

移動体センサとしての人間のバイタルサイン計測

東京大学	学生会員	○松本 好弘
東京大学	フェロー	藤野 陽三
東京大学	正会員	水野 裕介
長岡技術科学大学	正会員	宮下 剛

1. 研究目的と背景

安全安心の向上は、国家的な課題である。既存のセンサ、カメラなどは固定式であり、密に設置することはコスト面からも現実的ではなく、情報処理の負荷も大きい。近年、プローブカーが開発されているとおり、移動体にセンサを取り付けることで細やかな状況把握ができると考えられる。そこで、公的空間においての移動体である人間に着目し、人間をセンシングし状況を知り、人間を含む能動的アクチュエーションによってフィードバックするという技術体系を構築することを考える。人間は危険をすばやく感知できる多機能的センサであり、その反応はバイタルサイン（生体情報）として現れる。本研究は、人間そのものをセンシングすることで、公的空間の異常事態検出を行うことの有効性を報告する。

2. 心電・加速度計測

心理的刺激が加わった場合、交感神経の興奮により心拍数が上昇することが知られている。バイタルサインの中でも「心電」は、比較的計測が容易であることから、本研究では心電計測を行う⁽¹⁾。携帯性に優れ、長時間データ収録可能、データ解析可能である、オペアンプチップを用いた心電増幅回路を作製した（写真1）。公的空間で、人間はなんらかの運動状態にあり、心拍数に変動が生じることが考えられる。運動状態である人間の動的な状態の心拍数計測を行い、心拍数の変動を体動によるものと判別する必要がある。そのため、身体運動の計測を行う必要があり、加速度計作製のもと加速度計測により運動状態の把握を行った（写真1）。

3. 実験方法・実験ケース

公的空間において人間が感知する異常事態は、火災や不審者を発見した、爆発音が聞こえた、異臭がした、脅された、など様々である。公的空間において異常事態が生じれば、「恐怖」や「驚き」といった情動が喚起される。そのため、異常事態は、恐怖や驚きといった情動を喚起するような事象である、といえる。異常事態を模擬する方法として、大音量を伴うクラッカーを用いた。驚かされることを知らない被験者において実験を行った。ここで、動的な状態での心拍数変動の理解は現状では困難とされている。そのため、動的な状態として静的状態から動作を行うものと、はじめから動的な状態であるものを考慮した。

4. 実験結果

まず、静的な状態でクラッカーを用いた実験を行った。図1は被験者Dにおける心拍数を上段に心拍数、下段に加速度を示している。クラッカー時点（328秒）後で心拍数が上昇することが確認できた。これは被験者11人中8人で確認できた。クラッカー時点での心拍数極大値は、十分程度の計測時間中の最大値であることが多かったが、計測時間中でも最大値とならないこともあった。また、実験ケースとして用意した、静的な状態からの運動時にも心拍数上昇が確認された。そこでクラッカー時点抽出アルゴリズムを用意した。

5. クラッカー時点抽出アルゴリズム

心電波形の1周期で大きく卓越する波をR波と呼ぶ。R波間隔から心拍数は算出される。以下、R波間隔を扱うこととする。クラッカー時点は、数拍後のR波間隔が異常な極小値を示す。および、クラッカー時点直後はR波間隔の変化率も大きい。そこでクラッカー時点後の異常極小値を、「異常なR波間隔変化率により開始するR波間隔の連続下降によって記録されるR波間隔異常極小値」と考える。そこで、静的な状態における通

キーワード 安全、バイタルサイン、心電

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 TEL03-5841-6099

常時のR波間隔・R波間隔変化率のデータ列をそれぞれ正規分布とみなし、閾値設定により外れ値を異常値とした。図2に被験者Dの静的状態からの動作のケースの結果を示した。上段より、心電波形、R波間隔、心拍数、加速度を示している。枠で示した時間域は上半身をひねった・椅子から立ち上がったときで、異常なR波間隔は記録されなかった。クラッカー時点の判別が可能であったのは、比較を行った10人中5人であった。

6. 心電波形の乱れについて

はじめから動的な運動状態にあったケースを検討する。クラッカー時点で心拍数上昇が確認されたのは8人中5人であったが、動的な状態における通常時のR波間隔・R波間隔変化率のデータ列による判別アルゴリズムでは2人しか判別可能ではなかった。判別が困難であった3人において心電波形に着目した。クラッカー時点で心電波形は大きく乱れていた。この波形の局所的な乱れに注目し、ゼロ点交差頻度を採用し定量的に評価した。図3は上段に心電波形、下段にゼロ点交差頻度を示した。3人に対しクラッカー時点を判別できた。

7. まとめ

人間のバイタルサイン計測により、異常事態検出の可能性を示した。扱ったデータ列はリアルタイムに取り出せる。異常事態発生後、心拍数数拍で異常値に到達する。つまり数秒で異常事態の検出ができる可能性を示唆した。従来は困難とされる動的な状態での事象検出可能性を示したものの、今後の更なる検討が必要である。

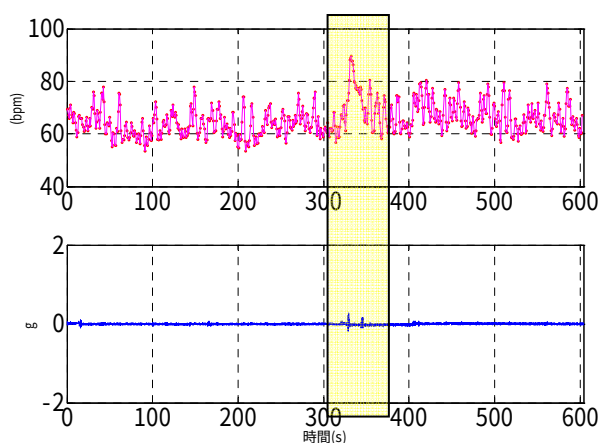


図1 クラッカー時点（被験者D）

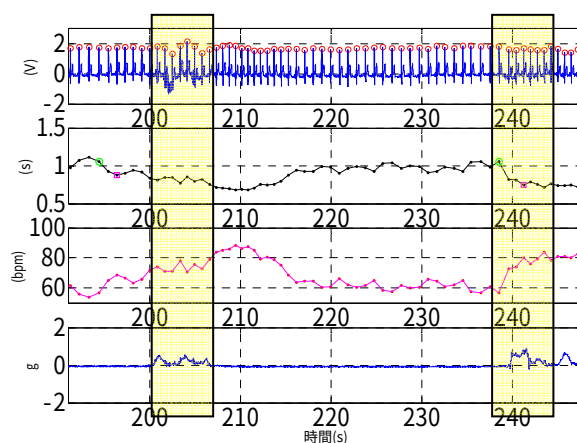


図2 静的からの動作時点（被験者D）

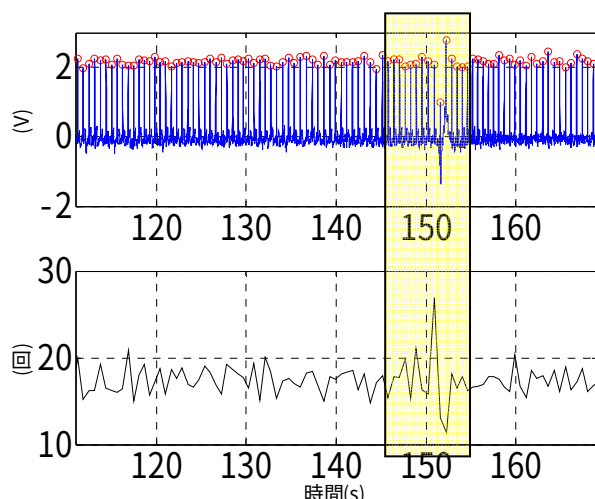


図3 動的な状態のクラッカー時点（被験者J）



写真1 計測システム

謝辞

本研究は、立命館大学生体工学研究室の牧川先生、ならびに博士の塩澤様の多大なるご協力のもと行いました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 【1】牧川方昭：身体活動を測る，日関外誌，xviii,(1,2),019~030.1999.