

意味構造を持つ引用に基づく自動情報編纂

Automatic Information Compilation Based on Semantically Structured Quotations

長尾 確*1
Katashi Nagao

梶 克彦*2
Katsuhiko Kaji

*1名古屋大学 情報メディア教育センター
Center for Information Media Studies, Nagoya University

*2NTT コミュニケーション科学基礎研究所
NTT Communication Science Laboratories

Generally, information integration in some semantic manners cannot be performed by machines. However, human can do it. A typical example is quotation of online text documents. A quotation explicitly represents a semantic relationships between some parts of different contents. We propose a metalevel architecture that extracts and maintains quotations as external bidirectional links between any parts of any digital contents including not only text documents but also multimedia data. These links are described as data in an extended RDF (Resource Description Framework) model. We also provide a method for automatic information compilation based on quotation links among semantically structured elements of Web contents.

1. はじめに

一般に、情報の意味的な統合は機械的に行うことはできない。しかし、人間ならば日常的にそのようなことができる。その典型例は、主にオンライン文書のテキスト情報の引用である。引用は人間が意味を考慮して情報間の関係付けをする作業だと考えられる。引用は、多くの場合、コピー&ペーストで行われることが多いが、その場合は引用元と引用先の間を自動的に解析するのが困難である。そこで、われわれは任意のデジタルコンテンツの部分引用をメタレベルで扱う仕組みを開発した。それは、コンテンツに内部構造を付加し、その要素へのアクセス手段を提供するものである。この場合のコンテンツはテキストの他に、イメージやサウンドやビデオを含む。ユーザーはこのメタレベルの処理を特に意識することなく、永続化され共有化されたコンテンツの部分要素を容易に自分のコンテンツ内で利用することができる。同時に、引用・被引用の双方向リンクが自動的に設定される。この仕組みによって、コンテンツ間の意味的な関係が蓄積される。この蓄積された、コンテンツ間の意味的リンクを用いて、自動的な情報編纂を実現することができる。これは、引用のリンクを手がかりにして、複数コンテンツを自動的に統合し、一つのコンテンツとしてまとめあげる作業である。

2. 意味構造を持つ引用

意味構造を持つ引用とは、引用元と引用先のそれぞれの構造と引用意図に関する属性を持つ双方向リンクのことである。たとえば、オンライン文書を引用するのにブラウザ上でコピーし引用先でペーストするやり方では、オリジナル文書へのリンクもその内部構造や文脈も失われてしまう。

それに対して、提案する手法は、マウスドラッグした箇所のポイントが自動生成され、その部分を含むコンテンツのリンク情報と共にデータベースに登録される。そのポイントは、コンテンツ全体と引用箇所の相対的關係によって規定される。さら

に、引用先に埋め込んだ場合に、先にマウスドラッグした部分が表示されるだけでなく、内部的には埋め込まれた箇所と新しく作成されたコンテンツの關係に基づいて、ポイントが生成され、やはり新しいコンテンツのリンク情報と共にデータベースに登録される。これによって、引用元と引用先の間、それぞれの文脈情報を含む双方向リンクが生成される。これを引用リンクと呼ぶ。引用者は、このリンクに引用意図（たとえば、参照、対比、例示、論拠、反論など）の属性を付与することができる。この引用箇所や属性は簡単な操作で変更できる。

ところで、ブログのトラックバックは、(中国語で)引用通告と呼ばれることもあるが、実際には引用とまったく独立に運用される場合がある。たとえば、人気のあるブログにトラックバックリンクを張ってもらい、ブログの本文中では特にそのブログに対して言及していないような場合である。それは、引用元のブログエントリーへのリンクを自分のコンテンツに埋め込む作業と、トラックバックを成立させる作業(トラックバック ping を打つ)がまったく独立に行われるからである。

われわれの手法は、このようなトラックバックの問題を考慮して、引用を行うと自動的にお互いにリンクが張られるようになっている。これはデータベース中の引用リンクを2つのハイパーリンクに変換して、引用元と引用先のコンテンツに埋め込むことによって行われる。ただし、引用元に埋め込むときは、トラックバックと同様の仕組みで行う。ただし、引用元のコンテンツ配信システムにトラックバックに相当する機能が備わっていない場合は他の手段(ポップアップウィンドウを表示して、その中でリンクを表示する、など)を用いる。

3. Annphony と ElementPointer

われわれは Web API (Application Programming Interface) の用意された各種の CMS (Content Management System) と連携して、意味構造化引用を蓄積・管理するミドルウェアシステム Annphony を開発した [1]。Annphony は、RDF (Resource Description Framework) [2] を名前付きグラフ (Named Graphs) に拡張したデータ構造の生成と検索、および、ElementPointer と呼ばれる任意のコンテンツの任意の部分を示す仕組みを有している。

コンテンツの意味情報を扱うためには、そのコンテンツの詳細な部分へのアノテーションを実現しなければならない。なぜなら、コンテンツの構造の一部に対し、その部分がコンテンツ

連絡先: 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 IB 電子情報館南棟 395 号室
名古屋大学 情報科学研究科 長尾研究室
TEL : (052)-789-5878 / FAX : (052)-789-5875
email: nagao@nuie.nagoya-u.ac.jp

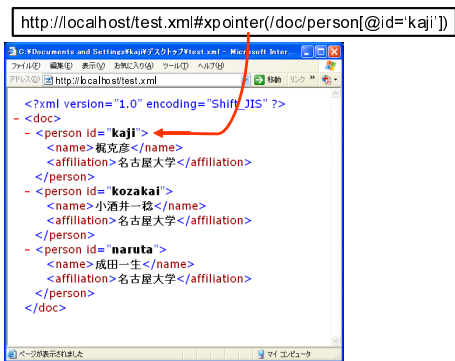


図 1: XML ドキュメントの内部ノードの XPointer による指示

他の部分や、他のコンテンツとどのような関係性を持っているか、またその部分は人によってどう解釈されるかという情報を付与する必要があるからである。そこで、まずコンテンツの構造を表現するために、コンテンツの任意の箇所を指し示す方式としては、XML の特定のノードを指す XPointer [3] や、ビデオ・オーディオなどの連続メディアの任意の箇所を指し示す URI time interval specification [4] など、いくつかの形式が提案されており、今後も新しいメディア形式が提案されると予想される。しかし、未知のメディア形式を含むそれらの全てを網羅するアノテーション形式は存在しない。さらに、提案されている形式では指し示すことのできない場合が多く存在する。そのため、任意のコンテンツの任意の箇所を指し示すことのできる柔軟な表現形式が必要である。

3.1 ElementPointer

先に述べたように、コンテンツの内部構造に対するアノテーションを扱うためには、そのコンテンツのセグメントを指し示す手段が必要である。任意のメディアの任意のセグメントを指し示す形式として ElementPointer と呼ばれる仕組みを開発した。

ElementPointer を XPointer の書式を参考にして定義する。XPointer は以下の形式で XML ドキュメントの任意のノードを指し示す。

```
[Content]#xpointer([XPath])
```

コンテンツの URI である [Content] に続き、#xpointer 以降 [XPath] に XML ドキュメント内部ノードを指し示す手段として標準化されている XPath [5] を記述することで、内部構造への言及を可能にしている。全ての中括弧は表記には含まない。たとえば、図 1 のように、XML ドキュメント (`http://localhost/test.xml`) の、ルートノード (doc) の子ノードである person の中で、id 属性が kaji であるものを指し示す XPointer が示されている。XPointer は一般的に以下のように表現される。

一方で、任意のコンテンツの任意の箇所を指し示す XPath に相当する形式が存在しない。そこで ElementPointer ではコンテンツ内部を指し示すための定義を別途用意し、その定義を引用する。

ElementPointer は以下のように、定義と、属性名・属性値の組を列挙する形式をとる。

```
[Content]#epointer([Schema]([Prop1],arg1),([Prop2],arg2),...))
```

コンテンツの URI である [Content] に続き、以降にフラグメント識別子としてコンテンツのどの部分を指し示すかを記述する。本手法では、コンテンツの内部は、[Schema] で表さ

れる ElementPointer 定義の URI 以降に、[Prop1],[Prop2],... で表される有限個の属性の URI とその値を列挙することにより指し示される。これらの属性はコマンドに対する引数の役割を持つ。実際には URI としての妥当性を保つため、[Schema]([Prop1],arg1),([Prop2],arg2)... の部分を URL エンコーディングする。URL エンコーディングによって、URI に含めることのできない文字を妥当な文字に変換することができる。

アノテーション共有の必要性から、ElementPointer の定義は共有に適した一般的な形式で記述されるべきである。ElementPointer は、コンテンツの任意の内部要素を指し示すことで、コンテンツの構造を表現するための形式であるため、意味的なアノテーションの一つであるといえる。そこで、リソース間の関係を表すためのフレームワークであり、一般的なアノテーション形式として知られている RDF のスキーマ言語である RDFS (RDF Schema) [6] を ElementPointer の定義に採用した。リソース間の関係をグラフ構造として表現する RDF や RDFS を用いることで、その検索言語である SPARQL (SPARQL Query Language for RDF) [7] によって、コンテンツの構造を扱う際に有効なグラフ検索が可能になる。そのため ElementPointer の定義を共有することに適していると考えられる。Annphony においてその定義の検索や利用を支援し、任意のユーザーによる ElementPointer の定義の利用を支援する。

3.2 ElementPointer プロセッサ

また、ElementPointer によって指し示された部分を扱う処理系を同時に作成し、ElementPointer の定義へのアノテーションとして関連付けを行えば、Annphony においてそのセグメントのプログラム中での取得・利用が可能になる。この処理系を ElementPointer プロセッサと呼ぶ。これは、指定された部分の存在確認や、実際に指定された部分の取得など、部分同士の間演算を行うためのメソッドで構成される。たとえば、矩形範囲指定により二次元のメディアを指し示す ElementPointer プロセッサとして、その矩形範囲の画像を取得して表示するプログラムを用意しておくことで、該当部分が抜き出された画像を容易に扱うことが可能になる。

4. Synvie とビデオブログ

筆者らは以前の研究で、Web 上の映像コンテンツの共有と人間のコミュニティ活動を効果的に連携させる仕組みを提案した。この仕組みを実装したシステムを Synvie と呼び、2006 年 7 月より一般に公開して実証実験を行っている [8]。

それらのコミュニティにおけるユーザーの自然な活動からコンテンツに関する知識をアノテーションとして獲得・蓄積・解析することを目的としている。具体的には、二つのコミュニケーション手段を提供する。一つ目は、映像コンテンツの任意のシーンに対して、コンテンツの内容に対する感想や評価などの情報の関連付けを支援する掲示板型コミュニケーションの仕組みであり、二つ目は、任意の映像シーンを引用したブログエントリーを作成し、映像シーンとそれらの記事の文書構造との関連付けを支援するブログ型コミュニケーションの仕組みである。この仕組みで作成されたブログをビデオブログと呼んでいる。

これらの仕組みを作成することによって、一般ユーザーによる映像を題材としたコミュニケーションを支援する。さらには、コンテンツの内容とこれらのコミュニケーションとを詳細に結びつけることによって、コンテンツに付随する様々な情報

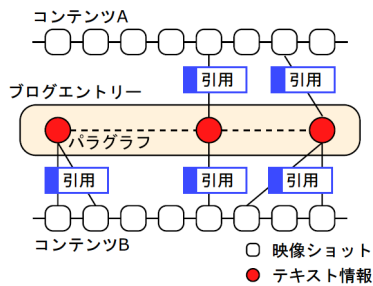


図 2: 映像シーン引用に基づくアノテーションのモデル

をアノテーションとして獲得する。このような方式ならば、映像の画質や音質に左右されず、また、アノテーションにかかるコストも発生しない利点があり、アノテーション作成のコストの問題を回避できる。これらのコミュニケーションは単体のコンテンツのみに閉じているのではなく、コンテンツを他のコンテンツ内で部分引用する仕組みによって、Web 全体を対象とするより広がりをもつコミュニティの活動を支援する。また、人気のある映像コンテンツほどより多くのアノテーションの取得が可能になる利点がある。

4.1 ビデオの部分引用による双方向リンク

ビデオブログエントリーは、図 2 のように、引用した映像シーンとブログエントリーのパラグラフとを「シーン引用」というラベルのついたグラフで表現され、他のシーンやコンテンツ、ブログエントリーとの何らかの関連性の抽出が期待できる。

本システムにより、Web と映像コンテンツの垣根を越えた引用に基づく詳細なネットワークを形成する。これによりブログネットワークと映像コンテンツを統合することが可能になる。ブログと映像コンテンツの統合されたネットワークでは、コンテンツを扱う粒度がコンテンツ/エントリー単位から映像シーン/パラグラフ単位へとより詳細になり、コンテンツに関連するコミュニティが共有サイト内から Web 全体に拡大されている。さらに、コンテンツ間のリンクをナビゲーションのための 1 方向的なハイパーリンクから引用に基づく意味的な双方向リンクへと拡張させることができる。これにより、我々の提案する仕組みはコンテンツに付随する様々な知識を抽出するためのフレームワークとして機能し、それによって収集されるデータは検索やコンテンツ推薦などの様々な応用のための基礎的データとして利用されることが期待できる。

ビデオブログエントリーの作成において、引用するビデオシーンの URI が前述の ElementPointer を用いて以下のように生成される。ここでは、コンテンツ固有の ID とその時間区間 (begin と end) を用いて記述している。ちなみに、ここでは RDF スキーマ名を省略しているが、Synvie の内部で用意されたスキーマが適用されるようになっている。

```
[Content]#epointer(urn:video:timeline(begin,end))
```

ビデオシーン同様に、ビデオブログエントリーのシーン引用箇所であるパラグラフに対しても URI が自動的に生成される。Synvie で生成されるブログエントリーは、すべてのパラグラフ (< p > タグで囲まれるテキスト) に対して固有の ID が付与されている。そこで、http://server/blog.html に存在するビデオブログエントリーの id="id1" のパラグラフに対して以下のように URI が設定される。

```
[Content]#epointer(urn:weblog:para(id1))
```

この仕組みにより、引用されているビデオシーンと引用しているビデオブログエントリーのパラグラフの間の双方向リンクを記述することができる。

5. 自動情報編纂

ここでの自動情報編纂は、意味構造を持つ引用が大量に蓄積されている状態を前提としており、その引用情報を柔軟に活用することで、ユーザーの要求に基づいて、コンテンツ (の部分) を組み合わせる新たなコンテンツを自動生成するというものである。

これは通常のハイパーリンクや、自動的に計算されたコンテンツ間の関連性に基づく情報統合と比べて、統合するコンテンツ同士に意味的な関係があることが明確である点とコンテンツ全体ではなく特定の部分に限定して統合できる点において優れていると考えられる。

また、引用情報は一般ユーザーのコンテンツ制作に伴って暗黙的に獲得されるものであるため、その作成のコストはかなり低く抑えられるだろう。ブログツールによって RSS (Really Simple Syndication) の作成コストがほぼ 0 になったのと同様である。

自動情報編纂において、情報編纂の処理そのものは自動化されるが、人間の意図がまったく入らないわけではない。やはり、人間が「どんな情報をどのようにまとめたいのか」という点についてはあらかじめデザインする必要がある。それはマッシュアップサイトを作ることによって実現する [9]。マッシュアップサイトは、基本的にコンテンツを含まず、Web API によって提供されているコンテンツを収集・統合することによって新しいコンテンツを生成して閲覧可能にするサイトである。本研究では、このマッシュアップサイトを比較的容易に構築する手法を提案する。

まず、既存の CMS に Annphony を適用し、コンテンツの任意の箇所の部分引用を可能にし、その引用情報を配信する仕組みを構築する。次に、引用情報に基づいてコンテンツの部分間の意味的關係のグラフを生成する。たとえば、マッシュアップサイトが辞典をベースにしたものならば、意味的關係のグラフのうち、辞典に関わる部分を抽出する。そのようにして得られた関係をたどって、関連するコンテンツの部分を取得し、ベースとなるコンテンツの該当する部分に統合していくことによってオリジナルコンテンツを拡張する。ここで、統合の仕方は提供するサービスによっていくつかのバリエーションが考えられる。たとえば、関連するコンテンツの部分の埋め込み、あるいはその部分へのリンクの埋め込み、ポップアップウィンドウの表示とその中での参照などが考えられる。

ここでは自動情報編纂の例として、ビデオ事例付きの辞典コンテンツの作成について述べる。この場合、引用先としてブログに、引用元として前述の Synvie と、認知科学辞典 [10] Web 版に Annphony を適用し、部分引用を可能にする。

5.1 CMS の拡張

今後 Web 上のコンテンツの多くは CMS によって管理されることになると予想されるため、Annphony を一般的な CMS に適用することで、さまざまなコンテンツ同士の引用と、その引用情報の共有が可能になるだろう。

コンテンツの種類は CMS によって異なるため、コンテンツ内部を指し示す ElementPointer の定義は CMS ごとに用意する。ビデオ共有システムではビデオの時間区分を指し示すためには、開始・終了時間が必要であるため、その旨を ElementPointer の定義に記述した。またオンライン辞典システムの各専門用語

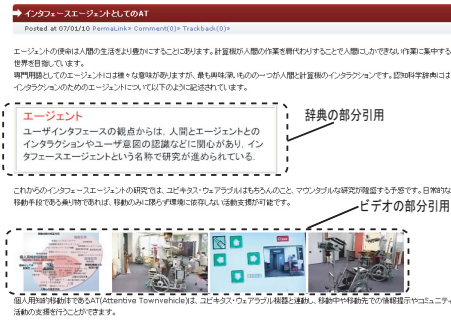


図 3: ブログでのビデオ・辞典の同時引用

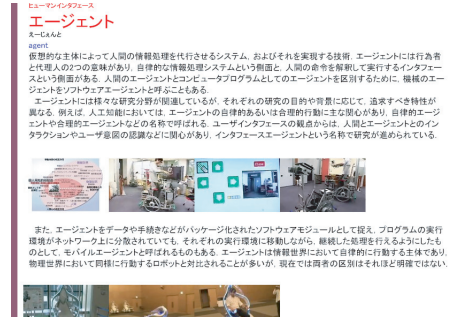


図 4: ビデオ用例付き辞典システム

は、文書の言語構造を表現するための言語である GDA (Global Document Annotation) [11] 形式で保持されているため、単語・文節・文などの、文書の言語構造に基づく要素を指し示すための定義を記述する。

また引用先となる CMS として、ユーザーがコンテンツを作成するのに現在のところ最も都合がよいと思われるブログを採用した。ブログシステムに Annphony を適用し、ブログにビデオや辞典などの他のコンテンツを部分引用した記事を投稿する際に、その部分引用の情報を Annphony に保存する。図 3 はブログにおいてビデオ・辞典を引用した記事を投稿した画面例である。図では、ある分野の詳細な解説として、参考となるビデオと辞典の一部を引用している。このように同時に引用されるビデオと辞典には、明らかな関連性を認めることができる。

一般的にユーザーは、あるコンテンツと他のさまざまなコンテンツとの多項関係を完全に把握してはいないため、一人のユーザーによって網羅的な関連性を記述することは困難である。そのため、一般ユーザーが記述可能な同時引用の情報は二項、三項関係といった少数の関連性ととどまると考えられる。しかし、さまざまな CMS を横断的に探索することで同時引用の情報を広く収集することにより、コンテンツ間の多項関係を拡張することができる。

5.2 コンテンツマッシュアップ

関連する複数コンテンツを統合して新たなコンテンツを生成することをマッシュアップと言う。その典型的な例の一つは、Google Maps のような地図サイトをベースに、場所に関連する情報（お店や出来事などの Web ページなど）を動的に統合して表示するサイトである。

引用情報を用いてマッシュアップコンテンツを自動生成する例として、オンライン辞典システムを拡張し、ビデオ用例付き辞典システムを構築する。本システムでは、各専門用語の項に、ブログにおいて同時引用された、用例の一つと見なされるビデオを提示することで、その専門用語の理解を深めることができる。

キーワード検索の要求を本システムが受け取ると、オンライン辞典システム・ビデオ共有システムに対して、検索要求のキーワードが存在する辞典の項目・ビデオを検索する。次にそれらがブログにおいて過去に同時引用されているかを検索し、同時に引用されたことのあるビデオの一部と辞典項目の一部の組を列挙する。またブログに対してもキーワード検索を行い、検出されたブログエントリ内で同時引用されているビデオの一部と辞典項目の一部の組を列挙する。

こうして列挙されたビデオの一部と辞典の項目の一部の組

を用い、辞典の項目中の同時引用された文以降に、ビデオへのリンクを埋め込む。図 4 はビデオが埋め込まれた辞典の項目の例である。辞典の項目中に具体的な例であるビデオを埋め込むことで、その項目をより深く理解することができる。

このように同時引用の情報を用いることにより、ビデオやオンライン辞典の項目といった異種類のコンテンツ同士を結びつけることで、付加価値を持ったコンテンツを作成することが可能である。これは本研究の成果から自然に導かれる結論の一つである。

6. おわりに

コンテンツの部分引用をベースとした自動情報編纂の枠組みを紹介した。引用に基づくコンテンツ間のネットワークは、これまでのハイパーリンクに基づくものに比べて、より深い意味的關係を反映したものになるだろう。そのため、このようなネットワークが比較的容易に構築できる仕組みが一般化される必要がある。本論文で紹介した Annphony の仕組みがそのための重要な役割を担うことになるだろう。今後は、Annphony の公開と、各 CMS との連携をより容易にする仕組みを実現する予定である。

参考文献

- [1] 梶克彦, 長尾確, “任意のデジタルコンテンツに対するアノテーションプラットフォーム,” 情報処理学会第 68 回全国大会, 2006.
- [2] W3C, “Resource Description Framework,” <http://www.w3.org/RDF/>, 1999.
- [3] W3C, “XML Pointer Language,” <http://www.w3.org/TR/WD-xptr>, 2001.
- [4] S. Pfeiffer, C. Parker, A. Pang, “Specifying time intervals in URI queries and fragments of time-based Web resources,” http://www.annodex.net/TR/URI_fragments.txt, 2003.
- [5] W3C, “XML Path Language,” <http://www.w3.org/TR/xpath.html>, 1999.
- [6] W3C, “RDF Schema,” <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>, 2004.
- [7] W3C, “SPARQL Query Language for RDF,” <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>, 2006.
- [8] 山本大介, 清水敏之, 大平茂輝, 長尾確, “Synvie: ブログの仕組みを利用したマルチメディアコンテンツ配信システム,” 情報処理学会第 68 回全国大会, 2006.
- [9] 梶克彦, 長尾確, “部分引用の管理に基づく Web コンテンツのマッシュアップ,” 情報処理学会第 69 回全国大会, 2007.
- [10] 日本認知科学会, “認知科学辞典,” 共立出版, 2002.
- [11] 橋田浩一, “GDA:意味的修飾に基づく多用途の知的コンテンツ,” 人工知能学会誌, Vol.13, No.4., pp.528-535, 1998.