

時間同期式プロジェクタカメラシステムの 遅延時間制御による血管の強調表示

Enhanced visualization of blood vessels by synchronous delay control of projector camera system

三上徹朗 久保尋之 舩富卓哉 向川康博
Tetsuro Mikami Hiroyuki Kubo Takuya Funatomi Yasuhiro Mukaigawa

奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology

1 はじめに

半透明物体内部を可視化するためには、表面下散乱光のような物体内部を通過する光のみを撮像できると良い。人の肌は僅かながら光を通す半透明物体であり、特に医療分野などにおいて、その内部の可視化は重要な課題である。しかし、一般的な撮影機材では、物体表面で反射する直接反射光が支配的となり表面下散乱光の抽出が難しい。そこで、本研究ではエピポーラ幾何に基づく時間同期式のプロジェクタカメラシステム [1] を用いて半透明物体のライトトランスポートを計測し、これを計算処理することで肌内部の血管の様子を強調した画像を生成し、視認性を向上させる手法を提案する。

2 提案手法と実験

図 1 に、本研究で使用するプロジェクタカメラシステムの模式図を示す。レーザプロジェクタとローリングシャッターカメラが平行に配置され、それぞれは上下に繰り返しスイープしながらシーンのある 1 ラインの照明と撮影を繰り返す。そこで、照明と撮影のタイミングに意図的に遅延時間を加えることで照明面と撮影面の間にギャップを設け、表面下の深さに依存するライトトランスポートを取得する。なお、遅延時間の符号を逆転すると照明面と撮影面の位置関係が入れ替わるため、取得されるライトトランスポートも異なったものとなる。

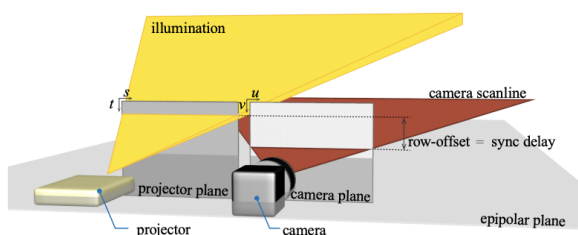


図 1: 時間同期式プロジェクタカメラシステム

本システムを用いて異なる同期遅延時間 $-600 \mu\text{s}$ と $+1500 \mu\text{s}$ で人の腕を撮影した画像を図 2 に示す。図中には血管が黒い影となって可視化されている。ただし、肌内部での散乱によって光が減衰し、影がぼやけ視認しにくい。血管の黒い影は、照明と撮影の位置関係から同期遅延時間を負方向に設定すると血管の上方向に伸びる。逆に正方向に設定すると下方向に伸びる性質がある。

この性質を利用し、異なる同期遅延時間を設定して撮影された 2 枚の画像を処理することで血管が強調された画像を得る。具体的には画像の各画素に対し、その画素

を中心とした矩形領域（今回は 24×24 とした）を用いて正規化相互相関を計算し、相関値画像を生成した。血管が内部に存在しない箇所では影が発生しないため正の相関が得られるが、血管が存在する箇所では影が発生し、同期遅延時間によって発生する影の方向が異なるため負の相関が得られる。その結果、図 3 のように血管が強調された画像が得られる。

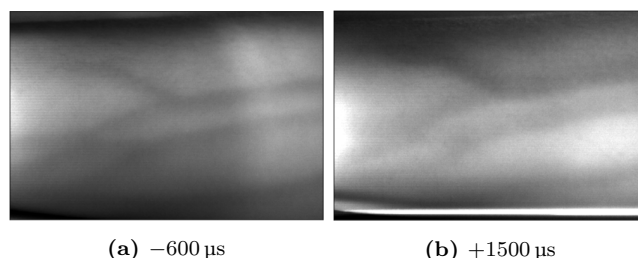


図 2: 異なる同期遅延時間で人の腕を撮影した画像

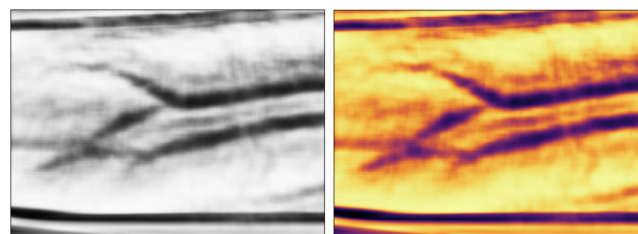


図 3: 血管が強調された相関値画像

3 まとめ

本稿では、肌内部の血管の可視化を目的とし、時間同期式のプロジェクタカメラシステムを用いて異なる同期遅延時間の画像を 2 枚撮影し、これらの正規化相互相関を計算することで血管強調画像を生成する手法を提案した。実験により視認性を向上できることを確認した。リアルタイムシステムとして画像処理を装置に実装することが今後の課題である。

参考文献

- [1] H. Kubo, S. Jayasuriya, T. Iwaguchi, T. Funatomi, Y. Mukaigawa, S. G. Narasimhan, “Programmable Non-Epipolar Indirect Light Transport: Capture and Analysis”, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2019.10.