

ズーミング・クロスメディアの情報検索への応用

荒木 禎史[†] 宮森 恒[‡] 水口 充[‡] ゴラン・ステイチ[†] 田中 克己^{‡*}

[†] (株) リコー ソフトウェア研究開発本部 〒112-0002 東京都文京区小石川 1-1-17

[‡] 情報通信研究機構 メディアインタラクショングループ

〒619-0289 京都府相楽郡精華町光台 3-5

* 京都大学大学院情報学研究科 〒606-8501 京都府左京区吉田本町

E-mail: [†] {araki-t, zoran.stejic}@nts.rioh.co.jp, [‡] {miya, mmina}@nict.go.jp,

* ktanaka@i.kyoto-u.ac.jp

あらまし Web 環境における情報検索結果の一覧画面に対して、ズーミングによる連続的な閲覧操作を関連付ける方式を提案する。そこでは、マルチメディアコンテンツに対し、ズーミングを利用して詳細度の変化と表示メディアの遷移を実現する「ズーミング・クロスメディア」を適用する。結果一覧の初期画面では、各 Web ページの重要部分、もしくは、カテゴリ化した検索結果における各カテゴリの代表ページのみを表示し、ズーミング操作に伴って次第に詳細な情報を提示していく。テキストや画像等を適宜混在させて表示することもできる。これにより、閲覧の文脈を失わず、効率的/効果的な情報検索が可能となる。

キーワード ズーミング・クロスメディア、ズーミング記述言語、マルチメディアコンテンツ、情報検索

An Application of Zooming Cross-Media for Information Search

Tadashi Araki[†] Hisashi Miyamori[‡] Mitsuru Minakuchi[‡] Zoran Stejic[†] Katsumi Tanaka^{‡*}

[†] Software R&D Group, Ricoh Co., Ltd. 1-1-17 Koishikawa, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-0002 Japan

[‡] Interactive Comm. Media and Contents Group, NiCT

3-5 Hikaridai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto, 619-0289 Japan

* Graduate School of Informatics, Kyoto University

Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501 Japan

E-mail: [†] {araki-t, zoran.stejic}@nts.rioh.co.jp, [‡] {miya, mmina}@nict.go.jp,

* ktanaka@i.kyoto-u.ac.jp

Abstract We propose a new browsing method for information search in Web environments by relating a continuous zooming operation to a search result window. "Zooming Cross-Media," which achieves LOD (level of detail) control and media transition by using zooming operation, is applied to this method. Important parts of each Web page or representative pages of each search result category are displayed in an initial window. Detailed information is gradually displayed as the zooming operation continues. This method can display text and images simultaneously in a proper style. This can lead to efficient and effective information search without a loss of browsing context.

Keyword zooming cross-media, zooming description language, multimedia contents, information search

1. はじめに

ネットワークの Web 環境は日々進展しており、そこに含まれる情報量が増大しつつある一方、情報の形態もテキストだけでなく、静止画像、動画像、音声等のマルチメディア化がさら

に進んでいる。Web の閲覧者がこのようなネットワーク上の膨大な情報を有効活用するためには、自らの利用目的に沿った情報を効率的に検索できることが何よりも望まれる。そこでは Google や Yahoo, Infoseek 等の検索エ

ンジンが広く普及しており、これらなくしては Web 環境はもはや成り立っていない段階に達している。

しかしながら、これらの検索エンジンでは、基本的に検索結果一覧からリンク先を一つ一つ開けるという面倒な作業を繰り返す必要があり、閲覧の文脈が失われて検索効率が低下するという問題がある。キーワード検索では、適切なキーワードを思い浮かべないために何度も検索を繰り返すこともしばしば起こる。また、テキストや画像等が混在したマルチメディアコンテンツを効果的に一覧することは十分にはできていない。

我々は、Web 環境でのコンテンツ閲覧効果を高めることを目的に、ズーム・クロスメディアを提案した[1]。そこでは、マルチメディアコンテンツに対し、ズームを利用して詳細度の変化だけでなく、表示メディアの遷移を実現できるのが特徴である。さらに、このようなズームの操作や挙動を記述するためのズーム記述言語 (Zooming Description Language (ZDL)) を考案した。

今回、我々は情報検索結果の一覧画面にズーム・クロスメディアを適用することで、閲覧の文脈を保持しつつ、何度も検索する手間を省いて効率的に情報検索を実行するための方法を提案する。その基本的な戦略は、検索結果の Web ページの重要部分をまず表示し、ズーム操作に伴って次第に詳細情報を提示していくというものである。場合によっては、検索結果を予めカテゴリ化しておいて、初期画面では各カテゴリの代表ページのみ表示しておき、ズームに従ってカテゴリ内の他のページが現れるようにもできる。その際、メディア遷移により、マルチメディアコンテンツの効果的な一覧も可能となる。

以下、第 2 章では従来技術とその問題点、第 3 章ではズーム・クロスメディアの基本概念や基本構造について、第 4 章では提案する方法の解説とプロトタイプの説明、第 5 章では検索結果の表示例、第 6 章で考察、そして第 7 章でまとめと今後の展開をそれぞれ述べる。

2. 従来技術と問題点

2.1. 現状の検索エンジンの問題点

現在、Google や Yahoo、Infoseek 等の検索エン

ジンが広く普及している。これらの検索エンジンでは、基本的に検索結果の一部 (キーワードを含む数行のテキスト、もしくは、キーワード近傍の画像サムネイル) の一覧を提示するのみであり、それ以上の情報を得るためにはリンク先の Web ページを一つ一つ開けてはその内容を確認し、所望の情報が得られない場合は再び検索結果一覧画面に戻るといった面倒な作業を繰り返す必要がある。このように、検索結果とリンク先を何度も往復すると、情報閲覧の文脈が失われて検索効率が低下するという問題がある。逆に、各検索結果 Web ページに関して多くの情報を提示すると、全体の一覧性が悪くなり、やはり検索効率が低下する。また、基本的にテキストもしくは画像のみの表示なので、これらが混在した Web ページを効果的に一覧することは十分にはできない。

このような問題を改善するために、最近はリンク先の Web ページを一覧画面内に縮小表示する方法も現れてきているが、これらはリンク先全体の雰囲気をつかむことはできても、テキストの内容や画像の詳細はわからないという弱点がある。

2.2. 検索結果のカテゴリ表示に関する研究

なじみの薄い分野についてキーワードによる情報検索を行う場合、適切なキーワードを思い出すことは必ずしも容易でなく、検索結果の中に閲覧者が期待しない (不要な) 情報が含まれることがしばしば発生する。そのような場合、キーワードを試行錯誤的に追加しつつ検索対象を絞り込んでいく方法があるが、何度も検索を繰り返す手間がかかる。

そこで、検索結果をカテゴリ化して表示すると、閲覧者は対象分野の全容を把握しやすくなるため、希望するカテゴリの情報のみを見つけ出すことが容易となる。検索結果のカテゴリ表示については、例えば文献[2]、[3]に述べられている。

しかしながら、文献[2]の方法ではカテゴリを選択した後の一覧画面は Google の通常のキーワード検索結果画面と同様の抜粋されたテキストから構成され、それ以上の情報を得るには、やはり、リンク先ページを開けねばならない。

文献[3]では、カテゴリ化した検索結果を、

ZUI (Zoomable User Interface) を利用した方法や文献[2]のようにテキスト主体の方法等でそれぞれ表示して評価している。その結果、(1)各カテゴリが探索済みか否かを示すことや、(2)カテゴリ階層のどの位置を閲覧しているかを示すこと、(3)カテゴリ内の情報の内容を上位階層で示すこと（評価したシステムでは、最下層まで到達しないと情報の内容または存在自体も分からない）、(4)検索結果一覧画面と同一ウィンドウ内に実際のリンク先ページの情報を提示すること、がシステムの改善に有効であろうとの考察がなされている。

2.3. ZUI 一般についての研究

一般的な ZUI については、Pad, Pad++, Jazz 等がある[4], [5], [6]。これらはいずれも 2 次元画面上のイメージをズームして、次第に詳細なイメージを表示する技術である。そこでは単にビットマップイメージを拡大縮小するといった物理的な詳細度を変化だけでなく、“semantic zooming”という概念に基づき、意味的な詳細度の変化、例えばタイトルをズームインして概要を表示し、さらにズームインして詳細内容を表示する、ということもできる。

しかしながら、これらはズームングを実現するための専用プログラム（専用ビューワー）の存在を前提としていたので、コンテンツごとに表示プログラムを作成する必要があり、汎用的な Web 環境にはなじみにくいという問題点がある。また、表示メディアの遷移という概念は含まれていなかった。

3. ズーミング・クロスメディア

3.1. 目的と特徴

ズームング・クロスメディアの目的は、Web 環境におけるマルチメディアコンテンツの閲覧効果の向上であり、ズーム操作をスクロール、アンカークリックに対する第 3 の操作と位置づけることにある[1]。図 1 にその概念図を示す。

スクロールは同一画面内で注視点を連続的に移動させ、アンカークリックは異なる画面に飛ぶのに対し、ズームング・クロスメディアは同一画面内で詳細度変化や表示メディア遷移を連続的に実現する。表示メディア遷移とは、相互に関連づけられた互いに異なるメディアオブジェクトに関し、ズーム操作に従って、一方か

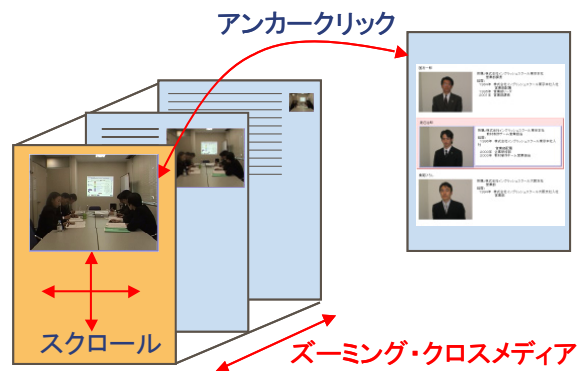


図 1 ズーミング・クロスメディアの概念図

ら他方へ表示を連続的に変化させたり、一方を表示した状態に加えてもう一方を連続的に拡大しつつ追加表示させたり（もしくはその逆）することである。動画像に関連付けられた字幕テキストを表示するに際し、動画像のみの表示から、ズームング操作と共に次第に字幕テキストに移り変わっていく、というようなものがその一例である。

これらの具体的な実現例として TV2Web や Webified Video, 出張報告への応用等、いくつか報告されている[7], [8], [9]。

3.2. ズーミングのモデル化とズームング記述言語

ズームング記述言語 (ZDL) は、ズームング・クロスメディアの Web 環境への適合容易性を狙って、ズームの操作・挙動を XML ベースのマークアップ言語で記述するものである。コンテンツの詳細度変化やメディア遷移を実現するために、コンテンツ内のオブジェクト間の関連付けや階層構造も記述できる。

言語の設計に当たっては、以下に述べる、ズーム対象、ズーム率、ズーム伝播、の 3 つの基本概念を基にズームング操作・挙動をモデル化した。

1. ズーム対象

「ズーム対象」はズーム操作の対象となる単位で、コンテンツを構成するテキスト、静止画像、動画像、音声の各「メディアオブジェクト」から構成される。閲覧者は所望のズーム対象を指定してズーム操作を行う。

2. ズーム率

「ズーム率」はズーム対象に対して一意的に定まる値で、ズームの程度を表す 0.0 以上 1.0 以下の連続値である。ズーム率が大きくなる方向にズームインすること、小さくなる方向にズームアウトすること、各メディアオブジェクトに対し、ズーム率は具体的な属性（フォントサイズ、画像サイズ、動画や音声の再生区間等）に対応付けられる。

3. ズーム伝播

「ズーム伝播」はあるズーム対象をズームインすると他のズーム対象も連動してズームインすることである。ズーム伝播では、伝播元ズーム対象のズーム率から、予め定められた「ズーム率関係」を基に伝播先のズーム率を計算し、伝播先ズーム対象の表示の状態を制御する。ズーム率関係は伝播元と伝播先のズーム率の変化の比率である。

以上の関係を簡単な具体例で表現したものが図 2 である。

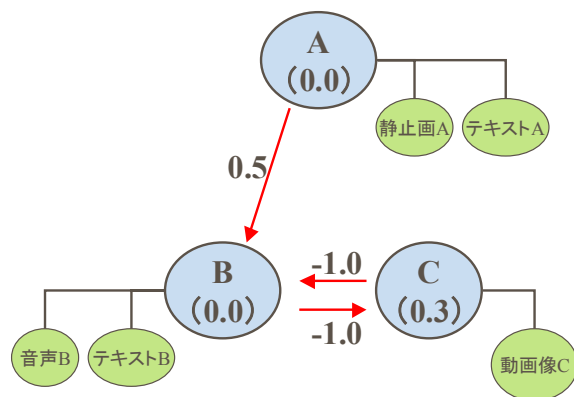


図 2 ズーミングのモデル化

図 2 の例では、A,B,C がズーム対象で括弧内は初期状態のズーム率を表す。矢印はズームの伝播関係を表し、そのそばに付された値はズーム率関係である。A→B とズーム伝播する際、A をズームインしてズーム率が 0.0→0.8 と変化すると、B のズーム率が 0.0→0.4 と変化する。B と C は相互にズーム伝播するが変化の比率がマイナス (-1.0) なので、一方をズームインすると他方はズームアウトする。例えば、初期状態は C (動画像) のみ表示で、B (テキスト+音声) をズームインして拡大していくと、C (動画像) は次第に縮小する。この例のように、ズーム伝播を導入することで、表示メディアの遷移が容

易に実現できるのが本モデリングの特徴である。

ズーム記述言語は、これらの概念を XML ベースのタグを用いて表現したものである。その表記法の詳細は文献[1]を参照されたい。

4. 情報検索への応用

4.1. ズーミング・クロスメディアを情報検索に適用する効用

ズーム・クロスメディアの大きな効用は、コンテンツ閲覧の自由度を高めることができる。即ち、固定的な表示内容や表示メディアではなく、ユーザーの好みに応じて内容の詳細度の変化や表示メディアの遷移を制御することができる点にある。

検索結果一覧画面において、リンク先 Web ページを開くことなく、それが所望の情報か否かを判断するのに必要な情報の詳細度や表示メディアは、検索対象の分野に関する閲覧者の知識、閲覧時の状況、検索対象の情報の形態等によって様々に変化すると考えられる。

例えば、検索対象の分野になじみの深い閲覧者はタイトルだけでも判断可能だが、不案内な閲覧者の場合はより詳細なテキスト記述に加えて画像データも欲しいなどということはある。時間をかけて一つ一つのリンク先を開く余裕がある場合もあれば、逆に全体的な傾向をざっと一覧したい場合もある。リンク先がテキスト主体であればその抜粋（または要約）が結果一覧画面に提示されるのが適当だが、画像を多くを含むリンク先の場合は主要な画像を 2,3 枚表示するほうが都合良いこともある。

このような様々な状況を予め想定して、複数の固定的な検索結果一覧画面を生成するのは現実的ではない。ここにおいて、複数メディアを混在/遷移させて表示でき、かつ、閲覧者の状況や好みに応じて柔軟に詳細度や表示メディアを制御できるズーム・クロスメディアの特徴が生きる。

また、ズーム・クロスメディアでは階層構造をなすズーム対象を個別にズーム可能で、かつ、上位から下位へのズーム伝播ができるので、検索結果をカテゴライズして表示するのにも適している。その際、2.2 節で紹介した、文献[3]で述べられている改善点のうちの(1),(3),(4)の 3 つを実現できる（詳しくは第 6 章において説明する）。

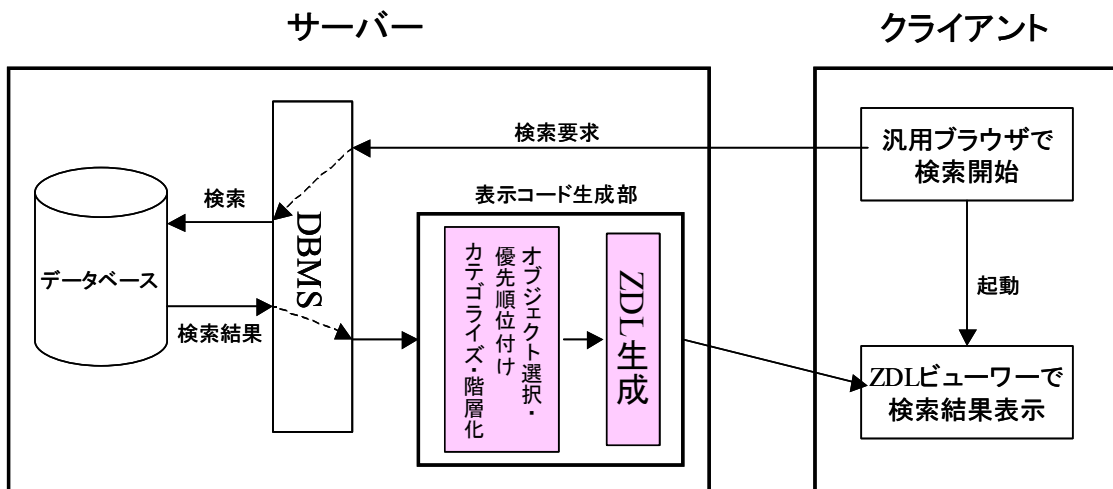


図3 情報検索システム例

4.2. 基本的な戦略

初期画面では検索結果の Web ページの重要な部分のみを表示し、ズーム操作に伴って次第に詳細化していく。検索結果をカテゴリズする場合は、各カテゴリの識別名だけでなく、そのカテゴリの代表ページの重要部分も表示する。閲覧者は初期画面から適宜ズームしていき、開くに値するページであると判断した時点でリンク先をクリックして閲覧する。

ここまでの議論は特にキーワード検索に限らず、検索結果の表示に関して一般的に通用する内容であるが、以下は特にキーワード検索に絞って議論を進める。

- ・ 定型的な構造を持つ Web ページを検索する場合

Web ページの中で、優先表示する要素や属性を予め決めておく。閲覧者が与えたキーワードを含むページに関し、この優先順位に従って ZDL コードを生成する。

- ・ 非定型的な構造を持つ Web ページを検索する場合

閲覧者が与えたキーワードを含むページに関し、何らかの規則に従って優先表示するオブジェクトを選択し、ZDL を生成する。例えば、キーワードの近傍に存在するオブジェクトを優先する。

4.3. 情報検索システム例

図3に情報検索システムの例を示す。ここでは、ネットワーク上の一般の Web ページではなく、サーバー内のローカルデータベースに存在する、定型的な構造を持つ Web ページを対象に検索を行う。

閲覧者がクライアントにて汎用ブラウザ上でキーワード検索を開始すると同時に、ZDL を解釈・表示するビューワーが起動される。検索要求はサーバーに送信され、内部でデータベース検索が実行される。表示コード生成部では、得られた検索結果の Web ページから、予め定めた優先順位に基づいて表示オブジェクトが選択され、かつ、それらがカテゴリズ・階層化された後、ZDL が生成される。生成された ZDL はクライアントに送信され、ZDL ビューワー上に表示される。閲覧者は表示された検索結果一覧に対して、適宜ズーム操作を行う。

5. 検索結果表示例

検索対象として、コピーやプリンタの故障/修理事例のデータベースを取り上げる。各事例は図4に示すような形式で記述されている。即ち、故障した機種の種類、故障状況、原因、修理方法、故障状況を撮影した静止画像や動画画像から構成されている。(なお、実際には、XML で記述された各事例に対して、それを Web ページの形式で表示するための記述が別途存在すると仮定するが、ここではその記述形式には言及しない。本稿では、図4のような定型的な構造

```

<case>
  <model> モノクロコピー </model>
  <problem> 手差し給紙部分で紙詰まり発生。朝一番に.....</problem>
  <cause> 原因は、.....</cause>
  <solution> 修理方法は、.....</solution>
  <image src="casc01_i1.jpg"/>
  <video src="casc01_v1.mpg"/>
</case>

```

図4 定型的なコンテンツの記述例

```

【コンテンツの構造記述】
<zoomObject id="zoom1" onlyHierarchy="on">
  <zoomObject id="zoom2" onlyHierarchy="on">
    <text id="text1">モノクロコピー</text>
    <zoomObject id="zoom3" onlyHierarchy="on">
      <text id="text2">手差し給紙部分で紙詰まり発生.</text>
      
    </zoomObject>
    <zoomObject id="zoom4" onlyHierarchy="on">
      <text id="text3">排紙部分で紙詰まりが発生する.</text>
      
    </zoomObject>
  </zoomObject>
</zoomObject>
<zoomObject id="zoom11" onlyHierarchy="on">
  <text id="text12">カラーコピー</text>
</zoomObject>
</zoomObject>

【ズームの操作/挙動記述】
<zoomObject id="zoom1" initZoomFactor="0.0" relatedTo="children:1.0">
</zoomObject>
<zoomObject id="zoom2" initZoomFactor="0.0" relatedTo="children:1.0">
  <div zoomFactor="0.0 1.0">
    <dispText id="disptext1" textId="text1" textSize="10pt 10pt"/>
  </div>
</zoomObject>
<zoomObject id="zoom3" initZoomFactor="0.0" relatedTo="brother:-0.5">
  <div zoomFactor="0.0 1.0">
    <dispText id="disptext2" textId="text2" textSize="8pt 10pt"/>
  </div>
  <div zoomFactor="0.3 1.0">
    <dispImg id="dispimg1" imgId="img1" imgSize="10% 40%"/>
  </div>
</zoomObject>
<zoomObject id="zoom4" initZoomFactor="0.0" relatedTo="brother:-0.5">
  <div zoomFactor="0.4 1.0">
    <dispText id="disptext3" textId="text3" textSize="8pt 10pt"/>
  </div>
  <div zoomFactor="0.7 1.0">
    <dispImg id="dispimg2" imgId="img2" imgSize="10% 40%"/>
  </div>
</zoomObject>

```

図5 結果一覧画面のZDL記述の例

を持つコンテンツの検索結果に対して ZDL を適用可能であることが重要である.)

ここでは、閲覧者が直面している機器の故障に対し、過去の類似の故障状況を検索して、原因や修理方法を調べる、という状況を想定する。

検索システムの DBMS は、<problem/>要素内のテキストに対して、閲覧者が入力した故障状況に関するキーワードを基に検索をかけ、その結果を予め定めた何らかの規則に従ってランキングして表示コード生成部へ出力する。

クライアント側に表示される検索結果一覧

画面では、故障状況を記述したテキストと動画像を、機種モデル別にカテゴリ化して表示するものとする。即ち、図3の表示コード生成部では、検索結果の各事例に対し、図4の<problem/>、<video/>要素のみを抽出し、かつ、<model/>要素を参照してカテゴリ化する。そして、それらを基に最終的に表示に利用するZDLコードを生成する。

「紙詰まり」をキーワードとして事例データベースを検索して生成されたZDLコードを図5に示す。ZDLコードは構造記述部分とズームの操作/挙動記述から成っている。構造記述によれば、検索結果事例は機種モデルごとにカテゴリ化/階層化され、各事例はテキストと静止画像からなる概要情報で構成されている。

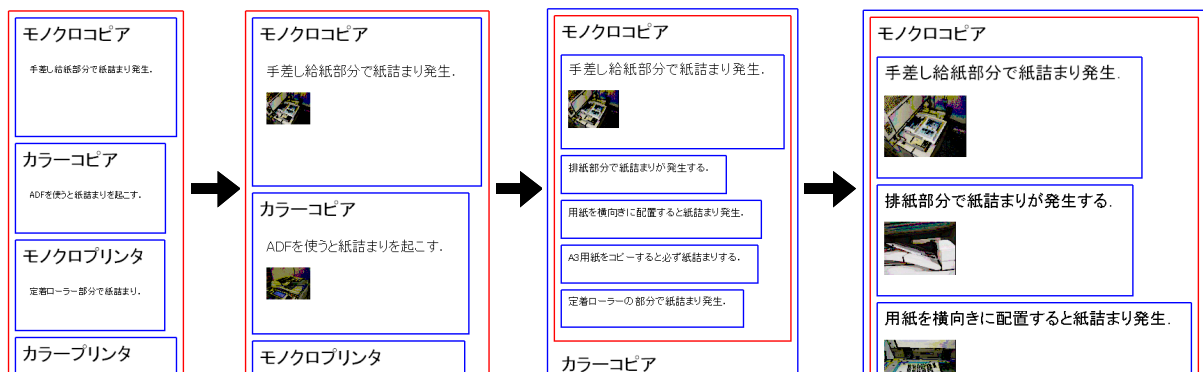
ズーム操作/挙動記述によれば、最上位の検索結果全体 (zoom1) をズームインすると下位の機種モデルカテゴリ (zoom2, zoom11 他) に伝播し、さらに下位の各事例 (zoom3, zoom4, zoom12 他) に伝播する。下位への伝播は「relatedTo="children:1.0"」で記述されている。各事例では、ズーム率が小さいときはテキストのみ表示され、大きくなると静止画像サムネイルも現れる。ただし、カテゴリの代表事例 (zoom3) とそれ以外 (zoom4 他) ではテキストや静止画像が現れるズーム率が異なることに注意。

以上の挙動を図6に画面スナップショットで示す。図6(a)は検索結果表示の初期状態、(b)は全体をズームインして各機種の代表事例のサムネイルが現れた状態。(c)と(d)は「モノクロコピー」のみ選択してズームインした状態である。

このようにして、閲覧者はカテゴリ化された検索結果一覧をズームインしていくことにより各事例の概要情報を得た後、所望の事例を見つけたら詳細情報を含んだ Web ページにアンカークリックで飛ぶ。

6. 考察

ズーム・クロスメディアでは、検索結果一覧から詳細情報まで一つの画面の中で、連続



(a)

図 6 検索結果一覧画面をズームした様子

(d)

的に表示できるので、一覧画面とリンク先を往復する必要が無く、閲覧の文脈が失われない。メディア遷移と組み合わせることにより、複数メディアが混在した Web ページに対しても閲覧者の好みに応じて詳細度や表示メディアを柔軟に制御できるので、単なるテキスト一覧や画像一覧とは異なる、より効果的なマルチメディアコンテンツの閲覧ができる。

また、ズーム対象を階層化して上位から下位のズーム対象へズーム伝播させることが可能なので、単一のキーワードでは検索結果をうまく絞り込めない場合に、結果をカテゴリ化してカテゴリごとに詳細一覧を提示するのにも適している。その際、文献[3]で述べられている4つの改善点(2.2.節参照)のうち、次の3つは実現可能である。(1)あるカテゴリをズームインした状態を保持しておく、もしくは、検索済みのカテゴリをズームアウトして見えなくすることにより実現可能。(3)上位階層において、カテゴリの代表ページの内容を表示することにより実現可能。(4)リンク先 Web ページ内の重要なテキストや画像を抽出して表示することにより実現可能。なお、(2)については、着目している階層よりさらに下位にどの程度の情報が存在するかを提示することは実現できていない。

以上より、ズーム・クロスメディアを検索結果一覧画面に適用することにより、従来の検索エンジンや提案手法におけるいくつかの問題点を改善することができ、効率的に情報検索することが可能となる。

7. 今後の展開

今回は、定型的な構造を持つ Web ページに対して、ZDLを構成する方法を提案したが、今後

は、非定型的な Web ページから優先表示すべきオブジェクトを自動的に選択する方法を検討する。また、ネットワークの転送レートに応じてサーバーから効率的にオブジェクトデータを転送し、閲覧者にストレスを感じさせない方式も検討する。さらに、ユーザビリティテストを行って、提案方式の有効性を評価する。

文 献

- [1] 荒木禎史, 宮森恒, 水口充, 加藤あい, 小川泰嗣, 田中克己, “ズーム・クロスメディア: 詳細度制御と表示メディア遷移が記述できるマルチメディアコンテンツ記述言語,” DEWS2005, 1A-o2, Feb. 2005.
- [2] Bill Kules and Ben Shneiderman, “Categorized graphical overviews for web search results: An exploratory study using U. S. government agencies as a meaningful and stable structure,” Proceedings of the Third Annual Workshop on HCI Research in MIS, Washington, D.C., December 10-11, 2004
- [3] Walkey Rivadeneira and Benjamin B. Bederson, “A Study of Search Result Clustering Interfaces: Comparing Textual and Zoomable User Interfaces,” Journal University of Maryland HCIL Technical Report HCIL-2003-36.
- [4] Ken Perlin and David Fox, “Pad: an alternative approach to the computer interface,” Proceedings of the 20th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH'93), pp.57-64, 1993.
- [5] B. B. Bederson and J. D. Hollan, “Pad++,” “A Zooming Graphical Interface for Exploring Alternate Interface Physics,” Proceedings of UIST'94, pp. 17-26, 1994.
- [6] B. B. Bederson, J. Meyer and L. Good, “Jazz: An Extensible Zoomable User Interface Graphics Toolkit in Java,” Proceedings of UIST'00, pp. 171-180, 2000.
- [7] K. Sumiya, M. Munisamy and K. Tanaka, “TV2Web: Generating and Browsing Web

with Multiple LOD from Video Streams and their Metadata,” ICKS2004 Proc., pp. 158-167, Mar. 2004.

- [8] 宮森恒, 田中克己, “抽出メタデータと字幕データを用いたテレビ番組のウェブ化とその閲覧方式,” FIT2004, D-036, Sep. 2004.
- [9] 荒木禎史, 宮森恒, 加藤あい, 小川泰嗣, 飯沢篤志, 田中克己, “ズーミングメタファによるマルチメディアコンテンツの閲覧方式,” FIT2004, D-007, Sep. 2004.