

МУЛЬТИ-АГЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТОКОВ ДАННЫХ

А.В. Тимофеев

Аннотация: Обсуждаются проблемы и методы мульти-агентного управления и интеллектуального анализа потоков данных. Значительное внимание уделяется описанию этих проблем и методов, изложенных в монографии автора "Адаптивное управление и интеллектуальный анализ информационных потоков в компьютерных сетях". Рассматриваются также некоторые новые научные результаты, полученные в этой области (обнаружение и распознавание сетевых атак, интеллектуальный анализ потоков видеоданных, мульти-агентные технологии в GRID-сетях и т.п.).

Keywords: компьютерная сеть, мульти-агентное управление, информационный поток, интеллектуальный анализ потоков данных.

ACM Classification Keywords: I.2.11 Distributed Artificial Intelligence - Multiagent systems

Введение

Бурное развитие глобальных телекоммуникационных систем (ТКС) и распределённых информационных компьютерных сетей (ИКС) свидетельствует о том, что их колоссальные возможности по массовому доступу людей к корпоративным, региональным и мировым информационным и вычислительным ресурсам действительно уникальны и впечатляющи. Однако дальнейшее развитие глобальных ТКС и ИКС (создание ТКС новых поколений, GRID-системы и т. п.) в первую очередь связано с совершенствованием, автоматизацией, оптимизацией и интеллектуализацией систем сетевого управления потоками данных.

Причиной этого является тот факт, что сегодня сетевое управление глобальными ТКС как мощным средством массового доступа пользователей к распределённым ИКС в значительной степени зависит от «человеческого фактора», а именно от знаний, опыта, интуиции и воли сетевых администраторов и операторов. В то же время хорошо известно, что способности людей (в том числе профессионалов в области сетевого управления ТКС) принципиально ограничены пределами их психофизиологических возможностей. Даже если будет разработан наилучший (в том или ином смысле) человеко-машинный интеллектуальный интерфейс, сетевые администраторы и операторы не способны эффективно управлять многомерными сложными параллельными процессами передачи и обработки мультимедийных потоков данных. Поэтому они не смогут обеспечить высокое качество сетевого управления, надёжность и отказоустойчивость глобальных ТКС и распределённых ИКС. Однако на современном этапе развития телекоммуникационных и информационных технологий особенно важно гарантировать пользователям глобальных ТКС и распределённых ИКС высокое качество запрашиваемых услуг и информационно-вычислительных ресурсов.

Эффективным путём совершенствования сетевого управления и интеллектуального анализа потоков данных в глобальных ТКС и распределённых ИКС является его автоматизация на базе динамических моделей ТКС и ИКС как сложных объектов управления с переменной структурой, методов оптимизации процессов маршрутизации потоков данных и принципов адаптивного и интеллектуального управления с использованием нейросетевых, мульти-агентных и GRID-технологий. На этом новом пути возможен как

учёт реальной динамики ТКС и ИКС, т. е. фактического изменения структуры (топологии узлов и каналов связей) и параметров (весов каналов связи) ТКС и ИКС, так и адаптация к различным факторам неопределённости и нестационарности.

Неопределённость реальных условий эксплуатации глобальных ТКС и ИКС заключается в неопределённости количества пользователей и характера (профиля) их запросов, непредсказуемых изменениях структуры (сетевой топологии) и параметров (пропускной способности узлов и каналов связи), возможных перегрузках трафика, сетевых конфликтах, сбоях и отказах. В этих условиях неопределённости и нестационарности системы сетевого управления ТКС и ИКС неизбежно должны быть адаптивными и интеллектуальными.

Поскольку глобальные ТКС и распределённые ИКС обслуживают интересы (запросы) большого количества пользователей, их системы сетевого управления и распределённой обработки потоков данных не могут быть локальными, а должны иметь глобальный и мульти-агентный (групповой) характер. Глобальное сетевое управление может строиться как на традиционных принципах централизованного или децентрализованного управления, так и на новых принципах мульти-агентного управления, обработки и передачи информации. При этом важную роль играет интеллектуальный сетевой анализ и распознавание потоков данных.

1. Представление монографии "Адаптивное управление и интеллектуальный анализ информационных потоков в компьютерных сетях"

В последней монографии автора [1] рассматриваются динамические модели глобальных ТКС и распределённых ИКС с переменной структурой, методы динамической, адаптивной, нейросетевой и мульти-агентной маршрутизации потоков данных в сложных ТКС и ИКС с изменяющейся динамикой, принципы адаптивного, интеллектуального и мульти-агентного сетевого управления передачей и обработкой информационных потоков, а также методы мультифрактального проектирования глобальных ТКС и распределённых ИКС нового поколения и программные средства их проектирования и имитационного моделирования.

Эти модели, методы и программные средства являются важной составляющей частью современной теории адаптивного, интеллектуального и мульти-агентного управления информационными потоками в глобальных ТКС, в которых в роли внешних агентов выступают пользователи (клиенты) с высокими требованиями к качеству обслуживания, кооперации по интересам и надёжности глобальных ТКС и распределённых ИКС.

Монография [1] включает в себя следующие разделы:

1. СОСТОЯНИЕ, КОНВЕРГЕНЦИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ;
2. АРХИТЕКТУРА КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ И ПРИНЦИПЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ;
3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ;
4. ПРОБЛЕМЫ И ПРИНЦИПЫ СЕТЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ДАННЫХ;
5. КРИТЕРИИ КОММУНИКАбельНОСТИ И МЕТОДЫ СТАТИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ;
6. МЕТОДЫ СТАТИЧЕСКОЙ И МНОГО-АДРЕСНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ;
7. МЕТОДЫ АДАПТИВНОЙ, НЕЙРОСЕТЕВОЙ, МУЛЬТИ-АГЕНТНОЙ И МНОГОПОТОКОВОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ;

8. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ И МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ;
9. БИБЛИОТЕКА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ И КОМПЛЕКС ПРОГРАММ МАРШРУТИЗАЦИИ;
10. ПРИНЦИПЫ НЕЙРОСЕТЕВОГО И МУЛЬТИ-АГЕНТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ;
11. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И РАСПОЗНАВАНИЕ ПОТОКОВ ДАННЫХ В МУЛЬТИ-АГЕНТНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ;
12. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ GRID-СЕТЕЙ;
13. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ, МУЛЬТИ-АГЕНТНЫХ И GRID-ТЕХНОЛОГИЙ.

2. Задачи и методы мультиагентного управления и интеллектуального анализа потоков данных

Некоторые новые задачи сетевого управления и обработки потоков данных и принципы их решения описаны в работах [2–19]. Методы динамической, адаптивной и нейросетевой маршрутизации потоков данных предложены в [2,7–10]. Вопросы интеллектуального и нейросетевого анализа информационных потоков в глобальных ТКС рассматриваются в [4–6, 15, 18, 19].

Однако проблемы сетевого управления и параллельной обработки потоков данных остаются частично нерешёнными и требуют разработки новых подходов, моделей и методов. В докладе рассматриваются модели, методы и новые информационные технологии для решения следующих задач:

- нейросетевые и мульти-агентные технологии маршрутизации потоков данных [1–7];
- интеллектуализация мультимодального интерфейса [8–13];
- обработка потоков данных с помощью квантовых и нейросетевых и генных вычислений [4,5,6,15];
- мультифрактальное проектирование и многокритериальная оценка сетевых архитектур [16,17];
- когнитивный анализ и распознавание сложных видеоданных [5,6,18];
- обнаружение и классификация сетевых атак [19].

3. Результаты решения прикладных задач

Полученные теоретические результаты успешно применялись для имитационного моделирования и решения следующих прикладных задач:

- моделирование генетического кода и квантовых вычислений [4,15];
- распознавание сложных изображений и сцен [18];
- классификация web-сайтов и сетевых атак [1,13,19];
- интеллектуальный анализ потоков видеоданных для оценки потенциальной террористической опасности на вокзалах и стратегических охраняемых объектах.

Заключение

Проблемы адаптивного сетевого управления и интеллектуального анализа потоков данных в глобальных ТКС и распределённых ИКС решены лишь частично и требуют новых подходов для их решения. Среди этих подходов мульти-агентные, нейросетевые и GRID-технологии и интеллектуальный анализ информационных потоков в условиях неопределённости и нестационарности.

Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ № 12–08–01167-а, № 12-08-07022-д и Программы № 14 (GRID) Президиума РАН.

Библиография

- [1]. Тимофеев А.В. Адаптивное управление и интеллектуальный анализ информационных потоков в компьютерных сетях. – СПб.: Анатолия, 2012, 280 с.
- [2]. Тимофеев А.В., Сырцев А.В. Модели и методы маршрутизации потоков данных в телекоммуникационных системах с изменяющейся динамикой. – М.: Новые технологии, 2005, 82 с.
- [3]. Тимофеев А. В., Сгурев В. В., Йотсов В. С., Лютикова Л. В. Развитие и применение многозначных логик и сетевых потоков в интеллектуальных системах. — Труды СПИИРАН, вып. 2, 2004. С. 72–84.
- [4]. Тимофеев А. В. Оптимизационный синтез и минимизация сложности генно-нейронных сетей по целочисленным базам данных. — Нейрокомпьютеры: разработка и применение, 2002, № 5–6. С. 34–39.
- [5]. Timofeev A.V. Polynomial Neural Network with Self-Organizing Architecture. - International Journal on Optical Memory and Neural Networks, 2004, N 2.
- [6]. Timofeev A. V. Parallelism and Self-Organization in Polynomial Neural Networks for Image Recognition. – Pattern Recognition and Image Analysis, 2005, vol. 15, No.1, pp. 97–100.
- [7]. Тимофеев А. В., Сырцев А. В. Мультиагентная и нейросетевая маршрутизация потоков данных в телекоммуникационных сетях // Труды 10-й международной конференции "Knowledge–Dialogue–Solution" (16–26 июня, 2003, Варна) 2003. С. 187–190.
- [8]. Тимофеев А. В. Модели мульти-агентного диалога и информационного управления в глобальных телекоммуникационных сетях // Труды 10-й международной конференции "Knowledge–Dialogue–Solution" (16–26 июня, 2003, Варна). 2003. С. 180–186.
- [9]. Timofeev Adil. Adaptive Routing and Multi-Agent Control for Information Flows in IP-Networks. Proceedings of Xith International Conference Knowledge-Dialogue-Solution (KDS-2005), June 20–30, Varna, Bulgaria, 2005. Pp. 442–445.
- [10]. Syrtzev A. V., Timofeev A.V. Neural and Multi-Agent Routing in Telecommunicational Networks. — International Journal «Information Theories and Their Applications», 2003, № 2.
- [11]. Timofeev A. V. Models for Multi-Agent Dialogue and Informational Control in Global Telecommunicational Networks. — International Journal «Information Theories and Their Applications», 2003, № 1.
- [12]. Timofeev A. V. Multi-Agent Information Processing and Adaptive Control in Global Telecommunication and Computer Networks. — International Journal «Information Theories and Their Applications», 2003, № 10. Pp. 54–60.
- [13]. Timofeev A.V. Intellectualization for Man-Machine Interface and Network Control in Multi-Agent Infotelecommunication Systems of New Generation. — Proceedings of 9th International Conference «Speech and Computer» (20–22 September, 2004), Saint-Petersburg, Russia. Pp. 694–700.
- [14]. Timofeev A. V. Adaptive Control and Multi-Agent Interface for Infotelecommunication Systems of New Generation. — International Journal «Information Theories & Applications». Vol.11, 2004.
- [15]. Амбарян Т., Тимофеев А. Модели квантовых и нейронных вычислений в задачах обработки информации. // Известия вузов. Приборостроение 2005, № 7. С. 35–40.
- [16]. Тимофеев А. В., Димитриченко Д. П. Многокритериальная оценка сетевых топологических структур для моделирования и проектирования GRID-систем – Труды СПИИРАН. Вып. № 10. СПб.: Наука, 2008. С. 72–77.
- [17]. Тимофеев А. В. Фрактальное моделирование и многокритериальная оптимизация компьютерных сетей. — International Book Series Information Science & Computing. Intelligent Engineering, vol 3/2009, № 11. Pp.79–83.
- [18]. Косовская Т.М., Тимофеев А.В. Логико-когнитивные методы распознавания и анализа сложных изображений и сцен. – International Journal INFORMATION TECHNOLOGIES & KNOWLEDGE VOLUME 6/2012, с. 324–335.
- [19] Тимофеев А.В., Браницкий А.А. Исследование и моделирование нейросетевого метода обнаружения и классификации сетевых атак – International Journal INFORMATION TECHNOLOGIES & KNOWLEDGE VOLUME 6/2012, с. 257–265.

Сведения об авторе



Тимофеев Адиль Васильевич – заведующий лабораторией информационных технологий в управлении и робототехнике Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук, Профессор кафедры информатики математико-механического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14-я линия, д. 39, СПИИРАН, tav@iias.spb.su