

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

2003MT064 長江 洋子 2003MT110 山田 松江

指導教員 青山 幹雄

1. はじめに

ユビキタスコンピューティング環境の進展と共に、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きている。従来の HNS は、様々なコンテキストが入り混じっていることや、ユーザの移動が頻繁に起こることに対応するには不十分である。

そこで、本研究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、部屋の状態を特徴付ける環境プロパティの2つに分ける。この2つのプロパティを用いてユーザの移動に対応してサービスの品質を継続して受けることの出来るアーキテクチャを提案し、ドールハウスのプロトタイプを開発して有用性を示す[3]。

2. ホームネットワークシステムの問題点

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「機器の状態」と「部屋の状態」の2つに着目する。

機器はテレビなどが考えられ、その状態としてテレビのチャンネルがあり、各ユーザの要求に応じたサービスである。部屋の状態を特徴付けるものは、温度や湿度などの環境が考えられ、これらは部屋に存在する複数の人に影響を与える。また、温度や湿度などを上昇させる機能を持つ機器や、下降させる機能を持つ機器、さらに、部屋内には同じ環境に影響を与える複数の機器がある。

窓などの機器は、機器自身では影響方向はわからず、室外の環境によって変動する。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。

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. ユーザの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ため、複雑で使いにくい機器の操作は手間がかかる。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。

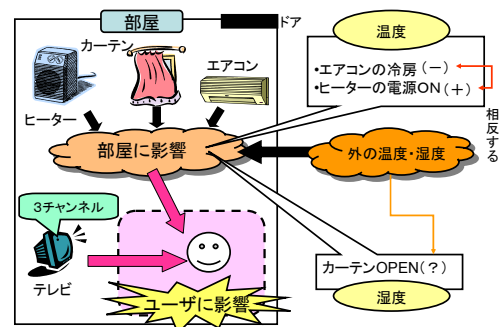


図1 機器の複雑な関連

3. 解決方法

3.1. アンビエントインテリジェンスに基づくシステム概念

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。以下にアンビエントインテリジェンス[1]の5つの特徴を述べる。

- (1) エンベデッド:
家庭内のあらゆる場所にセンサが組み込まれ、家庭環境が主体となってサービスを提供する
- (2) コンテキストアウェア:
ユーザの移動やユーザがいる場所、部屋がどのような状態であるかについてセンシングを行う
- (3) アンティシペイトリ:
コンテキストアウェアで取得した情報を元に、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:
ユーザの操作に応え移動に伴った機器の動作を行う
- (5) パーソナライズド:
各ユーザに合ったサービスの提供を行う

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、周囲環境に制御の重みを増やしてユーザの負担を軽減するアプローチをとる。

3.2. プロパティのモデル化

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。

機器は異なる特性を持ち、特性に応じて分類が必要である。本研究では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更する。機器は必ずサービスプロパティとその値としてサービスプロパティ値を持つ。例えば、テレビにはチャンネルというプロパティと、その具体的な値である3チャンネルのようなプロパティ値がある。これらは、ユーザ1人1人の要求に応じたプロパティである。

(2) 環境プロパティ:

部屋の環境に影響を及ぼし、室温のようなユーザを取り巻く環境の状態である。機器は操作により環境プロパティに影響を与える。例えば、照明は電源をつける操作により照度を上昇させ、部屋の明るさを変化させる。本研究では温度、湿度、照度を環境プロパティとして考える。

3.3. サービスの連続性と引き継ぎの定義

ユーザは家庭内で、さまざまなサービスを受ける。ユーザの移動に対応して、ユーザが複雑な操作をしなくても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。

また、連続性を保証するためにユーザの移動にあわせてプロパティを対応付けることを引き継ぎと定義する。

3.4. コンテキストと対応付けた環境プロパティの導入

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。

コンテキストに対応付けた環境プロパティの導入アプローチを以下に示し、表1に例を挙げる。

- | |
|--|
| (1) 機器の機能単位である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 |

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	*

環境プロパティの Temp は温度、Humidity は湿度に対応する。影響方向は環境プロパティに対し、Up はプラス方向、

Down はマイナス方向に影響を与え、*は機器自身では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の集合を分類できる。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の提供が可能になる。これを図2に示す。

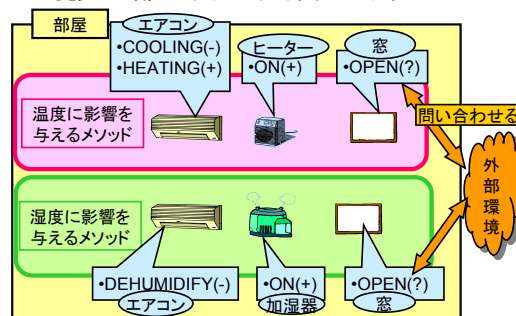


図2 環境プロパティによるメソッドの分類

3.5. 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、空間内の機器はその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。

3.5.1. ユーザの移動を検知

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。

3.5.2. ユーザがプロパティを保持し引き継ぐ

ユーザが移動しても同質の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。

ユーザが移動する際に、保持し引き継ぐ方法を2つのパターンに分け、図3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起こ

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:
各ユーザが定常的な値(設定室温等)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, 頻繁に変更がおこらないため, 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操作した場合は部屋を出るときにその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くても, サービスプロパティ値は変更されることはない. さらに次の移動先の部屋にその機器があった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つのプロパティの保持方法を用いて, 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.

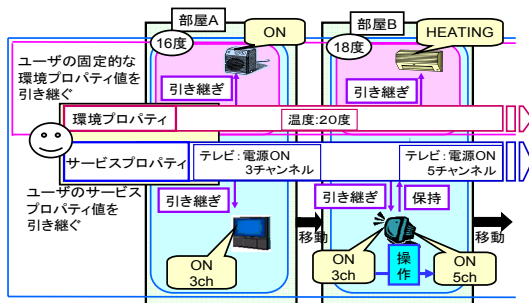


図3 環境プロパティとサービスプロパティの引き継ぎ

4. 連続的なサービス提供の制御モデル

図4に示すような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固有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, その影響方向を返す.
- (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.

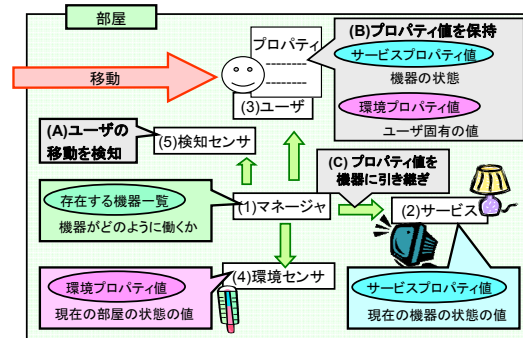


図4 連続的なサービス提供の制御モデル

5. プロトタイプによる実験と評価

5.1. プロトタイプの実装

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. 図5に示すドールハウスを作成した.

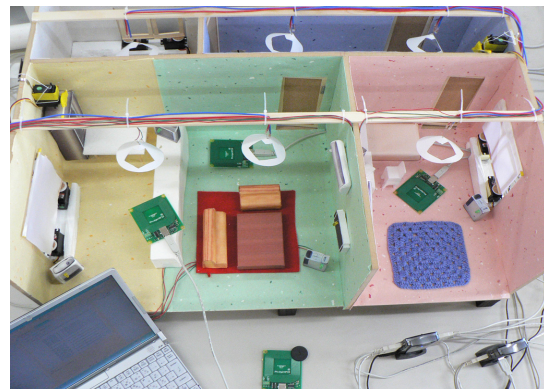


図5 作成したドールハウス

Phidget[5]を用いて Java で実装した. プロトタイプで使用する家庭環境を図 6, 表 2 に示す. 作成したプロトタイプは 14 クラス, 総コード数は 1882 行であった. 部屋数は 5 部屋, 検知センサとして RFID リーダを用いた.

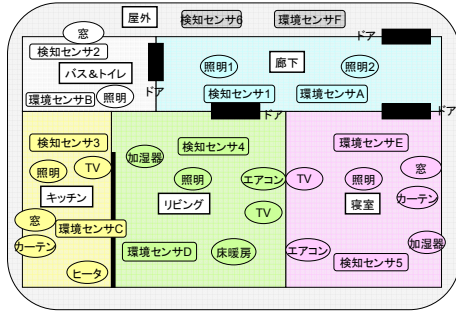


図6 プロトタイプで使用する家庭環境

表 2 プロトタイプで使用する機器

機器名	数	機器名	数
検知センサ	6	環境センサ	6
照明	6	加湿器	2
窓	3	カーテン	2
テレビ	3	ヒーター	1
エアコン	2	床暖房	1

5.2. シナリオに基づく評価

以下のシナリオを用いて, モデルの効果を評価する.

- (1) 静的な環境プロパティの引き継ぎ:
ユーザーの移動を通し, 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ーの操作をしなくても環境プロパティを引き継ぐことが確認できた.
- (2) 副作用を考慮した静的な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, ユーザー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が確認できた.
- (3) 動的なサービスプロパティの引き継ぎ:
ユーザーの移動に際して, 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が確認できた.
- (4) ユーザー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:
ユーザー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が確認できた.

さらに, ユーザーの移動を想定したシナリオを作成し, ドールハウス内をユーザーに見立てた RFID タグを移動させて検証を行った.

6. 考察

機器のサービスに着目した HNS が提案されているが,

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[4].

多数のコンテキストが入り混じる家庭環境をユーザーの操作を必要としない静的な環境プロパティとユーザーの操作を受けて変化する動的なサービスプロパティの2種類に分ける引き継ぎ方法を提案した. これによりユーザーの移動に応じてサービスの連続性を少ないユーザーの操作で実現できた.

環境プロパティの副作用に対応した引き継ぎやユーザー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, ユーザー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, 更なる家庭環境の快適性を実現できる.

7. 今後の課題

本研究ではユーザー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ーは同じ部屋に長時間滞在することがある. そのため, ユーザーの移動だけでなくユーザーが滞在している時でも連続的にサービスが提供できるように, 時間的な概念を導入する必要がある.

8. まとめ

本研究ではホームネットワークシステム(HNS)の問題点である, 家庭内における複雑なコンテキストと, ユーザー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.

この提案方法では, HNS におけるユーザーの移動に対して高品質で連続的にサービスを提供することができ, ユーザーの移動を考慮したサービスの引き継ぎが可能となった.

参考文献

- [1] E. Aarts, et al., *Algorithm in Ambient Intelligence, Ambient Intelligence*, Springer-Verlag, 2005, pp. 349-373.
- [2] 藤山 麻衣ほか, サービス指向アーキテクチャに基づく情報家電の動的サービス連携に関する研究, 2005年度南山大学卒業論文, 2006.
- [3] 長江 洋子ほか, ホームネットワークシステムの連続的なサービス提供方法, 情報処理学会第 69 回全国大会論文集, 6U-4, Mar. 2007(発表予定).
- [4] M. Nakamura, et al., Feature Interactions in Integrated Services of Networked Home Appliances, Proc. ICFI '05, Jul. 2005, pp. 236-251.
- [5] Phidgets, <http://www.phidgets.com/>.