

論 文 要 旨

2021年 3月 9日

※報告番号	甲第 289 号	氏 名	田中 淳也
主論文題名			
移載ロボット用エンドエフェクタの省駆動軸構成に関する研究			
内容の要旨			
<p>本研究では、物流現場における荷降ろし作業とピッキング作業の移載作業自動化を目指し、移載用エンドエフェクタの機能減少とアクチュエータ数節約のトレードオフの中で、9種類のエンドエフェクタの試作検証および評価指標の検討を通して、省駆動軸構成のエンドエフェクタの基礎的な設計方法論を提案した。</p> <p>まず、移載作業用エンドエフェクタを設計する上で必要となるエンドエフェクタの機能とそれを実現するための基本機構を明確化した。具体的には、物流現場の作業従事者の手の動作および従来の知見を参考にし、エンドエフェクタの機構要素として“指による物体把握”，“真空吸着”，“物体底面の支持”を抽出し、これらの機構要素を組み合わせたエンドエフェクタで各移載作業を実現可能であるとして、エンドエフェクタの概念設計と要求仕様を検討した。荷降ろし作業用エンドエフェクタの制約条件として、「(I)段ボール箱上面の一部の接触制限回避」と「(II) 段ボール箱の押し潰し防止」を設定し、各制約条件を満たすように2種類のエンドエフェクタの自由度配置を検討した。また、ピッキング作業用エンドエフェクタを検討する上で、本研究では平行グリッパを基準エンドエフェクタとして、平行グリッパで保持可能な物品は平行グリッパで保持することとし、平行グリッパで保持が難しい物品は多指多関節エンドエフェクタで保持することとした。そして、平行グリッパで把持困難な物体形状として「(i)幅広物体」，「(ii)円筒物体」，「(iii)長尺物体」，「(iv)柔軟物体」の4種類を制約条件として設定し、各制約条件を満たすように7種類のエンドエフェクタの自由度配置を検討した。さらに、エンドエフェクタの省駆動軸構成の実現方法として、統合・分散・削除の概念について述べ、本研究で取り組むエンドエフェクタに関して、エンドエフェクタの機構要素と省駆動軸構成の実現方法を対応づけた。また、エンドエフェクタの分類整理のために新たに省駆動軸構成に関する評価指標を提案し、「可動軸数に対する駆動軸数の割合」を評価指標 Score1 とした。なお、本研究ではエンドエフェクタの観点から可動軸を考えることとし、可動軸は物品保持に寄与する関節で、能動的または受動的に動作する関節とした。Score1 を活用して、詳細設計の前段階であるエンドエフェクタの自由度配置上で省駆動軸構成を検討し、適用作業を考慮してアクチュエータ数を決定することでエンドエフェクタの大型重量化や高コスト化の抑制を期待できる。</p> <p>次に、荷下ろし作業用エンドエフェクタとして、制約条件(I)(II)を満たす2種類のエンドエフェクタを試作検証し、設計方法論を検討した。制約条件(I)を満たすエンドエフェクタとして駆動軸数0の弾性関節機構を提案し、真空吸着方式のエンドエフェクタで段ボール箱の上面と正面の2面を吸着保持して持ち上げることで段ボール箱を傾け、生成された段ボール箱下面</p>			

の隙間にベルトコンベヤを進入させて段ボール箱を取り出すという一連の特徴的な動作を実現した。制約条件(Ⅱ)を満たすエンドエフェクタとして駆動軸数 1 の空圧駆動蛇腹関節を提案し、小さい押圧力で複数の段ボール箱の同時取り出し動作および傾斜した段ボール箱の取り出し動作を実現した。

そして、ピッキング作業用エンドエフェクタとして、各制約条件(i)～(iv)を満たす 7 種類のエンドエフェクタを試作検証し、設計方法論を検討した。制約条件(i) (iv)を平行グリップで満たすために、平行グリップの機能拡張を図り、開閉量拡大機構を備える平行グリップ、真空吸着機能を備える平行グリップ、伸縮爪機構を備える平行グリップの 3 種類を試作検証した。次に、制約条件(ii) (iii)を多指エンドエフェクタで満たすために、送りねじ機構による省駆動軸構成を備える 3 本指ハンドと 4 本指ハンドを試作検証した。そして、制約条件(ii) (iii)を多関節エンドエフェクタで満たすために、空圧アクチュエータ関節機構を備えた 2 種類のエンドエフェクタを試作検証した。

最後に、省駆動軸構成のエンドエフェクタ評価のため、「省駆動軸に関する評価指標 Score1」に加え、新たにエンドエフェクタ性能に関する評価指標として発生力と自重の割合に関する評価指標 Score2 を提案した。本研究のエンドエフェクタと既存のエンドエフェクタを提案評価指標で分類整理し、各移載作業に適したエンドエフェクタの構成法について述べた。本研究の省駆動軸構成の設計方法論を活用することで、従来に比べて開発期間を短縮しつつ軽量、低コスト、省配線、アクチュエータ数低減などの特徴を有するエンドエフェクタの創出を期待できる。

※印欄記入不要