

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：27102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592936

研究課題名(和文) ソフトコンピューティングによる口腔粘膜疾患診断支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of computer-aided diagnosis of oral mucosal lesions with soft-computing system

研究代表者

富永 和宏 (Tominaga, Kazuhiro)

九州歯科大学・歯学部・教授

研究者番号：40188793

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：口腔癌，白板症および口腔扁平苔癬の3疾患を対象として，口腔外科専門医の診断方法をソフトモデル化し，各疾患を識別する方法を検討した。ばらつきや曖昧さを数学的に取り扱うソフトコンピューティングに注目し，複雑な事象の研究・モデル化・解析を行うファジイ理論による方法を用いることで専門医の診断方法をモデル化した。

研究成果の概要(英文)：To develop computer-aided diagnosis of oral mucosal lesions with soft-computing system, we analyzed solution patterns of oral surgeons in diagnosis. We focused three major mucosal lesions, i.e., oral cancer, leukoplakia and oral lichen planus. The fuzzy theory was useful to manage ambiguity or uncertainty of solution pattern.

研究分野：医歯薬学分野

科研費の分科・細目：歯学・病態科学系歯学

キーワード：口腔粘膜疾患 ソフトコンピューティング 診断支援 画像処理

1. 研究開始当初の背景

口腔粘膜に生じる疾患には口腔癌から前癌病変である白板症、遭遇頻度は比較的高いが悪性化することは少ない口腔扁平苔癬、感染症であるカンジダ症やヘルペスなどさまざまなものが存在する。これらの疾患を臨床診断することは、トレーニングを受けた口腔外科専門医であればそれほど困難なものではないが、このような疾患を日常的に診断および治療を行っていない一般臨床歯科医にとっては必ずしも容易ではなく、自身の診断に確信が持てないことも少なくない。しかし、診断に迷うすべての症例を口腔外科専門医に一律に紹介し、そこで診断・治療を行い、さらにはその後の経過観察を行うということは非常に非効率である。加えて受診に対する患者の動機づけが困難で協力が得にくい場合もあり、結果として観察が十分行われないうまま、気づいたときには悪性病変に変化していたという不幸な経過を辿る例も散見される。このような疾患を最寄りの一般歯科診療所で安心して診断できるようにし、専門医の診断・治療が必要な症例のみを専門医が対応するようになれば、悪性病変の早期発見や前述のような病変の悪性化が見落とされずといった症例をなくすことにつながる。

2. 研究の目的

口腔外科専門医は口腔粘膜病変を視診や触診により診断しているが、中でも視診は極めて重要な部分を占めている。一方、デジタルカメラの解像度は近年大幅に改善され、肉眼での視診から得られる情報以上のものを手軽に提供できるようになっている。この情報を口腔外科専門医が日常的に行っている分析のやり方に取り入れることができれば診断支援システムを作製できることになる。しかし、口腔粘膜疾患は定型的なものであっても病態にばらつきがある。専門医は多種多様な特徴から総合的に判断し、診断していると考えられるが、従来型のコンピューターシステムはこのような作業は、最も困難なもののひとつとされており、システムの確立は困難とされていた。

我々は、ばらつきや曖昧さを数学的に取り扱うソフトコンピューティングに注目し、複雑な事象の研究・モデル化・解析を行うファジィ推論による方法を用いることで専門医の診断方法をモデル化することを目的とした。

3. 研究の方法

専門医が口腔粘膜疾患の診断を行う際、多種多様な特徴からその特徴を意識的、無意識的に認識し、その得られた特徴を総合的に判断し、診断していると考えられる。そこでまず、分類のためデジタル画像からこういった特徴を抽出するべきか検討した。ここで今回の研究で対象とする扁平上皮癌・白板症・口腔扁平苔癬といった3疾患から抽出する視覚的特徴を示す。扁平上皮癌は不均一な隆起をもち、びらん・潰瘍を伴う。顆粒状局面で白

斑や紅斑の混在を認める。白板症は斑状もしくは板状の白斑を認める。扁平苔癬では白線状・レース状・網目状・環状の白色病変を認め、発赤・びらんを伴う。これらの視覚的特徴により診断に必要な特徴としては、白斑特徴、隆起特徴、顆粒特徴および発赤特徴の四項目ではないかと考え、それぞれの特徴を抽出することとした。

各疾患を識別するために4つの視覚的特徴を特徴量として抽出する方法を示す。白斑属性特徴量の抽出方法は、勾配強度を算出し、ヒストグラムを作成、主成分分析を行い、第一主成分を特徴量とした。隆起属性特徴量は、V画像・勾配強度画像・グレースケール画像の勾配強度を用い、勾配強度の平均値を特徴量とした。顆粒状属性特徴量は画像からエッジ抽出を行い、構造要素、本研究では円形の個数の総和を特徴量とした。発赤属性特徴量は、S画像を用い、輝度値平均の差を特徴量とした。以上の特徴量分布の平均値と標準偏差にもとづき、メンバーシップ関数を設定した。各グラフの縦軸は適合度を表しており、特徴量がどの程度属性の有無を満たしているかを示している。

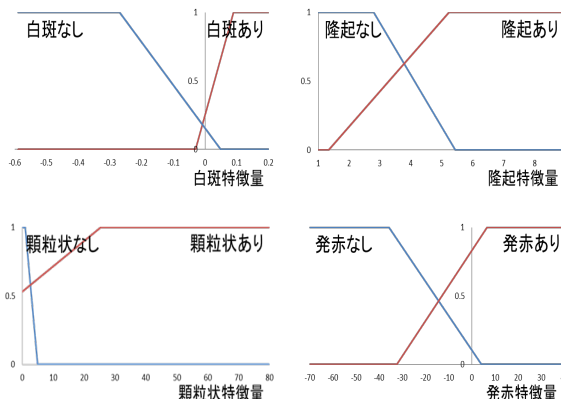


図1 各特徴量と適合度

実際に診断支援システムの流れを示す。まず、病変部のデジタル写真撮影を行う。次に、パソコン上で病変部を切り出す。そして、病変部の近くにある正常部を切り出し、診断支援システムにかける。この際、最低でも200画素程度の画像となるように切り出した。

|       | 白<br>斑     | 隆<br>起 | 顆粒状       | 発赤         | ス<br>コ<br>ア        |                    |              |
|-------|------------|--------|-----------|------------|--------------------|--------------------|--------------|
| 扁平上皮癌 | $\alpha_1$ | +      | $\beta_1$ | +          | $2 \times (\dots)$ | +                  | = $\Sigma_1$ |
| 白板症   | $\alpha_2$ | +      |           | $\gamma_2$ | +                  | $2 \times (\dots)$ | = $\Sigma_2$ |
| 扁平苔癬  | $\alpha_3$ | +      | $\beta_2$ | +          | $2 \times (\dots)$ | = $\Sigma_3$       |              |
| 正常粘膜  | $\alpha_4$ | +      |           |            |                    | = $\Sigma_4$       |              |

図2 スコア計算式

入力した画像の特徴量が算出された後、各属性のメンバーシップ関数に対応した適合度が算出される。白斑ありの場合の適合度を  $\alpha_1$ 、白斑なしの場合の適合度を  $\alpha_2$ 、隆起ありの場合の適合度  $\beta_1$ 、隆起なしの場合の適

合度を  $\beta_2$ , 顆粒状ありの場合の適合度を  $\gamma_1$ , 顆粒状なしの場合の適合度を  $\gamma_2$ , 発赤ありの場合の適合度を  $\delta_1$ , 発赤なしの場合の適合度を  $\delta_2$  として, 図 2 のスコア計算式に代入する.  $\gamma_1 \sim \gamma_4$  を比較し, スコアの最大値を診断結果とした. 今回我々は扁平上皮癌・白板症・扁平苔癬・口腔内正常粘膜のデジタル画像各 30 枚を用意した. これらの画像は Nikon D80 を用い, レンズは TECHNO 社製 DCN7-LV/GP2, シャッター速度 125 F20 の設定で撮影した.

#### 4. 研究成果

扁平上皮癌, 白板症, 扁平苔癬, 正常粘膜のそれぞれの正診率は, 87%(26/30), 83%(25/30), 87%(26/30), 57%(16/30) と結果を得た. 扁平上皮癌や白板症といった悪性度の高い疾患を扁平苔癬や口腔内正常粘膜といった悪性度の低い疾患に誤診する偽陰性率は 2% であった.

|      |            | 鑑別結果        |             |             |             |
|------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 入力画像 |            | 扁平上皮癌       | 白板症         | 扁平苔癬        | 正常部位        |
|      | 扁平上皮癌 (30) | 26<br>(87%) | 3<br>(10%)  | 1<br>(3%)   | 0<br>(0%)   |
|      | 白板症 (30)   | 5<br>(17%)  | 25<br>(83%) | 0<br>(0%)   | 0<br>(0%)   |
|      | 扁平苔癬 (30)  | 0<br>(0%)   | 4<br>(13%)  | 26<br>(87%) | 0<br>(0%)   |
|      | 正常部位 (30)  | 6<br>(20%)  | 2<br>(7%)   | 5<br>(17%)  | 17<br>(57%) |

図 3 鑑別結果

多くの粘膜疾患の情報を取り込ませ, 学習させることで, 経験を積んだ口腔外科専門医の判断と同様の能力を持たせることができるようになる点が本システムの最終目標である. これを用いることで, 国民が安心して歯牙疾患のみならず, 口腔粘膜疾患の診断や治療, 経過観察を一般臨床歯科医に任せられることができるようになると思われる, 安心して安全な医療の普及に大いに役立つものと考えている. また, この技術は歯科のみならず, 皮膚科や婦人科を含めたその他の分野でもそのまま応用可能で, 広く国民の保健に貢献できるものと考えられる. このような研究は国内外を通じてみられない独創的なものである.

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件) 全て査読有り

西 勇作 三澤 秀明 大谷泰志 土生学 堀尾 恵一 富永 和宏, 口腔画像から抽出した構造要素による扁平上皮癌の検出, 電子情報通信学会技術研究報告. SIS, スマートインフォメディアシステム 111(210), 7-10, 2011-09-14

西 勇作 大谷泰志 土生学 堀尾 恵一 富永 和宏, 口腔画像に基づく口腔粘膜疾患診断支援における勾配強度ヒストグラムの有意性の検討, 電子情報通信学会技術研究報告. SIS, スマートインフォメディアシステム 112(78), 19-22, 2012-06-07

Nishi, Y., Horio, K., Saito, K., Habu, M., and Tomimaga, K., Discrimination of Oral Mucosal Disease Inspired by Diagnostic Process of Specialist., J. of Medical and Bioengineering, 2(1), 57-61, 2013(10.12720/jomb.2.1.57-61)

[学会発表](計 3 件)

齋藤 謙太郎, 口腔内写真を用いた口腔粘膜疾患診断支援システムの構築, 九州歯科学会総会, 2013 年 5 月 18 日~19 日, 福岡

齋藤 謙太郎, 口腔内写真を用いた口腔粘膜疾患診断支援システムの構築, 口腔科学会学術集会, 2013 年 5 月 22 日~24 日, 栃木

齋藤 謙太郎, 口腔内写真を用いた口腔粘膜疾患診断支援システムの構築, 口腔内科学会, 2013 年 9 月 13 日~14 日, 東京

[図書](計 1 件)

[産業財産権]

出願状況(計 1 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 1 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者 富永 和宏 (TOMINAGA Kazuhiro)

九州歯科大学 歯学部・教授

研究者番号: 40188793

(2) 研究分担者 土生学 (HABU Manabu)

九州歯科大学 歯学部・助教

研究者番号: 00360058

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：