

動的コンテキストウェアサービス提供モデルの提案

2007MI121 牧 慶子 2007MI266 山崎 綾

指導教員 青山 幹雄

1. はじめに

アンビエントインテリジェンスのサービス提供には、ユビキタスの概念に、ユーザのコンテキストに応じたサービス提供の概念を統合する必要がある[1]。本研究では、気配りできるサービス提供を実現するために、コンテキストの変化に伴うユーザの意図の変化に応じた要求を獲得するモデルの提案を目的とする。要求獲得モデルを提案することで、ユーザは要求を出さなくても自分に合った情報を受け取ることができる。

2. 研究課題

現在、カーナビゲーションシステム(以下カーナビと略記)では目的地を入力すると、現在地から目的地までの道のりの情報を提供する。しかし、自動車の移動に伴い、自動車を取り巻く環境が変化するため、提供すべき情報も変化する。一方で、取り巻く環境が変化することで、ユーザの欲しい情報も変化する。

本研究では、ユーザを取り巻くコンテキストから要求を獲得し、自動車の移動に応じて環境からユーザの必要な情報を提供する。コンテキストに応じた要求を獲得するため、以下の三つのコンテキストの変化に着目する。

(1) 時間経過に伴うコンテキストの変化

ユーザを取り巻くコンテキストは時間が経過すると変化するため、新たな要求を獲得する必要がある。

(2) 移動に伴うコンテキストの変化

周りのコンテキストはユーザが移動すると変化するため、ユーザの位置に応じた情報の提供が必要である。

(3) 複数のユーザの参画によるコンテキストの複雑化

ユーザが複数人になると、要求が複数となるため、提供する情報の選択が複雑になり、提供された情報に対してユーザ全員が合意する必要がある。

以上より、本研究では移動する複数のユーザのコンテキストの変化に応じた要求の合意形成を行う。

3. 関連研究

3.1. アンビエントインテリジェンスの概念

アンビエントインテリジェンスを実現するために以下の条件を満たす必要がある[1]。

- (1) エンベデッド:環境の中に、多数のネットワークデバイスが組み込まれている。
- (2) コンテキストウェア:ユーザの状況を理解できる。

- (3) アンティシペイトリ:ユーザの操作に関係なく、予測しながらサービスを提供できる。
- (4) アダプティブ:ユーザの状況・応答に適応してサービスを提供できる。
- (5) パーソナライズド:個々のユーザの要求を満たすことができる。

3.2. ゴール指向分析法

ユーザ要求を獲得するためにゴール指向モデルがある。ゴール指向モデルとは、開発対象システムの要求が達成すべき目標(ゴール)を分析し、定義するための手法である。システムの目標を抽象的な目標から、それを構成する具体的な目標(サブゴール)に段階的に展開することで要求を抽出できる。ゴール指向モデルの代表的なモデルとして以下の3種類がある。

- (1) NFR(Non-Functional-Requirements)
- (2) KAOS(Knowledge Acquisition in autOmedated Specification)
- (3) i*

3.3. ベクトル空間モデル

ベクトル空間モデルは Salton らにより提案された技法であり、情報検索分野で幅広く利用されている[4]。出現単語に基づいて文書あるいは文章を一つのベクトルで表現し、内積によって情報の距離を定義する。

検索対象となる情報を文書集合、ユーザからの情報要求を検索質問とし、それらを多次元ベクトル(索引語の重みベクトル)により表現し、ベクトル間の類似度計算(コサイン尺度、内積等)を用いて文書の類似検索を行う。

4. アプローチ

気配りできるサービスの提供を実現するために、移動する複数のユーザに伴うコンテキストの複雑化に着目し、要求の合意形成を目的とする。

気配りの行為をモデル化し、そこから要求獲得モデルの全体像を作成する。要求獲得モデルでは、ユーザのコンテキストに対する興味の近さをベクトル空間モデルの類似度を用いて計測し、ゴール指向分析法のi*を用いて合意形成方法を提案する。

例題として、カーナビに提案モデルを適用する。車内では、移動に伴うコンテキストの変化と、複数のユーザによる要求に対して情報を提供する機器がカーナビに限定されるため、要求の合意形成を行う必要がある(図1)。

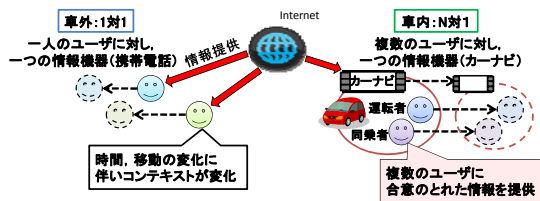


図1 ユーザと情報機器の対応関係

5. 提案方法

5.1. 提案モデルの全体像

提案のモデルの全体像を図2に示す。ユーザを取り巻くコンテキスト群の静的コンテキストから運転者と同乗者の興味を表すViewを獲得し、Viewから運転者と同乗者の各要求を推測する。また、静的コンテキストからは、個人の要求だけでなく、運転者と同乗者の共通の要求である共通ゴールを獲得する。動的コンテキストから時間、自動車の現在地、自動車の移動に伴って変化する周囲の情報を獲得する。獲得した情報と要求から合意形成する。

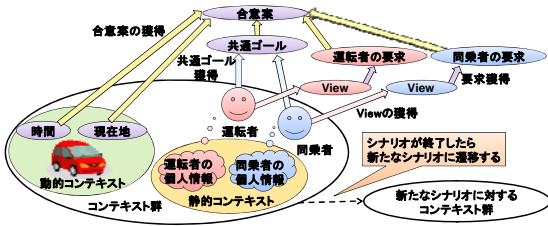


図2 提案モデルの全体像

5.2. 気配りの木構造

気配りとは『あれこれ周りに配慮すること』である。本研究では、車内における複数のユーザの合意のとれる情報を提供することを想定するため、『複数のユーザの興味、要求を配慮し、複数の要求から一つの合意のとれる要求を提案すること』を気配りと定義する。

気配りの全体像を把握し、問題の着眼点を明確にするために、気配りの行為を分解する。気配りの木構造では、気配りとアンビエントインテリジェンスの概念の要素を図3のように対応づけられる。

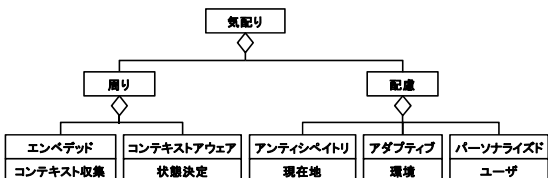


図3 気配りの木構造

アンビエントインテリジェンスの概念は気配りの意味で捉えると以下ようになる。

- (1) エンベデッド: ユーザを取り巻くコンテキストの収集
- (2) コンテキストアウェア: ユーザの状態の決定
- (3) アンティシペイトリ: ユーザの位置に応じた情報提供

- (4) アダプティブ: ユーザの周りの環境に応じた情報提供
- (5) パーソナライズド: ユーザの興味に応じた情報提供

5.3. UMLを用いた合意形成システムのモデル化

合意形成システムとは、気配りの木構造をもとに合意形成を行うユーザ、モノ、情報システムを指す。

5.3.1. 前提条件

合意形成システムをカーナビに適用する前提条件を以下に記す。

- (1) 自動車で目的地に行く間に合意案を提供する。
- (2) 自動車に乗るユーザを乗員と定義する。
- (3) 乗員は運転者と同乗者の二人と仮定する。
- (4) 運転者と同乗者の一方を目的地までの主人公とする。主人公はあらかじめ決まっており、優先順位づけに用いる。

5.3.2. 合意形成システムのモデル化

(1) ユースケース図

要求を獲得し、合意案を提供するまでの合意形成システムを図4のユースケース図に示す。要求獲得のシステムは、以下の三つのユースケースから構成される。

- A) 目的地に案内する
- B) 乗員要求を獲得する
- C) 合意案を提供する

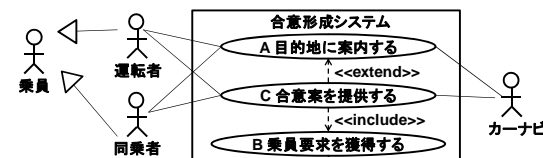


図4 ユースケース図

(2) コミュニケーション図

ユースケースのシナリオをもとに、合意形成システムのメッセージの交換を図5に示す。

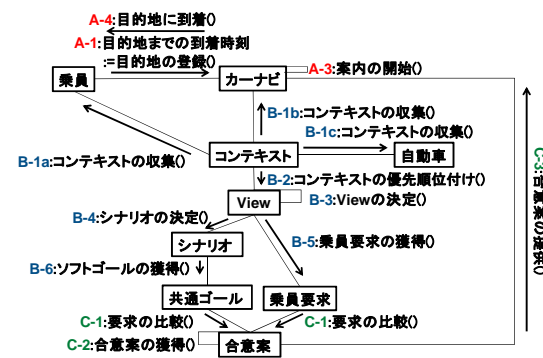


図5 コミュニケーション図

5.4. コンテキスト収集

Deyらの定義に基づき、本研究で用いるコンテキストを以下に定義する[2]。

『エンティティは、「乗員」、「自動車」、「環境」とし、それらの状態を規定できる何らかの情報をコンテキストとする。乗員に付随するコンテキストを「乗員コンテキスト」、自動車に

付随するコンテキストを「自動車コンテキスト」、環境に付随するコンテキストを「環境コンテキスト」とする』

本研究では、コンテキストの変化に着目しているため、コンテキストの変化の視点からコンテキストを分類する。

- A) 静的コンテキスト: 値が変化しないコンテキストである。例として、各乗員の個人情報(興味、趣味等)がある。
- B) 動的コンテキスト: 時間や位置の変化に伴い値が変化するコンテキストである。

本研究で用いるコンテキストの前提条件を示す。

- 1) コンテキストはあらかじめ収集されている。
- 2) コンテキストには、乗員の興味が高い順に優先順位が付けられている。
- 3) 時間帯によって各乗員の優先順位は変化する。

5.5. View の決定プロセス

本研究で用いる View を以下に定義する。

『View は、各乗員エンティティに付随するコンテキストの中で、乗員の最も興味のあるコンテキストを指し、乗員一人ひとり異なる。また、乗員全員の共通の興味である View を主要 View とする。』

上記の定義より、各乗員が持つコンテキストの優先順位のうち、1位のコンテキストを各乗員の View とする。主要 View は、各乗員が持つコンテキストの優先順位から共通の優先順位を求め、1位のコンテキストを主要 View とする。

ユーザのコンテキストの優先順位をベクトル空間モデルで表現し、類似度計算のコサイン尺度を用いて View 間の距離とする。コンテキストの優先順位を View ベクトル v で表し、各要素の重みは優先順位の逆数を用いる。コンテキストベクトル c は、距離を計るコンテキストの要素の重みを1, その他の重みを0とすることで、任意のコンテキストの View の距離を求めるために用いる。

View ベクトル v とコンテキストベクトル c のコサイン尺度を求め、任意のコンテキストに対する優先度とする(式(1))。また、View の距離は任意のコンテキストに対する各乗員の優先度の差から求める(式(2))。

$$v_i \text{の優先度} = \cos \theta_{v_i c} = \frac{v_i \cdot c}{\|v_i\| \|c\|} \quad (1)$$

$$\text{View の距離} = |v_i \text{の優先度} - v_j \text{の優先度}| \quad (2)$$

5.6. シナリオの決定プロセス

本研究で用いるシナリオは、主要 View から生成される。時間の変化により、各乗員の持つコンテキストの優先順位が変化する。コンテキストから主要 View を獲得しシナリオを決定するプロセスを、目的地に到着するまで繰り返す。

5.7. 合意形成

合意案は乗員要求とソフトゴールから獲得される。

- (1) 乗員要求の獲得

乗員要求とは、乗員毎の主要 View に対する、予測される具体的な情報と定義する。一つの主要 View に対し、乗員要求は複数考えられるので、1:N の関係がある。



図 6 View と乗員要求の関係

- (2) ソフトゴールの獲得

ソフトゴールとは、環境コンテキストに対する要求である。乗員は主要 View に対して、複数のソフトゴールを持ち、その値は乗員ごとに違う。

共通ゴールは、各乗員が持つソフトゴールの値が一致している部分である。ソフトゴールの値が一致する場合、各乗員の要求が一致するため、より多くの共通ゴールを満たす乗員要求が合意を得やすいと考える。

共通ゴールが無い場合は、より多くのソフトゴールと環境コンテキストが一致する乗員要求を選択することで、乗員一人当たりの要求を満たし、合意を得やすくなると考える。

- (3) 合意案の獲得

合意案は、最終的に乗員に提供する情報である。共通ゴールとより多くのソフトゴールを満たす乗員要求が合意案となる。以下に i^* を用いて合意案を獲得する全体像を示す。

SD モデルは、共通ゴールと乗員要求から合意案を獲得する関係など、合意案に対する各アクタとの依存関係を示す(図7)。SR モデルでアクタ内部を具体化することで、乗員の要求をソフトゴールに分解し、貢献関係で評価することでソフトゴールから共通ゴールを求めることができた(図8)。また、このモデルはコンテキストの変化に応じて獲得された乗員要求やソフトゴールに応じて拡張できる。

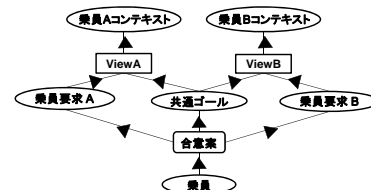


図 7 SD モデル

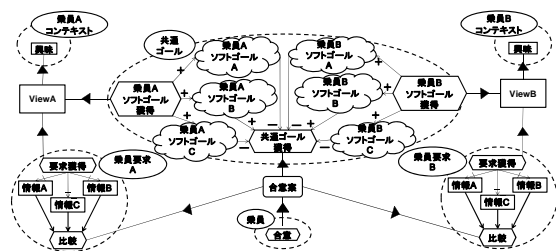


図 8 SR モデル

6. カーナビへの適用

6.1. 目的

例題として、レジャーと通勤の場合の合意形成を行ったが、本稿では、レジャーの場合について取り上げる。自動

車の移動に伴う店舗情報の提供を目的とする。乗員 A を牧、乗員 B を山崎とし、コンテキストの優先順位をそれぞれ付け、View の獲得を行う。提案方法に従って、最終的にカーナビに合意のとれた情報を提供する。

6.2. 適用結果

映画館を目的地とし、その道のりの中で合意案の提供を行った。出発時刻は正午とする。共通の優先順位を求めた結果、主要 View が「食事」、それに対する View の値が乗員 A は「かつ丼」、乗員 B は「うどん」の異なる値を得た。主要 View から推測した「食事に行く」シナリオを提供するために、Google Maps を用いて、自動車の現在地から半径 1km 以内の「かつ丼」と「うどん」の店舗を検索した。主要 View「食事」に対する各乗員のソフトゴールを獲得し、共通ゴールを獲得した。自動車の移動に伴い提供情報が変化するため、到着予測地点毎に、共通ゴールと比較し合意案として最適な店舗情報を選択した。その結果、異なる興味に対して合意案を獲得できた(図 9)。

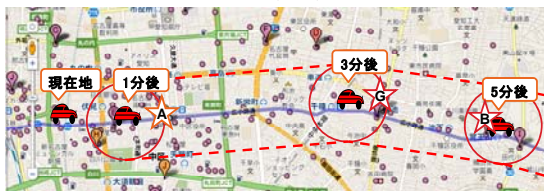


図 9 自動車の経過時間毎の地点予測

6.3. 適用の評価

(1) 時間経過に伴うコンテキストの変化

ユーザの興味の順にコンテキストに優先順位があると仮定し、時間の経過で優先順位を変えた。その結果、時間の変化に応じたユーザの興味を獲得できた。

(2) 移動に伴うコンテキストの変化

自動車の経過時間毎の予測地点から半径 1km 以内の店舗情報を検索した。その結果、予測地点毎に異なる店舗情報を獲得でき、ユーザの位置に応じた情報を獲得できた。

(3) 複数のユーザの参画によるコンテキストの複雑化

各ユーザの持つコンテキストの優先順位をベクトル空間モデルに置き換え、View の距離を用いて興味の近さを評価した。その結果、複数のユーザのコンテキストから共通の興味(主要 View)を獲得できた。

さらに、主要 View に対する各ユーザが持つ要求に対し、共通するゴールがあると考えた。共通するゴールを獲得するために、各ユーザが持つ要求をソフトゴールに分解し、共通のソフトゴールを見つけ、共通ゴールとした。その結果、複数の店舗情報と共通ゴールを比較することでユーザの意図を満たした情報を獲得できた。

7. 考察

ユーザのコンテキストの優先順位をベクトル空間モデルで表現し、類似度計算のコサイン尺度を用いて View の距

離を定量的に評価できるようになった。情報検索でベクトル空間を用いた場合、検索対象となる文書と検索質問に含まれる情報量をベクトルで表し、コサイン尺度を用いることで二つのベクトルの距離の一致度を計る。それに対し、本研究では、ユーザの興味に含まれる情報量(コンテキストの優先順位)を View ベクトルで表し、任意のコンテキストをコンテキストベクトルで表した。コンテキストベクトルを基準に二つの View 間の距離を計ることで、任意のコンテキストに対する興味の大きさを定量的に計った。よって、優先度の差からユーザ同士の View 間の距離を求めることができた。

以上のことから、ベクトル空間モデルの類似度計算を応用することが優先度の決定に有効であるといえる。

8. 今後の課題

例題では、ソフトゴールが抽象的であるため、ユーザの主観によって表現が曖昧になった。ソフトゴールを 5 段階で評価するなど、評価基準を具体化する必要がある。

例題では、目的地までの道のりで合意案の提案を行ったが、目的地を設定しなくても合意案を提供する方法も検討する必要がある。

9. まとめ

本研究では、動的コンテキストウェアサービス提供モデルを提案するために、移動する複数のユーザのコンテキストに着目し、合意のとれる要求獲得モデルを提案する。そのために、時間に伴うコンテキストの変化、移動に伴うコンテキストの変化、移動する複数のユーザに伴うコンテキストの複雑化に着目し、ゴール指向分析法を用いて合意案を獲得した。カーナビに適用し、提案モデルの妥当性を示し、合意に沿った情報を提供できた。

参考文献

- [1] E. Aarts, et al., Algorithms in Ambient Intelligence, Ambient Intelligence, Springer, 2005, pp. 349-373.
- [2] 藤波 香織, 分散コンテキストウェアシステムに関する研究, 早稲田大学院理工学研究科博士論文, Mar. 2005.
- [3] 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, 2006 年度南山大学数理情報学部情報通信学科卒業論文, 2007.
- [4] 大谷 紀子, 情報検索におけるベクトル空間モデルの応用, 東京都市大学環境情報学部紀要, 第五号, 2004, pp. 99-109.
- [5] 山本 修一郎, 要求定義・要求仕様書の作り方, ソフト・リサーチ・センター, 2006.