

ホログラフィックメモリのためのマルチフレームビタビ復号法

Multi-Frame Viterbi Decoding for Holographic Memory

山梨大学大学院 医学工学総合教育部 ○渡辺剛宏, 本間聡

Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, Yamanashi Univ.

Takehiro Watanabe, Satoshi Honma

1. 序論

現在, 次世代の大容量・高速な光メモリとして, ホログラフィックメモリの開発が期待されている. 1 枚当たりの情報量を増加させるためには, 記録データを付加する空間光変調器(SLM)の解像度を高くする必要がある. その場合, データを取得するためには, 再生データのピクセルサイズの減少に伴い, より高解像度で高価な CCD カメラを使用することや, レンズで拡大し複数の受光素子で観察するオーバーサンプリング手法を使用することが考えられる[1]. しかし, 各受光素子における受光量が極端に小さくなると, 暗電流による SN 比の低下が無視できなくなる.

本稿では, センササイズが大きい低解像度カメラの使用を想定し, 再生過程において僅かに一方方向に移動して取得した複数の再生画像から, 本来の記録情報を復元する, マルチフレームビタビ復号法を提案する[2]. これにより, 本来は復元できない CCD セルサイズ以下のピクセルサイズの再生画像から, 元のデータを復元することが可能になる.

2. マルチフレームビタビ復号法

本手法は, 様々な多重方式に応用可能であるが, 今回は球面波シフト多重を仮定する. ビタビ復号法は, 畳み込み符号化された信号に対してエラー訂正を行う復号法である. 本稿では, 171,133 畳み込み符号化器を用いて符号化を行う. 畳み込み符号化後, 図 1 の 2/4 符号化の表現に基づき, 信号を 2 ビットごとに輝度情報に変換する. これらを並べた二次元コード画像を生成し, ホログラフィックメモリへ記録する.

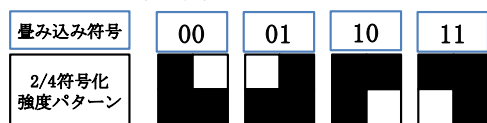


図 1 2/4 符号 表現方式

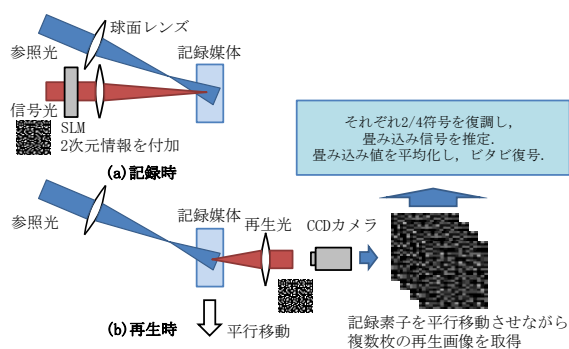


図 2 提案手法 記録再生過程

図 2 に提案手法の記録再生過程を示す. 記録時には, SLM で二次元コード情報を付加した信号光と球面レンズによって集光した参照光を記録媒体に照射する. 再生時には記録時と同一の参照光を入射し, その回折光を CCD カメラで取得する.

ここで, 再生時に, 記録媒体を僅かに平行移動させた場合, 再生画像は本来の位置より僅かに平行移動した位置で再生される. そこで, 本手法では, カメラ上で再生光をセンサのサブピクセル単位で等間隔に平行移動させながら, 複数枚の再生画像を取得する. その後, 得られたそれぞれの再生画像に対して 2/4 符号の復調を行い, 2 ビットの畳み込み信号を推定する. 最後に, 畳み込み信号の各ビットに対して平均値を求め, これらの結果をもとにビタビ復号を行うことで, 本来の記録情報の復元を行う.

3. マルチフレームビタビ復号法のエラー評価

再生画像の 1 画素に対するカメラの 1 センサの面積比と復元されたデータのエラーレートの関係を数値解析により求めた. ここで, 平均化に用いる低解像度画像を 2, 4, 6 枚とした. 図 3 に, 面積比に対するエラーレートを示す. 同図より, 4 及び 6 枚の低解像度画像を用いた場合には, カメラのセンサに対して約 2.9 分の 1 の大きさの画素を持つ再生画像を誤りなく復元できることが分かる. これは, 本手法により, カメラセンサよりも小さい画素のデータを, 再現可能なことを示している.

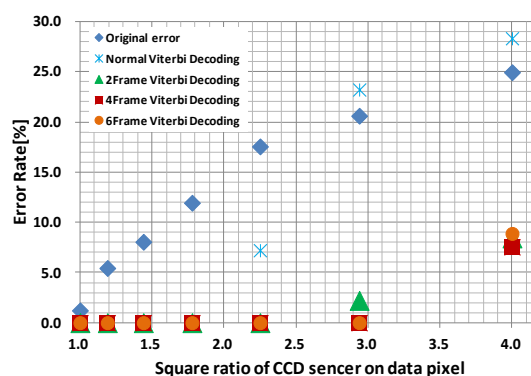


図 3 データ 1 画素に対する

カメラ 1 センサの面積比とエラーレート

4. 結論

本稿では, ホログラフィックメモリにおいて, 複数枚の再生画像を用いてビタビ復号を行うことで, より小さな画素情報を再現する新たな手法を提案し, その精度を示した.

[1]M.Ayres et al, proc.of.ISOM/ODS'05 ThE4(2005)

[2]S.Honma et al, proc.of.ISOM2012, Mo-C-03(2012)