

実世界情報システムプロジェクト アテンティブエンバイロメント研究グループ

木村文彦，新井民夫，高増潔，鈴木宏正，太田順，山本晃生，小谷潔，杉正夫
工学系研究科精密機械工学専攻

佐藤洋一 生産技術研究所
新誠一 情報理工学系研究科システム情報学専攻

1 はじめに

本グループは，精密機械工学専攻が中心となつて，主として，生産環境における“人と機械との新しいインタラクション”をテーマとし，特に，セル生産を想定した作業を支援するための新しい知能機械システムとして，“作業者に手を差し伸べる環境”として AE (Attentive Environment) について研究を行っている．また開発目標として，組立作業の中心となる部品のハンドリング作業を柔軟に行うシステムを検討し，モーショントレイや情報提示，バイタルサインモニタを統合した Attentive Workbench (AWB) システムを開発している．昨年度までに，主要構成要素について研究開発を行った．

本年度は，開発した主要構成要素をどのように統合化するかを検討し，統合化へ向けた準備段階として各要素の改良を中心に研究を進めた．以下，その概要について報告する．

2 Attentive Workbench (AWB)

ここではセル生産に対応できる新しい作業支援システムを考える上で，“作業者に手を差し伸べるシステム”をキーワードとしている．手を差し伸べるとは，機械が作業を代行するのではなく，作業はあくまでも人間が主体となって行うが，負担が大きいときにそれを軽減したり，ちょっとした手助けが欲しいときに，その意図を解して手伝ったりするものである．

このような作業支援システムを実現するには，次のような機能が必要となる．

- 作業者の状態認識機能
- 作業意図の認識

● 支援動作計画機能

このようなシステムを実証的に研究するために，本プロジェクトでは，AWB を開発している．この装置の構成は次のようなものである．また構成を図 1 に示す．

- 移動トレイシステム：平面リニアモータで駆動される多数個のトレイがあり，道具や部品を運んだり，保管したりし，作業に応じて部品を供給したり，工程間の物流を行う．また，アタッチメントをつけて道具になったり，協調動作によって大きなものを運んだりする．
- 作業者認識センサ：人間の心拍数や呼吸をセンサするバイタルサインモニタや，動作を認識するビジョンシステムからなる．
- 情報呈示プロジェクタ：工程の進み具合や作業者の心理状態などをふまえて，的確な作業状況や作業指示などの情報を呈示する．
- 部品認識タグ：環境内の部品や道具を識別することによってコンテキストを設定するためのタグ

3 研究実施体制

本研究グループは，さらに以下の 5 つのサブグループに分かれて研究を行っている．

- 新井・太田研究室（精密機械工学専攻）
- 木村・鈴木研究室（精密機械工学専攻）および佐藤研究室（生産技術研究所）
- 新研究室（システム情報学専攻）
- 高増研究室（精密機械工学専攻）
- 山本研究室（精密機械工学専攻）(アイウエオ順)

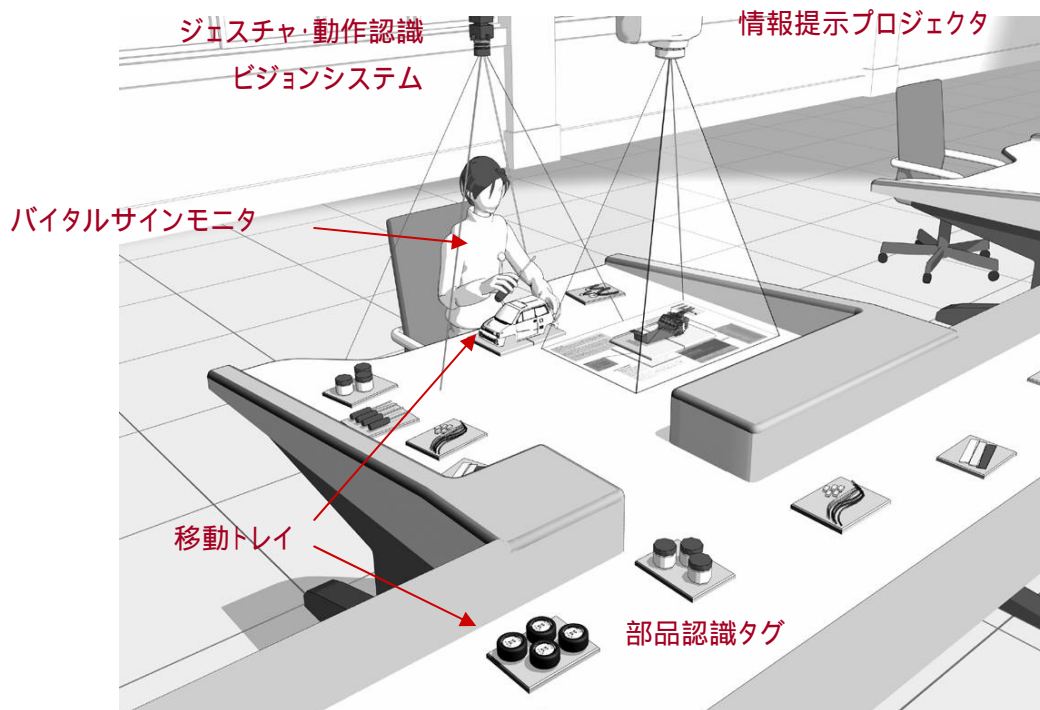


図1 AWB の概念図

さらに、次の2名のCOE特任助手が研究の中心となっている。

- 杉正夫（精密機械工学専攻）
- 小谷潔（精密機械工学専攻）

これらが独立に研究を進めているのではなく、AWBとしての統合を目標にして、情報交換や研究打ち合わせを行いつつ共同研究を実施している。

4 平成16年度研究成果

上記のサブグループの研究内容については、それぞれの研究報告を参考にしたい。以下では、それらの成果を総括する。

4.1 学術的成果

新たに得られた学術的知見には以下のようなものがある。

- 作業時における生体負荷の評価技術：呼吸位相領域の解析手法が従来の生体負荷評価手法よりも有効である可能性の提示し、この手法をリアルタイムへ拡張し、リアルタイム負荷制御実験を行った。

- 自走式トレイ群の形態生成：複数の自走式トレイを群として制御し、どのトレイを選択肢、どのように移動・整列させるかの手法を開発した。また、作業者の過去の行為系列に基づいたトレイの適応的配置手法を提案し、実現可能性を示した。
- 平面リニアモータの協調動作と無線化：複数の平面リニアモータによる協調動作の可能性を検証した。また、平面リニアモータの無線化の基礎的な検討を行った。
- 静電搬送システム：平面リニアモータの新しい方式として、平面静電搬送システムの開発を行った。
- ユビキタス環境：情報家電システムの可視化、モデル化、最適化によりユビキタス環境を構築する方式を提案した。

4.2 武田先端知ビルによる研究体制

武田先端知ビルに実世界情報システムとして、1部屋を借室した。その部屋の一部をAEグループの統合化のための実験拠点として使用している。

図2は、部屋の内部の状況である。左側が情報提示および作業者の動きを認識するための動作認識ビジョンシステム(図3)であり、中央奥に平面リニアモータによる移動トレイシステム(図4)が設置されている。また、右側は特任助手および大学院学生の研究スペース(図5)となっている。

この部屋を効率的に利用することで、AEグループとしての統合化を急速に進めることができている。この環境で、将来のデモを踏まえたシナリオの開発を行っている。



図2 武田先端知ビル of AE グループの研究状況
左側：情報提示および動作認識，中央：平面リニアモータ，右側：研究スペース

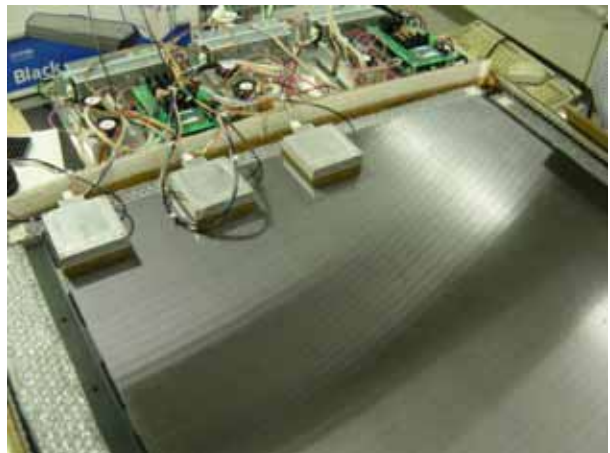


図4 平面リニアモータ



図5 研究スペース



図3 情報提示および作業者の動作認識ビジョンシステム

4.3 精密工学会におけるオーガナイズドセッション

プロジェクトの特記事項として、精密工学会において、以下のように AWB に関するオーガナイズドセッションを2回実施(内1回は実施予定)したことが挙げられる。昨年度も2回のオーガナイズドセッションを実施したが、本年度になり、外部からの発表者(以下のリストで*はこの研究グループ以外からの発表)も増え、この分野への関心の高まりが認められている。

- 2004年9月精密工学会秋季大会学術講演会オーガナイズドセッション「作業者配慮型生産支援環境」
 - 作業時における生体負荷の評価(第2報)
 - 呼吸位相領域の心拍変動解析を応用したリアルタイム負荷評価手法 - (東京大学)
 - 平面リニアモータシステムの開発(第2報)
 - 複数モータの協調動作と改良点の

- 提案 - (東京大学)
- メッシュ状印刷電極を用いた2自由度平面静電アクチュエータ(東京大学)
- 人間支援型生産システムのための自走式トレイ群の運動制御(第2報) - 複数トレイの協調動作 -
- 記憶と忘却による自律分散型 FMS のリアルタイム制御 (*岐阜大学)
- 2005年3月精密工学会春季大会学術講演会オーガナイズドセッション「作業者配慮型生産支援環境」
 - 卓上作業支援環境における自走式トレイ群の形態生成(東京大学)
 - 卓上作業支援システムにおける自走式トレイの配置(東京大学)
 - 作業時における生体負荷の評価(第3報) - 作業下における測定, 解析手法の検討 - (東京大学)
 - 力覚による機構挙動の評価方法(東京大学)
 - A Study on Behavioral Design through Interaction between Autonomous Behavioral Criteria Learning System and Human (*神戸大学)
 - シミュレータによる手溶接の技能訓練-実作業とシミュレータ作業の動作比較- (*千葉大学)
 - ブルートゥースを用いた屋内位置計測に関する研究(第1報) - 伝播減衰と位置計測精度の評価 - (*東京大学)
 - Bluetooth 通信型ウェアラブル情報機器を用いた行動認識・支援システムの開発 (*東京大学)
 - 脳波による感性表現システム(*茨城大学)

5 次年度の研究計画

平成16年度の研究を通じて、各研究課題とそれに対するアプローチが明確化され、各要素の完成度が向上し、統合化への検討が行われつつある。平成17年度は、統合化へのシナリオを明確にして、統合化に問題となる要因の解決を図ることが重要となる。また、研究の展開を通じて、装置等の拡張も必要となっており、これも順次整備する。具体的には、以下の項目について研究を行う予定である。

- 生産方式の検討とシナリオ作成：いくつかの例題作業などについての検討を進めてい

るが、デモ用のシナリオの詳細化を行う。このシナリオに対応して、各要素の接続方法のとして、各要素間を結びつけるプロトコルを整備し、接続方法を決定する。

- バイタルサインモニタリングシステムの開発：特に作業者の負荷評価手法について研究する。
- ビジョンによるジェスチャからの作業意図の認識：作業者の腕の動作は、ビジョンシステムによる画像から認識される。組立作業の基本動作において、自然な動きから作業意図を認識する手法を開発する。
- 自律分散型トレイ制御システムの開発：作業計画からトレイの動きを制御するシステムのアーキテクチャを考案し、これに基づくシステムを開発する。さらに、トレイ駆動装置の基本的な性能実験の結果に基づき、より複雑な動きを実現する。
- トレイ駆動アクチュエータの開発：静電気力などを用いたアクチュエーションによって、より簡易な構造でトレイ等の搬送を可能とする駆動システムを試作する。
- AWB の評価実験：設定されたシナリオに基づき、トレイシステムと情報提示系、ビジョン系などの接続実験を行う。その準備段階に沿って、いくつかの評価実験を行う。

6 おわりに

16年度は、15年度に引き続き導入した装置が稼動するようになり、それを用いた実験が本格化した。さらに、統合やデモに向けて、研究の準備が各グループで行われた。今後は、統合化の作業をさらに本格化させる必要がある。その点において、二人の特任助手は、プロジェクトの中心として研究を推進し、また、本融合プロジェクトにおいても重要な役割を果たしていることは大変頼もしい。

また、武田先端知ビルに研究室を確保でき、このスペースを非常に有効に利用することで本グループ内の研究推進のみならず、本融合プロジェクトのセンターとなれるように活動をさらに活発化させたことが大きな成果であった。

(文責：高増潔)