

## 4T-02 対話型電子白板における拘束を利用したペンによる図形描画

\*堀田耕一郎, \*加藤直樹, \*\*中駄康博, \*中川正樹

\*東京農工大学工学部, \*\*日立ソフトエンジニアリング株式会社

### 1. はじめに

現在、小中学校の授業でコンピュータを利用する機会が増えてきた。我々は授業の場での黒板とコンピュータとの利点を融合した対話型電子白板システムの有用性に注目している。しかし、このシステムを前提としたソフトウェアは少なく、用途、ユーザインタフェース共に不十分なものが多い。

本稿では、対話型電子白板上で板書をする場合に、ユーザがペンを用いて素早く簡単に図形を描画することを可能にするため、ペンの拘束という手法を提案し、その手法を用いた描画ツールの設計と試作について述べる。

### 2. ペンの拘束

本研究では直線や円を描画するとき、ペンだけで定規やコンパスを使用するのと同様の感覚を与え、直線の平行線や垂線、円の接線などを引くことや、二本の直線の端点を合わせることを容易にするため、ペンの拘束という手法を用いる。

ペンの拘束は、既に描画された線分や円から、その線分に平行な直線や円の接線などの拘束候補線を設定し、拘束候補線上にペンが重なった場合にその線上にコンピュータ内部で扱うペンの座標を補整するものである。一度拘束されたペンの座標はペンが拘束線上から一定距離以上離れるまでは、その線上に拘束され続けるものとする(図1)。

ペンを拘束している拘束候補線を拘束線と呼び、ペンが拘束されている間はカーソルの状態を変化させ、拘束されていることをユーザに知らせる。また、ペンが拘束されている状態でも、その拘束線に沿って移動させることができる。ペンを拘束線に沿って移動させて、他の拘束候補線と重なった場合は、その拘束候補線も拘束線となり、ペンは二本の拘束線に拘束されている状態になる。この場合は二本の拘束線の交点に拘束される。

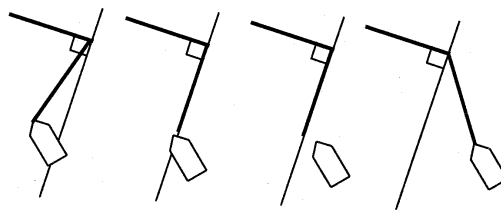


図1 ペンの拘束

### 3. 拘束候補線

#### 3.1 拘束候補線の設定

拘束候補線は次のルールに従って設定する。

〈拘束候補線〉:=〈特徴点1〉を通る(水平線 鉛直線)  (〈特徴点2〉を通りその点を含む既描画線の(垂線 平行線))  (〈特徴点3〉を通る既描画線の(垂線 平行線))  (〈特徴点3〉を通る既描画円の接線)
〈特徴点1〉:= 〈特徴点2〉 〈特徴点3〉 (既描画円弧の(中心点 開始点 終了点))
〈特徴点2〉:= (既描画線の(始点 終点))
〈特徴点3〉:= (現描画線の始点)

このルールにより設定される拘束候補線の例としては、既描画線の終点を通りその点を含む既描画線の垂線、現描画線の始点を通る既描画線の平行線がある(図2)。

A drawing system by pen with Holding Mechanism on an Interactive Electronic Whiteboard.

\*Kouichirou Hotta, \*Naoki Kato, \*\*Yasuhiro Nakada and

\*Masaki Nakagawa

\*Tokyo Univ. of Agriculture and Technology

\*\*Hitachi Software Engineering Co.,Ltd

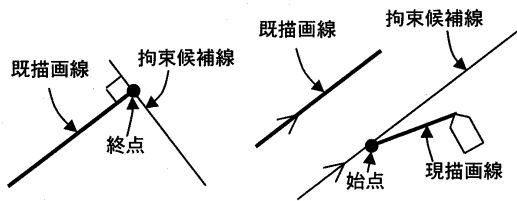


図2 拘束候補線の例

### 3.2 拘束候補線の範囲指定

既描画線や既描画円が多くなると、それにともない設定される拘束候補線の数も増える。拘束候補線の数が非常に多くなると、ペンがいたるところで拘束されるようになり、ユーザは描画を円滑に行えなくなってしまう。

そこで、拘束候補線の範囲を指定することで、ペンが拘束される範囲を減らす。範囲の指定は拘束候補線を設定するための既描画線や既描画円から現描画線の始点までの距離や、その描画順などを考慮して行う。

### 4. 描画ツールの試作

今回作成した描画ツールでは直線、円、弧、自由曲線を描画することができる。この内、ペンの拘束を利用するものは直線、円、弧である。次にこれらの描画のインタフェースについて述べる。

#### 4.1 直線描画インタフェースの設計

直線を描画する場合、通常はマウスをダウンした場所を始点とし、ダウンしたままペンを動かしていき、アップした場所を終点とする直線を描画する。しかし、この描画ツールの特徴であるペンの拘束を利用する場合、この方法では、始点がペンをダウンした場所になるため、始点に関してはペンの拘束の特徴を生かすことができない。

そこで、ペンをダウンしただけでは始点を決定せず、ペンの拘束を利用しながら自由に動かすことができ、ペンを一定範囲内に留めると、その場所を直線の始点とする。さらに、始点を決定したことを示す表示を行い、ユーザにその旨を示す。直線の終点の指定はペンのアップで行う。

#### 4.2 円・弧描画のインタフェースの設計

円を描画するインタフェースとしては、矩形を指定し、その内接円を描画するものが多い。しかし、この方法では弧を描画するためには一度円を描いてから必要のない部分を消さなければならない。また、今回作成する描画ツールは小中学校などで板書を円滑に行うことを目的とするため、小学生や中学生が円を描くために用いる道具、コンパスと同様なインタフェースが望ましいと考える。

始めに円の中心点を指定し、次の半径を指定する。半径を指定したら、コンパスを回転させるように、半径を回転させ弧を描く(図3)。半径を360度以上回転させた場合は円を描画する。このとき、各点の指定は直線の描画と同様にペンの拘束を利用して行う。

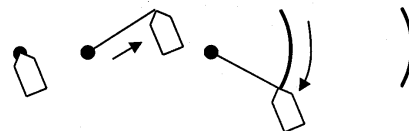


図3 円・弧の描画

#### 4.3 実現

上記のインタフェースを備えたツールを実現した。本ツールはWindows98上で動作する。描画を行っている画面例を次に示す(図4)。

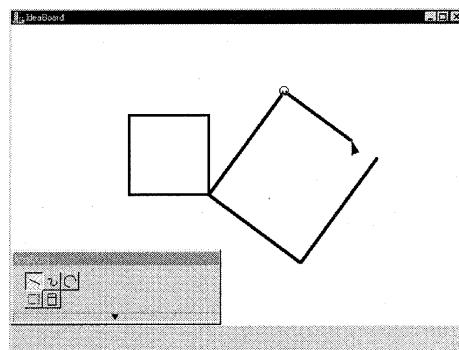


図4 描画ツール

### 5. おわりに

本稿では、対話型電子白板において描画を行うために、ペンの拘束という手法を提案し、ペンの拘束に適した描画インタフェースを持つ描画ツールの試作を行った。