

Бабич М.Ю., Кузнецов В.Е., Бабич А.М. Рефлексивность и свойство принадлежности агентов нескольким организационно-техническим системам. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XIX Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2019. – С. 005-009.

УДК 004.89

РЕФЛЕКСИВНОСТЬ И СВОЙСТВО ПРИНАДЛЕЖНОСТИ АГЕНТОВ НЕСКОЛЬКИМ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ

М.Ю. Бабич, В.Е. Кузнецов, А.М. Бабич

REFLEXIVITY AND PROPERTY OF AGENTS BELONGING TO SEVERAL ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

M.J. Babich, V.E. Kuznecov, A.M. Babich

Аннотация. Рассматриваются многоагентные системы и агенты, им принадлежащие. Вводится понятие суперсистемы. Для агентов, многоагентных систем и суперсистем вводятся аксиомы принадлежности агентов сразу нескольким системам с несовпадающими целями функционирования. Рассматривается теория рефлексивного управления конфликтующими системами. Доказывается, что преимуществом в конфликте обладает система, у которой лицо, принимающее решение, при равных степенях рефлексии имеет большую информацию о системах, в которые входят агенты.

Ключевые слова: рациональный агент, многоагентные системы, организационно-технические системы, теория рефлексивности.

Abstract. Multiagent systems and their agents are considered. The concept of a supersystem is introduced. For agents, multi-agent systems and supersystems, axioms of agent belonging to several systems with mismatching functioning goals are introduced. The theory of conflicting systems reflexive control is considered. It is proved that an advantage in a conflict is possessed by a system in which a decision maker, with equal degrees of reflection, has great information about the systems that include agents.

Keywords: rational agent, multiagent system, organizational-technical systems, reflexivity theory.

Рассмотрим многоагентную организационно-техническую систему S и функционирующих в ее контуре агентов a , являющихся людьми, управляющими техническими устройствами. Состояние системы S в момент времени t обозначим через $S(t)$. Одним из свойств человека, то есть агента a из системы S , является его возможность функционирования одновременно в нескольких организационно-технических системах с разными целями. Прежде чем задать аксиомы, отражающие это свойство агентов, введем следующие обозначения.

Система S_1 принадлежит системе S_2 : $S_1 \subset S_2$. Это означает: система S_1 взаимодействует с элементами S_2 , цель системы S_1 является частью цели или подцелью системы S_2 .

Объединение систем: $\cup_i S_i$. Это множество, состоящее из всех систем S_i . Принадлежность S объединению $\cup_i S_i$ означает, что найдется такое i , что $S \subset S_i$.

Цель агента, системы, суперсистемы: P_a, P_s, P_w . Цель агента задается подсистемой управления системы, в которую входит агент; цель системы – суперсистемой, цель суперсистемы определяется самой суперсистемой.

Введем аксиомы, отражающие приведенное выше свойство агентов a [1].

Аксиома 1.

$$(\forall S \subset W) \wedge (W = \bigcup_k S_k) \wedge (S_{ki} \neq S_{kj}) \wedge (\exists W_1) \wedge (\exists W_2) \wedge (W_1 \neq W_2) \wedge (P_{W_1} \neq P_{W_2}) \wedge (W_1 \not\subset W_2) \wedge (W_2 \not\subset W_1) \wedge (\forall S \not\subset a).$$

Аксиома определяет условие: существуют суперсистемы W , включающие в себя конечное множество систем; суперсистема не может принадлежать какой-либо другой суперсистеме; отсутствует какая-либо система, принадлежащая агенту.

Аксиома 2.

$$(\forall a \in A) \wedge (\exists S_1, S_2) \wedge (a \in S_1) \wedge (a \in S_2) \wedge (S_1 \neq S_2) \wedge (S_1 \not\subset S_2) \wedge (S_2 \not\subset S_1) \wedge (S_1 \subseteq W_1) \wedge ((S_2 \subseteq W_1) \vee (S_2 \subseteq W_2)).$$

Любой агент из множества агентов A принадлежит как минимум двум системам S_1 и S_2 , причем каждая из них не является подсистемой другой.

Аксиома 3.

$P_{S_1} \neq P_{S_2}$, то есть цели систем S_1, S_2 , которым агент принадлежит одновременно, не совпадают.

Рассмотрим теорию рефлексивности Лефевра В.А. [2]. Пусть X, Y – конкурирующие системы с агентами x и y . $x \in X, y \in Y, P_X \neq P_Y$. Будем оперировать введенными в [2] обозначениями. Пусть T – планшет, на котором действуют конфликтующие системы X, Y . Тогда, если осознание ситуации происходит одновременно, и уровень рефлексии у агентов конфликтующих систем одинаков (равен n), то

$$\Omega_n = T(1 + x + y)^n, \quad (1)$$

где Ω – многочлен, определяющий состояния рефлексии систем [2, с.17]. При разном уровне рефлексии преимущество в конфликте получает тот, у кого уровень рефлексии выше. Так как систем может быть несколько, то вместо планшета T будем рассматривать планшет T_i , на котором отражается функционирование исследуемой системы или столкновение систем.

Агенты могут одновременно входить в несколько систем, поэтому обозначим через $T_{ij, \dots, m}$ планшет, на котором присутствует совместная обстановка планшетов T_i, T_j, \dots, T_m . Кроме операций Лефевра введем операции:

$$T_i x + T_j x = (T_i + T_j) x \quad (2)$$

$$T_i + T_j = T_{ij}. \quad (3)$$

Вместо (1) получим

$$\Omega_n(i) = T_i(1 + x + y)^n, \quad (4)$$

где $\Omega_n(i)$ – многочлен, определяющий состояния рефлексирующих систем на планшете T_i .

Из (2) и (3) следует, что $T_i x + T_j x = T_{ij} x$.

Легко показать, что

$$\Omega_n(i) + \Omega_n(j) = \Omega_n(i, j), \quad (5)$$

где $\Omega_n(i, j) = T_{ij}(1 + x + y)^n$.

Из (5) следует, что

$$\sum_{i=1}^m \Omega_n(i) = \Omega_n^m, \quad (6)$$

где $\Omega_n^m = T_{1,2,\dots,m}(1 + x + y)^n$. Ω_n^m является многочленом, определяющим состояния всех рефлексирующих систем, оказывающих влияние на взаимодействие конфликтующих систем.

При разном уровне рефлексии преимущество в конфликте получает тот, у кого количество учитываемых систем выше.

В [2] в рамках идеи янус-космологии приведен пример, когда разная позиция наблюдателя приводит к разному восприятию функционирования системы. Рассматривается игра в 15. В коробке 4 на 4 лежат 15 квадратных косточек, помеченных цифрами от 1 до 15. Так как одна позиция остается свободной, косточки можно перемещать. Первоначально они находятся в беспорядке. Задача играющего – упорядочить их от 1 до 15. Предположим, что цифры нанесены на косточки с двух сторон, причем номера с разных сторон не совпадают. Играют двое, находящиеся по разные стороны от плоскости коробки. Играющие делают ходы поочередно. Если играющий ничего не знает о другом игроке, то не свои перемещения косточек будут представляться игроку как хаотическое движение, как правило, разрушающее построенные им конфигурации.

Если агент a одновременно принадлежит системам S_1 и S_2 , то правила его поведения, по определению принадлежности агента системе, определяются правилами двух систем, которые могут быть противоречивыми. В этом случае агент вынужден выбирать свое очередное действие, отказываясь от соблюдения правил, например, системы S_1 в пользу правил системы S_2 [1]. Если достаточное количество агентов a из $A \subset S_1$ принадлежат другой системе S_2 , то их действия и, следовательно, функционирование всей системы S_1 , для наблюдателей системы S_3 , конфликтующей с S_1 , без учета системы S_2 будет казаться неожиданным, нелогичным. Только с учетом системы S_2 наблюдатель из S_3 будет понимать поведение агентов a . Таким образом, в случае соблюдения аксиом 1 – 3 восприятие поведения систем будет зависеть от местоположения наблюдателя: видит ли он из своего местоположения систему S_1 или S_2 , или S_3 , или сразу все системы.

Как известно, рациональным агентом называется агент, который действует таким образом, чтобы можно было достичь наилучшего результата

или, в условиях неопределенности, наилучшего ожидаемого результата [3]. Добавим: наилучшего результата в системах, которым агент принадлежит. Интересно, что с учетом приведенных выше рассуждений в определении рационального, а в общем случае интеллектуального агента должно также присутствовать местоположение наблюдателя [4].

Таким образом, введенные аксиомы несколько расширяют теорию рефлексивности.

Библиографический список

1. Бабич М.Ю. Вопросы применения аксиом принадлежности агентов нескольким многоагентным системам в исследовании функционирования организационных и организационно-технических систем // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 12. С. 56-63.

2. Лефевр В.А. Конфликтующие структуры. М.: Советское радио, 1973. 158 с.

3. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. М.: Вильямс, 2006. 1048 с.

4. Бабич М.Ю. Понятие рационального агента и многоагентные системы // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: сборник статей XVII Междунар. научно-техн. конф. Пенза, 2017. С. 11 – 16.

Бабич Михаил Юрьевич

АО «НПП «Рубин»,

г. Пенза, Россия

E-mail: babichmj@mail.ru

Babich M.J.

JSC «NPP «Rubin»,

Penza, Russia

Кузнецов Вячеслав Ефимович

АО «НПП «Рубин»,

г. Пенза, Россия

Kuznecov V.E.

JSC «NPP «Rubin»,

Penza, Russia

Бабич Андрей Михайлович

АО «НПП «Рубин»,

г. Пенза, Россия

Babich A.M.

JSC «NPP «Rubin»,

Penza, Russia