

1D43

装着型ロボット装着状態における動作時のカフ - 皮膚接触状態の計測

Measurement of contact status of a wearable robot cuff on human skin during assisted motion

学 ○劉一（名大） 秋山靖博 山田陽滋 岡本正吾

Yi LIU, Yasuhiro AKIYAMA, Yoji YAMADA, and Shogo OKAMOTO, Nagoya University. Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8603

Key words: Wearable robot, Force sensor, Safety analysis

1. 背景と目的

現在、装着型ロボットは医療リハビリテーションで広く使われている。しかし今の高齢者社会では、高齢者が自由に生活できる為、生活中でもアシストロボットの装着が必要となる。もっと長時間装着の為、装着者の皮膚の摩擦およびせん断力を安全な範囲に留める必要がある。しかし、皮膚とカフの接触部の挙動は摩擦および粘弾性が影響する非常に複雑な現象であり、カフの安全性評価には、皮膚とカフの接触部の挙動を実地に測定し、その現象を明らかにすることが必要とされる。

そこで本研究では、カフと皮膚の変位および滑りを測定できる計測用カフを設計、製作し、それを用いた歩行実験により、接触部挙動を測定する。

2. 計測用カフの設計・製作

2・1 仕様

創傷の主たる原因はせん断応力および摩擦力である。それらはカフ表面における圧力および滑りによって求められるため、計測用カフは力覚センサおよび滑りセンサを備える必要がある。また、カフ接触面における応力分布を考慮するとカフの辺縁と中央部の圧力には差があり、辺縁部における応力集中が予想されるため、当該部位の圧力を独立に測定できることが求められる。

さらに、カフの辺縁の鋭さおよび表面材質も応力集中および摩擦に影響するため、それらを変数として比較評価することは重要である。そのため、計測用カフはその表面材質および辺縁部の曲率を可変とする。

今回、計測用カフは装着者の右大腿にのみ装着した。実際の装着に当たり、人体に密着することおよびその状態で歩行を行うことから、小型軽量で大腿にフィットできる形状、構造とした。

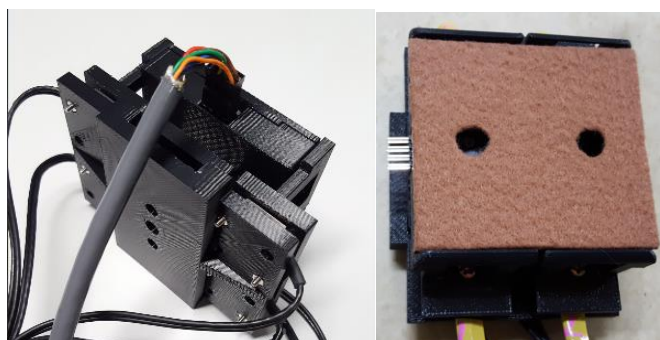


Fig. 1 Instrumented cuff

力センサは、小型の3軸および6軸力覚センサ(テック技販社製)を使用し、カフ中央部および辺縁部における作用力を計測した。滑りセンサには、光学式変位センサ(LaserStream™)を用いた。

2・2 構造

図1に計測用カフの外観を示す。辺縁部および表面が交換可能な構造となっており、端部の曲率と表面材質が変更可能である。また、中央部は滑りセンサと力覚センサを備え滑りおよび作用力を計測できる一方、辺縁部は力覚センサを備え、端部における応力集中を計測する。材料はプラスチック(ABS-P430)を使い、3Dプリンターにより成型を行った。サイズは80×80×30mmとなった。

3. 実験および結果

3・1 実験条件およびプロトコル

実験ではトレッドミル上を一定の速度で歩行し、計測を行った。一回の試行は1分であり、同一条件で3回の試行を行った。また、表1に示す条件で計測用カフの表面材質と辺縁半径を変化させて複数回の試行を行い、それらを比較した。被験者は若年の成人男性1名である。また、装着部における変位の計測および歩容計測のため、モーションキャプチャを用いた。

Table. 1 Experimental condition

	surfacel	Surface 2
Edge R1=0mm	Case 1	Case 4
Edge R2=2mm	Case 2	Case 5
Edge R3=4mm	Case 3	Case 6

3・2 結果

力の結果を見て、総体的にカフの辺縁部に集中し、足が地面につく、離れる瞬間が力の変化が大きいということがわかりました。表面材質に関しては、力の大きさと変化率から、柔らかい材質は、力がもっと小さく、変化が滑らかでした。辺縁半径は辺縁部の力を影響がありました、半径が大きいと、力が小さくなります。滑りは1mm以下の距離で振動することで、明らかな法則がまだ見つかっていない。

実験中の被験者、デバイスの安全性評価を行い、リスクを低減しました。

謝 辞

本研究は、「ロボット介護機器開発・導入促進事業」による。

文 献

- (1) ISO, "Robots and robotic devices- safety requirements for personal care robots", International Organization for Standardization, Tech. Rep. ISO 13842: 2014, 2014.
- (2) Kwiatkowska, M., Franklin, S. E., Hendriks, C. P., & Kwiatkowski, K. (2009). Friction and deformation behaviour of human skin. *Wear*, 267(5), 1264-1273.
- (3) Adams, M. J., B. J. Briscoe, and S. A. Johnson. "Friction and lubrication of human skin." *Tribology letters* 26.3 (2007): 239-253.