

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.396.2:510.644.4

Нгуен
Хонг Куан

Разработка модели беспроводной сети на основе нечёткой логики

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-45 80 01 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Научный руководитель
Хоменок М.Ю.
к.т.н., доцент

Минск 2019

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Беспроводные сенсорные сети (WSN) получили большое развитие в последнее время. Такие сети, состоящие из множества миниатюрных узлов, оснащенных маломощным приемо-передатчиком, микропроцессором и сенсором, могут связать воедино глобальные компьютерные сети и физический мир. Концепция беспроводных сенсорных сетей привлекает внимание многих ученых, исследовательских институтов и коммерческих организаций, что обеспечивает большой поток научных работ по данной тематике. Большой интерес к изучению таких систем обусловлен широкими возможностями применения сенсорных сетей. Беспроводные сенсорные сети, в частности, могут использоваться для предсказания отказа оборудования в аэрокосмических системах и в системах автоматизации зданий. Из-за своей способности к самоорганизации, автономности и высокой отказоустойчивости такие сети активно применяются в системах безопасности и военных приложениях. Успешное применение беспроводных сенсорных сетей в медицине для мониторинга здоровья связано с разработкой биологических сенсоров совместимых с интегральными схемами сенсорных узлов. Но наибольшее распространение беспроводные сенсорные сети получили в области мониторинга окружающей среды и живых существ.

В последние годы, исследование индивидуальной пригодной для носки физиологической сети датчика контроля беспроводной в основной стадии. Этот монитор физиологии и географического положения, используемый в носимой беспроводной сенсорной сети и требует таких характеристик как реальное время, надежность и энергетический баланс. В соответствии с этими требованиями в данной работе представлен дизайн индивидуальной носимой беспроводной сенсорной системы сетевого мониторинга; что еще более важно, на основе этого фона в данной работе улучшен классический протокол дерева коллекций и предложен улучшенный протокол маршрутизации SCTP на основе алгоритма маршрутизации нечеткой логики. Результаты моделирования показывают, что с помощью протокола F-СТР узел датчика может передавать данные узлу приемника в режиме реального времени с более высокой надежностью, а энергия узлов потребляет баланс. Узел датчика может в полной мере использовать сетевые ресурсы разумно и продлить срок службы сети.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель исследования. Разработать алгоритм маршрутизации на основе нечеткой логики, применяемый для индивидуального физиологического мониторинга носимой беспроводной сенсорной сети.

Задачи исследования. В данной работе представлен дизайн индивидуальной носимой беспроводной сенсорной системы сетевого мониторинга; что еще более важно, на основе этого фона в данной работе улучшен классический протокол дерева коллекций и предложен улучшенный протокол маршрутизации SCTP на основе алгоритма маршрутизации нечеткой логики. Результаты моделирования показывают, что с помощью протокола F-SCTP узел датчика может передавать данные узлу приемника в режиме реального времени с более высокой надежностью, а энергия узлов потребляет баланс. Узел датчика может в полной мере использовать сетевые ресурсы разумно и продлить срок службы сети.

Приоритетные направления научных исследований. В последние годы, исследование индивидуальной пригодной для носки физиологической сети датчика контроля беспроводной в основной стадии. Этот монитор физиологии и географического положения, используемый в носимой беспроводной сенсорной сети и требует таких характеристик как реальное время, надежность и энергетический баланс.

Апробация результатов диссертации. Со своей темой выступал на 54 конференции магистрантов, аспирантов.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит 60 страниц пояснительной записки, включая 10 иллюстраций, три таблиц, библиографический список из 25 наименований. Диссертационная работа выполнена самостоятельно, проверена в системе «Антиплагиат». Процент оригинальности соответствует норме, установленный кафедрой ИКТ. Цитирования обозначены ссылками на публикации, указанные в «Списке использованных источников».

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Индивидуальная Носимая Система Мониторинга Беспроводной Сенсорной Сети.....	4
Дизайн F-SCTP	5
Результат моделирования и оценка эффективности	9

Индивидуальная Носимая Система Мониторинга Беспроводной Сенсорной Сети.

В данном разделе описывается конструкция индивидуальной носимой беспроводной сенсорной системы мониторинга сети. Система состоит из трех частей: удлинителя, реле и Хоста, которые, соответственно, являются носимым устройством солдата, релейным терминалом и Центральной платформой для приема данных. Например, для команды, состоящей из нескольких членов, руководитель группы, оснащенный релейным терминалом, рассматривается как узла приемника (Sink), который может отображать данные мониторинга. Обычные члены команды оснащены носимыми устройствами, которые отвечают за сбор индивидуальной физиологической информации, информации об отношении (ускорение) и информации о местоположении.

Мы строим беспроводную сенсорную сеть с использованием технологии Zigbee и используем протокол маршрутизации СТР (Collection Tree Protocol) для связи между узлом приемника и узлами датчика. Для того чтобы гарантировать безопасность связи, связь между узлами датчика можно зашифровать. Узел датчика передает свои данные или данные других узлов к узлу приемника передачей multihops. Узел приемника собирает все данные, а затем загружает их на центральную платформу управления приемом данных.

Индивидуальные носимые устройства размещаются на носимом жилете. Цель состоит в том, чтобы контролировать индивидуальное положение, жест и информацию о состоянии ЭКГ в режиме реального времени. Принцип конструкции компактен и легок для того чтобы нести в наибольшей степени для избежания неудобства ежедневного поведения. Внешний вид индивидуального носимого устройства показан на рисунке 1.

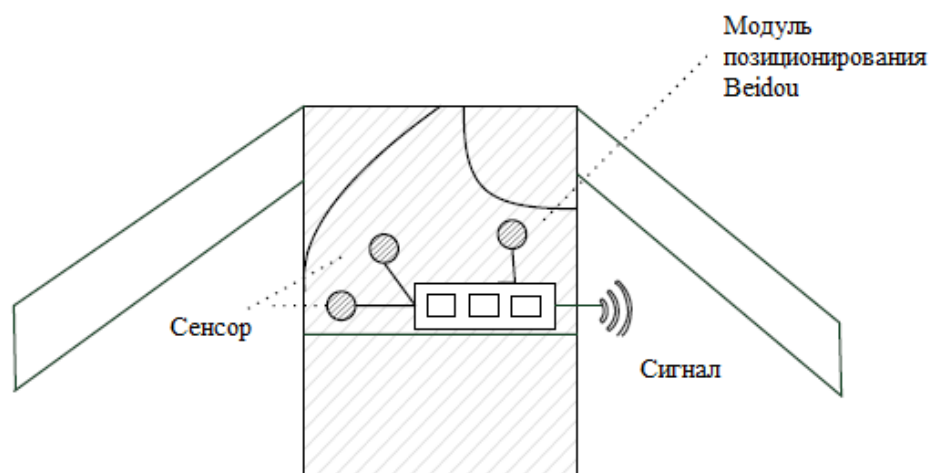


Рисунок 1– Внешний вид индивидуального носимого устройства.

Основной модуль индивидуального носимого устройства включает в себя основной модуль WSN, модуль позиционирования BD, датчик положения, модуль физического датчика и модуль батареи. Основной модуль НШВ состоит из микропроцессора MSP430 и CC2420 чип для беспроводной передачи. Располагая часть использует модуль BD2. Модуль управления питанием включает плату защиты литиевой батареи, плату индикатора питания и плату регулятора наддува для обеспечения нормального питания. Структурная схема индивидуального носимого устройства показана на рисунке 2.

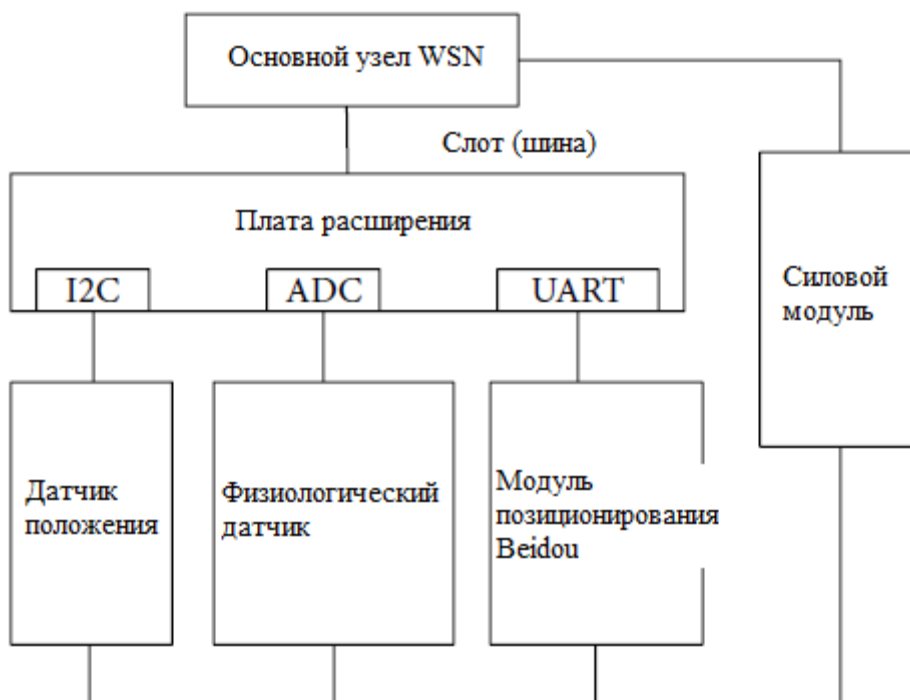


Рисунок 2– структурная схема индивидуального носимого устройства.

Дизайн F-СТР

Классический алгоритм маршрутизации СТР. СТР - это протокол агрегации, основанный на древовидной структуре и данных доставки узла датчика в узел приемника с помощью anycast multihop. СТР использует значение ETX в качестве градиента маршрутизации, и значение ETX узла приемника равно 0, ETX других узлов является ETX его родительского узла плюс ETX его родительской ссылки. Расчет ETX производится по формулам (1) и (2). В Формуле (1) сумма данных представляет общий пакет, доставленный между двумя узлами датчика, а успех данных представляет пакет, успешно доставленный между двумя узлами датчика. в Формуле (2) ETX_{parent} представлено значение ETX родительского узла и $ETX_{linkparent}$ представлено значение ETX родительской ссылки:

$$ETX = \left[\frac{data_total}{data_succes} - 1 \right] \times 10, \quad (1)$$

$$ETX (node) = ETX_{parent} + ETX_{linkparent} \quad (2)$$

где ETX_{node} представляет значение ETX узла датчика в беспроводной сенсорной сети, когда узлы выбирают путь, они выбирают путь с наименьшим ETX в качестве пути маршрутизации. Из приведенных выше формул мы видим, что, когда узел датчика выбирает следующий переход, классический СТР учитывает только скорость успеха пакетной передачи, которая является производительностью надежности, с которой мы связаны.

Алгоритм маршрутизации на основе нечеткой логики. Для требований носимой беспроводной сенсорной сети, применяемой в области индивидуального физиологического мониторинга, предложен алгоритм выбора маршрута на основе нечеткой логики для улучшения протокола СТР. Основная идея заключается в расчете разумного значения по нечеткой логике с учетом трех параметров: надежности, временной задержки и энергии для замены исходного значения ETX . Алгоритм маршрутизации можно разделить на три этапа. Первый этап – определение входных и выходных параметров соответственно и предоставление функции принадлежности, которая использует набор языков для выражения параметров. Затем слейте языковую информацию с помощью нечетких правил и получите результаты оценки родительского узла-кандидата. По крайней мере, разрядить результаты оценки методом центра тяжести и выбрать лучший путь.

Описание входных и выходных параметров. Модель передачи данных беспроводных сетей показана на рис. 3. Мы даем некоторые определения следующим образом:

Определение 1 (набор соседних узлов). Эффективный диапазон покрытия беспроводного сигнала от A становится его областью передачи. Соседями A являются узлы, которые попадают в область передачи A , B , C и D являются соседями A , показанными на рисунке 3.

Определение 2 (параметр надежности R). Вычислите вероятность пакетов, которые успешно передаются между двумя узлами датчика. Формула (3). Предположим, что A отправил m пакетов в B с определенным временем, а количество пакетов B успешно получено – n . Не рассматривая разницу в двусторонней линии связи, мы предполагаем, что $R(A,B) = R(B,A)$:

$$R (A, B) = \frac{n}{m}. \quad (3)$$

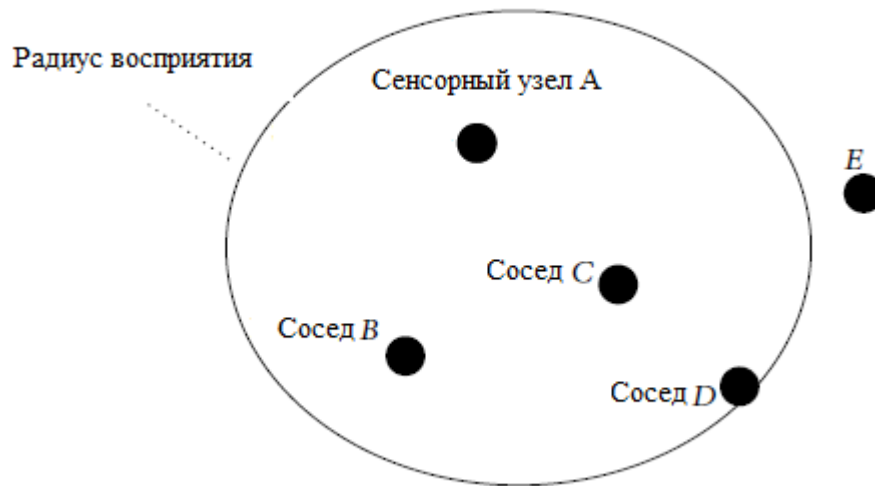


Рисунок 3 – модель передачи для сенсорных сетей.

Определение 3 (параметр временной задержки T). Вычислите среднюю временную задержку, с которой B успешно получает пакеты от A . Формула (4). Предположим, что A отправил n пакетов в B непрерывно в течение определенного времени; номер пакета, который B успешно получен, равен n . Временной ряд отправки $\{T_1, T_2, \dots, T_{m-1}, T_m\}$ (время отправки m -ой пакеты) и и получая временной ряд $\{T_1^*, T_2^* \dots T_m^*\}$ (время получения n -ой пакеты), игнорируя потерянный пакет:

$$T(A, B) = \sum_{i=1}^n (T_i^* - T_i). \quad (4)$$

Определение 4 (энергетический параметр E). Рассчитайте долю остаточной энергии одного узла, приходящуюся на наибольшую энергию. Формула (5). Предположим, что E_r представляет остаточную энергию B , а E_{max} представляет наибольшую энергию среди соседних узлов:

$$E = \frac{E_r}{E_{max}}. \quad (5)$$

Определение 5 (таблица качества связи одного прыжка). Кусок записи в таблице маршрутизации поддерживается узла A является $(A, \text{родитель}, R(A, S), \text{и } T(A, S))$. A представляет текущий узел, а parent представляет случайный родительский узел-кандидат среди соседних узлов. Параметр E не записывается в записи маршрута, которая используется для расчета выбора маршрута.

Фаззификация. Функции принадлежности и нечеткие правила определены на рисунке 4 и в Таблице 1. Функции принадлежности для трех входных параметров R , T и E определяются согласно нашим

экспериментальным данным как (a), (b) и (c) на основе выходной функции-члена, определенной в (d). Установим соответствующие нечеткие правила, чтобы объединить три параметра и попытаться сделать алгоритм маршрутизации достичь оптимальной оценки. Нечеткие правила состоят из серии нечетких условных операторов типа “если-то”, как в Таблице 1. Мы используем 3 * 3 * 3 нечетких правил. Часть правил приведена в Таблице 1.

Из таблицы видно, что узлы с высокой надежностью с большей вероятностью будут выбраны в качестве родительского узла. Узлы с меньшей задержкой также имеют больше шансов быть выбранными в качестве родительского узла. Кроме того, мы также рассматриваем энергетический индекс. Узел датчика с большей энергией имеет больше возможностей быть выбранным как родительский узел. Понимая три фактора, мы можем найти F-СТР может выбрать оптимальный путь.

Таблица 1 – Нечеткие правила.

Правило	Надежность	Задержка	Энергия	Выход
1	Высокая	Маленькая	Хватает	Отлично
2	Высокая	Маленькая	Основные	Хорошо
3	Высокая	Маленькая	Мало	Удовлетворительно
4	Высокая	Средняя	Хватает	Хорошо
5	Высокая	Средняя	Основные	Удовлетворительно
6	Высокая	Средняя	Мало	Неидеальный
7	Высокая	Большая	Хватает	Удовлетворительно
8	Высокая	Большая	Основные	Неидеальный
9	Высокая	Большая	Мало	Плохо

Из таблицы видно, что узлы с высокой надежностью с большей вероятностью будут выбраны в качестве родительского узла. Узлы с меньшей задержкой также имеют больше шансов быть выбранными в качестве родительского узла. Кроме того, мы также рассматриваем энергетический индекс. Узел датчика с большей энергией имеет больше возможностей быть выбранным как родительский узел. Понимая три фактора, мы можем найти для F-СТР оптимальный путь.

Дефаззификация. Метод центра тяжести (COG) используется для дефаззификации нечеткого результата. Поскольку нечеткая логика может согласовывать конфликтующие цели, этот шаг может обеспечить быстрое ранжирование нескольких кандидатов (соседних узлов).

Каждый узел поддерживает таблицу маршрутизации, используя критерий "если-то". Каждая запись маршрутизации выводит представление с

естественным языком, которое является нечеткой величиной. Однако мы действительно хотим оценить, какая запись маршрутизации наиболее совершенна; мы должны изменить нечеткую величину как четкое число, которое называется дефаззификацией. Здесь мы выбираем метод центра тяжести (COG) для дефаззификации, чтобы получить точное значение вероятности того, что родительский узел-кандидат станет родительским узлом. Таким образом, мы можем отсортировать вероятность каждой записи маршрутизации; затем мы можем получить максимальное значение, которое является оптимальным путем.

1. Результат моделирования и оценка эффективности

Мы предполагаем, что есть только пять узлов в беспроводной сенсорной сети и узел 1-это узел приемника. Кроме того, (R, T) - параметры между каждой парой узлов. Вся топология сети показана на рисунке 4.

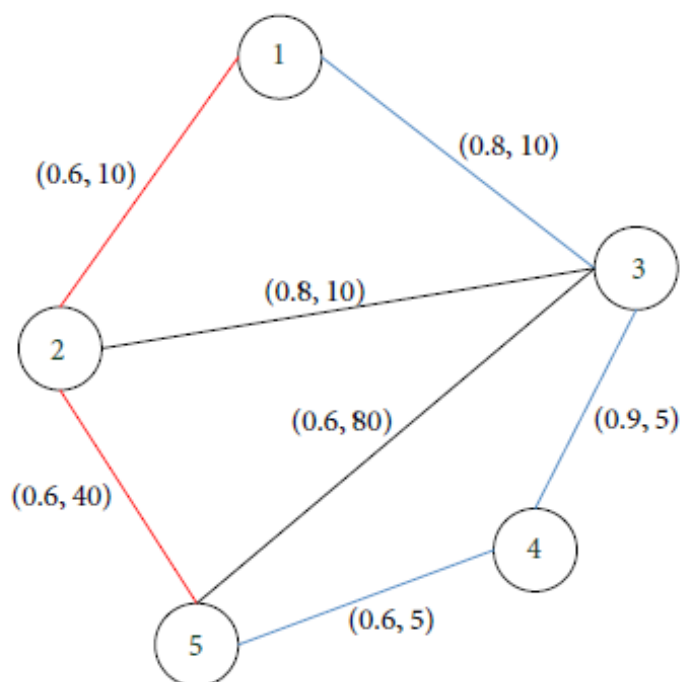


Рисунок 4 – Топология беспроводной сенсорной сети для моделирования.

Параметры (R, T) между узлами записываются в таблицу маршрутизации, и исходные энергетические параметры считаются одинаковыми. Кроме того, мы далее предполагаем, что каждый узел, который отправляет и пересылает пакет, потребляет ту же энергию. После начальной фазы каждый узел поддерживает таблицу маршрутизации, а таблица маршрутизации узла 5 показана в таблице 2.

Согласно классическому СТР, мы должны выбрать вход 2 (Красная линия) с самой высокой надежностью, которая игнорирует Реальное время. С

алгоритмом маршрутизации, основанным на нечеткой логике, мы должны выбрать запись 4 (синяя линия).

Таблица 2 – Маршрутизации узла 5.

Текущий (Current)	Исходный (Parent)	(R, T)
5	2	(0.35, 50)
5	3	(0.48, 90)
5	3	(0.288, 100)
5	4	(0.432, 20)
5	4	(0.2598, 30)

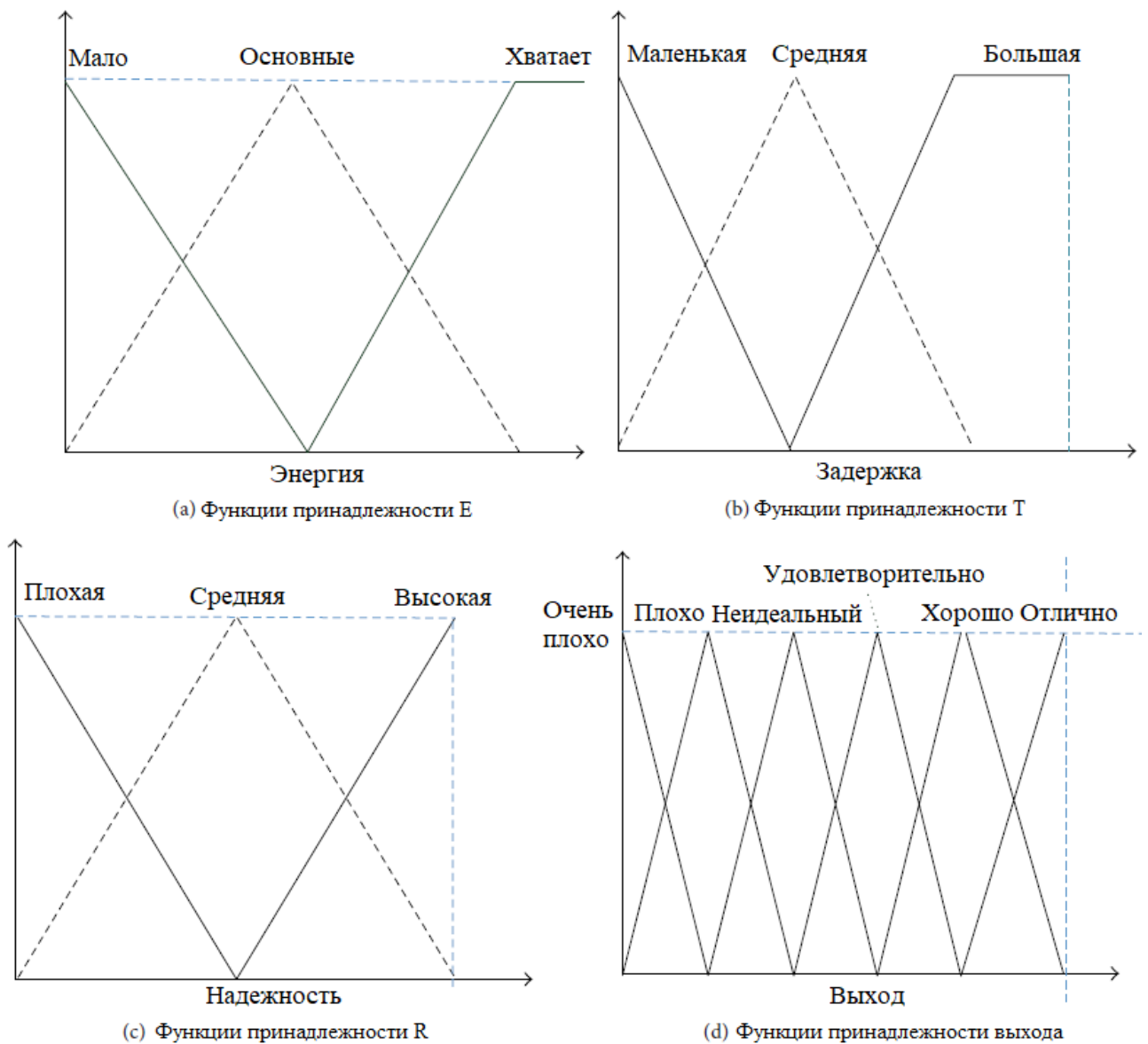
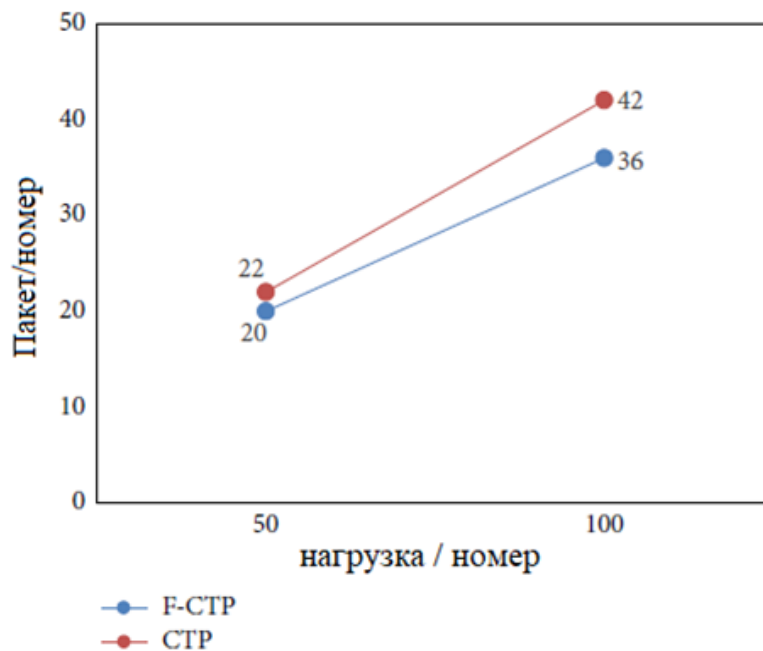
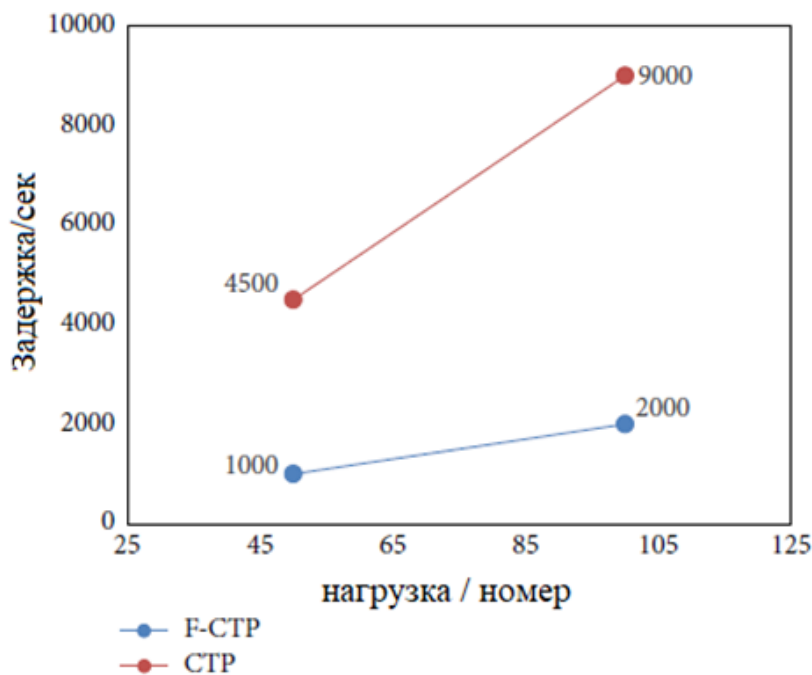


Рисунок 5 – Функция принадлежности входа и выхода.

Проведем дальнейший анализ производительности алгоритма в случае увеличения сетевой нагрузки. В случае, если количество пакетов данных равно 50 и 100, сравниваем записи 2 и 4 о производительности по времени задержки и надежности.



а



б

Рисунок б – Результат моделирования: а – сравнение качества передачи различных случаев нагрузки; б – сравнение задержки различных случаев нагрузки

При увеличении нагрузки узел потребляет определенное количество энергии, при условии неизменности R и T . Когда 31-й пакет передается из-за потери энергии узла, путь передачи изменяется на вход 1. Это доказывает, что выбор пути передачи будет меняться с увеличением сетевой нагрузки в сетевой среде, которая разумно использует сетевые ресурсы, как показано красной линией на рисунке. Временная задержка и коэффициент успеха о классических СТР и F-K показаны на рисунке 6 с нагрузкой 50 и 100.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Быстрый рост биологических физиологических датчиков, интегральных схем с низким потреблением и беспроводной связи делает беспроводные сетевые сенсорные сети развиваться в направлении индивидуального физиологического мониторинга. Исследование алгоритма маршрутизации в носимой беспроводной сети является ключом к обеспечению связи узлов в сети. Таким образом, исследование данной работы предоставит важные доказательства для применения WSN в области индивидуального физиологического мониторинга.

В данной работе приводится конструкция аппаратной системы индивидуального физиологического мониторинга, интегрирующей модуль позиционирования с использованием Большой Медведицы на основе физиологического мониторинга, такого как ЭКГ-статус и жестовая информация. Многоцелевая оптимизация реального времени, надежности и энергетического баланса является одним из важных направлений исследований в области носимых беспроводных датчиков.

В данной работе разработан алгоритм маршрутизации с использованием нечеткой логики на основе протокола СТР, который применяется в индивидуальной носимой системе мониторинга беспроводной сенсорной сети. Улучшенный F-СТР оптимизирует выбор родительского узла, полностью рассматривая задержку по времени, тариф успеха пакета получая, и остаточную энергию, так, что вся сеть будет более оптимизирована и жизненный цикл всей сети будет увеличен эффективности. Но проблема в том, что наше моделирование – это просто простая проверка; F-СТР, выдвинутый в этой статье, не был применен в нашей аппаратной системе, и некоторые функции принадлежности, используемые в алгоритмах нечеткой логики, также необходимо скорректировать на практике в будущих исследованиях. В противном случае можно дать новый эвристический алгоритм, который может быстрее и лучше искать подходящий путь маршрутизации. Мы надеемся что беспроводную сеть датчика можно более лучше приложить к пригодной для носки физиологической зоне контроля.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1] Х.К. Нгуен Применение нечеткой логики в системах управления. Нгуен Х.К.//54-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск 2018 – с.11.

[2] H.Q. Nguyen Fuzzy logic into control system challenges H.Q. Nguyen//54-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск 2018 – с.15.