

操作の前提条件を自然な形で確認するインタフェース

彭雪儿^{†1} 宮下芳明^{†1}

概要：機器を操作する際、操作の前提条件が整っているかどうかを確認することは、安心感に大きく貢献する。本稿では、前提条件を確認するインタフェースがどのようにデザインされるべきかを検討し、実際にプロトタイプを試作した。ひとつは、赤外線リモコンのボタンを押して操作を行う前に、リモコンの位置や角度が適切かどうかを確認するためのインタフェースである。もうひとつは、音声ナビゲーションの際に電子コンパスが狂っていないかどうかを確認するためのインタフェースである。

1. はじめに

1.1 前提条件を確認するためのインタフェース

コンピュータ操作に限らず、我々はあらゆる道具とのインタラクションにおいて、「前提条件」を確認する行動を行っている。脚立に乗る前に揺らしたり、機器の電源ランプが光っているかどうかを見たり、ワイヤレスマイクを吹いてその吹かれ音を聞いたり、電話相手があまりにも静かだった場合に「聞いてる？」と発言したりといった具合である。これらの行動は、脚立が安定しているか、電源が入っているか、ワイヤレスマイクが受信されているか、電話の接続が確立しているかといった「前提条件」の「確認」であって、ユーザがしたいことそのものではない。しかし、前提が確立されていなければ、脚立に乗る、電源が入った機器を操作する、ワイヤレスマイクで話す、電話でコミュニケーションする、といったことがそもそもできない。したがって「前提条件が確立しているかを確認すること」はユーザにとって極めて重要な行動であり、たとえ十中八九、前提が満たされるようなものであったとしても、その後の安心感に大きく寄与すると思われる。

こうした前提条件を確認するためのインタフェースは、設計の段階で軽視されているか、コスト削減等の理由で搭載されないことも多いように思われる。たとえばワイヤレスキーボードには電源 LED がこそついているものの、Bluetooth の接続が張られていることを提示する LED はないことが多い。接続が確立しているかをユーザが確認する場合は、NumLock ボタンを押して LED が点くかどうかを見る、Win ボタンを押して画面内でメニューが開くかを見るなど、普段の使用の中でユーザが自ら工夫して確認手法を編み出しているように思われる。しかし本当は、設計の段階でこうしたユーザの確認操作も考慮し、それが「自然な形で」行えるようにデザインすべきであると考えられる。

1.2 デザインの方法

本稿では、前提条件を確認する操作がどのようなイン

タフェースとしてデザインされるべきかを考察し、実際にプロトタイプを作成した。

まずは機器の操作状況を定め、その操作に必要な前提条件も（複数ある場合はひとつに絞って）定める。次に、現状において、条件が満たされていないことにユーザが気づくとしたら、それがいつ、どのような状況のときなのかを考察する。条件が満たされていないことに気づくのが「操作後」だったり、なかなか気づかない場合は、「操作前」「操作中」に気づきやすくなるようなデザインを設計する必要がある。そして、最適なフィードバックの方法、可能な限り自然な操作手法を割り当てるようにする。

1.3 状況(1) テレビの赤外線リモコン

この 1.3 節で考察するのは、赤外線リモコンによって、テレビの電源を入れる状況である。

前提条件

必要となる前提条件は、赤外線リモコンの位置・角度が適切であるかどうかである。

条件が満たされていなかったことにいつ気づくか

この条件が満たされないと、電源ボタンを押した後もテレビが点かず、それによってようやくリモコンの位置・角度が不適切だったことに気づく。その後、リモコンの角度や位置を変えて電源ボタンを何度か押してみて、実際にテレビが点けば、そのときのリモコンの角度や位置が適切だったことを後で知ることとなる。起動に時間がかかるテレビの場合は、その最中に再び電源ボタンの押下信号を送ることでむしろ電源をオフにしてしまう可能性すらある。

フィードバックの方法

ユーザが電源ボタンを押す前に、「リモコンの位置や角度が適切である」という前提条件が確立しているかをフィードバックする必要がある。目を閉じて操作することは考えにくいのでフィードバックは視覚的に行えば良い。

自然に確認操作を行うためのデザイン

このケースの場合、確認操作のための専用ボタンは用意せず、リモコンを把持すれば自動的に確認操作が実施されればよいと考えられる。すなわち、リモコンを持ちテレ

びに向けたときに、適切な位置・角度であればテレビ付近の LED が点灯するようにする。それを確認したうえで電源ボタンを押すようにすれば、ユーザは確実にテレビの電源を点けられるようになる。

1.4 状況(2) スマートフォンの音声ナビゲーション

この 1.4 節で考察するのは、スマートフォンにおける音声ナビゲーションによってユーザが移動している状況である。ユーザはスマートフォンをポケットなどに入れ、イヤホンから聞こえる音声指示に沿って進む[1]。

前提条件

必要となる前提条件は、電子コンパスが正常動作していることである。

条件が満たされていないことに気づくか

この条件が満たされないと、ユーザは異なる場所に誘導されてしまう。なかなか目的地に到達しないことで初めて異常を感じ、スマホを取り出し、表示されている地図と実世界の位置関係から、電子コンパスが狂っていることに気づく。

フィードバックの方法

このケースの場合、ナビゲーションが行われている最中に、「電子コンパスが適切に機能している」という前提条件が確立しているかを確認できるようにすればよい。スマートフォンはポケットなどに入れているため、視覚的なフィードバックではなく、音声でそれが確認できるようにする。

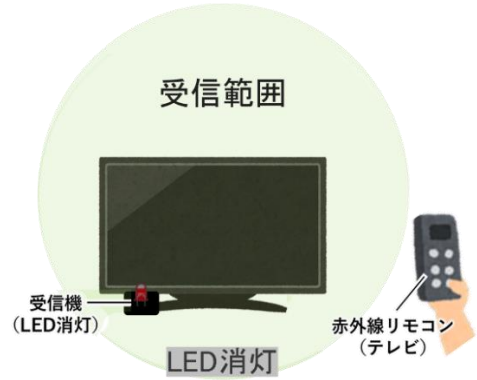
自然に確認操作を行うためのデザイン

異常を知るには、スマートフォンによる認識と実世界の状況に差異があるかどうかでユーザが把握するしかない。その確認操作を自然に行うために、右イヤホンをタップすると「右にあるはずの建物名」が読み上げられるインタフェースを考案した。読み上げられた建物が存在しない、あるいは違う方向にあったとき、スマートフォンの電子コンパスが狂っていると考えられる。

2. 赤外線リモコンにおける確認インタフェースの試作

2.1 概要

1.3 での考察に基づき、赤外線リモコンにおける確認インタフェースを試作する。まずテレビの受光モジュールの近くにもうひとつ赤外線受信機を設置する。リモコンからの赤外線信号を受信できない場合、受信機の LED は消灯し(図1上)、受信できる状態であれば常に点灯(図1下)するようにする。また、リモコンの下部にもうひとつの赤外線送信機を取り付け、タッチセンサでオンになるようにすることで把持するだけで送信がなされるようにする。



赤外線信号を受信できない場合



赤外線信号を受信できる場合

図1 赤外線リモコンの確認インタフェース。リモコンを把持するだけで赤外線が発せられ、受信範囲であれば受信機が点灯する。この「前提条件」を確認した上で電源ボタンを押せば確実にテレビの電源を入れることができる。

2.2 プロトタイプ

2.2.1 赤外線送信機

送信機は、Arduino UNO 及び赤外線 LED (7個) により構成された(図2左)。家電製品の赤外線リモコンは、900nm~950nm の赤外線をキャリアとして利用した無線制御システムである[5]ため、本プロトタイプには、家電リモコンの送信距離を再現するため、家電リモコンの赤外線信号のピーク波長がかなり近い 940nm の赤外線 LED を使用した。

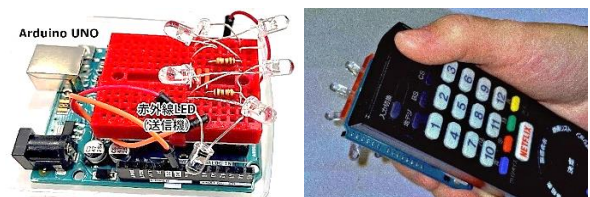


図2 赤外線送信機(リモコンの裏側に取り付ける)

これを家電リモコンの裏側につけ、リモコンを把持すれば送信機から赤外線信号が送信されるよう(図2右)、タッ

チセンサをとりつける。ユーザが家電を操作するためにリモコンを持ち上げると、裏側の送信機に設置されたタッチセンサが反応し、赤外線信号の送信を始める仕様となる。

2.2.2 赤外線受信機

実装した受信機は、Arduino Micro、ボタン電池（3V）及び赤外線受光モジュールで構成される（図 3。片方の Arduino Micro に電源を供給し稼働する。赤外線信号を受信している間、LED が常に光るように設置した。

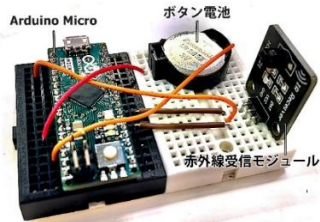


図 3 赤外線受信機（テレビ受光部付近に設置）

3. 電子コンパスにおける確認インタフェースの試作

3.1 概要

1.4 での考察に基づき、電子コンパスにおける確認インタフェースを試作する。ユーザがイヤホンの右側・左側を押すと、その方向にある建物名がアナウンスされる。実際に見えている景色と一致しているかどうかを見るだけで、自分が正しくナビゲーションされていることを確認することができる。

3.2 プロトタイプ

本プロトタイプは、Google Platform の Maps SDK for Android 及び Place API を用いて、提案アプリを実装した。音声ナビの指示を確実に聞き取れるよう、イヤホンの使用を推奨する。プロトタイプのイヤホン（図 4）では、外側にスイッチを配置している。周りの建物名取得する際に操作のボタンとして使用する。

ユーザが提案アプリを起動したのち、Google マップの音声ナビゲーションを開始する。開始後、最初の進行方向を確認したうへ、スマートフォンをポケットに入れ、音声ナビによる案内のみで進む。進行中、ユーザがイヤホンの左右ボタンを押すことで、道路の左右側に位置する建物を随時確認しながら、進行方向の正誤を判断する。また、提示された建物の位置が実際の位置と不一致の場合、電子コンパスの補正を行い、改めて提案アプリを起動し、正しい進行方向になっているかどうかを確認する。

3.2.1 ハードウェア

スマートフォンは SAMSUNG 社製 GALAXY NOTE 9 を使用した。実験用イヤホンは USB-C 端子に有線マウスを接続し、その左右ボタンをそれぞれ左右イヤホンに延長・設置するという手法で実装した（図 4）。



図 4 電子コンパスの確認インタフェース。右イヤホンと左イヤホンにスイッチを取り付けこれをマウスと接続することで、各イヤホンのタップ情報を得ている。

3.2.2 ソフトウェア

提案アプリは Kotlin で実装した Android アプリケーションである。また、Google マップ（for Android）ナビゲーションは他のアプリ画面に移動してもミニウィンドウとして画面上に表示されるため、使用時は提案アプリと併用する。ただし、音声案内を開始するには、スマートフォン画面上で開始ボタンをタップする操作が必要であるゆえ、音声案内が始まる最初の進行方向は音声で提示されない。それ以降は音声のみで利用可能である。

右イヤホンのボタンを押すと、右前方に位置する最寄りの建物名が読み上げられ、左イヤホンのボタンを押すと、左前方に位置する最寄りの建物名が読み上げられる。読み上げられた建物の位置が、ユーザの現在位置と一致しない場合、電子コンパスのずれが発生したと判断し、電子コンパスの補正を行う。電子コンパスが狂っているとユーザが判断した場合は、Google マップ（for Android）が推奨する電子コンパスの補正方法「スマートフォンを 8 の字で動かし調整する」[4]を行ってもらうこととなる。

4. 関連研究

4.1 コマンド実行のためのオーバーレイ操作 UI

David らは、従来のコンピュータシステムを使用する際に、コマンドを実行するため、ユーザの介入が必要であったユーザインタフェース（以下 UI）に対して、連続的なユーザタスクを妨げないオーバーレイ UI を提案した[2]。オーバーレイ UI は、検出されたコマンドをすべて表示することもできるが、確認が必要と判断された重要なコマンドに対してのみを表示することも可能である。操作上、目的を実現するために必要でない手順をシステムがユーザの代わりに実行することで、より自然な確認操作が行える UI を実現した。

4.2 操作支援における自己主体感と安心感評価

片岡らは、能動的操作支援の強さの変化が自己主体感と安心感に与える影響を調査した[3]。被験者に提示される目標信号に一致するように操作対象を操作し、様々な強さの支援に対して、印象を主観評価してもらった。実験結果により、強い支援によって自己主体感が減少したが、支援が強ければ容易に目標を達成できるため被験者は安心して操作できていたと考えられる。

本研究では、操作支援の代わりに、ユーザが自ら目的を実現するための条件が満たされているかどうかを確認できるインタフェースを提案することで、直接的に使用上の安心感向上につながると考える。

5. 考察と展望

本稿では、前提条件を確認するインタフェースがどのようにデザインされるべきかを検討し、実際にプロトタイプを試作した。ひとつは、赤外線リモコンのボタンを押して操作を行う前に、リモコンの位置や角度が適切かどうかを確認するためのインタフェースである。もうひとつは、音声ナビゲーションの際に電子コンパスが狂っていないかどうかを確認するためのインタフェースである。どちらのプロトタイプも実際に試用してもらっているが、どちらも想定通りに動作しており、操作の際に安心感があるとの感想を得ている。今後は実験によってこの安心感の度合いを定量的に評価するとともに、このデザイン指針をより一般化していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 彭雪儿, 宮下芳明. 電子コンパスのずれに気づける音声ナビゲーションシステム. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2021 論文集, Vol.2021, pp.364-367. (2021)
- [2] David.V, Yannis.P, Li.Q, Rebecca.J. Overlay user interface for command confirmation. Microsoft Corporation. (2009)
- [3] 片岡俊樹, 舟橋健司, 谷田公二. 入力装置を直接的に駆動する能動的操作支援システムが自己主体感に与える影響. 第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 3A1-01. (2017)
- [4] TeraDas. Google マップでスマホのコンパスを調整する方法, <https://www.teradas.net/archives/32324/>. (参照 2021/07/05).
- [5] 赤外線リモコンの通信フォーマット, http://elmschan.org/docs/ir_format.html. (参照 2021/12/18).