

携帯端末向け小画面表示／片手操作UIの提案と試作

加藤 清志 芦田 和正 兼吉 昭雄
NEC ヒューマンメディア研究所

筆者らは、コンピュータに不慣れな一般ユーザが利用できるユーザインタフェース (UI) に関し、特に、携帯端末に適した情報表示／入力UIについての研究を進めている。携帯端末は、どこでもサービスを受けられる反面、画面の小型化による表示情報量／視認性の低下や、端末を持つために片手が自由に使えない等の制約がある。本論文では、このような携帯端末の問題点を考察し、自動スクロール／ズームによる小画面向け表示UIと傾きセンサを用いた片手操作UIの概要について述べる。

A User Interface for Portable Terminals: Consideration of Small Screen Display and Single Hand Operation

Kiyoshi KATO, Kazumasa ASHIDA and Akio KANEYOSHI
Human Media Research Laboratories, NEC Corporation.

Portable terminals have the potential of providing information and communication services to many users being in a variety of daily life situations. This paper proposes two types of user interface(UI) methods for portable terminals with small-size display screen. One is the "Automatic Scrolling and Zooming" UI which reduces users' effort to refer a large amount of data on a small screen; the other is the "Single Hand Operation" UI which allows users to scroll and zoom data merely by tilting the terminal.

1. はじめに

PCは、「居ながらにして何でもできる」サービスによって急速に普及している。携帯型の情報機器は、このようなサービスに加えて、「その場の状況に応じた」情報通信サービスを提供できるものとして期待されている。特に、これまで情報機器に不慣れであった利用者にとってその期待は大きい。しかし、現状の携帯情報機器は、「持っていれば新しいサービスが受けられる」というものではない。これは、従来PC

のユーザインタフェース (UI) を引き継ぐことにより、利用者にそれなりの訓練が必要なためである。

筆者らは、コンピュータに不慣れなユーザを対象とした情報通信機器のUIに関する研究を進めており、携帯利用での問題解決と新しいサービスの提供を目指したUI機構の提案と試作を行った。本論文では、小さな画面を効果的に利用する小画面表示UIと、傾きによる操作を実現する片手操作UIについて述べる

2. 携帯端末の課題

2.1 画面情報量の低下

画面の小型化に伴い、一画面の情報量が減少する。大画面のPCと同様な情報を携帯端末で提示しようとする、縮小された小さな文字で視認性が低下したり、一部しか表示できないために一覧性が低下するといった問題がある。この問題は、有限の画面サイズで大量の情報を提示する際の問題点として従来から認識されており、3次元表現などの情報視覚化技術としていくつかの解決手法が提案されている[1,2]。しかし、これらの技術は、標準的なPCの持つ資源を利用し、複雑な情報構造を理解できるユーザを対象としたものである。幅広いユーザ層を持つ携帯端末に適用するには、

- ・ PCより画面解像度や処理能力が劣る
- ・ コンピュータに不慣れたユーザが利用する
- ・ 様々な状況で利用される。

といった特性を考慮し、よりわかり易い情報表現と簡単な操作性を提供する工夫が必要となる。

2.2 操作性の低下

操作性が低下する原因として、画面切替操作の増加と入力デバイスの操作制限がある。前者は、一部分しか表示できない画面で全体を見渡す場合、スクロールやページ切り替えといった画面切替操作が頻繁になるという問題である。後者は、操作しやすい大きさの操作部品が配置できず、また、手持ち利用で操作方法も制限されるため、ユーザの操作効率が低下するという問題である。特に、携帯端末では幅広いユーザ層を対象とすることを考えると、

- ・ 画面切替操作を低減する表示方法の採用
- ・ 配置面積が小さく、持ちながらでも操作し易いデバイスの採用
- ・ 自動処理など全体的な操作量を減少させる対話方法の採用

といった工夫により大幅に操作性が改善されなければならない。

2.3 作業支援機能の不足

PCでは、提供されるサービスを利用するために、機器の前に座ってキーボードやマウスを両手で使って利用する。これに対して、携帯端末は、様々な状況で利用されるため、その状況で必要な情報を、ユーザの動作を妨げずに提供する必要があります。例えば、どの列車に乗るべきかを知るために運行状況を表示する、何を買えばよいかを知るために料理の材料を表示する、といった使い方では、運行状況等の情報を即座に表示できることに加えて、歩行や買い物といった行動を妨げずに利用できなければならない。しかし、現状の携帯端末では、大量の情報を参照したり、片手で操作することが難しく、作業支援が十分に行えないという問題がある。このような問題を解決し、作業支援機能を充実させることにより、従来のPCとは異なる新しいサービスの提供が期待できる。

3. 研究の経緯

これまでに、一般ユーザ向けUIとして、

- ・ 選択/手書きによる直接操作
- ・ 3階層メニューによる混乱のない情報表示
- ・ 3ボタンによる一時的な情報提示

といった機能を提案し、A4サイズ試作機での情報検索/発注サービスでおおむね良好な結果が得られた。このように比較的大きな画面を持つ端末では、十分な情報提示が可能で、ペンや指での操作性も確保できるという利点がある。しかし、端末が大きく重くなり、消費電力も大きいことから、携帯して利用できる用途が限定されるという問題もある。そこで、より小型軽量化した端末で同様の情報通信サービスを提供することを目指し、前述した携帯端末の課題を解決する以下のUI機能を提案した[3]。

3.1 フロースクリーン機能

フロースクリーン機能は、メニュー等の表示情報を自動的にスクロール（流れ表示）させる小画面向け表示方法である。流れ表示の速度は、ユーザが変化させたい場合だけ、タッチパネル

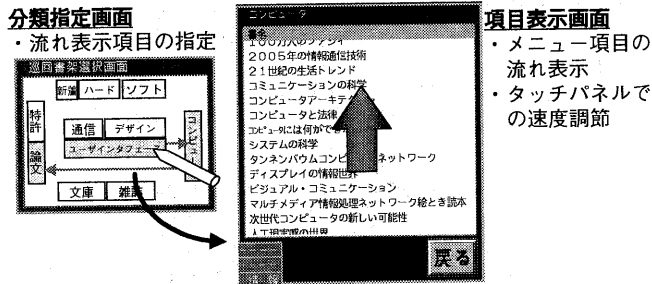


図1 フロースクリーン機能

のドラッグ操作などで行う（図1）。

一画面の情報量よりはるかに多い大量情報を提供するためには仮想大画面が適しており、スクロール・バーのようなスクロール距離の入力手段と共に用いられることが多い。しかし、携帯端末のように、ユーザが必要とする情報の一部分しか画面内に表示できない小画面では、情報を参照するためだけでも常時スクロール操作を行う必要がある。これに対して、フロースクリーン機構では、スクロールの開始/停止、速く/遅くといった変化のある場合だけ操作すれば良く、操作量が大幅に低減される。

フロースクリーン機能は、一方向に連続的にスクロールするものであるため、表示データも一方向に連続していることが望ましい。このため、階層構造メニューの要素を、予めユーザの指定に応じて並べた1階層のメニューを生成す

る機能を併せて提供した。例えば、店舗発注業務で、予め巡回する棚の順番を入力すると、巡回する順に一列に並んだ商品リストが表示される。このように、ユーザの意図に応じて見かけ上の階層構造をなくすことで、メニュー構造の複雑さによるユーザの混乱を防止する効果も得られる。

3.2 モードレスズーム機能

モードレスズーム機能は、ユーザの選択操作と同時に表示を拡大する機能である。通常は高精細で一覧性の高い情報提示を行い、メニュー選択を行うと同時に選択しやすい大きさに拡大し、操作が終われば高精細表示に戻る（図2）。

ユーザの視認性を損なわない範囲で情報を縮小/高精細化すれば、小画面を効果利用できる。しかし、メニューなどの選択操作の必要な情報を縮小すると、手の動きの精度が低いため、ユ

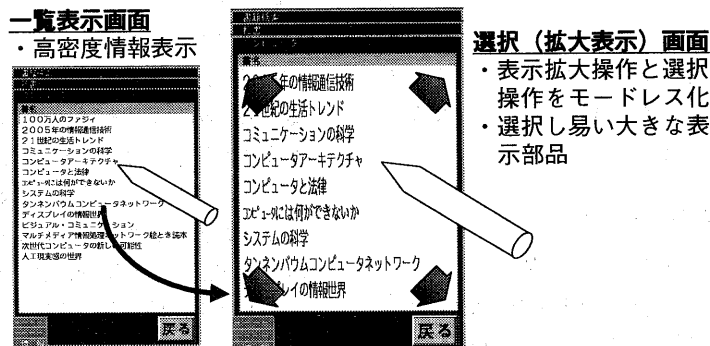


図2 モードレスズーム機能

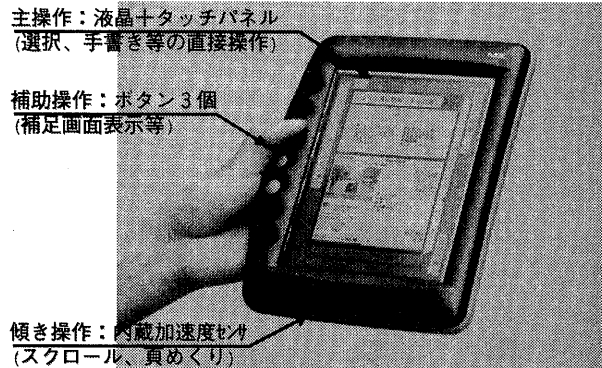


図3 片手操作端末試作機

ーザの操作負荷が増加する。このような、見る場合と選択する場合の適正解像度の相違は、画面の効率利用を妨げる要因となる。モードレスズーム機能では、拡大／縮小のための特別な操作を必要とせず、選択する場合の操作性を確保できる。このため、高精細表示による画面の効率利用を可能である。また、メニューを流れ表示する場合にも良好な操作性を提供できる。

3.3 傾き操作機能

流れ表示の速度制御にはタッチパネルでの操作を提供しているが、より片手での操作に適した方法として、傾き操作を提供した。傾き操作は、内蔵された加速度センサで検出した傾き角度（重力方向と表示面の角度）によって流れ表示のスクロール方向／速度を変化させる携帯端末向け操作方法である（図3）。ユーザは、端末を支持する手指ではなく、手首／前腕部の動きによって操作することができ、

- ・ 端末表面に操作部品の配置スペースが不要
 - ・ 指を使わないため手持ちでも制限が少ない
- といった利点がある。

4. 試作U1の改良と考察

前述したフロースクリーン機能とモードレスズーム機能により、簡単な操作で小画面に大量情報を提示できる。しかし、試作評価の結果、情報の内容によってはいくつかの問題があるこ

とがわかった。これらの問題を解決し片手でより簡単に情報参照を行うために、提示情報の意味を考慮したズーム方式（セマンティックズーム機能）および冗長データを分割表示する連動表示機能を実現した。

4.1 試作U1の問題点

1) 流れ表示と視認性

流れ表示によって動く情報を追いかけて見る負荷がユーザにかかるため、情報の視認性が低下する。特に、一覧性の高い高精細表示を行うと判読が難しくなる。

2) 画面情報量

表示データによっては、各項目が一画面で十分に表示できないため、見づらく連続性が判り難い。また、複数の項目で同じ内容のデータが含まれる場合、冗長な表示となり、スクロールに時間がかかる。

3) 片手操作の範囲

傾き操作が情報のスクロールにのみ適用されるため、階層選択やズーム等の情報参照に必要な操作が片手だけでできない。

4.2 セマンティックズーム機能

セマンティックズーム機能は、画面中央部をユーザが注視する領域、画面周辺部をデータのつながりを把握するために概観する領域と位置づけ、流れ表示されるデータに対して、画面中央部のデータを拡大／詳細化し、周辺部のデー

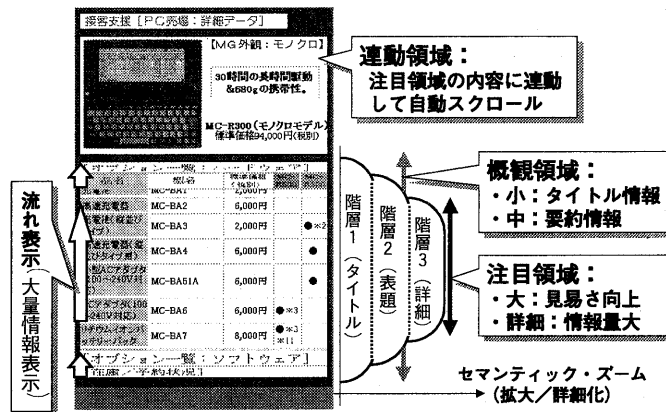


図4 セマンティックズームと連動表示

タを縮小／概略化するものである（図4）。例えば、画面の下から上に流れ表示された状態では、各データは、画面の下側に縮小／概略化表示されて出現し、画面中央部に移動するに従って拡大／詳細化され、中央部から上側に移動する時には縮小／概略化されて画面外に消えていくことになる。拡大率や詳細度の段階数としては、一般ユーザが理解し易く、また、滑らかな情報の変化を表現できる3段階とした。

1) 拡大率制御

拡大率の制御は、地図のように特別な階層構造を持たないデータにおいて、視認性と一覧性を向上させることができる。

流れ表示する情報において、画面中央部を拡大表示し、画面周辺部を縮小表示することによって、中央部は見やすい大きさで表示できる。周辺の概観領域は、中央部のはっきりした表示から連続的に縮小されるため、連続性が理解しやすい。また、拡大率を制御しない場合に比べて、表示行数を増やすことも可能であり、一覧性の高い表示が提供できる。

2) 詳細度制御

詳細度の制御は、階層メニューのように特定の構造を持つ項目のリストにおいて、一覧性が高く理解しやすい表示を提供できる。

画面中央部では項目の詳細情報を流れ表示し、

画面周辺部では中央部に詳細表示された項目の前後のタイトルや分類のみの概略表示にする。このように、中央部では各項目の詳細情報を順次確認しながら、周辺部でその分類等の階層情報を参照することができる。このため、階層構造を持つデータの表示階層を辿る操作（「選択」、「戻り」等）を行わずに詳細情報と階層構造の両方を参照することができる。

また、試作機では、画面選択によって表示する階層を限定する機能を提供した。例えば、起動時点では最上位の階層のみ、つまり、上位分類名のみが流れ表示されており、項目を選択することで上位分類名は画面周辺部に表示され、画面中央部に下位の階層が流れ表示される。このように、表示する階層を限定することにより、概略情報だけで迅速に検索したり、詳細情報を参照したりといったユーザの意図に応じた表示が可能である。さらに、その場合の操作量も、階層の深さだけを指定するものであり、階層構造を辿る場合に比べて大幅に低減される。

3) 断続的なスクロール

セマンティックズーム機能による詳細度制御では、中央部でスクロールする詳細情報の内容に応じて、周辺部の概略情報が断続的にスクロールする。このように、周辺部の情報は静止している時間があり、ユーザの視認性が向上する。

また、常時全画面描画を行う必要がないため、装置自体の処理負荷も低減し、処理能力の低い携帯端末でも容易に実現できる。

4.3 表示部品の連動

一階層のメニューを生成する場合、複数の項目に共通する情報は冗長な表示を引き起こす。このような冗長な情報をユーザが操作する主たる流れ表示領域とは別の流れ表示領域に表示し、主たる流れ表示領域のスクロールに連動する機能を提供した(図4)。例えば、テキストと図で構成される文書は、テキストがある位置まで表示されると、それに対応する図が表示されるようにスクロールする。この場合、ユーザはテキストの流れ表示速度を調節するだけで、図の流れ表示速度も間接的に制御できることになる。また、操作は主たる流れ表示領域のみで行うため、ユーザの操作負荷は増加することがなく、傾きセンサ等の1つのハードウェアデバイスで操作可能である。

このような連動表示では、完全に独立して流れ表示する場合に比べて表現力が低くなる可能性がある。しかし、完全に自由に変化する場合には、ユーザがそれぞれの変化に追従する必要がある。これに対して、連動して変化する場合は、ユーザが変化を予測できるため、ユーザ負荷が軽減される。

4.4 片手での操作

セマンティックズーム機能はズームとスクロールの操作と統合し、連動表示は複数の表示領域での操作を統合する。さらに、傾きセンサは、スクロール操作を手首の動きだけで可能にする。この結果、小画面/手持ち利用の携帯端末で、片手だけで容易に大量情報の参照が可能となる。

片手操作に関しては、ダイヤルやスティック、傾きセンサといったデバイスを用いた試みがなされている[4,5,6]。これらの試みでは、カーソル移動やスクロールといった従来どおりの操作方法に新しいデバイスを適用し、選択リストや地図表示における効果が挙げられている。

しかし、携帯端末では、幅広いユーザが利用

することから、このような従来の情報参照操作自体を見直し、操作量を大幅に削減する必要がある。特に、将来の携帯端末は現在のPC並みの能力を持つことが予想されており、片手操作についてもこれまでの携帯端末の機能にとらわれず、様々な情報を扱える方式が必要となる。今回提案したUI機構は、このような観点から、入力デバイス単体の使い易さに加えて、情報表示/操作の全体の使い易さ向上を目指し、

- ・ 情報参照に必要な操作の統合/簡略化
 - ・ 階層構造など複雑なメニュー構造への対応
 - ・ 複数領域など複雑な画面構成への対応
- を考慮している。

5. おわりに

本論文では、携帯端末向けUI機構として、セマンティックズーム機構を中心に述べた。提案したUI機構は、試作機デモによる主観評価により、電子書籍としての汎用利用の他、発注、接客、旅行等の業務利用においておおむね期待した効果が得られている。今回提案した携帯端末UIは、現状の情報通信サービスを小画面端末で利用することを想定したものであるが、今後は、ユービキタス環境など次世代の情報通信サービスへの適用を考慮したUI機構として検討を進める予定である[7]。

参考文献

- [1] Mackinlay, J. et al, "The Perspective Wall: Detail and Context Smoothly Integrated", CHI'91, 1991.
- [2] Robertson, G., et al, "The Document Lens", UIST'93, 1993.
- [3] 加藤他, "携帯端末向け小画面表示/片手操作UIに関する考察", 情処55 全大, 5W-02, 1997.
- [4] 椎尾他, "ダイヤルを使用した携帯情報機器のUI設計", 情処54 全大, 4R-1, 1997.
- [5] 河内谷他, "超小型機器の「指一本操作」のための入力機構", 情処54 全大, 4R-3, 1997.
- [6] Rekimoto, J., "Tilting Operations for Small Screen Interface", UIST'96, 1996.
- [7] 兼吉他, "TPOに応じたユービキタス情報サービスシステム", 信学会ソサイエティ大会, D-9-12, 1998.