

Мутовкина Наталия Юрьевна

канд. техн. наук, доцент

Клюшин Александр Юрьевич

канд. техн. наук, доцент

Кузнецов Владимир Николаевич

д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Тверской государственный

технический университет»

г. Тверь, Тверская область

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ

***Аннотация:** в данной статье рассматривается проблема оптимального состава системы. Данный вопрос появился еще на этапе ее создания и остается актуальным на протяжении всего времени ее существования. В работе определены критерии эффективности многоагентной системы.*

***Ключевые слова:** многоагентная система, интеллектуальный агент, оптимизация, эффективность, выбор, нечеткая логика, экспертные оценки.*

При формировании оптимального состава многоагентной системы (МАС) на этапе ее функционирования нечеткие соответствия R_r и S_r могут не рассматриваться (поскольку психо-поведенческий тип каждого агента уже определен) и содержат информацию о наличии у агентов личных качеств, необходимых для успешного достижения целей системы [1].

База правил содержит q правил, сформулированных экспертами-аналитиками (см. статью в этом сборнике), вида:

R_1 : если $0.5 \leq r_i \leq 0.8$ и $0.8 \leq \alpha_{ik} \leq 1.0$ и $0.85 \leq \beta_{ik} \leq 1.0$ и $0.75 \leq \delta_{ik} \leq 1.0$, то агент i включается в «ядро» МАС;

R_2 : если $0.5 \leq r_i \leq 0.8$ и $0.5 \leq \alpha_{ik} < 0.8$ и $0.55 \leq \beta_{ik} < 0.85$ и $0.5 \leq \delta_{ik} < 0.75$, то агент i включается в «полупериферию» МАС;

R_3 : если $0.0 \leq r_i < 0.5$ и $0.8 \leq \alpha_{ik} \leq 1.0$ и $0.85 \leq \beta_{ik} \leq 1.0$ и $0.75 \leq \delta_{ik} \leq 1.0$, то агент i включается в «полупериферию» МАС;

R_4 : если $0.8 < r_i \leq 1.0$ и $0.0 \leq \alpha_{ik} < 0.3$ и $0.1 \leq \beta_{ik} < 0.3$ и $0.05 \leq \delta_{ik} < 0.3$, то агент i исключается из МАС.

Следование представленному набору правил позволяет сформировать «ядро» МАС, ее «полупериферию» и «периферию».

В центральной части МАС – «ядре» сосредоточены наиболее эффективные агенты, которым передаются большие полномочия. Это агенты-руководители.

Следующими по значимости являются агенты срединной части системы, которые, как правило, являются главными исполнителями поставленных задач.

Агенты с периферийной части занимаются выполнением вспомогательных операций. Это агенты-посредники.

После того, как новый состав МАС сформирован, агентами осуществляется работа по решению поставленных задач и достижению цели G_0 . По окончании отведенного на это времени снова проводится анализ достигнутых результатов и, при необходимости, алгоритм оптимизации состава МАС повторяется.

Таким образом, эффективность МАС зависит не только от профессиональных качеств, входящих в нее агентов, но и от их «умения» найти общий язык друг с другом в рамках информационного взаимодействия.

Эффективность коммуникации определяется личными качествами агентов, представляющих в совокупности психо-поведенческий тип агента.

Одним из главных критериев отнесения МАС к эффективной является степень ее интеллектуальности $\gamma \in [0, 1]$, т.е. степень развитости признаков рационального поведения входящих в МАС агентов, автономность функционирования которых обеспечивается посредством применения методов искусственного интеллекта [2].

Степень интеллектуальности МАС можно определить по формуле:

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \omega_j \xi_j^i}{n},$$

где ξ_j^i – признак рационального поведения j у агента i , $\xi_j^i \in \Xi$, где Ξ – нечеткая лингвистическая переменная «Рациональное поведение», которая может быть

$$\text{представлена, например, так: } \mu_{\Xi}(\xi_j^i) = \begin{cases} 1 & \text{for } \xi_j^i \geq 0.8, \\ 2\xi_j^i - 0.5 & \text{for } 0.3 < \xi_j^i < 0.8, \\ 0 & \text{for } \xi_j^i \leq 0.3 \end{cases};$$

где ω_j – степень важности (вес) признака j , $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1$;

n – число агентов в МАС;

m – количество признаков рационального поведения.

Динамически перестраиваемые МАС, имеющие состав агентов $\{A\}_n$, позволяют образовывать более оптимальный состав $\{A^*\}_l$, $l \neq n$ за счет увеличения числа агентов, обладающих большим количеством признаков рационального поведения ξ_j .

Кроме того, повысить степень интеллектуальности МАС $\gamma \in [0, 1] \rightarrow \max$ можно за счет развития интеллектуального уровня уже существующих в системе агентов посредством применения определенных обучающих алгоритмов, что может являться темой дальнейших исследований [3].

Список литературы

1. Мутовкина Н.Ю. Методы согласованной оптимизации технического перевооружения промышленных предприятий: Дис. ... канд. техн. наук; спец. 05.13.01, 05.13.10. – Тверь: ТвГТУ, 2009. – 219 с.
2. Щербатов И.А. Управление сложными слабоформализуемыми многокомпонентными системами: Монография. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2015. – 288 с.
3. Ключин А.Ю. Модели и методы принятия решений в сложных современных системах управления в условиях расплывчатой неопределенности: Монография / А.Ю. Ключин, В.Н. Кузнецов, В.Н. Богатиков. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2017. – 188 с.