

機械学習を用いたコンテキストウェアなサービス提供 アーキテクチャの提案

鈴木 健太[†] 沢田 天馬[†] 中道上[‡] 青山 幹雄[‡]

南山大学 数理情報学部 情報通信学科[†] 南山大学 情報理工学部 ソフトウェア工学科[‡]

1. 研究の背景と課題

カーナビゲーションシステム(以下カーナビと略記)は、コンテキストに応じたルート提供が必要である。本稿では、コンテキストウェアなサービス提供アーキテクチャを提案する。

2. 関連研究

2.1. PredictionAPI[1]

PredictionAPI は、Google が提供する機械学習を実現した WebAPI である。

2.2. コンテキストウェアサービス実現に関する一検討[2]

センサイベントの取得とサービスの起動を実現するコンテキストウェアサービス構成プラットフォームの提案を行っている。

3. アプローチ

コンテキストの類似性に着眼し、コンテキストウェアなルート提供を行う。PredictionAPI を用いて、ユーザの走行履歴とコンテキストを学習し、情報提供を必要とするユーザと類似するコンテキストを持つユーザの判断を行う予測モデルを構築する。

4 コンテキストウェアサービス提供方法

4.1. コンテキスト収集

ルート提供に必要なユーザに関するコンテキストを収集し、ユーザの状況を表現する。そのため、「ユーザの状況を表すことのできるあらゆる情報」をコンテキストと定義し、その分類を図1に示す。

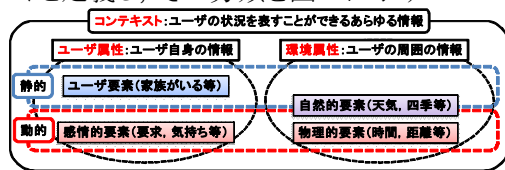


図1 コンテキストの包含関係図

- (1) ユーザ属性: ユーザ自身の情報を表す
 - a) 感情的要素(ユーザ要求に直接関係する要素)
 - b) ユーザ要素(ユーザの感情以外の要素)
- (2) 環境属性: ユーザの周囲の情報を表す
 - a) 自然的要素(天気, 四季, 場所の要素)
 - b) 物理的要素(数値で表わされる要素)

4.2 類似度評価[3]

コンテキストはセンサなどから推定、取得できるものと仮定するため、ユーザのシステムに対する操作によってコンテキストを収集する。

収集したコンテキスト同士の類似度を計り、ユーザの状況に対応しているのかを評価する。収集したコンテキストの重みをベクトル a とし、それに対し、類似しているのか計られるものコンテキストの重みをベクトル b とする。2つのベクトルのコサイン尺度を求める。

$$\text{類似度} = \cos \theta_{ab} = \frac{a \cdot b}{\|a\| \|b\|} \quad (\text{式 1})$$

類似度に閾値を定め、0.8 以上ならば、類似していると評価する。

5 提案アーキテクチャ

コンテキストウェアなルート提供を実現するためのアーキテクチャを図2に示す。

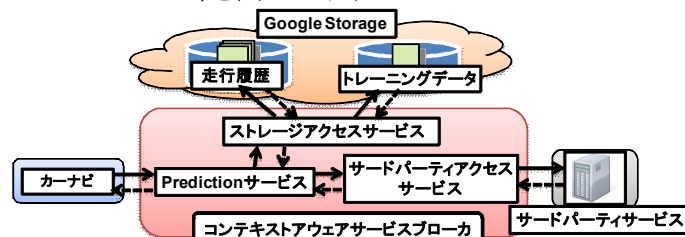


図2 コンテキストウェアルート提供アーキテクチャ

5.1. コンテキストウェアサービスブローカ

コンテキストウェアサービスブローカは、3つのサービスから構成され、各技術との振舞いの整合をとる仲介サービスである。

(1) Prediction サービス

機械学習を行うサービスで、コンテキストウェアサービスブローカを中心とする。取得したコンテキストを用いて PredictionAPI と連携し、予測モデルの構築と他のサービスとの連携をする。

(2) ストレージアクセスサービス

Google Storage からカーナビに提供する走行履歴の取得と予測モデル構築に用いるトレーニングデータの更新を行う。

(3) サードパーティアクセスサービス

提供する情報に対して、付加情報の取得を行うためにサードパーティサービスとの連携を行う。

5.2. サービス提供プロセス

カーナビに対するルート提供サービスの振舞いを図3に示す。

An Architecture for Provisioning Context-Aware Services with Machine Learning

[†]Kenta Suzuki, Tenma Sawada, Dep. of Information and Telecommunication Eng., Nanzan University.

[‡]Noboru Nakamichi, Mikio Aoyama, Dep. of Software Engineering, Nanzan University.

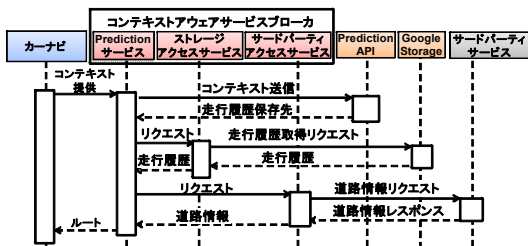


図3 サービス提供の振舞い

5.3. 学習プロセス

学習プロセスにより、異なるコンテキストへの対応や予測出力の精度の向上を図る。

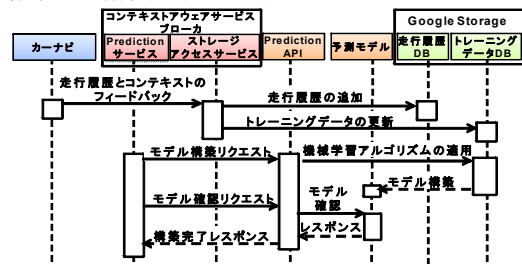


図4 学習プロセスの振舞い

6 プロトタイプ

仮想カーナビとして、ルート提供を行うプロトタイプを Android アプリケーションとして実装した。

6.1. シナリオへの適用

(1) 静的コンテキスト: 学生であるユーザー A と家族連れであるユーザー B を想定し、各ユーザーから収集した重み付けされたコンテキストと、トレーニングデータ内のユーザー A' と B' のコンテキストを表 1 に示す。静的コンテキストに応じ、選択したルートを図 5 に示す。類似度評価を行い、ユーザー A と A' の類似度は 1、ユーザー B と B' の類似度は 0.87 という結果を得た。

表 1 シナリオ 1 の重み付け

コンテキスト	ユーザ	食事	学生	友人	家族連れ	安全性	晴れ	類似度
食事/学生/友人	A	1	1	1	-	-	-	1
	A'	1	1	1	-	-	-	
食事/家族連れ/安全面/晴れ	B	1	-	-	1	1	0	0.87
	B'	1	-	-	1	1	1	



図5 ユーザごとのコンテキストに合わせたルート

(2) 動的コンテキスト: 安全性と時間のコンテキスト変化を持たせたユーザー A を想定し、コンテキスト変化に対応する重み付けを表 2 に示す。要求に基づき選択された 3 通りのルートを図 6 に示す。類似度評価を行い、ユーザー A に対するユーザー A' のそれぞれの類似度は 0.99, 0.82, 0.95 という結果を得た。

表 2 シナリオ 2 の重み付け

コンテキスト	ユーザ	安全性	学生	時間	類似度
安全性重視	A	2	1	-	0.99
	A'	3	1	-	
時間重視	A	-	1	2	0.95
	A'	-	1	1	
安全性重視から時間重視への要求変化	A	1	1	1	0.82
	A'	1	1	0	



図6 ユーザのコンテキスト変化に合わせたルート

7 評価と考察

類似度に基づき、提案したコンテキストウェアなサービス提供の有用性を評価する。

(1) 静的コンテキスト

ユーザーの様々なコンテキストの尺度に対応し、高い類似度(1, 0.87)となるルートが提供できた。よって、ユーザ要素といった静的コンテキストを複数持つユーザーに応じたルート提供ができた。

(2) 動的コンテキスト

安全性のみや時間のみなど、1つの尺度に対して、高い類似度(0.99, 0.95)となるルート提供ができたが、安全性と時間という2つの尺度を同時に考慮する場合には、類似度は低くなった(0.82)。しかし、矛盾が生じ動的に変化する2つの尺度においても、0.8以上の高い類似度のルートが提供できた。よって、物理的要素である時間といった動的コンテキストに応じたルート提供ができた。

類似度の結果に影響を及ぼすのは、重み付けではなくコンテキストの種類であることが確認できた。機械学習の核となるのは、トレーニングデータの構成であるため、種類を考慮したトレーニングデータの作成が必要である。

8 まとめ

カーナビの問題からルート提供サービスに着目した。機械学習アルゴリズムとコンテキストを適用し、コンテキストウェアサービス提供アーキテクチャを提案した。プロトタイプを作成し、例題に適用して評価した。

参考文献

[1] Google PredictionAPI, <http://code.google.com/intl/ja/apis/predict/>.
 [2] 河原 圭博 他, コンテキストウェアサービス実現に関する一検討, 電気情報通信学会講演論文集, 2004, pp. 425.
 [3] 小高 知宏, はじめての機械学習, オーム社, 2011.
 [4] 牧 慶子, 山崎 綾, 動的コンテキストウェアサービス提供モデルの提案, 2010年度南山大学数理情報学部情報通信学科卒業論文, 2011