

## 手書き図形入力インタフェースの試作

7K-5

風間信也 待井君吉 福島英洋 中川正樹  
東京農工大学工学部電子情報工学科

## 1. はじめに

計算機に図形を入力しようとするとき、その入力にはキーボードまたはマウスが多く使用されている。しかし、キーボードを使用する場合、たくさんのキーを操作する必要があり、操作も直感的ではない。マウスを使用する場合は、その構造上、座標を指定するのにマウス自体を大きく、または何度も動かさなければならぬ。しかも細かい作業が行いにくい。このため、思い通りの図形を入力するのは、困難で、かつ多大な手間を要する。

人間がものを書くとき、“紙とペン”を使うのが、人間にとって最も慣れ親しんだ自然な方法である。その自然な形を計算機の入力方法として取り入れる。そのため、入出力デバイスとして液晶表示付きタブレット装置(以下、表示一体型タブレットと略す)を使用する。

ウィンドウシステムでは、アイコンとの組み合わせにおいて、非言語的インタフェースを提供し、初心者や素人に馴染みやすい操作環境を実現している。この成功の裏には、特に米国においての多民族性をめぐるには考えられないが、人間が動作として知覚しているものを文字コマンドとして言語に直して指令するよりは、その動作のイメージのまま指令できることの利点が大いであるということが考えられる。これを図形入力について考えると、人間が図形を描くときには、ペンの他に定規などの文房具を用いるので、計算機に図形データを入力するのにも、文房具感覚の図形入力ができる方法があれば、非常にヒューマンインタフェースがよいシステムができる。そのために、我々は表示一体型タブレットと文房具メタファの組み合わせを考えた。

## 2. 文房具メタファ

文房具メタファとは、表示一体型タブレットの表示画面を紙、入力ペンを鉛筆とする世界で使用される文房具である。これを表示面に提示する。筆者が作成する作図システムでは、この文房具メタファを入力手段とする。つまり、文房具メタファを操作して、画面上に作図する。例えば、文房具を選択してペンダウンすると、ペン先のところにメタファが表示される。

次に、文房具メタファの操作の例を示す。定規を選択すると、定規メタファが画面に現れ、それをペンで動かして直線を描く位置を決定する。その後、定規のメタファに沿ってペンを動かせば、直線を描くことが

できる(図1)。また、コンパスを選択すると、コンパスメタファが画面に現われ、コンパスを開く動作をして円弧の半径を決め、コンパスメタファを回転させることにより円弧を描画する(図2)。消しゴムを選択すると、画面に消しゴムメタファが現われ、それをペンで動かした軌跡が消去される(図3)。これらの文房具メタファは、操作が物理的に対応していて、作図操作の実行が直感的である。また、文房具メタファが画面上に表示されていれば、作図操作の確認も一目でできる。また、図形配置型作図システムよりも細かい編集操作が可能であるという利点がある。また、手書きでは行いにくい、精密な作図の補助の目的もある。文房具メタファの別の利点は、手書きパターンの多義性の解消が容易なことである。何の制限もなければ、手書きパターンが、文字なのか図なのか機能のかなど区別が付きにくい場合がある。ところが、文房具を選べば、これが書くパターンの解釈は非常に強く限定される。また、本システムでは、紙面上に作成した下書きを参照しない描画も行えるように、ラフスケッチのフェーズを持ち、その上に論理的に重ねた画面に対して、文房具メタファを用いて清書をするような操作系を用意した(図4)。

## 3. 図形の内部表現

我々は、図形認識を含めた手書き作図システムを研究している。このシステムでは、図形を、

- (1) 機能シンボル
- (2) 図形コンポーネント
- (3) 図形プリミティブ
- (4) 筆点パターン

の4段階の論理レベルに分類して考えている。機能シンボルとは、フローチャートや回路図といった、図形全体と構成要素が意味を持つものである。図形コンポーネントとは、円や三角形といった図形と、その組合せである。図形プリミティブとは、図形コンポーネントのさらに下位に位置する図形で、直線や円弧といった、図形コンポーネントを構成するものである。筆点パターンとは、順序を持つ複数の点である。この分類では、抽象度は機能シンボルが最も高く、筆点パターンが最も低い。抽象度が上位の図形ほど、論理的メリットが高く、抽象度が低い図形ほど、自由度が高い(図5)。

計算機では、書かれたものが、機能シンボルなのか、

整形の対象になる図形なのか、サインのような、何もすべきでない筆点パターンなのか判断ができないので、筆点パターン、中間段階としての図形表現、そして認識結果の機能シンボル、の階層表現を内部表現とする。そして、処理が選択されたとき、それがどのレベルの表現に対応するものかを定める。また、必要に応じて相互に変換できることが必要である。そして、一度認識されたものは、その下位のレベルの表現に変更が加えられない限り、保持しておくようにする。今回、筆者が作成したのは、認識以前の図形入力インタフェース部分である。これは、文房具メタファを用い、図形の論理レベルとしては筆点パターンと図形プリミティブを扱うものである。文房具メタファを使用することにより、選択した文房具から、書こうとするオブジェクトが限定されるので、自由度の高いレベルで図形を保持しながらも、将来組み込まれる図形認識にとっても、応用しやすいことが期待される。

4. むすび

手書き作図のためのプロトタイプシステムを作成し、一般ユーザに使ってもらった。その結果、初めは戸惑うものの、簡単な説明を加えるだけですぐに使いこなせるようになった。また、手本の清書になりがちだった既存の作図システムに比べ、ラフスケッチのフェーズを持つことで、発想の段階をも計算機で行えることが分かった。

このことより、手書き入力システムは、入力的方式が非常に自然で、素人に受け入れやすいシステムであり、ヒューマンインタフェースがよいシステムであるといえる。

今後は、表示一体型タブレットのヒューマンインタフェースに対する可能性と発展性をさらに追求し、よりよい作図システムを作成したいと考える。

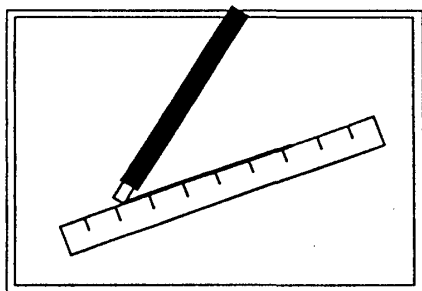


図1. 定規メタファ

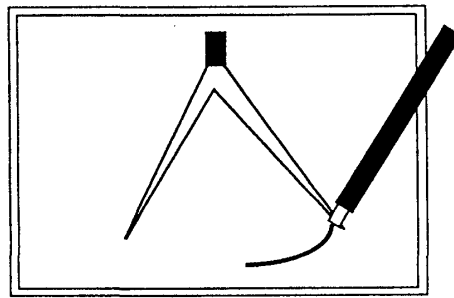


図2. コンパスメタファ

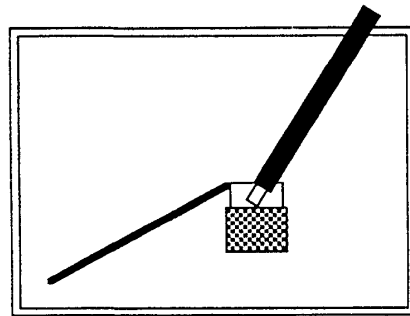


図3. 消しゴムメタファ

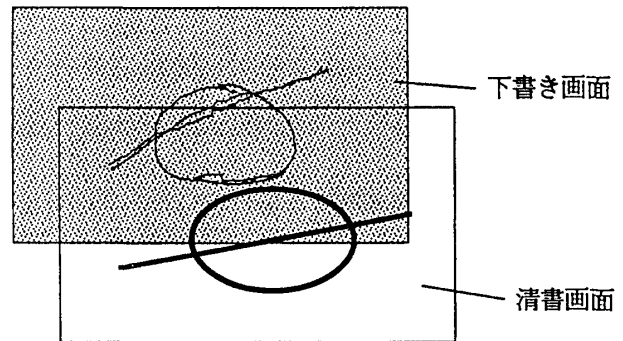


図4. 下書き画面と清書画面

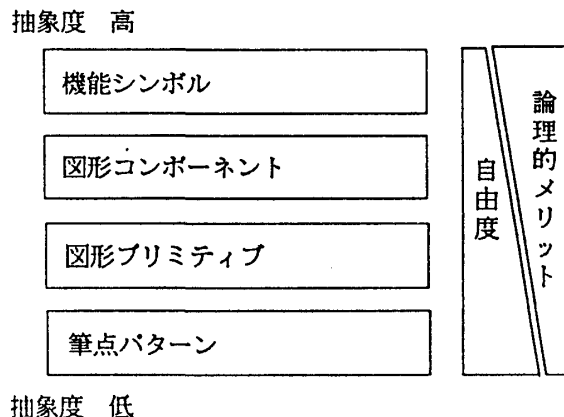


図5. 図形の論理レベル