

# ウェアラブルグラスインタフェースの動向と日常生活行動ナビゲーションへの応用

## Recent Technology Trend of Wearable Glass Interface and ADL Support Navigation

佐野 睦夫<sup>†</sup>

Mutsuo SANO<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 大阪工業大学情報科学部 <sup>†</sup> Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology  
E-mail: <sup>†</sup> sano@is.oit.ac.ac.jp

### 1. はじめに

近年、携帯端末の進化とともに、ウェアラブルコンピュータの開発が進んでいる。特に、グラス型のウェアラブルコンピュータは、端末をかざすことなしに、ハンズフリーで作業対象や注目対象に情報提示が可能であり、視点を状況に応じて変化させる3次元性が高いメンテナンス作業や検査作業支援、ピッキング支援、医療分野での手術支援など、業務支援のためのインタフェースとして活用が進んでいる。ここで、ユーザの行動や状況に応じて負荷なく正確に情報を伝えるには、ユーザのコンテキスト理解が不可欠であるが、コンテキスト理解や行動理解技術はまだこれからである。また、一般大衆向けの情報ナビゲーションインタフェースとしては、個人情報保護の観点から課題が多く、活用が進んでいないのが現状であり、今後どのような形態で進化させていくのかは重要な問題となっている。

本論文では、グラス型のウェアラブルインタフェースの製品レベルの技術動向をサーベイし、課題を明らかにするとともに、高齢者や認知障害者のための日常生活行動 (ADL: Activities of Daily Living) ナビゲーションへの応用研究事例を紹介する。

### 2. ウェアラブルグラスインタフェースの現状と課題

製品レベルのグラス型インタフェースとしては、全く新しいユーザインタフェースのものと、スマートフォンのユーザインタフェースを踏襲したものとに大別される。全く新しいユーザインタフェースを有するものとしては、1) Google Glass (米国 Google 社) が代表的である。スマートフォンのユーザインタフェースを踏襲したものとしては、2) M1 Smart Glass (米国 Vuzix 社)、3) BT-200AV (国内セイコーエプソン社)、4) InfoLinker (国内ウェストユニティス社) が挙げられる。まだまだ入手できるものは少ない。以下、それぞれの特徴と課題について述べる。

#### 1) Google Glass

音声コマンドによる操作が中心であるが、タップ、水平スワイプ (タイムライン選択)、ヘッドモーションにより画面遷移し、操作に多様性を持たせている。垂直スワイプによるコマンドキャンセル機能、ウインクセンサーによる撮影機能なども有し、手の操作なしに制御することも可能である [1]。1行 10文字程度、3行分が実世界とオーバーラップして判読できる限界であるという観点から、映像の視野サイズをデザインしている (映像視野サイズは 50cm 先換算のカードサイズ) [2]。ただし、情報表示は実世界の光や色にも影響され、ユーザコンテキストに基づき情報提示制御する仕組みが必要である。また、カメラは広角固定で、解像度 500 万画素、720p 動画撮影仕様 [3] となっており、記録に残すには十分な解像度である。

#### 2) M100 Smart Glass

画面設計は一部カスタマイズされているが基本的にはスマートフォンの機能を踏襲している。映像視野サイズは Google Glass と同じである。種々の企業向け仕様が開発されており、M100 の他に、両眼シースルータイプの STAR1200XL-D などがある [4]。

#### 3) BT-200AV

両眼で自然な見え方での情報提示ができる。映像視野サイズは 50cm 先換算ではがきサイズとなっており、鮮明な映像表示が可能である。ユーザインタフェースはスマートフォンの機能を踏襲したものである [5]。

#### 4) InfoLinker

スマートフォンは不要で、サーバと直接接続可能な構成であり、49g と軽量であり負荷なく作業できる BtoB 向けの仕様となっている [6]。

1)~4)とも、ユーザコンテキスト獲得としては、加速度・角速度・地磁気センサ、GPS、音声情報を基本としているが、より詳細な環境認識が可能なカメラからの視覚コンテキスト取得性能は十分ではない。リアルタイムに視覚情報をフィードバックするには高性能なクラウドコンピューティング技術が必要である。しかしながら、ウェアラブルグラスは、現在の仕様に

に基づき、工場での検査工程や特定のメンテナンス作業など限定された作業環境ではあるが、利用が進んでいる。また、ジェスチャ操作を主体としたユーザインタフェースなど新しい機能を有する製品についても、各社で開発が進みつつある。

上記のとおり、BtoB 向けの開発は進んでいるが、一般利用者向け (BtoC) の情報案内やアミューズメント活用に関しては、個人情報保護の観点から課題が多く、足踏み状態である。

また、福祉向けの活用に関しては、基礎研究が進んできている[7]-[11]。業務用と較べて、福祉向けのアプリケーションでは、ユーザが置かれている状況が多岐に渡り、ユーザの認知能力や身体能力の個人差が大きく、環境理解やユーザの行動理解が必須である。このような環境認識や行動理解のためには、加速度センサや角速度センサ、地磁気センサ、GPSなど従来のセンシング手段に加えて、映像認識によるコンテキスト理解機能の強化が必要である。

本論文では、日常生活行動ナビゲーションの応用を事例にとり、視覚情報からの日常生活行動理解の到達点を述べる。

### 3. 日常生活行動ナビゲーションへの応用

我々は、高齢者や認知症患者の日常生活行動の中で、調理行動や片づけ行動に着目し、日常生活行動ナビゲーション支援の研究を行っている[11]。本章では、日常生活行動ナビゲーション支援ウェアラブルグラスへの適用可能性を述べる。

#### 3.1 調理行動ナビゲーション

我々は、日常生活の自立支援をめざし、調理行動ナビゲーションによる認知リハビリテーションの研究を行ってきた。図1に示すように、教師映像と単文構成の調理ステップを対話形式で提示するインタフェース[12]や、センシング結果と同期して、次の調理ステップと教師映像が提示されるインタフェース[13]が提案されている。動作同期型ナビゲーションでは、環境カメラで調理器具に付与されたARマーカ読み取り、開閉センサや振動センサなど、環境に埋め込まれたセンシング機能を利用している。



図1 調理行動ナビゲーション

しかしながら、センシング機能を環境に埋め込むには多くのコストが必要となり、ウェアラブルセンサに基づくセンシング方式が期待されている。

#### 3.2 ウェアラブルカメラによる日常生活行動認識

ウェアラブルカメラを活用した日常生活行動認識の事例として、調理環境の認識例を図2、図3に示す。調理環境を構成する調理器具は人工物で特定形状を示すためモデルベースなマッチング手法が適用できる。ここでは、確率的ハフ変換により調理器具認識を行っている。一方で、調理環境で用いられる食材は、自然物で自由形状であり、加工が進むにつれて、形状や色に変化する。具体的には、色特徴やSIFTやSURFのような局所形状特徴の相補的利用[14]と、食材の変化の遷移を追跡するトラッキング処理 (Particle Filter) により実現している。

さらに、動作認識も併用して行動認識を行う。主として、両手の動きをトラッキングする。具体的には、図4に示すように、1)色相 (HSV) による手領域の抽出、2)右手・左手領域の重心をそれぞれ算出、3)重心の時系列移動方向ベクトルを算出し、k-NN法を用いて、学習・識別を行う[10]。

上記の手法については、限定されたカテゴリではあるが、85%以上の認識性能となっている。



図2 調理器具認識 (フライパン, まな板)



図3 食材認識とトラッキング



図4 動作認識 (手の状態認識)

### 3.3 ウェアラブルカメラによる日常生活行動における認知状態の理解

実際の日常生活行動を支援するには、生活行動認識結果に基づき、今、何をしようとしているか、何が欠落していたかなどを推定し、認知状態の理解を進める必要がある。何をしようとして何ができたかできなかったかを示す遂行理解、注意すべき対象を注意しているかを示す注意行動理解の到達点を紹介する。

#### 3.3.1 遂行理解

図5に示すように、生活タスク知識と行動パターン集合に基づき、受理する動作フローモデルの自動生成を行う。生成された動作フローモデルに基づき、頭部に搭載したウェアラブルカメラによる入力される映像情報から行動認識を行い、照合を行うことにより、遂行理解を行う。動作フローモデルとしては、順序の入れ替えや途中で間違っただけに気づき、バックトラックしリカバー処理ができるような柔軟な構造が必要となる。現在、遂行理解の信頼性は80%程度であるが、行動認識の精度を向上させることにより、100%に近い検出信頼性を達成することを目標としている[10]。

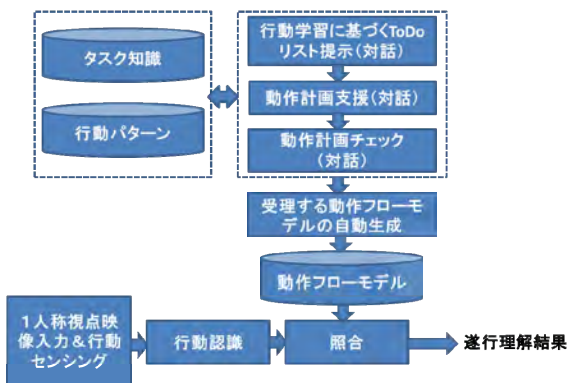


図5 遂行理解プロセス

#### 3.3.2 注意行動理解

日常生活では、並行作業があらゆるところで存在し、注意しているか否かを理解する必要がある。具体的には、視覚系の知覚プロセスから算出されるボトムアップの注意制御とタスクフローから導出されるトップダウンの注意制御を統合した注意予測モデルに基づき、視線予測可能な Focus Map (フォーカスマップ) を生成する。Focus Map から導出された注意予測仮説と、タスクイベントやユーザ行動モデルから生成されるトップダウンの注意フローモデルに基づき、各時刻における行動環境の認識情報に対し、注意状態を予測・検証する。各注意状態は、反応時間指標、維持指標、選択的注意指標、配分的注意指標、注意制御指標の5つの指標[13]に基づき評価される。

現在、限定された環境ではあるが、不注意行動をトップダウン推論で90%近くの精度で検出できている。ボトムアップ制御の信頼性は現在検討中であり、検出精度を100%に近いものにしていく予定である[10]。

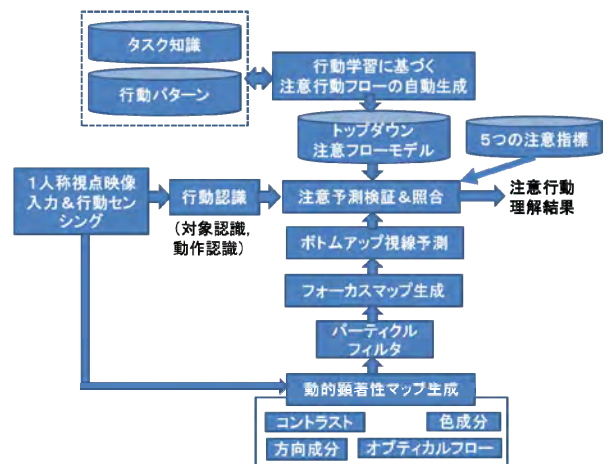


図6 注意行動理解プロセス

## 4. まとめ

本論文では、グラス型のウェアラブルインタフェースの技術動向を紹介し、コンテキスト理解の必要性に言及した。同時に、ウェアラブルカメラによる視覚的コンテキスト理解手法を紹介し、高齢者や認知症患者の日常生活行動支援への到達点を述べた。今後、日常生活環境やユーザ行動の認識精度の向上、認知モデルに基づく状況理解の推進が課題として挙げられる。

本研究の一部は、文部科学省研究費補助金(基盤C 24500245 および基盤C)の支援を受けた。

## 文 献

- [1] <https://developers.google.com/glass/design/ui>

- [2] [https://developers.google.com/glass/design/style#layout\\_templates](https://developers.google.com/glass/design/style#layout_templates)
- [3] <https://glass.google.com/getglass/shop/glass>
- [4] <http://www.vuzix.jp/smartglasses/>
- [5] <http://www.epson.jp/products/moverio/bt200/>
- [6] <http://www.westunitis.co.jp/web/wearable/infolinker/default.aspx>
- [7] 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 光森洋美, 松井元子, 大谷貴美子, 米村俊一, 大出道子, 廣畑史子, “食生活行動遠隔認知リハビリテーション支援システムに基づく高次脳機能障害者の自立に向けた介入,” 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム J97-D(1) ヒューマンコミュニケーション～価値ある生活環境構築のための情報技術～論文特集, pp. 95-107, 2014.
- [8] 佐野睦夫, 宮脇健三郎, 米村俊一, 大出道子, “調理ナビゲーションシステムに基づく高次脳機能障害者の認知リハビリテーション,” 認知リハビリテーション Vol. 18, No. 1, pp. 72-77, 2013
- [9] 佐野睦夫, 大井翔, 水野翔太, 渋谷咲月, 池ヶ谷剛, 中山佳代, 大出道子, 萩原摩記, 光森洋美, 松井元子, 大谷貴美子, “高次脳機能障害者の自立に向けた調理リハビリテーションのための振り返り支援インタフェースに基づく振り返りの効果検証
- [10] 佐野睦夫, 大井翔, 渋谷咲月, 水野翔太, 池ヶ谷剛, 中山佳代, 大出道子, 田淵肇, 斎藤文恵, 加藤元一郎, “認知障がい者の気づきや意欲を誘発する振り返り支援システム構成のための基礎的検討,” 信学技報, vol. 114, no. 512, WIT2014-107, pp.125-130, 2015.
- [11] 佐野睦夫, 大井翔, 池ヶ谷剛, “生活行動を題材とした認知リハビリテーションにおける認知機能自動評価,” 日本ロボット学会第2回インテリジェントホームロボティクス研究会, 2015.
- [12] 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 米村俊一, 大出道子, 松岡美保子, “高次脳機能障害者向け調理ナビゲーションのためのレシピおよび提示メディアの構造化,” 映像情報メディア学会論文誌 Vol.64, No.12, pp.1863-1872, 2010.
- [13] 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 近間正樹, 上田博唯: “動作同期型調理ナビゲーションのための実世界対応型調理タスクモデル”, 画像電子学会誌, Vol. 36, No. 3, pp. 252~263, 2007.
- [14] 大井翔, 佐野睦夫, 水野翔太, 渋谷咲月, 池ヶ谷剛, 杉谷正成, 中山佳代, 大出道子, 萩原摩記, 杜邦, 近藤一晃, 中村裕一, “高次脳機能障がい者の認知リハビリテーションのための調理中の注意行動自動評価と振り返り支援システム,” 2014 年映像情報メディア学会年次大会 14-6, 2014.