

Web APIを用いたセンサネットワークに関する研究 - センサデータを利用したナビゲーションシステムの開発 -*

圓戸辰郎[†] 田村陽介[†]
株式会社フィックスターズ[§]

1 はじめに

近年、センサネットワークが注目を集め、様々な研究・開発が行われている。小型で安価なセンサを付属した無線デバイスを多数設置することで、従来センサの設置が困難であった場所の環境情報を測定することが可能となった。環境情報取得のためにセンサネットワークによって集められたデータは、データベースへ蓄積される。データベースからデータを取得することで環境情報を利用することが可能となる。今後、工場内モニタリング、都市環境情報調査などの様々な応用が期待される。

今後の応用を考えるにあたり、データベースに蓄積された膨大なデータを効率的に活用する必要がある。我々はデータベースに蓄積された膨大なデータの効率的な活用方法について提案 [1] した。そこでは、インターネットを介した多数のユーザを想定し、Web API を用いて「時間・場所・センサデータ」を指定することでデータを取得する方法を示した。また、提案した Web API を実装し、容易に Web アプリケーション開発が可能となることを確認した。

本稿では、我々が提案した Web API を用いたアプリケーションの開発について述べる。Web API を用いて取得した都市環境情報をもとに快適な道路をユーザに提示するナビゲーションシステムを開発した。そのナビゲーションシステムについて詳細を述べる。

2 ナビゲーションシステム

開発した都市情報を活用するナビゲーションシステムについて述べる。センサ情報を有効に活用できれば、従来のナビゲーションサービスをよりユーザの好みに応じたサービスへと強化できると考えられる。経路上で経路長さ（移動時間）以外の情報を用いたナビゲーションシステム [2] はいくつか開発されているが、設置されたセンサデータを考慮したものはまだない。今回、センサデバイスは温度センサを想定する。ナビゲーションの目的は、ユーザに温度情報に基づいた快適な経路を知らせることとする。これは、ある都市に温度センサを搭載した小型無線デバイスが多数配置されることを前提とした経路計画問題になる。経路計画問題の解法については、次節で詳細を述べる。経路情報を保有するサーバが存在し、経路情報を得ることが可能であるとする。ユーザの端末と各種データをやり取りするサーバとして、Web API サーバが存在する。ナビゲーションシステムの構成をまとめると次のとおりである。

- ユーザ端末用アプリケーション
- Web API サーバ

*Research of Sensor Networks by Using Web API - Development of Navigation System by Using Sensor Data -

[†]Tatsuro Endo
[†]Yosuke Tamura
[§]Fixstars Corporation

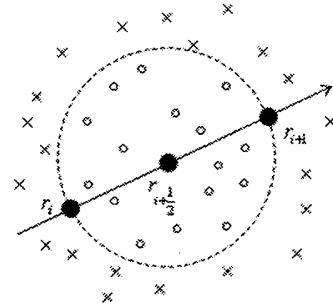


図 1: Sensor Data on a Route

- データベース
- 地図情報サーバ
- センサデバイス

ユーザ端末用アプリケーションのみクライアント側で動作する。

3 経路計画問題

3.1 重み付け

経路計画問題を解くにあたり、経路上に重み付けを行う必要がある。通常の経路計画問題では、経路長さ（もしくは通過時間）が重みとなるが、今回の場合はセンサデータ情報を重みに付加する必要がある。センサネットワークはセンサを周辺に多数設置するため、センサデータが経路上に 1 つだけ配置されるという想定は現実的ではない。よって、経路上の複数のセンサデータを 1 次元の重みデータに変換する方法を提案する。

センサデータは温度データと設置座標が得られるものとする。また、経路は各始点と終点を直線的に結んだ線上には必ずしも存在しないものとする。経路上で代表となる点を経路の midpoint とし、各経路ごとに「始点～midpoint」「midpoint～終点」を設定する。この midpoint をもとに、円が描くグラフ内部にあるセンサデータを経路上のセンサデータとして採用する。図 1 をもとに具体的に説明する。ある点から別の点への経路を $r_i \sim r_{i+1}$ とする。midpoint を $r_{i+1/2}$ と定義し、経路上で図のように正規分布を描く。図で示される○印が経路上の重みとして利用されるセンサデータであり、×印は除外されたものである。このように求められたセンサデータを重みに変換する。

重みに変換するにあたり、距離に応じて与える影響を考慮するため次式を用いて温度データを重みに変換した。ここで、 $r_i \sim r_{i+1}$ に対する重みを w_{r_i} とし、 n を取得できたセンサデータ数、 l_i を各センサと midpoint

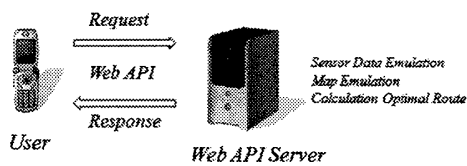


図 2: A Navigation System Structure



図 3: A Navigation Application on a Cellar Phone

の距離, d_j を各センサデータとする。取得できたセンサデータの総数を n とする。

$$w_{r_i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{\sum_{k=1}^n l_k - l_j}{\sum_{k=1}^n l_k} d_j \quad (1)$$

3.2 最適経路計算

前小節で重み付けされた経路をもとに、最適経路計画問題を解く。問題を解く方法として、ダイクストラ法 [3] を採用した。前小節で求めた w_{r_i} を用いて、ダイクストラ法によって最適経路を求めることを考える。ただし、経路長さも重みとして含めるために w_{r_i} を次式のように変換する。ここで $|r_i|$ は経路 $r_i \sim r_{i+1}$ の大きさ(長さ)とする。ユーザの設定した快適な温度を t_d とする。

$$W_{r_i} = (w_{r_i} - t_d)^2 + |r_i|^2 \quad (2)$$

自乗しているのは、ダイクストラ法に適用した場合に負の重みを持たないようにするためである。変換された重み W_{r_i} をダイクストラ法に用いる。

4 実装

提案する方法を検証するため、アプリケーションとサーバを実装した。ユーザ端末は携帯電話を選択した。携帯電話はナビゲーションシステムを使う際、一般的に利用されるであろう端末であり、プラットフォームとして最適である。携帯電話上でアプリケーションを実装するため、Adobe 社の ActionScript による Flash アプリケーションを選択した。Sun Microsystems 社の Java によるアプリケーションでは同一キャリア内でも機種による実装上での制約の違いが大きいため、Flash による実装のほうが負担が軽いと判断した。Web API サーバによるセンサデータ・地図情報・最適経路計算は PHP によって実装した。Flash アプリケーションから Web API によって PHP のファイルを呼び出すことで各データを取得する。

実装にあたってのシステム構成図を図 2 示す。都市に多数配置するセンサデバイスは、擬似的にデータを作成する。それに伴いデータベースも擬似的にデータが保存されていることとする。擬似的にデータを保持する方法として、Web API サーバ内で擬似的にセンサデータを作成する。つまり、ユーザ端末用アプリケーションから Web API が呼び出されたときに擬似的に作成したセンサデータを返すようにする。地図情報サーバは、経路計画を行うための擬似的な経路情報(各経路の座標、次の経路情報)を持つ。経路情報もまた Web API サーバで擬似的に保有する。

開発したアプリケーションの様子を図 3 に示す。携帯電話上で動作するよう Flash Lite 2.0 向けに開発を行った。地図情報を読み込み、ユーザが地図上で任意の始点・終点を選択する。携帯電話の番号キーを使ってアプリケーションの操作が可能である。選択された地域の経路情報をもとにセンサデータと最適経路を Web API を利用してサーバから取得する。ユーザは選択した地域のセンサデータと最適経路をアプリケーション上で知ることができる。図 3 は最適経路の結果を Web API サーバから受け取り、表示している一例である。

5 おわりに

5.1 まとめ

本研究では、データベースに蓄積されたセンサ情報を用いたナビゲーションシステムを開発した。経路計画問題を解くにあたり必要となる重み付けの方法を提案した。センサ情報が付加された経路計画問題をダイクストラ法で解き、ナビゲーションシステムとして実装した。

5.2 今後の展望

今回はセンサデータを 1 種類と想定したナビゲーションシステムを開発した。センサデータの有効活用、およびセンサネットワークで展開される複数のセンサ情報を考えれば、センサの融合によるデータ処理が必要となる。今後はセンサ融合の想定をしたナビゲーションシステムを考えたい。また、経路情報のために必要となる地図情報の効率的な利用方法も考えたい。

謝辞

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業 (CREST) による先進的統合センシング技術「実世界検索に向けたネットワークセンシング基盤ソフトウェア OSOITE」から支援を受けた。

参考文献

- [1] 圓戸辰郎, 田村陽介: Web API を用いたセンサネットワークに関する研究 - データベースの効率的利用方法の提案 -, 日本ロボット学会学術講演会, CD-ROM, 2007
- [2] Leyla Kazemi, et al.: Optimal Traversal Planning in Road Networks with Navigational Constraints, 15th ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, 2007
- [3] E. W. Dijkstra: A Note on Two Problems in Connexion with Graphs, Numerische Mathematik, Vol.1, pp.269-271, 1959