HyperCampus: モーバイルシステムによるキャンパス情報案内*

長尾 確
ソニーコンピュータサイエンス研究所
nagao@csl.sony.co.jp

早川 由紀
慶應義塾大学 大学院 政策 ・メディア研究科
snow@sfc.keio.ac.jp

概要

われわれは、大学内の設備や研究活動をユーザーの位置と興味に応じて紹介するシステムの開発を通じて、実世界と情報世界の関わり、情報システムの個人化、そして、携帯型システムにおける効果的な情報提示の仕方などについての研究を行なっている。試作しているキャンパスナビゲーションシステムは、GPS (Global Positioning System) や赤外線による位置 ID の利用により、モーバイルシステムが、ユーザーの現在位置を認識し、時間やそのユーザー個人に依存した情報を提供し、大学の活動や環境に関するユーザーの理解を深め、大学内におけるユーザーの活動を促進しようとするものである。

1 はじめに

人間の生活する物理的世界と、インターネット上に実現される情報世界とをシームレスに連結し、われわれの日常生活をより情報的に豊かにし、活動を促進するシステムの研究が盛んに行なわれるようになってきた。これは、いわゆる拡張現実感 (augmented reality) と呼ばれている研究領域で、実世界の状況と情報世界をいかに関連付けるかという問題や、個人の嗜好や興味をいかに獲得し、その人間の日常的活動をサポートするかという重要な問題について議論されている [6]。

われわれは、拡張現実感を実現する一つの例として、大学内の設備や研究活動をユーザーの位置と興味に応じて紹介するモーバイルシステムの開発を行なっている。そして、このシステムの実現を通じて、実世界と情報世界の関わり、情報システムの個人化、そして、携帯型システムにおける効果的な情報提示の仕方などについての研究を行なっている。つまり、本研究の主要なテーマは、以下の 3 つである。

1. キャンパスという実環境と電子メディア情報の関連付け
2. 個人の興味や関心の推定とそれに基づく情報案内
3. 携帯型という限定された条件での効果的な情報表示

1. は、拡張現実感の主要なテーマであり、本研究では、キャンパスナビゲーションという具体的なタスクを与えることによって、拡張現実感という考えをより深く詳細に検討し、問題点を洗い出すことを試みている。

2. は、情報システムの個人化という、個人情報の獲得とその利用に関するテーマの一部である。ここでは、比較的獲得しやすく、単純なメカニズムで自動的な調節が可能なレベルの情報に基づいて個人化を行なう手法を提案する。

まず個人の所属や興味のあるテーマなどを自己申告してもらい、簡単な分類を行なった後、移動した場所やアクセスした情報に基づいて、より細かく興味の推定を行なう。提示すべき情報は、推定された興味との適合度に応じて選択される。

3. は、最近のモーバイルコンピュータ技術の発達によって、小型で高性能の携帯システムが利用できることになったことが背景となり、これまでのデスクトップシステムとは異なる、携帯型にふさわしい情報表示のやり方を考えようということ

*HyperCampus: A Mobile Campus Navigation and Guidance System by Katashi Nagao (Sony Computer Science Laboratory) and Yuki Hayakawa (Keio University)

図 1: システムの使用風景 (屋外)

である。たとえば、図と音声出力を効果的に使うやり方が考えられる。

また、音声入力や動画表示などは、携帯型システムの持つリソース (処理速度、記憶容量など) があまり十分でないため、非常に限定的にしか用いることができない。しかしながら、本研究において、携帯型であることは本質的な意味を持つため、それに適した情報表示のやり方を工夫する。

2 HyperCampus: キャンパスナビゲーションシステム

われわれが試作しているキャンパスナビゲーションシステムは、GPS (Global Positioning System) や赤外線によるビーコンの利用により、ユーザーの現在位置を認識し、さらに時間やそのユーザー個人に依存した情報を提供し、大学の活動や環境に関する興味と理解を深めようとするものである。

図 1は屋外でのシステムの使用風景を示している。

関連する研究に Sony CSL のウォークナビ [7] や Georgia Tech の CyberGuide[3] がある。しかし、いずれのシステムにも個人化という視点が欠けている。本研究では、情報システムが、物理的環境と連動していることだけでなく、ユーザー個人にも依存するように設計されている。

キャンパス案内のコンテンツ、個人情報の登録システムなどは、HTML や Java など WWW 用のツールを使って作成している。このコンテンツは以下のものから成る。

1. 建物情報。たとえば、外観イメージ、フロアープラン、活動概要など。
2. 室内情報。たとえば、活動風景、イベントスケジュール、研究室紹介など。
3. ユーザーの行動履歴。訪問した場所とアクセスした情報 (の識別子) を時間順に並べたもの。
4. その他大学関連情報。これは状況に関わらず自由に呼び出せる。

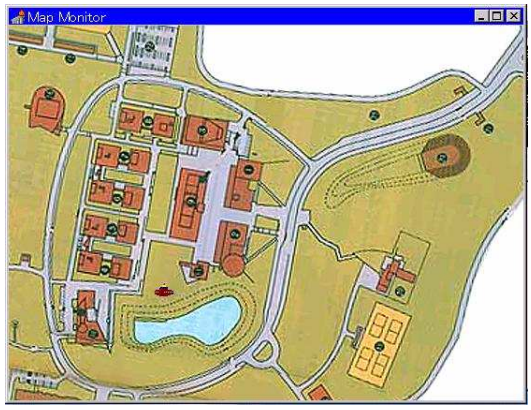

図 2: 地図と現在位置

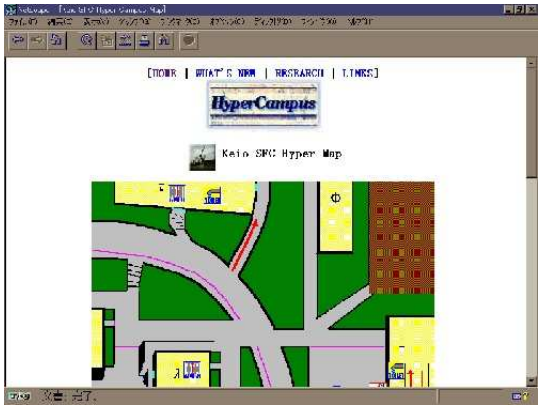

図 3: 位置に関連した情報の例

われわれのシステムでは、ユーザーの現在位置を示すために、上が北を向いたキャンパス地図を表示し、GPS から得られた位置情報を基に、地図上の位置を計算して表示する (図 2)。また、地図上の領域と Web ページの URL との関連付けを行ない、現在位置と連動してページが表示されるようになっている (図 3)。

さらに、大学内のいくつかの部屋の入口に赤外線リモコンを取り付けておき、ドアの開閉に応じて、リモコンのスイッチがオンオフされるようにしておく。赤外線信号は部屋の ID を表しており、GPS と同様に、部屋 ID と Web ページの表示が

図 4: システムの使用風景 (屋内)

図 5: 部屋に関連した情報の例

連動する仕組みを開発した。これらの位置認識システムは、現在時刻を参照するようになっており、位置が同じでも時間によって異なる情報内容を表示するようにしている。これは、たとえば、同じ教室が時間によって異なる目的 (つまり、異なる講義) のために使われるためである。もちろん、その場所の異なる時間帯に関する情報もユーザーの要求に従って提供することができる。

図 4はシステムの建物内で使用している風景を、図 4はある部屋に入ったときに自動的に表示される情報の例を示している。

情報内容を実世界の状況と密接に関連付けるために、ユーザーのいる場面と次の行動を想定してその状況に合った情報内容を提示するようなシナリオを前もって用意しておく。ただし、その状況で、ユーザーが行なう細かいインタラクションのすべてを予測することは不可能だから、ある程度の柔軟性をもたせて、予測がはずれた場合もすぐにもとにもどってやりなおせるような、ユーザーの混乱を増長しないような工夫を加えておく。

また、携帯型システムによる情報表示に関して考えなければならない点は、小さいディスプレイで見ても内容がわかること、テキストや画像以外のディスプレイに依存しない表示手段を合わせ持つこと、などである。特に、屋外での液晶ディスプレイは視認性があまり良くないので、たとえば、単純な図形や音声などを用いて、効果的にユーザーへの情報提供を行なう必要がある。

3 個人化とその応用

システムを特定の個人に適応させることを個人化 (personalization) と言う。ここでは、あらかじめ各々のユーザーのプロファイル情報をユーザー ID と共に与えておき、使用する時点でユーザーを指定してシステムを適応させ、さらに動的な学習によって、よりきめ細かく適応させることにする。この場合の個人情報は、所属学科、履修科目、興味のある研究テーマなどである。

まず、最初に与えられたプロファイル情報に基づいて、ユーザーのどのような特性が導き出せるかを検討して仮説を立て、その特性と表示すべき情報との関連性を考慮して、ナビゲーションのシナリオに組み入れる。

たとえば、次のようなシナリオが考えられる。システムは個人を特定した段階で、履修情報を用いた個人依存の講義室情報を作り出して、ナビゲーションにおいて利用する。たとえば、ユーザーである学生がある時間に出席すべき授業を決定し、その講義室へ案内する。この場合、講義室の変更などの動的な情報の変化を考慮し、その時点で常に確認をしながらユーザーに必要な情報を提示する。さらに、ある講義室を訪問すると、その個人の興味に応じて、そこでの授業の概要やスケジュールなどを自動的に表示することもできる。

さらに、図書館内において、ある本棚の近くいるときに、「ここにあなたの探している本があります」とか、「あなたの興味に近い新刊が届いています」といった具合に案内することもできるだろう。これは、WWW 上の情報サービスにもある、情報内容が更新されると、登録しているユーザーに知らせてくれる仕組みを、キャンパスナビゲーションシステムに導入したものである。

各研究室の紹介も、大学案内における重要なタスクである。そこで、ユーザーの興味に関係した研究室を選択し、研究内容を紹介するとともに、

その研究室の場所まで案内する。また、研究内容の関連性に基づいて、複数の研究室間を興味の度合や現在位置からの距離を考慮して、順番に案内していくこともできる。

また、携帯型という条件を利用した次のようなシナリオも考えている。ユーザーがある一定時間以上、場所を移動せず、また情報もアクセスしていないときは休憩しているか、ぼーっとしているだろうと判断して、その場所と時間に依存した情報を個人の興味にあわせて、自動的に気が付かないうちに表示して、ユーザーがさらなる関心を持つことを期待する。

あるいは、近くにいる友人に関する情報を提示する。たとえば、X さんは現在、大学棟オミクロンの近くにいて、一方ネットワーク上で Y さんがオミクロンのマシンを使っていることと、X さんと Y さんが親しい友人であるという情報から、近く (具体的にはオミクロン棟の研究室 A) に Y さんがいることを X さんに知らせる、というものである。また、同じ空間を共有する仲間にメッセージを伝え合うために、場所に連動した Web ページにコメントを入力するフォームを用意して、さらに書き手が読み手の指定 (ユーザー ID あるいはグループ ID を明記する) を行なえるようにする。これは、時間的に同期していなくても、対面のときのように周囲の物理的状況に関して指示的に言及できるという点において、電子メールなどより優れていると言えるだろう。

さらに、Rank Xerox のアクティブバッチ [4] や Forget-me-not[2] と同様に、特定の場所で行なった行為、考えたこと、得た情報などを時間と位置に結び付けて記憶し、一種のブックマークのようにデータベース化する仕組みについても考察している。この場合、テキストやイメージなどの入力手段を持たなければならない。テキストに関しては、キーボードの他に、手書き入力、音声入力などが考えられ、イメージの入力にはデジタルカメラの利用が考えられる。いずれにしても、人間がそれほど負担を感じないで情報を入力できる仕組みを考えるべきである。

4 実装

このシステムは、携帯型 PC に PHS を接続して、データ通信を行ない、GPS や赤外線信号を利用して位置を認識し、その位置と時間、さらに個人に依存した情報を WWW から獲得して表示するように作られている。

4.1 状況依存性

ここでの状況とは、位置と時間、さらにその個人の行動履歴である。ユーザーが屋外にいるときは、GPS によって得られた現在位置の緯度/経度とキャンパス地図の 4 隅の緯度/経度から、地図内での位置座標を計算し、表示する。また、キャンパス地図のさまざまな領域には、Web ページが割り当てられており、ユーザーがその領域に相当する場所に到達すると、自動的に対応する Web ページがアクセスされるようになっている。それらの Web ページには、個人と時間に応じて表示内容を変えるようにプログラムされた JavaScript が添付されており、あらかじめ Cookie(後述) に登録されたユーザー ID や所属学科などのプロファイルデータと時間を参照するようになっている。

ユーザーが建物内に入ったときは、それぞれの部屋の入口に備えられた赤外線発信器からのビーコンを受信して、システムはその位置を知ることができる。これも同様に、位置を表す ID と Web ページが関連付けられており、JavaScript により、個人と時間に応じた内容が表示されるようになっている。

行動履歴は、主にユーザーの記憶の補助として用いられるが、システムがナビゲーションのシナリオを変更する手がかりとしても利用する。たとえば、ユーザーがある講義室に行く前に必ず立ち寄る部屋があることが確認されれば、システムは、ユーザーがその講義室に行く必要がある場合には、その立ち寄る部屋の情報についても知らせようと試みるだろう。これは、ナビゲーションを行なう場合は、常にそのユーザー向けのシナリオを参照するように設計することによって実現される。

4.2 個人適応性

ユーザーの登録のためのフォームを WWW 上に用意しておき、携帯システムからそのフォームを入力することによって、システムの個人化を開始する。これは、Netscape Navigator に導入された Cookie と呼ばれる個人情報の管理・保存システムを利用している。フォームから入力されたユー

ザーの学科、関心のあるテーマなどを記述したプロファイルデータはCookieによってローカルファイルに保存され、Webページをアクセスするときに参照される。

システム主導によって、自動的に情報が提示されるとき以外は、常に学習のプロセスが働いている。つまり、自発的に情報アクセスをしたり、経路ナビゲーションで指定された場所以外に移動したときは、すべてユーザーの興味を反映した行動だとみなして、個人化のてがかりとするのである。

個人化のための学習は、すべてのコンテンツに特徴ベクトルを付随させ、情報をアクセスするごとに、それらの特徴ベクトルを内部に蓄え、やはり特徴ベクトルで表されるユーザーの興味モデルを修正することによって行なわれる。ここでの特徴ベクトルとは、大学情報に関わる概念 (講義、教室、図書館、グラウンドなど) のさまざまな属性 (関連する対象、機能、特性など) を一次元に並べて、0 から 1 の実数値を割り当てたものである。

ユーザーの興味モデルは、プロファイルデータを簡単な手続きで特徴ベクトル化したものを初期値とする。これは、ユーザーの行動 (場所の移動や情報のアクセス) によって、修正されていく。ある情報の特徴ベクトルとユーザーの興味モデルの適合度は両者の内積によって与えられる。

興味モデルの修正は、修正前の興味ベクトルと蓄えられた特徴ベクトルの平均をとることによって行なわれる。これは、興味モデルと情報との適合度をベクトルの内積として定義しているため、蓄えられた特徴ベクトルと興味モデルの平均値を新しい興味モデルとすることによって、ユーザーの行動と興味モデルの適合度を最大化することができるからである。

5　モーバイルエージェントの利用

今後は、より広範な応用を目指してコンテンツやサービスを拡張するとともに、モーバイルエージェント [1] を利用したリモートプログラミングによって、常にネックワークに接続していない場合でも、ネットワーク上のリソースを可能な限り利用してユーザーの活動を支援する仕組みを開発する予定である。

ここで考えているモーバイルエージェントは図6のように実行される。

まず状況認識の機能を持ったモーバイルシステムはカスタマーホストと呼ばれ、ユーザーの個人情報を管理して、その行動を観察するパーソナル・プレースエージェントと呼ばれるエージェントが動作している。このプレースエージェントとは、ジェネラルマジック社の開発したテレスクリプト [5] のプレースにエージェント機能を持たせたものである。したがって、プレースエージェントはモーバイルエージェントと異なり移動はしない。パーソナル ・プレースエージェントは特別なプレースエージェントで、特に個人情報の利用とプライバシー保護の機能を持っている。

このカスタマーホストにエージェンシーホストと呼ばれるサーバーからモーバイルエージェントの利用環境がダウンロードされる。ダウンロードはユーザーが意識することなく自動的に行なわれる。この環境にはサービスホストと呼ばれるリモートサーバーの情報やサービスホストにいるプレースエージェントとのプロトコル情報などが含まれる。ユーザーは要求をパーソナル ・プレースエージェントに伝えると、自動的にモーバイルエージェントが生成され、適切なサービスホストに転送される。モーバイルエージェントは必要に応じて、複数のサービスホスト間を移動する。

作業の終了したモーバイルエージェントは先ほどのエージェンシーホストに集められ、ユーザーのカスタマーホストに送り返される。パーソナル・プレースエージェントはユーザーの状況をうかがい適切なタイミングで、帰還したモーバイルエージェントから得られた情報を提供する。

ここでモーバイルエージェントを使う理由は、そもそも無線ネットワークによる通信が不安定なため、常にネットワークに接続していられないことが挙げられる。そこで、通信状態をユーザーが意識していなくてもよいように工夫する。そのため、従来、サーバーとクライアントのトランザクション処理を行なわなければならない部分を、内部状態と処理手続きを内包したエージェントを移動させて行なわせる。しかし、ユーザーはそのことを意識する必要は無く、プレースエージェントは適切なタイミングでユーザーの要求をモーバイルエージェントに託して転送する。あるエージェントが移動した後にユーザーの要求が変更されたり修正されたりした場合は、その差分を持ったエージェントが以前に転送されたエージェントを追跡

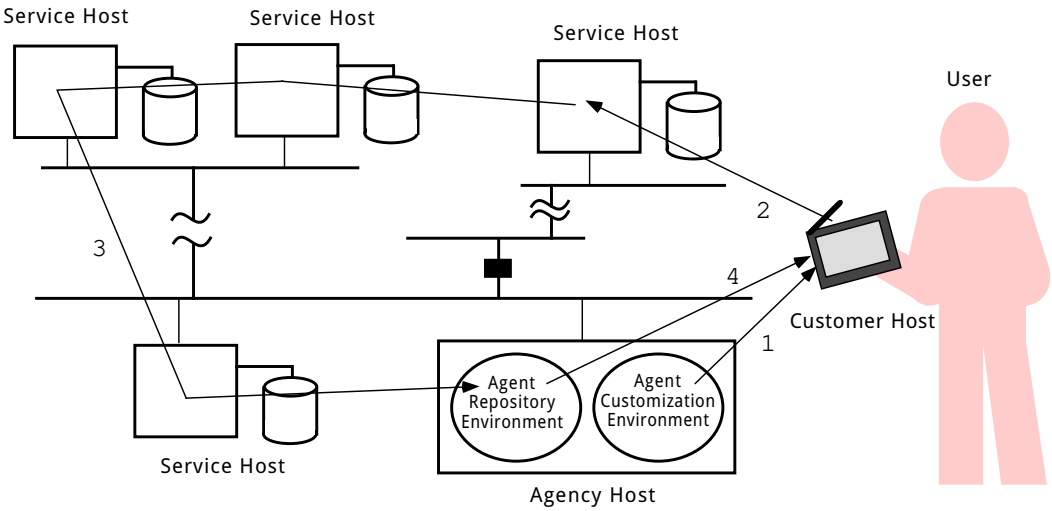

図 6: モーバイルエージェントの実行例

して情報を補足する。

また、モーバイルエージェントを設計の基本に据えることによって、アプリケーションのモデルが簡単になり、コンテンツを拡張しやすくなると思われる。それは、情報を提供する側が常にユーザーを分類してコンテンツを区別するのではなく、ユーザーから派遣されたエージェントとコンテンツ提供側のエージェントのコミュニケーションによって動的に定まるように設計できるため、人間のてまを減らすことができるからである。

6 おわりに

現在のところ、利用可能な GPS の精度の問題で、建物外でのきめ細かなナビゲーションは困難であるため、たとえ、位置認識の精度があまり良くなくても、ユーザーがそれほど困難無く目的に到達できるような仕組みについて考察している。

また、各個人の行動により適した情報を提供するために、実環境の持つさまざまな特徴と人間の行動を決定付けるさまざまな要因を結び付け、さらに個人の動機の違いなどを考慮した行動分析モデルの構築も試みている。

現在、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスにおいて、システムの評価実験を行なおうとしているところである。最初のうちは、キャンパスについてそれほど熟知していない新入生を対象とする。彼 (女) らに一定期間システムを使用してもらい、アンケート形式でシステムの使い勝手やコンテンツに関してフィードバックしていただく予定である。それに基づいて、システムをより詳細に検証することができるだろう。

参考文献

[1] Yasuharu Katsuno, Ken-ichi Murata, and Mario Tokoro. A java front-end approach for programming mobile agents. In *Proceedings of OOPSLA '97 Workshop on Java-based Paradigms for Mobile Agent Facilities*, 1997.

[2] Mik Lamming and Mike Flynn. Forget-me-not: Intimate computing in support of human memory. In *Proceedings of the FRIEND21 International Symposium on Next Generation Human Interface*, 1993.

[3] Sue Long, Dietmar Aust, Gregory D. Abowd, and Chris Atkeson. Cyberguide: Prototyping context-aware mobile applications. In *Proceedings of ACM CHI'96 Project Note*, 1996.

[4] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao, and Jonathan Gibbons. The active badge location system. *ACM Transactions on Information Systems*, Vol. 10, No. 1, pp. 91–102, 1992.

[5] Jim White. The foundation for the electronic marketplace. *General Magic White Paper*, 1994.

[6] 長尾確. エージェント拡張現実感 – エージェントによる実世界と情報世界の統合–. 情報処理, Vol. 38, No. 4, pp. 257–266, 1997.

[7] 長尾確, 暦本純一, 伊藤純一郎, 早川由紀, 八木正紀, 安村通晃. ウォークナビ: ロケーションアウェアなインタラクティブ情報案内システム. 田中二郎 (編), インタラクティブシステムとソフトウェア III, pp. 39–48. 近代科学社, 1995.