

## VPcogma: 組み込み機器を対象とした バイナリポータブルなユビキタス環境構築ミドルウェア

河口 信夫<sup>(1)</sup> 金岡 弘記<sup>(2,3)</sup> 木曾 陽一<sup>(2,3)</sup> 細川 勲<sup>(3)</sup>

1)名古屋大学情報連携基盤センター, 2)中部TLO

3)富士通プライムソフトテクノロジー

<http://www.cogma.org/>

### VPcogma: A Binary Portable Middleware for Ubiquitous Embedded Devices

Nobuo Kawaguchi<sup>(1)</sup>, Hiroki Kaneoka<sup>(2,3)</sup>, Youichi Kiso<sup>(2,3)</sup> and Isao Hosokawa<sup>(3)</sup>

1) Information Technology Center, Nagoya University

2) Chubu Technology Licensing Office, 3) Fujitsu Prime Software Technologies Limited.

This paper introduces a light-weight middleware for embedded devices named "VPcogma". VPcogma is based on Virtual Processor and Code Translation technology. For the sake of the code translation, same binary code can run on different CPUs and can move across networks with dynamic state. It also enables to run with less memory and less CPU powers for satisfying the requirements for embedded devices. The design of VPcogma is based on our Java based mobile-agent middleware called "cogma". Simple communication feature of cogma is also implemented on VPcogma.

#### 1. はじめに

近年の情報技術やデバイス技術の発展により、様々な機器が情報ネットワークに接続され、いつでもどこでも多様な情報サービスを簡単に利用できる「ユビキタス環境」が現実のものとなりつつある。さらには、Microsoft 社の Easy Living[1] や Stanford 大の iRoom[2], 慶應大の SSLab[3] など、スマートスペース・スマートルームと呼ばれる実験環境が整備されつつある。しかし、ユビキタス環境におけるシステム開発はハードウェア・ソフトウェアの両面において、高度な技術を必要とする複雑なタスクであり、コストを度外視できる実験環境では実現可能であっても、実社会での実用段階への移行は容易ではない場合が多い。

我々は、ユビキタス環境を実現するために、動的な環境に適應可能な柔軟なソフトウェアシステム cogma[4] の研究開発を推進してきた。cogma は Java 上で実装されているため、プラットフォーム依存性が低く、さまざまなデバイス上で動作することが可能である。しかしながら、Java の利用によって、ハードウェア・ソフトウェアの両面で多くのリソースが要求され、特に、より低価格・低リソースな組み込み機器への導入がコスト上困難であった。そこで、Java 版の cogma をリファレンスデザインとして、仮想プロセッサ上のバイナリコードを用いてソフトウェア移送が可能なシステム VPcogma (Virtual Processor cogma) を開発した。本稿では、その概要について述べる。

#### 2. ユビキタス環境構築ミドルウェア cogma

cogma[4] は動的なネットワーク環境において、ソフトウェア移送を可能にし、機器間の連携利用を容易に実現するミドルウェアであり、次の特徴を持つ。

1. 軽量ミドルウェア  
PersonalJava/J2ME による省メモリ実装
2. ソフトウェアの動的な移送に対応  
状態を保持したまま、端末間を移動
3. 複数の異種ネットワークの同時利用が可能  
TCP/IP, シリアル, HTTP, 等
4. 他ノードの自律的な発見  
アドホックネットワークへの対応
5. 移動ソフトウェアの管理・通信機構  
シンプルな通信機構の実現

cogma を用いると、上記の 4 や 5 の特徴によって、ユビキタス環境における様々な応用ソフトウェアが容易に実現できる。特に通信機構の実現がソフトウェア移送の利用によって簡略化されているため、複雑なプロトコルが不要となり、開発工数の削減が実現できる。しかし組み込み環境においては、Java の実行環境自体のメモリ使用量やライセンス契約の問題がある。

#### 3. バイナリポータブルミドルウェア VPcogma

VPcogma では、実行環境として TAO 社の intent[5] を採用した。intent では、仮想プロセッサ (VP) という概念を用いることによって、マシンコードレベルでのバイナリポータブル性を実現している。VP コードは各 CPU 向けのトランスレータによって翻訳され、実行される。VPcogma では、VP コードによって Java のバイトコードと同様の仕組みを実現しており、ソフトウェアの構成は cogma の設計をそのまま踏襲している。ただし、VPcogma 上のアプリケーション VPcodget は C 言語で記述するため、シリアライズ・デシリアライズ機構は独自に実装している。

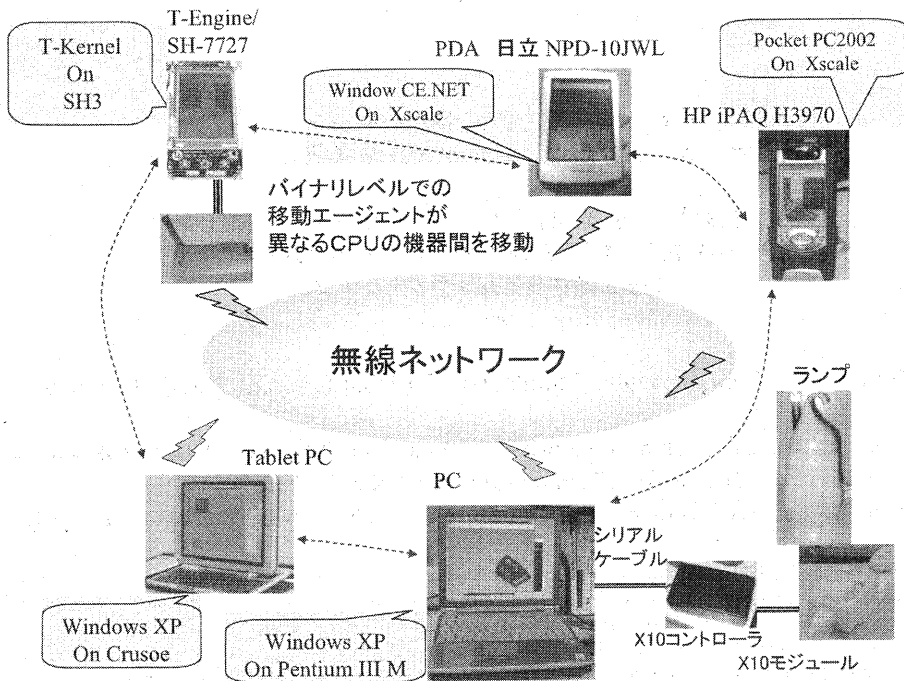


図1：デモンストレーション概要

#### 4. デモンストレーション内容

VPcogma は、すでに複数のプラットフォーム上で動作している。図1に示すように x86 系の Windows をはじめ、SH3 の T-Engine 上、XScale の Windows CE.NET、PocketPC2002 上などで動作する。もちろん Linux 等の intent が対応している他 OS/CPU 上でも動作する。今回のデモでは、各機器の画面上の飛び回る FreeBall というソフトウェアが、Ball の位置や動きの情報を持ったまま、他の CPU/OS の機器へネットワークを通じて移動し、高速に動作することを示す。また、電灯線制御が可能な X10 コントローラによるランプの点灯制御ソフトウェアを、他の機器に移送し、遠隔からも制御ができることを示す。また、VPcogma は TCP/IP だけでなく、シリアル通信回線上的ソフトウェア移送や、複数の通信回線の同時利用、接続・切断の発見も可能である。また、機器構成にあわせ、必要に応じて利用するモジュールを選択することができる。現在の VPcogma のメモリ使用量を以下に示す。

表1：VPcogma メモリ使用量 (Win32 環境)

	ROM イメージ	RAM 使用量
シリアル通信のみ	650kbyte	100kbyte
TCP/IP 通信含む	880kbyte	800kbyte
GUI 等すべて含む	1.9Mbyte	2.3Mbyte

#### 5. まとめ

ユビキタス環境を構築するための組み込み機器向けのミドルウェアとして、VPcogma を構築した。VPcogma

によって、組み込み機器上でも移送ソフトウェア技術を利用した高度な連携アプリケーションが実現可能になる。現在、Java で記述した codget (移動ソフトウェア) を VPcogma 上の VPcodget に変換するツールの構築している。これによって、Java で実現したソフトウェアがそのまま VPcogma 上で動作することになり、ネットワーク対応アプリケーションの開発効率向上が期待できる。また、cogma はホームページ上 [6] で公開している。

#### 参考文献

- [1] Brumitt, B., Meyers, B., Krumm, J., Kern, A., and Shafer, S., "EasyLiving: Technologies for Intelligent Environments", *Handheld and Ubiquitous Computing (HUC)*, (2000).
- [2] Brad Johanson, Armando Fox, and Terry Winograd, *The Interactive Workspaces Project: Experiences with Ubiquitous Computing Rooms*, *IEEE Pervasive Computing* 1:2, pp. 67-75. (2002).
- [3] Okoshi, T., Wakayama, S., Sugita, Y., Iwamoto, T., Nakazawa, J., Nagata, T., Furusaka, D., Iwai, M., Kusumoto, A., Harashima, N., Yura, J., Nishio, N., Tobe, Y., Ikeda, Y. and Tokuda, H.: *Smart Space Laboratory Project: Toward the Next Generation Computing Environment*, *IEEE Third Workshop on Networked Appliances (IWNA 2001)*, (2001).
- [4] 河口信夫, 稲垣康善: cogma: 動的ネットワーク環境における組み込み機器間の連携用ミドルウェア, *情報処理学会コンピュータシステム・シンポジウム*, pp. 1-3, Nov. (2001).
- [5] TAO 社ホームページ: <http://www.tao-group.com/>
- [6] cogma ホームページ: <http://www.cogma.org/>