ショートノート

遺伝的アルゴリズムを用いた精神関連疾患による不登校児童生徒の診断基準作成システム[†]

村田 裕章^{*1}・南保 英孝^{*2}・木村 春彦^{*2}・梶原 莊平^{*3}

精神関連疾患は不登校の長期化の原因の一つであり、適切に対処することで、長期化を防ぐことが可能だと考えられる。しかし、そのための診断・治療ガイドラインが確立されていない。

そこで、本研究では精神関連疾患による不登校児童生徒の診断基準を作成するシステムの構築を目的とする。提案システムでは、遺伝的アルゴリズムを用いて、児童生徒に関する情報（質問項目とその回答）を入力すると精神関連疾患を診断する基準を作成する。評価実験の結果、遺伝的アルゴリズムを使わない手法に比べ、約5%の診断率が向上し、提案システムの有効性が確認できた。

キーワード：遺伝的アルゴリズム、属性選択、精神関連疾患、不登校、診断基準作成システム

1. はじめに

文部科学省の調査によると、我が国の小中学校の不登校児童生徒数は、平成18年度には126,000人に上っており、平成9年度以降10万人を上回り続けている。不登校とは、文部科学省の定義によると、「病気によるもの・経済的理由によるものなどを除いた、学校ざらいと分類されてきたもの」である。児童生徒が不登校に陥った場合の問題点として、学力や集団適応能力が十分に発達しない、という点が懸念されており[1]、そのことが原因でひきこもりがちになり、社会参加が困難な状況におかれてしまうというケースも存在する[1]。また文部科学省の調査(学校基本調査)によると、不登校の原因は、割合の高い順に「本人に関わる問題(41.2%)」、「いじめを除く友人関係をめぐる問題(18.5%)」、「親子関係をめぐる問題(11.1%)」、「学業の不振(10.1%)」等となっており、不登校の原因は各個人に強く依存し、非常に多岐にわたっていることが分かる。この事実是不登校の原因をすべて取り除き、不登校を防止するアプローチが非常に困難であることを示している。しかし、その一方で、同調査によると

不登校が長期化する原因は、割合が高い順に「不安などの情緒的混乱(35.0%)」、「無気力(29.1%)」、「いじめを除く他の児童生徒との関係(13.4%)」、「あそび・非行(10.0%)」等となっており、上位二つは児童生徒が抱える心の病に端を発するものであると考えられる。事実、小児科医の元へ、精神関連疾患や精神的な問題を原因とする身体症状を訴えて、外来で受診する不登校児が多く見られる。以上のことから、児童生徒のこのような症状に対して迅速な対応を行うことで、不登校の長期化を防ぐことができるのではないかと考えられる。しかしながら、1)どのような診断手順を踏んで、どのように対処すれば良いのかという診断・治療ガイドラインが確立されていないため、精神医学の知識に乏しい一般医には対応が困難であること、2)児童生徒の心の病を専門的に扱うことができる医師の数が、日本国内で著しく不足していることなどの理由により、迅速な対応を行うことが難しいのが現状である。そのためこのような専門的な知識を持たない一般医でも扱えるようにするために、児童生徒の心の病を適切に診断するための診断基準が求められている。また小児科医の元へ外来受診で訪れた児童生徒の86.6%が、「心身症(PD)」「適応障害(AD)」「不安障害(AN)」のいずれかに診断されていることから、それらの3病態に「その他の病態(OT)」を加えた4病態を適切かつ迅速に診断することが、その後の治療プロセスをスムーズに行うために重要である[1]。以上のことから、本研究では専門知識を持たない一般医でも扱うことができる4病態の診断基準の作成システム構築を目的とする。

[†] Diagnostic Criterion Creating System for Children's Mind Disease in School Phobia using Genetic Algorithm
Hiroaki MURATA, Hidetaka NAMBO, Haruhiko KIMURA and Shouhei KAJIWARA

^{*1} 金沢大学 環日本海域環境研究センター
The Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

^{*2} 金沢大学 自然科学研究科
Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University

^{*3} 金沢こども医療福祉センター小児科
Department of Pediatrics, Kanazawa Child Medical Welfare Center

表1 病態Xのクロス診断表

		システムによる診断	
		病態X	その他の病態
医師による診断	病態X	α	β
	その他の病態	γ	δ

2. 従来研究

2.1 評価方法

従来の診断基準作成に関する研究[2]では表1のクロス診断表を用いて、式(1)で算出される診断率を用いて診断基準の評価をしており、本研究でもそれに従う。

$$\text{病態Xの診断率} = \frac{\alpha}{\alpha + \gamma} \times 100 \quad (1)$$

2.2 心身症的側面の強い不登校に対する研究

文献[3]では、診断に有効な質問項目群を問診表(梶原らが独自に作成したもの)から選抜することによって、「心身症的側面の強い不登校」のための診断基準を作成している。評価基準は、不登校児124症例を用いて、心身症的側面の強い不登校と関連が高い質問項目を用いて作成され、用いた症例以外の94件のテスト症例を用いて評価した結果、診断率は84.4%であった。しかしながら文献[4]によると、新たな症例を追加して再び評価した結果、診断率は63.6%に下がった。そのため文献[4]では、パターン認識手法のサポートベクターマシン(SVM)と、統計的回帰モデルであるロジスティック回帰をそれぞれ利用して、診断基準の作成を行った。その結果、SVMを用いて作成した診断基準が83.9%、ロジスティック回帰が78.9%となった。しかしながら、梶原らの研究[3]と同様に、新たな症例が追加する度に診断率が低下することは十分考えられる。

このように評価に用いる症例数を増やすことで診断率が低下する原因としては、診断基準に関する原因と使用データに関する原因が考えられる。診断基準に関する原因としては、過剰適合していると考えられる。過剰適合とは統計学や機械学習において学習データには適合できているが、テストデータなどの未知データに対しては、適合できない状態であり、機械学習の分野では過学習とも呼ばれる(文献[3]では機械学習を用いていないため、過剰適合と呼ぶ)。この例では新たに追加された未知データには適合できなかったため、過剰適合が起こっていると考えられる。次にデータに関する原因としては、使用した症例の偏りが考えられ

る。一般に診断基準作成時に使用した症例には含まれない、新たなタイプの症例がテストデータに含まれていた場合、正しく診断することは難しい。そのため、全不登校児の特徴が十分に含まれる症例データを用いて診断基準を作成する必要がある。しかしながら、不登校になる原因には本人に関わる問題、友人・親子関係など多岐にわたり、さらに同じ問題が発生したとしても不登校になるケースとならないケースがあり、児童生徒本人の性格や家庭・学校環境に依存する部分も多い。このように不登校には様々な要因が含まれており、全ての不登校児童の特徴を含んだ症例データを集めることは困難であると考えられる。そのため診断基準作成時に使用する症例データには偏りが含まれてしまうため、使用したテストデータに応じて診断率が大きく異なることは、やむを得ないと考えられる。

2.3 4病態の不登校に対する研究

上記の研究事例は、心身症的側面が強い不登校のみを対象に診断基準を作成している。しかしながら「心身症」のみを診断するだけでは、問題を根本的に解決できるわけではないと、文献[1]の著者である専門医は述べており、診断後の治療へとスムーズに進行していくためには、「心身症」「適応障害」「不安障害」「その他の病態」の判別が必要不可欠であると考えられる。またSVMによる診断基準では、患者の特徴を入力すると、内部で何らかの処理が行われ、出力として診断結果が得られる、というように、処理がブラックボックス化されている。これは医師が使用する上で、診断過程が見えないため、システムに対して不信感を持つ原因となるとの指摘も専門医は述べている。

そのため診断可能な対象病態を前述した4病態へと拡張し、さらに診断過程を明白にするために決定木を用いて診断基準を作成する試み[2]がなされている。しかしながら、「心身症」、「適応障害」、「不安障害」、「その他の病態」の各病態の診断率が50.6%、44.2%、19.2%、5.7%となり、実用化に向けて、更なる診断率向上を求められる結果となった。

そこで本研究では、診断基準作成の際に使用する質問項目の選別を行うことで、より良い診断基準を作成するシステムの構築を目的とする。

3. 診断基準作成システム

3.1 診断基準作成システムの必要性

診断基準を作成するためには、児童生徒に関する情報と専門医による診断結果がペアとなった症例データが必要となる。しかしながら、不登校になる原因が多岐にわたるだけでなく、本人の性格や環境にも依存す

するため、全ての不登校児童生徒の特徴を含んだ症例データを集めることは困難となっている。そのため、診断基準を作成しても、あらたなタイプの児童生徒を正しく診断することは難しい。このようなことから、例えば質問項目AとBがYESなら心身症であるといった静的な診断基準ではなく、学習機能を持った診断システムの方が、新たなタイプの不登校児童生徒に対応可能という面で有利だと考えられる。また医師の信用度の観点から、診断基準を明確にする必要がある。そのため学習機能を持ちつつも、診断過程を明確にする必要がある。そこで本研究では、決定木を用いて診断基準を表現し、その決定木を機械学習によって求める診断基準作成システムを提案する。このシステムは、診断基準である決定木を出力するため、新たなタイプの不登校児童生徒に対応するための学習機能を持ちつつも、診断過程が明確な決定木を用いることで、システムに対する不信感を拭うことが期待できる。

3.2 基本方針

決定木自体を遺伝的プログラミングなどの機械学習によって求めるという方法が考えられる。しかしながら、問題空間が広がるため学習アルゴリズムなどを注意深く設計しなければ、多くの時間を有したり、出力となる決定木の診断率低下を招く恐れがある。そこでまず、本研究では診断基準を出力するという新しいシステムの可能性を探るため、決定木ではなく使用する質問項目のみを学習対象として遺伝的アルゴリズムにて学習を行う。そして、最終的な決定木を得るために、情報エントロピーを最大化するように決定木を作成するC4.5を用いる。なお遺伝的アルゴリズムのローカルサーチとしてCorrelation-based Feature Selection[5]を用いる。

3.3 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズムは生物の進化過程を模倣した最適化アルゴリズムであり、様々な組合せの中から最適な組合せを求める組合せ最適化問題を得意としている。本研究では、コーディング方法として、全質問項目数と同じ長さのビットストリングを採用し、ビットが1の場合、対応する質問項目を診断基準として使うようにする。交叉方法は一様交叉を用い、突然変異はランダムにビットを変更する方法を用いた。個体の選択方法は、MGG世代交代モデル[6]を用いた。初期個体はランダムに作成し、適応度 f は式(2)を用いた。

$$f = a + \frac{1}{n} \quad (2)$$

ここで、 a は決定木を作成することで得られる各病態

の診断率の平均値、 n は使用した質問項目数を示し、 $n=0$ の場合は $f=0$ とした。提案手法では、診断基準に対して医師の信頼が得られるように、決定木で診断基準を生成する。しかしながら、数十個の質問項目から構成される決定木を理解することは容易ではないと考えられるため、使用する質問項目数を少なくし、より分かりやすい決定木を生成することが、医師の信頼を得る上で重要だと考えられる。そのため、適応度計算の際には使用した質問項目数を用いることとした。

3.4 Correlation-based Feature Selection (CFS)

CFSはフィルタ型の属性選択手法であり、良い属性は目的変数と高い相関を持ち、かつ他の属性と低い相関を持つとの考えに基づき、属性が選択される。なお本研究では複数の質問項目を用いて病態を診断するため、属性と目的変数はそれぞれ質問項目と病態を意味する。 k を使用する質問項目の数、 $\bar{r}_f$ を質問項目と目的変数の相関の平均、 $\bar{r}_{ff}$ を質問項目間の相関の平均としたときに、式(3)で与えられる G_s を最大化する質問項目の組合せを、ヒューリスティックな方法で求める。

$$G_s = \frac{k\bar{r}_f}{\sqrt{k+k(k-1)\bar{r}_{ff}}} \quad (3)$$

ヒューリスティックな方法として、forward selection, backward selection, best first の三つの方法[5]が提案されているが、本研究ではデータマイニングソフトWeka[7]のデフォルト値であるforward selectionを用いる。この方法は未選択の質問項目をランダムに選び、 G_s が大きくなるならば、その質問項目を採用する方法である。

4. 評価実験

4.1 設定

身体症状および精神疾患を有して外来を受診した不登校患者160名(男性/女性=77名/83名、年齢13.2±2.4歳)を対象に実験を行う。各患者には生育歴や両親の離婚歴、教育態度などの家族歴、家族内の不和などの家庭環境などを含めた全235個の質問を行い、その回答および専門医による診断結果のデータを収集した。なお診断結果は心身症52名、適応障害67名、不安障害24名、その他17名となった。比較手法をC4.5とCFSを用いて属性選択を行った後にC4.5を行う手法(C4.5+CFSと表記する)の2手法とし、10分割交差検定を用いて提案手法の有効性を検証する。なお、使用した質問項目数は10個の診断基準で一度でも使われた質問項目の数とした。C4.5のパラメータとして、葉における最小データ数を2、枝切りにおける信頼度(confidence factor)は0.25とする。また、遺伝的アルゴリズム

ムに関するパラメータとして、個体数を100、最大世代数を100とした。

4.2 実験1：個体の初期値による影響

遺伝的アルゴリズムは、個体の初期値などにより、見つかる解が異なるため、初期値によっては、診断率の低い診断基準しか見つけれられない場合もある。そこで個体の初期値を変更し50回試行を行うことで、見つける診断基準に対して、個体の初期値が及ぼす影響を調べる。学習データ及び、テストデータにおける全体の診断率と使用した質問項目数(＃と表記)の最大値、最小値、平均値、標準偏差を表2に示す。また図1に、質問項目数を横軸、テストデータにおける診断率を縦軸として50回試行の結果をプロットした図を示す。

表2より、学習データにおける診断率の標準偏差が1.27%であり、テストデータにおいては0.61%である事が分かり、少なくとも70%以上の診断率を有する診断基準を得られることが分かる。使用した質問項目数に関しては、5個から12個の範囲に収まっている事が分かる。図1より、テストデータにおける診断率が最も高いときに、使用した質問項目数が9個であることが分かり、診断率は低くなるが、より少ない質問項目数の診断基準も発見していることも分かる。

表2 個体の初期値が異なる50回の試行結果

	学習データの 診断率[%]	テストデータの 診断率	#
最大値	78.53	74.54	12.00
平均	76.96	73.41	8.94
最小値	73.75	71.90	5.00
標準偏差	1.27	0.61	1.49

図1 使用した質問項目数と診断率

4.3 実験2：提案システムの評価

学習データにおける各手法の診断率および使用した質問項目数(＃と表記)を表3に示し、テストデータにおける各手法の診断率および使用した質問項目数を表4に示す。また桑野らの手法[2]も共に記載する。提案システムについては、テストデータにおいて全体の診断率が最も良かった診断基準に関するデータを用いた。

表4より質問項目数に関しては、実験結果より従来手法に比べ、提案システムは質問項目が少なく、全体の診断率も良くなっていることが分かる。なお参考までに図2に提案システムにより得られた診断基準の一例を示す。

表3 学習データにおける診断率

手法	#	診断率[%]				
		PD	AD	AN	OT	ALL
文献[2]	-	87.10	80.20	59.60	74.30	77.20
C4.5	76	95.24	87.01	88.71	79.95	88.83
C4.5+CFS	20	83.94	75.65	86.16	83.08	79.37
提案	9	84.28	71.67	88.73	90.75	77.57

表4 テストデータにおける診断率

手法	#	診断率[%]				
		PD	AD	AN	OT	ALL
文献[2]	-	50.60	44.20	19.20	5.70	36.00
C4.5	76	72.33	59.92	45.00	12.50	55.76
C4.5+CFS	20	78.14	72.38	42.50	0.00	69.05
提案	9	85.62	74.70	50.00	0.00	74.54

図2 提案手法により得られた診断基準の例

5. 考察

5.1 実験1に関する考察

表2より、テストデータにおける診断率の標準偏差は0.61%となっており、個体の初期値の影響は少ないと考えられる。これはローカルサーチを用いることで、遺伝的アルゴリズムの進化過程以外においても診断基準の探索が行われることにより、個体の初期値の違いが吸収されたためだと考えられる。

5.2 実験2に関する考察

提案システムでは、遺伝的アルゴリズムとCSFを用いて使用する質問項目を選択している。そのため、他の手法に比べて質問項目が少なくなったと考えられる。また全体の診断率に関しても、比較手法よりも高くなっており、表2に示した提案システムにおいて最も診断率が悪いケースと比べても、比較手法よりも高い診断率になっている。これより、遺伝的アルゴリズムを用いて、質問項目群を見つけることは、有効だと考えられる。

“その他の病態”に関しては、診断率が全手法で悪くなっている。“その他の病態”は3病態以外の病態という定義であり、実際には複数の病態が含まれる。そのため、“その他の病態”を一つのクラスとしてまとめていることが、診断率の低下を招いたのではないかと考えられるが、これ以上細かく分類すると、クラスの症例数が少なくなりすぎ、診断基準の作成が困難になる。この点については、今後の課題だと考えている。

学習データとテストデータにおいて診断率の差が大きい場合、過学習が起きている可能性が考えられる。そのため差が大きいC4.5は過学習が発生していると考えられる。一方、最も差が小さい提案システムは未知データに対しても、ある程度は正確に診断できると考えられ、遺伝的アルゴリズムによる質問項目選択の効果として、診断率の向上だけでなく、未知データも対応できることが分かった。これにより、入手したデータを用いて、診断基準を作成する際に、遺伝的アルゴリズムを用いることで、未知データにも対応可能な診断基準を得られることが分かり、診断基準を作成する提案システムの有効性を示すことができたと考えられる。

6. おわりに

精神関連疾患による不登校児童の多くは、一般医の元へ最初に訪れるため、不登校の早期改善には、一般医による適切な診断が必要となり、一般医でも扱える診断基準作成が行われてきた。しかしながら新たな症例データには対応できないなどの問題があった。

そこで本研究では診断基準の作成ではなく、診断基準作成システムの構築を目的とする。診断基準作成システムとは、診断基準を求めるシステムであり、定期的に提案システムを使用することで、常に新しい症例に対応できるように診断基準を更新していくことが本研究の狙いであり、願いでもある。出力する診断基準は、医師が不信感を抱かないように、診断過程が明確な決定木で表現した。評価実験の結果、C4.5とC4.5+CFSと比較して、少ない質問項目で高い診断率を得る診断基準を作成できることを確認でき、提案システムの有効性を示した。しかしながら、個体数や最大世代数、ローカルサーチなどの提案システムが有するパラメータに関する検討は行っていないため、今後は、それらについても検討を行いたいと考えている。

参考文献

- [1] 小牧元, 久保千春, 富士審: 心身症診断・治療ガイドライン 2006, 協和企画 (2006)
- [2] 桑野修平: 不登校生徒児童の精神疾患診断支援システムの開発研究, Master's thesis (2010)
- [3] 梶原莊平, 齋藤万比古, 樋口重典, 田中英高, 長瀬博文: 不登校の心身症の側面を評価するための問診票, 日本小児科学会雑誌, Vol.108, No.1, pp.45-57 (2004)
- [4] 道下良司: 電子カルテを用いた不登校診断治療支援システムの評価, Master's thesis, 金沢大学大学 (2008)
- [5] Hall, M. A.: Correlation-based Feature Selection for Machine Learning, PhD thesis, Department of Computer Science, University of Waikato, Hamilton, New Zealand (1998)
- [6] 佐藤浩, 小野功, 小林重信: 遺伝的アルゴリズムにおける世代交代モデルの提案と評価, 人工知能学会誌, Vol.12, No.5, pp.734-744 (1997)
- [7] Witten, I. and Frank, E.: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations, Morgan Kaufmann Publishers (2000)
(2011年12月11日 受付)
(2012年4月12日 採録)

[問い合わせ先]

〒920-1192 石川県金沢市角間町
金沢大学 環日本海域環境研究センター
村田 裕章
E-mail: hiro@blitz.ec.t.kanazawa-u.ac.jp

著者紹介

むらた ひろあき
村田 裕章 [非会員]

2010年9月、金沢大学大学院博士後期課程修了。博士(工学)。同年10月、金沢大学大学院研究協力員。同年12月、金沢大学理工研究域博士研究員。2012年2月、同大学環日本海域環境研究センター博士研究員。現在に至る。電気学会、電子情報通信学会、情報処理学会、人工知能学会各会員。

なんぼ ひでたか
南保 英孝 [非会員]

1999年金沢大学大学院自然科学研究科博士課程修了。博士(工学)。同年同大学工学部電気・情報工学科助手。2003年同学部情報システム工学科講師。現在、金沢大学大学院自然科学研究科講師。電子情報通信学会、電気学会、情報処理学会各会員。

きむら はるひこ
木村 春彦 [非会員]

1979年東北大学大学院工学研究科情報工学専攻博士課程修了。同年富士通(株)入社。1980年金沢女子短期大学講師。1984年金沢大学経済学部助教授。1992年同大工学部電気情報工学科助教授。1994年同学科教授。現在、同大理工研究域電子情報学系教授。工博。ソフトコンピューティングの応用や独居老人の介護支援に関する研究に従事。情報処理学会、電気学会、人工知能学会各会員。

かじわら しょうへい
梶原 莊平 [非会員]

1980年金沢大学医学部医学科卒業。1988年医学博士号取得。起立性調節障害や不登校、摂食障害などの小児心身症の研究に従事。現在、日本小児科学会専門医、日本小児心身医学会評議員・理事、日本小児心身医学会指導医。

Diagnostic Criterion Creating System for Children's Mind Disease in School Phobia using Genetic Algorithm

by

Hiroaki MURATA, Hidetaka NANNBO, Haruhiko KIMURA and Shouhei KAJIWARA

Abstract :

In recent years, an increase in number of school phobia children becomes matter of concern in Japan. The mind disease occupies the greater portion of factor which leads to longer school phobia. However, it is very difficult for general pediatricians to diagnose these since the criterion for the diagnosis is not systematized. Therefore, the criterion which can be treated easily for general pediatricians is required for the rapid medical treatment including introducing to specialized agencies.

In this paper, we propose the diagnostic criterion creating system for children's mind disease in school phobia using Genetic Algorithm(GA). In the experimental result, the diagnostic criterion created by proposed system has higher accuracy than the diagnostic criterion without GA.

Keywords : genetic algorithm, feature selection, mind disease, school phobia, diagnostic criteria creating system

Contact Address : **Hiroaki MURATA**

*The Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University
Kakuma, Kanazawa, Ishikawa, 920-1192, JAPAN
E-mail : hiro@blitz.ec.t.kanazawa-u.ac.jp*