

皮下の血管の様子を非接触・リアルタイムで鮮明に可視化 ～注射・採血、診断などの医療応用に期待～

奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科 情報科学領域 光メディアインタフェース研究室の久保尋之助教、岩口堯史博士後期課程学生(現:九州大学助教)、船富卓哉准教授、向川康博教授らと、米国・カーネギーメロン大学の Srinivasa G. Narasimhan 教授、アリゾナ州立大学の Suren Jayasuriya 助教らによる研究グループは共同で、皮下の血管の様子を非接触かつリアルタイムで鮮明に可視化する技術を開発しました。この技術によって、血管が細いため、注射や採血が難しい高齢者や子どもの静脈の視認が容易になるほか、足の血管がこぶのように膨らむ下肢静脈瘤などの疾患の診断などへの応用が期待されます。



(a) 撮影の様子 (b) 通常の写真 (c) 本手法による血管の可視化

図1 本手法による腕の血管の可視化の様子

光源から肌に光を照射すると、光の大部分は肌の表面で反射しますが、ごく一部の光は肌の内部に入りこみ散乱することで、光が肌に当たった位置と内部を経由して外に出てくる位置との間には、僅かなギャップが生じることとなります。私たちは、このような肌の内部を経由している散乱光を観測することによって、皮下に分布する血管の様子を捉えることが出来ることに着目しました。

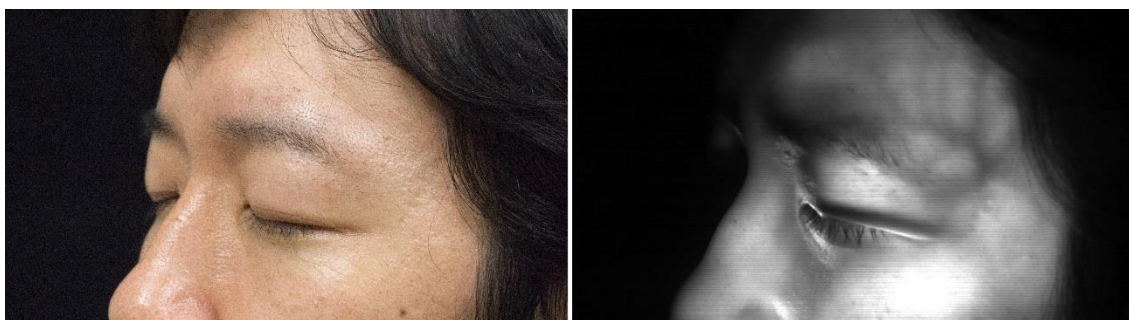
まず、市販のレーザー走査型のプロジェクタとローリングシャッター方式のカメラを並行に配置する計測装置を構築しました。このプロジェクタの光線とカメラのシャッターは、被写体を高速にスクロールしています。そこで、光線の照射と撮影のタイミングに1ミリ秒以下のごく僅かな遅延時間を意図的に挿入することで、光線を照射する位置とカメラで観測する位置との間に僅かなギャップ(距離)を設けました。その結果として、肌表面で反射される光に影響されないように、肌の内部を通過して散乱する光だけを選択的にとらえることが出来るようになり(図3参照)、皮下の血管の様子を非接触でリアルタイムに映像化することに成功しました。また、撮影した動画像を解析することにより、脈拍の測定が可能となりました。

本システムは外光の影響を受けにくいいため、日常的な明るさの室内で利用が可能であるうえ、光源は可視光を用いているため、X線などと比較して健康への影響が少ないことが特徴です。さらに、小型でかつ安価な構成のため、家庭や発展途上国での利用も期待されます。

この研究成果は、10月21日付で国際学術誌 IEEE Transaction on Computer Graphics (TVCG) に掲載されました。



(a) 肘



(a) 頭



(a) 脚

図2 各部位を通常のカメラで撮影した結果（左）と本手法による血管の可視化結果（右）

本研究では、時間同期式プロジェクターカメラシステムを応用し、照明と撮影とのタイミングに1ミリ秒以下の僅かな遅延時間を意図的に挿入します。これによって、光を当てる位置とカメラで観測する位置との間に、若干の距離を設けることが出来るようになります。

ものの表面で反射する光は、光が当たった位置で反射しますから、本システムでは観測されません。一方、物の内部に進入し、散乱した光は少し離れた位置まで広がって届きますから、本システムではこのような散乱光だけが観測されることとなります。従って、本システムで人の肌を観測した場合、肌の表面での反射光は全く観測されず、逆に肌の内部を経由した散乱光だけが計測されることで、肌の内部にある血管があたかも影のようにカメラで捕らえられることとなります（図3）。

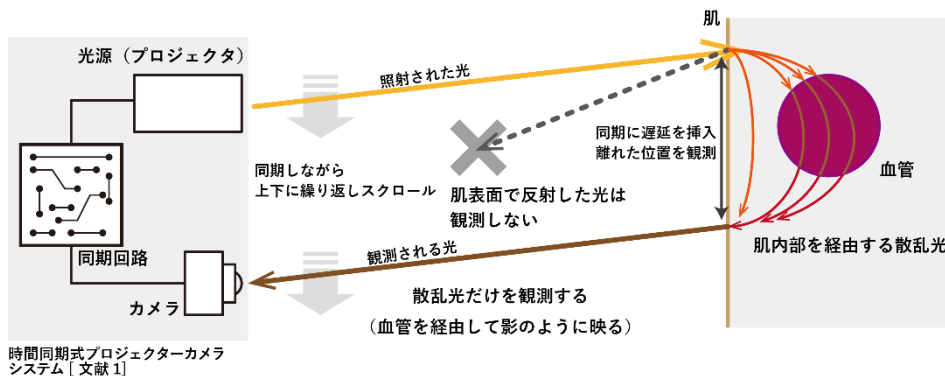


図3 本システムの概念図

本システムは、レーザー光を光源とするため、バンドパスフィルタを併用することで外からの光を大幅にカットでき、そのため室内光を付けたままで使用可能です。また、レーザー走査方式のプロジェクタもローリングシャッターカメラも安価で製造されているため、システム全体の製造コストも低く抑えられることが期待できます。

今後は、より鮮明な可視化を目的とした画像処理アルゴリズムの開発や、更なる小型化を目指して研究を継続します。

【掲載論文】

"Programmable Non-Epolar Indirect Light Transport: Capture and Analysis",

IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics,

doi: 10.1109/TVCG.2019.2946812.

日文新聞发布全文 <https://www.naist.jp/pressrelease/2019/10/006236.html>