

1. はじめに

現在、膀胱癌の再発の原因のひとつに内視鏡で診断する際に見落とされることのある腫瘍の存在がある。また、医師の診断にも個人差があり、腫瘍の見落としが臨床上大きな問題のひとつとしてあげられている。

本研究では、腫瘍の見落としを防ぐための補助システムとしてニューラルネットワーク(NN)を用いた医療画像診断システムの構築が目的である。提案システムを用いることにより、膀胱移行上皮癌の腫瘍および腫瘍随伴膀胱粘膜における新生血管の走行および分布の特徴を画像により認識し、診断を行うことが可能だと考えられる(1)。

本論文では、提案システムの構成について述べ、提案システムの基本性能の確認のため、診断能力の検証実験を実施する。そして、臨床情報の導入に関する検討を行う。提案システムの診断能力向上のため臨床情報導入後のシステムによる診断能力検証実験を実施し、臨床情報導入の有効性を検証する。

2. 医療画像診断システム

提案システムは、撮像部により膀胱内の撮像を行い、画像処理部により図1に示すように撮像画像からサンプルの切り出しを行う。そして、切り出したサンプルから2次元高速フーリエ変換(2DFFT)を用いてNN入力値を算出し、診断部によりNNによる学習および診断を行う。ここで2DFFTの2次元配列は32×32である。

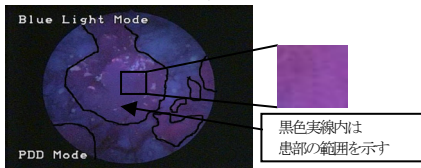


図1 サンプル切り出し

3. 基本性能検証実験

被験者1名の膀胱内を撮像した3枚の画像から切り出したサンプルを患部および正常部各30サンプル(学習10サンプル、未学習20サンプル)を用いて、基本性能検証実験を実施する。その際、NN構成は入力細胞数48個、出力細胞数2個とする。

実験結果は、表1に示す結果となった。この原因として学習に用いるサンプル数が少ないためと考えられる。そこで、多人数から画像を採取することによりサンプル数を増加させ実験を実施する。さらに、癌発生率に関係する臨床情報を導入し、診断能力向上を図る。

表1 基本性能検証実験結果

	学習済み診断率 (成功数/診断母数)	未学習診断率 (成功数/診断母数)
患部	100.00%(10/10)	20.00%(4/20)
正常部	100.00%(10/10)	75.00%(15/20)
平均	100.00%	47.50%

4. 臨床情報導入に関する検討

一般的に患者の臨床情報により、癌の発生率に変化が見られることが現代医学によりわかっている。そこで、新たに年齢、性別、喫煙、飲酒の4つの臨床情報を数値化したものを、従来の2DFFTを用いて算出したNN入力値に加えることにより診断能力が向上すると考えられる。また、年齢は実年齢を1で正規化し、性別は男性を0.5、女性を1とし、喫煙および飲酒は有を0.5、無を1に変換しNN入力値に用いる。

5. 臨床情報導入による診断能力検証実験

サンプル数を増加させるため被験者数を1名から4名に増加させ、被験者4名から患部および正常部各150サンプル(学習40サンプル、未学習110サンプル)を切り出す。また、NN入力値に臨床情報を導入し、診断能力検証実験を実施する。その際、NN構成は入力細胞数52個、出力細胞数2個とする。

今回の実験では、学習が収束しなかった。原因を解明するために

各細胞のNN入力値の解析を行った。高周波帯のNN入力値を平均した分布の中心値を求めると、図2に示すように患部と正常部の分布の中心値間に距離が見られた。しかし、それ以外では図3で示すようにNN入力値の分布の中心値間の距離が近似していた。今後は、NN入力値を患部と正常部の分布の中心値間に距離が見られた高周波帯に限定する。また、学習サンプルを患部はNN入力値が高いものから、正常部は低いものから選定することによって、実験を実施し、学習の収束を目指す。

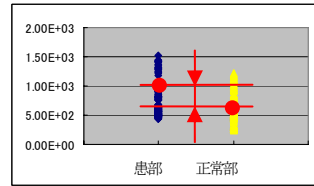


図2 高周波帯特徴

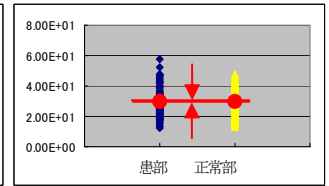


図3 低周波帯特徴

6. 学習サンプル選定による基本性能検証実験

本実験では、2DFFTの2次元配列を32×32から1024×1024に拡張する予備実験において、患部と正常部のNN入力値の分布の中心値間の距離が大きくなるのがわかっている。そこで、2DFFTの2次元配列を1024×1024に拡張する。さらに、NN入力値を高周波帯の2個に限定し、NN入力値の個数を減少させる。また、学習サンプルを患部はNN入力値の高いもの、正常部は低いものから選定し、実験を実施する。その際、NN構成は入力細胞数10個、出力細胞数2個とする。

この条件により実験を実施したところ、学習は収束した。結果を表2に示す。今回は学習を行うためにNN入力値を10個としたが、今後は、NN入力値を増やすとともに、多変量解析を行う。1024の2次元配列での有効点を求めることによって、学習サンプルの選定を行うとともに正規化の方法および臨床情報の使用方法など、NN入力値の作成方法を検討し、診断率の向上を図る。

表2 学習サンプル選定実験結果

	学習済み診断率 (成功数/診断母数)	未学習診断率 (成功数/診断母数)
患部	100.00%(40/40)	16.36%(18/110)
正常部	100.00%(40/40)	58.18%(64/110)
平均	100.00%	37.27%

7. まとめ

本論文では、提案システムのシステム構成を述べ、提案システムの基本性能検証実験を実施した。実験の結果、未学習の診断率が平均47.50%となった。原因として、学習サンプル数の少なさに問題があると考えた。そこで、診断能力の向上を目指し、学習サンプルを増加させるとともに、臨床情報を導入し、検証実験を実施した。しかし、学習が収束しなかった。そこで、NN入力値および学習サンプルの選定に問題があると考えた。さらに、患部と正常部のNN入力値の分布の中心値間の距離を大きくするため、2DFFTの2次元配列拡張を行った。また、NN入力値を高周波帯に限定し、学習サンプルを患部はNN入力値の高いもの、正常部は低いものから選定し、実験を実施した。しかし、学習は収束したが、未学習の診断率が平均37.27%となった。今後は、NN入力値を増やすとともに、多変量解析を行う。1024の2次元配列での有効点を求めることによって、学習サンプルの選定を行うとともに正規化の方法および臨床情報の使用方法など、NN入力値の作成方法を検討し、診断率の向上を図る。

文献

- (1) 久保和也, 佐藤公信, 竹田史章, 井上啓史, “2次元高速フーリエ変換を前処理とするニューラルネットワークを用いた医療画像診断システムの開発”, 高速信号処理応用技術学会 2006年研究会講演論文集, pp78-79, 2006