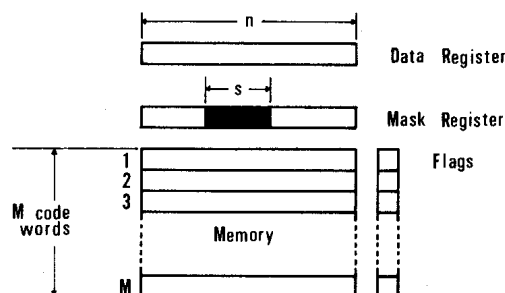


技術談話室

研究速報

バースト誤り訂正システムへの連想メモリの
応用について正員 山本 博資[†] 非会員 古川 富福[†]

Application of CAM to Burst Error Correcting Systems

Hirotsuke YAMAMOTO[†], Member and Tomifuku FURUKAWA[†],
Nonmember[†]徳島大学工学部電子工学科, 徳島市Faculty of Engineering, Tokushima University, Tokushima-shi,
770 Japan図1 CAMの構造
Fig.1 Structure of CAM.

あらまし CAM(内容検索メモリ)を用いて, 非線形符号を含めた, 任意の誤り検出または単一バースト誤り訂正符号用の符号器・復号器が作れることを示す。

1. まえがき

CAM(Content-Addressed Memory)は図1のように, メモリ, データレジスタ, マスクレジスタ, 一致検出フラグからなるICである⁽¹⁾。従来のRAMなどとは異なり, データレジスタ内のデータとメモリ内の M 個のデータの一致比較を一度に(つまり1クロックで)行うことができる。また, マスクレジスタを用いて, 比較するデータの一部分をdon't careにすることもできる。既に8kビットのCAMが試作されており⁽²⁾, 最近のIC技術の進歩により, 近い将来, 数十kあるいは数百kビットのCAMが実用化されるようになるものと思われる。

本論文では, 誤り検出, および単一バースト誤り訂正符号用の符号器・復号器がCAMを用いて構成できることを示す。

2. CAMを用いた誤り検出符号復号器

誤り検出符号用の復号器は次のように構成できる。CAMのメモリ部に誤り検出符号の M 個の符号語を入れておき, 受信語をデータレジスタに入れて一致比較を行う。この場合には, マスクレジスタは使用しない。比較後, 一致検出フラグが全て0であれば, 受信語と一致する符号語が存在しないことがわかり, 受信語に誤りが含まれていることが検出できる。受信語に誤りが含まれていない場合には, 受信語と等しい符号語が入っているメモリの一致検出グラフが1となり, 誤りの含まれていないことがわかる。

3. CAMを用いた単一バースト誤り訂正符号復号器

誤り検出を行う場合と同様, データレジスタに受信

語を入れ, メモリ部に入れられたバースト誤り訂正符号の M 個の符号語と一致比較を行う。但し, この場合にはマスクレジスタを次のように用いる。使用するバースト誤り訂正符号の訂正可能な最大バースト長を b とすると, 図1のように, 長さ $s=b$ のマスクを作って一致比較を行う。この時符号が b までのバーストを訂正できることにより, 一致する符号語数は1または0個となり2個以上一致することはない。もし, バースト誤りが, マスク位置の中でのみ生じている場合には, メモリ内のただ1個の符号語と一致し, それに対応したフラグに1が立つ。よって, その符号語を取り出すことにより, 誤り訂正が行える。全てのフラグが0の場合は, 現在のマスク位置のところでは誤り訂正が行えないことがわかりマスク位置を1ビットシフトして一致比較を行う。以後, 一致する符号語が見つかるまで, マスク位置をシフトしながら一致比較をする。 $(n-1)$ 回のシフトと n 回的一致比較で長さ b 以下の全てのバースト誤りを訂正できる。

4. CAMを用いた符号器

符号器もCAMを用いて作ることができる。まず, システムティックな符号のように, 情報シンボルと検査シンボルの位置が分かれている場合には, 次のように行えばよい。データレジスタの情報シンボル位置に情報を入れ, 検査シンボル位置をマスクレジスタでマスクし, M 個の符号語と一致比較を行い, 一致した符号語を取り出す。

情報シンボルと検査シンボルの位置が分かれない符号の場合には, 情報シンボル(長さ k)と符号語(長さ n)をペアにして, CAMのメモリ部に入れておくことにより符号器を構成できる。但し, この場合にはCAMの長さは $n+k$ となり, 伝送速度を $R=k/n$ とするとシステムティックな符号に比べて $(1+R)$ 倍大きいCAMを必要とする。

5. CAMを用いた誤り検出・訂正復号器の特性

上記の復号器およびシステムティック符号用の符号器に必要なCAMの容量Cは次式で与えられる。

$$C = 2^{nR} \cdot n \quad (\text{ビット}) \quad (1)$$

Cとnの関係を図2に示す。図より、CAMは符号長が短く、伝送速度の低い符号に用いることができる。

復号に要する時間は、CAMを誤り検出符号に用いた場合には、1回の一致比較に要する時間となる。バースト誤り訂正符号に用いた場合には、最大n回の一致比較とマスク位置の(n-1)回のシフトが必要であるが、誤りが無い場合は1回の一致比較で終了する。また、誤りが生じている場合でもバースト位置がランダムな場合には、誤りの平均訂正時間はn/2回の一致比較と(n-1)/2回のシフトに要する時間となる。

バースト誤り訂正符号では、訂正可能な最大バースト長bより長いバースト誤りに対しては、その大半は誤まって復号されるものの、何割かは誤りが検出できる。CAMを用いた復号器では、マスク長s=bでn回一致比較をしても一致する符号語が見つからない場合があり、これにより、bより長いバースト誤りが検出できる。この時、マスク長をs=b+1に長くして一致比較を繰り返すと、長さb+1のバースト誤りの何割かが訂正できる。以後同様に、マスク長をb+2, b+3, ... と長くして一致比較を行えば、b+1以上のバースト誤りもある程度は訂正できる。生成多項式 $G(X) = X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + 1$ でn=15, b=3, R=9/15のバースト誤り訂正符号に対する場合の、b+1以上のバースト誤りに対する訂正能力を図3に示す。他の符号の場合にもほぼ同様の特性となる。このように、CAMを用いれば訂正能力長bよりも長いバースト誤りに対しても、ある程度の割合で正しく訂正できる。

6. むすび

CAMを用いて、誤り検出および単一バースト誤り訂正符号用の符号器・復号器が作れることを示し、その特性を明らかにした。

CAMを用いた誤り検出・訂正システムは、符号長の短い符号にしか適用できないものの、線形な符号はもちろんのこと任意の非線形符号にも用いることができる特徴がある。また、CAMを用いたシステムでは、

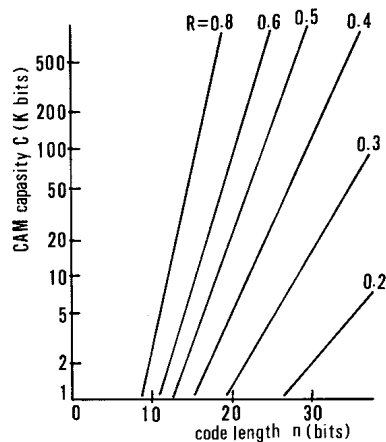


図2 必要なCAM容量
Fig.2 Necessary CAM capacity.

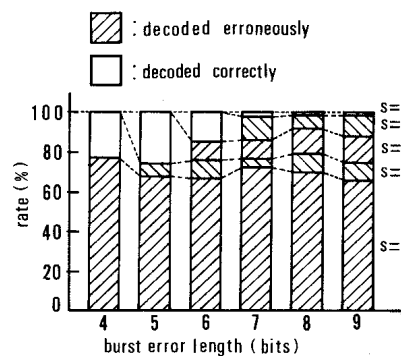


図3 b+1以上のバーストに対する訂正率
Fig.3 Correct-decoding-rate for more-than-b-length burst errors.

ハードを変えることなく、メモリ内の符号語を変更するだけでいろいろな誤り検出・訂正符号に用いることができる。そのため、通信路の状態などにより、アダプティブに符号を変えるシステムを容易に構成できるものと思われる。

文献

- (1) 奥川峻史：“連想メモリとその応用”，bit, 15, 4, pp.318-329 (1983).
 - (2) 田中善一郎：“LSI技術の後押しで身近になった連想処理”，日経エレクトロニクス, No.250, pp.102-136 (Oct. 27, 1980).
- (昭和59年12月3日受付, 昭和60年1月23日再受付)