

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ И НАНОРОБОТОВ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ

Даревский Д.И., Деусова Е.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Позняк А.А. — канд. физ.-мат. наук, доцент, доц. кафедры ЭТТ

Аннотация. Нанороботы — это слово часто можно услышать или прочитать в новостях науки. Их называют одними из самых перспективных инструментов для лечения тяжелых болезней. В данной работе будет представлен один из возможных способов обучить наноробота передвигаться по организму человека при помощи нейронных сетей.

Ключевые слова: нанороботы, нейронные сети, медицина, генетические алгоритмы, искусственные нейроны, инженерия

Введение. Представьте себе, что вы чувствуете недомогание и идете к врачу в поликлинику, но вместо того, чтобы лечить вас таблетками или инъекциями, он направляет вас на процедуру, в ходе которой крошечные роботы «запускаются» в ваш кровоток. Они сами найдут причину болезни, доберутся до нужной системы органов и введут нужную дозу лекарства прямо в пораженную область. Современная медицина не так уж далека от подобных устройств. Они называются нанороботами, создаются на основе наноэлектронных структур и приобретают новые физико-химические свойства [1]. Нанороботы смогут функционировать в организме человека и выполнять различные функции: от управления различными процессами до диагностики и «ремонта» организма изнутри.

Основная часть. Нанороботы для медицины — это устройства, способные локализовать и восстанавливать повреждения тканей, а также наноустройства, имитирующие функции различных клеток. Нанороботы или молекулярные роботы могут участвовать в переделке клеточного генома, модификации генов или добавлении новых для улучшения функций клетки [2].

Питание нанороботов. Нанотехнологии рассматривают как внешние, так и внутренние источники питания для нанороботов. Некоторые проекты пытаются создать химические реакции с кровью человека, чтобы превратить ее в энергию. Другие предполагают использование собственных резервов организма пациента в качестве основного источника энергии. Наноробот с установленными электродами может сформировать «батарею» на основе электролитов в крови [3]. Существует также возможность размещения небольшого источника энергии на борту самого наноробота. Рассматривается возможность использования энергии от батареи, конденсатора и ядерного источника энергии. Каждый из этих вариантов имеет свои недостатки, но оптимальным решением является питание от конденсатора. Если рассматривать внешние системы, то можно положиться на ультразвуковые сигналы и магнитные поля.

Движение нанороботов. Для того чтобы автономно перемещаться в человеческом теле, нанороботам необходима достаточно мощная для их размеров двигательная система. Некоторые ученые вдохновляются двигательной системой микроорганизмов и думают об использовании механизмов, имитирующих реснички или жгутики. Использование конденсаторов для генерации магнитных полей является потенциальным методом передвижения. Проводящая жидкость втягивается с одного конца электромагнитного насоса и выкачивается обратно. Одним из двигателей, который уже разработан, является диэлектрофорезный наномотор (рисунок 1) [4]. Он использует притяжение или отталкивание частиц электродами в сильном неоднородном электростатическом поле. Если к электродам приложено переменное напряжение, наночастица вращается, и ее положение напрямую зависит от величины напряжения, приложенного к электродам.

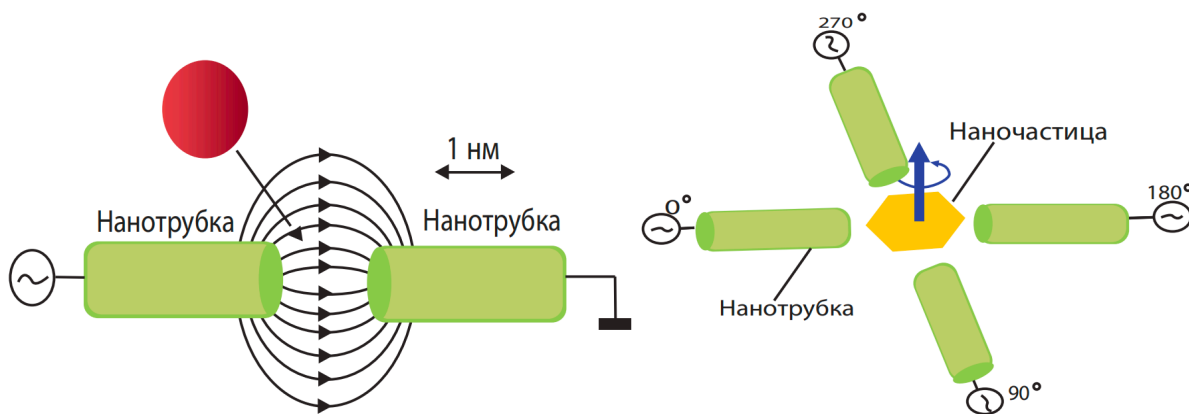


Рисунок 1 — Диэлектрофорезный наномотор

Навигация наноробота. Навигация может быть реализована с помощью внешних и бортовых систем. Внешние навигационные системы могут использовать ультразвуковые сигналы, магнитно-резонансную томографию [3, 4]. Также можно вводить радиоактивный краситель в кровоток пациента и отслеживать наноробота с помощью флюороскопа или аналогичного устройства. Другие методы обнаружения нанороботов включают использование рентгеновских лучей, радиоволн, микроволн или тепла. Однако в настоящее время технология использования этих методов на наноразмерных объектах довольно ограничена. Бортовые системы могут сыграть важную роль в навигации. Нанороботы, оснащенные химическими сенсорами, могли бы обнаруживать и перемещаться по следам определенных химических веществ, чтобы достичь «зоны поражения». Спектроскопический датчик позволил бы нанороботу брать образцы ткани и анализировать их. В наноробот также может быть встроена камера. Врач мог бы вручную управлять устройством, просматривая видео в реальном времени.

Мы предлагаем свой вариант навигации наноробота — с помощью нейронных сетей. Ниже приведена условная визуальная интерпретация наноробота в форме самолета и сосуда в форме фиолетового туннеля (рисунок 2) [6].

Нейронная сеть — это метод в искусственном интеллекте, который учит электронно-вычислительную машину обрабатывать данные так же, как человеческий мозг. Это тип процесса машинного обучения, в котором используются узлы или нейроны, соединенные в слоистую структуру, напоминающую человеческий мозг. Это создает систему, в которой вычислительные машины учатся на своих ошибках и постоянно совершенствуются.

Архитектура нейронных сетей имитирует структуру человеческого мозга. Нейроны образуют сложную, сильно взаимосвязанную сеть и посылают друг другу электрические сигналы, помогая человеку обрабатывать информацию. Аналогичным образом искусственная нейронная сеть состоит из искусственных нейронов, которые взаимодействуют между собой для решения задач. Искусственные нейроны — это программные модули, называемые узлами, а искусственные нейронные сети — это программы или алгоритмы, которые используют компьютерные системы для выполнения математических расчетов.

Базовая нейронная сеть содержит три слоя взаимосвязанных искусственных нейронов: входной, скрытый и выходной. Информация из внешнего мира поступает в искусственную нейронную сеть из входного слоя. Входные узлы обрабатывают данные, анализируют или классифицируют их и передают на следующий слой. Скрытые слои получают входные данные от входного слоя или других скрытых слоев. Искусственные нейронные сети могут иметь большое количество скрытых слоев. Каждый скрытый слой анализирует выход предыдущего слоя, обрабатывает его и передает следующему слою. Выходной слой представляет собой конечный результат всех данных, обработанных искусственной нейронной сетью. Он может иметь один или несколько узлов [7].



Рисунок 2 — Наноробот в кровеносном сосуде, модель движения [6]

Реализация задачи перемещения наноробота в сосуде будет использовать 5 входных узлов, каждый из которых представляет собой расстояние между нанороботом и стенкой сосуда. Эти узлы будут называться *left*, *right*, *up*, *down* и *front*. Каждый из них будет обозначать расстояние от стенки сосуда до левой, правой, верхней, нижней и передней сторон робота соответственно. Количество узлов в скрытом слое может варьироваться в зависимости от сложности задачи. В визуальной интерпретации для обработки на скрытом слое использовалось 8 узлов. Выходной слой будет иметь 4 узла, каждый из которых отвечает за возможный исход события: движение влево, вправо, вверх или вниз. Ниже приведена визуальная интерпретация неслучайной сети, использованной для решения задачи (рисунок 3).

Представьте, что у нас есть необученный наноробот со встроенной искусственной нейронной сетью. Теперь его необходимо обучить. Для более эффективного обучения нанороботов используются генетические алгоритмы.

Генетические алгоритмы — это адаптивные методы поиска, используемые для решения задач функциональной оптимизации. Алгоритм берет группу решений и ищет среди них наиболее подходящее. Затем он слегка изменяет их и получает новые решения, из которых снова выбирает лучшие и отбрасывает худшие. Таким образом, на каждом шаге алгоритм выбирает наиболее подходящие решения (отбор), полагая, что они дадут еще более точные решения на следующем шаге (эволюция) [8].

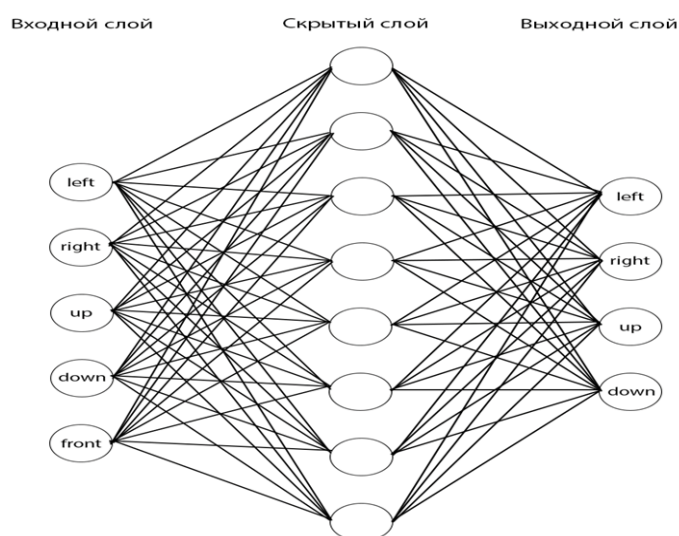


Рисунок 3 — Искусственная нейронная сеть

В визуальной реализации для каждого поколения используется 1000 нанороботов. Лучшие 5% ботов отбирались на основе заработанных «псевдобаллов». «Псевдобаллы» — это оценка прогресса наноробота по продвижению по сосуду. Следующим шагом является кроссинг-овер, который заключается в скрещивании случайно выбранных пар нанороботов для создания новых.

Заключение. Нейронные сети способны выполнять задачи различной сложности. Одним из преимуществ нейронных сетей является их способность к обучению. Нанороботы, в свою очередь, — это будущее медицины. Они способны перемещаться, например, через кровоток, благодаря своим небольшим размерам. Включение нейронной сети в наноробот обеспечит не только автономную навигацию, но и более эффективную работу.

Список литературы

1. Как и зачем ученые создают нанороботов? // *itmo/news* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://news.itmo.ru/ru/science/life_science/news/9610/#link7. — Дата доступа: 12.03.2023.
2. Горохов, В. Г. Нанотехнология — новая парадигма научно-технической мысли / В. Г. Горохов // *Высшее образование сегодня*. Москва, 2008. — № 5. — С. 36–41.
3. «Врачи-нанороботы» — миф или реальность? // *Биомолекула*. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://biomolecula.ru/articles/vrachi-nanoroboty-mif-ili-realnost>. — Дата доступа: 12.03.2023.
4. «Врачи-нанороботы» — миф или реальность? // *ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ / ИТ НОВОСТИ* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://ai-news.ru/2016/10/vrachi_nanoroboty_mif_ili_realnost.html. — Дата доступа: 12.03.2023.
5. Нейронные сети: как работают и где используются // *GeekBrains ИТ-образование* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://gb.ru/blog/nejronnye-seti/>. — Дата доступа: 12.03.2023.
6. *Tunnel Spaceship AI* // *GitHub* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://github.com/pablonm/tunnel-ship-ai>. — Дата доступа: 13.03.2023.
7. Что такое нейронная сеть? // *Amazon Web Services (AWS)* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/neural-network/>. — Дата доступа: 13.03.2023.
8. Генетические алгоритмы или как учебник по биологии может помочь в функциональной оптимизации // *Lazy Smart* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://lazysmart.ru/iskusstvenny-j-intellekt/geneticheskie-algoritmy-ili-kak-uchebni/>. — Дата доступа: 13.03.2023.

UDC 57.089, 608.2

THE USE OF NEURAL NETWORKS AND NANOROBOTS IN MODERN MEDICINE

Dareuski D.I., Deusova E.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Poznyak A.A. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ETT

Annotation. Nanorobots are a word often heard or read in the science news. They have been called one of the most promising tools for treating serious diseases. This article will present one possible way to train a nanorobot to move through the human body using neural networks.

Keywords: nanorobots, neural networks, medicine, genetic algorithms, artificial neurons, engineering