

物体のスパース性を利用したホログラム高速計算法の GPU 化 GPU Acceleration of Fast Calculation Method for Hologram Based on Object Sparsity

(地独) 大阪技術研¹, 宇大 CORE², 宇大院工³

○ 山東 悠介¹, 茨田 大輔^{2,3}, 谷田貝 豊彦²

ORIST¹, CORE, Utsunomiya Univ.², Grad. Sch. Eng., Utsunomiya Univ.³

○ Yusuke Sando¹, Daisuke Barada^{2,3}, Toyohiko Yatagai²

E-mail: sando@orist.jp

近年の半導体技術の進展により、ホログラムの計算速度は劇的に向上した。それでもなお、実時間ホログラフィックディスプレイの実現には、更なる計算速度向上が不可欠である。我々は、3次元物体からの回折計算に3次元高速フーリエ変換 (3D FFT) を用いている [1]。この手法では、複雑な奥行き形状を持つ3次元物体であっても、3D FFT を一度行うだけで様々な方向への回折波が得られるという利点がある。しかし、3D FFT は計算負荷が大きい。そこで我々は、3次元物体のスパース性に着目し、全てのボクセルに対し平等に処理を行う3D FFT の高速化に取り組んだ [2]。これは、奥行き方向 (z 軸) に対し、物体はデルタ関数のように分布すると仮定することで、z 軸方向の処理については解析的に解き、x と y 方向のみ FFT を行う手法である。FFT の演算量が削減でき、従来の3D FFT を用いる手法と比較して、約4割計算時間を短縮できた。

一方、近年ではグラフィックスプロセッシングユニット (GPU) を用いたハードウェアによる高速化がホログラム計算において一般的になりつつある。GPU による高速化では、演算量の削減に比べて、(グローバル) メモリへのア

クセス回数の削減が重要になる。つまり、上述の物体のスパース性に着目した手法は、中央演算処理装置 (CPU) と GPU で、その効果が大きく異なる可能性がある。そこで本研究では、スパース性に着目した手法を GPU を用いて実装し、その計算時間を検証した。

比較検証のための処理フローを Fig. 1 に示す。3次元データに対し陰面処理を行った後、FFT 等の各手法での処理を行った。最後に球面上のフーリエスペクトルを抽出することで、フーリエ変換型ホログラムを計算した。計算時間は、従来法 (直接3D FFT) と提案法でそれぞれ5.0 ms と3.5 ms であり、本手法により1.4倍の高速化を達成した。また、参考までに計算したフーリエ変換型ホログラムを再生した結果を Fig. 2 に示す。従来法と提案法で、同様の結果が得られている。なお、3D FFT を用いた回折計算法では、スパース性は物体 (入力) だけでなく、スペクトル (出力) にも適用可能である。スペクトルにも適用することでさらなる高速化が期待できる。

本研究の一部は、科学研究費補助金 (JP20K11914) の助成を受けて実施されたものである。

参考文献

- [1] Y. Sando, *et al.*, Opt. Express **20**, 20962(2012).
[2] Y. Sando, *et al.*, Info. Photonics IPp-03 (2022).

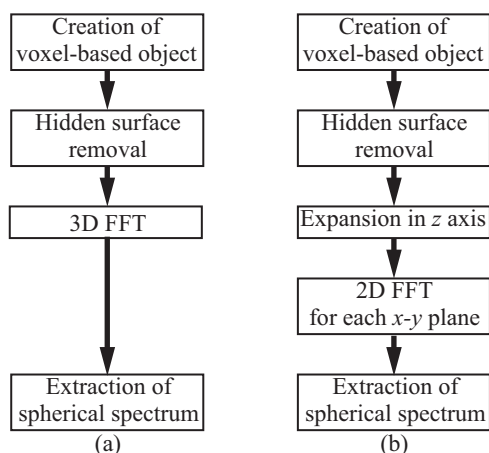


Fig. 1: Calculation flows of (a) the conventional 3D FFT method and (b) the proposed method.

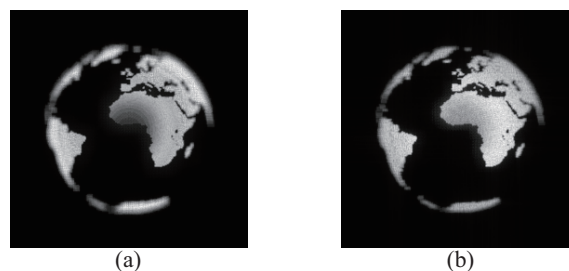


Fig. 2: Reconstructed images from the holograms synthesized with (a) the conventional 3D FFT method and (b) proposed method.