

多属性効用理論に基づく 選択科目のクラス編成支援システムの提案

藤本貴之(Takayuki FUJIMOTO)*

*神奈川工科大学情報学部

*fujimoto@ic.kanagawa-it.ac.jp

松尾徳朗(Tokuro MATSUO)**

**名古屋工業大学大学院工学研究科

**tmatsuo@ics.nitech.ac.jp

概要

学校教育において選択科目は、学生（受講希望者）のモチベーションや学習意欲に大きく影響を及ぼすという点において、極めて大きな役割と可能性を有している。選択科目とは「学生の嗜好性を反映させる」ために設けられているものの、様々な制約上、それが十分に考慮されているとは言いがたい。そればかりか、「学生の嗜好性を反映させるためのシステムにも関わらず、かえって学生の学習意欲を減退させる」というパラドクスさえ内包している。本研究では、選択科目のクラス編成手法の重要性に着目し、従来、機械的な公平性に元になされてきたクラス編成手法の問題点を指摘する。そこから、学生の嗜好性を考慮できる「多属性効用理論に基づくクラス編成手法」を提案する。本研究において提案するクラス編成手法は、シミュレーション実験の結果、従来と比べ優位性を証明することができた。また、本提案に基づき、クラス編成支援システムのプロトタイプを構築した。

1 はじめに

現在の教育現場において、選択科目が占める割合とその重要性は増加し、またその機能にも大きな注目が注がれている。しかし、従来選択科目におけるクラス編成で用いられている方法は、先着順、学年順、抽選など、根拠の乏しい制約のみで決定する場合がほとんどである。そのような従来型的手法では、学生の嗜好が反映されず、選択科目の存在価値が十分に発揮できず、選択科目の選択科目たる機能を十分に全うできているとは言いがたい。

そこで、本研究では、選択科目、とりわけ大学における専門選択科目のクラス編成の持つ重要性に着目し、従来の編成手法の問題点を指摘し、学生の嗜好を反映できるクラス編成手法について提案し、そのプロトタイプシステムについて紹介する。一般に、

人間の意思決定は多属性な嗜好に基づいていると言える。従って、本研究では、人間の現実的な意思決定にそくしたシステムを構築するために、多属性効用理論に基づいたクラス編成手法を用いた支援システムを提案する。クラス編成において学生の希望以外に、講義室の収容人員および重複履修の禁止など複数の制約が考えられるため、制約を付加したクラス編成手法を用いる。

2 選択科目とクラス編成について

2.1 科目選択の要因

学生が科目を選択する時の判断基準は、複数存在すると考えられるが、主として興味・関心に関する基準がアンケートの結果、上位に示された。

基準	人数
興味・関心	11
容易性	9
時間	7
人間関係	6
資格認定のための必要性	3

Table. 1 科目を選択する際の選択基準に関する調査

Table. 1 は、選択科目を希望する際の選択基準に関する調査を表にしたものである。アンケートでは、まず、学生に考えられる基準を調査した。(1) 被験者全員に対して、選択科目での講義選択において考えられる属性を挙げさせ、同一であると考えられる属性をまとめた。同一であると考えられる属性とは、「資格」と「免許」のようなものである。次に、

(1) でまとめた考えられる属性に関して、同一の被験者を対象に、それぞれの被験者が科目を選択する際の基準として重要であると考えられる属性に関して上位3項目を選択させた。その結果基本的に

(1) 興味・関心, (2) 容易性, (3) 資格認定のための必要性, (4) 人間関係, (5) 時間, の5つの要因が示された。まず, 第一の要因は言うまでもなく, 「興味・関心」であり, これはポジティブな要因である。第二の要因としては, 卒業要件を満たすために単位の取得が容易であるか否か, というネガティブな要因が上げられる。そして, 第三の要因として, 資格を得るために選択科目のうち, ある特定の科目を選択する必要があるという要因である。この際, 選択科目として位置付けられたとしても科目を選択しないと資格が得られないという点で, 必須科目的な要素を含んでいる。次に第四の要因として, 人間関係, すなわち担当教員の人物選択という要因がある。そして, 第五の要因は時間的・スケジュール的な要因がある。およそ上記5要因を科目選択の主要因とする。これに対し, 更に, 選択者の協調関係(友達同士で同じ科目を選択する, 等)要因が作用するが, それも基本的には, この5要因を機軸としている。無論, これら5要因には, 当該学校のレベルや体質により差は出るが, 本質的にはこの四要素の役割には変化はないと考えられる。これら5要因が機軸となり, 学生たちの多属的な嗜好が科目の選択行為として表出する。

2. 2 選択科目の問題点

選択科目が運用される上で, 最大の問題点は, 「選択」であるということの限界である。選択科目は「選択科目」である以上, 受講希望者が多くなれば抽選, 学年順, 先着順など, ほとんどの場合ある無根拠な制約の元に機械的公平性を行使し, 受講生を選び出さなければならない。よって, 必ずしも受講希望者が自分の希望する科目を履修できるとは限らず, すなわち選択科目というシステムは, 選択であるが故に, ユーザ(=受講希望者)の嗜好性を充足させることができないというパラドクスを内包している。選択科目とは, 学生の嗜好性(興味・関心・適性)に考慮し, その効用(=満足度)を最大化することを目的に運用されているにも関わらず, 事実上, ユーザの嗜好性を考慮することができないという致命的な欠陥を有するのである。しかも, 選択科目による学生の効用の不充足は, 学生たちの修学意欲やモチベーションを大きく損なわせるという極めて重大な教育学的な危険性をも持ち合わせていることも指摘できる。例えば, 誰よりも当該科目の学習に強いやる気を持っていると自負している学生が, 単

に抽選という尺度でのみで落選し, たいしてやる気もないが, たまたま履修届を提出したに過ぎない学生が抽選によって選抜される。強い学習意欲を持っていた学生は, 「卒業するため」に他の希望しない科目を履修するという現象が生じることになる。逆に, やる気もないのに選抜されてしまった学生は, もともとやる気がないのだからその学習意欲たるは言うまでもない。

3 クラス編成手法の提案とその有効性

本章では, 本研究で提案する多属性効用理論に基づくクラス編成手法の概要を示し, 有効性に関するシミュレーション実験を示す。

3. 1 制約と手法の概要

実際に大学における汎用的な運用を考慮し, ユーザの入力に関する負担が少なくすむシステムが必須であると考えられる。そこで, 学生の入力は極力少なくなるように大きく分けて2点の制約を設ける。この制約は実際の選択科目の希望調査において利用できると考えられる。1点目は物理的な制約であり, 2点目は制度的な制約である。前者は, 講義室の広さ, すなわち収容定員に関する制約である。後者は次の(1)および(2)に分類できる。(1)同時刻における重複履修の禁止, (2)すでに単位取得済科目の履修の禁止である。学生の履修の希望に関して, 本システムでは, 多属性効用理論を用いて決定を支援する。効用とは, 経済学ではあり, ある財を獲得した際のうれしさであると定義される。一般にある選択問題が存在するとき選択肢において2つまたはそれ以上の属性によって特徴づけられる問題は, 多属性効用理論により論じられる。多くの場合, 人間の意思決定は多属性な嗜好に基づき決定されるため多属性効用理論を導入することは妥当であると考えられる。学生が2つ以上の講義のどれを受講すべきか選択する際に, 講義への興味・関心, 容易性など複数の属性に基づいて選択するので多属性効用理論に当てはめて問題を定式化できる。例えば, ある選択問題が存在し, 属性として X, Y があるとす。それぞれの属性に関する値(ある講義のそれぞれの属性に関する嗜好)を x, y としたとき, 次式で多属性効用関数が定義できる。

$$U(x, y) = F(f_x(x), f_y(y))$$

ここで、 f_x および f_y は、ある講義の属性 X (および Y) の属性値 x (および y) における効用関数であり、 F はそれぞれの属性における効用関数を総合するための関数である。 $U(x, y)$ は、ある講義に対する多属性の効用を総合した効用である。

本システムでは、学生が2つ以上の講義のどれを履修すべきか選択する際に、講義への興味・関心、容易性、人間関係など複数の属性に基づいて選択するので、多属性効用理論に当てはめて問題を定式化できる。多属性効用理論に基づく選択科目のクラス編成は、既存の希望順位に基づく講義の割当における重大なパラドクス、すなわち「受講生の効用を考慮するための措置を、受講生の効用を考慮することなく機械的に決定する」という問題を打開するものである。

3. 2 学生の投票

学生は、2. 1 で示した多属性に関して講義ごとに入力する。本研究で示す試作システムにおいては、ユーザは選択科目に関して希望する科目を3つまで認定投票することができる。ここでは3つとしているが、講義室の広さおよび大学の規模により変更することが可能である。特に、開講科目が多い場合においては入力できる数を増やすことでより学生の希望が反映される。希望するそれぞれの科目に関して、学生はそれぞれの属性に関してチェックする。属性は本システムでは、2. 1 で示した(1) 興味・関心、(2) 容易性、(3) 認定のための必要性、(4) 人間関係、(5) 時間の5点である。学生はこれらの属性に関して、3段階で重要度を入力することができる。ここでは経験的に入力の負担が少なくすむように3段階とした。もちろん、一般的には、より多くの段階数が導入されるべきである。学生の入力に基づき、クラス編成が決定される。

学生が投票した後、入力値が計算される。複数の制約や学校側の属性に対する重み付けも可能であるが、本研究で提案するプロトタイプにおいては、多属性線形効用を用いている。多属性効用関数は各属性に関して、重みと属性値の積をすべて足したもので定義されており、最も単純な関数である[註 7]。

なお、この関数は必要に応じて調整および変更可能である。基本的には、学生の効用の和が最大化される組を探索した場合を考える方が望ましいが、卒業要件を考慮に入れ、本プロトタイプでは、2段階の計算方法を用いている。まず、最高学年の学生の入

力値のみは優先的に計算し、その結果最高学年の学生の効用の和が最大化される組を求める。次に残った学生に関して効用の和が最大化される組み合わせを求める。

3. 3 提案手法の有効性

本手法が、前述に述べた既存の方法と比べ有効性を示すためにシミュレーション実験を行った。まず、ある時限に関して選択可能な講義数が3つ存在するとした。学生はそれぞれの講義に関して多属性な嗜好を入力する。学生の入力値に基づき効用が計算される。決定手法には上記で述べたプロトコルを用いた。講義室はそれぞれ100人ずつ収容可能であり、全学生数を300人とした。簡単のため効用は0.1, 0.2, および0.3の3段階を用いた。学生の各講義に関する嗜好は全て一様分布を用いた。図4は本シミュレーションの結果を示したグラフである。既存の多く用いられている手法である、投票順位に基づく決定、先着順に基づく決定、および学年順に基づく決定と本研究で示すプロトタイプシステムにおける手法を比較した。その結果、本研究で示した手法の方が既存の手法と比べ10%程度の改善が見られた。以上、既存の手法よりも本研究で示すプロトタイプシステムで用いた手法の方が有効であることが示された。

学生の効用

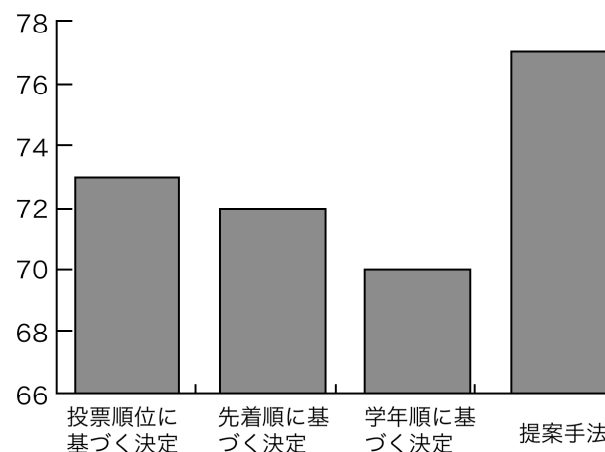


Fig. 3 シミュレーション結果

4 支援システム

本章では、本研究で提案する多属性効用理論に基づく選択科目のクラス編成手法を可能にする支援システムのプロトタイプシステムに関して示す。

4. 1 システムの概要

本システムの構成を Fig.1 に示す。

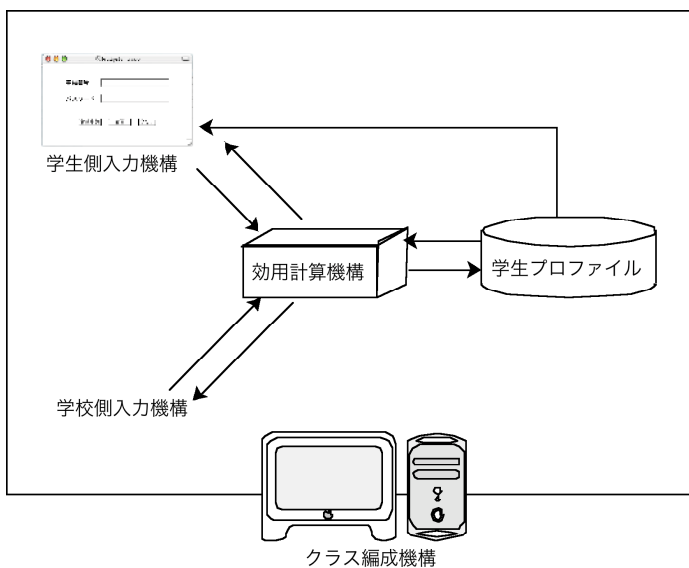


Fig.1 システム構成

まず初期データとして、管理用データファイルには学生が本システムを利用するまでに取得した科目および単位数，取得できなかった科目などが格納されている。すなわち，学生が入力する際には，各ユーザ（学生）に関する情報は事前に準備されており，例えば，複数回の同一科目の受講を禁止するように，受講可能な科目のみが提示される。また，卒業可能な学生に関しては，最低限受講すべき科目数を提示する。禁止事項および警告は，データベースに格納された学生のプロファイルに基づき提示される。ユーザは，入力機構から自らの多属性的な嗜好に基づき各科目ごとに評価値を入力する。入力値は，本研究で示すプロトタイプシステムでは，3段階であり，講義ごとに複数の属性に関して重要度を選択する。学生が入力したデータは，〆切時刻までデータファイルに逐次格納される。一方，学校側の意思を入力するための入力機構では，禁止事項および警告の変更が可能である。その他，学校側は教育的配慮に基づき，属性に関する重み付けや優先される属性の指定も可能である。具体的な機能は次節で詳述する。

4. 2 ユーザインターフェース

Fig.2, Fig.3 は，学生（受講希望者）による受講希望申請の画面である。Fig.4 は，学校側の管理用画面である。学生が入力できる多属性の重要度に関して，計算方法を調整することが可能である。Fig.4 上部の「属性に重みをつける」では，効用計

算の際に学校が教育的な配慮に基づき重要であると考えられる属性に関して，重みをつけた計算が可能である。「制限」では，重複履修などの制限をかけるかなどの選択が可能である。

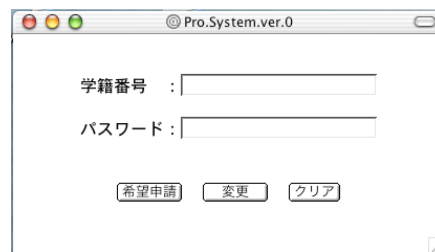


Fig.2 学生側ユーザインターフェース 1



Fig.3 学生側ユーザインターフェース 2

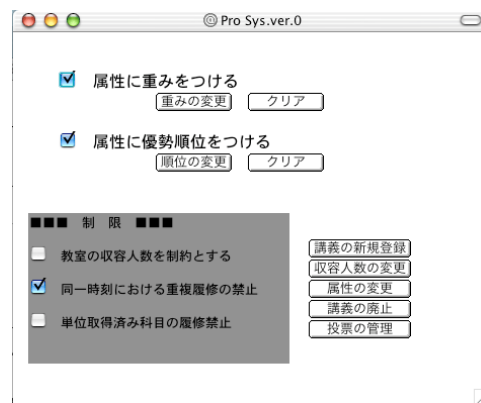


Fig.4 学校側ユーザインターフェース 3

参考文献

- [1] 黒沢惟昭，“教育における「第三の道」”，教育と文化，23号，2001，pp. 4-16
- [2] 今野浩，数理決定法入門，朝倉書店，1992.
- [3] 細江守紀，今泉博国，慶田収，“現代マイクロ経済学”。勁草書房，2000.
- [4] Varian, H. R., “Intermediate Microeconomics: A Modern Approach, 2nd ed.”, W. W. Norton & Company, 1990.
- [5] 石谷久，石川眞澄，“社会システム工学”，朝倉書店，1992.
- [6] Matsuo, T., Ito, T., “A Bidders Cooperation Support System for Agent-based Electronic Commerce”, Developments in Applied Artificial Intelligence, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), 2718, pp. 369-378, Springer, 2003.