

2次元コードを用いた WWW と紙メディアとの融合の試み

脇田敏裕、長屋隆之、寺寫立太

{toshi, nagaya}@kis.tytlabs.co.jp, ryuta@iclab.tytlabs.co.jp

豊田中央研究所 ソフトウェア研究室

概要

インターネットの発達に伴って我々は電子メディアを通してさまざまな情報を得ることができるようになった。一方、従来から存在する情報メディアとして紙メディアがある。両者にはそれぞれ特徴があり、お互いを補完し合いながら融合することが理想と考えられる。そこで今回、URL を 2 次元コードで表現することにより、WWW 上の情報と、紙メディア上の情報との融合を試みたシステムを提案する。

A Study for linking between WWW and paper by 2D code

Toshihiro Wakita, Takayuki Nagaya, Ryuta Terashima

{toshi, nagaya}@kis.tytlabs.co.jp, ryuta@iclab.tytlabs.co.jp

Software Science Lab.

TOYOTA central R&D Labs., INC.

This paper introduces a study for linking between electorical medium (WWW) and paper medium by 2D code. Because both medium has good different characteristics, they can compensate with each other. We use 2D code to represent URL and propose a system that can link from paper to WWW and vise versa.

1 はじめに

近年、情報通信機器の発達や通信インフラの整備にともなって、我々は電子メディアから多くの情報を得ることができるようになった。特に、ネットワーク上の情報と情報との関係付けを「リンク」というシンプルなメカニズムで実装した WWW の普及により、情報同士が有機的に結合し、多様な情報に触れることが可能になった。一方、従来からある情報メディアの代表として紙メディアがある。紙メディアは我々の生活に深く根差しており、さまざまな情報発信・情報交換が紙メディアを使って行われている。

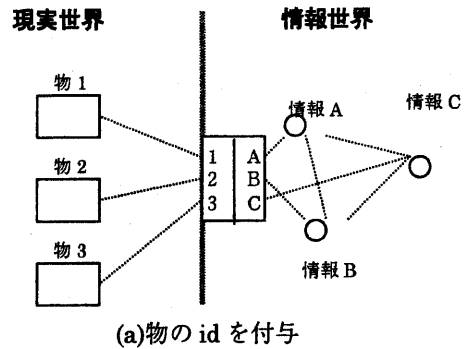
この両者はそれぞれに特徴を持つ。電子メディアは、情報の加工・再利用性、検索性、情報間の関係づけの容易さ、などの面で優れる。一方、紙メディアは、一覧性、可搬性、実在性などの面で優れる。両者は互いを排他するものではなく、互いの長所を生かしながら相互に補完しあうことが理想である。実際、現実の場面でこの両者はそれぞれの特徴に応じた役割分担がなされている、という報告もある[1]。

この両者の関係を考えた場合、電子メディアから紙メディアへの変換は「印刷」により可能である。しかし印刷の過程で電子メディアの持っていたリンク情報などは失われてしまう、という問題がある。また、紙メディアから電子メディアへの変換は OCR などにより可能であるが、認識性能・速度などの問題がある。そこで今回、電子メディア、特に WWW と紙メディアとの融合を目指し、2次元コードを用いたシステムを試作した。

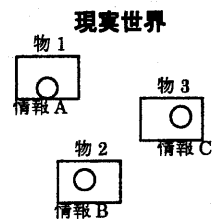
2 物と情報との結びつき

バーコードや 2 次元コードを用いて物と情報を結び付ける方法としてはこれまで、物に物の id を付与する方法、物に直接情報を付与する方法、などが使われてきた(図 1)。

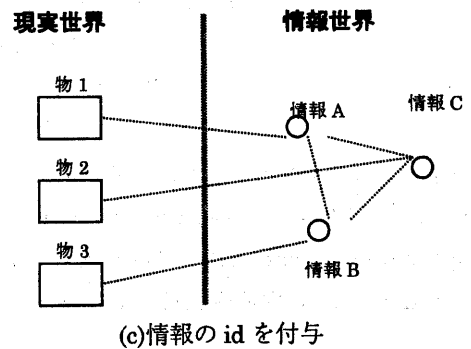
まず最初に、物の id を表すバーコードや 2 次元コードをあらかじめ物に貼っておき、その id をキーとして何らかの情報に関連づけを行う方法がある。流通や物流において使われている JAN などのバーコードや、実世界指向インタフェース



(a)物の id を付与



(b)情報自体を付与



(c)情報の id を付与

図 1 物に対する情報の付与方法

の多くの研究([2]など)は、この形態である。しかし、現実世界に存在する物に統一的な id を振ることは事実上不可能なため、流通・物流など特定の閉じられた世界でしか使うことができない、という問題点があった。

次に、情報を 2 次元コードなどで表現しておき、物に直接付与する方法がある。備品に管理情報を表した 2 次元コードを貼ったり、伝票にその

伝票内容を表す 2 次元コードを貼る、などがこの形態である。この方法では物の id の統一管理や物と情報との対応づけが不要、という利点がある。但し、情報の書き換えが不可能、付与できるデータ量に限界がある、情報間の関係が保持されない、といった問題があった。

そこで上記の問題を解決するため、本研究では、物に情報の id を付与する、という方法を取った。情報の id 体系としては近年広く使われている URL を用いた。URL を 2 次元コードで表して物に貼り付ける。この方法では物の id の統一管理や物と情報との対応づけ情報が不要である上、情報の書き換えも可能であり、また、データ量にも特に制限がない。

3 CRL

3.1 基本的構成

CRL(Coded Resource Locator)は、上記の考え方に基づいて、紙メディアと情報メディアとを融合する目的で設計したコードである。データ圧縮した URL を 2 次元コードで表す。2 次元コードには QR コード[3]を、データ圧縮には Huffman 符号を用いた。

3.2 2次元コード

2次元コードはバーコードに比して単位面積当たりのデータ量を大きく取ることができる。また、OCR に比して、面積あたりのデータ量が大い、認識率が高い、といった利点がある。2 次元コードは多くの方式が提案されているが、今回は汎用 CCD カメラで読み取り可能で、かつ、高速読み取りを特徴とする QR コードを用いた(図 2)。QR コードは「セル」と呼ばれる正方形の白黒領域をマトリクス状に並べたコードで、セル数により表現できるデータ量が変化する(表 1)。

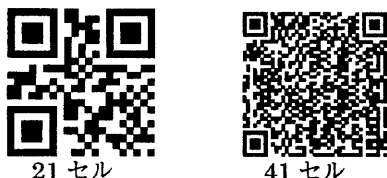


図 2 QR コード

表 1 QR コードのセル数とデータ量

セル数	セルサイズ (一辺,mm)	データ量 (byte)
21×21	0.34	17
25×25	0.30	34
29×29	0.27	55
33×33	0.24	78
37×37	0.22	106
41×41	0.20	134

誤り訂正率 10%、コードサイズ 1×1cm の場合

3.3 URL のデータ圧縮

QR コードはコードサイズが等しい場合、データ量が少ないほどセルサイズが大きくなり、読み取りが容易になる。よって URL のデータ圧縮を行った。

URL は通常数 10～数 100byte であるため Huffman 符号を用いた。符号木は符号側と複号側であらかじめ同じ物を保持しておく。今回は圧縮効率・符号木の大きさなどを鑑み、2 文字毎のブロック符号化を行った。また、URL は特定の用語 (http, html など) や パタン (http://www*.co.jp/*.html など) が頻出するため、それらの単語やパタンにも符号割り当てを行った。WWW の利用履歴から収集した約 6,000 件の URL (平均 40.0 文字) を用いて符号木を作成し、別の約 20,000 件の URL (平均 45.6 文字) を圧縮したところ、平均 24.7byte となった (圧縮率 54.2%)。URL を 2 次元コード化した際のセル数分布を図 3 に示す。

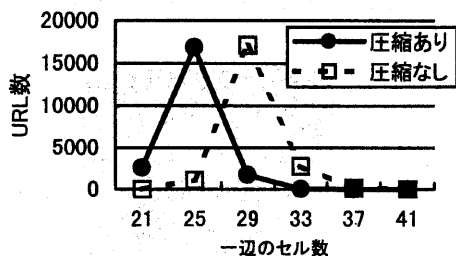


図 3 URL データ圧縮によるセル数変化

3.4 試作

提案した CRL の有効性を確認するためにシステムの試作を行った。

まず、コード作成を行うため、入力された URL をデータ圧縮し、QR コード画像を出力するプログラムを開発した。cgi 化することにより、WWW ブラウザ上の操作だけで容易にコードを作成できるようになった(図 4)。出力された画像を紙媒体の任意の位置に貼り付けることにより、紙媒体上の情報と WWW 上の情報とのリンクを作成することが可能である。

次に貼付けられたコードを読むため、安価な CCD カメラを用いて接触型の読取り機を試作した。ハードウェアは Windows95 の動作する PC、TV 会議用 CCD カメラ (Connectix ColorQCam、解像度 320×240 を使用)、透明アクリル製接写枠、で構成した(図 5)。ソフトウェアは、Video for Windows のドライバを通して画像を取り込み、画像中の QR コードを認識し、Huffman 復号を行い、得られた URL を WWW ブラウザ(Netscape Navigator または Internet explorer)に送信、という動作を行う。ユーザが CRL の情報を参照す

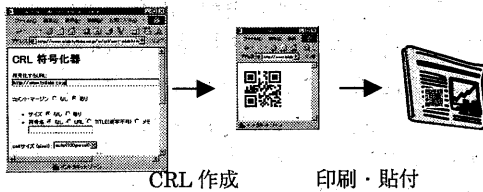


図 4 CRL の作成と紙メディアへの付与

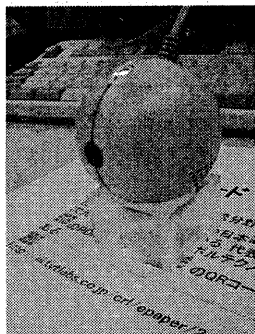


図 5 接触型 CRL 読取り機

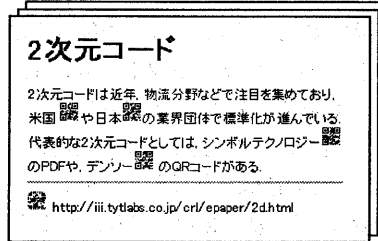
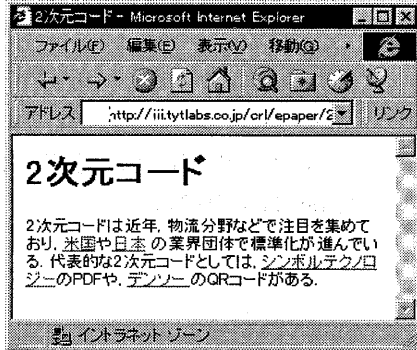
る時は、カメラ自体を手で CRL の上に動かすことで読取りを行い、WWW に対応する情報を表示する。

実際にコードの読取りを行ったところ、コードサイズ 1×1cm、オフィス環境の照明、という条件でセル数 33×33 のコードを安定して読み取り、WWW ブラウザに情報を表示することができた。33×33 のコードが認識できれば、我々が普段使っている URL の 99%以上を扱うことができるため(図 3)、実用的な性能が得られたと考えられる。

3.4 応用

試作したシステムは、特別なハードウェアやデータベース無しで、紙メディア上の情報と WWW 上の情報と関係づけを行うことができる。応用例としては、

- 新聞や雑誌などの広告により詳細な情報の URL を貼る
 - 飛行機時刻表の各便ダイヤが印刷されている部分に、その便の現在の空席状況を検索する CRL を貼る
 - 社内で回覧される技術報告書に、実験時収録した音や動画などの CRL を貼る
 - CAD 設計図面に、その部品に関連する設計データの CRL を貼る
- などが考えられる。



CRL を付与
して印刷

図 6 web ページに CRL を自動付与して印刷する例

4 WWW と紙メディアとの融合

前章の CRL により、紙メディア上の情報と WWW 上の情報との間で情報のリンクを貼ることが可能となった。そこで次に、両者のさらなる融合を考える。

4.1 WWW から紙への変換

WWW から紙メディアへの変換において問題となることの一つに、WWW が持っているハイパテキストとしての情報（他ページへのリンク）が印刷時にはすべて欠落してしまうことがある。そこで、web ページに CRL を自動付与して印刷する機能を作成した（図 6）。方法は html ファイル中の他情報へのリンク部分を、コード作成 cgi に置き換えることで、CRL を挿入する。例えば、

```
<A HREF=http://www.tytlabs.co.jp>  
豊田中央研究所</A>
```



豊田中央研究所

```
<img src=http://iii.tytlabs.co.jp/cgi-  
bin/ecrl?INSTR=http://www.tytlabs.co.jp>
```

である。出力された html ファイルを WWW ブラウザで表示・印刷することで、CRL の付与された書類を作成することができる。ユーザは紙で情報を閲覧する際、関連情報が知りたくなれば CRL 読取り機を用いて WWW で情報を得ることができる。また、もともとの web ページ自身の CRL を付与しておくことにより、紙の一覧性と同時に電子メディアの検索性、再利用性などを手に入れることが可能である。

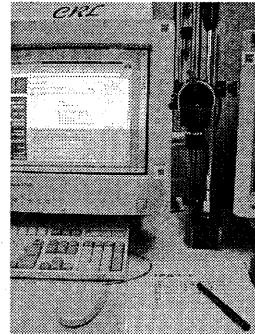


図 7 ペン指示型 CRL 読取り機

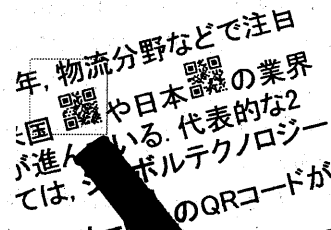


図 8 認識対象の矩形領域

4.2 紙メディアから WWW へ

CRL の付与された文書から WWW 上の情報を参照する場合、前章で試作した接触型読取り機を用いると、カメラ自体を手で CRL の上に動かす必要がある。これは、WWW ブラウザでアンカーをマウスでクリックして関連情報を得る、というインタフェースに比して、かなり煩雑である。そこで、紙の上で情報を指示する自然な方法である、「指差し」のインタフェースを試みた。指で指示された CRL を読取り機で読み取り対応する情報を WWW に表示する、という方法である。今回は簡単のため指のかわりにペンを用了。ハードウ

エアは Windows95 の動作する PC, 机上約 25cm に設置された CCD カメラ (解像度 640×480 を使用) である (図 7)。ソフトウェアは、画像中から黒の矩形領域をペンとして抽出し、領域の先端から一定の大きさの矩形領域を設定し、その領域中で CRL の読取りを行う (図 8)。

実際に読取りを行ってみたところ、ペンによる指示は明快でかつ容易なインタフェースとなったが、安定して読取りが行えるのはセルサイズ 21×21 のみであった。これは、コード面積当たりの画素数が不足していることが主な原因である。今後、ズームやパン・チルトによってペンの先端をトラッキングする、などの改良が必要である。

5 議論

物に情報の id を付与する、という考えに基づいて CRL を提案し、紙メディアと WWW との融合を行う上で有用であることを示した。

現実世界に存在する (紙などの) 情報メディア以外の物と、情報とを結び付ける方法としては、物に id を付与する、という方法が適切と考えられる。なぜなら、一般に物と情報との関係は多面的であり、物に id を付与する方法は、物と情報との関連づけを情報を得る側で決めることが望ましいからである。たとえばある商品に情報に関連付ける場合、製造者にはその設計情報、販売者には価格情報、消費者には取り扱い説明情報、という具合である。

但し、現実世界に存在する紙などの情報メディアは、そこに記された情報と情報世界の情報との関係が定まっている場合が多く、今回提案した方法が有効だと考えられる。

参考文献

- [1] Sellen,A., Harper,R. "Paper as an Analytic Resource for the Design of New Technologies" Proceedings of CHI'97, pp.319-326 (1997).
- [2] 綾塚祐二、暦本純一、松岡聡 UbiquitousLins: 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 (1996).

- [3] 長屋隆之, 山崎知彦, 原昌宏, 野尻忠雄: 高速読取り対応 2 次元コード [QR コード] の開発, 第 52 回情報処理学会全国大会講演論文集, pp. 2-253 (1996).