

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Decodificação de Códigos Polares via Cancelamento Sucessivo

Danyel Morais Doval ¹

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de São João da Boa Vista, SP

Cintya Wink de Oliveira Benedito ²

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de São João da Boa Vista, SP

1 Introdução

O aumento exponencial da transmissão de dados nas redes atuais motiva o desenvolvimento de um novo padrão de sistemas de comunicações sem fio: o 5G. Os códigos polares são códigos com baixo custo computacional que tem grande potencial para serem utilizados na tecnologia 5G. Tais códigos são baseados no fenômeno conhecido como polarização de canal [1], onde essa estratégia é baseada na separação do canal em canais bons e canais ruins com o objetivo de transmitir os bits de informação pelos canais bons e os bits que possuem ruído pelos canais ruins. Neste trabalho, iremos apresentar uma estratégia de decodificação de códigos polares conhecida como cancelamento sucessivo (*successive cancellation decoder*), [1, 2], tal estratégia será exemplificada em uma palavra-código de comprimento $N = 8$.

2 Desenvolvimento

Códigos polares são códigos de bloco lineares com parâmetros (N, K, A, u_{AC}) , onde $N = 2^n$ é o comprimento da palavra código, K é a dimensão do código, A são entradas que serão consideradas livres e u_{AC} são as entradas fixas (congeladas). A codificação dos códigos polares é baseada em simples mapeamentos lineares realizadas por expressões algébricas correspondentes à matriz geradora G_N , se u_1^N é o vetor de entrada do canal então, $x_1^N = u_1^N \cdot G_N$. Tomando $F = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$, a codificação polar de uma palavra-código de comprimento N pode ser realizada utilizando o N -ésimo produto de Kronecker de matrizes $F_N = F^{\otimes n}$. Dessa forma, $G_N = B_N \cdot F^{\otimes n}$, onde a matriz B_N atua como um operador de inversor de bits.

A decodificação de códigos polares pode ser feita a partir do chamado decodificador de cancelamento sucessivo. Nessa técnica, o decodificador geralmente dispõe somente das informações sobre os valores e posições dos bits congelados, u_{AC} e A , respectivamente. A razão de verossimilhança (*Likelihood Ratio*, LR) é obtida pela equação, [1]:

$$L_N^{(i)}(y_1^N, u_1^{i-1}) = \frac{W_N^i(y_1^N, u_1^{i-1} | u_i = 0)}{W_N^i(y_1^N, u_1^{i-1} | u_i = 1)}. \quad (1)$$

¹danydoval@hotmail.com

²cintya.benedito@unesp.br

A Equação (1) pode ser calculada de forma recursiva por, [2]:

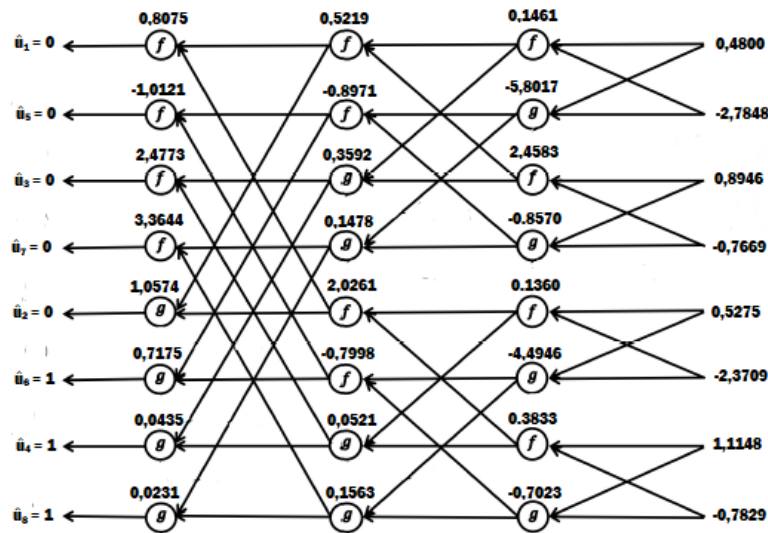
$$f(a, b) = \frac{a \cdot b + 1}{a + b} \quad \text{e} \quad g(a, b, \hat{u}_{i-1}) = a^{1-2 \cdot \hat{u}_{i-1}} \cdot b. \quad (2)$$

Portanto, a decodificação do sinal, ou seja, o vetor resultante \hat{u}_1^N será estimado por

$$\hat{u}_1 = \begin{cases} u_i, & \text{se } i \notin A^c \\ 0, & \text{se } i \in A^c \text{ e } L_N^{(i)}(y_1^N, \hat{u}_1^{i-1}) \geq 1 \\ 1, & \text{se } i \in A^c \text{ e } L_N^{(i)}(y_1^N, \hat{u}_1^{i-1}) < 1 \end{cases} \quad (3)$$

Exemplo 2.1. Para a decodificação de um código com tamanho $N = 8$ que é transmitido por um canal AWGN com $E_b/N_0 = 1$ dB. Temos as seguintes informações: $A = \{4, 6, 8\}$, sendo os valores dos bits de informação todos 1, e os bits congelados (u_1, u_2, u_5, u_7) que correspondem à 0. Considere o seguinte vetor recebido $u_1^8 = (0, 4800, -2, 7848, 0, 8946, -0, 7669, 0, 5275, -2, 3709, 1, 1148, -0, 7829)$. A partir dos cálculos das LRs realizados a partir das Equações (2) e (3) e apresentados na Figura 1, a palavra-código estimada através do decodificador será $\hat{u}_1^N = (0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1)$.

Figura 1: Exemplo decodificação para $N = 8$.



Referências

- [1] E. Arıkan. Channel Polarization: A Method for Constructing Capacity-Achieving Codes for Symmetric Binary-Input Memoryless Channels, *IEEE Transactions on Information Theory*, volume 55, no. 7, pp. 3051-3073, 2009. DOI: 10.1109/TIT.2009.2021379.
- [2] C. Leroux, A.J. Raymond, G. Sarkis et al. Hardware Implementation of Successive-Cancellation Decoders for Polar Codes, *Journal of Signal Processing Systems*, volume 69, no. 3, pp. 305-315, 2012. DOI: 10.1007/s11265-012-0685-3.