



Estudo Comparativo entre Comunicação Molecular e Comunicação Sem Fio.

Vitor Kussler Veronese*, Paulo Cardieri.

Resumo

Técnicas de comunicação molecular tem recebido grande atenção nos últimos anos, como forma de estabelecer comunicação entre nanomáquinas. Uma das áreas com maior potencial para o uso de nanomáquinas e da comunicação molecular é a da medicina. De fato, o uso dessas máquinas pode revolucionar o modo de diagnósticos, tratamentos e prevenção de doenças ao executar tarefas complexas de modo cooperativo. Para ser possível essa cooperatividade, um método de comunicação eficaz e eficiente deve ser empregado, o que requer modelar das interações das nanomáquinas entre si e com o ambiente. A complexidade da rede de comunicações envolvendo nanomáquinas também é outro ponto a ser estudado, uma vez que o número de moléculas comunicando será de grande escala. Tivemos como objetivo desse projeto o estudo da relação entre os mecanismos de comunicação molecular e os sistemas de comunicações convencionais, empregando sinais elétricos. Mais especificamente, foram estudados os modelos matemáticos que descrevem os processos de comunicação entre bio-máquinas, usando como referência os modelos teóricos e matemáticos já estabelecidos para sistemas de comunicação sem fio.

Palavras-chave:

Comunicação molecular, Comunicação sem Fio, Sistemas de Comunicação.

Introdução

Com avanços na ciência biológica e na área de nanotecnologia, inúmeras aplicações de bio-nanomáquinas têm sido propostas na literatura [1]. Bio-nanomáquinas são componentes compostos de material biológico, e de tamanho na escala de nano para micrometro, como, por exemplo, moléculas de DNA designadas a fazer operações lógicas. Tais bio-nanomáquinas podem ser utilizadas para a realização de inúmeras tarefas aproveitando-se de suas dimensões diminutas, como a entrega localizada de medicação no corpo humano de forma mais efetiva, a detecção de vírus ou de agentes químicos, entre outras.

Um mecanismo essencial nas aplicações envolvendo bio-nanomáquinas é a comunicação entre esses componentes, comumente referida como "comunicação molecular". O objetivo desse projeto é o estudo de modelos de representação das comunicações moleculares, incluindo uma comparação dos mecanismos de comunicação molecular com aqueles encontrados em comunicação sem fio, usando como base modelos teóricos e matemáticos de comunicação sem fio. Além disso, o processo de comunicação molecular foi também analisado com base nos modelos de camadas empregados em redes de comunicação, como, por exemplo, o modelo TCP/IP utilizado na comunicação de dispositivos na Internet.

Resultados e Discussão

Durante o estudo em questão foi observado que as técnicas de modulação mais simples para comunicação digital, como *Amplitude Shift Keying* (ASK), *Frequency Shift Keying* (FSK) e *Phase Shift Keying* (PSK), possuíam modelos semelhantes àqueles desenvolvidos para comunicação molecular vistos na literatura [2], sendo eles denominados *Concentration Shift Keying* (CSK), *Molecular type Shift Keying* (MoSK) e *Isomer-based Ratio Shift Keying* (IRSK), sendo possível assim utilizar os conceitos desenvolvidos na área de comunicação digital. O estudo dos mesmos nos levou a questionar o quanto essas técnicas eram semelhantes, necessitando então de outro modelo que separava as etapas da comunicação. Este modelo, sendo visto de

maneira geral no diagrama da Figura 1, nos mostra a possível separação de processos de comunicação em cinco etapas diferentes, sendo elas: codificação, transmissão, propagação, recepção e decodificação. É possível observar que a grande diferença entre os dois modelos de comunicação está na etapa de propagação.

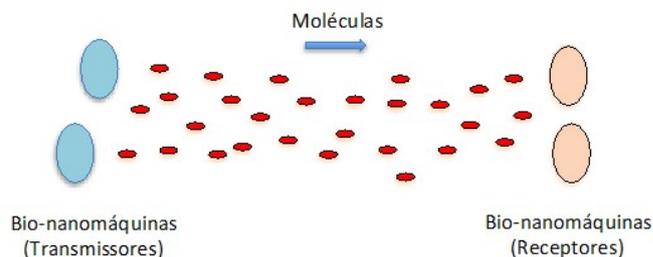


Figura 1. Diagrama esquemático da arquitetura da comunicação molecular.

Conclusões

Observou-se de maneira geral que modelos de baixa complexidade para comunicação sem fio tendem a apresentar modelos semelhantes àqueles desenvolvidos para comunicação molecular justamente por sua fácil adaptação, enquanto modelos mais complexos utilizam características intrínsecas de seu sistema para o melhor funcionamento do mesmo. Sendo assim eficientes as comparações feitas ao se ter a separação de um problema central em diversos outros problemas menores, sendo estes dependentes entre si ou não, um modelo de estudo que por si só já nos remete a separação por camadas do TCP/IP.

Agradecimentos

Este projeto não teria sido possível se não por conta da grande ajuda de meu orientador Prof. Paulo Cardieri com sua grande disposição, paciência e suporte.

¹ Tadashi Nakano, Andrew W. Eckford, Tokuko Haraguchi, *Molecular Communication*, Cambridge University Press, 2013.

² Nariman Farsad, *Molecular Communication: From Theory to Practice*, Ph.D. Dissertation, York University, 2015