

Recycle Media-概念と可能性-

瀬川典久(sega@dais.is.tohoku.ac.jp)^{*1}
佐藤究(kiwamu@dais.is.tohoku.ac.jp)^{*1}
布川博士(nunokawa@ipc.miyakyo-u.ac.jp)^{*2}
宮崎正俊(miyazaki@dais.is.tohoku.ac.jp)^{*1}

^{*1} 東北大学大学院情報科学研究科, ^{*2} 宮城教育大学附属理科教育研究施設

概要

コンピュータを使って作られた情報が、一方ではコンピュータの中で利用され、もう一方では現実社会に存在する物に出力されることによって利用される。利用形態が異なる同じ情報を、異なる利用形態の間で変換を行う。これを、情報の再利用と考える。

本論文では、はじめにこの情報の扱いをメディアを利用する情報交換にとらえ、そのメディアのメディアアーキテクチャとして提案する。そして、そのメディアアーキテクチャを利用し、情報の再利用を定義するRecycle Mediaを提案する。

Recycle Media -Concept & Possibility-

Norihisa Segawa^{*1}, Kiwamu Sato^{*1}, Hiroshi Nunokawa^{*2}, Masatoshi Miyazaki^{*1}

^{*1} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{*2} Research Institute for Science Education, Miyagi University of Education

Abstract

A information which is constructed by computers is used by themselves. The other translates into objects in real world. The same information which is used in different forms is translated between one form to another. We consider this translation as 'recycle information.'

In this paper, we propose 'Media Architecture' to regard this treating information as information exchange using media first, then propose 'Recycle Media' as definition of 'recycle information.'

1 はじめに

近年の計算機環境の発達により、計算機上で扱われる情報は多種多様になりつつある。また、それらの情報がネットワークを通じて交換されるようになってきている。

また、コンピュータによって作られた情報は、様々なデバイスを利用し様々な物に出力されている。例えば、プリンターによる絵の出力、製本機による本の出力、CD-Rを利用したCDの出力、Faxを利用した出力、スピーカを利用した音の出力等である。

計算機上で作成された情報は、(1)計算機上で利用される情報と(2)現実社会に存在するオブジェクトに出力された情報に分けられる。例えば現在出版されている新聞、本、雑誌は計算機上で作成した情報が紙というオブジェクトに出力されている。

しかし、現在のところこの計算機上で利用される情報と現実社会に存在するオブジェクトに出力された情報を関連付けて利用する環境は存在しない[1]。例えば、一般に出版されている雑誌からその元になった計算機上の情報は取り出すことは出来ない。また、計算機の情報を紙に出力した後、その紙にペンで情報を書き加えたとき、ペンで書かれた情報を正しく計算機の情報に戻すのは困難である。

この研究は、利用形態が異なる同じ情報を、異なる利用形態の間で変換を行い、情報をシームレスに利用する環境を実現することが目的である(図1)。

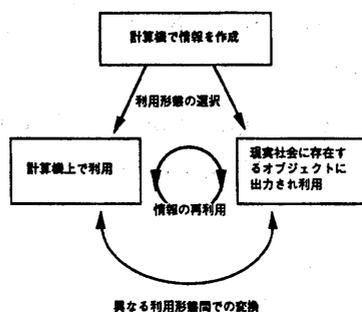


図1 異なる形態間の情報の変換

この論文では、2つのことを提案する。初めにメディアアーキテクチャを提案することによって、計算機上で利用される情報と現実社会に存在するオブジェクト上に出力された情報を一元的に関連付けて扱う。次にRecycle Mediaによって、計算機上で利用される情報と現実社会に存在するオブジェクト上に出力された情報をお互いに変換して、再利用可能となることを示す。また、このメディアアーキテクチャ、Recycle Mediaの実現例を示し、この考え方の有効性を示す。

2 Recycle Mediaの提案

本章では我々が基盤としているメディアのアーキテクチャについて述べ、そのもとでRecycle Mediaを提案し、その有用性について議論する。

2.1 メディアアーキテクチャ

本稿で言うメディアとは手紙や新聞など人々の間での情報交換を行う手段をいう(図2)。例えば手紙は、通常、個人間で紙に書かれた文字を用いてコミュニケーションを行うメディアである、また、新聞は広く多くの人々に対して紙に書かれた文字や写真(静止画)を用いて情報を提供するメディアである。また、発表や会議などもそれぞれ情報交換を行う手段であり本稿で言うメディアである。

メディアを利用する際に用いるデータの種類をメディアデータタイプと呼ぶ(図2)。文字、静止画、動画、音声などがメディアデータタイプの例である。例えば新聞の場合、文字と静止画がメディアデータタイプとして用いられている。個々の記事や写真はこれらメディアデータタイプのインスタンスであり、各々、文字メディアデータ

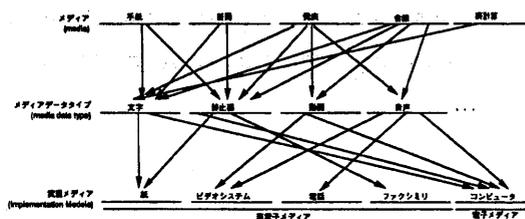


図2 メディアアーキテクチャ

タイプのインスタンス、静止画メディアデータタイプのインスタンスである。以降、それらインスタンスを総称してメディアデータと呼び、特に必要な場合にはメディアデータタイプを付し、文字メディアデータ、静止画メディアデータなどと呼ぶことにする。

メディアデータタイプを実現するために用いる手段を実現メディアと呼ぶ(図2)。例えば新聞の場合、文字メディアデータタイプおよび静止画データタイプともに紙を実現メディアとしてを用いている。また、例えば、電子メールメディアでは文字メディアデータタイプを用い、文字メディアデータタイプをコンピュータにより実現しているメディアである。図2に示すように実現メディアとしてのコンピュータは現在ほとんどのメディアデータタイプを扱うことができる実現メディアとなっている。

2.2 メディアの利用と特徴付け。

本稿におけるメディアアーキテクチャにしたがう事により、メディアを利用し情報交換を行うことは以下のように説明することが出来る。すなわち、人々はある情報交換を行うためにそれに最も適したメディアを選択する。その際、その情報交換において用いるメディアデータインスタンスが扱えるメディアデータタイプを有するメディアを選択しなければならない。次に、それらメディアデータタイプ全てを実現している実現メディア上で実現されているメディアを用いることになる。

例えば(文字だけの)手紙メディアの場合以下のように説明できる。すなわち、必要とされるメディアデータタイプは文字だけである。文字メディアデータタイプを実現している実現メディアは紙を用いているもの(通常の郵便)とコンピュータを用いているもの(電子メール)の2つが存在するがともに目的とする情報交換が可能である。すなわち、それらは双方とも、情報交換する個々の手紙の内容である文字メディアデータインスタンスが(紙またはディスプレイ上に)表示され、それらを相互に送受信できると言う操作に

おいてともに同じメディアである。

以上の議論から本稿におけるメディアアーキテクチャにしたがえば、メディアを特徴付けるものは、そのメディアで扱えるメディアデータタイプの集合とそれらメディアデータタイプそれぞれに対する表示の仕方(プレゼンテーション)とそれに対する操作(オペレーション)である。すなわちメディアは3項組み<メディアデータタイプの集合、メディアデータタイプのプレゼンテーション、メディアに対するオペレーション>により特徴付けることが出来る。たとえば、文字だけの手紙は<文字の集合、表示の仕方、送受信>となる。通常の手紙と電子メールの相違はこのメディアの実現メディアによる相違だけである。以降、メディアデータタイプのプレゼンテーションとメディアに対するオペレーションをまとめてインタラクションと呼ぶことにする。

2.3 Recycle Media

Recycle Mediaとは、同じインタラクションを持ちながら実現メディアの異なる2つのメディアにおいて相互に変換可能なメディアな事である(図3)。例えば、2章の例における電子メールと手紙はRecycleなメディアである。

図4の例を用い、Recycle Mediaの現実的な適用例を示す。図4は、ある出版されている本が古くなり改訂をして改訂版を出版するという例における情報の流れを示した物である。この中には以下の流れがある。(1)元になる本の情報を取り出す。また、改訂によって加えられる情報を、雑誌、新聞から取り出す。(2)コンピュータ上で編集する。(3)校正刷りを印刷する。(4)赤ペンで校正する。(5)校正結果取り込み。(6)出版をする。

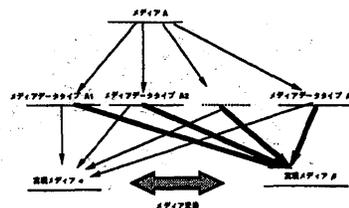


図3 Recycle Media

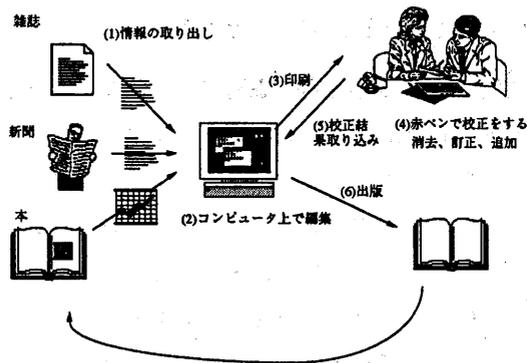


図4 改訂版出版の流れ

(1)元になる本の情報の取り出し、及び雑誌、新聞の情報の取り出し

Recycle Mediaでは、本、雑誌、新聞といったメディアで、実現メディア間の変換（紙からコンピュータ）が行われる（図5）。実現メディアがコンピュータに変化したので、「(2)コンピュータ上で編集する。」が可能となる。コンピュータ上では、これらのメディアを融合して中身を改訂した本を生成する。つまり、Recycle Mediaによって、紙で実現していた、本、雑誌、新聞のメディアが、コンピュータ上にとりこまれてコンピュータ上で編集可能となる。

(3)印刷

編集によって新たに作成された本は、本メディアが持つインタラクションを保持したまま、異なる実現メディア（コンピュータから紙）に変換される。実現メディアが紙に変化したので、紙メディア上でのインタラクションが可能となり「(4)赤ペンで校正する。」が可能となる。つまり、コンピュータで編集されていた本が、紙上に印刷される。そして、ユーザは紙に対して校正作業を行えるようになる。

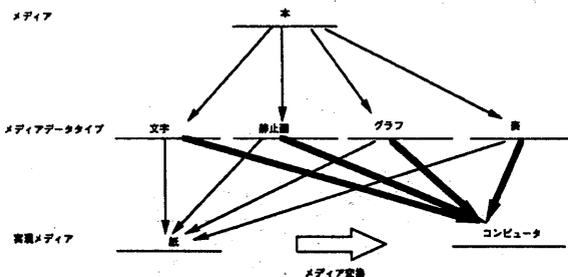


図5 本メディアのメディア変換

(5)校正結果取り込み

本メディアを、メディア変換によって実現メディア（紙メディアからコンピュータメディア）を変換している。インタラクションを保持するので、紙メディアでのオペレーション（赤ペンでの校正）がコンピュータメディア上で反映される。つまり、紙で行った本に対する校正が、コンピュータ上の編集作業に反映される。

(6)出版

メディア変換を行うことによって、実現メディアがコンピュータから紙に変換される。つまり、紙に印刷され、製本され出版される。この、出版された本も、Recycle Mediaとして再改訂される時に利用される。

この一連の流れでわかるように、本メディアが2つの異なる実現メディアにおいて相互変換が行われている。

3章では、このRecycle Mediaを、紙メディアとコンピュータメディアの2つの実現メディア上で実現した例について述べる。

3. Recycle Mediaの実現例

この章では、Recycle Mediaの実現例について述べる。Recycle Mediaの、メディア、メディアデータタイプ、実現メディアとインタラクションの概念を実現するMedia Object、メディア変換の概念を実現する、Media Translatorについて述べ、その実装例を示す。

3.1 Media Object, Media Translator

Recycle Mediaを実現するために、今回はMedia ObjectとMedia Translatorを用いる。

2章のメディア、メディアデータタイプ、実現メディアとインタラクションは、Media Objectとして実現される。

メディア、メディアデータタイプ、実現メディアはそれぞれメディアクラス、メディアデータタイプクラス、実現メディアクラスとして実現され

る。インタラクションは、メディアクラスのメソッドとして定義される。

Media TranslatorはMedia Objectを変換する先のメディアで扱える形式に変換するものであり、(1) Media Objectの定義を変換する先の実現メディアで扱える形式に変換し、(2)Media Objectの持つインタラクションの定義に基づき、変換する先の実現メディアに対応したプレゼンテーション、オペレーションを実行させる機能を持つ。例えば実現メディアとして紙を用いた場合、紙の表側にプレゼンテーション（表計算の結果）を出力する。ユーザは、紙に何か（コメント等）を書き込む。そして、Media Translatorを用いコンピュータへメディア変換した場合は、実現メディアがコンピュータとして、インタラクションが行われる。このことにより、同一のインタラクションを用い、異なる実現メディア間での、メディアの変換が可能となっている。

Media ObjectとMedia Translatorは図6のように表される。

3.2実装

Recycle Mediaの実現可能性を実証するために、以下のような実装および実験を行った。

3.2.1 表計算プログラムの作成

今回作成するプログラムは、以下の機能を持つ表計算プログラムである。

(a)セルで扱えるデータは、数字とリンクデータである。ここでいうリンクデータは、WWWのURLである。ただし、リンク先のデータは数字のテキストのみとする。

(b)セルの情報に対する表示は、数字の表示、ある行の合計、リンクの表示(URLの表示)、リン

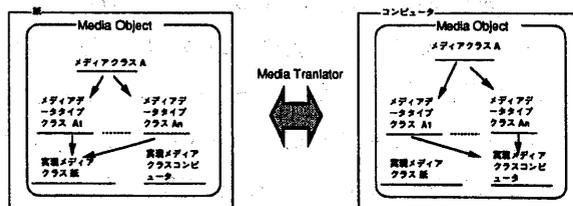


図6 Media ObjectとMedia Translator

ク先の表示(URLの中身の表示) である。

(c)セルの情報に対する操作は、セルの書き換え、リンクをたどる動作である。

3.2.2 Media Objectの構築

Media Objectを、DeLis[2]上に実装した。DeLisは、(1)異機種分散システムへの対応(2)多様なアプリケーションの統合的開発環境(3)柔軟なユーザインタフェースの提供による多様なサービスの運用、を目的に作られた言語、およびそのシステムである。

今回は図7の実装を行った。Media Objectは、メディアクラス、メディアデータタイプクラス、実現メディアクラスから生成されるObjectである。Media Objectは、実現メディア上で具体化され、Media Objectの各クラスの記述に従いユーザに情報を表示したりユーザから情報を操作されたりする。一つのMedia Objectは、一つのメディアクラスに対応する。今回は、メディアクラスとして表計算クラス(class Cal)を定義した。

メディアクラスは、サブクラスとして複数のメディアデータタイプクラスを持つ。class Calには、メディアデータタイプクラスとしてセルの情報を表すclass SYLK, リンクの情報を表すclass LINKを持つ。メディアクラスは、サブクラスに持つメディアデータタイプに対するインタラクションを定義するクラスである。具体的には、プレゼンテーションは、class SYLKを用いたセルのデータの表示、class LINKを用いたリンクの表示、リンク先の表示と定義される。オペレーションは、class SYLKを用いてセルの書き換え、class LINKを用いてリンクをたどる動作と定義される。

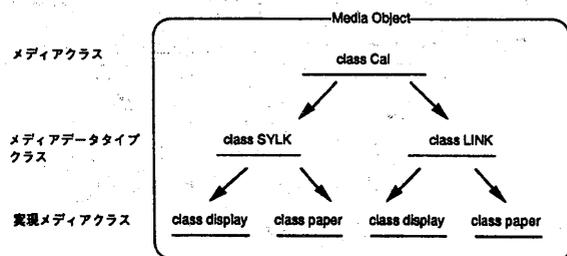


図7 Media Objectの構造

メディアデータタイプクラスは、サブクラスとして複数の実現メディアクラスを持つ。class SYLK, class LINK共に、実現メディアがコンピュータのclass display、実現クラスが紙のclass paperの実現メディアクラスを持つ。メディアデータタイプクラスは、サブクラスに持つ実現メディアクラスとのデータの交換によって、データのタイプに応じたメディアデータが格納される。class SYLKにはセルのデータが、class LINKにはリンクのデータが入っている。

実現メディアクラスは、メディアを実現メディア上で具体化するための方法が定義されている。class displayでは、コンピュータ上でのデータの表示手法、keybordからのデータの取り込みが定義されている。class paperでは、紙への印刷方法、紙にかいてある文字の処理方法等が定義されている。実際に動作するときは、実現メディア対応する実現メディアクラスの定義だけが利用される。実現メディアが変化した場合、その変化後に対応した実現メディアクラスの定義が利用される。

3.2.3 Recycle Mediaの実装

ユーザがMedia ObjectとMedia Translatorを利用し、Recycle Mediaの実現について述べる[3]。図8に、実現を示す。

(1)は、実現メディアとしてコンピュータを利用してMedia Objectが具体化されたことを示す。具体的にはMedia Objectがディスプレイからユーザにセルやリンクを表示したり、キーボードから入力された内容でセルを書き換えたりすることを可能にする。

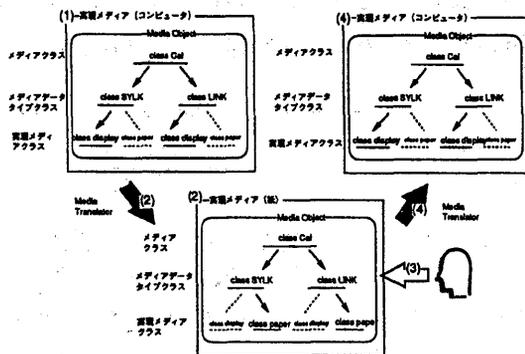


図8 Recycle Mediaの実現

(2)は、Media ObjectがMedia Translatorを用い、実現メディアとして紙を利用して具体化されたことを示す。具体的には、紙の表にセル、リンクの内容が印刷される。また、Media Translatorによって、Media Objectそのものは、紙の裏にデジタル化され符号化され(データを圧縮ツールLHAで圧縮し、符号化ツールishによって符号化された文字列)印刷される。

(3)は、ユーザが紙に対して赤ペンでセルの情報を記入することを示す。

(4)は、Media ObjectがMedia Translatorを用い、実現メディアとしてコンピュータを利用して具体化されたことを示す。具体的には、紙の裏に符号化しているMedia Objectの情報は、ページスキャナーとMedia Translatorによって取り出される。また、ユーザによって紙の上に赤ペンで書かれたセルの情報は、ページスキャナーとMedia Translatorによって取り出され、実現メディアとして紙を利用したインタラクションの定義によって処理される。処理されたMedia Objectは、Media Translatorによって実現メディアとしてコンピュータを利用して具体化される。これにより、(1)で行えたディスプレイからユーザにセルやリンクを表示したり、キーボードから入力された内容でセルを書き換えたりすることが可能となる。また、赤ペンで書き加えたセルの情報も反映されている。

4. 考察

4.1 メディアのシームレス化アーキテクチャの研究との比較

この節では、Recycle MediaとDigital Desk[4]を比較することによって、メディアのシームレス化アーキテクチャについて考察する。

Digital Deskでは、コンピュータ上の情報はプロジェクターによって、紙の上の情報に重ね合わされて表示される。また、ユーザは、紙の上の情報(電子的・非電子的な情報)を手を使って操作することが可能である。電子的な情報に対しては、カメラで手の動きをスキャンし、電子的な情報に

操作を行う。印刷された物及びユーザがペン等を使って手で書き込む非電子的な情報は、その画像を取り込み、画像処理を行い、電子的な情報として操作を行う。つまり、Digital Deskでは実現メディアを区別せずに、実現メディアとして全てコンピュータを利用したインタラクションとして、紙とコンピュータの実現メディア間のシームレス化を実現している。

Digital Deskでは、Digital Deskを利用しないと実現メディアを紙としたインタラクションは行えない。なぜなら、Digital Deskは実現メディアを区別せずに、実現メディアとして全てコンピュータを利用したインタラクションとして扱う。よって、実現メディアとして紙だけを利用したインタラクションは行うことが出来ない。Recycle Mediaでは、実現メディアを紙とコンピュータに区別をし、その実現メディア間でメディアの相互変換を行うことによって、実現メディア間のメディアのシームレス化を行う。つまりメディア変換を利用して、ユーザが紙を利用したければ実現メディアとして紙にメディアを実現すればよいし、コンピュータを利用したければ実現メディアとしてコンピュータにメディアを実現すればよい。そして、それぞれのメディアで同一のインタラクションが利用できる。この事によって、実現メディア間のシームレス化を可能とする。

4.2 メディアのシームレス化の別手法の研究

この節では、Recycle MediaとUbiquitousLinks [5]を比較することによって、メディアのシームレス化の手法についての考察を行う。

UbiquitousLinksでは、現実社会に存在するオブジェクトに、そのオブジェクトに関するWWW上のデータのリンク(URL)を付加する。そして、ユーザは現実社会のオブジェクトのリンクを利用し、そのオブジェクトに関するWWW上のデータを取得するというシステムである。これは、それぞれの実現メディアに対して、独立してメディアデータ、メディア（インタラクション）が定義

される。そして、メディアデータの一つにリンクが存在する。そのリンクは、他の実現メディアのメディアデータへのリンクとして扱われる。リンクによって関連付けられたメディアデータは、異なる実現メディア間でシームレスに扱われる。

しかし、UbiquitousLinksでは、実現メディア間のメディアデータのリンクを維持しなければシームレス化が行えない。リンクによってシームレス化を行っているので、リンクがたどれなかった場合は、その段階でシームレス化が不可能である。Recycle Mediaでは、リンクによるシームレス化の手法を取らず、メディアに対する実現メディアの相互変換でシームレス化を行っているので、上の問題は起こらない。

また、UbiquitousLinksでは実現メディア上でのメディアデータが変化した場合、リンクが正しいシームレス化を示さなくなることが有る。リンクは、それぞれの実現メディア上のメディアデータ間のある時点での関係によって作られるので、メディアデータが変化した場合は、設定されたリンクが正しい関係を示さなくなる場合も存在し、その場合には実現メディア間でのシームレス化が不可能になる。Recycle Mediaでは、メディアに対する実現メディアの相互変換でシームレス化を行っているので、上の問題は起こらない。

また、UbiquitousLinksでは異なる実現メディア間のインタラクションに対するシームレス化が不可能である。UbiquitousLinksでは、メディアデータ間のリンクによって異なる実現メディア間のシームレス化を行う。それぞれの実現メディアで実現されるインタラクションのリンクは定義されないで、異なる実現メディア間でのインタラクションのシームレス化は不可能である。Recycle Mediaは、同一のインタラクションを異なる実現メディア間で相互変換することで、異なる実現メディア間でのインタラクションのシームレス化を実現する。

5 まとめ

本論分では、以下のことについて述べた。情報をシームレスに利用するために、メディアアーキテクチャを導入し、異なる利用形態での情報の利用をメディアアーキテクチャによって一元的に扱った。次に、Recycle Mediaによって異なる利用形態間の情報の変換について述べた。また、メディアアーキテクチャ、Recycle Mediaを実現するMedia Object, Media Translatorの実現について述べた。これらを利用し、情報を異なる利用形態に対しシームレスに扱えることを確認した。

今後の課題は以下のとおりである。

(1) Media Objectの構築環境の作成

Media Objectを現在は人手でプログラムを記述している。現実社会のメディアは多種多様なので、Media Objectを用意に作成するツールを構築する予定である。

(2) Media Translatorの改良

紙にMedia Objectを出力するとき、現在は紙の裏表を利用している。これでは、両面印刷に対応できないので、プレゼンテーションは普通のインク、Media Objectは赤外線に反応するインクを用いて印刷し、両面を利用できるようにすることを實現する予定である。

(3) 具体的な応用例の實現

Recycle Mediaの有効性を具体的に示すために次に上げることを実験する予定である。

(i) グループウェアへの応用

現在のグループウェアのツールは、電子メディア上での實現を考えている。ここに、非電子メディアを組み込んだ場合どのようなことが出来るかを考える。現在考えているのは、書類を扱う場合どうしても直筆のサインを入れる必要があるとか、手書きの情報を入れる必要があるとかの場合、Recycle Mediaで實現することを考えている。

(ii) 楽譜への応用

ユーザが作曲を行う場合、(1) 計算機上で作曲ソフトを用いて行う、(2) 実際に楽器を演奏しながら、紙の上で楽譜の中に音符を記述して作曲を行う。などが考えられる。この、コンピュータ上での作業とコンピュータを使わない作業を一貫して扱えるかどうかを検討する。もし出来るとしたら、手書きの楽譜データから、音楽を出すことが出来ると考えられる。

参考文献

- [1] 暦本純一, 岡 正明: 誌上対談「拡張する実空間」(初稿) SpaceDesign 1997年4月号: <http://www.csl.sony.co.jp/person/rekimoto/sd.html> (1997)
- [2] 三石大, 布川博士, 白鳥則郎: ネットワーク指向分散アプリケーション記述のための言語系DeLisの設計と実装: 情報処理学会論文誌掲載予定
- [3] 瀬川典久, 佐藤究, 宮崎正俊: Recycled Mediaの提案: 第55回情報処理学会全国大会講演論文集(3), pp262-263(1997)
- [4] Pierre Wellner: INTERACTING WITH PAPER ON THE DIGITAL DESK, CACM, Vol.36, No.7, PP87-PP96 (July 1993)
- [5] 綾塚祐二, 暦本純一, 松岡聡: Ubiquitous Links: 実世界環境に埋め込まれたハイパーメディアリンク: 情報処理学会研究会報告, 96-HI-67, pp23-30 (1996)