

Recycle Mediaにおける構造を持つ情報の取り扱い

瀬川典久 佐藤究 布川博士 宮崎正俊

岩手県立大学ソフトウェア情報学部

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。

本発表では、表計算という具体的な例をとりあげ、構造を持つ情報を異なる利用形態で再利用するための考察等を行う。

Management structured information using Recycle Media

Norihsa Segawa, Kiwamu Sato, Hiroshi Nunokawa and Masatoshi Miyazaki

Iwate Prefectural University

Information generated 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, first we propose 'Media Architecture' to regard this treating information as information exchange using media, and then propose 'Recycle Media' as definition of recycle information. At last we propose how to management structured information using Recycle Media.

1 はじめに

現在の情報社会では、事務作業において何らかの形で電子的な方法がとられている。例えば、文章作成ではワープロ（と言う電子的なアプリケーションソフトウェア）を利用し、作成した文書の配布には、WWWやメール（と言うメディア）等の電子的な方法や、紙（と言うメディア）に印刷し配布する非電子的な方法を用いたりしている。このように、現在の事務作業は、電子的な方法と非電子的方法を人間が相互に使い分けながら利用している。

しかしながら、それら2つの方法（電子的な方法と非電子的な方法）の間で相互に情報を変換し、利用することはできない。例えば、計算機の情報に紙に出力した後、その紙にペンで情報を書き加えても、紙上で行った処理（訂正の二重線を引く、赤ペンで計算式を書き加える、など）と計算機上の処理（文字の追加、削除、処理の変更等）を関連付けて処理できない。よって、それぞれで行われた処理は、ユーザの手で変換を行わなければならない。

本研究テーマは、コンピュータ利用における2つの方法やコンピュータで利用するアプリケーションソフトウェアをメディアとして一般化し、それらで作成した電子的な情報や電子的な配布方法を関連付けて相互に変換

できる環境（シームレスな情報環境）の構築を目指している（図1）。この環境の確立により、各ユーザにとってその利用する状況で一番適したメディアを利用する事が可能となり、従来のメディアには、比較できないほどの幅広くかつ様々な場面で利用されるメディアの構築が可能となる。

我々は、シームレスな情報環境を実現するための方法論としてRecycle Mediaを提案した[1]。Recycle Mediaは、各メディアをオブジェクトとして扱い、それぞれの情報環境におけるオブジェクトの振舞いをメソッドとして記述することによって、メディア間の変換が可能であることを示した。

本報告では、Recycle Mediaの能力を考察するために、構造を持つメディアをとりあげ、そのメディアのRecycle Mediaでのモデル化、及びそのモデルを利用した

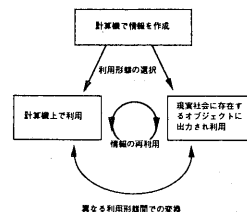


図1 異なる形態間の情報の変換

Recycle Mediaでのモデル化、及びそのモデルを利用したシステムの構築について報告する。

2 Recycle Mediaによる構造化された情報の処理

本章ではRecycle Mediaを定義するために、初めに本稿で扱うメディアの構造の定義であるメディアアーキテクチャ[1]を定義し、そのもとでRecycle Mediaを定義しする。そして、一種の構造化された情報として、表計算を取り上げ、その表計算がこのモデルの中でどのように処理されるかを記述する。

2.1 メディアアーキテクチャ

本稿ではメディアを、一般に言うメディアからその実現媒体を取り去った、抽象的な機能、内容の集合として定義する。実現媒体とは、メディアを実体化させ、実世界で機能させるための媒体のことであり、本稿ではこれを実現メディアと呼ぶ。例えば、一般に言う手紙メディアを考えた場合、ある個人からある個人に文章が送られる機能、および、その文章の内容をまとめたものを(手紙)メディアと呼び、一般に言う手紙メディアを実現する媒体である、紙・郵便組織が実現メディアとなる。

すなわち、メディア、実現メディアを組み合わせたものが、一般に言うメディアに相当することになり、本稿ではこれをサービスと呼ぶ。例えば、手紙と紙・郵便組織を組み合わせたものが通常の郵便であり、手紙とテキストファイル・コンピュータを組み合わせたものが電子メールとなる。

メディアは、上で述べたように、抽象的な機能、内容の集合であり、この抽象的な機能をインタラクション、内容をメディアデータタイプと呼ぶ。

メディアデータタイプとは、メディアが持つ実際のデータの型と構造であり、実際のデータをメディアデータと呼ぶ。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であり、個々の記事や写真はメディアデータである。

インタラクションとは、メディアの持つべき機能の集合であり、メディアデータの表示の仕方(プレゼンテーションと呼ぶ)とメディアに対する操作の仕方(オペレーションと呼ぶ)からなる。また、具体的な

プレゼンテーション、オペレーションのインプリメントは実現メディアに依存している。

例えば、手紙メディアに対する、プレゼンテーションは文字の表示の仕方であり、実現メディアとして紙が選ばれている場合、コンピュータが選ばれている場合ではフォーマットが違って来る。また、オペレーションは、読む、返事を書く等であるが、紙の場合、紙をめくる、ポストに入れる、であるが、コンピュータの場合、あるアプリケーションにおけるある操作となる。

2.2 メディアアーキテクチャの定式化

以上の議論によりメディアアーキテクチャを次の4つの項組によって定義することが出来る(図2)。

(1)Service=<Media, Implement Media>

サービス(Service)は、メディア(Media)、実現メディア(Implement Media)の2項組によって定義される。ここでいうImplement Mediaとは具体的な実装システムを指す。

(2)Media=<Media Data Type, Interaction>

メディアは、メディアデータタイプ(Media Data Type)、インタラクション(Interaction)の2項組によって定義される。

(2)Media Datatype=<media data 1, media data2...>

メディアデータタイプは、メディアデータの集合から定義される。

(4)Interaction=<Presentation, Operation>

インタラクションは、プレゼンテーション(Presentation)、オペレーション(Operation)から定義される。

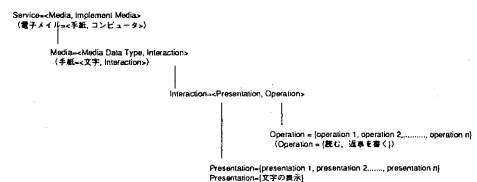


図2 メディアアーキテクチャ

このメディアアーキテクチャを用いて、メディアの特徴付けを行ったものを図3に示した。

2.3 Recycle Media

Recycle Mediaとは、あるサービスにおけるメディアデータ（メディアデータタイプの要素）の変更が他のサービスのメディアデータの変更にも相互に反映されるサービスを、同時に複数提供できるメディアのことである（図4）。

すなわち、Recycle Mediaでは、同じメディア（従って同じメディアデータタイプと同じインタラクションをもつ）でありながら、実現メディアが異なっている（従って、サービスが異なっている）にも関わらず、相互にサービスを利用することができ、各サービスにおけるメディアデータの変更が他のサービスのメディアデータの変更にも反映される。

2.4 Recycle Mediaによる構造化された情報の処理

表計算を例に取り上げ、構造を持つ情報がRecycle Mediaによって具体的にどのようにモデル化されるかを示す。

表計算は、一般に、複数のセルとそのセル間の関係を取り扱う。例えば、ある行の列のセルの和をあるセルに代入するといった事が出来る。このように、人間に見えているセルの情報と、人間から直接見えない構造化されたセル間の情報を両方取り扱う必要がある。

従来の考え方では、人間に見えないセル間の情報は、特定の実現メディアのみで利用されてきた。例えば、Windows上で動作する表計算プログラムは、紙にはある時点での画面に表示されているセルの状態を印刷するのみである。構造化されたセル間の情報等は、紙には反映されない。つまり、この紙に対してペン等を持ちてセルの情報を書き換える、セルの構造を変更するといったことは不可能である。また、この紙に出力された情報を計算機に戻して利用することは非常に困難である。

そこで、我々はRecycle Mediaのモデルを利用することによって表計算というメディアが、さまざまな実現メディア上で、構造化された情報として扱えることを示す。また、それぞれの実現メディアでおこなわれたインタラクションが、他の実現メディアに反映できることを示す。

例であげる表計算の仕様を次のように定める。

- (a)各セルで扱えるデータは、文字と数字とセルの計算式（演算記号）である。
- (b)セルの情報に対する表示は、“数字の表示”、“ある行の合計”である。
- (c)セルの情報に対する操作は、“セルの書き換え”、“セルの動作”である。

この仕様に基づき、表計算をRecycle Mediaを用いてモデル化を行う。

(1)Mediaの定義

Media表計算=<Media Datatype表計算, Interaction表計算>

(2)Media Datatypeの定義

Media Datatype表計算=<文字、数字、セルの計算式>

(3)Interactionの定義

Interaction表計算=<Presentation表計算, Operation表計算>

(4)Presentationの定義

Presentation表計算=<セルの表示>

(5)Operationの定義

Operation表計算=<セルへの代入、セルの計算>

これらを用いて、Media表計算をRecycle Mediaとして定義する。まず、Media表計算を用いて2つの異なる実現メディアでサービスを定義する。

(A)実現メディアがWindows上の場合

Service 表計算ソフト = <Media表計算, Windows>

メディア		手紙	本	
インタラクション	プレゼンテーション	文字の表示	絵の表示 文字の表示	
	オペレーション	読む、返事を書く	読む、ページをめくる、しおりをつける	
メディアデータタイプ		文字	絵・文字	
実現メディア	紙	コンピュータ	紙	コンピュータ
サービス	通常の郵便	電子メール	絵本	電子絵本

図3 メディアの特徴づけ

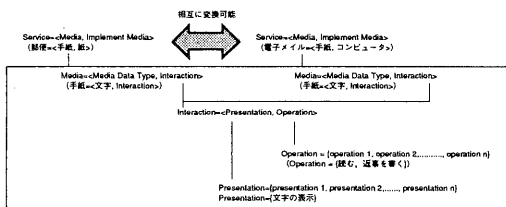


図4 Recycle Media

(B) 実現メディアが紙の場合

Service帳簿 =<Media表計算, 紙>

そして二つのサービスの間に、同じメディア (Media表計算) でありながら、実現メディアが異なっている (従って、サービスが異なっている) にも関わらず、相互にサービスを利用することができるようにする。また、各サービスにおけるメディアデータの変更が他のサービスのメディアデータの変更に反映されるようにする。

この事は次のことが実現可能であることを示している。

(1) 異なる実現メディア間でそのメディアが持っていた情報を正しく交換

従来のシステムは、異なる実現メディア間で情報を正しく交換できなかった。例えば、ユーザから表計算の結果を、実現メディアへの出力としてとらえた場合、それぞれの実現メディアの出力は、独立した形であり、コンピュータから紙への一方向な出力としてのみ利用されてきた (紙に印刷された物は、Windows上で処理された物のある時点での出力)。このモデルが実現できると、ユーザからは、どの実現メディアに出力しても、その他の実現メディアに変換可能であるので、ユーザ自身が実現メディアを選択することが出来る。

(2) 異なる実現メディア間でそのメディアで行われた作業を正しく交換

従来のシステムでは、異なる実現メディア間で、そのメディアで行われた作業が正しく交換できなかった。例えば、紙の上で行った作業は、OCRを用いた文字情報としてのみ利用できる。このモデルが実現できると、ユーザからはどの実現メディアで作業しても、その他の実現メディアにその作業情報が反映されるので、ユーザは、利用する実現メディアを選ばない。

つまり、Recycle Mediaが実現できると、異なる実現メディアでメディアをシームレスに取り扱うことが可能となる。この事によって、各ユーザにとってその利用する状況で一番適したメディアを利用する事が可能となり、従来のメディアにとは、比較できないほどの幅広くかつ様々な場面で利用されるメディアの構築が可能となる。

3 Recycle Mediaの実現

2章までに議論したRecycle Mediaを実現するために、(1)Recycle Mediaのモデルを記述できるシステムの実装、(2)異なる実現メディア間での情報の交換の仕組みの実装を行っている。この章では、我々の定義したRecycle Mediaを具体的なシステムとして実現することを示す。

3.1 Media Object, Media Translator

Recycle Mediaを実現するために、本論文では図2に示すメディアアーキテクチャに基づき、各構成要素 (メディア、メディアデータタイプ、インタラクション (オペレーション、プレゼンテーション)) をそれぞれ、オブジェクト指向に基づくクラス、及び (クラスのインスタンスとしての) オブジェクトとして実装した。以下それぞれについて述べる。

(1) Interaction Class

二つのクラス、Presentation Class, Operation Classとなり、各々メディアアーキテクチャのプレゼンテーション、オペレーションを実現する。

モデルにおけるPresentation表計算、Operation表計算は、class Cal_Presentation, class Cal_Operationとして、それぞれPresentation Class, Operation Classをサブクラスとする実現クラスとして扱われる。

具体的には、Cal_Presentationは、セルのデータの表示のメソッドが定義される。Cal_Operationは、セルへの代入、セルの計算のメソッドが定義される。

また、異なる実現メディア間で利用するために、Cal_Presentation, Cal_Operationとも、実現メディア毎に定義することも可能としている。

実際に動作するときは、実現メディア対応するメソッドだけが利用される。実現メディアが変化した場合は、その変化後に対応した実現メディアのメソッドが利用される。

モデルにおけるInteraction表計算は、class Cal_Interactionとして、Interaction Classをサブクラスとする実現クラスとして扱われる。

(2) Media Datatype Class

メディアアーキテクチャの、メディアデータタイプ

を実現するクラスである。個々のメディアデータを格納・管理するオブジェクトを生成するためのクラスである。

モデルにおけるMedia Datatype表計算は、Media Datatype Classをサブクラスとする実現クラスとして扱われる。Media Datatype Classは、データのタイプに応じたメディアデータが格納される。この特徴を利用し、Cal_Datatypeにはセルのデータ及びリンクのデータが格納される。

(3) Media Class

Media Classは、メディアを実現するためのクラスであり、メディアのインスタンスであるMedia Objectを生成できる。そのためにMedia Classは、Media Datatype ClassとInteraction Classを内部に持っている。

モデルにおけるMedia表計算は、Media Classをサブクラスとする実現クラスとして扱われる。実現クラスclass Calは、このプログラムの全体の処理が、Media Data Type Class, Interaction Classを利用して記述されている。

(4) Media Object

Media Objectは、Media Classのインスタンスである。Media Objectはある特定の实现メディア上で稼働することにより、サービスとして機能する。

モデルにおけるService 表計算ソフト,Service帳簿は、このMedia Objectとして扱われる。

(5) Media Translator

Media Translatorは、Media ClassのインスタンスであるMedia Objectの生成、及び2.3で述べたメディアアーキテクチャにおける、Media Objectの異なる实现メディアへの変換を行うためのものである。

また、Media Objectが異なる实现メディアに変換されるということは、(1)Media Objectの定義を変換する先の实现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、変換する先の实现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。

例えば、Media Translatorによって紙メディア上の表計算Media Objectを実現するという事は、3.2節で述べる実装例を例として説明すると、表に表計算の内容が、

(実現手法にも依存するが)裏にMedia Objectのダンプリストが印刷された紙となる。裏に印刷されたダンプリストがMedia Objectそのものであり、表に印刷された手紙はメディアデータの紙メディアに依存したプレゼンテーションであり、この紙の表にユーザが書き込み等を行うことが、紙メディアに依存したオペレーションとなる。

3.2 Media Object, Media Translatorの実装

Media Objectを、DeLis[2]上の実装した。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。Media Objectの各クラス構造は、DeLisの関数記述によって実装されている。

また、Media ObjectのInteraction Classは、DeLis及びDeLisから利用する外部プログラム(实现メディアがWindowsの場合はWindows OLE群、紙の場合は、印刷用ライブラリ、文字認識モジュールDynaEye[3]ライブラリ)として実装している。

Media Translatorは、DeLisの一つの関数として実装されている。機能としては、(1)異なる实现メディア間でのMedia Objectの変換、(2)Media Classのインスタンスを生成することである。生成されたMedia Objectはユーザによって利用できる。異なる实现メディア間でのMedia Objectの変換は、Media Objectを生成するDeLisプログラムを、それぞれの实现メディアにデータとして付加できるように実装した。具体的には、Windowsから紙へは、紙の裏側にDeLisプログラムを印刷(プログラムデータを圧縮し特殊文字コードでエンコードした形で印刷)、紙からWindowsへはDynaEyeの文字認識機能を用いて、特殊文字コードをデコードし元のプログラムを取得した。

Media Object, Media Translatorを利用して、Media表計算を図5として実装した。それぞれの实现メディアのMedia ObjectがMedia Translatorを用いて正しく変換されている。また、Windows上で行ったセルの変更は、紙上での表計算に正しく反映される。また逆に、紙の上へ書いたセルの情報は、Windowsに反映される。

これらのことにより、Media Object, Media Translator

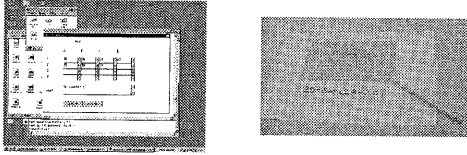


図5 Media Objectの実現 (左: 実現メディアがWindows, 右: 実現メディアが紙)

を構築できるならば、メディアを異なる実現メディアでシームレスに取り扱うことが可能となる。

4 関連研究

紙に埋め込まれたプログラムによる紙インタフェース[4]は、紙の上の作業を計算機を利用して支援するために、紙の上の情報を処理を行い、結果を紙の上に出力するプログラムを、QRコードを利用したバーコードによって紙自身に埋め込む手法を提案している。

この手法は、紙の上の情報を処理するためのAPI (紙からQRコードを取り出す・紙の上に書かれた情報を取り出す等) を作成し、そのAPIを利用して紙の上の作業を計算機を利用して支援を行うことを可能にする。

この手法の考え方は、ある特定の実現メディア (ここでは紙) にのみ着目しその実現メディア上の作業を支援することを目的としている。

我々の手法は Recycle Media では、実現メディアを特定しない構造となっているので、さまざまな実現メディア上での作業を支援することが可能となっている。例えば、今回実装したシステムは実現メディアが、紙とWindowsで、その間で情報が再利用されることを示した。そして、新たに音声処理システムを実現メディアとして利用することも考えることが出来る。その場合、Mediaの構造を変化させずに、Interaction(Presentation, Operation)のその実現メディアでの処理を実装するだけで情報の再利用が可能となる。

また、[5]の様にコンピュータ以外の実現メディアに電子的な情報を付加する手段が提供されている。現在のところ情報量があまり大きくなくRecycle Mediaの実現手法には用いれないが、将来、実現メディアを紙以外で実現する可能性を示す物である。われわれは、この電子的な情報を付加する手段を用い、さまざまな実現メディアに構造化されたRecycle Mediaの定義を付加することに

よって、様々な実現メディア間で情報が再利用できることを示せると考えている。

5 まとめ

本論文では、以下のことについて述べた。まず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。さらにこれらを利用し、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、様々な複数の実現メディアで利用可能なRecycle Mediaを作成し、その実用性に対する評価を行う予定である。現在、戸口伝言板というメディアに対してさまざまな実現メディアに対する実装を行っている[6]。

参考文献

- [1]瀬川典久 佐藤究 布川博士 宮崎正俊:Recycled Media-概念と可能性-情報処理学会シンポジウム「インタラクション '98」,pp137-144 (1998)
- [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 (1998)
- [3]DynaEye:<http://www.fujitsu.co.jp/hypertext/ocr/dyna-feature.html>
- [4]山下大輔、高木啓伸、萩谷昌己: 紙に埋め込まれたプログラムによる紙インタフェース, 情報処理学会研究報告, 99-HI-83, pp 25-30(1999)
- [5]Roy Want, Kenneth P. Fishkin, Anuj Gujar, Beverly L. Harrison: Bridging Physical and Virtual Worlds with Electronic Tags, In Proceedings of ACM CHI '99, pp370-377(1999)
- [6] Norihisa Segawa, Yuko Murayama, Yasunari Nakamoto, Hiromi Gondo, Masatoshi Miyazaki: A Message Board on WWW for On-Door Communication, In Proceeding of ACM Multimedia '99 (掲載予定) (1999)