

交通情報のデフォルメ地図へのマッピング方式と モバイル交通情報提供システムへの適用

The Study of Traffic Information Mapping Method Using Shape Deformation Technique and Its Application to the Mobile Traffic Information Service System

丸山 貴志子† 谷崎 正明†
Kishiko Maruyama Masaaki Tanizaki

嶋田 茂† 伏木 匠‡
Shigeru Shimada Takumi Fushiki

1. まえがき

交通情報提供サービスは、テレマティクスサービスのキラアプリとして注目されている。2002年6月の道路交通法改正に伴い、各社よりインターネット経由でリアルタイム交通情報が提供されるようになった。テレマティクスサービスのポータル[1]がこのようなサービスを提供している他、携帯電話向けに多数の交通情報提供サービスが立ち上がっている[2]。しかしながら、これらのサービスで提供されている地図は、予め作成された簡易図形表示か通常の地図による交通情報表示に限られていた。

携帯電話やPDA、車載端末のようなHMI(Human Machine Interface)能力の低いモバイル端末に地図情報を提供するためには、必要な情報を取捨選択し、形状を簡略化したデフォルメマップによる提供が有効である。また、最近のカーナビゲーションシステムでは、運転中に地図を注視したり、操作したりすることによるディストラクションが問題となっており、一目で把握可能なデフォルメマップによる表示は運転の安全性を考える上でも重要である。

デフォルメマップの生成に関して、我々はこれまでに、道路の直線化と直交化を力学モデルに基づくエネルギー最小化問題として捉えたデフォルメマップ生成方式を開発している[3]。また、交通情報の提供に関しては、インターネット上で汎用的なXML(eXtensible Markup Language)形式で配信する交通情報提供システムを開発している[4]。そこで本研究では、交通情報提供システムから提供される交通情報をデフォルメマップ上に重畳し、SVG(Scalable Vector Graphics)形式のベクトル型地図として配信する、モバイル交通情報提供システムを開発した。

本論文ではまず、これまでに開発したデフォルメマップ生成方式と交通情報提供システムの概要を説明する。次に、交通情報をデフォルメマップ上に重畳する交通情報マッピングの問題点を明らかにし、その解決策を検討する。さらに、開発したモバイル交通情報提供システムとその評価結果について述べる。

2. これまでに開発した技術の概要

2.1 デフォルメマップ生成方式

領域を切り出した地図データからデフォルメマップを生成する処理ステップは以下の通りである。

- Step 1: フィーチャセレクション
- Step 2: 形状デフォルメーション
- Step 3: ランドマークモーフィング

† (株) 日立製作所中央研究所

‡ (株) 日立製作所日立研究所

Step 4: レイアウトコントロール

ここで、Step 1 はユーザ要求に応じて地図から必要なフィーチャ(地図を構成する道路・建物などの要素をオブジェクト指向で記述したもの)を選択するプロセス、Step 2 は選択されたフィーチャの中から道路の形状を見やすく変形するプロセス、Step 3 は道路以外のフィーチャを道路変形に合わせて再配置するプロセス、Step 4 はフィーチャの名称などの文字情報を見やすく配置するプロセスである。

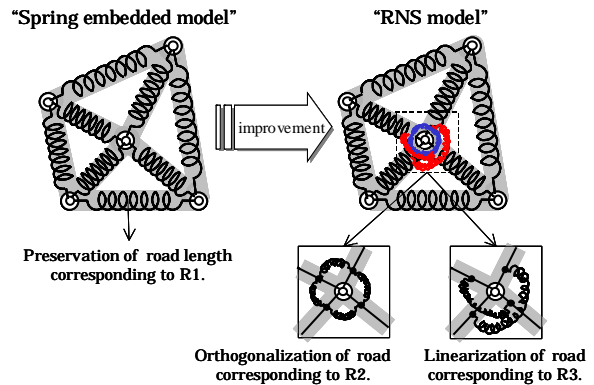


図1 RNSモデル

	オリジナルマップ	デフォルメマップ
浅草		
新宿		
東京駅		

図2 デフォルメマップの出力例

我々は Step 2 の形状デフォルメーションに対して、道路形状正規化モデル (Road network Normalized Shaping model, 以下、RNS モデルと略す) を提案している[3]。RNS モデルは、次に示すデフォルメマップ生成規則を定式化したモデルである。

- Rule 1: 道路長を初期値のまま保存する。
- Rule 2: 道路間のなす角度を量子化する。
- Rule 3: 道なりの道路を直線化する。

ここで、Rule 1 は地図のスケール保存、Rule 2 と Rule 3 はそれぞれ道路形状の直交化と直線化を示している。RNS モデルの原理を示す図 1 において、左はグラフィックアウト問題で用いられる従来のばねめ込みモデル、右は我々が提案している RNS モデルである。RNS モデルに基づく形状デフォルメーションは、ばねのなす力学的なエネルギーを最小化する配置を求める問題とみなされる。

本方式に基づくシステム[5]によって出力されたデフォルメマップの例を図 2 に示す。

2.2 交通情報提供システム

交通情報の提供に関して、我々はインターネット上で汎用的な XML を用いた交通情報提供システムを開発している[4]。図 3 に、交通情報提供サーバから交通情報を取得するためのデータ送受信の流れを示す。ここで、交通情報を

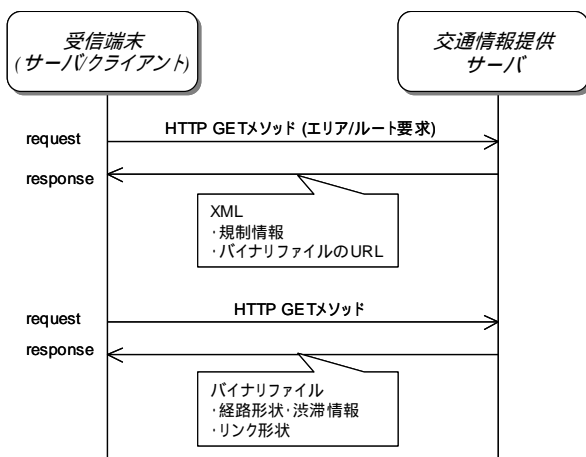


図 3 交通情報提供サーバのデータ送受信方法

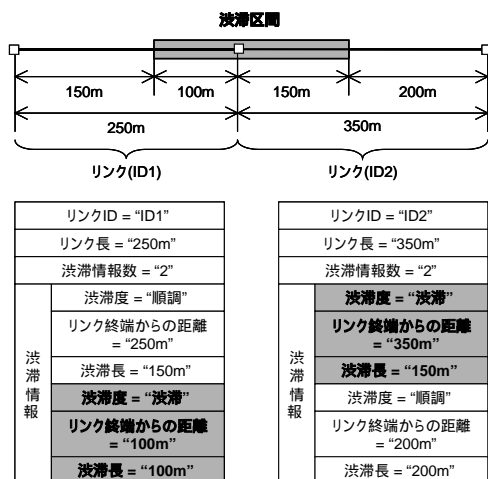


図 4 渋滞情報の表現形式

要求する際の通信プロトコルには、HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)が用いられている。交通情報をフルテキスト型 XML で表現すると通信量が膨大になるため、データ量の多いリンク形状や渋滞情報をバイナリ形式の別ファイルとし、XML に URL(Uniform Resource Locator)を埋め込む「バイナリ型 XML」となっている。

本システムによって提供される交通情報には、点的事象(事故など)と線的事象(渋滞など)が存在する。これらの事象の起こっている位置を表現する方式としては、緯度・経度で表現する方式とリンク ID と対応付けて表現する方式が考えられるが、本システムでは、通信量の少ないリンク ID 方式を採用している。図 4 に渋滞情報の場合の表現形式を示す。渋滞のような線的事象は、区間の始端あるいは終端とその区間長によって表現される。図 4 は終端を用いた場合の例である。

本システムは、リンク形状を参照できる仕組みを設けることにより、端末側の地図が交通情報の表示に対応していない場合であっても、交通情報を重畳することが可能な構成となっている。さらに、端末側でリンク形状ファイルをキャッシングすることによるデータ通信量の削減、リンク形状ファイルの自動更新といった効果も見込まれている。

3. 交通情報マッピング方式の提案

3.1 交通情報マッピングの問題点

交通情報をデフォルメマップ上に重畳する交通情報マッピングの問題点を検討する。

デフォルメマップを生成した後で、デフォルメマップ上の道路と交通情報の位置を対応付けることは困難なため、オリジナルマップの段階で対応付けを行っておく必要がある。従って、交通情報マッピングの難しさはデフォルメマップで使用する地図に予めこのような対応関係があるかどうかにか左右される。本研究の RNS モデルでは、道路あるいは街区が面データとして登録されている地図でなく、道路が中心線形状と道路幅の組み合わせ(道路中心線データ)で記述された地図を前提として用いる。

道路が線データとして記述されている地図には、カーナビゲーションシステムで用いられる 1/25,000 相当の道路地図と、街区レベルの詳細情報をもつ 1/2,500 相当の市街地図がある。従って、交通情報マッピングで用いる地図には、以下のような場合分けがあると考えられる。

- Case 1: 交通情報と対応関係のある道路地図
- Case 2: 交通情報と対応関係のない市街地図
- Case 3: 交通情報と対応関係のない道路地図

ここで、Case 1 の例には(株)日本デジタル地図協会の DRM (Digital Road Map)、Case 2 の例には国土地理院の数値地図 2500 がある。図 5 に、これらの地図の道路リンクと交通情報リンクの対応関係を示す。図 5(a)は交通情報リンク、図 5(b-1)、図 5(b-2)、図 5(b-3)はそれぞれ Case 1、Case 2、Case 3 に対応する地図の道路リンク、図 5(c-1)、図 5(c-2)、図 5(c-3)はこれらの地図の道路リンクと交通情報リンクの重畳表示である。

図 5(b-1)および図 5(c-1)は交通情報と対応関係のある道路地図を使用した場合の例である。図 5(b-1)に示すように、道路の上下線が分かれて入っているなど、経路誘導を目的とした複雑な形状をしているため、上述の RNS モデルに基づく形状デフォルメーションが効果的に行えないという

問題がある。また、デフォルメマップでは不要な情報（道路の上下線など）が含まれていることになり、最終的に SVG 形式のベクトル型地図として携帯電話などに配信しようとした場合に通信量が大きくなるという問題がある。一方、交通情報リンクと地図の道路リンクは図 5(c-2)に示すように位置がずれていることもあるが、リンク ID によって対応付けが可能なデータ構造となっている。

図 5(b-2)および図 5(c-2)は交通情報と対応関係のない市街地図を使用した場合の例である。図 5(b-2)に示すように、道路の上下線は 1 本の道路中心線によって記述されているため、デフォルメマップの生成に適したデータ構造となっている。しかしながら、交通情報リンクと地図の道路リンクの形状は図 5(c-2)に示すように、位置がずれているだけでなく、幾何学的な構造も異なっている。このため、両者の動的な対応付けは非常に難しい問題となっている。

図 5(b-3)および図 5(c-3)は交通情報と対応関係のない道路地図を使用した場合の例である。この場合、地図の道路リンクは Case 1 と同様に複雑な形状をしている上、Case 2 と同様に交通情報リンクと幾何学的な構造も異なっている。

汎用的なサービスを考える上で、交通情報リンクと地図の道路リンクを動的に対応付ける技術は非常に重要であると考えられる。しかしながら、平行する複数のリンクが近接している場合など、実際のデータには人間でも即座には判断がつかないような場合もあり、このような認識処理を伴うサービスシステムは現状ではリアルタイム性に欠けると考えられる。そこで本研究では、交通情報と対応関係のある道路地図を用い、交通情報マッピング方式を検討した。なお、渋滞情報のような線の情報のマッピングが可能であれば、事故のような点的情報のマッピングは容易に行えると推察されるため、以下では、渋滞情報を例にとって検討を行う。

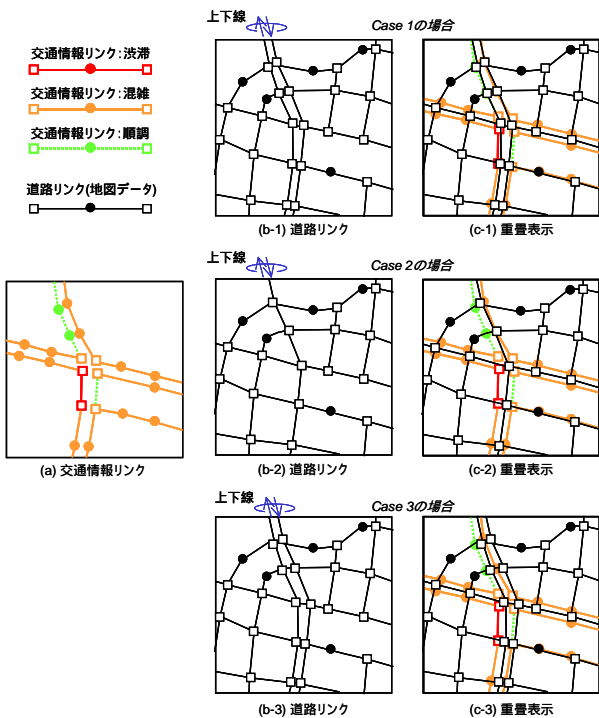


図 5 デフォルメマップ生成で使用する地図の例

3.2 交通情報マッピング方式の検討

交通情報と対応関係のある道路地図を用いた場合に、交通情報をデフォルメマップ上に重畳する交通情報マッピング処理の流れは以下の通りである。

- Step 2-1: 地図データの初期化
- Step 2-2: 渋滞・混雑情報の抽出
- Step 2-3: 平行リンクの統合化
- Step 2-4: 形状デフォルメーション(Step 2)
- Step 2-5: 直進するリンクの接続

デフォルメマップを生成する Step 1 から Step 4 までのプロセスの中で、これらのステップは、Step 2 の形状デフォルメーションの前後で実施される処理であり、Step 2-4 は Step 2 の形状デフォルメーションに対応している。

Step 2-1 ではまず、対象となる領域の地図データを読み込み、初期値として設定する。交通情報提供サーバから取得した渋滞情報のうち、順調を示す渋滞情報はデフォルメマップを生成する上で優先度の低い情報である。そこで Step 2-2 では、サーバから取得した渋滞情報のうち渋滞および混雑に関わる情報のみを抽出し、地図データへの関連付けを行い、道路リンクに対する属性として表現する。次に Step 2-3 では、デフォルメマップの表示上は必要のない上下線など、近接する平行リンクの統合化処理を行う。さらに、Step 2-4 の形状デフォルメーションの後で、Step 2-5 では直進するリンクの接続処理を行う。

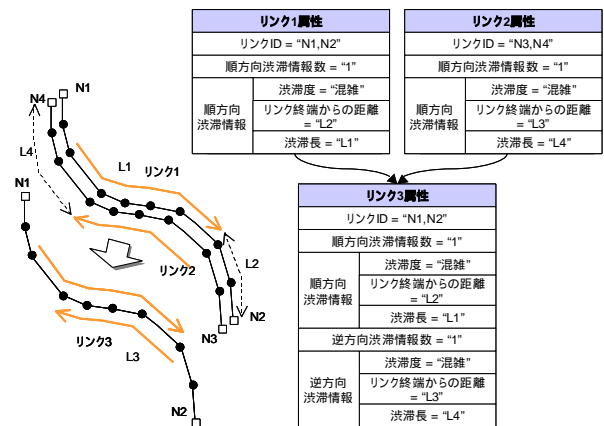


図 6 平行リンクの統合化処理

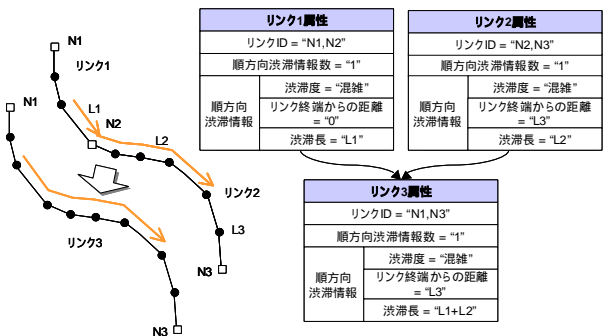


図 7 直進するリンクの接続処理

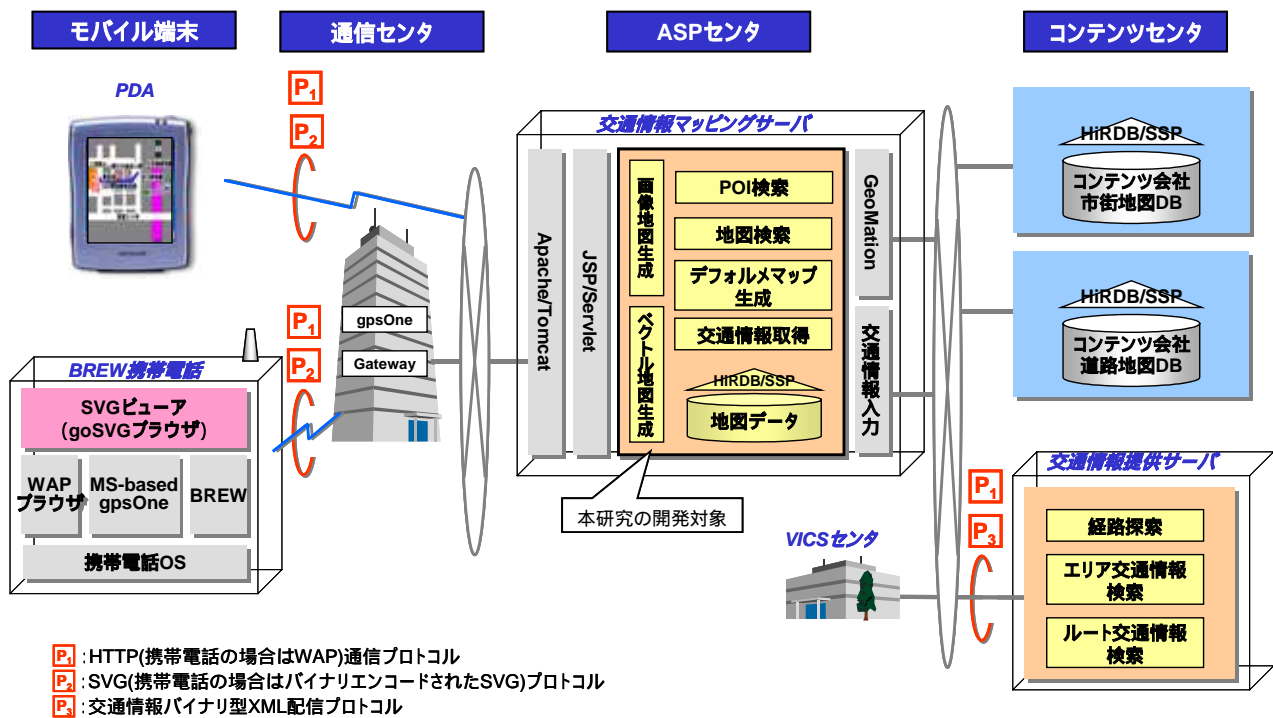


図 8 モバイル交通情報提供システムの全体像

図 6 および図 7 にそれぞれ、Step 2-3 の平行リンクの統合化と Step 2-5 の直進するリンクの接続に対応するリンク属性によるデータ表現を示す。Step 2-3 の平行リンクの統合化について、実際のシステムでは、平行するリンクがほぼ重なるような地図のスケールでは、近接していると判断した。

4. モバイル交通情報提供システム

4.1 全体構成

モバイル交通情報提供システムの全体像を図 8 に示す。このシステムは、携帯電話や PDA のようなモバイル端末からの要求に応じて、必要な範囲の地図情報および交通情報を収集して、デフォルメマップに加工して提供するシステムである。インターネット上での汎用性を考慮して、データ通信には HTTP, SVG, XML といった標準的なプロトコルを用いる。

携帯電話用の SVG ビューアには KDDI 研究所が開発した BREW 版 goSVG ブラウザ[6]を使用している。goSVG は(財)データベース振興センターが推進する g コンテンツ流通基盤整備事業の一環として KDDI(株)が主催するワーキンググループで、SVG1.1 Tiny 仕様に対応したブラウザの活用方法を検討している。このブラウザに SVG を配信する場合、KDDI 研究所の Gateway サーバを経由して、バイナリエンコードされた SVG が配信される。

交通情報提供サーバから提供される交通情報は、データ量の多いリンク形状および渋滞情報をバイナリ形式の別ファイルとし、XML に URL を埋め込んだバイナリ型 XML が用いられている。今回の開発では、交通情報マッピングサーバ側に予め交通情報と対応付けられた地図を備えてい

るので、参照するのは渋滞情報ファイルのみとし、リンク形状ファイルの参照は行っていない。

交通情報提供サーバには、指定された矩形エリアの交通情報を検索する機能と出発地と目的地の指定により最適ルート上の交通情報を検索する機能がある。そこで本システムでは、POI と検索範囲の指定によりエリアの交通情報を検索する「エリアマップ検索」と、出発地と目的地(POI)の指定によりルート上の交通情報を検索する「ルートマップ検索」の二つのメニューを用意している。

また、今回の開発は携帯電話のようなモバイル端末向け



図 9 BREW 携帯電話による画面出力例

のサービスを想定しているため、SVG形式のデフォルメマップを提供する前に、文字により交通情報を確認する画面を提供している。ここでは、交通情報マッピングサーバ側にある地図から交通情報に対応する道路名称や交差点名称などを抽出し、VICSレベル1相当の文字情報を生成している。

4.2 評価検討

本研究で開発したモバイル交通情報提供システムの実行結果を示す。図9はBREW携帯電話による画面出力例を表す。交通情報提供システムによる地図はSVG形式で提供されているため、ローカル処理による拡大・縮小、スクロ

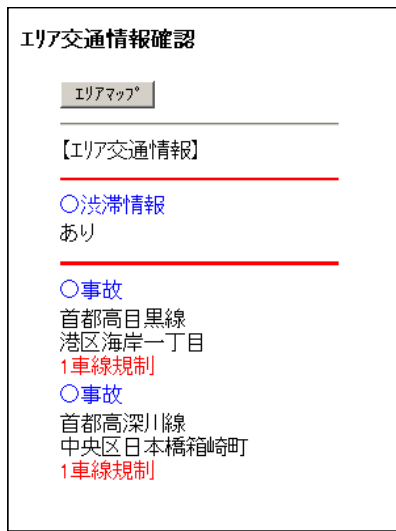


図10 文字情報による交通情報表示の例

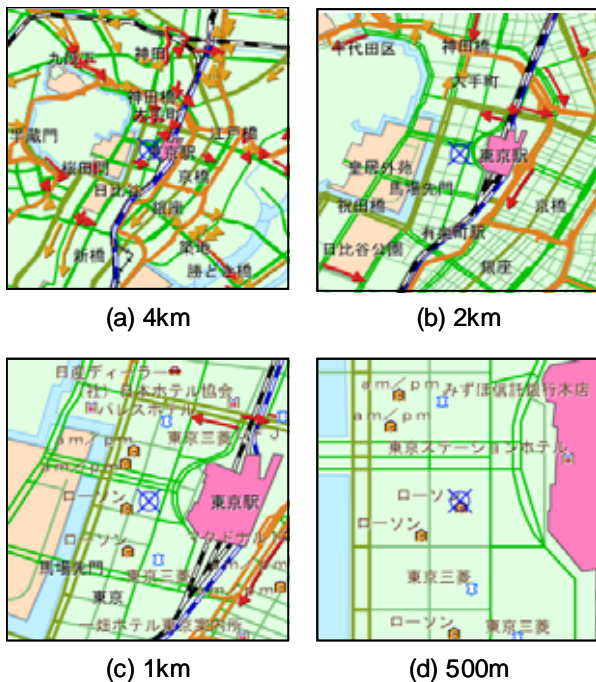


図11 丸の内周辺のエリアマップ表示例

ールや回転が可能である。

図10および図11に、丸の内周辺のエリアマップ検索例を示す。図10は文字情報による交通情報表示、図11(a)、図11(b)、図11(c)、図11(d)はそれぞれ検索範囲を4km、2km、1km、500mに設定した場合のエリアマップ表示である。図11に示したSVG形式の地図に対して、テキスト形式のSVGで表現した場合とバイナリ形式のSVGXで表現した場合のデータ量を表1に示す。本研究の交通情報マッピング処理では、平行リンクの統合化(Step 2-3)や直進するリンクの接続(Step 2-5)により、データ量を大幅に削減している。しかしながら、携帯電話上での操作性を確保するためにはそれでもまだ不十分であり、バイナリエンコードした状態で少なくとも10KB程度以下とする必要があると考えられる。この問題については、今後さらに検討していく予定である。

表1 エリアマップのデータ量

	SVG(テキスト)	SVG(バイナリ)
図11(a) 4km	89KB	21KB
図11(b) 2km	56KB	13KB
図11(c) 1km	22KB	5KB
図11(d) 500m	9KB	2KB

5. まとめ

交通情報をデフォルメマップ上に重畳する「交通情報マッピング」における問題点を明らかにし、その解決策としての交通情報マッピング方式を検討した。その結果、交通情報マッピングの難しさは、交通情報マッピングサーバ側で使用する地図の種類によって異なり、以下のような問題のあることが分かった。

交通情報と対応関係のある道路地図

道路が上下線に分かれて入っているなど、デフォルメマップの生成には適さない構造。

交通情報と対応関係のない市街地図

交通情報リンクと幾何学的な構造が異なり、自動的な対応付けが難しい構造。

交通情報と対応関係のない道路地図

上記との両方。

そこで本研究では、交通情報リンクと対応関係のある道路地図を用い、平行リンクの統合化と直進するリンクの接続に基づいて構造変換する交通情報マッピング方式を検討した。

さらに、交通情報提供サーバから提供される交通情報をデフォルメマップ上に重畳し、携帯電話などの汎用ビューアで閲覧するためにSVG形式のベクトル型地図として配信する、モバイル交通情報提供システムを開発した。

今回開発したモバイル交通情報提供システムには、以下のような課題が残されている。

SVG形式で配信する要約地図のデータ量削減

サーバ連携、デフォルメマップ生成の高速化

これらの課題に関しては、今後さらに検討していく予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり，携帯電話向けの SVG ビューア(goSVG ブラウザ)を提供していただいた KDDI 研究所の井ノ上直己氏，高木悟氏に感謝致します。

参考文献

- [1] 国内におけるテレマティクスサービス
 - ・ 日産「CARWINGS」<http://www.nissan-carwings.com>
 - ・ トヨタ「G-BOOK」<http://www.g-book.com>
 - ・ ホンダ「internavi PremiumClub」<http://premium-club.jp>
 - ・ パイオニア「Air NAVI」<http://www.air-navi.com>
- [2] 携帯電話向け交通情報提供サービスの例
 - ・ ATIS「ATIS 交通情報」<http://www.atis.co.jp>
 - ・ JH「JH ハイウェイナビ」<http://www.jhnet.go.jp>
- [3] 丸山貴志子, 谷崎正明, 嶋田茂, “デフォルメマップ生成のための道路形状正規化モデルとそのシステム評価,” 信学論(A), vol.J87-A, no.1, pp.108-119, Jan. 2004.
- [4] 伏木匠, 熊谷正俊, 横田孝義, 権守直彦, 佐野豊, “XML を利用した WEB 型交通情報提供システム,” 信学技報, ITS2003-110, March 2004.
- [5] 嶋田茂, 谷崎正明, 丸山貴志子, “空間要約による携帯ナビゲーションシステムの構成方式とその評価,” 情報処論, vol.44, no.12, pp.3002-3013, Dec. 2003.
- [6] goSVG, <http://www.g-contents.jp>