

連続的アンビエントサービスシステムと ホームネットワーク環境による評価

長江 洋子[†] 山田 松江[†] 井垣 宏[†] 青山 幹雄[†]

[†]南山大学 数理情報学部 情報通信学科

ユビキタスコンピューティング環境の進展と共に、家庭内で多種多様な機器がホームネットワークシステム(HNS)を介して連携するようになっている。しかし、さまざまなコンテキストの混在やユーザの頻繁な移動に従来の HNS では十分対応できない。本研究では、アンビエントインテリジェンスの概念に基づいた HNS のモデルを提案する。ユーザのコンテキストを、ユーザが受けるサービスの状態を表すサービスプロパティと、部屋の状態を特徴づける環境プロパティに分けてモデル化する。この 2 つのプロパティをユーザが保持することで、ユーザの移動に応じてサービスを一定の品質で継続して受けることを可能とする連続的アンビエントサービスシステムを提案する。提案するモデルのプロトタイプを HNS 上で作成し、モデルの有用性を検証・評価した。

Continuous Ambient Service Systems and its Evaluation on Home Network Environments

Yoko Nagae[†], Matsue Yamada[†], Hiroshi Igaki[†], Mikio Aoyama[†]

[†]Dept. of Information and Telecommunication Engineering, Nanzan University

While ubiquitous computing environments are extending, various digital apparatus are becoming interoperable on the HNS (Home Network System). Because various contexts mingle and users move, conventional HNSes become cumbersome to use. This article proposes a model of continuous ambient service systems on the HNSes. We separate context of a user into service and environment properties. A set of service properties represents a state of the service that a user requests. A set of environment properties represents a state of a room or a space around a user. By carrying over these properties with a user, we propose a model of continuous service provision along with user's move. We develop a prototype system in a doll house and evaluated the effectiveness of the proposed model.

1. はじめに

ユビキタスコンピューティングの進展に伴い多種多様な家電機器がホームネットワークシステム(HNS)を介して連携するようになっている[4, 7, 11, 16, 17]。さらに、ユーザの嗜好や行動・環境に応じてユーザに負担を掛けない適切なサービスの提供が期待されている。

本研究はアンビエントインテリジェンスの概念[1]に基づき、サービス指向アーキテクチャ(SOA)を基盤とし[2, 5, 8]、環境が能動的にサービスを提供するアプローチを取る。これをアンビエントサービスシステムと呼ぶ。さらに、ユーザを取り巻くコンテキストを、ユーザが受けるサービスの状態を表すサービスプロパティと、部屋の状態を表す環境プロパティに分類する。この 2 つのプロパティを用いてユーザの移動に応じて一定の品質で連続的にサービスの提供を可能とする連続的アンビエントサービスシステムのアーキテクチャを提案し、ドールハウスのプロトタイプにより有用性を示す[12]。

2. ホームネットワークシステムの課題

2.1. 家庭内におけるコンテキストの複雑化

家庭内には多種多様な機器が散在し、多数のコン

テキストが存在する。本研究では、機器が影響を与えるコンテキストとして HNS が提供する「サービスの状態」と「部屋の状態」の違いに着目する。

「サービスの状態」としてテレビのチャンネルなどがある。

「部屋の状態」を特徴づけるものは、温度や湿度などの環境特性である。これらは部屋に存在する複数の人に影響を与える。また、同じ部屋内で複数の照明機器が相互に影響するなど間接的に相互作用することもある。窓の開閉などは、環境への影響が室外の環境によって左右され、機器のみで決定できない問題がある。

図 1 で示すように、家庭内に存在するコンテキストは複雑に関連している。

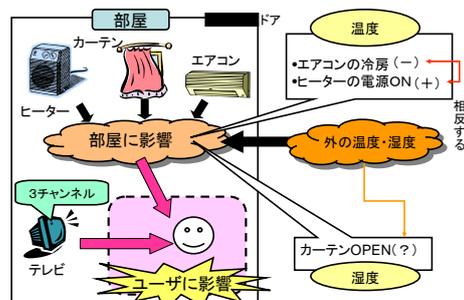


図-1 機器の複雑な関連

従来の HNS では、温度や湿度などと機器の関連に対応していない。本研究では、これらのコンテキストを分離して制御することでユーザが快適に過ごせると感じられる HNS を実現する。

2.2. ユーザ移動に伴う機器操作の複雑化

部屋内外を問わず頻繁に「ユーザの移動」が起こる。HNS ではユーザの移動に応じてサービスを提供する必要がある。また、家庭内では子供から高齢者まで様々な人が生活する。ユーザ移動に応じた家庭全体での HNS のユーザビリティの向上とユーザ負担の軽減が必須である[14]。ユーザの移動に伴ったサービスを迅速に提供するためには、ユーザの操作の手間を省いた連続的なサービスの提供が必要になる。

3. 連続的アンビエントサービスシステム

3.1. アンビエントインテリジェンスによるシステム概念

アンビエントインテリジェンスの概念に基づき、問題解決のためのモデルを提案する。アンビエントインテリジェンス[1]の5つの特徴を、家庭を想定して述べる。

- (1) エンベデッド: 家庭内に情報機器が組み込まれ、家庭環境が主体となってサービスを提供
- (2) コンテキストウェア: ユーザの移動やユーザがいる場所、部屋の状態をきめ細かくセンシング
- (3) アンティシペイトリー: ユーザの操作がなくても自動的に予測しサービス提供を行う
- (4) アダプティブ: ユーザの操作に応じて移動に伴う機器動作
- (5) パーソナライズド: ユーザ個人に合うサービス提供

3.2. アンビエントサービスシステム

従来の HNS では、ユーザの取り巻く環境に空間の概念は無く、ユーザの移動を考慮してサービスを提供することは十分ではない。

アンビエントインテリジェンスではセンサ技術を用いて、周囲環境が知的なソフトウェア制御を担うことで、ユーザの負担を軽減するアプローチをとる。アンビエントサービスでは、ユーザの存在を察知し、環境側からユーザにサービスを提供する。図-2 にアンビエントサービスシステムの概念図を示す。

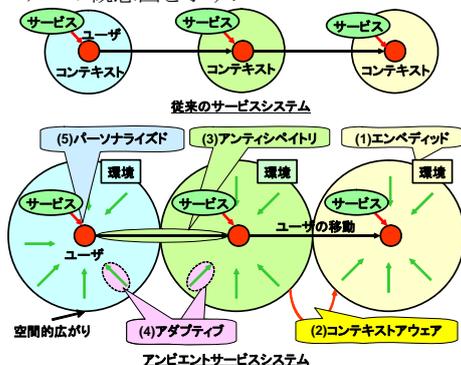


図-2 従来のサービスシステムとアンビエントサービスシステム

3.3. サービスと環境のモデル化

テレビのチャンネルといった個人が受けるサービスと室温のように複数人が共有するサービスが存在する。この2種類のサービスは異なる特性を持ち、特性に応じた制御が必要である。本稿では、図-3 に示すように、2つのプロパティに分け、機器がこれらを保持する。

(1) サービスプロパティ:

機器自身の特性や状態であり、ユーザの要求に応じて状態が変わる。機器はサービスを直接制御できるので、そのプロパティを持つ。例えば、テレビにはチャンネルというプロパティを持つ。これらは、ユーザ個人の要求に応じたプロパティである。

(2) 環境プロパティ:

室温のようなユーザを取り巻く環境の状態である。機器が操作により環境プロパティに影響を与える。複数の機器が相互に影響するので、個々の機器が独立に制御できるとは限らない。例えば、照明は電源を入れる操作で照度を上げ、その結果、部屋の明るさを変える。本研究では温度、湿度、照度を環境プロパティとして扱う。



図-3 サービスと環境の分離

3.4. サービスの連続性と引き継ぎ

ユーザは家庭内で、さまざまなサービスを受ける。ユーザの移動に応じて、ユーザが複雑な操作をすることなくサービスを受けられることが望ましい。

ユーザが移動した時に、温度やテレビのチャンネルなどのサービスをユーザが操作しなくても要求に応じて高品質で提供する。これをサービスの連続性と定義する。さらに、連続性を保証するためにユーザの移動にあわせて異なる機器や環境間でプロパティを対応付けることを引き継ぎと定義する。

3.5. コンテキストに応じた環境プロパティのモデル

家庭内における環境プロパティは、機器と複雑に関連している。そのため、各機器は環境プロパティと調和して適切なサービスを提供する必要がある。

環境プロパティと機器との対応付けと相互作用のモデル化が必要となる。その考え方を以下に示し、表-1 に例を挙げる。

- (1) 機器の機能単位(メソッド)を抽出する
- (2) メソッドが環境にどのような影響を与えるのかを環境プロパティとして定義する
- (3) 環境プロパティの影響方向を付加する

(1)機器のメソッドレベルでモデル化:

家庭内にはさまざまな家具や家電機器が存在する。機器毎にサービスは様々であり、その機能によって果たす役割は異なる。そのため、機器の主要なサービスを機能単位で抽出したメソッドでモデル化する。

(2)メソッドと環境プロパティの相互作用の定義:

(1)のメソッドに対応して、メソッドがどのような働きをするか考慮した環境プロパティの情報を付加する。メソッドにより環境に与える影響は異なるため、メソッドがどのような環境プロパティに関与するか判断できる。表-1 に示す環境プロパティの Temp は温度、Humidity は湿度と対応する。メソッドに対応して、環境プロパティは付加されるが、エアコンのように1つのメソッドに対して1種類の環境プロパティに対応するものもあれば、窓のように1つのメソッドに対して2つの環境プロパティが対応する場合もある。

(3)メソッドの環境プロパティへの影響方向を付加

同じ環境プロパティに影響を与える機器でも、温度を上昇させたり、下降させたりするため、その挙動は異なる。環境プロパティへ及ぼす影響を影響方向として付加する。影響方向は環境プロパティに対し、Up は上昇方向、Down は下降方向に影響を与えることを示す。*は機器自身では影響方向を解決できず、どちらの方向に影響を与えるか屋外の環境により変化することを表す。その場合は外部環境に問い合わせることとする。

メソッドに環境プロパティを付加することにより、同じ環境プロパティに影響する機器をグループ化できる。さらに影響方向も付加することで、コンテキストに応じた柔軟なサービス提供が可能になる(図-4)。

表-1 メソッドに環境プロパティと影響方向を付加

機器	(1)メソッド	(2)環境プロパティ	(3)影響方向
エアコン	COOLING()	Temp	Down
	HEATING()	Temp	Up
	DEHUMIDIFY()	Humidity	Down
窓	OPEN()	Temp	*
		Humidity	*

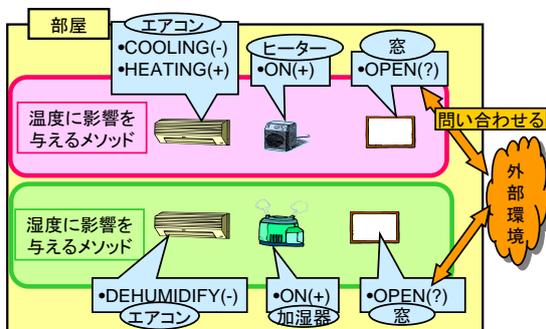


図-4 環境プロパティによるメソッドの分類

3.6. ユーザ移動に対応する連続的なサービス提供

ユーザの移動に対応して連続的にサービスを提供するプロセスを示す。

- (A) ユーザの移動を検知
- (B) ユーザはプロパティ値を保持
- (C) ユーザが保持したプロパティ値を機器に引き継ぎ

ユーザの移動に応じたサービス提供のためには、ユーザの移動を検知する必要がある。ユーザがプロパティ値を保持して、ある空間に入ってきたときに、その空間内に存在する機器はユーザの保持するプロパティ値に近づけるように働きかける。この働きかけをプロパティ値の引き継ぎとし、保持と引き継ぎによってユーザの移動に応じたサービスの連続性を実現する。次項からプロセスの詳細を述べる。

3.6.1. ユーザ移動の検知

ユーザの移動に応じてサービスを実行するためには、ユーザが今この空間に入ってきた、この空間から出て行ったというような、移動を検知する手段が必要である。検知方法としては感圧センサや RFID リーダ・ライタなどがある。センサ技術により、ユーザを検知するので、ユーザは意識しなくてもサービスの提供を受けられる。

3.6.2. プロパティの保持と引き継ぎ

ユーザが移動しても一定の品質でサービスを受け続けられるサービスの連続性を実現するために、ユーザがサービスプロパティと環境プロパティを保持する。

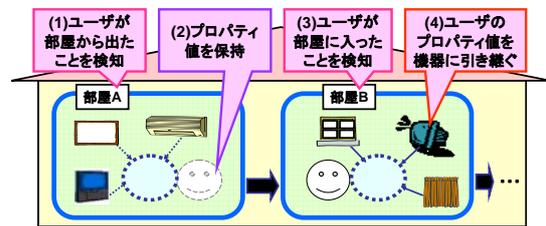


図-5 ユーザの移動に伴う保持と引き継ぎ

ユーザが移動する際に、保持し、引き継ぐプロセスを図-5 に示し、保持し引き継ぐ方法を2つのパターンに分け、図-6 に示す。

- (1) サービスプロパティの動的な引き継ぎ:
ユーザの操作により機器のサービスが頻繁に変わるサービスプロパティの値を引き継ぐ
- (2) 環境プロパティの静的な引き継ぎ:
各ユーザが設定室温等の定常的な値を持ち、頻繁に値の変更がない環境プロパティの値を引き継ぐ

サービスプロパティは全ての機器が持つが、本研究で用いる温度、湿度、照度という環境プロパティに影響を与えない機器もある。環境プロパティを持たない機器はそのままサービスプロパティ値を引き継ぎ、環境プロパティを持つ機器は環境プロパティ値を優先して引き継ぐ。

ユーザが保持する環境プロパティはユーザ固有の

値であり、頻繁に変更がおこなわないため、環境プロパティに影響を与える機器はユーザの環境プロパティを目標値とする。

サービスプロパティは、ユーザが頻繁にサービスの変更を行う。そのため直接ユーザが機器のサービスを実行した場合は部屋を出る時に新しいサービスプロパティ値を保持し直す。移動先にそのサービスを実現できる機器がない場合、サービスプロパティ値は変更されない。次の移動先の部屋に対応する機器があるなら、サービスプロパティ値が引き継がれる。

動的なサービスプロパティと静的な環境プロパティの2つのプロパティを特性に応じた保持方法に分離することにより、ユーザの移動に応じて、サービスプロパティと環境プロパティを独立に制御する。ユーザがこれを保持することで、連続的に各部屋に適用し、サービスの引き継ぎを実現する。

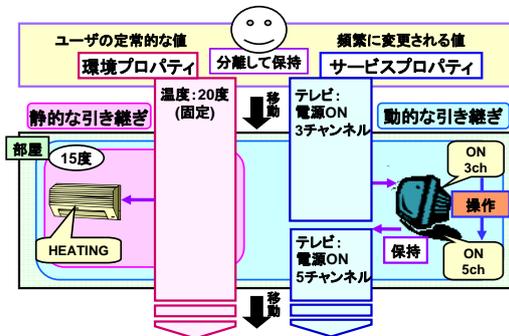


図-6 環境プロパティとサービスプロパティの引き継ぎ

4. 環境プロパティの引き継ぎ

ユーザが、自分自身の要求として、環境プロパティとサービスプロパティを保持する。このプロパティ値を保持したユーザが移動すると、周囲の機器がそのユーザのプロパティ値を受け取りプロパティの引き継ぎを行いユーザにサービス提供を行う。特に、環境プロパティの引き継ぎには、多様な機器が関わるため複雑になる。そのため、ユーザの移動と共に適切な機器のサービスを実行させるために、以下のプロセスをとり、例として図-7に示す。

- (1)環境プロパティ毎に、ユーザの保持する環境プロパティ値と、室内の環境プロパティ値を比較し、ユーザの要求する快適な環境にするための目標方向を決定する。
- (2) メソッドの影響方向が*であるものに対して、室内と屋外の環境プロパティ値を比較し、メソッドの影響方向を決定する。
- (3)全てのメソッドから、ユーザの目標方向と一致するメソッドのみを抽出する。
- (4)上の(3)で抽出されたメソッド一覧から、副作用により、ユーザの目標方向を満たさないメソッドを除外する。

副作用とは、1つのメソッドが複数の環境プロパティに影響を与えることをいう。

- (5) 各環境プロパティのメソッドから、メソッドの組み合わせを選択し機器の動作を促す。
- (6) 環境プロパティに影響を与えない機器は、ユーザが持つサービスプロパティ値を引き継ぐ。

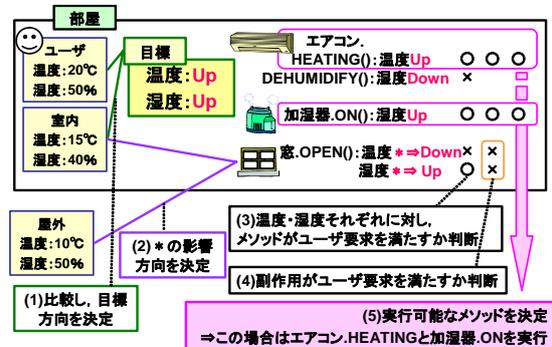


図-7 環境プロパティの引き継ぎプロセス

5. 連続的サービス提供の制御モデル

図-8に示すユーザの移動に応じたサービスの引き継ぎを実行するモデルを提案する。モデルに必要なとなる5つの要素を説明する。

- (1) マネージャ: 部屋単位で管理をする。部屋は家庭内に存在する機器の影響を与える範囲として考えられるためである。マネージャは部屋にある機器の存在と、その機器がどのように働くかを把握する。
- (2) サービス: 部屋に影響を与え、機器の状態を変化させる。サービスを提供する主体は機器である。機器はどのような状態でサービスを提供しているかというサービスプロパティを持つ。
- (3) ユーザ: サービスを受ける主体であり、ユーザは家の中を移動する。各ユーザは快適に過ごせる基準値として独自の環境プロパティ値と、機器の状態の値としてサービスプロパティ値を別々に保持する。
- (4) 環境センサ: 部屋内や屋外の環境プロパティ値を測定する。環境センサは自身が測定した環境プロパティ値を持つ。窓などの屋外の影響を受ける機器に対しては、その影響方向を機器に返す。
- (5) 検知センサ: ユーザが部屋に入ってきた場合と、部屋から出て行った場合の2種類の移動を検知する。

ユーザの移動により、ユーザが持つサービスプロパティ値と環境プロパティ値に近づけるようにマネージャがプロパティの引き継ぎを実行する。

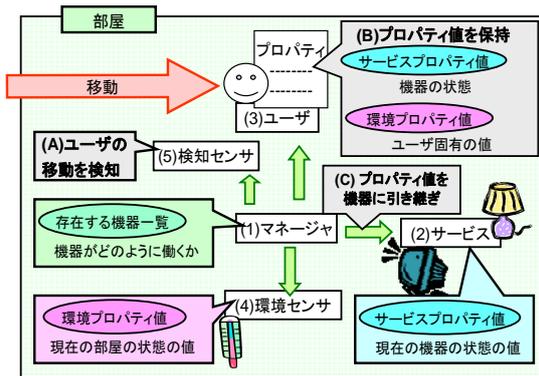


図-8 連続的なサービス提供の制御モデル

6. プロトタイプによる実験と評価

6.1 プロトタイプシステムの実装

本研究の提案を評価するために、プロトタイプの実装を行った。システムの実行環境を以下に示す。

- (1) JDK 1.5_09
- (2) Tomcat 5.5.20
- (3) Apache Axis 1.4
- (4) Phidgets (phidgetRFIDkit, 4-Motor PhidgetServo Kit, phidgetInterfaceKit8/8)

Phidgets は、Greenberg と Fitchett によって開発された[15]。RFID やサーボモータなどのセンサ類を USB で接続することで PC から制御可能とする。

これらを用い、図-9 に示すドールハウスを作成した。



図-9 作成したドールハウス

プロトタイプシステムの家庭環境を表-2 と図-10 に示し、システム全体のコラボレーションを図-11 に示す。部屋は 5 部屋、検知センサとして RFID リーダを用いた。

Phidgets(RFID)で人の移動を検知し、それにより、各部屋の作成したアプリケーションから必要に応じて、Web サービス経由で機器の動作を制御する。各機器の動作は Phidgets のサーボモータや LED を用いて行い、窓の開閉や、照明の点灯といった働きを行う。

表-2 プロトタイプシステムで使用する機器

部屋名	機器名	センサ類名
廊下	照明 1, 照明 2	検知, 環境センサ
バス&トイレ	窓, 照明	検知, 環境センサ
キッチン	窓, 照明, カーテン, ヒーター, TV	検知, 環境センサ
リビング	照明, 加湿器, 床暖房, エアコン, TV	検知, 環境センサ
寝室	窓, 照明, カーテン, 加湿器, エアコン, TV	検知, 環境センサ
屋外		検知, 環境センサ

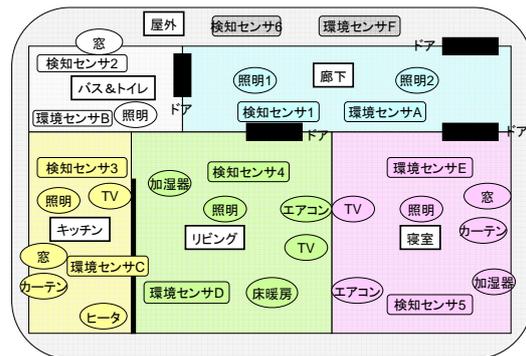


図-10 プロトタイプシステムの家庭環境

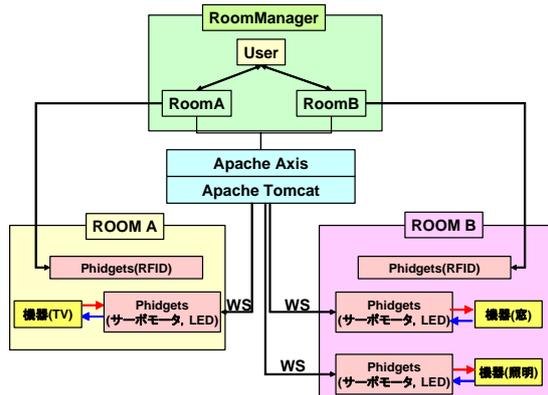


図-11 プロトタイプシステムのコラボレーション

6.2 プロトタイプシステムのソフトウェア実装

作成したプロトタイプは 14 クラスから成り、総コード数は 1,882 行であった。表-3 にその内訳を示す。

プロトタイプシステムのクラス図を図-12 に示し、各クラスの役割を以下に説明する。

- (1) RFIDManager: ユーザの移動を検知するクラス。移動の種類としては、部屋に「入る」、「出る」の 2 種類である。検知には RFIDphidget を用いる。
- (2) RoomManager: 各部屋の機器を制御するために部屋単位で管理するための中心的クラス。部屋の環境やデバイスの情報から 4 章で述べたプロセスに基づき機器にサービス提供を促す。
- (3) User: 個々のユーザの情報を保持するクラス。User クラスはユーザ独自の環境プロパティと、サービスプロパティの値を持つ。
- (4) WebServiceInvoke: RoomManager から促されたサービスを機器に実行させるクラス。

- (5) **SensorManager**: 部屋や屋外の温度, 湿度, 照度などの環境プロパティを測定するクラス. またデバイスが環境にどのような影響を与えるかわからない時に **SensorManager** に問い合わせることで機器の影響を返答する.
- (6) **EnvironmentMethodName**: ユーザの要求を満たす機器を選択するクラス.
- (7) **ExecutableDeviceList**: サービスを提供する機器を保持するクラス.

6.3 部屋に入ってきたときの処理の流れ

以下, ユーザが部屋に入ってきたときの処理の流れを説明し, 図-13 に, そのシーケンス図を示す.

- (1) **RFIDManager** より, **RoomManager** はユーザが部屋に入ってきたという **inAction()**を受け取る.
- (2) **getUserInstance()**により, 部屋に入ってきたユーザに対してユーザ情報(サービスプロパティと環境プロパティ)を問い合わせる.
- (3) **setAllDirection()**より部屋に存在する機器一覧を取得.
- (4) **setAllImpact()**より部屋に存在する機器が, 環境プロパティに与える影響を判断する. 機器自身で判断できない場合は **SensorManager** に **Judge()**することで, 影響の方向を返す.
- (5) **setAllUsable()**より, (4)で得た機器の影響方向がユーザの要求を満たすかどうかを判断する.
- (6) (5)で得た機器でも, 副作用によってユーザの要求を満たさないものを除く.
- (7) **selectAllDevicePattern()**で実行する機器のサービスの組み合わせを決定する.
- (8) **executableWebService()**で機器のサービスを起動する.

6.4 ユースケースに基づく評価

次の4つのユースケースを用いて評価した.

- (1) 静的な環境プロパティの引き継ぎ:
ユーザの移動を通し, 部屋に存在する環境プロパティに影響を与える機器がユーザの操作がなくても環境プロパティを引き継ぐことを確認.
- (2) 副作用を考慮した静的環境プロパティの引き継ぎ:
複数の環境プロパティを持つ機器が, ユーザの要求を満たさない環境プロパティを含む場合, サービスを制限することを確認.
- (3) 動的なサービスプロパティの引き継ぎ:
ユーザの移動に際して, テレビのチャンネルなどのサービスを, 異なる部屋でも品質を維持しながら提供することを確認.
- (4) ユーザとの相互作用がある動的なサービスプロパティの引き継ぎ:
ユーザがテレビのチャンネルの要求を変更すると, 移動先には変更されたチャンネルが引き継がれることを確認.

6.5 ユースケースのシナリオに基づく評価の例

ユーザの移動を想定した詳細なシナリオを作成し, ドールハウス内をユーザに見立てた RFID タグを移動させて検証した.

<シナリオ>

ユーザ A は夕方 6 時に帰宅する. 廊下を通り, 寝室に行く. その後寝室でテレビを 3 チャンネル, ボリューム 4 でニュース番組を見てくつろぐ. 6 時 30 分, トイレに行きたくなり, 寝室を出てトイレへ行く. 6 時 35 分, 寝室に戻り, 引き続き先ほどのテレビ番組の続きを見る. 7 時, 食事の準備をしにキッチンへ行く. 7 時 30 分, リビングで夕食をとる. 8 時, テレビのチャンネルを 1 チャンネルに変更する. 9 時, 寝室に戻り引き続きテレビを見る. 10 時, テレビの電源を切り, 就寝する.

表-3 プログラムの規模

クラス名	LOC
Driver	53
RoomManager	409
User	181
EnvPropName	61
DevicePropName	85
DevicePropDetail	63
Device	58
Method	78
RFIDManager	493
SensorManager	104
EnvironmentMethodName	55
ExecutableDeviceList	44
ExecutableMethodList	39
WebServiceInvoke	159
Total	1882

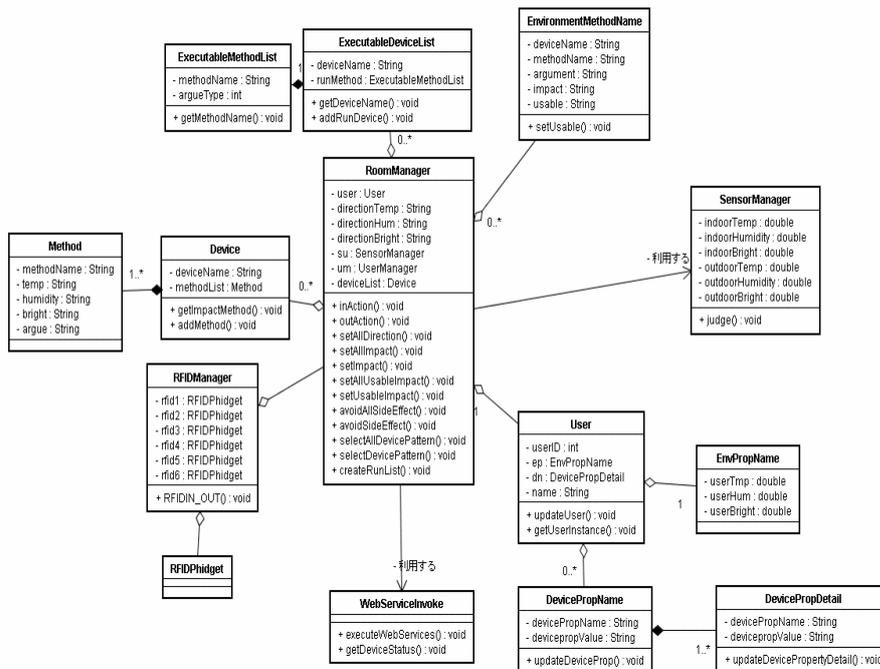


図-12 プロトタイプシステムのクラス図

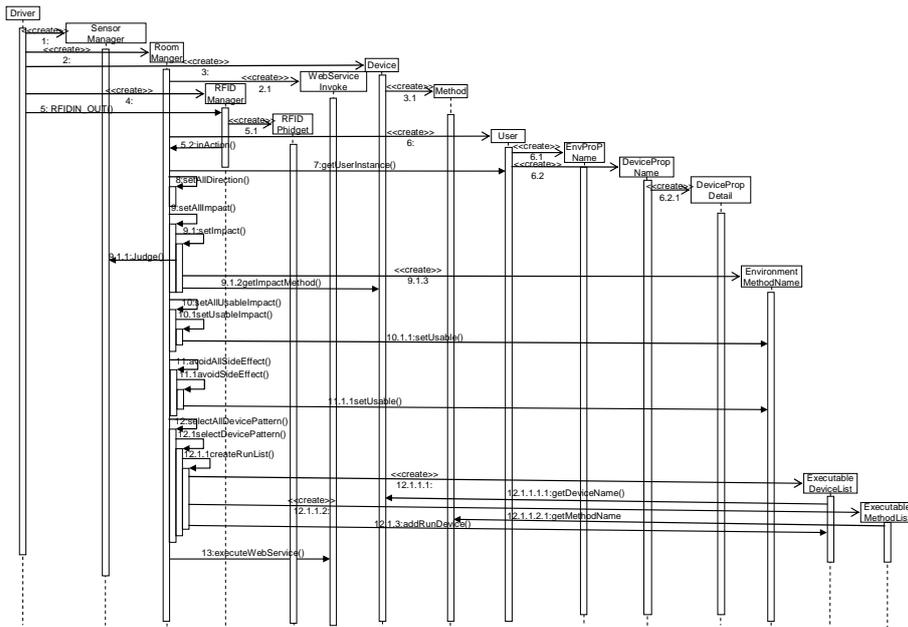


図-13 部屋に入ってきたときの処理の流れ

<ユーザ情報>

環境プロパティ(温度:21 度, 湿度:50%, 照度 400Lx)

<実行結果>

シナリオ実行に沿った各時刻の環境プロパティ値と、ユーザ移動により起動されたサービスを図-14 に示す。

- (1) ユーザ A が帰宅し、廊下に入ったとき、廊下の照明 2 がつく。
- (2) ユーザ A が寝室に入ったとき、廊下の照明 2 が消え、寝室のエアコンの暖房, 加湿器, 照明がつく。
- (3) ユーザの操作により, PCTV のチャンネル 3, ボリューム 4 がつく。
- (4) トイレに行ったとき、寝室の機器の状態は CLOSE, OFF の状態になる。廊下に入ったら照

- 明 2 がつく。
- (5) トイレに入ると廊下の照明 2 が消え、トイレの照明がつく。
- (6) トイレを出るとトイレの照明が消え、廊下の照明 2 がつく。
- (7) 寝室に入ると、廊下の照明 2 が消え、エアコンの暖房, 加湿器, 照明がつく。
- (8) 寝室を出ると、寝室の状態は CLOSE, OFF となる。廊下を通ると照明 2 がつく。
- (9) リビングに入る
- と廊下の照明 2 が消える。リビングに入るとエアコンの暖房, 加湿器, 照明がつく。テレビは先ほど寝室で見ていた 3 チャンネル, ボリューム 4 がつく。
- (10) キッチンに移動すると、リビング内の機器は OFF 状態になる。キッチンでは、ヒータがつき, 照明がつく。テレビは 3 チャンネル, ボリューム 4 がつく。
- (11) リビングに移動する。キッチンの状態は OFF, CLOSE の状態に戻る。リビングの状態は、エアコンの暖房, 加湿器, 照明がつく。テレビは 3 チャンネル, ボリューム 4 がつく。
- (12) ユーザの操作により 1 チャンネルに変更される。
- (13) ユーザが寝室に戻るとリビングの状態は初期状態に戻り、廊下ではユーザ移動と共に照明がつく。
- (14) 寝室に入ると廊下の照明 2 が消え、寝室ではエアコンの暖房, 加湿器, 照明がつき, テレビは先ほど見ていた 1 チャンネル, ボリューム 4 がつく。

部屋	(T[温度[度]], H[湿度[%]], B[照度[Lx]])					
時刻	廊下	寝室	バス&トイレ	リビング	キッチン	屋外
6:00	T:10 H:45 B:200 (1) 照明2	T:10 H:45 B:200 (2) エアコン(暖房) 除湿機(ON) 照明(ON)				T:8 H:48 B:250
6:30	T:9 H:45 B:190 (4) 照明2					T:7 H:48 B:230
6:35	T:9 H:45 B:190 (7) 照明2	T:17 H:49 B:190 (3) エアコン(暖房) 除湿機(ON) 照明(ON)				T:7 H:48 B:225
7:00	T:9 H:45 B:180 (8) 照明2			T:10 H:45 B:180 (9) エアコン(暖房) 除湿機(ON) 照明(ON) TV(3チャンネル, ボリューム4)	T:10 H:45 B:180 (10) ヒータ(ON) 照明(ON) TV(3チャンネル, ボリューム4)	T:7 H:48 B:220
7:30				T:13 H:48 B:175 (11) エアコン(暖房) 除湿機(ON) 照明(ON) TV(3チャンネル, ボリューム4)		T:6 H:48 B:215
8:00						T:6 H:48 B:205
9:00	T:9 H:45 B:180 (14) 照明2	T:12 H:49 B:185 (13) エアコン(暖房) 除湿機(ON) 照明(ON) PCTV(1チャンネル, ボリューム4)				T:5 H:48 B:200

図-14 シナリオを通した各部屋の振る舞い

7. 関連研究

本稿で提案した連続的アンビエントサービスは、アンビエントインテリジェンス、サービス指向アーキテクチャ、HNS、コンテキストウェアなどの複数の研究課題にまたがる複合的課題である。

アンビエントインテリジェンスの HNS への応用の研究が始まっている。特に、サービス提供方法として、シームレス性が提案されている[6]。しかし、シームレスなサービス提供のモデルやアーキテクチャについての研究は少ない。また、モデルからミドルウェア、実装に至る様々な研究がある[8, 9, 10]。例えば、

携帯電話などを対象とするコンテキストウェアの研究が進められている[3, 10]. しかし, HNS のような環境との相互作用を取り上げた研究は少ない.

HNS の研究では, 機器のサービスに着目した HNS が提案されている[8, 13]. しかし, 本研究で提案した環境プロパティは考慮されておらず複雑なコンテキストに対応することは難しい.

8. 考察

多数のコンテキストが入り混じる家庭環境をユーザの操作を必要としない静的環境プロパティとユーザの操作を受けて変化する動的サービスプロパティの 2 種類に分離し, それぞれの特性に応じた引き継ぎ方法を提案した. これによりユーザの移動に応じてサービスの連続性を少ないユーザの操作で実現できたといえる.

特に, 家庭環境におけるサービス提供の特性に着目し, TV などの動的サービス提供と室温などの静的サービス提供に分離して制御する方法を提案した点で, サービスの制御性の柔軟性を高めた.

さらに, 環境に対する静的サービス提供の副作用に対応した引き継ぎやユーザの操作に動的に対応するサービスプロパティの引き継ぎの実現により, ユーザに質の高いサービス提供が可能となった. 本研究の提案を適用することにより, 家庭環境の快適性の向上が期待できる. また, 高齢化の進展と家電機器の操作の複雑化があいまって, 高齢者にとって高度なサービスが利用しにくくなっている. 本稿で提案したアンビエントサービスの概念では, 環境がサービス提供の負担を担うことにより, ユーザの負担を軽減できる. 高齢者家庭, あるいは, 病院などでユーザの負担を軽減したサービス提供への適用も期待できる.

9. 今後の課題

本研究ではユーザの移動によりサービスが実行されるアプローチをとった. しかし, 家庭生活ではユーザは同じ部屋に長時間滞在することがある. そのため, ユーザの移動だけでなくユーザが滞在している時に応じて連続的にサービスが提供できるよう, 時間の概念を導入する必要がある.

10. まとめ

本稿ではホームネットワークシステム(HNS)の課題である, 家庭内における複雑なコンテキストと, ユーザの移動に伴う機器操作の複雑さを解決するためにアンビエントインテリジェンスの概念に基づいた連続的アンビエントサービス提供モデルを提案した. ドールハウスのプロトタイプを作成し, その効果を評価した.

本提案方法によって, ユーザの移動に対するサー

ビスの引き継ぎが可能となり, 一定の品質でサービスを連続的に提供することが可能となった.

謝辞: プロトタイプシステム開発に協力頂いた, 青山研究室の武市寛司, 加藤房良の両氏に感謝する.

参考文献

- [1] E. Aarts, et al., Algorithm in Ambient Intelligence, *Ambient Intelligence*, Springer, 2005, pp. 349-373.
- [2] 青山 幹雄, ソフトウェアサービス技術へのいざない, 情報処理, Vol. 42, No. 9, Sep. 2001, pp. 857-862.
- [3] W. Dargie, Dynamic Generation of Context Rules, *Self-Managed Networks, Systems, and Services, LNCS Vol. 3996*, Springer, Jun. 2006, pp. 102-115.
- [4] Digital Living Network Alliance, <http://www.dlna.org/>.
- [5] 藤山 麻衣, 青山 幹雄, SOA に基づく情報家電サービス連携の自動生成, 情報処理学会第 152 回ソフトウェア工学研究会, Vol. 2006-SE-152, No. 7, May 2006, pp. 49-56.
- [6] S. Feuerstack, et al., Seamless Home Services, *Developing Ambient Intelligence, Proc. AmID '06*, Springer, 2006, pp. 1-10.
- [7] 日立ホーム&ライフソリューション, ホラソネットワークサービス, <http://ns.horaso.com/>.
- [8] 井垣 宏ほか, サービス指向アーキテクチャを用いた ネットワーク家電連携サービスの開発, 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 2, Feb. 2005, pp. 314-326.
- [9] F. Kawsar, et al., Exploiting Passive Advantages of Sentient Artefacts, *Proc. UCS 2006, LNCS Vol. 4239*, Springer, Oct. 2006, pp.270-285.
- [10] S. Loke, *Context-Aware Pervasive Systems*, Auerbach Pub., 2007.
- [11] 松下電器産業, くらしネット, <http://national.jp/appliance/product/kurashi-net/>.
- [12] 長江 洋子, 山田 松江, ホームネットワーク環境におけるユーザ移動を考慮したサービス引き継ぎの研究, 南山大学 数理情報学部 情報通信学科 卒業研究論文, Jan. 2007.
- [13] M. Nakamura, et al., Feature Interactions in Integrated Services of Networked Home Appliances, *Proc. ICFI '05*, Jul. 2005, pp. 236-251.
- [14] C. Nugent, et al., Intelligent Person-Centric Services for Smart Environments, *Proc. 4th Int'l Conf. on Smart Homes and Health Telematics*, IOS Press, 2006, pp. 141-156.
- [15] Phidgets, <http://www.phidgets.com/>.
- [16] 丹 康雄(監修), ホームネットワークと情報家電, オーム社, 2004.
- [17] 東 芝, Feminity, <http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/>.