

АРХИТЕКТУРА МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

С.А. Соколов, А.Л. Стокипный
(Харьковский университет Воздушных Сил)

В статье представлена система мониторинга и анализа работоспособности телекоммуникационной сети на основе мультиагентной системы. Определены классы агентов, разработан способ межагентного взаимодействия, который позволяет построить распределенную систему мониторинга с эффективным распределением вычислительной нагрузки между узлами телекоммуникационной сети.

телекоммуникационная система, программный агент, мультиагентная система, мониторинг и анализ

В настоящее время телекоммуникационные сети (ТС) представляют собой сложные аппаратно-программные комплексы, требующие квалифицированного обслуживания и технической поддержки. Процесс управления такого рода системами должен включать этап контроля, который можно разделить на две составляющие: мониторинг и анализ. Следующая классификация отражает основные классы средств мониторинга и анализа [1]:

- агенты систем управления, поддерживающие функции одной из стандартных MIB и поставляющие информацию по протоколу SNMP или CMIP;
- встроенные системы диагностики и управления (Embedded systems);
- анализаторы протоколов (Protocol analyzers);
- экспертные системы;
- оборудование для диагностики и сертификации кабельных систем;
- сетевые мониторы;
- устройства для сертификации кабельных систем, кабельные сканеры, тестеры, многофункциональные портативные устройства анализа и диагностики.

Приведенная выше классификация содержит программные, аппаратные и гибридные элементы. Эффективная система мониторинга и анализа теоретически должна представлять композицию функциональ-

ных элементов, которые принадлежат к указанным выше классам. Для практической реализации такой системы целесообразно применить агентный подход, который позволит:

- реализовать способ взаимодействия с функциональными элементами различных классов через агентов соответствующих типов;
- определить унифицированный протокол межагентного взаимодействия;
- реализовывать необходимую функциональность системы путем введения новых типов агентов, таким образом минимизируя ограничения на расширяемость системы;
- объединить агентов различных типов на основе протокола взаимодействия в систему для решения задач мониторинга и анализа ТС.

Целью статьи является описание мультиагентной системы (МАС) для проведения мониторинга и анализа работоспособности телекоммуникационной сети.

Процесс мониторинга ТС предполагает сбор информации о параметрах ее структурных элементов и отображения полученных данных в подходящей для обслуживающего персонала ТС форме. Такими параметрами могут быть состояние интерфейсов устройства, время задержки пакета, количество переданной или полученной информации, наличие и работоспособность определенных сервисов на заданном узле и другие. Факт выполнения для отдельного параметра отношений $<$, $>$, $=$ и их комбинации относительно к заданным значениям будем называть простым событием. Формально представим такие события множеством $A := \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$.

В результате последующего анализа информации о простых событиях могут быть определены неисправности, которые, в свою очередь, могут быть причинами других неисправностей. То есть обслуживающий персонал на основе личного опыта или с применением технологии экспертных систем определяет причинно-следственные зависимости на множестве простых событий. Введем множество $B := \{b_1, b_2, \dots, b_w\}$ событий, которые являются следствиями возникновения комбинации простых событий и представляют интерес для проведения дальнейшего анализа работы ТС. События из множества B далее будем называть составными.

Следует заметить, что возможно определить причинно-следственные связи на множестве событий B и ввести множество B' . Аналогичные операции провести на B' и ввести B'' . Продолжение такого процесса позволит построить многоуровневую иерархию причинно-следственных зависимостей, которая даст возможность реализовать более гибкую и эффективную систему анализа неисправностей ТС.

Исходя из вышеописанного, рассматриваемая МАС должна содержать следующие классы агентов:

- агент для работы с устройствами ТС, который используется для непосредственного взаимодействия и снятия характеристик со структурных элементов ТС;
- агент для выявления причинно-следственных зависимостей, который выявляет причинно-следственные зависимости на множестве простых событий и формирует события, которые принадлежат В;
- агент для отображения результатов.

Агенты МАС представляют собой программный объект, который выполняется в соответствующем операционном окружении. В состав агента входят компоненты, которые содержат функции для решения определенных типов задач. Рассмотрим функции компонентов агентов каждого из вышеперечисленных классов.

Программные компоненты агента для работы с простыми событиями (A1) содержат следующие функции: получения информации о простом событии; обработки принятой информации; генерации и отправки сообщения о простом событии; средств управления.

В качестве источников данных A1 использует устройства ТС, которые поддерживают передачу параметров посредством определенного протокола. Одним из подходов может быть использование агентов систем управления, поддерживающих функции одной из стандартных MIB и поставляющих информацию по протоколу SNMP или CMIP. A1 может обслуживать как одно так и несколько простых событий. Одно и то же простое событие может обслуживаться несколькими агентами. После получения с устройства посредством протокола информации о параметрах, агент A1 обрабатывает ее и формирует сообщение. Порядок отправки и получения сообщений о событиях агентами будут рассмотрены далее.

Агент для выявления причинно-следственных зависимостей A2 состоит из компонентов, которые содержат следующие функции: получения сообщения о простом или составном событии; обработки принятого сообщения; генерации сообщения о составном событии; средств управления.

Основной задачей агентов такого типа является прием сообщений как о простых, так и о составных событиях с последующим их анализом.

Принятие решения о генерации сообщения типа $b_j \in B$ A2 осуществляет на основе функции, которая может быть представлена в виде:

$$\Phi(c) = \begin{cases} 0, & c \in K \\ 1, & c \notin K \end{cases}, \quad c \in C, \quad (1)$$

где C – множество сообщений, принятых агентом; K – множество сообщений, определяющих событие, распознавание которого является це-

лю работы агента. Множество K задается при создании агента, сообщения из K описывают некоторую ситуацию в ТС.

Функция (1) возвращает 0, если сообщение из входного множества C есть элементом множества K . В противном случае (1) равна 1.

Решение о наступлении события, распознавание которого является целью работы агента, A_2 принимает на основе функции (2):

$$S(C) = \bigcup_{i=1}^{|C|} \Phi(c_i). \quad (2)$$

Если $S(C)=1$, агент сгенерирует сообщение о событии $b_j \in B$. Дальнейшее усовершенствование функций обработки принятого сообщения может быть проведено путем реализации операций отрицания и дизъюнкции при вычислении (2), а также алгоритмов для работы с нечеткими и неполными входными данными.

Агенты отображения результатов A_3 уведомляют пользователя о событиях в ТС одним из доступных способов. Компоненты A_3 содержат следующие функции: получения сообщения о простом или составном событии; обработки принятого сообщения; отображения информации, соответствующей принятому сообщению; средств управления.

Способ уведомления пользователя о событии может быть следующим:

- электронное сообщения;
- отображение средствами графического интерфейса пользователя;
- сигнал устройства оповещения.

Взаимодействие – одна из наиболее важных характеристик агентов, которая означает совместное выполнение задач для достижения общих целей. Некоторые исследователи утверждают, что способность взаимодействия агентов посредством определенного языка – единственная характеристика, которая отличает агентов от других видов программного обеспечения [2]. Процесс взаимодействия налагает дополнительные ограничения на внутреннюю архитектуру агента, которая должна быть способной эффективно отражать структурные этапы взаимодействия [2, 3].

Можно выделить три типа взаимодействия, которые могут использоваться в MAC: непрямой (косвенный) обмен сообщениями; прямое взаимодействие, путем использования API или удаленного вызова процедур; использование общедоступной памяти, например, доски объявлений.

К средствам взаимодействия агентов относятся языки взаимодействия агентов (FIPA ACL, KQML).

В описываемой системе взаимодействие будет построено на основе непрямого обмена сообщениями. Основным элементом взаимодействия является агент маршрутизатор (AM). Схема взаимодействия представле-

на на рис. 1.

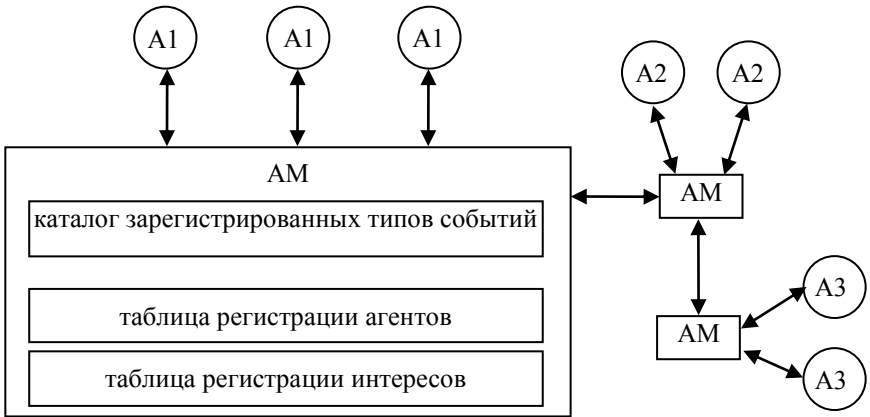


Рис. 1. Схема взаимодействия

Каждый агент рассматриваемой MAC имеет уникальный идентификатор, который однозначно идентифицирует его. Структура такого идентификатора и способ его генерации могут быть различными и зависят от средств разработки, который применяются для создания агентов. AM регистрирует агентов описанных выше типов и формирует таблицу соответствия агента и его местоположения. Для ТС местоположение объекта определяется на сетевом уровне модели взаимодействия открытых систем. Следовательно, в зависимости от типа используемого стека протоколов местоположение будет однозначно определяться сетевым адресом соответствующей структуры. Следует заметить, что AM может регистрировать местоположение в виде любого доступного в ТС способа именования. Так, например, могут использоваться имена DNS, NetBIOS.

События, которые агент заинтересован отслеживать, определяются его множеством K и после успешной регистрации агента на одном из AM заносятся в таблицу регистрации интересов данного AM. При получении сообщения AM просматривает свою таблицу интересов и отправляет сообщение всем заинтересованным агентам. AM ведет также каталог зарегистрированных событий. В данном каталоге содержатся события, которые обслуживаются агентами, зарегистрированными на данном AM. То есть каталог можно рассматривать как перечень доступной информации о состоянии сети, которую возможно получить в виде сообщений.

Предложенная модель взаимодействия позволяет создать гибкую и расширяемую MAC. Единственными статическими элементами предложенной модели являются AM, местоположение которых должно быть

изначально заданно. Данная проблема может быть решена разработчиками путем расширения типов имен соответствующих систем именования.

Синтаксис сообщений определяется выбранным языком взаимодействия агентов (FIPA ACL, KQML) или собственными средствами и правилами, например, разработкой конкретной DOM XML.

Выводы.

В ходе разработки представленной в статье MAC для решения задач мониторинга и анализа ТС, были получены следующие результаты:

- определены типы агентов, которые необходимы для построения MAC данного класса;
- рассмотрена и описана модель взаимодействия между агентами MAC;
- определена структура и место AM.

Представленный в статье подход может быть использован для построения систем мониторинга и анализа ТС. Как направления дальнейших исследований следует выделить следующие задачи:

- разработка способа автоматического создания и обучения агентов;
- разработка модульной структуры агента;
- разработка способа репликации каталога типов событий между AM.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы.* – С.-Пб.: Питер, 2002. – 672 с.
2. Льюггер Джордж Ф. *Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание: Пер. с англ. / Под ред. Н.Н. Кузсуль.* – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. *Базы данных интеллектуальных систем.* – С.-Пб.: Питер, 2000. – 384 с.
4. *Словарь по кибернетике / Под ред. В.С. Михалевича.* – К.: УСЭ, 1989. – 751 с.
5. "Agent Communication Language", FIPA Spec 2 – 1999. – [Электр.ресурс]. – Режим доступа: <http://citeseer.ist.psu.edu/>
6. Yannis Labrou, Tim Finin, and Yun Peng: "Agent Communication Languages: The Current Landscape" . – [Электр.ресурс]. – Режим доступа: <http://citeseer.ist.psu.edu/>.
7. Wooldridge M., Jennings Nicholas R. *Intelligent Agents: Theory and Practice.* - Knowledge Engineering Review, October 1994. – [Электр.ресурс]. – Режим доступа: <http://citeseer.ist.psu.edu/>.

Поступила 6.09.2005

Рецензент: кандидат технических наук, доцент И.В. Рубан,
Харьковский университет Воздушных Сил.