

スーパーコンピュータを用いた光線-波面変換に基づく 大規模ホログラフィック・ディスプレイの並列計算

Parallel calculation of large-scale holographic display

based on ray-wavefront conversion with super computer

○(B4)柿沼 建太郎¹, 五十嵐 俊亮¹, 中村 友哉^{1,2}, 松島 恭治³, 山口 雅浩¹

(1. 東工大, 2. JST さきがけ, 3. 関西大学)

○Kentarō Kakinuma¹, Shunsuke Igrashi¹, Tomoya Nakamura^{1,2}, Kyoji Matsushima^{1,3}, and Masahiro Yamaguchi¹

(1. Tokyo Tech, 2. JST PREST, 3. Kansai Univ.)

E-mail: kakinuma.k.ab@m.titech.ac.jp

計算機合成ホログラム (CGH) に基づく 3D ディスプレイは人間の奥行き知覚要因を全て満足するが, その生成には多大な計算コストを必要とする. 点光源法に基づく専用計算機構築・高速並列計算は報告されている一方[1], 10 ギガピクセルを超えかつ質感の高い立体像を提示するような CGH の生成には未だ 3 時間長を要する[2]. 本研究ではこれまでに我々が提案した光線-波面変換に基づく計算法[3]を基に, スーパーコンピュータ TSUBAME3.0 を用いて大規模 CGH の高速並列計算を実現する.

光線-波面変換を用いた計算法は物体近傍で取得したライトフィールドを波面に変換し CGH 面までの伝搬を計算する手法である. 光線情報の利用によりオクルージョンや優れた質感を表現可能であり, 波面伝搬により深い奥行きでも高い分解能で表示することができる. 近年余剰な伝搬計算を削除可能な手法が提案され並列化への可能性が示されたが, その実装はなされていなかった.

今回我々は作成する CGH をタイル状に分割し, それぞれの計算を完全に独立に行うことで高速な計算を可能とした. 提案手法では「ORS 面」を記録するシーン内に設定し, そこで得た平行投影画像群を用いて波面を計算する. 各 CGH タイルの計算に必要な光線は光線全体の独立した一部の光線だけであるという性質を利用し, 平行投影画像群から必要な部分の光線を抽出することで独立な計算を可能としている.

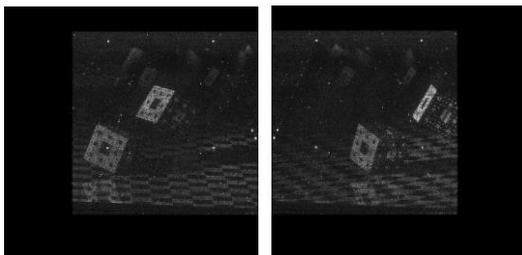


Fig. 1. Numerical reconstruction from the generated CGH using the proposed method. (a) Left view and (b) right view.

実験では 128Kx128K 画素の CGH を計算した. CGH を 4Kx4K 画素のタイル 32x32 枚に分割し, 各タイルを並列に計算する. 画素ピッチを 0.8 μ m, 設定波長を再生光源に合わせ 527nm としたため, 最大回折角は $\pm 19.2^\circ$ となる. 物体中心と CGH 間の距離は 100mm と設定した. 本研究を用いて生成した CGH からの立体像再生シミュレーション結果を図 1 に示す. 視点変更に伴う視差から, 確かに立体像が再生されていることが確認できる.

計算はローカル・TSUBAME の 2 環境で行い, TSUBAME ではノードを 21 ノード使用した(うち 1 ノードが master ノード, 20 ノードが計算用ノード). 結果を表 1 に示す. ローカル(並列無)での計算時間は光線取得・伝搬干渉計算含め 19 時間 52 分を要した. 一方で提案手法を用い TSUBAME による並列計算を行った場合, 同等の CGH の生成を 53 分で完了し, 約 22.5 倍の高速化となっている. 計算環境が異なるため厳密な比較にはなっていないが, 予想されたおよそ 20 倍の高速化が実現できたことが分かる.

本研究の一部はは関大デジタルホロスタジオの協力を得て行われた.

Table 1. Computing Result

	ローカル (並列無)	TSUBAME (20 並列)
CPU	Intel Xeon E5-1650 v4 3.60GHz	Intel Xeon E5-2680 v4 2.4GHzx 2CPU
RAM	32GiB	256GiB
GPU	Titan XP	Tesla P100
計算時間	19 時間 52 分	53 分

参考文献

- [1] T. Sugie, et al., Nat. Electron. 1, 254—259 (2018).
- [2] H. Nishi and K. Matsushima, Appl. Opt. 56, F37—F44 (2017).
- [3] S. Igarashi, et al., Opt. Express, 26, 10773—10786 (2018).