

ソーシャルメディア上で自己増殖する人工生命の構築

the Formulation of Artificial Life Self-Replicating on Social Media.

大知 正直*¹ 松尾 豊*¹
Masanao Ochi Yutaka Matsuo

*¹東京大学大学院技術経営戦略学専攻

Graduate School of Technology Management of Innovation, The University of Tokyo

Recently, it's increasingly important to communicate using Social network. Some users get a lot of fan and get a big influence power to spread their opinions. It is a important problem for people who want to send messages to the world how to maximize the number of people they can inform. In this reasearch, we try to get the method to optimize how to inform to many people. We take a structuralism research approach to get this method, not analytical approach. In this reason, we place the real situation very much, and we make artificial-lives on a social medhia. In this paper, we explain about some tips through developing thus aritifical-lives.

1. はじめに

近年、ソーシャルネットワークを利用したコミュニケーションがますます重要になってきている。ますます多くのユーザが情報発信を行い、なかには、多くの人にフォローされ、大きな影響を与える人も少なからず存在する。企業や情報を発信したい個人にとってみると、いかに自分の発言の影響を最大化するかは、大きな課題のひとつである。

一方で、twitter や Facebook と連携して特定のテーマを対象に定期的につぶやき続ける「ボット」とよばれる計算機上のプログラムも多く作られるようになってきた。ソーシャルメディアによってはこれを禁止しているものもあるが、重要なニュースがボット経由で流れてきたり、面白いコメントを集めて自動的に発信するボットの発言が流れてくることもある。このボットは、何らかの知識源、情報取得機構、情報発信機構を備えていることも多く、情報処理を行う簡単なエージェントと考えることもできる。

ドーキンスは、「利己的な遺伝子 [Dawkins 76]」という本のなかでミームという概念を提案したが、この概念との類推で言うと、ソーシャルメディア上で広まる情報というのは、ひとつのミームである。あるひとつの情報が形を変え、組み合わせながら広がっていく。したがって、複製や淘汰が可能な文化的な情報の単位としてのミームの要件を備えている。より多く複製される情報を産み出すことができれば、ソーシャルメディア上により多くの文化的遺伝子を残すことができる。また、このミームの概念を持ち出すまでもなく、ソーシャルメディア上で影響力がある個人や企業は、ソーシャルメディア上での発信を継続するし、そうではなければ、やめる確率があがる。これはすなわち、ソーシャルメディア上での影響が、各個体の生き残り確率に対し影響を与える、ある種の適合度関数となっていると考えることもできる。

本研究では、こういった背景を踏まえ、ソーシャルメディア上での影響を適合度関数とし、その環境下で交叉と突然変異を繰り返すことで進化する人工生命を作り出す手法を提案する。この人工生命は、従来のボットを拡張したものであり、特定のユーザや最新ニュース、コメントが多い発言といった何らかの情報を収集し、受け取った情報を特定の方法で合成し、特定の

フォーマットで情報を発信する。そして、ソーシャルメディア上での影響度を適合度関数とし、これが高い個体は生き残り、そうでない個体は確率的に死ぬ。適合度の高い個体は、次の世代では交叉等の操作を通じ増えていく。各個体にとって、どの情報を用いるか、どう合成するか、どう発信するかが、遺伝子に記述される多様性であり、**遺伝的アルゴリズム (GA)** を用い、ソーシャルメディア上での影響度が大きくなるように、個体群を進化させる。

本研究の意義は2つの面から捉えることができる。従来の遺伝的アルゴリズムや人工生命の研究では、何らかの環境のモデルを仮定し、そのなかで適合度関数を設定することが通常であった。ところが本研究では、ソーシャルメディア上での影響という、直接実社会に結びついた環境を用いる。したがって、適合度関数自体、明示的な形で記述できるものではなく、本来の遺伝的アルゴリズムが目指すような、実環境での最適化に対するひとつの新しい試みである。一方、ソーシャルメディアの研究としてみると、昨今、ソーシャルメディアでの影響をより大きくするような研究や商業上の試みが行われている。その際にどういった要素が最も重要であるかを分析的に行った研究は数多くあるが、それを構成論的かつ体系立てて行った研究は我々の知る限りない。適合度の高い個体を観察することで、ソーシャルメディア上のユーザが何を最適化しているのか、さらには、こういった影響度を最大化することを全員が繰り返すことでどういった世界になる可能性があるかについても知見を得ることが期待できる。

本稿は以下のように構成される。まず、関連研究について述べ、次にソーシャルメディア上での人工生命を提案する。4章で今回行った実験について述べ、5章で結果と考察について議論を行う。そして、最後に結論と今後の展望を述べる。

2. 関連研究

ここでは、ソーシャルメディア上での人工生命の位置づけと、ソーシャルネットワーク上で及ぼす影響の重要性、アプローチについて議論を行い、本研究の意義を明確にする。

2.1 人工生命

人工生命という概念は Langton によって提唱される [Langton 95]. 彼によると人工生命とは、自然界の生物システムに特徴的であるような振舞いを示す人工システムに関する

連絡先: 大知 正直, 東京大学大学院工学系研究科技術経営戦略学専攻, masanao.oochi@gmail.com

Algorithm 1 遺伝的アルゴリズム.

```

1: 初期化
2: while 終了条件が満たされるまで do
3:   適合度の評価
4:   選択
5:   交叉
6:   突然変異
7: end while

```

る研究を指す。このような人工システムのアプローチは3つに分けられ、それぞれソフト人工生命、ハード人工生命、ウェット人工生命と呼ばれる [Bedau 03]。ここでは、生命のようなものをコンピュータ上のソフトウェア上で実現しようとするものをソフト人工生命、ロボットなどのハードウェアによって実現しようとするものをハード人工生命、生化学的に合成しようとするものをウェット人工生命とする。本研究で実現するソーシャルメディア上での人工生命はソフトウェアによる実現しており、ソフト人工生命に分類される。

人工生命の特徴はシステム全体として振舞うべき仕様は決まっておらず、システムを構成する要素同士の相互作用によって生命的な振る舞いを実現しようとする点にある。ソフトウェア人工生命の代表的なアルゴリズムとして遺伝的アルゴリズムが挙げられる。遺伝的アルゴリズム [Holland 92] は、Hollandらによって提案された、進化的アルゴリズムの1つで、最も一般的に用いられるアルゴリズムである。本研究では、この遺伝的アルゴリズムを元にソーシャルメディア上の人工生命を実現し、ネット上の影響力を与える要因を解析することを目的とする。

2.2 ソーシャルメディア上での情報伝搬

ソーシャルメディアを利用したマーケティングが注目されている。特にこれまでのテレビや新聞を代表とするマス広告からソーシャルメディアを利用したマーケティングへのシフトが起こっており、今後ますます進んでいくだろう。そのような背景の中で、ソーシャルメディア上での口コミを最も伝搬させるようなユーザ群を発見しようとする試み [Kempe 03]、友人や同僚など属性によって受ける影響の違いを分析するもの [Tang 09] などソーシャルネットワークを通じた情報伝搬を分析的に明らかにしようとする研究は数多くなされている。しかし、本研究の目的は構成論的にこのしくみを明らかにしようとすることである。情報の伝搬を最大化するためには、その情報の内容、受け取り方、ユーザのネットワーク内で持つ役割によってそのときどきによって取るべき行動は変化する。このようなダイナミックな変化のしくみを現実存在する社会的ネットワークの中でシステムとして実行することで明らかにしようとする点で本研究はこれらの研究とは異なったアプローチをとっている。

3. ソーシャルメディア上での人工生命

この章ではソーシャルメディア上の人工生命の構築について議論を行う。まず、人工生命の形成で基礎となる、一般的な遺伝的アルゴリズムについて説明を行い、その後ソーシャルメディア上での人工生命において必要な条件について説明する。

3.1 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム [Holland 92] は、近似解を探索するメタヒューリスティックアルゴリズムである。偶然の要素でコンピュータの制御を左右する進化的アルゴリズムの一つとさ

れ、その中でも最も一般的に使用されている。遺伝的アルゴリズムは Algorithm 1 に示すように選択、交叉、突然変異を経て世代を進める中で行動の適合度を高めて行くことを目的とする。行動は個体の持つ遺伝子によって決定づけられ、この遺伝子を終了条件が満たされるまで変化させることで、最適な行動をする個体を決定する。遺伝的アルゴリズムは EM アルゴリズムなどその他の探索アルゴリズムとは異なり、局所探索ではないという利点がある。通常は適合度関数は予め設定して置き、それに基づいて各世代の個体を評価することで、次の世代への遺伝すべき個体を決定する。本研究では、ソーシャルメディア上での人工生命を、この遺伝的アルゴリズムを利用して構築する。

ソーシャルメディア上の人工生命において遺伝子、選択、交叉、突然変異、適合度などをどのように定義するかは非常に難しい問題である。今回実装したプロトタイプで用いた定義ここでは紹介したい。

3.2 Twitter 上での人工生命

今回、実験を行うソーシャルメディアとして Twitter を選定した。Twitter を選定した理由は通常人間が行うことができる Twitter へのアクセスの手段の多くが API として公開されていること、多数のアカウントを利用することが比較的容易であったことが理由である。次に、1つのアカウントを1つの生命として捉え、生命活動の代表的現象である、生殖、死、他の個体とのコミュニケーションの機能を持たせることにした。ここで、生殖は別のアカウントと遺伝子を交叉させ、異なる遺伝子を持った人工生命を作ること、死は寿命として一定期間を設定することで実現した。他の個体とのコミュニケーションにはさまざまな種類があるので、遺伝子として実現することとした。遺伝的アルゴリズム内の各条件の設定は以下のように設定した。適合度関数は、他者への影響の1つの指標として、フォロワー数の変化を採用することにし、
$$\text{適合度} = \frac{\text{現在のフォロワー数} - \text{元のフォロワー数}}{\text{元のフォロワー数}}$$
とした。終了条件は他者からのフォロワー数の変化量に制限が無い場合、特に設定せず無限ループとした。選択はエリート選択を採用し、もっとも適合度の大きい個体は同じ遺伝子をそのまま次の世代へ残すこととし、その他の個体は適合度の大きい個体間で交配するものとした。交叉は一様交叉を採用した。今回、後述するように遺伝子の各ビットが行動を表現し、順序に意味が無いので一定確率で各ビットに交配が起こるようにした。突然変異は一定確率で遺伝子のある1ビットが反転するように設定した。

3.3 遺伝子の作成

遺伝的アルゴリズム上で実現される振る舞いはその遺伝子によって決定される。そのため、ソーシャルメディア上での振る舞いを遺伝子の中に組み込むことが必要である。今回はソーシャルメディアとして Twitter を利用するため、Twitter 上でのユーザが行う振る舞いを遺伝子化した方法について説明する。

今回遺伝子化した Twitter 上での行動を表 1 に示す。ID1~3 は誰とつながるかを選択するもので、4~6 はどんな情報を発信するか、7,8 は他人に与えるイメージどう選択するかを表している。本稿では、フォロワー数を増やすことが適合度関数の値となるので、これらの遺伝子の中でフォロワー数を増やすにはどのような行動基準が重要かを知ることができる。

4. 実験と結果

今回設定した遺伝的アルゴリズムを Twitter 上で一定期間実行した。2つのアカウントを利用し、1世代あたり2つの個

表 1: 遺伝子化した Twitter 上での行動リスト.

ID	Twitter 上での行動
1	おすすめユーザリストのうち, 最もフォローしたユーザ数が多いユーザでまだフォローしていないユーザをフォローする.
2	おすすめユーザリストのうち, 最もフォロワー数が多いユーザでまだフォローしていないユーザをフォローする.
3	おすすめユーザリストのうち, 最もこれまでのツイート数が多いユーザでまだフォローしていないユーザをフォローする.
4	フォローしたユーザ群の最新のタイムラインのうち, 最もリツイート数の多いツイートをコピーしてツイートする.
5	フォローしたユーザ群の最新のタイムラインのうち, 最新のツイートをコピーしてツイートする.
6	フォローしたユーザ群の最新のタイムラインのうち, 最もリツイート数の多いツイートをリツイートする.
7	フォローしたユーザ群から, 最新のツイートをしたユーザのプロファイル画像を自分のプロファイル画像にする.
8	フォローしたユーザ群から, 最新のツイートをしたユーザの背景画像を自分の背景画像にする.

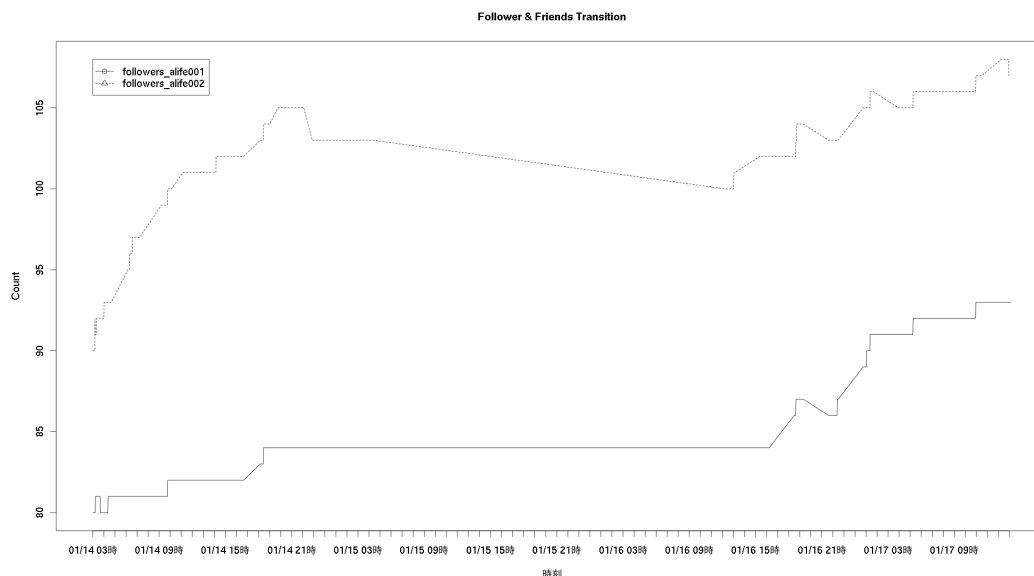


図 1: 各アカウントの変化の様子.

体を持つようにした. 実験は 2013 年 1 月 14 日 3 時~2013 年 1 月 17 日 21 時までに行った. 寿命は一律に 75 秒として, 世代を進める. 交叉は各ビットごとに 70%の確率で起こるようにした. 突然変異は 1.0%で設定した. また発信するツイート内に他のアカウントが含まれる場合は, その部分を別の文字列に置き換えてツイートするようにした. これはフォロー関係の無いユーザ宛にツイートすることで, そのユーザからスパムアカウントとして Twitter サービスの管理者宛に通報されてしまい, 頻繁にアカウントを停止されたためである.

結果を図 1 に示す. フォロワー数は全体で増加しているが, 途中減少している部分もある.

5. 考察

今回得られた結果から分かったソーシャルメディア上での影響力の増やし方についてまとめる. 実験の初期の段階 (1 月 14 日 21 時まで) は ID1, 4~6 の遺伝子を有効にしている個体が多かった. ID1 はフォローしているユーザ数の多いユーザをこちらがフォローする遺伝子なので, 相手からフォローを返してくれる可能性が高い. こうしたユーザを優先的にフォローしていくことで, フォロワー数を増やしやすかった.

次に実験の中期 (1 月 14 日 21 時~1 月 16 日 15 時) では, フォロワー数が伸びずや減少している傾向が見える. この時期の遺伝子を見ると, ID4~8 の遺伝子が有効になっていることが多かった. これはフォローを返してくれるユーザがユーザ

リストの中からいなくなり, フォローをする行為がフォロワー数を増やすことに効果がなくなってきたことを表している. また, この時期はその他の遺伝子は有効になっているので, プロフィールの画像を変えてみたり, 様々なツイートを発信したりしているがあまりフォロワー数の増加には直接効果がなかった. また今回はツイートする内容を遺伝子には組み込んでいないため, 他ユーザにまで伝搬するような内容を持つツイートを発信できていなかった可能性もある.

最後に実験の後期 (1 月 16 日 15 時以降) では, ID6 の遺伝子のみが有効でそのほかが無効となっている個体がたくさん採用された. ID6 は最もリツイートされているツイートをリツイートするもので, ツイートの内容が持つ価値とツイートを最初にしたユーザの影響力の両方を利用する方が, 内容のみを利用するよりもフォロワーを獲得できるという結果を示している.

このようにフォロワーを増やす最適な方法はその時々によって変化しており, 最も適合度の高い遺伝子の組み合わせというものは単純に発見することは難しそうである.

6. 結論と展望

今回観察した 2 つの個体は時期によって支配的になる遺伝子が増えたり減ったりしていた. 初めは自分をフォローしてくれそうなユーザをフォローし続けることが重要だったが, そういったユーザがいなくなると他のユーザにとって価値があり, かつ発信力のあるユーザ名を明示した上でその情報を発信 (リツイート) を

行うことがフォロワー数を増やすのに有効であることがわかった。これはソーシャルメディア上での影響力の拡大の最適な方法は自身が置かれている環境によって変化する、ということを示唆している。

本研究の意義は2つの面から捉えることができる。従来の遺伝的アルゴリズムや人工生命の研究では、何らかの環境のモデルを仮定し、そのなかで適合度関数を設定することが通常であった。ところが本研究では、ソーシャルメディア上での影響という、直接実社会に結びついた環境を用いる。したがって、適合度関数自体、明示的な形で記述できるものではなく、本来の遺伝的アルゴリズムが目指すような、実環境での最適化に対するひとつの新しい試みである。一方、ソーシャルメディアの研究としてみると、昨今、ソーシャルメディアでの影響をより大きくするような研究や商業上の試みが行われている。その際にどういった要素が最も重要であるかを分析的に行った研究は数多くあるが、それを構成論的かつ体系立てて行った研究は我々の知る限りない。適合度の高い個体を観察することで、ソーシャルメディア上のユーザが何を最適化しているのか、さらには、こういった影響度を最大化することを全員が繰り返すことでどういった世界になる可能性があるかについても知見を得ることが期待できる。

また、今回得られた知見として、発信した情報が他者に影響を与え、そのフィードバックを得るには時間的な遅延がある、ということである。フィードバックを得たころには世代が変わってしまい、正しい適合度を評価できていないという問題が生じた。これは全く何もしないという遺伝子状態でも正のフィードバックを得てしまう可能性がある。今回はアカウントごとに個体を作り、交叉、生殖を行った。これは現実的な身体性の概念を離れておらず、これは必ずしも社会的な生命活動での交叉、生殖とは一致しない。社会的な生命活動の文脈では、交叉や生殖は他者の意見やアイデアを自分の中に取り込み新しい概念を生むことを指すと考えている。今後は社会的な生命活動の文脈における人工生命とは何か、という点で深めて行きたい。

参考文献

- [Bedau 03] Bedau, M. A.: Artificial life: Organization, adaptation and complexity from the bottom up, in *Trends in Cognitive Sciences*, pp. 505–512 (2003)
- [Dawkins 76] Dawkins, R.: *The Selfish Gene*, Oxford University Press, Oxford, UK (1976)
- [Holland 92] Holland, J. H.: *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence*, MIT Press, Cambridge, MA, USA (1992)
- [Kempe 03] Kempe, D., Kleinberg, J., and Tardos, E.: Maximizing the spread of influence through a social network, in *Proc. of SIGKDD*, pp. 137–146, New York, NY, USA (2003), ACM
- [Langton 95] Langton, C. G.: *Artificial Life: An Overview*, MIT Press (1995)
- [Tang 09] Tang, J., Sun, J., Wang, C., and Yang, Z.: Social influence analysis in large-scale networks, in *Proc. of SIGKDD*, pp. 807–816, New York, NY, USA (2009), ACM