

実世界のモノによるデジタルコンテンツ・ブックマーキングの提案

河原 年彦[†] 服部 峻[†] 中村 聡史[†] アダムヤトフト[†] 田中 克己[†]

[†] 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻 〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町

E-mail: †{kawahara,hattori,nakamura,adam,tanaka}@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

あらまし 本稿では、実世界においてユーザが出会う様々なデジタル情報を、手軽かつ横断的に収集し、管理する仕組みを提案する。我々の提案するブックマークモデルによりユーザは、Web やテレビなどのデジタルな情報を、実世界上のオブジェクト（モノ）で触れるだけでブックマークすることができるようになる。様々なデジタルな情報に対して、モノと時間により横断的に索引付けを行うことで、モノや時間を利用したデジタル情報の管理・閲覧が可能となる。

キーワード ユビキタス・コンテンツ、実世界オブジェクト、ブックマーク、拡張現実

Proposal of Digital Content Bookmarking using Real-World Objects

Toshihiko KAWAHARA[†], Shun HATTORI[†], Satoshi NAKAMURA[†], Adam JATOWT[†], and

Katsumi TANAKA[†]

[†] Department of Social Informatics, Graduate School of Informatics, Kyoto University

Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501, Japan

E-mail: †{kawahara,hattori,nakamura,adam,tanaka}@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

Abstract In this paper, we propose a novel concept which enables a user to collect and to manage digital content in the real world. Our proposal lets users add and store new information in an easy way. When a user comes across digital content, for example from TV or Web, he or she can bookmark it by simply touching real-world objects that provide the content. A wide variety of digital content can be indexed according to object information and bookmarking date, and a user can manage and browse such an index.

Key words Ubiquitous Content, Real-world Objects, Bookmarking, Augmented Reality

1. はじめに

近年、電車内や街角など実世界の様々な場所にディスプレイが設置され、広告や地図、イベント情報などが配信されるようになったことで、人々が実世界でデジタルコンテンツに出会う機会が増加している。電子ペーパーに関する研究開発も進んでおり、近い将来、実世界にある紙製のポスターが電子ペーパーへと置き換えられるなど、実世界のいたるところにディスプレイが存在するユビキタスディスプレイ環境が実現すると予想される。

ユビキタスディスプレイにより各種の情報が配信されるようになると、仮想空間上の様々なデジタル情報が実世界にも溢れ出すような形となり、ユーザが実世界においてコンテンツに出会う機会が飛躍的に増加すると予想される。

ユーザは実世界の様々な場所で出会うそうしたデジタル情報に興味を示すと、一旦記憶して、後から利用したいと思うようになるであろう。

現在、街中などの実世界で出会った情報をしっかりと記憶しようと思った場合、手書きのメモを取ったり、ケータイに付いた

デジカメで撮影したりしている。しかし、前者は、書き留めるのに時間がかかるという問題があり、また、デジタル化されていない情報なので後で素早く検索することもできない。一方、後者は、シャッターを押すだけであり、素早く記憶できるかもしれないが、画像の内容解析がより発達しない限り、望みの写真を検索することは困難である。

ここで、デジタル情報を記憶し、管理する手法としてウェブブックマークがある。ウェブブックマークは記憶すべきウェブコンテンツを階層構造または分類のためのキーワードタグで管理する仕組みであるが、これまで実現されているブックマーク手法は、現在のデスクトップやモバイル環境での利用を想定したものである。個人専用のコンピュータではなく基本的にキーボード等での入力を行うことを想定していないユビキタスディスプレイ環境で利用することは困難である。

デスクトップ環境でのブックマークとユビキタスディスプレイ環境におけるブックマークの大きな違いは、コンテンツとユーザの関係性にある。デスクトップ環境ではユーザは能動的にコンテンツに働きかけ、閲覧を行う。一方、ユビキタスディスプレ

イ環境ではシステム側が能動的に情報発信をしており、ユーザはその情報を受動的に眺めるといったスタイルになる。そのため、ユビキタス環境では突然興味を持ったコンテンツに出遭う場合が多く、興味深いデジタル情報に出遭ったからといって、その場に留まって、じっくりと見ることが可能とは限らない。つまり、興味を持ったコンテンツをデスクトップ環境よりも、より手早くブックマークできる必要がある。

また、ユビキタス環境では実世界の様々な場所で出会う全てのコンテンツがブックマーク対象となるため、環境やコンテンツの種類を越えて横断的に管理できる必要がある。実世界でブックマークを行う際、ユーザは行動をしている場合が多いため、イベントや同じ時間帯にブックマークしたコンテンツなどのコンテキストを利用し、直感的に検索および閲覧できる必要がある。

以上より、実世界でのブックマークでは、以下の2つが必要要件となる。

(1) 手早くブックマークできる

(2) 実世界の行動から連想で直感的に検索・閲覧できる

そこで本稿では、上記した実世界におけるブックマーク手法に必要な2つの要件を満たす、新たなブックマークモデルを提案する。具体的には、実世界においてユーザが出会う様々なデジタル情報を、実世界のモノを利用することで手軽かつ横断的に収集し、管理するものである。我々の提案するブックマークモデルによりユーザは、Web やテレビなどのデジタルな情報を、実世界上のオブジェクト（モノ）で触れるだけでブックマークすることができるようになる。様々なデジタルな情報に対して、モノと時間により横断的に索引付けを行うことで、モノや時間を利用したデジタル情報の管理・閲覧が可能となる。なお我々が提案するモデルは、ユーザが実世界上のオブジェクト（モノ）でブックマークを行う仕組みであることから、モノ DE ブックマーク・モデルと名付けた。

以下、2章では我々が想定するユビキタスディスプレイ環境について述べ、実世界でのブックマークについて述べる。3章では提案するモノ DE ブックマークについて説明し、4章でブックマークモデルの実現に向けたシステム設計および実装について述べる。5章では構築したプロトタイプシステムに関する考察を述べ、6章では、我々の研究の位置付けを明確に示すために、関連研究を挙げて説明する。最後に7章で、まとめと今後の課題について述べる。

2. 実世界でのブックマーキング

本章では、実世界でのブックマーキングモデルを行う際の環境および対象について述べ実現において考慮すべき点について議論を行う。

2.1 ユビキタスディスプレイ環境

先述の通り、ユビキタスディスプレイ環境とは、実世界のポスターや看板なども電子的なディスプレイに置き換わり、動的に情報配信を行うものである。電車やバスなどに搭載されているディスプレイはすでに多くの人から受け入れられており、山手線他様々なところで情報配信が行われている。電子ポスターが実用化されると電車内の吊り広告や、駅構内域大型ポスターな

ども電子的なディスプレイとなり動的にコンテンツを切り替えていくようになるだろう。街中では、ビルウィンドウ・ディスプレイ、壁埋め込みの大型ディスプレイ、キオスク端末などがあるが、今後は店の看板や案内板なども電子的なディスプレイに置き換わるであろう。家やオフィスにおいては、パソコンやテレビなどが情報端末としてすでに存在しているが、近い将来、カレンダーや絵画などがユビキタスディスプレイとなると予想される。鏡や窓などもディスプレイとなるかもしれない。我々が想定しているのは以上のような環境である。

2.2 ブックマーク対象

ユビキタスディスプレイ環境におけるブックマークの対象は多岐に渡る。

- 電車内に搭載のディスプレイに表示された時刻表画像
- 電車の中に吊り下げてあった面白い吊り革広告（ポスター）
- 街中キオスク端末に表示される地域情報マップ Web 情報
- 街中ウィンドウディスプレイに流れる興味深い動画 CM
- レコードショップに貼ってある歌手のプロモーション写真
- 家のテレビで放映されている動画コンテンツ

以上のように、ユビキタスディスプレイ環境において接触するコンテンツの種類は、WWW、動画、ポスター、音楽などと非常に多岐に渡る。

2.3 実世界でのブックマークに関する考察

ユビキタスディスプレイは皆でシェアするものであり、デスクトップやモバイルコン環境のように、システム（ディスプレイ）上にブックマークを残すことは不可能である。そのため、実世界でのブックマークでは操作している端末以外のどこか他の場所にブックマークを保存しておかなければならない。

また、ユビキタスディスプレイ環境では、電子ペーパーなどのように入出力に制約が大きく、テキスト入力などさまざまな操作を行うことは不可能である。そのため、実世界のブックマークでは少ない操作で簡単にブックマークを行える必要がある。

さらに、ユビキタスディスプレイ環境において出会うコンテンツは、WWW 上のウェブコンテンツや動画、静止画、音楽など様々なものが考えられる。これらのコンテンツ差別することなく全て収集したいというユーザの要求に答えるためには、実世界でのブックマークではこれらのコンテンツ全てを統一的に収集できる仕組みが必要となる。

最後に、実世界については、例えば通学するときにもっていくものが違ったり、旅行に行く場合にもっていくものなど、常に同じようなモノを持っていない。その為、実世界のブックマークでは、とりあえず持っているモノでブックマークする仕組みや、取りあえずブックマークした情報も簡単に検索・閲覧できる仕組みが必要となる。

以上のように、ユビキタス環境においては、これまでのブックマークとは大きく異なる。そして、これらの制約を満足に満たすことが実世界におけるブックマーキングモデルの目的となる。

3. モノ DE ブックマーク・モデル

3.1 想定環境

現在、携帯電話、IC チップ付き定期券、IC チップ付きバス

ポートなど、いくつかのモノに ID が付いているが、今後この勢いは加速し、腕時計型 ID タグやペンダント型 ID タグなど多彩なモノに ID がつくであろう。そこで、本研究では、身の回りにある様々なモノに RFID などの ID が付いている環境を想定している。

また、本研究では実世界の色々な場所に情報発信を行うディスプレイが存在するユビキタスディスプレイ環境を前提としている。ここで、我々は、全てのディスプレイがユーザがもつモノを認識する機器を持っている環境を想定している。RFID リーダーなどといった、リーダーをすべての情報提示端末についており、それらのリーダーはネットワークに接続されている。

一方、配信されているデジタル情報にも一意に識別可能な ID が付与されていることを想定している。例えば、現在 Web ページには URL といったような識別子が付いているが、同じような識別子が動画のシーン、office の資料、音楽または音楽のある部分などの様々なコンテンツについており、それにより配信されているデジタル情報を一意に特定することができるものとする。

つまり、本モデルにおいて以下のような環境を想定している。

- 全てのモノには一意に識別可能な ID が付いている
- 街中にはディスプレイが溢れている
- 全てのディスプレイが ID リーダーを持っている
- 全ての ID リーダーはネットワークに繋がっている
- 全てのデジタル情報は一意に識別可能な ID を持つ

3.2 モノ DE ブックマーク

我々の提案する手法では、対象をキーワードによるタグ付けではなく、モノで関連付けることによりブックマークするものである。ここでモノとは、携帯電話や財布、カメラ、時計など日頃持ち歩くものや、リモコン、コップ、本など多岐にわたる。ユーザは実世界上で何らかのコンテンツに興味を持ち、そのコンテンツを「後から閲覧したい」、「とりあえず保管しておきたい」などの何らかのブックマークしたい欲求を持つと、ユーザはブックマークしたいコンテンツを表示しているディスプレイに対し、所持している実世界上のモノの中で何らかの理由からあるモノを選び出し、モノ認識機器にかざす。するとシステムはユーザがかざしたモノを認識し、そのモノとその時に提示されていたコンテンツの組をブックマークデータとしてシステムに保存する(図 1)。

これによって、実世界においてユーザが出会う様々なデジタル情報を、手軽かつ横断的に収集し、管理することが可能となる。

ユーザブックマークしておいた情報を閲覧したくなった場合、ユーザは閲覧したいコンテンツが付いているモノを選び出し、そのモノをシステムのモノ認識機器にかざす。するとシステムがユーザがかざしたモノを認識し、そのモノについていたコンテンツの組をブックマークした時間やコンテキストを基に情報表示機器に提示する(図 2)。

ここで、ブックマークが付着しているモノを持っていなかった場合は、時間や場所などのブックマークした際のコンテキストをもとに情報を検索することを可能とする。

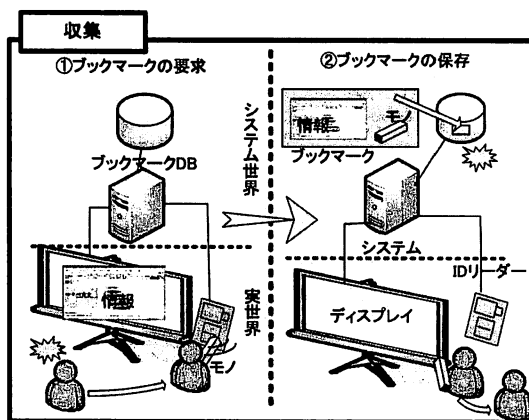


図 1 収集モデルの概要図

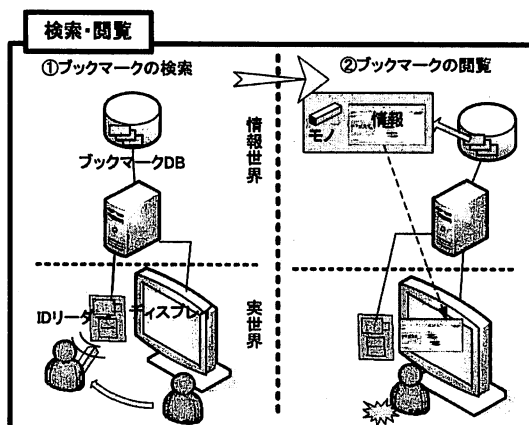


図 2 検索・閲覧モデルの概要図

4. 設計と実装

4.1 システム設計

本システムは図 3 のように、大きく分けて実世界とシステム環境と情報空間上の三層にわかれて構成されている。

実世界は、ユーザが過ごしている空間であり、想定環境として、ユーザー側に ID 付きの実世界の“モノ”，そのモノを認識する為の“モノ認識機器”，そしてユーザに情報を提示するための“情報提示機器”が存在する。

ユビキタスディスプレイシステムは、モノ認識機器から得られた情報を基にモノ情報を解析する“モノ認識機構”，モノ認識機器から得られたモノ情報を基にブックマーク情報を制御するを“ブックマーク制御機構”，そして、最後にブックマーク制御機構からの命令を元にユーザーへの情報提示を行う“情報提示機構”からなる。

最後に情報空間上に、ユーザ管理及びブックマーク情報の保管/管理を行なう“情報管理機構”がある。

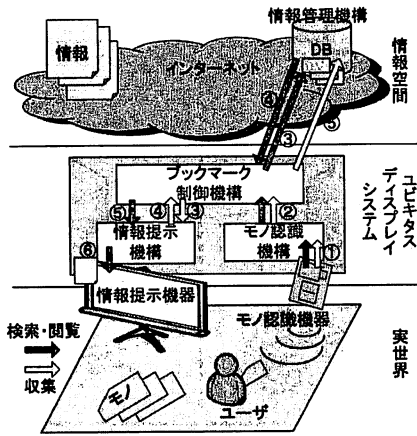


図3 モノ DE ブックマークのシステムモデル

4.2 収集プロセス

図3をもとに収集におけるシステムプロセスを示す。

プロセス1：ユーザのモノ入力の検知

モノ認識 (RFID リーダー) はユーザのモノ (RFID) の入力を検知し、検知したモノ ID と入力があった時点のコンテキストをデータとしてモノ認識機構に渡す。

プロセス2：モノとコンテキストの認識

モノ認識機器から受け取ったデータを解析することにより、ユーザの入力したモノ ID とコンテキストを認識する。そして、解析したモノ ID とコンテキストをブックマーク制御機構に渡す。

プロセス3：提示中の情報の問い合わせ

ブックマーク制御機構は情報提示機構に現在提示している情報を問い合わせる。

プロセス4：提示中の情報の識別

情報提示機構は表示中の情報を識別し、識別した情報の ID をブックマーク制御機構に返す。

プロセス5：ブックマークデータの要求

ブックマーク制御機構はモノ ID と情報 ID とコンテキストのデータを情報管理機構に渡す。

プロセス6：ブックマークデータの保存

情報管理機構は提示されたモノ ID とコンテキストとコンテンツの組をブックマークデータとしてブックマーク DB に保存する。

4.3 検索・閲覧プロセス

図3をもとに検索・閲覧におけるシステムプロセスを示す。

プロセス1：ユーザのモノ入力の検知

モノ認識 (RFID リーダー) はユーザのモノ (RFID) の入力を検知し、検知したモノ ID と入力があった時点のコンテキストをデータとしてモノ認識機構に渡す。

プロセス2：モノとコンテキストの認識

モノ認識機器から受け取ったデータを解析することにより、ユーザの入力したモノ ID とコンテキストを認識する。そして、解析したモノ ID とコンテキストをブックマーク制御機構

に渡す。

プロセス3：ブックマークデータの問い合わせ

ブックマーク制御機構は情報管理機構にモノ ID とコンテキストを渡しブックマークデータを問い合わせる。

プロセス4：ブックマークデータの回答

情報管理機構はモノ ID とコンテキストを元に、求められたブックマークデータをブックマーク制御機構に返す。

プロセス5：提示すべきコンテンツの識別

ブックマーク制御機構はブックマークデータを元に情報 ID を抽出し、情報提示機構に渡す。

プロセス6：情報提示の要求

情報提示機構は情報 ID を元に情報を表示するように情報提示機器に命令する。

プロセス7：情報の提示

情報提示機器がユーザにコンテンツを提示する。

4.4 データモデル

本節では、モノ DE ブックマークシステムの実現に向けて、ブックマークのデータモデルについて説明する。

本システムにおけるデータモデルは図4のように、ひとつのブックマークに、その要素として情報 (info-id)、モノ (obj-id)、モノリーダー (reader-id)、コンテキスト (time, position、…), ユーザ (user-ID) を持つ構成となる。

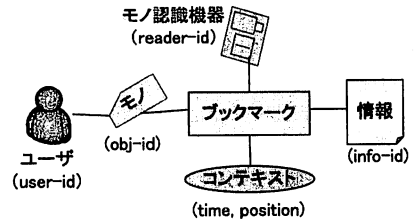


図4 モノ DE ブックマークのデータモデル

これにより、モノによる検索及びコンテキスト (場所・時間) による情報検索が可能となる。

4.5 ハードウェア環境

想定環境構築のために、本システムは、まず情報表示機器として、PDP の大型ディスプレイおよび PDA の二つを用意した。次に、モノ認識機器としては、Phidget という RFID リーダーを利用し、それをノート PC 経由でネットワークに繋いだ。さらに、モノとしては、RFID を複数枚用意し、それを実世界のモノと仮定することとした。最後に、デジタル情報としては、WWW 上のコンテンツをその対象とし、その識別子としては URL を用いることとした。

4.6 プロトタイプシステム

本節では、本システムの実装について述べる。本システムは前節で述べた想定環境をベースに構築した。

まず、モノ認識機構は、Java で Phidget ライブラリを利用することで構築した。Phidget ライブラリを元に、モノ認識機構である Phidget からのモノ ID を認識し、認識したモノ ID およ

び実世界のコンテキストを情報制御機構に渡す。

次に、ブックマーク制御機構、Java で構築した。モノ (& 要求) 認識機構からのモノ ID およびコンテキストを元に、ブックマークの収集・管理を制御する。具体的には、ユーザの要求が収集の場合は、ブックマーク管理機構にモノ ID およびコンテキストをブックマーク情報として登録要求を出す。一方、検索・閲覧要求の場合は、ブックマーク管理機構にモノ ID を渡しブックマークの問い合わせを行う。そして、その問い合わせを元にブックマーク管理機構から得られたブックマーク情報を元にブックマークのアグリゲーションを行い、そのブックマーク情報を情報提示機構に渡す。

さらに、情報提示機構は、Web ブラウザのプラグインとして、Java で実装した。ブックマーク制御機構から渡されたブックマーク情報を認識し、それをブラウザに表示する。なおブラウザの Java の GUI 部分は Swing を利用して実装した。

最後にブックマーク管理機構はネットワーク上のサーバに DB として構築した。ブックマーク制御機構からの問い合わせを元に、ブックマークの管理を行う。具体的には、ブックマーク保存要求の際は、モノ ID およびコンテキストをブックマーク情報として DB に格納する。一方、検索・閲覧要求の場合は、モノ ID を元に、モノ ID に応じたブックマーク情報をブックマーク制御機構に渡す。

システムを実際に利用している様子を図 5 に示す。また、図 6 は検索・閲覧のためのインターフェースである。

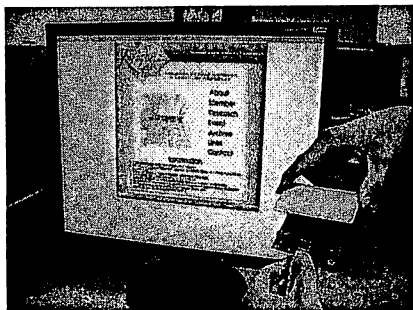


図 5 システムを実際に利用している様子

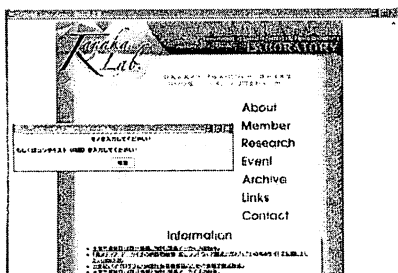


図 6 検索・閲覧のためのインターフェース

5. 考 察

プロとタイプシステムによって、実世界でのブックマークに必要な二つの要件、「手早くブックマークできる」「実世界での行動から連想で、直感的に検索できる」を満たすことができたと言える。つまり、ユビキタスコンテンツの収集・管理手法としての本モデルの有用性を示すことができた。

しかし、システムを利用してみることで、新たな問題が見えてきたのも事実である。例えば、モノに複数の情報が付加した場合に、その情報をどのように見せてやればいいのかというのは、大きな課題である。現状では、そのモノにタグ付けられたデジタルコンテンツをリスト提示するか、カレンダーインターフェースを利用してパラパラと記憶したものが提示されるようになっているが十分であるとは言い難い。今後は、ユーザに適切なブックマーク情報を提供するための仕組みを長期間の運用をベースとして模索する予定である。

また、本手法では、ある情報をモノでブックマークした場合に、基本的にはブックマークしたモノでしかその情報を呼び出すことができず、ブックマークしたモノをなくした場合や、ブックマーク情報を閲覧したいにも関わらずその場にそれをブックマークしたモノがなかった場合に、ブックマーク情報を検索できないという問題がある。そこで、このようなブックマーク情報をモノ同士で交換できるような仕組みや、関連のあるモノでのブックマーク情報を検索できる仕組みが必要である。

実世界のモノに携帯や財布、カメラ、カードといった分類 ID がついている場合、多ユーザ間でタグとなるモノを共有できると考えられる。これは新たな実世界を中心としたソーシャルブックマークの可能性を示唆している。

6. 関連研究

実世界でのユーザの日常生活を記憶する方法として盛んに行われている研究領域としてライフログ [4] というものがある。これらの研究ではウェアラブル機材を用いてユーザの日常を記録し、振り返りを支援する。また、記録した情報を検索する為の研究として、実世界のコンテキストに基づき検索を行うための研究も行われている [5]。しかし、これらの研究では、すべての日常生活を記録しようとするため、収集した情報が膨大なものとなり、結果的に必要な情報を検索するのが困難であるという問題がある。一方、我々の研究では、記憶の対象となる情報はユーザが記憶しようと思い能動的に行動した情報に限られており、興味をもった対象だけを収集し、効率的に管理する点が大きく違う。

デジタル情報と実世界のモノを関連付ける研究として、Physical Hypermedia [3] がある。この研究では、実世界とデジタルの世界の関係を検討したうえで、実世界に存在するものをデジタル世界で扱えるようにしたり、デジタルの世界で実現される機能を実世界に適応できるようにする仕組みを提案している。しかし、これらの研究では、実世界のオブジェクトとデジタル情報を区別なくモデル化することにあり、実世界のオブジェクトでデジタル情報を収集・管理することが目的である本研究とは、

その目的が大きくなる。

またデジタル情報と、実世界のモノ、場所、空間などをリンクさせることで、IT の能力を実世界でも活かすことができるようにすることを目的とする研究として、拡張現実 (Augmented Reality, AR) という研究領域がある。これは対象となるものにバーコードや RFID のような ID を取り付けておいて、それを読み取って、モノに対する注釈やコメントを表示する、というものであり、NaviCam [2] や UbiquitousLinks [1] などがその例として挙げられる。しかし、AR の研究は、実世界のモノに対してデジタル情報を付与しようとするものであり、デジタル情報に対して実世界の情報を付与しようとする本研究とはその方向性が逆である。

さらにデジタル情報を実世界のモノで管理する手法の一つとして、二次元バーコードを利用したサービスが商業的に実現されている。携帯電話に内蔵されているカメラで QR コードなどの二次元コードを読み取り、読み取ったデータを元にネットワーク上の情報にアクセスするというサービスである。しかし、QR コードは、その場で詳細情報を、手軽に呼び出すことに特化したものであり、後で見直すことが目的である本研究とは異なる。

7. おわりに

本稿では、将来訪れると予想されるユビキタスディスプレイ環境での、実世界のモノによるブックマークの手法を提案した。またプロトタイプシステムの実装を行ない、実装をもとに考察を行った。最後にプロトタイプ実装の評価からモデルの評価と考察を行なった。

一方、考察でも挙げた通り、現時点のシステム設計では様々な点で問題もあった。例えば、複数の情報がモノに付いている場合の情報の適切な情報提示法の実現や、モノ同士のブックマーク情報のやりとりを行う管理プロセスのモデル化など今後熟考し、改良する必要がある。そこで、今後は、実利用をベースとして問題点を洗い出し、検証を行うことで、本研究で提唱する実世界におけるデジタル情報のブックマーク手法をより実現性の高いものにしていくことを予定している。

謝 辞

本研究の一部は、文部科学省研究委託事業「知的資産の電子的な保存・活用を支援するソフトウェア技術基盤の構築」、異メディア・アーカイブの横断的検索・統合ソフトウェア開発 (研究代表者: 田中克己)、文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「情報爆発時代に向けた新しい IT 基盤技術の研究」、計画研究「情報爆発時代に対応するコンテンツ融合と操作環境融合に関する研究」(研究代表者: 田中克己, A01-00-02, 課題番号 18049041)、文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「情報爆発時代に向けた新しい IT 基盤技術の研究」、計画研究「情報爆発に対応する新 IT 基盤研究支援プラットフォームの構築」(研究代表者: 安達淳, Y00-01, 課題番号: 18049073)、および、文部科学省科学研究費補助金若手研究 (B)No.18700111, No.18700129) によるものです。ここに記して謝意を表すもの

とします。

文 献

- [1] 綾塚祐二, 暦本純一, 松岡聡, “UbiquitousLinks : 実世界環境に埋め込まれたハイパーメディアリンク”, 情報処理学会研究報告 (96-HI-67), 第 96 巻, pp. 23-30, July 1996.
- [2] Rekimoto, J.: “Matrix: A Realtime Object Identification and Registration Method for Augmented Reality”, Asia Pacific Computer Human Interaction 1998, pp. 63-68, IEEE Computer Society, July 1998.
- [3] K. Gronbak, J.F. Kristensen, P. Orbak, M.A. Eriksen, “Physical Hypermedia: Organising Collections of Mixed Physical and Digital Material”, Proc. of The 14th conf. on Hypertext and Hypermedia (ACM HyperText '03), pp.10-19, Nottingham, U.K., Aug., 2003.
- [4] 相澤清晴, “ライフログ: 体験の取得と処理”, 認知科学会 学習と対話研究分科会編 『学習と対話』 Vol.2004, No.2, 2004.
- [5] 牛尾剛聡, 渡邊豊英, “ライフログ内の記録画像を対象とした撮影コンテキストに基づく検索”, 電子情報通信学会技術報告書. DE, データ工学 (DBWS2004), Vol.104, No.176, pp.223-228, 2004.