

移動エージェントのための共生・寄生モデル

3U-6

飯島 正・山本 喜一・土居 範久
慶應義塾大学 理工学部

1. はじめに

移動エージェントのための、エージェント間協調の形態として、共生・寄生モデルを与える。このモデルでは、移動エージェントに以下のような能力を与える。1) [エージェントの受け渡し]必要な特定の権限、能力を持つエージェントを、ドメインもしくは他のエージェントから受け取る、2) [獲得・吸収]それらを、エージェントが自分の中に獲得・吸収し、移動の際には、それを一緒に持ち運ぶ、3) [合成・統合]あるいは、そうしたエージェントを動的に組み合わせて、グループとして大きな一つの「個体」としてのアイデンティティをもったエージェントを構成する、4) [分割・委譲] 移動エージェントが移動する際に、自分の能力・権限の一部を新しいエージェントとして分割・複写する。

こうした能力は、それぞれ固有の目的と権限ならびに能力をもった複数のソフトウェア・エージェント（特に移動エージェント）が混在するネットワークにおいて、協調的な関係（共生、寄生）を動的に形成することに貢献すると考えられる。本稿は、その基礎となる共生・寄生モデルの概念を直感的に導入することを目的とする。

2. 共生と寄生

共生、寄生という語は、本来、自然界での生態学的な種間関係を意味している([1])。[1]によれば、そうした種間関係は、双方の受ける影響がそれぞれ(+,-,0)のいずれなのかによって分類される（影響が+とは利益を受けること、影響が-とは損失があること、影響が0とは影響を受けないことを意味する）。このとき、(+,+)つまり双方が利益を受ける関係を相利共生、(+,0)を偏利共生という。寄生（や捕食）は、(+,-)の関係として分類されている。ちなみに、(-,0)は偏害、(-,-)は競争、(0,0)は中立と呼ばれる。ソフトウェア・エージェ

ント間の協調的な相互関係としては、利益ないしコストの評価方法にも依存するが、少なくとも一方が利益を蒙る相利共生、偏利共生、寄生の関係が望ましい。

ここで、生態学とのアナロジーに関して注意すべきことは、対象が生物である場合には、数世代にわたる繁殖戦略に関して利益・損失が評価されることが多いが、ここでのソフトウェア・エージェントでは、そうした意味での自己増殖は対象とはしない（生態学的な関係を創出を目指したマルチ・エージェント・システムや人工生命と呼ばれるカテゴリでは、繁殖戦略や共進化も対象となる）点である。

また、一方が他方の内部に棲むという関係は内部共生と呼ばれ、一部の寄生はそれに含まれる概念であることに注意されたい。本稿では、この「内部共生」を特に取り上げる。生態学的な観点からも内部共生関係にある宿主と寄生者は、互いに（体の）大きさや、寿命が大きく異なることが多いが、同じような関係が本モデルにおけるソフトウェア・エージェントに関しても一般的である。

3. 移動エージェントのモデル

移動エージェントの、ごく一般的なモデルの概略を与える（但し、ここでは、自律性を与える行動計画生成や外部環境の変化への対応、学習といった要素への言及を避け、一般的な「移動オブジェクト」のメカニズムに限定する）。予めネットワーク上に分散した計算機でエージェントシステム（プラットフォーム、プレースともいうことがある）が起動されているとする。移動オブジェクトの移動は、まず、オブジェクト自身をプログラムコードと計算状態（プログラムカウンタや変数束縛をパックした閉包（closure）として不活性化・データ化し、エージェントシステム間のデータ通信によって転送して、着信地のエージェントシステムで再活性化することで行われる（という

モデルが一般的であろう。これによって、移動オブジェクトはアイデンティティを保ったままネットワーク中を移動する。ここで、着目してほしい点は、各ホストで起動されているエージェントシステム(プラットフォーム、プロセス)をも(一般に移動しない)エージェントとしてモデル化した場合、移動エージェント自身も、そうしたエージェントシステムに一時的に内部共生しているエージェントとしてモデル化することができる点である。

4. 共生・寄生モデル

共生・寄生モデルのために対する動機は、ソフトウェア工学的な見地から、大きく2つある。一つは、「移動」エージェントに動的な構造化機構を導入したいということであり、二つ目の動機は、メッセージ(リクエスト)や個々の能力、権限など、従来、独立した一個のエージェントとして与えられることの無かった要素をエージェントとして構成することで、いろいろな側面に柔軟性を導入することにある。

エージェント(特に移動エージェント)を、オブジェクト指向に代わる、ソフトウェアの構成原理(モデル)の候補として考える場合、ソフトウェア工学的(システム工学的)に見てた利点はその柔軟性にある。ソフトウェア・モジュールとしてエージェントを考えた利点としては、エージェントがオブジェクトに自律性、環境の変化への対応など、いろいろな柔軟性を付加したものとして構想されている点にある。それによってモジュールを組み合わせた全体の構造(一般に階層構造)は、状況に応じて動的に形成されるものとなりうる。しかし、そうした構造化は、移動エージェントの持つ重要な特質である「移動機能」とは直交して行われる。すなわち、動的に構築された構造を保ったまま、エージェント「群」が移動するようなケース(その必然性はアプリケーションに依存するが)への対応は従来おこなわれていない。これが第一の動機である。

オブジェクト指向の考え方の利点の一つに、従来データとして扱ってきた対象をオブジェクトとすることで、大々的に波及するような変更を加えずに、動的な計算能力を付加する(値を保持するのではなく、要求に応じて動的に値を計算するようなアクティブなデータとする)といった効用があった。それをエージェントとして構成

することはより多くの柔軟性を導入することに貢献する(たとえば、[2]では、メッセージを移動エージェントで実装したスマート・メッセージが提案されている。筆者らのモデルでは、移動エージェントは更にメッセージの受け手中に「個」としてとどまることができる)。移動エージェントは、移動先での作業を行うに際し、必要な能力やその実行権限を動的に獲得する必要があるかもしれない。そうした権限や能力は、獲得した側のエージェントで改変(増幅、複写)できないようなものでなければならない。すなわち、それらは単なるデータではなく「個体」としてのアイデンティティを保った存在であらねばならない。そこで、それらをエージェントとして構成することを試みる。これが、共生・寄生モデルへの第二の動機である。

このモデルでは、移動エージェントに以下のような能力を与える。1) [エージェントの授受] 必要な特定の権限、能力を持つエージェントを、必要に応じて必要なドメインもしくは他のエージェントから受け取る、2) [獲得・吸収] それら自身の「個体」としてのアイデンティティを保ちながら、エージェントが自分の中に獲得・吸収し(内部共生させて)、移動の際には、それを一緒に持ち運ぶ、3) [合成・統合] あるいは、そうしたエージェントを動的に組み合せて、グループとして大きな一つの「個体」としてのアイデンティティをもった移動エージェントを構成する、4) [分割・委譲] 移動エージェントが移動する際に、自分の能力・権限の一部を新しいエージェントとして分割・複写し、他のエージェントに渡す(授受)。

5. おわりに

本稿では、共生、寄生モデルの概念を直感的に導入するにとどまっている。現在、この考えに基づいた移動エージェントシステムを実装中であり、その上にいろいろなモデルに基づいた移動エージェントの解釈系をも「内部共生・寄生」させる計画を進めている。移動エージェントだけでなく解釈系も必要に応じて移動することがある。解釈系のモデルの一つとして拡張論理プログラミングを基礎とした移動エージェントを構築中である。

参考文献

- [1] 山村 則男(他):「寄生から共生へ」平凡社(1995)
- [2] L. Hurst, et al.: "Mobile Agents - Smart Messages," in "Mobile Agents," LNCS-1219, Springer(1997)