

PhantomParasol:なめらかな粒度の情報を伝える傘型情報提示機構

PhantomParasol:Parasol-type display for ambient and detailed information

塚田 浩二 , 増井 俊之*

Summary. The combination of ambient and detailed information is important for display methods in mobile environment. In this research, we propose a parasol-type display called “PhantomParasol” which can present both ambient and detailed information, and control “granularity” of information smoothly. PhantomParasol mainly consists of multiple LED arrays, a gyro sensor, and micro computers embedded inside a parasol. A user can receive ambient information from LED arrays by holding PhantomParasol. Then, she/he can receive more detailed information by turning it, since her/his persistence of vision interpolates the resolution of the display. Moreover, we discuss some applications of PhantomParasol using GPS, sensors, and wireless networks.

1 はじめに

近年, モバイル/ユビキタス環境を支える技術的要素, 特に GPS, RFID やセンサーネットワークをはじめとした情報入力システム [13, 1] の実用化が急速に進められている. 一方, こうしたインフラから得られた情報をユーザにフィードバックする情報提示手法については, 実用化段階にある技術はまだ少なく, さまざまな提案 [9, 11] が行われている段階である. 特に, 屋外などのモバイル環境を想定した情報提示手法については, まだ十分に議論されていない.

こうしたモバイル/ユビキタス環境の情報提示手法においては, 一度に伝達する情報量と日常生活のタスクとの並列性 (情報取得の手軽さ) が, 一般に反比例することが知られている [12].

石井ら [4] は, 実世界のインタラクションがユーザの意識の中心にあるか否かという視点から, それらを Foreground(明示的) と Background(暗黙的) に分類している. たとえば, 一般的なディスプレイは Foreground なメディアである. 多くの情報を一度に伝達できる反面, ユーザは画面を注視する必要があるため, 日常生活のタスクを妨げる可能性は大きくなる. 一方, 空間の光など周辺感覚で捉えることのできる情報は, Background なメディアである. 一度に伝達できる情報量は少ないが, 日常生活のタスクとの並列性が高いため, ユーザは気軽に情報を受け取ることができる. このように, 両者はそれぞれ一長一短の特徴を持つため, 状況に応じた使い分けが重要となる. なお, 本論文では, Background 情報を「アンビエント情報」, Foreground 情報を「詳細情報」と定義する. さらに, これらの情報の詳細さの度合いを, 情報の「粒度」として定義する.

特にモバイル環境においては, ユーザの意識を占

有することは危険が伴うため, 日常的にはアンビエント情報を利用し, 必要に応じて詳細情報を利用するような情報提示手法が有効である. たとえば, 携帯電話では振動モーターで着信を知り, そこから電話を取り出して, ディスプレイを用いて詳細な内容を確認することが一般的である.

一方, こうしたアンビエント情報と詳細情報は, それぞれ独立したメディアとして提供されることが多く, 両者をなめらかに連携させる手法についてはさほど考慮されてこなかった. 本研究では, モバイル環境においてなめらかに情報の粒度をコントロールする手法として, 残像ディスプレイに着目した.

ここでは, まず LED 残像ディスプレイの概要と特性について説明する.

1.1 残像ディスプレイ

残像ディスプレイとは, LED などを高速で点滅させながら移動させることで, 人間の視覚の残像効果により空間上に像を認識させる情報提示技法である. たとえば, 複数の LED を搭載した棒状の残像ディスプレイにおいて, LED の点滅パターンを「上 下 上」と高速に変化させている状態で, デバイスを左右に移動させると「V」という文字が空間上に浮かんで見える (図 1).

残像ディスプレイの特徴は, (1) 安価でシンプル, (2) 遠距離から視認しやすい, (3) 見た目や動作がユニークで面白い, といった点があげられる. こうした特性から, 屋外向けの電光掲示板から, デザイン重視の時計, 低価格の玩具まで幅広く活用されてきた.

本研究では, こうした既存の製品でほとんど活用されてこなかった残像ディスプレイの特性として, (1) 静止状態と移動状態で異なる粒度の情報提示を行える, (2) 静止状態から移動状態への移行が容易である, という点に着目した. つまり, 静止状態では情報取得の負担が少ないアンビエント情報を, 移動

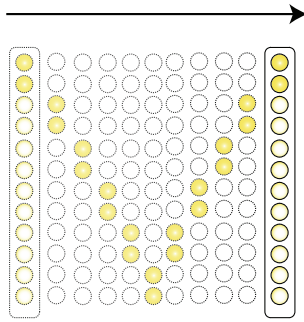


図 1. 残像ディスプレイのイメージ図

状態では情報量の豊富な詳細情報を提示するといったように、残像ディスプレイを異なる粒度を持つ情報提示機構としてとらえる。さらに、デバイスを動かすというシンプルな操作で、アンビエント情報と詳細情報をなめらかに連携できる特性を活用する。

次に、残像ディスプレイを搭載するのに適したデバイス形態について考察する。

1.2 デバイス形態

一般に、モバイル環境に適した情報提示デバイスの形態としては、(1) ユーザの装着/携帯の負担を軽減する、(2) プライバシーに配慮する、といった要素が重要となる。さらに、残像ディスプレイを有効に活用するために、(3) 負荷なく手軽に残像ディスプレイを駆動できる、といった点も重要である。

こうした要件を考慮した結果、本研究では傘型のデバイスに着目した。傘は多くの人にとって馴染み深い日用品であり、特に雨や日差しの強い日には幅広く利用されている。また、ユーザをドームのように覆う形状から、傘の内側に残像ディスプレイを設置することで、外の人に情報を知られないように、プライバシーに配慮して情報提示を行うことができる。さらに、傘に装着した残像ディスプレイは、傘をくるりと「回す」ことで駆動できる。棒状の残像ディスプレイの場合、大きく左右に腕を振る必要があるため疲労が激しいが、傘を回す際には大きな動作を必要としないため、連続的/一定速度で動かすことも比較的容易であると考えられる。また、傘をくるくる回す動作は一般的に馴染み深いものであり、ユーザは特に新しい操作を覚える必要がない。

こうした背景に基づき、本研究では、モバイル環境においてなめらかに情報の粒度をコントロールできる傘型残像ディスプレイ「PhantomParasol」を提案する。

2 PhantomParasol

本章では、PhantomParasol のコンセプト、デバイス構成と、動作イメージについて説明する。

2.1 コンセプト

PhantomParasol のコンセプトは、大きく分けて以下の三点である。

1. なめらかな粒度を持つ情報提示
2. 一般的な日用品(傘)を拡張
3. モバイル/ユビキタス環境に適した多彩な応用

第一点は、残像ディスプレイの特性をうまく活用することで、アンビエント情報と詳細情報を容易に切り替えられるということである。第一章で説明したとおり、モバイル環境においては、日常的にはアンビエント情報を提示し、ユーザが必要に応じて手軽に詳細情報を得られるような情報提示スタイルが有効となる。PhantomParasol では、傘をさした状態では上から淡い光が降るようなアンビエント情報を、くるりまわした状態ではグラフィカルな詳細情報を提示することができる。

第二点は、傘という身近な日用品を拡張することで、多くの人にとって持ち運びや利用に違和感のないデバイス形態を実現する。傘をさしたり、くるりと回したりする動作は、多くの人にとって親しみやすいと考えられる。

第三点は、GPS/RFID などのセンサーや無線通信機構と連携することで、屋外利用を中心としたモバイル/ユビキタス環境に適した新しい情報提示機構として多様な応用が期待できる点である。

2.2 デバイス構成

次に、PhantomParasol のデバイス構成について述べる。PhantomParasol は、傘の中心軸(柄)に搭載されたジャイロセンサー、傘の内側に搭載された複数の残像ディスプレイ(LEDアレイ)、およびこれらを制御するマイコンを中心に構成される。

ジャイロセンサーは傘の回転速度をリアルタイムに取得し、LEDの点滅周期や情報の粒度を切り替えるトリガーとして利用する。LEDアレイは、任意の周期/パターンで点滅を繰り返し、静止時にはアンビエントな情報を、回転時には残像効果によるグラフィカルな情報を提示する。さらに、複数列のLEDを搭載することで、情報の粒度を幅広く変更できるように配慮する。マイコンは、これらのデバイスの制御や、ホストPCとの通信(コンテンツの変更/保存など)に利用する。

2.3 動作イメージ

ここでは、PhantomParasol の動作イメージについて、簡単に説明する。まず、ユーザが傘を「開く」と、傘の接合部につけられたスイッチが導通し、LEDの色/数/周期などを中心としたアンビエントな情報提示を開始する(図2)。次に、ユーザが傘をまわし始めると、ジャイロセンサーが動作を感知し、残像効

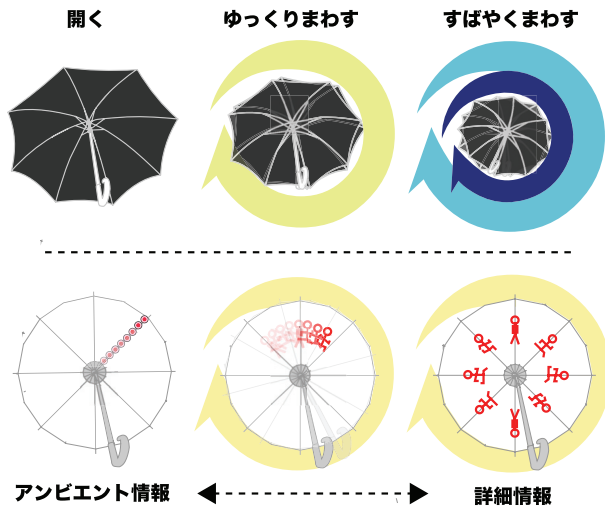


図 2. PhantomParasol の利用イメージ

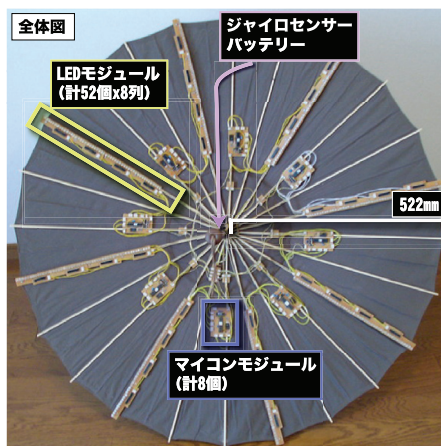


図 3. プロトタイプ構成

果を用いたグラフィカルな情報提示が開始される。さらに、傘を早くまわすことで、解像度/内容などがより詳細な情報が提示される。

このように、ユーザは傘をぐるりと回すというシンプルな動作で、情報の粒度を手軽に切り替えることができる。

3 実装

本章では、PhantomParasol のプロトタイプと応用例について述べる。

3.1 プロトタイプ

ここでは、PhantomParasol のプロトタイプについて説明する。プロトタイプは、市販の和洋傘の内側に LED モジュール、ジャイロセンサー、マイコンなどを取り付ける形で実装した(図 3)。傘の半径は 522mm であり、24 本の木製の骨を持つ。

まず、等間隔の 8 本の骨を選択し、合計 8 列の LED モジュールを取り付けた。一つの LED モジュールは、52 個の高輝度 LED と 4 つのデマルチプレクサ (74HC154) から構成される。LED の色は赤、青、緑、黄色の四色を選択し、同じ色が対角線に来るように配置した。これらの LED モジュールは、傘の静止時には 52 段階のレベルメーターとして動作し、回転時には仮想的に 52×52 ピクセルの解像度を持つビットマップディスプレイのように利用できる。なお、ここでは静止時/回転時に表示するデータを便宜的に「コンテンツ」と表現する。

次に、ジャイロセンサー (ムラタエレクトロニクス製 ENC-03J) を傘の中心軸の先端付近に装着した。ENC-03J は 1 軸のジャイロセンサーであり、傘の回転軸の角速度を検出し、0~5V のアナログ電圧として出力する。

マイコンモジュールは、各 LED モジュールの隣の骨上に合計 8 個装着した。マイコンは、MicroChip 社製 PIC18F252 を利用している。各マイコンは対応する LED モジュールをデマルチプレクサを介して制御する。また、マイコン間は順次シリアル接続されており、各種コマンドの送受信を行う。たとえば、コンテンツの書換コマンドを受信した場合、新しいコンテンツをマイコン内部メモリへ保存する。一度保存したコンテンツは電源切断後も保持され、傘の回転状態に応じて読み出し、LED モジュールに表示できる。

これらに加えて、マイコンモジュールのうち 1 台 (以下ホストマイコン) は、(1) ジャイロセンサーの制御、(2) ホスト PC と RS232 経由で通信、といった役割を兼ねる。ジャイロセンサーのアナログ出力は、10bit 精度の A/D コンバーターで数値化される。ホストマイコンは、この数値から傘の回転速度を推定し、LED の点滅周期や表示するコンテンツを変更する。これらの変更は、即座に全てのマイコンに送信される。

ホスト PC では、PhantomParasol と連携するための専用アプリケーションが動作しており、デバイスの動作調整やコンテンツの書き換えを行う。各コンテンツは、適当なサイズの bmp/jpg/png などの画像ファイルを読み込むことで作成できる。画像は 52×52 ピクセルに自動的に縮小され、任意の明度で二値変換された後、RS232 経由でマイコンに送信される。なお、現時点では、ホスト PC と接続するためには有線の RS232 ケーブルを利用する必要があるため、傘を回転させながらデータを書き換えることはできない。今後、シリアル通信部分を Bluetooth に置き換え、コンテンツの書き換えをより容易に行えるように配慮していく。

図 4.5 に、プロトタイプの動作例を示す。ここでは、静止時は二つの LED モジュールを用いてレベルメーター的な表現を行い、回転時には全ての LED

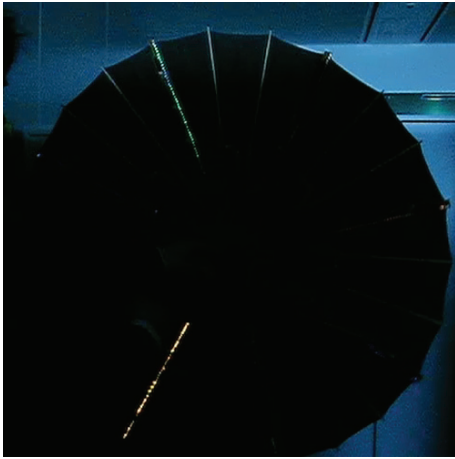


図 4. プロトタイプ of 動作例 (アンビエント表示)



図 5. プロトタイプ of 動作例 (詳細表示)

モジュールを利用して天気情報 (晴マーク) を表現している。

3.2 応用

ここでは、GPS / 各種センサー / 無線通信機構などとの連携を想定した、PhantomParasol の応用例について述べる。

3.2.1 ナビゲーション

PhantomParasol を GPS や方位センサーと連携させ、ナビゲーションに応用することで、ユーザは傘をさした状態では目的地の方位 (LED の点灯方向) や距離 (LED の点灯数) をぼんやりと「感じながら」歩くことができる。次に、交差点にさしかかった場合などに傘を回転させることで、残像ディスプレイ上に大まかな地図を表示して目的地を確認することが可能である。さらに、傘をすばやく回転させることで、より詳細な地図を表示することもできる。

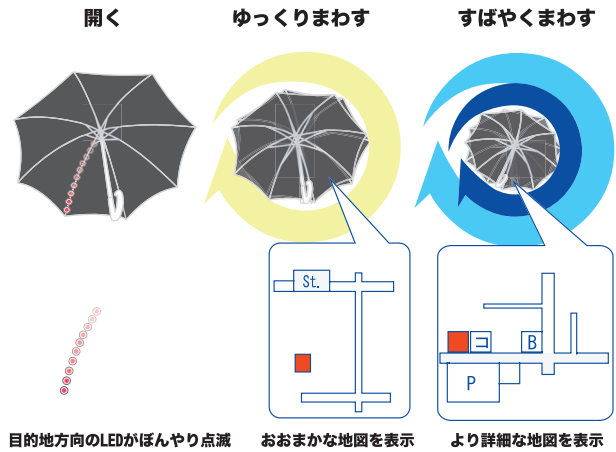


図 6. ナビゲーションへの応用イメージ

う (図 6) . このように、PhantomParasol を用いることで、最小限のアンビエント情報を常時感じつつ、必要に応じてなめらかに詳細情報を確認することができる。

3.2.2 環境情報の提示

PhantomParasol を自律型のセンサーと組み合わせたり、無線通信機構や Web サービスと連携して利用することで、周囲の環境情報 (天気、風速、花粉など) を随時提示することができると考えられる。

たとえば天気情報を表示する場合、ユーザは傘を指した状態では、気温/降水確率などを LED の色 (赤:気温, 青:降水確率など) と、LED の点灯数 (多いほど高い) で、ぼんやりと感することができる。次に、より詳細な情報を知りたい場合、傘をゆっくりと回転させることで、正確な温度/気温や天気を知ることができる。さらに、傘をすばやく回転させれば、今後の天気情報の変遷を知ることができる (図 7) . このように、周囲の環境情報などを時間軸あるいは空間軸で拡張して提示することが可能である。

3.2.3 エンターテインメント

モバイル環境の情報提示とは趣が異なるが、PhantomParasol は、残像ディスプレイの美しさや表現力と、長時間の扱いやすさを併せ持つため、クラブやステージでのパフォーマンスに大きな効果を発揮すると考えられる。さらに、傘を回転させる動作は海老一染之助・染太郎師匠の傘回しや、宝塚女子歌劇団のラインダンスなどの演出などに代表されるように、華のある表現として幅広く用いられており、好感度の高いパフォーマンスを実現できるのではないかと考えられる。

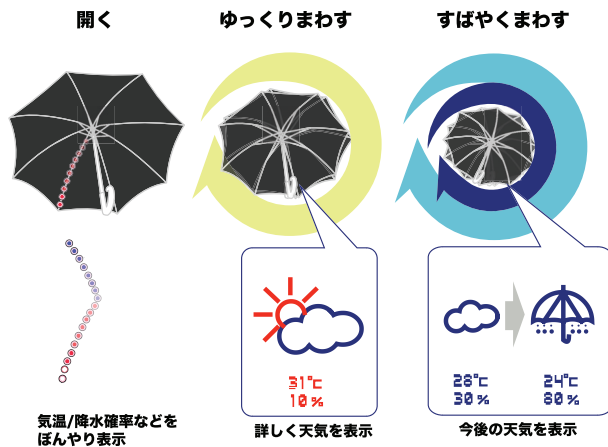


図 7. 天気情報への応用イメージ

4 議論

PhantomParasol はまだ試作段階であり、正式な評価は行っていないが、著者らの研究グループなどにおける試用を通して、いくつかの知見や課題を得ることができた。ここでは、「傘を回転させる動作」、「解像度」、「利用場面」という3つの要素について議論する。

4.1 傘を回転させる動作

傘を回転させる動作は、比較的慣れ親しんだものであるためか、傘を回転させて残像ディスプレイによる映像を表示することは、PhantomParasol に初めて触れる人も容易に行うことができた。

一方、プロトタイプは一般の傘の二倍程度とかなり重いものとなっており、数十秒以上連続して傘をまわし続けると疲労を感じる例が多かった。これは、プロトタイプでは表面実装部品などを利用しておらず、軽量化にも配慮していない点に起因すると考えられる。本来、傘を回転させる動作は、肩や片手を支点としてもう片方の手首を動かすという、小さな動作であるため、将来的にデバイスの軽量化を図ることで、疲労の問題はある程度解決できるのではないかと考えられる。

4.2 解像度

現在の PhantomParasol の解像度は、基本は 52×52 ピクセルであり、8つの LED モジュールを同時に利用した場合は最高で $52 \times 416 (52 \times 8)$ ピクセルとなる。この解像度は、一般的な携帯端末のディスプレイと比較すると低めだが、天気情報や簡単なメッセージを表示するには十分と考えることもできる。

一方、詳細な地図情報を表示する場合などを考慮すると、特に縦方向の解像度（一列あたりの LED 数）は高める価値もある。LED やデマルチプレクサはかなり安価なデバイスであるため、将来的には、

縦方向に現在の数倍程度の LED を配置することを検討している。

4.3 利用場面

一般的に、従来の傘は主に雨の日に利用すると考えられてきた。PhantomParasol の利用場面を考えていく上では、こうした従来の傘の利用場面に対して二つの解釈の方向性が考えられる。まず、一つ目は、PhantomParasol のような新しい機能を傘に付加することで、雨の日以外の幅広い状況で利用されるようになるのではないかと、という方向性がある。実際、晴れた日でも女性を中心に日傘は頻繁に利用されており、PhantomParasol の登場によって傘の利用形態が大きく変わる可能性もありうる。もう一つは、逆に雨の日を中心に利用する情報提示デバイスとしてフォーカスする方向性である。モバイル/ユビキタス環境においては、単一のユーザ・インタフェースが全ての状況で利用できる必要はなく、状況に応じて適切なインタフェースを選択することが重要となる [12]。よって、雨の日に最適な情報提示インタフェースとして PhantomParasol を確立させるという方向性も、十分価値があると考えている。

5 関連研究

第1章で述べたように、残像ディスプレイは屋外用電光掲示板から玩具まで、幅広い製品で活用されている。ここでは、残像ディスプレイを (1) 手動式、(2) 半自動式、(3) 電動式、(4) その他の4つに分類して紹介する。手動式の残像ディスプレイは、ポケモーションや Lighttalk をはじめとした、比較的安価な玩具に活用されている。ポケモーション [10] は、棒状のデバイスを左右に一定間隔で振ることで、内蔵メモリに格納されたさまざまなキャラクターのグラフィックやアニメーションを楽しむことができる。Lighttalk [6] は、自分で書いた絵や文字をスキャンし、ポケモーションと同様に表示して楽しむことができる。

半自動式の残像ディスプレイとしては、HokeySpokes や i-Top などがあげられる。HokeySpokes [2] は、自転車のホイールに残像ディスプレイを装着することで、さまざまな美しい模様を表現することができる。装着箇所を工夫することで、ユーザが意図的に振る必要がない点が特徴である。i-Top [3] はコマに残像ディスプレイを装着し、現在の回転数やメッセージを表示することができる。地磁気センサーを内部に組み込むことで現在のコマの回転数を取得したり、表示する文字位置を調整できる点が特徴である。地磁気センサーを用いた文字位置の調整手法は、本研究にも応用が可能であり、興味深い。

電動式の残像ディスプレイとしては、Twister などがあげられる。Twister [5] は、二つの LED アレイと遮光板を組み合わせた情報提示ユニットを高速

で回転させることで、裸眼で高視野角の立体映像を観察できるディスプレイであり、主にテレグジスタンスやバーチャルリアリティに利用されている。その他の少し変わった残像ディスプレイとしては、ソニーエクスプロアサイエンスに展示されているLightStickなどがある。LightStick[7]は、高速で点滅するLEDアレイを固定しておき、ユーザが一定のタイミングで動いたり、頭を振ったりすることで、像を見ることができる。

こうした既存の残像ディスプレイと比較した場合、PhantomParasolの特徴は、(1)静止状態のLEDアレイを用いてアンビエントな情報提示を行う、(2)残像ディスプレイの回転速度をユーザが任意に調整し、表示するコンテンツの粒度を切り替える、(3)残像ディスプレイをモバイル環境の情報提示手法として積極的に活用する、といった点が挙げられる。

アンビエント情報と詳細情報を連携させる手法としては、Push&Pullなどが挙げられる。Push&Pull[15]では、コンピュータディスプレイを前後にスライドさせることで、コンピュータの利用モードを受動的から能動的に切り替えるインタフェース技法を提案している。一方、PhantomParasolでは、屋外を中心としたモバイル環境において、アンビエント情報と詳細情報をなめらかに移行する情報提示手法を提案している。また、水口ら[8]は、受動的なインタラクションから能動的なインタラクションへの移行についてさまざまな視点から考察を加えており、興味深い。

モバイル環境において、アンビエント情報と詳細情報の中間的な情報を提示するアプローチとしては、ActiveBelt[14]などがある。ActiveBeltは、ベルトの周りに8つの振動モーターを装着することで、方位情報を伴う触覚情報提示手法を実現している。触覚情報を用いることでユーザの負担を抑えつつ、明示的な方位情報を提示できるため、ある程度の情報量を与えることができる。一方、PhantomParasolでは、傘をまわすというシンプルな行為で、アンビエント情報と詳細情報をなめらかに移行できる点が特徴である。

6 まとめ

本研究では、モバイル環境においてなめらかに情報の粒度をコントロールできる傘型情報提示機構「PhantomParasol」を提案、試作した。PhantomParasolでは、傘をさすことでアンビエントな情報提示を行い、くるとまわすことで、LEDの残像効果を用いて空間上に像を描き、段階的に詳細な情報を提示することができる。さらに、GPSや無線通信機構と組み合わせた応用可能性について議論した。今後は、実際に屋外の雨天環境などで利用する際の問題点(雨滴の飛散など)を考慮した改良を行い「傘をさす」ことによる新しい喜びを生み出すような応用

例を提案していきたい。近い将来、PhantomParasolは雨や日差しを「遮断」する道具から、さまざまな情報を「伝達」する道具へと傘を進化させる可能性を秘めている。

参考文献

- [1] Crossbow Technology Home Page, 2004. <http://www.xbow.com/>.
- [2] HokeySpokes, 2003. <http://www.hokeyspokes.com/>.
- [3] Irwin Toy i-Top, 2004. <http://www.itoys.ca/itop/>.
- [4] H. Ishii and B. Ullmer. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. In *Proceedings of ACM CHI 97*, pp. 234–241. ACM Press, 1997.
- [5] Y. Kunita, N. Ogawa, A. Sakuma, M. Inami, T. Maeda, and S. Tachi. Immersive Autostereoscopic Display for Mutual Teleexistence: TWISTER I. In *Proceedings of IEEE VR 2001*, pp. 31–36, 2001.
- [6] Lighttalk, 2004. <http://www.nittohokogaku.co.jp/lighttalk/contents.html>.
- [7] LightStick (Sony ExploraScience), 2003. <http://www.sonyexplorascience.jp/whatis.html>.
- [8] 水口 充, 竹内 友則, 倉本 到, 渋谷 雄, 辻野 嘉宏. 受動型インタラクションスタイル: 密なインタラクションへの移行を促すユーザインタフェース. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 5(4):121–130, 2003.
- [9] G. Pingali, C. Pinhanez, A. Levas, R. Kjeldsen, M. Podlaseck, H. Chen, and N. Sukaviriya. Steerable Interfaces for Pervasive Computing Spaces. In *Proceedings of IEEE PerCom 2003*, pp. 315–322, March 2003.
- [10] ポケモーション, 2003. http://www.nintendo.co.jp/n09/p_motion/.
- [11] S. Rapp, G. Michelitsch, M. Osen, J. Williams, M. Barbisch, R. Bohan, Z. Valsan, and M. Emele. Spotlight Navigation: Interaction with a Handheld Projection Device. In *Pervasive 2004 Video Program*, 2004.
- [12] 椎尾 一郎, 安村 通晃, 福本 雅明, 伊賀 聡一郎, 増井 俊之. モバイル&ユビキタスインタフェース. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 5(3):313–322, 2003.
- [13] 塚田 浩二. RFIDを使ってみよう 概要編. In *Software Design*, pp. 88–99. 技術評論社, Nov. 2004.
- [14] 塚田 浩二, 安村 通晃. 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):2649–2658, 2003.
- [15] 渡邊 恵太, 安村 通晃. Push&Pull: 「眺める」と「使う」をなめらかに移行するインタフェースの提案. インタラクション 2004 論文集, pp. 209–210, 2004.