

ホームネットワークのマルチユーザ化における コンテキストを考慮した動的権限管理に関する研究

立石直樹^{†1} Sioutis Marios^{†1} 金 準 修^{†1}
Lim Azman Osman^{†1} 丹 康 雄^{†1}

本稿は、家庭内のホームネットワークに接続された機器を外部から提供されるプログラムによって制御するホームネットワークシステムに対して、マルチユーザ化を行う利点と課題を述べ、マルチユーザ化を実現するための方法を提案する。

Context-aware dynamic control of user authorities for multiuser expansion in the Home Network System

NAOKI TATEISHI,^{†1} MARIOUS SIOUTIS,^{†1}
JUNSOO KIM,^{†1} AZMAN OSMAN LIM^{†1}
and YASUO TAN ^{†1}

This paper shows the problems and advantages for introducing a multiuser expansion into a Home Network System which controls the devices in the home network by the provided program from the outside. Also this paper shows the solution for the problems of introducing a multiuser expansion.

1. はじめに

1.1 研究背景

近年、家電機器や住宅設備などの機器の高機能化が進み、宅内に敷設されたホームネットワークにこれらの機器が接続されるようになりつつある。ホームネットワークは、外部 IP

ネットワークとのインターフェースであるホームゲートウェイを介して外部ネットワークと接続されており、外部から提供される様々なサービスを利用することができる。

従来はサービスを提供するために宅内に設置されたコントローラが予め決められたタスクを処理していたが、今後はミドルウェアプラットフォームである OSGi など外部から様々なソフトウェアをダウンロードして実行可能な技術を用いて、ホームゲートウェイ自身が様々なタスクをダウンロードして処理することが可能となる¹⁾。また、従来のサービスは全てサービス提供者自身によって記述されていたが、ホームネットワークアーキテクチャの多様化や複雑化が進んだため、全てのサービス利用者が利用可能なサービスを記述することは困難である。このため、サービス利用者の情報を管理しサービス提供者に対してサービスの記述を補助する中間サービス事業者が配置されたシステムの利用が実現しつつある。これにより、サービス提供者は各サービス利用者の持つ詳細な条件を考慮せずにサービスを記述することが可能となる²⁾。

1.2 研究目的

ホームネットワークを利用したサービスの一般的な記述が可能になることで、サービスの多様化が予想される。実現が求められているサービスの種類は、防犯、防災、医療、介護、健康、家事支援、省電力制御、娯楽など多岐にわたる。1つのサービスを実現するために複数の機器が連携する環境で、利便性とサービス間の協調性を確保し、宅内でサービスを円滑に運営するためには、サービスが利用する資源の競合や既に起動しているサービスへの影響を考慮し、宅内の状況に応じてサービスを制御することが重要である。宅内の状況を把握し、個人ごとのサービス利用制限や、サービス競合時に利用者情報を考慮して優先制御を行うにはマルチユーザ化が必要となる。

本研究では、宅内の状況に応じてユーザの権限を動的に変更する手法について提案する。ユーザは、目的別に分類されたサービスの種類に対して、サービス利用時に機器が行う動作の種類ごとの権限を持つ。ユーザが持つ権限は、宅内で稼働しているサービスの種類と利用者、各ユーザの位置などによって変更される。宅内の状況に応じてユーザの権限を動的に変更することでサービスの振る舞いが制御され、利便性とサービス間の協調性を確保したサービスの実現が可能となる。

2. SI モデル

従来のサービス提供モデルは、サービス提供者がユーザに対して機器を指定し、独自の手法でサービスを記述しているため、サービスを利用するためにはサービス毎に対応した機器

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology

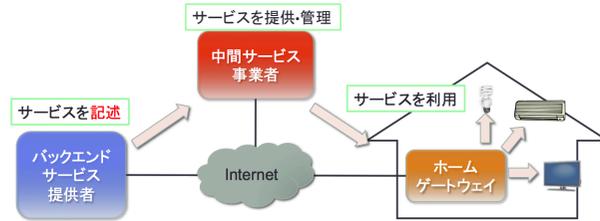


図1 SIモデルのアーキテクチャ
Fig. 1 The architecture of SI model

を用意しなければならない。サービス提供者とユーザの間に介入し、サービスの一般的な記述を可能にするサービス提供モデルが提案されており、本研究ではこのモデルをSI(Service Intermediary)モデルと呼ぶ³⁾。図1にSIモデルの枠組みを示す。SIモデルでは、サービス提供者とサービス利用者の間に中間サービス事業者が存在する。中間サービス事業者は、宅内に設置された機器やサービスの管理を行い、サービス提供者にサービス記述用APIを提供する。これにより、サービス提供者は機器のメーカーや宅内の詳細状況を考慮せずにサービスを記述することが可能になり、サービス利用者は機器のメーカーに偏らずにサービスを利用可能となる。また、利用されるサービスの増加と多様化が予想される。

3. ホームネットワークサービス

ホームネットワークサービスは、ホームネットワークに接続するホームデバイスが外部から提供されるプログラムからの指示を実行することで実現する。ホームネットワークサービスは、ネットワーク機能レベル、サービスの起動の形態、利用目的によって分類することができる。

3.1 ネットワークの機能レベルによる分類

ホームネットワークのサービスをネットワークの機能レベルから見ると、以下の4つに分類することができる。

- 放送系サービス
- 通信系サービス
- ホームネットワークに接続された宅内機器の連携サービス
- ホームネットワークのセキュリティ、ネットワーク管理

3.2 サービスの起動の形態による分類

ホームネットワークのサービスを、サービスの起動の形態から見ると2種類に分類することができる。

- Push型
- Pull型

Push型サービスは、サービスを受ける側が意識しなくても提供されるサービスであり、宅内の異常通知サービスや訪問者通知サービスなどが該当する。Pull型サービスは、サービスを受ける側が意識して起動させるサービスであり、家電の連携によるオーディオサービスなどが該当する。

3.3 サービスのユースケース

ホームネットワークのサービスを利用目的ごとに見ると、以下の種類に分類することができる。括弧内はサービスの例である。

- 防犯(不審者侵入検知, 訪問者通知, 戸締まり確認など)
- 防災(ガス漏れ検知, 漏電検知など)
- 医療(遠隔健康診断など)
- 介護
- 遠隔機器管理
- ヘルスケア(健康モニタリングなど)
- 家事支援
- 生活支援(スケジュール確認, 外部からの家電の遠隔制御など)
- 省エネルギー化促進
- 在宅業務(テレビ会議など)
- 教育・学習(遠隔講義配信など)
- ホームコントロール(空調制御, 照明制御など)
- コミュニケーション(テレビ通話など)
- 娯楽

3.4 宅内におけるサービスの運用

サービスの目的、起動形態、利用するネットワーク機能が異なる環境下でサービスを円滑に利用するには、利用するデバイスの競合、サービスの効果の競合を防ぐ仕組みが必要である。サービスは外部から提供されるため、宅内で保有されるサービスの数や種類は一定ではない。同様に、ホームネットワークに接続される機器に関しても、宅内で保有される数や種

類は一定ではない。また、サービスの重要性や、利用者を与える影響の大きさはサービスによって大きく異なる。そのため、宅内で実行されるサービスを一元的に管理する仕組みは、宅内の状況の変化に柔軟に対応しなければならない。

4. ホームネットワークのマルチユーザ化

4.1 マルチユーザ化によって解決される問題

SI モデルは、宅内のユーザを識別する機能を有しておらず、世帯を対象としてサービスを提供する。そのため以下に挙げる項目を実現することができない。

- 個人単位で異なる動作をするサービスの提供
- 個人単位のサービス利用制限
- サービス競合時における利用者を考慮した競合解消
- サービス利用に関して個人が専用的に使用できる機器の設定

ホームネットワークのマルチユーザ化を行うことでこれらの項目が実現可能になり、サービス利用におけるポリシーの設定、個人を識別して異なる動作をするサービスの実現を行うことができる。また、ユーザを取り巻く物理的状況と論理的状況であるコンテキストを個人単位で考慮することで、個人単位のコンテキストを考慮したサービス制御とサービス競合時の状況に応じた優先制御を実現することができる。これにより、室内にいるユーザを認識して異なる温度調節を行うサービスや、宅内に大人がいないときは電気コンロや電気ストーブの使用を禁止するといったサービスが実現可能となる。

4.2 マルチユーザ化を実現するための課題

4.2.1 ユーザ権限に関する課題

ユーザに対してサービス毎に静的に権限を設定する場合、利用デバイスの競合とサービスの効果の競合を防ぐためにサービスの同時利用の全組み合わせを考慮し、サービスの動作を決めなければならない。サービス数が 10 の場合、サービス同時利用のパターン数は 1023 であり、異なるユーザがサービスを利用する場合を考慮するとパターン数はさらに増加するため、全ての組み合わせに対してサービスの動作を静的に決めることは困難である。よって、サービスを動的に制御するための仕組みが必要であり、ユーザはデバイスの利用権限などサービスの制御に関係する複数の権限を持たねばならない。ユーザが持つ権限は全てのサービスの制御に関して一貫して適用できる必要があり、また、サービスを動的に制御するためにユーザ権限を動的に管理する規則と仕組みが必要である。

4.2.2 コンテキストの把握に関する課題

ユーザ権限を動的に管理するためには、なんらかの方法でユーザを取り巻く物理的状況と論理的状況であるコンテキストを把握する必要がある。一般的なコンテキストを機械的に把握し、ユーザの置かれている状況を判断するにはコンテキスト解析システムと専用設備が必要である。しかし、ホームネットワークの設備は世帯によって多様であることが想定されるため、全世帯に対して一律な方法で一般的なコンテキストを把握することは困難である。

5. 提案システム

本稿では、ホームネットワークのマルチユーザ化におけるユーザ権限の設定に関する問題を解決するため、ユーザの位置情報と実行中のサービスを基にコンテキストを把握し、ユーザ権限を動的に管理することでサービスを制御するシステムを提案する。

5.1 想定する環境と提案システムの概要

提案システムでは、以下の手法を用いてサービスを動的に制御する。なお、ユーザはなんらかのヒューマンインターフェース機器を用いてホームゲートウェイに対してサービスをリクエストすることと、提案システムが提供するインターフェースを介して後述するユーザ権限と権限変更シナリオを設定することを想定している。また、宅内の各部屋にはホームネットワークに接続された温室時計、照度計があることを想定している。

- サービス実行のためのホームデバイスの動作を分類し、要素サービスとする
- ユーザは目的別に分類されたサービスごとに要素サービス利用権限を持つ
- システムは宅内の間取り、ホームデバイス、サービス、ユーザの情報を管理する
- システムは既存の位置情報取得システムを用いて各ユーザの位置を把握する
- サービス利用状況、ユーザの位置情報からコンテキストを解析し、ユーザ権限を動的に管理する
- コンテキストとユーザの情報を基にサービスを制御する

図 2 に提案システムの概観を示す。提案システムは、宅内に設置されたセンサー類からの情報、ユーザの位置情報、実行中のサービスを基にコンテキストを把握し、ユーザ権限を動的に管理することでサービスを制御する。

5.2 位置情報の取得

ユーザの位置情報を取得することは、コンテキストを把握するための大きな助けとなる。提案システムでは、既存の位置情報取得システムを用いて各ユーザの位置を把握し、部屋単位で各ユーザの位置を特定できるものとする。

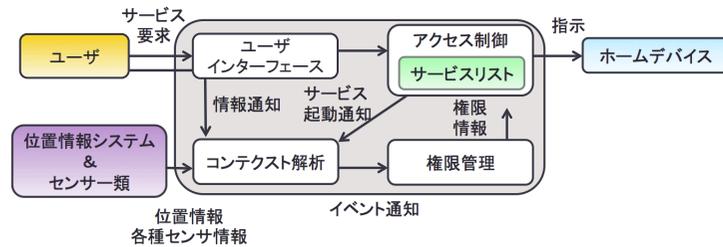


図 2 提案システムの概観

Fig. 2 The overview of the proposed system

5.3 サービスが有する情報

提案システムは、サービス情報として以下の情報を管理する。

- サービスの分類
- 実行する要素サービス

5.3.1 サービスの分類と優先度

サービスは利用目的によって分類され、優先度によって3つのグループにまとめられる。サービス間で機器の利用に関する競合が発生した場合、優先度が高いサービスが機器を利用する。同じ優先度を持つサービス間で機器の利用に関する競合が発生した場合、後述するユーザの優先度を用いて競合を解消する。ただし、優先度が高いサービス間で機器の利用に関する競合が発生した場合、先に機器を使用しているサービスが引き続きその機器を使用する。

- 優先度：高
 - － 防犯
 - － 防災
 - － 医療
 - － 介護
 - － 遠隔機器管理
- 優先度：中
 - － ヘルスケア
 - － 家事支援
 - － 生活支援

- － 省エネルギー化促進
- － 在宅業務
- － 教育・学習
- － ホームコントロール
- 優先度：低
 - － コミュニケーション
 - － 娯楽

5.3.2 サービスを構成する要素サービス

提案システムではサービス実行のためのホームデバイスの動作を分類し、17種類の要素サービスとする。ユーザはサービスの種類ごとに以下の17種類の権限を持つ。音声出力、照明制御、温度制御、湿度制御の権限はサービス実行時に目標値として設定可能な値を持つ。その他の権限は実行可能か不可能かのみを意味する。

- 物理的制御 (可/不可)
- 音声再生 (可/不可)
- 音声入力 (多段階)
- 音声出力 (可/不可)
- 映像再生 (可/不可)
- 映像入力 (可/不可)
- 映像出力 (可/不可)
- データ保存 (可/不可)
- 照明制御 (多段階)
- 温度制御 (多段階)
- 湿度制御 (多段階)
- 発熱 (可/不可)
- 送風 (可/不可)
- 調理 (可/不可)
- 洗濯 (可/不可)
- 乾燥 (可/不可)
- 掃除 (可/不可)

5.4 システムが管理するホームデバイスの情報

提案システムは、ホームデバイスの情報として以下の情報を持つ。これらの情報は、サー

ビス実行時にどの機器を使用するか選ぶために参照される。

- ホームデバイスの種類
- 場所
- 実行できる要素サービス
- 利用可能なユーザ

5.5 システムが管理するユーザの情報

提案システムは、ユーザ情報として以下の情報を管理する。

- ユーザ権限
- 優先度
- 権限変更シナリオ

ユーザは、ユーザ権限として目的別に分類されたサービスごとに17種類の要素サービス利用権限を持つ。ユーザの優先度は、同じ優先度を持つサービス間での競合解消のために使用される。また、ユーザ情報には権限変更の条件と対象となる権限について記載された権限変更シナリオが含まれる。

5.5.1 権限変更シナリオ

権限変更シナリオは、ユーザが該当するコンテキスト下に置かれた際にどのように権限を変更するかを示すものである。ユーザは、システムが提供するインターフェースを介して権限変更シナリオを設定することができる。権限を変更するための条件には、ユーザの位置、時間、稼働中のサービス、センサの値などシステムが取得できるものを変数としてあてはめることができる。権限変更シナリオの特徴を以下にまとめる。

- 一つの権限変更シナリオは一つの権限を変更できる
- 権限変更シナリオは階層化することができる

図3は、同じ部屋にユーザAがいるときに電気ストーブなど高熱を有する暖房器具を使用する権限を剥奪し、空調制御の設定温度として25度を選択可能とする権限変更シナリオを示す。この例では、シナリオ1は同じ部屋にユーザAがいるときに電気ストーブなど高熱を有する暖房器具を使用する権限を剥奪するシナリオであり、シナリオ2は同じ部屋にユーザAがいるときに空調制御の設定温度として25度を選択可能とするシナリオである。シナリオ3はシナリオ1とシナリオ2の内容を継承している。

5.6 サービス実行の流れ

図4にサービス実行の流れを示す。ユーザがサービスを利用する際、システムはユーザの権限を照会し、利用の可否の判断および提供するサービスの動作決定を行う。起動後の

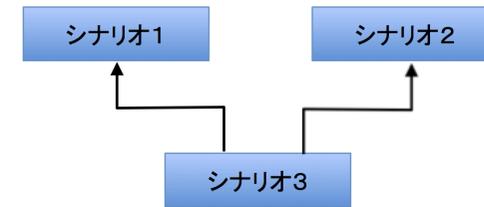


図3 権限変更シナリオの例

Fig. 3 The example of the authority change scenario

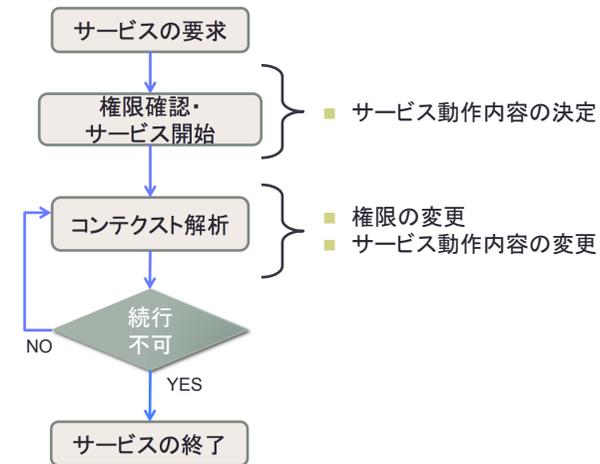


図4 サービス実行の流れ

Fig. 4 The process of service

サービスは、ユーザの権限の変化によって動作を変更し、ユーザからの停止要求を受けるか、ユーザがサービスを利用する権限を失うことで停止する。ユーザの権限が変更されるコンテキストの変化として、ユーザの移動、他ユーザによる他サービスの要求などが挙げられる。

6. まとめ

本稿では、ホームネットワークのマルチユーザ化におけるユーザ権限の設定に関する問題を解決するため、ユーザの位置情報と実行中のサービスを基にコンテキストを把握し、ユー

ザ権限を動的に管理することでサービスを制御するシステムを提案した。提案システムでは、各ユーザが持つ権限を動的に管理することで、子供が同じ室内にいるときは電気ストーブの使用を禁止するなど、状況に応じたサービス制御を行うことが可能である。しかし、ユーザの権限や、コンテキストを考慮してどの権限を変更するかはユーザ自身が設定しなければならない。ホームネットワークや家電機器に関する専門的な知識をまったく持たないユーザが快適に提案システムを利用するには、ユーザフレンドリイなインタフェースが必要であり、ユーザが行った設定によりサービス制御の不具合や矛盾が発生しないか確認する手法が必要となる。動的権限管理によってサービス制御の不具合や矛盾が発生しないか確認する手法を考案し、実環境での動作実験を行うことが今後の課題である。

参 考 文 献

- 1) 丹康雄監修, 宅内情報通信放送高度化フォーラム編: ホームネットワークと情報家電, オーム社 (2004).
- 2) 今井智大: ホームネットワークサービスアーキテクチャにおける障害検出・回復モデルに関する研究, Master's thesis, 北陸先端科学技術大学院大学 (2009).
- 3) 清海佑太: ホームネットワークにおける資源を考慮したタスク配置手法に関する研究, Master's thesis, 北陸先端科学技術大学院大学 (2011).
- 4) 丹康雄: スマートハウス構築のためのホームネットワーク技術 2011, インプレス R&D (2011).