

知識を用いる毛筆字体評価システム

7P-8

曾 建超 井上 健 真田 英彦 手塚 慶一

大阪大学

1 まえがき

計算機による楷書毛筆漢字の生成に関する研究は、文献(1)によって提案された。しかしながら、その研究において、ユーザからの入力パラメータにより毛筆漢字が生成されるので、書道には詳しくない一般ユーザにとって、書道規則に従う美しい文字を生成させることが必ずしも容易ではない。この問題の解決法として、本研究では、楷書毛筆漢字字形を評価するエキスパートシステムを試作した。そこで本論文では、システムの構成等、特に文字構造知識と文字評価知識およびその利用について述べると共に、システムの実験結果を示す。

2 システムの構成

本システムの構成図は図2.1に示している。普通の場合、システムは知識ベースに蓄えられている、漢字文字構造と漢字文字評価に関する知識を用いて、推論エンジンにより、入力文字の評価を行うが、それらの知識で、入力文字を対処できない場合、システムは自動的に知識獲得部に移り、書道家ユーザを求め、インタラクティブ的にユーザに質問することによって、新しいルールを作り出し、知識ベースに蓄え、文字評価部に戻る。

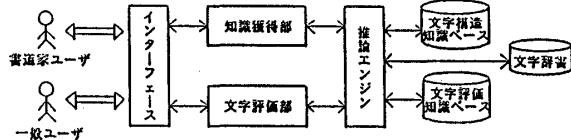


図2.1 システム構成図

3 文字評価の手順

文字評価手順として、システムは、まず文字辞書を参照しながら入力文字のパターン構成の種類を判定し、文字のパラメータを抽出する。次に、抽出された文字パラメータを持って、推論エンジンにより、文字パターン構成の種類で決められたルール領域に蓄えられているルールを順番に試していく。適用されたルールの実行部をユーザに呈示することにより、ユーザの意見を求める。ユーザが同意すれば、このルールが発火し、システムは続けて他のルールの適用を試すが、ユーザが同意しなければ、システムはユーザにこのルールの実行部を指摘し直してもらうことによって、新しいルールを導入し、文字評価知識ベースに蓄え、新しい入力文字をユーザに求める。発火したルールで評価した文字をディスプレイ画面に出して、再びユーザの意見を聴く。ユーザが満足できない場合、満足できない部分の評価をユーザに指摘してもらうことにより、システムは新しいルールを生成し、文字評価知識ベースに蓄え、新しい入力文字を求めるが、ユーザが満足すれば、システムは評価された文字を出力

し、新しい入力文字を求める。入力文字を対処できるルールが存在しない場合、システムは書道家の評価を求め、入力文字の特徴を抽出し、実行部を指摘してもらうことによって、新しいルールを生成し、文字評価知識ベースに蓄え、新しい文字入力を求める。

4 文字構造の解析とその表現

4-1 文字パターン構成の分類

漢字の特徴として、漢字は普通幾つかの部分パターンから構成される。本システムでは、文字評価知識ベースに蓄えられている94個のルールの字例(約400字)を分析することにより、漢字文字の構成パターンを図4.1に示す8種類に分けることにした。ここで、各パターン内の数字は、そのパターンの順番番号を示す。システムはこの分類法に基づいて、文字評価知識ベースを八つのルール領域にモジュール化することによって、ルールの探索効率の向上を図る。

4-2 文字構造の表現

階層分解合成法(文献(1)参照)により、漢字は部分パターンから、部分パターンはストロークから構成され、更にストロークは幾つかのパラメータで表せるので、ここでは、本システムは、図4.2に示すように、漢字のその階層的な構造を反映できるようなパラメータの表現方法を取っている。そこで、cp-numは図4.1における文字パターン構成の種類を示す番号を、cpは文字そのものを、p-numはパターンの順番番号を、s-numはこのストロークを含むパターンに対して、筆順に沿って数えるストロークの順番番号を、s-p-listはストロークのパラメータリストを表す。p-numとs-numは、ユーザによって新しいルールを導入する時に使われる。このような文字構造表現法で表しているパラメータリストを文字パターン構成の種類、すなわちcp-num、によって分けて、文字構造知識ベースに蓄える。

この表現方法により、任意構造を持つ漢字に対して、システムは自由に任意の部分パターン、あるいは任意のストロークについて評価を行うことができ、また、逆に

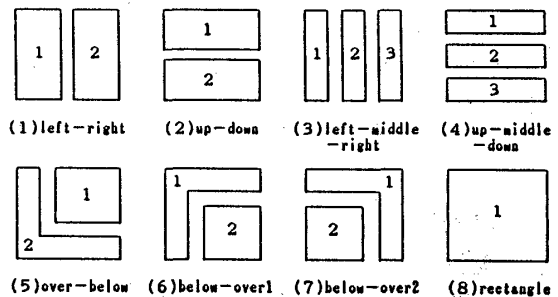


図4.1 文字パターン構成

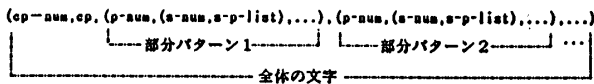


図4.2 パラメータによる漢字構造の階層表現

階層分解合成法によって、評価後の文字パラメータから文字を合成することも容易にできる。

5 文字評価知識ベースの表現

5-1 文字評価知識の整理

本システムに用いる文字評価知識は、教科書によるものを整理し洗練してできたものである。表1はこれらの規則の一覧表である。

規則の整理手順として、まず4-1節の文字パターン構成の分類に対応して、教科書にある規則を八つのグループに分ける。次に、各グループの規則に対して、書道家との相談を通じて洗練化を行う。このような手続きにより、今の段階で94個のシステムルールが出来上がっている。

表1 書道規則表

	パターン内の位置関係	パターンの種類別全大きさの関係							
left-right 型	1	1 横筆法(横、横)	6 左占地歩法(横、横)	7 右占地歩法(横、横)	8 既水法(横、横)	9 イ字法(横、横)	10 横筆法(横、横)	11 横筆法(横、横)	12 横筆法(横、横)
	2	2 横筆法(横、横)	13 水筆法(横、横)	14 巧行法(横、横)	15 空筆法(横、横)	16 横筆法(横、横)	17 横筆法(横、横)	18 横筆法(横、横)	19 横筆法(横、横)
	3	3 下筆法(横、横)	15 力筆法(横、横)	16 力筆法(横、横)	17 力筆法(横、横)	18 力筆法(横、横)	19 力筆法(横、横)	20 力筆法(横、横)	21 力筆法(横、横)
	4	4 上筆法(横、横)	15 横勾法(横、横)	16 横勾法(横、横)	17 横勾法(横、横)	18 横勾法(横、横)	19 横勾法(横、横)	20 横勾法(横、横)	21 横勾法(横、横)
	5	5 分筆法(横、横)	15 中筆法(横、横)	16 中筆法(横、横)	17 中筆法(横、横)	18 中筆法(横、横)	19 中筆法(横、横)	20 中筆法(横、横)	21 中筆法(横、横)
up-down 型	1	1 横筆法(横、横)	2 横筆法(横、横)	3 横筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
	2	1 横筆法(横、横)	2 横筆法(横、横)	3 横筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
	3	1 横筆法(横、横)	2 横筆法(横、横)	3 横筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
	4	1 横筆法(横、横)	2 横筆法(横、横)	3 横筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
	5	1 横筆法(横、横)	2 横筆法(横、横)	3 横筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
over-behind 型	1	1 上下下小横(横、横)	2 伸勾法(横、横)	3 下筆法(横、横)	4 上占地歩法(横、横)	5 上占地歩法(横、横)	6 上占地歩法(横、横)	7 上占地歩法(横、横)	8 上占地歩法(横、横)
	2	1 上下下小横(横、横)	2 伸勾法(横、横)	3 下筆法(横、横)	4 上占地歩法(横、横)	5 上占地歩法(横、横)	6 上占地歩法(横、横)	7 上占地歩法(横、横)	8 上占地歩法(横、横)
	3	1 上下下小横(横、横)	2 伸勾法(横、横)	3 下筆法(横、横)	4 上占地歩法(横、横)	5 上占地歩法(横、横)	6 上占地歩法(横、横)	7 上占地歩法(横、横)	8 上占地歩法(横、横)
	4	1 上下下小横(横、横)	2 伸勾法(横、横)	3 下筆法(横、横)	4 上占地歩法(横、横)	5 上占地歩法(横、横)	6 上占地歩法(横、横)	7 上占地歩法(横、横)	8 上占地歩法(横、横)
	5	1 上下下小横(横、横)	2 伸勾法(横、横)	3 下筆法(横、横)	4 上占地歩法(横、横)	5 上占地歩法(横、横)	6 上占地歩法(横、横)	7 上占地歩法(横、横)	8 上占地歩法(横、横)
rectangle 型	1	1 平四角法(横、横)	2 四方法(横、横)	3 高方筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
	2	1 平四角法(横、横)	2 四方法(横、横)	3 高方筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
	3	1 平四角法(横、横)	2 四方法(横、横)	3 高方筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
	4	1 平四角法(横、横)	2 四方法(横、横)	3 高方筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
	5	1 平四角法(横、横)	2 四方法(横、横)	3 高方筆法(横、横)	4 横筆法(横、横)	5 横筆法(横、横)	6 横筆法(横、横)	7 横筆法(横、横)	8 横筆法(横、横)
left-middle-right 型	1	1 左占地歩法(横、横)	2 三勾法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)
	2	1 左占地歩法(横、横)	2 三勾法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)
	3	1 左占地歩法(横、横)	2 三勾法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)
	4	1 左占地歩法(横、横)	2 三勾法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)
	5	1 左占地歩法(横、横)	2 三勾法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)
up-middle-down 型	1	1 三停法(横、横)	2 上下占地歩法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)
	2	1 三停法(横、横)	2 上下占地歩法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)
	3	1 三停法(横、横)	2 上下占地歩法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)
	4	1 三停法(横、横)	2 上下占地歩法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)
	5	1 三停法(横、横)	2 上下占地歩法(横、横)	3 中占地歩法(横、横)	4 中占地歩法(横、横)	5 中占地歩法(横、横)	6 中占地歩法(横、横)	7 中占地歩法(横、横)	8 中占地歩法(横、横)

総計：94個

5-2 文字評価知識の表現

書道知識の条件の内に、幾つかの文字字例が含まれているのは、書道知識の一つの大きな特徴である。そのために、本システムでは、プロダクションルールを用いて、各ルールに対して字例と抽出された文字の特徴の二種類の条件を設けることにしている。システムは入力文字に対して、先に字例条件を適用し、当てはまらない場合、次に特徴条件を適用する。特徴条件により適用された文字が評価の後で対応する字例データベースに加えられるので、システムを使えば使う程、ルールが適用しやすくなる。

6 知識の利用

6-1 推論エンジン

入力文字に対して、推論エンジンはまず文字辞書をたどりながら文字パターン構成の種類を推論する。次に、同じ入力文字に対して、字例データベースをたどりながら文字評価知識ベースのルールの適用を試す。字例データベースの探索が失敗したら、推論エンジンは入力文字のパターン構成の種類により、推論範囲を対応するルール領域に絞り、抽出された入力文字のパラメータを用い

て、前向き推論を行い、更にルールの適用を試す。また、適用されたルールの実行部をユーザに呈示することによって、ルールが発火したり、発火したルールで評価された文字をユーザの要求に応じ出力したりする。適用できるルールが存在しない場合、推論エンジンは文字評価部から知識獲得部に推論場所を切り換え、半自動的に新しい知識を獲得して、文字評価知識ベースに蓄える。

6-2 学習機能

書道における文字評価知識の特徴として、知識は互いに関連性が少なく、理論性が明らかに見当たらず、ほとんど経験によるものである。そのため、回路設計などのような、十分な論理性及び理論性を持つ分野に適切な全自動的知識獲得方法(文献(2)参照)は、書道分野には当てはまらないように見える。ここで本システムでは、書道家ユーザがシステムを使用することによって、インタラクティブ的な方式で、半自動的に知識を獲得する方法を取っている。文字評価知識ベースに蓄積されているルールが入力文字を対処できない時、もしくはユーザがルールの評価結果には満足できない時、学習機能は働き始める。システムはユーザに質問して、それへの回答を受けることによって、新しい知識を獲得する。また、システムは、学習機能により獲得された知識が対応するルール領域にある、すべてのルールの前に置かれ、次のシステム実行時に先に適用されるようにしている。本システムは、今の段階で94個のルールを蓄積しているが、学習機能の使用により知識の量が次々増えていく。また、学習機能によりシステムの知識が更に厳密化される。

7 実験結果

本システムは、Prolog言語を用いて作成した。図7.1に示している字例は、本システムが入力文字に対して評価を行って出力した結果である。これらの実験結果によりシステムの有効性が確かめられた。

8 むすび

楷書毛筆漢字字体を評価するエキスパートシステムについて述べた。特に、文字構造知識と文字評価知識の表現、知識の利用及び知識の獲得について述べた。

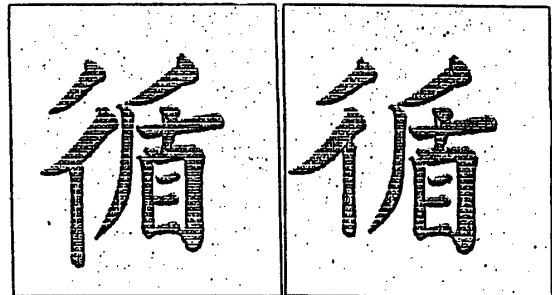


図7.1 文字評価の例

左:入力文字 右:評価文字

参考文献

[1] 張、真田、手塚：“漢字楷書毛筆字体の計算機による生成”、信学論(D)J67-D5, pp.599-606(1984).
 [2] T.M.Mitchell:“LEAP: A Learning Apprentice for VLSI Design”,proc. of IJCAI-1985(PP573-580).
 [3] 曾他：“ルールを用いた毛筆文字評価法の一試案”、電子通信学会情報・システム部門全国大会(1985-11).