МЕТОД РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО РЕСУРСА В КОГНИТИВНОЙ РАДИОСЕТИ, ОСНОВАННЫЙ НА АППАРАТЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Муляр Б.П.
Научный руководитель – д.т.н., проф. Коляденко Ю.Ю.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Науки,14, каф. Инфокоммуникационной инженерии им. В.В. Поповского, тел. (057) 702-13-20)

Algorithm for the distribution of the time-frequency resource in a cognitive radio network.

An algorithm for the distribution of the time-frequency resource in the cognitive radio network is proposed. A distinctive feature of the developed algorithm is the use of both a parameter of the proportional fair distribution of physical resources PF and SINR. In addition, the decision in this algorithm is based on the mathematical apparatus of fuzzy logic. This algorithm is applicable at the stage of network operation in the presence of a large number of subscriber stations and centralized frequency management by the base station.

Концепция когнитивного радио может быть охарактеризована как радио с изучением возможностей. Свойство когнитивности подразумевает способность радиосистемы решать следующие задачи: переход от одного стандарта к другому; использование нескольких стандартов; перестройку частоты; возможность участия в динамическом распределении спектра; возможность к вторичному использованию спектра; динамическую оптимизацию емкости; регулировку антенн; реконфигурацию транспортной сети.

Применение нечеткой логики характерного для ситуаций, когда отсутствует не только детерминистская интерпретация решаемой задачи, но и стохастические вероятные методы не удается применить в силу отсутствия данных о каких-либо распределениях.

Формальный аппарат нечеткой логики включает в себя определения: а) функции принадлежности (ФП), б) лингвистической переменной (ЛП), в) логических операторов MINIMUM, MAXIMUM, г) нечеткого правила «Если...То...» [3]. Нечеткое множество A задается упорядоченной парой: $A = \{(x, \mu_A(x) \mid x \in X\}$, где x есть порождающий элемент, а $\mu_A(x)$ есть мера принадлежности к множеству A [3]. Функция принадлежности $\mu_A(x)$ принимает значения на отрезке [0,1], $\mu_A : X \to [0,1]$, она является выпуклой, непрерывной и нормированной на единицу функцией. В общем случае ФП может иметь и симметричную, и асимметричную форму, поскольку условие выпуклости предопределяет наличие только одного «максимума».

«Компактное» нечетко-логическое описание физических параметров, имитирующее способность человека обозначать словами составные понятия, основывается на понятии лингвистической переменной (ЛП) [1]. Лингвистическую переменную Т (также называемую терм-множеством) задают на области определения Х как пары множеств $T=\{T^1,T^2,...,T^K\}$ и $\mu(x)=\{\mu^1(x),\mu^2(x),...,\mu^K(x)\}$, где $k=1,...,K$ и $T^k\to\mu^k(x)$, т.е. каждый терм T^k для ЛП T имеет нечеткое имя и характеризуется своей ФП $\mu^k(x)$. Принципиально число термов ЛП не ограничено, но на практике оно редко превышает 5...6 [1], иначе возможное число нечетких правил «Если...То...» будет слишком большим. Таким образом, один и тот же физический параметр может быть охарактеризован сразу целым семейством ФП. Выбор конкретного профиля ФП осуществляется на основе экспертных знаний и последующей корректировки в процессе отладки системы [2].

Базовые логические операции в нечеткой логике могут быть определены различными способами (в рамках концепций Т-норм и Т-конорм) [2], но наиболее часто из них используются операторы MIN и MAX. Для двух произвольных множеств «1» и «2», заданных на x, где $x\in X$, и описываемых двумя функциями принадлежности (ФП) $\mu_1(x)$ и $\mu_2(x)$, эти операторы могут быть заданы так:

$$MIN\{\mu_1(x),\mu_2(x)\}=\mu_1(x)\wedge\mu_2(x)=MINIMUM\{\mu_1(x),\mu_2(x)\},$$
$$MAX\{\mu_1(x),\mu_2(x)\}=\mu_1(x)\vee\mu_2(x)=MAXIMUM\{\mu_1(x),\mu_2(x)\}, \qquad (2)$$

где $\vee$- дизъюнкция, $\wedge$- конъюнкция.

Для практической реализации такого ограничителя следует перебрать все возможные значения x и для каждой пары значений $\mu_1(x)$ и $\mu_2(x)$ выбрать, соответственно, наименьшее или наибольшее значения сигналов из числа подаваемых на входы. В общем случае для выполнения операций MIN и MAX следует проводить аналоговые операции с непрерывными ФП, но на практике обычно применяют дискретные операции, выполняя их для достаточно большого числа градаций по x и μ [3]. С помощью символов логических операций $\wedge$ и $\vee$, а также символов $\mu(x)$ различных ФП могут быть записаны логические термы и проведены логические вычисления подобно тому, как это делается для традиционных двоичных вычислений с булевыми операторами и символами двоичных переменных.

Список использованных источников:

1. Tafazolli, R. (ed) (2006): Technologies for the Wireless Future, vol. 2, Wireless World Research Forum, (WWRF), John Wiley & Sons, Chichester, England.

2. Burns P. SDR For 3G. – Boston, Artech House, 2003 – 279 p.

3. Haykin S. Cognitiveradio: brain-empowereswirelesscommunications, IEEE JournalSelectedAreasinCommunication, vol. 23, no. 2, February 2005.