

目標物表示の変更が可能な屋外ナビゲーションシステム向け コンテキスト指向アーキテクチャの設計

2017SE085 竹田早希 2017SE095 坪井かれん

指導教員：野呂昌満

1 はじめに

現在最も一般的に利用されているナビゲーションシステムは、GPSの測位情報を基に案内を行う手法である。

測位情報を基にした案内では、利用する上でのいくつかの問題点がある。GPSの位置測位には必ず誤差が生じることから、地図上に示される現在地と実際の地点が一致せず、道を間違える原因になる。数値を用いた案内は人間にとって分かりづらいことも問題の一つである。

これらの問題点を解決する新たな手法として、ランドマークを用いた案内手法が提案されている。ランドマークを用いた案内手法とは、案内のヒントとして数値のかわりに実際の建物などの目印(ランドマーク)を使うものである。

既存の研究ではランドマークの選択を行うアルゴリズムなど、決定的に選択を行う方法が考案されている[1]。決定的な選択では、実際の利用において周辺の交通状況や天候などの要因からランドマークを認識できないという場合が発生する可能性がある[2]。

本研究では、PBRパターン[7]を用いて、ランドマークによるナビゲーションシステムの設計を行う。この設計によって、ナビゲーションに用いるランドマークを利用者の特性に応じて変化させる方法を提案する。以下に本研究の技術課題を挙げる。

1. 適当なランドマークを選択する要因としてのコンテキストの考察
2. アーキテクチャの設計と評価

本研究のまとめとして、設計したアーキテクチャの妥当性を評価し、ナビゲーションシステムにおける有効性を示す。

2 関連技術

本節では関連技術であるPBRパターンについて説明する。

2.1 PBRパターン

PBR(Policy-Based Reconfiguration)パターンとは、本研究が提案している動的再構成を目的とした自己適応のためのアーキテクチャパターンである[7]。ポリシーと再構成の仕組みをそれぞれコンポーネント化し、動的再構成を実現する。PBRパターンにより、コンテキスト指向およびアスペクト指向を統一的に取り扱うことを可能としている。

PBRパターンの静的構造と動的振舞いを図1、図2に示す。図中のOriginal configurationは再構成前のオブジェクト群、Reconfigurationは再構成後のオブジェクト群である。Policyには再構成方針が記述される。PolicyはComponent間のメッセージを横取りし、その記述に従って、Configuration Builderを起動する。Configuration BuilderはReconfigurationのインスタンス生成を行ない、Original configurationとReconfigurationを入れ替えることで動的再構成を実現する。PolicyはConfiguration BuilderにReconfigurationのインスタンスを生成させた後、このインスタンスにメッセージを送る。

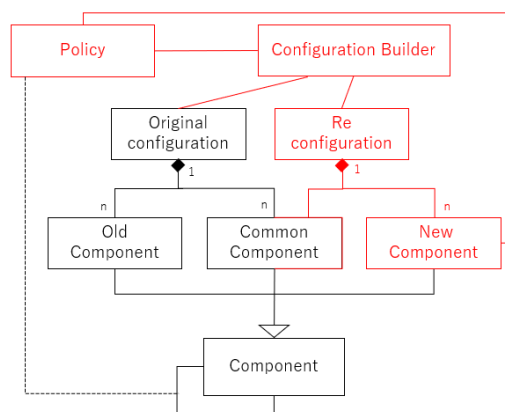


図1 PBRパターン 静的構造

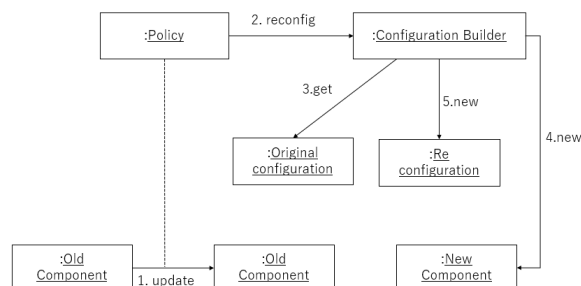


図2 PBRパターン 動的振舞い

2.2 コンテキスト指向によるPBRパターン

PBRパターンは、コンテキストに応じて動的再構成を実現するための設計解を与えるパターンと見られる。PolicyとBehavior Activatorによってアスペクトオ

プロジェクトを動的に取り扱うことで、実行時のコンテキストに応じてアスペクトオブジェクトのインスタンスを再構成する。

コンテキスト指向による PBR パターンの静的構造、動的振舞いを図 3, 図 4 に示す。図 3 の Original configuration は再構成前のコンポーネントである Old Component とコンテキストによって変動しない Common Component を持つ。図 4 の動的振舞いについて、Component 間の通信によって、Context が更新されたさい、Policy はそのメッセージを横取りする。Comfiguration BIllder によってインスタンス生成された Reconfiguration に、コンテキストに応じた振舞いをする Context Component を持たせることでコンテキスト指向計算を説明することができる。

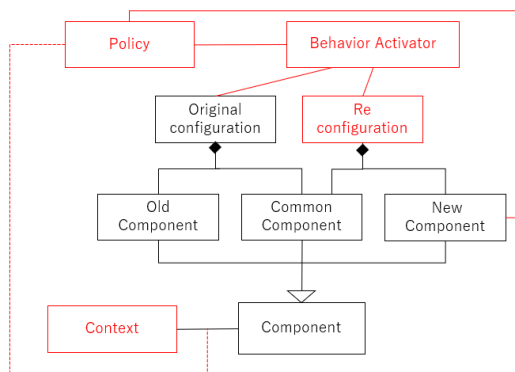


図 3 コンテキスト指向による静的構造

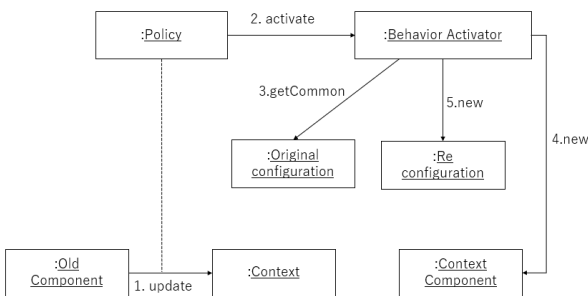


図 4 コンテキスト指向による動的振舞い

3 既存研究

本節ではランドマークによるナビゲーションシステムに関する研究を紹介する。

3.1 可視グラフを利用したランドマークの選択

竹田ら [1] は、ランドマークの可視情報を表す手法として可視グラフを提案している。地上の任意の地点から、視認できるランドマークを結んだ線を可視枝とする。これは建物データを 3D モデル化することによって導出する。視

認対象の建物の外周と、地上の地点を結ぶ線分が他の建物の外周が交差しないとき、可視枝が成立する。

可視グラフとは、案内経路の中間地点についての可視枝の集合のことである。竹田らの研究では、可視枝と可視グラフの生成方法を提案し、Java によるプログラムで可視グラフからランドマークの選択ができることを明らかにしている。まとめとして、可視枝の制約を改良し、人間が実際に可視だと感じられる可視グラフにすることが課題だと述べている。

3.2 ランドマークの視認性を定量化した手法

中澤ら [2] は、ランドマークを用いた案内手法において、歩行者の環境が考慮されていないことを問題点とした。視認性を考慮し対象のランドマークを選択することで、道順の誤りを減らすことができると考えた。

中澤らは、ランドマークの視認性を定量化するための要素の分析と、その数値化の手法を提案している。要素として、周囲の明暗とライトアップによってランドマークの視認性が変化することを仮定し、予備実験を行った。実験によって視認性を定量化し、分析した結果である表 1 を以下に示す。

表 1 環境要因による分類 [2]

| | 自身のライトアップあり | 自身のライトアップなし |
|------------|-------------|-------------|
| 周辺環境 (明るい) | 1.3 | 0.8 |
| 周辺環境 (暗い) | 1.5 | 0.6 |

表 1 はランドマークの昼での視認性を 1 として、夜での視認性の変化を表したものである。例として、自身のライトアップがあり、かつ周囲のライトアップが無い場合、ランドマークの視認性が昼の 1.5 倍になることを示している。このような定量化した値を基準として、時間帯によって視認性を考慮したランドマークを選択する手法を提案した。

中澤らの方法は、ランドマークの視認性を優先して経路を選択するので、時間帯によって選択される経路が変更される。その結果、道順の間違いを減らすことができたが、経路長が長くなってしまいう問題点があった。

4 アーキテクチャ設計

コンテキスト指向プログラミングによるナビゲーションシステムの設計には、本研究室で考案された PBR パターンを用いる。

オブジェクト指向に基づき設計すると、コンテキストに応じた振舞いに関する記述は横断的関心事となる。PBR パターンを利用することでコンテキスト指向とアスペクト指向を統一的に扱える。

4.1 コンテキスト

視認性を考慮し、ランドマークの選択を行うためのコンテキストを定義する情報について説明をする。利用者の環境から、ランドマークの視認性を判定するためのコンテキストとして、以下に挙げるような情報を考えた。

ランドマークの視認性を定量化する手法を提案している中澤らの研究 [2] を参考にしている。中澤らは、建物の種別、道路幅、時刻による明暗と建物のライトアップなどの要素からランドマークの視認性を定量化している。我々は、利用者にとっての周辺の視認性に注目し、コンテキストとして時刻の他に天候などの次に示す要素を加えた。

- 位置情報
位置情報はユーザコンテキストの判定においては、取得する天候や交通状況の情報を特定するために利用する。
- 時刻
ランドマークの視認性は辺りが暗くなると低下する。
- 天候
天候によって周囲の見えやすさは変化する。
- 交通状況
歩いている周辺道路の交通状況を、周囲の見えやすさの判定に利用する。この情報によって、道路が混雑している場合に大型車両で視界がふさがれる場合などを考慮する。

4.2 アーキテクチャ

前節で分析したコンテキストに基づいて、ランドマークを切り替えることのできるナビゲーションシステムのためのソフトウェアアーキテクチャを図5、図6に示す。

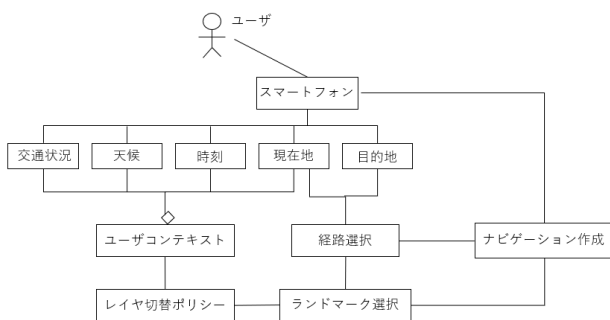


図5 アーキテクチャ静的構造

図5はシステムの静的構造を表している。ナビゲーションはスマートフォンのアプリケーションを媒体としてユーザに提供される。位置情報はスマートフォンに内蔵されているGPS機能で取得し、ナビゲーション開始時に取得したものを出発地として目的地までの経路探索、コンテキ

トの更新、経路案内中の到達履歴に利用する。時刻は日本の標準時刻を利用し、スマートフォン上の時刻を取得する。天候はWebAPIを介して現在地のリアルタイムの天候情報を取得する。交通状況とは、ここでは前節で述べたように道路上の車両の交通量を指す。コンテキストを構成する情報として、これらの位置情報、時刻、天候、交通状況を取得する。スマートフォン中のGPS機能から現在地を取得、その他のコンテキスト情報はWeb上から入手する。

レイヤ切替ポリシーは、2章で解説したPolicyに相当する部分であり、コンテキストの変更に応じて、ランドマークの選択方法を変更する。現在地と目的地を入力として、経路探索が行われる。その後、ユーザコンテキストからランドマークの選択パターンを決定し、案内に使用するランドマークを選択する。現在地と目的地から生成された例路と、選択されたランドマークを利用してナビゲーションが作成される構造となっている。

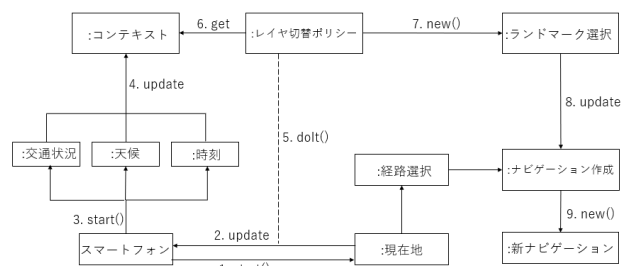


図6 アーキテクチャ動的構造

図6はシステムの動的構造を表している。以下に動的振舞いについて説明をする。

1. start
2. update
ナビゲーションシステムは常時現在地を更新する
3. start
4. update
一定時間ごとに交通状況、天候、時刻の情報を取得し、コンテキストを更新する
5. dolt
レイヤ切替ポリシーは一定時間ごとに現在地の更新メッセージを横取りする
6. get
レイヤ切替ポリシーは現在地の更新メッセージを横取りすると、コンテキストを取得する
7. new
レイヤ切替ポリシーはコンテキストが更新されていると、ランドマーク選択レイヤを変更しシステムを再構成する
8. update
切り替わったランドマーク選択レイヤによって案内に

用いるランドマークを更新する

9. new

ナビゲーション作成クラスは新たなランドマークを用いて案内文を生成する

図??は動的構造図について PBR パターンに沿って記述したアーキテクチャである。コンテキストの更新メッセージを一定時間ごとにレイヤ切替ポリシーが横取りすると、振舞い活性機はポリシーに従いランドマーク選択レイヤを活性化させる。このコンポーネントによるナビゲーション作成を行うようシステムを再構成する。

5 考察

5.1 関連研究との比較

竹田ら [1] はランドマークのポリゴンデータと歩行者ネットワークデータの 2 種類の地図データから、可視ランドマークを推定する手法を考案した。この手法では新たなナビゲーションを作成する度に、可視ランドマークを推定するために建物群のモデル化を行う必要がある。決定的なランドマークの選択の手法としては確立されているが、モデル化を行うための計算量は経路が長くなればなるほど大きくなってしまいう問題がある。

我々の手法は、利用者のコンテキストとランドマークの種別データを用いることでモデル化なしに視認性を考慮したランドマークを選択する。利用者のコンテキストとランドマークのデータベースを用いて、画一的に選択を行うことができる。

5.2 アーキテクチャの機能拡張性

新たな要求には、ポリシーの記述を変えることで機能を拡張することができる。例えば、「夜間なので営業中の店舗をランドマークにする」や、「長い直線経路中にもランドマークを用意する」などの機能を考えてみる。このような機能拡張にはレイヤ切り替えポリシーを書き換えることで対応することができる。PBR パターンに基づいた設計により、ランドマークの選択方法のパターンであるレイヤを機能別に拡張し、それを活性化させるポリシーを記述すればよい。

コンテキストの拡張の他にも、ランドマークの詳細な情報を利用することで、様々な選択パターンを考えられる。ただし、店舗の営業時間など、ランドマークの情報を条件にする場合には、対応するデータベースを用意する必要がある。

6 おわりに

6.1 まとめ

一般的なナビゲーションにおける GPS の測位誤差に対する解決策として、ランドマークを利用したナビゲーション手法が提案され、これまでに様々なシステムが研究されてきた。既存研究ではランドマークの選択について、決定的な手法が検討されてきた [1][2]。我々は、利用者の環境

を考慮し、ランドマークを選択する必要があると考えた。

本研究では利用者の状況に応じてランドマーク選択を行う手法として、コンテキスト指向による設計を提案した。利用者の環境から視認性を判定し、ランドマークを選択するための要因となるコンテキストを関連研究を利用し考察した。アーキテクチャ設計には、江坂らの提案する PBR パターン [7] を用いた。本研究で提案するソフトウェアアーキテクチャを利用することで、ランドマークの選択パターンについて機能拡張性が高いことが確認された。

6.2 今後の課題

今後の課題は、ランドマークについての情報をどのように収集し、利用するかを決定することである。ランドマークの情報は、建物の種別と名称、店舗の場合は営業時間、また外観の特徴などが例として考えられる。展望として、建物の種別と名称、営業時間などの情報が、すでに地図データと紐づけられているデータベースを本研究でのアーキテクチャで利用する手法を検討されたい。

また、提案したアーキテクチャに基づいて簡単なナビゲーションシステムを模したシミュレーションを行うことも今後の課題である。実際にランドマークの切り替えが可能であり、利用者に利便が与えられるかどうかを確かめることで提案手法の妥当性を確認したい。

参考文献

- [1] 竹田健吾, 柳澤政生, 戸川望, 新田知之, 田中清貴: 迷いにくい可視ランドマークに基づく屋外歩行者ナビゲーションシステム, 組込みシステムシンポジウム 2014 (2014)
- [2] 中澤啓介, 北望, 高木健士, 井上智雄, 重野寛, 岡田謙一: ランドマークの視認性に基づいた動的な案内地図作成, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 1 (2008)
- [3] 米倉梨菜, 赤木康宏, 小野智司, 河合由紀子, 川崎洋: 可視性に基づくランドマークの自動検出とこれを利用した道案内システム, InDEIM Forum 2014 E9-4 (2014)
- [4] 新垣紀子: なぜ人は道に迷うのか?: 一度訪れた場所に再度訪れる場面での認知プロセスの特徴, 認知科学 Vol. 5, No. 4, pp. 108-121 (1998)
- [5] 藤井憲作, 杉山和弘: 歩行者ナビゲーション支援のための場所案内文生成手法, 電子情報通信学会論文誌 D Vol. J82-D2 No. 11 pp. 2026-2034 (1999)
- [6] 藤波香織, 中島達夫: コンテキストウェアなアプリケーション構築のためのフレームワーク, 情報処理学会論文誌, Vol. 44 No. SIG10(ACE 2) (2003)
- [7] 江坂篤侍, 野呂昌満, 沢田篤史: インタラクティブシステムのための共通アーキテクチャの設計, コンピュータソフトウェア, Vol. 35, No. 4, pp. 3-15 (2018)