

# ユビキタス・ハイパーメディア・モデルに関する基礎的考察

赤星 祐平<sup>†</sup> 田中 浩也<sup>†</sup> 田中 克己<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 京都大学大学院情報学研究科 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

E-mail: †{akahoshi,hirotanaka,tanaka}@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

あらまし 電子的な文書コンテンツ間を組織化しハイパーリンクで結合した従来のハイパーメディア・モデルに対して、最近、電子文書コンテンツのみならず、実空間の物理的なモノやコンテンツまでも対象に含めた、いわゆる「ユビキタス・ハイパーメディア」の概念が提唱されている。本論文では、ユビキタス・ハイパーメディアのためのフレームワークとなるべきモデルについて考察する。本モデルは、コンテンツ、表示デバイス、ユーザをユビキタスハイパーメディアモデルにおける主要な要素と考えている。その上で、これらの要素をを分離したうえで、時間や空間の概念、実空間の持つ冗長性といった特徴を取り入れた上で、あらゆる場所に多様に存在する表示デバイスに適当な方法・スタイルでコンテンツを配信し、ユーザが閲覧するための方法を提供しようとするものである。

キーワード ユビキタス・ハイパーメディア

## A Basic Study on Ubiquitous Hypermedia Model

Yuhei AKAHOSHI<sup>†</sup>, Hiroya TANAKA<sup>†</sup>, and Katsumi TANAKA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Informatics, Kyoto University YoshidaHonmachi, Sakyo-ku, Kyoto-Shi

E-mail: †{akahoshi,hirotanaka,tanaka}@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

**Abstract** Based on present hypermedia models which organize digital contents and connect using hyperlink, concepts including physical objects and contents in real world in addition to digital contents, called “Ubiquitous Hypermedia” are being proposed. In this paper, we study about a hypermedia model suitable for ubiquitous environment. In our model, contents, devices, and users are basic elements. These are explicitly divided into separate layers in the hierarchical structure. Concepts that are present in real world are also adopted in our model such as time, space, redundancy, and these are delivered to presentation devices which exist ubiquitously in suitable way and effective style. Our model tries to provide users a suitable method to browse contents with various devices in ubiquitous environments.

**Key words** Ubiquitous Hypermedia

### 1. はじめに

近年、携帯電話や無線 LAN といったような無線によるネットワークが急速に整備され、いつでもどこでもインターネットなどが利用できるようになる、いわゆる「ユビキタス」なコンピューティングのための環境が実現しつつある。そのような中で現在、RFID やその他のセンサなどを用いてユビキタスなコンピューティング環境のための情報配信や情報統合などの仕組みとしての、いわゆる「ユビキタスハイパーメディア」という概念が提案され、それを基にしたサービスなどが提供され始めている。このような仕組みを通じて、ユーザにとっては有用な情報を容易に利用できるようになるなどの利点ももたされることが考えられる。しかし、これまで提案されているユビキタスハイパーメディアでは、多くの場合、現在の Web のハイパー

メディアモデルが基礎となったものになっている。既存の Web のハイパーメディアモデルでは、

- 時間や位置情報
- コンテンツの多様性

といった点で不十分であり、ユビキタスなコンピューティング環境でそのまま利用することは、その特性を十分に生かすことができない原因となると考えられる。

そこで本論文では、ユビキタスなコンピューティング環境におけるコンテンツの性質や特徴を検討した上で、その特徴を十分に生かすことができるようなモデルとしてのユビキタスハイパーメディアモデルについて考察を行う。コンテンツの性質や特徴については、特に、ユビキタスなコンピューティング環境を実現する上で重要であると考えられる、ID、位置情報、時間情報、そして、コンテンツの冗長性といった点について言及を

する。

以後、2. 節で関連研究について触れる。3. 節において、いくつかのシナリオを基に、ユビキタスなコンピューティング環境における「ユビキタスコンテンツ」に関する考察を行う。そして、4. 節にて、本研究で提案するユビキタスハイパーメディアモデルの目的などについて明確にしたうえで、5. 節では、それを実現するために我々が提案するユビキタス・ハイパーメディア・モデルの概要を述べる。そして、6. 節で、我々のユビキタスハイパーメディアモデルで取り入れた階層構造について、各階層の役割・機能について述べる。最後 7. 節にて、このモデルを用いたアプリケーション例として、広告配信について述べる。

## 2. 関連研究

ユビキタスなコンピューティング環境を想定した各種研究は現在盛んに行われている。

まず、ユビキタスなコンピューティング環境向けのデータの表現方法に関する研究については、倉光ら [1] のものが挙げられる。この研究では、ユビキタスなコンピューティング環境のためにプラットフォームに依存しないデータ表現と問合せの方法について検討しており、そのためのユビキタスデータモデルを設計、提案している。しかし、この研究においては、オブジェクト間のリンクなどについての考察は行われておらず、ハイパーメディアモデルを対象としている我々の研究とはその点で異なっている。

次に、ユビキタスなコンピューティング環境向けのハイパーメディアモデルの研究についていくつか関連研究を挙げる。まず、HyperReal [2] では、Dexter Hypertext Reference Model [5] をベースとして、画像などのデータや実空間にあるもの、位置情報やリンクといったものをクラスのインスタンスとして表現し、それに基づいてグラフを生成しハイパーメディアモデルを形成しようとしている。また、Physical Hypermedia [3] 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。これらに共通する点は、あらゆるものに ID を付与し、デジタルのコンテンツや実世界に存在するものを区別することなくモデル化することにあると考えられる。しかし、本研究におけるハイパーメディアモデルでは、デジタルコンテンツと実世界のオブジェクトの高度な融合を主要な目的とは考えおらず、そのような点で大きく異なるものであると考える。

さらに、ユビキタスなコンピューティング環境下ではユーザがあらゆる場所に存在する端末を自由に利用して情報の閲覧などが可能になることが想定されているが、Takashio らの研究 [4] では、ユーザの移動に応じてもっとも近い場所にある端末で、移動前に利用していた PC のデスクトップといった環境を復元し、利用を継続できるようにするための仕組みの提案を行っている。本研究においても、ユーザは多様な端末を利用したコンテンツの閲覧を行うことを想定しているが、この研究のように以前のユーザの閲覧行動を完全に保存し、次に使う端末

でその情報を継承することまでは行っていない。

## 3. ユビキタスコンテンツに関する考察

本節では、ユビキタスハイパーメディアによって提供される「ユビキタスコンテンツ」について考察をする。

### 3.1 シナリオ

まず、ユビキタスコンテンツを考えるにあたって、次の 3 つのシナリオを考える。

～シナリオ 1～

ある街頭に設置された電子掲示板では、時間や曜日によって表示されるコンテンツが違っている。例えば、平日の朝方は、通勤・通学の人をターゲットとしたコンテンツが表示され、休日には、若者向けのコンテンツが表示される。

～シナリオ 2～

電車の各車両にコンテンツを表示できるデバイスが複数設置されている。それらには、次に停車する駅に関して、デバイスの位置に最も近い出口の周辺の情報が提供される。

～シナリオ 3～

通路の壁面に並べられた複数ある電子掲示板に新商品の広告コンテンツがすべてに配信されている。その掲示板のいずれかをみたユーザがその後移動をすると、移動する方向にある掲示板の内容が変化し、進む方向でその商品が売られている店への行き方といったものが表示されるようになる。

これらのシナリオはユビキタスなコンピューティング環境におけるコンテンツ配信の例と考えられる。つまり、このようにして配信されたコンテンツは「ユビキタスコンテンツ」と言えるものである。次節ではこれらのシナリオを基に、ユビキタスコンテンツの特徴について考察する。

### 3.2 ユビキタスコンテンツの特徴

我々の考えるユビキタスコンテンツの特徴は次の 2 つである。

- コンテンツの「自律性 + 遍在性」
- コンテンツの「冗長性 + 遍在性」

コンテンツの「自律性 + 遍在性」とは、コンテンツがあらゆる場所に存在し、それらが時間や場所によって、コンテンツが自律的に更新、移動といったアクションをすることである。これは、前節のシナリオ 1、シナリオ 2 で出現するコンテンツに存在する特徴である。これまでは、コンテンツはユーザの状況やユーザの所持する端末の状態に強く依存してコンテンツの更新などが行われることがほとんどである。しかし、ユビキタスなコンピューティング環境では、ユーザの操作や注目といったことに関係なく、自律的にコンテンツの変化や更新、もしくはコンテンツの表示する位置、端末が変化することが可能になると考えられる。

コンテンツの「冗長性 + 遍在性」とは、1 つのコンテンツのコピーが大量に発生し、それらがあらゆる場所に存在するようになることである。これは、前節のシナリオ 3 で出現するコン

コンテンツに存在する特徴である。Web コンテンツなどの場合、コンテンツは唯一なものであり、一度コンテンツを更新すると、その影響はそれを閲覧するすべての端末に及び、強制的に閲覧中のコンテンツは更新されてしまう。しかし、この特徴を持つことで、あるコンテンツが更新されても、それと同じ内容を持つコンテンツのコピーに更新の影響が及ぶとは限らない。

これらの特徴は、実生活における現状のさまざまな情報の存在の仕方から考えると極めて自然なものであり、ユビキタスハイパーメディアを通じて提供されるユビキタスコンテンツには、これらの特徴があるべきであると考えている。

#### 4. モデルの目的

本節では、我々が策定しようとするユビキタスハイパーメディアモデルの目的について述べる。

現在の Web におけるハイパーメディアモデルでは、種々のドキュメントや音声、動画といったものに URL が振られ、相互にハイパーリンクが張られることでグラフ構造が形成され、ユーザはそのグラフ構造をもとにして、PC や PDA といった端末を利用してコンテンツの閲覧を行う。現在では、携帯端末といったような移動する端末からのコンテンツの閲覧も頻繁に行われるようになってきているが、さらに、ユビキタス環境においては、もっと多種多様な表示デバイスにて、あらゆる場所にてコンテンツの閲覧が可能になると考えられる。このような状況を想定したとき、従来の Web におけるコンテンツ閲覧と比較して次のような変化が現れると考えられる。

- (1) 位置・時間に依存したコンテンツの増加
- (2) 表示デバイスの自律的移動
- (3) コンテンツを閲覧してもらうための工夫
- (4) 多様な閲覧手法の出現

(1) については、現在でもすでに位置や時間に応じてコンテンツを変化されるような仕組みは CGI, JSP, ASP などを利用することで実現されている。(2), (3) については、現在では多くの場合、「ユーザが端末を持ち歩いて閲覧」ということが前提となっているが、ユビキタス環境では、前節のシナリオで示したように、「表示デバイスがユーザの意とは関係なく移動し、表示されたコンテンツをユーザが見るかどうかは不明」といった状況が多く存在すると考える。そこで、モデルとして、ユーザの移動などを考慮しない、表示デバイスの自律的移動をサポートできるような仕組みが必要であると考えられる。また、コンテンツをユーザに見てもらうための工夫として実際に行われる手法の一つに、「同じ情報を 1 箇所に大量に表示」という手法がある。同じものを大量に表示し冗長性を発生させることでユーザの目に付きやすくするわけであるが、このような概念は従来の Web におけるハイパーメディアには存在していないと考えられる。他にも、現在の Web では取られていないが、実世界ではコンテンツを人の目に留めさせる手法が存在していると考えられ、そのような手法をハイパーメディアモデルにおいて、実現できるようにサポートする必要があると考えられる。(4) については、多様なデバイスに多様なコンテンツが配信されるようになることで、それを閲覧する手法にも変化が生じると考えら

れる。現在の Web のハイパーメディアモデルでは、あるコンテンツに設定されたハイパーリンクを辿る場合、そのリンク先のコンテンツはユーザが利用している端末に表示されるのが普通である。しかし、将来的には、多種多様な端末が存在することから、コンテンツ閲覧が 1 つの端末のみで閉じる必要性が薄くなり、あるコンテンツのリンク先のコンテンツが別の表示デバイスで表示されることも十分にありうると考えられるし、1 回のリンクを辿るアクションが、複数のアクションのトリガとなることもあると考えられる。そのような、多様な閲覧手法をハイパーメディアモデルとしてサポートすることも必要であると考えられる。

ここまで述べてきた内容をサポートするために、新しいユビキタスハイパーメディアモデルを構築することが本研究の目的である。つまり、本研究にて提案するユビキタスハイパーメディアモデルは「ユビキタスなコンピューティング環境におけるコンテンツ配信・閲覧のためのハイパーメディアモデル」と考えることができると思われる。

#### 5. モデルの概要

本節では、3. 節でのユビキタスコンテンツの特徴に関する考察や、4. 節での我々のユビキタスハイパーメディアモデルの目的を基に、これらを実現するために我々が提案するユビキタスハイパーメディアのモデルについて、その概要を述べる。我々の提案するユビキタス・ハイパーメディア・モデルの概要を図 1 で示している。本モデルでは、ハイパーメディアの対象となるものを 5 つの階層に分けて、Content Layer, Device Layer, User Layer でそれぞれコンテンツ、端末、ユーザに関する情報を保持し、Distribution, Navigation によってそれらの結合を行う。我々のモデルの特徴は次の点にある。

##### a) コンテンツ、端末、ユーザの完全な分離

従来のハイパーメディアモデルにおいて、コンテンツ、コンテンツを表示する端末、コンテンツを閲覧するユーザという三者間の関係を考えてとき、密接な関係にあり。しかし、ユビキタス環境においては自由度の高い情報配信や情報閲覧を実現する必要がある。そのため、これらを別の階層に分離して保持することで、自由度の高い情報配信や閲覧のための下地を提供する。

##### b) ID、位置・時間情報

コンテンツ、端末、ユーザは別の階層に分離しているものの、これらの階層に属する全てのオブジェクトは ID、位置・時間情報という共通の属性を保持する。これら 3 つの情報はユビキタス環境における“遍在性”を実現するための最重要の要素であり、これによってユーザへ適切な情報を適切な場所・時間に提供する環境が実現可能となっている。

##### c) 冗長な情報配信環境のサポート

実際の生活においては、例えば同じ内容のポスターが掲示板に大量に張られているといったように、冗長な情報の配信が行われている。そのような意味で、ユビキタス環境においても、1 件の情報を複数の端末に配信することで多くのユーザに情報を提供しようとするといったような冗長な情報配信環境が必

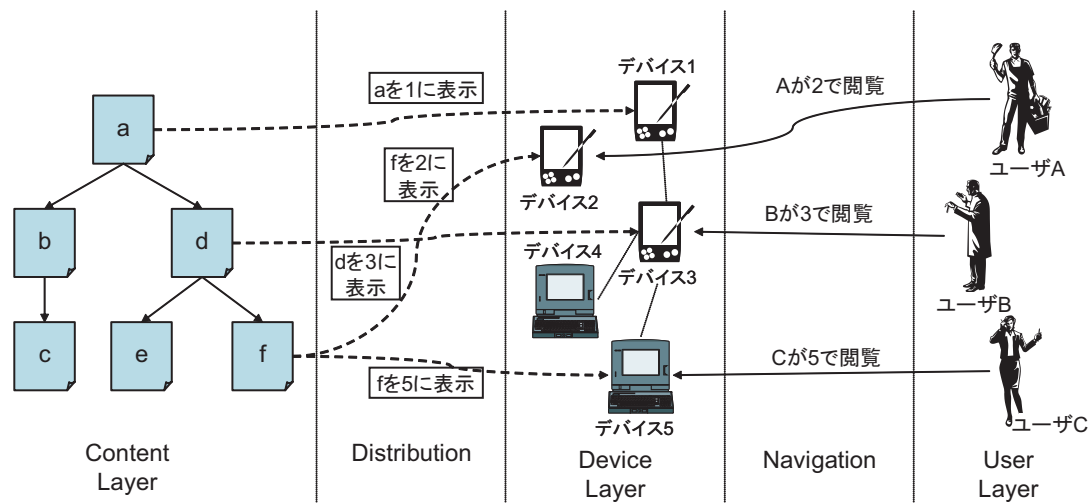


図 1 ユビキタスハイパーメディアモデルの概要図

要であるとする。そこで我々のモデルでは、情報配信のための Distribution, ユーザの情報閲覧のための Navigation を用意し、コンテンツと端末, 端末とユーザの関係を表現することで、冗長な情報配信の仕組みを実現可能としている。

このようなことから、RFID タグや物理デバイスを考慮したユビキタスハイパーメディアモデルとは一線を画したものになっている。

次節では、本モデルの持つ階層構造について、それぞれの階層の役割などの概要について述べる。

## 6. 各階層の概要

我々の提案するユビキタスハイパーメディアのモデルでは、コンテンツ, 表示端末, ユーザの情報を保持する 3 つの階層と、コンテンツと表示端末の間, 表示端末とユーザの間という 2 箇所のインタフェースの役割をする 2 つの階層の 5 階層から成り立っている。本節では、5 つの階層それぞれの概要について述べる。

### 6.1 Content Layer

Content Layer には、端末に配信されユーザによって閲覧される対象となるコンテンツに関する情報が保持される。インターネット上の HTML ページや画像、動画ファイルなどが Content Layer に保持されるオブジェクトの例として挙げられる。

Content Layer のすべてのオブジェクトは、 $(cID, cC)$  で表現される。 $cID$  はコンテンツ ID,  $cC$  はコンテンツの内容そのものを表す。

$cRes$  なる制約条件が存在する。その例としては、

- コンテンツ閲覧の許可・不許可による制約
- Web ページのハイパーリンクによる制約

が挙げられる。 $cRes$  は、Distribution におけるコンテンツの配信先デバイスの決定に影響を与えることになる。

### 6.2 Device Layer

Device Layer では、ユーザが情報を閲覧するための端末に関する情報が保持される。PDA, 携帯電話, PC といった情報端

末 1 台 1 台が Device Layer のオブジェクトの例である。

Device Layer に属する全てのオブジェクトは、 $(dID, dpos, dtime, dC)$  で表現される。 $dID$  は端末 ID,  $dpos$  は端末の位置情報,  $dtime$  は端末の時間情報,  $dC$  は端末で表示されている情報の内容である。

Device Layer においても  $dRes$  なる制約情報が存在する。その一例を挙げると次のようなものがある。

- 情報表示の可能な場所・時間・内容や端末の性能に関する制約
- 端末間での表示の許可・不許可に関する制約

1 つ目の制約は、端末のみに起因する制約で、基本的な制約情報である。2 つ目の制約については、複数の端末をまとめて考える場合に生じるものであり、例えば、1 箇所に複数の端末が存在する場合に、そこにある複数の端末で同じ情報を表示してはならないといった具合である。 $dRes$  の情報は、Distribution Layer におけるコンテンツの配信先デバイスの決定に影響を与えることになる。

### 6.3 User Layer

User Layer では、情報を閲覧するユーザに関する情報が保持される。

User Layer の全てのオブジェクト (各ユーザ) は、 $(uID, upos, utime)$  で表現される。 $uID$  はユーザ ID,  $upos$  はユーザの位置情報,  $utime$  はユーザの時間情報である。

User Layer においても  $uRes$  なる制約情報が存在する。その例としては、

- ユーザの閲覧可能な時間・場所などによる制約

があげられる。 $uRes$  の情報は、Navigation におけるユーザがコンテンツを閲覧するための端末の決定に影響を与える。

### 6.4 Distribution

Distribution では、Content Layer に存在するコンテンツを、Device Layer に存在する情報端末に配信するための仕組みを提供する。

つまり、Distribution では、

- コンテンツの配信先の端末の決定

- コンテンツを端末の表示のための変換  
といった機能を提供することになる。

まず、コンテンツ配信先の端末の決定について述べる。ユーザのアンカーの選択や端末への接近といったユーザの端末・表示されているコンテンツに対する行動や、時間の経過といったトリガとなる情報に基づいて、コンテンツの内容が変化する場合、まずはどの端末にどのコンテンツを配信するか、コンテンツの発信先を決定する必要がある。その流れは、コンテンツ配信のトリガを検出すると、トリガの情報、コンテンツ配信における制約やデバイスの制約、デバイスの位置・時間を考慮して、新しいコンテンツの配信先のデバイスを決定するのである。トリガとなる情報のうち、ユーザの端末への接近やユーザによる端末操作といった、端末とユーザ間のインタラクションによるものは、次で述べる Navigation から伝えられる。

コンテンツの変換としては次のようなものが一例としてあげられる。

- 情報の取捨選択
- コンテンツの結合・分割

これらの決定には、配信するコンテンツ ID、配信先デバイスの制約、コンテンツの制約といった情報が利用され、この Distribution において提供される。これによって、コンテンツを適当な形に変換し端末で表示することにより、よりよい情報配信・閲覧のために重要であるといえる。

このような仕組みを Distribution において取ることで、3. で述べたコンテンツの冗長性を実現することが可能になる。

### 6.5 Navigation

Navigation では、ユーザが Device Layer に存在する端末でコンテンツを閲覧するための仕組みを提供する。つまり、

- 端末の操作
- 端末とユーザの位置・時間関係

を扱うことになる。

ユーザの端末操作については次のようなものがあげられる

- コンテンツの閲覧
- コンテンツ中のリンクアンカーの選択

つまり、ユーザがコンテンツを閲覧していることを表現し、またコンテンツ中のアンカーを選択といった行動をユーザと端末間を結合することによって表現する。これによって、ユーザの行動を端末に伝達し、それに基づいて Distribution Layer におけるコンテンツ配信を行う。

また、ユーザと端末の位置・時間関係とは、ユーザと端末の間の距離、端末を利用していた時間といった情報のことであり、ユーザの持つ位置・時間情報と端末の持つ位置・時間情報を比較することにより得られるもので、ユーザの閲覧可能な端末の検索や実空間におけるユーザの行動の支援といったために利用できる。

### 7. アプリケーション例：広告配信

本節では、これまで述べてきたコピキタスハイパーメディアモデルを通じて実現ができると考えられるアプリケーション例として、広告配信について考える。

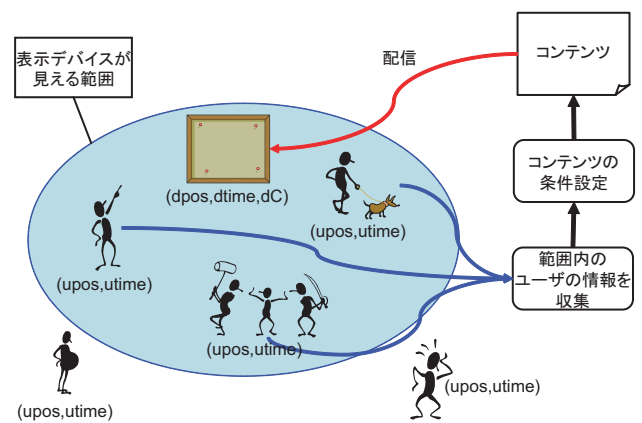


図 2 集団の傾向を考慮したコンテンツ・カスタマイズの流れ

広告配信を情報配信者の立場から考えるとき、次のような点が非常に重要になると考えられる。

- ユーザに合った広告を配信すること
- 配信する情報がユーザの目に付くこと

これらの点について、本論文において提案したモデルを用いて実現する方法について検討する。

#### 7.1 コンテンツのカスタマイズ

ユーザに合った広告を配信する場合、

- (1) 個人に特化した広告を配信
- (2) 集団の傾向を考慮した広告を配信

という 2 種類が考えられる。前者は、例えば個人用の端末に広告を配信する場合に想定されるものであり、後者は、街頭ビジョンや掲示板など公共の端末に配信する場合に想定されるものである。

個人に特化したコンテンツ配信を行う場合には、Navigation におけるリンクによってデバイスのユーザによる利用が特定されていることから、リンクの設定されているユーザの嗜好情報などをデバイスに伝え、それをデバイスに表示するコンテンツを決定する際の制約情報として利用することで、コンテンツを個人に特化したものにすることが可能である。一方、集団の傾向を考慮した広告の場合、表示デバイスの位置・時間情報とユーザの位置・時間情報を利用する方法が考えられる。集団に対して広告を配信しようとする場合、必ずしもユーザが表示デバイスを見るとは限らないため、端末の利用の際に設定される Navigation におけるリンクが存在しない場合がある。そのため、表示デバイスとユーザの位置・時間情報を用いて、表示デバイスに配信するコンテンツを変化させることを行う。まず、表示デバイスの位置・時間情報から、コンテンツの閲覧が可能になる時間・位置の条件を設定する。次に、その位置・時間の条件にあう位置・時間情報を持つユーザを検出する。その上で、条件に合ったユーザの嗜好情報などを抽出し傾向を分析することで、表示デバイスに配信することが適当なコンテンツの条件を設定する。そして、その条件にあったコンテンツを表示デバイスに適当な形で配信する(図 2)。しかし、このような手法を採る場合、不特定多数のユーザの嗜好情報を抽出しようとすることから、プライバシーを守りながら有用な情報を抽出する



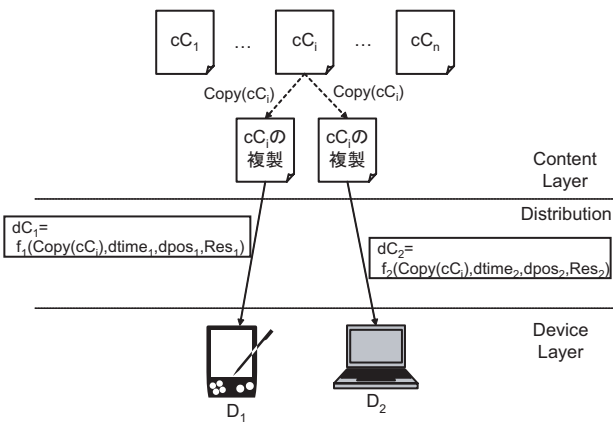


図3 コンテンツの冗長配信の表現

ための方法を検討する必要がある。

## 7.2 コンテンツの冗長配信

配信する情報をユーザの目に付きやすくする方法としては次のようなものがあげられる。

- コンテンツの表示のデザインを目に付きやすくする
- コンテンツをより多くのデバイスに配信する

前者については、コンテンツのデザインなどの時点で大きく決定されるものであり、本研究でのユビキタスハイパーメディアモデルでは取り扱うことがほぼ不可能であるため考察は行わない。後者については、3. 節で述べた、ユビキタスコンテンツの持つ冗長性、つまり、コンテンツの冗長配信によって実現される。その際、コンテンツ配信のためには、元のコンテンツを複製して表示デバイスへ配信することが望ましいと考えられる。元のコンテンツを複製せず複数のデバイスに配信した場合、あるデバイスを経由してコンテンツが更新されると、それに応じて同じコンテンツを表示する他のデバイスの表示内容も更新されることになる。コンテンツの変更内容が、更新が行われたデバイスの場所や時間に大きく依存するような場合、他のデバイスでの表示には適さない可能性がある。また、複製を配信することで、表示デバイスによって表示を若干変化させることも可能である。そのため、複数の表示デバイスにコンテンツを配信するような場合には、複製して配信することが望ましいと考えられる。これらを、ユビキタスハイパーメディアモデルであらわすことを考える。コンテンツの配信は、Content Layer、Device Layer および Distribution によって表現される。コンテンツ  $C_i$  の内容を  $cC_i$ 、デバイス  $D_i$  の時間情報を  $dtime_i$ 、位置情報を  $dpos_i$ 、表示内容を  $dC_i$  とすると、 $dC_i = f_i(\text{Copy}(cC_i), dtime_i, dpos_i, Res_i)$  となる。ここで、 $\text{Copy}(C)$  はコンテンツ  $C$  の複製、 $Res_i$  はデバイス  $D_i$  に関する制約条件である(図3)。これにより、 $D_i$  において表示するコンテンツに対する更新などの操作が行われた場合も、元のコンテンツに直接影響を与えることがなくなり、他のデバイスに表示されたコンテンツの内容に影響は与えない。逆に、デバイスで行われたコンテンツに対する操作を元のコンテンツに反映させる場合には、 $cC_i = g_i(\text{Copy}(dC_i), cRes_i)$  のようにすることで実行可能である。ここで  $cRes_i$  はコンテンツ  $C_i$  に対

する制約情報である。

## 8. おわりに

本論文では、ユビキタスハイパーメディアのフレームワークとしてのモデルについての基礎的な考察を行った。コンテンツ、表示デバイス、ユーザを分離し、それぞれに ID、位置情報、時間情報を持たせてそれらを結びつけることで、より柔軟な情報配信のための仕組みが実現されることを説明した。現時点では、最も基礎的な部分の考察のみに終始しており、ユビキタスという、より大きな世界を対象としたハイパーメディアモデルにするにはまだ不十分な部分が多く、今後、そのような機能を本研究にて提唱するユビキタスハイパーメディアとしてサポートすべきかについて検討を続けていく予定である。その上で、各階層の機能などの詳細な検討を行った上で、このモデルを基にしたアプリケーションとしての広告配信について検討・実装することを予定している。

## 謝 辞

本研究の一部は、平成 15 年度科研費基盤研究 (A)(2)「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。

## 文 献

- [1] 倉光君郎, 坂村健, “半構造オブジェクト: ユビキタスデータモデル”, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.42, No.SIG15 (TOD12), pp.40-49, 2001 年 12 月
- [2] L.Romero, N.Correia, “HyperReal: A Hypermedia Model for Mixed Reality”, Proc. of The 14th Conf. on Hypertext and Hypermedia (ACM HyperText '03), pp.2-9, Nottingham, U.K., Aug., 2003
- [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] K. Takashio, G. Soeda, H.Tokuda, “A Mobile Agent Framework for Follow-Me Applications in Ubiquitous Computing Environment”, Proc. of 21st Int'l Conf. on Distributed Computing Systems Workshop (ICDCSW '01), pp.202-207, Meza, Arizona, Apr., 2001
- [5] F. Halasz, M.Schwartz, “The Dexter Hypertext Reference Model”, Communicatinos of the ACM, Vol.37, Issue 2, pp.30-39, Feb., 1994