

携帯端末カバーを用いたアウェアネス共有システム

福地 あゆみ^{*1} 塚田 浩二^{*2} 椎尾 一郎^{*3}

Awareness sharing system using covers of mobile devices

Ayumi Fukuchi^{*1}, Koji Tsukada^{*2} and Itiro Siio^{*3}

Abstract - ネットワークを通して人や動物などの気配（アウェアネス）を共有するコミュニケーション支援システムが多く提案されているが、日常的に利用するためには専用のデバイスを常時持ち運んだり、頻繁に充電する必要があるなどの問題があった。そこで我々は、常時持ち運ばれることが多く、充電も容易なスマートフォンやタブレットといった汎用の携帯端末の「カバー」として動作するアウェアネス共有システムのコンセプト AwareCover を提案する。さらに、本コンセプトに基づき、犬や猫などのペットのメタファに基づく応用システム PadPet を試作し、基礎的な評価を行った。

Keywords : アウェアネス, コミュニケーション支援, 携帯端末, ロボット

1 背景

ネットワークを通して人や動物などの気配（アウェアネス）を共有し、常時感じられるようにすることでコミュニケーションを支援するシステムが多く提案されている。一般にアウェアネス共有システムを利用するためには、(1) 周囲の環境側にシステムを設置するか、(2) 常時システムを持ち歩く必要がある。後者の手法は、個人単位で情報提示を行える・場所を移動しても利用できるといったメリットがあるが、専用のデバイスを常時持ち運んだり、頻繁に充電する必要がある、手間がかかる。近年急速に普及したスマートフォンなどの汎用携帯端末はこうした問題点を解消しうが、携帯端末自体の機能（電話、メール、Web など）を阻害しない設計が必要となる。

そこで我々はスマートフォンやタブレットといった汎用携帯端末に取り付ける「カバー」に着目した。DIMSDRIVE のアンケート調査¹によると、実に 73.9 % の人がスマートフォンにカバーを利用している。カバーの利用には、質感や素材、機能などを好みに合わせて変更できるという利点がある（図 1）。たとえば、防水機能や自転車に取り付ける機能を付加するカバー（図 1 左上、中央上）や、



図 1 様々なカバー（防水、自転車への取り付け、スタンド、スピーカとハンドル、柔らかい質感）

Fig. 1 Various smartphone covers.

デコ携帯と呼ばれるようにファッションの一部としてデザインを変更するカバー（図 1 右下）、手に触れる部分の素材（革、毛皮、ラバーなど）を変更するカバー（図 1 右上）などが存在する。

我々はこうした携帯端末のカバーにセンサ／アクチュエータを組み込むことで、遠隔でのアウェアネス共有を支援するシステムのコンセプト AwareCover を提案する。

2 AwareCover

2.1 コンセプト

AwareCover のコンセプトは以下の 3 点である

^{*1}お茶の水女子大学, kawakami.ayumi@is.ocha.ac.jp

^{*2}科学技術振興機構 さきがけ, tsuka@acm.org

^{*3}お茶の水女子大学, siio@acm.org

¹Ochanomizu University

²JST PRESTO

³Ochanomizu University

¹<http://www.dims.ne.jp/timelyresearch/2011/111018/>

1. 携帯端末を拡張したアウェアネス共有
2. 携帯端末とカバーの協調動作
3. カバーの質感に適した情報提示

一点目に関して、常時利用型のアウェアネス提示を行うためには、スマートフォンなどの携帯端末が適するが、携帯端末本来の機能を妨げない設計が必要である。そこで、本研究では、デバイス形状を携帯端末のカバー型とし、携帯端末の画面外で情報提示を行う設計とする。

二点目に関して、携帯端末はそれ自体に豊富なリソースを持つため、携帯端末とカバーの役割分担を考慮し、シンプルな設計とする。具体的には、カバーには情報提示機構を中心に搭載し、制御機能／バッテリー／記憶装置などは原則携帯端末側の機能を利用する。すなわち、カバー型デバイスには、アクチュエータ／センサ／通信機能のみを搭載する設計とする。

三点目に関して、カバー型デバイスの情報提示機能には、カバー自体の質感を生かしつつ、携帯端末本来の情報提示を妨げない手法を選択する必要がある。ここにはカバーの質感／素材感に応じた選択肢があるが、本論文では、ファー状のやわらかな質感のカバーを対象とし、それを「ペットの仕草」のメタファに基づいてゆるやかに「動かす」ことで、人の情感や存在感の共有に適した情報提示を行う。

2.2 ペットメタファに基づく情報提示

犬や猫などのペットは多くの人間にとって大切なパートナーであり、やわらかな毛並や体を持ちつつ、身体的な仕草を通して人間と密なコミュニケーションを行っている。特に、犬と猫は古くから多くの家庭で飼育されているなじみ深い存在である。犬や猫を飼育している多くの人にとって、それらの仕草から感情を読み取ることは慣れ親しんだ日常的な行為だと推察される。

本研究では、こうしたペットの仕草の中でも特徴的な、耳と尻尾を用いた感情表現に着目した。たとえば、犬が尻尾を素早く振っていると喜んでい、というのはよく知られた感情表現である。同様に猫がゆっくりと一定のリズムでしっぽを振っていると機嫌がよいことがわかる。犬／猫が叱られているときや怖がっている時には、耳をぺたりと倒している。

これらの仕草をアウェアネス情報の提示に利用することで、情報機器自体の機能を阻害せず、直感的に情感や存在感を共有することが出来ると考えた。我々は AwareCover のコンセプトに基づき、こうした耳や尻尾の仕草による情報提示を活用することで、アウェアネス情報を共有する応用システム：PadPet を試作した。

3 実装

3.1 ハードウェア

PadPet は携帯端末カバー状の外装部、耳／尻尾を駆動する情報提示部、アクチュエータを制御して携帯端末と通信する制御部を中心に構成される。ベースとなる携帯端末としては、Android Tablet（日本エイサー社 ICONIA TAB A500）を選択した。図2にプロトタイプの外観を示す。

次に、外装部、情報提示部、制御部それぞれについて詳しく紹介する。

まず外装部については、ラバー素材のケースにフェイクファーを縫い合わせる2重構造で配線や基板を格納できるよう工夫した。ラバーとフェイクファーの間には綿を布でくるんだクッションを配置し、配線や基板を格納するスペースを残しながら、ぬいぐるみのような感触になるよう調整している。

次に、情報提示部については、ケースの耳／尻尾部にマッスルワイヤ（トキコーポレーション BioMetal Helix²）を利用した。マッスルワイヤは通電すると一定割合で収縮する性質をもつ線状の形状記憶合金である。ここでは、モータと比較して作動音が静か／構造が柔軟／動きが（低速だが）なめらかといった特徴を持ち、携帯端末の利用を阻害しにくく、柔らかな外装部の質感を保てる点から選択した。また、マッスルワイヤを複雑な機構無しで意図通りの方向に動作させるために、取り付け位置や布の形状／素材を工夫した（図3）。

耳部分については、前面には薄く伸縮性のある布を、背面には張りのあるフェイクファーを組み合わせることで、マッスルワイヤの駆動時に自然に耳が前方向に折りたたまれるよう工夫した。2種類の布は中表³に縫い合わせ、前面側の縫い代にマッ

² コイル状のマッスルワイヤ。収縮力が弱いですが、収縮距離が長い

³ 2枚の布の表面が内側になるよう重ねて縫い合わせることを「中表に縫う」という。縫い終えた後、表面が外側になるようにひっくり返す。



図2 プロトタイプの外観
Fig. 2 Appearance of the PadPet prtotype.

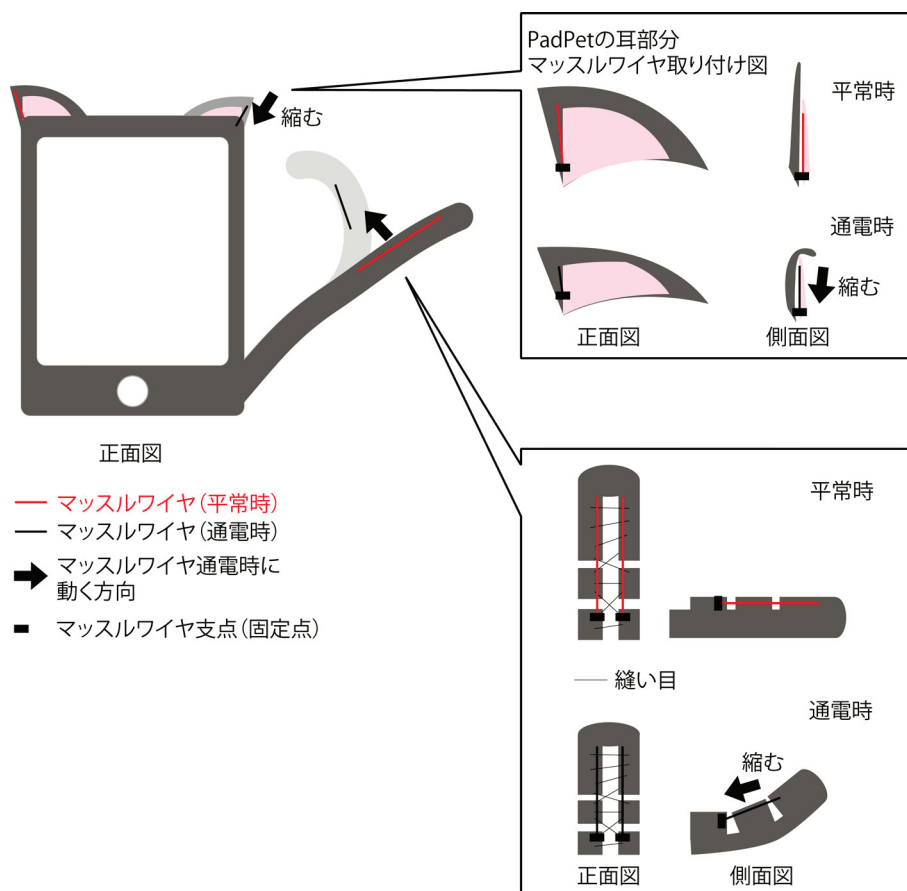


図3 マッスルワイヤの配置と駆動方向
Fig. 3 Locations and movements of the muscle wire actuators.

スルワイヤを縫い付けた（図3右上）。

尻尾については、布を筒状に緩く縫い合わせて、縫い目左右の縦方向にマッスルワイヤを取り付けることで、通電時には尻尾が垂直方向に曲がるよう設計した（図3右下）。この際、縫い目左右の横方向に複数のスリットを設けることで、一方向に曲がりやすいように工夫した。また、フェイクファー素材の毛足の長い特性を活かして、外観上はスリットや緩い縫製が見えないように配慮した。

制御部は IOIO モジュール⁴、及びマッスルワイヤ制御用の自作シールドから構成される。IOIO は、Android Accessory Development Kit (ADK) に対応したモジュールであり、Android 端末上のソフトウェアから USB 経由でセンサ／アクチュエータを手軽に制御することができる。また、電源供給も Android 端末から行えるため、充電問題などが起こりにくいシンプルなシステムを実現できる。

4 応用アプリケーション

PadPet の応用例として、以下のようなアプリケーションが考えられる。

4.1 遠隔操作状況の共有

遠隔地の PadPet の位置や操作状況（タッチパネル操作／画面姿勢の変化）から携帯端末の利用状況を推定し、もう一方の PadPet の動作に反映させることで、ユーザは遠隔地の友人が端末を利用する様子をさりげなく感じることができる。たとえば、（ビデオ）チャットを利用中に本機能を利用することで、映像／音声だけでは伝わりにくい周辺状況を相互に伝達することができる。

4.2 ペットの状態提示

ペット愛好家には、常にペットの様子を知りたいという人々も多い。そこで、遠隔地のペットの大まかな状態を無線加速度センサ／カメラなどで取得し、その活動状況を PadPet の動作に反映させることで、ユーザはペットの活動状況をさりげなくかんじることができる。たとえば、猫の移動速度に応じて、耳や尻尾の動作速度を変化させる。

4.3 生活リズムの提示

ペット愛好家には、ペットの行動周期に引きずられて、無意識に自分の生活リズムを合わせている人も多い。このメタファを利用して、ユーザが理想

的な生活リズム（起床／食事／就寝など）を事前にシステムに入力し、それに合わせて PadPet の動作を変化させる。たとえば、理想の就寝時刻が近づくと PadPet が眠そうな動作（耳を倒し、時々尻尾を振る）をする。これにより、ユーザは PadPet の行動周期に引きずられて、生活リズムを徐々に理想に近づけることができると考える。

4.4 マイクロブログ上の感情提示

Twitter などのマイクロブログ上では、その時の感情を簡単な言葉（例：「疲れた〜」「ふうふう」）でつぶやくことも多い。そこで、自分のタイムライン上（あるいは特定のユーザのタイムライン）のメッセージから感情表現を抽出し、ペットの表現メタファを用いて PadPet の動作に反映させることで、ユーザは自分の友人の感情状況をさりげなく感じることができる。

5 評価

ここでは、PadPet の外観／動作／利用場面の基礎的な印象を確認するために、評価実験を行った。

5.1 手法

被験者を 1 名ずつ実験室に呼び出し、PadPet を置いたテーブルに実験者と並んで座らせた。

まず外観の印象に関して実験者の質問に答える形で回答を得た。次に実験者が PadPet を操作し、耳／尻尾がそれぞれ単体で動く様子を見せる。単体の動作の印象について実験者の質問に答える形で回答を得た。さらに PadPet の機能／アプリケーションを説明し、被験者に PadPet を操作させた。サンプルアプリケーションは 2 種（1：画面操作に応じて状態を変える、2：バッテリー残量が少なくなると元気がなくなり、充電ケーブルを装着すると徐々に回復する）を切り替え、操作することができる。その後、システムの印象について、アンケート及びインタビューにより回答を得た。

被験者は専業主婦の既婚女性 7 名（33 歳～68 歳）である。

5.2 結果と考察

アンケートの結果を図 4 に示す。

まず外観の印象に関して、「動くとは思わなかった」という回答が多くあった。これは機械的な関節／可動部が外観から見え、一般的なタブレットカバーのような外観を持っているためだと考え

⁴<https://github.com/ytai/ioio/wiki/>

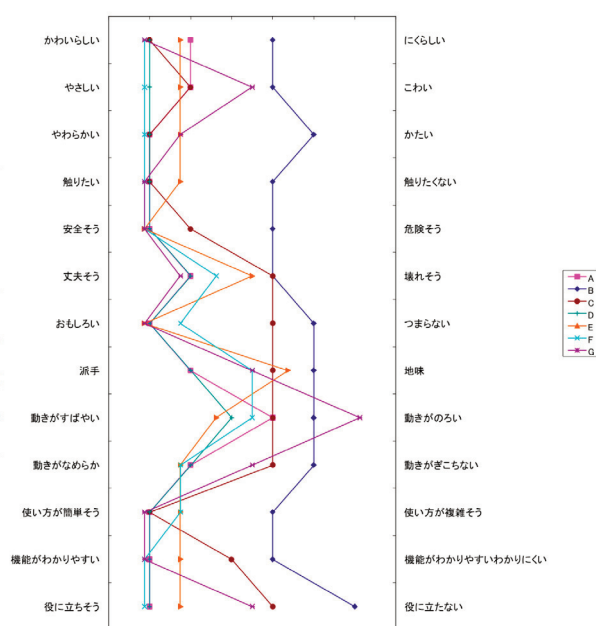


図4 印象評価の結果
Fig. 4 Results of the impression evaluation.

られる。また、手触りを確認した被験者も、PadPetの可動部に触れた際、「普通のぬいぐるみや布の感触」であるため、動くとは考えなかったと述べている。さらに、「色が好き／好きではない」「手触りが好み／好みではない」「兎型／犬型ならばよかった」など、個人の好みに関する回答が多く挙げられた。この問題は1種類のカバー（黒いファーの猫型）のみを被験者に提示したため発生したと考えられる。実際にシステムを利用する際には、好みの質感のカバーを選び、装着することが望ましい。

次に動作に関して、「より素早く動く方が良い」あるいは「より大きく動く方が良い」という回答が多くあった。今回のシステムでは、マッスルワイヤを直接布に縫い留めたため、放熱性が低く、マッスルワイヤが一度収縮した後、弛緩するまでに時間がかかってしまっていた。このため、素早い動きが出来ないという問題があった。また耳や尻尾部分の大きさが小さかったため、結果として動作が小さくなってしまったと考えられる。これらの問題は、放熱シリコンなどをマッスルワイヤとともに縫い付ける、耳や尻尾部分を大きくし、動作をわかりやすくするなどの工夫により解決できると考えている。

最後に利用方法に関して、「リビングや家族が集

まるところに置いておく」「子供の手の届かないところに置く」など、持ち歩き以外の利用を提示する回答が多く得られた。これは今回選択したタブレットが10.1インチで比較的大型のものであったため、一般的には個人で持ち歩く用途よりも家庭内など一定範囲内での利用が多いためだと考えられる。今後は、アウェアネスの常時共有により適した、小型の携帯端末に対応していきたい。

6 関連研究

情報提示機器に取り付け緩やかなアウェアネス情報提示を行うデバイスとして、ココナッチ [1], SmileSnail[2] が挙げられる。ココナッチ [1] はぷいぷいとした柔らかな素材でつつまれたロボットであり、柔らかい情報提示デバイスを硬い端末に接続するという点で本研究に近い。一方で、ココナッチを利用するにあたってはココナッチの提示する情報を読み取るためにココナッチの動きが何を意味するのかを新たに覚えなければならない。がある。SmileSnail[2] はユーザの感情に応じて写し鏡のように動作するロボットであるバイオメタルを用いた駆動で柔らかく静かに動作し情報を提示するという点で本研究に近いが、ココナッチと同様、コンピュータなどの端末に接続して利用するため、持ち歩きには不便であり、常時動作を確認するのは難しい。本研究では携帯端末と組み合わせることで持ち歩きやすく、充電しやすいシステムを実現した。また犬や猫の仕草をメタファとして用いることで、より直感的な情報提示を試みている。

大澤らによる直接擬人化手法を用いた機器からの情報提示の評価 [3] では目/口/腕といった人間の身体の一部を模したロボットを家電や家具などの物体に装着することで擬人化を試みている。身体の一部を模したロボットを従来の器物に組み合わせる点で本研究に近いが、本研究では犬や猫といった動物の身体を模しており、人とロボットの関係性が大きく異なっている。

携帯端末を制御装置として利用する試みとしてスマートペット⁵や Designing CALLY[4] が挙げられる。これらのシステムはシステムに携帯端末を組み込む点で本研究に近いが、専用のアプリケーションが画面や機器制御権を占有するため、携帯端末本来の機能を利用できない。また形状が携帯端末本来の形状と大きく異なるシステムのため、ハードウェ

⁵ スマートペット: <http://sp.asovision.com/>

アの点でも携帯端末の機能を妨げやすい。PadPetでは画面外での情報提示をバックグラウンドのアプリケーションとして制御し、また形状をカバー型にすることで、これらの問題を解決した。

柔軟素材をインタラクションに用いる試みは近年盛んに研究されている。Slyperらによる Sensing Through Structure[5]では電極を内蔵し形状を工夫したシリコンの構造体を柔らかな形状センサとして用いることを提案している。また、応用例としてiPhoneケース状のシリコンを入力デバイスとして用いることが提案されている。FuwaFuwa[6]は綿を内包する柔軟物体を入力に用いる試みである。球状のセンサモジュールを複数個柔軟物体に投入することで、接触位置などを検出することができる。PINOKY[7]は従来のぬいぐるみに後付けで取り付けることのできるデバイスであり、ぬいぐるみの手足などにバインダーリング状のデバイスを装着するだけで、外部から動作制御を行うことができる。本研究は携帯端末の柔らかなケースとして実装を行った点で Sensing Through Structure[5]に近いが、これを出力として情報提示に利用している点で異なる。また、アクチュエータとしてマッスルワイヤを用いることで、従来の柔らかな素材を出力に利用するデバイスと比べ、駆動音がほとんどなくなり、より生活空間のなかで利用するのに適したデバイスとなっている。

7 まとめと今後の展望

我々は、常時持ち運ばれることが多く、充電も容易なスマートフォンやタブレットといった汎用の携帯端末の「カバー」として動作するウェアネス共有システムのコンセプト AwareCoverを提案した。さらに、本コンセプトに基づき、犬や猫などのペットのメタファに基づく応用システム PadPetを試作し、基礎的な評価を行った。

今後はより持ち運びに適した小型サイズの携帯端末に対応し、応用例で示したアプリケーションを構築する。また情報提示だけでなくカバー型デバイスに適した入力手法や、ペットの種類や好みに合わせて選べる外観のバリエーションの拡張に取り組みたい。

謝辞

本研究はパナソニック株式会社の支援を受けた。

参考文献

- [1] 堀 紫, 鷺坂隆志, 渡邊峰生 Coconatch.
- [2] 中川真紀, 塚田浩二, 椎尾一郎 SmileSnail: ユーザの感情を反映する写し鏡ロボット, 第19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 (WISS2011) 予稿集, pp. 154–155 (2011).
- [3] 大澤博隆, 大村 廉, 今井倫太直接擬人化手法を用いた機器からの情報提示の評価, Vol. 10, No. 3, ヒューマンインタフェース学会, pp. 305–314 (オンライン), <http://ci.nii.ac.jp/naid/10024261805/> (2008).
- [4] Yim, J.-D. and Shaw, C. D.: Designing CALLY: a cell-phone robot, *Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems*, CHI EA '09, New York, NY, USA, ACM, pp. 2659–2662 (online), 10.1145/1520340.1520378 (2009).
- [5] Slyper, R., Poupyrev, I. and Hodgins, J.: Sensing through structure: designing soft silicone sensors, *Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction*, TEI '11, New York, NY, USA, ACM, pp. 213–220 (online), <http://doi.acm.org/10.1145/1935701.1935744> (2011).
- [6] Sugiura, Y., Kakehi, G., Withana, A., Lee, C., Sakamoto, D., Sugimoto, M., Inami, M. and Igarashi, T.: Detecting shape deformation of soft objects using directional photoreflectivity measurement, *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '11, New York, NY, USA, ACM, pp. 509–516 (online), <http://doi.acm.org/10.1145/2047196.2047263> (2011).
- [7] Sugiura, Y., Lee, C., Ogata, M., Withana, A., Makino, Y., Sakamoto, D., Inami, M. and Igarashi, T.: PINOKY: a ring that animates your plush toys, *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '12, New York, NY, USA, ACM, pp. 725–734 (online), 10.1145/2207676.2207780 (2012).