

TasKi : バッテリーのいない腕アシスト装置

～シンプルな構造と動作追従性と量産性～

TasKi : Battery-free arm assist device

- Simple structure, motion followability and mass productivity -

○正 山田 泰之 (法政大), 風間 祐人 (ソラリス)

Yasuyuki YAMADA (Hosei Univ.) and Hiroto KAZAMA (SoLARIS Inc.)

During overhead work, workers need to keep raising up upper limb weights. In that working posture, it is necessary to keep the arm with its own weight of approximately 2 to 4 kg. It is considered to be a cause of fatigue of arms and back. Therefore, in this research, we attempted to reduce the fatigue of the upward work by the weight compensation mechanism that balances the elastic force of the spring and their arms weight. It can compensate for their arms weight by the force of the spring in various postures of the arm at the time of work by using lightweight and highly accurate weight compensation mechanism authors developed. Furthermore, a horizontal multi-linkage mechanism that follows the movement of the shoulder and arm of a human is used. In this way, it is completely pure mechanical and simple structure without a motor and battery, and it can be expected effective in all upward works. The mechanism of self-weight compensation and the degree of freedom and parameters of the link mechanism were studied. For practical use, we discussed how to achieve both a simple structure, work movement followability, and mass productivity.

Key Words: Under-Trellis Work, Upward work, Weight Compensation Mechanism, Exoskeleton

1. 緒言

全員参加型社会が国の 1 つの方針でもある。より幅広い身体的な特徴の人々が活躍するためには、作業の省力化や効率化だけでなく、身体的な特徴差を埋める身体アシスト装置も重要である。著者らもこれまで、身体アシスト装置として、上腕を上げたまま行う、いわゆる上向き作業を補助することを目的とした図 1 の TasKi を開発してきた[1] [2]。約 2~4kg の自重がある腕を、ばねの弾性力と自重を釣合わせる機械式自重補償機構を用いて補助する。これまで機械式自重補償機構と平行リンクを組み合わせて、腕の動きに追従しながら補助するために、必要なリンク数や補助力を検討してきた[3]。一方で、本装置の耐久性や量産性など実用上の問題を検討すると、優先する状況や条件が変化して、これらの機構設計も変化するため、実用化のためには検討が必要である。

本研究では、上向き作業の疲労の軽減を目的としたアシスト装置である TasKi の実用化に対して、身体動作の追従性と、耐久性やコスト効率の両立について検討した。

2. 多くの作業者へのアシスト装置の提供

作業負担を軽減する目的でテクノロジーを利用する場合、装着型アシスト装置は 1 つの選択肢である。例えば、作業の全てをロボット化する方法や、ロボットと協力して作業する方法などもある。それらのテクノロジーを利用する方法は、常に人手を増やす場合とのコスト効率で対比されることになる。日本の様々な作業現場に共通する特徴の 1 つは、規模の小ささと多様性である。例えば、農業規模は、多くが家族などの少人数であり、設備投資に大きなお金を出せない場合が多い。また、1 名だけが高齢者でなく、従事者の多くが高齢者であり、皆が同等のアシストを享受したい状態の場合も多い。そのため、人員を増やすよりもアシスト装置を導入したことによる

効果を得るためには、全員が利用できるコスト効率が求められる。また、社会全体の高齢化は、より幅広い特徴のユーザーに対して利用と管理が可能な UI を必要とする。そのため、アシスト装置のインターフェイスおよび保守保全が、電子機器等に慣れていない人でも簡単に利用可能であることが望ましい。また、同様にその装着作業も、容易であることが望ましい。著者らは、この必要最小限のアシスト力をより多くの人に提供することをコンセプトにアシストデバイスの研究開発している

- ・低コスト化：電子機器がない（意識しない）パッシブ方式
- ・軽量：必要最小限の機能
- ・操作が容易：普段の作業動作を変更させない。

そして、このコンセプトを上向き作業に適応したアシスト装置が、上向き作業デバイス TasKi である。

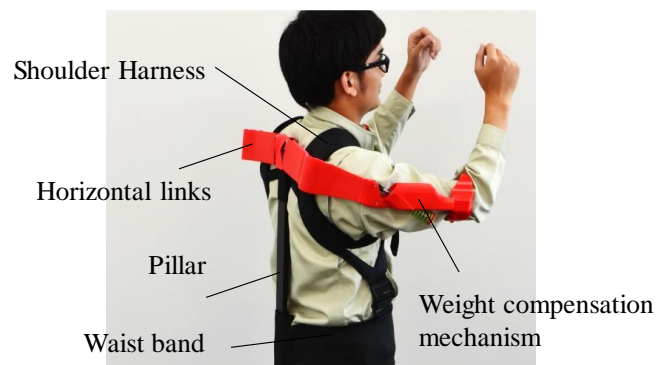


Fig.1 TasKi concept model in 2015 [1]

3. 腕動作追従性能と構造の簡易化

上腕アシスト装置のTasKiは、自重補償機構と多連結水平リンク機構からなり、腕を上げ下げする動作は勿論のこと、Fig.2のような、腕の水平動作などの、様々な腕の動きを追従しつつ、腕自重をばねの力で補償する。このような肩の動きを追従するために、TasKiはFig.3のように、水平リンク機構を用いる。水平リンク機構は、その軸（リンク）の数で、1軸、2軸、3軸と様々なパターンが考えられる。Fig.1のコンセプトモデルでは、Fig.3(c)のような2軸の水平リンク機構を用いていた。身体サイズの異なるユーザへの適応を、Fig.4のように、リンク長さや取り付け位置の変更でカバーする想定であったためである。

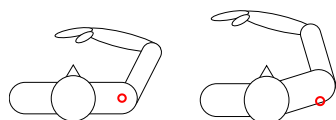


Fig. 2 Following the internal and external rotation of the shoulder

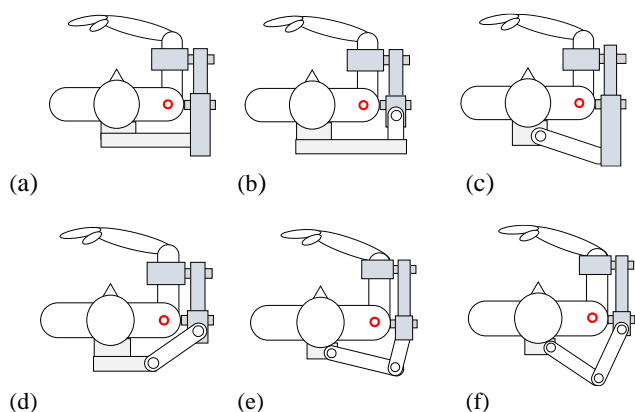


Fig. 3 Axis of horizontal serial link mechanism

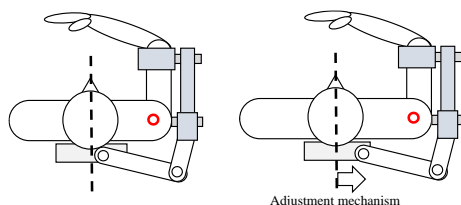


Fig. 4 Adjustment mechanism of TasKi concept model

4. TasKi 量産化モデル

バッテリーのいらない腕アシストTasKi(株式会社ソラリス)[4]の量産モデルをFig.5に示す。リンク配置はFig.3(f)の3軸の水平リンク機構である。Fig.1のコンセプトモデルよりも1軸増えている。一般的に軸の数の増加は、耐久性やコスト増につながる。1つの装置の値段だけを考えると、2軸の試作モデルのほうが、部品点数が少なくシンプル（リーズナブル）な構成と想定される。しかし、様々な体格への対応を考えた場合、別途に追加で肩幅への対応機構を設ける必要があり、そのぶんだけ部品数も増加する。そこで、Fig.6のように、3軸とすることで、体格に合わせた調整機能としても水平リンク機構を利用する方法を採用した。片側2つ、左右4つのリンクを全て同じ部品の繰り返しとする構造とすることで、部品点数は増えていても、部品の種類数を軽減している。これにより、体格対応と腕動作の追従を実現しつつよりリーズナブルな構成を実現した。



Fig. 5 TasKi test model in 2015 (SoLARIS Inc.)[5]

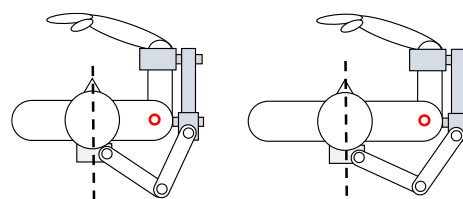


Fig. 6 Adjustment mechanism of TasKi

5. 結言

上向き作業の疲労負担の軽減を目指し、腕を固定せずサポートする上腕補助装置である TasKi を開発した。水平リンク機構を組み合わせた外骨格型上腕アシスト装置であり、バッテリー等の外部エネルギーなしに腕を追従する。腕の追従性と量産性について検討して、同じ長さの 3 軸水平リンクを用いる方法が、多くのユーザの体格への対応と、リーズナブルな構成を実現できると結論づけた。

参考文献

- [1] James Dayson Award 2016, TasKi, Yasuyuki Yamada (2016,2)
- [2] 山田泰之, 中村太郎, “自重補償を用いた上向き作業補助装置 TasKi の提案”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017, 1A1-B02, (2017.06)
- [3] Yasuyuki Yamada et al., Overhead Work Assist with Passive Gravity Compensation Mechanism and Horizontal Link Mechanism for Agriculture, IEEE RO-MAN 2020, DOI:10.1109/RO-MAN47096.2020.9223612
- [4] 株式会社ソラリス Web ページ <https://solaris-inc.com/technology/assist/taski>, (2021年2月13日)