

スマートオブジェクトのためのデザインスペース

具島航太^{†1} 木下祐紀子^{†1} 中島達夫^{†1}

概要: これまで、スマートオブジェクトおよびアンビエントメディアを使ったサービスやシステムは数多く議論されてきた。しかし、これらは広く社会に浸透しているとは言い難い。本論文では、より様々なコンテキストでスマートオブジェクトやアンビエントメディアが活用できるためのアンビエントメディアを中心としたスマートオブジェクトを使ったサービスのデザイン手法に関して議論を進める。我々は、既存のスマートオブジェクトを活用した26のサービスを分析することで、スマートオブジェクトを使ったサービスのためのデザインスペースを構築する。

1. 結論

マークワイザーが Ubiquitous computing を提唱して 20 年経った[16]。Ubiquitous computing では、技術は背景に溶け込むことが目指されている。現在我々が使っている情報技術の多くはこの Ubiquitous Computing のコンセプトに従っている。例えば、駅で見かけるパブリックディスプレイや空港あるようなタッチパネル型の案内板など、様々な情報端末が日常生活に組み込まれた。

Ubiquitous Computing のコンセプトの実現に重要な役割を果たすのがスマートオブジェクトである。スマートオブジェクトに関する研究はこれまでもされてきており、代表的なのはスマートホームのアプリケーションを提供するスマートオブジェクトだ。例えば、Smart plant system[13]では、プラントの水の状態をユーザーに通知をする。このアプリケーションでは、水の量をアンビエントな光として通知する方法を取っている。この例のように、日常生活で使われるスマートオブジェクトは、アンビエントメディアの側面を持っている。アンビエントメディアとは、意識のバックグラウンドに語りかけることを目的としたメディアであり、アンビエントメディアについての研究は 1990 年代から今まで続いている。

さらに、近年は HoloLens[®]のようなオプティカルシースルーHMD（ヘッドマウントディスプレイ）の発達により、物理的なスマートオブジェクトだけでなく、デジタルなスマートオブジェクトも開発可能となっている。これにより、物理的にも、デジタル的にも、現実世界が拡張されて、人々の生活に必要な情報がより効率よく提供されると我々は考えている。

しかし、多様なスマートオブジェクトが開発されてきたにも関わらず、人々の日常生活にはスマートオブジェクトが広く浸透していない。スマートオブジェクトのサービスは、シチュエーション、デバイスに依存しているため、サービスを提供される状況が制限されていて、パーベイシブ

であるとは言い難い。その結果、人々はスマートオブジェクトを使ったサービスを日常生活には導入してこなかった。

本研究では、より広いシチュエーションで活用できるスマートオブジェクトを使ったサービスをデザインするためのデザインスペースを構築する。これまでの研究では、それぞれのケーススタディの開発に着目して研究されてきた。本研究では、様々なサービスをより広いシチュエーションで使えるようにするため、我々はサービスのデザインスペースを導出する。

2. 分析結果

このセクションでは、デザインスペースの次元を得るために 26 のスマートオブジェクトを用いたサービスを分析した。

2.1 情報の取得方法

アンビエントメディアでどのような情報を表示するかに関しては、カスタマイズできるものが多く存在した。Sideshow[2]は、パソコンの中で必要とする通知、例えば、次の会議の時間、重要なメールの内容をチケットとして発行し、ディスプレイのサイドに表示しておくものである。この例は、パソコンの中であふれている通知の中で、必要なものをカスタマイズすることが可能となっている。また、Calm Automation[3]は、自身でスマートフォンのアプリケーションと、上下、回転といった必要最低限のものを組み合わせたデバイスを用いて、表示したい情報と表示方法をカスタマイズする DIY Toolkit である。たとえば、天気を知りたかったら、太陽や雲の絵を紙に描き、その絵をデバイスに貼り付けて、晴れの時には太陽の絵が見えるように、曇りの時には雲の絵が見えるように、アプリを通してデバイスの動きをカスタマイズする。この例は、カスタマイズすることのできる情報が幅広い。

カスタマイズができないものは、限られた情報に対する取得方法に焦点を当てることとなる。情報の取得方法は、まずデバイスを使うか否かにわけることができる。センサーデバイスを使わない例として、The Ambient Birdhouse[13]があげられる。これは、Birdhouse の鳥の出入りする穴にデ

^{†1} 早稲田大学

a <https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>

イスプレイを取り付け、一定時間おきに鳥が訪れるような動画が流れるものである。Birdhouse とは別に、鳥の絵と説明が書いてあるカードが用意されており、そのカードをかざすことでその鳥の動画を見ることもできる。このサービスは、その地域にいる鳥の情報やあらかじめ録画された動画を一定時間ごとに再生するため、センシングする必要はない。また、Scope[6]は、パソコンへの通知を目障りでなくするために、ディスプレイに円形状の通知用スペースを設けるサービスである。これも、パソコンにくる通知を対象にしたアンビエントメディアであるため、センサーデバイスを必要としない。

デバイスを必要とするものは、2 つにわけることができる。1 つめは、センサーデバイスを必要とするものであり、2 つめは入力デバイスを必要とするものである。1 つめのセンサーデバイスを使うものは、センシングする対象によってさらに 2 つに分類することができる。1 つめは、環境のセンシングである。Dangling String[15]は、近くのイーサネットに繋がれており、その場所の通信回線の混み具合をセンシングし、その情報に応じてプラスチックでできた糸上のものを揺らすことで、通信回線の状態を可視化したものである。Low-Res Lighting Displays[10]は、家庭のエネルギーデータを可視化し、光るディスプレイとして家の中においておく仕組みとなっている。このように、センシングデバイスを規定の場所に取り付け、環境を情報として取得する方法が環境のセンシングである。

2 つめは、個人の情報のセンシングである。Digital Family Portraits[12]は、遠隔に住んでいる家族に対して提案されたサービスで、遠隔に住んでいる家族の写真の周りに複数のアイコンが表示されている。これは、健康状態がどうかであるか、その人がどれだけ他の人と関わったか、といった情報を表示するためのものである。このような情報とアイコンの数を対応させて 1 日 1 回アップデートすることで、合計 28 日間の情報を表示している。このサービス自体は、家の中のセンサーを用いて情報を集めているが、集める対象は個人のアクティビティやヘルスデータであり、ウェアラブルデバイスが普及した昨今であれば、その個人にデバイスを取り付けることでデータの取得が可能となるだろう。

デバイスを必要とするものの 2 つ目は、入力デバイスを必要とするものである。これは、こちらからインタラクションを働きかけるサービスが対応する。Lumitouch[4]は、インタラクティブな、ペアで使う写真フレームである。片方の人が写真立てを手にとると、もう一つの写真立てが光る。写真立てのフレームにどのように触れるかによって、自分の感情を色に乗せて相手の写真立てに送ることができる。Notification Collage[9]は、会社内で使うデジタル掲示板のようなもので、自身が共有したいメモやビデオチャットなどを掲示板に貼り付けるようにディスプレイに追加することで、同僚の会話に参加するきっかけをつくるサービス

である。共有するディスプレイは、公共スペースに置くこともできるし、個々の机のディスプレイとして置くこともできる。このように、入力デバイスを介して、ユーザーから能動的にデータを与えるものを、入力デバイスを必要とするものとして定義する。

カスタマイズできるものの中にも、センサーデバイスを必要とするものがあるが、カスタマイズができるという時点でサービスの拡張が可能なので、カスタマイズできるものはこれ以上の分類をしないこととする。上述した分け方を、表 1 で示す。

表 1 情報取得法の分類

カスタマイズ可能	デバイス非使用	カスタマイズ不可能		
		センサーデバイス使用		入力デバイス使用
		環境のセンシング	個人情報のセンシング	
Calm Automation Ambient Notification with Shape Changing Circuits in Peripheral Locations Information Peculator Kandinsky Sideshow Table Fountain Lamp Ultrasonic Humidifier Water Lamp Pinwheels Ambient Orb My Yahoo! web portal Apple's Dashboard	NotifiVR The Ambient Birdhouse Scope What's Happening	CityCell NotifiVR ClassBeacons Low-Res Lighting Displays Dangling String Informative Art	Digital Family Portrait	CityCell Lumitouch Notification Collage

2.2 メディアの表示方法

ここでは、取得した情報をどのように表示するかについて考察する。

表 2 情報表示に使われる感覚の分類

視覚	聴覚	その他
Calm Automation Ambient Notification with Shape Changing Circuits in Peripheral Locations CityCell ClassBeacons Low-Res Lighting Displays The Ambient Birdhouse NotifiVR Dangling String Digital Family Portrait Informative Art Information Peculator Kandinsky	Kiumra Lumitouch Notification Collage Scope Sideshow Table Fountain Lamp Ultrasonic humidifier Water Lamp Pinwheels What's Happening Ambient Orb My Yahoo! web portal Apple's Dashboard	The Ambient Birdhouse NotifiVR Dangling String Table Fountain
		NotifiVR Ultrasonic Humidifier

2.2.1 感覚

感覚に関しては、視覚に対するアプローチを与えるものが最も多かった。次点で多かったものは、聴覚に対するアプローチである。例えば、NotifiVR[8]は、ヘッドマウントディスプレイをつけた状態で、まわりの状況や電話などの重要な通知を違和感なく与える方法を模索するためのサービスである。ここでは、ヘッドマウントディスプレイで視覚を覆われているため、ディスプレイに通知を表示する以外にも、音を通して通知を行う方法が提案されている。また、このサービスでは、バイブレーションを用いて通知する方法も提案されている。このように、複数の知覚に対して情報を表示することも可能である。Ultrasonic humidifier[7]は、イベントの通知によって、Off、Pulse、Overflow の 3 つの状態をコントロールする加湿器である。湿度によって情報を表示するというデバイスである。しかしこれも、実際は湿度を感じ取るのではなく、加湿器の稼働状態を目で見ることによって情報を受け取ることがほとんどだと考えられる。得られた結果を表 2 にしめす。

2.2.2 情報を提供するデバイス

スマートオブジェクトがユーザーに情報を提供するとき、そのサービスはユーザーに対して情報を表示するメディアを提供する必要がある。これは前のセクションで議論した感覚に関連している。したがって、多くのサービスは視覚、聴覚またはその他の感覚で情報を表現するためにデバイスが必要とする。これはサービスによって様々なデバイスを使う。いくつかのサービスでは、汎用的に使われるモニター、モバイル端末を使っている。一方で、特にアンビエントメディアを含むサービスは独自のデバイスで情報を表現しているケースが多い。情報提供デバイスの種類は、そのサービス独自で作成しているものがおおく、我々はそれらをクラスタリングしたりカテゴリ化したりすることはできなかった。

2.2.3 情報変換度

取得した情報を表現に変える際、情報変換度を考える必要がある。情報変換度とは、取得した情報を表現するときの抽象度合いを指す。情報変換度によって、誰にでもわかるような表現になるか、特定の人にだけわかるような表現になるかが決まる。例えば、Notification Collage[9]は、共有したい情報をそのまま載せるため、情報変換度は低いものとなり、サービスのことを知らなくても、誰が何を共有したのかわかる。それに対し、Pinwheels[5]は、インプットした情報によって風車が回るサービスである。インプットする情報は、心拍数や天気など、風車と全く関係のない情報がカスタマイズでき、風車を見ただけでは何か情報を表しているようには思えない。このように、サービスのことを知っている人だけがわかるような表現は、情報変換度は高いと言える。Digital Family Portrait は、その人の写真の周りにアイコンがあるので、写真やアイコンの見た目から、その人に関するものを表示していることは想像できるが、実際に何を表現しているかはサービスの説明を受けないとわからない。よって、情報変換度は低い方であることがわかる。このように、アンビエントメディアの中でも情報変換度は様々であり、サービスの構成の一部分を担っていると考えられる。下に、分析したものの幾つかにおいて情報変換度によってサービスをふりわけたものを図1に示す。

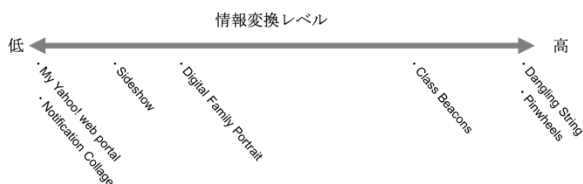


図1 情報変換レベルの分類

2.3 表示する対象

ここでは、取得した情報を変換した結果、だれに情報を伝えたいのかを考える。情報を伝える対象は、Public、Community、Personal にわけることができる。

Public は、不特定多数の人々にサービスをつかってもらう場合で、使う人の指定はない。CityCell[11]は、六角形のライトがついた物体を組み合わせた、アートのようなサービスで、遠くにいと人を認知してライトがつき、ある程度近づくとスマートフォンで操作ができる。実際にオブジェクトに触れると、ライトがついた物体1個1個を組み替えることもできる。これは、公園等のパブリックスペースにおくサービスであり、その場所にいた人はだれでも使うことができる。このように、サービスがある特定の公共空間に存在し、その周りを人々が行き来するようなサービスを Public なサービスと定義する。

Public なものに対して、Non Public なサービスが存在する。Non Public に分類されるサービスは、Community と Personal という2値の間に振り分けることができる。

Community に分類されるサービスは、会社や家族など、特定の複数人を対象としたサービスである。ClassBeacons[1]は、教室での先生の過ごし方にリアルタイムでフィードバックを与えようとしたサービスである。たとえば、授業でグループ課題を行うとき、クラスのグループ毎にライトを置き、先生がそのグループの相手をすればするほど、ライトと先生の距離をセンシングして、ライトの色が変化していく。先生はライトの色を見るだけで、どのグループと会話をしていないか知ることができる。このように、特定の複数人物を対象にしたサービスを Community と定義する。Non Public なサービスは、使う人々に重きを置いているので、Community の要望に応じてサービスも変わっていくべきである。例えば、ClassBeacons の場合、違う教室で授業を行ったり、グループの大きさが変わったり、指導教員が変わったり、使用する時間が変わっても、このサービスは使えるように修正できる柔軟性が必要とされる。

Personal に分類されるサービスは、特定の一個人に対して情報を表示するサービスである。Calm Automation は、自分で表示したい情報をカスタマイズし、表示のさせ方を設定するので、その情報を知りたい個人向けのサービスとなる。サービスによっては、2.2.3 で定義した情報変換度が低いものもあり、他の人がそのサービスを見ても何の情報を表示しているか理解し、使用できてしまう場合もあるが、もともと個人に対して表示することを前提としてサービスをここに分類する。スマートフォンの電話の通知も、Personal に分類される。こちらも、Non Public なサービスなので、個人が場所を移動したのであればサービスを他の場所でも使えるべきであり、どの時間、どの相手においても使えるべきである。

Community と Personal に関しては、連続的につながっており、Personal なものでも複数人と情報を共有して使えるといった Community の要素をもったものも存在する。この方法でサービスを分類したものを表3に示す。また、

Community と Personal の度合いをマッピングしたものを図 2 に示す。

表 3 情報表示対象の分類

Public	Non Public	
CityCell Information Percolator	ClassBeacons Low-Res Lighting Displays The Ambient Birdhouse Dangling String Digital Family Portrait Informative Art Kandinsky Lumitouch Notification Collage Table Fountain Lamp	NotifiVR Kiumra Scope Sideshow What's Happening Ambient Orb My Yahoo! web portal Apple's Dashboard Water Lamp Pinwheels Ultrasonic Humidifier

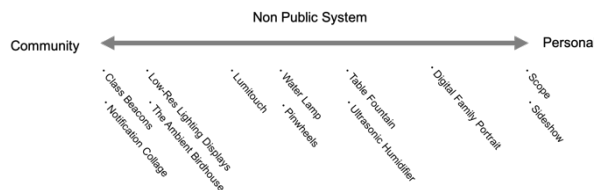


図 2 Non public サービスの分類

3. デザインスペースのまとめと将来課題

ここまでの分析から得られたデザインスペースでは、情報取得方法、メディアを伝える知覚、メディアを伝えるデバイス、情報変換レベル、サービスのターゲットの 5 つの次元を得ることができた。サービスデザイナーはこれらの次元に沿ってサービスを検討することにより、そのサービスの特徴を知ることができる。さらに、デザイナーたちは既存のサービスをこのデザインスペースを使って分解することで、そのサービスの持つ特徴や限界を知ることができるので、このデザインスペースはそのサービスを制限している要素を抽出するために有用である。

将来課題としては、このデザインスペースを活用したサービスデザインのためのフレームワークを構築し、サービスデザイナーが実際に活用できる形に整備し、それを評価することがあげられる。

参考文献

[1] An P, Bakker S, Ordanovski S, Taconis R, Eggen B (2018) ClassBeacons: Designing Distributed Visualization of Teachers' Physical Proximity in the Classroom. In: Proceedings of the Twelfth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, ACM, pp 357-367

[2] Cadiz J, Venolia G, Janke G, Gupta A (2002) Designing and deploying an information awareness interface. In: Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work, ACM, pp. 314-323.

[3] Cho M, Saakes D (2017) Calm Automaton: A DIY Toolkit for Ambient Displays. In: Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM, pp 393-396

[4] Chang A, Resner B, Koerner B, Wang X, Ishii H (2001) Lumitouch: An emotional communication device. In: Proceedings of the CHI 2001 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM, pp. 371-372.

[5] Dahley A, Wisneski C, Ishii H (1998) Water lamp and pinwheels:

Ambient projection of digital information into architectural space. CHI Conference Summary 1998, pp 269-270

[6] Dantzieh M, Robbins D, Horvitz E, Czerwinski M (2002) Scope: Providing Awareness of Multiple Notifications at a Glance. In: Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces. ACM, pp 267-281.

[7] Gellersen H.-W, Schmidt A, Beigl M (1999) Ambient Media for Peripheral Information Display. Personal Technologies 3(4):199-208

[8] Ghosh S, Winston L, Panchal N, Hotnog P, Cheong D, Reyes G, Abowd G (2018) NotifiVR: Exploring Interruptions and Notifications in Virtual Reality. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics 24(4):1447-1456

[9] Greenberg S, Rounding M (2001) The Notification Collage: Posting Information to Public and Personal Displays. In: Proceedings of the ACM CHI 2001 Human Factors in Computing Systems Conference, ACM, pp 515-521.

[10] Hoggemuehler M, Wiethoff A, Tomitsch M (2018) Designing Low-Res Lighting Displays as Ambient Gateways to Smart Devices. In: Proceedings of the 7th ACM International Symposium on Pervasive Displays. Article No. 18

[11] Mao C, Liu K, Chiu W, Lin C, Chen C (2017) CityCell: An Interactive OLED lighting system in Public Space. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Communication and Information Processing, ACM, pp 490-494

[12] Mynatt E.D, Rowan J, Jacobs A, Craighill S (2001) Digital Family Portraits: Supporting Peace of Mind for Extended Family Members. In: Proceedings of the ACM CHI 2001 Human Factors in Computing Systems Conference, ACM, pp 333-340.

[13] Soro A, Brereton M, Dema T, Oliver J, Chai, Ambe A (2018) The Ambient Birdhouse: An IoT device to Discover Birds and Engage with Nature. In: Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Paper No. 397

[14] Voit A, Salm M, Beljaars M, Kohn S, Schneegass S (2018) Demo of a Smart Plant System as an Exemplary Smart Home Application Supporting Non-Urgent Notifications. In: Proceedings of the 10th Nordic Conference on Human-Computer Interaction, ACM, pp 936-939

[15] Weiser M, Brown J.S (1996) Designing Calm Technology. PowerGrid Journal 1(1):75-85

[16] Weiser, M (1991) The Computer for the 21st Century. Scientific American 265(3):94-104.