

ポータブルDBを使用した効率的な地域情報収集システム

大井 峻[†] 遠山 元道^{††}

^{††} 慶應義塾大学理工学部情報工学科 〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

E-mail: [†]shun@db.ics.keio.ac.jp, ^{††}toyama@ics.keio.ac.jp

あらまし 地域の店舗などの情報を多数で収集し、統合することで地域情報データベースを作成したいという要求がある。その際、それぞれの人間はPDA・携帯電話・デジタルカメラ・ノートパソコンなど、多様なポータブル情報機器を使用して収集するが、これらの収集された情報をセントラルデータベースに統合する作業は非常に手間のかかる作業となる。また、収集されたデータは、そのデータの持つ情報を正確に統合される必要がある。そこで、本研究ではこの移行作業を、可能な限り素早く、正確に行えるよう、収集したデータの特性や、入力済みデータを使ったフィードバックを行うことで効率良く、データを収集することのできるシステムを開発した。

キーワード 情報統合, モバイルDB, 情報入力

Local information gathering system using the Portable Database

Shun OHI[†] and Motomichi TOYAMA^{††}

^{††}Department of Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology,
Keio University

Hiyoshi3-14-1, Kouhoku-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, 223-8522 Japan

E-mail: [†]shun@db.ics.keio.ac.jp, ^{††}toyama@ics.keio.ac.jp

Abstract There is demand for creating local area information database by collecting and integrating the local store and other information by a lot of people. Although each person collects the information by using various portable information machines and equipment, such as PDAs, cellular phones, digital cameras and notebook PCs, in that case, the work integrating the collected information in a central database is time consuming work. The work which unifies these collected information in a central database is the work which time and effort requires very much. Moreover, the information in the collected data needs to be integrated correctly. This study developed a system for collecting data efficiently by providing feedback of the property of the collected data and entered data so that this integrating work could be performed quickly and correctly as much as possible.

Key words Information Integration, Mobile DataBase, Information Input

1. はじめに

Mapion [1] などの地域情報を提供する業者が、ある地域の「目的のオブジェクトはどこにあるか?」「それはどのような物か?」などの地域情報を集めたいときなど、地域の店舗などの情報を多数で収集し、統合することで地域情報データベースを作成したいという要求がある。[4] その際に、通信機能・GPS機能・撮影機能など情報を集める上で必要な機能を完全に備えた機器を各人が持ち、地域を巡回し、現地で全ての入力作業を行うのが理想ではあるが、コスト的な面からも、必ずしも各人にこのような機器を揃えられるわけではない。その場合、各人はそれぞれすでに持っているものや、用意することが出来る、PDA・携帯電話・デジタルカメラ・ノートパソコンなど、多様

なポータブル情報機器を使用して収集し、それらを統合することで地域情報データベースを作成する。その際、ポータブル情報機器によって、備えている機能が異なる。例えば、通信機能があるものと無いものがある。通信機能があれば、現地で入力作業を行うことができる。無いならば、ポータブル情報機器にデータベースとして保存しておき、後にまとめてセントラルデータベースに統合することとなる。GPS機能があるものもあれば無いものもある。多様な機器を用いて得られたデータ群を統合する作業は非常に手間のかかる作業となる。そこで本研究では、多様なポータブル情報機器を用いて収集されたデータ群を抽象的にとらえるモデルとしてポータブルデータベースと呼び、このポータブルデータベースをその特性や入力済みのデータから作業者にフィードバックを行うことで正確で、効率の良

い、ユーザ参加型の地域情報収集システムを提案する。2.章でまず、ポータブルデータベースの意味づけについて述べ、3.章で収集した地域情報をセントラルデータベースに統合する際に起こりうる問題点とその解決法について述べる。4.章で本システムの概要を、5.章でシステムの使用例を、6.章で結果を示し、7.章で本システムの検討を行い、8.章で関連研究について述べ、最後に9.章で結論を述べる。

2. ポータブルデータベース

携帯電話・PDA・ノートパソコン・デジタルカメラなど、様々なポータブル情報機器を用いて収集されたデータ群はその用いられたポータブル情報機器によって特性が異なる。例えば、デジタルカメラならば、デジタルカメラの撮影された写真一枚一枚もデータであり、画像自体に加え、撮影日時・メーカー名・焦点距離などの付随するEXIF情報なども含め、全てのデータが収集されたデータである。同じデジタルカメラであっても、GPS機能がついていれば、緯度・経度・高度などの情報も加わるなどの差異がある。また、オンラインであるものとオフラインであるものがある。オンラインであれば、システムからのフィードバックを得ながらセントラルデータベースに統合することが可能であり、オフラインであれば、データベースとして保存しておき、後にまとめて統合することとなる。このような多様なデータをシームレスにしてデータそれぞれの特性を生かすために、抽象的にとらえるためのモデルとしてポータブル情報機器で収集されたデータ群をポータブルデータベースと定義する。

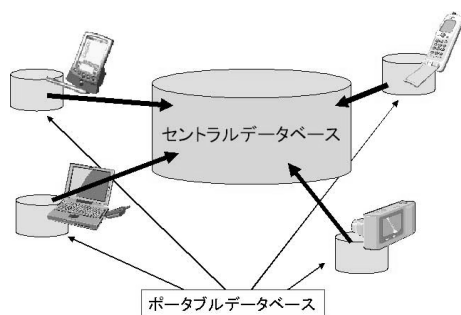


図1 ポータブルデータベース

3. 起こりうる問題点と解決法

本研究では、入力の際に起こりうる問題点の内、以下の問題点について扱った。

3.1 問題点

● 入力の重複

入力するオブジェクトが他の人によってすでに入力されていた場合、その入力作業のほとんどは無駄な作業となってしまう、全体として入力作業の効率悪化につながる。

● 位置

通信機能の備わったポータブル情報端末を使用して、現地で入力作業を行う場合もあるが、現地では、情報は記録しておき、デジタルカメラによって写真撮影を行い、後でまとめて入力作

業を行う場合もある。そのような場合、オブジェクトの位置は入力者が地図を見て思い出す事となるが、オブジェクトの位置を忘れてしまう可能性も高い。また、通りを一つ間違えて入力してしまう、などの誤った入力にもつながる。

● 新規属性

オブジェクトの「名称」などの共通して必要な属性はある程度は初めから想定できるが、ユーザが要求するであろう全ての属性をあらかじめ網羅しておくことは不可能で、他の新しい属性を入力したいという要求は当然考えられる。例えば、オブジェクトが「美容院」という型ならば、そこにいる有名な「美容師」を入力したいという要求などである。それらの属性を「その他」属性とひとくくりにして入力することは考えられるが、これではオブジェクト間の互換性が無く、また、同じ意味の属性であっても、各ユーザが自由に属性の名前を付けることになっては入力された情報を使用する上で非常に問題となる。

つまり、あるオブジェクトに「値段」という属性が付けられ、また他の属性には「価格」という属性というように同じ意味を表す属性を自由な名前前で付加できるような登録作業が何度も必要となり、作業効率が落ちる上、情報を使用する上でも、それらを自動で同じ意味だと認識できないため、それらをまとめる作業が必要となるなどの問題がある。

かと言って、新しく加えられた属性を全てのオブジェクトに付随させるのは、他のほとんどのオブジェクトにとっては無意味な属性となるので、それも問題である。

● デバイスによる操作性

現地では、情報記録・写真撮影等を行い、戻ってから、まとめてデスクトップなどのパソコンを使用してバッチ処理を行う場合なら問題は無いが、通信機能を備えたPDAなどの小型端末などで現地で入力しようとする場合、やはり入力に難があり、特に文字を打つ作業は、大きなキーボードで行う事に比べて圧倒的に大変な作業であり、時間もかかる。よって、入力量、特に文字を打つ作業を減らすことが入力の作業効率向上につながると考えられる。

3.2 問題の解決法

● 入力の重複入力しようとしているオブジェクトの近い位置にあるオブジェクトをすでに入力済みのデータベースから探し、提示する。入力済みで無ければ、ユーザは新規入力を選択し、入力済みであればデータベースからそのオブジェクトのデータを取り出して、提示する。このようなユーザとのインタラクションを行うことで、そのオブジェクトがすでに入力済みであるかを判断する。

● 位置

デジタルカメラにGPS機能がついている場合ならば、位置の入力の際に、オブジェクトの写真ファイルに付随する、EXIFデータのGPS情報を取り出し、その緯度・経度から、撮影地点と入力の際の地図上の位置を結びつけ、その位置を提示する。これにより、位置を入力する際の支援となる。

● 新規属性

まず全てのオブジェクトをカテゴリによって分類する。オブジェクトを入力する際に、既存のカテゴリを提示し、選択する。ど

れにも該当しない場合は新たなカテゴリを登録する。これにより、同じ意味であるのに異なったカテゴリ名を設定されることを防ぐ。

新しい属性はこのカテゴリ単位で行うことにする。新しい属性を入力するときに、この属性が必要だと思われるカテゴリを選択する。以後、選択されたカテゴリのオブジェクトを入力する際にはこの属性の入力を求める。これにより、属性の付加による型の再定義を行うことができ、フレキシブルでインクリメンタルな入力が可能となる。

- デバイスによる操作性

入力済みデータや一般的な候補をリストボックスやチェックボックスの形式で提示することなどにより、なるべく、ポインティングによる作業を増やし、文字入力量を減らすことで、操作性に難のある小型端末を使用した際の効率化を目指す。

4. システム概要

本研究では前章で提示した問題の解決、特別な知識の無いユーザでも扱えることを目的とした地域情報収集システムの開発を行った。より多くのユーザが手軽に利用できるシステムとすることをめざし、Web アプリケーションとして PHP により実装した。本章ではシステムの基本的な流れと、特徴的なステップの概要について述べる。

システムの基本的な流れは図 2 のようになる。

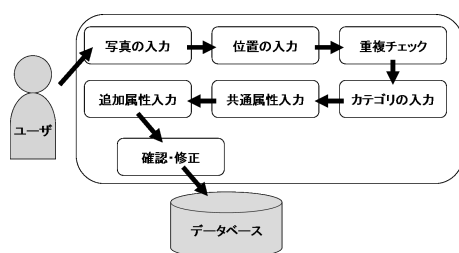


図 2 システムフロー

4.1 写真の入力

デジタルカメラで撮影したオブジェクトの写真を選択する。

4.2 カテゴリの入力

システムは登録済みのカテゴリを提示し、ユーザは入力しようとしているオブジェクトのカテゴリを選択する。カテゴリとは例えば、「銀行」「花屋」「本屋」などである。どのカテゴリにも属さない場合は、新たなカテゴリを登録する。

4.3 位置の入力

システムは情報を収集している地域の地図を提示し、ユーザはその地図を見て、オブジェクトの位置を地図をクリックすることで入力する。

4.4 重複チェック

システムは入力を行っているオブジェクトが、すでに入力済みで無いかを確かめるために入力された位置に近いオブジェクトをデータベースから取り出して提示する。ユーザは、提示されたオブジェクト群に入力しようとしているオブジェクトがあれば、そのオブジェクトを選択。システムはそのオブジェクトの情報をユーザに示し、修正・追加を行う。提示されたオブジェ

クト群に入力しようとしているオブジェクトが無い場合は新規のオブジェクトとして入力作業を行う。

4.5 共通属性入力

あらかじめどのオブジェクトでも共通して必要だと考えられる属性の入力を順に行う。これはあらかじめ定義されているものであり、具体的には以下の属性である。

- オブジェクトの名称
- オブジェクトに関する HP の URL
- オブジェクトの住所
- オブジェクトの電話番号
- オブジェクトの営業時間
- オブジェクトの定休日

その際に、入力済みのデータを用いることや、ある程度値が予測できる属性については候補を提示することで効率化を図る。

4.6 追加属性入力

入力されたカテゴリに付随する属性を入力する。システムは登録済みの属性から入力されたカテゴリを対象としているものを探し、その入力フォームをユーザに提供する。それ以外の新たな情報を入力したい場合は、その情報に含まれる属性を入力し、また、どのカテゴリに付随させるかを選択する。

4.7 確認

システムは入力された全ての属性およびその値を一覧で表示する。ユーザはそれを確認し、修正箇所があれば適宜修正を行い、「登録」をクリックする。システムはまず、保存されているオブジェクトデータを読み、その ID の最大値 + 1 をこのオブジェクトの ID として割り当てる。そして、ID と共に各属性値をデータベースに記録する。

5. システムの使用例

本節では、実行例として、実際にオブジェクトを本システムを使用して入力する作業を、システムの画面を用いながら順を追って説明する。なお、システムフローは図 2 を参照のこと。

具体例として入力しようとしているオブジェクトの属性および値は以下の通り。

また、GPS 機能のついたデジタルカメラによって店舗外観を撮影された写真ファイルも用意してある。

5.1 写真の入力

「参照」ボタンを押すことで開かれる「ファイル参照」ダイアログから、ユーザーは入力しようとしているオブジェクトの写真ファイルを選択し、「OK」ボタンを押す。(図 3)

5.2 位置の入力

地図をクリックすることで位置を選択する。図 4 はその入力画面である。5.1 で入力した写真の EXIF データに GPS 情報が含まれているため、撮影地点が「」で表示されているのが

表 1 入力する属性と値

属性	値
名称	ガトークラシック
カテゴリ	洋菓子店
住所	神奈川県横浜市日吉本町 1 - 2 3 - 7
電話番号	045-566-7028
営業時間	(平日) 10:30 ~ 20:30 (日・祝日) 11:00 ~ 19:00
定休日	年中無休
メニュー表	マントキャラメル - 3 0 0 円 フランポアーズのフラン - 2 8 0 円 フリーズ・オ・ミニヨン - 3 2 0 円
パティシエ	島川正利 山本光二



図 3 写真の入力

分かる。これも参考にして、オブジェクトの位置を選択する。



図 4 位置の入力

5.3 重複チェック

入力しようとしているオブジェクトがまだ入力済みで無いことを確認するため、システムは 5.2 で入力した位置に近い位置にあるオブジェクトをデータベースから探し、提示する。図 5 はその画面である。近くに「くりの木」というオブジェクトがあるが、入力しようとしているオブジェクトとは異なるため、「新規入力」を選択して「OK」ボタンを押す。

5.4 カテゴリの入力

オブジェクトが含まれると思われるカテゴリを選択する。今回入力しているのは「洋菓子店」の「ガトークラシック」であ

る。図 6 はカテゴリの入力画面であるが、まだ、カテゴリ「洋菓子店」は存在していない。

そこで、まず「新しいカテゴリを登録」を行い、カテゴリ「洋菓子店」の登録を行う。

新しいカテゴリの登録

図 7 新しいカテゴリの登録画面である。その際に、「上位カテゴリ」と「動詞」の選択を行い、カテゴリに対する簡単な情報付加を行う。

この時点で「動詞」として登録されているのが「食べる」「遊ぶ」「探す」であるが、新しく、動詞「買う」を追加する。そのためまず「新しい動詞」の登録を行う。

- 動詞名を入力し、登録済みのカテゴリ群からその動詞が当てはまると思われるものを選択する。カテゴリ群はシステムがチェックボックスの形式で提示するので、ユーザはこれをチェックすることで選択を行う。

動詞の登録が済むと新しいカテゴリ登録画面に、新しく登録した動詞が追加されている。「カテゴリ名」として「洋菓子店」を入力。「上位カテゴリ」として「飲食店」を選択し、「動詞」として「食べる」と「買う」を選択し、「登録」を行う。(図 8)

5.5 共通属性入力

全てのオブジェクトに共通して存在する属性を順に入力する。入力する属性は以下の 6 つである。

- オブジェクトの名称
- オブジェクトに関する HP の URL
- オブジェクトの住所
- オブジェクトの電話番号
- オブジェクトの営業時間
- オブジェクトの定休日

5.5.1 名称

テキストボックスに「ガトークラシック」と入力。

5.5.2 HP アドレス

入力作業時に検索を行い、適していると思われる HP を探す。

図 9 でその HP アドレス入力作業の様子を示す。5.5.1 で入力された「名称」が候補として提示されている。これに「日吉」を加えて検索をかけた。すると別ウィンドウで google [3] による検索が行われ、結果が表示されるため、その中から適切だと思われる HP を探し、その URL を入力する。また、HP に書

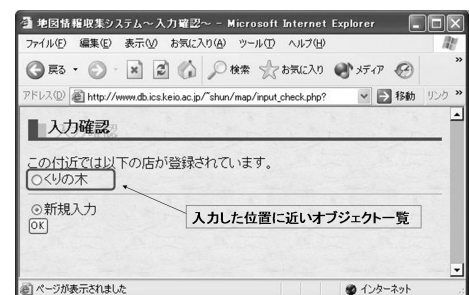


図 5 重複チェック

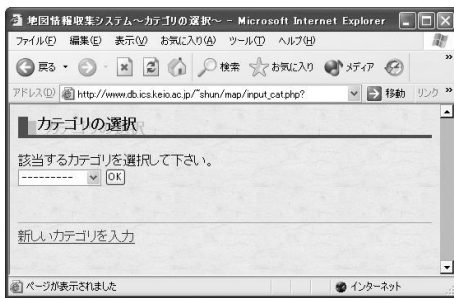


図 6 カテゴリ選択画面



図 10 「値段」登録画面

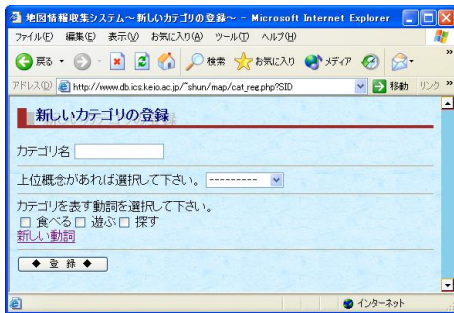


図 7 カテゴリ登録画面（登録前）

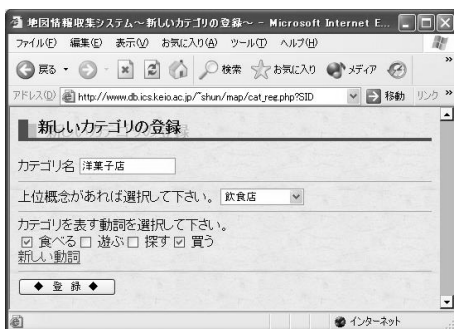


図 8 カテゴリ選択画面（登録後）

かれている情報から、集めた情報の正誤確認や集まらなかった情報の補足が可能である。



図 9 HP アドレス入力作業

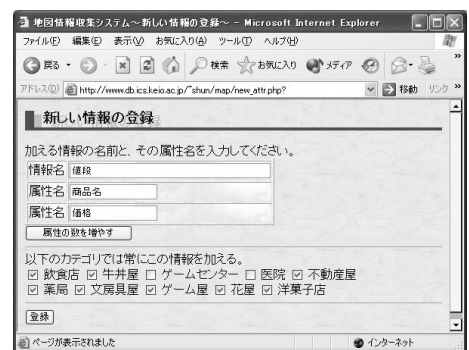


図 11 「値段」登録画面

5.5.3 住所

リストボックスから近い物を選び、一部を修正する。入力履歴の中に「神奈川県横浜市日吉本町1-23-」まで同一の住所があったため、最後の一部を修正し、入力を行う。(図 10)

5.5.4 電話番号

リストボックスから近い物を選び、一部を修正する。入力履

歴の中に市外局番・市内局番まで同一の電話番号があったため、加入者番号の部分だけ修正し、入力。

5.5.5 営業時間

曜日によって営業時間が異なるという特別なケースなので、システムが候補として提示する時間は使えなかったため、その情報を自由な形式で、テキストボックスに入力。

5.5.6 定休日

入力履歴に同じ物があったので、それを選択。

5.6 追加属性入力

カテゴリに付随する属性を入力する。表 1 より、残りの入力しようとしている属性は「メニュー表」と「パティシエ」であるが、「洋菓子店」は 5.4 で新しく入力したカテゴリなので、当然、付随する属性はまだ登録されていない。

そのため、まず、新しく入力したい追加属性を登録する必要がある。図 11 は「値段」を登録する様子である。汎用性のある名称となるよう、追加属性名として「値段」を、「値段」が持つ属性として「商品」、「価格」を入力した。また、この追加属性が付随するカテゴリとして適していると思われるものを、システムが提示したカテゴリ一覧にチェックをつけることで選択する。

以後、これにより選択したカテゴリを入力する際には自動で「値段」が属性として追加される。

同様にして「パティシエ」の登録も行う。

登録後、登録した追加属性を入力するフォームが提示されるので入力を行う。自由な数の入力が可能であり、入力が完了したら、「OK」ボタンを押す。

5.7 感想・コメント入力

テキストエリアに感想・コメントを入力する。

5.8 確認

順に入力してきた値の一覧が表示される。図 12 はその画面である。修正箇所があれば適宜修正する。「登録」ボタンを押すことで、全ての値がデータベースに書き込まれる。

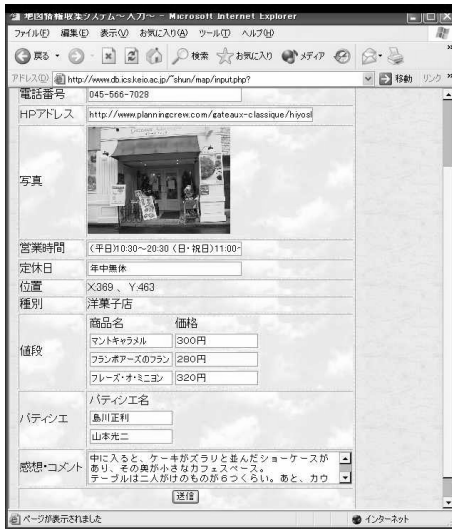


図 12 確認画面

6. 結果

本研究における実行結果の例として、入力されたデータを以下に示す。図 13 は本システムにおける表示画面である。効率良く、また、収集した情報を正しく統合することができた。



図 13 入力結果

7. 評価・検討

3. で提示した問題をどれほど解決できたかについて考えてみた結果を表 2 で示す。

7.1 同期

これらはポータブルデータベースがオンライン状態である場合である。ポータブルデータベースがセントラルデータベースとオフラインであっても、データを保持することが可能ならば

表 2 本システムによる問題点の解決

問題点	解決	方法
入力の重複		基本的に入力の重複は発生しないが、全く同時に同じオブジェクトに対する入力作業を行う時に限り、重複は発生しうる。
位置情報の誤り		基本的には誤りは無くなると考えられる
新規属性		ユーザは入力したい、いかなる情報も入力することができる
小型端末による入力		まだ、スムーズに入力できるとは言い難いが、格段に楽になった

ば同等の機能を持つ。ただし、その場合には次のような場合に同一オブジェクトの存在などの矛盾が発生してしまう。

- ポータブルデータベース X がセントラルデータベースとオフライン状態である間に、セントラルデータベースが追加・変更・削除された。
- ポータブルデータベース X がセントラルデータベースとオフライン状態である間に、セントラルデータベースが異なるポータブルデータベースと統合された。

よって、オンライン状態になった際にポータブルデータベースとセントラルデータベースの同期・統合の作業が必要となる。

セントラルデータベースを C とすると、C はそれに含まれる各オブジェクトデータ c_n の集合で表現される。

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$$

オブジェクトデータ c は、オブジェクト ID を i 、名称や場所などのオブジェクトの情報を表す属性を a 、X 座標を x 、Y 座標を y 、オブジェクトが記録されたタイムスタンプを t とすると次式で表される。

$$c = \{i, a, x, y, t\}$$

また、携帯端末 X が持つ、ポータブルデータベースを P_x とすると、 P_x はそれに含まれる各オブジェクトデータ p_k と最後にオンライン状態となり同期の取られたタイムスタンプ T_x との集合で表現される。

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_k, T_x\}$$

オブジェクト p は c と同様に次式で表される。

$$p = \{i, a, x, y, t\}$$

オフライン状態のポータブルデータベースがオンライン状態になったときに、次のような方法で同期を取る。

P_x に含まれる各オブジェクトデータ p_k において、C に含まれるオブジェクトデータ c のうち、 P_x の持つタイムスタンプ T_x より新しいオブジェクトの中から同一オブジェクトであるものを探す。同一オブジェクトかどうかは位置情報 (x, y) より特定可能である。

セントラルデータベースCの中に同一オブジェクトが存在しなければ、ポータブルデータベースで付加されたオブジェクトIDは、セントラルデータベースCの中で唯一のオブジェクトIDと変更された後、オブジェクトデータcとしてCに加えられる。

同一オブジェクト c_i と p_j が存在した場合は、Cに含まれるオブジェクト c_i の各属性値 c_{is} と p_{js} を次のように変更する。 c_{ik} がNull値ならば p_{jk} の値。

c_{ik} と p_{jk} が共にNull値で無いならば、 c_i のタイムスタンプ値 c_{it} と p_{jt} のタイムスタンプ値とを比較し、より新しいオブジェクトの値。

P_x に含まれる全てのオブジェクトデータ(p_1, \dots, p_k)において完了したならば、 P_x に含まれる全てのオブジェクトデータを削除し、タイムスタンプ T_x をその時の時刻に変更する。

7.2 システムの使用

また、「東京ぐるめ」[2]などのような不特定多数を対象とした情報収集および閲覧可能なサイトがある。これらのサイトはレストランなど特定のオブジェクトを対象としている上、スキーマは固定されている。本システムにユーザー登録などのユーザーを制限する機能を加えることで、このようなサイトに比べ、より自由度の高い、不特定多数を対象としたユーザ参加型の情報収集システムになると考えられる。

8. 関連研究

ある特定の場所の周辺のタウン情報をより簡単に、よりスムーズに、よりの確に取得するためのメカニズムとして高橋らによるMIS (Mobile Info Search) がある。[5] この中では位置指向による情報統合[6]および収集、構造化、検索手法などの研究[7]がある。また、平松らはある空間内に集めた複数の携帯情報端末により局地ネットワークを作ることで情報の収集・共有をしかし、これらは情報をWWW上から収集するものであり、実世界から情報を収集する本研究とは異なる。モバイル環境において、複数の携帯情報端末による実世界からの情報収集に関する研究としては、森下らによって提案された、現実世界の位置・時間に依存した情報オブジェクトを不特定多数のユーザが作成でき、共有するSpaceTag[9]などがある。また、林田らはLiveIn[12]という情報提供者、情報要求者がモバイル環境から手軽にサービスを利用できるようなプラットフォームを提案すると共に、情報提供行動に対する動機付けの観点から実験を行っている。[10][11]

9. おわりに

本論文では多様なポータブル情報機器で収集されたデータをポータブルデータベースと抽象化し、入力済みのデータやポータブルデータベースの特性を利用して、ユーザーによる入力作業を支援するシステムを実装した。これにより多人数で地域データを効率よく、収集・統合することが可能となった。今後は、現状に各社独自の変換方法でHTMLに対する変換が行われるため、期待通りの表示ができない携帯電話であっても、ア

クセス元の携帯電話を自動識別し、各機種種の画面の大きさなどの仕様に合わせて画像の縮小やカラー/モノクロの色調変更、画像形式や表示形式の変更、ページ分割などを行なうことで対応できるようにすることや、インターネット上の地図と連携することで、より自由な範囲の地域情報システムにすることなどを考えている。

文 献

- [1] MAPION: <http://www.mapion.co.jp/>
- [2] 東京グルメ: <http://gourmet.zubapita.com/>
- [3] google: <http://google.com/>
- [4] 田中 芳則, 中村 恵一 車いすマップの実態調査と車いすトイレマップ WWW 版の試作, Vol40 TOD 1 Feb. 1999
- [5] 高橋克巳, 三浦信幸, 横路誠司, 島健一 Mobile Info Search: Information Integration for Location-Aware Computing, 情報処理学会 論文誌 (Vol.41. No.4)
- [6] 三浦信幸, 高橋克巳, 横路誠司, 島健一 位置指向の情報統合～モバイルインフォサーチ 2 実験～, 情報処理学会 第 57 回 全国大会 Vol.3 pp.637-638, Oct.1998
- [7] 横路誠司, 高橋克巳, 三浦信幸, 島健一 位置指向の情報の収集, 構造化および検索手法, 情報処理学会 ジャーナル アブストラクト Vol.41 No.07 - 007
- [8] 平松治彦, 角谷和俊, 上原邦昭 携帯端末を用いた Web コンテンツの情報収集と再構成, 情報処理学会 研究報告「データベースシステム」アブストラクト No.125 - 044
- [9] 森下 健, 中尾 恵, 垂水 浩幸, 上林 弥彦 時空間限定オブジェクトシステム SpaceTag: プロトタイプシステムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.10, pp.2689-2697(2000)
- [10] 林田尚子, 八幡博史 ーエージェントによる情報流通支援: 支援内容による情報提供行動への影響に関する実験, 電子情報通信学会論文誌 D-I, Vol.J86-D-I, No.8, pp.575-582, 2003
- [11] 林田尚子, 八幡博史 モバイル環境によるデジタルシティでの情報流通, 情報処理学会論文誌 研究報告「高度交通システム」アブストラクト No.006 - 037
- [12] 八幡博史, 林田尚子 LiveWeb: デジタルシティのためのモバイル情報流通プラットフォーム, 第 15 回人工知能学会全国大会 論文集, 1B1-09, 2001