-効率的入力方式の提案, 分析, 実験的検証-", 茨城大学 SVBL2004 第 2 回成果報告会資料, 2004