

手書き図面の認識・理解処理における対話修正の評価
— 高次イメージインターフェイスに関する研究 —

4R-4

渡辺正子* 美濃導彦** 池田克夫**

*京都大学高度情報開発実験施設

**京都大学工学部情報工学教室

1.はじめに

人間-機械系においては画像・図形を用いたイメージインターフェイスが重要になってくる。我々は、シンボル画像（シンボルとその接続関係からなる画像）を用いたインターフェイスの研究を行っている⁽¹⁾。本稿では、シンボル画像処理の具体例として手書き論理回路図面を取り上げ、その認識・理解処理において、どの段階で人間が介入し修正すれば、効率よく、良い結果が得られるかを考察する。

手書き図面の認識・理解処理は階層的な手続きが適切である。図面はスキャナによりビットデータとして入力される。このレベルをビットレベルと呼ぶ。図面は線図形であるから、次の処理はこれをベクトルに変換する処理である。その結果、図面は直線を記述単位とするベクトルデータに変換される。このレベルをベクトルレベルと呼ぶ。これらのデータからシンボルと接続線を抽出し属性を持ったベクトルからなるデータ構造に変換する。このレベルをシンボルレベルと呼ぶ。さらにシンボルレベルのデータを認識し接続関係を含む記述レベルと呼ぶレベルのデータ構造を得る。処理中にエラーが発見された場合、自動的に再試行することも可能であるが、人間が介入するのが効率が良い。この時、どの処理階層でどの程度介入するのが効率的か、を定量的に評価することが重要である。この評価は、利用する図面認識・理解システムと対話修正用のエディタに大きく依存すると考えられるが、ここではこれを抽象化することを考える。

2.手書き図面清書処理における対話修正

今回の実験では、図面処理装置CADIX201およびAPOLLO DOMAIN上に構築されている手書き図面清書システム FACORES (FAir COpy REproducing System)の一部を使用する。処理の階層は、図1のステップ1からステップ6に分解できる。各ステップはさらに細かい

処理に分解できるが、ここでは各ステップの処理アルゴリズム等の詳細は問わないで、ビットレベル、ベクトルレベル、シンボルレベルで得られるそれぞれのデータを対象に対話修正を試みる。

ビットレベルの修正では、入力された図面の2値画像を画素単位で対話修正する。ベクトルレベルの修正では、図面内の線（ベクトル）を単位に対話修正する。シンボルレベルの修正では、属性（シンボル・接続線・文字・その他の特徴）をもっているが認識されていないベクトルを扱い、主として属性の修正を行う。今回の実験ではシンボルレベルの修正を最終段階とし、各ベクトルが正しい属性を得るまで修正を行う。

3.修正コスト、修正の効率

①修正コストの定義

対話修正を行うにあたって、まず、使用するシステムやエディタに依存しないで「修正の手間」を定量的に捉えることを考える。定量的に捉えた修正の手間を修正コストと呼ぶことにする。修正コストの単位を（修正単位と呼ぶ）を次のように定義する。

一つの操作をするときの手間を修正単位 o 、一つの点を決めるときの手間を修正単位 p とする⁽²⁾。

このように修正単位を定義すると、例えば、直線を引くときの修正コストは $o + 2p$ 、領域を消去するときの修正コストは $o + 2p$ のようになる。

o 、 p の値はエディタの機能、利用者の動作、利用者のエディタに対する習熟度、その他、システムの処理時間などによっても変化する。また、 o と p の関係も考慮しなければならない。本稿では、問題を単純化するために、 $o = 1$ 、 $p = 1$ として考察を進める。

②修正の効率

修正の効率について、ここでは処理時間が速いということよりも人間が介入する頻度が少ないことに重点を置き、上述の修正単位を用いて、それに重み付けすることにより修正の効率を評価する。したがって、たとえ、各ステップにおける修正コストの合計が小さくても、全ステップに人間が介入すれば、全体としては効率が悪くなる。今回は「介入回数×合計修正コスト」という重み付けを用いる。この重み付けは、介入

An Evaluation about Interactive Correction on the Process of Understanding Manuscript Line Drawings
M.Watanabe, M.Minoh, K.Ikeda, Kyoto University

回数だけに依存するように定義した。しかし、現実では、心理的要素、システムの処理時間、入力データなどに依存する部分もあり、これらが複雑に絡み合っていると考えられる。

以上のように定義して修正コストを算出する実験を行った。結果を表1に、データ例を図2示す。

4.考察

ビットレベルの修正における修正は手書きの感覚で行うことができるので、人間にとっては扱いやすい。修正結果は特徴抽出にかなり反映される。ベクトルレベルの修正、シンボルレベルの修正においては、ベクトル化されたデータがどうなっていれば正確に特徴抽出されるか(処理の手法)を把握していないと、修正は無駄になるだけでなくかえってデータの品質を劣化させてしまう。システムあるいはエディタは処理手法に関する情報をうまく利用者に伝えなければならない。現在の実験環境では、まだ実験結果が少ないので断定はできないが、シンボルレベルの修正において集中的に修正するのが、よい結果を与え、効率がよいと

思われる。

5.おわりに

本稿では、手書き図面清書処理を用いてデータ修正における人間介在という側面からイメージインターフェイスを考察した。今後の課題として以下の項目が考えられる。

- ①「修正手間の定量化」の定義、重み付けの厳密化
- ②入力データに依存する部分の明確化
- ③システムやエディタが持つべき機能についての考察

参考文献

(1)美濃他：
手書き図面清書システムFACORES、信学技報PRU86-89(1986)

(2)Card, S. K., Moran, T. P. and Newell, A. . :
The Keystroke-Level Model for User Performance Time with Interactive Systems. C. ACM 23,7(1980), 396-410

表1 修正コスト算出結果

・D (data) : データ (本稿では文字以外を対象としている)
 ・W (way) :
 a : ビットレベルの修正 (+シンボルレベルの修正)
 b : ベクトルレベルの修正 (+シンボルレベルの修正)
 c : シンボルレベルの修正
 d : ビットレベルの修正+ベクトルレベルの修正 (+シンボルレベルの修正)
 ・注 : シンボルレベルの修正を行なう以前に特徴抽出されなかったシンボル数
 *なし : 修正を行わない

D	W	ビットレベルの修正	ベクトルレベルの修正	シンボルレベルの修正	合計	重み付合計	注
1	a	69	なし	17	86	172	1
	b	なし	55	75	130	260	4
	c	なし	なし	116	116	232	4
	d	69	14	20	103	309	1
2	a	105	なし	41	146	292	2
	b	なし	56	89	145	290	4
	c	なし	なし	139	139	139	4
	d	102	17	17	136	408	1
3	a	39	なし	24	63	116	2
	b	なし	54	75	129	258	5
	c	なし	なし	115	115	115	7
	d	33	12	7	52	156	1

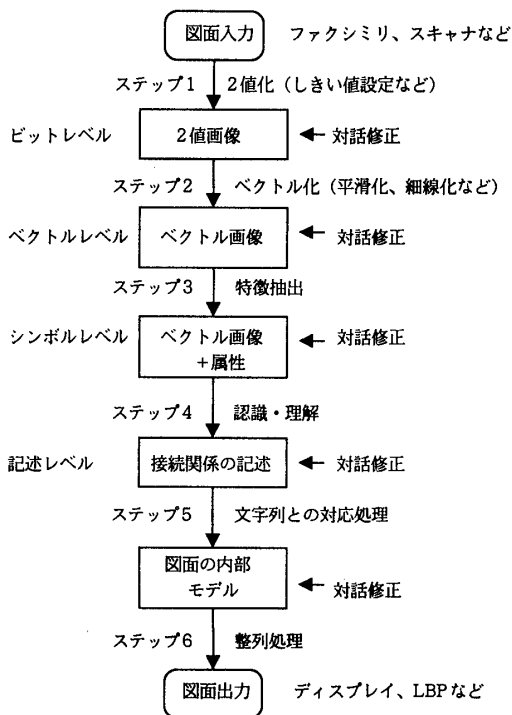


図1 手書き図面清書処理システムの例

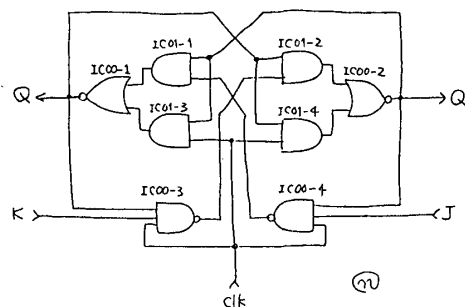


図2 実験データ例 (Dの2)