

## 質問センサーによる未巡航ウェブページ群情報の“可聴化”

金 星 鏞<sup>†</sup> 角 谷 和 俊<sup>†</sup> 田 中 克 己<sup>†</sup>

通常、ウェブナビゲーションはアンカーをクリックすることによって行われ、そのアンカーが指しているページの内容に関する情報を得る。従来は、直接ハイパーリンクを巡航するまでアンカーのリンク先のページの内容を把握する方法はなかった。しかし、Google などの検索エンジンを用いることによって、あるページに関する一連のメタデータを得るのは可能である。例えば、検索エンジンは特定のキーワードが含まれているウェブページの数やあるウェブページにリンクを張ってあるページを URL 情報などを返却することが可能である。検索エンジンによって、アンカーをクリックする前に、そのアンカーが指しているページに関する一連のメタデータが得られる。このようなメタデータは、未巡航ウェブページ群を指してするアンカーに対して、ユーザーが実際にアンカーをクリックして閲覧するかを決定する際に有用である。本論文では、未巡航ウェブページ群に対するメタデータを、アンカーをクリックする前に検索して表示する方法を提案する。検索されたメタデータは可聴化され、効果音（非言語音）で表現される。そして、ウェブナビゲーションにおける可聴化の有用性や、プロトタイプシステムについて記述する。

### Sonification of Unvisited Web Pages by “Query Sensors”

SUNGYONG KIM ,<sup>†</sup> KAZUTOSHI SUMIYA ,<sup>†</sup> and KATSUMI TANAKA<sup>†</sup>

Usually, the Web navigation is achieved by clicking an anchor, and the information of the anchor's destination page is then obtained. There is no way to know in advance the content of the destination page until navigating the hyperlink. It is, however, possible to obtain a certain kind of metadata of those destination pages by using search engine such as Google etc. For example, those search engines can return the number of Web pages having a specified keyword, or the number of URLs pointing to a specific Web page. These metadata about the destination pages can be obtained by using search engines *before clicking* the corresponding anchors. These metadata are useful for a user to determine whether or not he should click the anchor actually. In this paper, we propose a method for searching and presenting those metadata of unvisited Web pages before clicking. The searched metadata is *sonificated*, and presented as non-speech audio. We also describe the benefits of the sonification for Web navigation and our prototype system.

#### 1. はじめに

我々は、ほぼ毎日ウェブページを閲覧している。爆発的に増加するウェブ上のデータ量に比べて、ユーザーの選択可能なウェブナビゲーション方法は限られている。あるページを閲覧する際、ページ内に存在する、アンカーが指しているページの内容を把握するには、まずアンカーを直接クリックしてページを開けてみなければならなかった。さらに、多数のアンカーが存在するページの場合、通常のナビゲーション方法を適用すると、ページ内の各々のアンカーをクリックしな

ければアンカーが指している内容を把握することができなかった。Flash などのツールを用いてこのような問題を解決しているウェブページもあるが、あくまでもそのウェブページ内でのナビゲーションにしか対応しない。また、あるアンカーに関する付加的な情報を調べるには、検索エンジンの詳細な検索オプションなどを利用するのが一般的であったが、検索エンジンに詳しくない人々には非常に困難なものである。本研究では、クリックする前に処理を行うことを示す“Before Click”やアンカーに対して問い合わせを行う“質問センサー”という新しい概念と共に、検索エンジンである Google<sup>1)</sup> が一般に公開した Google API<sup>2)</sup> を利用して、インターネット上の普通のウェブページに存在するアンカーに対して直接クリックする前にその先に対する一連の情報を可聴化してユーザーに提示する

<sup>†</sup> 京都大学大学院 情報学研究科 社会情報学専攻  
Division of Social Informatics,  
Graduate School of Informatics, Kyoto University

方法を提案する。ここで、可聴化とはデータや情報を音で表現することである。可聴化と Before Click の効果的な組み合わせによって、ユーザーへのより豊かな情報の表現が可能になる。以下、第2節では本論文における基本概念について述べ、第3節では質問センサーの具体的な応用について説明する。第4節では本研究の評価に用いられたプロトタイプシステムについて述べる。第5節では、まとめと今後の課題について述べる。

## 2. 基本的な概念

### 2.1 可聴化

可聴化 (Sonification)<sup>3)</sup> の一般的な意味は“non-speech audio を用いて様々な情報を伝達すること”を示す。より専門的な意味としては、“物事のコミュニケーションや解析をし易くするために、データの一連の関連 (data relation) を音響信号 (acoustic signal) を用いて知覚可能な関係 (perceived relation) に変換すること”を示す。

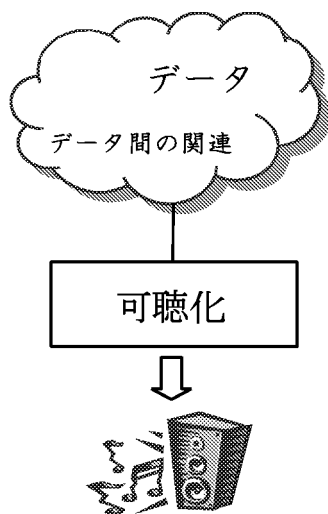


図1 可聴化 (Sonification) の意味

可聴化に関する研究は視覚障害者のための情報の伝達を主な目標として行われた。目と共に、物事を認知する感覚器官である耳は、視覚では認識することが難しい情報を扱うことが可能である。例えば、人間は自力で後ろを見るのが不可能であるが、後ろから聴えてくる音は認識できる。また、人間の視覚では連続的に変化する複数のオブジェクトを同時に認識するのが難しい。一方、音楽を聴いていると複数の楽器から

どんなメロディが、どんなリズム、テンポで流れているのかなどを把握するのが容易である。連続的に変化する膨大な数値データ、または一般的な情報を可聴化することによって、ビジュアルな表現に比べて効果的に伝達することができる。様々な音の性質の中で、本研究における可聴化に用いられるのは次の4つである。

- (1) 大きさ (Volume)  
音は大きさを持つ。この性質は、あるデータの値に対して適切なボリュームを設定する形で可聴化に利用できる。
- (2) 高さ (Pitch)  
各々の音は固有の音程を持つ。情報のユニークさの表現に有効である。
- (3) 多音性 (Polyphonic)  
音は、同時に発音できる性質を持つ。音楽のハーモニーは、この多音性という性質によって実現されるのである。複数の情報の同時表現に関する可聴化を行う際に有効に利用できる。
- (4) 音色 (Timbre)  
様々な音色を可聴化に利用することによって、表現できる情報の範囲が広がる。

本研究では non-speech audio のほかに、効果音も用いて可聴化を行う。

### 2.2 質問センサーと Before Click

質問センサーは未巡航ページの効果的な閲覧を実現するための概念である。まず、未巡航ページとは、通常のウェブページに存在する複数アンカーの中でユーザーが直接クリックして閲覧されていないアンカーのリンク先ページ群を示す。このアンカー群に対してアンカーが指している先の内容に関する問い合わせを行うのが質問センサーの目的である。一般的にセンサーとは、ある対象に対して特定の条件に合致するかどうかを伝達する感知機のことを示す。このコンセプトからウェブページに存在するアンカーを対象として、その先の情報に対する感知機能を提供する質問センサーを考案した。

すでに定義された複数の質問センサーは、アンカー群に対して多様な目的のセンシングを可能にする。質問センサーの操作は、一般的センサーの操作と同じであって、ユーザーはマウスポインターの変わりに質問

センサーを用いる。アンカー群の中のあるアンカーに質問センサーを近づけると現在操作している質問センサーに定義されている目的に従ってアンカーに対する問い合わせを行う。

ユーザーは、センサーから聴こえてくる音に基づいてクリックするかを判断する。つまり、これはユーザーは質問センサーをアンカーに近づけることで、クリックせずに質問センサーを用いてリンク先の一連の情報を把握するという Before Click の概念である。

南野ら<sup>4)</sup>によって提案された“Zero Click”も類似した概念であるが、これはリンク先のページ自体に対して先読みを行い、クリックなしで呈示するということである。一方、“Before Click”は、あるアンカーをクリックをする前にアンカーに対して一連の問い合わせを行い、その結果をユーザーに呈示することを目的としているということで“Zero Click”とは異なる。未知のアンカー群におけるナビゲーションに“Before Click”を適用することによって、ユーザーはアンカー先の不確実さをある程度軽減することができる。

### 2.2.1 質問センサーの動作

質問センサーによって認識されたアンカーのアンカー文字列やアンカーが参照している URL 情報は Google API に渡される。この際、センサーの目的によって違う質問を生成する。この質問により、Google API から戻ってくる結果を可聴化してユーザーにフィードバックする。

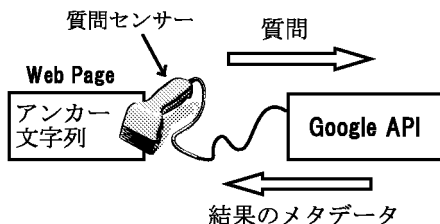


図 2 質問センサーの動作

## 2.3 Google API

本研究で提案する“Before Click”の概念は、Google API を活用することによって実現される。Google Web API とは、アプリケーションから検索エンジンである Google を利用するためのインタフェースを公開したものである。Web サービスの標準である SOAP 1.1 (Simple Object Access Protocol : メッセージングな

どのネットワーク上でやり取りされる情報を XML で記述したもの) や WSDL (Web Services Description Language : Web サービスの定義がかかれた XML 文書) に基づいている。この Google Web API を用いることによって Google の持つ検索の仕組み、スペルチェック・スペル修正の仕組み、Google キャッシュを外部から利用できるようになるのである。Google からは Google Web APIs Developer's Kit (無料) が公開されている。SOAP インターフェイスを用いた Java と .NET のサンプルが提供されている。また WSDL ファイルにより数多くのスクリプト言語で利用することができる。Google Web API を用いて、今後数々のサービスの登場<sup>5)</sup> が予想される。まずは Google の持つ基本的な機能「検索、キャッシュ技術、スペル訂正技術」の利用が考えられる。またそれらの機能を高度に組み合わせた利用方法として Google では以下のようなサービスを予定している。

- 情報のモニタリング  
特定のキーワードに対して、新しいページが登録されていないかどうかを探し、通知してくれるエージェントサービス
- 市場調査  
インターネット上にある情報を比較し、分析、リサーチを行うサービス
- 非 HTML インターフェイス  
コマンドラインでの利用、携帯端末用、携帯電話用、3次元インターフェイス、音声インターフェイスなど新しいユーザーインターフェイスサービス

## 2.4 質問対象

質問センサーを適用する対象は、次の 4 種類である。

- (1) フリーナビゲーション  
任意のウェブページを閲覧しながら、そのページに存在するアンカーに質問センサーを用いて問い合わせを行う。
- (2) 検索エンジンの検索結果  
ユーザーが検索エンジンに問い合わせたキーワードに対する検索結果に質問センサーを用いて問い合わせを行う。

(3) アンカー

ウェブページ上のアンカーが持つ URL 情報に対して質問センサーを用いる。センサーによって認識されたアンカーの URL 情報は Google API に渡され、各々の質問センサーの目的に従って処理を行う。

(4) 非アンカー

ウェブページ上のアンカーだけではなく、ページ内の任意の文字列を質問センサーが認識して一連の処理を行う。文字列に対する質問センサーの処理はアンカーの場合と同じく、Google API によって行われる。

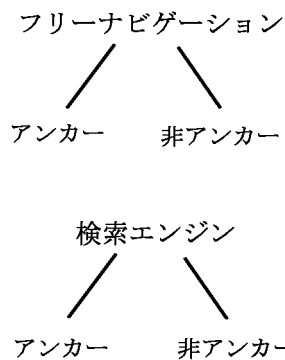


図3 質問センサーの適用対象

質問センサーを用いてアンカーのリンク先に対し“なにが載っているのか”または“文章の構造はどうなっているのか”などの、ページの内容に関する問い合わせを行うことも考えられる。これを実現するためにはリンク先を先読みしておく必要がある。しかし、本研究ではアンカーのリンク先の内容分析に関することは一切扱わず、質問センサーによって Google API へ渡された質問に対する結果のメタデータだけを対象として可聴化を行う。

### 3. 質問センサーによる可聴化

本節では、質問センサーを用いることによってアンカーをクリック前にアンカーのリンク先に関する一連の情報を可聴化によって効果的に表示する応用例について述べる。

### 3.1 一般的な検索結果

ユーザーが検索エンジンに対して、“A or B or C”という問い合わせを行うことを想定する。通常では、ユーザーが検索結果の中で各々のキーワードを OR 型問い合わせで含むページはどれくらいあるのか知りたい場合、検索エンジンから直接答えを求めることが非常に困難であった。これは質問センサーを用いることで解決できる。ユーザーはまず、質問センサーシステムに直接 [A or B or C] という質問を入力する。入力された質問は、AND 型問い合わせに分解されて Google API に渡される。

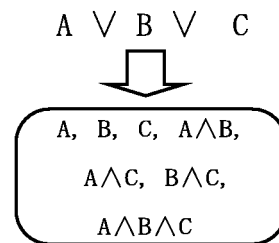


図4 OR Query の分解

Google API は AND 型問い合わせに分解されたすべての質問を処理しその結果に対するメタデータを質問センサーシステムに返す。センサーの操作や効率的な可聴化のために適切に再合成された画面をユーザーに提示する。ユーザーは、その画面に質問センサーを近づける。可聴化方法としては、AND 型問い合わせに分解された各々の質問に違う音色をマッピングさせて、データの値の大きさに応じて各質問に対する音のボリュームを設定することが考えられる。交集合の場合は複数の音が同時に聴こえてくるようになっている。図5は、“アメリカ or VISA 発給 or 旅行”のような問い合わせの結果をシステムが適切な画面に再合成し、ユーザーが質問センサーを利用するイメージである。ユーザーは場所により異なる音を聴くことで結果を直感的に理解することが可能である。

### 3.2 ブックマークセンサー

ユーザーは質問センサーを用いて、あるウェブページ内のアンカーのリンク先が“なじみのある空間”であるかを問い合わせることができる。ブックマークセンサーの位置にあるアンカーの URL、および、ユーザーのブックマークのに設定されている任意の URL をそれぞれ、u, b とする。ブックマークセンサーは、

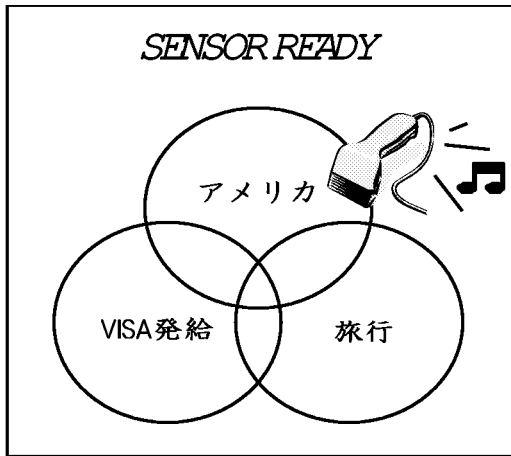


図 5 検索結果の可聴化

URL  $u$  にリンクを張ってあるようなウェブページを検索する質問を Google API に投じる。Google API からは、該当するウェブページの URL のみを返却し、この URL の中で  $b$  と一致する URL が存在すると音響に変換して表示する。これはすなわち、質問センサーの位置にあるアンカーのリンク先のページが自分にとって“なじみ空間”であることを意味する。

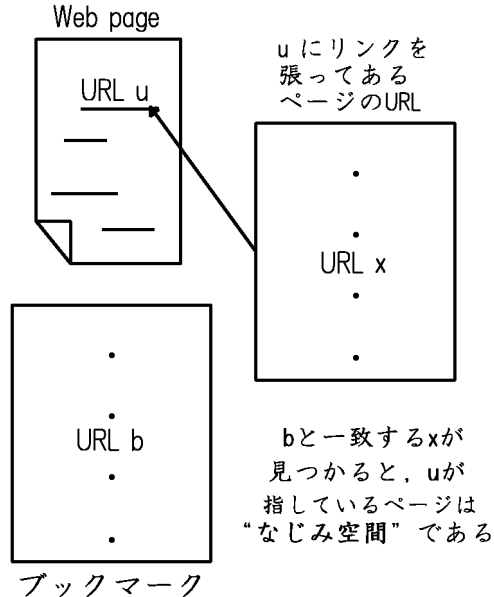


図 6 “なじみ空間”の判別

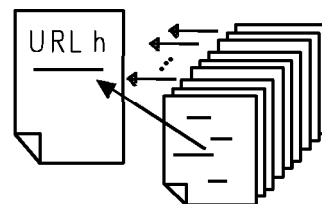
センサーの適用例として、ユーザーがあるウェブページに載っているアンカー A にブックマークセンサーを近づける場合を想定する。センサーが上記のブックマークセンシング方法に従って処理を行った結果、セ

ンサーの位置にあるアンカーの URL にリンクを張ってあるページの中で、“ギター練習”というブックマークに一致するページが発見されたことが音で表現される。そこで、ユーザーがアンカー A をクリックするとアンカー A が指しているページに、ギターに関する内容が載っていることが確認できる。すなわち、アンカー A がユーザーにとって“なじみのある空間”であることを表す。また、一回目の問い合わせで URL  $b$  と一致するページの URL が見つからない場合、ブックマークセンサーは任意のレベル（回数）まで検索を繰り返す。何回まで繰り返すかはユーザーによって設定される。URL  $b$  と一致する任意の URL  $x$  が見つかるまでの検索回数が小さいほど、URL  $u$  が指しているページがなじみ空間である可能性が高い。例えば、ブックマークセンサーは次のように可聴化を行う。

- URL  $x$  を見つけるために行った検索の回数が多いほど、遠いところから音が聴こえる。
- URL  $x$  を見つけるために行った検索の回数が少ないほど、近いところから音が聴こえる。
- 設定した回数まで検索を行っても URL  $x$  が見つからない場合は、「ガラスが割れる音」が聴こえる。

### 3.3 ポピュラリティー

質問センサーによる、任意のアンカーが参照しているページのポピュラリティーを可聴化する方法について説明する。センサーの位置にある任意のアンカーの URL を  $h$  とする。質問センサーは、 $h$  にリンクを張ってあるページ数を検索する質問を Google API に自動的に投げ、Google API から返却されたページ数を可聴化する。 $h$  に対してリンクを張ってあるページが多いほど、 $h$  はポピュラリティーが高いことを意味する。



$h$  にリンクを張ってあるページが多いほど、 $h$  のリンク先のページはポピュラリティーが高い

図 7 URL のポピュラリティー

センサーの適用例として、ユーザーがあるリンク集の中で人気のあるページを知りたい場合を想定する。ユーザーが質問センサーをアンカーに近けると、そのアンカーにどれくらいリンクが張ってあるのかを調べて可聴化する。ポピュラリティを可聴化するためにあるアンカーのリンク先にリンクを張ってあるページの数に応じて、例えば次のような可聴化方法が考えられる。

- ポピュラリティが低い場合 (3 件以下) :  
ブーイングが聴こえる。
- やや低い場合 (5 件以上,10 件以下) :  
拍手の音が小さく聴こえる。
- 普通の場合 (10 件以上, 20 件以下) :  
拍手の音が大きく聴こえる。
- やや高い場合 (20 件以上, 25 件以下) :  
拍手と歓声が同時に聴こえる。
- 高い場合 (25 件以上) :  
拍手と歓声と共に、音楽が同時に聴こえる。

### 3.4 文脈の分析

センサーの位置にある語 (term), および、その前後の語をそれぞれ,  $t$ ,  $t1$ ,  $t2$  とする。質問センサーは、語  $t$  がタイトル中に含まれ、かつ、語  $t1$  および  $t2$  の両方をテキスト部分に含むようなウェブページを検索する質問を Google API に自動的に投じる。Google API からは、該当するウェブページ数のみを返却しこれを可聴化する。ここで用いられる可聴化方法は、件数に応じて違う音色を用いてユーザーに呈示することで、件数が少なければ低い音色の楽器の音を、件数が多ければ明るい音色の楽器の音を鳴らす方法である。図 8 は、ニュースサイトのあるページ内に文脈センサーを近づけてるイメージであって、センサーを語 ( $t$ ) の位置に近づけると、 $t1$  や  $t2$  を自動的に認識して処理を行う。ここでは、“設備投資” がタイトルの中に含まれ、かつ、“省エネ” および“技術開発” の両方をテキスト部分に含むようなウェブページの件数を検索し、その件数に基づいて可聴化を行う例である。これはすなわち、文脈センサーによって、 $t$  を主題語として  $t1, t2$  が内容に含まれているウェブページの数把握することで、{ 設備投資, 省エネ, 技術開発 } の間の一連の関連がわかることを意味する。



図 8 質問センサーによる文脈分析

### 3.5 行間センサー

検索エンジンによる出力結果リスト (アンカーと URL) に対し、任意の 2 つの URL 間の関連を呈示するセンサーである。Google API により、2 つの URL へのアンカーに含まれるキーワード、 $\{k1_1, k1_2, \dots\}$ ,  $\{k2_1, k2_2, \dots\}$  をすべて含むページの数を計算する。この数字を、これらの URL 間の関連度の度合いとし、効果音の音量の大小に基づき呈示する。なお、同様に、3 つ以上の複数の URL に対して行う場合も同様の処理を行う。この場合、URL の指定は質問センサーを用い、ブラウザ上の URL のマーキング等によって実現する。一方、上記の処理はアンカーのみならず、センテンス・パラグラフ単位に適用することで、任意の単位間の関連を示すことが可能である。

本節に述べた例を、ユーザーが検索エンジンを用いて直接行うのは非常に手間がかかる。しかし、質問センサーを用いることで手間を軽減でき、ページを先読みすることなく実現可能である。さらに、質問の結果は可聴化によって音で呈示するため、より効果的な情報の表現が可能になる。

## 4. プロトタイプシステム

本研究の有効性や評価のためのプロトタイプ (開発中) の実装方法について述べる。

### 4.1 システムの構成

質問センサーシステムは大きく 3 つのモジュールで構成される。センサー処理モジュールは、センサーのモードや可聴化の設定、画面上での操作などセンサーの全体的な処理を行う。可聴化の設定では出力される音色の指定や効果音の変更などのある程度のカスタマイズが可能である。質問センサーによる一連の質問処理のための、Google API および可聴化モジュールとのデータ送受信処理を行う質問生成モジュール、そして最終的に情報を音で表すための処理を行うのが可聴化モジュールである。可聴化モジュールの出力は、効果

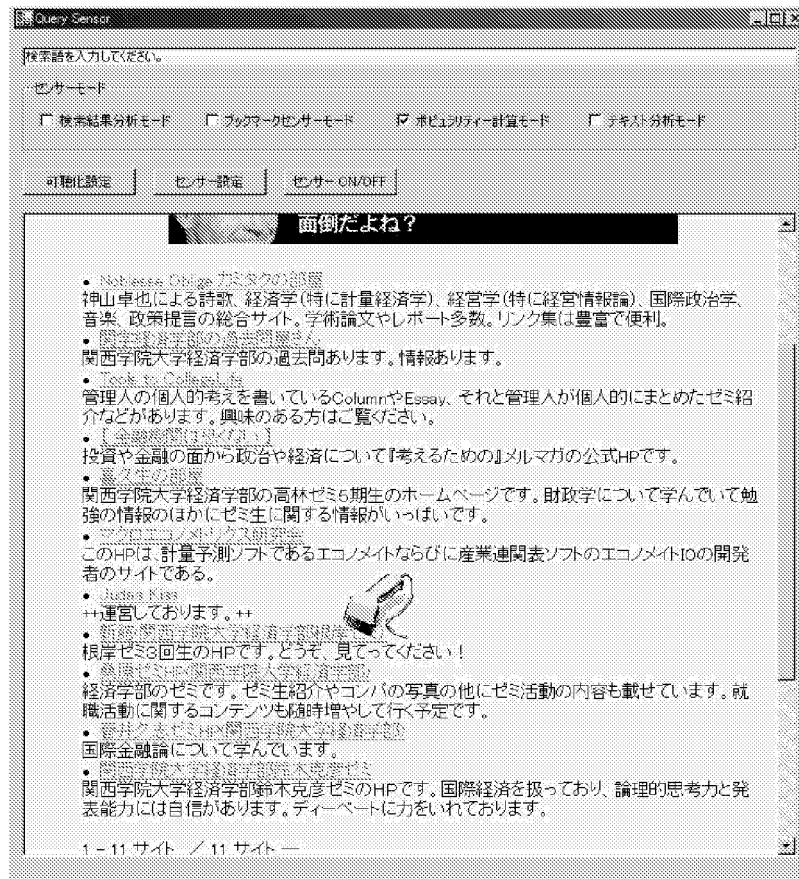


図 11 開発中のプロトタイプの画面

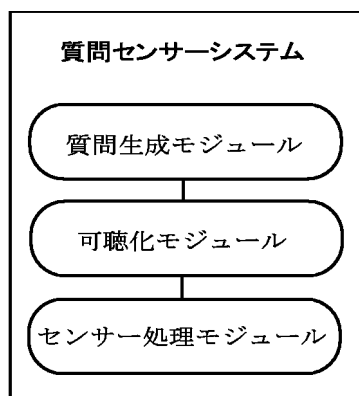


図 9 システムの構成

音の WAVE ファイルや多様な音色や音の合成に有効である MIDI(Musical Instrument Digital Interface)によって行われる。

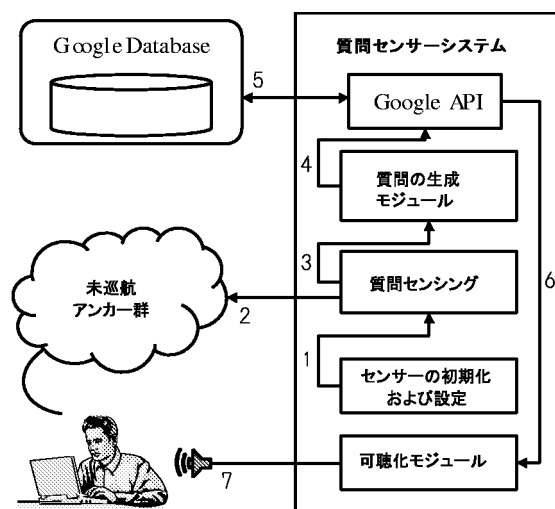


図 10 システム利用の流れ

## 4.2 実行環境

プロトタイプシステムの環境は以下を想定している。

- OS : Windows 2000
- CPU : Intel Pentium 2 Ghz
- Memory : 2048MB RDRAM
- 開発環境: Microsoft C#.NET, Google API, DirectSound API

### 4.3 考 察

プロトタイプシステムは開発中であるため、研究の評価が完全に行われていない。現在、アンカーの URL 情報を Google API に投げ、返却される情報の分析段階まで実装を行った結果、次のような問題が発生した:

Google API に複数の質問を同時に投げると、多少の遅延が生じることであった。状況によって、処理に関する遅延時間が長くなると直接クリックしてナビゲーションすることに比べての利点がなくなるかも知れないので工夫を凝らす必要がある。

可聴化では、可聴化の基準が個人によって異なる場合がありうるため、システムが提供する可聴化方法に個人の基準を反映させる必要があるのではないかと思われる。本プロトタイプシステムでは音色をカスタマイズするユーザー設定に対応させる予定であるが、ユーザーによる詳細な可聴化方針なども設定できればより効果的な情報の表現が可能になると思われる。

## 5. おわりに

本稿では、ウェブ上に存在するウェブページを対象に“質問センサー”や“Before Click”, “情報の可聴化”という概念を用いた新しいウェブナビゲーション方法について述べた。プロトタイプシステムが開発中であるので研究の評価は不十分であったが、視覚的な表現が中心であったウェブナビゲーションに音を用いることによって広がる新しい情報の表現方法や、これによって可能となることは多いと考えられる。今後の課題としては、まずプロトタイプを完成させシステムの有効性に対する評価を行いたい。さらに、Google API による問い合わせの結果のメタデータを活用するだけでなく、アンカーのリンク先の内容の分析によるページの雰囲気や音を音で表す方法や可聴化の立体音響への拡張、ユーザーへのより効果的な可聴化について研究を行う予定である。

### 謝辞

本研究の一部は、平成 14 年度科研費特定領域研究 (2)

「Web の意味構造に基づく新しい Web 検索 サービス方式に関する研究」(課題番号: 14019048, 代表: 田中克己), 平成 14 年度科研費基盤研究 (A)(2) 「モバイル環境におけるコンテンツのマルチ モーダル検索・呈示と放送コンテンツ生成」(課題番号: 14208036, 代表: 田中克己) による。ここに記して感謝を表します。

### 参 考 文 献

- 1) Google  
<http://www.google.com>
- 2) Google Web API's Home  
<http://www.google.com/apis>
- 3) Gregory Kramer, Bruce Walker, Terri Bonebright, Perry Cook, "Sonification Report: Status of the Field and Research Agenda", NSF Prepared Report, ICAD, 1997
- 4) 南野 朋之, 齋藤 豪, 奥村 学, "Web ブラウジング支援システム Zero-Click" 情報処理学会第 63 回全国大会, 2001.
- 5) 安藤幸央, "Google を Web サービスから利用する API の登場"  
<http://www.atmarkit.co.jp/fjava/column/andoh/andoh09.html>