

Web ページの立体音響を用いた閲覧支援

高橋 美乃梨[†] 角谷 和俊[‡] 上原 邦昭[‡]

[†] 神戸大学大学院自然科学研究科情報知能工学専攻
[‡] 神戸大学都市安全研究センター 都市情報システム研究分野
〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1
Tel/Fax:078-803-6220
{minori,sumiya,uehara}@ai.cs.kobe-u.ac.jp

概要 近年, 計算機の高性能化により, 計算機上で容易にマルチメディアを扱うことが出来る環境が整いつつある. また, 立体音響システムが安価に提供されるようになり, 今後, より一般的に普及していくであろう.

本研究では, 立体音響により Web ページの閲覧を支援する手法を提案する. 本稿では, Web で提供されているオンラインニュースの続報を対象としている. 続報のもつ特性に応じた立体音響を付加することで, 視覚のみでは得られない情報の入手が可能となる.

Browsing Support by 3D Sound for Web Pages

Minori Takahashi[†] Kazutoshi Sumiya[‡] Kuniaki Uehara[‡]

[†] Division of Computer and Systems, Engineering Graduate School of Science and Technology, Kobe University
[‡] Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University
Rokkodai, Nada, Kobe 657-8501, Japan
Tel/Fax: +81-78-803-6220
{minori,sumiya,uehara}@ai.cs.kobe-u.ac.jp

abstract Recently, personal computers and multimedia systems are widely spreaded, and users can easy to use the 3D sound system. In this paper, we propose browsing support method using 3D sound for web pages. Web pages are added the 3D sound based on features of on-line news in this method. Therefore, acquisition of the information which is not acquired only visually is attained, and it is possible to browse web pages easily.

1 はじめに

インターネット, 特に World Wide Web(以下 WWW) はマルチメディア文書提供のプラットフォームとしてますます広がりつつある。様々なメディアが扱えるようになるにつれて, Web コンテンツは更に膨大な量に成長している。このような Web コンテンツの閲覧方式に関しては様々な研究が行われている。しかし, これらの研究においては, 情報の視覚化に対する研究に重点がおかれている。実際に視覚から得る情報は多いが, 現実世界において人間は視覚のみではなく, 五感を利用して物事を判断している。この五感の中で, 視覚に次いで利用している感覚として聴覚がある。聴覚情報には, 視覚情報にはない様々な利点がある。例えば, 視覚による情報の取得方法では, ディスプレイ上での自分の視界内にある情報しか捉えることが出来ず, また, 情報を得るためにディスプレイを注視しなければならない, といった問題点が挙げられる。しかし, 情報の取得に聴覚を用いれば, 視界外からも情報呈示を行うことができ, ユーザが特に意識しなくても情報を受け取ることが可能である。

また, 近年のコンピュータの高性能化により計算機上でより容易にマルチメディアを扱うことが可能となる環境が整いつつある。更に, 前後左右・中央及び低音再生の6つのスピーカを用いた5.1chの立体音響装置など, 高性能なホームシアター装置も将来的にはより一般的に普及してくるだろう。

そこで本研究では, このような音による情報の提示を有効に利用し, Web ページの閲覧時に立体音響を用いる手法を提案する。

立体音響を用いた Web コンテンツの視聴に関しては, ユーザインターフェースの研究としての聴覚インタフェースについては様々な研究 (MIT[6], 電通大 [7] 等) があるものの Web コンテンツを対象とした類似研究は存在していない。我々は, 立体音響を用いた Web コンテンツの効果的提示方式の検討を行っているが, 本論文では特に, オンラインニュースに特化し, 議論を行う。

以下, 本論文の構成は以下のとおりである。まず, 2章では, 立体音響について述べる。3章では, オンラインニュースの続報及び続報予定について説明する。また, 立体音響を用いたオンラインニュー

スの視聴方式について述べる。4章でプロトタイプシステムの実装及び考察について示し, 最後に5章でまとめを示す。

2 立体音響の利用

2.1 立体音響システム

通常の音声再生システムではモノラル (1ch) もしくはステレオ (2ch) であった。音楽を再生する際はステレオでも十分な臨場感を得ることが可能であったが, 映画などのドラマでは音楽以外の台詞, 効果音といった音が存在している。

車が右から左へと横切るといった場面ではステレオでも十分な臨場感を得ることが可能だが, 映画では映像の被写体が前後左右に動き回って演技するため, 映像定位がリスナーのまわりに表現されなければならない (飛行機が前方から頭の上を通り過ぎていくといった場面や, 台風の真っ只中にいる場面)。元々, 映像定位を表現するために考案されたシステムが立体音響システムである。

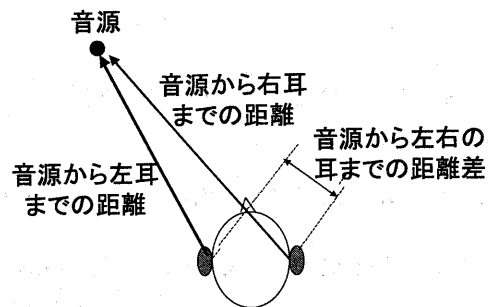


Fig.1: 音源と位置の関係。

人間が音を立体的に認識する場合, どの方向から音が聞こえてくるかという音の方向性が重要な情報の一つとして挙げられる。Fig.1のように, 顔の右側に音源がある場合, 右耳には音波が直接届くが, 左耳には顔があるために回折し減衰した音波が届く。その結果, 左右の耳において音波の強度差が生じる。

また, 音源から左耳までの距離と右耳までの距離との間には差が生じるため, 左耳よりも右耳に早く音が伝わる。その結果, 左右の耳において距離差に

相当する音波の位相差が生じることになる。よって、音波の強度差や位相差が音の方向性を判断する手がかりとなっている。

立体音響システムでは、仮想空間に存在する音源とユーザの位置などの情報により、音源から発生した音の波形がユーザの両耳に到達するまでに受ける様々な変化をシミュレートし、左右の耳に到達する直前での音波の状況を作り出すことにより3次元の音場を実現している。代表的な立体音響システムにはドルビー研究所が開発した Dolby Surround Pro Logic や Dolby Surround Digital(Dolby Surround Digital AC-3) がある。本研究で用いている Dolby Surround Digital について少し詳しく説明する。

サラウンドとは「包囲する」という意味である。ステレオでは前方のみであった音が、サラウンドでは「包囲」されたように広がる。ドルビーデジタルを再生する為には、それを再生する機能をもったアンプが必要となる。必要とするスピーカーの数は、フロント左右2本、リア左右2本、そしてセンタースピーカー1本、最後にサブウーファーが1本である。これらの5個は「分離した」チャンネルで制御され、5つの独立した位置に意味のある音源を持っている。サブウーファーとは、低音専用のスピーカーのことを指し、地鳴りや振動のような低い音を出力する。サブウーファーは低域のみのため、「0.1チャンネル」と数えられる。このサブウーファの信号は他のチャンネルから引き出すことが可能である。

2.2 立体音響効果について

立体音響を用いる利点として、

- 奥行き感や前後感など、人間の感覚に直接訴えるような情報提示を行える
- 特に注意しなくても情報を受け取ることができる
- 音情報に指向性を与えて、情報量の少なさをある程度補足することが出来る

このようなことから、情報を次々と提示する受動的インタフェースに音響効果を利用すれば効果的であると考えられる。

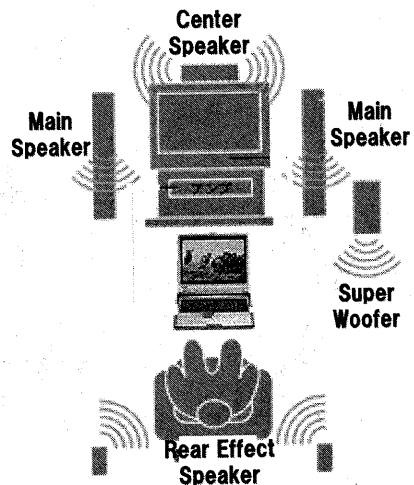


Fig.2: 立体音響システム.

3 立体音響を用いたオンラインニュースの視聴

本研究の目的は、立体音響システムを用いた Web コンテンツの閲覧方式の提案であるが、その具体的な実現例として、本稿ではオンラインニュースの提示を行う方式についての提案と実装について述べる。本章では、その詳細について述べる。立体音響を用いたオンラインニュース視聴のイメージ図を Fig.3 に示す。

3.1 オンラインニュース

本節では、オンラインニュースの特性について述べる。

3.1.1 時系列文書

現在、WWW 上でのニュース配信サーバとして、Yahoo! ニュース [1], goo のホットチャンネル [2] や Lycos の NEWS CENTER[3], asahi.com[4] などのニュースサイトがある。これらのニュースサイトではリアルタイムの時事ニュースが一定の時

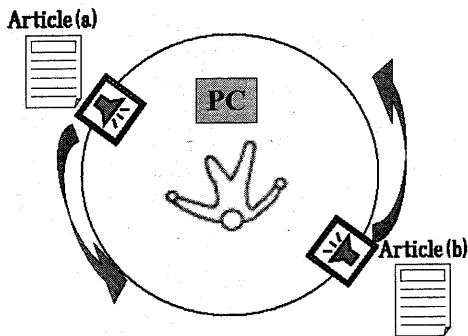


Fig.3: 立体音響を用いたニュースの呈示イメージ。

間隔で配信されている¹。

例えば、あるニュースが配信され、その数時間後に追加や訂正などが配信されることがある。また、一連のニュースのまとめのニュース記事が配信される場合もある。こういったことから、オンラインニュースの特性として、あるトピックに関するニュースの時間的な列となったニュース群が存在するということが考えられる。我々は、このように時系列に並んだ文書のことを時系列文書と定義する [8]。

3.1.2 続報

時系列文書には以前に配信した内容に関する情報に追加や誤りがあった場合、追加・訂正の記事が配信される。我々はこのように過去に配信されたニュース記事と同一のトピックについて配信された記事を続報と定義する。既存のニュースサイトでは、任意のニュース記事に対して、それに関連した記事が存在していれば、“関連情報”として各記事間にリンクがはられている。このようにリンクで結ばれている記事は続報の関係にあるといえる。

¹ 実際にはユーザが定期的にプルしている。すなわち、周期的プルである。

あるトピックに関して、時間とともに発生した追加・訂正などの続報と、その元となったニュース記事との間には、非常に関連がある。そこで、続報を単独で扱うのではなく、まとめて扱う必要がある。我々はこの同じトピックに関するニュース記事の発生順に並べたリストを続報リストと定義する。我々の従来の研究 [8][9] においては、時系列クラスタリングとして続報リスト生成方式について提案しているが、本研究では、この続報リストは既にクラスタリングされ、生成できているものと仮定している。この続報リストをユーザに提示する際に、ニュースの特性に対応した立体音響効果を付加する手法を提案する。

3.2 ニュース視聴の方式

立体音響を用いたニュース視聴の方式として、ニュースの特性に応じて、以下の3つが考えられる。

ニュースの特性と呈示方式の対応については、現在考察中である。

3.2.1 注目度を用いた呈示

注目度

ニュース記事の内容だけではそのトピックに関するニュースがどの程度注目されているのかという判断は困難である。しかし、そのニュースに関する続報を考慮することにより、あるトピックに関するニュースの盛り上がり具合、つまりどの程度注目されているのかを判断することが可能である。ここで我々は注目度という尺度を以下の基準によって定義する。

- そのトピックに関する続報の数 (続報リスト内の記事の数)
- 現在時刻と各記事の発生時刻との差
- 続報の拡がり度

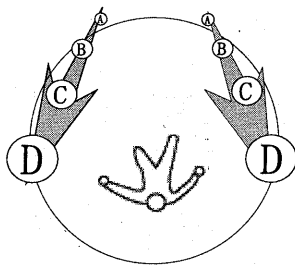
ここでの拡がり度とは、あるニュースに関する続報が配信された場合、その記事がどれほど話題的に拡がっているのかを図る尺度である。記事が配信されているチャンネルに着目し、続報が複数のチャンネルにまたがって配信されていれば、拡がり度は高くなる。記事の拡がり度が大きければ、その記事

の内容が多分野にわたっており、関心をもつであろうユーザーが増えると考えられる。従ってそのような記事を持つニュースは一般に盛り上がっているといえる。そのため、その記事の注目度は高くなると考えられる。

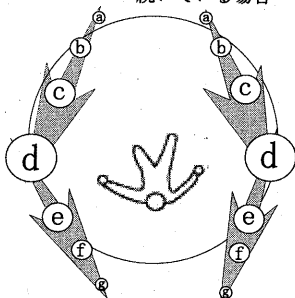
注目度は以下のような性質を持つ。

- 続報の数が多いほど注目度は大きい
- そのトピックに関する続報の最後の配信記事の時刻が現在時刻に近いほど注目度は大きい
- 続報の拡がり度が高いほど注目度は大きい
- 続報間の配信頻度が小さければ、注目度は局所的に大きくなる

注目度を用いることによって、あるトピックに関するニュース(続報)の盛り上がり具合を知ることが出来る。



(a) 現在もニュースが続いている場合



(b) ニュースが既に収束してしまっている場合

Fig.4: 注目度による呈示方式。

立体音響による呈示

あるトピックに関するニュースがどれほど盛り上がっていたのか、また世間に注目されていたのかということは、そのニュースを取得するにあたって知っておくべき有用な情報であると考えられる。しかし、この情報を視覚的に示しても理解しづらい。例えば、数値などを用いて定量的に示したとしても感覚的に把握しづらく、ユーザに余計な負担をかけることになる。よって、このような情報をユーザに直感的に伝えるため、注目度に基づいて、立体音響を用いた呈示効果の付加を行う。

注目度に応じて、現在もそのニュースが続いており、現在も盛り上がっているのか、それとも、そのトピックに関するニュースは既に収束してしまっているのかを示すため、身近な音響効果である”ドップラー効果”を利用する。イメージ図を Fig.4 に示す。

人間は、音が自分に近づいてくるとその方向に注意を向ける。よって、注目度に応じて、記事ごとの読み上げ音声をユーザに近づけていく。この時、ドップラー効果を利用し、ユーザに近づくとつれて音が高く、また大きくしていく。もし、そのニュースが今後も発展していくのであれば、ユーザに最も近づいた地点で続報の読み上げが終了するように設定する。この場合、最後に読み上げられた記事、つまり現時点における最新記事が最も音が高く、大きくなっている。この効果により、ユーザはニュースが今現在も盛り上がっていることを予測できるものとする (Fig.4(a))。

また、そのトピックに関するニュースが既に収束していれば、続報リストの中で注目度が最も大きい記事が、ユーザの一番近くで読み上げられるように設定し、それ以降の記事はユーザから遠ざかっていくように読み上げていく。この効果により、その続報リストのニュースが既に過去のものになっていることが直感的に理解可能であると考えられる (Fig.4(b))。

3.2.2 変化度を用いた呈示方式

変化度

続報リスト内の続報は時系列で並んでおり、本システムでは時間順に呈示していくが、その際、記事の内容が大きく変化しているかどうかの情報は、

1つの記事を目で追いながら能動的に読んでいる場合にはユーザはあまり意識できない。話の流れが大きく変わると変化をユーザに直感的に提示するため、現在読み上げられている記事と次に読まれる記事の類似度を測る。類似度が高ければ、現在読み上げられている音源の位置の近く(計算式の結果を角度にマッピングする)から次の記事を読み上げる。続報であるにもかかわらず、次に出てくる記事が、現在の記事の内容が大幅に異なってしまうとすれば、その記事は何らかの意味を持っていると考えられる。その情報を得ることによって、ユーザはその記事に意識的に着目するようになると考えられる。よって、続報間の違いをユーザに直感的に提示するために立体音響を用いる。

続報間の特徴ベクトルの類似度を計算するが、続報記事のテキストの長さは様々である。これを考慮して類似度を算出するには典型的なコサイン測度ではなく、C-pivot 測度法を用いる。続報 a_i から a_{i+1} への変化度 $Change(a_i, a_{i+1})$ は、以下の式に従って計算できる。

$$Change(a_i, a_{i+1}) = Sim(a_i, a_{i+1}) * 2$$

立体音響による提示

続報リスト C の第一報目をユーザの真正面から読み上げる。二報目は一報目からの変化度を求め、正面から半時計周りに変化度だけ音源を回転させた位置から記事を読み上げる (Fig.5)。

こうすることにより、ユーザは、記事の内容が少しだけ変化したのか、大幅に変わってしまったのかを直感的に把握することが可能である。

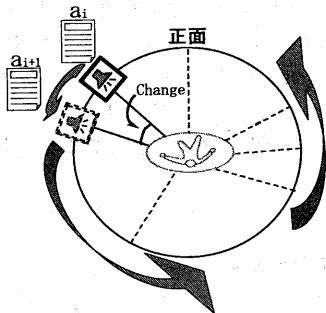


Fig.5: 変化度による提示方式.

3.2.3 配信時間間隔を用いた提示方式

配信時間間隔

あるイベントが発生し、そのニュースが配信されると、ある一定の期間は続報が連続的に配信される。しかし、話題が一段落すると、続報間の時間距離が開き、その次に配信される続報は、少し観点が変わっている可能性が高い。よって、続報リスト内の続報に対して、配信時間によってクラスタリングを行い、グループごとに立体音響を用いて提示する。

続報間の間隔 $t_d = t(a_{i+1}) - t(a_i)$ の閾値 θ を設定し、 $t_d > \theta$ であれば、続報 $a(i)$ までの記事をグループとする。Fig.6 の場合、 $\alpha, \beta > \theta$ であるので、続報リストを A, B, C の3つのグループに分類する。

立体音響による提示

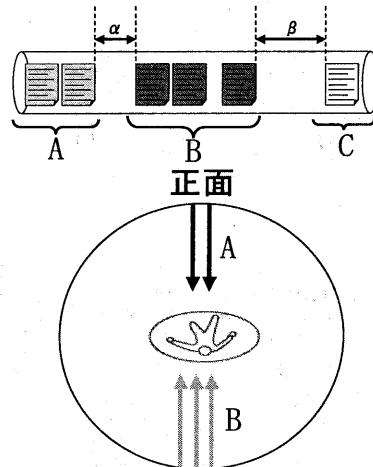


Fig.6: 配信時間間隔による提示方式.

配信密度に応じてクラスタリングを行った続報を、グループごとにユーザの前後から提示する。まず、第一報を含んでいるグループは、そのグループ全ての記事を読み上げるまで、音源はユーザの正面に固定したままとなる。最初のグループの読み上げが終了すると、次のグループの読み上げを、

ユーザの後ろ側から読み上げる。

こうすることにより、ユーザは、その続報がどの程度の頻度で配信されたのかということ直感的に理解することが可能となる。

4 プロトタイプシステム

本研究では、3次元音響を生成する手段として、Roland Sound Space Processor RSS-10を用いる。Fig.7はシステムの概念図である。本システムは現在、実装作業中である。

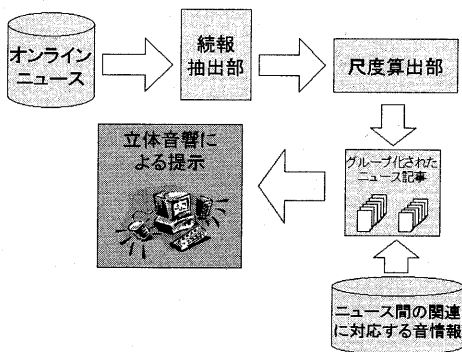


Fig.7: システム概要図。

RSS-10は無響音室で測定された頭部音響伝達関数(HTRFs)により左右の耳に到達する音の特性をシミュレートすることで、音の方向感、反射音を、また、特性や減衰などをパラメータとした一次反射音をシミュレートすることで距離感、残響音で臨場感、ドップラー効果により移動感を表現できる装置である。また、与えたオーディオデータを加工することで、3次元空間上で1チャンネルの音像を自由に動かすことが出来る。

まず、続報抽出部で、ニュース記事サーバから視聴するニュースの続報を全て取得する。抽出した続報リストに対して、3章で述べた手法を用い、尺度算出部で立体音響効果を付加するための尺度の算出を行う。算出した尺度を用いて、続報に、重みを付加、もしくはグループ化を行い、読み上げの際に立体空間にマッピングする。その後、ニュース間の関連に対応する音情報を付加することによ

て、立体音響によるニュースの提示を行う。

5 まとめ

本論文では、ユーザのオンラインニュースの閲覧を支援するため、立体音響を用いた提示方式の提案を行った。オンラインニュースの続報の特徴に基づき、ユーザの周囲に立体的にニュースが流れる手法を提案した。

今後の課題としては以下のものが挙げられる。

- ニュースの特性と提示方式の対応についての考察を行い、より効果的な方式を考える。
- 提示の際に音声のみではなく、立体的な効果音も付加する。
- プロトタイプシステムの実装

更に、オンラインニュースのみではなく、Webページを受動的に閲覧する際にも、立体音響を用いて効果的に提示する手法を考えていく。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「マルチメディア・コンテンツの高次処理の研究」(プロジェクト番号 JSPS-RFTF97P00501)による。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- [1] Yahoo! japan news. <http://news.yahoo.co.jp/headlines/top>.
- [2] ホットチャンネル. <http://channel.coo.ne.jp/>.
- [3] News center. <http://www.lycos.co.jp/news/>.
- [4] asahi.com. <http://www.asahi.com/>.
- [5] Beatnik. <http://www.beatnik.com/japan/>.
- [6] 浅川智文, 鎌原淳三, 下条真司, 宮原秀夫. マルチメディアニュースシステムにおけるコミュニティによるフィルタリング機構の提案.

電子情報通信学会データ工学ワークショップ
(DEWS2000) 論文集, 2000.

- [7] 馬強, 角谷和俊, 田中克己. 放送型情報配信システムのための時系列性を考慮した情報フィルタリング. *Vol.41, No.SIG6(TOD7)*, pp. 46-57.
- [8] 松本好市, 角谷和俊, 上原邦明. 情報レベルの基づいたプッシュ型通知機構とその呈示方式. 情報処理学会研究報告, 2001-DBS-123, pp. 53-60, 2001.
- [9] Koichi Matsumoto, Kazutoshi Sumiya, and Kuniaki Uehara. A multi-channel dissemination system based on time-series clustering mechanism for on-line news articles. *Proc. of Database and Expert Systems Applications(DEXA2000)*, pp. 376-385, 2000.
- [10] Minoru Kobayashi and Chris Schmandt. Dynamic soundscape:mapping time to space for audio browsing. *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI'97)*, pp. 194-201, 1997.
- [11] 藤井崇志, 今里裕之, 小池英樹. Cinema city: 視覚情報と音情報を利用した多次元データのブラウジング検索システム. *WISS2000*, 2000.
- [12] 河井良浩, 小林真, 皆川洋喜, 宮川正弘, 富田文明. 仮想音響による3次元空間認識支援システム. 電子情報通信学会 第二種研究会資料 WIT99-26, 2000.