



タッチとジェスチャで作業現場を支援する グローブ型ウェアラブルデバイスの開発

境 克 司

保守・点検作業などの現場向けに NFC（近接距離通信, Near Field Communication）タグリーダーとジェスチャ入力機能を備えたグローブ型ウェアラブルデバイスを開発した。このウェアラブルデバイスにより、作業対象物に触れるという自然な行動の中で、情報収集・操作・記録といったことがハンズフリーで行えるため、作業を中断することなく、効率的に進めることができるようになる。本稿では、このグローブ型ウェアラブルデバイスの概要と作業現場への適用例をご紹介します。

キーワード：ハンズフリー、ウェアラブルデバイス、NFC、ジェスチャ入力

1. はじめに

近年、高機能なスマートフォンやタブレット等のスマート端末は、一般消費者の通信用途のみならず、販売店や教育現場、作業現場においても活用されはじめています。これまでは、書類で作業の標準化を行ってきたところを、スマート端末を用いて現場でも ICT（情報通信技術, Information and Communications Technology）を活用して、作業ミスや漏れを無くし、記録の電子化・情報の再利用を行おうという動きである。しかしながら、作業現場によっては、従来の端末を流用するだけでは、操作のために端末を見ることで作業が中断せざるを得なかったり、手袋の装着や手の汚れにより端末の取り出しそのものができなかったりといった課題があった。

2. グローブ型ウェアラブルデバイス

このような課題を解決するため、端末を取りだして操作する必要なく、実世界の「モノ」へのタッチ行動とジェスチャで作業現場の情報支援を実現するグローブ型ウェアラブルデバイスを開発した。このグローブ型ウェアラブルデバイスは、ヘッドマウントディスプレイやヘッドセットと連携することで、タッチパネルの操作といった端末の直接的な操作をすることなく作業を実行できるようにするものである。写真-1に、開発したグローブ型ウェアラブルデバイスの概要を示す。

グローブ型ウェアラブルガジェットは、センシング

機能として、NFC タグのリーダーと、ジャイロ・加速度などの姿勢センサから構成される。また、触覚や視覚で人に情報を伝えるため、振動モータと LED を搭載している。NFC タグの情報や姿勢センサの情報は省電力無線である Bluetooth 経由でスマート端末に送信され、その情報は必要に応じて情報を管理するサーバーとやりとりされる。図-1に、グローブ型ウェアラブルデバイスの概要



写真-1 グローブ型ウェアラブルデバイスの概要

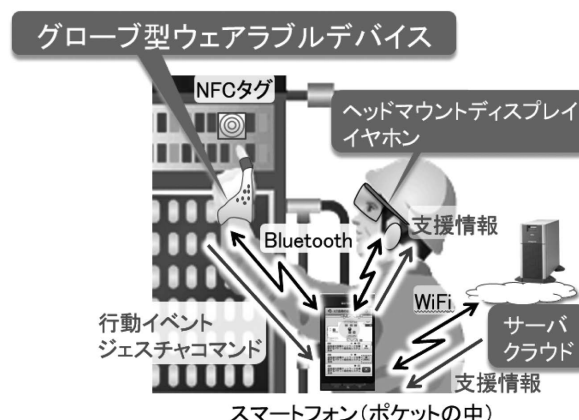
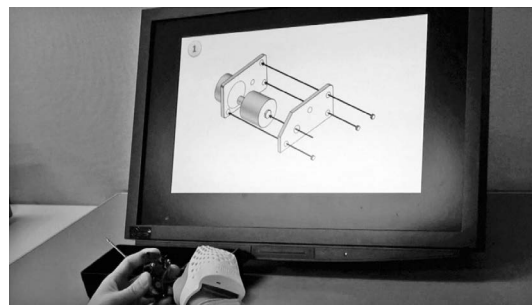


図-1 情報支援システム図



高所での作業



道具を持ちながらの作業

写真—2 想定作業例

アラブルデバイスとスマート端末、ヘッドマウントディスプレイ等と連携した情報支援のシステム概要図を示す。

作業現場では、確実かつ迅速な情報操作および入力が必要とされる。写真—2のような現場での点検・保守作業での情報操作・点検結果の入力を想定し、開発ポイントとして次の2点を掲げた。

(1) 行動起点での情報利用

「作業対象物にタッチすると、それに関連した必要な情報のみを提示することで、情報の選択ミスや手間を省く」

この課題を解決するために、NFC タグを利用した。NFC タグは、電子マネー等で利用されているように、読み取りが直観的で確実かつセキュリティに優れている。また、近接時のみ情報の読み取り可能であるため、人が意図した物への接触、といった行動と連動して物を確実に識別するために適している。そのため、グローブ型ウェアラブルデバイスでは、作業対象にリーチングするプリミティブな行動で作業対象を選択できるように NFC のタグ読み取りを指先まで拡張している。NFC タグの情報読み取りフローは以下の通りである。

1. 接触センサで物へのタッチを検出
2. グローブ型ウェアラブルデバイスの NFC タグリーダーを起動
3. 物に貼られたタグ ID の読み取り

4. 読み取ったタグ情報をスマート端末に送信
5. NFC タグリーダーを休止

NFC タグの読み取り機能・情報の送信の開始停止を省電力センサによるタッチイベントで制御することで、NFC タグ検知の高速応答性 (0.05 秒) を確保しながら、デバイスの使用可能時間を従来の 3 時間から 1 日の運用にも耐えうる 9 時間以上まで改善している。図—2 に、タッチイベントを起点とした処理フローを図示する。



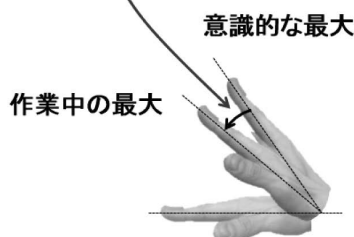
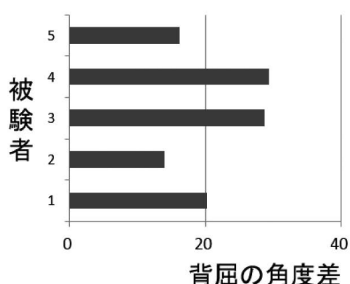
図—2 タッチイベント起点の処理フロー

(2) その場・その姿勢での入力

「作業姿勢のまま、道具を持ったままで、合否判定の結果を記録、情報を切り替えることを可能にすることで、持ち替え等の手間を削減、作業の中断を防ぐ」

この課題を解決するために、ジェスチャによる入力を採用した。ジェスチャ入力の大きな課題の一つは、通常の動きとジェスチャ入力の区別、いわゆるセグメンテーションの問題である。ジェスチャの認識率は、

意識的な可動域と作業中の利用域に15度以上の角度差が存在



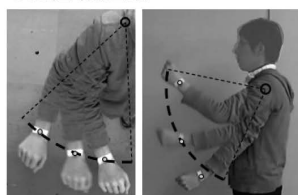
図—3 背屈動作の利用

ジェスチャ適用事例

- ・HMDの操作 ⇒ 左右: ページめくり 上下: 表示スクロール
- ・点検結果の入力 ⇒ 右旋回: 異常なし 左旋回: 異常あり



手首の動きは肩を中心とした回転運動



ジェスチャ認識率98%を実現

図—4 ジェスチャ入力の実現

作業で動いている腕の動きとジェスチャとの区別や、個人差によるジェスチャのばらつきに大きく依存する。そこで、通常の作業中にはほとんど表れない、手の甲を反らせる「背屈」という姿勢に着目し、この姿勢をきっかけに動作することで、通常の腕の動きとジェスチャとを区別した。「背屈」は、いわゆる手首を曲げる動作であるが、実験の結果、意識的な可動域と作業中の利用域に15度以上の角度差が存在することがわかった（図—3）。

この意識的な可動域を利用することで、作業姿勢によらず、また作業者の意図したタイミングでのみ正確にジェスチャ操作が可能となる。また、肩関節を原点とする座標を設定しジェスチャを定義した。これにより動きの個人差を吸収し、ジェスチャを様々な姿勢から違和感なく入力することが可能となる。背屈状態での個人差の少ない左・右・上・下・左旋回・右旋回の6パターンをジェスチャとして定義することで、検証の結果、98%以上の認識率を実現した（図—4）。

3. 作業現場への適用

我々の提案するグローブ型ウェアラブルデバイスでの情報支援システムを用いた、点検保守作業への具体的な適用例を以下に示す。

(1) 日常点検作業への適用例

定型の日常点検作業を迅速に行うための適用例をあげる。点検現場に到着すると、まず点検対象のパネルにタッチすると、このパネルへのタッチという行動を起点にスマートフォンがスリープモードから復帰し、このパネルの点検に関するアプリケーションが配信される。このように必要な時にスマートフォンが起動することで省電力になり、また、必要なアプリケーション

ンだけが配信されることで作業ミスを軽減することができる。

次に、作業員は、パネル上の点検箇所をタッチすることにより点検対象を特定（写真—3）し、ジェスチャで点検の可否結果を入力（写真—4）する。作業員には、必要に応じてイヤホンを通じて音声で情報を提示、または振動やLEDで入力ミスを知らせる。このようにタッチとジェスチャおよび音声・振動を使うことでスマートフォンを取り出すことなく点検作業を効率的に進められる。慣れてくればくるほど、タッチとジェスチャの繰り返しで、非常に素早い点検作業が可能となる。もちろん、この入力結果は電子的に保存される



写真—3 タッチ



写真—4 ジェスチャ

作業パネル上のタグをタッチし、点検個所に応じた情報を音声で支援を受けながら、サクサク点検作業を実行し、結果を記録する



※矢印の個所にタグが貼り付けられている。

図—5 日常点検作業適用例の概念図

ケーブルのタグをタッチしながらケーブルの接続箇所をヘッドマウントディスプレイの画像で支援を受けながら配線作業を実行する



複雑な配線作業

図—6 非定型作業適用例の概念図

ので、スマートフォンを取り出せば現場でも結果は確認でき、また、スマートフォンがネットワークにつながっていれば、リアルタイムに点検状態が遠隔地からでも確認可能である。点検結果は最初から電子化されているため、点検終了後、集計や報告書として出力することも容易である。図—5に、本適用例の概念図を示す。

(2) 配線接続作業への適用事例

次に非定型の作業を、情報支援を受けながら作業を行う場合への具体的な適用例をあげる。本例では、複雑な配線作業を行うことを想定している。ケーブルには、あらかじめ個別に NFC タグが貼り付けられている。作業者は、ケーブルを触るといった作業の流れの中で、ケーブルに関する情報を読み取ることができる。同時に作業者のヘッドマウントディスプレイ上に、そ

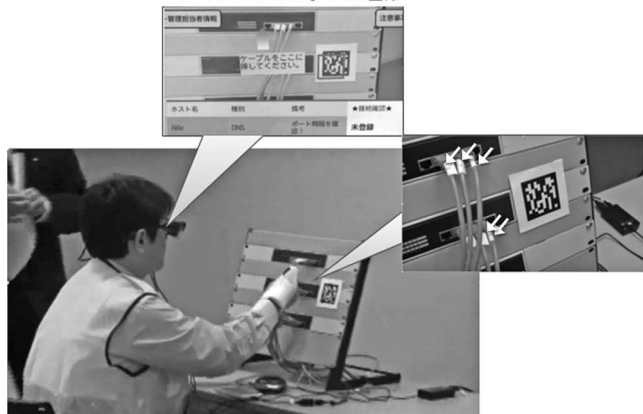
のケーブルに関する情報が、HUB のどこに挿入すれば良いか、具体的な位置とともに表示される（写真—5）。この場合もちろん、ケーブルを持ちながらにして、ジェスチャで作業に必要な情報を呼び出したりすることができる。図—6に、本適用例の概念図を示す。

4. おわりに

今回開発したグローブ型ウェアラブルデバイスを用いれば、このように、作業対象にタッチするだけでその対象に関する作業指示を入手し、簡単なジェスチャで作業結果を入力するようなソリューションが容易に構築でき、作業現場の効率化や作業ミスの防止に貢献できると考える。今後は、グローブ型ウェアラブルデバイスの装着性や耐環境性の改善はもとより、グローブ型に限らず、作業内容に適した形状のウェアラブルデバイスを開発し、保守点検だけでなく、建設・工事現場や工場など過酷な状況下でも活用可能な、作業員中心の情報支援ができるものを提案していく予定である。

J C M A

ヘッドマウントディスプレイ上の画像



※矢印の個所にタグが貼り付けられている。

写真—5 ケーブル接続作業

【筆者紹介】

境 克司（さかい かつし）

㈱富士通研究所

ヒューマンセントリックコンピューティング研究所

ヒューマンインタラクション研究部

