

GA 的アプローチによる進路指導の支援

小林 元之 江澤 義典 平嶋 宗 豊田 順一
関西大学大学院 関西大学工学部 大阪大学産業科学研究所

学生が進学先や就職先などの進路を選択・決定する際、進路指導者による学生個人の興味や適性など、種々の要因を考慮した指導が必要となる。進路指導者が適切な指導・援助を行うためには、学生の進路に関する志望動機や希望を的確に把握することが重要かつ不可欠である。また、適切な進路指導のためには、指導者が進路に関する情報を広く知っていることが要求される。そして、学生の適性や志望が潜在的であることや進路に関する不必要な情報が氾濫していることなどが原因で、適切な指導はそれほど容易ではない。

本報告では、学生の適性や志望をふまえた指導を指向した指導者に対するの支援のために、適性などの曖昧さを含む情報の取り扱いと不明瞭な志望の探索への遺伝的アルゴリズム (GA) の応用について報告する。

A Course Guidance Supporting System using a Genetic Algorithm

Motoyuki KOBAYASHI Yoshinori EZAWA
Kansai University Graduate School Faculty of Engineering, Kansai University

Tsukasa HIRASHIMA Jun'ichi TOYODA
I.S.I.R., Osaka University

While many students need instructors' guidance when they have to decide their own courses, it is not easy for almost all of the instructors to guide the students appropriately. In general, it is important and indispensable for both of students and instructors to make clear the targets what the students would like to be and the reasons why they would choose them. Although the instructors should know the details of the current courses, they have no time to catch up the trend.

In this paper, we propose a course guidance supporting system which employs fuzzy theory and a genetic algorithm, where the interests and aptitudes of individual students are modeled as chromosomes. The relations between these factors and target courses are implemented as fuzzy relations.

1 はじめに

現代社会において、産業構造に様々な変化がもたらされ、職種の多様化や統合化などが進んでいる。また、望む情報を迅速にそして十分入手することが可能となっているがその反面、不必要な情報が氾濫するなどの被害も生じてきている。そのため、必要な情報を必要な時点で収集し活用することを支援するシステムの構築が試みられている。学校などの教育現場でも進路指導者が山積みになっている進路情報の中から必要なものを必要な時点で取り出し、活用することが非常に困難になってきている [5]。その対策として、進路指導に関するシステムが開発されてきており、その一つに就職指導システムの開発 [4] がある。しかし、その試作報告では、求人情報の検索結果の他にシステムによって提示される進路に関するコメントが学生に無視されることが多いという指摘がなされている。また、進路指導においては学生の自発的な選択が重要となるため、学生にも主導権を与え得る相互主導型のシステムが有効であると言われている [3]。しかしながら、学生が自己の志望を明確に捉えていない場合には、学生本人であっても的確に自己の志望を述べることができないため、相互主導であっても十分ではない。これらに対処するためには、学生の適性や志望などを取り扱ったシステムが必要である。

そこで筆者らは、学生の適性と職種との適合性を求めることを考慮した進路指導支援システムの設計 [8] とそこでのファジィ情報の取り扱い [12]、および遺伝的アルゴリズム (GA) [9] [10] の応用による学生モデルの時間的推移 [13] について既に報告した。本報告では進路指導の支援への一アプローチとして GA の応用とそれを用いた指導者に対する支援について検討する。

2 進路指導

まず、進路指導において重要となる自己理解と個人理解について述べ、それらをふまえた学校教育と進路指導について述べる。続いて、その進路指導に用いられる適性検査の役割について述べる。

2.1 自己理解と個人理解

より適切な進路の選択・決定および指導のために必要となるものに、自己理解と個人理解がある [1]。自己理解とは、進路選択者自らが自己を理解することであり、単なる特性の認知にとどまらず内在的なものの進化を図るものである [2]。そしてこれは、自己概念の確立や課題発見および自己指導などを促すために用いられるものである。選択者が自己の適性検査の結果を自分で上手に解釈することができ、その結果に振り回されたりするようなことが無いとき、自己理解に成功していると考えられる。このときにのみ、選択者が自己の志望を的確に捉えることができていていると考えられる。また、個人理解とは、進路指導者が選択者の諸特性を把握・理解することであり、適切な指導のためには欠くことのできない重要なものである [2]。指導者が対象となる選択者との相談の履歴を把握し、その選択者の個性を把握しているとき、個人理解に成功していると考えられる。このとき、指導者は選択者の志望をも的確に捉えることができていていると考えられる。

2.2 学校教育と進路指導

個人の社会への適応だけでなく、社会的責任を完遂できる能力を開発し、進んで国家社会の向上に貢献できるような人生設計を確立し、それに沿った自己理解と自己開発をも指導することこそが学校教育の目標であり、進路指導そのものである [2]。

この目標の実現に向けて指導者は、選択者が進路の計画を立てるときに選択者自身に

よる進路の世界に対する理解や自己理解の深化を援助する。この援助活動すなわち進路指導は、選択者による進路の選択や計画、さらに将来の生活における自己実現の可能性を高めるために行うことが必要である。その指導内容としては、(1) 進路適性の吟味、(2) 進路の明確化、(3) 適切な進路選択の方法などがあり、これらは個人理解に基づいて行われる。

2.3 適性検査の役割

進路の選択・決定に欠くことのできないものの一つに自己理解がある。選択者が各進路に対する自己の適性を吟味することは自己理解の助けとなる。しかしながら、選択者が自己の資質と自己の志望をはっきりとそして正しく把握することは、選択者自身のことであるにもかかわらず困難である。ゆえに、選択者が自己申告する志望だけでは、指導者が適切な指導を行うための情報としては不十分である。さらに、指導者は選択者の志望のみならず、選択者の進路適性をもの確に把握することが必要である。選択者の持つ資質や興味とそれらを基にした進路適性を知るための一つの手段として適性検査がある。適性検査は、個人の持っている能力を要素別に、その種類と程度を検証する心理学的生理学的検査である [2]。

3 指導者に対する支援

進路指導者に対する支援の必要性和計算機システムによる支援について述べる。

3.1 指導者支援の必要性

学校教育における一教科としての“職業指導”であったものが特別活動としての“進路指導”へと変化し、指導者も専門の教科教員から専門でない学級担任の教員等へと移り変わってきた [7]。そのため、指導者である教員が進路指導の実際の知識や情報を持っておらず、さらに、有用な情報を収集する十分な

時間的余裕を持っていないというのが現状である。また、産業構造の変化による職種の多様化などが原因で、進路に関する情報に曖昧さが含まれることが多く、慎重な取扱いが必要となってきた。そこで、進路指導者に対する支援が必要となってきている。

3.2 計算機システムによる支援

計算機システムによる指導者の支援で有用なこととして、次の7点が考えられる。

1. 職種毎にその仕事内容を提示する。

現在の指導者は進路指導の専門家ではない。そのため、進路指導の他にやらなければならない仕事を山ほど抱えているというのが現状である。このことが原因で、進路指導に必要な各職種の仕事内容などの情報を収集することが困難なものになっている。そのために不足する情報を補うことが必要である。

2. 適性検査を実施する。

適性検査は進路の選択・決定およびそれらの指導の成否に関わる自己理解と個人理解の助けとなる。しかしながら、進路を決定しようとする者すべてがこの適性検査を受けている訳ではない。ゆえに、その場合には適性検査を実施することが必要となる。

3. 適性検査の限界などを提示する。

適性検査を上手く活用するためには、その限界等、適性検査自体に関する情報も必要である。

4. 職種と適性との相関関係を提示する。

職種と適性との相関関係を提示することは、相談者の適性から職種を導出する過程とその理由を明らかにするだけでなく、希望する職種に要求される適性がどういうものであり、今後どの資質を伸ばしていくことが必要かを明示することになる。このことは、進路の計画を立てるときに役に立つ。

5. 過去の相談状況を時系列データとして蓄え、相談者のモデルの推移を把握する。

進路相談を円滑に行うためには、これまでの相談状況および相談者の個性を把握すること、すなわち、個人理解が必要である。この個人理解の支援には、相談者のモデルとその推移を把握することが有効である。

6. 相談者の適性から、その人に適する職種を選出し提示する。

進路指導においては、相談者に向いている職種が何であるかを把握することも重要である。しかしながら、指導者にとって、適性から職種を進路相談に有効な時間以内に出すことはそれほど容易ではない。ゆえに、計算機による選出が有用である。

7. 相談者の希望条件に適合する会社や上級学校を検索し、その情報を提示する。

会社や上級学校の数是非常に多い。そんな中から相談者の希望条件に適合する進路を検索することは、指導者にとって容易ではない。ゆえに、計算機による選出が有用である。

これらのうち、本報告では2.2で述べた進路指導の内容の(1)および(2)を支援するために、5,6および7について検討する。

4 進路志望

進路に関する相談を行う場合、進路相談者の志望は重要であり、必ず考慮しなければならないものである。その志望の変化について述べ、それをふまえた進路志望探索の手法について述べる。

4.1 進路志望の時間的变化

進路相談を繰り返し行なっていると、しばしば、相談者の志望が徐々に変化してきているように見えることがある。しかしながら、

この変化は相談者の志望の変化ではなく、相談者自身による自己の志望に対する理解状態の変化であると考えることができる。つまり、真の志望を探索する方向あるいは探索空間におけるサブゴールが変わっただけであり、真の志望（真のゴール）自体は変化していないと考えることができる。この例を図1に示す。

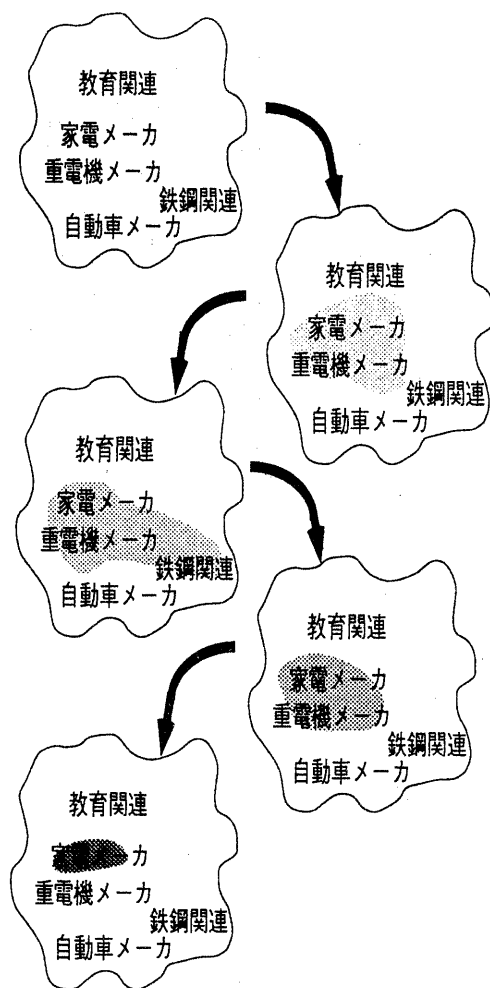


図 1: 志望の見かけ上の推移

図において、ハッチングした部分は相談者の進路に関する志望を表し、その外側にある境界線は実際に相談者が探索した範囲を表している。このようにして探索を行った結果、最

終的に見つかった志望が真の志望であると考えることができる。

4.2 適性検査と進路志望

適性検査は個人の適性を知る有効な手段の一つではあるが、その回答方式が選択式であるため、厳密に回答できないなどの問題点をも併せ持っており、その結果が相談者の適性を反映していない場合が多い。これは、適性検査受験者の持つ各質問に対する回答が連続区間上のファジィ情報であるため、適性検査が要求する選択式の回答に対して受験者が正確な判定をすることができないことに起因すると考えられる。つまり、図2に示すように、クリスプでなくファジィ情報である真の回答をクリスプ近似するとき情報の欠落を生じ、正確な判定をすることができないことがあるのである。

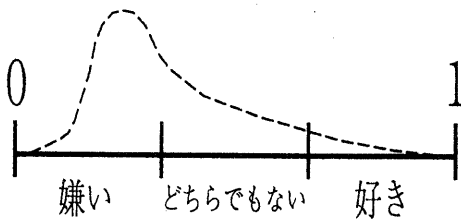


図2: 真の回答とクリスプ近似

しかしながら、ファジィ情報をクリスプ近似したことによる情報の欠落が誤判定の主要因である場合には、相談者の主観的志望は適性検査結果の近傍に存在する可能性が高いと考えられる。そのため、適性検査の結果は潜在的であることが原因で見出すことが困難なものとなっている相談者の志望を効率よく探索する有益な情報となる。一方、ファジィ情報をクリスプ近似する場合には複数の近似値が存在し、それらが互いに離れている場合があるため、近傍探索だけでも不十分である。以上のことを考慮すると、この適性検査の結果を基にしたGA的なアプローチによる探索

が有効であると考えられる。

4.3 ファジィ情報の取り扱い

職種が多様化によって、職種自体が曖昧なものとなってきている。それに加えて適性にも曖昧さが含まれている。さらに、進路指導においては職種と適性との相関関係も取り扱うことが必要であるが、これらの関係にも曖昧さが含まれている。これらの曖昧さはこれらの情報が全てファジィ情報であることに起因する。そこで、これらを表現するために、ファジィ集合 [6] を導入する。職種および適性の集合をそれぞれ O, A とし、職種と適性との間のファジィ関係 R_{OA} を、 O と A の直積の部分集合として表すことにする。すなわち、

$$O = \{\mu_O(o)/o | o \in O, \mu_O : O \rightarrow [0, 1]\}$$

$$A = \{\mu_A(a)/a | a \in A, \mu_A : A \rightarrow [0, 1]\}$$

$$R_{OA} : O \times A = \{\mu_{R_{OA}}(o, a)/(o, a) | o \in O, a \in A, \mu_{R_{OA}} : O \times A \rightarrow [0, 1]\}$$

と表現する。この表現を基に、職種を選出する（これを適性職種と呼ぶ）。この適性職種を選出するための推論ルールを明示的にインプリメントしているため、その推論過程を説明することが可能である。相談者に対して詳細な説明をすることが必要な場合などには、この適性職種を選出する過程は指導者が詳細な説明を必要とする場合に有益な情報になると考えられる。

また、同様に、勤務地や職種等の各会社に関する情報や、所在地や学部（研究科）・学科（専攻）等の各学校に関する情報など、就職先および進学先に関する情報にもファジィネスが含まれる。つまり、これらの情報がファジィ情報であるため、ファジィ集合を導入することが必要である。すなわち、各進路の特性および進路相談者が持つ進路に対する希望条件と適性職種の集合をそれぞれ P, D とし、特性と希望条件との間のファジィ関係 R_{PD} を、

P と D の直積の部分集合として表すことにする。すなわち、

$$P = \{\mu_P(p)/p | p \in P, \mu_P : P \rightarrow [0, 1]\}$$

$$D = \{\mu_D(d)/d | d \in D, \mu_D : D \rightarrow [0, 1]\}$$

$$R_{PD} : P \times D = \{\mu_{R_{PD}}(p, d)/(p, d) | p \in P, d \in D,$$

$$\mu_{R_{PD}} : P \times D \rightarrow [0, 1]\}$$

と表現する。この場合も適性と職種の場合と同様、ファジィ推論を用いて進路を選出する。この進路を選出するための推論ルールもまた明示的にインプリメントしているので、その過程を説明することが可能である。この場合の進路を選出する過程も指導者にとって非常に有益な情報になると考えられる。

4.4 進路志望の探索

進路相談を受ける相談者が、自己の志望を明確にすることはなかなか困難である。また、相談者は進路に関する情報の不足や相談者自身の思い込みのため、進路に関する視野が狭くなっていることがある。このような場合に指導者は、相談者の志望を相談者自身が明確なものにできるよう援助したり、相談者が行う進路に関する自己の志望探索の空間を広げるための助言を与えたりしなければならない。この進路の明確化や視野の拡大化のためのアドバイスをを行う上で、指導者の助けとなる情報を計算機によって提供するための一つの手法として、GAの応用が考えられる。本研究では、このようなゴールが明示的でない真の志望の探索を、GAを応用することによって行っている。以下ではまず、その探索手順の概略について述べる。続いて、コーディングの方法、評価の方法、選択、 P 群の生成法とその生成に用いている乱数について、交差と変異について、という各ステップ内で行っていることについて詳しく述べる。

4.4.1 GA 的アプローチ

真の志望の探索に対するGAのアプローチによる探索の手順について述べる。

まず、対象となる相談者が適性検査を受けていない場合に、前処理として適性検査を実施する。続いて、相談者に対してインタビューを行う。このインタビューでは、進路に関する希望条件について尋ねる。これらの適性検査およびインタビューによって得られるデータを基に探索を開始する。

Step 1 適性検査の判定指数および希望条件データをコーディングし、初期データ列 P_0 を作成する。コーディングの方法については4.4.2で述べる。

Step 2 P_0 に対して評価を行う。評価の方法については4.4.3で述べる。

Step 3 相談者が納得の行く職種を求めることができたとき指導者が判断した場合は終了する。そうでない場合は処理を継続する。

Step 4 P_0 を中心とした乱数によって P_0 に類似したデータ列群（これらを $P_1, P_2, \dots, P_n$ とする）を生成する。ここで用いる乱数については4.4.5で述べる。

Step 5 Step 2 と同様に、 P 群の各データ列に対して評価を行う。

Step 6 Step 3 と同様に、相談者が納得の行く職種を求めることができたとき指導者が判断した場合は終了する。そうでない場合は処理を継続する。

Step 7 P 群の各データ列に対する評価値を基に、データ列の選択を行う。選択については4.4.4で述べる。

Step 8 選択されたデータ列群の任意の2つのデータ列をそれらの途中から入れ換える。これを交差と呼ぶ。交差を行う位置

は確率的に決定する．ここでは，一様乱数を用いる．

Step 9 乱数によってデータを変化させる．これを変異と呼ぶ．変異を行う位置は確率的に決定する．ここでも，Step 8 の交差の場合と同様に一様乱数を用いる．

Step 10 新しく生成したデータ列群を改めて P 群として，step 5 にとぶ．

4.4.2 コーディング法と初期データ列の生成

GA 的アプローチによって真の志望を探索するためには，その基となるデータ列を生成しなければならない．そのコーディングの方法を述べる．コーディングは，適性検査の判定指数と希望条件とを別の方法で行う．

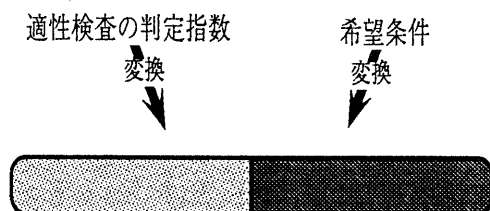


図 3: データ列の構成

1. 適性検査の判定指数のコーディング法

適性検査の判定指数は， $[-5, 5]$ とか $[-20, 20]$ といった区間内の実数値で与えられる．これらを区間 $[0, 100]$ の整数値という形に変換し，コードとする．

2. 希望条件のコーディング法

希望条件は，各項目毎に点数とか，コードと言った形のものをコードとする．例えば，勤務地や所在地という項目の場合，その都道府県を表すコード（JIS C6020）を基に，個々で扱うコードを生成する．また，従業員数や学生数という項目場合は，ある人数を基準として数階級に分け，

その各階級をコードとする．このようにして希望条件の各項目全てについてコーディングを行う．

このようにして適性検査の判定指数と希望条件を別々にコード化し，できたコードを 1 列に並べ，データ列とする（図 3）．このデータ列を P_0 とする．

4.4.3 評価の方法

ファジィ情報である P 群の各データ列を基に，システムがファジィ推論によって進路を選出する．選出した進路を基に，指導者がアドバイスを行うときのヒントになる情報を生成する．この生成した情報が指導に有益であると指導者が判断した場合には，その情報を基に相談者に対してアドバイスを行う．そのアドバイスを行っている時の相談者の様子と応答から指導者が主観的に判断し， P 群の各データ列に対して評価値を与える．一方，有益であると判断しなかった場合には，指導者が自分の主観に基づいてその評価値を決定し，入力する．



図 4: 指導者に対するヒントの生成過程

4.4.4 選択

選択可能データ列の最大値は，予め設定する．その設定された最大値以内の個数になるように，評価値を基にデータ列の削除を行う．削除後，残されたデータ列群に対して，その評価値に比例した形で選択確率を決定し，その確率に基づいて一様乱数によって選択を行う．すなわち，ルーレットルール [11] で選択を行うのである．

4.4.5 P群の生成と三角乱数

P_0 を基に、 $P_1, P_2, \dots, P_n$ を生成する。 $P_1, P_2, \dots, P_n$ は、各データ毎に確率的に生成する。

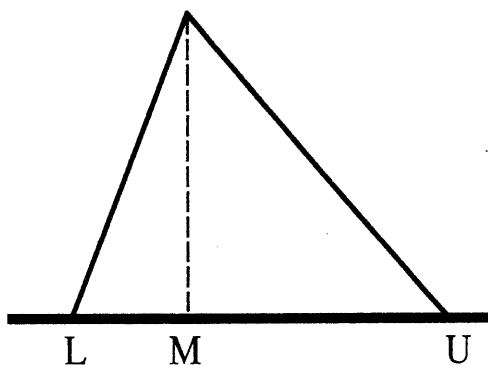


図 5: 三角乱数

ここでは、図5に示すような三角形の確率密度関数によって特徴づけられる乱数（これを三角乱数と呼ぶ）を用いる。この確率密度関数における M, U, L の各値は次の様にして決定している。まず、 M の値は、 P_0 の対応する数値データをそのまま用いる。次に、 U および L の値であるが、これらは適性検査の判定指数より生成したコードと希望条件より生成したコードとでは異ったものを用いている。適性検査の判定指数より生成したコードの場合は、適性検査実行時に“どちらでもない”と回答した回答の個数 Nd によって次の各式によって求まる U', L' をそれぞれ区間 $[0, 100]$ にマッピングする。

$$U' = M + Nd$$

$$L' = M - Nd$$

一方、希望条件より生成したコードの場合、 U, L の各値は、コード毎に異なる値で設定している。例えば、年次有給休暇日数に関するコードの場合、 $L = 0, U = 40$ と設定している。

4.4.6 交差と変異

相談者が進路を絞ることができずに困っている場合、指導者は探索範囲を狭める方向のアドバイスを与えることが必要である。逆に、ある選択基準に固執するあまりに視野が狭くなり、満足する進路を見出すことができずに困っている場合には、探索範囲を広げる方向のアドバイスを与えることが必要である。このような探索範囲の縮小化および拡大化を促すアドバイスを与えるため指導者は、広い視野を持っていることを要求される。しかしながら、現在の指導者が進路指導の専門家ではないため、その視野が固定的になりがちである。指導者に対して進路の絞り込みと広い視野の両方を持ち合わせた支援を行うために、交差および変異を用いる。交差によって、現在のデータ列の近傍探索を行う。この交差による探索が相談者の探索範囲の縮小化に有効となる。また、変異によって、探索範囲の拡大化を図る。視野の狭さが原因で満足度が最高となる進路を見逃してしまうことがあるが、このような場合には視野の拡大化が必要となる。この視野の拡大化に変異が有効である。

また、これら交差と変異および選択によって、適性検査においてクリスプ近似をするときに欠落する情報を補うことも可能となる。

5 進路指導支援システム

これまで述べてきたことを踏まえた支援システムについて述べる。

5.1 システムの構成

システムの構成を図6に示す。

適職判定部 適職判定部は、ファジィ推論部とファジィ推論説明部とで構成される。

ファジィ推論部 職種と適性との間のファジィ関係、適性に関するファジィ情報、進路と希望との間のファジィ関係、および希望

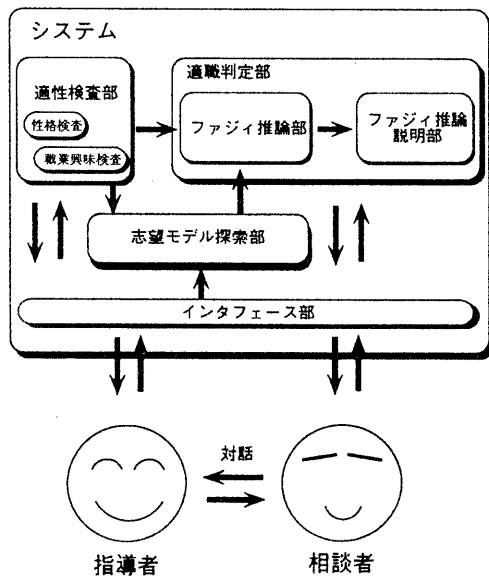


図 6: システムの構成

に関するファジィ情報を基に相談者に適していると考えられる進路群を選出する。

ファジィ推論説明部 相談者に適していると考えられる進路を選出した推論の過程のうち、指導者に有用なものを選出・提示する。

適性検査部 必要に応じて適性検査を実行する。

志望モデル探索部 GA 的手法により、相談者の真の志望に基づいた進路を探索する。

インタフェース部 指導者からの要求や問い合わせ等を内部表現に変換する。逆に、内部表現を指導者にわかる形に変換して提示する。

5.2 システム使用の例

対話例とその対話におけるシステムの利用例を示す。

相談者に適していると思われる進路をシステムが提示する。

システム A 社 技術営業 ... 0.83

その提示された進路を見ながら

相談者 この会社はあまり ...

指導者 どこが気に入らないの？

相談者 もう少し大きなところの方がいいんですが。

指導者がシステムに評価値を入力する。システムは適性検査結果の判定指数と希望条件を基にファジィ推論を行い、別の進路を検索・選出する。

システム B 社 SE ... 0.88

この結果を見ながら、

指導者 B 社の SE なんていうのはどうだい？

相談者 その 0.88 って何ですか？

指導者がシステムに対してこの進路を選出してきた過程の説明を求める。これに対してシステムは、ファジィ関係 R_{OA} , R_{PD} および検索データ列を参照し、進路に対するファジィ一致度の計算過程を提示する。

システム SE ... 0.88

活発性 ... 92

システムが提示した、推論の過程において結果の選出に大きな影響を与えた要因を参照しながら指導者が相談者に新たなコメントを与える。

6 おわりに

本報告では、遺伝的アルゴリズムを応用することによって明確でない進路相談者の志望を探索する方法について検討した。ここで提案した手法に基づくことにより、進路相談者の探索範囲が広い場合にはその縮小化を、逆に狭い場合にはその拡大化を図り、不明確であった志望を明確化することが可能となる。

今後の課題としては、本システムの評価などがある。

参考文献

- [1] 文部省：高等学校学習指導要領，大蔵省印刷局，1972.
- [2] 宮内博：進路指導概論－新しい時代のキャリア・ガイダンス－，文雅堂銀行研究社，1980.
- [3] 山本米雄，尾崎圭司，東條隆，坂本明雄，川上博：パーソナルコンピュータによるカリキュラム相談システム，情報処理学会論文誌，Vol.27，No.7，情報処理学会，1986.
- [4] 佐々木一彦，三上修：パソコンによる就職指導システムの開発と試行，電子情報通信学会技術研究報告 ET87-3，Vol.87，No.79，電子情報通信学会，1987.
- [5] 佐藤修司：産業構造の変化と進路指導，東京大学教育学部紀要第 27 巻，東京大学教育学部，1987.
- [6] 水本雅晴：ファジィ理論とその応用，サイエンス社，1988.
- [7] 文部省：高等学校学習指導要領解説，東山書房，1989.
- [8] 小林元之，平嶋宗，江澤義典，豊田順一：進路指導支援システムの設計，情報処理学会第 43 回全国大会，1991.
- [9] 岡部秀彦：Genetic Algorithm，日本ファジィ学会誌，Vol.3，No.4，日本ファジィ学会，1991.
- [10] 北野宏明：遺伝的アルゴリズム，人工知能学会誌，Vol.7，No.1，人工知能学会，1992.
- [11] 星野力：遺伝的アルゴリズム [1] その信仰と現実，bit，Vol.24，No.9，共立出版，1992.
- [12] 江澤義典，豊田順一，平嶋宗，小林元之：就職指導支援ファジィシステム，平成 4 年電気関係学会関西支部連合大会，1992.
- [13] 小林元之，江澤義典，平嶋宗，豊田順一：進路指導支援システムにおける学生モデルの時間的推移，情報処理学会第 45 回全国大会，1992.