

研究グループ紹介

山梨大学 大学院総合研究部 小林研究室

小林 正樹 (山梨大学)

1. はじめに

山梨大学工学部は甲府駅から徒歩 15 分程度の場所にあり、新宿まで特急で 90 分程度と意外と便利な立地にあります。山梨大学工学部には 7 つの学科があります。筆者が所属する基礎教育センターは数学教育を主たる業務としていて、特定の学科に所属せず、所属学生もいません。小林研究室は 2007 年にコンピュータ・メディア工学科で誕生しましたが、筆者が所属変更に伴い 2011 年を最後に学生の受け入れを停止しました。最後に配属になった学生も 2014 年に卒業し、いまや構成員は筆者だけになってしまいました。しかしながら、その後、兵庫県立大学の知能数理計算科学研究グループや本学の卒業生が共同研究を申し出てくれたおかげで、研究のアクティビティを維持できる見込みです。現在の本研究室の仕事の紹介だけでは余りにも規模が小さすぎますので、後述するように、関連する研究者達の研究も合わせて紹介していきます。

2. 研究テーマ紹介

本研究室の研究テーマは複素信号処理で、特に複素ニューラルネットワーク (以下 NN) を研究しています。信号処理で扱う情報の構成要素はアナログなら実数、デジタルなら 0, 1 で表現されます。この構成要素を複素数値化したものが複素信号処理です。他分野の研究者からは「なぜ複素数なのか」、「複素数にすると何がよいのか」という質問を数多く受けます。「位相情報を表現するために便利だから」という回答をすることが多くあります。確かに電気系分野の研究では位相情報を扱うことは多く、その利点は理解できるでしょう。例えば、通信の分野では位相情報を処理するために複素 NN を使った研究事例があります。研究を続けていると他の利点もしばしば明らかになり、複素数の秘めた力を十分理解していないことがわかります。

東京大学の廣瀬教授などの働きかけにより、2010 年に複素 NN に関するタスクフォースが IEEE に認可され、国際的な活動としては国際会議の企画、日本国内における活動としては最新の結果を報告会などが行われています。国内の活動における主要な参加者は 10 名程度です。研究グループ紹介としては、このグループの研究について解説した方が適当だと思いますので、彼らの主要な研究を紹介していきます。

NN の最も利用される形態は Feed-Forward 型で、制御、予測、パターン認識などで大きな成功を収めています。これを複素数値化することで、学習の高速化、パラメータの削減などの効果が得られます。容易に利用でき、効果も期待できるので、もっと普及していてもよいはずですが、あ

まり利用されていないのが現状です。これは、認知度の低いことが原因であり、いかに広く知ってもらうかが一番の課題です。

Hopfield 型もよく利用される形態です。本研究室も連想記憶というソフトコンピューティングの対象として研究しています。複素数値化によって特に画像処理の点で成功を収めました。従来の NN では画素を 2 進数で表現してきました。2 進数では上位ビットと下位ビットの役割が対等でないという問題点がありました。例えば、10000001 という数値の最上位ビットが 0 になるとほとんど 0 に近い値になってしまうのに対して、最下位ビットが 0 になってもほとんど値が変わりません。複素数値化によって数値の表現を複素数の位相に置き換えることにより、自然な表現が可能になりました。

ここまでは比較的基礎的な研究に関する紹介でした。次は応用事例について紹介します。電磁波を使って得られた画像を解析するためには、周波数成分を分析する必要があります。複素 NN が使われています。実際の研究事例としては、医療画像の解析や対人プラスチック地雷の探知などがあります。ここでは自己組織化マップ (SOM) という NN の代表的なモデルを複素数値化した C-SOM が使われました。

ハードウェアの面では、量子 NN や光 NN などの開発に複素数が利用されています。量子や光の位相の状態を表すために複素数の利用は最適と考えられます。

最近の動向としては、複素数を拡張した方式が検討されています。クリフォード代数という代数系、その中でも四元数が特に有力視され、研究事例が急速に増えています。複素数は 2 次元の情報表現に適し、四元数は空間の情報表現に適するという利点があります。カラー画像は RGB で表現されますが、3 つの成分を持つため 3 次元の情報と解釈できます。四元数を使ってカラー画像を処理する応用事例などがあります。

3. おわりに

これまでの複素 NN の研究は、基礎研究の比率が高い状態が続いていました。応用研究の比率を増やし、複素 NN の研究成果を産業に還元する時期が来ているという意見が出始めています。これは複素 NN 研究の「出口戦略」とも呼ばれています。これまでの研究成果からして、もっと利用されてもおかしくないはずですが、利用度が低い最大の理由は認知度の低さにあると思います。今後、多くの研究者が複素 NN を理解し、利用していただけることを期待いたします。

(2015 年 5 月 15 日受付)