# Сетевая маршрутизация данных по смежным узлам на основе логической нейронной сети с обратными связями

WI-FI - это современная беспроводная технология передачи цифровых данных по радиоканалам. Аббревиатура Wi-Fi (Wireless Fidelity) в точном переводе означает “беспроводная преданность”. Такое название получил стандарт беспроводной передачи данных по радиоканалам IEEE 802.11b. Для передачи данных Wi-Fi использует частоту 2,4-5GHz. В качестве основных стандартов на сегодняшний день приняты 802.11a, 802.11b и 802.11g 802.11n со скоростями 11, 54 и 108 Mbit/s и более.

Телекоммуникационная сеть на основе технологии Wi-Fi, охватывающая значительную территорию, представлена на рис. 1.

**1**

**2**

**3**

**8**

**5**

**7**

**1**

**1**

**9**

**4**

**6**

**10**

**11**

**Рис. 1. Структура телекоммуникационной сети**

Т. к. предполагается применение беспроводной связи небольшого радиуса действия, то сеть характеризуется рассмотрением лишь «близких» связей со смежными узлами и исключением транзитивных связей.

Таким образом, предполагается, что каждый узел связан со множеством смежных узлов. Любая передача пакета данных из узла-отправителя узлу-адресату осуществляется с помощью последовательности передач между смежными узлами. Так что маршрут не формируется весь сразу, а реализуется динамически с учётом приоритетного обращения к смежным узлам и загрузки этих узлов.

Первоначально выбор смежного узла для передачи по адресу производится на основе приоритетного направления для данного адреса назначения. Однако окончательный выбор производится динамически в зависимости от текущей загрузки смежных узлов. Каждое «смещение» пакета в смежный узел немедленно ставит вопрос о его дальнейшем «смещении» - до достижения адреса.

Отличием такой постановки задачи является то, что пакеты не теряются. В случае перегрузки сети или её отдельных направлений, пользователю, формирующему запрос, сообщается о необходимом ожидании, т.е. о необходимости повторной попытки передачи данных.

На каждом i-м узле есть таблица Ti предпочтительного смещения при передаче данных на все прочие узлы (кроме, конечно, смежных). Это предпочтение обусловлено величиной сокращения расстояния до узла – адресата. Такая таблица имеет вид:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Узел (адрес) передачи | Вес смежного узла в направлении передачи | | | |
| А1 | ω11 | ω12 | ..... | ω1K |
| ........ | ... | ... | ..... | ... |
| АR | ωR1 | ωR2 | ..... | ωRK |

Здесь R – количество узлов, в которые возможна передача пакетов из данного узла через один из смежных, K – количество смежных узлов.

Примечание 1: Если адрес передачи в действительности совпадает с одним из смежных узлов, то дальнейшая передача, уже по адресу, выполняется безальтернативно.

Примечание 2: Может быть рассмотрен случай, когда для повышения надёжности передача пакета осуществляется не единственному смежному узлу; в этом случае маршрут резервируется.

На рис. 2. показано распределение приоритетов смещения из узла Ai в узел Aj. Смежные Ai узлы для простоты пронумерованы.

1

0,2

0

0,2

0,8

0,8

***Ai***

***Aj***

1

2

3

4

5

6

1

При выборе весов ωij учитывается территориальное взаимное расположение узлов. Так, очевидно, что приоритетной является та передача, при которой пакет приближается к узлу назначения, хотя в динамике загрузки сети может оказаться, что «кружной» путь ближе «прямого».

После выбора предпочтительного смещения пакета в смежный узел, необходим анализ текущей загруженности таких узлов. Только в результате такого анализа может быть выбран или отвергнут узел смещения.

Предполагается, что каждый узел имеет буфер, в котором накапливаются пакеты для дальнейшей отправки. Перегрузка буферов должна блокировать приём новых пакетов. В этом случае возможна блокировка передач по направлениям или в сети в целом. Так как потерь информации не предполагается, то пользователь должен быть информирован о этой перегрузке для повторения запроса позже.

Управление передачей пакетов производится с помощью логической нейронной сети, которая использует для каждого адреса предпочтительные направления передачи пакетов смежным узлам, найденные по Таблице. Веса этих смещений используются в качестве весов синапсических связей. С помощью обратных связей передаются состояния загрузки смежных узлов, которые окончательно влияют на выбор смежного узла для передачи пакета. Нейронная сеть фрагментарно распределена между всеми узлами так, чтобы отражать лишь информацию, связанную только с конкретным узлом. Каждый фрагмент нейронной сети (как и Таблица) реализуется вычислительными средствами узла. Как сказано выше, текущим состоянием буфера (коэффициентом загрузки буфера необработанными запросами) каждый узел обменивается со своими смежными узлами. Такой обмен составляет основу обратных связей.

Типовой фрагмент логической нейронной сети, размещённый на i-м узле, представлен на рис. З. Здесь **ω**ij – предпочтительные веса смежных узлов по адресу передачи, - k – отрицательный вес обратной связи (k – коэффициент загрузки буфера смежного узла).

Функция активации:

V = ,



если эта сумма больше h, 0 – в противном случае.

В данном случае эта функция имеет вид:

Vi = VA ωij – ki, если эта разность превышает порог h, 0 в противном случае.

Порог h выбирается экспериментально так, чтобы предпочтение могло быть выбрано между не полностью загруженными узлами.

Общим критерием эффективности управления является максимизация пропускной способности сети. Частными критериями являются: 1) Минимум среднего времени выполнения запроса на передачу пакета в сети; 2) минимум времени ожидания пользователем возможности выполнения своих запросов.

- *kK*

. . . . . .

- *k*2

- *k*1

. . . . . .

***ωRK***

***ωR*2**

***ω*2*K***

***ω*22**

***ω*21**

***ω*1*K***

***ω*12**

***ω*11**

*A*1?

*A*2?

*Ai-*1?

*Ai+*1?

*AR*?

*B*1

*B*2

*BK*

*B*1

*B*2

*BK*

*B*1

*B*2

*BK*

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

***ωR*1**

**B1**

**B2**

. . . . . .

**B*K***

**Рис. 3. Фрагмент логической нейронной сети, размещённый на узле**

Моделирование должно лежать в основе обоснования количества и структуры связей между смежными узлами, времени обработки запроса на узле, требований к производительности вычислительных средств. Должны быть выполнены абсолютные и относительные оценки накладных расходов на организацию управления сетью.

Модель должна использоваться в технологии проектирования сети Wi-Fi.