

## 複数デバイスのネットワーク連携による RFID情報とWeb情報空間の統合・提示機構

木 俵 豊<sup>†</sup> 内山 智之<sup>††</sup> 是津 耕司<sup>†,††</sup>  
白坂 貴成<sup>†††</sup> 田 中 克己<sup>††</sup>

ユビキタスコンピューティング技術によって、デジタルコンテンツが実空間の様々な物体に密接に関連づけられることとなる。本稿では、実世界の物体に組み込まれたユビキタス・デバイスから得られる情報を多様なデバイスで閲覧するためにユーザコンテキストに基づいて構成される可搬型ネットワークとそれを用いたマルチデバイス閲覧機構について提案する。また、その有効性を検証するために、可搬型ネットワーク管理デバイスを開発すると共にそれを利用した仮想的な昆虫採集システムを開発して実験を行い有効性を検証した。

### A Mechanism of Displaying and Integrating RFID and Web Information Space Using Cooperative Devices on Networks

YUTAKA KIDAWARA,<sup>†</sup> TOMOYUKI UCHIYAMA,<sup>††</sup> KOJI ZETTSU,<sup>†,††</sup>  
TAKANARI SHIRASAKA<sup>†††</sup> and KATSUMI TANAKA<sup>††</sup>

A digital content will be bound to real object by ubiquitous computing technologies. In this paper, we proposed the portable network and its management mechanism to browse various contents in real world. The contents are stored in ubiquitous devices of real world and browsed cooperatively by various devices. We developed a management device for the portable network based on user context and virtual insect catching system. We also performed experiments and confirmed the usefulness of our proposed systems.

#### 1. はじめに

近年、ユビキタスコンピューティングに注目が集まっている。ユビキタスコンピューティング技術は、いつでも、どこでも、誰にでもコンピューティング能力を提供することを目的としており、そのためのデバイス技術や多様な機器を接続するミドルウェア技術が盛んに研究されている。また、ユビキタスコンピューティング技術を実現するために必要となるネットワーク技術の研究も盛んに行われており、ブロードバンド社会の次のステップとしてユビキタス社会の実現が目標となっている。ユビキタス社会においては、屋内だけで

はなく、屋外の様々な場所で、いつでも、どこでも、誰にでも必要な情報を提供できるインフラが出現することが期待されている。

これらの技術革新の一方で、インターネットも進化しつつあり、従来のWebコンテンツだけではなく、blogなどの新しい情報リソースや、映像、音声コンテンツなどの情報流通の基幹となっている。すでに、インターネット上のサーバには多種多様な膨大な情報が含まれており、そのような情報リソースとユビキタスコンピューティング技術で提供される多様なデバイスとが結びつくことが期待されている。そのため、いつでも、どこでも、誰にでもアクセスできる環境において、いまだだけ、ここだけ、あなただけに必要な情報をユーザーに提供する機構の実現が望まれている。これまで、インターネットを用いたサービスはパーソナルコンピュータやワークステーションなどのいわゆる“コンピュータ”間で行われており、ユーザーはディスプレイを前にして、キーボードやマウスで入力を行い、情報を引き出す作業を行っていた。このような機器を中心としたコンテンツ利用のスタイルから、ユーザーを

<sup>†</sup> 独立行政法人 情報通信研究機構 メディアインフラクション グループ, Interactive Media and Content Group.NICT, {kidawara.zettsu}@nict.go.jp

<sup>††</sup> 京都大学情報学研究科社会情報学専攻, Graduate School of Informatics, Kyoto Univ., {tomyuki.tanaka}@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

<sup>†††</sup> 株式会社神戸製鋼所生産システム研究所, Production System Research Laboratory.KOBE Steel LTD., t-shirasaka@kobelco.jp

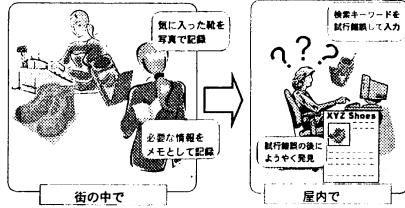


図 1 実空間における情報取得とインターネットによる関連情報の取得

中心としてその周りに存在する機器を利用しながら、より多くの情報を得る仕組みの実現に注目を集めている。

本論文では、ユビキタスコンピューティング環境におけるコンテンツサービスを実現するための、ユーザと共に移動するデバイスネットワークについて提案すると共に、それを管理する機構について述べる。さらに、実空間でしか取得できない情報を元にしてインターネット上の情報を検索し、異なる性質を持つ情報を融合する手法について提案すると共に、実証例としての仮想的な昆虫採集アプリケーションを用いた実験について報告する。

## 2. 実空間におけるコンテンツアクセス

実空間上には様々な物体があり、それらに付随する多様な情報を、興味を持った観点で理解したいというのは、人間の自然な要求である。これまで「写真を撮って後から調べる」「特徴をメモする」など従来のメディアを用いた記録手段によって、情報の取得や記録を行い、後から調べるなどの手段が一般的であった。

このような実空間に存在する物体に付隨する多様な情報を様々なデジタルコンテンツで提供しようとする動きが高まっている。

### 2.1 実空間コンテンツ

実空間に存在する物体に関する情報は、これまで明確にデジタルコンテンツとして提供されてこなかった。実空間に関する様々な情報は、人の手によって旧来の手法（写真撮影、メモ）などで取得された後に、人の知識やその他の関連情報を付加する編集行為が行われ、本や Webなどを通じて配信してきた。そのように加工されたデジタルコンテンツは、主にパーソナルコンピュータを用いて屋内で閲覧される事が多く、その実際の物体がある場所でそのデジタルコンテンツを利用する事は少なかった。

このような状況は、携帯電話や携帯デバイスの普及によって少しずつ変化しつつある。携帯電話や携帯デバイスがインターネットに繋がることによって、その

興味を持った物体が置かれている場所からインターネット上のサーバにアクセスし、対象とする物体のキーワードを理解して入力することさえできれば、インターネット上の情報を取り出すことができるようになっている。これまでに、実現されている実空間、特に屋外でのデジタルコンテンツのアクセス手法としては、下記のようなものがある。

- URI 提示による携帯電話でのアクセス  
既に実世界に配置されたポスター等にインターネットの URI が記述されており、興味を持ったユーザはその URI を携帯電話に入力する事によって、インターネット、もしくは i-mode などのネットワーク上のサーバに格納されたコンテンツを閲覧できる。
- RFID や光学的識別情報の読み取りによる情報アクセス  
上記の URI 入力の手間を省略したものであり、RFID などに格納された識別情報とデジタルコンテンツを対応付けたものである。特定のサーバのコンテンツを対象とした場合には、識別情報と特定のデータベース上のコンテンツを対応づけている。インターネット上のコンテンツを対象とする場合には、識別情報と URI を対応づけたものである。

これらの手法によって実空間で利用可能なコンテンツがユーザに提供できる。通常の Web コンテンツでは、リンクをクリックすることで関連づけられたコンテンツ閲覧が行えるが、前者におけるリンクへのアクセスは URI 入力であり、後者は識別情報の読み取りである。しかし、前者の実空間上で URI 入力をを行うという手順は、アクセスに労力を有し、現実的なコンテンツアクセス手法であるとはいえない。従って、本稿では、物体に取り付けられた識別情報を読み込むなどの労力の少ない手順で、実空間の物体からデジタルコンテンツへアクセスできるものを実空間コンテンツと定義する。この様な実空間コンテンツの利用については既にいくつかの手法が開発され<sup>1)</sup>、実証実験も行われているが、以下の課題がある。

### • 画一的な情報閲覧

人の興味や情報へのアクセスのスタイルは多種多様であり、取得した情報では満足できず、さらに多様な情報の中から、より有益と思われる情報を多様な手段で検索、閲覧をしたいという要求もある。さらに、その場で情報を取得しても情報を詳細に閲覧することができないユーザにとっては、できるだけ多くの情報を取得した後に、時間のある時

にそれらをまとめて比較検討したいというのが自然な要求であるが、その手順をシームレスに実現できる手法は提供されていない。

#### ● ユーザコンテキストの未使用

識別情報とそれに結びつけられている情報は、その物体が置かれた場所の管理者の意図を含む情報として加工されている場合も多く、ユーザが希望するコンテキストを用いた情報取得を満足させることができない場合がある。例えば、提供される情報が広告の意味合いが強いものである場合には、商品の広告情報だけでなくその製品を実際に使用している複数のユーザの評価を比較検討したいという要求がある。この様な場合には、取得した情報を元にして、多様な機器で比較閲覧する事が有効であると考えるが、そのような機能を提供できる手法が提案されていない。従って、ユーザのコンテンツ利用目的と閲覧環境を記録したユーザコンテキストが重要であるが、そのコンテキストを十分に利用した手法は提供されていない。

このような問題は、現在の実空間コンテンツの閲覧手法が、情報提供者のコンテキストに基づいて提供されている事に起因する。今後、ユビキタスコンピューティング技術が発展するとともに、実空間においても多様なネットワークに接続され、多種多様なデバイスやサーバにアクセスして情報を取得できるようになる。それによって、様々な場所で実空間コンテンツを取得し、ユーザの利用目的に基づくコンテキストを閲覧環境のユビキタスデバイスに通知することで、従来の実空間コンテンツの利用形態を大きく変化させることが可能となる。

#### 2.2 デバイス連携によるコンテンツアクセス

ユビキタスコンピューティング環境を想定したデバイス連携によるコンテンツアクセス手法では、Web やハイパー・メディアのコンテンツを対象としており、一つのコンテンツを分割して利用する手法<sup>7)</sup> や、デバイス間でセッションを維持する手法<sup>6)</sup>などがある。ユーザのデジタルコンテンツ利用方法は様々であり、利用する場所や目的に応じて、複数のデバイスを利用するという形態は、近い将来に主流となってくると考えられる。既に様々なデジタルデバイスが開発され、それぞれの目的に利用されている。人が屋外に持つて出て行くデバイスは、高機能化の一方で小型軽量化の要求も高く、デバイスを高機能化しても解決できない課題もある。例えば、携帯電話は電話機能の他にメールの送受信機能を持ち、さらには写真撮影機能や IC カードの機能まで持ちはじめている。しかし、その一方で小

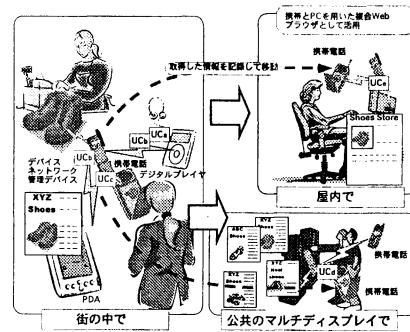


図 2 実空間における情報取得と関連情報の取得

型化の要求も依然として存在し、今後もより小さくなることはあっても大幅に大きくなることは望ましくないと考えられている。そのため、情報を閲覧するディスプレイは解像度の向上は期待できるが物理的な大きさは、現在の物とあまり変わらないと考えられる。つまり、いくら機能が増えても解決できないデバイスの物理的な問題が存在している。その問題を解決するために多様なデバイスを活用して、ユーザの利用状況に合わせて組み合わせを変化させて活用する事が考えられる。

本稿で想定するデバイス連携による実空間コンテンツ利用のシナリオを記述する(図2)。あるユーザが、無線 LAN で接続可能な携帯電話と PDA、デジタルプレイヤなどのコンテンツ閲覧・再生装置と、それらのデバイスとの間のネットワークを管理するデバイスを持って実空間にある商店街を訪れる場合を想定する。

- (1) デジタルプレイヤで音楽を聴きながら、商店街を歩いている時に興味ある商品を陳列している店を見つけた場合、その商品情報を管理する店のデバイスにデジタルプレイヤとして閲覧するためのユーザコンテキスト情報 (UCa) を渡すことで商品情報管理デバイスから音声情報として情報が配信される。
- (2) さらなる情報を必要とする場合には、デジタルプレイヤと PDA を組み合わせた映像音声ブラウザとして利用するためのユーザコンテキスト情報 (UCb) を提供することで、音声情報と共にドキュメント情報を得る。
- (3) 携帯電話を用いるユーザコンテキスト情報 (UCc) を商品情報管理デバイスに提供することで、メタ情報付きの画像データを得る。同様の手段で携帯電話に複数の店の実空間コンテンツを取得する。
- (4) 複数の大型ディスプレイのある場所に移動し、

マルチビジュアルディプレイのユーザコンテキスト情報 (UCd) を提供することで、携帯電話を情報提供と操作のためのデバイスとしたマルチディスプレイビジュアルブラウザとして活用して、友人と取得した実空間コンテンツを比較検討する。

- (5) さらには、取得した実空間コンテンツを自宅に持ち帰り、自宅の PC と携帯電話を組み合わせるためのユーザコンテキスト (UCe) を提供して、取得した実空間コンテンツを元にしてインターネットで関連する情報を調べる。

このようなシナリオは、ごく自然に現実世界の情報取得とインターネットの情報を結びつけた情報流通の一つであるが、現実には実現していない。我々の研究では、このようなユーザコンテキストを実空間上の物体を対象とした情報提供システムに提供することで、ユーザの意図を反映させた情報流通を実現させることができ最大の目標である。このようなシナリオを実現させるために、我々は、ユーザのデバイス群と、外界のデバイスを結びつける論理的なデバイスネットワークを構築し、そのネットワーク上にあるデバイス間で情報共有を行わせるネットワークインフラが必要であると考えている。

具体的には、光学識別情報や RFID などで読み取るか、もしくは、対応する識別情報を実空間にある情報提供装置にユーザコンテキスト情報を伝えることで、動的にそのコンテキスト情報に対応づけられた複合デバイス機能を活用するためのネットワークを構築する。そして、そのネットワークを用いて、関心を持った製品情報をデバイス間で共有しながら協調的なブラウジングを行う。

### 2.3 可搬型デバイスネットワーク

提案手法では、実空間上でデバイス連携によるコンテンツ閲覧を行う場合に各デバイスを接続するネットワークを利用する。そのネットワークはユーザコンテキストに基づいて、利用する各デバイスの機能を組み合わせ、協調的にコンテンツをブラウジングするための制御と、コンテンツを保有するデバイスから情報を取り込んで共有するために用いられる。提案手を用いたコンテンツアクセスを行う場合、実空間上にある物体に対してユーザコンテキストを提供する事によって動的にネットワークが構築される。その後に、各コンテンツホルダから各デバイスに適合したコンテンツを配信して協調的なブラウジングを実現させる。つまり、このネットワークはユーザと共に運ばれ、それぞれの環境において利用するユーザコンテキストに基づ

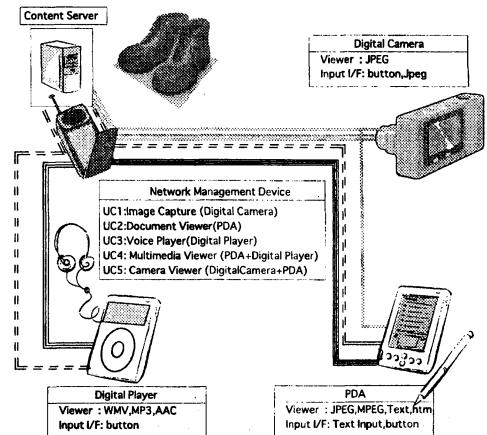


図 3 デバイスと識別子による動的なネットワーク構成

いて、デバイスが動的に組み合わせられる。我々は、この複合デバイスを利用するためのネットワークを可搬型ネットワークと呼ぶ。このネットワークを実際に構築するためには、ユーザコンテキストを用いて、対応するユーザ個人のデバイスと実空間に存在する情報提供デバイスのためのネットワーク制御機構が必要となる。場合によってはユーザが所有するデバイスは複数のネットワークに組み込まれることも考えられる。従って、本研究においては、可搬型デバイスネットワークは複数のネットワークを構築できる論理的なネットワークとして実現する。

実空間で複数のデバイスを連携させたり、任意のデバイスに情報を配信させる場合には、より簡単に情報を指定して送信させる必要がある。コンテンツの配信や利用方法は、アプリケーションに依存するが、その情報を配信するための論理的なネットワークを利用時に構築することをトリガとして情報を取得することによって単純な操作で情報を取得することができる。提案する可搬型のネットワークとは、ユーザが持つデバイスをあらかじめ決められたユーザコンテキストによって接続し、コンテンツサーバから情報を配信させるためのネットワークである。そのネットワークは管理デバイスによって管理されている。図 3 に例を示す。PDA、デジタルプレイヤ、デジタルカメラがそれぞれ無線 LAN の接続機能を持つとする。ユーザはあらかじめ、それぞれデバイス単独で使うための識別子と MultimediaViewer や Camera Viewer としての利用を想定したユーザコンテキストを設定している。そして、実空間コンテンツを取得する際には、下記の手順で処理される。

- (1) 対象となる物体に対応する実空間コンテンツを取得するユーザコンテキストを提示する。
- (2) コンテンツサーバは、識別情報を読み取り、ユーザコンテキストに対応したデバイスを管理するネットワーク管理デバイスを通信可能なネットワーク上で探索する。
- (3) 対応するネットワーク管理デバイスを発見したコンテンツサーバは、予め決定されたプロトコルでユーザコンテキストが指定するデバイス情報を要求する。
- (4) ネットワーク管理デバイスは、接続を要求したコンテンツサーバが、提示したユーザコンテキストを持つコンテンツサーバであることを確認した後に、管理下にあるデバイスの情報を与える。さらには、対応するデバイスに対してコンテンツサーバからのアクセス要求に答えるように指示を出す。
- (5) ネットワーク管理デバイスを介して、コンテンツを提供するサーバと利用するデバイス群との間でコンテンツを共有し、アプリケーションからの要求に対してデータを提供する。

具体的な例を図4に示す。UserAは、興味を持った靴の横にある電子タグリーダにデジタルカメラの識別情報を記録した電子タグなどでユーザコンテキストUC1を読み取らせる。コンテンツサーバは、UC1の情報を管理するネットワーク管理デバイスを探索する。コンテンツサーバが、そのネットワーク管理デバイスを発見すると、識別子UC1を送信することで、ネットワーク管理デバイスがデジタルカメラに対してコンテンツサーバとの接続許可を与える。その結果、コンテンツサーバから靴の画像情報とメタ情報がデジタルカメラに送信され、デジタルカメラに記録される。また、UserBは識別子UC4をコンテンツサーバに渡すことによって、コンテンツサーバとデジタルプレイヤ、PDAが接続されるネットワークが構成され、Multimedia Viewerとしてのプロファイル情報がサーバに渡される。その結果、ドキュメントコンテンツをPDAで参照しながら、音声情報をデジタルプレイヤで聞くための環境が作り上げられる。このとき、管理デバイスの配下にあるデバイスが電源が入っていないような状況においては、コンテンツが管理デバイス内に記録される。そして、配下のデバイスが利用可能になった段階で、格納された情報が対応するデバイスに送信される。

### 3. 実 装

これまでに述べた可搬型ネットワークを実現するた

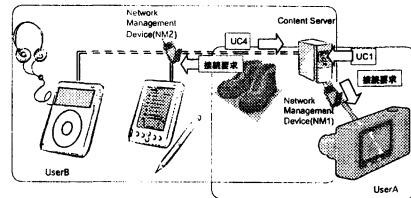


図4 識別子による情報閲覧手法の変更

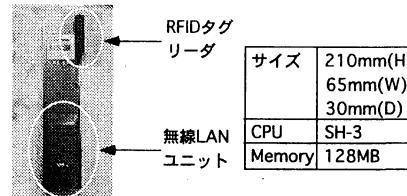


図5 ネットワーク管理デバイス

めのネットワーク管理デバイスを試作した。その実装について述べる。

#### 3.1 可搬型ネットワーク管理デバイス

この可搬型ネットワークを構築するために、下記の仕様を持つデバイスを試作した。

- 無線 LAN ユニット  
IEEE802.11bに準拠したネットワーク機能を持つ
- RFID タグリーダユニット  
13.56MHz の RFID タグリーダ機能を持つ。
- コンテンツ一次格納用メモリ  
アクセスしたコンテンツのメタ情報を一時的に記録する。

本デバイスは、コンテンツサーバとコンテンツプラウジングを行うデバイスの中間に存在し、コンテンツの送受信を仲介する。外界のデバイスとの接続は、このデバイスが中継することで、各プラウジングデバイスに対する安全性を高めている。また、コンテンツサーバから受信したコンテンツは、一時的に記録されるためプラウジングデバイスとの通信ができない状態でもコンテンツを記録できる。この機能を使うことで、外界のコンテンツサーバに対して、情報を収集した後にまとめてコンテンツを比較検討することもできる。図5に外観を示す。

#### 3.2 デバイス探索とコンテンツ配信プロトコル

実装においては、ユーザコンテキスト情報の読み込みをRFIDカードを用いて行う。そのプロトコルを図6に示す。最初にユーザはコンテンツサーバに設置されたRFIDタグリーダにユーザコンテキスト識別子を読み込ませると、コンテンツサーバは、通信可能な範囲にその識別子をブロードキャストしてネットワーク

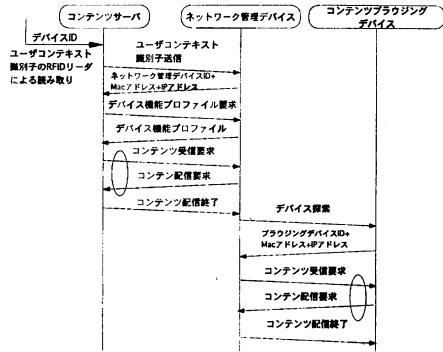


図 6 デバイス探索とコンテンツ配信プロトコル

管理デバイスを探索する。その識別子を管理するネットワーク管理デバイスは、その自己デバイス識別子とともに、MAC アドレス、IP アドレスを通知する。通信すべきネットワーク管理デバイスを見つけたコンテンツサーバは、次にそのネットワーク管理デバイスに向けて、デバイス機能プロファイルを要求する。その要求を受け取ったネットワーク管理デバイスは、識別子に対応するデバイス群のプロファイル情報をコンテンツサーバに提供する。コンテンツサーバは、各コンテンツプラウジングデバイス群に向けて、プロファイルに適合させたコンテンツをネットワーク管理デバイスに配信する。ネットワーク管理デバイスは、すべてのコンテンツを受信した後に、コンテンツプラウジングデバイスの探索を行い、通信相手の情報を取得する。通信可能なデバイスに対しては、コンテンツの送信を行うが、通信できなったデバイスに対しては、ネットワーク管理デバイス内でコンテンツ情報が保持される。続けて同じ ID がコンテンツサーバに提示された場合には、コンテンツ探索は行わず、各デバイス間でコンテンツデータが流通される。

#### 4. 実験と評価

試作したネットワーク管理デバイスを用いて、実空間情報アクセスによるコンテンツ利用の有効性を検証するために情報通信研究機構の施設一般公開で実験を行った。開発した実証用アプリケーションは、我々が開発した WebBoard を利用した仮想昆虫採集システムであり、対象者は一般の来所者である。本章では実験の概要と評価について述べる。

##### 4.1 仮想昆虫採集システム

本システムは来所した子供を対象とするために夏休みの昆虫採集を題材としたアプリケーションとした。実験システムの実装においては、実験環境に多数の

RFID タグリーダを設置することが困難であったので、ネットワーク管理デバイスの RFID タグリーダ機能を用いて、コンテンツ識別子を読み込むことで動的なネットワークを構築し、コンテンツを読み込む機構とした。そのため、データ送受信プロトコルを若干変更している。

実験は、昆虫採集フェーズ、関連 Web ページ検索フェーズ、新規 Web ページ制作フェーズの 3 つのフェーズに別れている。実験参加者は、昆虫採集フェーズにおいて、網を模したネットワーク管理デバイスと、虫かごを模した PDA を持ち、昆虫を模して所内に貼り付けられた RFID カードを探し出す。ネットワーク管理デバイスは、探し出された RFID カードの昆虫識別子情報と、昆虫採集フェーズでのユーザコンテキスト情報がコンテンツサーバに送信され、昆虫データが PDA に転送される。転送された昆虫データは音声データとともに PDA 上に表示される。その後、関連 Web ページ検索フェーズに移り、採集した昆虫データを多人数での Web コンテンツプラウジングを行うことを目的とした WebBoard システム（テーブルタイプ）に転送する。その転送は、ネットワーク管理デバイスを介して、Web ページ検索のためのユーザコンテキストが適用されて行われる。関連 Web ページを発見した後に、Web ページ制作のためのユーザコンテキスト上に基づいて、関連 Web ページと昆虫データが WebBoard(壁面タイプ) に転送され、取得されたコンテンツを用いて編集を行う。処理の流れとシステム構成を図 7 に示すとともに、実験で用いる 3 種類のユーザコンテキストを表 1 に示す。

表 1 仮想昆虫採集システムにおけるユーザコンテキスト情報

ユーザコンテキスト	コンテンツホルダ	表示デバイス	コンテンツ処理
昆虫採集 (UC1)	コンテンツサーバ	PDA 画像・音声	表示・再生
Web ページ検索 (UC2)	PDA	WebBoard テーブル	検索
Web ページ制作 (UC3)	WebBoard テーブル	WebBoard 壁面	編集

##### 4.2 実験手順と評価

仮想昆虫採集システムは、主に子供を対象として実験を行った。実験は、1 グループ 2 名として 24 組（計 48 名）で行った。各グループには、サポート要員が同行し、作業を注意深く観察することで、本システムの実現性を評価した。無線 LAN は、アド・ホックモードではなく、インフラストラクチャモードを用いた。

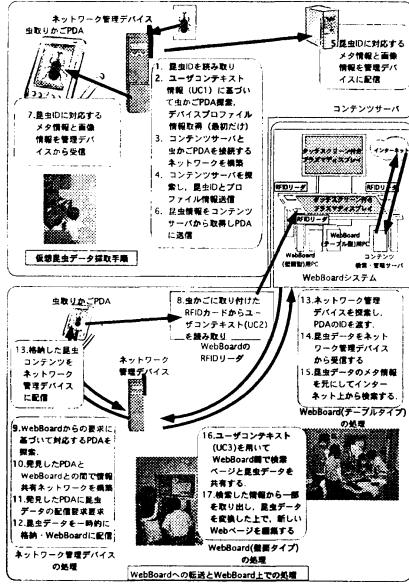


図 7 仮想昆虫採集システムのコンテンツ流通手順

従って、ベースステーションと各デバイスがリンク IP ネットワークのリンクを維持している状態で、アプリケーションによって、対応する論理的なネットワークを構築するものとした。

実験参加者は、昆虫データの採取後に WebBoard 上で Web コンテンツの検索を行い関連する Web ページを見つけ、その一部を利用して Web コンテンツを作成する作業を行った。この機能については大変好評な意見が多く聞かれ、実空間コンテンツを取得し、その情報を元にした情報検索と編集機能に関する有効性を確認することができた。また、PDA の電源が切れている状態でコンテンツを採取してネットワーク管理デバイスに記録させ、その後電源を入れることで PDA や WebBoard 上にコンテンツを提示させる機能も有効に働くことを確認した。従って、RFID の可読性については RFID カードを貼り付けた環境によって可読性が左右される現象が確認されたものの、読み取りができた RFID カードに関しては、ユーザコンテキストに基づく処理が有効に機能することが確認できた。その一方で、実験を通して以下の課題が判明した。

#### ● コンテンツ転送時間

コンテンツの転送においては、ネットワーク管理デバイスに一時的に格納した後に転送するため、転送時間が直接送信する場合と比較すると約 2 倍の時間がかかってしまう。このため、実験参加者が慣れるまでは、何度も読み取りを行うなどの現

象を発生させた。

#### ● インタラクティブディスプレイの制約

現在の WebBoard は、市販のタッチパネル付きプラズマディスプレイを使用している。このタッチパネルは、赤外線によってポインティング位置を計測するものであるが、実験参加者が子供であるということもあり、画面に両手をつくなどの行為によって、満足に操作できない状況が何度も発生した。また、プラズマディスプレイは画面が大きいものの解像度が低く、表示させた Web コンテンツの可読性が悪く、この様な目的にはあまり適さない事がわかった。

前述の課題は、コンテンツをいくつかに分割し、それを随時読みませながら転送するなどの転送プロトコルの改良で解決できる。ディスプレイに関する課題については、多地点が判別できる高解像度のタッチパネルディスプレイなどのハードウェアの変更などで対応できると考える。

## 5. 関連研究

実空間コンテンツを想定したコンテンツアクセス技術は数多く研究が行われている。歴史的な実世界志向インターフェースの研究<sup>1)~4)</sup>においては、実空間コンテンツの操作や閲覧手法に関して数多くの提案がなされている。また、実世界における協調的情報操作のインターフェースとして、SmartSkin<sup>5)</sup>が提案されている。このような研究は、基本的にはヒューマンインターフェースの研究として、実空間コンテンツの操作方法に着目している。我々の提案手法は、実空間のコンテンツを取り出しそのコンテンツを安全かつ適切に配信するための動的なリンクを構成するネットワークを構築するものである。また、研究の目的については、実空間コンテンツをインターネット上にあるネットワークサービスとコンテンツを含めた情報融合をする手法の開発を目指しており、そのためのデバイス連携技術を開発しているという点が異なる。従って、前述の実世界志向インターフェースの様々な手法は、実空間情報を取得するための手法として、我々が提案した動的な可搬型ネットワークの上で動作するものであり、相互補完するものである。

複数デバイスでコンテンツを閲覧する手法として、様々な提案がなされている<sup>6)~8)</sup>。WebSplitter<sup>7)</sup>は、Web のコンテンツをデータタイプで分割するプロキシを用いてコンテンツ分割を行い、複数端末で閲覧するものである。Coles ら<sup>6)</sup>は、情報アクセスのセッションを複数端末で共有することを目的としており、

情報を格納し、異なるデバイスに情報を移して、情報閲覧を行うということは想定していない。Unmi<sup>8)</sup> らは、コンテンツをデバイスの特性に合わせて変換して、情報を提供するものである。我々もすでに SMIL コンテンツを拡張し、時間軸で同期させながら多様なデバイスによるコンテンツ閲覧手法について提案している<sup>9)</sup>。これらの仕組みは基本的には屋内の LAN に接続された環境からインターネット上のコンテンツを参照することを想定しており、実空間コンテンツのアクセス手法としては利用が困難である。我々は、屋外における実空間デジタルコンテンツとしての Web コンテンツの情報流通手法と情報閲覧手法について提案している<sup>10)</sup>。本稿においては、我々は、室内、屋外を問わず、コンテンツホルダとして機能するデバイスと閲覧するデバイスを関係づけて利用するためのネットワーク管理機構を提案しており、これらの関連研究のコンテンツ流通ネットワークとして利用できるという点で従来研究とは異なる。また、その管理機構を用いて複数のデバイスを連携させながら、実空間コンテンツと従来型のデジタルコンテンツを統合して利用する手法についても提案している点で従来研究と異なる。

## 6. おわりに

我々は、屋内外を問わない実空間上で複数のデバイスを協調的に利用してコンテンツを閲覧・再生するためのユーザコンテキストに基づく可搬型ネットワークのコンセプトを提案した。さらに、そのコンセプトに基づいて、IP ネットワーク上の無線 LAN 機能を用いて論理的なネットワークを構築するネットワーク管理デバイスのプロトタイプを開発した。提案する可搬型ネットワークとその管理デバイスの有効性を検証するために、WebBoard を用いた仮想昆虫採集システムを用いて、一般参加の子供を対象とした実験を行った。実験によって提案手法の有効性とネットワーク管理デバイスの有効性も確認できた。今後は、コンテンツ転送プロトコルの改良による転送時間の短縮を行う一方で、ユーザのコンテンツ適合化要求と閲覧環境への適合化を実現するためのユーザコンテキストを記述するための記述言語の開発を行っていく予定である。

**謝辞** 本研究の一部は平成 16 年度科研費特定領域研究(2)「Web の意味構造発見に基づく新しい Web 検索サービス方式に関する研究」(課題番号: 16016247, 代表: 田中克己), 平成 16 年度科研費基盤研究(A)「モバイル環境におけるコンテンツのマルチモーダル検索・呈示と放送コンテンツ生成」(課題番号: 14208036,

代表: 田中克己) および 21 世紀 COE プログラム「知識社会基盤構築のための情報学拠点形成」によるものです。ここに記して謝意を表すものとします。また、施設一般公開での実験に協力して頂いた株式会社神戸製鋼所生産システム研究所 楠崎博司氏、福島高司氏、江部宏典氏に感謝します。

## 参考文献

- 1) 綾塚祐二、歴本純一、松岡聰, "UbiquitousLinks: 実世界環境に埋め込まれたハイパー・メディアリンク", ヒューマンインターフェース研究会報告 67-4, pp.23-30, 1996.
- 2) J.Rekimoto, Y.Ayatsuwa, M.Kohno, H.Oba, Proximal Interactions: A Direct Manipulation Technique for Wireless Networking, INTERACT2003.
- 3) N.Kohtake, J.Rekimoto, and Y.Anzai, "InfoPoint: A device that provides a uniform user interface to allow appliances to work together over a network", Personal and Ubiquitous Computing, vol5, no.4, pp.264-274, 2001
- 4) J.Rekimoto, Y.Ayatsuwa and M.Kohno, Sync-Tap: An Interaction Technique for Mobile Networking, MOBILE HCI 2003.
- 5) J.Rekimoto, SmartSkin: An Infrastructure for Freehand Manipulation on Interactive Surfaces, CHI2002, 2002
- 6) A.Coles, E.Deliot, T.Melamed, K.Lansard, "A Framework for Coordinated Multi-Modal Browsing with Multiple Clients", Proc. of The 12th Int'l World Wide Web Conf. (WWW2003), pp.718-726, May 2003.
- 7) R.Han, V.Perret, M.Naghshineh, "WebSplitter: A Unified XML Framework for Multi-Device Collaborative Web Browsing", Proc. of ACM Conf. on Computer Supported Cooperative Work (CSCW '00), pp.221-230, Dec. 2000
- 8) U.P.Karadkar, R.Furuta, S.Ustun, Y.J.Park, J.C.Na, V.Gupta, T.Ciftci, Y.Park, "Displayagnostic Hypermedia", Proc. of The 15th ACM Conf. on Hypertext and Hypermedia (HT '04), pp.58-67, August 2004
- 9) Y.Kidawara, K.Zettsu, and M.Katsumoto: A Distribution Mechanism for an Active User Profile in a Ubiquitous Network Environment, PACRIM '2003
- 10) Y.Kidawara, K.Zettsu, T.Uchiyama, K.Tanaka, Device Cooperative Web Browsing and Retrieving Mechanism on Ubiquitous Networks, Database and Expert systems Applications (DEXA2004), Springer LNCS3180, pp.874-883, Sep. 2004.