

# Gentle

Takumu Shimizu

Tokyo University of Agriculture and Technology

shimizu@katfujii.lab.tuat.ac.jp

## 1 Negotiation Management

Gentle は、サンプルコードの一つである *AdaptiveAegnt* を継承しており、それぞれの相手に対して独立に交渉を行う。また、交渉の選択は継承元のクラスと同一であり、自分の需要 ( $q^{need}$ ) が満たされるまで全ての相手との交渉を継続する。 $q^{need}$  は外的取引量からその日の合意した取引量を引いたものである。特に utility function は設定しておらず、主に価格を重視して判断する。判断の基準となる取引データを次に示す。

$i$  : simulation step,  $j$  : negotiation step,  $t^{nego}$  : negotiation time

$n_{offer}^{contract}$  : 自分の offer による合意の数,  $n_{accept}^{contract}$  : 自分の accept による合意の数

$p^{max}$  : その交渉における unit price の最大値,  $p^{min}$  : その交渉における unit price の最小値

$p^{best\_contract}$  : 交渉相手との合意価格の中で自分にとって最も良いもの

$p^{worst\_contract}$  : 交渉相手との合意価格のなかで自分にとって最も悪いもの

$p_{i,j}^{opp\_offer}$  :  $i$  日目  $j$  ステップ目の相手の offer 価格

$p_i^{best\_selling} = \max(p_{i,0}^{opp\_offer}, p_{i,1}^{opp\_offer}, \dots, p_{i,j}^{opp\_offer})$

$p_i^{best\_buying} = \min(p_{i,0}^{opp\_offer}, p_{i,1}^{opp\_offer}, \dots, p_{i,j}^{opp\_offer})$

### 1.1 Offering Strategy

Gentle は、いくつかの取引データをもとに offer の価格 ( $p^{offer}$ ) および取引量 ( $q^{offer}$ ) を決定する。その際、これらの記号  $\succeq, \prec$  を、価格に関してエージェントにとって良いか悪いかを表す大小関係として定義する。この時、売り手エージェントであれば  $5 \prec 10$  は真であり、買い手エージェントであれば  $5 \succeq 10$  は真となる。式中の  $s^{offer}$  は offer に関する slack 変数であり、この値が大きいほど強気な offer をする。また、閾値  $\tau$  は、与えられた価格が自分にとって悪いかどうかの判断基準を表す。

$$p^{offer} = \begin{cases} \frac{p^{max} + p^{min}}{2} \times (1 + type \times s_{offer}) & \text{if } n_{accept}^{contract} + n_{offer}^{contract} = 0 \\ p^{worst\_contract} & \text{if } n_{accept}^{contract} \geq 1 \text{ and } p^{worst\_contract} \succeq \tau \\ & \text{or } n_{accept}^{contract} < 1 \text{ and } n_{offer}^{contract} \geq 1 \\ p^{worst\_contract} \times (1 + type \times 0.1) & \text{if } n_{accept}^{contract} \geq 1 \text{ and } p^{worst\_contract} \prec \tau \end{cases}$$
$$q^{offer} = q^{need}$$

$$type = \begin{cases} 1 & \text{if selling} \\ -1 & \text{if buying} \end{cases}$$

$$s_{offer} = 0.2 - 0.5 \times \min\left(\frac{t^{nego}}{0.3}, 1\right)$$

$$\tau = \begin{cases} p^{max} - 19^{-0.2} \times (p^{max} - p^{min}) & \text{if selling} \\ p^{min} + 19^{-0.2} \times (p^{max} - p^{min}) & \text{if buying} \end{cases}$$

## 1.2 Acceptance Strategy

Gentle は、いくつかの取引データをもとに受け入れる unit price ( $p^{accept}$ ) を決定する。取引量については考慮しない。式中の  $s^{accept}$  は、accept に関する slack 変数であり、この値が大きいほど譲歩して受諾する。また、変数  $r$  は相手の譲歩率の変化の割合を表す。

$$p^{accept} = \begin{cases} \max(p_i^{best\_selling}, p^{best\_contract} \times (1 + s_{accept})) & \text{if selling} \\ \min(p_i^{best\_buying}, p^{best\_contract} \times (1 - s_{accept})) & \text{if buying} \end{cases}$$

$$s_{accept} = \begin{cases} 0.2 & \text{if } r \geq 3 \\ 0 & \text{if } r < 3 \end{cases}$$

$$r = \frac{p_{i,j}^{opp-offer} - p_{i,j-1}^{opp-offer}}{p_{i,j-1}^{opp-offer} - p_{i,j-2}^{opp-offer}}$$

## 2 Risk Management

全く合意できないというリスクを対処するため、Gentle は Self factor ( $S$ ) をもとに譲歩した Offer を行う。具体的には、次のような条件下で譲歩する。ここで、 $t^{sim}$  は simulation time を表す。

- 1: if  $t^{sim} > 0.3$  and  $S < 0.5$ :
- 2:  $s^{offer} = s^{offer} - 1$

Self factor は、自身の交渉の進捗を表す指標であり、次のように求められる。

$$S = \frac{2}{3}AR + \frac{1}{3}AP$$

$$AR = \begin{cases} \frac{\text{number of success simulation steps}}{i} & \text{if Gentle has one or more agreements} \\ 1 & \text{if Gentle has no agreement} \end{cases}$$

$$AP = \begin{cases} 0.5 - type \times \frac{p^{prev\_contract} - TP}{TP} & \text{if Gentle has one or more agreements} \\ 0.5 & \text{if Gentle has no agreement} \end{cases}$$

$p^{prev\_contract}$  : 直近の合意価格  
 $TP$  : trading price

## 3 Evaluation

Gentle を *LearningAgent* および *AdaptiveAgent* を対戦相手としてシミュレーションを行った。その結果を表 1 に示す。

表 1 Gentle のシミュレーション結果

Agent	score	min	Q1	median	Q3	max
Gentle	1.060164	0.581421	0.964384	1.064991	1.130878	1.705256
<i>LearningAgent</i>	0.967132	0.553072	0.858785	0.958567	1.050838	1.708739
<i>AdaptiveAgent</i>	0.903169	-0.072392	0.833647	0.971782	1.049998	1.146752

結果から、Gentle は min から max の全てのスコアにおいて他のエージェントと同等かそれ以上となっている。よって、多くの場面で Gentle の交渉戦略が優れていると言える。このような結果になった理由としては、Gentle は  $p^{worst\_contract}$  を考慮していることが挙げられる。この  $p^{worst\_contract}$  は、交渉相手が受け入れるかどうかの基準として用いる価格であるため、これに近い価格で offer することでより多くの合意を引き出すことができる。