

Бабич М.Ю. Скрытое взаимодействие организационно-технических систем в процессе их функционирования. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XVI Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2016. – С. 12-18.

УДК 004.89

СКРЫТОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

М.Ю. Бабич

THE HIDDEN INTERACTION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS DURING THEIR OPERATION

M.Yu. Babich

Аннотация. Рассматривается скрытое от подсистемы управления взаимодействие много-агентных систем за счет принадлежности агентов нескольким системам. Доказывается необходимое и достаточное условие наличия взаимодействия. Анализируется возможность передачи ресурсов взаимодействующих систем.

Ключевые слова: агент, многоагентная система, достижение цели, подсистема управления, ресурсы системы.

Abstract. The hidden from control subsystem interaction of multiagent subsystems by virtue belonging of agents to several systems is considered. Necessary and sufficient condition for the existence of interaction is proved. The possibility of interacting systems resources transfer is analyzed.

Keywords: agent, multiagent system, goal achievement, control subsystem, system resources.

Дадим самое общее описание рассматриваемого ниже класса организационно-технических систем S .

В системе S существует подсистема управления (ПУ), а также другие подсистемы, которые можно разбить на подсистемы более низкого уровня. Конечными объектами управления являются люди с управляемыми ими техническими устройствами или без них. Назовем их должностными лицами (ДЛ). Деятельность ДЛ можно моделировать агентом a . Как правило, в процессе моделирования агентов a наделяют свойствами слабо интеллектуальных агентов, что является достаточным для моделирования функционирования всей системы S или какой-либо ее подсистемы. Таким образом, рассматриваемые системы S являются многоагентными организационно-техническими системами со слабо интеллектуальными агентами. Через S обозначим среду, в которой функционирует система S .

Функционирование системы S происходит следующим образом. ПУ определяет основную цель функционирования системы в некотором временном периоде T . Цель функционирования может быть составной, то есть состоять из частей цели, связанных между собой в основной цели логическими операторами «и» (\wedge), «или» (\vee). В общем случае основная цель может быть недостижимой, если имеет какие-либо противоречивые части цели, связанные конъюнкцией «и». Основная цель может быть разбита на подцели. Подцели доводятся (ПУ или другими подсистемами) до подсистем и/или до ДЛ. Управление ДЛ является мягким, то есть пути достижения поставленной подцели ДЛ определяют сами. Заданные ДЛ подцели будем называть целями агентов a и обозначать их через P или через P_a . Достижение основной цели системы P_S возможно при достижении большей части целей

P_{a_i} , где совокупность всех агентов a_i составляет множество агентов системы A .
 $a_i \in A \subset S$.

Принадлежность агента или подсистемы системе S означает, что агент или подсистема, взаимодействуя с другими элементами или подсистемами, входящими в S , должен под управлением ПУ функционировать для достижения цели системы S , ее подцелей или частей цели. «Должен» означает, что в определенное время агент или подсистема может не функционировать в части достижения целей, например, при отказе технического устройства.

Говоря о скрытых взаимодействиях систем S , мы не рассматриваем взаимодействия, которые входят в основные цели систем. Например, взаимодействие предприятия, выполняющего работы по договору (система «Исполнитель»), с предприятием, являющимся заказчиком работ (система «Заказчик»). Такое взаимодействие необходимо для выполнения работ и происходит при контроле ПУ обеих систем. Скрытые взаимодействия – это взаимодействия систем, проходящие не под контролем ПУ. В некоторых случаях ПУ может не знать о таких взаимодействиях или знать, но иметь достаточно ограниченную возможность влияния на них.

За счет чего возможны скрытые взаимодействия систем?

Хотя агенты a являются слабо интеллектуальными агентами, но моделируют они деятельность ДЛ, то есть в идеале агенты a должны быть сильно интеллектуальными агентами. Одним из свойств таких агентов, оказывающих влияние на функционирование систем, которым принадлежат рассматриваемые агенты, является свойство, отраженное в приведенных ниже аксиомах [1, 2].

1) Любая система S принадлежит некоторой суперсистеме W , состоящей из конечного множества различных систем, то есть $\forall S \subset W$, где $(W = \cup S_k) \wedge (\forall k_1, k_2 \text{ выполняется } S_{k_1} \neq S_{k_2})$. Суперсистем может быть несколько, то есть $(\exists W_1) \wedge (\exists W_2) \wedge (W_1 \neq W_2)$;

2) для $\forall a \in A \exists S_1, S_2$, для которых $(a \in S_1) \wedge (a \in S_2) \wedge (S_1 \neq S_2) \wedge (S_1 \subset W_1) \wedge ((S_2 \subset W_1) \vee (S_2 \subset W_2))$, то есть любой агент системы S принадлежит не только рассматриваемой системе, но также и другой системе из какой-либо суперсистемы;

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

Уточним аксиому 2). Ни одна из систем S_1, S_2 не является подсистемой другой, то есть $(S_1 \not\subset S_2) \wedge (S_2 \not\subset S_1)$.

Суперсистемы ограничивают системы рассматриваемого класса сверху. В зависимости от поставленной задачи суперсистемы могут быть разных масштабов: государство, полк, система образования региона и т.д.

Снизу системы ограничены агентами a . Агент a сам является системой, но из него нельзя выделить подсистемы, то есть агент – это неделимая единица.

Важным является требование к возможностям функционирования агентов: они не могут выполнять действия параллельно, что не исключает частое переключение с одного типа действий на другое.

Из введенных аксиом следует простое, но важное утверждение.

Утверждение 1. От любого агента a требуется достижение как минимум двух целей, не совпадающих между собой.

Так как цели систем не совпадают, то при выполнении введенных аксиом агент может получать задания по достижению целей, которые в отведенный период времени одновременно не достижимы. В этом случае агент вынужден отказаться от достижения в полной мере одной или двух целей. Так как достижение основной цели системы P_S возможно только при достижении большей части целей агентов P_{ai} , то влияние второй системы через агента может привести к состоянию первой системы, не удовлетворяющему ее ПУ. ПУ поставлена перед фактом невыполнения регламентированных действий агентом, но их причина может быть не известна, так как ПУ не контролирует чужую систему, которой также принадлежит агент.

Определим необходимое и достаточное условие, при котором такое влияние может иметь место.

Обозначим через M_1 множество алгоритмов достижения цели P_1 агентом a , через M_2 – множество алгоритмов достижения цели P_2 . То есть для достижения цели P_1 агенту необходимо реализовать один из алгоритмов из множества M_1 , для достижения цели P_2 – один из алгоритмов из множества M_2 . Каждый алгоритм из M_1 состоит из последовательности действий m^1_i , на выполнение которых отведены временные периоды $t^1_i=[t^1_{i \min}, t^1_{i \max}]$. Аналогично для алгоритмов из M_2 : действия m^2_i с периодами $t^2_i=[t^2_{i \min}, t^2_{i \max}]$. Таким образом, множеству M_1 взаимно однозначно соответствует множество последовательностей временных периодов. Обозначим его через T_1 . Аналогично множеству M_2 взаимно однозначно соответствует множество T_2 . Через $t^1 \oplus t^2$ обозначим на временной оси последовательность непересекающихся интервалов, состоящую из подпоследовательностей $t^1=\{t^1_i\}$ и $t^2=\{t^2_i\}$. Множество всех таких последовательностей, взятых из T_1 и T_2 , обозначим через T_{12} . Обозначим через $US_1(m^1_i)$, $UC_1(m^1_i)$ оценки состояний системы S_1 и среды C_1 непосредственно перед совершением действия m^1_i . Если

$$US_1(m^1_i)=UC_1(m^1_i)=true, \quad (1)$$

то действие m^1_i можно совершить. В противном случае – нельзя. Аналогично для системы S_2 и среды C_2 :

$$US_2(m^2_i)=UC_2(m^2_i)=true. \quad (2)$$

Утверждение 2. Для того чтобы агент a мог достичь в заданные периоды времени одновременно цели P_1 , P_2 , необходимо и достаточно, чтобы множество T_{12} было не пусто и хотя бы одной последовательности из множества T_{12} соответствовала пара алгоритмов из M_1 и M_2 , для которых выполнялись бы равенства (1), (2).

Условие утверждения 2 является необходимым и достаточным условием для того, чтобы в случае возникновения двух различных целей у агента a его деятельность не оказывала бы скрытого влияния одной системы на другую. В противном случае скрытое взаимодействие систем будет иметь место, так как агент будет вынужден отказываться от выполнения одной из поставленных целей.

Рассмотрим свойства систем и агентов, вытекающих из введенных аксиом и оказывающих воздействие на функционирование систем.

Утверждение 3. Пусть агент a , принадлежащий суперсистеме W , не принадлежит ни одной системе из суперсистемы W . Если не существует системы S' из

W' , $W' \neq W$, которой принадлежит агент a , то цель агента не совпадает с целью суперсистемы W .

То есть, если $(a \in W) \wedge ((a \notin S) \wedge (S \subset W)) \wedge (\neg \exists S': (a \in S') \wedge (S' \subset W') \wedge (W' \neq W))$, то $P_a \neq P_W$.

Утверждение 4. В любой системе S существуют системы, ей принадлежащие, функционирующие в интересах другой системы S' , цели которой не совпадают с S .

Такой системой может быть, по крайней мере, агент a из S , являющийся самостоятельной системой. Присутствие агентов для данного утверждения обязательно, так как лишь агент может принадлежать нескольким системам.

Утверждение 5. Целью агента a на некотором интервале времени является цель $P_a = P_{S_1} \wedge P_{S_2} \wedge \dots \wedge P_{S_k}$, где k – число систем, которым принадлежит агент a ; S_i , где $1 \leq i \leq k$, – системы, куда входит агент a ; P_{S_i} – конечная цель, подцель или часть цели системы S_i .

Если цель P_a , не противоречива, то системы S_i должны являться союзниками или нейтральными системами. Определение союзников и нейтральных систем смотри в [3]. Если агент a принадлежит только суперсистеме W , то есть для любой W' отличной от W выполняется, что $a \notin W'$, и цель P_a не противоречива, то суперсистема W должна содержать в своей составной цели не противоречивую часть, а именно – цель P_a .

Рассмотрим скрытое влияние систем на изменение их ресурсов.

Введем ряд предположений:

- для функционирования системе необходимо тратить свои ресурсы и восполнять их;
- на каждую последовательность действий агента затрачиваются ресурсы системы, которой он принадлежит, и/или ресурсы агента как системы;
- при восстановлении ресурса считается, что восстанавливаемый ресурс превосходит ресурсы, затрачиваемые на восстановления ресурсов;
- свои собственные ресурсы или их часть агент может восстанавливать за счет любой системы, которой он принадлежит.

Утверждение 6. Предположим, что $a \in S_1 \wedge a \in S_2 \wedge P_{S_1} \neq P_{S_2}$. Если агент может выполнить последовательность действий по восстановлению ресурсов системы S_1 и восстанавливает полностью свои ресурсы за счет системы S_2 , то агент может восстановить ресурсы системы S_1 за счет ресурсов системы S_2 .

Утверждение 7. Предположим, что $a \in S_1 \wedge a \in S_2 \wedge P_{S_1} \neq P_{S_2}$, тогда система S_1 полностью или частично снабжает своими ресурсами другую систему S_2 , цели которой не совпадают с ее целями.

Если система $S_1 \subset W_1$ и снабжает своими ресурсами систему S_2 и $S_2 \subset W_2$, то суперсистема W_1 снабжает своими ресурсами суперсистему W_2 .

Предполагая, что в силу многообразия систем, принадлежащих своим суперсистемам, всегда найдутся такие системы S_1 и S_2 , то получаем, что всякая суперсистема снабжает своими ресурсами другую суперсистему.

Может ли ПУ влиять на описанное скрытое взаимодействие, даже если взаимодействующая система не известна ПУ? Самый простой, но малоэффективный способ – это повысить собственные ресурсы или число своих агентов, продублировав их действия. Кроме того, как правило, ПУ известны факты невыполнения

регламентированных действий агентов. ПУ может выполнить действия, понижающие число таких фактов. Например, исключить или заменить «провинившихся» агентов, повысить свой статус [4]. Самый эффективный способ – оказать воздействие на взаимодействующую систему. Однако при этом необходимо, во-первых, знать, что невыполнение агентами регламентированных действий является результатом их принадлежности к другой системе, во-вторых, иметь возможность воздействовать на систему, оказывающую скрытое влияние.

Библиографический список

1. Бабич М.Ю. Проблемы моделирования деятельности человека в процессе функционирования сложных организационно-технических систем // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: сб. статей XIV Междунар. научно-техн. конф., посвященной 75-летию Пензенского государственного педагогического института им. В.Г. Белинского. Пенза, 2014. С. 36–42.

2. Бабич М.Ю., Бабич А.М. Алгоритмы достижения целей адаптивных агентов в контуре нескольких организационно-технических систем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. (Серия: «Технические науки. Информационные технологии»): научно-методический журнал. 2015. Вып. №3 (25). С. 77–81.

3. Бабич М.Ю., Кузнецов В.Е. Развитие теории моделирования организационно-технических систем на основе аксиомы принадлежности агентов нескольким системам // Вопросы радиоэлектроники. М.: ОАО «ЦНИИ «Электроника»», 2015. Серия СОИУ. Вып. 2. С. 44–53.

4. Бабич М.Ю. Общий алгоритм функционирования систем и агентов в случае выполнения условий аксиом принадлежности // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс (Серия: «Технические науки. Информатика, вычислительная техника и управление»): научно-методический журнал. 2016. Вып. №3 (31). С. 85–89.

Бабич Михаил Юрьевич
АО «НПП «Рубин»,
г. Пенза, Россия
E-mail: babichmj@mail.ru

Babich M.Yu.
JSC "NPP "Rubin",
Penza, Russia