

# 知的ネットワーク エージェント システム Plangent<sub>TM</sub>

Plangent<sub>TM</sub> Intelligent Network Agent System

大須賀 昭彦  
OHSUGA Akihiko

入江 豊  
IRIE Yutaka

加瀬 直樹  
KASE Naoki

Plangent<sub>TM</sub>(Planning agent)<sup>(1)</sup>は、当社で開発中の、ネットワークを利用するアプリケーションプログラムの構築に適した知的エージェント システムである。Plangent<sub>TM</sub>では、エージェントと呼ばれるソフトウェアがユーザーの代理人となってネットワーク上を次々と移動し、移動先のコンピュータで作業を行い、最後にユーザーのところへ戻って成果を報告する。エージェントは、ユーザーの目的を達成するために、どこへ移動して何をすべきかといった行動計画を立案するプランニング機能と、状況の変化に合わせて柔軟に計画を変更する再プランニング機能を持ち、自律的に判断し作業を進める。これにより、これまでユーザーにとって煩雑であったネットワーク上の作業が大幅に軽減される。

Plangent<sub>TM</sub> is an intelligent agent system within computer networks that enlarges human ability in various fields. Plangent<sub>TM</sub> agents interpret the client's requirements and autonomously migrate to computers in the network to find relevant information and services, thus providing the required information to the client. Individual Plangent<sub>TM</sub> agents have planning facilities for generating action sequences to satisfy the requirements of clients. If agents fail to execute an original plan, they generate alternatives in an adaptive manner.

Plangent<sub>TM</sub> is expected to release clients from complicated network operations and knowledge ; for example, the exact nature of the information and services they require, where they are, and how to acquire them.

## 1 まえがき

ネットワーク技術の進歩・普及により、われわれは世界中の情報やサービスに、さまざまな形態でアクセスすることができる。この技術革新は、ネットワークを活用する新しいビジネスやサービスの可能性を広げ、いわゆる“情報ネットワーク社会”を現実のものにしようとしている。情報ネットワーク社会では、さまざまな人がネットワークを活用することになるが、現状のネットワークは、すべての人にとって使いやすいものとは決して言えない。膨大な量の情報の中から目的のものを探しだしたり、サービスを受けるための操作の煩雑さが大きな負担となっている。

このような背景から、人間のネットワーク活用を知的に支援するシステムへの期待が高まっているが、Plangent<sub>TM</sub>はこのニーズにこたえたネットワーク エージェント システムである。Plangent<sub>TM</sub>では、エージェント(代理人)と呼ばれるソフトウェアが、文字どおりユーザーの代理人となってネットワーク上のさまざまな作業を代行するので、これまで煩雑であったネットワーク上の作業が大幅に軽減される。

## 2 Plangent<sub>TM</sub>とは

Plangent<sub>TM</sub>のエージェントは、人間の頭脳に相当するしくみとしてプランニング機能を、手に相当するしくみとして

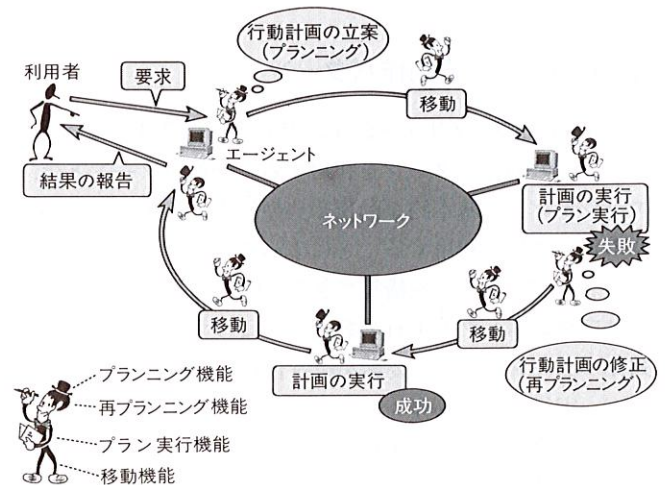


図1. Plangent<sub>TM</sub>エージェントの機能と動作概要 状況に応じて柔軟に行動計画を練り直しながら、利用者の要求を達成する。

Plangent<sub>TM</sub> agent facilities and outline of behavior

プラン実行機能を、足に相当するしくみとしてネットワーク移動機能をもつ。プランニングとはユーザーの要求を達成するための行動計画を立案する機能で、プラン実行とは行動計画を実行する機能、また、移動とはネットワーク上の必要な場所へ移って作業を継続する機能である。ユーザーが何らかの仕事に依頼すると、エージェントは以下のようにして、その達成に向けて自律的に行動する(図1)。



- (1) プランニング ユーザーの要求を受けとったエージェントは、どこで何をするかといった行動計画を立てる。
- (2) ネットワーク上の移動 行動計画に基づいて、必要な情報やサービスのある場所まで移動する。
- (3) 行動計画の実行 移動先の情報やサービスを利用して行動計画を実行する。
- (4) 再プランニング 予期せぬ事態などで行動計画の実行に失敗した場合、状況に合った行動計画を作り直す。
- (5) 繰返し 自らの目標が達成されるまで、行動計画の実行と再プランニングのプロセスを繰り返す。
- (6) 結果の報告 最後にユーザーのところへ戻って、入手した情報やサービスの実行結果などを報告する。

エージェントが移動する能力をもつと、モバイル携帯端末から移動して活動している間に通信回線を切断できたり、必要な処理手順を自分で持ち込むので前もって相手側がサービスプログラムを用意しておく必要がなく、適切な処理配分によって通信負荷を軽減できるなどの多くの利点が生ずる。また、エージェントがプランニング機能をもつと、ユーザーが細かい指示を与える必要がなく、システム構成やサービスの変更といった予期せぬ事態に対してもエージェントが柔軟に対応するなど、さまざまな利点が生ずる。

### 3 Plangent<sub>TM</sub>の動作パターン

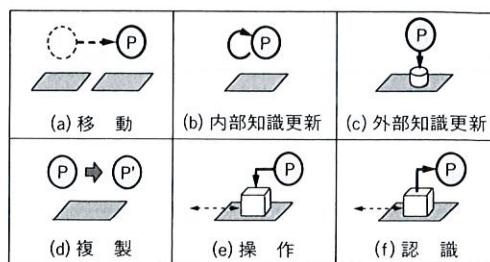
Plangent<sub>TM</sub>のアプリケーションプログラム設計には、エージェントの動作パターンを利用する。動作パターンとは、エージェントの基本的な動作や典型的なふるまいを定めたもので、これを利用することによってさまざまなアプリケーションプログラムを構築できる。Plangent<sub>TM</sub>のエージェントはプランニングと実行の繰返しによって動作するので、動作パターンは以下の要素を組み合わせることで使うことになる。

- (1) 実行の基本動作
- (2) プランニングと実行のサイクルのパターン
- (3) 移動のパターン
- (4) エージェント間の協調のパターン

#### 3.1 実行の基本動作

エージェントの基本的な動作は、移動、知識更新、複製、操作、および認識である(図2)。知識とは、プランニングの際に参照される情報で、エージェントが持ち歩く内部知識とエージェントの外部に置かれている外部知識がある。更新された知識はそれ以降のプランニングに反映されるが、内部知識更新がそのエージェントのプランニングだけに影響するのに対し、外部知識更新は、移動してきた他のエージェントのプランニングにも影響を与える。

複製の基本動作とは、元のエージェントが保持していた



P, P' : Plangent<sub>TM</sub>のエージェント

図2. エージェントの基本動作 移動、内部および外部知識更新、複製、操作、認識の6通りが基本動作となる。

Plangent<sub>TM</sub> agent primitive behaviors

情報やリソースを受け継ぐ形で新たにエージェントを生成することをいう。複製は、同時並列に処理を実行する場合などで利用する。操作および認識の基本動作は必要に応じてアプリケーションプログラムごとに用意するものである。

#### 3.2 プランニングと実行のサイクルのパターン

プランニングと実行の切替えタイミングの動作パターンが、プランニングと実行のサイクルのパターンである。アプリケーションプログラムによっては、プランニングと実行のサイクルを長くするのが望ましい場合と、短くするのがよい場合とがある。はじめから十分な情報が与えられる場合や実行途中の環境変化が少ない場合には、一回のプランニングで先々までの挙動を決定したほうがよい(図3(a))。移動先の情報が把握できない場合または時間の経過によって情報の変化が大きい場合には、こまめにプランニングを実施し適切な行動計画を生成するのがよい(図3(b))。

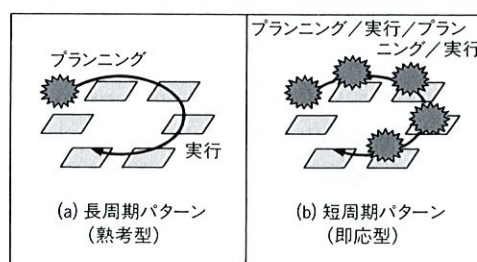


図3. プランニングと実行のサイクル 問題の性質によって、熟考型や即応型の適切な周期をもたせる。

Plangent<sub>TM</sub> agent planning/execution cycle patterns

#### 3.3 移動のパターン

エージェントの移動にかかわる動作パターンには、必要な場所を順に巡る巡回移動パターンと、基点の場所に必ず戻って作業を継続する星型移動パターンがある(図4)。

次にどこに移動すればよいかをなんらかの処理の結果で



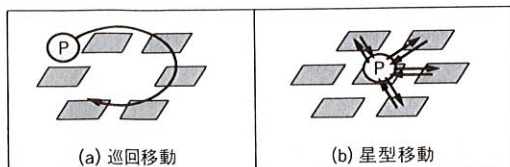


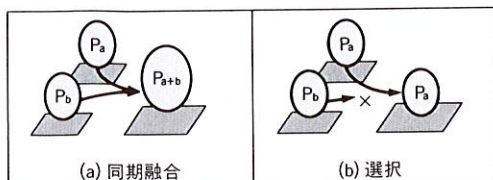
図4. 移動のパターン 出発から帰着までを順に巡る巡回移動パターンと、移動の基点をもつ星型移動パターンとがある。

Plangent<sub>TM</sub> agent mobile patterns

決める場合は、移動パターンとプランニングと実行のサイクルのパターンを組み合わせたものとなる。すなわち、どこに移動して何をするかという短期的な行動計画を立案し実行するサイクルを短くすることで、実行の結果を次のプランニングへ逐次反映する。これによって、ネットワーク上でどこに行けばいいかという情報を取得しながら放浪するという探索型の移動パターンを実現することができる。

### 3.4 エージェント間の協調のパターン

複製という基本動作によって生成されたエージェントは最終的には一つに融合することを期待されるが、そのパターンには、同期融合と選択がある(図5)。同期融合とは、手分けをして処理を実施した後、個々のエージェントが獲得した情報を一つにまとめるパターンである。選択とは、ある時点でどれか一つのエージェントを残すパターンで、例えば最初に処理が完了したエージェントだけを残すといった目的で利用する。



$P_a, P_b$ : Plangent<sub>TM</sub>のエージェント

図5. エージェント間の協調のパターン 複製されたエージェントが一つになるには、同期融合型と選択型の動作パターンがある。

Plangent<sub>TM</sub> agent cooperation patterns

## 4 Plangent<sub>TM</sub>の応用

ここでは、Plangent<sub>TM</sub>の実アプリケーションプログラム適用事例を参考にして、前述のパターンがどのように使われているのかを述べる。

### 4.1 旅行計画支援エージェント

旅行計画支援エージェント(図6)は、ネットワーク上の経路情報や時刻表情報、予約・空席情報から、ユーザーの指定した目的地・到着時刻に添った旅行計画を組み立てて提示するアプリケーションプログラムである。

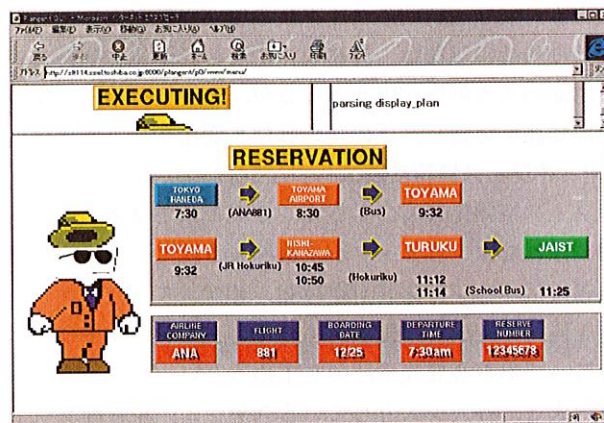


図6. 旅行計画支援エージェント 目的地と到着時刻を指示すると、経路情報や時刻表を取得して旅行計画を提示する。

Plangent<sub>TM</sub> Personal Travel Assistance

エージェントは、ユーザーの要求を受けとった後、旅行情報を提供する旅行代理店に移動し、目的地までの経路情報を検索する。経路情報が見つからなければ、いくつかの複製を生成してネットワーク上を動き回り、一番早く見つけたものを選択する。次に、発見した経路に従って時刻表を検索し旅行計画を立案する。必要に応じて航空会社に移動して空席を確認し、空席があれば計画を確定してユーザーのところに戻り、旅行計画を提示する。ユーザーがその計画を承認すると、航空会社へ移動して座席を予約し、予約番号を持ち帰る。

このアプリケーションプログラムでは、エージェントは旅行代理店を中心に動き回る星型移動パターンを基本とするが、実際には途中の処理結果によって基点からの移動先



図7. オフィス情報支援エージェント 帳票を持ち歩いて承認印を求めたり、会議日程を調整する。

Plangent<sub>TM</sub> in the Office



を決めるという短周期のサイクルを用いた動作となっている。移動先での処理は、経路情報や時刻表情報の取得といった認識の基本動作が中心となるが、取得した情報を使って内部知識を更新し、その後の動作を変化させている。

#### 4.2 オフィス情報支援エージェント

オフィス情報化の波によって、オフィスではネットワーク接続されたコンピュータが多数導入されている。オフィス情報支援エージェント(図7)は、オフィスアプリケーションを使って作成した帳票をエージェントがネットワーク上で持って歩き必要な承認印を求めるといったワークフローの達成と、各人が入力しているスケジュール管理ソフトウェアのデータを集め会議の日程を調整する会議日程調整の機能がある。

ワークフローでは、あらかじめ決められた処理手順に従って巡回する巡回移動パターンになるが、移動先での承認者不在などの状況では、柔軟に動作を変更できる。例えば、承認者が指定した代理人の承認を求めたり、承認者が帰ってくるまでその場所で待機するといった動作変更ができる。

会議日程調整では、巡回移動パターンを基本とし、移動先ではスケジュール帳データの収集という認識基本動作と、決定した会議情報の書込みという操作基本動作を行う。ただし、会議に招集するメンバを“エージェント技術者”のように不特定メンバにすることができ、エージェントがネットワークを飛び回りながら参加メンバを増やしていく放浪型の動作をさせることもできる。

#### 4.3 アプリケーションプログラムの分類

これらアプリケーションプログラムの動作パターンを整理すると、オブジェクトが移動するタイプの、従来型モバイルエージェントが得意とする移動先が明確で手続き的な処理以外にも、エージェントに求められる動作パターンがあることがわかる。

旅行計画支援のように、処理結果によって次の移動先を決めるような、短周期のプランニングを繰り返し処理を進めるゴール指向的なものや、オフィス情報支援の会議日程調整における不特定メンバ招集のような、移動先が不明確でネットワーク上を放浪しながら処理を進める必要があるものもある(図8)。

また、ネットワーク情報検索のように、取得手順はわかっているがどこに情報があるかわからない場合や、どこに情報があつてどのように入手すればよいかわからない場合もある。

プランニング機能を取り入れた Plangent<sub>TM</sub>では、ゴール指向的なものや移動先が不明確なアプリケーションプログラムといった、従来のモバイルエージェントが得意な動作を必要とするアプリケーションプログラムへも適用できる。

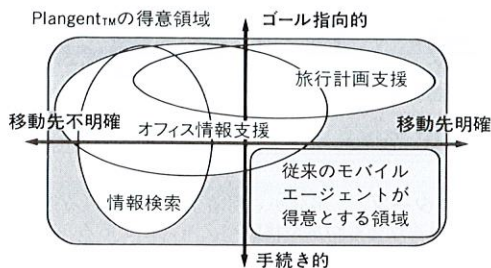


図8. アプリケーションの分類 移動エージェントの得意だった不明確な移動先やゴール指向的処理ができるようになった。

Classification of Plangent<sub>TM</sub> applications

## 5 あとがき

オブジェクトが移動するタイプのエージェントシステムはすでにいくつか存在する<sup>(2)</sup>が、Plangent<sub>TM</sub>は知性や動作の柔軟性といったネットワークエージェントに求められる特性を備えたシステムとなっている。今後は、これらの特性をさらに高めるとともに、実用化において重要となる実行効率やセキュリティ機能などを充実させていく。なお、Plangent<sub>TM</sub>についての技術情報や評価版ソフトウェアは、当社ホームページ<sup>(3)</sup>から入手できる。

## 文 献

- (1) Ohsuga, A., et al. PLANGENT: An Approach to Making Mobile Agents Intelligent. IEEE Internet Computing, 1, 4, 1997, p.50-57.
- (2) 西田豊明. ネットワークエージェント. 情報処理, 39, 3, 1998, p.258-260.
- (3) <http://www2.toshiba.co.jp/plangent/>



大須賀 昭彦 OHSUGA Akihiko, D.Eng.

研究開発センター S&S 研究所研究主務, 工博。  
エージェント技術の研究・開発に従事。情報処理学会, 電子情報通信学会, 日本ソフトウェア科学会, IEEE 会員。  
Systems & Software Research Labs.



入江 豊 IRIE Yutaka

研究開発センター S&S 研究所。  
エージェント技術の研究・開発に従事。情報処理学会会員。  
Systems & Software Research Labs.



加瀬 直樹 KASE Naoki

研究開発センター S&S 研究所。  
エージェント技術の研究・開発に従事。情報処理学会, 人工知能学会, 日本ソフトウェア科学会会員。  
Systems & Software Research Labs.