

Алгоритъм за време на достъп до канала за връзка на нискоскоростни комуникационни мрежи

Филип Цветанов, Димитър Радев

***Algorithm for the time of channel access in low-speed communication network:** The basic problem at building of low-rate sensor networks is solving the problem with access to the channel of data transfer with the help of set of sensors and limited resources of data transfer environment. An algorithm for determination of time for access to low-rate sensor network is suggested. This algorithm leads to decreasing the number of repeated packets transfers at their unsuccessful accepting and decrease the access time to the channel during one cycle.*

Key words: *Wireless Sensors Networks, Time of channel access, Low-Rate Sensors Networks.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Сензорните мрежи, базирани на нискоскоростни технологии (Low Data Rate Technology), предоставящи възможност за безжична връзка между множество сензори, обединени помежду си посредством радио канал със скорост на предаване на данни до 10Mbit/s. Безжичните сензорни мрежи (БСМ) имат широко приложение в различни индустриални области и домашна среда преобладаващо за контрол и мониторинг различни параметри на физически среди и обекти. Те се явяват и единствена алтернатива за мониторинг на параметри в труднодостъпни области. Областта на покритие на подобни мрежи е от няколко метра до няколко километра за сметка на способността за ретранслация на съобщенията от един възел до друг при малка мощност. Сензорни мрежи са съставени от голям брой малки интелигентни устройства, обработващи и изпращащи информация. Всяко устройство разполага с ограничена комуникация, изчислителни и енергийни ресурси.

Основен проблем при изграждането на БСМ е решаването на въпроса с достъпа до канала за предаване на данни при множество сензори и ограничените ресурси на средата за предаване. Тези проблеми са свързани с ограничената пропускателна способност на каналите. В ситуации, когато много сензори (възли) едновременно инициират предаване на данни, може да възникне претоварване или колапс на мрежата. В резултат на такива ситуации пропускателната способност, изразяваща се в брой пакети преминаващи от сензора до централния възел на мрежата за единица време, падат практически до нула. Освен това отделните сензорни възли могат да се включват или изключват от мрежата. Промяната на конфигурацията на мрежата, като правило, води до необходимостта от промяна маршрута на пакетите данни, което също намалява пропускателната способност на мрежата. [2].

Качеството на обслужване в безжичните сензорни мрежи (QoS) се основава на спецификата на технологията на безжичните сензорни мрежи. Концепцията за качеството на обслужване (Quality of Service, QoS) на сензорните мрежи е базирана на откриването на събития. Основните показатели за QoS са малкото задържане при предаване на данни от сензора до централния възел и малка загуба на данни за събитията [1].

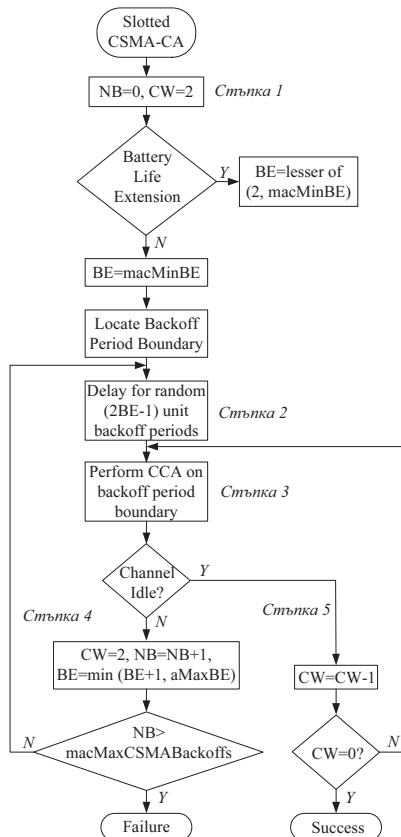
За осигуряване на безпроблемна работа на сензорната мрежа са необходими специални методи за предаване на данни, позволяващи да се реши проблема с претоварването на мрежата и гарантиране доставката на пакети данни от и до централния възел на мрежата.

Решаването на този проблем е обект на множество научни разработки. Например, за тази цел е предложен начин за организация предаването на пакетите в БСМ чрез назначаване на интервал за очакване на база динамично изчисляване съотношението на текущата и максимална пропускателна способност на мрежата [5]. При този начин всеки сензор съобщава на координатора за необходимия му

интервал за очакване, след което координатора определя интервали за очакване на всеки възел пропорционално на заявените. Назначените интервали за очакване се предават на възлите в БСМ с помощта на пакети за обратна връзка. При преплъване на опашката ново постъпилите пакети се отхвърлят [7].

За предаване на данните е предложен метод за достъп до канала при последователно предаване на информацията [6]. Методът позволява да се избегне разхода на енергия при повторно предаване на данните чрез динамичен избор на сензор, зададена интензивност на заявките и приоритет на данните. Основното внимание е отделено на влиянието на външните фактори при приемане и предаване на информацията мрежата от крайните устройства към централния възел.

Разбирайки важността на проблема с достъпа до канала за предаване на данни в безжичните нискоскоростни сензорни мрежи в настоящата работа е проведен анализ на методите за достъп до каналите в най-популярните сензорни мрежи, базиран на алгоритъма за достъп до каналите *slotted CSMA-CA*. Предложен е модифициран алгоритъм за времето на достъп до канала в нискоскоростна комуникационна мрежа, който намалява броя на повторните предавания на пакетите при неуспешното им приемане, при което намалява времето за достъп до канала на устройствата в мрежата.



Фиг. 1 - Алгоритъм за достъп до каналите *slotted CSMA-CA*

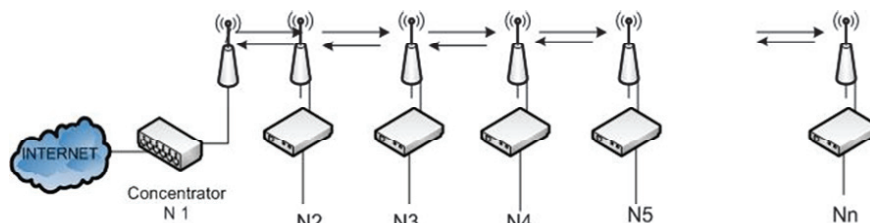
АЛГОРИТЪМ ЗА ВРЕМЕТО НА ДОСТЪП ДО КАНАЛА ЗА ВРЪЗКА

В нискоскоростните безжични мрежи (LR-WPAN), устройствата използват два типа режими за достъп до каналите в зависимост от конфигурацията на мрежата – флагов (*Beacon Enabled Network*) или безфлагов (*Non beacon*). При безфлаговия режим мрежата работи асинхронно и маршрутизаторите трябва постоянно да прослушват ефира, за да не позволят да се построи мрежа със свръх ниско потребление на енергия.

При флаговия режим мрежата е конфигурирана с PAN координатор. За да се идентифицира PAN координатора и да се синхронизират възлите, асоциирани с него, всеки от маршрутизаторите през определен период изпраща в ефир съобщения (кадри), наречени флаг (*beacon*), позволяващи да се извърши синхронизация на възлите. PAN координаторът определя суперфреймна структура, определена от интервал *BI* (*beacon interval*). Устройствата в мрежите с маркерни фреймове (*Beacon Enabled Network*) използват алгоритъм с механизъм за фиксирани времеви интервали при изчакване на предаването *slotted CSMA-CA*, които следват веднага след маркерния фрейм (фиг.1). Винаги, когато устройството иска да предава данни в периода на конкурентния достъп до канала, то първо трябва да определи границата на най-близкия времеви интервал на изчакване и да отброи от него случаен брой такива интервали.

Ако след тази пауза каналът се окаже зает, то устройството трябва да изчака следващ случаен брой фиксирани времеви интервали, преди отново да опита да получи достъп до канала. Ако каналът е свободен, устройството може да започне предаването веднага от границата на най-близкия интервал за изчакване [4]. Алгоритъмът slotted CSMA-CA е базиран на използване на единици от време, наречени *Backoff* периоди на връщане), като един период се равнява на $aUnitBackoffPeriod = 80bits (0,32 ms)$.

За решаването на формулирания по-горе проблем - намаляване времето на достъп до каналите за връзка в мрежата при нискоскоростни мрежи и постигането на по-голяма площ на предаване на данните при сравнително малка мощност за функциониране на устройствата в БСМ се предлага алгоритъм за достъп до канала при последователно предаване на данни по метода мастер-слейф (фиг.2).



Фиг. 2 - Последователно предаване на данни в БСМ

На фигурата мастера се явява концентратор на мрежата N1, а слейф са множеството безжични сензори N2, N3...Nn.. Достъпът до канала се основава на режима Beacon Enabled Network и алгоритъма с механизъм за фиксирани времеви интервали при изчакване на предаването slotted CSMA-CA. В стъпка 4 на алгоритъма, показан на фиг.1 се оценява дали каналът е зает или свободен. Ако каналът е зает подслоят MAC трябва да увеличи броя на периодите за връщане NB (определя колко пъти CSMA-CA алгоритъмът е реализирал връщане, докато се опита да извърши текущото предаване на данни) и BE (колко периода на връщане трябва да се изчака, преди да се осъществи достъп до канала) с по единица. Увеличаването на BE води до увеличаване вероятността за Backoff закъснения. При стандартният алгоритъм максималният брой на периоди на връщане $NB = macMaxCSMABackoffs = 5$. В тези случаи алгоритъмът отчита неуспешен достъп до канала и се връща към стъпка 2. CW (дължината на прозореца, определяща броя на периодите на връщане, след които трябва да бъде свободен канала, преди да започне предаване) се връща към стойност 2. Ако стойността на NB е по-малка или равна на $macMaxCSMABackoff$, механизъмът продължава отново със стъпка 2.

За намаляване времето за достъп до канала при последователно предаване на данни в нискоскоростна комуникационна мрежа се предлага намаляване на максималния брой периоди за връщане до стойност $NB = macMaxCSMABackoffs = 3$.

За осъществяване достъпа до канала за връзка при последователно предаване на данни в нискоскоростни мрежи, които са често срещан случай в практиката се предлага следния обобщен алгоритъм:

Стъпка 1: Мастерът N1 формира пакет, който включва: заглавие на пакета, собствен адрес, краен адрес, най-близкия достъпен адрес за мрежата, специални битови флагове. Той изпраща пакета до най-близкия участник в мрежата N2.

Стъпка 2: Мастерът очаква отговор от текущия получател чрез флаг ACK или NACK. При получен флаг ACK от мастера се задава backoff time за отговор от крайния потребител. Пакета се препредава докато стигне крайният получател Nn. Препредаващите устройства не задават backoff time, а само очакват флаг ACK.

Стъпка 3: При отговор NACK (неразбран пакет) пакета се изпраща отново. Един пакет може да се връща до три пъти. След получаване три пъти на пакет с флаг NACK се изчаква произволен времеви период и се търси следващият участник в мрежата, който е най-близо до N2 т.е. участник N3. Пакетите се предават последователно докато стигнат крайния участник в мрежата.

Стъпка 4: След като крайното устройство получи пакета на мастера се изпълнява командата, а пакетът се връща последователно от крайното устройство към мастера.

Предложеният алгоритъм за достъп до канала при последователно предаване на данни от мастер към слейф устройства в БСМ води до намаляване времето за достъп до канала на устройствата в мрежата вследствие намаляване максималния брой периоди на връщане т.е. на повторните предавания на пакетите при неуспешно приемане. В резултат на което се намалява мрежовият трафик при анализа на следващия цикъл. В тези случаи канала е по-дълго време свободен и устройствата могат по-дълго време да бъдат в режим на сън, което води до ефективно използване на енергията в мрежата. Възлите, които дават отговор NACK се прескачат и се търси алтернативен път за връзка със следващ участник в мрежата. В края на всеки цикъл мастера анализира броя на предадените пакети. Във всеки цикъл могат да се анализират до 8 устройства. Информацията от този анализ се включва като полезен товар в маркерния фрейм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съвременните изследвания в областта на безжичните сензорни мрежи са фокусирани преобладаващо върху оптимизиране използването на ограничените ресурси при всеки сензор. Оценявайки важноста на комуникацията за ефективно използване на сензорите в мрежата е извършен анализ на методите за достъп до канала за предаване на данни и предложен модифициран алгоритъм за времето на достъп на сензорите в мрежата при последователно предаване на данни от концентратор към сензорите. Предложената модификация намалява броя на повторните предавания на пакетите при неуспешното им приемане и намалява времето за достъп до канала на устройствата в мрежата. Като резултат от изпълнението на алгоритъма се намалява мрежовият трафик при анализа на следващия цикъл, а канала е по-дълго време свободен. Устройствата са по-дълго време в режим на сън, което води до ефективно използване на енергията в мрежата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bhaskar Bhuyan, Hiren Kumar Deva Sarma, Nityananda Sarma, Avijit Kar, Rajib Mall, Quality of Service (QoS) Provisions in Wireless Sensor Networks and Related Challenges, Wireless Sensor Network, Scientific Research, 2010, 2, p.p.861-868.
- [2] Chen D., Varshney P., QoS support in wireless sensor networks: A survey, Proc. Intern. Conf. on Wireless sensor networks, Las Vegas, Nevada, USA, p.p. 227-233.
- [3] Hull B., Jamieson K., Balakrishnan H., Mitigating congestions in wireless sensor Networks, Proc.2 international conf. on Embedded networked Sensor systems, Baltimore, USA, 2004, p.p. 134-147.
- [4] Maali Albalt, Qassim Nasir, Adaptive Backoff Algorithm for IEEE 802.11 MAC Protocol, Int. J. Communications, Network and System Sciences, 2009, 4, 249-324.
- [5] Paek J., Govindan R., RCRT, Rate controlled reliable transport for wireless sensor network, //proc.ACM Conf. on Embedded Networked Sensor System, Sydney, Australia, 2007, p.p. 305-319.
- [6] Parker J., multiple sensors, voting methods and target value analysis, proc. VISPIE Conf. on Signal Processing, Sensor fusion and target recognition, Orlando, 1999, p.p 305-335.

[7] Szewezyk R., Mainwaring A., Anderson J., Culler D., An analysis of a large scale habitat monitoring application, Proc. 2 inter. Conf. on Embedded Sensor Systems, Baltimore, USA, 2004, p.p.214-226.

За контакти:

Ас. Филип Атанасов Цветанов, Катедра „Електронна и комуникационна техника и технологии“, Югозападен университет „Неофит Рилски“, ул. „Иван Михайлов“ № 56, 2700, Благоевград, България, тел. +359 896799113, e-mail: ftsvetanov@swu.bg
проф. д-н Димитър Радев, катедра Телекомуникации, Русенски университет, Русе, dradev@abv.bg

Докладът е рецензиран.