

心拍情報を用いたヘルスケアロボットの開発

日大生産工(院) ○辻 健太

日大生産工 柳澤 一機

日大生産工 綱島 均

1 緒言

厚生労働省が実施している労働安全衛生調査の結果では、64.3%の事業所がストレスチェックを実施しており、メンタルヘルス対策の関心が高まっている¹⁾。過度のストレス状態が続くと、うつ病などの疾患の原因になることが知られており、仕事によるストレスが原因でメンタルヘルス不調になる労働者は増加傾向にある。今後もストレスによるメンタルヘルス不調が続くと、労働者が減少していき、生産性の低下などに繋がることが考えられる。

このような問題を解決するため、ヘルスケアロボットに関する研究が盛んに行われている。荒木ら²⁾は、活動量計の心拍情報から使用者のストレス状態をPC上で評価し、ロボットの動作でストレス状態を伝え、使用者がロボットの動作に対して抱きつくなどの反応を返すことでストレスを緩和する研究を行っている。このように、ヘルスケアロボットの需要は年々高まってきており、今後さらに需要が増加していくことが考えられる。

ストレスの評価方法として、心拍数からストレス状態を評価する方法³⁾はよく知られている。心拍数の測定は、測定部位をフレキシブルに選択することができ、価格が安価なセンサで計測できるため、低コストで実用化することができる。

本研究では、ヘルスケアロボットの試作機の開発と使用する予定の安価な脈拍センサで心拍数が測定できるか精度の確認を行い、ヘルスケアロボットの基礎技術となる部分の開発を行う。

2 ヘルスケアロボットの構成

ヘルスケアロボットの概略図をFig.1, システム図をFig.2に示す。机での作業中に測定を行っている状況を想定し、ロボットの胴体部はリストレストとなっている。ロボットをリストレストとして使用中に胴体上部の脈拍センサで手首から脈拍の測定を行うことができる。胴体部は3Dプリンタで製作し、手を乗せる部分にはリストレストとして機能するようスポンジを取り付けた。胴体内部には制御用マイクロコンピュータとしてESP32、しっぽ動作用のサーボモータを搭載した。

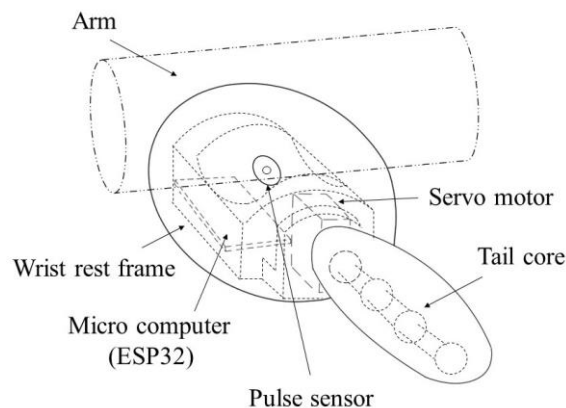


Fig.1 Overall view of the health care robot

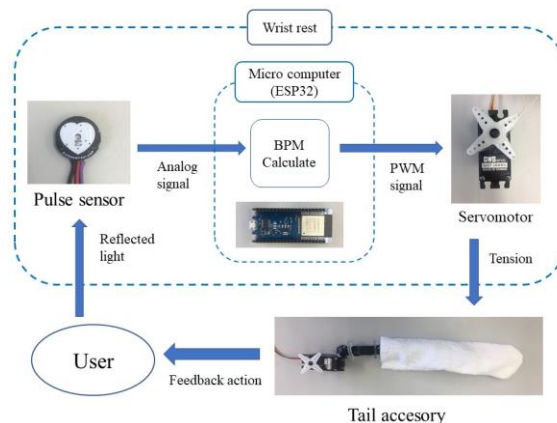


Fig.2 System Overview of the health care robot

2.1 しっぽの動作機構

しっぽ部分は、使用者にストレス状態をフィードバックするため、高ストレスを検知した際にしっぽを振る動作を行う。しっぽ内部には、メッシュチューブの中にスポンジをつめたバネ芯を入れることでしっぽの先の部分まで動作するようにした。

しっぽの動作機構には、糸駆動を使用する⁴⁾。糸駆動とは糸によるワイヤ駆動のことで、ワイヤを動作させたい部位に固定し、ワイヤを引っ張ることで任意の部位を動かすことができ、柔らかい感触を保ちつつ動作を行うことができる。

Development of health care robot using heart rate information

Kenta TSUJI, Kazuki YANAGISAWA and Hitoshi TSUNASHIMA

使用者が緊張や精神的ストレスを抱えている場合、交感神経が強く働き、脈拍の回数が増加する。成人の安静時の心拍数は60～80回程度である。よって、しっぽの動作は1分間毎に最新60回の心拍間隔を移動平均した結果から心拍数を計算し、心拍数が90回以上の場合にしっぽを振る動作をすることで、使用者に高ストレス状態のフィードバックを行うこととした。

2.2 心拍数の測定方法

脈拍センサには、安価な反射型脈拍センサ(S-WITCHSCIENCE社製:SFE-SEN-11574)を使用する。反射型脈拍センサは緑色波長(565[nm])の光を照射し、生体内を反射した光を計測する。動脈の血液内の酸化ヘモグロビンには、光を吸収する特性があり、心臓の脈動によって動脈の血液量が増えるため、生体内を反射する光の変化量から脈拍の測定を行うことができる。

安価な脈拍センサの精度でも心拍数の測定が行えるようにするため、センサが心臓の脈動を検知した後、1回の心臓の脈動を複数回検知しないように閾値を設定した。また手首がセンサから離れている場合には、計測を停止し、再び手首が置かれた際に計測を再開するようにした。

3 心電図と脈拍センサの比較実験

安価な脈拍センサを使用した際に、脈拍を取れているか確認するため、心電図と脈拍センサの比較実験を行った。実験は成人男性2名を対象とし、7分間安静状態の測定を行った。

心電図と脈拍センサの比較実験結果を Fig.3, Table1 に示す。Fig.3 は心電図と脈拍センサの原信号である。Fig.3 より、心電図と脈拍センサのR波のタイミングがほぼ一致していることがわかる。Table1 は脈拍測定時間の1分間毎と総時間に対する心電図と脈拍センサの心拍数を比較し、誤差率を求めたものである。0～60[s]間の誤差率が21.7[%]と大きかったが、これは実験を開始してすぐだったため、脈拍の計測が安定していなかったことが原因だと考えられる。また、120～240[s]間の誤差については、腕の動きによるノイズが原因であると考えられる。全体での誤差率は比較的小さく、総時間の誤差率は8.7[%]で0～60[s]を除くと誤差率は6.5[%]になり、心拍数で表すと ± 3 回程度の精度である。これより、安価なセンサを使用しても正確な心拍数の測定は行えると考えられる。

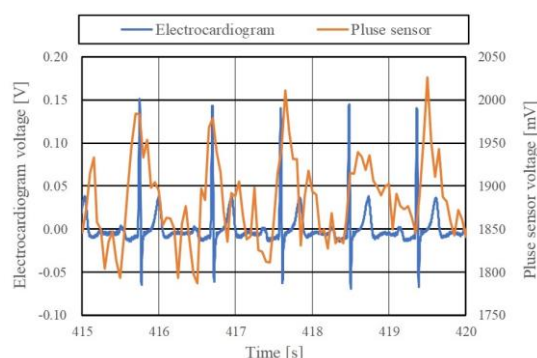


Fig.3 Comparative experiment result of electrocardiogram and pulse sensor

Table 1 Error rate of pulse sensor

計測時間 [s]	誤差率 [%]
0～60	21.7
60～120	5.9
120～180	13.4
180～240	10.3
240～300	2.9
200～360	2.6
360～420	4.0
総時間	8.7

4 結言

本研究では、安価な脈拍センサと心電図の心拍数の比較を行った。また、心拍数から高ストレス状態を検出した際に使用者にストレス状態をフィードバックするロボットの試作機を開発した。

今後、安静時とストレス課題時の心拍数の計測を行い、ロボットの動作による高ストレス状態の緩和について検証していく予定である。

「参考文献」

- 1) 厚生労働省, 平成29年 労働安全衛生調査(実態検査)結果の概況, <https://www.mhlw.go.jp/tokei/list/h29-46-50b.html>
- 2) 荒木亮磨, 土肥紳一, マスコットロボットを活用したテクノストレス解消の研究, 情報処理学会第79回全国大会講演論文集, pp167-168, (2017)
- 3) 松本佳昭 他, 心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究, ライフサポート Vol.22 No.3, pp62～69, (2010)
- 4) 佐藤大貴 他, メッシュチューブとワイヤ駆動を用いたS字を描ける装着型猫のしっぽデバイス, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, pp386-389, (2015)