

研究会推薦論文

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森 下 健[†] 中 尾 恵[†]
垂 水 浩 幸[†] 上 林 弥 彦[†]

SpaceTag は位置と時間の属性を持ち、特定の場所と特定の時間でのみアクセス可能な仮想オブジェクトである。位置センサと通信装置を備えたモバイル携帯端末を持って街を歩くユーザは、周囲にある SpaceTag のみを見つけることができ、また自分のいる場所にのみ SpaceTag を作成することができる。このように SpaceTag システムは情報が位置依存で提供されることからモバイル情報システムであり、また現実世界に情報を付け加えるので拡張現実感システムでもある。SpaceTag システムは情報へのアクセスを現実世界の位置と時間によって制限するので、WWW などと比較して不便なシステムといえるが、情報にはアクセスが困難だからこそ価値がある場合があると我々は考える。SpaceTag は公共の情報サービスとしての提供が想定され、観光案内、広告、地域掲示板、実世界ゲーム、局所通信などの応用が考えられる。SpaceTag はシンプルな概念であり、現在の技術でも比較的安価に実現が可能である。本論文ではこの SpaceTag プロトタイプシステムの設計と実装について説明する。

Design and Implementation of the SpaceTag Prototype System:
An Object System with Spatio-temporarily Limited AccessKEN MORISHITA,[†] MEGUMI NAKAO,[†] HIROYUKI TARUMI[†]
and YAHIKO KAMBAYASHI[†]

A SpaceTag is a data object with attributes of location and time, which can be accessed only from limited locations and time period. Users of the SpaceTag system walk around in a city with a portable terminal equipped with location sensors and wireless communication device. They can find SpaceTags only around their location. They can also create and put SpaceTags at only their location. It is a mobile information system because information is location-aware, as well as it is an augmented reality system because it attaches information onto the real world. The SpaceTag system restricts the users to access information by their location and time of the real world. Therefore it is a inconvenient system comparing with WWW. However, we insist that information sometimes has its value because it is hard to access. The SpaceTag system can be provided as a public information service that is a common platform for tourist information, advertising, local bulletin board systems, games in the real world, instant communities, etc. SpaceTag is a simple concept, and it can be realized by the present technologies without much cost. This paper describes the design and implementation of the SpaceTag prototype system.

1. はじめに

近年、WWW の普及によって世界中のどこでもいながらにして多種多様で膨大な情報を入手できるようになった。自宅にある情報端末からいろいろな情報が引き出せることは、現実にある時空間の壁を越え情報

にアクセスでき、非常に効率的であり便利といえる。しかし、情報には苦勞して手に入れるからこそ価値がある場合がある。

たとえば、WWW に日本中にある除夜の鐘の音を高音質で録音したデジタルライブラリがあって、いつ

[†] 京都大学大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Kyoto University

本論文の内容は 1999 年 6 月のマルチメディア、分散、協調とモバイル(DICOMO'99)シンポジウムにて報告され、グループウェア研究会主査により情報処理学会論文誌への掲載が推薦された論文である。

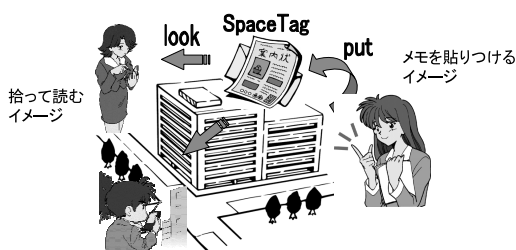


図 1 SpaceTag のイメージ

Fig. 1 Image of SpaceTag.

でもどこでも現実の鐘の音のように聞くことができるとしても、よほど鐘好きの人でもなければあまり価値のあるものではないだろう。しかし、年末大晦日になれば多くの日本人が除夜の鐘を聞きに行くのは、わざわざお寺や神社に足を運び、年に一度しか聞けない鐘の音（音声情報）を楽しむことに意義があるからである。

次に、その時その場所にいない人には意味がない情報というものも存在する。たとえば、行ったこともない遠い土地の交通標識、行く予定のないとなりの県で行われていたスピード違反取締りなどの情報は、ほとんど意味をなさない情報である。これらの情報は WWW には必ずしもなじまないといえる。

また、時空間をインデックスとして利用すれば大量の時間や場所に依存した情報を整理することも可能である。

これらの要求のもと、我々は時空間限定情報を扱うシステム SpaceTag を考案した。本論文では現在開発中の、時間と場所に依存した限定情報を扱うシステム、SpaceTag を紹介し、そのプロトタイプシステムの設計と実装について述べる。

2. SpaceTag とは

2.1 SpaceTag の概要

SpaceTag^{9),10)} は時空間限定でアクセス可能な仮想オブジェクトである。すなわち、特定の場所、特定の時間でのみアクセスできるテキスト、画像、音声、プログラムなどの任意のオブジェクトである。ユーザは位置センサを備えた携帯端末でこれらの情報オブジェクトを参照できる。また、ユーザは携帯端末上で作成した情報オブジェクトをあたかも張り紙を貼るように実空間に添付することもできる。図 1 は SpaceTag のイメージである。

SpaceTag は位置・時間の属性を持っており、その管理はサーバで集中的に行われ、PHS やデジタル波

で通信あるいは放送される。放送された SpaceTag は位置センサを備えたモバイル端末によって受信され、ユーザは現在の位置・時間においてアクセスが許可されているもののみを参照できる。

SpaceTag は、観光案内や広告など、位置に依存した情報の配布に利用できる。この場合、SpaceTag は企業や公的機関によって作成され、SpaceTag サービスプロバイダによってサーバに蓄積・放送される。たとえば次のような懸賞広告があるとする。某コンビニエンスストア系列会社が「ある期間、京都市内のチェーン店の周辺に 100 個の SpaceTag を出現させる」と予告し、この SpaceTag を持ってきた人は景品がもらえるというものである。実際にこのような広告は消費者にとって魅力的なイベントといえるだろうし、主催者もコンテンツをサーバに登録するだけで済むので低コストで行える。また、少しずつ位置を変更しながら放送することにより、SpaceTag をゆっくり移動させることができる。これにより、チンドン屋のような移動広告を作ることにもできる。このほかにも SpaceTag はゲーム、特にオリエンテーリングやアドベンチャーゲームを実世界で行うようなゲーム、などの応用がある。

一般ユーザも SpaceTag を作成することができる。携帯端末上で作成された SpaceTag はサーバに送信される。これはただちに放送され、近くにいる他のユーザに伝わる。このようにすれば張り紙を貼るような不特定多数相手の通信が可能である。SpaceTag は複数の論理的なチャンネルで放送され、応用によって異なるチャンネルを設定し、必要なチャンネルのみ受信可能にすることで情報の氾濫を避ける。

SpaceTag は特定の時間と場所でしかアクセスできないという非効率なメディアなので、効率重視のビジネスへの応用には向いていない。エンターテインメントや広告など、不特定多数の利用者に対し情報のアピールが重要な応用に向いている。

SpaceTag システムはシンプルな概念であり、既存のデジタル放送や PHS 網などを使って比較的安価に公共サービスとして実現できる。現在の位置センサは、PHS の場合数百メートル、GPS の場合は方式により数センチ～数十メートル程度の誤差がある。誤差の大きい場合、現在位置付近に関する情報を提供できる程度であり、たとえば、店の 1 つ 1 つに SpaceTag によって説明を加えることはできない。しかし、将来誤差が数センチメートル程度の精度の高い小さい位置センサが安価に製造されるようになれば、応用範囲が格段に広がる。しかも、旧システムで作成されたコンテ

表 1 他の情報システムとの比較
Table 1 Comparison with other information systems.

	位置依存性	位置限定性	時間依存・限定性	双方向性
NaviCam	ない	—	ない	ない
Augmentable Reality	ない	—	ない	ある
Touring Machine	ある	ない	ない	ない
駅前探検倶楽部	ある	ない	ない	ない
ここのネット	ある	ない	ない	ない
DDI 位置情報 コンテンツサービス	ある	ある	ない	ない
Locatio	ある	ない	ない	ある
ATR 展示ガイドシステム	ある	ある	ない	ある
SpaceTag	ある	ある	ある	ある

ンツも利用できる。この、技術の進歩とともに旧システムと互換性を保ちつつ性能を向上させることが可能であることは、SpaceTag システムの大きな特徴といえる。

2.2 他のシステムとの比較

表 1 は、SpaceTag システムと他の情報システムを比較した表である。この表の各列は次のような意味である。

- 位置依存性 情報オブジェクトが位置に関連して提示される。
- 位置限定性 実際に限定された位置に行かなければ見ることができない。
- 時間依存・限定性 情報オブジェクトが時間に関連して変化したり、見ることができなくなる。
- 双方向性 ユーザが自由にメッセージを作成して残せる。

多くの拡張現実感 (Augmented Reality) システム、NaviCam⁷⁾、Augment-able Reality⁶⁾ など実世界オブジェクトに情報を付加するのに対して、SpaceTag や Touring Machine⁴⁾ は実世界に時空間で仮想オブジェクトを重ねているだけである。これを我々は重畳仮想 (Overlaid Virtual) システムと呼んでいる。SpaceTag では移動する実世界オブジェクトに情報を付加することは基本的にできない。たとえば、移動している自動車に情報を添付することはできない。この実世界オブジェクトとのリンクがないのは、SpaceTag の欠点でもあるが利点でもある。SpaceTag システムでは実世界オブジェクトの管理が不要であり、SpaceTag を座標のみで管理する。これによりシステムがシンプルになり、安価に実現が可能である。

東芝の駅前探検倶楽部¹¹⁾ は、駅周辺のスポットや口コミ情報などを WWW で検索することができ、NTT のここのネット⁵⁾ は、緯度経度などの位置情報から周辺地図や周囲の Web サイトを検索できる。EPSON

の Locatio³⁾ は現在位置周辺の情報を検索したり、現在位置にメモを残したりすることができるシステムである。ATR の展示ガイドシステム⁸⁾ では、見学者が見学中に音声メッセージを残し、他の見学者と非同期的に位置に応じたメッセージのやりとりができる。

DDI ポケットの「位置情報コンテンツサービス」²⁾ は、2000 年 1 月に公表されたもので SpaceTag の最初の公表 (1998 年 12 月) より 1 年以上後発である。位置情報をその位置でのみアクセス可能とした限定性については同じで、オリエンテーリングなどのサービスもある。しかし、次の点が SpaceTag とは異なる。

- ユーザはコンテンツをダウンロードできるのみであり、その場所に自由に作成できない。
- コンテンツが位置を移動したり、ユーザがコンテンツを持ち去るという機能を提供していない。
- SpaceTag で導入している aura や nimbus (3.1 節参照) という概念がなく、アクセス可能空間を自由に制御できない。

3. プロトタイプ的设计

このプロトタイプシステムでは、ユーザが SpaceTag に対して行える操作は、作成する、参照する、はがして取得するという 3 つの操作である。

この章では、これらの 3 つの機能を実現する設計について説明する。

3.1 SpaceTag の属性

まず、SpaceTag は次のような属性を持つ。

- ID
SpaceTag を区別するために用いる整数値。機械的に付与する連番でよく、ユーザには見せない。
- データタイプ
SpaceTag コンテンツのデータ型を MIME 形式で表す。テキスト、画像、音楽や音声、URL のようなリンク、プログラムなどがある。

- **aura, nimbus**

SpaceTag にアクセスできる空間を表す．現時点では円形の空間である．これについては後述する．

- **有効時間**

SpaceTag にアクセスできる期間．開始時刻と終了時刻で表される．

- **チャンネル**

SpaceTag が放送される論理的なチャンネル．受信・参照したいチャンネルをユーザが選択することによって，情報の氾濫を避ける．

- **個数**

あるユーザが SpaceTag をはがして持ち去ると個数が減少する．個数が 0 になれば，その SpaceTag は消滅したことになる．

aura, nimbus とは Benford¹⁾ が提唱している仮想世界におけるアウェアネスモデルの一部である．このアウェアネスモデルは次のようなものである．個々のオブジェクトはそれぞれ，aura, nimbus, focus という 3 つの部分空間を持っている．この 3 つの空間は次のような意味を持つ．

- 2 つのオブジェクトの aura が衝突すれば，そのオブジェクトどうしは相互作用を行うことができる．
- オブジェクト A の nimbus にオブジェクト B が近づけば近づくほど，B は A をよく観察できる．
- オブジェクト B の focus にオブジェクト A が近づけば近づくほど，B は A をよく観察できる．

このプロトタイプでは，SpaceTag は aura と nimbus ($aura \supseteq nimbus$) を持ち，ユーザは aura のみを持つとする．そして，ユーザが SpaceTag を認識する次の 3 つのレベルを設定する．

- (1) SpaceTag とユーザの aura がまったく重なっていないときは，ユーザは SpaceTag の位置や存在を知ることができず，当然アクセスも不可能である．
- (2) SpaceTag とユーザの aura が衝突すると互いに相互作用を行うことが可能になる，つまりこの場合ユーザが SpaceTag の位置や存在のみを知ることができる．この段階では，SpaceTag の内容にアクセスすることはできない．
- (3) ユーザが SpaceTag の nimbus に入れば，ユーザはその SpaceTag の内容にアクセスすることが可能になる．

(1), (2) のレベルではユーザは SpaceTag にアクセスすることができず，(3) のレベルにおいてのみ SpaceTag にアクセスを可能にすることによって，位置限定性を実現する．SpaceTag の位置や存在のみを

表 2 アクセス権限
Table 2 Access rights.

	現場で操作	遠隔で操作	削除
契約団体	○	○	どこからでも
一般ユーザ	○	×	どこからでも

知ることができるというレベル (2) は，ユーザの興味を引き，実際に移動させることを目的としたものである．

Benford¹⁾ のモデルには focus の概念もあり，focus の概念を導入することで，ユーザによって SpaceTag の見え方が変化するということも可能になるが，その機能を利用する応用が今のところないため，今回採用したアウェアネスモデルでは，focus の概念を用いていない．また，nimbus や focus が位置の関数としてアナログ的な値をとることによって，SpaceTag の近くにいればはっきりと見え，遠くにいればぼんやりとしか見えないなどの応用も可能になる．これらは現段階では実現されていないが，今後導入していく予定である．

3.2 SpaceTag システムの構成

SpaceTag システムはクライアントとサーバから構成される．現在のプロトタイプシステムを図 2 に示す．クライアント端末で GUI を提供するのにノート PC，位置センサとして GPS，通信装置として PHS を用い PPP 接続でサーバと通信をしている．サーバはデータベースに Oracle 8 を用いており，大学の研究室の Windows NT (PentiumII, 333 MHz) で運用している．

3.3 サーバの設計

サーバは SpaceTag を送受信するための通信装置と SpaceTag を一括して管理するためのデータベースから構成される．データベースは，SpaceTag の属性と位置情報をもとにアクセス可能な SpaceTag を検索できればよいので，通常の関係データベースを用いて実現できる．

サーバやデータベースは公的機関や広告代理店などのサービスプロバイダが管理することになる．SpaceTag の生成，変更や削除などには次の 2 つの場合が考えられる．この 2 つの関係を表 2 に示す．

(1) 契約団体によるもの

広告や観光案内などの SpaceTag は，プロバイダと契約した団体によって作成される．この契約団体には，専用の放送チャンネルが割り当てられ，専用チャンネルの中では場所や時間に関係なく自由に SpaceTag の作成や変更が可能であり，他の一般ユーザによる作成

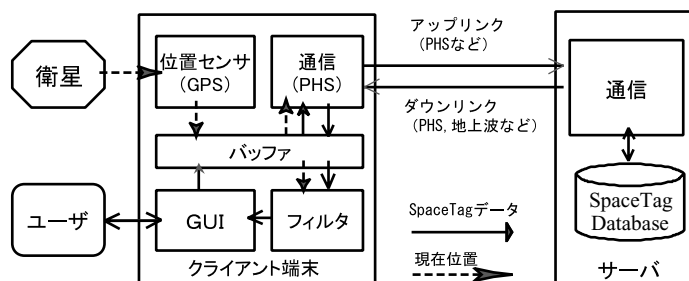


図 2 SpaceTag システム
Fig. 2 SpaceTag system.

や変更を禁止することができる。

(2) 一般ユーザによるもの

一般ユーザは、現場においてのみ SpaceTag の作成、参照、取得などの操作が可能である。なお、一般ユーザが SpaceTag を作成し張り付ける場合、その場に行かず遠隔地から行うことは禁止する。これは、公共サービスとして行う以上、spam 的にあちこちに宣伝や中傷の SpaceTag を張るという行為が考えられるからである。

同様に、SpaceTag をその場に行かず遠隔地から参照、取得する機能も一般ユーザには禁止する。もし可能にするとそのような行為が横行し、時空間限定のコンセプトが意味をなさなくなるからである。遠隔地からもアクセス可能にしたいデータは WWW に置き、その URL を SpaceTag とするのはかまわない。このようにして WWW との役割分担を行う。

しかし、削除に関しては上述のような問題もないので、一般ユーザでも自分で作成した SpaceTag ならば特別にどこからでも削除できるものとする。

3.4 クライアントの設計

クライアント端末は位置センサ、通信装置、GUI、フィルタ、バッファという 5 つの構成要素からなる。クライアント端末は、SpaceTag の登録、アクセス可能な SpaceTag の表示、SpaceTag をはがす機能が必要である。これらの機能は次のようにして実現される。

(1) SpaceTag の作成

クライアント端末はユーザが SpaceTag を作成するとき、その作業をサポートしサーバにデータを送信する。この場合、ユーザから GUI を通して SpaceTag として登録予定のデータとその属性が入力されるが、これらのデータは GPS から取得したユーザの現在地、時刻とともに一時バッファに保存される。そして、通信部を通して各データはまとめてサーバにアップロードされる。このとき、データの流れは図 3 のようになる。

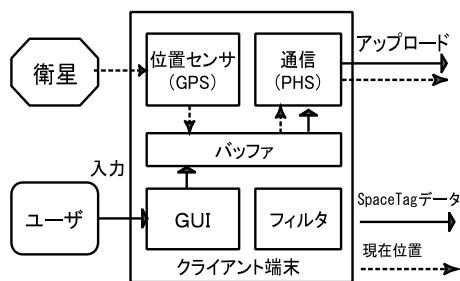


図 3 SpaceTag の作成
Fig. 3 Creation of SpaceTags.

(2) SpaceTag の参照

SpaceTag データはサーバで一括管理しているので、ユーザが周囲の SpaceTag を参照するためには、まずサーバから SpaceTag をダウンロードする必要がある。クライアント端末はつねに現在時刻とユーザの現在位置を取得しており、SpaceTag をダウンロードするときに、ユーザが選択しているチャンネルと現在位置をサーバに送信する。サーバでは位置、時間、チャンネルによって SpaceTag を検索し、クライアント端末に送信する。具体的には、次の条件をすべて満たす SpaceTag を送信する。

- ユーザの aura 空間と重なる aura 空間を持つ。
- 現在時刻がその SpaceTag の有効期間内である。
- ユーザが選択したチャンネルである。
- 個数が 0 でない。

そして、サーバから送られてきた SpaceTag はいったんバッファにすべて蓄えられる。その後、現在の時間と場所においてアクセス可能で、ユーザが選択したチャンネルに属する SpaceTag を表示する。このときのクライアント内のデータの流れを図 4 に示す。

(3) SpaceTag をはがして取得

本プロトタイプでは、ユーザは SpaceTag をはがして取得するという操作が可能である。このはがす操作は参照とは若干異なるもので、ユーザがはがして取得し

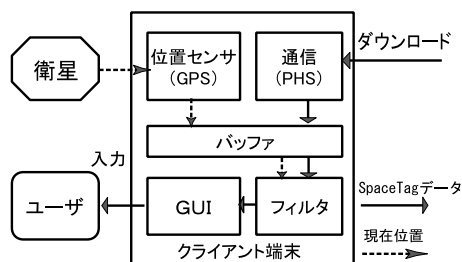


図 4 SpaceTag の参照
Fig. 4 Access to SpaceTags.

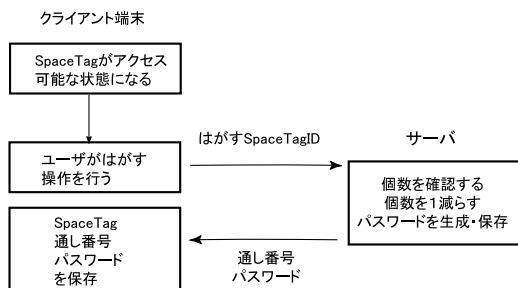


図 5 SpaceTag をはがす
Fig. 5 Taking SpaceTags.

た SpaceTag は携帯端末上のローカルな SpaceTag になり、その取得した SpaceTag はいつでもどこでも見ることができ、SpaceTag としてもう一度空間に貼ることができる。はがされたサーバ上の SpaceTag は個数が減少し、個数が 0 になれば、その SpaceTag は消滅したことになる。

ユーザが SpaceTag をはがすためには、その SpaceTag にアクセス可能な範囲にユーザが位置しなければならない。このときユーザがアクセス可能な位置にいれば、その SpaceTag データ自体はすでにクライアント端末に蓄積されている。そして、ユーザがその SpaceTag をはがして取得しようとする、クライアント端末はサーバに個数の確認を行う。個数が 0 でなければ、はがす操作は許可され、その SpaceTag データはクライアント端末に保存される。同時に、はがす操作を行う際その SpaceTag に対して通算何回のはがす操作が行われたかという通し番号とパスワードをサーバに記録しておき、ユーザは取得した SpaceTag とともにこれらのデータも保存する。クライアント端末に保存される SpaceTag は、SpaceTag の ID とこの通し番号によって唯一の SpaceTag となる。このときの流れを図 5 に示す。

時空間限定ではなくなっている、厳密には SpaceTag ではないが、本論文では、説明の都合上 SpaceTag に由来するローカルデータを含めて SpaceTag と呼ぶことにする。

存在はわかるがアクセス不可能な SpaceTag



アクセス可能な SpaceTag ユーザの現在位置

図 6 クライアント画面
Fig. 6 User interface of our prototype.

これらの機能によって懸賞などの応用も可能となる。懸賞などでは取得した SpaceTag を複製されるおそれもあるので、はがす操作を行う際に通し番号とともにパスワードを付与する。懸賞応募の際には、ユーザはこのパスワードを用いる。主催者はパスワードが正しいか、また重複はないかチェックすることで、その応募が正規のものであるか確認することができる。

4. プロトタイプの実装

4.1 サーバの実装

サーバのデータベースには Oracle 8 を使用している。したがって、SpaceTag の作成や参照は通常の SQL で簡単に実現できる。また、はがす機能を実現するために個数を管理したり、パスワードを生成する必要があるが、これは Oracle がサポートしている言語である PL/SQL を用いて実現することができる。

4.2 クライアントの実装

サーバとの通信は、PHS による PPP 接続で行う。位置センサとして GPS を使用し、「アルプス社のディファレンシャル GPS (DGPS) 補正情報の公開実験」から提供されているディファレンシャル補正情報によってディファレンシャルを行い、位置精度の向上を図っている。

図 6 は現在我々が開発中のクライアント画面である。

GPS から得た位置情報をもとに、ユーザの現在位置がビューの中央になるように周辺地図を表示し、その中央にユーザを表すアイコンを表示する。ユーザの周囲に SpaceTag が存在する場合、その SpaceTag データはすでにサーバからダウンロードされバッファに格納されているので、この中から位置、時間、チャンネルによるフィルタリングを行い、ユーザが認識できる SpaceTag をアイコン風のイメージとして配置する。アクセス可能な SpaceTag を普通のアイコンで表し、位置や存在は分かるがアクセス不可能な SpaceTag を「？」のアイコンで表している。アクセス可能な SpaceTag のアイコンにマウスポインタを移動させると、その SpaceTag のタイトルがアイコンの下に表示され、どのような内容であるか推察することができる。ユーザが SpaceTag を参照するには、このアイコンをダブルクリックする。すると外部アプリケーションが起動され、内容を閲覧できる。

ダウンロードするチャンネルの選択はダイアログで行う。さらに、メニューなどから 1 つもしくは複数のチャンネルを選択することによって、実際にビューに表示する SpaceTag を即座に切り替えることができる。

SpaceTag を作成する操作は、目的のファイルを図 6 のウィンドウにドラッグ＆ドロップすることで行うことができる。端末は必要な属性を取得・設定した後、作成した SpaceTag をサーバにアップロードする。

SpaceTag をはがす操作は、はがしたいアイコンを右クリックしメニューから「はがす」を選択する。もし、それが最初から属性としてはがせないと設定されている SpaceTag ならば、メニューの「はがす」という項目が使用できないようになっている。はがす操作を行うとサーバにその要求を送信し、はがすことが許可されれば通し番号やパスワードがサーバから送られてくるので、SpaceTag データとともにそれらをローカルディスクに保存する。はがした SpaceTag はその後いつでも、取得済 SpaceTag を管理する Window から参照したり、改めて SpaceTag として作成することができる。

5. プロトタイプシステムの評価

今回実装したプロトタイプを実際に野外で使用した。ノート PC、GPS、PHS で構成される SpaceTag クライアント端末 (図 7) は、明らかに携帯性が良いとはいえないが、専用のハードウェアを作れば Locatio³⁾ [81.5(W) × 172.0(D) × 27.5(H)mm, 300g 弱] 程度のサイズにすることも可能である。

今回は実装した SpaceTag 端末の位置精度、通信速



図 7 プロトタイプで使用したクライアント
Fig. 7 A client prototype.



図 8 位置精度の評価
Fig. 8 Evaluation of positional precision.

度についてテストした。

5.1 位置精度

図 8 は大学構内を徒歩で移動したときの、実際に通った道筋と位置センサが示した軌跡を表したものである。PHS による PPP 接続を通してディファレンシャル補正情報を入手し、GPS にディファレンシャル補正を行わせることによって、測定の開始と終了の付近では、位置測定誤差がほぼ 10 メートル以内におさまっていることが分かる。途中で比較的大きな測位のばらつきが見られるのは、およそ 1 分ほど PHS による通信が途切れたため DGPS 測定が不可能になったからである。全体として誤差は 30 メートル程度に抑えられており、これはおおまかな観光案内や広告、オリエンテーリングを行うことが可能な値であろう。しかし、木の 1 本 1 本に説明を加えたり、詳細な道案内を行うには不十分である。地下や電波が受信しにくいところでは位置が測定できなかったり、急に誤差が大

きくなったりする問題もある。これは、現状では解決しにくい問題であるが、たとえば、将来街のいたるところに一定の位置情報を提供する発信器などが整備されれば改善されるだろう。

なお、この測定は2000年1月に行ったもので、2000年5月以降GPSの精度が米国政府の措置により向上している。

5.2 通信速度

今回通信には32kbpsのPHSを用いた。通信時間を測定した結果、jpeg画像、テキストデータなど様々な形式のデータ合計300KBをダウンロードするのに平均約70秒ほど要した。アップロードもほぼ同じくらいの時間がかかった。通信はバックグラウンドで行われ、これらのデータはユーザが知らない間にダウンロードされ、ダウンロードされた時点でユーザに知られるので、実際に遅いと感じることは少ないだろう。ただし、サーバにSpaceTagを登録するときは、その間はダウンロードが不可能になり、不便に感じることもあるかもしれない。

現在PHSを利用するので回線を常時接続しなければならないという問題があるが、PHS会社の協力があれば無料でSpaceTagのインデックスのみを送信し、コンテンツ本体をダウンロードしない限り料金がからないようにすることも可能であろう。また、SpaceTagは広告に向いているので、広告とタイアップして料金を下げることができる。

コンテンツのダウンロードを地上波デジタル放送で行うことも考えられる。仮に10Mbpsの帯域をデジタル放送で確保した場合、1KBの小さなテキストSpaceTagを1分間に6万個送信することができる。ただし、放送の場合広範囲に同じデータを流す必要がある。また、画像などの大きいデータはインデックスのみ放送し、コンテンツ本体は別系統（たとえばhttp）にてオンデマンドで送信する方法も考えられる。

無線通信の速度は今後ますます向上していくと考えられ、将来は動画などもSpaceTagとして扱えるようになるだろう。たとえば、IMT-2000は384kbps～2Mbps程度の通信が可能で、これを利用すれば300KBのデータを384kbpsで通信するとしても約7秒、2Mbpsなら約1秒で送受信が可能になる。

6. おわりに

本論文では、SpaceTagのプロトタイプシステムの設計と実装について説明した。本論文で説明したSpaceTagに対して可能な操作は、作成する、参照する、はがして取得するの3つである。

今後、本プロトタイプシステムの拡張として次のようなものがあげられる。

- 移動するSpaceTagが作成できるようにする
サーバにあるSpaceTagの位置データを一定時間ごとに変更することにより、移動するSpaceTagを表現することが可能である。この応用に移動広告などが考えられる。移動広告をするコンテンツとしては、かわいらしいマルチメディアキャラクタなどが適している。映画やサッカーワールドカップなどのスポーツ大会のマスコットに街中を移動させる。これらのキャラクタに割引券などを配らせることも可能である！いつ、どこに現れた」という情報が噂になり宣伝効果が期待できる。また、移動することによってゲームでの応用範囲も広がるのが期待できる。

- 能動的なSpaceTagを扱えるようにする
能動的なSpaceTagとは、自律的に移動したり、他のSpaceTagとの相互作用やユーザとの相互作用によって、様々な動作を行うSpaceTagである。SpaceTagの特徴の1つとして、過去のシステムとの互換性を維持しつつ、位置精度や通信帯域を徐々に向上させることが可能な点がある。すなわち、将来的には非常に高い位置精度でマルチメディアデータを現実世界と重ね合わせることができると期待できる。また、位置だけでなく向き（orientation）の属性も持たせることもできるであろう。この段階になると、SpaceTagは仮想生物への応用も可能な程度に現実感のあるオブジェクトになる。そのようなときに、人間やSpaceTagどうしのインタラクションを行う機能を能動的なSpaceTagによって提供する。

これらの拡張によって、動的なSpaceTagを扱えるようになり応用範囲が広がる。現在、我々はこれらの機能とその応用アプリケーションを実装中である。

参考文献

- 1) Benford, S.: A Spatial Model of Interaction in Large Virtual Environments, *Proc. 3rd European Conference on Computer Supported Cooperative Work (ECSCW)* (1993).
- 2) DDIポケット：位置情報コンテンツサービス。
<http://www.ddipocket.co.jp/>, 2000年1月11日公表。
- 3) EPSON: Locatio.
<http://www.i-love-epson.co.jp/locatio/>
- 4) Feiner, S., et al.: A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment, *Proc. IEEE International Symposium on Wearable Computing '97*, pp.74-81 (1997).

- 5) NTT : ここのネット . <http://www.kokono.net/>
- 6) Rekimoto, J., et al.: Augment-able Reality: Situated Communication through Physical and Digital Spaces, *Proc. IEEE International Symposium on Wearable Computing '98*, pp.68-75 (1998).
- 7) Rekimoto, J. and Nagao, K.: The World through the Computer, Computer Augmented Interaction with Real World Environments, *Proc. ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp.29-36 (1995).
- 8) 角, 間瀬: コミュニティの知識メディアとしての展示ガイドシステム, 人工知能学会知識ベースシステム研究会 (第 43 回), pp.75-80 (1999).
- 9) 垂水, 森下, 中尾, 上林: 時空間限定型オブジェクトシステム: SpaceTag, インタラクティブシステムとソフトウェア VI, pp.1-10, 近代科学社 (1998).
- 10) Tarumi, H., Morishita, K. and Kambayashi, Y.: SpaceTag: An Overlaid Virtual System and its Application, *Proc. International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS'99)*, pp.207-212 (1999).
- 11) 東芝: 駅前探検倶楽部 .
<http://ekimae.toshiba.co.jp/>

(平成 12 年 1 月 29 日受付)
(平成 12 年 7 月 5 日採録)

推 薦 文

本論文は現実世界の位置・時間に依存した情報オブジェクトを不特定多数のモバイルユーザが作成でき、共有するプロトタイプシステムの実装に関するものである。WWW などとは逆に、情報へのアクセスを位置・時間によって制限を設けているのが特徴でその事により、特定の位置・時間において価値のある情報を扱う応用や、情報が入手困難になることによって広告・エンターテイメント方面への応用が有望である。本システムは構成がシンプルでありながら、将来的な実現性が高く、想定される応用分野や拡張性も大きく、高く評価できる。

(グループウェア研究会主査 岡田謙一)



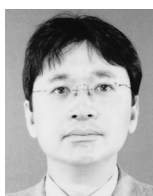
森下 健 (学生会員)

1999 年京都大学工学部情報学科卒業。現在、京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻修士課程 2 回生。



中尾 恵 (学生会員)

1976 年生。1999 年京都大学工学部情報学科卒業。現在、京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻修士課程 2 回生。



垂水 浩幸 (正会員)

1960 年生。1988 年京都大学大学院工学研究科博士後期課程情報工学専攻研究指導認定退学。同年日本電気 (株) 入社。ソフトウェア生産技術開発本部、関西 C & C 研究所に勤務し、最終職位は研究専門課長。1997 年より京都大学助教授 (大学院情報学研究科社会情報工学専攻)。グループウェア等のヒューマンインタフェース、およびソフトウェア工学に興味を持つ。日本ソフトウェア科学会、ACM、IEEE-CS 各会員。工学博士。



上林 弥彦 (正会員)

1965 年京都大学工学部電子工学科卒業。1970 年京都大学大学院博士課程修了。1984 年九州大学工学部教授。1990 年京都大学工学部教授。改組により京都大学大学院情報学研究科教授、現在に至る。この間、カナダ・マツギル大学、クウェート・クウェート大学および中国・武漢大学客員教授。データベース、協調処理等に興味を持つ。情報処理学会理事や ACM 日本支部副支部長等を務めた。電子通信学会米沢賞、日本科学技術情報センター丹羽賞、情報電子通信学会著述賞、ACM SIGMOD 貢献賞。情報処理学会フェロー、電子情報通信学会、ソフトウェア科学会、IEEE、ACM 各会員。