

オンライン文字切り出し特徴の多段階ネットワーク表現

6E-5

澤田 清 吉川隆敏 岡本正義 堀井 洋 亀田 勇

三洋電機株式会社 情報通信システム研究所

1. はじめに

近年、日本語文字認識の研究が進められ、一部には商品化されているものもある。しかし、それらは一文字ずつの枠を設けるなどして筆記文字列から正確に文字が切り出されることを前提としている。よって、文字枠のない自由筆記された文字列を認識しようとする、その前処理として筆記文字列から一文字ずつを分離する文字切り出し技術が必要である。

オンライン文字切り出し技術に関しては、文字認識結果、言語情報を用いたもの⁽¹⁾、⁽²⁾、個人の筆記変動を考慮したもの⁽³⁾などが研究され、かなりの成果が報告されている。しかし、どの文字切り出し特徴をどのように用いれば最も有効であるのかは明確になっていない。

我々は、行自由筆記の文字切り出し技術に利用できる特徴要素の分類を行うことから始めて、それらの最適な統合法を確立することを目的として研究を進めている。

本報告では、文字切り出し特徴の分類を行い、それらをネットワーク構造で表現することにより特徴量を統合する方法を提案する。

2. 文字切り出し特徴の分類

文字切り出しの特徴量を有効に利用するためには、特徴量の評価単位を明確にし、評価単位に応じた特徴量の処理を行わなければならない。そのためには、特徴量の評価単位に基づいた分類が必要である。

オンライン文字切り出し処理において、入力データはペンのON/OFF情報を有した座標時系列データである。このため、オンライン入力では1本1本のストロークを完全に分離することができる。したがって、オンライン文字列の切り出し結果はストローク単位で表され、特徴量の評価単位もストロークを基準にして表される。

以上の考えに基づいて、文字切り出し特徴量を評価単位という観点から分類する。

(1)ストローク間で評価値が定義できるもの。

ストローク間隔, ペンアップ時間

(2)ストロークが集合(文字)して評価値が定義できるもの(1文字らしき)。

文字の大きさ(幅), 位置, 形状, 縦横比,

文字認識類似度, ストローク数

(3)ストロークの集合(文字)間で評価値が定義できるもの。

文字ピッチ

(4)ストロークの集合が集合(単語)して評価値が定義できるもの。

単語照合

(5)ストロークの集合の集合(単語)間で評価値が定義できるもの。

単語間接続

このように文字切り出し特徴は、あるまとまったストロークの集合、又はストロークの集合間で定義される。

3. 文字切り出し特徴のネットワーク表現

ここで表現されるネットワークは、ノードとノード間を接続する単方向のリンクにより構成される。ノードとリンクはそれぞれ重みを有している。特徴レベルに対応して3種類のネットワークを構成するが、それぞれのネットワークは次の共通規則に従うものとする。

(a)ノードはストローク群を表す。ストローク群とは、単一のストローク、ストロークの集合、ストロークの集合の集合を言う。

(b)2つのノード間、すなわち2組のストローク群間にストローク群が存在しないとき、そのノード間は筆記順の方向を持ったリンクにより接続される。

(c)ノードの重みは、ストローク群に対する評価値を表す。

(d)リンクの重みは、ストローク群間に対する評価値を表す。

以上の規則に基づいて、各特徴レベルを3種類のネットワークで表現する。ネットワーク(A)ではレベル(1)の特徴要素を、ネットワーク(B)ではレベル(2)とレベル(3)の特徴要素を、ネットワーク(C)ではレベル(4)とレベル(5)の特徴要素を表現する。それぞれのネットワークのノードとリンクの表現対象を表1に示す。

4. ネットワークの作成と切り出し処理

ネットワークの作成は、ストローク群に対応するノードの設定、隣接ストローク群間のリンク接続、そしてノードとリンクの重み付けのための各レベルの特徴量の統合という手順で行われる。ノードは下位レベルの隣接ノードの集合で構成されるため、ネットワークは下位のレベルから順に作成される。図1の筆記文字列を例にしてネットワーク作成方法を示す。図中の番号はストロークの筆記順を表す。

Feature Representation for On-line Character Segmentation
Using Multi-level Network

Kiyoshi SAWADA, Takatoshi YOSHIKAWA, Masayoshi OKAMOTO, Hiroshi HORII, Isamu KAMEDA
Information & Communication Systems Research Center, SANYO Electric Co., Ltd.

表1. 各ネットワークのノードとリンクの表現対象

	ネットワーク表現(A)	ネットワーク表現(B)	ネットワーク表現(C)
ノード	ストローク	ストロークの集合(字)	ストロークの集合の集合(輻)
ノードの重み	なし	ストロークの集合の評価値 (文字の大きさ, 位置, 縦横比, 文字認識の度など)	ストロークの集合の集合の評価値 (単語照合)
リンク	隣接ストローク間	隣接ストローク集合間(字間)	隣接ストローク集合の集合間
リンクの重み	ストローク間の評価値 (ストローク間隔, ペンアップ時間)	ストロークの集合間の評価値 (文字ピッチ)	ストロークの集合の集合間の評価値 (単語間隔)

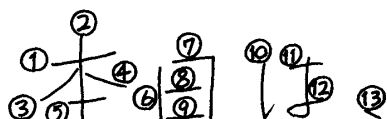


図1. 筆記文字列の例

ネットワーク表現(A) (図2)では、ストロークがそのままノードとなり、隣接ストローク間がリンク接続される。リンクの重みはストローク間の評価値(ストローク間隔, ペンアップ時間)を統合して決められる。

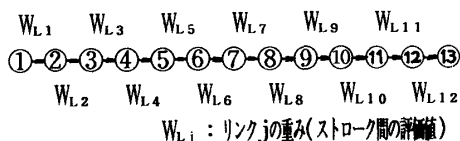


図2. ネットワーク表現(A)の例

次に、ネットワーク表現(A)をもとにネットワーク表現(B) (図3)を作成する。基本的にはネットワーク表現(A)の隣接ノードの全ての組み合わせをネットワーク表現(B)のノードとして設定するが、次の場合組み合わせ数を削減することができる。

- (a) レベル(1)の評価値より、切り出しの有無が確定できるもの。
- (b) 組み合わせた結果、レベル(2)の評価値が非常に大きい値になるもの。

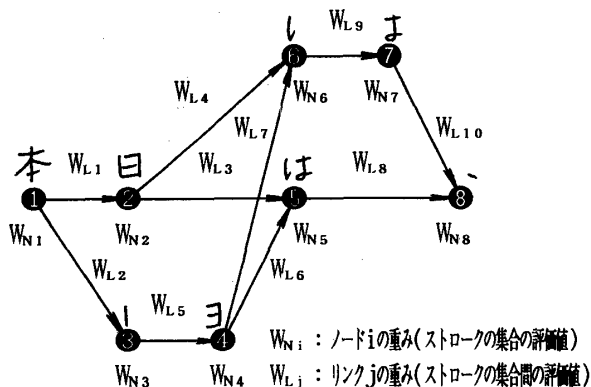


図3. ネットワーク表現(B)の例

ノードの重みはレベル(2)の特徴量を統合して、リンクの重みはレベル(3)の特徴量を統合して決められる。

このとき、ネットワーク表現(A)の情報(リンクの重み)をネットワーク表現(B)に継承するために、組み合わせ間の(A)のリンクの重みはそのまま(B)のリンクの重みに、組み合わせ内の(A)のリンクの重みは(B)のノードの重みに統合される。

ネットワーク表現(A)においては、各リンクの重みを閾値と比較することにより、切り出し結果が得られる。ネットワーク表現(B)については、ネットワークの経路を決定することがすなわち切り出し結果である。そして最適な経路を求めることが最適な切り出し結果である。次の2つの処理を行うことにより、ネットワークの最短経路問題に帰着することができる。

- (1) 各ノードに含まれるストローク数による重みの正規化を行う。
- (2) 図4に示すように、仮想リンクを設定してノードの重みをリンクの重みに置き替える。

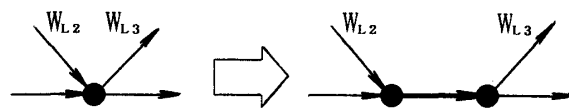


図4. ノードからリンクへの重みの置き替え

以上の処理を行って作成されたネットワークの最短経路問題の解が切り出し結果となる。

同様にして、ネットワーク表現(B)からネットワーク表現(C)を作成し、切り出し結果を得ることができる。

5. まとめ

オンライン文字切り出し特徴を評価単位に基づいて分類し、それらを多段階のネットワークで表現する方法を提案した。その結果、文字切り出し特徴の有効な統合法への見通しを得た。

参考文献

- (1) 村瀬, 若原, 梅田: "候補文字ラティス法による枠無し筆記文字列のオンライン認識", 信学論(D), J69-D, 4, pp. 765-772 (1985-4).
- (2) 村瀬, 新谷, 若原, 小高: "言語情報を利用した手書き文字列からの文字切り出しと認識", 信学論(D), J69-D, 9, pp. 1292-1301 (1986-9).
- (3) 村瀬: "走書き文字列認識における文字切り出しの個人適応化", 信学論(D-II), J72-D-II, 1, pp. 132-139 (1989-1)