

Codon Code の復号行列のアルゴリズムについて

On The Algorithm of decodic Matrix about Code Theory of Codon Code

松岡 保江 材木 美由紀 吉竹 恵美 岩崎 里香 有馬 陽子
西 恵美子 樋口 範広 柏木 嘉子 山口 和子 ○和田 平司

Yasue Matuoka Miyuki Zaiki Emi Yoshitake Rika Iwasaki Youko Arima
Emiko Nishi Norihiro Higuchi Yoshiko Kashiwagi Heiji Wada

あらまし 我々は Codon Code における符号理論を導き、アミノ酸が 20 種類の 64 個であることを導いた。そこで、復号行列を生成する為のアルゴリズムについて検討したので報告する。

キーワード Codon Code、Algorithm、Code Theory

1.はじめに

Codon Code は 4 つのヌクレオチドのうち 3 つを用いて 1 つのアミノ酸を作る。たんぱく質は数十個のアミノ酸からできている。

4 つのヌクレオチドをそれぞれ 2 bit のデータに割り付けてみると、符号を形成することを導ける。

この Codon Code の復号行列 \mathbf{H} を一意に定めるアルゴリズムを導いた。

そのことは、符号理論によってコドンコードの bit 列を復号することを導いた。よってここに報告する。

2. 本論

2-1) 2 bit binary tree は図 1 の様に与えられる。

図 1 を用いて、ノード間の進路を決定するに当たっての規定

- ① 0 の bit の値は初期状態であり、必ず 01 からスタートするとは限らない。
- ② 0 の bit の値は内積であり、01, 10, 11 のいずれかである。

- ③ 0 bit の値はその状態を維持するか、マイナス側 (左) へ進む

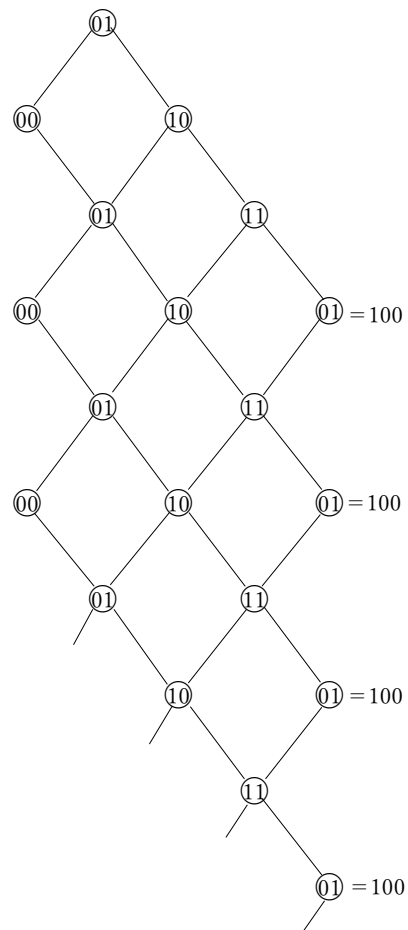


図 1 2bit binary tree
Copyright © 2025 by
The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers and
Information Processing Society of Japan All rights reserved.

- ④ 1のbitの値は前の遷移状態より、プラス側へ進路をとり、次のノードへ到る。
- ⑤ 復号行列の定義より同じ値のノードは2つしか取りえない。(同じ値のノードは2つ)
- ⑥ 0のbitの値は前の遷移状態よりマイナス側へ進路をとる。

2-2) アミノ酸と符号理論コドンコードの符号長 n は以下の式で与えられる。

$$n \leq (2^j - 1) \cdot \times 2 \\ = i \cdot k = i \cdot m \quad \dots \textcircled{1}$$

ここで、 k は情報点数、 m は検査点数、 i は回数、 j はメッセージを表す為の bit 数

コドンコードの場合、メッセージは4種類のヌクレオチドであり、 $j = 2$ となる。

2-3) アミノ酸と復号行列を生成する為のアルゴリズム

開始コドン AUG を例にとり説明する。

AUG の bit 列は $AUG = (001110)$ となる

(001110) の bit 列に対して AUG の復号行列を生成する

第1 bit 目は“0”であり、初期状態 $\textcircled{11}$ か $\textcircled{10}$ か $\textcircled{1}$ をとり得る。 $\textcircled{10}$ をスタートとする。

第2 bit 目は“0”であり

次のノードは、マイナス側の $\textcircled{11}$ か $\textcircled{10}$ の保留のいずれかである。 $\textcircled{10}$ のルートを通ると $\textcircled{10}$ のノードが3つ表れて、ノードは④番目の規則により2つしかとり得ない。

よって、 $\textcircled{10}$ となる。

第3 bit 目は“1”であり、進路は右へ距離1の $\textcircled{10}$ ノードとなる。

第4 bit 目は“1”であり、進路は右へ距離1の $\textcircled{10}$ ノードへと進む。

第5 bit 目は“1”であり、やはり進路は右へ距離1の $\textcircled{100}$ へ進む。これに等しく、ノード $\textcircled{11} = \textcircled{100}$ となる。第6 bit 目は“0”であり、

$\textcircled{11}$ から左へ進むとノードは $\textcircled{1}$ となる。

よって、◎印の丸で囲まれたノードを上から順に並べると。

復号行列 $IH =$

100	
010	
101	
110	
011	
111	← 重み値

となる。

よって、AUG の復号行列が生成されたことになる。

これが、正しいかどうかはシンドロームを求める。

(001110)	100		
	010		
	101		
	110		
	011		
	111	← 重み値	
			= (000)

となり、復号できる。

3. 考察

3-1) “0”と“1”の bit の取り扱いについて

“0”という bit は情報の bit 列と復号行列の bit 列の内積の値が 0 であり、どのような2値の値をとり得るが、00を除く。

また、0 という bit はそのノードを保留するか？

そのノードの値から、距離1でマイナス側(左)へ進むことができる。

すなわち“0”は保留か左側の進路をとるか？

初期値となるか？である。

“1”という bit は、必ずそのノードが次のノードへ距離1でプラス側(右)へ進む。

3-2) AUG 開始コドンの復号行列を求めると、

10	: 初期状態の中の 1 つ
01	: マイナス (左) へ進んだノード
10	: プラス (右) へ進んだノード
11	: プラス (右) へ進んだノード
01	: プラス (右) へ進んだノード
11	: マイナス (左) へ進んだノード

310(2024)

(5)和田、松岡ら“開始 Codon と終始 Codon の関係について”FIT2024 情報科学技術フォーラム PP587~590 (2024 年)

図 1 に点線で示す。

4.結論

Codon Code の符号理論に於いて復号行列を生成するには、セールスマンの巡回問題を解くことである。

すなわち、Codon Code の場合の復号行列の生成の為にアルゴリズムは binary tree の 2bit の場合を用いて求められる。

条件を情報 bit 列の“0”と“1”の状態により、tree のノードの進路を決定することができる。

残された課題として、C++ 言語にてプログラムを作ることと、イマージュコンピュータへの応用と衛星通信のリンク等への応用について残されている。

参考文献

- (1)和田、三角田、“ギリシャ、ローマ数の結合子について”FIT2018、第 17 回情報科学技術フォーラム PP349~350 (2018 年)
- (2)和田、大庭、“IVPITEL は雨に乗って遣ってくるーギリシャ・ローマ数について”第 83 回情報処理学会 全国大会 PP149~150 (2021 年)
- (3)和田、林ら“IVPITEL は郭公の翼を広げている(其の一)”, FIT2022、第 21 回情報科学技術フォーラム、pp117~121(2022 年)
- (4)和田、松岡ら“Codon Code とアミノ酸についての考察”第 86 回情報処理学会 PP 4 ~309~