

農業情報共有システムにおける 情報提供者へのインセンティブ量決定手法の設計

戸嶋 丈士† 高橋 晶子†

(独) 国立高等専門学校機構 仙台高等専門学校†

1. はじめに

農家の高齢化や後継者不足により、日本国内において新規就農者を支援する取組みが進んでおり[1]、経験豊富な農家（以下、篤農家と記載）の持つノウハウを新規就農者に共有することが求められている。しかし、篤農家が持つノウハウは日々の作業の中で会得したものが多いため、篤農家にとって自身のノウハウを提供することは大きな負担となり、新規就農者に対する十分なノウハウの共有は困難である。従って、篤農家が負担を負ってでもノウハウを提供しても良いと考える誘因（インセンティブ）を、篤農家に対して付与する手法が求められる。

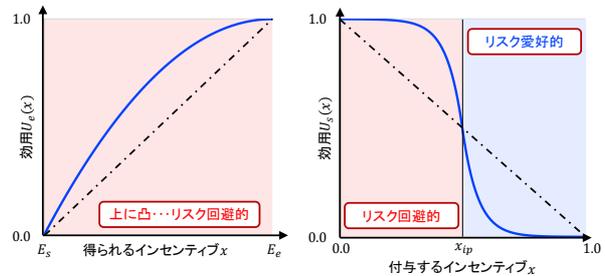
そこで本稿では、篤農家の意思と情報共有システム側の意思を考慮し、篤農家とサービスの代理となるソフトウェアエージェント間の自動交渉による、篤農家への付与インセンティブ量決定手法を提案し、評価実験によって提案手法の有効性について確認する。

2. 関連研究と提案

利用者による情報提供促進をはじめとした人間の行動を促進・改善する手法として、ある行動をとったもしくは改善した対象者にインセンティブを付与する手法がある[2][3]。これらの手法では、個人の価値観によって行動の促進に必要なインセンティブの量が異なることや、金銭的インセンティブには財源が必要であり、システムやサービスの持続可能性を鑑みて付与する金銭的インセンティブの量を最低限の程度に削減する必要があることが述べられている。

さらに、農業におけるノウハウは言語化が困難な暗黙知に基づくものが多いとされる[4]。このような暗黙知の提供は、言語化が容易な一般的な情報、いわゆる形式知の提供と比較して困難であり、情報提供者への負担も比較的大きいと考えられる。そのため、篤農家に対してインセンティブを付与し、暗黙知の提供を促すことが可能な情報共有手法が求められる。

以上のことから、ノウハウの提供を促進する



(a) 篤農家効用関数 (b) システム側効用関数
図1 効用関数の概形

ためには、限られたインセンティブ資源の下で、価値観の異なるそれぞれの篤農家に対し、ノウハウの提供促進に十分な量のインセンティブを与える必要がある。

そこで本研究では、限られたインセンティブ資源を考慮してシステムの持続可能性を考慮しつつ、質の高いノウハウを提供する篤農家の意思を尊重するために、ソフトウェアエージェント間の自動交渉によるインセンティブ量決定手法を提案する。

3. 自動交渉を用いた情報提供者へのインセンティブ量決定手法

本研究で提案する情報提供者へのインセンティブ量決定手法は、ノウハウを提供する篤農家、篤農家からのノウハウ収集と新規就農者へのノウハウ共有を行うシステムの2者間で自動交渉を行うことでインセンティブ量を決定する。この自動交渉は Alternating Offers Protocol[5]に従い、篤農家の代理となる篤農家エージェントとシステムの代理となるシステム側エージェント間で行われる。篤農家エージェントは篤農家の意思を表現する効用関数（篤農家効用関数）を持ち、システム側エージェントはシステム側の意思を表現する効用関数（システム側効用関数）を持つ。ここで、インセンティブ量を x 、篤農家のノウハウに対する自己評価を E_e 、システムや利用者によるノウハウの評価を E_s 、システム側効用関数の変曲点を x_{ip} とし、篤農家効用関数 $U_e(x)$ とシステム側効用関数 $U_s(x)$ をそれぞれ以下のように定義する。また、図1にそれぞれの効用関数の概形を示す。

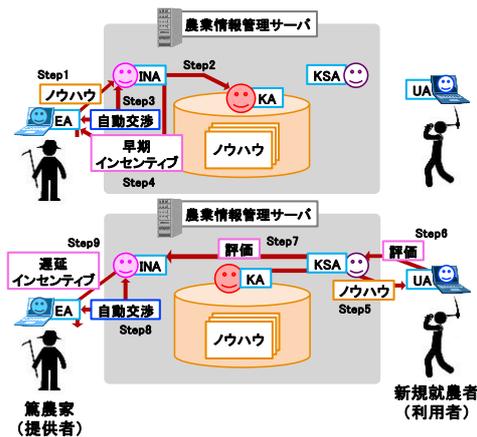


図2 農業情報共有モデルの概要

$$U_e(x) = \begin{cases} \max\left(0, -\frac{(x - E_e)^2}{E_e|E_e - E_s|} + 1\right) & (x \leq E_e \wedge E_s \leq E_e) \\ 1 & (E_e < x \vee E_e < E_s) \end{cases}$$

$$U_s(x) = \begin{cases} -\frac{1}{2} \exp\left(\frac{\alpha(x - x_{ip})}{x_{ip}}\right) + 1 & (x \leq x_{ip}) \\ \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{\alpha(x - x_{ip})}{x_{ip}}\right) & (x_{ip} < x) \end{cases}$$

ただし、 α は効用関数の傾きを調整するパラメータであり、 x_{ip} は以下の式によって定義する。

$$x_{ip} = r \cdot E_s$$

$$r = \min\left(\frac{\sum_{i=1}^N (E_{si} \times I_i)}{\sum_{i=1}^N (E_{ei} \times I_i)}, 1\right), I_i = \frac{u_i}{\sum_{j=1}^N u_j}$$

$U_e(x)$ はリスク回避関数であり、交渉の失敗を避けようとする篤農家の意思を表現している。一方 $U_s(x)$ は、変曲点 x_{ip} においてリスク回避関数からリスク愛好関数に変化する関数であり、信頼できる篤農家の意思を尊重し、信頼に値しない篤農家に対しては付与するインセンティブ量を抑制するシステム側の意思を表現している。

本研究で提案するインセンティブ量決定手法を適用した農業情報共有モデルの概要を図2に示す。農業情報共有モデルは、以下のエージェントと利用者との通信を行う農業情報管理サーバから構成する。

EA : 篤農家の代理となる篤農家エージェント
 INA : システムを代理して交渉を行うインセンティブ交渉エージェント

KA : ノウハウを管理する管理エージェント
 KSA : ノウハウを利用者に共有するノウハウ共有エージェント

UA : 利用者の代理となる利用者エージェント
 農業情報共有モデルは、図2に示す処理の流れに従い、ノウハウの価値を考慮したインセンティブの付与を行うことで、篤農家によるノウハウ提供を促しつつ、新規就農者をはじめとした利用者に対し農業情報の共有を行う。

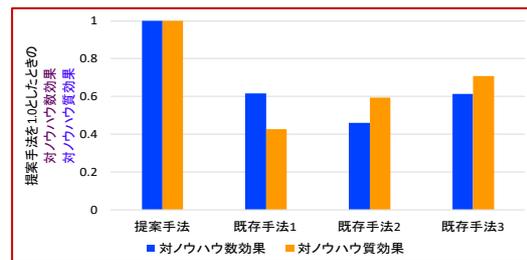


図3 実験結果

4. 実験と評価

本研究で提案するインセンティブ量決定手法の有効性を確認するため、提案手法と3つの比較対象となる既存手法を用いた実験を行った。実験は、効用関数のパラメータを $\alpha = 10$ とし、篤農家400人とシステムの利用者3000人を想定した。この条件下で、篤農家と利用者が交互に100回ずつ行動し、提供されたノウハウ数の合計 N_{KH} と提供されたノウハウの質の平均 \bar{Q} 、システム側が支払ったインセンティブの総量 I から、以下の式により算出した対ノウハウ数効果 E_N と対ノウハウ質効果 E_Q を実験結果とした。

$$E_N = \frac{N_{KH}}{I}, E_Q = \frac{\bar{Q}}{I}$$

図3に算出した対ノウハウ数効果 E_N と対ノウハウ質効果 E_Q に関する結果を示す。対ノウハウ数効果 E_N に関して、提案手法は既存手法1に対して+62.7%、既存手法2に対して+117%、既存手法3に対して+62.8%優れた結果を示した。また、対ノウハウ質効果 E_Q に関して、提案手法は既存手法1に対して+134%、既存手法2に対して+68.7%、既存手法3に対して+41.5%優れた結果を示した。以上のことから、提案手法は既存手法と比べて、付与するインセンティブ量を抑制しつつ、収集するノウハウの量と質を共に向上させることができたといえる。

5. おわりに

本稿では、篤農家とシステム側の意思を考慮したインセンティブ量決定手法を設計し、複数の篤農家と利用者を想定した実験を行うことでその有効性を確認した。

参考文献

- [1] 農林水産省：平成23年度食料・農業・農村白書（参照2018-12-05）。
- [2] 田仲理恵，新熊亮一ほか：ソーシャルネットワークにおけるクチコミに対するインセンティブ報酬を用いた行動促進手法，情報処理学会論文誌，Vol.56，No.7，pp.1549-1558（2015）。
- [3] Cohen, Y.S. and Shmueli, E.: Money Drives: Can Monetary Incentives based on Real-Time Monitoring Improve Driving Behavior?, Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol., Vol.1, No.4, Article 131 (2017).
- [4] 磯江陽生，仲谷善雄：農業における失敗事例に基づく経験・知識の継承支援の試み，情報処理学会第73回全国大会。
- [5] Rubinstein, A.: Perfect Equilibrium in a Bargaining Model, Econometrica, Vol.50, No.1, pp.97-109 (1982).