

農業資源の活用に向けた農業従事者・農地の組み合わせ計量方式

A combination computation method between farmers and farmland for agricultural resources utilization.

千本松 千尋[†], 林 康弘[‡], 清木 康[‡]

Chihiro SENBONMATSU[†], Yasuhiro HAYASHI[‡], Yasushi KIYOKI[‡]

武蔵野大学 データサイエンス学科

Department of Data Science, Musashino University

Email: [†]s2222020@stu.musashino-u.ac.jp, [‡]{yhayashi, y-kiyoki}@musashino-u.ac.jp

あらまし：本研究の目的は、農業資源を効率的に活用するために、農業従事者と農地の組み合わせ最適化方式を実現する点にある。本方式は、農業従事者と農地に関する情報をデータベース上で数値化し、農業従事者と農地の空間的特徴、農業従事者が収穫したい作物の特徴、農地と作物との相性、農業従事者らが従事可能な労働時間という4項目を対象として農業従事者と農地の最適な組み合わせを計量する。本方式が対象とする、組み合わせは農業従事者と農業従事者、農業従事者と農地である。今回、農業従事者、農地、作物についての知識ベースの構築、特徴量の4項目それぞれの妥当性評価、組み合わせ提案のための計算方法の構築を行った。これらの取り組みにより、農業資源を効率的に活用するための農場従事者・農地のマッチングシステムの実現が期待できる。本発表では、これまでの取り組み成果と今後の展開について述べる。

キーワード：農業資源, 知識ベース, マッチング, 農地, 農作物

1. はじめに

本研究の目的は、農業資源を効率的に活用するために、農業従事者と農地の組み合わせ最適化方式を実現する点にある。本方式は、農業従事者と農地に関する情報をデータベース上で数値化し、農業従事者と農地の空間的特徴、農業従事者が収穫したい作物の特徴、農地と作物との相性、農業従事者らが従事可能な労働時間という4項目を対象として農業従事者と農地の最適な組み合わせを計量する。

都市農地は市街地及びその周辺地域にある農地である。農林水産省によると都市居住者の79.5%が都市農地を保全すべきと考えている。都市農地と周辺住民のマッチングを行い、周辺住民が協力して農業を行うことで、都市農地の保全を行うことができる。また、収穫物を販売することで収益を得て周辺住民が副業として農業を行うことができると考えた。

2. 提案方式

本方式は、1人の農業従事者と農業従事者のグループ、農業従事者と農地についての組み合わせを計算する。本方式では、2人以上の農業従事者が集まって、1つまたは複数の畑で協力して作業することをグループと定義する。対して未だグループに属していない農業従事者を個人農業従事者と定義する。また、ユーザの意思によって決めることが可能な変数をユーザ変数と定義する。

本方式は作物の知識ベース、農地のデータベース、農業従事者のデータベースから4項目について計算し、その結果を統合する計算によって構築される。

本方式における4項目の計算結果は正規化された値(-1から+1)として表現される。-1をネガティブもしくは負の関連がある、0をネガティブでもポジ

ティブでもない、もしくは関連がない、1をポジティブもしくは正の関連があると意味的に解釈する。

2.1 グループと個人農業従事者の距離計算

グループが保有している農地の緯度と経度を $P_1(\varphi_1, \lambda_1) \dots P_n(\varphi_n, \lambda_n)$ とする。グループの緯度 φ と経度 λ は式1と式2によって計算される。

$$\begin{pmatrix} v_{xi} \\ v_{yi} \\ v_{zi} \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} R \cdot \left(\cos\left(\frac{\varphi_i \pi}{180}\right) \cdot \cos\left(\frac{\lambda_i \pi}{180}\right) \right) \\ R \cdot \left(\cos\left(\frac{\varphi_i \pi}{180}\right) \cdot \sin\left(\frac{\lambda_i \pi}{180}\right) \right) \\ R \cdot \sin\left(\frac{\varphi_i \pi}{180}\right) \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n v_i \quad (1)$$

$$(\varphi, \lambda) = \left(\arctan\left(\frac{v_y}{v_x}\right), \arctan\left(\frac{v_z}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}}\right) \right) \quad (2)$$

x はユーザ変数である。 x はユーザに近いとも遠いとも感じない距離を代入する。 R は地球の半径であり6378.137とする。 $\varphi_1, \lambda_1, \varphi_2, \lambda_2$ はそれぞれ地点1と地点2の緯度と経度とする。距離 d は式3と式4により計算される。

$$\Delta X := R \cdot \left(\cos\left(\frac{\varphi_2 \pi}{180}\right) \cdot \cos\left(\frac{\lambda_2 \pi}{180}\right) - \cos\left(\frac{\varphi_1 \pi}{180}\right) \cdot \cos\left(\frac{\lambda_1 \pi}{180}\right) \right)$$

$$\Delta Y := R \cdot \left(\cos\left(\frac{\varphi_2 \pi}{180}\right) \cdot \sin\left(\frac{\lambda_2 \pi}{180}\right) - \cos\left(\frac{\varphi_1 \pi}{180}\right) \cdot \sin\left(\frac{\lambda_1 \pi}{180}\right) \right)$$

$$\Delta Z := R \cdot \left(\sin\left(\frac{\varphi_2 \pi}{180}\right) - \sin\left(\frac{\varphi_1 \pi}{180}\right) \right)$$

$$C = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2 + (\Delta Z)^2} \quad (3)$$

$$d = R \cdot 2 \cdot \arcsin\left(\frac{C}{2}\right) \quad (4)$$

また、計算された距離 d の正規化された値 y (-1から1) は式5により計算される。

$$y = \frac{(x-d)}{x} \quad (5)$$

2.2 農業従事者が収穫する作物の一致度計量

個人農業従事者とグループの収穫意思は作物を収穫したい時に 1, 作物を収穫したくない時に 0 と定義される. n を作物の種類, l と m を個人農業従事者とグループの作物 n の収穫意思と定義する. 一致度 y は式 6 によって計算される.

$$y = \frac{1}{n} \sum_{k=i}^n \begin{cases} 1 & l_i = m_i \\ 0 & l_i \neq m_i \end{cases} \quad (6)$$

2.3 農地と作物の相性計算 (土壌要素)

農地の保有している土壌は 0(保有していない)と 1(保有している)で表現する. また, 作物が適している土壌は-1(適していない)と 0(どちらとも言えない)と 1(適している)で表現する. 作物と農地の各土壌項目で内積計算を行い, -1 から 1 に正規化を行う. 正規化には正規分布を用いる. 理由は, 計算結果の絶対値が小さくなる確率が高いと考えられるからである.

x は農地の保有する土壌, y は作物の最適な土壌である. また ϕ は標準正規分布の累積分布関数である. また, 正規化された値 s は式 7 によって計算される.

$$N := (x_1 \cdot y_1) + (x_2 \cdot y_2) + (x_3 \cdot y_3) + (x_4 \cdot y_4) + (x_5 \cdot y_5) \\ s = 2 \cdot \phi(N) - 1 \quad (7)$$

2.4 農地と作物の相性計算 (pH 要素)

pH が作物の適正範囲内にあれば 1, 範囲外であれば-1 と表現する. x_1 と x_2 を作物の適正 pH の下限と上限とする. また n を農地の pH と定義する. pH 要素による農地と作物の相性結果 y は式 8 によって計算される.

$$y = \begin{cases} 1, & x_1 \leq n \leq x_2 \\ -1, & x_1 > n, n > x_2 \end{cases} \quad (8)$$

2.5 農地と作物の相性計算 (気温要素)

作物が発芽・成長に必要な気温範囲をそれぞれ発芽気温範囲, 育成気温範囲と定義する. 作物が発芽・成長に最適な気温範囲をそれぞれ発芽適温範囲, 育成適温範囲と定義する.

$(x_1, x_2 \dots x_{12})$ を月ごとの気温, (n_1, n_2) を発芽気温範囲, (n_3, n_4) を発芽適温範囲, (l_1, l_2) を育成気温範囲, (l_3, l_4) を育成適温範囲, n を収穫期間とする. ある月 i の正規化された相性指標 s は式 9 で表される.

$$f_1(x) := \frac{-1}{(n_1 - n_3)} \cdot x + n_1 \cdot -1 \cdot \frac{-1}{(n_1 - n_3)} \\ f_2(x) := \frac{1}{(n_4 - n_2)} \cdot x + n_2 \cdot -1 \cdot \frac{1}{(n_4 - n_2)} \\ f_3(x) := \frac{-1}{(l_1 - l_3)} \cdot x + l_1 \cdot -1 \cdot \frac{-1}{(l_1 - l_3)} \\ f_4(x) := \frac{-1}{(l_4 - l_2)} \cdot x + l_2 \cdot -1 \cdot \frac{1}{(l_4 - l_2)} \\ N(x) := \begin{cases} f_1(x), & n_1 < x \leq n_3 \\ 1, & n_3 \leq x \leq n_4 \\ f_2(x), & n_4 < x \leq n_2 \\ 0, & n_1 > x, n_2 < x \end{cases} \\ L(x) := \begin{cases} f_3(x), & l_1 < x \leq l_3 \\ 1, & l_3 \leq x \leq l_4 \\ f_4(x), & l_4 < x \leq l_2 \\ 0, & l_1 > x, l_2 < x \end{cases} \\ J := \begin{cases} 1, & l_1 \leq x_i \dots x_{(i+n)} \leq l_2 \\ 0, & l_1 > x_i \dots x_{(i+n)}, l_2 < x_i \dots x_{(i+n)} \\ 0, & n_1 > x_i, n_2 < x_i \end{cases} \\ s = (J \cdot \frac{1}{(n+1)} \cdot (N(x_i) + \sum_{k=i}^n L(x_k))) \cdot 2 - 1 \quad (9)$$

2.6 農業従事者が従事可能な労働時間の計算

従事可能曜日は 1(グループと個人農業従事者の従事希望曜日が同じ)と 0(グループと個人農業従事者の従事希望曜日が異なる)により定義される. この計算においてユーザ指標は個人農業従事者の結果の重要度を決定する.

X を従事可能曜日, x_1 を個人農業従事者の希望始業時刻, x_2 を個人農業従事者の希望終業時刻, y_1 をグループの希望始業時刻, y_2 をグループの希望終業時刻, n をユーザ指標とする. 労働時間の指数 n は式 10 によって計算される.

$$n = \left(\frac{\max(0, \min(x_2, y_2) - \max(x_1, y_1))}{x_2 - x_1} \cdot n + \frac{\max(0, \min(x_2, y_2) - \max(x_1, y_1))}{y_2 - y_1} \cdot (1 - n) \right) \cdot X \quad (10)$$

$n_1, n_2 \dots n_i$ は同じグループと農業従事者の組み合わせで計算された n が i 個あると定義される. また正規化された値 s は式 11 によって計算される.

$$s = \max(n_1, n_2 \dots n_i) \cdot 2 - 1 \quad (11)$$

2.7 要素統合計算と組み合わせの算出

計算された要素で構成されたベクトルとすべてが 1 で構成されたベクトルのコサイン類似度を計算する.

2.1 の結果は x_1 , 2.2 の結果は x_2 , 2.3 の結果は x_3 , 2.4 の結果は x_4 , 2.5 の結果は x_5 である. 組み合わせの指標 y は式 12 によって計算される.

$$y = (x_1 \cdot 1) + (x_2 \cdot 1) + (x_3 \cdot 1) + (x_4 \cdot 1) + (x_5 \cdot 1) \quad (12)$$

3. まとめ・展望

本研究で提案した方式によって農業従事者・農地の組み合わせの計量ができた. 今回は農業従事者, 農地におけるデータベースの作成, 作物の知識ベースの構築, 特徴量 4 項目と組み合わせ提案の計算方法の妥当性評価を行った.

また, 計算要素の追加や計算, 検索時の曖昧性の追加を行うことによって, 柔軟な組み合わせ提案を可能にし, 人のポジティブ, ネガティブの感性により近い条件の設定や組み合わせを行うことができるのではないかと考えた.

参考文献

- (1) 都市農業・都市農地に関するアンケート, 農林水産省 農村振興局 都市農村交流課 都市農業室 (2012)
- (2) Yasuhiro Hayashi, Yasushi Kiyoki, Yoshinori Harada, Kazuko Makino, Seigo Kaneoya, "A Spatio-Temporal and Categorical Correlation Computing Method for Inductive and Deductive Data Analysis," Information Modelling and Knowledge Bases XXXV, Volume 380, pp.287-296, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, IOS Press, (2023)