

平行高周波照明における周波数の適応的選択

田中 賢一郎^{1,a)} 向川 康博¹ 松下 康之² 八木 康史¹

1. 概要

濁った液体や乳白色のプラスチックなど、光を透過する性質を持つ物体では、透視画像を撮影することで、その内部状態を推定することができる。しかし、多くの物体では内部で光が散乱してしまうため、透視画像は不鮮明になりやすい。散乱によって不鮮明になった画像を鮮明化する技術は、様々な分野において重要な基礎技術である。我々は、平行高周波照明法を考案し、図 1 に示す装置を利用して散乱光の影響を除去した鮮明な透視画像を得ることに成功した [1]。しかし、最適な投影パターンは媒体に依存しているという問題があった。そこで、本論文では散乱媒体の濃度に応じて自動的に最適な投影パターンの周波数を選択し、合成する手法を提案する。

2. 周波数の適応的選択

最適な投影パターンの周波数は散乱媒体の濃度に応じて変化する。図 2 (a) に示すような、文字が書かれたレイヤーを異なる厚さの乳白色のアクリル板で挟み込んだシーンを考える。領域 A は 1mm のアクリル板が 1 枚、領域 B は 1mm アクリル板が 2 枚、領域 C は 1mm と 2mm のア

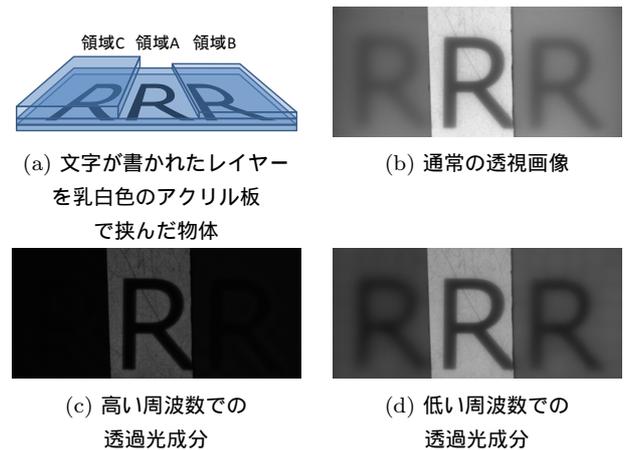


図 2 対象物体

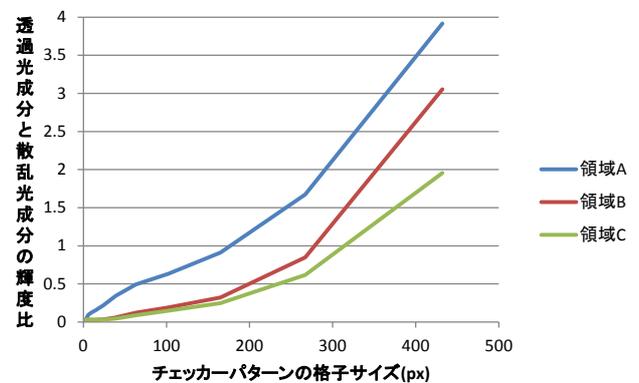


図 4 媒体濃度によって異なる透過光成分と散乱光成分の比率

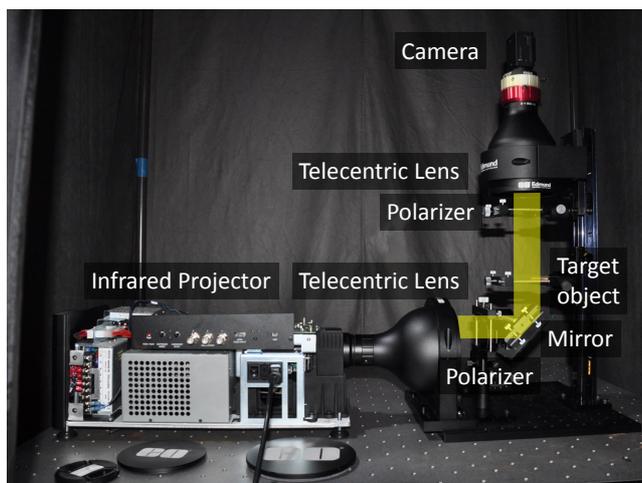


図 1 平行高周波照明の実験環境

クリル板が重ねてある。図 2 (b) は通常の透視画像であり、散乱によって不鮮明となっている。図 2 (c) は、高い周波数のパターンを投影したときの透過光画像である。領域 A は鮮明化されているが、散乱の強い領域 B, C の視認性は低下している。図 2 (d) は、低い周波数のパターンを投影したときの透過光画像であり、領域 B, C の視認性は向上しているが、領域 A での鮮明化の程度は小さい。

投影パターンの周波数を変えながら得られた透過光画像を領域ごとに切り取った結果を図 3 に示す。これは、散乱媒体の濃度が高くなるほど、最適なパターンの周波数が低くなることを表している。また、図 4 は、透過光成分の輝度の平均値と散乱光成分の輝度の平均値との比を表してお

¹ 大阪大学 産業科学研究所
〒 567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1
² マイクロソフトリサーチアジア
a) tanaka@am.sanken.osaka-u.ac.jp

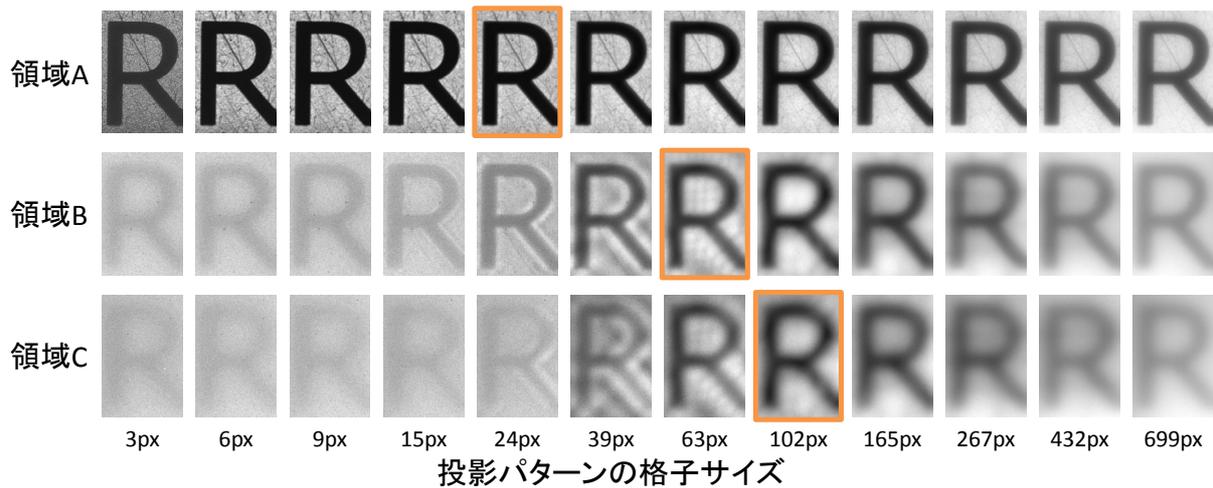


図 3 異なる散乱強度での最適な周波数の違い：散乱媒体の濃度が高くなるにつれて最適なパターンの周波数は低くなる．オレンジで囲まれた画像が最適な鮮明化画像である．

り、散乱媒体の濃度が高くなるほど、透過光成分の割合が小さくなるのがわかる．そのため、透過光成分と散乱光成分の輝度値の平均の割合を計算することにより、最適な周波数が決定できる．最適な周波数の決定と、鮮明な画像の合成は次の手順でピクセルごとに行う．

- (1) 平行高周波照明法を用いて、様々な周波数での透過光画像と散乱光画像を得る
- (2) ウィンドウ内の平均輝度値を各画像に対して計算する
- (3) 散乱光成分に対する透過光成分の平均輝度値の比が r となるパターンの周波数を算出する
- (4) 得られた適切な周波数に最も近い投影パターンの透過光成分の値を合成画像の値とする

3. 実験

実験は、12 段階に投影パターンの周波数を変えて得られる平行高周波照明法の出力画像群に対して行った．透過光成分の比を $r = 0.15$ とした場合の実験結果を図 5 に示す．図 5 (a) は、算出された適切な周波数の分布を表しており、青いほど周波数が低く、赤いほど高い．散乱媒体の濃度が低い領域 A ではより高い周波数、濃度が高い領域ではより低い周波数が算出されている．図 5 (b) は、適切な周波数から最も近い投影済みのパターンを選択した結果である．散乱媒体の濃度に応じて適切な投影パターンが選ばれている．図 5 (c) は、選択された投影パターンの透過光画像を合成した鮮明化画像である．それぞれの散乱媒体の濃度に応じて適切なパターンの周波数が選ばれたため、各領域での視認性が向上している．通常の透視画像や、単純な透過光画像（図 2 (b), (c), (d)）と比較しても視認性の向上が確認できる．

謝辞

本研究は、最先端・次世代研究開発支援プログラムによ

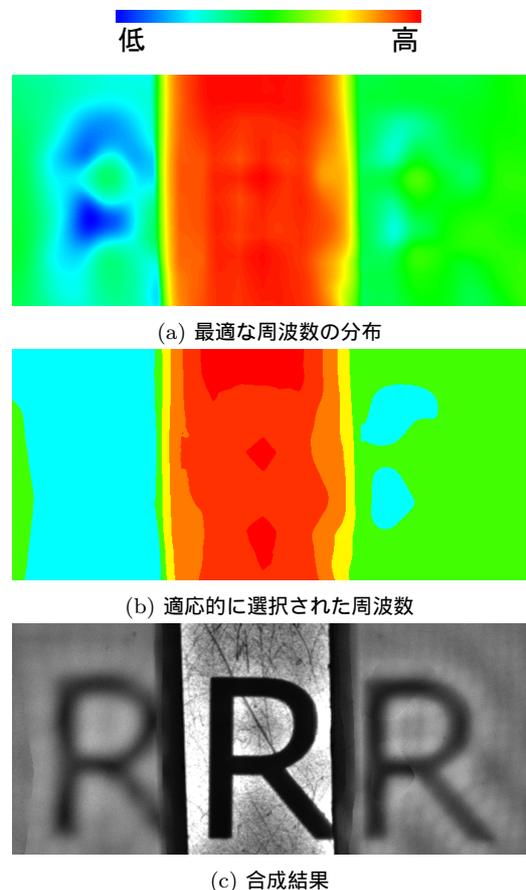


図 5 適応的周波数選択の実験結果

り、日本学術振興会を通して助成されたものである．

参考文献

- [1] K.Tanaka, Y.Mukaigawa, Y.Matsushita, Y.Yagi, "Descattering Transmissive Observation using Parallel High-frequency Illumination", Proc. IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP2013), Apr. 2013.