

風感 Web

水口 充[†]

[†] 情報通信研究機構 〒 619-0289 京都府相楽郡精華町光台 3-5

E-mail: †mmina@acm.org

あらまし 風を用いてコンテンツ閲覧や情報の取得を補助する手法を提案する．一般的にコンテンツは視覚および聴覚情報として表現されているので，視聴するにはユーザは注意を払う必要がある．一方，風は通知性が高く，視覚や聴覚とは別のモダリティであるので，ユーザが何らかのコンテンツを視聴中でも知覚可能であり，視聴を妨げること無く付加的な情報を提示することができる．また，風向がもつ空間性によって情報の存在に気づかせることができ，例えばユビキタスコンピューティング環境において実空間内での情報の所在を指し示すなどの用途が考えられる．本稿では送風ディスプレイとコンテンツの試作について述べ，有効性と応用可能性について議論する．

キーワード コンテンツ理解支援，アンビエントメディア，情報風覚化

Wind-augmented Web

Mitsuru MINAKUCHI[†]

[†] National Institute of Information and Communications Technology

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

E-mail: †mmina@acm.org

Abstract We propose use of wind to help users watch content and understand information. Content generally consist of visual and auditory information. Thus, users have to pay attention content while watching it. In contrast, wind can give users high awareness and is a different modality from visual and auditory senses. Hence, wind can be noticed by users who are watching content and can provide supplementary information without interruption of users. In addition, wind has spatiality that can indicate directions. Utilizing this characteristic for ubiquitous computing environment, for example, wind can direct users to a location where information is presented in the real world. In this paper, we describe prototypes of blow displays and contents and discuss their usefulness and utility.

Key words assistance for understanding content, ambient media, information *windize*

1. はじめに

人間が視覚から得る情報の割合は 8 割～9 割と言われるように，我々は日常的な情報取得の大半を視覚に頼っている．文字は話し言葉を記録するために発明されたものであるが，複雑な思考や抽象的な概念を伝達する手段として重要な情報の表現形態である．画像や動画は「百聞は一見に如かず」と言う通り，言葉で表しきれない程の大量の情報を一度に伝えることができる．さらに，グラフィクスを利用した情報視覚化手法，タイポグラフィやレイアウトによる表現手法などによって，情報の理解を支援することができる．

当然，情報システムにおいても視覚情報は主たる役割を果たしてきた．例えば WWW (World Wide Web) において，Mosaic の出現により画像を含む視覚情報を扱えるようになったことは WWW が爆発的に普及した大きな一因である．以来，

マルチメディア処理技術の進歩，コンピュータの高性能化，高速ネットワークの普及，などの諸要因も相まって，高度なページデザインや動画などを含むコンテンツが WWW 上でやり取りされている．

視覚情報は強力である反面，情報の獲得のためには視界に入っている必要があるし，情報の理解のためには意識を集中させなければならないという制約がある．つまり，視覚情報は大量の情報を一度に表現することが可能であるという長所を持つが，人間が意識を集中できる注視点 (locus of attention) は基本的に 1 カ所であるので [1]，閲覧者は能動的に視点を制御して情報を取得し理解しなければならない．看板やポスターなどは大きい文字や目立つ色使いなどで意識しなくても視界に飛び込み，注意を惹きやすいようにデザインされているが，一瞬での情報伝達という目的もあって，扱う情報量を限定している．

従来コンピューティングにおいては基本的に，ユーザが目

的を有して積極的に情報を取得するインタラクション形態を前提としてきたので、この制約が問題となることはなかった。しかし、ユビキタスコンピューティング環境が整備され、いつでもどこでも情報を利用できるようになると問題が生じてくる。すなわち、ユーザは四六時中画面を見ているわけではないので、システムがユーザに有用な情報を提示してもユーザがそれに気付かないことが起こりうる。

ユビキタスコンピューティングの新しい利用形態として、ユーザによる気付きを基本とするインタラクション形態が提案されてきている。いわば、つけっぱなしのテレビのような、ユーザが目にした情報に興味を持ったら積極的に閲覧するという形態である。その一つに、周辺的な装置を通じて環境の状態や情報を暗示的に表現するアンビエントディスプレイと称される手法がある。例えば、ネットワークのトラフィックを風車の回転で表現する Pinwheels [2]、家族の活動状況を写真立てのグラフィクスで表現する Digital Family Portraits [3] など、様々な表現形式が提案されている。これらは、生活空間に溶け込んでユーザの活動を妨げないように、シンプルな表現と機能によって直感的な情報の理解とシステムの環境性を実現している。

しかし、気付きやすさは情報量とのトレードオフになりがちである。つまり、これらアンビエントディスプレイの多くは気付きやすさを重視しており、提供する情報量が少なすぎて実用上不十分であるとも言える。逆に、我々が提案した Ambient-Browser [4] は Web ページを周辺ディスプレイを通じて継続的に表示し続けるものであるが、情報量が多い反面、気付きやすさの点では劣っている。

このような視覚情報の欠点を補うべく、我々は風の利用を提案している [5]。以下、具体的なシステムについて述べ有効性と応用可能性について議論する。

2. 情報メディアとしての風

視覚情報の補完のためには、聴覚情報を利用する方法がまず考えられる。聴覚情報は視覚情報に次いで主要な情報伝達手段であるし、視覚情報と比べて通知性が高いため特に注意を払っていなくても存在に気付きやすい。

しかし、聴覚情報には環境的な騒がしさの問題がある。静かな環境では聴覚情報は耳障りになりやすい。心地よい通知音の設計については指針が提案されたり実例も少なくないが、それでも静寂を破ることに違いない。逆に騒がしい環境でも、更なる聴覚情報は一層騒がしく感じられるし、聴覚情報に気付かない可能性も出てくる。動画などの音声を含んでいるコンテンツを視聴中には音声情報は使いづらいことも予想される。

また、聴覚情報にも意識の集中の制約がある。聴覚情報としての音声は言語を伝えることができるので扱う情報量が多いが、意味を理解するにはかなり注意を払って聞き、理解しなければならぬ。音階や音色を使って情報を表現する earcon (音アイコン) [6] は、視覚情報における色や図形と同様に、情報を抽象的に表現することで理解を容易にすることを狙ったものであるが、表現方法に関しては未だ統一的な指針は得られていない。

ところで、我々は実世界の中では五感を総動員させて周囲の

状態を知覚している。例えば車を運転する際には見えたり聞こえたりする情報だけでなく、加速度や振動を感じながらカーブの度合いやエンジンの状態を理解している。あるいは料理をする際には味見をしたり温度や匂いを感じることは欠かせない。これらの視覚・聴覚以外の知覚情報は、情報源への気付きや注目を促すというように、メインである情報を補完する役割を果たしている。前者の例では振動からエンジンの回転が大きくなったことを感じればメータ類に視線を配るし、後者では匂いの変化で調理の過程を確認する。このように、我々は大量の情報源に囲まれながらも、様々な知覚情報によって意識を集中すべき情報源を選択していると言える。

同様に、コンテンツを日常生活の中で利用する際にも、補助的な情報表現によって、コンテンツの閲覧や取捨選択を支援できると考えられる。

そこで、視覚・聴覚情報を補完するために風による触覚の利用を検討した。触覚は視覚や聴覚とは別のモダリティであるので、ユーザが何らかのコンテンツを視聴中でも知覚できるという利点がある。これは、ユーザの活動を妨げないだけでなく、視聴中のコンテンツに関する補助的な情報を提示したり、関連情報の存在に気づかせる、といった用途に使うことができる。風の知覚は触覚の一種であるが、従来の触覚ディスプレイと異なり非接触型であるのでユーザは器具を装着したり触れたりする必要がない。また、温度や匂いといった他の感覚に比べると制御が比較的容易である。

風によって表現可能な量は風量と風向である。更に、例えば断続的に送風と停止をパタン化するなどの、時系列的な変動も利用できる。情報量としては少なく抽象度がかかなり高いが、メインの情報の補完や注意を促すといった用途には十分利用できるだろう。

特に、風向は方向を提示できるという特徴を持つ。これは、例えば詳細な情報を表示しているディスプレイを風で指し示すというように、情報自体が提示されている場所や、情報に関連している場所を指し示すなど、実空間を対象としたユビキタスコンピューティングにとって有用である。

3. 送風ディスプレイの試作

風を情報メディアとして利用するために、風量をコンピュータから制御できる送風ディスプレイを試作した。詳細は文献 [5] (注1)で報告済みであるので、ここでは簡単に概要を説明する。

図1は直流ファンと Phidgets 社^(注2)製 Phidgets Motor Control の組み合わせによるものである。Phidgets Motor Control は USB でコンピュータに接続し、プログラムからパルス幅変調によって直流モータの回転速度を制御することができる。この試作品では最大約 40 段階で回転速度を制御できる。最高出力にした場合、ファンから 40 cm の距離で風速 0.75 m/s の風を送ることができる。

図2は市販の扇風機の風量スイッチをリレーで切り替えるよ

(注1): <http://www.wiss.org/WISS2006Proceedings/> で閲覧可能

(注2): <http://www.phidgets.com>

うに改造したものである。扇風機は小型・縦長のシロッコファンで、電圧を機械的に切り替えることで3段階の風量調節ができる。このスイッチの配線を Phidgets Interface Kit のリレーにつなぎ変え、コンピュータから風量を制御できるようにした。最大風量で、ファンから40 cmの距離で風速2.91 m/sの風を送ることができる。



図1 直流ファンを用いた送風ディスプレイ
Fig. 1 Prototype of blow display with DC fan.



図2 扇風機を改造した送風ディスプレイ
Fig. 2 Another prototype with table fan.

風向を制御するためには、ユーザの周囲に配置した複数のファンを制御する方法と、ファン自体の向きを変える方法とが考えられる。現在は、風向の効果を模索するための手始めとして、ファン2台を固定的に配置する単純な実装を行っている。図3および4はそれぞれのファンをユーザの後方、左右約30度に配置した例である。図3のように椅子に据え付ける設置方法は、ユーザとファンの相対位置が一定となるので、風向を正確に提示しやすい。

4. 風の知覚に関する評価実験

上述の送風ディスプレイで提示される風量や風向をユーザがどの程度正しく知覚できるかを調べるために実験を行った。

いずれの実験も、被験者は上述の送風ディスプレイを初めて体験する、20~40歳の年齢の男女6名で行った。実験では頭部に対して風を当てたが、被験者の髪型はどれもショート~ミドル程度であり、極端に肌の露出が多かったり少ないという事はなかった。

実験は、直流ファン(図1)を用いた風量の知覚に関する実

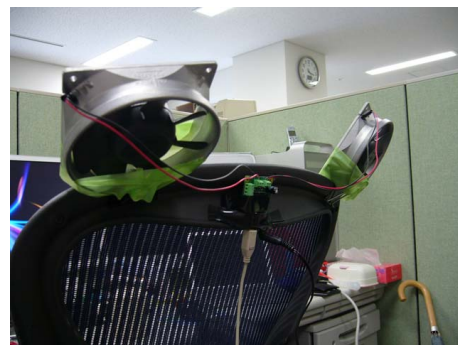


図3 椅子に2つの直流ファンを設置した例
Fig. 3 Two fans on a chair.



図4 棚に2つの扇風機を設置した例
Fig. 4 Two fans on a cabinet.

験2種類と、扇風機を改造した2つの送風ディスプレイ(図4)を用いた風向の知覚に関する実験2種類との、計4種類を行った。順序効果を排するために実験の順序は各被験者ごとに異なるようにした。

実験中はモータの制御音や風切り音で風量を察知できないように、被験者は音楽を鳴らしたヘッドホンを着用した。風量の知覚に関する実験ではファンは被験者の前方に設置したが、視認では風量は判別できないことは事前に確認した。

4.1 風量の知覚実験

被験者は感じた風量から直流ファンの回転速度を推定するという実験を、回転速度が5段階および10段階の2種類で行った。直流ファンを被験者の前方40 cmの位置に置き、風が顔の正面に当たるように設置した。この条件では0.14~0.75 m/sの範囲で、段階ごとにほぼ均等の間隔の風速となる。

被験者は実験の前に一通り、各段階の風量を体感して確認した。その後、30回の推定試行を行った。30回の試行中、各段階の風量は同じ回数だけ出現するが、順序はランダムとした。

表1は5段階の風量の推定実験、表2は10段階の風量の推定実験の結果である。表中、誤差は正答の段階と回答した段階との差である。なお、誤差の平均および被験者間の分散は、5段階で平均は0.63段階、分散は0.033、10段階で平均は1.16段階、分散は0.11であった。

4.2 風向の知覚実験

被験者は感じた風量から2台の送風ディスプレイのいずれから風が送られているかを推定する実験を行った。各送風ディス

表 1 5 段階の風量の推定実験の結果

Table 1 Results of estimation of air volume among five levels.

誤差	平均正答率	分散
0	0.49	0.017
1 以下	0.89	0.0090
2 以下	0.99	0.00025

表 2 10 段階の風量の推定実験の結果

Table 2 Results of estimation of air volume among ten levels.

誤差	平均正答率	分散
0	0.29	0.015
1 以下	0.69	0.024
2 以下	0.90	0.0037

ブレイは被験者の後方左右各 30 度の角度で、40 cm の距離の位置から、風が頭部に当たるように設置した。この条件で、各送風ディスプレイは 2.14, 2.46, 2.91 m/s の 3 段階の風速の風を送ることができる。

実験は、風向のみを推定する実験と、同時に 2 つの風量を推定する実験との 2 種類を行った。前者の実験では、弱 / 中 / 強の 3 段階の風量ごとに、2 台の送風ディスプレイの片一方のみ送風あるいは両方同じ風量で送風の、計 9 パタンのいずれかで送風し、被験者は風の方向 (右 / 左 / 中央) を回答した。後者の実験では、各送風ディスプレイは無風 / 弱 / 中 / 強の 4 段階のいずれかの計 16 パタンのいずれかで送風し、被験者は 2 台の送風ディスプレイの風量を回答した。

被験者は実験の前に一通り、各段階の風量と風向を体感して確認した。その後、前者の実験では 27 回 (=9 パタン × 3)、後者の実験では 32 回 (=16 パタン × 2) の推定試行を行った。各実験での試行中、各パタンは同じ回数だけ出現するが、順序はランダムとした。

前者の、風向を推定する実験では、全体の正答率は 0.89 であった。また、被験者間の分散は 0.011 であった。

表 3 は後者の、同時に 2 つの風量を推定する実験の結果である。表中、誤差は正答の段階と回答した段階との差の、左右 2 台分の合計である。全体の誤差の平均は 0.72、被験者間の分散は 0.012 であった。

表 3 同時に 2 つの風量を推定する実験の結果

Table 3 Results of estimation of two air volumes.

誤差	平均正答率	分散
0	0.44	0.0031
1 以下	0.84	0.0055
2 以下	0.99	0.00014

4.3 考 察

風量の推定に関しては、正確に回答できたのは 5 段階の実験で 0.49、10 段階では 0.29 とそれほど高くない。しかし、5 段階の実験では 1 段階の誤差で、10 段階の実験では 2 段階の誤差で 9 割は正答できていた。このように、ある程度の誤差を許容できるのであれば十分実用的であると言える。また、ほとん

どの被験者は、直前の試行との相対的な違いは分かりやすかったと実験後に報告していたので、絶対的な基準を適宜確認できるようにするなどの工夫によって正答率の向上が見込める。さらに、被験者は全員送風ディスプレイに慣れていなかったもので、長期間使い続けることでも正答率は向上するだろう。

風向の推定に関しては、ほぼ 9 割は正しく風向を回答することができた。実験では 2 台とも送風した場合を含めたが、風向という点では後方中央からの風の代用である。誤りのボタンとしては両方からの送風を片一方のみと回答、あるいはその逆のみであった。また、ある被験者は両方からの送風を左のみからと答えるといったように、被験者ごとに誤りのボタンがあり、2 台の風が均等に当たっていなかった可能性もある。これらを考慮すると、中央からの風用に 3 台目の送風ディスプレイを用いれば正答率は更に向上すると考えられる。また、予備実験では左右からの風は容易に方向を推定できたので、ユーザの周囲方向については同程度以上の正答率が見込める。

2 方向からの風量を推定する実験では、正答率は 0.44 であるが、左右の誤差の和を 1 段階に許容すると 0.84 となり十分実用的とも言える。この結果は同時に複数の風量を区別することがある程度可能であることを示唆している。

誤差の平均値の被験者間の分散は、風量の知覚実験で 5 段階で 0.033、10 段階で 0.11、同時に 2 つの風量を推定する実験で 0.012、風向の知覚実験での正答率の被験者間の分散は 0.011 と、いずれの実験でも個人差は小さかった。被験者は 6 名と少なく、若年層と高齢層が含まれていなかったものの、それ以外には特に偏りそうな要因は見当たらず、風の知覚は広く一般的に利用できる可能性があると言える。

5. アプリケーション

前述のような情報メディアとしての風の特徴を考慮し、送風ディスプレイの利用形態として次の二つを考えている。

補助的な情報の提示

閲覧中のコンテンツに関する補助的な情報を風量で表現する。

情報の所在の指示

視覚情報が表示されている場所を風向で指し示す。

5.1 補助的な情報の提示

補助的な情報の提示の応用例として、3 つのアプリケーションを実装した。

5.1.1 重要度の風量化

一つめは、リンク先のコンテンツの重要度を風量で表現する例である。Web ページはリンクで他のページを参照しているが、参照先のページがどのようなコンテンツであるかは開けてみるまで分からない。このため、ユーザは往々にして試行錯誤的にリンク先を開ける必要があり、時間も手間もかかることになる。リンク先のページを先読みしたり^(注3)、サムネイルなどをポップアップで表示する [7] などの解決方法も提案されているが、やはり能動的にリンク先を閲覧して内容を判断しなければならない。これに対して、風量で重要度を表現することによ

(注3): 例えばリストブラウザ <http://listbrowser.com/>

て、リンク先のページを開けたりサムネイルを注視しなくても内容の善し悪しを予感し、閲覧時の取捨選択の判断の補助となることが期待できる。

Web ページの重要度としてはページランクを用いた . cgi として実装したプロトタイプは、パラメータとして与えられた URL のページを取得し、そのページ中のリンク URL のそれぞれに対して、Web 上で公開されているサービスを利用してページランクを取得する。そして、リンクをマウスオーバーしている時に送風ディスプレイをページランクに応じた値で回転させる Java スクリプトを、元のページに埋め込んで出力する。

図 5 は Java スクリプトを埋め込んだ出力ページの例である。元になった Web ページはソーシャルブックマークサイトの一つである del.icio.us^(注4) の hotlist である。なお、簡単のために無関係な部分は省略している。

```
...
<script type="text/javascript"><!--
function spin(val) {
  var i = parseInt(val) * 5 + 50;
  httpObj = new XMLHttpRequest();
  if (httpObj != null) {
    httpObj.open("POST", "http://localhost:8080/breezingWeb/servlet/
BreezingWeb?value="+val, true);
    httpObj.send(null);
  }
}
// --></script>
...
<a href="http://www.frozenwarrior.com/~pricewatch/"
onMouseOver="spin( 0 )">Amazon Price Watch</a>
<a href="http://www.multicians.org/thvv/interviewing.html"
onMouseOver="spin( 5 )">Interviewing and Hiring</a>
<a href="http://www.quackwatch.org/" onMouseOver="spin( 7 )">
Quackwatch Home Page</a>
...
```

図 5 リンク先のページのページランクを風量化するスクリプトの例
Fig. 5 Example script for making air volume according to PageRanks of linked Web pages.

図中、function spin(val) は、ページランクの値を引数とし、その値に応じた風量で送風ディスプレイを駆動する関数である。送風ディスプレイの制御プログラムは別のサブレットとして実装しており、URL 経由で値を渡すことができる。このスクリプト例では制御サブレットは localhost に設置しているものとしているが、実際はアクセス可能な任意の URL を指定可能であるのでネットワーク上の別のホストから送風ディスプレイを制御することもできる。また、マウスがリンク文字列上にある時に spin(val) を呼び出すために、各リンクには onMouseOver="spin(0)" が追加されている。spin() の引数はページランクの値である。

del.icio.us の hotlist はユーザによって登録された Web ページ中で人気の高いものをピックアップしたものであるが、ページランクはそれらの登録ページの中でも高いものから低いものまで様々であることは興味深い。つまり、ページランクはリンク構造をベースとする重要度であるのに対して、hotlist はどれだけ多くのユーザが重要であると感じたかというように、異なった尺度によるものである。このように異なった基準による

(注4): <http://del.icio.us/>

指標を同時に提示することはコンテンツの選択の際に有用であると思われる。

5.1.2 賑わいの風量化

二つめは、ネット上の掲示板の盛り上がり度に応じた風量を閲覧中に提示する例である。

例えば、「2ちゃんねるニュース速報+ナビ」^(注5)では、ニュース記事ごとのスレッドでの平均投稿速度を算出し、「res/h」のような形で表示することで人々の反応の高さを示している。

5.1.1 節の例と同様に、記事の文字列をマウスオーバーした時に、平均投稿速度に応じた風量で送風ディスプレイを駆動するスクリプトを埋め込む cgi プログラムを実装した。スクリプトの出力例は図 5 と同様になるので省略する。このようにして、ユーザは数字を見なくてもニュース記事に対する反応の多さを感じ取ることができる。

他にも例えば、テレビ番組と番組実況チャットの融合において [8] 実況チャット上での発言の多さを風量化することで番組の盛り上がり度を体感するという応用が考えられる。

5.1.3 入力値の風量化

三つめは、フォームで入力中の値を風量として提示する例である。

図 6 はテキストエリアに入力した値の桁数（正確には常用対数の値）に応じた風量で送風ディスプレイを駆動するフォームの例である。<input>タグに記述された onKeyUp="spin()" によって、キー入力が行われるたびに風量が調節される。

```
<html>
<head>
<script type="text/javascript"><!--
function spin() {
  val = document.valueForm.source.value;
  v = parseInt(val);
  i = 0;
  if (v > 0) i = Math.round((Math.log(parseInt(val)) / Math.LN10)
* 5 + 50);
  if (i > 100) i = 100;
  httpObj = new XMLHttpRequest();
  if (httpObj != null) {
    httpObj.open("POST", "http://localhost:8080/breezingWeb/
servlet/BreezingWeb?value="+i, true);
    httpObj.send(null);
  }
}
// --></script>
</head>
<body>
<form name="valueForm">
input value <input type="text" size="15" name="source" onKeyUp="spin()">
</form>
</body>
</html>
```

図 6 入力値を風量化するフォームの例

Fig. 6 Example script for making air volume according to an input value.

この例は閲覧支援ではなく入力支援であるが、昨今生じているようなオンラインショッピングサイトでの値段のつけ間違いや株の売買での株数の間違いといった、数値の入力間違いを未然に防ぐことが期待できる。

(注5): <http://www.2nn.jp/>

服装や髪型は風の知覚に大きく影響する。例えば、後方から首周辺に風を当てる場合、髪が首を覆い隠している状態では微風の知覚は難しくなった。しかし、今回行った風の知覚に関する評価実験では特に問題となることは見受けられなかった。

方向 予備実験では、頭部での風の知覚感度は正面～側面から受ける風の方が、背面から受ける風よりも高かった。これも風を直接受ける肌の面積や毛髪の揺れによるものと考えられる。胴部でも明確ではなかったが同様の傾向が見られた。

疲労感 涼しい環境で強い風を受け続けると寒気や疲労感を感じた。また、あまりに頻繁な送風と停止の繰り返しは煩わしく感じられた。内容の重要度や緊急度に応じて風量を調整するなどの過度の送風を避けたり、温度や湿度を調整して送風するなどの工夫が必要であろう。

アプリケーション自体の有用性については定量的な評価は行っていない。なぜなら、今回提案した例はいずれも新たな情報表現方法を提案するものであり、それ自体の有用性を定量的に議論する性格のものではないからである。定性的には、有用である可能性は十分であることを確認した。実装したアプリケーションを数名のユーザに試してもらったり暫く使ってみたところ、重要度や入力値の風量化はコンテンツを「体感」するという新しい体験を与えるものとして概ね好評であったし、特に賑わいの風量化は人の気配や臨場感を表現することでオンラインコミュニケーションを支援するために有用であるとの反応を得た。情報の所在の指示については、今回実装したプロトタイプはデスクワーク環境を対象としたため視界外の情報の存在に気付かせるケースは限定されていたが、それでも何かの作業に集中している時に新着情報の存在を知らせる用途としては十分に機能した。

また、風の知覚に関する評価実験の結果は、ある程度の誤差を許容すれば風量・風向共にかなり正確に知覚することができることを示しており、風を情報を表現するメディアとして利用可能であることを示唆している。

補助的な情報は従来、視覚化あるいは聴覚化されて表現されてきた。例えば、重要度や賑わい度は現在の Web ページでも、数値として表示されている。タグクラウドの表示のようにフォントサイズで人気度を表現する方法もある。他にも色や配置などの視覚情報で表現したり、効果音の大小や高低などで表現することもできるだろう。情報の所在の指示に関しても、ユーザの視界内にある表示装置を介して指し示すことで視線を誘導したり、音を 3 次元的に定位させて位置を示す方法も考えられる。これらの表現方法は我々が長年利用してきたものであるから、理解しやすいという利点がある一方、補助的な情報の視覚化は本来の情報を読み取りにくくしてしまうし、聴覚化は環境的な騒がしさの問題がある。情報の風覚化は視覚化・聴覚化と排他的に利用するのではなく、相互補完的に利用するのがよいであろう。

今回のプロトタイプは情報風覚化の効果を示すことを目的としてアドホック的に実装している。風覚化の対象とした情報の種類は効果的と思われるものを幾つか選定したが、こらら以外

にもデータ量や情報の新鮮度など、有用と思われる応用は沢山あるだろう。現在はコンテンツを処理して風覚化の対象となる情報を抽出しているが、応用ごとに処理方法を実装するのは効率が悪い。

更に、風を利用する以外にも、温度や匂いなどの五感メディアの利用も考えられる。風は制御が比較的容易である、量と方向を表現できるという特性により応用が広いと考えられるが、アプリケーションや扱う情報の内容によっては他のメディアの方が直感的に理解できる場合もある。例えば Meeting Pot [9] は休憩スペースのコーヒーメーカーが稼働すると個人オフィスに設置された装置からコーヒーの匂いを発生させることで、人が集まっていることを感じさせコミュニケーションを支援するシステムである。また、ユーザの状況や利用可能な装置などの制約によっても適切なメディアは変化しうる。あるいは、例えば風の温度と強さなどで聴衆の反応の方向と強さを同時に表現するというような、複数のメディアの併用も考えられる。

このように、情報の体感化を汎用のものとするためには、コンテンツ自身にメタ情報として体感化可能な付加情報を記述、あるいは、プロキシサーバにて付加情報を抽出するなどのコンテンツ処理の共通化と、付加情報と表現メディアとを対応づけるための割当方法の一般化が望まれる。

7. 関連研究

風によって力覚を提示する方法自体は新しいものではない。例えば、鈴木らは風圧による力覚提示方式に関して、風圧と力の関係や衝突感覚などの基礎的な知見を示している [10]。また、Wind-Surround System [11] はユーザの周りに配したファンで風を体感できるものである。しかし、従来の風の利用は人工現実感において力覚あるいは風を受ける感覚を再現することを目的としており、本稿で提案するようなコンテンツ閲覧や情報の取得を補助する目的とは異なっている。

Pinwheels [2] はネットワークのトラフィックを風車の回転で表現するアンビエントディスプレイである。これは情報の流れを風に見立てて風車の動きで視覚化したものであり、風自体をユーザに知覚させるものではない。しかし、元々の着想は風で情報を感じさせるところにあり、本研究はそれを具現化したものとも言える。なお本稿で提案したような、風を利用した補助的な情報の提示や情報の所在の指示の用途に関しては、著者の知る限り先行研究はない。

触覚で方向を提示するデバイスとしては塚田らの Active Belt [12] がある。装着型であるという違いはあるが、本稿で提案したような情報の所在の指示の用途に使うことは可能である。

8. おわりに

風を用いてコンテンツ閲覧や情報の取得を補助する手法を提案した。風量と風向をコンピュータで制御可能な送風ディスプレイを試作した。試作した送風ディスプレイを用いて風の知覚に関する評価実験を行い、ある程度の風量や風向の違いを区別することができ、一般的に利用可能であることを示した。また、補助的な情報の提示と情報の所在の指示の二つの利用形態につ

いてプロトタイプを試作し、有効性と応用可能性を示した。

今後、様々なアプリケーションの試作を通じて更なる応用可能性を模索するとともに、情報の体感化のためのコンテンツ処理の共通化や、身体的な動作による閲覧操作 [13] との融合などを検討したい。

謝 辞

本研究のアイデアについて有益な議論をいただいた中村聡史氏に感謝致します。

文 献

- [1] J. Raskin: “The Humane Interface”, ACM Press (2000).
- [2] H. Ishii, S. Ren and P. Frei: “Pinwheels: visualizing information flow in an architectural space”, CHI '01: CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems, New York, NY, USA, ACM Press, pp. 111–112 (2001).
- [3] E. D. Mynatt, J. Rowan, S. Craighill and A. Jacobs: “Digital family portraits: supporting peace of mind for extended family members”, CHI '01: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, New York, NY, USA, ACM Press, pp. 333–340 (2001).
- [4] S. Nakamura, M. Minakuchi and K. Tanaka: “Ambient-browser: Web browser in everyday life”, Ambient Intelligence in Everyday Life, Lecture Notes in Computer Science, **3864**, pp. 157–177 (2006).
- [5] 水口, 中村: “送風ディスプレイを用いた協調型アンビエントシステムの提案”, 第 14 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2006) 予稿集, pp. 27–30 (2006).
- [6] S. A. Brewster: “Using nonspeech sounds to provide navigation cues”, ACM Trans. Comput.-Hum. Interact., **5**, 3, pp. 224–259 (1998).
- [7] T. Kopetzky and M. Mühlhäuser: “Visual preview for link traversal on the www”, Proceedings of the Eighth International World Wide Web Conference, pp. 447–454 (1999).
- [8] 宮森, 中村, 田中: “番組実況チャットを利用したテレビ番組のメタデータ自動抽出方式”, 情報処理学会論文誌 (トランザクション) データベース, **46**, SIG18, pp. 59–71 (2005).
- [9] 椎尾, 美馬: “Meeting pot: アンビエント表示によるコミュニケーション支援”, インタラクシオン 2001 論文集, pp. 163–164 (2001).
- [10] 鈴木, 小林, 石橋: “無拘束なインタフェースを目指した風圧による力覚提示方式”, 情報処理学会論文誌, **43**, 12, pp. 3643–3652 (2002).
- [11] 小坂, 服部: “Wind-surround system”, インタラクシオン 2006 予稿 CD-ROM (2006).
- [12] 塚田, 安村: “Active belt: 触覚情報を用いたベルト型ナビゲーション機構”, 情報処理学会論文誌, **44**, 11, pp. 2649–2658 (2003).
- [13] 中村, 水口, 田中: “Energybrowser: 運動によるウェブ閲覧”, FIT2005 第 4 回情報科学技術フォーラム情報科学技術レターズ, LD-001, pp. 177–180 (2005).