

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：「超多自由度メッシュロボットによる触覚／力覚提示」
- (2) 研究代表者：東京農工大学 遠山 茂樹
- (3) 研究期間：平成28年度～平成30年度

2. 終了評価の実施概要

日時：令和元年10月18日

場所：三菱総合研究所本社（東急キャピトルタワー）

評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授

平澤 洽（委員長）

三菱ケミカルホールディングス 執行役員、Chief Digital Officer

岩野 和生

東京工業大学 名誉教授

佐藤 誠

東京工業大学 名誉教授

谷岡 明彦

東京理科大学 工学部 電気工学科 教授

村口 正弘

千葉工業大学 先進工学部 未来ロボティクス学科 教授

米田 完

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究と成果の概要

研究の概要

本研究では、超多自由度メッシュロボットによる触覚／力覚提示の実現に向けた要素技術の開発を行うとともに、メッシュロボット（直接物体に触れることなく、対象物の形状と表面の弾性を掌上で再現するロボット）の評価を行うため、マイクロ超音波モータの開発、マイクロロボットの開発、及びメッシュロボットの検討を行った。

成果の概要

3 mm 角のマイクロ超音波モータを開発し、最大出力トルク 400 μ Nm、最高回転数 2,000 rpm の性能値を得た。これにより、1 mm 角の大きさのマイクロ超音波モータの性能を予測するとともに、マイクロロボットアームを試作して性能評価を

行った。さらに、メッシュロボットのシミュレーションを行い、その動作の確認及び評価を行った。

4. 終了評価の評点

B 期待通りの研究成果をあげた。

5. 総合コメント

目標としていたメッシュロボットの開発に至らず、ターゲットがモータ単体となったのは残念であるが、構造を改良することにより 3 mm 角の超音波モータを実現し、小型モータの可能性を実証したことは評価できる。更に、小型化する上での問題点やロードマップを明らかにしたことについても、副次的成果として評価に値する。また、本研究で採用したアプローチは、現在、主流となっている磁界型・電界型モータとは異なったものであり、メッシュロボットに限らず、独自の発展性が期待できる。

6. 主な個別コメント

- 小型モータを実現するための知見をまとめた点が本研究のキーとして評価できる。ただし、実証されたデータそのものではなく、データの外挿を含んで数値を評価している点に疑問が残る。
- メッシュロボットから更に布型ロボットに言及している点は興味深い。裁断可能であり、水中でも利用可能であることから、今後大きな用途展開が考えられる。
- メッシュロボットの開発まで至らなかったのは残念であるが、超音波モータの応用可能性は大きいと思われる。本研究はモータのみの開発成果として公表し、他者によって応用や実用化に向かうことも可能であろう。
- 超音波モータは、ステップモータのような制御性が得られず、MEMS のように量産性かつ均一性の良い素子が得られないことから、メッシュロボットにはあまり適さないと思われる。ただし、アナログ性を生かした、よい応用の方向があるのではないかと期待がある。
- メッシュ型や面構造に拡張するには、**Operating System** やアーキテクチャの研究の投入が必要である。小さくてもよいので具体的な応用分野を想定し、モータと制御の融合的研究を進めるのが次のステップと考える。
- 熱意と意欲が認められるが、短期間のためか実験的探究を詰め切れなかったように感じられる。また、微細工作の方法論等を工夫し、手作業を減らす余地もあったように思われる。