

(続紙 1)

京都大学	博士 (情報学)	氏名	綴木 剛
論文題目	確率モデルを用いたデータ修復に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、確率モデルを用いたデータ修復および記憶パターン修復のための神経回路網に関して、ベイズ推定による1次元ガウス過程の平滑化、2次元劣化画像の修復および記憶パターンの想起に用いる連想記憶モデルの特性評価についての研究成果をまとめたものであり、全体で5章から構成されている。</p> <p>第1章では、確率モデルとして用いるガウス過程と記憶パターンの修復に用いる連想記憶モデルの意義について述べるとともに、それぞれの問題の背景と関連研究の展開について述べ、これまでの研究の問題点を指摘している。そして、論文全体の構成を簡単に紹介している。</p> <p>第2章では、ベイズ推定を用いた1次元ガウス過程の平滑化問題を取り扱っている。等間隔に並んだ有限点のデータがガウシアンカーネルをもつガウス過程により生成されるとし、周期境界条件を課すことにより対応する共分散行列が離散フーリエ変換を用いて対角化されるという事実に基づき、ベイズ推定により平滑化アルゴリズムが導出されている。この結果は従来の無限個のデータの場合を拡張したものとなっている。そして、平均二乗平滑化誤差の理論値とシミュレーション値の一致を確かめている。</p> <p>第3章では、ベイズ推定を用いた確率的情報処理の枠組において画像修復を議論している。画像は近接相互作用のみを持つガウス型モデルで生成され、各画素に重畳されるノイズは空間的な相関をもつガウス型モデルで記述されるとし、第2章と同様にしてベイズ推定により修復アルゴリズムを導出している。また、モデルに含まれるパラメータの推定値は、劣化画像の周辺尤度最大化により得られた停留点を記述する方程式を反復的に解くことにより求めている。人工画像を用いた画像修復に対して、修復が良好な結果を与える場合の条件として、原画像の生成モデルの特定のパラメータが大きいことであることを明らかにしている。一方で他のパラメータはさほど修復結果に影響を与えないことを示している。そして、自然画像の修復を試み、輝度ヒストグラムがガウス分布に似ている自然画像とガウス分布に似ていない自然画像を用いてシミュレーションを行い、分布の影響を詳しく調べている。さらに、ノイズの生成モデルを白色ノイズと空間的な相関をもつノイズの和で与えられる場合に拡張し、提案した周辺尤度最大化アルゴリズムの性質を調べている。</p> <p>第4章では新生ニューロンや指数的忘却をもつニューロンがスパースコーディングされた場合の連想記憶モデルを取り扱っている。新生ニューロンや指数的忘却をもつニ</p>			

ニューロンを用いた連想記憶モデルではランダムパターンを扱い、シミュレーションを用いて連想記憶モデルのパラメータである新生ニューロン数や忘却係数の最適化を行っている。新生ニューロンをもつ連想記憶モデルはオーバーロードを回避し、最近の記憶を安定して保持することが知られている。スパースコーディングの場合、連想記憶のネットワークが想起に成功したかどうかは方向余弦の閾値判定に基づいていたが、本論文では閾値判定によらない相互情報量を用いた上記のパラメータの最適化を行っている。そして、これらのパラメータに関し従来とは異なる新たな知見を得ている。

第5章では、本論文での成果の総括と今後の展望を述べている。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、確率モデルを用いたデータ修復および記憶パターン修復のための神経回路網に関して、ベイズ推定による1次元ガウス過程の平滑化、2次元劣化画像の修復および連想記憶モデルの特性評価についての研究成果をまとめたものであり、その結果は以下のように要約される。

1) ベイズ推定を用いた1次元ガウス過程の平滑化問題を取り扱った。等間隔に並んだ有限点のデータはガウシヤンカーネルをもつガウス過程により生成されるとし、周期境界条件を課すことにより対応する共分散行列が離散フーリエ変換を用いて対角化されるという事実に基づき、ベイズ推定により平滑化アルゴリズムを導出した。そして、平均二乗平滑化誤差の理論値とシミュレーション値の一致を確かめた。

2) ベイズ推定を用いた確率的情報処理の枠組において画像修復を議論した。画像は近接相互作用のみを持つガウス型モデルで生成され、ノイズは空間的な相関をもつガウス型モデルで記述されるとし、1)と同様の修復アルゴリズムを導出した。モデルに含まれるパラメータの推定値は周辺尤度最大化から求めた。人工画像を用いた画像修復に対して、修復が良好な結果を与える場合の条件として、原画像の生成モデルの特定のパラメータが大きいことを明らかにした。また、自然画像の修復を試み、輝度ヒストグラムがガウス分布に似ている自然画像とガウス分布に似ていない自然画像を用いてシミュレーションを行い、分布の影響を詳しく調べた。

3) 新生ニューロンや指数的忘却をもつニューロンがスパースコーディングされた場合の連想記憶モデルを取り扱った。この連想記憶モデルに対してシミュレーションを用いて、連想記憶モデルのパラメータである新生ニューロン数や忘却係数の最適化を行った。従来、連想記憶のネットワークが想起に成功したかどうかは方向余弦の閾値判定に基づいていたが、本論文では閾値判定によらない相互情報量を用いた上記のパラメータの最適化を行い、これらのパラメータに関して新たな知見を得た。

以上要するに本論文は、確率モデルを用いたデータ修復と記憶パターン修復のための連想記憶モデルに関し、有用な知見を与え、この分野の今後の発展に寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成24年11月30日に実施した論文内容とそれに関連した口頭試問の結果合格と認めた。