

1. 担当 PM

石黒 浩 PM

(大阪大学 大学院基礎工学研究科 システム創成専攻 教授 (特別教授))

(ATR 石黒浩特別研究室室長 (ATR フェロー))

2. 採択者氏名

チーフクリエイター：白久 レイエス樹

(東京大学 大学院新領域創成科学研究科 海洋技術環境学専攻)

3. 委託金支払額

2,304,000 円

4. テーマ名

外部動力に頼らないメカニカルスーツの開発

5. 関連 Web サイト

<http://skeletonics.com/>

6. テーマ概要

これまでアニメや映画等で身体動作の拡大を行うロボットが登場している。しかしながら、現実世界でそのようなロボットは具現化してはいない。本プロジェクトでは、四肢動作を拡大する装置を開発することで、通常の人体では表現できないダイナミックな腕や脚の動きを実現することができる、動作拡大型メカニカルスーツを実現する。本プロジェクトで採用する手法は、平行リンクを駆使した特殊な 3 次元の閉リンク構造を用いることで、人体とロボット間の

同期を行う、機械式マスタスレーブである。

これまで多く開発されてきたロボットの外骨格との最大の違いは、無動力で動作拡大を行う点である。アクチュエータの搭載は外骨格が可能とするタスクの幅を広げるが、信頼性や運用性を低下させる要因となる。外部動力に頼らないメカニカルスーツの高い優位性はこれらの点にあり、派手なパフォーマンスが求められるイベント、展示会、パレード等での利用、または映像作品のためのアプリケーションとしての利用が期待できる。

アクチュエータの有無に係わらず、骨格構造の最適化は重要となる。本プロジェクトでは、本プロジェクト開始前までに開発してきた試作機をベースに、ITを駆使することで構造が最適化された実用機の開発を目指す。機体の設計に際しては、構造解析プログラムや人体寸法・形状データベースを利用することで、

- (1) 安全性を考慮した骨格の動作自由度、動作範囲
- (2) 骨格及びシステムの剛性
- (3) 骨格重量

の3点について、それぞれが実用可能な範囲内で適切にバランスを取れるようにする。機体製作後は、歩容解析、人体負荷の計測により評価を行い、必要であればアクチュエータを追加したモデルの開発も行う。

7. 採択理由

外骨格ロボットはすでに幾つもの研究機関で開発されており、その点においては、特段の独創性があるわけでは無いが、提案者はこれまでの活動の中で、人力パワードスーツという非常に独創性の高い技術を開発している。その技術を背景に本提案に取り組むことで、他に例を見ない独創的な開発が成し遂げられると期待できる。

応募者がこれまでに取り組んできた人力のパワードスーツの開発をさらに進め、人力でできることを可能な限り検討した後に、モータ等の力を補助するアクチュエータの利用を検討するという開発手順が適切である。

8. 開発目標

本プロジェクトでは、これまでライブパフォーマンスに使用されてきたスティルトや着ぐるみには実現できなかった、多自由度かつ中実な身体拡大を実現する動作拡大型メカニカルスーツを開発することを目的とした。

9. 進捗概要

本プロジェクトでは、実際にエンタテインメント分野で利用できる性能を保証する機体を新たに開発した。多自由度かつ中実な身体動作の特徴を生かしつつ、素早い乗り込み、より多彩なパフォーマンス、長時間の搭乗が可能になった。図 1 に本プロジェクトで新たに開発したメカニカルスーツの外観を、表 1 にその基本仕様を示す。

人が楽に立っていただける“特異姿勢”という現象に着目し、総重量 40kg のスーツの負荷を、動力を全く使わず最小限に抑えることに成功した。なお、本プロジェクトで提案するリンク機構は、膝部の伸展時のみ楽になり、屈曲時や歩行時の性能を保証するものではない。



図 1 開発したメカニカルスーツの外観

表 1 開発したメカニカルスーツの仕様

Power	Human powered
Mass	40kg
Size	0.5×2.0××3.0 [m]
Degrees of freedom	Upper:17 Lower:10
Wearing time	1 min
Operating time	60 min

本スーツは力が増幅するタイプの外骨格ではない。そのため、一般によくイメージされるような介護医療用または重作業用への利用は難しい。しかしながらその圧倒的注視性能を生かしての新たなライブエンタテインメント機器としての使用が考えられる。映画、遊園地、アーティストのライブなど、普段の生活に変化をもたらすエンターテインメントという分野にスケルトニクスというカテゴリを創出することで、新たなムーブメントを起こし得る。スケルトニクスはアニメの中のロボットが現実世界に飛び出してきたような錯覚をもたらす。

人々がスケルトニクスを見たとき、そこに未来・非現実を感じてもらえらるう。CG 技術にはできない、新たな世界観を人々に提供する。

パフォーマンスの一例を図 2 に示す。直立態勢から右腕を後ろに引き、左腕を引くと同時に右の拳をねじりながら前方に繰り出す、他に類を見ない複雑なモーションを実現している。多自由度でありながら、機械同期式ならではのマスタとスレーブの高い同期性能を引き出せている。

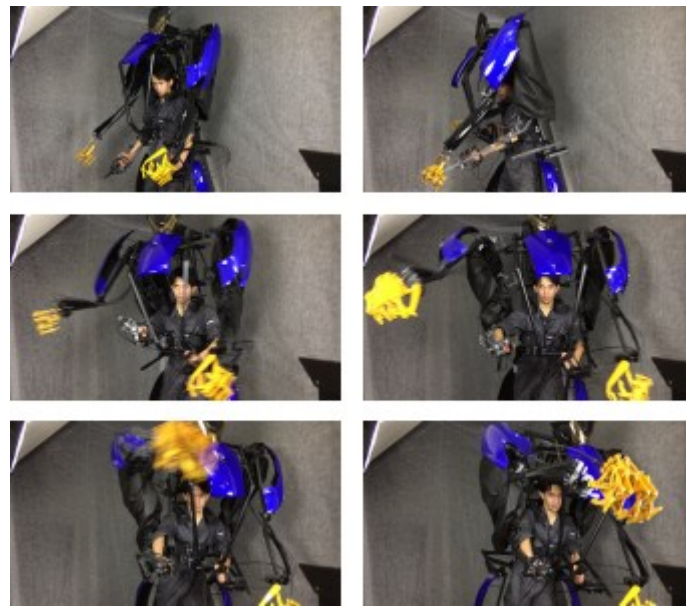


図 2 パンチ動作

10. プロジェクト評価

修士論文を別テーマで執筆しながらの未踏への取り組みであったために、当初の出足は遅れた。また、当初の提案はモータを用いたパワードスーツのようなものであったが、それでは、本人のオリジナリティであるスケルトニクスの技術を生かせないため、話し合いながら、パワードスーツの案は捨てて、スケルトニクスの技術を進化させることに集中した。

修士論文が終わってからの進捗はすさまじいものであり、それまでは上半身

と下半身が分離しており、一人での脱着が不可能で、装着した後も 5 分程度しか動けないという問題のあったスケルトニクスを、一人で脱着が可能で 1 時間近く装着し続けられる、上下一体型のものとして完成させた。デザインもセンス良くまとめており、本人のオリジナリティであるスケルトニクスを真に進化させることができた。

その熱意と実現力は、非常に高く評価できる。

11. 今後の課題

開発したメカニカルスーツをより多くのユーザに乗ってもらうためには、保守ドキュメントやトレーニング資料の整備が必要である。また安全性を確保するメカニズムの実現も必要不可欠である。

本プロジェクトで開発したメカニカルスーツは、本プロジェクトのクリエイターが以前から開発し続けてきたものの第 5 世代目にあたる。本プロジェクトを実施する中で得られた、搭乗型外骨格の様々な知見を生かして、今後も人体と機械の融合により生まれる無限大の可能性に挑戦し続けていく必要がある。