

概念コンテキストモデルに基づく コンテキストウェアサービス開発手法の提案

M2009MM022 杉田 達哉

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の進展によって、各分野でコンテキストウェアネス技術の導入が期待される。しかし、コンテキストの多様性により、コンテキストウェアサービスの開発は複雑化する傾向がある。さらに、コンテキストの共通モデルが未確立であるので、多様なコンテキストを反映できず、開発がアドホックとなる。

本研究では、コンテキストの共通モデルを提案し、モデルに基づくコンテキストウェアサービスの開発手法を提案する。例題へ適用し、提案モデルの妥当性を評価する。

2. コンテキストウェアサービス

コンテキストは「エンティティの状況特徴づける何らかの情報」と定義される。エンティティはユーザとアプリケーションの相互作用に関係する人、場所、オブジェクトである。ユーザに対し情報やサービスを提供するためにコンテキストを利用することをコンテキストウェアネスと呼ぶ。またコンテキストウェアに基づいて提供するサービスをコンテキストウェアサービスと呼ぶ。コンテキストウェアサービスの実現は図1の(1)~(3)の三つの技術からなる。

- (1) 計測と収集: 実世界のコンテキストの取得の技術
- (2) 評価: コンテキストに基づいて情報を分析、評価の技術
- (3) 実行: ユーザにサービスを提供する実行の技術

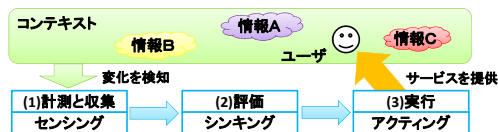


図1 コンテキストウェアサービスを実現する技術

3. 研究課題

コンテキストウェアサービスはコンテキストの多様性に対応しなければならない。これは、実世界においてサービスの特徴づけるユーザの位置情報や時間など、様々なコンテキストに対応しなければならないことを意味する。しかし、多様なコンテキストに対応可能なコンテキストの共通モデルが未確立であるので、従来のコンテキストウェアサービス

は単一のコンテキストのみに対応しており、かつ個別に開発されている。

本研究では、多様なコンテキストに対応したコンテキストウェアサービスを実現するために、開発の軸となるコンテキストの共通モデルを提案する。

4. 関連研究

本研究と関連する研究を以下に挙げる。

4.1. コンテキストの分類[3]

ITU-Tのコンテキストウェアネスの標準化ではコンテキストを応用コンテキストと一次コンテキストの二層のモデルで定義している。これによってアプリケーションで扱うコンテキストとセンサなどで扱う物理的なコンテキストを分けることで、アプリケーション開発におけるコンテキストと物理データを表すプラットフォーム開発におけるコンテキストの役割を定義している。

4.2. メタコンテキストの定義[1]

コンテキストをベースコンテキストとメタコンテキストに分類し、メタコンテキストにベースコンテキストの品質(QoC: Quality of Context)や規格などを定義した、コンテキストウェアのアプリケーションフレームワークを提案している。

4.3. 家庭内におけるコンテキスト[2]

ユビキタス環境におけるユーザの振る舞いの分析方法として、家庭環境で抽出すべき五つのコンテキストの構成要素を決定している。以下にその構成要素を示す。

- (1) USER: ユーザなど振る舞いをする本体
- (2) TIME: 季節, 年, 月, 日, 時間など
- (3) SPACE: 振る舞いがとられる空間
- (4) ENVIRONMENT: 内と外の環境の要因
- (5) OBJECT: 振る舞いの対象となるもの(家電製品など)

5. アプローチ

関連研究[2]を、データベースの三層スキーマに基づいて比較すると、対象世界の問題領域を示す概念スキーマに対応するコンテキストが定義されていない(図2)。

本研究では、対象世界の問題領域のコンテキストを表現し、そのモデルを概念コンテキストモデルと定義する。そして、概念コンテキストモデルに基づいてコンテキストウェアサービスを開発する方法を提案する。

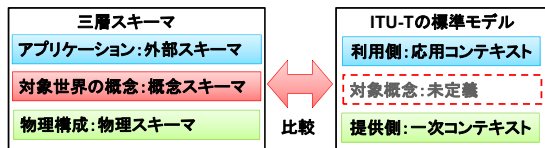


図 2 三層スキーマとITU-Tのコンテキストモデル

6. 概念コンテキストモデル

6.1. 三層コンテキストモデルの提案

コンテキストを三層に分類することで、開発における関心事を分離することが可能な、三層コンテキストモデルを提案する(図 3)。以下にコンテキストの定義及び、用語の説明を行う。

(1) 概念コンテキスト

対象世界の中の、ユーザ、システム、環境を含めた問題領域を表現するコンテキストである。物事の一般的な概念である SWIH に基づいて構成要素を抽出し、概念コンテキストモデルとして定義する。

1) 構成要素

概念コンテキストモデルをモデル化するにあたっての要素単位である。対象世界に関連するエンティティは何らかの構成要素に分類され、属する。

2) 概念コンテキストモデル

対象世界の問題領域のモデルである。本研究では、機能、構造、振る舞いの三つの視点からモデルは構成される。各モデルは UML で記述する。機能はユースケース図で示し、構造はクラス図で示し、振る舞いは状態チャート図で示す。

(2) 応用コンテキスト

概念コンテキストモデルに基づいて、コンテキストアウェアアプリケーションの意味を特徴づけるコンテキストである。また、コンテキストアウェアアプリケーション自体も含む、

1) View(応用コンテキストモデル)

概念コンテキストモデルが表現する問題領域における特定の関心事を表すモデルである。この View に基づきコンテキストアウェアアプリケーションで扱うシナリオとコンテキストアウェアサービスを決定し、コンテキストアウェアアプリケーションを特徴づける。

2) コンテキストアウェアサービス

本研究では、コンテキストを変換するための機能を提供するソフトウェアである。View によってコンテキストアウェアサービスは選択される。

3) シナリオ

ユーザが目標を達成するために行う行動と、そこから得られる事象を、時系列に沿って記述したものである。ユーザがどのような状況で何をするかという、ユーザ視点からシステム使用に関する文脈とタスク

の情報を表現している。

4) コンテキストアウェアアプリケーション

View によって決定されたコンテキストアウェアサービスとシナリオから構成され、意味が特徴づけられるアプリケーションである。状況を検知し、ユーザに対して作用する。

(3) 物理コンテキスト

プラットフォームに関するコンテキストである。ここでのプラットフォームはコンテキストアウェアサービスの内部アルゴリズム、ミドルウェア、ネットワーク構成、ハードウェアの実装を指す。例えば、ミドルウェアレベルでは、センサが取得するデータを処理するアルゴリズムやミドルウェアが扱う情報の品質などを定義する。

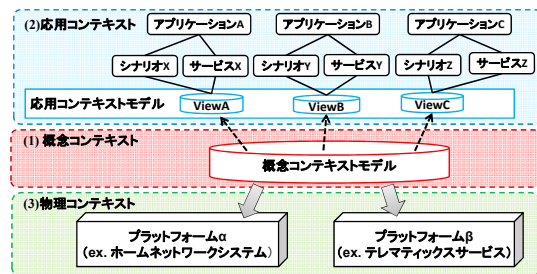


図 3 三層コンテキストモデル

6.2. 三層コンテキストモデルのメタモデル

図 4 に三層コンテキストモデルのメタモデルを示す。

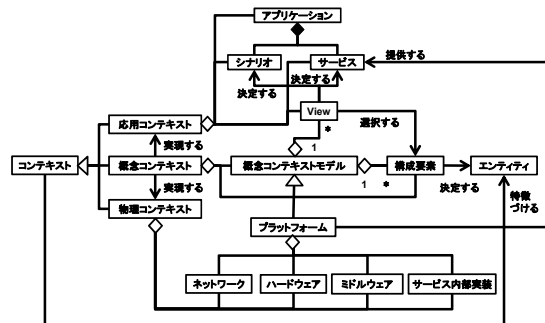


図 4 三層コンテキストモデルのメタモデル

6.3. View の抽出によるアプリケーション開発

概念コンテキストモデルから関心のある構成要素を選択して、アプリケーションの意味を特徴づける View を抽出する。要求毎に View を抽出して用いることで、様々なコンテキストアウェアアプリケーションを実現する。

6.4. 概念コンテキストモデルを用いた開発プロセス

まず対象世界で想定されるサービスシナリオを分析し、概念コンテキストモデルを作成する。そこから View を抽出し、View に基づいてアプリケーションの設計、実装をする。またプラットフォームの構築においても、概念コンテキストモデルに基づいて、各々の設計、実装を行う(図 5)。

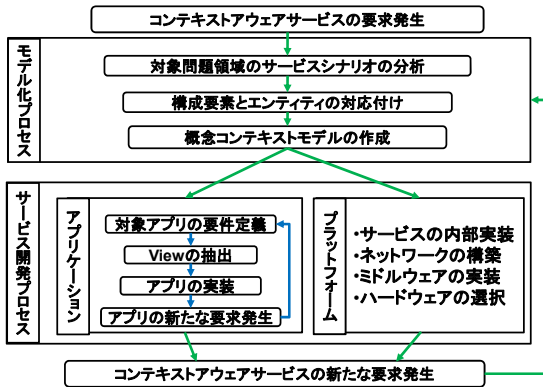


図 5 提案するサービス開発プロセス

7. 例題への適用

提案モデルをホームネットワークシステム(HNS)に適用し、提案モデルの妥当性を評価する。

7.1. HNS のシナリオ分析

HNS の概念コンテキストのモデル化をするために、本研究では、USER、TIME、SPACE、OBJECT、ENVIRONMENT の五つのコンテキストの構成要素に基づきシナリオを分析する。

7.1.1. 分析対象のシナリオと物理構成

対象とする HNS における、一人暮らしの社会人であるユーザ A が起床してから出勤するまでのシナリオと、帰宅してから就寝するまでのシナリオを分析した。両シナリオが遂行される環境の構成を図 6 に示す。

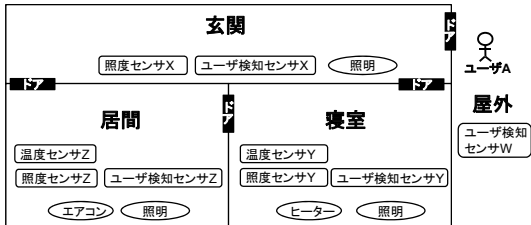


図 6 対象 HNS の物理的構成

7.1.2. 分析結果

シナリオを分析した結果、各構成要素に対応するエンティティを抽出できた。

- (1) USER: HNS 上に要求を持つユーザ A
- (2) OBJECT: エアコン, ヒーター, 照明
- (3) TIME: HNS 上におけるシステムタイマの定義
- (4) SPACE: ユーザ検知センサより取得できるユーザの位置情報
- (5) ENVIRONMENT: 温度センサや照度センサを用いて取得できる温度や湿度

7.2. 概念コンテキストモデルのモデル化

上記のエンティティと構成要素に基づいて、概念コンテキストをモデル化する。

7.2.1. 機能の視点

機能の視点に基づいて、コンテキストウェアサービスの提供する機能を抽出する。本研究では、コンテキストウェアサービスを実現する三つの技術を機能として提供する。コンテキストを取得(計測と収集)するサービス, 分析するサービス, 実行するサービスの三つの技術を機能として分類してモデル化した(図 7)。コンテキストの取得を担うサービスは、エンティティサービスと定義した。評価と実行をするサービスは、コンテキスト分析サービス, コンテキスト実行サービスと定義した。コンテキスト分析サービスは予め登録されている状況を判断し、コンテキスト実行サービスはその状況に対して登録されている OBJECT サービスを起動する。コンテキストウェアアプリケーションの機能はこれらのサービスを選択して、決定される。

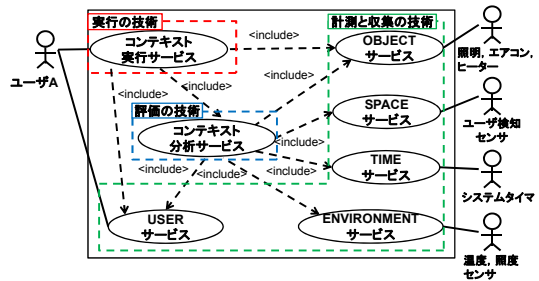


図 7 機能の視点

7.2.2. 構造の視点

構造の視点からは、導入した五つの構成要素間の関係と各構成要素が持つエンティティを把握できる(図 8)。これにより、各構成要素間の関係からエンティティが持つコンテキストを抽出できる。例えば、OBJECT と SPACE との関係から OBJECT の位置情報のコンテキストを抽出できる。また USER と TIME の関係からユーザがコンテキストウェアを要求する時間帯のコンテキストを抽出できる。

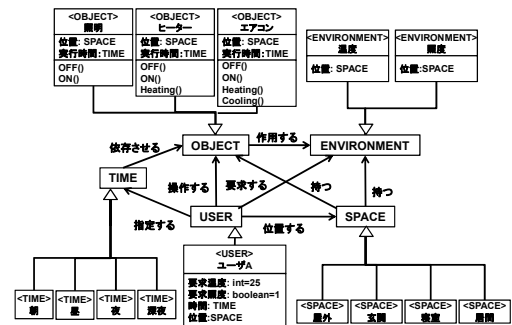


図 8 構造の視点

7.2.3. 振る舞いの視点

構成要素の視点から、コンテキストウェアな振る舞いとなるエンティティの状態を表現する。例えば、USER が位置する SPACE の関係からユーザの移動における振る舞いを

表現したり(図9), USERが操作するOBJECTの振る舞いを表現する。

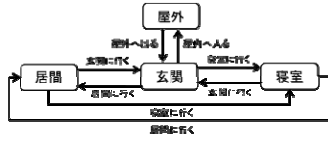


図9 振る舞いの視点(ユーザの位置情報の例)

7.3. Viewの抽出

本研究では、以下の2つのViewを抽出した。

7.3.1. ユーザの位置変化のView

ユーザが居間の入退出によって、照明をON, OFFするアプリケーションのViewを例に挙げる。

7.3.2. 時刻変化のView

18時~24時の間に、玄関の照明をONにするアプリケーションのViewを例に挙げる。

7.4. Viewに基づいたアプリケーションの実現方法

概念コンテキストモデルの機能のViewから利用するサービスを決定する。振る舞いのViewからアプリケーションの振る舞いとなるエンティティの状態変化を決定し、エンティティサービスに記述する。構造のViewから状況を決定し、コンテキスト分析サービスに記述する。コンテキスト実行サービスにはViewが目的とするサービスの内容を記述する。この処理内容の例を図10に示す。エンティティサービスは、各エンティティが状態を満たすとコンテキスト分析サービスに通知する。コンテキスト分析サービスは、通知されたエンティティの状態に基づき状況を決定し、その状態を満たすとコンテキスト実行サービスに通知する。コンテキスト実行サービスは、通知された状況に応じて記述された実行内容を実行する。

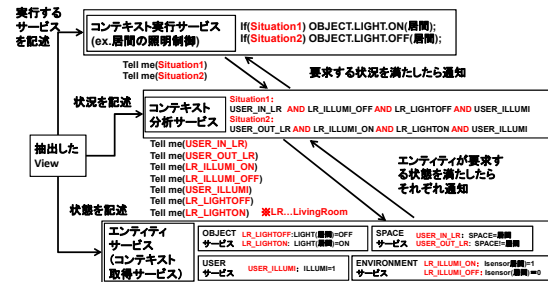


図10 コンテキストウェアアプリケーションの実現

8. 評価と考察

8.1. 例題への適用の評価

概念コンテキストモデルに基づいて、ユーザの位置変化に合わせて照明を制御するViewと、時刻の変化に合わせて照明を制御するViewを表現できた。Viewを用いることによって、より複雑なアプリケーションを実現できるといえる。

また「空間を暖める」機能を持つOBJECTのエンティティである、エアコンとヒーターの例を挙げる。機能や振る舞いの視点から見るとエアコンはヒーターを包含しているため代替可能である。このような代替物の利用に対して、五つの構成要素に基づいてコンテキストウェアサービスをモデル化したので、機器の変更に伴うコンテキストの影響を局所化できるといえる。

以上より、概念コンテキストモデルを用いることにより、アプリケーションとプラットフォームを対応付けて各々のコンテキストを変更できるといえる。よってコンテキストウェアサービスの開発が容易となる。

8.2. 考察

図4のメタモデルとITU-Tのコンテキストの定義と比べると、二層のコンテキストでは、関心事の分離が難しく、対象とするエンティティが不明確であった、しかし、概念コンテキストを定義することによって、各コンテキストをほぼ分離できた。例題では、エンティティを明確にできたといえる。

9. 今後の課題

(1) 目的に応じたViewの抽出

提案モデルを利用してコンテキストウェアサービスを開発するには、特定の目的に応じてViewを抽出する方法を検討する必要がある。

(2) 非機能要求を考慮したモデル化

ハードウェアの制約によって、コンテキストの取得時間や提供時間などの非機能要求を検討する。そして各コンテキストウェアサービスの品質(QoS:Quality of Service)の保証を検討する必要がある。

10. まとめ

本研究では、データベースの三層スキーマの概念に着目し、概念コンテキストモデルを用いてコンテキストウェアサービスを開発する方法を提案した。概念コンテキストモデルを用いてコンテキストウェアサービスを構築することによって、より体系的なサービスの開発が期待される。

参考文献

- [1] 藤波 香織, ほか, コンテキストウェアなアプリケーションフレームワークにおけるメタコンテキスト情報の利用方法とその応用, コンピュータソフトウェア, Vol. 21, No. 1, Jan. 2004, pp. 46-59.
- [2] T. S. Ha, et al., Method to Analyze User Behavior in Home Environment, Personal and Ubiquitous Computing, Vol. 10, No. 2, Apr. 2006, pp. 110-121.
- [3] 仲道 耕二, ITU-Tにおけるコンテキストウェアネス標準化活動報告, 2007. http://www.ubila.org/stdnrd/tc071214_03_04_f.pdf.