

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏名 佐々木 貴啓

題目 階層型ニューラルネットワークを用いた医療診断システムの
汎化能力向上に関する研究

学位論文の概要及び要旨

画像から情報を読み取り、判断を行う画像認識の重要性が高まっている。例えば医療分野においては、胸部X線像の中から腫瘍等の異常陰影を検出する画像診断が行われている。従来の画像診断は、医者による観察および判定によって行われてきた。しかしながら、画像毎に位置や大きさの異なる異常陰影や、肋骨、臓器、血管等といった身体構造等、様々な情報が混在した胸部X線像から異常陰影を検出することは、専門家である医者においても難しく、しばしば異常陰影が見逃されてしまうという問題が発生していた。

近年、人間の視覚や判断能力のコンピュータ処理への置き換えが検討されている。人間の負担減、認識精度や判定速度の向上が期待できる。コンピュータによる判定、意思決定方式として、人間の脳機能を模したニューラルネットワークが知られている。

ニューラルネットワークの化学分析への適用において、ネットワークが1次元の数値列からなる未知のデータを正しく解析する汎化能力を有することが示された。一方、胸部X線像の異常陰影検出においても、ニューラルネットワークの適用が検討されてきた。従来研究では、ニューラルネットワークへの入力データとして、2次元情報からなる画像から抽出した2次元の情報を使用されていた。しかしながら、対象の全てを正しく判定できる結果は得られておらず、汎化能力に改善の余地が残されていた。また、画像の中から抽出した1次元の情報に基づいた異常陰影検出に関する報告はこれまで無かった。

本論文では、実用的な医療診断支援システムを実現するために、ニューラルネットワークを用いた新たな診断システムを提案する。ニューラルネットワークへの入力パターンとして、2次元画像である胸部X線像から抽出した1次元数値列を用いる。ニューラルネットワークを用いて、入力パターンの異常陰影の有無を判定する。このシステムの汎化能力を向上させるため、入力パターンへの前処理やシステム構成等が異常検出性能に与える影響を明らかにする。

まず始めに本提案の有効性を検証する予備的検討として、肺野領域の上端から下端までの範囲から抽出した1次元数値列を、ニューラルネットワークへの入力パターンとして使用し、ネットワークパラメタの変化や入力パターンへの前処理がシステム性能に及ぼす影響を調査した。その結果、学習パターンに対してニューラルネットワークは収束し、異なる複数の異

常症例に対して、それらの有無を正しく検出できることが明らかとなった。

次に、1枚の胸部X線像内における異常陰影分布に対するニューラルネットワークシステムの汎化能力を明らかにした。肺野内に定められた領域の中から1次元数値列を抽出し、ニューラルネットワークへの入力パターンとして使用した。入力パターンに対するFFT前処理、およびサンプリングの条件がシステムの汎化能力に及ぼす影響を調査した。その結果、肺野内に定められた領域における異常陰影分布の検出には、パワースペクトルの入力パターンより画素値入力パターンの方が適していることが分かった。ニューラルネットワークシステムの汎化能力に及ぼすFFT前処理の影響が、入力パターンが含む周期性に関係することが示唆された。更に、画像内の異常陰影分布に対するシステムの検出感度が、入力パターンのサンプリングラインの幅や長さの影響を受けることが分かった。

次に、学習に使用した画像と異なる画像から得られた入力パターンに対するニューラルネットワークシステムの汎化能力を明らかにした。肺野X線像からサンプリングした1次元数値列に対して、画素値平均化ならびに微分処理による前処理を行い、ニューラルネットワークへの入力パターンを作成した。その結果、画素値入力パターンを用いたシステムにおいて、高い汎化能力が得られることが分かった。本システムにおける胸部X線像からの異常陰影検出には、画素濃度の絶対値が重要であることが示唆された。また、従来研究との比較から、胸部X線像から得られた1次元情報を利用することで、2次元情報と用いた場合とおおむね同程度の検出性能を得ることが可能であることが客観的に示された。更に、前処理条件の異なる入力パターン毎に作成した複数のニューラルネットワークを組み合わせたアンサンブル学習を用いて異常陰影検出システムを構築し、汎化能力を調査した。その結果、平均化条件の異なる画素値入力パターンを用いたアンサンブル学習の適用によって、汎化能力は最も改善された。入力パターンの平滑度を変化させることが、個々のニューラルネットワークの判定性能を補う上で効果的であることが示唆された。

以上より、本研究によって、ニューラルネットワークを用いた実用的な医療診断支援システムを実現するための一手法を示すことができた。ニューラルネットワークへの入力パターンに対する前処理条件やシステム構成が異常検出性能に与える影響を明らかにし、システムの汎化能力を向上させることができた。なお本研究成果は、医療画像のみに留まらず、広く画像認識一般に適用することも可能と考えられる。