

A-6-7

反転ビットを用いた Index-less Indexed フラッシュ符号の性能改善

Performance Improvement of Index-less Indexed Flash Codes with Bits for Reversal

大川雅士
Masashi Ohkawa

鎌部浩
Hiroshi Kamabe

岐阜大学大学院工学研究科応用情報学専攻
Graduate School of Information science, Gifu University.

1 はじめに

マルチレベルフラッシュメモリは、セルに電荷を蓄積することでデータを記憶する。多レベル記憶セルにおいて各セルは、 $0, 1, \dots, q-1$ ($3 \leq q \leq 256$) の値を持つことができる [1]。電荷の注入はセル単位で行うことができるが、電荷の除去は複数のセルで構成された消去ブロックを単位として行う必要がある。この操作をブロック消去と呼ぶ。一般的にブロック消去は 10^5 回程度実行されるとその消去ブロックは利用できなくなるため、ブロック消去の回数を減らすことが重要な問題となる。

マルチレベルフラッシュメモリにおける符号の1つである Index-less Indexed Flash Code(ILIFC) はブロック消去間の最悪時書き換え回数を大きくする符号化方式として注目されている [1]。

本稿では ILIFC においてブロック消去間の書き換え回数を改善する手法を提案する。

2 Index-less Indexed フラッシュ符号

ILIFC の符号化の手順は以下のとおりである。消去ブロックを k セル毎の m 個のサブブロックに分割する。1 サブブロックは 1 ビットを表現する。サブブロックの状態 $c = (c_1 | c_2 | \dots | c_m)$, $c_j = (x_{j,1}, x_{j,2}, \dots, x_{j,k})$ をセル状態ベクトルと呼び、記憶したい 2 元情報系列 $v = (v_1, v_2, \dots, v_k)$, $v_i \in \{0, 1\}$ を情報ベクトルと呼ぶ。ここで、インデックスを示している書き換え可能なサブブロックを active, まだ一度も書き込みが行われていないサブブロックを empty, これ以上書き込みが行えないサブブロックを full と言う。

各サブブロックは情報系列のあるビットの値とそのビットのインデックスを同時に表す。 j 番目のサブブロック c_j の表すビットの値は $b(c_j) = \sum_{h=1}^k x_{j,h} \bmod 2$ となる。

復号の手順は次のとおりである。消去ブロック内のすべての active サブブロックに対しインデックス i と値 $b(c_j)$ を決定し $v_i = b(c_j)$ とする。その他は $v_h = 0$ とする。

3 提案手法 [2]

ILIFC の情報ベクトルの書き換えにおいてセルに電荷を注入する回数は、情報ベクトルの書き換え前と書き込み後のハミング距離 d である。提案手法では、ILIFC において情報ベクトルを書き換える際に必要とされるセルへの書き込み回数 d を少なくする。

反転ビットと呼ぶセル状態ベクトルの値を全て反転さ

せる効力を持つセルを用意する。情報ベクトルの書き換え時にセルへの書き込み回数が $k/2$ より大きくなる場合、反転ビットに書き込みを行うことで、必要とされる書き込み回数を $d - ((d-h) + 1)$ 回節約できる。

今回反転ビットを実行する条件を $3k/4$ に変更する。 $3k/4$ にすることで、より有効に反転ビットを使用することができる。

4 性能評価

計算機実験により、ILIFC と提案手法の比較を行った。実験では、ブロック消去が 10^2 回実行されるまで書き換え操作を行っている。ILIFC と提案手法の情報ベクトルの書き換え回数を図1に示す。共通のパラメータは $k=8, n=1600, q=3$ としている。提案手法は反転処理を行う条件が $d > k/2$ と $d > 3k/4$ の2つを用意して実験を行っている。

5 まとめ

本稿では、情報ベクトルを全反転する処理を実行する条件となるパラメータを変更して実験を行った。数値実験の結果、 $3k/4$ の場合に書き換え回数が一番大きくなることが確認された。

6 参考文献

- [1] H.Mahdavifar, et al., "A nearly optimal construction of flash codes," CoRR, abs/0905.1512,2009.
- [2] 大川雅士, 鎌部浩, "反転ビットを用いた Index-less Indexed フラッシュ符号," SITA2012 予稿集, pp.117-122, 2012.

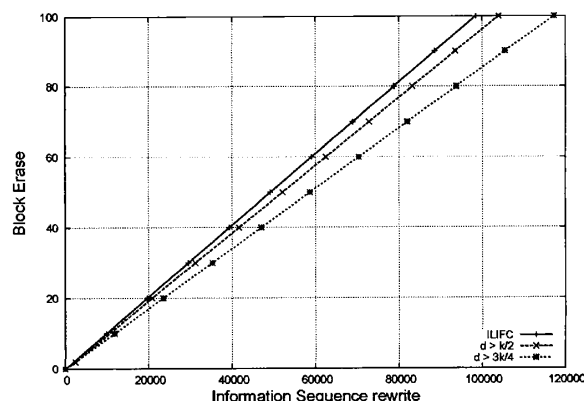


図1 ILIFC と提案手法のブロック消去間書き換え回数の比較 ($k=8, n=1600, q=3$)