

平成21年 4月24日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19791575
 研究課題名（和文）矯正歯科医の知識を実装した抜歯に関する最適治療計画の予測システムの開発
 研究課題名（英文）Development of a knowledge-dependent prediction system for optimum treatment planning about extraction in orthodontic treatment
 研究代表者
 八木 雅和（YAGI MASAKAZU）
 大阪大学・臨床医工学融合研究教育センター・特任准教授（常勤）
 研究者番号：40362686

研究成果の概要：

矯正歯科医は、治療計画を立案する際に便宜抜歯に関する意思決定—1）矯正歯科治療において、歯を抜くべきか否か、2）歯を抜くのであればどの歯を抜くべきか—を行なう。矯正歯科医が持つ知識および思考態度を数学的に表現して実装し、最適な治療計画を予測するシステムを開発した。また、最適な治療計画を予測するシステムを最適化することで、矯正歯科医が本意思決定を行う際に寄与する要素を定量的に明らかにし、専門家の思考シミュレーションを可能にした。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,400,000	0	2,400,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	270,000	3,570,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・矯正・小児系歯学

キーワード：知能機械、予測システム、最適治療計画立案、知識記述、数理モデル、歯科矯正、歯学、抜歯

1. 研究開始当初の背景

コンピュータを利用した専門医の診断・治療計画立案支援の可能性に関しては1960年代から検討され、ベイジアン理論を適用した自動診断モデルが多数開発された。しかし、ベイジアン理論では、確率分布情報を利用するために、出現頻度が低い事例には本質的に対応できないという問題があった。その後、ファジー論理やニューラルネットワーク技術を適用して診断支援を行うシステムが開発されたが、臨床応用

にはロバスト性が十分に得られないという問題があった。

2. 研究の目的

そこで本研究プロジェクトでは、人間が行なっている連想による認識手法からヒントを得て開発された心理学的脳モデルを基礎として、矯正歯科医の知識および思考態度を数学的に記述して実装することで、最適治療計画を予測するシステムを開発することを目的とする。

具体的には、矯正歯科治療における抜歯に関する最適治療計画—1) 歯を抜くべきか否か、2) 歯を抜くべきならどの歯を抜くかを予測するシステムを開発する。

3. 研究の方法

客観的評価尺度(Par index score*)で治療前後の状態を評価し、良好な治療成績が得られたと判断された矯正患者 192 名の治療前の資料(頭部レントゲンセファロ写真(正面位、側面位)、パノラマレントゲン写真、口腔模型)を採得した。(*Richmondら, 1992)

矯正歯科医が持つ専門的な知識をもとに、抜歯に関する判断に寄与すると考えられる特徴変数(歯を抜くか否かを予測するシステム: 27 変数、どの歯を抜くかを予測するシステム: 26 変数)を決定して、採得した資料について計測した。検討した特徴変数の例を図 1 に示す。

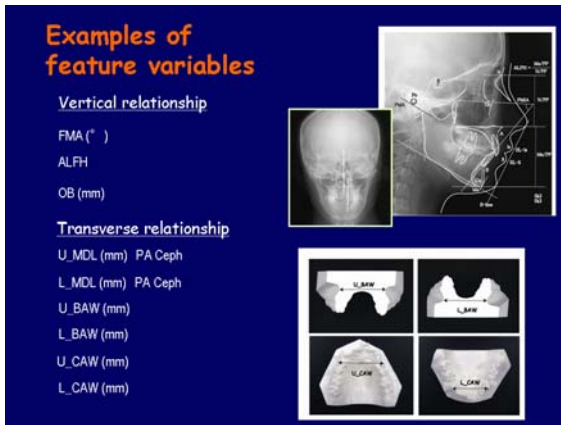


図 1. 検討した特徴変数の例。

また、各変数について、矯正歯科医の判断処理を非線形的な関数として定義し数値の変換を行なった。特徴変数を組み合わせて特徴ベクトルを生成し最適治療計画の予測システムを構築した。歯を抜くべきか否かを決定する予測システムのシステムアーキテクチャを図 2 に示す。システムが保持する知識と入力間で重み付け距離計算して N 近傍検索を行い多数決処理を適用することで予測する。

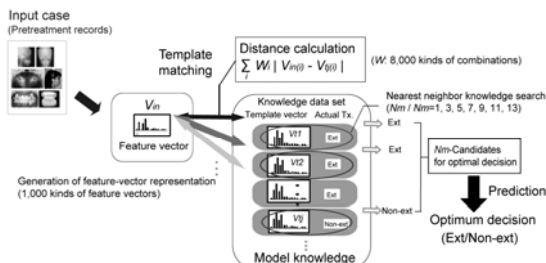


図 2. 抜歯をするか否かを予測するシステムのアーキテクチャ (雑誌論文[2]).

予測出力が、実際に適用された治療方法や複数の矯正歯科医の同意が得られた治療方法と

合致した場合は“一致”とし、Leave-one-out cross-validation を適用して、入力総数に対する“一致”した割合を一致率とした。

特徴変数の組み合わせ 1,000 通り、N 近傍検索時に行う距離計算の重み係数 8,000 通り、近傍検索数 7 通りの条件で予測システムを構築し最適化を行った。また、最適化システムを用いて採用する特徴変数や重み係数の条件を変更してシミュレーションを行なった。

4. 研究成果

(1) 歯を抜くか否かを予測するシステム

表 1 に示した特徴変数および重み係数を用いて 7 近傍検索を行う条件でシステムは最適化され 90.4% の識別性能が得られた。

表 1. 最適化された予測システムに採用された特徴変数及び重み係数. (雑誌論文[2]).

特徴変数	重み係数
Sagittal relationship	
OJ	3.0
Molar-R	1.6
Molar-L	1.6
EL-ls	1.3
1 to NB	1.3
1 to NA	1.1
FMIA	1.0
Sk3	0.8
Sk2	0.5
EL-li	0.4
Vertical relationship	
ALFH	1.0
OB	1.0
FMA	0.6
Transverse relationship	
MDL _U	1.1
MDL _L	1.1
Intra-arch conditions	
BAL _U *BAW _U /SCD _U	2.4
BAL _L *BAW _L /SCD _L	2.0
II _U	1.5
CAW _U /SCD _U	1.2
CAW _L /SCD _L	1.2
CAL _U /SCD _U	1.1
CAL _L /SCD _L	1.1
II _L	1.1
SCD _U	1.0
SCD _L	1.0

(2) どの歯を抜くかを予測するシステム

表 2 に示した特徴変数および重み係数を用いて 5 近傍検索を行う条件でシステムは最適化され 86% の識別性能が得られた。

表 2. 最適化された予測システムに採用された特徴変数及び重み係数. (雑誌論文[3]).

特徴変数	重み係数
Sagittal relationship	
1 to NA	2.0
1 to NB	2.0
OJ	1.5
Sk2	1.0
Molar-R	1.0
Molar-L	1.0
FMIA	0.25
EL-ls	0.25
EL-li	0.25
Vertical relationship	
OB	1.5
FMA	1.0
Transverse relationship	
MDL _U	0.5
MDL _L	0.5
Intra-arch conditions	
II _L	1.0
MP	0.5
II _U	0.25
Pathological conditions	
RCP	0.5
R	0.25
C	0.25

(3)最適治療計画の予測シミュレーション
 抜歯するか否かを予測するシステムの重み係数をすべて1にした場合と重み係数が1.5よりも大きい特徴変量のみを採用した予測システムの一一致率を図3に示す。最適化されたシステムの一一致率である90.4%から85.6%、80.9%に低下した。このことは、矯正歯科医の判断が、単に重要だと思われる少数の特徴変量で決定されているのではなく、それぞれの変量に適切な重みを与えて統合的に行なわれていることが考えられる。

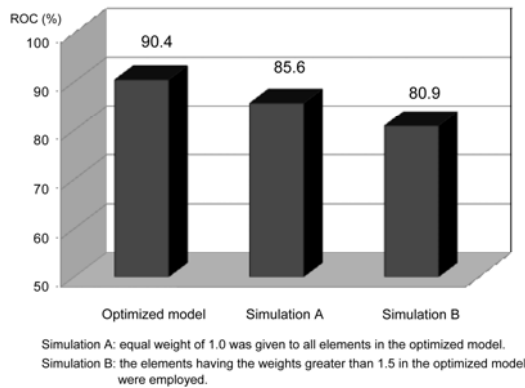


図3. 最適治療計画の予測シミュレーション。すべての重み係数を1とした予測シミュレーションAと1.5以上の重み係数を持つ特徴変量のみを採用した予測シミュレーションBの一一致率。(雑誌論文[2])。

本研究は、心理学的脳モデルを基礎として、専門家の知識を数学的に記述して実装し最適治療計画の予測システムを開発するという、これまでに類をみない研究であった。本研究において、ロバストな最適治療計画の予測性能が得られ、本システムを用いた予測シミュレーションが可能となった。以上の点で、極めて興味深い研究として国内外で認められ、雑誌論文や学会にて発表を行なった。

本研究で開発された専門家の意思決定をシステム化する手法は極めて汎用性が高く、今後、本課題の対象に限らず、他の医歯学分野における意思決定の予測にも展開していくことが可能であると思われる。

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)

[1] Takada, K., Yagi, M. and Horiguchi, E.: Computational Formulation of Orthodontic Tooth-Extraction Decisions Part I: To extract or not to extract. *Angle Orthod* 79: 885-891, 2009. 査読有

[2] Yagi, M., Ohno, H. and Takada, K.: Computational Formulation of Orthodontic

Tooth-Extraction Decisions Part II: Which tooth should be extracted? *Angle Orthod* 79: 892-898, 2009. 査読有

[3] 八木雅和, 谷川千尋, 山本卓, 中村佳世子, 堀口依里子, 大野弘子, 高田健治, 「歯科医の知識を実装した知的情報処理システム」, 電子通信学会技術研究報告, (画像工学研究会 (IE)), 論文番号 SIP2007-127, ICD2007-116, IE2007-86 (2007-10), pp. 25-30. 査読無

[学会発表] (計9件)

[1] Yagi, M., Ohno, H., Shigenaga, N., Takada, K., “IN SILICO MODELING OF FACIAL MORPHOLOGY AND FUNCTIONS,” will be presented in the 36th Congress of the International Union of Physiological Sciences (IUPS2009), Jul. 30th, 2009, Kyoto, Japan.

[2] Yagi, M., Tanikawa, C., Ohno, H., Kanomi, R. and Takada, K., ” *In silico* modeling of expert decisions about faces,” the 3rd MEI International Symposium -Physiome and Systems Biology for Integrated Life Sciences and Predictive Medicine, Dec. 2nd, 2008, San Francisco, California.

[3] Ohno, H., Yagi, M. and Takada, K., “*In silico* prediction model for optimal tooth-extraction sites”, the 3rd MEI International Symposium -Physiome and Systems Biology for Integrated Life Sciences and Predictive Medicine, Nov. 30th-Dec. 2nd, 2008, San Francisco, California.

[4] 八木雅和, 大野弘子, 堀口依里子, 高田健治, 「数理モデルを用いた最適治療計画予測シミュレーション」, 生体医工学シンポジウム2008, 2008年9月19日、大阪。

[5] Ohno, H., Yagi, M., Horiguchi, E. and Takada, K., “Knowledge-dependent mathematical model that predicts optimal tooth extraction site,” in the Proceeding of the 86th General Session & Exhibition of the International Association for Dental Research 2008 (IADR 2008), Jul. 3rd, 2008, Toronto, Canada.

[6] Yagi, M. and Takada, K., “*In silico* expert -mathematical modeling of expert decisions,” Mouth and Face Forum 2008 in silico dentistry, Jan. 15, 2008, Osaka, Japan.

[7] Yagi, M., Horiguchi, E., Ohno H. and Takada, K., “Mathematical modeling of orthodontic decisions Part I: extraction/non-extraction decisions in the orthodontic treatment,” Mouth and Face Forum 2008 *in silico* dentistry, Jan.

14-15, 2008, Osaka, Japan.

[8] Yagi, M., Ohno, H., Horiguchi, E. and Takada, K., “Mathematical modeling of orthodontic decisions Part II: determination of extraction site in the orthodontic treatment,” Mouth and Face Forum 2008 *in silico* dentistry, Jan. 14-15, 2008, Osaka, Japan.

[9] 八木雅和, 谷川千尋, 山本卓, 中村佳世子, 堀口依里子, 大野弘子, 高田健治, 「歯科医の知識を実装した知的情報処理システム」, 電子通信学会技術研究報告, (画像工学研究会(IE)), 2007年10月26日, 福島. (招待講演)

[図書] (計1件)

Takada, K. and Kreiborg, S. (Eds), Medigit Corp Pub, “*In silico* Dentistry- the evolution of computational oral health science,” 2008, 196.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

八木 雅和 (YAGI MASAKAZU)

大阪大学・臨床医工学融合研究教育センター・特任准教授 (常勤)

研究者番号: 40362686

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: