

## 多属性評価を用いたGVAベース教授環境割当手法

小澤 潤† 松尾 徳朗† 藤本 貴之‡ 高橋 里司† 齋藤 義人†

†山形大学工学部

‡園田学園女子大学未来デザイン学部

## 1 はじめに

大学において、教員の仕事は講義を行う以外にも多く存在する。たとえば、学内委員や国際会議などへの論文投稿及びジャーナルなどである。従って教員は時間を調整して、全ての仕事を行わなければならない。大学で講義を設置する場合、多くは提出された予定表を基に、時間の割当を行っている。この割当法は大学側の都合が優先され、教員の意図が反映されにくい。講義を設置する際、教員の嗜好を反映することができるならば、教員の意欲の向上にもつながると考えられる。しかし、教員の意図を反映させようとした場合、教室数や講義以外の仕事による時間制限などの制約が存在する。教員の人数が増えれば、教員の意図と制約を満たす割当を行うことは困難になる。本稿では、大学内での個人の仕事量や評価に応じて、講義設置時間を決定する方法を提案する。本手法では、まず各教員の仕事の量や内容を分析し、分析内容から割当に用いるポイントを疑似通貨として計算する。次に、疑似通貨を用いて教室に対して入札を行ってもらい、GVAを使い割当する。

## 2 Generalized Vickrey Auction: GVA

一般化 Vickrey オークション(GVA)プロトコルは Vickrey-Clarke-Groves(VCG)メカニズムから発展したものである。GVAは架空入札者がいない場合にパレート効率的である。オークションプロトコルがパレート効率的であるということは、オークションに参加する全ての参加者の効用の総和、すなわち社会的余剰が最大となる性質を持つことである。財の数が一つであるとき、財は最大の評価値を付けた入札者に割り当てられる。GVAにおいて、まず入札者  $a_i$  はオークションに対して財に対する価格  $V_i^{G_i}$  を申告する。このとき  $G_i$  は財の組合せとする。効率的な割り当ては、評価値の総和が最大となる割り当てとして、 $G^* = \operatorname{argmax}_{G=(G_1, \dots, G_n)} \sum_{i \in N} G_i(x, y)$  のように計算される。オークションは入札者に支払額を告げる、

入札者  $a_i$  の支払額  $P_i$  は  $P_i = \sum_{i \neq j} V_j(G_{\sim i}^*) - \sum_{i \neq j} V_j(G^*)$  と計算される。この  $G_{\sim i}$  は入札者  $a_i$  以外の全ての入札者の評価値の総和が最大化される組み合わせである。なお、入札者  $a_i$  を除いた場合の、他の入札者の評価値の総和が最大化される割り当ては次式で定義される。 $G_{\sim i}^* = \operatorname{argmax}_{G/G_i} \sum_{N-i} V_j(G_j)$ 。全ての参加者の落札するものが決定したとき、入札者  $a_i$  が支払う金額は入札者  $a_i$  がいない状態での最適な財配分の組合せの値段から全ての参加者がいる時の最適な組合せから参加者  $a_i$  以外の支払い金額の総額を引いた値である。

## 3 教授環境割当法

本手法では、教員の仕事評価、評価値を基にした入札、GVAプロトコルによる割当、という段階を踏んでいる。仕事内容の評価によって、教員は割当決定に使用する疑似通貨を得ることができる。このとき、各時間帯にある教室を、一般のオークションにおける財とみなし、参加者は疑似通貨で入札する。参加者を  $A = \{a_1, \dots, a_h, \dots, a_i\}$  とする。

**Step 1(教員の仕事の評価)** 教員は、自らの仕事内容を大学に提出する。大学側は、提出された内容と、教員の昨年度の授業評価などをふまえたリストを作成する。リストアップされた仕事などに大学は重み付けをおこなう。リストアップした仕事を  $T = \{t_1, \dots, t_l, \dots, t_z\}$  とし、各仕事に対する重み付けの集合を  $W = \{w_1, \dots, w_l, \dots, w_z\}$  とし、参加者  $a_h$  各仕事  $t$  の量を  $M_h = \{m_1, \dots, m_l, \dots, m_z\}$  とする。このとき、参加者  $a_h$  が得ることができる疑似通貨の総量  $N_h$  は、各仕事の量と重みの積の総和を担当講義数  $e$  でかけた数として  $N_h = e(\sum_{l=1}^z (m_l w_l)) + \alpha$  で表す。 $\alpha$  の部分は昨年度の疑似通貨の残りや、新任教員への初期追加分などである。表1において、 $N_h = 24$  と

表1: 参加者  $a_h$  の各仕事のリスト

仕事の種類	担当講義	学内委員	論文投稿
重み付け	-	4	1
仕事量	2	2	4

なる。

**Step 2(教員の選好値の入力)** 教員は Step 1 で決定した

A Lecture Space Allocation Method using GVA based on Multi-attribute Evaluation

†Jun Ozawa Tokuro Matsuo† Takayuki Fujimoto‡ Satoshi Takahishi† Yoshihito Saito†

†Department of Informatics, Graduate School of Engineering, Yamagata University

‡Department of Future Design, Sonoda Women's University

表 2: 最初の入札結果

	(C <sub>1</sub> ,C <sub>3</sub> )	(C <sub>1</sub> ,C <sub>4</sub> )	(C <sub>1</sub> ,C <sub>5</sub> )	(C <sub>1</sub> ,C <sub>6</sub> )	(C <sub>2</sub> ,C <sub>3</sub> )	(C <sub>2</sub> ,C <sub>4</sub> )	(C <sub>2</sub> ,C <sub>5</sub> )	(C <sub>2</sub> ,C <sub>6</sub> )	(C <sub>3</sub> ,C <sub>5</sub> )	(C <sub>3</sub> ,C <sub>6</sub> )	(C <sub>4</sub> ,C <sub>5</sub> )	(C <sub>4</sub> ,C <sub>6</sub> )
a <sub>1</sub>	20	10	10	20	0	0	0	0	20	5	0	0
a <sub>2</sub>	0	24	0	15	20	0	0	0	14	20	0	0
a <sub>3</sub>	18	18	0	0	18	18	0	0	18	18	18	18

表 3: 時間帯の選好から組合せを除外した場合

	(C <sub>1</sub> ,C <sub>3</sub> )	(C <sub>1</sub> ,C <sub>4</sub> )	(C <sub>1</sub> ,C <sub>5</sub> )	(C <sub>1</sub> ,C <sub>6</sub> )	(C <sub>2</sub> ,C <sub>3</sub> )	(C <sub>2</sub> ,C <sub>4</sub> )	(C <sub>2</sub> ,C <sub>5</sub> )	(C <sub>2</sub> ,C <sub>6</sub> )	(C <sub>3</sub> ,C <sub>5</sub> )	(C <sub>3</sub> ,C <sub>6</sub> )	(C <sub>4</sub> ,C <sub>5</sub> )	(C <sub>4</sub> ,C <sub>6</sub> )
a <sub>1</sub>	—	—	10	20	—	—	0	0	20	5	0	0
a <sub>2</sub>	0	24	—	—	20	0	—	—	14	20	0	0
a <sub>3</sub>	—	—	0	0	—	—	0	0	18	18	18	18

疑似通貨の総量を上限として、教室の組合せに対して入札する。

**Step 3**(時間帯への選好入力) 時間帯の区切りに、教員の選好を入力する。

**Step 4**(時間帯選好による組合せの減少) システムは Step 3 で入力された時間帯の選好から、最も好む時間帯を教室の数という制約を満たすようにしながら選出する。選出された時間帯を含まない組合せを、Step 2 で入力した教室の組合せから除外する。また、既に割当が決定している教室の組合せがある場合、決定されている教室を含む組合せを除外する。

**Step 5**(GVA メカニズムを用いた割当) システムは Step 3 で残った教室への組合せに対して、GVA メカニズムを用いた割当を実施する。

**Step 6**(割当の決定) システムは Step 3 と Step 4 を、割当が全員決定するまで繰り返す。

#### 4 具体例

参加者は3人、時間帯は3つ、時間帯ごとに2つの教室があるとする。参加者は講義を2つずつ担当している。参加者を  $a_1, a_2, a_3$  とする。時間帯は  $d_1, d_2, d_3$ 、時間帯ごとに  $d_1 = \{c_1, c_2\}, d_2 = \{c_3, c_4\}, d_3 = \{c_5, c_6\}$  と講義教室をもっている。参加者ごとに  $a_1 = 20, a_2 = 24, a_3 = 18$  の  $N$  を与えられる。参加者は時間内の教室の組合せに対して入札を行う。入札結果は表 2 の通りである。次に、時間帯への選好を入力してもらい、選好の入札結果は表 1 の通りである。

表 4 の最も高い選好の組合せは  $(a_1, a_2, a_3) = (d_3, d_2, d_3)$  となる。この結果をもとに、入力された教室の組合せから、選考された時間帯を含むものを抽出する。抽出した結果は表 3 である。参加者への割当はそれぞれ  $a_1 = (c_1, c_6), a_2 = (c_2, c_3), a_3 = (c_4, c_5)$  となり、このとき各参

表 4: 参加者の各項目への入札

		$a_1/a_2/a_3$
$d_1$	$c_1, c_2$	3/2/2
$d_2$	$c_3, c_4$	2/1/3
$d_3$	$c_5, c_6$	1/3/1

加者の支払額は  $P_1 = 42 - 38 = 4, P_2 = 38 - 38 = 0, P_3 = 44 - 40 = 4$ , となる。これで各参加者に講義環境が割当られた。この例では、割当が1回で終了したため Step 6 は行われなかった。

#### 5 おわりに

本稿では、大学で講義を設置する場合に、組合せオークションの考えを用い、教師の意図を反映させた割当法を提案した。組織内で、提案手法を実施する場合は、架空名義入札は行うことはできない。しかし、組織内で行うことを前提とした場合、それぞれの参加者が結託して、支払額を減らすことができると考えられる。本稿では教員の意図を反映させることに重点をおいているが、講義を受ける学生の意図を反映することができるならば、よりよい講義の割当といえる。そのため、片方の意見だけではなく、学内で講義に参加する人全ての意図を反映させる方法を模索する。このような、2つの観点からの割当を行う手法が今後の課題である。

#### 参考文献

- [1] 松尾徳朗, 伊藤孝行, Robert W.DAY, 新谷虎松, 架空名義入札者発見に基づく不正入札に頑健なオークションメカニズム (The 20th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2006 1B2-4)
- [2] ハル・R・ヴァリアン, 入門ミクロ経済学 第7版, 勁草書房, 2007