

# 意図に基づくコンテキストウェアサービス提供モデルの提案

M2011MM046 牧 慶子

指導教員 青山 幹雄

## 1. はじめに

車載情報システムは、自動車を取り巻くコンテキストの動的な変化と、それに伴うドライバの意図の変化に応じて適切な運転支援を行うことでドライバビリティを高める必要がある。本稿では、ドライバビリティを向上するサービス提供モデルを提案する。ドライバに属するコンテキストと周囲の状況を決定付けるコンテキストから、ドライバの意図を推測する。ドライバビリティをドライバの意図の達成指数としてサービスを評価する。これにより、ドライバの意図と整合したサービス提供が可能となる。仮想カーナビゲーションシステムを用いて提案モデルの妥当性を評価する。

## 2. 研究課題

車載情報システムが、意図の変化に応じてサービス提供を行うために、以下の2点を研究課題とする(図1)。

### 2.1. コンテキストの影響による意図の変化の理解

以下の3点のコンテキストの変化に伴う意図の変化を考慮し、意図を定量的に理解する必要がある。

- (1) 時間経過に伴う意図の変化
- (2) 移動に伴う意図の変化
- (3) 他ユーザから受ける意図の変化

### 2.2. 意図に応じたサービス提供

情報システムがユーザの意図を満足するために、意図に合致したサービスを選択する必要がある。

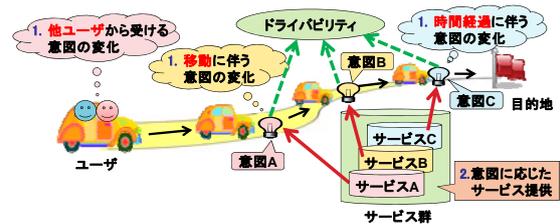


図1 コンテキストの影響による意図の変化

## 3. 関連研究

### 3.1. 意図の合意に基づくサービス提供モデル

ユーザ間の合意した意図を獲得する研究として、移動する複数のユーザのコンテキストに着目し、合意のとれる意図の獲得モデルが提案されている[2]。この研究では、ユーザの意図をコンテキストに対する興味の大きさ、すなわち、優先度として捉え、ベクトル空間モデルを用いて意図を定義する。そして、ベクトル間の距離(内積)に基づき、ユーザ間

の意図の距離を定量的に評価している。

しかし、この研究では、意図は一時的な状態として扱われるため、意図の変化を捉えることができない。

### 3.2. ドライバの振舞いをモデル化する研究

ドライバに影響を与えるコンテキストをモデル化した研究として、ドライバの振舞いを運転のしやすさ(drivability)の観点から定量的に評価する方法が提案されている[4]。この研究では、ドライバの振舞いは、コンテキストと関連して時間と共に動的に変化すると考える。ドライバの振舞いに影響を与える貢献者を特定し、貢献者から受ける影響度に基づき数式として表すことで、ドライバのドライバビリティを定量的に評価している。

## 4. アプローチ

本稿のアプローチの全体像を図2に示す。研究課題のアプローチを以下に述べる。本稿はコンテキストウェアネスの概念に基づき提案を行う[1]。

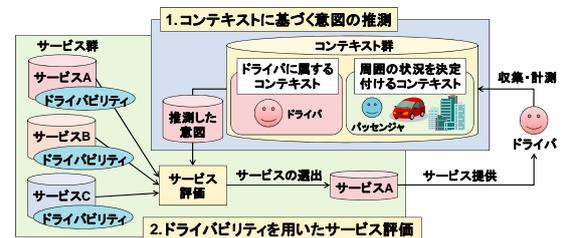


図2 アプローチの全体像

### 4.1. コンテキストに基づく意図の推測

辞書によると意図とは、「何かをしようと考えている事柄」であり、人間の振舞いの原因とされている。本稿では、ユーザの意図を「ある時点におけるユーザの関心事」と定義し、ユーザに関与するコンテキストの属性値は意図を表すと考えられる。特にドライバの意図は、ドライバに属するコンテキストと周囲の状況を決定づけるコンテキストから推測する。ベクトル空間モデルを用いて意図をモデル化する[3]。

### 4.2. ドライバビリティを用いたサービス評価

意図に応じたサービスを選択するために、ドライバビリティを尺度として意図とサービス間のマッチングを行う。

一般にドライバビリティは「運転のしやすさ」と定義されているが、ドライバの操縦に対する自動車の性能を指す場合が多い。しかし、ドライバの意図は、自動車走行の操作性や安全性だけではなく、道中の車内空間における快適性や、経路上や目的地での旅行の目的の達成にも関心があ

る。そこで、ドライバビリティの概念を拡張し、「自動車または車載情報システムからのサービス提供によるドライバの意図の達成」と定義し、ドライバビリティをドライバの意図の達成尺度としてサービスを評価する。

## 5. 意図に基づくサービス提供システム

### 5.1. 意図に基づくサービス提供システムの構造

意図に基づくサービス提供システムの構造を図3に示す。提案システムは以下の構成から成る。さらに、サービス提供システムの内部の振舞いを図4に示す。本稿では、コンテキストは予め収集されていると仮定し、提案を行う。

#### (1) コンテキストモデル

収集された膨大なコンテキストの中から、ドライバに属するコンテキストと周囲の状況を決定づける取り巻くコンテキストを選別し、その関係をモデル化する。これにより、ドライバの意図に影響を与えるコンテキストが抽出できる。

#### (2) 意図の推測モデル

コンテキストモデルに基づきドライバの意図を推測する。ベクトル空間モデルを用いて、ドライバの意図を表すコンテキストをベクトルで表し、過去と現在の変化量からドライバの意図を推測する。

#### (3) サービスマッチングモデル

推測した意図を満たすサービスを選択するために、ドライバビリティを用いてサービスを評価する。最もドライバビリティの高いサービスをドライバに提供する。

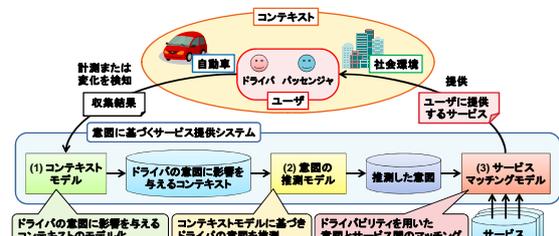


図3 意図に基づくサービス提供システムの構造

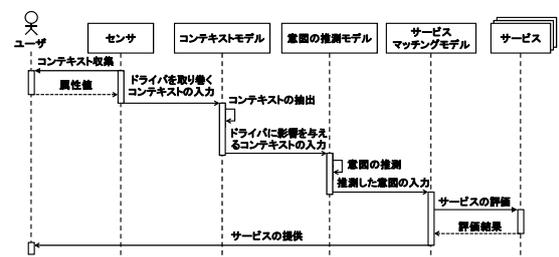


図4 内部の振舞い

### 5.2. コンテキストモデル

本稿では車内におけるサービス提供に関わるアクタに着目し、コンテキストを以下のように定義する。

エンティティは、ユーザ、自動車、社会環境とし、それらの状態を既定できる何らかの情報をコンテキストとする。

ユーザに付随するコンテキストをユーザコンテキスト、自動車に付随するコンテキストを自動車コンテキスト、社会環境に付随するコンテキストを社会環境コンテキストとする。

この定義に基づき、ユーザを取り巻くコンテキストを整理し、ドライバに属するコンテキストと周囲の状況を決定づけるコンテキスト間の関係をモデル化する。

#### (1) ユーザコンテキスト

ユーザコンテキストは運転を行うドライバと同乗するパッセンジャから成り、自身の特性を示す個人情報等の属性を持つ。目的地や経路におけるユーザの目的は個人目的が表す。ドライバは運転の振舞いを示すドライバ特性を持つ。

#### (2) 自動車コンテキスト

自動車コンテキストはドライバが運転する自動車とカーナビから成る。カーナビは現在位置などの場所に関するコンテキストと現在時刻等の時間に関するコンテキストを含む。

#### (3) 社会環境コンテキスト

社会環境コンテキストは、自然環境、運転環境の他に、情報システムから提供されるサービスの集合を表すサービスコンテキストから成る。サービスコンテキストは、ユーザの関心毎に分類されている。目的に関するサービスは、目的地におけるユーザの目的に応じて必要な情報を提供するサービスである。また、車内空間の快適性を提供する車内環境に関するサービス、ドライバの安全な運転を支援する運転支援に関するサービス等がある。

表1では、自動車と社会環境に属するコンテキストが変化した際の、ドライバのコンテキストとの影響関係を示す。

表1 コンテキストの影響関係

ユーザエンティティ	社会環境エンティティ										
	運転環境					サービスコンテキスト					
○:意図に影響を与えるコンテキスト ○:意図に影響を与えないコンテキスト	自然環境	交通障害	交通状況	道路状況	目的地	経路	乗車環境	車内環境	カーナビ	車両情報	車内環境
個人情報	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
身体状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
個人目的	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ドライバ特性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

### 5.3. コンテキストにより変化する意図の推測モデル

#### 5.3.1. コンテキストとドライバの意図の関係

本稿では、ユーザの意図を「ある時点におけるユーザの関心事」と定義する。ユーザの意図は、ユーザ自身への関心だけでなく、同じ空間に存在する他のユーザや、ユーザを取り巻く環境にも影響されたため、ユーザに関与するコンテキストの属性値がユーザの意図を表すと考える。

ユーザに関与するコンテキストは、ユーザ自身に属するコンテキストと周囲の状況を決定づけるコンテキストから発見できる。表1より、ドライバ自身に属するコンテキストはユーザコンテキストから抽出でき、ドライバ特性から運転に対する意図が抽出できる。周囲の状況を決定づけるコンテキ

ストは自動車と社会環境コンテキストから抽出できる。

### 5.3.2. 意図の推測方法

ドライバの意図をベクトル空間モデルを用いて定量的に評価する。意図の推測を行う事で、「その時点におけるユーザの最も関心のあるコンテキスト」が発見できる(図5)。

#### (1) 意図のベクトル表現

ユーザコンテキストに属するコンテキストの属性値を重みとし、ベクトル空間モデルを用いて、意図ベクトル  $\mathbf{I}$  とする。関心があるコンテキストは任意の値を持ち、関心の無いコンテキストの属性値は0となる。ユーザは互いに異なる関心を持つため、意図が異なる。この違いはそれぞれのコンテキストの属性値の違いである。

#### (2) 意図の変化

コンテキストの属性値の変化により、ユーザの意図が変化すると考えるため、属性値の変化したコンテキストに対して、ドライバは関心があると考える。

#### (3) 意図の推測

意図の推測では、過去と現在のコンテキストの変化量から現在のユーザの最も関心のあるコンテキストを求める。

時刻  $t$  における意図は意図ベクトル  $\mathbf{I}_t$  として獲得される。式(1)から時刻  $t-1$  から  $t$  間の意図ベクトル  $\mathbf{I}$  の変化量  $\Delta \mathbf{I}$  を求め、時刻  $t$  におけるユーザの最も関心のあるコンテキストを特定する。  $\Delta \mathbf{I}$  の要素のうち、最も変化量の大きかったコンテキストがユーザの意図の変化であると考え、その時点におけるユーザの最も関心のあるコンテキストとする。

$$\Delta \mathbf{I} = \text{時刻 } t \text{ の意図} - \text{時刻 } t-1 \text{ の意図}$$

$$= \mathbf{I}_t - \mathbf{I}_{t-1} = \begin{bmatrix} i_{t_1} \\ i_{t_2} \\ \vdots \\ i_{t_{n-1}} \\ i_{t_n} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} i_{t-1_1} \\ i_{t-1_2} \\ \vdots \\ i_{t-1_{n-1}} \\ i_{t-1_n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

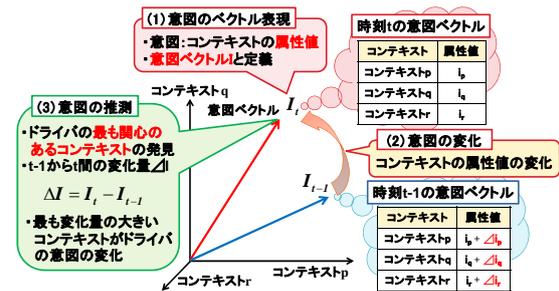


図5 意図の推測モデル

### 5.4. サービスマッチングモデル

ドライバリティをドライバの意図の達成尺度とし、サービスを提供する。推測した意図とサービス間の近さが意図の達成度と考え、情報検索におけるコサイン尺度をドライバリティとして意図とサービスの近さを評価する(図6)。

#### (1) サービスのベクトル表現

サービスは、その特性を表すサービスコンテキストの属

性値を重みとし、サービスベクトル  $\mathbf{S}$  で表す。

#### (2) ドライバリティを用いたサービス評価

ドライバの意図に合致またはより類似したサービスを提供することで意図が達成できたと考えるため、サービスと意図の類似度を評価する尺度として、ドライバリティを用いる。意図ベクトル  $\mathbf{I}$  とサービスベクトル  $\mathbf{S}$  と間の類似度をコサイン尺度で定義し、ドライバリティ  $D$  とする。推測した意図を表す意図ベクトル  $\mathbf{I}$  とサービス  $j$  のサービスベクトル  $\mathbf{S}_j$  のドライバリティ  $D_j$  を式(2)に示す。サービスの集合に含まれるサービスが  $n$  個ある場合、式(2)を用いてそれぞれのドライバリティ  $D$  の値を求める。

$$D_j = \cos \theta_{IS_j} = \frac{\mathbf{I} \cdot \mathbf{S}_j}{\|\mathbf{I}\| \|\mathbf{S}_j\|} \quad (2)$$

#### (3) サービスの選出

意図ベクトル  $\mathbf{I}$  とサービスベクトル  $\mathbf{S}$  の2つのベクトルが類似しているほどコサイン尺度は最大値 1 に近づき、類似していないほど最小値 0 に近づくため、ドライバリティ  $D$  が最大値 1 に最も近いサービスを選択する。

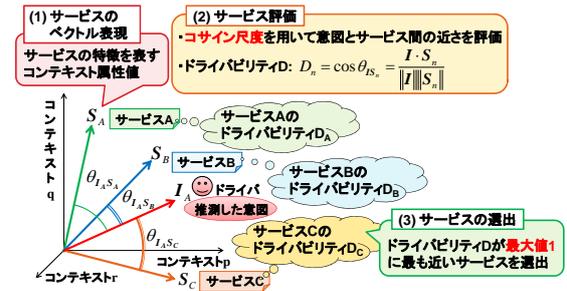


図6 ドライバリティによるサービス評価

## 6. カーナビゲーションシステムへの応用

### 6.1. 例題の概要

例題を用いて提案方法の妥当性を示す。Google Maps を用いた仮想カーナビゲーションシステム(以下仮想カーナビと略記)に提案モデルを適用し、目的地までの道のりでドライバの意図の変化に応じたサービス提供を評価した。

### 6.2. 例題の目的

レジャーと通勤のシナリオに提案方法を適用する。レジャーのシナリオでは、周囲の状況を決定的なコンテキストが変化するシナリオを用いて、運転に関するドライバの意図の達成を評価する。通勤のシナリオでは、ドライバ自身に属するコンテキストが変化するシナリオを用いて、目的に関するドライバの意図の達成を評価する。本稿ではレジャーのシナリオを取り上げる。

### 6.3. レジャーのシナリオ

目的地までの経路上で運転環境が変化した際に、ドライバの意図の変化を読み取り、意図に応じたサービスを提供することを目的とする。シナリオとして、ドライバとパセンジャの計2名が、目的地の映画館に向けて正午に出発し、

30分後に事故による渋滞が発生するシナリオを仮定する。

### (1) ドライバの意図の推測

乗車時、10分後、30分後のコンテキストの収集結果に基づき、ドライバの意図を推測する。乗車時のドライバの意図は個人目標である「映画を見る」に関心があり、運転への関心はなかった。10分後の意図は運転への関心を示すドライバ特性が増加している。30分後、事故による渋滞が発生した際のため、ドライバ特性の社会心理学的状態の属性値が増加し、ストレスに伴う集中力の低下がみられた。

### (2) サービスマッチング

30分後におけるドライバの意図ベクトルに対して、サービスコンテキストに属するサービスのドライババリエティを評価する。サービスベクトルは、サービスの特徴を表すコンテキストの属性値を1、サービスに関係のないコンテキストの属性値を0とする。ドライババリエティの評価結果を表2に示す。

表2 サービスのドライババリエティ評価

サービス	サービスa 目的地に 関するサービス	サービスb 車内環境に 関するサービス	サービスc 車両に 関するサービス	サービスd 運転支援に 関するサービス
サービスベクトル	$S_a$	$S_b$	$S_c$	$S_d$
ドライババリエティD	0	0.71	0.71	1.0

### (3) 適用結果

ドライババリエティDの値が最大値1に近いサービスほど、ドライバの意図を満たしている。表2より、サービスaからサービスdの中で最大値1に最も近いドライババリエティDは、サービスdとなる。よって、運転支援に関するサービスである「休憩所案内サービス」をドライバに提供する(図7)。



図7 ドライバの意図に応じたサービス提供

## 7. 提案方法の評価と考察

### 7.1. 例題の評価

周囲の環境を決定づけるコンテキストが変化するシナリオを用いて、運転に関するドライバの意図の達成を評価する。目的地までの経路上で、運転環境の変化に伴うドライバの意図の変化を読み取り、意図に応じたサービスを提案した。その結果、事故に伴う渋滞の発生という予期しない運転環境の変化が発生した際に、渋滞の発生前と発生時のドライバの意図を比較し、意図の変化量と運転環境を関係づけることで、「渋滞によるストレスの増加と集中力の低下」というドライバの意図を推測することができた。さらに、ドライ

バに属するコンテキストから運転に関連する属性に着目し、複数のサービスの中から運転に関連する属性を持つサービスとマッチングを行うことで、ドライバの運転を支援するサービスを提案することができた。これにより、運転に関するドライバの意図を達成できたと考える。

## 7.2. 研究課題に対する評価

### (1) コンテキストの影響による意図の変化の理解

ドライバの意図を理解するために、ドライバに属するコンテキストと周囲の状況を決定づけるコンテキスト間を関係づけることで、ドライバの意図の獲得が可能となる。ベクトル空間モデルを用いることで意図を定量的に評価できる。

### (2) 意図に応じたサービス提供の構築

運転に対する意図のみに着目したドライババリエティの概念を、旅行全体における意図の達成として拡張することで、より高いドライババリエティを提供できる。

また、サービスの特性を表すコンテキストをベクトルで表し、意図ベクトル間のコサイン尺度で定義することで、意図とサービスの類似度を評価できた。

## 8. 今後の課題

意図の推測では、過去と現在のコンテキストの変化量から現在のユーザの最も関心のあるコンテキストを求めた。変化量を過去と現在のコンテキストの属性値の差として定義したが、コンテキストの属性により同じ変化量でも意味が異なる場合があると考えられる。そのため、変化量を持つ意味を考慮し、過去と現在の特定のコンテキストの属性値の差分を利用するのか、コンテキスト空間における変化の推移を用いる必要があるの検討が必要である。

## 9. まとめ

本稿では、ドライババリエティを向上させるサービス提供モデルを提案するために、意図の推測に基づき、ドライバのドライババリエティを向上させるサービス提供モデルを提案した。提案では、ドライバに属するコンテキストと周囲の状況を決定づけるコンテキストから、ドライバの意図を推測した。また、ドライババリエティをドライバの意図の達成指数としてサービスを評価した。これにより、ドライバの意図と整合のとれたサービス提供が可能となった。仮想カーナビに適用することで、提案モデルの妥当性を示した。

## 参考文献

- [1] S. Loke, Context-Aware Pervasive Systems, Auerbach, 2006.
- [2] K. Maki, et al., Kikubari: A Model for Provisioning Dynamic Context-Aware Services Based on the Intentions, Proc. IEEE GCCE 2012, Oct. 2012, pp. 170-174.
- [3] C. D. Manning, et al., Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press, 2008.
- [4] M. Panou, et al., Modelling Driver Behaviour in Automotive Environments, Springer, 2007.