

ネットワークエージェント

Network Agents by Toyoaki NISHIDA (Nara Institute of Science and Technology)

西田 豊明¹

¹ 奈良先端科学技術大学院大学

1. 本稿の目的と構成

ネットワーク上でユーザの代理人として動作する固定/移動型のネットワークエージェントについて、はじめて研究開発に取り掛かる人にとって有用と思われる情報へのアクセスの仕方を整理して紹介する。

本稿は、**図-1**のような構成になっている。まず、ネットワークエージェントとは何かという話題を取り上げる。次に、ネットワークエージェント技術に話題を転じ、エージェント同士のインタラクション、エージェントのデザイン、エージェントプラットフォームの側面から技術面を概括する。最後に、ネットワークエージェントに関わる学会・研究会・標準化活動などを紹介する。

2. ネットワークエージェントとは何か？

ネットワークエージェントはエージェントの一種である。現在エージェントと呼ばれているものは、

- (1) 画面上のキャラクタとマルチモーダルインタフェースによって対話する方式のインタフェース (エージェント指向インタフェース)、
- (2) ユーザの代理人としてネットワーク上で作業す

る自律プログラム、
(3) ネットワーク上を移動しながら作業する移動スクリプト (モバイルエージェント)、
の3つのタイプに大別される (**図-2**)。

本稿でいうネットワークエージェントは、(2)を中心としたものであるが、3者は密接に関連した概念であることを忘れてはならない。

ネットワークエージェントの定義の仕方についてはさまざまな議論がある。

1つは、ネットワークエージェントを定式化するには物理概念や機能概念を用いるよりも心的状態に帰着させた方がよいという考え方であり、ネットワークエージェントを「その動的特性が信念・プラン・意図などの語彙を用いて合理的に説明できるソフトウェアモジュール」と定義する。

もう1つは、あくまでもその動的特性の性質によって定義しようという考え方である。この立場では、エージェントを特徴づける概念として、

- (1) 自律性：自らの目標を達成するために、自らの意思決定原理に基づいて、環境を認識し、行動する。
- (2) 協調性：環境内にいる他のエージェントと共通の目標を達成するための共同作業ができる。

(3) 持続性：自己概念を継続的に保持する。

(4) 学習・適応能力：個々あるいは共同で、経験を通して自らの能力を高めていくことができる。

(5) 代理性または間接操作：ユーザから一定の権限を委譲され、ユーザの代理としてその権限を行使する。

(6) 移動性：ネットワーク上をホストからホストへ移動できる。などがあげられる。ただし、必ずしも全部揃う必要はないと考えられている。

より詳細については、**表-1**の文献などを参照されたい。

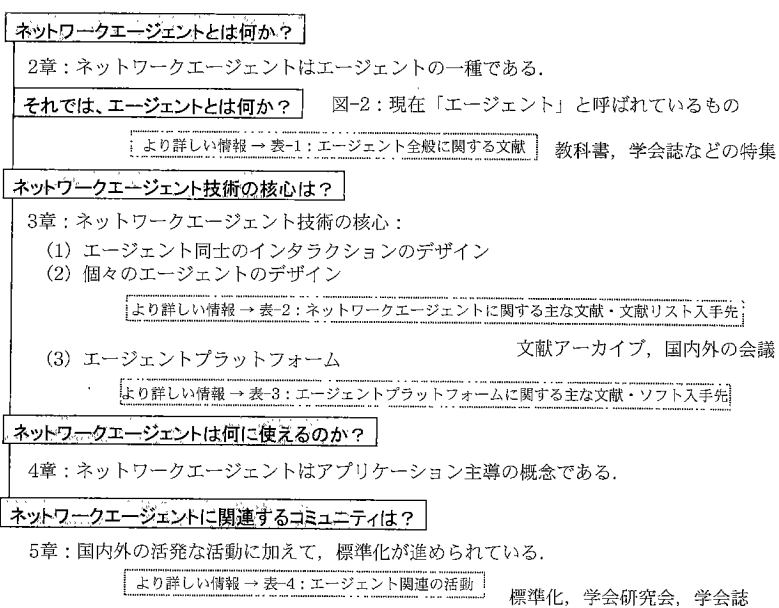
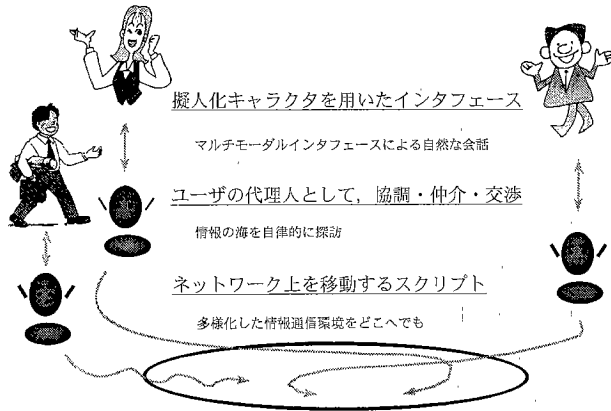


図-1 本稿の要旨



よく、「エージェントとは何かというコンセンサスの得られている定義はない」と言われる。エージェントの定義に関する主な議論は、[CACM 1994]におけるMinskyへのインタビュー、[人工知能学会誌 1995]における石田の解説、[IEEE-IC 1997]におけるMaesへのインタビュー、[Bradshaw 1997]におけるBradshawの解説などに掲載されている。

図-2 現在「エージェント」と呼ばれているもの

3. ネットワークエージェント技術の核心

ネットワークエージェント技術の核心は、

- (1) エージェント間インタラクションのデザイン
 - (2) 個々のエージェントのデザイン
 - (3) エージェントプラットフォーム
- に大別される。

エージェント間インタラクションのデザインの中心となる話題は、エージェントが共通に理解し発話できるエージェント通信言語 (Agent Communication Language, ACL) の設計である。基本的なACLとして、DARPAの知識共有ワーキンググループが提案したものがよく知られている。一方、エージェント間のインタラクションの内容と機構については、マルチエージェントや分散人工知能研究の一環として取り組まれてきた。たとえば、協調や交渉のプロトコルに関する契約ネット、マーケット指向プログラミング、エージェント指向プログラミングなどが知られている。

エージェント技術のなかでコンセンサスが得られてきたところについては、標準化の試みが始まっている。次章の表-4を参照されたい。

個々のエージェントのデザインについて、アーキテクチャの観点から整理すると、

- (1) 即応型エージェント：外界からの刺激を直接行動につなげる。
- (2) 熟考型エージェント：信念 (belief) ・欲求 (desire) ・意図 (intention) によって、環境下で限られた資源を使って合理的に行動するエージェントの行動原理を記述することを試みる。
- (3) 協調エージェント：相互の内部状態や目標を推定することによって協調や交渉を行う。
- (4) 明確なアーキテクチャを持たないもの：エージェントは所定のメッセージのやりとりさえできればよいとい

表-1 エージェント全般に関する文献

- (1) 教科書
 まだあまりないが、次の文献はエージェントの歴史、定義、議論、主要な研究成果をよくまとめている、有用である：
 [Bradshaw 1997] Bradshaw, J. M. (ed.) : Software Agents, The MIT Press (1997).
 概念的に論じた書物として次のものがある：
 [Minsky 1985] Minsky, M.: The Society of Minds, Simon & Schuster, Inc. (1985). 邦訳: 安西 (訳) : 心の社会, 産業図書 (1990).
- (2) 学会誌などの特集
 [CACM 1994] Special Issue on Agents, Communications of the ACM, Vol.37, No.7 (1994).
 が先駆けとなった。このなかの主要な文献は、手直して [Bradshaw 1997] に収録されている。その後、
 [人工知能学会誌 1995] 石田, 山田 (編) : 特集, エージェントの基礎と応用, 人工知能学会誌, Vol.10, No.5 (1995).
 [情報処理 1997] 西田, 工藤 (編) : 特集, ネットワーク社会を支援する新しい知能メディア技術, 情報処理, Vol.38, No.1 (1997).
 [IEEE-IC 1997] Singh, M. and Huhns, M. (eds.) : Internet-based Agents, IEEE Internet Computing, Vol.1, No.4 (1997).
 [映像情報学会 1998] 榎並, 柴田 (編) : 特集, パートナーとしての映像情報技術—エージェント技術—, 1998年4月号 (1998予定).
 などがある。

表-2 ネットワークエージェントに関する
主な文献・文献リスト入手先

DARPAの知識共有ワーキンググループ：

<http://www-ksl.stanford.edu/knowledge-sharing/>

文献リスト

- (1) コンピュータサイエンス文献リストアーカイブ：
<http://liinwww.ira.uka.de/bibliography/Ai/dai.html>
<http://liinwww.ira.uka.de/bibliography/Ai/agents.html>
<http://liinwww.ira.uka.de/bibliography/Ai/multi.agents.html>
 - (2) Michael Wooldridgeのcollection：
<http://www.doc.mmu.ac.uk/STAFF/mike/bib.html>
 - (3) Tim FininのAgentWeb：
<http://www.cs.umbc.edu/agents/>
- 国内外の会議：
- (1) Agents' World '98 (Paris, France—July 2-8 1998) :
 従来開催されてきたICMAS, ATAL, CIA, IATAなどの会議とRobocupなどの競技をまとめて開催。
<http://goma.univ-paris13.fr/AgentsWorld/>
 - (a) ICMAS '98 (3rd International Conference on Multi-Agent Systems)
<http://www-leibniz.imag.fr/MAGMA/ICMA98>
 - (b) ATAL '98 (5th Int. W. on Agents Theories, Architectures, and languages)
<http://www.dlib.com/events/conferences/atal98>
 - (c) CIA '98 (2nd Int. W. on Cooperative Information Agents)
<http://www.informatik.tu-chemnitz.de/~klusch/cia98.html>
 - (d) IATA '98 (2nd Int. W. on Intelligent Agents for Telecommunications Applications)
<http://dai.cs.tu-berlin.de/workshops/iata98/iata98.html>
 - (e) CRW '98 (1st Int. W. on Collective Robotics)
<http://www-laforia.ibp.fr/~drogoul/paris98/CRW98.html>
 - (f) ACW '98 (1st. Int. W. on Agents in Community Ware)
<http://www.riv.be/research/events/acw.html>
 - (g) MABS '98 (1st. Int. W. on Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation)
<http://www.soc.surrey.ac.uk/research/simsoc/mabs98.html>
 - (h) PARIS '98 (Int. competitions Robocup '98 and FIRA RWC '98 International Competitions between Soccer Robots Teams Competition)
<http://www-laforia.ibp.fr/~drogoul/paris98>
 - (2) PAAM98 (The Third International Conference and Exhibition on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agents)
<http://www.demon.co.uk/ar/PAAM98/>
 - (3) Autonomous Agents '98
<http://www.cis.udel.edu/~agents98/>
 - (4) MAAMAW '97 (Eighth European Workshop on Modelling Autonomous Agents In A Multi-Agent World)
<http://www.sikt.hk-r.se/MAAMAW97/>

う考えに基づいて、使える技術を使おうとする立場。などに分類される。上記に関する主な文献入手先を表-2に示す。

表-3 エージェントプラットフォームに関する
主な文献・ソフト入手先

Agents Tcl (Dartmouth College) http://www.cs.dartmouth.edu/~agent
Aglets (日本アイ・ビー・エム (株) 東京基礎研究所) http://www.trl.ibm.co.jp/aglets/
Concordia (Mitsubishi Electric Information Technology Center America, Horizon Systems Laboratory) http://www.meitca.com/HSL/Projects/Concordia/
Odyssey (General Magic, Inc.) http://www.genmagic.com/agents/
Oracle Mobile Agents (Oracle Corporation) http://www.oracle.com/products/networking/mobile_agents/html/
Plangent ((株) 東芝研究開発センターS&S研究所) http://www2.toshiba.co.jp/plangent/index_j.htm
Voyager (ObjectSpace, Inc.) http://www.objectspace.com/Voyager

エージェントプラットフォームは、エージェントシステムを構築するためのプログラミング開発・実行環境である。試用版をネットワークからダウンロードできるものも多い。主なものを表-3に示す。

4. アプリケーション

ネットワークエージェントの概念は、アプリケーションを強く意識して生まれてきたものである。DARPAの知識共有ワーキンググループでは、テストベッドとしてコンカレントエンジニアリングを設定したPACTというプロジェクトを行った。ネットワークエージェントに関する多くの研究グループは、応用としてメールやWebのフィルタリング、ネットワークからの情報探索、スケジュール調整などでネットワーク絡みの課題を取り上げている。FIPAでは、1997年にはトラベルアシスタント、パーソナルアシスタント、オーディオビジュアルエンターテイメントと放送、ネットワークサービス提供を主要な応用分野として取り上げ、1998年度には、製造プロセス管理への適用、ECなどについて検討を開始している。より詳細については、FIPAやThe Agent Societyのホームページ(表-4)などを参照されたい。

5. ネットワークエージェントに関わる活動

国際会議などのイベントは多い。主なものは表-2に示した通りである。最近、エージェントの標準化やビジネス化のための団体の活動が活発化してきている(表-4)。これらは、エージェント技術の研究開発に携わる人々が協議して、個別に研究開発してきたシステム間のインターオペラビリティを確保することをねらったものである。なかでも、FIPAは開発に先立って仕様を定めるアプライオリ標準化の手法を積極的に展開している。

6. まとめと展望

本稿では、ネットワークエージェント技術とそのアプリケーションについて現状を紹介し、主要な情報源

表-4 エージェント関連の活動

- 標準化
- (1) FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents)
<http://www.csel.stet.it/fipa/>
ミラーサイト：<http://fipa.comtec.co.jp>
エージェント標準化のために1996年9月に設立された非営利団体。1996年にアナウンスした最初のCall for Proposalsに対する応募に基づいて、1997年10月初頭のミュンヘン会議において最初の仕様FIPA 97を公表。1998年はフィールドトライアルと新しい仕様(FIPA 98)策定の作業を開始。
 - (2) The Agents Society
<http://www.agent.org/>
知的エージェントテクノロジーの開発と普及の支援を目的とした専門的な非営利団体。エージェント間のインタラクションをオープンでインターオペラブルなものにするための標準化を推進。
 - (3) OMGのMAFタスクグループ
http://www.omg.org/library/schedule/Mobile_Agents_Facility_RFP.htm
モバイルエージェントの標準的な枠組みを定め、既存のモバイルエージェントシステム間のインターオペラビリティの保証を目的としたMobile Agent Facility (MAF)を策定。
 - (4) W3C
<http://www.w3.org/MobileCode/>
ネットワーク上を移動し、遠隔のホストで実行できる「モバイルコード」の標準仕様を策定。
 - (5) インテリジェントエージェント研究会
日本国内でエージェントの標準化に携わる人たちの交流を目的としている。
連絡先: NHK放送技術研究所マルチメディアサービス
浦谷則好 (uratani@strl.nhk.or.jp)

学会研究会、学会誌

- (1) MACC (マルチ・エージェントと協調計算研究会)
日本ソフトウェア科学会の研究会。
<http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jssst/sig.html>
- (2) Autonomous Agents and Multi-Agent Systems
エージェントに関する専門的な国際論文誌、1998年から刊行。
<http://www.wkap.nl/journalhome.htm/1387-2532>
- (3) その他
AAAI (American Association for Artificial Intelligence : <http://www.aaai.org/>) はエージェント関係のシンポジウムをよく行っている。

を示した。今後、ネットワークエージェント技術はさまざまなアプリケーションからの要請に駆動されて発展していくと考えられる。本稿では取り上げられなかったが、エージェント技術を人間同士のコミュニケーションの支援に適用していこうという研究開発も積極的に進められており、今後重要な分野になっていくであろう。

(平成10年1月14日受付)



西田 豊明 (正会員)

1997年京都大学工学部情報工学科卒業。1979年同大学院修士課程修了。同大学工学部助手、助教授を経て、1993年奈良先端科学技術大学院大学教授、現在に至る。京都大学工学博士。1984年から1年間Yale大学客員研究員。1995年から科学技術庁金属材料技術研究所客員研究員。1996年インテリジェントエージェント研究会副会長。1997年NHK放送技術研究所客員研究員。知識の共有と再利用、知識メディア、定性推論の研究に従事。人工知能学会(理事)、情報処理学会(研究会運営委員会委員)、FIPAフェロー、New Generation Computing Area Editor (Intelligent Systems) など。