

9. H. Murata, K. Fujiyoshi, S. Nakatake, and Y. Kajitani. VLSI Module Placement Based on Rectangle-packing by the Sequence-Pair. IEEE Trans. on CAD, Vol. 15, No. 12, pp. 1518–1524, 1996.
10. Xuliang Zhang, Yoji Kajitani. Space Planning: Placement of Modules with Controlled Empty Area by Single Sequence. ASP-DAC 2004, pp. 25-31.
11. M. Srinivas and Lalit M. Patnaik. Genetic Algorithms – A Survey. IEEE Computer, Vol.-27, No.-6, June 1994, pp 17-26.
12. J. Cong, T. Kong, J. R. Shinnerl, M. Xie, and X. Yuan. Large-scale circuit placement: Gap and promise. In Proc. of the International Conference on Computer-Aided Design, November 2003.

В.Б. Тарасов, П.В. Афонин, Д. Картежников

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР ОБЪЕДИНЕНИЙ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПОПУЛЯЦИИ ЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩИХ АГЕНТОВ

Введение. Предлагается модель формирования структур объединений виртуальных предприятий, разработанная на основе анализа возможных видов взаимодействия между физическими предприятиями.

Рассматривается сообщество виртуальных предприятий, представляющее собой популяцию эволюционирующих агентов, т.е. эволюционирующую многоагентную систему (ЭМАС) с определенным набором параметров. Основу модели составляет эволюционный алгоритм, использующий модифицированные генетические операторы. При этом ставится задача нахождения оптимальных структур объединений предприятий. С позиции функционирования ЭМАС эволюционный алгоритм выполняет роль некоторого вышестоящего координатора, накладывающего ограничения на деятельность всей популяции агентов. Анализ результата наложения этих ограничений позволяет накапливать в популяции положительные свойства и формировать наиболее подходящие под конкретные условия структуры объединений предприятий.

1. Формализованное представление модели. Формализованное описание модели можно представить следующим образом.

Рассматриваемое сообщество предприятий представляется в виде многоагентной эволюционирующей системы:

$$EMAS = \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\}.$$

Каждый i -ый агент системы характеризуется набором параметров:

$$A_i : (a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{id}).$$

Для решения задачи в MAC требуется, используя подходящие эволюционные (генетические) операторы, сформировать организационные структуры, оптимальным образом удовлетворяющие внутреннему состоянию и намерениям каждого агента. Образованию каждой организационной структуры предшествует создание нового члена популяции (порождение потомка агентами, образующими объединение).

Таким образом, множество агентов популяций можно разделить на два подмножества:

$$\{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\} = \{A_{p1}, A_{p2}, \dots, A_{pm}\} \cup \{A_{d_{m+1}}, A_{d_{m+2}}, \dots, A_{dn}\},$$

где $\{A_{p1}, A_{p2}, \dots, A_{pm}\}$ – множество родителей; $\{A_{d_{m+1}}, A_{d_{m+2}}, \dots, A_{dn}\}$ – множество потомков.

Появление i -го потомка связано с взаимодействием его родителей:

$EvO: A_{pi} \times A_{pj} \rightarrow A_{dk}$, где $A_{pi} \times A_{pj}$ – агенты-родители, принадлежащие множеству родителей; A_{dk} – агент-потомок, относящийся к множеству потомков; **EvO** – эволюционный оператор (оператор скрещивания).

Эволюционные операторы, представляются четверкой кооперативных видов взаимодействия:

$$EvO = \{As, Comb, SI, Mer\},$$

где *As* – оператор скрещивания “ассоциация” (агенты на паритетных началах участвуют в создании нового агента); *Comb* – оператор “комбинация” (один из агентов имеет приоритет, поскольку является владельцем большего ресурса); *SI* – оператор “селективное объединение” (агенты являются недостающими дополнениями друг друга для создания нового сильного агента); *Mer* – эволюционный оператор “слияние” (исходные агенты, объединяются и теряют свою самостоятельность, которая передается агенту-потомку).

Для порождения нового агента необходимо наличие пары агентов-родителей, удовлетворяющих определенным ограничениям (условиям взаимодействия). При этом процесс порождения потомка определяется следующими четырьмя факторами:

- ◆ *Вкладываемые родителями ресурсы в потомка*: Равномерно/Неравномерно;
- ◆ *Характер отношений между родителями*: Паритетные/Неравные;
- ◆ *Тип стимуляции*: Внутренняя/Внешняя;
- ◆ *Сохранение индивидуальности и самостоятельности родителей*: Да/Нет.

В результате использования установленных схем взаимодействия (они же эволюционные операторы скрещивания), сопровождающихся порождением новых членов популяции, формируется множество различных структур объединений *S*:

$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_b, \dots, S_j\}.$$

Описание некой синтезированной структуры *S_i* представляется как:

$$S_i = \{C_b, R_j\},$$

где *C_i* – множество компонентов структуры (агентов ее формирующих); *R_i* – множество связей между компонентами структуры.

2. Описание элементов модели. В качестве исходного объекта в модели выступает предприятие. Предприятие есть агент, который представляется в виде особи популяции (хромосомы), состоящей из набора генов и наличия некоторого ресурса. Количество генов в хромосоме для всех агентов одинаково и равно трем. Гены имеют числовые значения, любой ген может принимать значение только из интервала от 0 до 1, включая границы. Каждая позиция (локус) в хромосоме отвечает за определенную характеристику, поэтому перестановка генов внутри одной хромосомы невозможна.

В качестве генетических операторов приняты виды взаимодействий между агентами. Модель предлагает четыре возможных вида взаимодействия, они представлены как схемы порождения потомка, т.е. представляют собой операторы скрещивания. Модель организована таким образом, что в одной схеме взаимодействия одновременно могут участвовать только два агента (две особи), а это означает, что у каждого нового агента ровно два агента-родителя. Для каждой из четырех схем взаимодействия существуют необходимые условия срабатывания, т.е. далеко не каждая пара особей способна вступить во взаимодействие. Для того чтобы пара агентов имела возможность приступить к взаимодействию, необходимо, чтобы их генотипы удовлетворяли условиям срабатывания одной заданной схемы. В модели введено понятие эффективности пары. Эффективность пары – это характеристика,

которая показывает, насколько пара взаимодействующих агентов близка к наиболее предпочтительным хромосомам для конкретной схемы. Эффективность пары подсчитывается только в том случае, если гены агентов удовлетворяет всем условиям срабатывания для конкретной схемы. К взаимодействию приступает пара агентов обладающая наибольшим значением эффективности.

Следует отметить, что для простоты, все значения параметров генотипа и значение ресурса агента имеют относительные значения, т.е. предполагается, что конкретные показатели предприятия были преобразованы к такому виду с помощью, неких математических зависимостей, или, например, получены с помощью экспертов. Каждый ген и ресурс могут принимать значения на интервале от 0 до 1.

Ген a_1 показывает, какую долю от объема собственного ресурса готов предоставить агент для создания нового предприятия, взаимодействуя по одной из схем. Ген a_2 указывает на желаемую степень лидерства агента в новом образовании. Ген a_3 определяет степень побуждения агента к взаимодействию.

Для описания схем введены следующие обозначения: A_i, A_j – агенты, участвующие в схеме (родители); $\{a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4}\}$ – гены агента A_i ; $\{a_{*i1}, a_{*i2}, a_{*i3}, a_{*i4}\}$ – гены агента A_i после осуществления схемы взаимодействия; изменения в генах родителей в результате взаимодействия определяются следующим образом:

$$a_{*i1} = a_{i1} - a_{i1} \cdot a_{i2}; \quad a_{*i2} = \frac{a_2}{2}; \quad a_{*i3} = a_3; \quad a_{*i4} = a_4;$$

где A_k – агент, возникающий в результате осуществления схемы (потомок); E – эффективность пары, зависящая от параметров e_i , значения которых определяются в зависимости от удовлетворения одному из условий срабатывания схемы.

3. Модели взаимодействий агентов. Рассмотрим описание каждого вида взаимодействия [1].

1. Взаимодействия по сценарию ассоциации (рис.1) происходят добровольно, на основе согласования собственных потребностей и целей агентов, когда положительные взаимодействия между ними симметричны и носят характер координационных связей, а количество вкладываемых ресурсов соизмеримо.

Оба предприятия на паритетных началах участвуют в процессе интеграции. Формой интеграции предприятий является *виртуальная ассоциация* – договорное объединение предприятий, создаваемое для совместного выполнения различных функций в целях постоянной координации деятельности.

В такой организации взаимодействие с другими внешними органами и выход из ассоциации осуществляются в одностороннем порядке, без согласования с партнерами по ассоциации. Примером из жизни служат Ассоциация промышленных предприятий России, Ассоциация банков России и прочие объединения.

2. В отличие от предыдущего случая, взаимодействия по схеме комбинации (рис.2) происходят на основе несимметричных связей между агентами. Одно предприятие имеет существенно больше ресурсов, чем другое, а отношения между ними являются иерархическими (т.е. преобладают процессы субординации). В пределе, один агент может заблокировать деятельность второго.

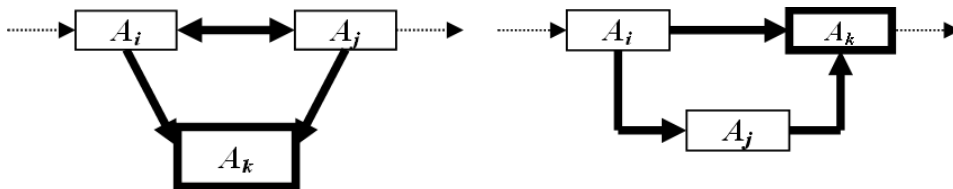


Рис.1. Схема ассоциации

Рис.2. Схема комбинации

Возможно несколько форм объединений по данной схеме:

- ◆ *Виртуальная корпорация* – это форма объединения удаленных друг от друга предприятий одной или нескольких отраслей на основе частичной централизации функций научно-технического и производственного сотрудничества, а также инвестиционной, финансовой, внешнеэкономической и другой деятельности. Партнеры делегируют корпорации выполнение части своих функций – тех, которые не могут выполнить сами, или тех, централизация которых дает дополнительный экономический эффект. Участники корпорации сохраняют юридическую самостоятельность. Стоит отметить, что один из участников, входящих в состав корпорации, имеет незначительный приоритет над остальными участниками.
- ◆ *Виртуальный концерн* – уставное объединение предприятий промышленности, научных организаций, транспорта, банков, торговли и т.д. на основе полной финансовой зависимости от одного или группы предпринимателей с явным лидерством одного из взаимодействующих.
- ◆ *Виртуальный холдинг* – специфическая организационная форма объединения капиталов. Подобное объединение образуются, когда акционерное общество (товарищество) само непосредственно не занимается производственной деятельностью, а лишь использует свои финансовые средства для приобретения контрольных пакетов акций других акционерных фирм с целью финансового контроля за их работой и получения дохода на вложенный в акции капитал.

Селективное объединение (рис.3) представляет собой формирование нового агента в результате отбора элитных родителей, т.е. таких предприятий, которые наиболее приспособлены по отношению к конкретным внешним воздействиям среды. Агенты в этом случае объединяются под конкретную задачу, ее решение. *Виртуальный консорциум* – это вариант такого объединения. Обычно это сеть географически удаленных друг от друга предприятий, позволяющая объединить человеческие, финансовые научно-технические, производственные и прочие ресурсы, в интересах реализации крупных программ или выполнения инновационных проектов. Предприятия, вступающие в консорциум, сохраняют свою хозяйственную самостоятельность. Такое объединение создается на время и после выполнения поставленной задачи консорциум прекращает свое существование.

В результате взаимодействия по схеме слияния (рис.4) исходные агенты теряют свою самостоятельность (индивидуальность) и из них формируется новая система *виртуальный трест* – наиболее «сильная» форма объединения, при которой все стороны деятельности входящих в него организаций объединяются, а сами организации теряют юридическую и хозяйственную самостоятельность.

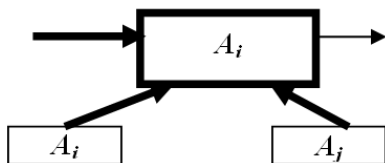


Рис.3. Схема объединения

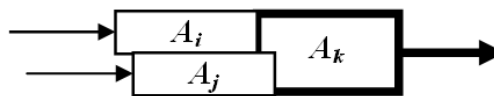


Рис.4. Схема слияния

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям. – М.: Эдиториал УРСС, 2002.