

顔感性カメラ

基礎フェーズ 応用フェーズ 実用化フェーズ

静岡大学 電子工学研究所 イメージングデバイス分野 川人 祥二
千葉大学 大学院工学研究院 イメージング科学コース 津村 徳道

ここに注目!! 光の技術で心を探る。スマホで手軽/高感度センサで詳細に
人の顔を撮影したデータから、血流の微かな変化を検出し、そこから脈波（心拍による血流の波）をリアルタイムに測定。
RGBカメラの技術および脈波測定のアプローチは実用化レベル。目的にあわせ装置・アプリケーションをオーダーメードで開発することが可能。[用途] 運転支援、メンタル評価など。



川人 祥二
Shoji Kawahito

静岡大学電子工学研究所教授。工学博士。
1988年東北大学大学院博士課程修了。同年東北大学助手。1996年豊橋技術科学大学助教授。1999年より現職。2006年(株)ブルックマンテクノロジー取締役CTO就任。イメージセンサに関する研究に従事。



津村 徳道
Norimichi Tsumura

千葉大学大学院工学研究院准教授。工学博士。
1995年3月大阪大学工学研究科応用物理学専攻。1995年4月千葉大学工学部情報工学科助手。
1999年ロチェスター大学 客員助教授(1年間)。2001年1月JSTさきがけ研究兼務(3年間)。
2002年2月千葉大学工学部情報画像工学科助教授(現在に至る)。

脳波や心拍、血圧などのデータを採ることで感性を可視化することができます。

被験者は、計測機器を身体に装着されることで「測られている」ことを意識し、その意識が緊張やストレスを引き起こす要因となってデータに影響を与えます。情動の微妙な変化や、ありのままの状態を測るうえで、見逃せない障害となります。

顔感性カメラは、人の顔を撮影したデータから、血流量の微かな変化を検出し、そこから脈波（心拍による血流の波）をリアルタイムに測定します。心拍数はもちろん、何らかの刺激によって起きる脈波の周波数の小さな揺らぎも捉えることが可能です。

スマートフォンやノートパソコンに内蔵されたカメラでも、データを得ることができますが、光創起拠点で開発したイメージセンサを用いることで、より正確で詳細なデータ、環境光の変化によるノイズの影響を排除したデータを得ることができます。さらに、暗闇でも測定することができ、被験者に意識させることなく測定することも可能となりました。

日々の健康チェックから、様々な場面での見守り、監視などに活用できるほか、医療現場においても非侵襲・非接触・非拘束での検査手法として応用が期待できます。



実用化レベル

これまでの研究開発から得たRGBカメラの技術および脈波測定のアプローチは実用可能なレベルに達しています。暗闇で測定できる近赤外ロックインイメージセンサについても、実用化に向けた試作を進めています。目的に沿った装置の開発、既存技術とのシステム化が課題であるため、企業と連携した実装実験や実用化検討を進めると同時に、広くニーズを募りたいと考えています。

活用シーン

- 日々の健康チェック
- 遠隔医療、健康相談
- 見守り(ドライバー、医療、遠隔介護など)
- モニター評価(商品、サービス、動画、エンタメなど)
- フィードバック(技能習得、教育、エンタメなど)

技術概要

《顔血流測定》RGB画像(可視光で得られる画像)の色成分をヘモグロビン、メラニン、陰影の3要素に分離し(人の顔色は主にこの3要素で構成されます)、ヘモグロビンの脈波を測定することで心拍の変動を抽出します。スマートフォンや一般的なパソコンで、リアルタイムのデータを可視化することができます。近赤外イメージセンサを用いた画像でも同様にヘモグロビンの脈波を測定して心拍変動を抽出できます。さらに、環境光が変化する条件下の測定も可能なシステムを構築しています。

《感性イメージセンサ》ヘモグロビンの脈波は非常に微弱であるため、一般的なカメラでは1000ルクス(勉強や事務作業に適した明るさ)程度の明るさを必要としますが、開発したRGB超高感度18ビットイメージセンサ及び近赤外高感度ロックインイメージセンサを活用することによって、多様な環境での測定を可能としました。

- RGB超高感度18ビットイメージセンサ：26ルクスという環境で脈波測定に成功しました。
- 近赤外高感度ロックインイメージセンサ：暗闇でも測定が可能です。また、各ピクセルにロックイン機能を持たせることにより、心拍と近い周期で変動する強い外乱光がある環境でも脈波の検出を可能としました。

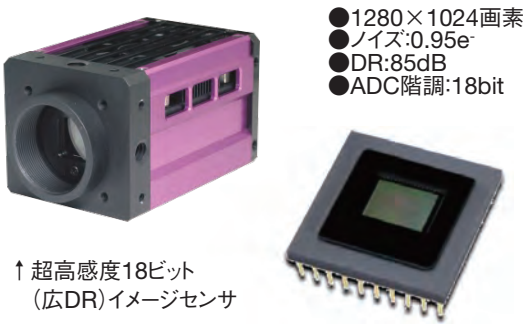
《マルチモーダル》カメラで映像データを取得していますので、表情、瞬き、瞳孔径など心拍とはまったく別の情報を同時に取得することができます。別系統の情報を並列的に解析することで、複雑な情動を読み取ったり、表情や身体の動きに起因するノイズを取り除くことが容易になります。

必要機器

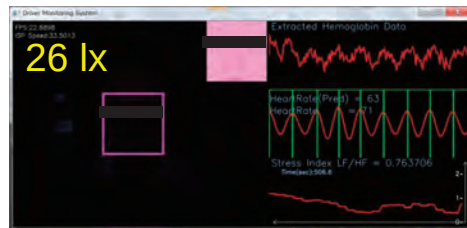
撮影に関しては、ノートPCやスマートフォンに内蔵のカメラから、専用の高感度カメラ・イメージセンサまで、状況や目的に応じて様々な装置を使うことができます。計算および可視化を行うアプリケーションは、一般的なパソコン、スマートフォンで動作が可能です。リアルタイムに評価できます。

出力データ

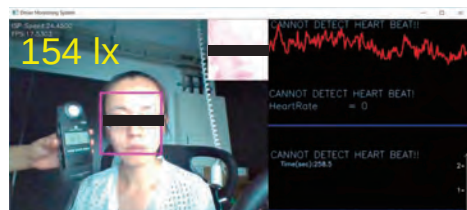
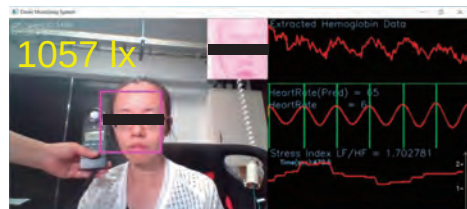
心拍による血流量の変化を波形として出力します(脈波)。ここから心拍数を得ることはもちろん、内外からの刺激による脈波の周波数の揺らぎも検出することができます。独自の技術によって環境光の変化によるデータへの影響を排除します。
★解像度の高い超高感度カメラを用いることで、顔や手のひらなど体表面における血流量の偏りを検出することも可能です(サーモグラフィの様なヒートマップ可視化法により画像として出力)。さらに、顔の複数箇所の測定結果から血流の速度を算出し、そこから血圧、さらには血管剛性を推定することも可能だと考えています。



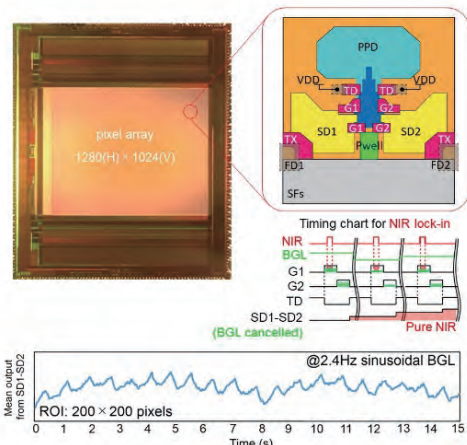
超高感度18ビットカメラ



一般的なカメラ(PC内蔵カメラ)



↑2種のRGBカメラによる心拍検出の性能比較



↑近赤外高感度ロックインイメージセンサ

■測定方法

装置とシステムを起動し、被験者がカメラの視野に入れば測定することができます。（装置の性能・精度によっては撮影環境を整えることが必要です）

■推奨したい他ツールとの統合解析

- 感性メーター
- 表情音声心情識別
- 血管剛性

※心拍、血流から感性を測るすべてのツールと統合できる可能性があります。

社会実装に向けた取り組み

●カメラで測るアドバンテージ1《非接触・不可視光》

感性COIでは、被験者の本音を脳波や心拍などの生体信号から測定・可視化することをめざしていますが、「被験者が測定されていることを自覚している」ことは、大きな課題です。脳波計や視線トラッカーの装着はストレスや緊張をもたらし、測定場所や測定時の姿勢が限定されることも少なくありません。カメラなら完全に非接触・非拘束による測定を可能にし、近赤外イメージセンサを用いれば被験者に意識させることなくデータを取得することもできます。

●カメラで測るアドバンテージ2《マルチモーダル》

解像度の高いカメラを用いれば心拍以外に血圧や血管剛性などのデータを得ることも可能です。

また、撮影した動画から、被験者の表情、動作、瞬き、瞳孔径の変化など様々な情報を得ることができます。心拍数が上昇した理由が恐怖なのか喜びなのか、同時に得た情報から判別することができます。

医療や介護分野で見守りに活用する場合にも、心拍の変動が、容態変化によるものか、被験者が姿勢を変えたためかを判別し、無用なアラートの発令を防ぐことができます。

●用途に応じた機器を開発

スマートフォンやタブレットで稼働するアプリから、見守りや健診など特定の目的にフォーカスした専用装置まで、様々なレベルの展開が可能です。特に計測専用装置は汎用をめざすのではなく、目的に沿ってイメージセンサの設計も含めたオーダーメイドで開発できる体制を整えたいと考えています。

今後の応用可能性

STEP 1 継続的な見守り・監視

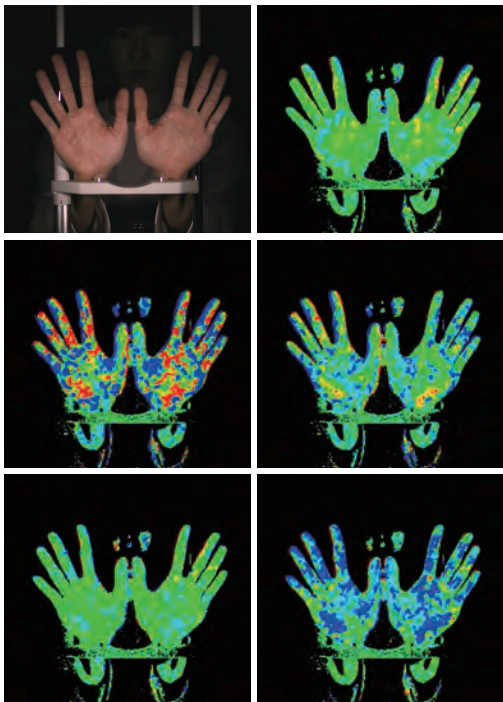
対象者に負担をかけることなく、心拍データやストレス、集中度などを計測できます。異変を察知した場合には、状況に応じて本人への警告や救急連絡などの対応に繋げることができます。

【自動車ほか機器の運転・操縦中の見守り】

運転席に専用装置を取り付け、運転者本人が自覚する前に疲労などを感知、カーナビなどと連動して音楽を流したり、休憩を促したりすることができます。

【医療や介護現場での見守り】

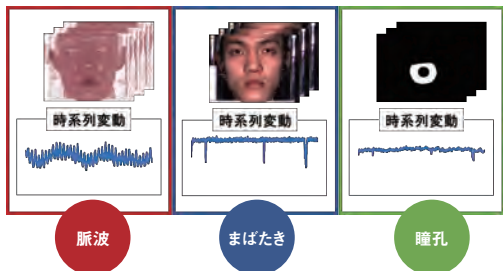
入院患者や介護が必要な高齢者の体調を見守ることができます。



↑近赤外イメージセンサを用いて、非接触・非拘束で掌の血流変化を捉えることができました。この方法により、被験者に意識させることなくデータを取得することができます。



動画



↑RGB動画から、様々な生理反応の情報を得ることができます。



↑医療や介護現場での見守り(イメージphoto)

非拘束で就寝中の暗い部屋での測定も可能です。

★低体重児の見守りに★

NICU（新生児集中治療室）に入院している早産児は、心拍や呼吸を計測するため小さな指にセンサをつけていますが、これを顔感性カメラに置き換えれば赤ちゃんの負担を減らすことができます。

現状のセンサは、赤ちゃんが身体を動かして信号が揺らいでだけでアラートを発令することがありますが、顔感性カメラを用いればエラーであると判断でき、アラートの正確性を高めることができます。

STEP 2 ストレスフリー環境で測定

被験者がストレスやプレッシャーを感じることはない状態で測定できます。調査や面談を動画で記録し、終了後に心拍データとあわせて詳細な解析や診断を行うことも可能です。

【モニター調査・顧客満足度調査で】

非接触・非拘束で測定できる顔感性カメラを用いれば、被験者のストレスを大きく低下させることができます。カメラの外観デザインを工夫すれば、存在そのものを意識せずに調査を進行できるでしょう。

プレッシャーに弱い性格の被験者でも、バイアスの少ない、ありのままのデータが得られます。

【教育や医療の面談で】

メンタルの不調の予防や治療、また、教育、トレーニングなどで面談などを行う際に、顔感性カメラを用いることで被験者の感性や情動、心拍・脈波などをデータとして取得することができます。

STEP 3 遠隔医療・体調観察の実現

感染症のパンデミックを経験し、今後、自宅や隔離された環境から遠隔で診察を行うことが当たり前になるでしょう。顔感性カメラは遠隔医療の実現に大きな力となります。

【スマホやWEBカメラを用いて】

スマートフォンやパソコンに内蔵されたカメラでも心拍などのデータを取得することができます。患者さんが既に所有するデバイスを活用したバイタルデータの取得は、リモート診断を実現する第一歩になるでしょう。

【高感度イメージセンサを利用し、遠隔医療】

高感度イメージセンサを利用した遠隔医療用のカメラモジュールを開発することで、これまでなら通院・入院が必要だった患者さんの体調変化を在宅のままで診察できるようになり、治療を受けるために遠方の病院への通院・入院などの、患者さんの負担を軽減できます。また、バスやトラックに搭載されたドライバーモニターの監視強化、高齢者ドライバー連続見守り、飛行中のパイロットの体調観察などができます。

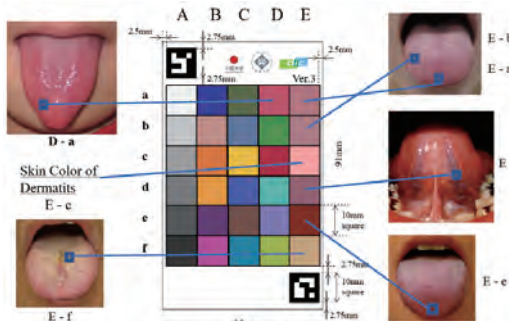
STEP 4 日々の健康管理に

スマートフォンの健康アプリに心拍測定機能を持たせ、自撮り感覚で計測・記録することができます。アプリと対話しながら、簡易的なメンタルチェックを行うことも可能かもしれません。うつ病などの症状抑制や受診勧奨にも役立つでしょう。例えば、病院やデイケアセンターなどで運動器リハビリテーションとして使用されているリカンベント型エアロバイクに装着することでリハビリ中の人の体調管理ができると考えています。

遠隔医療のイメージ



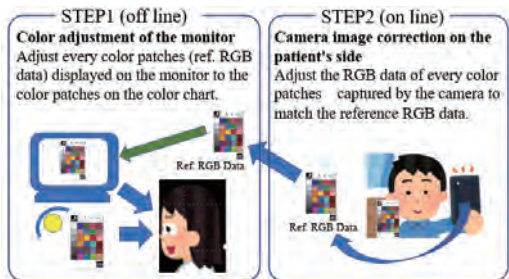
↑カラーチャートを使った遠隔医療イメージ



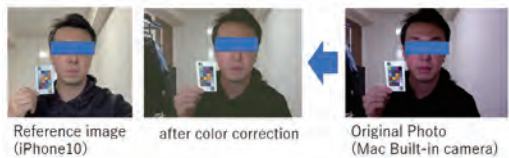
↑遠隔診断のために肌色や舌色の7色を追加したカラーチャート



↑デバイスや照明環境により診断に重要な顔色が変化する様子



↑遠隔医療における自動色補正の概要



↑カラーチャートを用いた自動色補正結果



↑リカンベント型エアロバイクに顔感性カメラを内蔵(イメージphoto)