

人間の振る舞いを表現可能な情報伝播モデルの構築

Construction of Information Propagation Model Representing Human Behaviors

上鍋 秀幸[†]

Hideyuki KANNABE

能登 正人[†]

Masato NOTO

森住 哲也[‡]

Tetsuya MORIZUMI

木下 宏揚[‡]

Hirotsugu KINOSHITA

1. はじめに

人間の思考回路は多様かつ複雑であり、人々はそれぞれが異なる価値基準を持っているため、同じ情報であっても、受け手によってその情報の価値は異なる [1]. 身近な例として、様々な価値基準を持った者が集まるインターネットに着目してみる。インターネット上には無数の情報が散在しており、ある情報に対して Web 検索を行っても、検索者自身の知識や経験則からのみで検索を行うため、所望の情報まで辿り着けなかったり、検索効率が悪い場合がある [2]. そこで、検索者は知識や経験が豊富な熟練者や専門家からの助言を受けることで、効率良く精度の高い情報検索を行うことが出来る。しかし、熟練者や専門家は、知識や経験が乏しい未熟な検索者から助言を受けても、信頼性の欠ける助言なため、探索効率や情報の精度が落ちる場合もある。つまり、より良い情報を得られるかどうかは、情報交換を行う者同士の価値基準の違いが影響してくる。より良い社会システムを構築するためには、こういった人から人へ情報が伝播する様子を適切に分析する必要がある。

本研究では、Particle Swarm Optimization (PSO) を用いた情報伝播モデルを提案する。様々な特徴を持った評価関数を用いることで人間の多様な価値基準を表現し、評価関数の違いによって他者との価値基準の違いのアナロジーを表現する。本モデルを用いることで、情報を評価する人間が持つ価値基準の違いによって、情報交換を行う際にどのような影響が現れるのかを分析し考察する。

2. 提案モデル

PSO とは、虫や動物といった生物の群としての振る舞いに着目した群知能を基にしたメタヒューリスティクスの 1 つである。本研究では、群知能を基にした最適化手法である PSO を用いた情報伝播モデルを提案する。PSO における Particle をエージェントとし、情報交換形態である Gbest モデル、Lbest モデルを用いて、人々がインターネットを通じて集まり、情報交換を行う際のコミュニティを構築する。また、エージェントの価値基準として様々なベンチマーク関数を用いる。これらの評価関数の違いはインターネット社会における人々の多様

な価値基準のアナロジーとみなす。各々のエージェントには性質の異なる以下の評価関数を与える。

(a) 単峰性の Sphere 関数

$$f_a(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n x_i^2 \quad (1)$$

(b) 弱い多峰性の Bohachevsky 関数

$$f_b(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^{n-1} (x_i^2 + 2x_{i+1}^2 - 0.3 \cos(3\pi x_i) - 0.4 \cos(4\pi x_{i+1}) + 0.7) \quad (2)$$

(c) 強い多峰性の Rastrigin 関数

$$f_c(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10) \quad (3)$$

(d) 悪スケール性の Weighted-Sphere 関数

$$f_d(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n i \cdot x_i^2 \quad (4)$$

(e) 変数間依存性の Rosenbrock 関数

$$f_e(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^{n-1} \{100((x_i + 1)^2 - (x_{i+1} + 1))^2 + (1 - (x_i + 1))^2\} \quad (5)$$

5つの関数はいずれも評価値は0以上であり、最良評価値は0.0となっている。以下に PSO を用いた情報伝播モデルのアルゴリズムを示す。

1. コミュニティ内の各エージェントが持つ最良情報 $pbest_i^k$ を比較し、最も評価値の高いものを $cbest^k$ とし、コミュニティ内で共有する。

2. エージェント i の探索ベクトルを更新する。

$$\mathbf{v}_i^{k+1} = w\mathbf{v}_i^k + c_1 \text{rand}_1(pbest_i^k - \mathbf{x}_i^k) + c_2 \text{rand}_2(cbest^k - \mathbf{x}_i^k) \quad (6)$$

3. エージェント i の探索情報を更新する。

$$\mathbf{x}_i^{k+1} = \mathbf{x}_i^k + \mathbf{v}_i^{k+1} \quad (7)$$

4. エージェント i の探索情報 \mathbf{x}_i^{k+1} を自身の価値基準 ($f_i(\mathbf{x}_i^{k+1})$) で評価する。

5. エージェント i の最良情報 $pbest_i^k$ を更新する。

if 最良情報の価値 < 探索情報の価値

then $pbest_i^{k+1} = \mathbf{x}_i^{k+1}$

else $pbest_i^{k+1} = pbest_i^k$

[†]神奈川大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻, Graduate School of Electrical, Electronics and Information Engineering, Kanagawa University

[‡]ネットエスアイ東洋株式会社, Toyo Networks & System Integration Co., Ltd.

表 1: シミュレーションパラメータ

評価関数の次元	$n = 20$
評価関数毎のエージェント数	$m = 50$
エージェントのパラメータ	$w = 0.6$
	$c_1 = 0.1 \sim 2.0$
	$c_2 = 0.1 \sim 2.0$
最大反復回数	1000
試行回数	1000

ここで k は反復回数, i はエージェント番号, \mathbf{x} は探索情報, \mathbf{v} は探索ベクトル, \mathbf{pbest} はエージェント自身の過去の最良情報, \mathbf{cbest} はコミュニティ内で共有する過去の最良情報, w, c_1, c_2 は各項の重みパラメータ, $\text{rand}_1, \text{rand}_2$ は $0 \sim 1$ の一様乱数である.

これらの評価関数を用いることで, 各エージェントは情報の価値の優劣を完全に判断することができる. いずれの評価関数も評価値は 0 以上であり, 大域的最適解 $\mathbf{x}^* = (0, \dots, 0)^T$ で最良評価値は 0.0 となっているが, 本シミュレーション実験では, 各評価関数の大域的最適解 \mathbf{x}^* の各要素 x_j は, 変域 $-5.0 \leq x_j \leq 5.0$ ($j = 1, 2, \dots, n$) の一様乱数を用いたランダムな値とする. これにより, 各評価関数が最良とする情報は, 評価関数によって異なることが表現できる.

エージェント同士が情報交換を行う環境をコミュニティとし, 本研究では, 以下のような実験環境をコミュニティとする.

価値基準統一環境 各エージェントは自身と同じ評価関数を持つエージェントのみと共有情報の交換を行う.

価値基準混合環境 各エージェントはすべてのエージェントと共有情報の交換を行う.

これらのコミュニティの違いによって, 情報伝播にどのような影響が出るのかを分析する. シミュレーション実験のパラメータを表 1 に示す.

3. 結果と考察

各実験環境におけるシミュレーション結果を図 1, 図 2 に示す. 各実験結果から Sphere 関数を価値基準とするエージェントを見てみると, どちらの環境においてもほぼ同値に収束していることが確認できることから, Sphere 関数は 5 つの評価関数の中でも, 最良情報を探索する能力に長けていることが分かる. 価値基準統一環境 (図 1) を見てみると, 最良とする情報が同一である価値基準を持ったエージェントが集まってコミュニティを形成していることから, 各エージェントは自身にとって有用な情報を探索しやすい環境ということが言える. 一方, 価値基準混合環境 (図 2) を見てみると, 各エージェントが持つ最良情報は価値基準統一環境に比べて悪くなっていることが確認できる. これは, 自身とは異なる評価関数

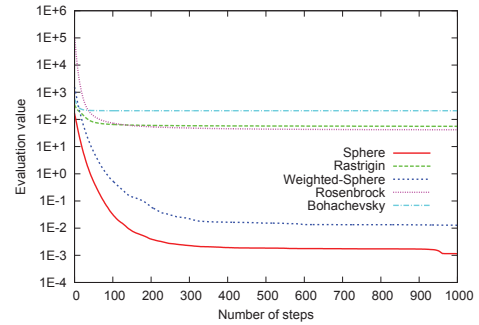


図 1: 最良評価値の推移 (価値基準統一環境)

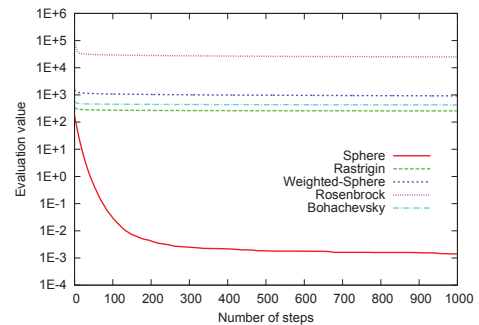


図 2: 最良評価値の推移 (価値基準混合環境)

を持ったエージェントから情報を与えられることで, 自身の情報探索に悪影響が現れたためである. これらの結果から, エージェントが持つ価値基準である評価関数や所属するコミュニティの違いによって, 情報の取得しやすさが異なるということが分かった.

4. おわりに

本研究では, インターネット上のコミュニティにおける人々の価値基準の違いが情報伝播にどのような影響をもたらすかを分析するために, PSO を用いた情報伝播分析モデルを提案した. シミュレーション結果から, 自身とは異なる価値基準を持った者同士で情報交換を行う環境よりも, 自身と同じ価値基準を持った者同士で情報交換を行う環境のほうが, より自分に合った情報を得られるということが確認できた. 今後は, 情報の次元数や評価関数の数を検討した上でシミュレーションを行う. また, コミュニティ内の最良情報 \mathbf{cbest} の決定方法に, 競争の概念やエージェントの価値基準を反映できないかを検討する.

参考文献

- [1] 立石健二, 石黒義英, 福島俊一: インターネットからの評判情報検索, 人工知能学会誌, Vol. 19, No. 3, pp. 317–323 (2004).
- [2] 伊藤民雄: ウェブ情報の検索: 情報源の効率的な探索, 情報管理, Vol. 44, No. 9, pp. 629–640 (2001).