

111 ホログラムを用いた形状認識

関口 俊司 小林 里恵子 羽鳥 雅章 大河 正志 関根 征士

新潟大学工学部

1. はじめに

文字認識、音声認識、形状認識など認識を必要とする処理において、その処理の自動化及び高度化が強く望まれている。形状認識においては様々な方法が提案されているが、局所的な特徴を抽出し、それらを再び統合することによって形状を認識する方法が注目されている。そこで、我々は特徴的な局所形状を抽出する形状検索光学系と、抽出された局所形状を統合するニューラルネットワークからなるシステムを提案し、その動作の実現を目指して研究を進めている。今回は、形状検索光学系の設計及びその動作の確認とニューラルネットの構築を行った。

2. システムの構成および原理

図1にシステムの構成を示す。図1(a)の形状検索光学系は、ホログラム面(入力面)、データマスクとして用いる空間光変調器(Spatial Light Modulator, 以下S. L. M)、出力面及び2枚のレンズから成るフーリエ光学系で構成される。ホログラム面には認識したい形状の局所的な特徴を記録しておく。例えば、四角形を認識したい時には図2(a)の様な角の一部を記録し、'+'文字を認識したい時は図2(b)の様な形状を記録する。また、それらの局所的な形状を構成するのに必要な画素数がそれぞれ違うため、その数を2進数で表し最下段に記録した。このシステムにおいてあるホログラムに記録された形状とS. L. M. に表示した形状が同じであれば、ホログラムからの再生光は、すべてS. L. M. で遮られ、出力面には光は届かない。従ってそのホログラムに対応する検出器の面上で暗点となる。

それに対し、S. L. M. に表示した情報が少しでも異なればホログラムの再生光の一部が透過し検出器に光が到達し明点として検出される。これより、暗点となった検出器を調べることによりS. L. M. の表示図形がホログラムに記録されたものと同じであるかどうかを検索することができる。この検索は、すべてのホログラム情報に対して同時かつ並列に行われ、高速処理が期待される。

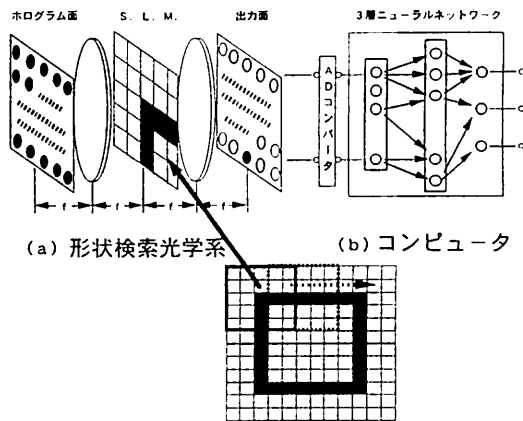


図1 システム構成

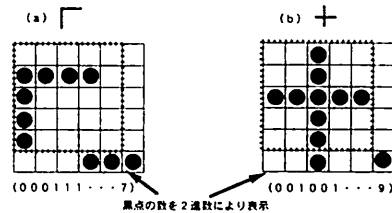


図2 ホログラムに記録する局所的形状

このシステムを用いて以下の方法で図形の局所形状を抽出する。まず、図1の様に認識を行う図形を黒または白(1または0)の2値画像とし、その図形の1部分をS、L、M.に表示する。前述のシステムで、その局所形状がホログラムに記録された形状と一致するか検索を行い、その結果をコンピュータに入力する。検索がなされれば、被認識画像はその検索された局所形状を有しているということが分かる。次に、1画素ずらした局所形状をS、L、M.に表示し、同様の処理を行う。そして、被認識画像をすべて表示し終えるまで繰り返し、局所的な特徴を抽出する。抽出された特徴の一つ一つは、ニューラルネットワークに入力され、再び統合されて被認識画像の形状が出力される。

3. システムの試作と検索結果

図1のシステムについて実際に形状の認識ができるか確認をするために、形状検索システムの予備実験系の試作及びニューラルネットワークの試作をそれぞれ行った。

今回、認識する形状として□、+、▽の3種類の形状を考えた。ホログラムは、大きさ $2 \times 2 \text{ mm}$ で、露光量を $300 (\mu\text{J}/\text{cm}^2)$ で作成し、情報は、図3の横軸に示した7つの特徴的形状を記録した。また、それぞれのホログラムの間隔は光検出部のフォトダイオードと同じ 10 mm とした。

S、L、M.には、強誘電性液晶を使用したDISPLAYTECK社製の変調器を用いた。この変調器のコントラスト比及び応答速度は、 $\pm 9 \text{ V}$ の印加に対してそれぞれ9:1、 $400 (\mu\text{s})$ であった。

検索結果を電流-電圧変換回路とADコンバータを通してパソコンに入力した。図3にそれぞれの局所の特徴に対する暗点電圧と最弱明点の電圧、また、それらの間に設定したしきい値を示す。ホログラムそれぞれの位置や情報の形状の違いによって出力電圧に違いが生じた。

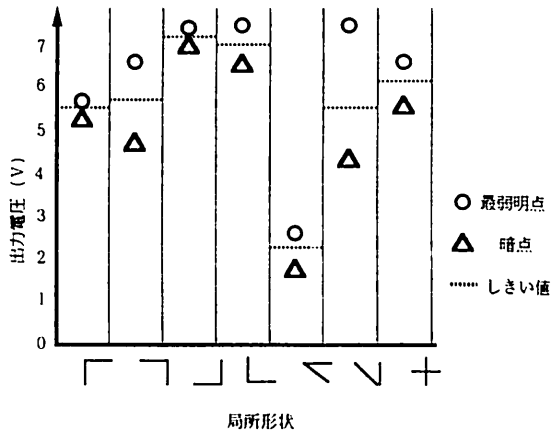


図3 検索結果

更にノイズの影響なども考えられ情報によって暗点電圧と最弱明点の電圧の値やそれらの差にかなりのばらつきがでた。しかし、すべての情報に対して各々しきい値を設定することができたため、検索する上で影響はなかった。以上の結果より、図1(a)の情報検索システムにより局所的な形状の検索ができた。

ニューラルネットワークは、入力層、中間層、出力層の3層で構成され、一括修正モーメント法により学習を行った。今回用いた7つの局所形状についてのデータをそれぞれ入力することにより3種類の形状の認識ができることを確認した。

4. まとめ

今回は、形状検索光学系とニューラルネットワークの個々のシステムの実現性を確認することができた。そこで、今後これらのシステムを組み合わせて簡単な形状の認識を行う予定である。また、被認識画像の局所形状をまんべんなくすべてS、L、M.に表示すると、変化のない部分を表示することがあり認識に要する時間が長くなる。そこで、エッジやコーナーなどの変化のある部分を選択して表示できるアルゴリズムについても考える必要がある。