

平成 23 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2011

課題番号：20510150

研究課題名 (和文) 多工程組み立ての作業困難さを考慮する製品・生産設計の多目的最適化法の開発

研究課題名 (英文) Development of procedure to resolve multi-objective problem of product design and process design considering operation difficulty in assembly process

研究代表者

荒川 雅裕 (MASAHIRO ARAKAWA)

関西大学・環境都市工学部・教授

研究者番号：70288794

研究代表者の専門分野：生産システム

科研費の分科・細目：社会システム

キーワード：(1)作業困難さ (2)製品設計 (3)BOM (4)組立作業 (5)部品配置 (6)作業順序 (7)最適設計 (8)分解作業

## 1. 研究計画の概要

本研究では作業の困難さを評価し、製品を構成する部品の配置を自動的に設計する方法の開発を目的とする。作業者の手作業によって行われる部品組立作業に着目し、作業を困難とする要因を定量化し、作業時間に及ぼす影響から作業困難さの特徴を分析する。作業の困難さは製品内の部品取り付け位置に影響するため、作業の困難さを作業時間に関連付けることで作業を容易にする部品取り付け位置を最適化問題として取り扱う。これにより生産性の高い部品配置と作業順序の作成が可能となる。

製品・部品構造は製品形状や部品配置に関する制約がなければ、製品構造は巨大化し、部品接続が容易な器具が設定される。一方で市場に要求される製品は小型化の方向にあり、形状や接続に関する評価値を制約条件もしくは目的関数として導入が必要である。このことから、部品配置と作業順序の変更による作業時間と製品体積の同時削減を目的とする多目的最適化問題として取り扱う必要がある。本研究では多目的問題の求解のため、多目的遺伝的アルゴリズムを導入し、部品配置と作業時間を算出するためにデコード処理を含める。

## 2. 研究の進捗状況

(1)現実の組立型パーソナルコンピュー

タ(PC)を利用して、部品の取り付け位置による作業困難さの評価と組立作業時間の関係を実験から調べた。作業困難さの要因を複数導入し、組立作業に現れる作業を「挿入」と「ネジ止め」に分類し、複数の要因と作業時間のレイティング値(標準作業時間との比)を比較した。

その結果、ネジ止め作業では作業困難さの値に対して、レイティング値は追従しており、困難さの定量的な判断が有効であることが考察された。一方、差込み作業では作業時間が小さいため、作業困難さや評価値にかかわらず時間の変動やレイティング値が大きくなる傾向が見られた。基本とする製品の作業に対して、部品の配置から評価される作業困難さの各項目の評価値とレイティング値をニューラルネットワークによって関連付け、その関連付けを利用して、類似する製品における部品配置から評価される作業困難さを利用して組立て作業時間の見積もりを行った。見積もられた作業時間は実機による測定実験から得た作業時間に近似した値が得られた。この結果は、導入した作業困難さの要因となる評価値が適当であること、作業時間の見積もりが可能であることを示した。そして、対話的に部品配置による作業の困難さを評価し、部品配置設計の方法を提案し、PCの部品配置の再設計による評価を行った。

また、異なる問題(配送計画)を対象として

多目的遺伝的アルゴリズムを開発した。このアルゴリズムでは、単目的関数に対して局所探索法が組み入れており、短時間で質の高いパレート解を生成することを示した。提案したアルゴリズムを本研究の方法に適用する。

### 3. 現在までの達成度

#### ②おおむね順調に進展している

下記の点で現在までに研究は順調に進んでいると判断できる。

- (1) 組み立て作業における作業困難さの要因とその基準の定義し、実験から得られた作業時間から要因による評価の有効性、および因子分析から要因による影響の程度を示した。
- (2) 作業困難さの要因の影響を考慮して部品配置の再設計を行い、実機を用いた組立作業の実験を行い、再設計の有効性および再設計の特徴を示した。
- (3) 部品配置の再設計における作業時間の予測値を計算する方法を提案し、実機による作業実験から有効性を示した。
- (4) 本研究では予定していなかった、上位の設計作業(企画設計, 概要設計, 基本設計)において、作業の困難さを評価して創造的な設計作業を支援するデータ構造、および情報システムの開発を行った。

### 4. 今後の研究の推進方策

今後の研究では、部品配置と部品の取り付け順序を操作するための遺伝的アルゴリズムを開発する。そして、このアルゴリズムに作業時間を算出する計算方法を組み合わせることで自動的に部品配置と部品の取り付け順序を設計するシステムとして開発する。

### 5. 代表的な研究成果

#### 〔雑誌論文〕(計7件)

荒川雅裕：製品の多品種化に対する製品の改良設計のためのデータ構造表の開発, 国際プロジェクト・プログラムマネジメント学会誌, 査読あり, Vol.3, No.1, 2008, 41-50.

Masahiro Arakawa : Design of Parts Location to Improve Assembly Process, Proceedings of the 9th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference 2008, 査読あり, 2008, 2299- 2310

Masahiro Arakawa, Tetsuo Yamada : Operation Design for Disassembly considering a Product Structure, International Conference on Intelligent Manufacturing & Logistics Systems IML2009 &

Symposium on Group Technology and Cellular Manufacturing GT/CM2009, 査読なし, 2009, 190-197

Masahiro Arakawa : Development of Information System for Product Design with Evaluating Assembly Process and Characteristics of Product Functions, Proceedings of Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference 2009 (APIEMS2009), 査読あり, 2009, 1694-1703

坊敏隆, 荒川雅裕 : 総距離と平均稼働時間の二目的配送計画問題に対するハイブリッド探索法の提案, 日本経営工学会論文誌, 査読あり, Vol.61, No.4, 2010, 223-233

#### 〔学会発表〕(計9件)

Masahiro Arakawa : Design of Parts Location to Improve Assembly Process, The 9th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference 2008, 3-5 December 2008, Bali, Indonesia

Masahiro Arakawa : Operation Design for Disassembly considering a Product Structure, International Conference on Intelligent Manufacturing & Logistics Systems IML2009 & Symposium on Group Technology and Cellular Manufacturing GT/CM2009, 16-18 February 2009, Kitakyushu, Japan

荒川雅裕 : 作業困難さを考慮した組立作業の評価法の提案, 第53回システム制御情報学会研究発表講演会, 2009年5月20日, 神戸市産業振興センター(兵庫県)

荒川雅裕 : 製品設計, 工程設計, 生産計画の情報共有による同時最適化の検討, スケジュールリング・シンポジウム2009, 2009年9月17日, 岡山大学(岡山県)

荒川雅裕, 横内 俊裕, 奥羽 倫典, 姫崎 雄亮, 沼野 亮太 : 部品配置が組立作業に与える影響の評価, 平成22年度日本経営工学会秋季大会, 2010年10月24日, 福岡工業大学(福岡県)

#### 〔図書〕(計0件)

#### 〔産業財産権〕

- 出願状況 (計0件)
- 取得状況 (計0件)

#### 〔その他〕

なし