

ハニカム構造の開閉制御によりパーソナル・スペースの明示化を視野に入れた動的に体積変化可能なテキスタイルの提案

喜納恵理佳^{†1} 橋田朋子^{†1}

本研究では衣服を局所的・動的に拡張することが可能なテキスタイルを提案する。本システムはファスナ上に縫い付けたハニカムコアのテキスタイルをファスナのスライダの自走により任意に開閉させるものである。このテキスタイルを面ファスナで衣服の所望の箇所にとりつけることで衣服を局所的・動的に拡張・変形させることができる。本システムによりパーソナル・スペースを明示化させるような効果が期待できる。

1. はじめに

電車内などの密集した空間内において人は不快に感じる場合が多い。これは、パーソナル・スペースと呼ばれる他者に侵害されると不快に感じる空間が存在するためである。矢澤らの研究によると、他者のパーソナル・スペースに対し物体はそこに人が存在する場合と同様にパーソナル・スペースを侵害する効力を持つ[1]。筆者らは、身体に最も近い物体である衣服を必要に応じて拡張することでパーソナル・スペースの明示化を図ることが可能ではないかと考えた。そこで開閉させることによる体積の変化量が大きく、設計によっては強度も出る構造としてハニカムコアに着目する。本研究ではハニカムコアを用いて作成したテキスタイル（以下ハニカムコアテキスタイル）を開閉制御することにより、局所的に、且つ動的に変形可能なテキスタイルを提案する。なお、パーソナルスペースの範囲には様々な解釈がある。上述した矢澤らの研究でもパーソナル・スペースを被験者の身体から10cm未満と答えた被験者が36.5%、10cm以上20cm未満と答えた被験者が42.9%、20cm以上30cm未満と答えた被験者が20.6%と分散している。本研究ではファーストプロトタイプとしてまずは身体から100mmの範囲で可能な限りハニカムコアテキスタイルを大きく変形させることを試みる。

2. 関連研究

動的に拡張可能な衣服の先駆的な事例として、Awakened Appare[2]やKate Hartmanらの研究[3]では、折り紙およびブリーツの構造を利用した動的なテキスタイルを提案している。これらの研究はいずれも利用しているテキスタイルの構造が本研究と異なる。また、ユーザの感情表出やユーザに応じて拡張することを目的としており、本研究は応用例としてパーソナル・スペースの明示化を企図する点が異なる。

パーソナル・スペースを確保することを意図した衣服の事例としては、THE PERSONAL SPACE DRESSが挙げられる[4]。これは衣服全体を動的に拡張するが、本研究は衣服を局所的に変形させる点が異なる。また、VEASYBLEはパーソナル・スペースを確保することが可能な体積変化するアクセサリである[5]。これは身体の様々な部位に局所的に装着することが可能で、手動で変形の有無を制御するものである。本研究で

は同様に身体の様々な部位に局所的に装着しつつ、自動で変形を制御することを目指す。

3. 提案システム

提案するシステムは動的に体積変化可能で、さらに衣服の様々な部位に装着可能なテキスタイルシステムである。そのために、開いたときの体積変化が大きく、比較的強度もある構造としてハニカムコアを用いる。本稿ではハニカムコアを用いて作成したテキスタイルをハニカムコアテキスタイルと呼ぶ。ハニカムコアテキスタイルを線ファスナに取り付け、線ファスナのスライダ部分を自走させることで、自動でハニカムコアテキスタイルの開閉を制御する。これを線ファスナ自走機構と呼ぶ。さらに線ファスナの裏に面ファスナを取り付け、同じく面ファスナを取り付けた衣服の任意の箇所に装着できるようにする。これらの機構のより具体的な要件は下記である。

(1)ハニカムコアテキスタイル：身体から100mmの範囲で体積変化が可能である

(2)線ファスナ自走機構：垂直方向や局面などでも軌道がずれることなく動ける

4. 実装

4.1 システム構成

本システムの構成を図1に示す。本システムは(1)ハニカムコアテキスタイル、(2)線ファスナ自走機構、(3)面ファスナにより構成されている。以下にそれぞれの詳細を述べる。

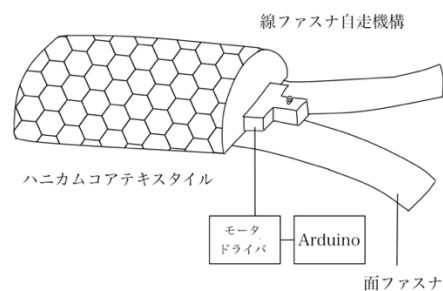


図1 システム構成

^{†1} 早稲田大学
Waseda University

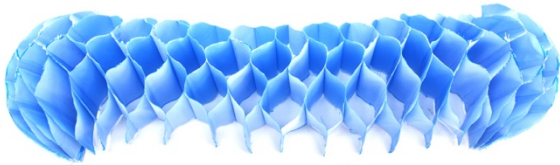


図 2 ハニカムコアテキスタイル

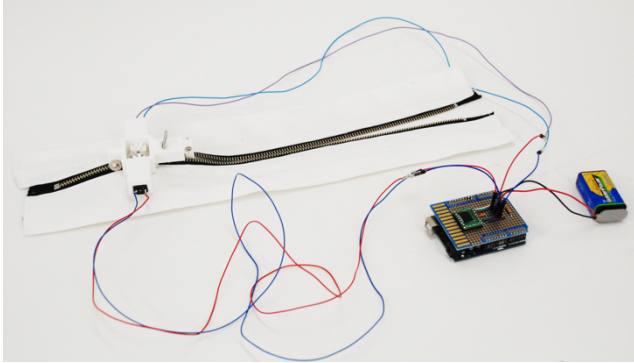


図 3 線ファスナ自走機構

4.2 ハニカムコアテキスタイル

ハニカムコアテキスタイルの外観を図2に示す。ハニカムコアテキスタイルはハニカムボールの作成方法に基づき、テキスタイルおよびテキスタイル用接着剤を用いて作成した[6]。テキスタイルに縫い代を作るとハニカムコアテキスタイルを閉じた際に厚みが出るため、断ち切りにした。また、テキスタイルはナイロンを使用した。作成したハニカムコアテキスタイルのサイズは開いた時の全長が55.3mm、閉じた時が5.7mmである。

4.3 線ファスナ自走機構

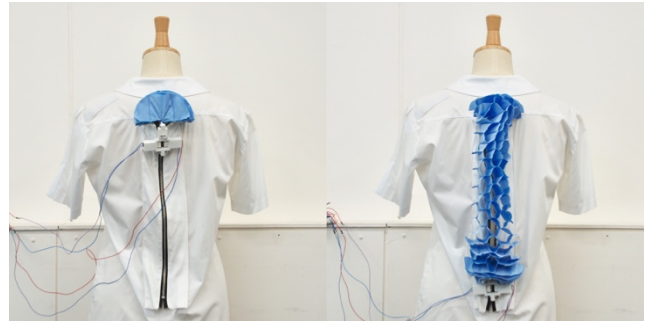
線ファスナの自走機構はCliffを参考に作成した[7]。図3に外観を示す。線ファスナ、ネオジウム磁石、ギヤードモータ(ROB-12285, SparkFun)、ネジ、綿のテキスタイル、モータドライバ、Arduino Uno、ボディ及びギアにより構成されている。ボディ及びギアは3Dプリントにより作成した。ギヤードモータを左右につけることで重心が傾くことを防ぎ、ベアリングをネオジウム磁石にすることで、垂直方向や局面などでも軌道がずれることなく自走することを可能にした。

4.4 面ファスナ

線ファスナの裏に面ファスナを取り付け、衣服にも必要箇所に面ファスナを取り付ける。これによりハニカムコアテキスタイルが乗った線ファスナ自走機構を衣服の所望の箇所に設置し、局所的にハニカムコアテキスタイルを開閉することができる。



(a)肩に取り付けた場合



(b)背中に取り付けた場合

図 4 ハニカムコアテキスタイルの身体上での開閉の様子

4.5 動作確認

パーソナルスペースの明示化に適した身体部位として、提案システムを、肩と背中につけて動作を確認した(図4参照)。いずれにおいても体積変化可能なことを確認した。さらにハニカムコアテキスタイルの飛び出し量 d を、図4(a)に示すハニカムコアテキスタイルが開いた状態の身体からの長さ $d2$ とハニカムコアテキスタイルが閉じている状態の時の身体からの長さ $d1$ の差と定義する。肩に取り付けた場合の開いた状態のハニカムコアテキスタイルにおいて端から0mm, 27.7mm, 55.3mmの位置の計3点においてハニカムコアテキスタイルの飛び出し量を計測した。飛び出し量は、それぞれ66.3mm, 68.3mm, 71.3mmであり、3点の平均は68.6mmであった。よって身体から100mmの範囲で可能な限りハニカムコアテキスタイルを大きく変形させるという本稿における目標を実現することができたとと言える(図4)。

5. 今後の展望とまとめ

本稿では、パーソナル・スペースの明示化を視野に入れ、ハニカムコアテキスタイル、線ファスナ自走機構、および面ファスナを用いた体積変化可能なシステムを提案した。本システムにおけるハニカムコアテキスタイルの飛び出し量の平均は68.6mmであった。

今後の展望としては、衣服に角速度センサを搭載し、体の傾き具合により、本システムを制御するシステムが挙げられる。人はパーソナル・スペースを侵害されていると感じた際に、侵害された方向と逆方向に回避行動を起こす。回避した方向と逆方向の体の部位で本システムが作動すればパーソナル・スペースを確保することが可能であると考えている。また、現段階でハニカムコアテキスタイルは強く押すと崩れて

しまうため、より強度の高いハニカムコアテキスタイルを作成する必要がある。ハニカムコアの密度を高くすることでより強度の高いハニカムコアテキスタイルの作成が可能であると考えている。これにより、他者と接しても変形せず、物理的にパーソナル・スペースを確保することができる。また、パーソナル・スペースの確保以外の拡張衣服の新たな用途（例えば椅子などの家具に変形）への応用もしやすくなると考えられる。

参考文献

- 1) 矢澤久史: 物体によるパーソナル・スペースの侵害, 東海女子大学紀要, Vol.23, pp.175-180 (2003)
- 2) Laura Perovich, Philippa Mothersill, Jennifer Broutin: Awakened Apparel: Embedded Soft Actuators for Expressive Fashion and Functional Garments, TEI'14 Proceedings of the 8th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, pp.77-80 (2014)
- 3) Kate Hartman, Boris Kourtoukov, Erin Lewis: Kinetic Body Extensions for Social Interactions, TEI '18 Proceedings of the Twelfth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, pp.736-739 (2018)
- 4) THE PERSONAL SPACE DRESS, <https://urbanarmor.org/portfolio/the-personal-space-dress/>
- 5) VEASYBLE, <http://www.veasyble.com/>
- 6) キナリノ, パーティの飾り付けを手作り♡ペーパーボンボンとハニカムボール, <https://kinarino.jp/cat3/9646>
- 7) M.Z Baharom, Marina Toeters, Frank Delbressine, Chet Bangaru, Loe Feijs: Cliff: the automatized zipper, Global Fashion Conference 2016 (2016)