中抜き文字を認識する複写学習モデルの一手法

非会員 一橋 広之* 正員 須崎 健一*
正員 荒屋 真二*

A Method of Copy-Learning Model for Recognizing Hollow Character

Hiroyuki Hitotsubashi*, Non-member, Kenichi Suzuki*, Member, Shinji Araya*, Member

This study proposes a copy-learning method which can recognize hollow characters by only learning the standard characters. The method learns standard characters by a part of the 3-layer net, copies obtained weights and biases on an unused part of the net by a copy-learning rule, and recognizes hollow characters. We had confirmed the effectiveness of this method from several experiments.

キーワード：ニューラルネットワーク，バックプロパゲーション，複写学習法，中抜き文字

Keywords: neural network, back propagation, copy-learning model, hollow character

1. まえがき

近年，文書作成ソフトや高性能スキャナーの出現により，既定の輪郭文字（以下，中抜き文字）の作成や認識も可能になったが，文字輪郭の肉厚を調整（以下，中抜き率）でできるような中抜き文字に対しては対応しておらず，他の認識システムも中抜き文字認識について議論されていない。

我々は，先行研究として複写学習モデルを提案している⁽¹⁾。本稿はこのモデルで様々な中抜き率の文字を認識できることを示し，実験によりモデルの有効性を確かめたので報告する。

2. 複写学習モデル

中抜き文字を学習・認識する複写学習モデルの構造を図1に示す。複写学習モデルは，まず GATE を閉じて点線内の基本ネット（Standard net）で基本文字（Standard characters）を標準の誤差逆伝搬（BP）法により学習する⁽²⁾。次に GATE を開け，得られた重み（WH0, WO0）としきい値（BH0, BO0）を以下に示す方法で未使用の部分ネット（A part of the net）に複写することにより中抜き文字（Hollow characters）を学習させる。

一例として，文字 A, T, M を取り扱う。基本文字 A, T, M の列ベクトルをそれぞれ Ia, It, Im とし，ある肉厚の中抜き文字の列ベクトルを E2a, E2t, E2m とする。このとき，

$$M \cdot [E2a \ E2t \ E2m] = [Ia \ It \ Im] \quad (1)$$

* 福岡工業大学大学院工学研究科
〒811-0214 福岡市東区和白東 3-30-1
Graduate School of Engineering, Fukuoka Institute of Technology,
3-30-1, Wajirohigashi, Higashi-ku, Fukuoka-shi 811-0214

Fig. 1. Network structure of a copy-learning model.

となる M を考える。 M を複写行列と呼ぶ。

複写学習法を以下に述べる。まず Ia, It, Im を図1の基本ネットでは学習後，基本ネットの中間層への入力積和 $S0$ と中抜き文字入力時の部分ネットの中間層への入力積和 $S1$ を同じにするため(2)式のように設定する。

$$WH1^t \cdot [E2a \ E2t \ E2m] = WH0^t \cdot [Ia \ It \ Im] \quad (2)$$

ここで t は転置を示す。(1)式より M は次式になる。

$$M = [Ia \ It \ Im] \cdot [E2a \ E2t \ E2m]^+ \quad (3)$$

(3)式の+は擬似逆行列を示す。 $[E2a \ E2t \ E2m]$ は正則でないため，ムーアペンローズの擬似逆行列を適用する⁽³⁾。次に M と $WH0$ から $WH1$ を求める。

$$WH1^t = WH0^t \cdot M \quad (4)$$

また， $BH1$, $BO1$, $WO1$ は基本ネットのしきい値と重みを(5)式のようにコピーする。

$$BH1 = BH0, \ BO1 = BO0, \ WO1 = WO0 \quad (5)$$

以上の式により，Ia, It, Im の認識時の出力値 $Out0[i](i=0,1,2)$ と $E2a, E2t, E2m$ の認識時の出力値 $Out1[i](i=0,1,2)$ が等しくなる。

ここまで一種類の中抜き率の文字の学習法を示したが、複数種類の中抜き率の文字の複写学習も可能である。E2a, E2t, E2m とは肉厚が異なる中抜き率の文字を E4a, E4t, E4m としたとき、E2a, E2t, E2m と E4a, E4t, E4m の複写行列は以下のようになる。

$$M = [Ia \ It \ Im \ Ia \ It \ Im] \cdot [E2a \ E2t \ E2m \ E4a \ E4t \ E4m]^+ \dots\dots\dots (6)$$

3. 実 験

〈3・1〉 中抜き文字の認識実験 様々な中抜き文字を作成できる画像作成ソフトに花子 ((株) ジャストシステム) が知られている。中抜き文字の一例を示す (図 2)。実験では図 2 のようなフォント: MS P ゴシック, サイズ: 60, 100, 140 ポイントの A~Z までの基本文字と中抜き文字 (中抜き率 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%) を花子 2005 で作成した。

Fig. 2. Standard character and hollow character.

作成した文字をプリンタで出力し, Web カメラ (BUFFALO: BWC-130MH03A) で撮影した。撮影は各文字サイズともカメラとの距離を 16cm で撮影した。撮影した画像を 2 値化し, それぞれの文字を 100×100[pixel] の大きさに正規化し, それを 20×20 の正方メッシュで分割してメッシュごとに黒い部分の割合 (0~1) を計算し入力層に入力した。基本文字を学習させた後, 基本文字に対応する中抜き率 2%, 8%, 14% の中抜き文字を 26 カテゴリ (1 カテゴリあたり基本, 2%, 8%, 14%) で複写学習させた。

ネット全体で学習済みの中抜き文字と未学習の中抜き文字 (4%, 6%, 10%, 12%) の認識テストを行った。判定条件は部分ネットの出力層ユニットの出力値が 0.8 以上で, 2 番目に高い値との差が 0.5 以上あるときに正しく認識したとする。

〈3・2〉 実験結果と考察 サイズ 60 と 140 の実験結果を図 3,4 に示す。なおサイズ 100 の実験結果は図 4 とほぼ同じであった。図中の複写学習 (Copy-learning) は複写学習モデルの学習・認識実験の結果である。また BP 学習 (BP-learning) は比較対象として通常の BP ネットによる学習・認識実験である。BP 学習は基本文字・中抜き率 2%・8%・14% (計 104 個) の文字を 26 カテゴリで学習を試みた。しかし, 中間層ユニット数・学習率・慣性項を調整しても学習収束は 1 割程度であったため, 104 カテゴリで学習・認識を行った。平均認識率はすべての実験でネットの重みとしきい値の初期値を 5 回変更したときの認識率の平均値である。なお, 複写学習の基本ネットのネット条件は, 中間層ユニット数 17 個, 慣性項は 0.7, 学習率は 0.7 とした。BP 学習ではカテゴリが多いため中間層のユニット数 26 個, 慣

Fig. 3. Relationship between hollow character rate of size 60 and average recognition rate.

Fig. 4. Relationship between hollow character rate of size 140 and average recognition rate.

性項 0.6, 学習率 0.6 とした。

実験の結果から, 複写学習は各サイズでも未学習の中抜き文字に対して BP 学習に比べて高い汎化能力を示している。また, 学習時間は BP 学習に比べ約 1/9 であった。なお, サイズ 60 の場合は正規化時のノイズなどの影響で認識率が低下した。このような場合は, ノイズ除去もしくは複写学習させる中抜き率の間隔を調整すれば高い認識率を得ることは可能である。

4. ま と め

複写学習モデルは学習時間が短く, 未学習の中抜き文字に対して十分な汎化能力を有しており, 有効なモデルといえる。なお, 複写学習法は回転・位置ずれおよび重ね文字も認識できるため, 中抜き文字も含めた文字認識システムを構築する予定である。

(平成 20 年 4 月 11 日受付)

文 献

- (1) K. Suzuki, M. Inoue, T. Momohara, and S. Araya: "A Copy-learning Model for Recognizing Superimposed Character", IPSJ Japan, Vol.44, No.4, pp.1173-1176 (2003-4) (in Japanese)
須崎健一・井上充裕・百原武敏・荒屋真二:「重ね文字を認識する複写学習モデル」, 情報学論, 44, 4, pp.1173-1176 (2003-4)
- (2) Rumelhart, D. E., Hinton, G. E. and Williams, R. J., "Learning Representations by Back-Propagating Errors", nature, No.323, pp.535-536 (1986)
- (3) 半谷裕彦・川口健一, "形態解析", 培風館 (1991)