DOI: 10.17117/na.2016.05.03.160

<http://ucom.ru/doc/na.2016.05.03.160.pdf>

Поступила (Received): 01.05.2016

Татарникова Т.М., Елизаров М.А. Модель разрешения коллизий в RFID-системе

Tatarnikova T.M., Elizarov M.A.
Model resolve collisions in RFID-system

Предложена математическая модель антиколлизийного процесса идентификации RFID-меток в дискретном времени со случайной задержкой активации меток. Модель позволяет оценить количества меток в зоне действия считывателя при ограничении времени идентификации

Ключевые слова: радиочастотная идентификация, RFID-метка

A mathematical model of anti-collision process of RFID-tags in discrete time with a random delay of activation markers. The model allows estimating the number of tags in range of reader at the time limit of identification

Key words: radio frequency identification, RFID-tag

Татарникова Татьяна Михайловна

Доктор технических наук, профессор
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения
г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67

Tatarnikova Tatiana Mikhailovna

Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor
Saint-Petersburg state university of aerospace
instrumentation
St. Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67

Елизаров Максим Андреевич

Аспирант
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет
г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21

Elizarov Maksim Andreevich

Graduate
Saint-Petersburg state university of economics
St. Petersburg, Sadovaya st., 21

Организация учета, контроля и управления, основанная на электронной идентификации находит все большее применение в различных сферах человеческой деятельности. Объектом идентификации при этом может быть человек, животное, транспортное средство, контейнер с грузом, изделие в процессе производства и много другое [1 с. 69, 2 с.135]. Среди способов, реализующих этот процесс, распространение получила радиочастотная идентификация (RFID) благодаря своей высокой степени защиты от взлома.

Пусть дано: n – количество RFID-меток, находящихся в поле видимости считывателя; T_{ID} – время считывания идентификационного номера метки.

Средствами имитационного моделирования (ИМ) оценим время, необходимое для идентификации меток, находящихся в поле считывателя [3 с.15, 4 с.38].

Модель антиколлизийного протокола. Каждая RFID-метка содержит генератором случайных положительных целых чисел (ГСПЦЧ), обозначим как $RND[L, R]$, где L и R – левый и правый пределы RND соответственно.

После приема стартовой команды метки со случайной задержкой dT начинают передавать свой идентификационный номер (ID). Задержка dT определяется как [5 с.143, 6]:

$$dT=rT, \quad (1)$$

где T – период дискретизации непрерывного времени; r – случайное число, $r \in RND$.

Считыватель «слышит» метку, для которой $\min_{dT} [dT_{i=1,n}]$, пусть ее ID равен k .

Тогда для остальных меток, новое время начала активации определяется как

$$j_{na}T = j_{pa}T + r_{ID}T + rT, \quad (2)$$

j_{na} – точка отсчета последующей активации метки;

j_{pa} – точка начала активации предыдущей k -й метки;

r_{ID} – число точек отсчета времени, необходимых для передачи ID k -й меткой;

r – случайное число, задающее число точек отсчета для определения задержки относительно окончания передачи данных k -й меткой.

T – период дискретизации непрерывного времени.

Если учесть, что T – постоянная величина, то выражение (2) можно переписать в виде

$$j_{na} = j_{pa} + r_{ID} + r, \quad (3)$$

Выражение (3) является основой для разработки имитационной модели антиколлизийной процедуры [7, 8, 9 с.113].

Рассмотрим поясняющий пример. Зададим распределение меток как двумерную матрицу $\|p_{ij}\|_{n \times m}$, где n – число меток, находящихся в поле считывателя, m – число дискретных отсчетов времени. После приема стартовой команды для каждой метки задаются их идентификационные номера ID_i , $i = \overline{1, n}$ и задержки начала активации dT_i , $i = \overline{1, n}$ относительно окончания передачи ID предыдущей «услышанной» метки. Значение dT задается как случайное число $r \in RND[6, 8]$.

Пусть матрица $\|p_{ij}\|$ на первой итерации получилась следующей

$$p_{ij} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Наличие «1» в первой строке матрицы означает, что для метки с $ID=0$ задержка начала активации $dT=3$, наличие «1» во второй строке матрицы означает, что для метки с $ID=1$ задержка начала активации $dT=1$ и т.д.

Далее происходит поиск метки с минимальным запаздыванием активации (в примере метка с $ID=1$). Необходимо проверить случаи совмещения меток по времени (коллизии). В модели реализована функция, проверяющая наличие коллизии, и при ее обнаружении наложившимся меткам определяются новые точки отсчета для последующей активации в соответствии с выражением (3). Если коллизия отсутствует, тогда управление передается функции считывания

ID метки. Разрешение на считывание метки определяется следующими условиями: $(j_{na_k} - j_{pa_k}) > r$, $k = \overline{1, n}$, то метка с $ID=k$ «услышана» считывателем, иначе «не услышана» и ей определяется новое значение j_{na} .

В примере считыватель «услышит» метку с $ID=1$. Поэтому для нее $j_{pa_1} = 0$. Меткам с номерами 0, 2 и 3, присваиваются новые значения j_{na} . Пусть выпали следующие значения r : 1, 7 и 5 соответственно, тогда $j_{na_0} = 3 + 10 + 1 = 14$; $j_{na_2} = 5 + 10 + 7 = 22$; $j_{na_3} = 8 + 10 + 5 = 23$. С этих значений начнется отсчет продолжительности активации на второй итерации выполнения процедуры. Теперь считыватель «услышит» первой метку с $ID=0$, а для остальных определяются новые точки отсчета. Эта процедура повторяется до тех пор, пока не будут идентифицированы все метки.

Рассмотренная процедура реализована в виде ИМ на объектно-ориентированном языке C++.

Заключение. ИМ инвариантна для количества меток, находящихся в зоне действия считывателя, значений продолжительности считывания одной метки и значений диапазона генератора случайных задержек активации меток. По полученным статистическим данным автоматически определяется среднее и с вероятностью 99% время идентификации меток.

Сравнительный анализ времени идентификации меток с известными методами показал некоторое преимущество предложенной процедуры при количестве меток менее ста.

Список используемых источников:

1. Советов Б.Я., Колбанёв М.О., Татарникова Т.М. Технологии инфокоммуникации и их роль в обеспечении информационной безопасности // Геополитика и безопасность. 2014. №1(25). С. 69-77.
2. Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В. Задача синтеза системы защиты корпоративной информации: постановка и этапы решения // Наука и образование в XXI веке. 2013. С. 135-136.
3. Воробьев А.И., Колбанёв М.О., Татарникова Т.М. Оценка вероятностно-временных характеристик процесса предоставления информационно-справочных услуг // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2014. Т. 57. № 9. С. 15-18.
4. Колбанёв М.О., Пойманова Е.Д., Татарникова Т.М. Физические ресурсы информационного процесса сохранения данных // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2014. Т. 57. № 9. С. 38-42.
5. Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В. Модель оценки характеристик локальной вычислительной сети корабля // Теоретические и прикладные проблемы науки и образования в 21 веке. Тамбов, 2012. С. 143-144.
6. Кутузов О.И., Татарникова Т. М. Моделирование систем и сетей телекоммуникаций. СПб.: РГГМУ, 2012.
7. Кутузов О.И., Сергеев В.Г., Татарникова Т.М. Коммутаторы в корпоративных сетях. Моделирование и расчет. СПб.: Судостроение, 2003.
8. Кутузов О.И., Татарникова Т.М. Инфокоммуникационные сети. Моделирование и оценка вероятностно-временных характеристик. СПб.: ГУАП, 2015.
9. Колбанёв М.О., Татарникова Т.М. Физические ресурсы информационных процессов и технологий // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2014. № 6 (94). С. 113-122.