

研究最前線

生体信号の非接触センシング技術の研究

心臓の活動や呼吸を非接触で測る

被験者負担を軽減。応用は日常から医療まで

◎システム理工学部  
鈴木 哲 准教授

安全で使いやすい環境や道具、ミスが少なく効率の良い作業などを実現するために、私たちの身の回りのさまざまな場面で、人間工学の知見が生かされている。人間工学を専門とする鈴木哲准教授は、呼吸数、心拍数、血圧、心拍出量などのバイタルサインを体に触れず、測定できるシステムを開発している。計測していることを意識させないこのシステムは、医療・ヘルスケア分野だけでなく、幅広い分野での応用が期待される。

体表の微小な動きをとらえ、血圧を推定

「体に触れずに、心臓の活動や呼吸を計測する方法を開発されたそうですね。」

「触れずに、服の上からでも分かる」と言うと、怪しい研究だと思われそうですね。人の体は心臓の鼓動に伴って、その表面がわずかに動いています。この微小な動きをマイクロ波を用いてとらえることで、心臓の活動や呼吸活動をモニターする仕組みを考えました。マイクロ波は衣服などの遮蔽物も透過するので、服の上のようなある程度離れたところからでも計測することができます。

「具体的に、どのようなデータを集めるのですか？」

初めは、呼吸や心拍数を測れるデバイスを作りました。人がどれだけ緊張や不安などのストレスを感じているかは、心拍数の変動から解析することができます。このデバイスによって、電極などを体に着けずに、非接触でストレス状態をモニターすることに、

世界で初めて成功しました。また、高齢者介護施設で就寝中の入居者の呼吸をモニターし、睡眠時の無呼吸状態を検出することもできました。冬眠中の動物のクマやヤマネのモニターをした際は、日本動物園水族館協会から技術研究表彰をいただきました。

ただ、呼吸数や心拍数だけでは、治療にはあまり役に立たないので、もっと体の状態を把握するために重要な指標を計測できるようにしようと、血圧、心拍出量の変化を推定できる仕組みを考えました。心拍出量というのは、心臓が送り出す血液の量のことです。心拍出量の測定については、体表面の動きからではなく、心臓の拡張・収縮をモニターし、特に左心室の動きに関する情報を抽出し、駆出される血液量を推定しました。

「血圧や心拍出量を非接触で測るメリットは？」

一般的に血圧を測る時は、カフを腕などに巻いて圧迫して測りますね。高血圧の患者さんやお年寄りの中にはこれが負担になる方がいます。また、睡眠中に測ろうとしても圧迫で目が覚めてしまい、うまく測れません。病院で測ると血圧が高めに出てしまうのはよく知られています。だから、計測していることを意識させずに、計測することが望ましいのです。

心拍出量の場合は、通常、カテーテルを血管に挿入し、そこに機器を接続して測定しますから、患者さんの体に負担がかなり掛かります。非接触ならば、こうした問題を解決して、負担を感じさせずに連続的にモニターすることができます。

冬眠中のクマの生体情報をモニタリング

「このシステムはどのような応用が想定できますか？」

呼吸、心拍数、血圧の測定などは小さなセンサーを体のそばに置くだけで可能です。例えば、デスクワークなどで椅子に取り付けて、生体情報の変動をモニターし、ストレスや不快感が増していることが分かれば、仕事をサポートしたり、環境を良くする仕組みに利用できそうです。

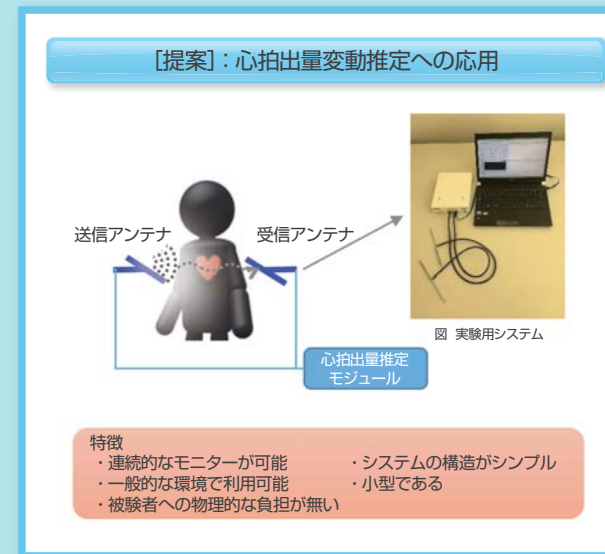
心拍出量の測定システムでは送信用と受信用の2つのアンテナを、体の近くに設置します。アンテナを衣服に縫い込んだり、貼り付けることもできるので、日常生活中心臓の状態をモニターできます。また、寝具などにうまく配置して、連続的にモニターするなど、医療・ヘルスケア分野への応用が期待できます。実際のところ、血圧、心拍出量の測定システムを発表してから、多くの企業より共同研究について問い合わせをいただいています。私は「せっかくの技術なので、皆さんと共有したい」という考え方で、いろいろな学外の方と一緒にやりたいと思っています。

「今後、この研究をどう発展させたいとお考えですか？」

企業の方とも協力して、信頼して使えるしっかりした製品に仕上げ、実際に利用していただきたい。それから、もっといろいろな生体情報を計測できるようにして、診断により役立つものにできるといいですね。

「ところで、なぜクマまでモニターしたのですか？」

前に勤めていた大学でのことです。上野動物園でクマが冬眠している様子を展示したいが、冬眠中に死んでしまわないか、冬眠中のクマの状態を調べる良い方法はないかと悩んでいる、という新聞記事を読んで、「この研究を応用すれば、冬眠中の様子をモニ

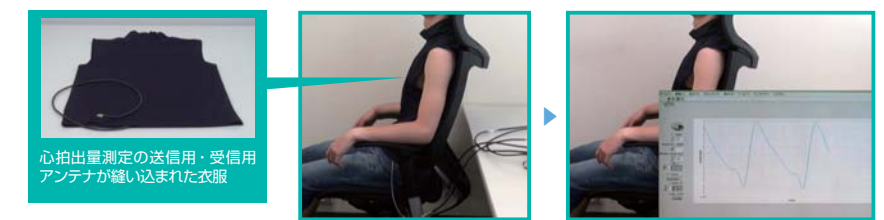


Non-contact Sensing

＜マイクロ波を用いた心拍情報の検出＞



＜心拍出量変動推定の応用例：日常生活のモニター＞



ターできるだろう。連絡してみてもどうか」と、当時の上司にあたる教授に言われて、電話したのが始まりです。そういう成り行きですから、「野生動物の生態観察など、専門ではないし、どうしよう」という思いもあったのですが、実際にかかわってみると、意外に面白かったのです。冬眠中は呼吸や心拍数が極端に少なくなることを初めて実証できましたし、私の専門は人間工学ですが、動物の行動を知ると「なるほど」と気付かされることがあって、現在の研究につながるヒントをたくさん得ることができました。

「こんなことができたら、面白い」の視点で攻める

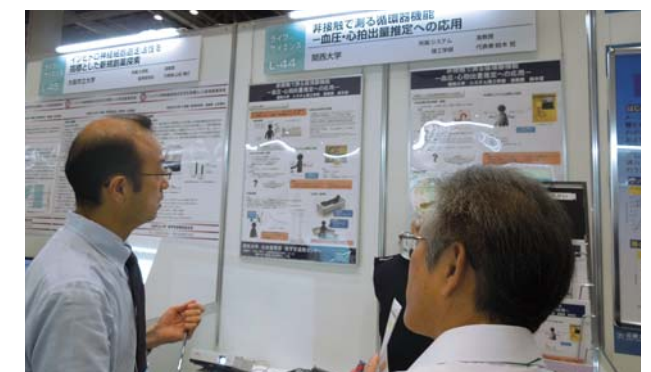
「マイクロ波を使った研究以外にも、興味のある研究テーマはありますか？」

実は元々、脳波について研究していました。人間工学の世界では、ヒューマンエラーをどうやって減らすかが重要な研究対象になっています。ヒューマンエラーが起こる要因には覚醒度が関係することから、脳波の研究をしていました。

覚醒度とは異なりますが、脳波を解析することで、何か行動を起こそうとした時に、失敗の兆候を検出できるという、これまた怪しいと言われそうな論文をまとめたことがあります。人間は何か行動する前に、頭の中ではこう動こうと計画をしています。その計画している時に出る脳波の波形に、行動の計画が良い時と悪い時で差が生じます。ということは、その脳波を読み取れば、動き出す前に失敗の可能性を指摘できるのではないかと考えたのです。

「着眼点が面白いですね。」

研究は「こんなことができたら、面白いのでは？」という視点から、自由に攻めて良いと思います。「触らずに測る」「クマをモニターする」など、少し訝しがられる研究も、専門家の意見を聞き、信号のノイズ処理に苦労しながらも成果を出せました。誰かがやらないと、知見は広がらないし、私たちが何か形にすることができれば、それに反応して、新たな提案をする企業や研究者も出てきます。研究を進めると、いろいろな方からさまざまな視点の意見や課題をいただくことができ、人と人のつながりのおかげで私も仕事ができているのだと実感します。



▲大学、ベンチャー企業等が研究開発の成果を展示・発表する「イノベーション・ジャパン2015」で企業関係者へ研究内容について説明する鈴木准教授