

動的ネットワーキングサービスにおける機器連携方式 Equipment Collaboration for Dynamic Networking Service

齊藤 潤[†] 水越 紀夫[†] 久保田 稔[†]
Jun SAITO Norio MIZUKOSHI Minoru KUBOTA

1. はじめに

近年、小電力無線通信技術や M2M (機器間連携) 技術の発達によって、センサやアクチュエータなど様々な機器がインターネットに接続し機器連携を行う Internet of Things (IoT) が提唱されている。センサやアクチュエータをインターネットに接続することによって、遠隔地の情報をユーザの位置に関係なく取得したり特定の場所の機器を操作できるようになり、地域ネットワークへの応用 [1] や Web サービスとの連携 [2] による新たなサービスの創発が期待されている。

一方、ユーザや機器の要求条件は、周囲の環境の変化によって絶えず変化すると考えられる。ここで扱う機器とは、PC の他にもセンサデバイスのような組み込み機器も含む。

しかし、限られたリソースしか持たない組み込み機器に、多様な要求条件を満たすために必要なソフトウェアをすべて組込んでおくことは困難である。このため、場合によっては最適なサービスを提供できないことがある。この問題を解決するため、我々は組み込み機器上のソフトウェアを動的に更新することで様々な要求に対応させる動的適応システムモデル [3] を提案している。ネットワークを介して機器連携する手法には多くの研究があるが、動的にソフトウェアを更新しながら機器連携を行っている研究 [4][5] は比較的少ない。

我々は動的適応システムのプロトタイプサービスの実装 [6] を行ってきたが、従来の実装では機器連携を行うネットワークの範囲が限定的であった。本稿ではこれを、インターネットを通してアクセス可能な機器にまで対象を広げることで、近隣の機器と遠隔地の機器による位置透過なサービス提供を提案する。

2. 動的適応システムモデル

本稿で対象とするシステムモデルである動的適応システムの構成の概要を図 1 に示す。マイクロノード (以降、M ノード) は組み込み機器やセンサなど、十分なリソースを持たないものを指し、環境の至る所に存在することを想定している。また M ノード上で実行されるソフトウェアであるマイクロソフトウェアコンポーネント (以降、MSC) を動的に更新することで、その振舞いを変更することが可能である。この M ノードや MSC を動的に組み合わせた集合をマイクロノードグループ (以降、MN グループ) と呼ぶ。

マイクロノードマネージャ (以降、MN マネージャ) は M ノードよりも十分なリソースを持つものを指し、ユーザが持ち歩くことのできるノート PC や高機能な携帯端末を想定している。MN マネージャと M ノード、M ノード同士は無線アドホックネットワークで接続されることを想定し、これをマイクロネットワーク (以降、M ネットワーク) と呼ぶ。また、MN マネージャは

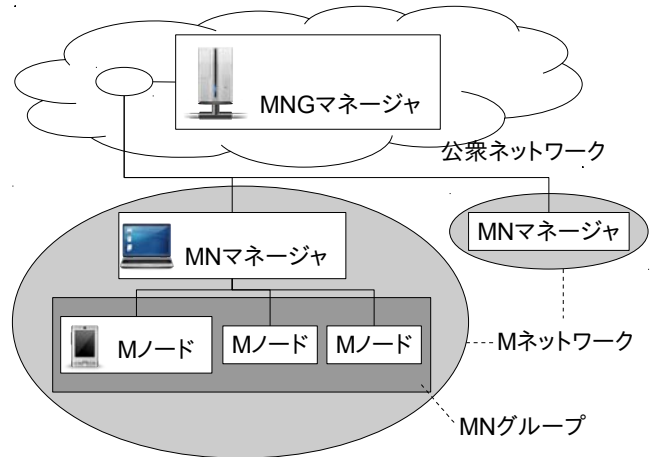


図 1. 動的適応システムの概要

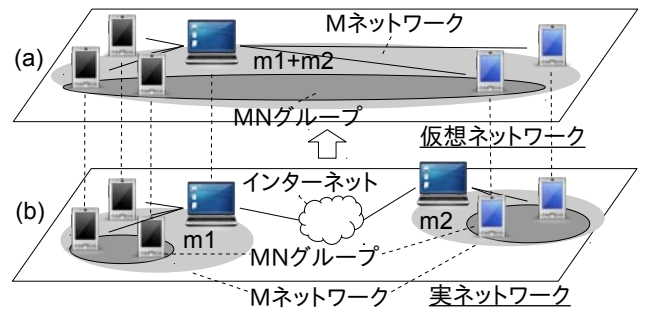


図 2. M ネットワークの連携

公衆ネットワークへのゲートウェイ機能を持つ。

MN マネージャは M ネットワークからサービスの実行に必要な M ノードを検索し、MN グループを形成しサービスを提供する。このようなサービスを動的ネットワーキングサービスと呼ぶ。

公衆ネットワークにはマイクロノードグループマネージャ (以降、MNG マネージャ) と呼ばれるノードが存在する。MNG マネージャは M ノードの構成情報の管理、サービス情報の提供などを行う。

3. 提案手法

提案手法における M ネットワーク間の連携を図 2 に示す。従来手法では、MN グループは同一 M ネットワーク内の M ノードだけでしか構成することができなかったため、別の M ネットワークに属する M ノードと連携することはできなかった (図 2(b))。

提案手法では、インターネット上の他の M ネットワークを自分が属する M ネットワークの一部として接続することで、異なる M ネットワークや遠隔の M ノードとの連携を実現する (図 2(a))。しかし異なる M ネット

[†]千葉工業大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology

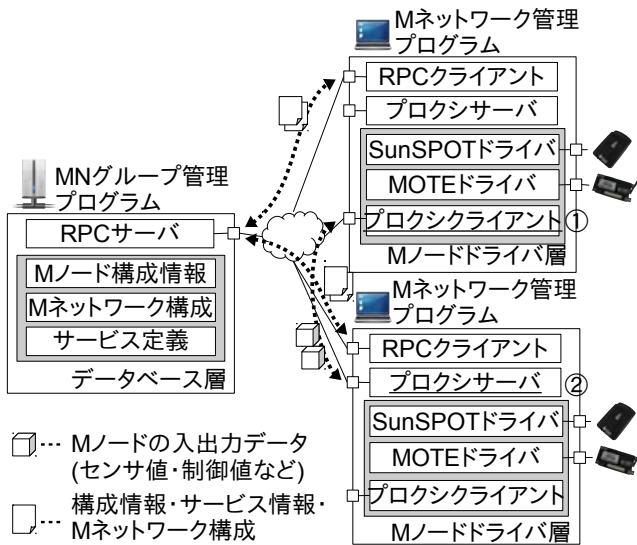


図 3. 機器連携プログラムの概要

ワーク間の連携のためには、Mノードがインターネットにアクセスして他のMネットワークと通信する必要がある。

3.1 Mノードによるインターネットへのアクセス方式

従来手法ではMノードが直接インターネットにアクセスすることは無かった。またリソースが限られているMノードでは、インターネットにアクセスするためのリソースが不十分である場合も多い。そこで、Mノードがインターネットを経由して他のMネットワークのMノードにアクセスするためには、(1)MNマネージャがMノードとインターネットとの接続を仲介する、(2)組込み機器向けのプロトコルを使ってMノードが直接インターネットに接続する、の2つの手法が考えられる。

(1)の場合では、接続を仲介するためのプロキシサーバが必要となる。動的適応システムではMNマネージャがMノードのゲートウェイとしての機能を持つため、MNマネージャがプロキシとして働くことにより、異なるプロトコルを使う2つのネットワーク間での通信を実現する。

(2)の場合は、Mノード自体にTCP/IPプロトコルの処理を実装する必要がある。組込み機器向けのIP通信の規格である6LoWPAN[7]によって、センサノードのような省電力無線通信を行う小型機器がIPv6ネットワークに参加できることが期待されている。しかし実装には比較的多くのリソースが機器に要求されるため、適用できる組込み機器は限られている。

本稿ではリソースの少ない組込み機器も機器連携の対象とするため(1)の手法を採用する。これにより自力でインターネットに接続できない機器でもMNマネージャが通信を仲介することでインターネットを介した機器連携を行う。

3.2 機器連携プログラムの実装

インターネットを介した機器連携を可能とするために実装したプログラムの概要を図3に示す。開発言語にはJava言語を使用し、規模は有効行数で約3500行で

ある。インターネットへのアクセス機能を持たないMノードからのアクセスを仲介するために、新規にプロキシサーバ(図3:①)とプロキシクライアント(図3:②)およびドライバ間通信機構を開発した。このプロキシサーバとプロキシクライアントがMノードの入出力データを仲介することにより、Mネットワーク間の連携を行う。

3.3 評価

前述のプログラムの動作検証として、インターネットを介した遠隔からのセンサおよびアクチュエータのアクセスを行なった。MノードとしてOracle社のSunSPOTとクロスボー社のMICAz MOTEを使用した。

MNマネージャとして2台のPCにそれぞれMネットワーク管理プログラムをインストールし、一方のMネットワークにあるSunSPOTからもう一方のMネットワークのMノードへのアクセスを行った。MOTEからはセンサデータとして温度および照度を取得、SunSPOTからはアクチュエータとしてサーボモータを動作させるサービスを実行し、正しく動作することを確認した。

今回はMNマネージャとしてPCを使用した。これをロボットに置きかえることで、危険な場所でのセンサ値の収集やアクチュエータの起動を遠隔から行う作業用ロボットへの応用が期待できる。またバーチャリアリティへの応用として、仮想空間上の環境やユーザのアクションをMNマネージャを通して遠隔の実空間上のセンサやアクチュエータと同期することによって、遠隔操作や環境の共有が可能なシステムの構築が可能である。

4. まとめ

動的適応システムモデルにおいて、インターネットを通して近隣の機器と遠隔地の機器の連携サービスを行う手法を提案した。また機器連携プログラムを実装し、インターネットを通じた機器へのアクセスおよびサービス提供が可能であることを検証した。今後は具体的なサービスの検討や実装を進める。

参考文献

- [1] 井上真杉, 大西真晶, 森野博章, 実藤亨: コンテキスト適応サービスのための地域ネットワークアーキテクチャ, 信学技報(USN), Vol. 108, No. 399, pp. 19-24 (2009).
- [2] Guinard, D., Trifa, V. and Wilde, E.: A resource oriented architecture for the Web of Things, Proc. 2010 Internet of Things (IOT), pp. 1-8 (2010).
- [3] 久保田稔: 動的適応性をもつモジュラー型基盤ソフトウェアの提案, 信学技報(CPSY), Vol.105, No. 670, pp. 19-24 (2006).
- [4] 河口信夫: cogma: 動的ネットワーク環境における組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. 1-8 (2001).
- [5] O. Akribopoulos et al.: A Web Services-oriented Architecture for Integrating Small Programmable Objects in the Web of Things, Proc. Developments in E-systems Engineering, IEEE, pp. 70-75 (2010).
- [6] 田口和也, 須賀大輔, 久保田稔: 動的適応システムにおける機器連携機構, 情処全大, Vol. 72, No. 3, pp. 305-306 (2010).
- [7] Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks, <http://tools.ietf.org/html/rfc4944> (2011年7月1日取得).