



汎光線空間技術の応用と期待

鷲見和彦 (青山学院大学)

光線空間法を概観

撮影対象から出た光線が、イメージングデバイスに結像するまでの光路を一つ一つに分けて考える光線空間や多視点画像の考え方は、実は古くから存在していた。図-1は1908年にGabriel Lippmannによって考案された最初の光線空間カメラの原理である¹⁾。微小なレンズと感光板の配列によって、物体からある方向に出た光だけを写真として記録する。これを現像して物体のあった方向から見ると、視点の変化に応じて違う方向から見た画像が再生されるので、立体視が可能になった。

実用化を支える技術革新

現在では、光検出器は10 μ m以下の画素アレイとして数百万画素のイメージャが実現でき、レンズも撮像素子の素子と同じ大きさにできるので、実用的な光線カメラを作ることが可能である。さらに、光線を1本ずつ撮影しなくても、同時に複数の光線を扱う変復調を計算機内で高速に行うことで、実用的な速度で任意の視点や焦点のイメージングを行

うことが可能になったのである。

光線空間法の発展と応用

カメラ内部の光線空間

マイクロレンズアレイを使い入射方向を選択するインテグラル方式のカメラや、多数のマイクロカメラを並べたアレイ状カメラが、すでに市販され始めた²⁾。映像の撮影後に目的の対象に焦点を合わせるデジタル再合焦や、奥行きを検出する3次元カメラとして応用が可能である。試作品レベルでは、主レンズを通過する光を時間的・空間的に変調して撮像素子に導き、撮影時間は伸びるが画素数の点で有利な方式も発表されている³⁾。

多方向視点の光線空間

ミクロに光線空間を利用する顕微鏡やカメラにとどまらず、複数のカメラを用いて1つの撮影対象を多視点統合するものや、カメラや撮影対象の移動により、多視点に相当する撮影法が研究された。たとえば移動しながら画像を取得すると物体とカメラとの間には多数の光線経路が形成される。図-2(左)は、そのような光線の発生を、カメラの移動を時間軸にとって画像を3次元に構成した時空間画像である⁴⁾。この画像中で撮影対象上の点は直線(カメラが等速直線運動する場合)や曲線で表現され、奥行きに応じた分解が可能になる。図-2(右)は不要な前景を除去した映像である。同じ原理で、手持った物体を取り回しながら多方向からカメラに見せると、物体の3次元形状や表面の模様を計算機内に再現できる。物体を持っている手も映ってはいるが、物体自身の座標系から見ると移動する物体であ

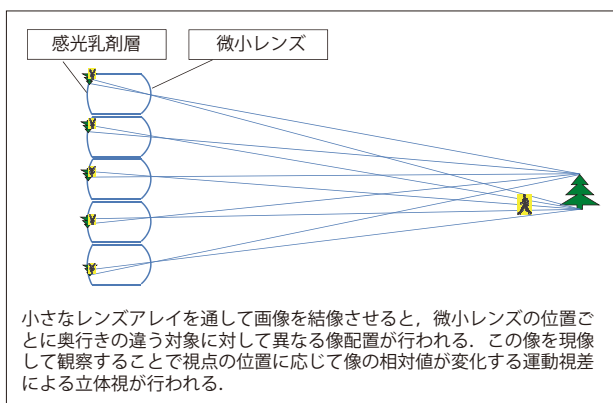


図-1 Integrated Photography
 出典：Epreuves reversible donnant la sensation du relief¹⁾

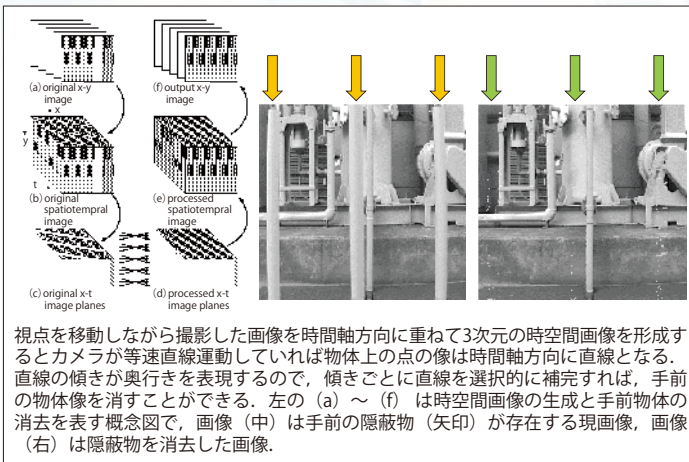


図-2 人の視覚増強
出典:時空間画像処理による注目対象の強調に基づいた遠隔監視システム⁴⁾

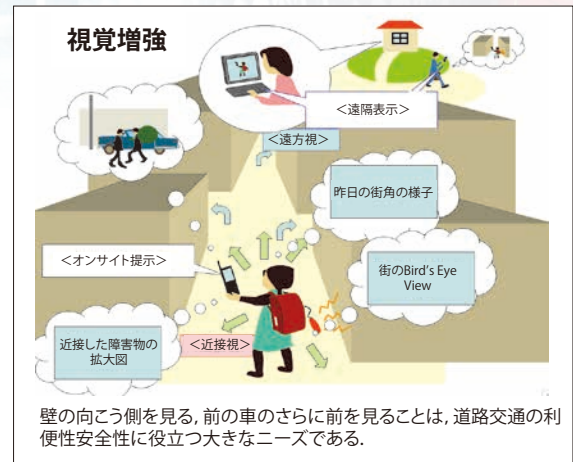


図-4 人の視覚増強
出典:パターン認識・メディア理解の10大チャレンジテーマ⁶⁾



図-3 手持ち物体のモデリング
出典:3-D Digitization of a Hand-held Object with a Active Wearable Vision Sensor⁵⁾

り、移動体を除去すると、保持している手を含まない物体のみの3次元モデル(図-3)を生成することが可能である。

光線空間法への期待

光線空間法によって実現される一番大きな効果は、従来は人間が見ることができなかったものが見えるようになるという、一種の人の視覚増強である。

たとえば、顕微鏡で観察するミクロな領域では、解像度と焦点深度とは、1つのレンズでは両立しにくい。しかし光線空間法を使えば、奥行きが深く狭い空間も、手前の遮蔽物を除去し全領域に焦点が合う画像が得られる。内視鏡検査や医療ロボットなどの手術ガイドに活躍が期待される。

一方、日常生活においては、カメラ移動や多視点カメラを用いた視覚増強が役立つであろう。図-4は、筆者らが電子情報通信学会 PRMU 研究会の活

動として考えた2010年代に発展する10大チャレンジテーマの1つであるが、このような見えないところを見るニーズは、自動運転を含む快適な移動空間や高齢者・障害者にやさしい社会の実現に期待されている。また、ゲームやコミュニケーションに用いられるVR/ARにも物体の3次元モデルを簡単に生成できたり、視点位置を自由に設定できたりする本技術が重宝されることであろう。次の10年の実世界応用が期待される。

参考文献

- 1) Lipmann, G.: Epreuves Reversible Donnant la Sensation du Relief, J. Phys, 4(7), pp.821-825 (1908).
- 2) 蚊野 浩: Computational Photography と未来のデジタルカメラ = Lytro の動作原理とアルゴリズム =, 光アライアンス, 24(7), pp.1-6 (2013).
- 3) Veeraraghavan, A., et al.: Dappled Photography: Mask Enhanced Cameras for Heterodyned Light Fields and Coded Aperture Refocusing, Mitsubishi Electric Research Lab. MERL-TR 2007-115 (2007).
- 4) 羽下哲司, 鷲見和彦, 橋本 学, 関 明伸, 黒田伸一: 時空間画像処理による注目対象の強調に基づいた遠隔監視システム, 信学技報, PRMU97-126, pp.41-46 (1997).
- 5) Tsukizawa, S., Sumi, K. and Matsuyama, T.: 3-D Digitization of a Hand-held Object with a Active Wearable Vision Sensor, proc. ECCV workshop on Human Computer Interaction (HCI), Session III-2 (2004).
- 6) 鷲見和彦, 内田誠一, 佐藤真一, 佐藤洋一, 日浦慎作, 福井和広, 馬場口登: パターン認識・メディア理解の10大チャレンジテーマ, 信学会誌, 92(8), pp.665-675 (2009).

(2016年7月4日受付)

鷲見和彦 (正会員) ■ sumi@it.aoyama.ac.jp

博士(工学)。1984年京大大学院修士(電気電子専攻)修了,三菱電機(株)先端技術研究所を経て,2011年より青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科教授。