

曲がり角の向こうを見ることができる 飛行時間式カメラ

米マサチューセッツ工科大学 (MIT) の研究チームによって最初に概念が発表され、2010年末にLaser Focus World誌によって報告された、曲がり角のむこうを見ることが可能にするかもしれない超高速カメラが、このたびMITメディアラボの当初の研究チームのメンバーによって実験的に実証された⁽¹⁾。飛行時間法と計算機アルゴリズムを使って曲がり角の向こうの隠された立体物からの拡散反射をデコードすることによって、1兆フレーム/秒での可視化を実現するMITメディアラボの装置と同種のストリークカメラをベースとした装置は物体の形を再構成することができた。

拡散反射壁

曲がり角の向こうの物体を再構成するための実験装置の重要な部分は、高さ40cm、幅25cmの拡散反射壁である。超高速レーザとストリークカメラはいずれも壁の方向に向けられ、物体は壁の近く置かれているが、不透明な仕切板によってカメラの直接的な視野に入らない曲がり角のむこうに隠されている(図1)。減衰されたレーザビーム部分もストリークカメラへと拡散壁によって直接反射される。

レーザビームは、カメラ視野の上と下の壁面上点にガルバノスキャナによって位置決めされる。レーザは50fs長のパルスを放射し、カメラは2psの時

間隔で情報をデジタル化して、1空間次元および1時間次元のストリーク画像を記録する。

再構成

レーザを走査して、連続ストリーク画像を記録し、三角法と再構成アルゴリズムを使って拡散反射を3Dデータセットへとデコードすることにより、物体形状の再構成が可能になった。再構成アルゴリズムは既知の飛行時間から光路長を計算し、カメラによって観察された壁上のすべてのレーザ位置とすべての画素による三角法を実行した。

ストリーク画像における各画素は、拡散壁の有限のエリアと2psの時間間

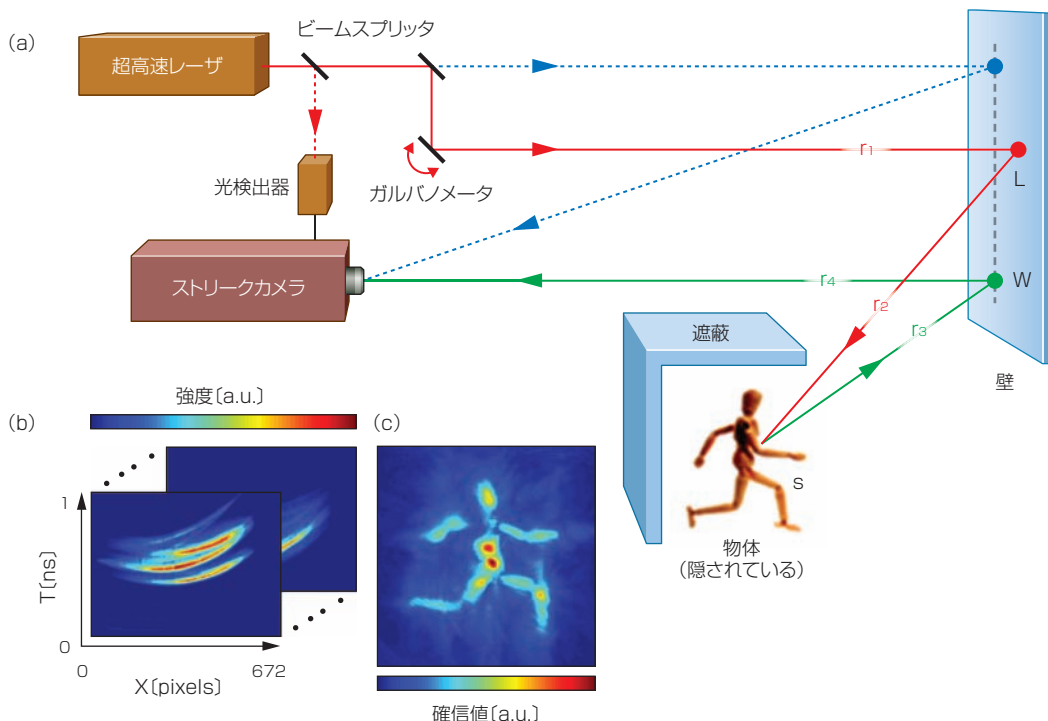


図1 不透明な仕切板の向こう側に置かれた物体からの拡散反射は、ストリークカメラをベースとしたシステムによって捕らえられた(a)。ストリーク画像(b)と計算機アルゴリズムを使って隠された物体の3D画像(c)が再構成された。(資料提供:MITメディアラボ)

隔に対応して、不連続な時空間の集合を形成した。しかし、システムの実効時間分解能はカメラの有限の時間点像分布関数により15psになった。1つのプロセス、いわゆる逆投影法において、ストリーク画像と飛行時間データを用いて像面における物体からの点のあるべき物理的位置を計算することによって、隠された物体の3D奥行きマップを作成することができた。

3D距離セットアップからのデータを使って、40×40×40cm³体積内の隠された物体に対する横方向精度がセンチメートルスケールの最終画像とサブミリメートル精度の奥行きマップを得た。MIT研究チームのアンドレアス・ヴェルテン氏は、「多くの用途を持つ曲が

り角の向こうを見る能力は、計算機画像処理と超高速光学との間の新しい研究領域で可能になるものの一例にすぎない。この実験により多くの研究プロジェクトに活気を与えたい」と語った。

MITメディアラボのラメッシュ・ラスカー準教授は、「X線マシンからCT走査マシンへと進化するには、トモグラフィ再構成を通したハードウェアと計算の巧みな協調設計が必要であった。同様に、飛行時間レーダなどの伝統的なハードウェアから曲がり角の向こうを見るCORNAR(<http://cameraculture.info>を参照)のようなアプローチへと進むには次世代の数学的ツールが必要である。われわれと共同研究者とのNature Communicationsの論文とわれわ

れ自身の初期ホワイトペーパーは、ハードウェア-ソフトウェアの統合的アプローチなどいくつかの将来方向を示唆している。初期には、この技術は、科学、医学、産業上のイメージングなどの管理された環境での利用が目標になるだろう。しかし時間が経ち超高速イメージングが改良されるにつれ、よりポータブルでより低消費電力なフォームファクタが、ロボット工学、自動車、工場自動化、緊急初動要員、計算機写真術などにおいて屋内と屋外を選ばない利用を可能にするに違いない」と語っている。(Gail Overton)

参考文献

(1) A. Velten et al., Nat. Comm., 3, 745, 1-8 (Mar. 20, 2012).

LFWJ

光産業技術マンスリーセミナー



Optoelectronics Industry and Technology Development Association

プログラム (8-10月)

No. / 開催日	講演テーマ / 講師
第 351 回 8月21日(火) 15:30-17:30	「痛みの分かる材料・構造を実現する光ファイバ神経網技術」 講師:保立 和夫氏(東京大学大学院工学系研究科 教授)
第 352 回 9月18日(火) 15:30-17:30	「フォトリソグラフィによる発光制御とその応用」 講師:岩本 敏氏(東京大学生産技術研究所 准教授)
第 353 回 10月23日(火) 15:30-17:30	「ナノ材料による新しい光機能の開拓」 講師:立間 徹氏(東京大学生産技術研究所 教授)

- 場所 一般財団法人光産業技術振興協会
- 定員 各60名
- 参加費 光協会賛助会員:1,500円(税込み) / 一般参加:3,000円(税込み)
※支払いは、当日受付にて現金でお願いします。

- 申込方法 オンライン申込フォーム >>> http://www.oitda.or.jp/main/monthly/monthly_postmail.html
- 申込締切 定員になり次第締め切ります。なお、締め切った場合には Web 上にその旨を掲載します。

問い合わせ先

一般財団法人光産業技術振興協会マンスリーセミナー担当 綿貫
 〒112-0014 東京都文京区関口 1-20-10 住友江戸川橋駅前ビル7F TEL:03-5225-6431 FAX: 03-5225-6435
 E-mail: mly@oitda.or.jp URL: <http://www.oitda.or.jp/>