

デジタルシティにおける情報検索のための地図インタフェース

平 松 薫^{†1} 小 林 堅 治^{†2} Ben Benjamin^{†3}
石 田 亨^{†4} 赤 埴 淳 一^{†1}

インターネット上における地図を媒体とした情報提供方法は、都市に関連したホームページを提供するサービスにおいて数多く利用されているが、今後予想されるホームページ数の増加や地理的な集中に対処するためには検索機能との統合が必須である。そこで、都市に関する大量のホームページを効率的かつインタラクティブに検索できるようにするため、地図を利用した多角的な検索機能をホームページの検索に組み入れた地図インタフェースを提案する。本地図インタフェースでは、検索機能として近傍検索、カテゴリ検索、およびキーワード検索を取り入れ、検索結果を地図上に重ね合わせて表示することによって、実世界に即した情報利用を可能にする。また、動作中にクライアント側へ転送したデータをキャッシュとして利用することで、クライアント側の地図インタフェースとサーバ上の情報検索システムとの間で検索処理の分散を図り、地図インタフェースからのインタラクティブな検索を実現する。実際にデジタルシティ京都において地図インタフェースの公開運用を行い、公開データを利用した性能評価とアクセスログに基づいたユーザの利用状況の分析を行ったところ、検索要求に対する即応性とキャッシュデータを活用するシステム構成の有効性を確認することができた。

Map-based User Interface for Information Retrieval for Digital Cities

KAORU HIRAMATSU,^{†1} KENJI KOBAYASHI,^{†2} BEN BENJAMIN,^{†3}
TORU ISHIDA^{†4} and JUN-ICHI AKAHANI^{†1}

Online map systems have been used extensively to provide living city information on the Internet. However, because of the spatial limitations of geographically-based visual representation, such systems can not deal with the anticipated explosive growth in the number of Web pages; such growth results in areas on the map with an over-concentration of links. In this paper, we propose a map-based user interface which integrates search functions that evaluate Web page contents and the geographical information located therein. This interface enables neighborhood search, category search, and keyword search. The search results, which are hyperlinks to the searched Web pages are superimposed as icons on a map image. In addition, the interface utilizes enables users to search information interactively by caching the transmitted data so as to distribute search processing between client and server. We also present performance evaluations and user access analyses of this map-based user interface on Digital City Kyoto which provides regional information to the public on the Internet. The results show the effectiveness of using a system configured to utilize cached data and respond quickly to search requests.

1. ま え が き

インターネットの普及にともない、地理情報システム (GIS) や World Wide Web (WWW) などを用いた都市情報の集積が進んでいる¹⁾。これは、インター

ネット発足時の世界規模のネットワークをシームレスに利用することを目的とした実験フェーズから、日常生活に役立つ情報を引き出すための手段としてネットワークを利用する実用フェーズに入りつつあるからともいえるだろう。現在、インターネット上に蓄積されている大量のコンテンツを利用した様々な情報サービスが展開されつつあり、携帯電話やカーナビなどからも利用できるようになるなど、都市におけるインターネット利用は容易にかつ便利なものになりつつある。

こうしたインターネット上の情報システムのうち、地図を媒体とした情報提供方法が、都市に関する情報を扱う方法の1つとして注目を集めている^{2)~5)}。地図を利

^{†1} NTT コミュニケーション科学基礎研究所
NTT Communication Science Laboratories

^{†2} NTT コムウェア (株)
NTT Comware

^{†3} NTT アドバンステクノロジー (株)
NTT Advanced Technology

^{†4} 京都大学大学院社会情報学専攻
Department of Social Informatics, Kyoto University

用する利点は、都市に関連した電子的な情報が実際の都市における地理的な属性に基づいて参照できるようになる点にある。特に、インターネット上のホームページと地図がリンクすることによって、より多くの多様な情報が地理的属性に基づいて参照できるようになると予想されるが、地図上で扱うホームページ数の増加や地理的な集中に対処するためには、地図を利用したインタフェースと検索機能の統合が必要不可欠である。

そこで、都市に関する大量のホームページを効率的かつインタラクティブに検索できるようにするため、地図を利用した多角的な検索機能をホームページの検索に組み入れた地図インタフェースを提案する。本地図インタフェースでは、検索機能として近傍検索、カテゴリ検索、およびキーワード検索を取り入れ、検索結果を地図上に重ね合わせて表示することによって、実世界に即した情報利用を可能にする。また、動作中にクライアント側へ転送したデータをキャッシュとして利用することによって、クライアント側の地図インタフェースとサーバ上の情報検索システム GeoLink の間で検索処理の分散を図り、地図インタフェースからインタラクティブな検索を可能にする。GeoLink は、筆者らが地図インタフェースとあわせて開発した特定地域のホームページを対象とした情報検索システムであり、インターネット上に存在する都市に関連したホームページを各々の地理的属性に基づいて検索することができる。

本論文では、まず地図インタフェース上で実現する検索機能と、サーバ上の GeoLink を含めたシステム構成全体について説明する。次に、地域ポータルサイトとして公開実験を行っているデジタルシティ京都⁶⁾で行った地図インタフェースの性能評価と利用状況の分析について報告する。最後に地図インタフェースの今後の課題について述べる。

2. 背景

2.1 インターネットを利用した都市情報の提供

インターネット上の検索エンジンがインターネット全体を対象としているのに対し、特定都市に特化した情報提供を行うポータルサイトの1つにデジタルシティがある。デジタルシティ⁷⁾は、インターネット上に存在する都市の情報のハブとしての機能を持ち、市民に対して様々なサービスをネットワーク上で提供することを目的に、米国各都市、アムステルダム、ヘルシンキなど、世界各地でその構築が始まっている。

米国各都市のデジタルシティ⁸⁾は、マスコミ的な性格

を持ち、統一されたインタフェースを利用して都市の最新情報を発信している。非営利団体が運営するアムステルダム⁹⁾では、ネットワークは公共の場であるというポリシーのもと、ユーザに無料でスペースを提供しており、独自のインタフェースによって市民の情報コロニーを形成している。ヘルシンキ¹⁰⁾では、市民が利用できるマルチメディア高速ネットワークを構築し、その上でヘルシンキ市の詳細な3次元モデルを利用した街の仮想空間と各種サービスの展開を目指している。京都においても、日常生活に役立つ新たな都市の社会情報基盤の構築を目指して、デジタルシティ京都の試作が1998年10月から始まっている。

2.2 地図を利用した情報検索

電子地図を利用した情報検索はGISの基本機能であるが、その主な検索スタイルには、空間的な情報を文字情報に置き換えて行うキーワード検索、キーワードに相当する図形を入力に利用するアイコン検索、地図の拡大・縮小・スクロールを行いながら地理的な条件を指定する地図独特のビジュアルな検索がある¹¹⁾。

従来のGISは、スタンドアローンもしくはイントラネットで運用するものがほとんどであったが、今後は、分散型電子地図プラットフォーム JaMaPS²⁾やMM情報マップディレクトリ³⁾のように、ネットワーク上に分散した情報を地図と関連づけて統合的に利用できるシステムが中心になっていくと考えられる。

2.3 インターネット上の地図情報サービス

デジタルシティのように都市に関する情報を集めたインターネット上のサービスでは、地図を利用した情報提供が重要になると考えられる。現在、インターネット上で公開されている地図を利用した情報提供サービスの代表的なものとしては、インターネットを新たなメディアと捉えて広告情報を登録した地図の配信を行うマピオン⁴⁾や、地図を利用した情報配信サービスで携帯端末にも対応したマップファンウェブ⁵⁾がある。これらの情報提供サービスでは、イメージマップ機能を利用することによって、地図上のアイコンから詳細情報を参照できるようになっている。イメージマップとは、イメージ中の任意の領域から関連情報へのリンクを設定できるようにハイパーリンクを拡張したリンク機能であり、検索内容の複雑さに応じて、ユーザの入力座標をサーバで処理するサーバサイドイメージマップと、クライアントで処理するクライアントサイドイメージマップ¹²⁾がある。

しかし、インターネット上の地図を利用した情報提供サービスを従来のGISと比較すると、Webブラウザ上で実現できるインタフェースの機能の制限と、ネットワークの帯域幅によるデータ転送速度の遅さのため、限

デジタルシティ京都: <http://www.digitalcity.gr.jp/>

られた検索機能をバッチ処理的にしか実行できないのが現状である。

3. 地図インタフェースを利用した情報検索

3.1 基本的な考え方

本論文では、都市に関する大量のホームページを効率的に検索できるようにするため、ホームページの検索に地図を利用した多角的な検索機能を組み入れた地図インタフェースを提案する。本地図インタフェースでは、地理的な属性の評価をホームページの検索に取り入れることで、地図上に表示するホームページを対象とした近傍検索、カテゴリ検索、およびキーワード検索を実現する。検索結果はクライアントサイドイメージマップのように、地図上にアイコンとして表示され、各々をマウスでクリックすることによって検索されたホームページを表示することができる。地理的な属性評価を取り入れたホームページの検索と、地図を利用した検索結果へのリンク機能により、地図インタフェースを都市情報へのハブとして利用することが可能となり、その結果実世界に即した情報利用が実現できる。

3.2 近傍検索

地図インタフェースの近傍検索では、地図上の任意の点の近くにあるホームページを検索することができる。マウスで地図イメージ上の任意の点をクリックすると、地図上に白い線で表示されている十字カーソルの中心がその点へと移動し、地図上に表示されている情報のタイトルが中心点から近い順にソートされて右側のリストボックスに表示される。また、リストボックス中の検索結果をダブルクリックすると、そのホームページが表示される。図1は、表示している地図イメージの中心付近を指定して近傍検索を実行した結果である。

近傍検索を使うと、ユーザはホームページ間の距離的な関連性を利用して情報検索を行うことができる。たとえば、建物や交差点といった地図上に存在するオブジェクトを中心にその周辺のホームページを検索したり、検索結果として見つかったホームページから再度近傍検索を行って検索した情報の関連情報を検索したりすることができる。

3.3 カテゴリ検索

カテゴリ検索では、画面左側に表示されている分類から希望の分類を選択して検索することが可能であり、「食事」の「中華」のように大分類と小分類を組み合わせで絞り込みを行うことができる。検索結果は地図上にアイコンとして表示され、結果全体を検索した分類に属するホームページの分布として捉えることもできる。

図2は、「食事」カテゴリーを選択した検索例であ

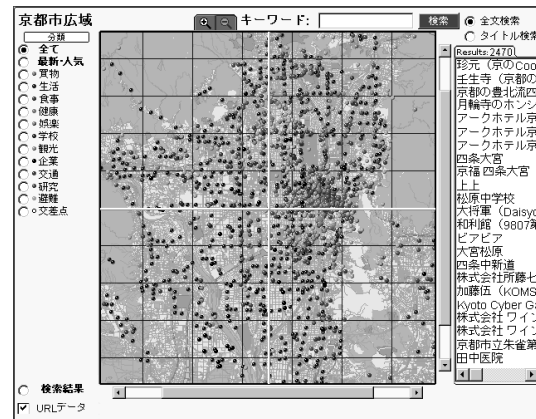


図1 近傍検索の実施例

Fig. 1 Search result evaluated by geographical distance.

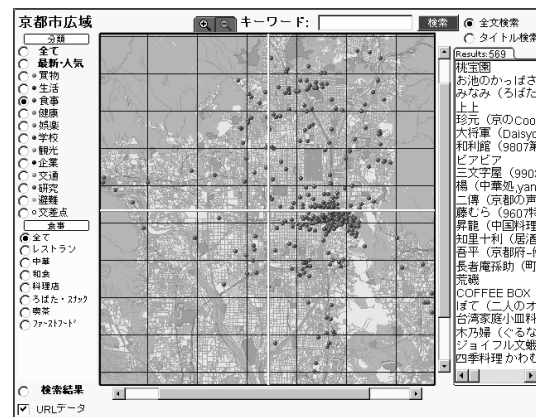


図2 飲食店カテゴリの検索結果

Fig. 2 Search result within the category of “dining.”

る。この検索結果から「食事」に関する情報の分布傾向が分かり、京都市内の飲食店が市の中心部に集中していることが予想できる。また、地図中に点で表示されているアイコン1つ1つが検索結果を示しており、アイコンをクリックするとその検索結果に関連したホームページが表示される。

3.4 キーワード検索

キーワード検索は、画面上部のテキストボックスから入力されたキーワードに基づき、ホームページのタイトルとホームページ内部に記述されている情報、そしてホームページから抽出した各々の地理的な属性を対象に検索を実行する。ホームページの内容だけでなく地理的な属性も検索対象にすることにより、住所や建物名といった地図と関連の強い地理的な表現を利用したキーワード検索も可能になる。キーワード検索の結果もカテゴリ検索の結果と同様に、地図イメージ上に各々アイコ

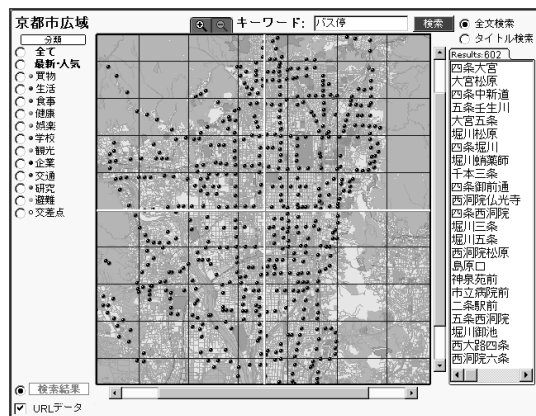


図3 「バス停」の検索結果

Fig. 3 Search result for the phrase "bus stops."

ンとして表示される。

図3は、「バス停」をキーワードとして行ったキーワード検索の結果である。この結果の分布を見ると、京都市内のバス停が主要な通り沿いに配置されていることが分かる。

4. システム設計

4.1 全体の構成

本論文の地図インタフェースは、サーバ上の情報検索システム GeoLink と連携して検索を実行する。地図インタフェースとサーバ上の GeoLink などを含めたシステムの全体構成を図4に示す。地図インタフェースは、Java アプレットで構築することによって、ホームページの表示と同様の手順で起動できるようにしている。地図インタフェースと GeoLink は、3層クライアント・サーバ構成に従い、Web サーバホスト上の CGI プログラムを中継して通信を行う。

なお、地図インタフェースを Java アプレットで実装するため、Java アプレットのセキュリティの制約から、Web サーバとデータを中継するための CGI プログラムを同じホスト上で動作させる必要がある。

4.2 地図インタフェース

地図インタフェースは、起動手順の簡略化とあわせて、クライアント側で能動的な検索処理や通信を行うことを可能にするため、Java アプレットで構築している。また、地図インタフェースはユーザからの検索要求を受け付け、その検索結果を地図イメージ上にアイコンとして重ね合わせて表示する(図1参照)。

4.2.1 検索機能

地図インタフェースは、利用する検索機能に応じて、以下のようにクライアント側とサーバ側とで処理を振り

分け、負荷分散と処理の高速化を図る。このうちクライアント側で行う検索は、動作中クライアント側に転送したデータをキャッシュとして利用することで、検索処理の高速化を実現する。

(1) 近傍検索

地図イメージに重ね合わせて表示するアイコンの座標を活用して、表示している情報を対象にクライアント側で実行する。クライアント側に転送した情報を利用して処理を行うため、高速に検索を実行することができる。

(2) カテゴリ検索

起動後のデータ転送状況に応じて、キャッシュしている情報に関してはクライアント内で検索を実行、キャッシュしていない情報に関しては CGI プログラム経由で GeoLink へアクセスし、検索を実行する。

(3) キーワード検索

クライアント側だけで行うタイトル検索と、GeoLink と連携して実施する全文検索の2段階の検索を並行して実行する。第1段階のタイトル検索では、アイコン情報としてキャッシュしているデータを活用し、クライアント側の地図インタフェース内で検索を実行する。第2段階の検索は、CGI プログラム経由で GeoLink に問い合わせ、後述の GeoLink DB に登録されているホームページを対象とした全文検索と地理的な属性に関する検索を実行する。第1段階の検索が、キーワードをタイトルに含む関連性の強い結果を即応的に出力するのに対し、第2段階では、検索対象となるホームページの属性を網羅的に扱うことができる。

4.2.2 地図イメージの表示

地図インタフェースでは、Web サーバより所定範囲のラスタ形式の地図イメージをダウンロードし、地図表示に利用する。また、地図インタフェース上の地図の表示領域よりも大きな地図イメージを利用し、Java アプレットのオフスクリーン描画機能とあわせて利用することによって、拡大・縮小やスクロールなど、ユーザの行う操作に対する反応性の向上や、地図イメージのダウンロード回数の削減を実現している。

4.3 情報検索システム GeoLink

情報検索システム GeoLink は、ホームページを対象とした全文検索システムと、GIS、ホームページの URL と各々に対応する地理的な属性を蓄積したデータベース GeoLink DB で構成する。地図インタフェースからの問合せに応じて、GeoLink DB を対象とした検

アイコンの座標を利用するため精度は若干落ちるが、地図上に表示したリンクを検索するうえでは、問題はほとんど生じない。

WWW 全文検索システム Namazu¹³⁾ を利用。

国土地理院発行の数値地図 2500 (空間データ基盤) から生成。

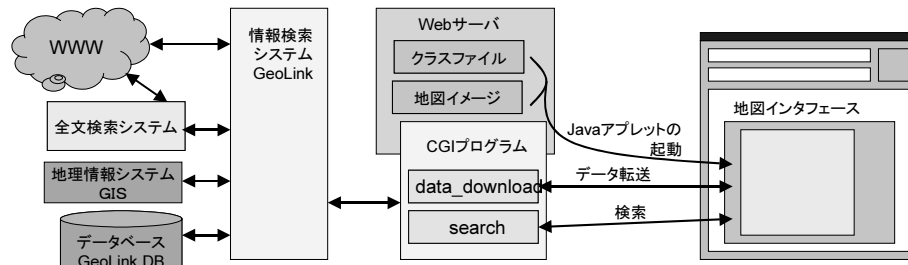


図4 情報検索システム GeoLinkと地図インタフェースの構成

Fig. 4 The architecture of GeoLink and the map-based interface.

索と、全文検索システムを利用したキーワード検索、ホームページを含む地理的な属性に関する GIS を利用した評価を組み合わせて実行し、検索結果として URL とその情報に対応する地理的座標を返す。

5. デジタルシティ京都における評価

本章では、デジタルシティ京都において公開実験を行った際の地図インタフェースと GeoLink の構成について説明し、実際に公開しているデータを利用して地図インタフェースと GeoLink の動作性能を評価する。また、アクセスログを分析することによって、ユーザの地図インタフェースの利用傾向を分析し、地図インタフェースにおける今後の課題を示す。

5.1 評価環境

デジタルシティ京都では、京都市内に関連するホームページを検索するサービスをインターネット上に一般公開しており、その検索システムおよびインタフェースに、本論文の GeoLink および地図インタフェースを利用している。デジタルシティ京都では、ホームページに関する所有権やプライバシーといった社会的問題を解決するため、検索対象となるホームページの所有者各々に対して使用確認を行い、使用許諾が得られたホームページ約 2600 件を 4.3 節で述べた GeoLink DB に蓄積して、情報検索システムを公開運用している。

公開用の地図インタフェースでは、京都市の広域地図イメージ 1 枚 (図 1 参照) と、東西 2km 南北 1.5km の拡大地図イメージ 108 枚 (図 5 参照) を利用して、京都市内をカバーする。

5.2 動作性能の評価

地図インタフェースの動作速度の測定は、デジタルシティ京都の Web サーバを設置しているイントラネット内において実施した。

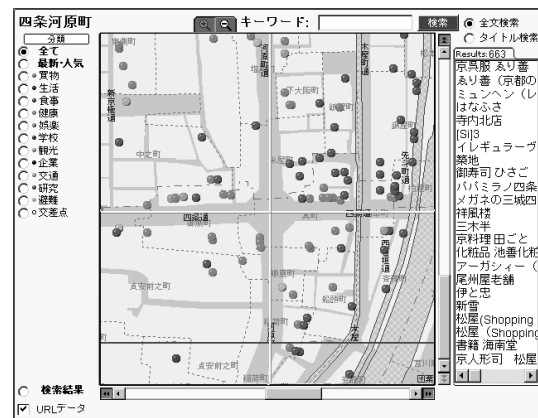


図5 拡大地図イメージに切替えた地図インタフェース

Fig. 5 The map-based user interface showing a detailed map image.

まず地図インタフェースの起動時間を計測したところ、平均 6.01 秒であった。この起動時間には、地図インタフェースを表示するための HTML ファイルとその中で指定されている Java アプレット (約 105KB) のダウンロードと、Java 仮想マシンの初期化と地図インタフェースの初期化、そして初期画面として設定されている「京都市広域、分類: 全て」を表示するための地図イメージ (約 58KB) と、その範囲内に存在するホームページの座標、タイトルおよびカテゴリ情報 (約 161KB, 2453 件) のダウンロード時間が含まれる。

次に、地図インタフェースに実装した検索機能のうち、近傍検索とカテゴリ検索の所要時間の測定結果を表 1 に示す。Web サーバのアクセスログに記録された利用者の検索履歴から検索結果がゼロでないものをランダムに 100 件選び、地図インタフェースの時間関数を利用して各検索機能の所要時間を測定した。検索の平均所要時間は、近傍検索が 45.6ms, カテゴリ検索が 121.8ms であった。また、比較対象として作成し

測定環境

サーバ: SunEnterprise250, UltraSPARC300MHz×2,
512MB, Solaris2.6, Web サーバ (apache1.3.9)
クライアント: DELL Precision210, PentiumII450MHz×2,

256MB, WinNT4.0, Web ブラウザ (InternetExplorer5.0)
ネットワーク: 100BASE-TX

表 1 検索機能の所要時間 (1)

Table 1 Search time of the map-based interface (1).

検索機能	平均所要時間 (ms)	
	キャッシュあり	キャッシュなし
近傍検索	45.6	9461.3
カテゴリー検索	121.8	7145.6

表 2 検索機能の所要時間 (2)

Table 2 Search time of the map-based interface (2).

検索機能	平均所要時間 (ms)	
	タイトルデータ検索	全文検索
キーワード検索	87.9	909.2

たサーバ側ですべての検索処理の実行するキャッシュなしの地図インタフェースでは、近傍検索の所要時間が 9461.3ms、カテゴリー表示の所要時間が 7145.6ms であった。この比較から、キャッシュの利用によって検索の所要時間が大幅に短縮できていることが分かる。また後述の公開実験における検索履歴を見ると、近傍検索とカテゴリー検索の 97.6% がクライアント側にキャッシュされた情報を利用して実行されており、利用状況の面からもキャッシュが有効に機能することが分かる。

最後に、表 2 にキーワード検索の平均所要時間を示す。キーワード検索についても同様に、Web サーバのアクセスログに記録された利用者の検索履歴から検索結果がゼロでないものをランダムに 100 件選び、地図インタフェースの時間関数を利用して所要時間を求めたところ、第 1 段階のタイトルデータを対象とした検索の終了までが 87.9ms、第 2 段階の全文検索の終了までが 909.2ms であった。第 1 段階のタイトル検索は、検索対象は狭いものの、他の検索機能とほぼ同等の即応性を実現している。

5.3 利用状況の分析

地図インタフェースの利用状況は、デジタルシティ京都で公開している Web サーバのアクセスログに基づいて分析した。分析対象とした期間は、2000 年 2 月 4 日から 2000 年 3 月 23 日の 50 日間、その期間中に 8110 回のアクセスがあり、2524 人が地図インタフェースを利用した。

5.3.1 地図インタフェースへのアクセス

地図インタフェースの利用者数を表 3 中段に示す。まず、地図インタフェースの全利用のうち、実装した検索機能を 1 度以上利用したユーザは 1339 人で、延べ

表 3 検索機能の利用状況

Table 3 User behavior on the map-based interface.

	利用者数	総利用回数	頻度
地図インタフェース	2524	8110	
検索機能の利用者	1339	5446	4.07
利用なし	1185	2664	2.25
近傍検索	411	1102	2.68
カテゴリー検索	1128	6563	5.82
キーワード検索	594	2230	3.75

5446 回の利用があった。一方、検索機能を 1 度も利用しなかったユーザは、1185 人で、延べ 2664 回の利用があった。また、地図インタフェースの利用回数を利用ユーザ数で割った利用頻度と比較すると、検索機能を利用したユーザが 4.07 であったのに対し、利用しなかったユーザは 2.25 であった。

この差は、実際に地図インタフェースで検索機能を利用したユーザと利用しなかったユーザの差を示しており、実際に検索機能を利用したユーザの方が、地図インタフェースを繰り返し使っていたことが分かる。

5.3.2 検索機能の利用傾向

検索機能各々の利用人数とその頻度を表 3 下段に示す。近傍検索の利用者は 411 人で頻度が 2.68、カテゴリー検索の利用者は 1128 人で頻度が 5.82、キーワード検索の利用者は 594 人で頻度が 3.75 であった。3 つの検索機能のうちでは、カテゴリー検索が一番多く利用され、その利用頻度も高かった。

次に、地図インタフェースの利用手順をアクセスログに基づいて分析した状態遷移確率を表 4 に示す。なお表 3 で示したように、地図インタフェースのホームページへアクセスするだけのユーザが多くみられたので、表 4 では、5 回以上地図インタフェースを利用し、かつ 1 回以上検索機能を利用したユーザ 660 人を対象に遷移確率を求めている。

この状態遷移確率表からは、いずれの検索機能においても同じ検索機能を繰り返し利用するユーザが多かったことが分かる。したがって、この状態遷移確率表からも、地図インタフェースに実装したキャッシュが検索処理において有効に機能していたことが分かる。

5.3.3 検索対象の傾向

ユーザが地図インタフェースで行った検索のうち、キーワード検索とカテゴリー検索について、Web サーバに記録されたアクセスログに基づいて集計を行った。

(1) 検索キーワードの傾向

地図インタフェースのキーワード検索で利用された表現の割合を図 6 に示す。アクセスログによると、住所や通り名、駅名など地名による検索が 33.7%、学校名や企業名など組織名による検索が 24.2%、ビルなど建物名によ

デジタルシティ京都は、1999 年 5 月に公式に報道発表を行い、以後継続的に新聞や雑誌において紹介されている。対象期間中には、URL を含んだ紹介記事の掲載が 2 件あったことを確認している。

Web サーバに記録されたクッキーに基づいた集計。

表 4 ユーザの利用手順を示した状態遷移確率
Table 4 User state transitions on the map-based interface.

		状態 _{n+1}				
		D	C	K	M	T
状態 _n	S	0.042	0.628	0.214	0.126	0.000
	D	0.147	0.127	0.097	0.094	0.235
	C	0.052	0.177	0.066	0.105	0.100
	K	0.095	0.156	0.145	0.073	0.131
	M	0.064	0.221	0.070	0.457	0.188

S: 利用開始
D: 近傍検索の実施
C: カテゴリ検索の実施
K: キーワード検索の実施
M: 検索結果の利用
T: 利用終了

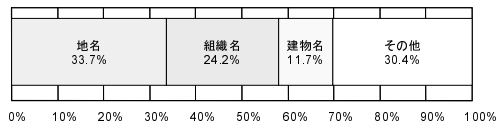


図 6 検索キーワードの傾向

Fig. 6 Survey of search keyword types.

る検索が 11.7% と、都市に実在するオブジェクトの名称をキーワードとして利用した検索が全体の 69.6% を占めた。これに対し、「ホテル」や「ラーメン」といった一般名詞やそれら名詞の一部分など、その他の表現を利用した検索は 30.4% であった。この結果から、地図インタフェースのキーワード検索では、地名や組織名、建物名といった都市に実在するオブジェクトの具体的な名称を利用して検索を実施する傾向があったといえる。

(2) カテゴリの選択傾向

地図インタフェースで利用されたカテゴリの割合を図 7 に示す。この集計によると、食事、買物、交通、観光といったカテゴリの利用率が高く、緊急避難、研究、健康、企業といったカテゴリの利用率が低かった。このカテゴリの利用傾向は、Yahoo! JAPAN のアンケート結果¹⁴⁾と同様に、現時点でのインターネットの利用者層やその利用目的の影響が大きかったと思われる。また、実験を行った場所柄の影響により、実際に京都に行ったときに役立つようなカジュアルな情報カテゴリの利用も顕著であった。

以上の傾向から、地図インタフェースの検索機能では、実際の街と密着した情報が検索できることが重要と考えられる。地図インタフェースにおける街との密着度は、地理的な網羅性と情報量が大きく影響する。地理的な網羅性を高めるためには、都市に関する情報を蓄積した地理情報システムとの連携が重要である。また、検索対象となる情報量を高めるためには、ホームページを対象にした全文検索システムの技術が有効である。特に、インターネット上に発信される最新情報を地図インタフェース上で検索できるようにするためには、本論文で

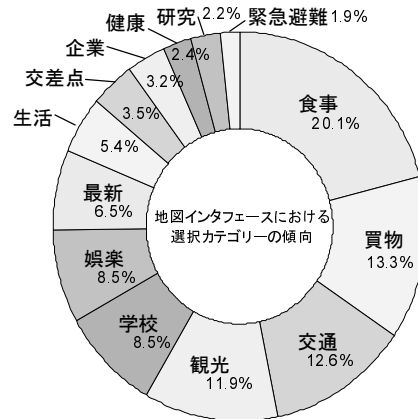


図 7 カテゴリの選択傾向

Fig. 7 Survey of selected categories.

提案した GeoLink のように、ホームページと地図情報の双方を統合して扱えるような検索システムが有効と考えられる。

5.4 ホームページの検索効率

従来のキーワード指定による情報検索で都市に関連するホームページを検索する場合には、地理的な検索条件をキーワードで指定する必要があり、検索結果として得られたホームページ間の地理的な関係もあらためて判断する必要があった。

これに対し、本論文の地図インタフェースと GeoLink では、利用者のインタラクティブな地図操作も情報検索システムへの入力として捉えることで、都市に関連する大量のホームページを効率良く検索できるようにしている。具体的には、表 3 のように利用される検索機能とあわせて、画面上に表示された地図の範囲を情報検索の範囲として扱うことで、地理的な条件をキーワード等で明示的に入力するのを省くと同時に、検索結果を地図上に表示することで結果間の位置関係の把握が容易になったと考えている。

6. 今後の課題

6.1 地図を媒介とした情報検索の実現

前章の分析結果で示したように、地図インタフェースのキーワード検索では、地図から連想されるような実際の都市に密着した情報検索が行われる傾向が強かった。また、街歩きで役立つカジュアルな情報がより多く検索される傾向があることから、都市に関する最新の情報が数多く発信されているインターネットとのリンクも重要と思われる。

このような情報検索は、従来のホームページだけを対象とした全文検索システム、もしくは GIS を利用した

地理的属性の検索だけでは困難である。今後は、本論文で述べた GeoLink のように、インターネット上の情報と地理情報が統合して扱える情報検索システムが重要になると考えられる。

6.2 地図インタフェースの操作性の改善

コンピュータの画面に表示する地図は、紙上の地図と比較し、イメージの解像度や一覧できる表示領域の広さが大きく制限される。さらに、インターネット経由で利用する地図アプリケーションの場合には、地図の拡大縮小や表示領域の移動など、多くの場面で地図データの転送が必要なため、インタラクティブな地図の操作が困難となっている。本論文の地図インタフェースでは、Java アプレット上で表示する地図イメージに画面サイズより大きなものを利用し、オフスクリーンと組み合わせた座標管理を行うことで、転送したイメージ内の東西南北方向への移動をスムーズに行えるようにしている。今後は、表示領域以外の地図データを先読みするなど、サーバ、クライアント双方の負荷分散も含めて適切なデータ転送を行えるようにして、さらに操作性を改善していく予定である。

6.3 利用者が行う検索の支援

本論文で提案した地図インタフェースでは、検索結果すべてを地図イメージ上にアイコンで表示し、検索結果の地理的な分布や位置関係、周辺情報の把握を可能にした。今後の課題としては、地図インタフェースに表示された検索結果の扱いを容易にすること、たとえば、検索結果の件数に応じたフィルタリングの実施や大量の検索結果の取捨選択、検索結果を利用した再検索の実施など、ユーザの検索意図を柔軟に反映できるようなシステムの実現が重要と考えられる。

また本論文で構築した地図インタフェースでは、キーワード検索など、単発的な情報検索のみを実装したが、地図を利用した系列的な情報検索の実現も重要と考えている。系列的な検索の実現は、地図インタフェースに実装した検索インタフェースの拡張に加えて、地図インタフェースと GeoLink の密接な連携によって可能になる部分が大いと考えている。検索操作自体についても、ユーザの検索行動のログに基づいた問合せの発行や、外部のソフトウェアエージェントとの連携による対話型インタフェース等の可能性を探っていきたい。

7. む す び

本論文では、都市に関する大量のホームページを効率的かつインタラクティブに検索できるようにするため、地図を利用した多角的な検索機能をホームページの検索に組み入れた地図インタフェースを提案した。また、デ

ジタルシティ京都における地図インタフェースの公開運用を通じて、検索要求に対する即応性とキャッシュデータを活用するシステム構成の有効性を確認することができた。

地図インタフェースおよび GeoLink は、社会情報基盤の1つとして開発を行っているデジタルシティ京都の要素技術として開発したものであり、現在システムをインターネット上に公開し、運用実験を行っている。今後は、ホームページだけでなく都市のセンサ情報や各種コミュニケーションツールとのリンクによる表示情報の拡充と、系列的な検索を実施するための外部システムとの連携について検討する予定である。

謝辞 本地図インタフェースの公開に際して貴重なコメントをいただいたデジタルシティ京都実験フォーラムの皆様と、京都に関するコンテンツを提供してくださった皆様に感謝します。

参 考 文 献

- 1) Ishida, T., Akahani, J., Hiramatsu, K., Isbister, K., Lisowski, S., Nakanishi, H., Okamoto, M., Miyazaki, Y. and Tsutsuguchi, K.: Digital City Kyoto: Towards A Social Information Infrastructure, *Cooperative Information Agents III*, pp. 34-46 (1999).
- 2) 高木悟: 分散型電子地図プラットフォーム JaMaPS, 画像ラボ, Vol. 9, No. 12, 日本工業出版, pp. 27-32 (1998).
- 3) 星野隆, 長谷川靖, 池田哲夫, 星隆司: ディレクトリを用いた情報提供に関する一手法 - 地図情報への適用 -, 情報処理学会第 120 回データベースシステム研究会報告, pp. 137-144 (2000).
- 4) マビオン: <http://www.mapion.co.jp/>.
- 5) マップファンウェブ: <http://www.mapfan.com/>.
- 6) 平松薫: WWW・実時間センサ情報の統合によるデジタルシティの構築, 人工知能学会誌, Vol. 15, No. 1, pp. 65-68 (2000).
- 7) Ishida, T. and Isbister, K.(eds.): *Digital Cities*, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1765, Springer-Verlag (2000).
- 8) Digital City, Inc.: <http://www.digitalcity.com/>.
- 9) De Digital Stad: <http://www.dds.nl/>.
- 10) Helsinki Arena 2000: <http://www.arenanet.fi/>.
- 11) 高木悟, 松本一則: 地図情報を利用した情報検索, 情報処理, Vol. 41, No. 4, pp. 357-362 (2000).
- 12) Cheong, S., Brantley, P. and Doyle, M.: Polymap: A Versatile Client-Side Image Map for the Web, *Fourth International World Wide Web Conference* (1995).
- 13) 馬場肇: 日本語検索システムの構築と活用, ソフトバンク (1998).
- 14) Yahoo! JAPAN: 第 6 回ウェブ・ユーザー・ア

ンケート (1999). <http://www.yahoo.co.jp/docs/result/result6/>.

(平成12年 4 月28日受付)

(平成12年10月 6 日採録)

Ben Benjamin

平成 5 年アールハム大学心理学部卒業。平成 11 ~ 12 年 NTT アドバンステクノロジー (株) に所属し、デジタルシティ京都の Web ページ関連のデザインに従事。平成 12 年米国ホイットニー美術館バイエニアル 2000 に選出された Web サイト <http://www.superbad.com/> を製作。

平松 薫 (正会員)

平成 6 年慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業。平成 8 年同大学院理工学研究科計算機科学専攻修士課程修了。同年日本電信電話 (株) 入社。現在 NTT コミュニケーション科学基礎研究所に所属。

石田 亨 (正会員)

昭和 51 年京都大学工学部情報工学科卒業。昭和 53 年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社電気通信研究所入所。現在、京都大学大学院社会情報学専攻教授、工学博士。

小林 堅治

昭和 60 年立命館大学経営学部経営学科卒業。同年日本電信電話 (株) 入社。現在、NTT コムウェア (株) 関西支社勤務。

赤埴 淳一 (正会員)

昭和 58 年京都大学工学部数理工学科卒業。昭和 60 年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話 (株) 入社。平成 1 ~ 2 年米国スタンフォード大学計算機科学科ロボティックス研究所客員研究員。現在、NTT コミュニケーション科学基礎研究所に所属。