

携帯端末に適した情報表示・操作方式の検討

増井信彦* 宮本勝* 小澤英昭**

*NTTサイバーソリューション研究所 **NTT西日本
〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1
E-mail: masui@nttcvg.hil.ntt.co.jp

携帯情報端末のユーザインタフェース検討の一環として、新規の情報表示・操作方式に関する検討を行ったので報告する。本方式は、携帯情報端末の小さな画面に情報を効率よく提示し、簡単に操作するために、表示レベルを有する情報の概略/詳細化表示をする場合、表示エリアの増減や文字サイズの一律の変更を行わずに、画面に表示する情報量とそれらの情報の重要度に応じて、情報を表示する。また、使用者の複数の表示操作を、一緒に受け付けて実施する。被験者を用いた他方式との比較評価実験により、本方式の有効性を明らかにした。

A Study of Information Display and Execution Method for Personal Digital Assistants

Nobuhiko MASUI*, Masaru MIYAMOTO* and Hideaki OZAWA**

*NTT Cyber Solutions Laboratories **NTT WEST
1-1 Hikarinooka Yokosuka-Shi Kanagawa 239-0847 Japan
E-mail: masui@nttcvg.hil.ntt.co.jp

Personal Digital Assistants(PDA) is more and more miniaturized. PDA has a small display area, and cannot present a lot of information. To solve the problem, the presentation method is proposed. To be able to display information making to the outline or making in detail, this method achieves display according to the amount of information and the importance degree of information without increasing or decreasing the display area and changing character size uniformly. The effectiveness of this method was clarified by the comparative evaluation experiment.

1. はじめに

近年、多様な携帯情報端末(PDA)が開発・商品化されている。PDAでは携帯性が重視されることからディスプレイは小型となり、デスクトップマシンよりも厳しい使用環境が想定される。このため、小さな画面に必要な情報を効率良く表示し、簡単に操作することが重要となり、このようなPDAに適したユーザインタフェース(UI)の検討が急務である[1]。

PDAのUIの設計条件の基礎的な検討[2]やPDA用フォントの提案[3]等の研究で、デスクトップマシンとは異なる、PDAに適した文字やオブジェクトについて報告がなされている。

また、PDA向けの小画面での情報表示については、提示情報の意味を考慮したズーム機能等を有する表示方法[4]等のPDA向けのアプリケーションが開発されている。

さらに、PDA向けの操作については、ステイツ

ク[5]や加速度センサ[6]といった特別のデバイスによる簡単で直感的な操作を実現するUIが提案されている。

しかし、常に見やすい文字サイズ等で情報を表示していると、一覧できる情報に制限が生じ、情報を詳細化表示すると、そのままでは表示しきれなくなる。また、PDA向けの表示手法も、画面上で情報が流れ表示されること等を前提としており、十分な視認性が得られるわけではなかった。さらに、PDAでは、端末自体が小さいため、すべてのPDAに、特別のデバイスを具備することを期待できない。

本報告では、これらの問題を解決するために、PDAのUI検討の一環として、限られた表示領域に情報の詳細度に応じた表示属性で情報を表示しつつ一覧性を確保する、情報表示・操作方式に関する基本検討を行ったので報告する。第2章では、提案するグレード解釈表示方式の概要と具体的な実現方法

について（主に情報表示について）説明する。第3章では、他表示方式との比較評価実験について説明し、その実験結果から本方式の有効性を考察する。

2. グレード解釈表示方式

2.1 方式の概要

(1) 小画面での情報表示

一般には、デスクトップマシンの画面情報をそのままPDAで表示することはできない。そこで、文字等のサイズを小さくする、一度に表示する情報量を減らす、等の手法を用いて対処することになるが、これらの手法にも以下のような問題がある。

・文字サイズの一律変更（縮小）表示

文字等のサイズを一律に縮小して、デスクトップマシンの画面情報をそのままPDAで表示すると、見やすいとされる文字サイズよりも小さい、縮小された文字で表示することになり、視認性が低下する。また、情報の表示レベルを区分して表示する余裕もない。

・表示エリアの変更（増大）表示

あらかじめ、情報に何段階／階層かの表示レベルを設定しておき、必要に応じて、情報を概略／詳細化表示する手法がよく採られている。この手法では、情報を概略化表示することにより、文字等のサイズをデスクトップマシン並みとし、見やすさは確保されるものの、一画面の表示量が少なくなることから、一覧性が低下する。また、情報を詳細化表示すると表示エリア（ページ）が増大し、スクロール操作を頻繁に行う必要があり、操作性の低下を招く。

・画面遷移（画面切替）表示

情報を見やすい文字サイズで表示し、かつ、表示エリアを増大させずに表示させるために、概要情報と詳細情報の表示を完全に分離させて表示する手法がある。しかし、この手法でも情報の一覧性は確保できず、また、画面切替の操作や画面遷移状態の把握等、UIが煩雑になる。

・グレード解釈表示

このような現状の問題点を踏まえ、限られた画面内での情報表示において、表示エリアの増減や文字サイズの一律の変更を行わずに、情報を表示でき、簡単に操作できる方式として、グレード解釈表示方式を考案した[7]。

この方式は、情報中の重要度を解析して、情報に表示レベルを割り当て、表示レベルに応じて情報に

表示属性を設定できるようにすることにより、情報の表示レベルを区分して表示する。また、その表示属性を画面に表示する情報量と表示情報の表示レベルに応じて変更することにより、情報を詳細／概要化表示（情報の表示モードを変更）しても表示エリアを変更することなく情報表示をする。

(2) 小端末での操作

PDAの主な入力／操作手段としては、ペン、ボタン、ダイヤル、スクロールボタン等が用いられる場合が多い。また、PDAで情報を表示／閲覧する時の操作は、画面に入りきらなかった部分の情報を表示するためのスクロール操作、そのスクロールの速度を変更する操作、表示を拡大／縮小化あるいは情報を概要／詳細化する操作、そして、（選択可能）項目を選ぶための指示選択操作等があげられる。

上記の操作には、情報の表示を概要／詳細化する等のように、ワンステップで実現したい操作や、リストや地図等の表示時に、スクロールを行いながらその速度を変更する等のように、必要に応じて、同時（一緒）に行なえることが望まれる操作がある。

そこで、ワンステップでの操作を実現するために、任意の入力手段に情報の表示モードの変更操作を割り当てることとする。また、キーよりもイベントを優先することにより、使用者にはあたかも複数の操作が同時に実現できているような、スムーズな表示操作を提供する。

2.2 方式を実現するための機能

2.2.1 情報の変換

一般の情報を本方式が実現できるように、表示レベルを割り当てた一定形式のファイルに変換する。

(1) 表示レベルの割り当て

一般の情報に表示レベルを割り当てる基準として、情報中の重要度を解析して用いる。表示レベルの割り当て方法は、極力、オリジナルの情報が有している属性／設定などを活用して、自動的に重要度を判断できる方法を採用。

例えば、1) 情報に表示属性の違いを有する場合は、その違いから情報を区分して表示レベルを設定したり、あるいは、2) HTML文書等の予め情報に表示レベルの区分を有する場合は、その表示レベルを変換後の情報の表示レベルに反映させる。

HTML文書に表示レベルを割り当てる簡単な手順例は、

1. 文書中からバナー等の情報の取り除き
2. 文書中からHTMLのタグ（/エレメント）を抽出
3. 予め設定しているタグの強さに応じて情報に重要度を設定
4. HTMLのタグ（/エレメント）の代わりに表示レベルの区分を割り当て
5. 本方式用ファイルへの変換/保持となる。

(2) 表示属性の設定

文字色等の表示属性のように、予め設定しておいても表示モード変更時の表示属性の算出に差し支えないものは、情報の変換時にも設定できるようにする。その場合は先の手順例に、

4'. 表示属性の設定

が追加されることになる。

(3) 情報の保持

情報の表示モードの変更時に、ファイル中から該当表示レベルの情報の抜き出しが簡単にできるように、表示レベルの区分を有する形式のファイルで情報を保持する。また、各表示レベルの情報毎に表示モードに応じた表示属性の設定をできる形式も有する。

簡単なファイル例を図1に示す。

2.2.2 情報の表示

(1) 特長

本方式は、小画面で効率良い表示を実現するために、以下の特長を有する。

- ・ 概要情報と詳細情報の同時表示

情報を詳細化表示する場合、表示内容を切り替えてより詳細な情報のみを表示するのではなく、現在表示している概要情報と一緒に表示する。

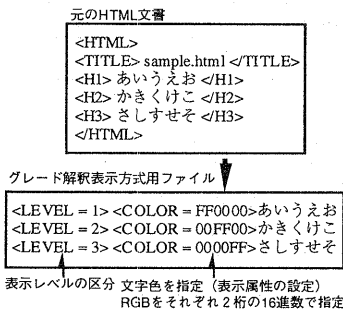


図1 変換の例

- ・ 一定の表示エリア（/位置）での表示情報を詳細化表示しても、情報全体の表示エリアを変更することなく表示する。その時、情報全体を詳細化表示しても、特定の項目だけを詳細化表示してもよい。

- ・ 表示レベルを反映した表示

情報の表示モードを変更すると、各表示レベルの段階を反映させたうえで表示レベルの段階を区分して情報を表示する。

図2に表示モードを変更した時の画面表示例を示す。

(2) 表示属性の算出

- 1) 情報の表示モードを変更しても、表示エリア（/位置）を変更することなく、
- 2) 画面サイズ、表示情報が異なっても同様に表示レベルの段階を反映させることが可能なように、情報の表示属性を自動変更する。

表示属性の算出方法は、例えば、表示属性として文字サイズを変更する場合は、1) 表示モード毎に各表示レベルの情報の文字サイズ比を設定しておく、2) その文字サイズ比と各表示レベル毎の表示情報量と画面サイズ（あるいは仮想画面サイズ）とから、各表示レベル毎の情報の最適文字サイズを算出し、3) その文字サイズでの情報の画面配置を確認し、必要ならば算出し直すという手順になる。表示属性の基本算出例を図3に示す。

2.2.3 情報の操作

- ・ 表示レベルの区分がわかる形式での情報の保持
- ・ 表示モードに応じた必要な情報の抜き出し

により、任意の入力手段のワンステップの操作で情報の表示モードの変更操作を可能とする。なお、操作割り当ては、変更可能とする。

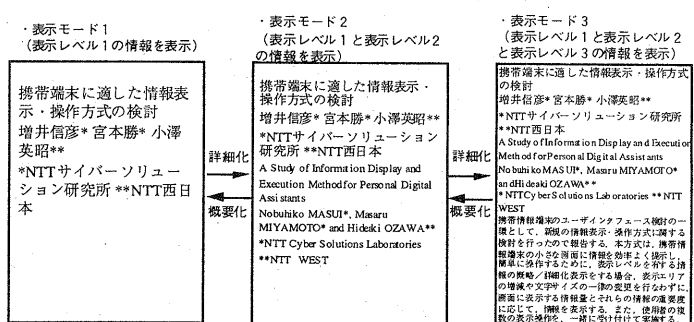


図2 本方式の画面表示例

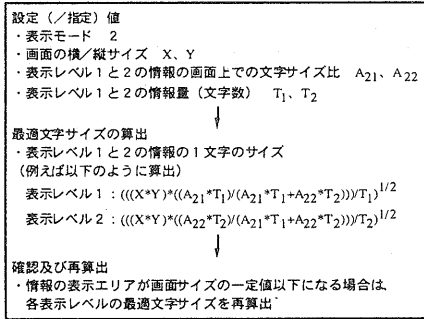


図3 表示属性の基本算出例

3. 実験

3.1 実験方法

本方式の（まず情報表示の）有効性を評価するために、被験者を用いた評価実験を行った。実験はPDAの画面上に文字列を表示し、この中から指定された特定の項目を見つけるものとした。項目を見つけるまでに要した操作時間と操作回数とによって評価を行った。評価実験終了後にアンケートによる主観評価も実施した。

比較対照のため、以下の4種類の表示方式を用いて実験を行った。（情報の表示モードを変更した時の表示の条件を表1に示す。）

方式1：文字サイズの一律変更（縮小）表示

文字サイズを一律縮小して、一画面に（詳細情報を含めた）すべての情報を表示する。

方式2：表示エリアの変更（増大）表示

情報を詳細化表示すると、表示エリアが増大する。

方式3：画面遷移（画面切替）表示

概要情報と詳細情報を別画面に表示する（PDA用のブラウザを利用）。

方式4：グレード解釈表示（本方式）

情報の表示モードを変更しても、表示エリア（/位置）が変わらないように、文字サイズを拡大/縮小する。その時、表示レベルの違いを反映させて、文字サイズを拡大/縮小する。

表1 表示の条件

情報を概要/詳細化表示した時の表示条件	方式1	方式2	方式3	方式4
文字サイズ	変動	固定	固定	表示レベルを反映した変動
表示エリア（/位置）	一定	変動	一定	一定
概要情報と詳細情報の表示	（常に）同時表示	同時表示（詳細化表示時）	分離表示	同時表示（詳細化表示時）

3.2 実験条件

(1) 各表示方式で共通の条件

・課題

文字数が多すぎず、内容に偏りが生じないように、表示する情報は、ニュース速報を用いて、ニュース速報を読むという課題を想定した。表示情報は、被験者が理解しやすいように、1. ニュース速報の日時、2. ニュース速報の見出し、3. ニュース速報の記事内容の3レベルに概要/詳細化でき、最も詳細な情報である記事の中から課題項目を検索し、項目を見つけたら、その表示箇所をペンで指定することとした。

・課題数

表示レベル毎に文字色を変更しない場合は、表示方式4通り×表示情報3通りの計12課題とし、文字色を変更する場合は、方式3を除いた計9課題として実施。

共通の実験条件の詳細を表2に示す。

(2) 各表示方式で個別の条件

・表示属性

表示方式毎の表示属性の値を表3に示す。方式4で、表示レベル毎に変更する表示属性は、1) 文字サイズおよび2) 文字サイズと文字色の2通り、とした。

・操作割り当て

表示方式毎の設定を表4に示す。

なお、表示属性と操作割り当ての設定は、予備実験を実施し、その結果を基に設定した。また、情報表示の有効性を評価するため、同時操作は行わない設定とした。

表2 共通の実験条件

項目	実験条件	
装置	画面サイズが240×320ドット（3.8型、57mm×76mm）のPDAを使用	
使用環境	被験者は椅子に座り、PDAを手を持って操作	
課題	表示情報	・表示する情報は、ニュース速報 ・ニュース速報を読むという課題を想定
	表示情報数	・日時：2日時 ・1日時に付き5見出し、合計10記事
	表示レベル数	1. 日時、2. 見出し、3. 記事の3レベル
	表示属性	・文字フォント：Tahoma
課題数	・表示レベル毎に文字色を変更しない場合 表示方式4通り×表示情報3通りの総計12課題 ・表示レベル毎に文字色を変更する場合 表示方式3通り×表示情報3通りの総計9課題 （方式3を除く） ・各表示方式をランダムに実施	
被験者	20代から30代の男女12名	
教示	・被験者に対して、できるだけ速く、項目を選択するように指示 ・本実験の前に操作および課題の練習を実施	

表3 個別の実験条件 (表示属性)

表示方式		文字サイズ (ポイント)	文字色 (表示レベル 毎に変更する場合)	
方式1	表示レベル1の情報	7	赤	
	表示レベル2の情報	7	青	
	表示レベル3の情報	7	黒	
方式2	表示モード1	表示レベル1の情報	14	赤
	表示モード2	表示レベル1の情報 表示レベル2の情報	14	青
	表示モード3	表示レベル1の情報 表示レベル2の情報 表示レベル3の情報	14	赤 青 黒
方式3	表示モード1	表示レベル1の情報	14	—
	表示モード2	表示レベル2の情報	14	—
	表示モード3	表示レベル3の情報	14	—
方式4	表示モード1	表示レベル1の情報	18	赤
	表示モード2	表示レベル1の情報 表示レベル2の情報	16	赤 青
	表示モード3	表示レベル1の情報 表示レベル2の情報 表示レベル3の情報	13 13 9	赤 青 黒

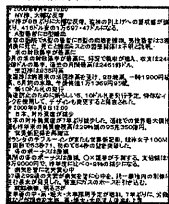
表4 個別の実験条件 (操作割り当て)

表示方式	操作割り当て
方式1	必須操作: ペン操作 → 項目の選択
方式2	必須操作: スクロールボタンの左右操作 → 情報の概要/詳細化
	任意操作: ペン操作 → 項目の選択
方式4	必須操作: スクロールボタンの上下操作 → 上/下方向スクロール (詳細化表示した時)
	任意操作: スクロールは1ドットずつ、続けて押下して連続スクロール
方式3	必須操作: (表示モード1, 2での) ペン操作 → 情報の詳細化
	任意操作: (表示モード3での) ペン操作 → 項目の選択
	任意操作: 「戻る」「進む」ボタン → 情報の再選択 (情報の概要/詳細化)

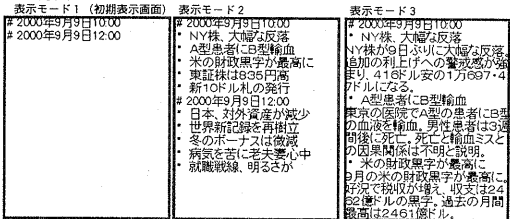
・初期表示情報

実験環境を想定して、方式2~4は、最初に表示レベル1の情報: ニュース速報の日時を表示し、方式1は、最初にすべての情報 (表示レベル1~3の情報) を表示する。方式2~4は、情報を詳細化し

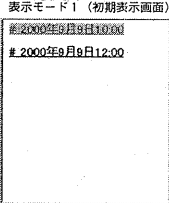
方式1
(初期表示画面)



方式2



方式3



表示モード2

・ NY株、大幅な反落
・ A型患者にB型輸血
・ 米の財政赤字が最高に
・ 東証株価は835円高
・ 新10ドル札の発行

表示モード3

NY株が9日ぶりに大幅な反落、追加の利上げへの警戒感が増え、416ドル安の1万6977.4ドルになる。

方式4

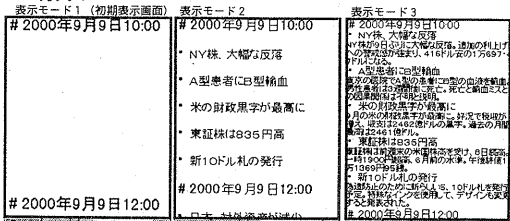


図4 課題の例

て、表示レベル3の情報を表示させてから項目を選択する。方式1は、そのまま項目を選択する。

課題の例を図4に示す。

3.3 実験手順

実験の前に被験者に対して、(1)表示方式の説明、(2)操作の練習、(3)実験の練習、を実施した。課題項目を記したカードを被験者にランダムに提示し、課題を確認した時点でPDA画面上の「評価開始」ボタンを押すことにより、図4に示す画面が表示されるようにした。

実験終了後、被験者へ項目選択に関するアンケート調査を実施した。4種類の表示方式について以下の項目の段階評価 (5段階) と自由コメント収集を行った。

- ・ 必要な情報 (項目) が見つけやすい
- ・ 全体として情報が見やすい
- ・ 操作がわかりやすい

3.4 結果と考察

課題の平均操作時間、平均操作回数を表5、6に示す。なお、キーのDownとUp1組で1回とカウントした。そのため、ボタンを押下し続けて連続スクロールさせた場合でも、1回だけのカウントとした。

(1) 方式の比較

- ・ 操作時間

方式4の平均操作時間は、方式1、2よりも短か

表5 平均操作時間

表示方式	平均操作時間 (s)
方式1	31.1
方式2	39.5
方式3	21.3
方式4	27.1

表6 平均操作回数

表示方式	平均操作回数 (回)
方式2	3.92
方式3	6.33
方式4	4.22

ったが、方式3よりも長かった。

方式2の場合、情報を詳細化表示した時のスクロール操作の時間が長くなるため平均操作時間が長くなっている。スクロール操作以外の操作時間だけで比較すると、方式4は16.4sで、方式2は19.9sであり、全操作時間ほど大きな違いはない。これにより、方式4は一定の表示エリア（/位置）に情報を表示することにより、頻繁なスクロール操作が不要となり、操作時間の点からの有効性が確認できる。方式1は、表示モードの変更が不要となるような表示条件に設定したにもかかわらず、方式4よりも操作時間が長くなっている。このことから、一律に縮小された小さな文字ではやはり視認性が低下することがわかる。方式3のほうが方式4よりも優れていたのは、操作（/表示）等に使い（/見）慣れていたからと、スクロール操作が必要無かったからである。これは、方式4の実験の条件で、スクロール速度を1ドットずつ（一番遅く）に固定していたのを、スクロールしながらその速度を変更できる設定にすること等により、改善できる。

・操作回数

平均操作回数は、方式3よりも少なかったが、方式2よりも少し多かった。

方式4では、方式3のような、間違ったニュース速報の記事を選択したために後戻りをしてやり直す操作を避けることができる。これにより、方式4は概要情報と詳細情報を同時に表示することにより、画面遷移（画面切替）操作が不要となり、操作回数の点からの有効性が確認できる。

・主観評価

主観評価では、方式3>方式4>方式2>方式1の順に良い評価結果が得られた。方式3は唯一使い慣れている方式であったため、主観評価では支持された。ただし、初めて使用するその他の方式の中では、方式4が支持された。

なお、これらの結果から、方式3（ブラウザ）を

使用したことのない被験者を用いた再実験・評価も必要であることがわかった。また、同時操作も含めた本方式の有効性の評価も必要となる。

（2）表示属性の比較

表示レベル毎に変更する表示属性は、（文字サイズだけを変更するよりも、）文字色も変更するほうが、操作時間が短く、主観評価でもすべての観点で上回っていた。

4. おわりに

PDAのUI検討の一環として、小画面に表示レベルを反映した文字サイズで情報を表示し、詳細化表示しても一定の表示エリア（/位置）に情報を表示し、概要情報と詳細情報を同時に表示でき、簡単に操作できるグレード解釈表示方式を提案するとともに、その具体的実現方法について検討を行った。さらに、他表示方式との比較評価実験を行い、本方式の有効性を確認した。

現在、本方式が有効となる適用情報/機能と、その時の、最適な表示情報量、表示レベルの自動割り当て法、表示属性の算出法、操作割り当て等の本方式適用の評価を進めている。

今後、本方式を用いて、PDAの利用領域を広げることができる、具体的な利用シーン/適用情報での検討を進める。

参考文献

- [1] T.Kamba et al., "Using small screen space more efficiently," Proc. of CHI'96, pp.383-390, 1996.
- [2] 内田ほか, "携帯情報端末のユーザインタフェースの検討," 計測自動制御学会第13回ヒューマンインタフェースシンポジウム, pp.545-548, 1997.
- [3] 安本ほか, "携帯情報端末用スケーラブルフォントの試作と評価," 情処学論, vol.40, no.2, pp.507-516, 1999.
- [4] 加藤ほか, "携帯端末向け小画面表示/片手操作UIの提案と試作," 情処学研報, HI82-2, pp.7-12, 1999.
- [5] 河内谷ほか, "携帯情報ブラウジングのための入力デバイス「NaviPoint」," 情処学論, vol.39, no.5, pp.1431-1439, 1998.
- [6] 村田ほか, "加速度センサを用いた直感的操作によるインタフェースの試作," 情報処理学会第58回（平成11年前期）全国大会, 1999.
- [7] 増井ほか, "携帯端末に適した情報表示/操作方法の検討," 情報処理学会第60回（平成12年前期）全国大会, 2000.