3. Висновки

Таким чином проведений літературний огляд доступних даних показав, що сучасний розвиток науки і техніки привів до появи нової загрози для безпеки людини – це аварії і катастрофи які спричинені порушеннями у роботі комп'ютерних систем. Ці порушення можуть виникнути як через звичайну людську недбалість або непрофесійні дії, так і в результаті дії спеціально створених зловмисниками комп'ютерних програм – вірусів чи троянських програм.

Литература

1. Stuxnet: война 2.0 /http://habrahabr.ru/blogs/infosecurity/105964/.
2. Stuxnet таки добрался до иранского ядерного завода в Бушере /http://habrahabr.ru/blogs/infosecurity/104973/.
3. Вирус-троян пробрался в промышленные сооружения /http://www.bfm.ru/news/2010/07/20/virus-trojan-probralsja-v-promyshlennye-sooruzhenija.html.
4. Stuxnet поразил более 1000 предприятий Китая /http://habrahabr.ru/blogs/infosecurity/105316/.
5. Stuxnet. Истерия продолжается... /http://habrahabr.ru/company/eset/blog/105507/.
6. Атомная электростанция прекратила работу из-за обновления ПО
7. /http://www.securitylab.ru/news/354480.php?page=user&id=56946.
8. В США сотни рейсов отменены из-за компьютерного сбоя /http://www.securitylab.ru/news/387926.php.
9. Причиной крушения самолета Air France мог стать компьютерный сбой
10. /http://www.securitylab.ru/news/380975.php.
11. США: 750 светофоров отключились из-за сбоя компьютера /http://www.securitylab.ru/news/387612.php.
12. Автомобили Toyota попадают в аварии из-за компьютерного сбоя
13. /http://www.securitylab.ru/news/387414.php.
14. Из-за компьютерного сбоя японцы получили ложное предупреждение о землетрясении /http://www.securitylab.ru/news/384258.php?page=user&id=81026.
15. Компьютерный сбой уничтожил австралийское озеро
16. /http://www.securitylab.ru/news/378652.php.

УДК 519.72

ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ (ЧАСТЬ 2)

В.А. Иваненко
Аспирантка*
E-mail: zlata_ne@bk.ru

А.Н. Зеленин
Кандидат технических наук, профессор*
Контактный тел.: (057) 345-00-83
*Кафедра «Сети связи»
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166

Використовуючи теоретико-інформаційну концепцію вибору за К. Шенноном у рамках інформаційних систем, – сформульовані умови забезпечення працездатності бездротових сенсорних мереж, що самоконфігуруються, за рахунок введення надмірності

Ключові слова: сенсор, мот, надмірність

Используя теоретико-информационную концепцию выбора по К. Шеннону в рамках информационных систем, сформулированы условия обеспечения работоспособности беспроводных самоконфигурируемых сенсорных сетей за счет введения избыточности

Ключевые слова: сенсор, мот, избыточность

In this article being formulated conditions to provide the efficiency of the wireless self-configurable sensor network using information-theoretic concept of selection of information systems by K. Shannon

Keywords: sensor, mote, redundancy

1. Введение

Стимулом к развитию прикладной теории информации явилась возможность решать такие задачи, которые, вследствие трудностей формализации или существенной неопределенности в формировании системной концепции (идеологии), не решались вообще или решались, но с меньшей полнотой, чем при ис-

пользовании информационных подходов. Такие задачи возникали, прежде всего, в областях сложных комплексов, включающих в себя функционально, а часто и физически различные системы, работающие в сложных условиях и удовлетворяющие совокупности различных взаимно противоречивых требований.

Типичным представлением таких слабо формализуемых сложных систем являются беспроводные сенсорные сети (БСС, Wireless Sensor Network – WSN).

2. Из истории беспроводных сенсорных сетей

В самом начале XXI века ученые начали исследования по возможности использования сенсорных датчиков совместно с беспроводной сетью. Это исследование привело к развитию нового вида коммуникационных сетей под названием «беспроводные сенсорные сети».

Сенсорный датчик (или сенсор) – это миниатюрное устройство, обладающее определенными свойствами. Он может зондировать окружающее его пространство и собирать информацию в виде информационных сигналов. Сенсор имеет радиопередатчик, который позволяет передавать информационные сигналы на базовую станцию через беспроводные средства связи. Но этот радиопередатчик имеет ограниченную дальность передачи до 50 м. Это означает, что сигналы, посланные сенсорным датчиком, не будут получены на расстоянии более 50 м. Этот недостаток можно компенсировать за счет использования большого количества таких сенсоров, для того чтобы сигналы смогли дойти до базовой станции, даже если она находится очень далеко. Это достаточно легко осуществимо, так как подобное использование не является дорогостоящим благодаря маленькому размеру и невысокой цене сенсорных датчиков. Одной из привлекательных характеристик сенсоров является то, что они могут быть очень маленькими по размеру, меньше монеты, и ожидается, что в будущем они станут еще меньше. К тому же они очень дешевые. Обычный сенсорный датчик стоит примерно 5-10 долларов. Эти миниатюрные и недорогие устройства могут воспринимать различную информацию. Например, температурный сенсорный датчик сообщит о температуре окружающей среды, в которой он находится. В настоящее время на современном рынке существует множество различных сенсорных датчиков: температурные, световые, акустические и сейсмические сенсоры, а также датчики влажности, движения и видеосенсоры.

Учитывая миниатюрные размеры и низкую себестоимость таких датчиков, они в большом количестве могут быть использованы для сбора информации и ее беспроводной передачи. Фактически, это также является хорошей возможностью использования сенсорных датчиков в различных реальных жизненных ситуациях, где вмешательство человека невозможно. В результате этого сенсорные сети могут быть использованы как в военной, так и в гражданской сферах.

Впервые использование сенсорных сетей началось в военной сфере для слежения за целью в боевой обстановке. Например, тысячи сенсорных датчиков могут быть заброшены вертолетом на поле военных действий, они будут зондировать и посылать информацию о вражеских танках и солдатах непосредственно с места сражения. Это очень эффективный метод, который обеспечивает более точную информацию по сравнению с традиционными методами слежения за целью.

Начиная с 2000 года путем учреждения значительного количества грантов, в США при особой поддержке Управления перспективных исследований и разработок Министерства обороны начали поощряться исследования в области сенсорных сетей. Однако позднее, принимая во внимание значительные преимущества, сенсорные сети при поддержке различных программ Национального научного фонда стали эффективно применяться и в гражданской сфере. Одним из примеров такого применения является экологический мониторинг – контроль над состоянием окружающей среды. Сенсорные датчики могут быть использованы для наблюдения за лесом в случае возникновения пожара. Другой возможностью является применение сенсорных датчиков для наблюдения за жизнью диких животных в лесах, на островах и в океане. Они могут также применяться для наблюдения за вулканической активностью и предупреждения людей о возможном извержении вулкана. Этот список можно продолжать и продолжать – контроль рабочего состояния машин и оборудования, пограничный контроль, обнаружение вторжения, наблюдение за фермерским хозяйством, теплицей, детским садом, пациентами и т.д. [2]

С учетом тех «радужных» перспектив, которые открывают WSN, невольно возникает вопрос о том, почему же по прошествии 12 лет с начала их разработки, реально работающих систем едва ли наберется сотня?

Один из возможных ответов следующий - концепция построения WSN окончательно еще не оформилась и не выразилась в определенные программно-аппаратные (платформенные) стандартизованные решения.

Другими словами – вопросы обоснования концепции построения WSN продолжают оставаться актуальными.

3. Соотношения общих и частных информационных параметров в WSN

Как уже указывалось в [4], информационные аспекты в формировании концепции WSN могут оказаться чрезвычайно полезными, так как содержание понятия «концепция» для всего многообразия систем WSN позволяет отрешиться от частных показателей качества и параметров конкретных применений WSN, а оперировать общими (универсальными) для всех информационных (информационно-измерительных) телекоммуникационных систем характеристиками (количество информации, помехоустойчивость, эффективность, скорость получения и обработки информации, полоса частот, объем сигнала и т.п.).

Предположим, что совокупность возможных значений множества параметров, описывающих состояние или положение системы (множество состояний сенсоров) можно представить совокупностью точек, занимающих в многомерном пространстве параметров гиперобъем V0. Совокупность параметров сенсоров в некоторый момент времени представим в виде гиперобъема V*, являющегося фрагментом (частью)

гиперобъема V0. Фиксация гиперобъма V* зависит как от WSN, так и от внешних факторов (например, помех).

Такой переход адекватен основополагающим предпосылкам теории информации в той ее части, что базируется на Шенноновской концепции выбора [1].

Минимально необходимое количество информации I*, которое должно быть переработано системой для выбора частного гиперобъема V* из всего априорного объема V0, равно энтропии снятия соответствующей неопределенности H, что при равновероятном распределении частных гиперобъемов V* приводит к выражению (1):

$$I^* = H = \log_2\left(\frac{V_0}{V^*}\right)[\text{бит}]. \qquad (1)$$

Для выполнения WSN функция по своему прямому назначению необходимо, чтобы I* было обработано за время, не превышающее некоторую величину T. Тогда минимально необходимая скорость получения и обработки информации должна составлять

$$R^* = \frac{I^*}{T} = \frac{1}{T}\log_2\left(\frac{V_0}{V^*}\right). \qquad (2)$$

Этот параметр может быть и частным параметром WSN, например, в АСУ ТП [3].

Если определена информационная пропускная способность C WSN, то справедливы соотношения

$$R^* < C,$$

$$\frac{1}{T}\log_2\left(\frac{V_0}{V^*}\right) < C. \qquad (3)$$

Соотношение (3) свидетельствует о том, что работоспособная WSN должна иметь избыточность.

$$\delta = \frac{C - R^*}{R^*} > 0, \qquad (4)$$

или с учетом (2) и (3)

$$\delta = \frac{CT}{\log_2\left(\frac{V_0}{V^*}\right)} - 1 = \frac{I_{max}}{I} - 1, \qquad (5)$$

где Imax – максимально возможное количество информации, которое система асимптотически может переработать за время T.

Выражение (5) включает в себя такие фундаментальные для информационной системы показатели, как сложность решаемой задачи (характеризуется величиной исходного гиперобъема V0), точность ее работы (гиперобъем V*) и быстродействие (время T).

Если допустить предположение о том, что чем быстрее и точнее работает система, тем она эффективнее, то приходим к выводу о том, что избыточность является информационным выражением эффективности системы.

Следующий важный результат может быть получен, если в известную формулу Шеннона для пропускной способности C системы

$$C = W\log_2\left(1 + \frac{P_C}{P_{Ш_0} + P_{Ш}}\right), \qquad (6)$$

где W – полоса частот, Pc – мощность сигнала $P_{Ш_0}$ – мощность внутренних шумов, $P_{Ш_П}$ – мощность «внешних» шумов (помех), – ввести выражение для избыточности (5) и решить (6) относительно Pc. Полученное выражение

$$P_C \cong P_{(} \left(2^{\frac{C_{(0)}}{W(1+\delta)}} - 1\right), \qquad (7)$$

где через C(0) обозначена пропускная способность при отсутствии внешних помех, т.е. определяемая только величиной внутренних шумов, позволяет связать общие параметры (характеристики) сети с одной из важнейших частных характеристик WSN – энергетикой сенсоров (косвенно характеризуемой P_c).

4. Заключение

Результаты первой [4] и второй части статьи свидетельствуют о принципиальной возможности использования теоретико-информационного подхода (общие для информационных систем характеристики) для формулирования концептуальных требований к разработке программно-аппаратной платформы WSN (частные характеристики). Так функциональная устойчивость WSN обеспечивается введением неупорядоченности в поведении системы [4] (что должно быть учтено в программно-аппаратной платформе (концепции) сети). В последующем разработчик для конкретной сети определяется с «сетевым уровнем» внесения этой неупорядоченности.

Проведенный анализ показал, что работоспособная WSN должна иметь избыточность. Несмотря на то, что в данном рассмотрении мы эту избыточность ввели как нормированный запас по пропускной способности системы (4)-(5), – в рамках теоретико-информационного подхода допустимо этот термин трактовать расширенно (это может быть избыточность по числу сенсоров, по количеству возможных маршрутов и т.п.). Применительно к программным средствам эта избыточность должна трактоваться как набор из множества программ под конкретные применения, но не как наличие некоторой универсальной программы, избыточной для решаемой задачи.

Литература

1. Коган И.М. Прикладная теория информации [Текст]/ И.М. Коган. – М.: Радио и связь, 1981. – 216 с.
2. Эрдин С. Интернет будущего: беспроводные сенсорные сети [Текст]/ С. Эрдин // Новые грани. – 2007. – №10, январь-март.
3. Вишневский В. Беспроводные сенсорные сети в системах промышленной автоматики [Текст]/ В. Вишневский, Г. Гайкович // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2008. – №1.
4. Иваненко В.А. Информационные аспекты при разработке сенсорных сетей (Часть 1) [Текст]/ В.А. Иваненко, А.Н. Зеленин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 3(51).