

## 片手・両手入力を考慮した携帯電話における描画インタフェースの提案

吉滝 幸世<sup>†</sup> 太田 雅敏<sup>††</sup> 坂根 裕<sup>†††</sup> 石原 進<sup>††</sup> 水野 忠則<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学大学院情報学研究科

<sup>††</sup> 静岡大学情報学部

<sup>†††</sup> 静岡大学工学部

Drawing Interface for Mobile Phone Considering Input by One Hand or Both Hands  
Sachiyo YOSHITAKI<sup>†</sup>, Masatoshi OHTA<sup>†</sup>, Yutaka SAKANE<sup>††</sup>, and Susumu ISHIHARA<sup>†††</sup>, Tadanori MIZUNO<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information, Shizuoka University

<sup>††</sup> Faculty of Information, Shizuoka University

<sup>†††</sup> Faculty of Engineering, Shizuoka University

### 1 はじめに

近年、携帯電話上で画像を利用したコミュニケーションが人気を集め、絵文字を利用したメールやモバイルカメラ機能付き携帯電話に人気が集まっている。しかし、これまでの携帯電話では、あらかじめ端末内に用意された画像や、基本的な加工しか施せないなど、ユーザが意図する画像を利用できない場合が多かった。現在、ユーザの感情や状況をより的確に伝えるために、ユーザ自身による携帯電話上のコンテンツ作成を可能にするツールがさかんに開発されている。例えば、モバイルカメラで撮影した写真や GIF 画像を組み合わせ、アニメーション作成を可能とする、“E-アニメータ”[1]が発表されており、携帯端末上で簡単にアニメを作成し、他者と交換することができる。

筆者らはこれまでに、このようなコンテンツ作成ツールとして、Java 仮想マシン搭載型の携帯電話を利用したお絵描きツール CONTE (Canvas ON mobile TELEphone) [2, 3, 4] を提案してきた。CONTE は、携帯電話を利用した画像の作成を目的としており、数字キーを利用した 16 方向へのカーソル移動を利用して、さまざまな直線や曲線を描画することができる。

これまでの評価実験から、より簡単に曲線を描画できる機能が望まれていることがわかっている。携帯電話の文字入力に両手・片手を使うユーザによって、ボタンの押しやすさや、追加して欲しい機能に違いが見られた。そこで本稿では、これまでよりも滑らかな曲線描画を行えるカーソル移動方法を提案し、両手・片手ユーザそれぞれに適したキー配置を定める。さらに、提案したインタフェースの評価実験を行い、これまでの CONTE のインタフェースとの違いを明らかにする。

### 2 CONTE

CONTE は、既存の携帯電話インタフェースを利用して、簡単に図形描画を行うことを目的としており、ペンツール、塗り潰し、スタンプ、図形描画機能などを利用して、さまざまな画像を作成することができる。さらに、CONTE の補助機能として、背景に GIF 画像を表示して落書きしたり、作成した画像を Web 上で公開するシステムが実装されている。

図 1 に、これまでに提案した CONTE のインタフェースを示す。カーソルの移動には数字キーを用いており、隣接するキーの同時押しを利用することで、全 16 方向へのカーソル移動が可能である。

#### 2.1 これまでのインタフェースの問題点

これまでに提案したカーソル移動方法は、直感的でわかりやすいという評価を得ているが、複数キーの同時押しを行うのは難しく、操作ミスが大変多かった上に、同時押しがどの方向へ移動するのかを理解しづらかった。カーソルの移動速度が一定であったため、速度切り替え機能が望まれていた。円のような曲線を描画するには、

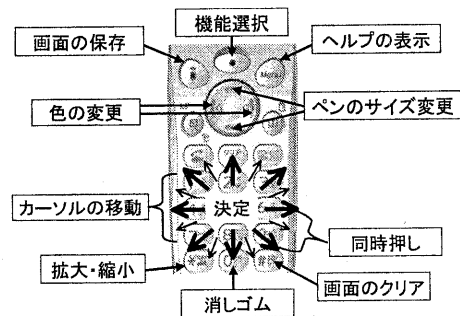


図 1: CONTE のインタフェース



図 2: 進行方向表示

数字キーの 1 から 9 までを順に押していく必要があり、手にかかる負担が大きかった。

携帯電話を両手で使うユーザと、片手で使うユーザによっても、評価に違いがあった。両手を使うユーザは、キーの同時押しを利用して、複数の動作を同時に行うことができるが、片手のみを使うユーザにとっては、数字キー 1 と数字キー 9 などの離れた位置にあるキーを交互に押すことや、キーの同時押しが難しかった。そのため、少ない動作で簡単に描画が行える機能追加の要望が多かった。

#### 2.2 提案

より滑らかな曲線描画を可能とするインタフェースの提案を行う。この移動方法は、LOGO 言語 [5, 6] におけるタートルグラフィック機能に似ていることから、「タートル型」のカーソル移動方法と呼ぶことにする。この方式でカーソル移動を行う場合に最低限必要なキーは、方向転換のための「左旋回キー」、「右旋回キー」と、描画の「開始・停止キー」の 3 つのキーである。

カーソルは、常に現在の進行方向を記憶しており、カーソルが停止している状態では、図 2 のように、現在の進行方向に向かって矢印が表示される。

カーソルの方向転換を行うには、左右旋回キーを利用する。カー

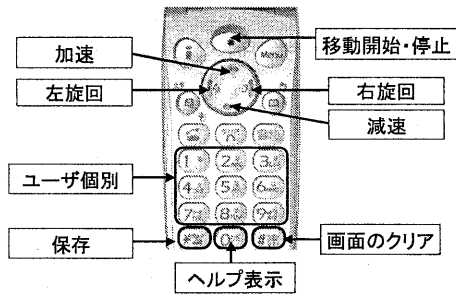


図 3: 片手用インタフェース

ソルが移動している間に、連続して旋回キーを押すことにより、滑らかな曲線の描画が可能になる。カーソルが停止している間に、旋回キーを押して方向を変えることにより、鋭角を描画できる。

この移動方法の利点は以下のとおりである。

- このインタフェースを適用するのに最低限必要なキーは3つと少ないため、残りのキーをほかの機能に割り当てることができる。
- 曲線を描くためには、同じボタンを繰り返し押すだけでよく、これまでの CONTE のように、数字キー1から9を順に押していく必要がなくなるため、キー操作による負担が少ない。
- 矢印で進行方向を提示するため、描画を開始する時に、これからどの方向に向かってカーソルが移動するのかを把握しやすい。

この移動方法をベースに、両手・片手用操作それぞれに適した改変を施した。

**■片手用インタフェース** 片手入力では、キーの同時押しが困難なので、片手入力用インタフェースは、同時押しを利用せず、親指だけで簡単に操作できることを目的とする。携帯電話を支えながらも描画しやすいように、カーソルの移動には携帯電話の上下左右キーを利用する。図3に、片手用インタフェースのキー割り当てを示す。図3のように、携帯電話の決定キーをカーソルの移動開始・停止に割り当て、携帯電話の左右キーを左右旋回キーとする。

片手用インタフェースでは、移動開始キーを押すとカーソルが移動し始め、もう一度押す事で停止する。このため、カーソルが移動している間に他のキーを押すことができ、曲線の描画が可能となる。携帯電話の上下キーでカーソルの移動速度を変更し、上を押すごとに加速し、下を押すごとに減速する。片手入力用インタフェースでは、自動的にカーソルが移動するため、ユーザに合わせた速度を用意することが重要である。曲線を描画する時はカーソルの移動速度を下げ、画面を横断するような長い直線を描くときは、移動速度を上げて、快適に描画することができる。

また、これまでに行った評価実験から、片手入力ユーザは、スタンプ機能や図形描画機能などを簡単に利用したいという意見が多かったので、図3のように、数字キーの1から9を、ユーザが自由にキーの割り当てを変更できるようにする。これによって、ユーザがよく利用する機能を好みに配置することができる。

**■両手用インタフェース** 両手用ターゲット型インタフェースは、従来の CONTE と同様、数字キーをカーソル移動に使用し、同時押しを活用することで、より簡単にユーザが意図した通りの線を引きけるようなキー配置を行う。

図4に、両手用インタフェースのキー割り当てを示す。両手用インタフェースのキー配置は、はじめから両手で操作を行うことを

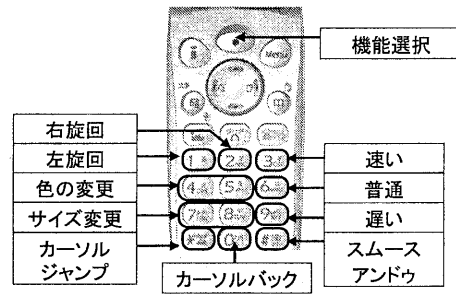


図 4: 両手用インタフェース

前提とし、右手でカーソルの移動速度の制御を行い、左手で旋回を行う。

両手入力の場合は、カーソル移動キーを押している間だけカーソルが移動し、キーから手を離すとカーソルの移動が止まるようにする。これによって、カーソル移動を停止する際の微調整が容易になると考えられる。

カーソルの配置を図4に示す。両手入力では、数字キー1, 2を左右ハンドルキーに割り当てる。数字キー3, 6, 9キーには速度の異なるカーソル移動に割り当て、順に速い・普通・遅いとする。これによって、速度を変えるために何度もボタンを押す必要がなく、簡単に速度調節ができる。

**■その他の描画補助機能** これまでの評価実験より、簡単に描画できる機能の追加に対する要望が多かった。そこで、CONTEでの有効性が期待できる描画補助機能を以下に列挙する。

- **カーソルバック機能**  
指定したキーを押すと、カーソルがそれまででぞってきた線を逆にたどって戻っていく。これにより、T字のように、横に線を引き、半分だけ戻って縦の線を引くことが容易に行え、カーソル移動にかかる時間を短縮できる。
- **スムーズアンドウ機能**  
指定されたキーを押すと、カーソルがそれまでに描いていた線を逆にたどって、線を消しながら戻ってゆく。そして、カーソルを離れた地点から再び線を描くことができる。
- **自動停止機能**  
背景色以外の色の上を横切ろうとすると、自動的に停止する機能。この機能を使えば、閉じた形を書こうとするときに、ちょうど良い位置にカーソルを停止することができる。他にも、高速に描画を行っている時に、以前に描いた線に到達することで、カーソルを止めることができる。
- **対称図形描画機能**  
対称な形の絵を描画する。上下・左右・点对称の、いずれかを選択してから描画を行うことで、自動的にカーソルと対称な位置にも描画が行われる。この機能を利用して、対称図形(例: つぼ・花・人の輪郭など)を簡単に描画することができる。
- **カーソルジャンプ機能**  
以前に描画した線の始点と終点のいずれかの座標に簡単にジャンプできる機能。この機能を開始すると、現在カーソルのある地点から近い順にジャンプ先の候補が表示される。その中から飛び先を決定すると、その地点にカーソルが移動する。これによって、細かくカーソル移動の調整を行う必要がなくなる。

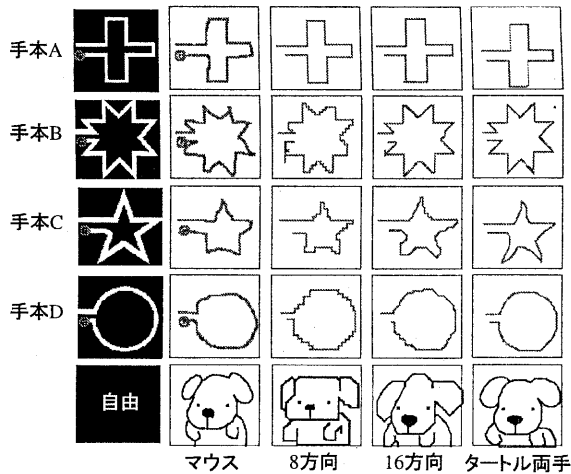


図 5: 描画法による作成画像の違い

### 3 実装と評価

提案したインタフェースで作成した画像と、これまでのインタフェースで作成した画像とを比較するために、評価実験を行った。

#### 3.1 実装

両手・片手用タートル型 CONTE を、NTT DoCoMo i モード Java[7] により実装し、F503i で動作確認した。プログラムサイズは両手用が 9.97KB、片手用が 9.90KB である。実装した CONTE は、以前に作成した CONTE を拡張し、背景に手本の画像を表示できるようにした。作成する画像サイズは 120 × 120 ピクセルである。

片手用 CONTE では、図 3 のように、携帯電話の上下左右キーによるカーソル移動を実装した。カーソルの移動速度は 3 通りとした。両手用 CONTE では、図 4 のうち、左旋回、右旋回、速度の異なるカーソル移動、色の変更、ペンのサイズ変更、ペンの ON/OFF を実装した。3 通りのカーソル移動速度は、両手用・片手用ともにそれぞれ同じである。

従来の CONTE の入力方式である数字キーを利用して作成した画像と、携帯電話の上下左右キーを利用して作成した画像との違いを比較するために、十字キーを利用した 8 方向入力による CONTE の実装も行った。8 方向型の CONTE は、携帯電話の上下左右キーを上下左右移動に割り当て、携帯電話の SELECT キーを決定キーに割り当てた。

#### 3.2 評価実験

■実験 1: 入力方式の違いによる画像の特徴比較 各入力方式により描画される画像の特徴を調べるため、CONTE に熟練した被験者一人に、PC、8 方向入力、16 方向入力、タートル型のそれぞれのインタフェースを利用して、図 5 左に示す手本画像の白い部分をなぞってもらい、軌跡から得られる特徴を調べた。さらに、タートル型のインタフェースがどれだけ自由な曲線描画を可能とするのかを確かめるため、マウスを利用して自分で手本画像を作成してもらった後、各入力方式を用いて、できるだけその手本に似せて描いてもらった。被験者は両手入力ユーザであったため、16 方向とタートル型は両手で描いてもらった。

■実験 2: 入力方式の違いの定量的評価 入力方式の違いによる画像の出来を定量的に評価するため、以下のような実験を行った。図 6 の様々な直線と曲線を含む手本を、学生 6 人に、PC、8 方向、16 方向、タートル型のそれぞれのインタフェースを利用し

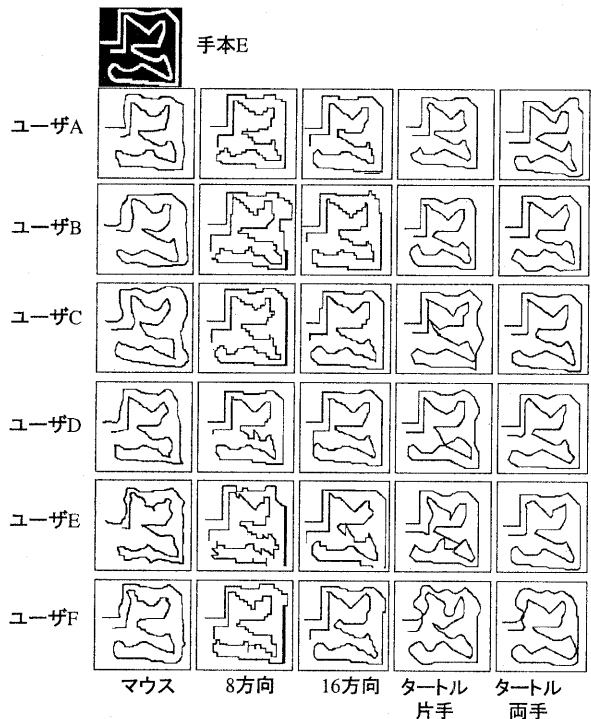


図 6: 作成画像のサンプル

て、背景に表示されたお手本の画像をなぞってもらった。このときの手本とのずれ、および描画に要した時間を計測した。

具体的には、被験者が作成した画像と手本画像とのマッチングを行うことで、はみ出した面積（ミス面積）を調べた。ミス面積が少ないほうが、ユーザの意図した画像を作成できたといえる。このとき、マウス入力には、Microsoft ペイントの自由描画ツールを用いた。描画時間の計測にはストップウォッチを用いた。

■実験結果 図 5 は実験 1 でユーザによって描画された画像を示している。この図より、各入力方式の特徴を分析する。PC は直線を描くのが難しく、曲線の描画は容易であることがわかる。8 方向入力は、手本 A だけ手本と似ていた。16 方向は、手本 A だけでなく、手本 B も上手になぞることができている。これは、斜めへの入りにキーが割り振られているため、同時押しを行う必要がなくなり、簡単に行えるようになったからである。そして、タートル型では、手本 D もきれいなぞることができ、手本 C 以外は手本とほぼ同じ図形を描画することができた。手本 C の星の絵は、線の傾きが 16 方向のどの角度にも対応していないため、どの描画方法を利用して、手本とはあまり似ていなかった。自由に描いてもらった絵では、8 方向と 16 方向に関しては、手本に似ず、直線的な部分が多かった。一方、タートル型の移動方法は、マウスで描いた画像とほぼ同じ曲線が描かれており、携帯電話上でもマウス並の滑らかな曲線を利用した絵を描画できることを示している。

図 6 は実験 2 でユーザによって描画された画像を示している。図 7 に実験 2 での、ミス面積を示す。図 8 に実験 2 での描画にかかった時間を示す。図中のエラーバーは最大値と最小値を示している。両手用タートル型のミス面積は、PC や従来の CONTE のミス面積の約半分であった。さらに、そのうちの 1 人のユーザに関しては、ミス率が 0 であり、理想的な結果となった。このことから、タートル型のインタフェースは、従来の移動方法よりも、ユーザが意図した画像を描画しやすいと言える。その一方で、タートル型の

ミス面積

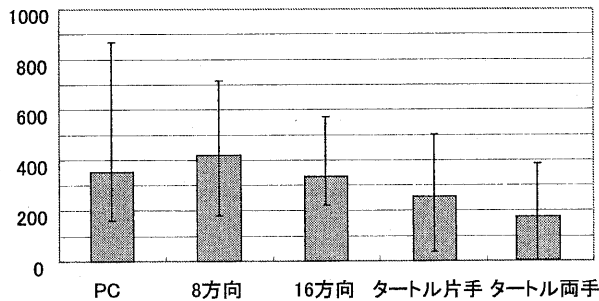


図 7: ミス面積

インタフェースは、描画にかかる時間が従来の方式よりも約 20 秒長かった。マウスや従来の CONTE は、方向の決定と描画操作を同時に行うのに対し、タートル型は、方向の決定と描画操作が分かれている。今回の実験で用いた手本は鋭角が多く、描画を一旦停止し、方向転換を行ってから描画を再開するという動作の回数が多くなってしまい、描画時間が長くなったと考えられる。

片手用インタフェースの場合は、カーソルが自動的に動くため、適切な位置にカーソルを停止させられない場合があった。そのため、これまでの CONTE と比べるとミス率は減少していたが、両手用ほどの減少は見られなかった。そこで、両手用と同じように、キーを押している間だけ動く片手用インタフェースを実装し、2 人の被験者に同様の実験を行って見たところ、両手用程度のミス率に抑えることができた。しかしながら、この場合は片手だけでカーソルを移動させながら旋回することが不可能となってしまい、両手で使う必要がある。これでは、片手だけで描画を行うという目的からずれてしまう。

被験者ら 6 人に対し、今回実験で使用した 5 通りの入力方式が、使いやすかったかどうかを 7 点満点で評価してもらったところ、平均は表 1 のようになった。両手用タートル型は、マウスと評価が同じ値となっており、同程度に使いやすい事という意見だった。また、16 方向入力をもっとも評価が低かった。これは、指にかかる負担がもっとも大きかったためと推測される。

そのほかにも、タートル型の移動方法について被験者から次のような意見を得た。

- 絵を描くときに押すキーが少なくてすむので、指が疲れない。
- 細かいキー操作を必要としないから、簡単に描画できる。
- 両手用は、移動速度によってキーが別なのが良い。
- 片手でもとても簡単にお絵描きができた。
- 左右逆を押してしまうことがあった。
- 180 度旋回するのが大変。

### 3.3 考察

今回の実験から、携帯電話で曲線を描画するには、タートル型のカーソル移動方法が有効であることが分かった。また、両手用と片手用のインタフェースに改変することで、これまででは難しかった片手のみによる利用においても、滑らかな曲線を描画することができ、両手を利用する場合に、きめ細かい操作が可能となった。

今回は両手用・片手用インタフェースの、カーソル移動に関する部分の実装と実験を行ったが、その他の機能をいかに効率よく利用するかについても考慮する必要がある。特に UNDO 機能などを、すぐに使える配置にしておくことは重要である。

描画時間

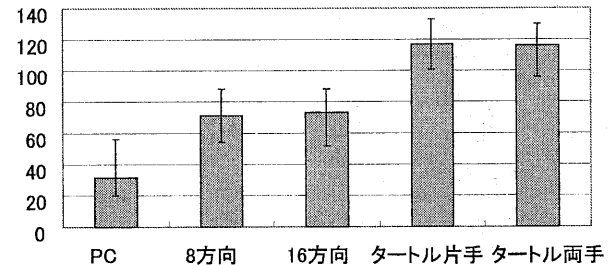


図 8: 描画にかかった時間

表 1: アンケート結果 (7 点評価)

入力方式	使いやすかったか
マウス	5.60
8 方向	4.80
16 方向	4.40
タートル片手	4.80
タートル両手	5.60

塗り潰しやペンが OFF のときのカーソル移動は、その軌跡を考慮する必要が無いため、従来の CONTE のカーソル移動方法のほうがわかりやすいという意見があった。そこで、今後はユーザによって、従来のカーソル移動方法も利用できるような、カーソル移動方法の切り替えや、ワンタッチキーの自由な配置が行えるインタフェースカスタマイズ機能を実装する予定である。

### 4 まとめ

本稿では、タートル型の描画方法を提案することで、従来の CONTE よりも滑らかな曲線描画を実現した。さらに、両手・片手入力の特徴を考慮し、それぞれに適したキー配置にすることで、片手入力ユーザでも滑らかな曲線の描画が可能になった。両手入力ユーザはミス率を大幅に低下することができ、マウスで描いた画像と同じような画像を作成できた。このことから、タートル型移動方法は、ボタンのみしか存在しないモバイル端末上で、マウスと同様の役割を果たし、お絵描きツールに限らず、様々なアプリケーションに活用できると考える。

### 参考文献

- [1] <http://www.sharp.co.jp/products/jsh51/text/tft.html>.
- [2] <http://www.mizulab.net/conte/>.
- [3] 吉滝, 太田, 川口, 石原, 水野: “CONTE:携帯電話を利用したお絵描きツール,” 情報処理学会研究報告, SST2001-157 (2002).
- [4] 石原, 水野, 川口, 吉滝: “携帯電話の図形入力方法及び図形入力機能を持つ携帯電話,” 特願 2001-363248 (2001, 特許出願中).
- [5] <http://www4.airnet.ne.jp/shinpo/akiyoshi/OldGood/logo.html>.
- [6] <http://www.logob.com/logo/>.
- [7] <http://www.nttdocomo.co.jp/mc-user/i/java/>.