

長 健太      林 久志      加瀬 直樹      大須賀 昭彦  
株式会社 東芝 研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー

## 1 はじめに

PDA や携帯電話の高機能化、JavaVM の搭載などにより、これら携帯機器上に外部からソフトウェアを送り込み、様々なサービスを提供することが可能になりつつある。ユーザがあるサービスを必要とした時に、そのサービスに対応するコンパクトな移動エージェントを携帯機器上に送り込むことで、少ない資源しか持たない環境で多様なサービスを提供することができる。また、これらの機器はユーザが常に持ち歩くものであり、そのユーザに応じたサービスを提供することが望ましい。知的エージェントを用い、ユーザのプロファイル情報を考慮した柔軟な動作を実現することで、ユーザ向けにパーソナライズされたサービスの提供ができる。

本稿では、PDA や携帯電話などの、資源が乏しい携帯機器において動作する知的移動エージェント picoPlangent について述べる。まず picoPlangent の特徴について述べ、picoPlangent を構成するエージェント、プラットフォーム、コンポーネントについて述べる。最後に picoPlangent の PC 上および代表的な PDA である Palm 上での実装について述べ、評価を行う。

## 2 picoPlangent の特徴

picoPlangent は、資源の乏しい携帯機器上で知的動作を実現できるよう、以下の特徴を備えている。

- コンパクトで汎用的なエージェント本体

資源の乏しい環境で動作できるよう、エージェント本体が必要とする資源の量が抑えられるアーキテクチャを採用している。また、エージェントは汎用的な文字列で表現され、様々なプラットフォーム上で容易に解釈できるようになっており、移動先の環境を問わずエージェントを移動させることができる。

- エージェント機能のコンポーネント化

エージェントが必要とする様々な機能は、コンポーネントとしてエージェント本体から分離され、エージェントの動作するプラットフォーム上に配置される。エージェントは必要に応じてプラットフォーム上にあるコンポーネントを利用する。

- ゴールツリーによる知的動作の実現

エージェントをコンパクトに抑えつつ、知的で柔軟な動作を実現するために、エージェントの動作はゴールツリー形式で表現する。

ゴールツリーは、エージェントが解決すべきゴールの列（プラン）、およびその代替案を表現したもの

であり、エージェントの動作を汎用的に表現することができる。各ゴールには対応するコンポーネントが存在し、エージェントがそのコンポーネントを利用してゴールを解決する。

ユーザの要求およびエージェントの持つ知識、プラットフォームに備えられた知識からゴールツリーを生成するプランナコンポーネントを用いて、ゴールツリーをエージェントの存在する環境に合わせて動的に変更することもできる。

また、picoPlangent エージェントは、我々が開発した知的移動エージェント Plangent[1] と同様の動作を、特定の picoPlangent コンポーネントを利用することで実現できる。

## 3 picoPlangent の基本構成

エージェントはプラットフォーム上に生成され、ゴールツリーに従って動作する。プラットフォーム上にはコンポーネントが登録され、エージェントはゴールツリー内のゴールを解決するため、そのゴールを解決するコンポーネントを選択し、利用する。（図 1）

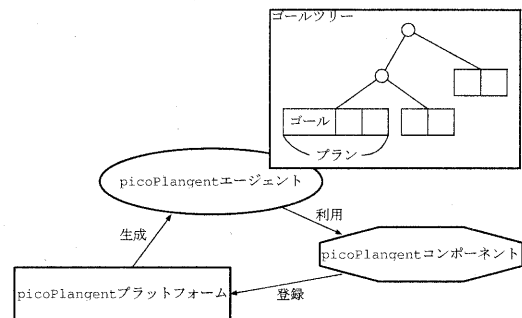


図 1: 基本構成

### 3.1 picoPlangent エージェント

エージェントは、エージェントの動作を制御するゴールツリーを備える。ゴールツリーはいくつかのプランから構成される。プランはユーザから与えられた要求を解決する手順を表しており、手順が複数考えられる場合は、複数のプランをゴールツリー内に備えることができる。プランは複数のゴールから構成され、その実行はプラン内のゴールを順番に解決することで行われる。ゴールの解決は、以下の手順で行われる。

1. プラットフォームに対して、ゴールを渡す。
2. プラットフォームからそのゴールを解決可能なコンポーネントの一覧を受け取る。
3. そのコンポーネント群のどれか1つを利用し、ゴールを解決する。

4. ゴールが解決できた場合はプラン内からそのゴールを削除し、次のゴールの解決を行う。解決に失敗した場合はゴールツリー内からそのプランを削除し、他の代替プランの実行を行う。

### 3.2 picoPlangent プラットフォーム

プラットフォームは、エージェントからゴールの解決要求があった場合、登録されているコンポーネントから、そのゴールを解決可能なコンポーネントを探し出し、エージェントに提示する。

プラットフォームに登録可能なコンポーネント、およびあるゴールに対応するコンポーネントを探し出す方法は、そのプラットフォームの存在する環境によって異なる。Palm 上のプラットフォームの場合は、以下の手順でコンポーネントを探索している。

1. ゴールは述語名と引数から構成されているものとし、ゴールを解決するアプリケーションの ID とそのゴールの述語名の対応をテーブルとして持つ。
2. エージェントからあるゴールの解決要求がきた場合、そのゴールの述語名を参照し、対応するアプリケーションの ID をエージェントに通知する。

### 3.3 picoPlangent コンポーネント

コンポーネントはエージェントの持つゴールを解決する。知的移動エージェントが備えるべき様々な機能は、いくつかのコンポーネントに分かれて実現されている。以下に代表的なコンポーネントを挙げる。

- プランナコンポーネント

プランニングを用いて、ユーザから与えられたゴールを解決するプランを生成する。生成されたプランはゴールツリーの形で表現され、エージェントに渡される。

- 移動コンポーネント

エージェントを他のプラットフォーム上へ移動させる。移動先のプラットフォームの資源が限られている場合は、エージェントから必要な情報のみを抽出し、移動させる。また、エージェントが移動先で必要となるコンポーネントを判別し、エージェントとともに移動させる場合もある。

## 4 実装例

picoPlangent を以下の環境で実装した。(図 2)

- PC 上の Java 環境

J2SE の JavaVM 上に picoPlangent 環境を構築した。picoPlangent コンポーネントは特定の Java クラスで実現される。Java で構築された Prolog エンジンを用いて、プランニングによってゴールから複数のプランを生成する Planner コンポーネント、複数の JavaVM 間を RMI を用いてエージェントを移動させる RMIMigration コンポーネントなどを備える。

- Palm 上の PalmOS 環境

代表的な PDA である Palm 上に GCC を用いて環境を構築した。picoPlangent コンポーネントは PalmOS 上のアプリケーションとして実現され、Palm

上のエージェントがゴールツリーを参照してアプリケーションを切り替える。

PC と Palm 間の移動は、Palm における標準的なデータ転送である Hotsync を用いる。PC 上の HotsyncMigration コンポーネントがエージェントの Palm への移動を処理し、Hotsync の際にエージェントを Palm のデータベースに書き込む。

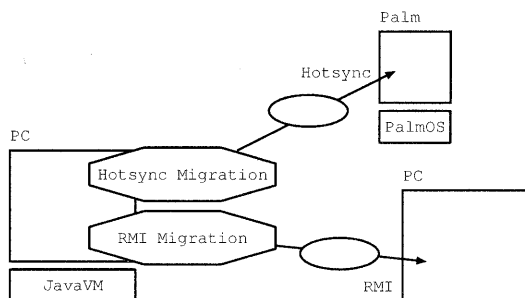


図 2: PC および Palm 上の実装

## 5 評価

picoPlangent では、エージェントの持つ機能をコンポーネントに分割することで、システムを環境に応じて自由に設定できる。また、エージェント本体やプラットフォームのサイズもコンパクトに抑えることができる。たとえば、Palm 上でのプラットフォームは 5Kbytes 程度の小さなサイズに収まっており、従来の Plangent と比較して約 10 分の 1 のサイズである。

また、ゴールツリーにあらかじめ複数のプランを備えることで、資源の制約によりプランナなどの知的処理を行うコンポーネントを備えることのできない環境でも、エージェントは状況に合わせた柔軟な動作をすることができる。

## 6 おわりに

picoPlangent は、PDA や携帯電話などの小さな機器上でも動作可能なことを特徴とする知的移動エージェントシステムである。エージェントの機能をコンポーネントに分割することで、様々な環境でエージェントを動作させ、ゴールツリーを用いてエージェントを制御することで、柔軟な動作を実現した。

今後は、プラットフォームに既存のコンポーネント技術で実現されたコンポーネントを picoPlangent コンポーネントとして利用できる仕組みを備えることで、ネットワーク上の既存の部品を picoPlangent が組み合わせて利用できるようにする。

## 参考文献

- [1] Ohsuga,A., Nagai,Y., Irie,Y., Hattori,M., and Honiden,S. :PLANGENT: An Approach to Making Mobile Agents Intelligent, IEEE Internet Computing, Vol.1, No.4(1997), pp.50-57; <http://computer.org/internet/ic1997/w4050abs.htm>
- [2] 長 健太, 入江 豊, 大須賀 昭彦, 関口 勝彦, 本位田 真一: 組み込み機器向け移動エージェント (1) :  $\mu$ Plangent: 知的処理の実現, 情報処理学会第 58 回全国大会 (1999)