

УДК 621.391

А.В. Холодкова

*Харьковский национальный экономический университет, Харьков*

## ПРИМЕНЕНИЕ АГЕНТОВ В МОДЕЛИ ДОГОВОРНЫХ СЕТЕЙ

*Проведено исследование многоагентной системы управления телекоммуникационной сетью. Рассмотрен процесс кооперации агентов на основе модели договорных сетей применительно к решению задачи оптимальной загрузки телекоммуникационной системы. Описан предложенный метод выбора одного реального агента-исполнителя из множества агентов-исполнителей по результатам оценки стоимости одной и той же сети в условиях влияния на результат решения задачи других агентов.*

**Ключевые слова:** многоагентная система, координация, телекоммуникационная сеть.

### Вступление

В телекоммуникационных системах различного назначения существует проблема качественной доставки информации при ограниченном наборе сетевых ресурсов, которая должна решаться на основе децентрализованного подхода [1]. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является использование интеллектуальных многоагентных систем (МАС) [3]. Основой МАС является агент, который взаимодействует со средой (в данном случае с телекоммуникационной сетью), решая определенный круг задач. Для повышения эффективности решения этих задач отдельные агенты объединяются в кооперации. Начальным мотивом агентов к кооперации является их стремление объединить свои индивидуальные усилия. Объединение агентов в реальную или виртуальную группы способствует их знакомству и лучшему обмену информацией между ними. Сосуществование в группе позволяет имитировать поведение других агентов и выработать набор стратегий поведения. Увеличение численности агентов создает предпосылки для существенного повышения эффективности и надежности МАС. Образование кооперации агентов играет важную роль в развитии МАС. Кооперация между агентами означает их коллективную работу в интересах получения совместных результатов [3].

### Основная часть

В МАС индивидуальный агент практически никогда не располагает точной информацией о предпочтениях других агентов. Принимая решение, он должен прогнозировать ответные действия других агентов, основываясь на своем собственном опыте. Это ведет к появлению эффекта так называемого "ограниченного прогнозирования", когда невозможно сделать точный прогноз или определить четкую стратегию индивидуального выбора. Чтобы обойти эффект ограниченного прогнозирования, используются модели теории игр со следующими ограничениями. Предполагается, что количество агентов и их индивидуальные характеристики фиксированы и известны всем агентам. Все агенты обладают одним

стереотипом мышления, и об этом знает каждый агент. Следовательно, набор альтернатив для каждого игрока и тип поведения каждого из них также фиксированы и известны всем другим агентам. Все эти предположения ограничивают области применения традиционной теории игр для формализации взаимодействий агентов. Поэтому особое значение приобретает построение протоколов взаимодействия [3]. Здесь структуру взаимодействия можно представить как пример последовательного принятия решений. Основные отличительные особенности модели последовательного принятия решений в МАС состоят в следующем.

Существует последовательность моментов принятия решений агентами, которые зависят друг от друга. У агента, принимающего решение, есть возможность, установив обратную связь, по результату решения обновить свои знания таким образом, чтобы на следующей стадии принимать решение с большей информацией. Механизм последовательного принятия решений является основой построения различных моделей ведения переговоров. Наиболее широко распространенной моделью кооперации агентов является модель договорных (контрактных) сетей Смита. Модель договорных сетей позволяет реальным агентам-исполнителям выполнять одновременно несколько задач. Для каждого реального агента-исполнителя формируется пакет текущих задач. При добавлении к этому пакету новой задачи учитываются не только ее характеристики, но и уже принятые обязательства. Эти достоинства модели договорных сетей наряду с простотой реализации определяют целесообразность ее выбора для решения задач управления в телекоммуникационных системах. Недостатком данной модели является отсутствие разработанного механизма выбора реального агента-исполнителя в задачах оптимальной загрузки телекоммуникационных сетей. Поэтому развитие модели договорных сетей применительно к решению указанных задач представляет значительный практический интерес.

Целью работы является алгоритмизация и исследование кооперации агентов на основе модели договорных сетей применительно к задачам опти-

мальной загрузки телекоммуникационной сети, проведение численного анализа для оценки стоимости системы в зависимости от ее технических параметров и выбор на основании этого анализа реального агента-исполнителя в условиях влияния на результат решения задачи других агентов.

Для достижения поставленной цели в работе предлагаются методика исследования кооперации и взаимодействия агентов при решении задач управления и оптимизации загрузки в телекоммуникационных сетях, а также метод выбора реального агента-исполнителя на основе результатов оценки стоимости системы в зависимости от ее параметров различными агентами-исполнителями. Полученные результаты дают возможность дополнить базу данных, относящихся к применению модели договорных сетей в области телекоммуникаций.

Модель договорных (контрактных) сетей Смита применительно к решению рассматриваемых задач схематически показана на рис. 1. Она предназначена для координации агентов при распределении задач управления в телекоммуникационных сетях.

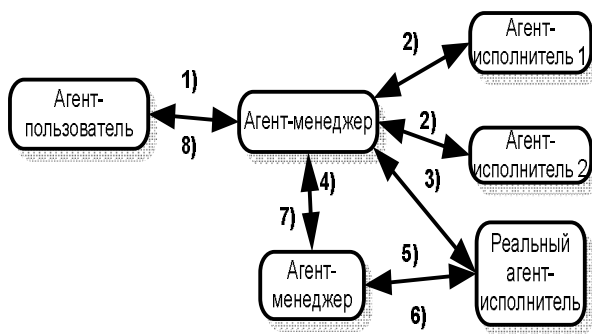


Рис. 1. Координация агентов в модели договорных сетей:

- 1 – посылка запроса на передачу информации;
- 2 – передача запроса на посылку информации;
- 3 – ответ на запрос о передаче информации;
- 4 – выбор реального агента-исполнителя и перемещение агента-менеджера в его узел; 5 – передача нового запроса о посылке информации; 6 – ответ на новый запрос о посылке информации; 7 – перемещение агента менеджера обратно в свой узел; 8 – передача агентом-менеджером ответов на запрос

Каждый узел сети изображает агента, способного выполнять определенные задачи. Если в процессе решения задачи один агент-пользователь оказывается не в состоянии найти решение самостоятельно, то он обращается за помощью к агентам-исполнителям. Обычно агент это делает не самостоятельно, а через посредника, который называется агентом-менеджером. Этот агент является мобильным (передвигающимся по сети) в отличие от других агентов, расположенных в своих узлах. Из числа агентов-исполнителей выбирается реальный агент-исполнитель. В результате между агентом-пользователем и реальным агентом-исполнителем устанавливается взаимодействие. Данное взаимо-

действие осуществляется через агента-менеджера. После определения реального агента-исполнителя агент-менеджер перемещается в его узел для посылки реальному агенту-исполнителю нового запроса на передачу информации. После получения ответа на этот запрос от реального агента-исполнителя агент-менеджер перемещается обратно и передает ответ на запрос агенту-пользователю.

Обобщенная модель агента  $A$  является множеством отдельных моделей, содержащих информацию об объекте управления  $M_{OU}$ , об окружающей среде  $M_{OC}$ , о других агентах  $M_{ДА}$ , а также знания о взаимодействии с другими агентами  $M_{АС}$   $M_{ВА}$  и общие знания  $M_{ОЗ}$ .

Общие знания представляют собой утверждения, которые находятся в базе данных знаний всех агентов и известны всем агентам. Каждый из агентов знает, что все агенты знают об этом. Тогда обобщенную модель агента можно представить в виде следующего множества:

$$A = (M_{OU}, M_{OC}, M_{ДА}, M_{ВА}, M_{ОЗ}). \quad (1)$$

Взаимодействие агентов описывается следующими моделями: протоколов взаимодействия между агентами при решении задач динамического управления ТКС  $M_{ПВ}$ ; распознавания критических ситуаций в  $M_{АС}$   $M_{РС}$ , когда эффективность управления становится ниже допустимого уровня; распределения ресурсов ТКС  $M_{РР}$ ; координации при совместном использовании ресурсов  $M_{КР}$ . Тогда модель взаимодействия агентов можно представить в виде следующего подмножества:

$$M_{ВА} = (M_{ПВ}, M_{РС}, M_{РР}, M_{КР}). \quad (2)$$

Основной проблемой при разработке модели взаимодействия агентов является согласование их совместной работы. Все агенты в  $M_{АС}$  имеют свои показатели эффективности. В некоторые моменты времени эти показатели могут быть противоречивы. Поэтому задача состоит в том, чтобы не допустить снижения эффективности многоагентной системы управления телекоммуникационной сетью в целом.

Рассмотрим процесс кооперации агентов в  $M_{АС}$  на основе модели договорных сетей и представим его в виде математической модели. Затем применим данную модель для решения одной и той же задачи разными агентами. Результаты решения указанной задачи будут являться основанием для выбора реального агента-исполнителя. Сначала рассмотрим общий случай координации агентов в  $M_{АС}$ , а затем применим полученные соотношения для решения конкретной задачи.

Рассмотрим процесс кооперации агентов в  $M_{АС}$  на основе модели договорных сетей и представим его в виде математической модели. Затем применим данную модель для решения одной и той же задачи разными агентами. Результаты решения указанной зада-

чи будут являться основанием для выбора реального агента-исполнителя. Сначала рассмотрим общий случай координации агентов в МАС, а затем применим полученные соотношения для решения конкретной задачи. Кооперация агентов в модели договорных сетей иллюстрируется рис.1. Каждый узел сети соответствует агенту, который может выполнять определенные задачи. Если в процессе решения задачи один агент (пользователь) оказывается не в состоянии найти решение самостоятельно, то он обращается к агентам-исполнителям согласно предписанию 1. Обычно агент это делает не самостоятельно, а через посредника, который называется агентом-менеджером. В отличие от других агентов, расположенных в своих узлах, агент-менеджер является мобильным и может перемещаться по сети. Передвижение агента-менеджера по сети осуществляется в соответствии с предписаниями 2 и 3. Из числа агентов-исполнителей выбирается реальный агент-исполнитель (предписание 4). В результате между агентом-пользователем и реальным агентом-исполнителем посредством агента-менеджера устанавливается взаимодействие.

После определения реального агента-исполнителя агент-менеджер перемещается в его узел для передачи нового запроса в соответствии с предписанием 5. И после того, как реальный агент-исполнитель дал ответ на этот запрос (предписание 6), агент-менеджер перемещается обратно согласно предписанию 7 и передает ответ на запрос агенту-пользователю (предписание 8). Допустим, что агенту-пользователю необходимо передать другому агенту-пользователю информацию с определенными параметрами. Такими параметрами могут быть пропускная способность канала связи, емкость запоминающего устройства, скорость передачи информации и т.д. Все необходимые для передачи информации параметры объединим в одном обобщенном показателе качества информационной системы, который требуется обратить в максимум путем оптимизации [5]. Считаем известным ряд показателей качества системы  $J_{ki}$ , на  $i$ -ом участке телекоммуникационной сети, где  $k=1,2,\dots,K_i$ ;  $i=1,2,\dots,I$ ;  $K_i$  – число учитываемых параметров качества;  $I$  – число анализируемых участков сети. Совокупность этих характеристик позволяет оценить качество всей системы, насколько она отвечает необходимым требованиям.

## Выводы

В данной работе представлен и рассмотрен процесс координации агентов в модели договорных

сетей применительно к решению задачи оптимальной загрузки телекоммуникационной системы. Предложена методика анализа взаимодействия агентов в многоагентной системе управления телекоммуникационной сетью. Разработан метод выбора реального агента-исполнителя на основе определения стоимости сети в условиях влияния на результат решения задачи других агентов. Предложенный метод способствует улучшению координации агентов в МАС. Получены математические соотношения и составлен алгоритм для определения стоимости системы в зависимости от значений ее технических параметров. В результате данных расчетов определяется агент-исполнитель, который будет взаимодействовать с агентом-пользователем для передачи информации по телекоммуникационной сети.

Рассмотренная модель позволяет реальным агентам-исполнителям выполнять одновременно несколько задач. Например, одновременно может решаться задача маршрутизации и в тоже время может проводиться контроль за состоянием сети. Для каждого реального агента-исполнителя формируется пакет текущих задач, причем при добавлении к этому пакету новой задачи учитываются не только ее характеристики, но и уже принятые обязательства.

Полученные результаты могут быть применены для усовершенствования модели договорных сетей за счет введения в алгоритм решения задачи специальных промежуточных агентов-консультантов. Их роль может состоять в оказании помощи агентам-координаторам при оповещении агентов-исполнителей и обработке предложений.

## Список литературы

1. Математичні основи теорії телекомунікаційних систем / За заг. ред. В. В. Поповського. – Х.: Сміт, 2006. – 564 с.
2. Дольф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: ЛБЗ, 2004. – 832 с.
3. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальной организацией: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
4. Пашикев С.Д., Минязов Р.И., Могилевский В.Д. Методы оптимизации в технике связи. – М.: Связь, 1976. – 272 с.
5. Сервинский Е.Г. Оптимизация систем передачи дискретной информации. – М.: Связь, 1974. – 336 с.
6. Шринивас В. Качество обслуживания в сетях IP. – М.: Вильямс, 2003. – 368 с.

Надійшла до редколегії 22.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.О. Хорошко, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ.

## ЗАСТОСУВАННЯ АГЕНТІВ В МОДЕЛІ ДОГОВІРНИХ МЕРЕЖ

А.В. Холодкова

Проведено дослідження багатоагентної системи управління телекомунікаційною мережею. Розглянутий процес кооперативної координації агентів на основі моделі договорних мереж стосовно рішення задачі оптимального завантаження телекомунікаційної системи. Описаний запропонований метод вибору одного реального агента-виконавця з безлічі агентів-виконавців за наслідками оцінки вартості однієї і тієї ж мережі в умовах впливу на результат рішення задачі інших агентів.

**Ключові слова:** багатоагентна система, координація, телекомунікаційна мережа.

**APPLICATION OF AGENTS IS IN MODEL OF CONTRACTUAL NETWORKS**

A.V. Kholodkova

*Research much of agents control the system by a telecommunication network is conducted. The process of co-operation of agents is considered on the basis of model of contractual networks as it applies to the decision of task of optimum load of the telecommunication system. The offered method of choice of one real agent-performer is described from the great number of agents-performers on results the estimation of cost of the same network in the conditions of influence on the result of decision of task of other agents.*

**Keywords:** *much agents system, co-ordination, telecommunication network.*