

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ МНОЖЕСТВА КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

© 2022 Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский

*Воронежский государственный технический университет (Воронеж, Россия)
Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)*

Рассмотрены проблемы, связанные с моделированием работы системы интернет вещей. Продемонстрирована методика прогнозирования компонентов на основе одного атрибута в рамках эксперимента.

Ключевые слова: связь, интернет вещей, оптимизация, моделирование.

Системы интернет вещей в настоящее время применяются в самых разных организациях. Для поддержки их функционирования необходимо формировать и обеспечивать соответствующее множество ресурсов. Ресурсное обеспечение рассматривается как многоканальная система. Среди основных ресурсов можно указать аппаратное обеспечение, программное обеспечение, кадровое обеспечение. Требуемый уровень обслуживания в системах интернет вещей связан с достаточностью обеспечения ресурсами [1, 2].

Аккумуляция по всем ресурсам происходит за счет многоканальной системы. Среди базовых видов работы, а также эффективного распределения ресурсов может быть создано за счет использования многоканальных подходов [3, 4].

Проведем формализацию на структурном уровне модуля ресурсного обеспечения системы интернет вещей. Это даст возможности для того, чтобы осуществить рационализацию управления в ней. Отношения на непустых множествах [5, 6] для ресурсных и управленческих компонентов позволяют определить предлагаемый модуль

$$S \subset R \times H. \quad (1)$$

В указанном выражении S рассматривается в виде множества возможных вариантов модуля распределения ресурсов в системе интернет вещей. R рассматривается в виде множества ресурсных компонентов такой системы. H – множество управленческих компонентов [7, 8].

Будем считать, что представление базового множества будет следующим:

$$R \subset \times \{r_j : j \in J\}. \quad (2)$$

В указанном выражении $r_j = \overline{1, R_j}$ рассматривается в виде множество вариантов того, как будет реализован ресурс, который относится к j -му виду; j – множество индексов, которые относятся к наименованиям ресурсных компонентов; \times обозначает знак декартова произведения.

Тогда справедливо соотношение

$$H \subset \times \{h_t \div t \in T\}. \quad (3)$$

В указанном выражении $h_t = \overline{1, H_t}$ рассматривается в виде множества вариантов управленческого компонента t -го вида. Индексы, соответствующие наименованиям управленческих компонентов связаны с множеством T .

При помощи пары векторов мы можем провести формирование элементов множества (1)

$$s_l = (r, h), \quad s_l \in S, \quad l = \overline{1, L}. \quad (4)$$

В указанном выражении $r = (r_1, \dots, r_j, \dots, r_J)$, $j = \overline{1, J}$, $r_j = \overline{1, R_j}$, $h = (h_1, \dots, h_t, \dots, h_T)$, $t = \overline{1, T}$, $h_t = \overline{1, H_t}$.

Львович Яков Евсеевич – Воронежский государственный технический университет, доктор техн. наук, профессор, e-mail: office@vvt.ru.

Львович Игорь Яковлевич – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, e-mail: lommakkov576@mail.ru.

Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, доктор техн. наук, профессор, e-mail: app@vvt.ru.

Введем следующее обозначение для совместной пары элементов $(r, h) = U_g$, $g = \overline{1, G}$. В таком случае

$$S_l = (U_1, \dots, U_g, \dots, U_G), l = \overline{1, L}. \quad (5)$$

В указанном выражении $U_g = I, U_g, g = \overline{1, G}$ являются элементами модуля поддержки обеспечения ресурсами, L – является общим количеством вариантов реализации модуля системы интернет вещей.

На основе вектора показателей f_{ug} можно дать характеристику элементам U_g в модуле. Интегральные показатели работы системы интернет вещей F_i , $i = \overline{1, I}$ определяются тем, каким будет уровень показателей f_{ug} . Существует зависимость.

$$F_i = \Psi(f_{ug}). \quad (6)$$

Например, некоторые виды неисправностей в системе интернет вещей зависят от того, какие будут значений указанного показателя для всех элементов модуля [9, 10]. Некоторые из показателей F_i заметным образом зависят от ресурсного обеспечения (например, достаточное количество аппаратного или программного обеспечения). Указанные показатели позволяют сформировать подмножество $I_R \in I$. Управленческий компонент [11, 12] существенным образом определяется другими показателями (например, периодическим тестированием оборудования специалистами). За счет таких показателей формируется подмножество $I_H \in I$.

Существует связь между подмножествами I_R и I_H , когда решаются задачи по управлению модулем:

$$I_R \cup I_H = I, I_R \cap I_H \neq \emptyset. \quad (7)$$

Используются функции, за счет которых задаются перечисленные показатели на множествах U_g :

$$f_{ug} \in \{U_g, f\}, \Psi_i \in \{s, x, F_i: i \in I\}. \quad (8)$$

На основе соответствующей комбинации s элементов U_g есть возможности для того, чтобы осуществить вычисление значений функций при помощи зависимости (8). Тогда мы можем записать это таким образом $F_i(s(U_g), f_{ug})$.

За счет того, что реализуется статистическая обработка информации относительно

работы системы интернет вещей, происходит формирование зависимостей (8). Случайные величины F_{ug} описывают показатели элементов модуля. То есть, показатели $F_i = \Psi_i(F_{ug})$ описываются стохастическим образом. В таком случае важно задавать для них вероятностные меры:

$$P\{\Psi_i \subset (r, V) \times F_i \leq F_i^0: i \in I\}. \quad (9)$$

В указанном выражении $P\{\}$ – обозначает вероятность, F_i^0 – рассматривается в виде желаемого значения для показателя F_i .

Ресурсное обеспечение $r_g^0 \in U_g, g = \overline{1, G}$ в ряде случаев определяется жестким образом в ходе управления системой интернет вещей. Тогда реализуется выбор по h_g^0 таким образом, чтобы

$$P(\Psi_i C(r^0, h) \times F_i \geq F_i^0: i \in I_H) \rightarrow \max. \quad (10)$$

Элементы r_g^0, h_g^0 , когда происходит процесс управления модулем, выбираются с учетом следующего выражения:

$$P(\Psi_i C(r, h) * F_i \geq F_i^0: i \in I_R \cup I_V) \rightarrow \max. \quad (11)$$

Для множества отношений (8) будем рассматривать вероятность выбора относительно показателей $F_i (i \in I_R)$

$$P(R) = \max P\{\Psi_i \in (r, h) \times F_i \geq F_i^0: i \in I_R\}.$$

Для множества отношений (9) анализируются показатели $F_i (i \in I_H)$

$$P(H) = \max P\{\Psi_i \in (r, h) \times F_i \geq F_i^0: i \in I_H\};$$

Величину p^{mp} мы будем рассматривать в виде вероятности выбора с учетом правила (10). Величину p^c мы будем рассматривать в виде вероятности выбора с учетом правила (11). Если учитывать формирование подмножеств I_R, I_H , основываясь на соответствующих условиях, тогда мы можем записать

$$p^{mp} = \frac{P(R, H)}{P(R)}; p^c = P(R) + P(H) - P(R, H),$$

В указанном выражении

$$P(R, H) = \max P\{\Psi_i \subset (r, h) \times F_i \geq F_i^0: i \in I_R\};$$

$$\Psi_i \subset (r, h) \times F_i \geq F_i^0: i \in I_H$$

Тогда

$$p^c - p^{mp} = p(R)(1 - p(H/R)) + (p(H) - p(H/R)). \quad (12)$$

Анализ показывает, что в выражении (12) всегда положительным будет первое слагаемое. Проведем рассмотрение второго слагаемого. Если у нас есть показатели $F_i (i \in I_R \cap I_H)$, когда есть оптимальные значения h_g^0 , а значения r_g будут любыми, то в таких случаях значение вероятности будет превосходить то, которое соответствует предварительным образом выбранным значениям r_g^0 . Тогда мы можем убедиться, что $P(H) > P(H/R)$. Тогда в целом оценка (12) будет являться положительной. О чем говорит полученный результат? За счет использования современных подходов в управлении можно достичь большей эффективности в работе системы интернет вещей.

При анализе ресурсного обеспечения системы интернет вещей нам необходимо сформировать модуль на базе многоканального подхода. Когда происходит его реализация, то есть возможность для представления в виде группировки нескольких типовых структур. Они будут следующими: сходящаяся, расходящаяся и с учетом реверса.

Если рассматриваются комбинации ресурсных и управленческих компонентам, тогда для сходящейся структуры будем иметь выражение

$$U_{cx} = (r1vx, \dots, rjvx, \dots, r7vx, hcx).$$

Если структура будет расходящейся, то будем иметь выражение

$$U_{pacx} = (r, hpacxr1vx, \dots, rjvx, \dots, r7vx).$$

Если структура будет с реверсом, тогда будем иметь выражение

$$U_{peb} = (r, hpacx, rRvix, rRvx).$$

На основе показателей $F_i (i=1, I)$ требуется осуществить выбор по наилучшему сочетанию U_{cx} , U_{pacx} , и U_{peb} . Это соответствует оптимизации рассматриваемой системы интернет вещей.

Таким образом, на основе предложенного подхода существуют возможности для повышения эффективности моделирования и оптимизации системы интернет вещей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Преображенский Ю. П. Распространение радиоволн для объектов с полостями / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-

технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 187-190.

2. Болучевская О. А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О. А. Болучевская, О. Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3 (3). – С. 4.

3. Коновалова В. С. Разработка выходного усилителя мощности радиолокационной системы / В. С. Коновалова, А. А. Сергеев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 2 (33). – С. 30-31.

4. Новосадов К. С. Анализ спектрально эффективных схем модуляции, применяемых в высокоскоростных системах радиосвязи / К. С. Новосадов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 1 (32). – С. 20-21.

5. Машков В. Г. Оценка точности реконструкции электрофизических и геометрических параметров поляриметрическим методом многослойных диэлектрических сред / В. Г. Машков, В. А. Малышев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 2 (33). – С. 16-17.

6. Коновалова В. С. Разработка выходного усилителя мощности радиолокационной системы / В. С. Коновалова, А. А. Сергеев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 2 (33). – С. 30-31.

7. Преображенский Ю. П. Моделирование распространения радиоволн для условий дифракции / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 183-186.

8. Преображенский Ю. П. Применение поглощающих материалов при проектировании электродинамических устройств / Ю. П. Преображенский // В сборнике: Будущее науки – 2018. Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 374-377.

9. Преображенский Ю. П. Возможности построения компьютерных моделей физических процессов / Ю. П. Преображенский //

Современные инновации в науке и технике. сборник научных трудов 9-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – 2019. – С. 279-282.

10. Преображенский Ю. П. Проблемы компьютерного моделирования физических процессов / Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. сборник научных трудов 9-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – 2019. – С. 276-279.

11. Степанчук А. П. Рассеяние радиоволн на структурах с поглощающим слоем / А. П. Степанчук // Молодежь и наука: шаг к

успеху. Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах. Ответственный редактор Горохов А. А. – 2017. – С. 262-265.

12. Цепковская Т. А. О моделировании рассеяния радиоволн на телах сложных форм / Т. А. Цепковская, А. П. Степанчук // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации. Сборник научных трудов XIII Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 216-218.

THE PROBLEMS OF MODELING AND OPTIMIZATION SETS OF COMPONENTS IN THE SYSTEM OF INTERNET OF THINGS

© 2022 *Ya. E. Lvovich, I. Ya. Lvovich, A. P. Preobrazhensky*

*Voronezh State Technical University (Voronezh, Russia)
Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)*

The problems associated with modeling the work of the Internet of Things system are considered. A technique for predicting components based on one attribute under the experiment is demonstrated.

Keywords: communication, Internet of things, optimization, modeling.