

ヒューマンプロブによる降雨観測システム「Umbrella Map」

安藤允人[†] 井上大[†] 鈴木雄貴[†] 平澤誠士[†] 三井所高成[†]
赤羽亨[‡] 小林茂[‡] 鈴木宣也[†]

集中豪雨に代表される局所的な環境変化に対応するため、高密度な観測網の需要が高まっている。そこで、人口密度を情報密度へと活用する降雨観測システムを提案する。情報のセンシングにユーザの活動を利用するヒューマンプロブについて述べ、特に、インタラクションの観点から、筆者らのグループが取り組んできた、傘と GPS による降雨観測システム「UmbrellaMap」について紹介し、一般化を前提にした観測機器にインタラクションを付与することを提案する。

Rainfall Measuring System using Human Probe “Umbrella Map”

MITSUHIITO ANDO[†] MASARU INOUE[†] YUKI SUZUKI[†] SATOSHI HIRAZAWA[†] TAKANARI MIISHO[†]
KYO AKABANE[†] SHIGERU KOBAYASHI[‡] NOBUYA SUZUKI[†]

In response to local environmental changes represented by torrential rain, we are in need of high-density rainfall measuring network. So we propose a Rainfall Measuring Systems. That's output information is corresponding information density and population density. We describe the concept Human Probe. It about, it is sensing an information using human activity. We introduced the rainfall measuring system to work with GPS and an umbrella "UmbrellaMap". subject to the generalized proposes the observation device interaction.

1. はじめに

近年、人口密度の高い都市部において、様々な地域で生活する人々の異なるニーズに対応するために、局所的な環境変化をきめ細やかに観測できるシステムが求められている。しかし、一部地域での集中豪雨、過密交通網の障害、都市型火災など、局所的かつ突発的な環境の変化を、現状の大規模で密度の粗い据え置き型のインフラセンサによって捉えることが出来ておらず、観測網のネットワークを高密度にした新規観測システムによる、観測網の補完が求められている¹⁾。そこで我々は、きめ細やかな情報のセンシングを行う方法として、Human Probe（人間による計測²⁾）という概念を用いることとし、また、日常生活においてそのシステムを展開するために、人と観測機器のインタラクションに留意し研究を進めた。

1.1 観測システム

ヒューマンプロブを観測システムへ応用するに際し特徴を把握するため、据え置き型のインフラセンサ、ヒューマンプロブそれぞれの事例を挙げる。

大規模な据え置き型のインフラセンサを利用してい

るものとして代表的なものに気象庁のアメダスが挙げられる。据え置き型のインフラセンサを利用しているものと対比しヒューマンプロブによるセンシングの特徴を捉えるため、据え置き型のインフラセンサの持つ問題点を2点述べる。

- ・観測網の密度が局地現象に対応できないメソβスケール（20km～200km）である。
- ・観測機器の保守を必要とし、観測所付近の環境保守管理が課題である。

一方、ヒューマンプロブを用いている観測システムに社会で周知されているものは少ない。その中で、先行研究として代表的なものに Sony CSL Paris の NoiseTube³⁾が挙げられる。これは、移動する人間が所持するマイクと位置情報を統合し、都市のノイズを可視化する試みであり、人がセンサを持ち歩くことで今まで計られることのなかった細かな情報を拾い集めるものである。

本研究は据え置き型のインフラセンサで実現していない観測網の補完を目的とするため、先に挙げた据え置き型のインフラセンサが持つ問題点の解決を焦点とする。次に問題点とヒューマンプロブの特徴の関係について述べる。

1.2 観測網の密度

まず観測網の密度に関して、据え置き型のインフラセンサを利用する無人観測所は、設置する観測所の距

[†] 情報科学芸術大学院大学

Institute of Advanced Media Arts and Sciences

[‡] 岐阜県立国際情報科学芸術アカデミー

International Academy of Media Arts and Sciences

離を一定の密度とすることでその機能を実現する。対してヒューマンプローブによる観測網の密度は、情報取得地点となる個人と個人とを結ぶことで決定される。それにより形成されるネットワークは人口密度により流動的に変化する。局所的な環境変化に関する情報にたいして需要の高い都市部では、多くの人口から多数の情報取得地点を集めることが可能であり、その地域においてきめ細かな情報のネットワークを形成できる。形成した情報のネットワークは人口密度に対応する利用者の需要を満たす値で増減し、観測網の密度は人口密度と情報密度がそのまま対応したものとなる。

1.3 観測機器の保守

次に観測機器の保守に関して、大規模、計画的に設置していく据え置き型のインフラセンサは、観測機器の保守にまとまったコストを必要とし、通常そのコストは、気象庁に代表される大きな組織によりまかなわれている。対して、ヒューマンプローブで用いられる観測機器は個人で使用され保守されることを前提に設計するため、一つ一つのコストを小さくすることができるが、その増減や故障に対応するための保守機能の実現が課題の一つである。

1.4 一般化とインタラクション

今回の研究では、個人によって機能実現する観測機器の具体化に焦点をあて、個人が生活の中で観測機器とどのような関係を持つか、また、その関係性にインタラクションを取り入れることで、観測機器を一般化することが可能となるのではないかと、という考えに基づきインタラクションの方向性を決定した。観測機器に一般性を付与するインタラクションとは、観測情報のインプットとアウトプットの実現方法が人の自然な行為に即し、生活の中において日常動作と観測機器の利用がシームレスな状態を構築することである。

2. 関連研究

ヒューマンプローブ、あるいは降雨観測システムに関連する研究を3つ挙げる。

一つ目は、降雨状況の観測網の密度に関連して「東京アメッシュ⁴⁾」をあげる。東京上下水道局が東京近辺の降雨情報を提供するウェブサービスであり、約150台の地上雨量計を使用し、観測状況を5分間隔で地図上に表示する。観測網の密度は東京都の中心部で250m間隔である。近年増加した集中豪雨を観測できる細かな密度の観測網を実現しているため注目された。他都市でも同様のシステムを用いて採用されている例があるが、都市部での採用だけという点を見れば、設置、保守の観点で、アメダスと同様大きなコストが必

要となることが伺える。

二つ目は、ヒューマンプローブに関連し「ウェザーリポート⁵⁾」をあげる。全国のウェザーリポーターから寄せられる天気や季節の変化を伝えるウェブサービスで、人による情報の送信という点で本研究に関連している。送信される情報はウェザーリポーターが用意する画像やテキストであり、情報送信の手間がかかる従来のウェブサービスのインタラクションを採用している。適宜コンテンツを準備、編集するタスクが必要であり、人と観測機器とのインタラクションを能動的に捉えていない点が本研究と異なる。

三つ目は、WIDE プロジェクトの中で提案されたタクシーのワイパーの動作によって、降雨観測を行う構想である。都市部を走行するタクシーのワイパー部分に動作検知センサを取り付けることで、その動作状況とタクシーの位置情報を利用したリアルタイムの降水状況モニタリングを行おうとするものだが、実働するものを制作していない点で本研究とは異なる。しかし、本来降雨観測に用いるためではない機能を、降雨観測の文脈において捉えることでセンシング機能として意味付けている点は、降雨状況を踏まえ既存の機能を利用したセンシング方法の提案として注目すべき先行研究である。

3. 実制作

「Umbrella Map」は大勢の人の傘の開閉情報を利用することで降雨状況を知るためのシステムである。多数の情報を大勢の人の手を借りて集約することで機能を実現し、その降雨情報をサービスとして大勢の人に提供することでシステムの理解を得ることを前提とする。ゆえに、実現するインタラクションの方向性は、生活への浸透とシステムの普及を想起させるべく今の生活を基準に具現化することとし、それを受け、使用方法には人々の生活に浸透している今ある道具の作法を最大限利用する。

3.1 システム構成

降雨情報のインプットとアウトプットに主眼を置いて制作した。図1に全体のシステム構成図を示す。

まず情報のインプットに関して述べる。使用者が傘をさしている地点には雨が降っていると仮定し、傘の開閉をセンシングし降雨観測に利用する。さらに、傘の開閉が行われている地点の位置情報を紐づけ、二つの情報をサーバへ送信し降雨状況の観測機能を実現する。傘の位置情報取得には傘使用者の所持するスマートフォンのGPS機能を利用する。

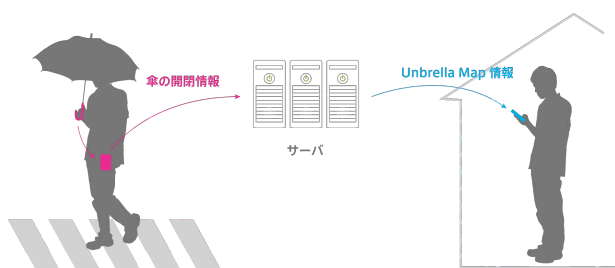


図1 降雨観測システム構成図.

次に情報のアウトプットに関して、サービスとして有用なものとするためスマートフォンのアプリケーションとする。サーバに集約された、傘の位置情報と紐づいた開閉情報をスマートフォンのアプリケーションで取得し、地図上にアイコンを表示する機能を実装することで、今、どこで雨が降っているかという情報をスマートフォン所持者に提供する。地図アプリというフォーマットは人々に浸透しており、大勢に利用されることを見込んで採用する。

3.2 降雨情報のインプット

降雨情報のインプットには傘に取り付けたデバイスを用いる。まず、デバイスの仕様として以下の2つの条件を満たすものを製作した。

- ・傘の開閉状態のセンシング
- ・開閉状態をスマートフォンへ送信

この条件を踏まえ、図2のようなデバイスの構成を考えた。送信ユニットでは、センサで傘の状態を検出し、送信側マイコンに出力する。送信側マイコンは、その情報を動作確認LEDと無線送信側モジュールに出力する。送信側マイコンから出力された情報を、無線送信側モジュールから受信デバイスに送信する。

3.2.1 送信デバイス ver.1

送信デバイス ver.1 のデバイスの外観を図3に示す。筐体の外形寸法は約長さ 200mm、直径 45mm で、ABS 樹脂にパテを盛り、塗装を行い制作した。また内部構成の概観を図4に示す。(傘の開閉時に上下にスライドする部分)に、ネオジウム磁石を埋め込み、柄の上端部分に取り付けられた、リードスイッチで開閉状態の取得を行い、送信側マイコン(PIC12f683)で処理している。このバージョンでは傘の開閉を判定するため、スライド機構部と柄の上端部の距離をはかる方法を取り、デバイスに組み込むセンシング部品を決定している。これは、既存の傘の機構を利用し、精度を上げるためである。センシング部品を適切な位置に配置するため、スライド機構部に加え、柄を専用のものとして設計し、実現している。

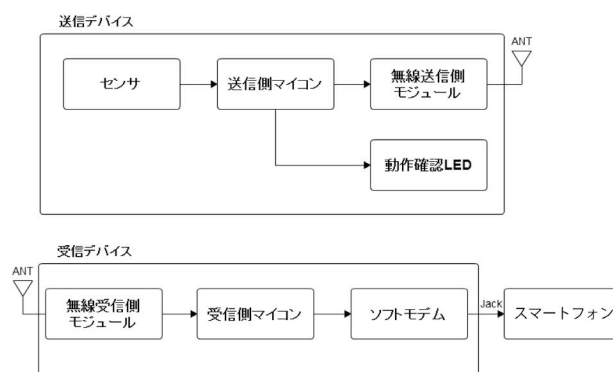


図2 送信・受信デバイスのシステム構成図.



図3 送信デバイス Ver.1 外観.

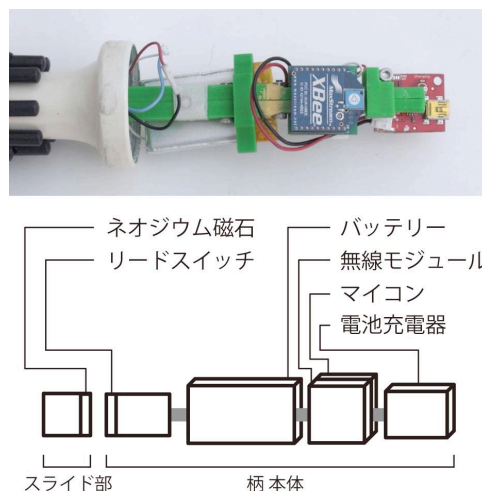


図4 送信デバイス Ver.1 内部

3.2.1 送信デバイスに関する意見

後述する初期展示にて観賞者から送信デバイス Ver.1 に関する意見を得た。二つの代表的な意見を下記に述べる。

- ・傘の柄が太い。
- ・スライドさせる部分を見つけれられない。

この意見からみてとれる形体に関する問題をつぎに述べる。まず、サイズに関して述べる。観賞者は自身が使用したことのある傘の形体を基準に、本研究のデ

バイスの形体について意見した。通常直径約 20mm の傘の柄に比べ、デバイスの直径は 45mm である。通常サイズの倍であるデバイスの形体に観賞者が違和感を持つのは当然である。次にスライド操作に関して述べる。前述した、デバイス Ver.1 による傘の開閉のセンシング方法は、スライド部品の距離をはかる方法である。そのため、センシングの機能部品を傘のスライド機構に組み込む必要があり、その結果生じた形体の複雑さから、観賞者は傘本来の操作方法であるスライドさせることを難しく受け取ったと考える。

以上の問題点は、センシング方法から生じた形体の問題である。ゆえに、送信デバイスのバージョンアップをおこなう際に、開閉のセンシング方法から見直すことで、傘の内部に組み込む機能部品の再選定と、それらを傘に取り付ける方法の再検討をおこない、デバイスの小型化を試み Ver.2 を制作した。Ver.2 の仕組みに関しては後述する。

3.2.2 送信デバイスのバージョンアップ

バージョンアップに際し、傘をさす行為の流れに視点を移し、動作のつなぎ目を適切に捉えること(図 5)を焦点に、機能部品の再選定を行った。Ver.1 では、スライド部品の距離をはかることで「スライドさせ開く」動作をセンシングしていたが、Ver.2 では、「持ち上げる」動作をセンシングするために、傘の傾きをはかる方法へと変更した。これにより、Ver.2 では Ver.1 に比べ、デバイスを取り付ける位置が自由になり、本来の傘の操作を邪魔することがなくなった。さらに、スライドさせる部分は既存のものを残すことが出来るため、その点についても改善された。

本研究は観測機器を大勢の生活へと普及させることを目的の一つとしている。ゆえに、既存の傘の操作方法を踏襲したインタラクションを実現することで、今普及している傘と対比しながら、デバイス普及の可能性を探ることは重要なファクターとなる。しかし、新しい機能を既存のものに付与する場合、新しい機能のための仕組み、形体を採用せざるをえず、結果、実現されたものは複雑な仕組みになりがちである。

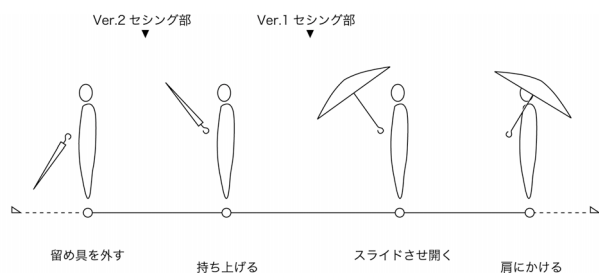


図5 傘をさす行為の流れ。



図6 送信デバイス Ver.2 外観。

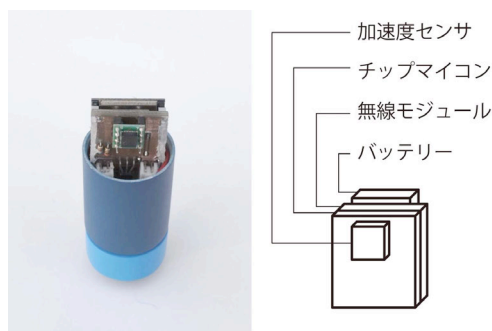


図7 送信デバイス Ver.2 内部。

そこでわれわれは、人間中心に物事を考えることで、良いインタラクションを指向する。バージョンアップで人の行為の流れに視点を移したのも一つの方法である。この方法は、日常行為の中で共通する動作を抽出し、その解を得ることができる。動作に焦点をあてるため、特に多様な生活背景を持つ人々に対して、共通のインタラクションを提案する場合、有効であると考ええる。

3.2.3 送信デバイス ver.2

まず、バージョンアップの目的である形体の変更にに関して述べる。取り付け位置について、センシング方法を変更した結果、自由な位置に取り付けることが可能になった。既存の傘の柄をそのまま利用し、その柄の下端部に取り付ける仕組みとすることで、操作を邪魔しない配置とする(図 6)。また、後述する機能部品の小型化により、デバイスの全長は長さ 65mm、直径 34mm に設計し、既存の傘に取り付けても違和感のないサイズへと改善した。

次に機能部品について述べる。内部構成の概観を図 7 に示す。傘を開いているときは上を向け、閉じているときは下を向けるという観点に着目し、開閉状態を傘の傾きで取得することとした。加速度センサ(KXM52-1050)を用いて、傘の傾き状態を取得し、送信側マイコンでその情報をサンプリングして出力する。また、チップマイコン(PIC12f675)を使用し、両面プリント基板に実装することで、小型化に成功した。

3.3 降雨情報のアウトプット

降雨情報のアウトプットにはスマートフォンのアプリケーションを用いる。地図上へアイコンを表示することを中心的な機能とし、ブックマーク、衛星画像表示等、普段使用されている地図アプリの機能を踏襲した。アプリケーションの構成を下記に述べる。

ソフトモデムを通じてスマートフォン（iPhone）で値を受け取り、その値を受け取るたびに地図上にアイコンを表示、非表示する。地図の表示変更にはタッチパネルによる入力を用いる。他の地域、自分の現在地の降雨状況を確認するために、素早く地図表示地域を変更するボタンを画面下部におく。

3.3.1 受信デバイス

受信デバイスの外観を図8に示す。受信デバイスは、無線受信モジュール(XBee)と送信デバイスから送られてきたデータを処理するマイコン(Arduino Fio), スマートフォン(iPhone)との通信を行うためのソフトモデムで構成されている。送信デバイスから送られてきた傘の開閉データを無線受信モジュールで受け取り、マイコンで処理し、ソフトモデムを通じてスマートフォンへと送信する。送信するデータは傘の開と閉を0と1とし、スマートフォンではそのデータを受け取りアイコンの表示、非表示の処理に使用する。

3.3.2 地図アプリケーション

本システムは降雨状況を傘によって観測し、サービスを提供する。まず、グラフィックイメージについて述べる。情報の関連性を使用者に伝えるためにアプリケーションの色彩は雨を連想させる青を主体とし、グラフィックモチーフには傘を使用する(図9)。これは、グラフィックを目的に沿って設計し、大勢の人に通底する認識を利用することで、サービスの印象をコントロールするためである。次にソフトウェアの動作に関して述べる、一つの傘から送信される値を一つのアイコンとし処理する。タッチパネルに対する指の入力を識別し、XY軸での地図遷移、拡大縮小の操作を可能にする。画面下部に配置したボタンでは、ブック



図8 受信デバイス。



図9 アプリケーション画面。

マーク、現在地、衛星画像表示それぞれの機能をタッチによる操作で認識する。10秒間使用がなければ、自動で現在地へと画面を遷移させる。以上の機能は、一般の人々に現在使用されている地図アプリの機能を踏襲している。これは、ユーザが既に持つ地図アプリの操作技術を有効に用いるためのインタラクションであり、多数のユーザに使用してもらうことを想定し実装している。

4. 展示発表と意見

様々な生活背景を持つ鑑賞者の意見をとるために、半年間で5つの展示会[☆]へ出展した。アート、デザイン、技術、産業とそれぞれの文脈にある展示会において鑑賞者の価値観は大きく異なり、多様な視点からの意見を得た。また、技術のマッチングを目的とする企業を対象にした展示会や、デザインイベントとして一般の来場者が訪れる展示会等、多様な目的を背景に持つ展示に出展することで、メディアデザインとしてサービスの視点に立った意見、情報技術のインタフェースに関する意見等、興味深い意見を得ることが出来た。

4.1 共通意見

それぞれの展示に訪れる鑑賞者の性質の違いはあるが、傘の開閉情報と降雨情報を紐付けている情報の関係をすぐに理解した。本システムの、気象情報へのイ

☆ 第六回 金の卵 オールスターデザインショーケース (2011/08/25-09/04),
岐阜テクノフェア 2011(2011/10/28-29),
恵那産業見本市(2011/10/30),
東京デザイナーズウィーク 2011(2011/11/01-06),
NODE WORKSHOP SHOWCASE(2011/11/12-13)

インタラクシオンは誰もが経験する気象の変化、それに付随する傘をさす経験を利用している。鑑賞者それぞれが経験した雨の記憶を背景に、インタラクシオンの理解へと導くことが出来、結果、大勢に理解される一般性を獲得したと考える。

4.2 観測情報の視覚化について

次のような意見があった。

「アプリケーション上で情報を提示しているため、サービスとして展開する可能性を示している。」

この意見は、情報をアウトプットする媒体の設定と、受け手にとっての情報の価値という点を浮き彫りにする。今回、ヒューマンブローブによって観測される情報をアウトプットする媒体に iPhone を用いた。これは、情報を伝える対象をエンドユーザに設定し、日常生活の中で慣れ親しんだ機器を用いて情報に接触してもらうことを意図したからである。先の意見を受けサービスをアウトプットする媒体を捉え直すことで、アウトプット先がエンドユーザ以外にもあることに気づく。例えば、気象庁が JR に気象情報を提供するような B to B のサービスの場合、鉄道網と観測網を関連づけた、用途に特化した情報の視覚化が必要となる。本システムが JR に降雨情報を提供すると仮定した場合、ヒューマンブローブの持つ人の動的な性質をどのように視覚化するか、また、その情報の性質を鉄道網とどのように関連づけるか、ヒューマンブローブによる情報リソースを大きなサービスのリソースとして捉えなおすことで、アウトプット先における情報の価値を考慮し、媒体を決定することが重要であることがわかった。

5. おわりに

本論文では、傘と位置情報を用いた降雨観測システムとして UmbrellaMap を提案した。複数の展示会に出展することで、傘の開閉と降雨観測の関連性を一般の人々に対して確認し、人による降雨観測から実現できる、高密度な降雨観測網の可能性を提示した。

バージョンアップを通して示した、センサの変更による行為のセンシング実現から、人の行為とインタラクシオンを関連づけることで、観測機器の一般化を行うことが可能であることがわかる。その方法を用いて、他の道具と観測対象に展開、具体化することで、ヒューマンブローブの性質を多角的に示し、その情報リソースの有用性を求めていきたい。

また、今回の実制作ではインタラクシオンに焦点をあて、インタフェースのみを具体化したが、今後はシステム全体の具体化を目指す。サーバ機能の実装と合

わせ降雨観測実験をおこない、得られた情報を視覚化することで、本システムによる降雨観測網の実現可能性を示していきたい。

参 考 文 献

- 1) 小倉義光: 4. 局地予報の数値モデルと概念モデル, 1993 年度日本気象学会春季大会シンポジウム「メソスケールの気象予報-展望と課題-」の報告, pp.32-35(1993).
- 2) 大島一将, 石田泰之, 木實新一, 戸辺義人: 靴型ヒューマンブローブ実現に向けた圧力センサと加速度センサの適用可能性の検討, 情報科学技術フォーラム講演論文集, pp.251-252(2009).
- 3) NicolasMaisonneuve, Matthias Stevens, MariaE.Niessen, PeterHanappe, Luc Steels: Citizen Noise Pollution Monitoring: The Proceedings of the 10th International Digital Government Research Conference, pp.96-103(2009).
- 4) 東京都下水道局: 東京アメッシュ, <http://tokyo-ame.jwa.or.jp/>
- 5) ウェザーニューズ: ウェザーリポート, <http://weathernews.jp/report/>