

МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБСЛУЖИВАНИЯ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Постановка задачи

Современные телекоммуникационные сети (ТКС) используются для своевременной и качественной доставки информации между элементами АСУ. Однако оценить насколько хорошо, с точки зрения решения задач управления, осуществляет доставку информации ТКС очень трудно. Это связано с тем, что основными характеристиками качества обслуживания QoS в ТКС являются время доставки информации $T_{\text{дост}}$, вероятность ошибки в сообщении $P_{\text{ош}}$, вероятность потери сообщения $P_{\text{пот}}$, а основным показателем эффективности АСУ является вероятность правильного решения задач управления $P_{\text{пр}}$. В работе [2] была предложена методика оценки эффективности ТКС, как элемента АСУ, которая позволяет оценить влияние параметров качества обслуживания в ТКС на вероятность правильного решения задач в АСУ $P_{\text{пр}}$. В заявленной методике предлагается оценивать эффективность сети ее производительностью, представляющей собой относительную скорость передачи ценной информации ΔW при передаче в ТКС.

Цель статьи – разработать модель динамического управления качеством обслуживания в ТКС с учетом относительной скорости передачи ценной информации ΔW при передаче в ТКС.

Система динамического управления ТКС является одной из важнейших подсистем ТКС. Эта система предназначена для решения следующих задач: маршрутизации, управления потоками в сети, управления доступом в сеть, адаптации к характеристикам каналов связи. Решение этих задач обеспечивает распределение потоков информации с целью наилучшего использования ресурсов сети при удовлетворении требований абонентов. Система динамического управления ТКС основана на иерархической структуре протоколов. Эта система осуществляет управление потоками пакетов как находящихся в сети на обслуживании путем выбора допустимых маршрутов передачи сообщений, так и на этапе ввода в сеть за счет запрета доступа. Технической базой системы динамического управления являются узлы коммутации.

На сегодняшний день существуют три основных способа управления сложными динамическими объектами (подобных ТКС): централизованный, децентрализованный и иерархический. Анализ способов управления показал, что при централизованном способе большое количество ресурсов выделяется на доставку информации о состоянии ТКС в центр управления и рассылку управляющих сообщений на управляемые объекты ТКС. В это время ресурсы сети простаивают, т.к. ожидают управляющих сообщений. Решение о распределении ресурсов, принимаемое в центре управления ТКС, оптимально, но из-за задержек, связанных с доставкой и получением информации управления, реальное состояние сети изменяется, а значит, решение уже не будет оптимальным.

При децентрализованном способе существует несколько центров управления, которые находятся в непосредственной близости от объекта управления. Это позволяет существенно снизить объем ресурсов ТКС, выделяемых на решение задач управления. Однако в таких системах не всегда возможно принимать оптимальные решения по распределению ресурсов ТКС, т.к. центры управления не обладают полной информацией о функционировании системы в целом. С другой стороны, минимизация времени принятия решения приводит к тому, что ресурсы сети используются более эффективно.

Иерархические системы управления являются вариантом между децентрализованным и централизованным способами. Соответственно, они меньше потребляют сетевые ресурсы, чем централизованные, но больше чем децентрализованные. Оперативность решения ниже

чем у централизованных, но выше чем у централизованных, а точность решения выше чем у децентрализованных, но ниже чем у централизованных.

Одна из проблем динамического управления – это отсутствие информации о входном трафике и его характеристиках (т.е. заранее не известны моменты возникновения пользовательского трафика, его длительность, информационная ценность и т.д.). Это означает, что принимать решение о распределении ресурсов ТКС надо в реальном времени. Для упрощения задачи можно использовать механизмы адаптации.

Адаптивными обычно называют системы, в которых недостаток априорной информации восполняется за счет более полного использования текущей информации. Используя адаптацию в управлении, можно существенно повысить эффективность ТКС.

На сегодняшний день одним из перспективных путей решения этой проблемы является использование интеллектуальных многоагентных систем (МАС). Основой МАС является агент, который взаимодействует со средой (в нашем случае с телекоммуникационной сетью), решая определенный ряд задач.

Интеллектуальная МАС характеризуется следующими свойствами: ситуативность, автономность, гибкость, и социальность.

Ситуативность интеллектуального агента означает, что он воспринимает окружение, в котором действует, и может изменять это окружение. Конкретным примером агента может служить агент, управляющий нагрузкой в сетевом устройстве.

Автономная система может взаимодействовать со своим окружением без вмешательства других агентов. Для этого она должна контролировать свои действия и внутренние состояния. Некоторые автономные агенты могут также обучаться на своем опыте, чтобы улучшить свое поведение в дальнейшем.

Гибкий агент должен демонстрировать способность реагировать на стимулы от своего окружения и вовремя отвечать на них соответствующим образом. Гибкий агент не просто реагирует на ситуацию в своем окружении, но и адаптируется, целенаправленно действует и выбирает альтернативы в различных ситуациях.

Агент является социальным, если он может соответствующим образом взаимодействовать с другими агентами. Взаимодействия социального агента ориентированы на достижение целей МАС. Это социальная направленность агентной системы должна решать много проблем, в том числе такие, как выделение агентами подзадач обеспечения, взаимодействие агентов.

МАС идеально подходят для решения задач, включающих большое количество методов решения, точек зрения и сущностей. В этих условиях МАС имеют преимущества распределенного и конкурентного решения проблем, в том числе за счет реализации сложных схем взаимодействия. Поэтому использование МАС в процессе динамического управления ТКС является актуальным и перспективным.

В работе [2] предложена модель многоагентной системы динамического управления ТКС. На рис. 1 представлена основная часть такой многоагентной системы, которая находится на центре коммутации и решает следующие задачи:

- выбор направлений передачи информационных потоков;
- маршрутизация информационных потоков;
- определение очередности передачи информационных сообщений;
- борьба с возникающими перегрузками и блокировками;
- управление потоком информации.

Таким образом, в состав МАС ЦК должны входить:

- 1) агент, управляющий ЦК;
- 2) агенты по выбору направления передачи;
- 3) агент, управляющий маршрутизацией;
- 4) агент, управляющий совместным обслуживанием разнородных потоков;
- 5) агент, управляющий борьбой с перегрузками;
- 6) агент, управляющий выбором параметров протоколов;

7) агент, контролирующий состояние сети.

Задачи перечисленных агентов состоят в выборе в зависимости от сложившейся ситуации в сети нужных методов управления информационным обменом, а также значений определенных параметров, устанавливаемых при реализации этих методов. В соответствии со спецификой решаемых задач в процессоре супервизорного управления должны располагаться агент, управляющий ЦК, и агент контроля состояния сети. В процессорах пакетного уровня следует установить агентов, управляющих выбором направления передачи, а также агентов, управляющих маршрутизацией. В процессорах канального уровня должны располагаться агент, управляющий совместным обслуживанием потоков, агенты, управляющие борьбой с перегрузками и блокировками, а также агенты, управляющие выбором параметров протокола.

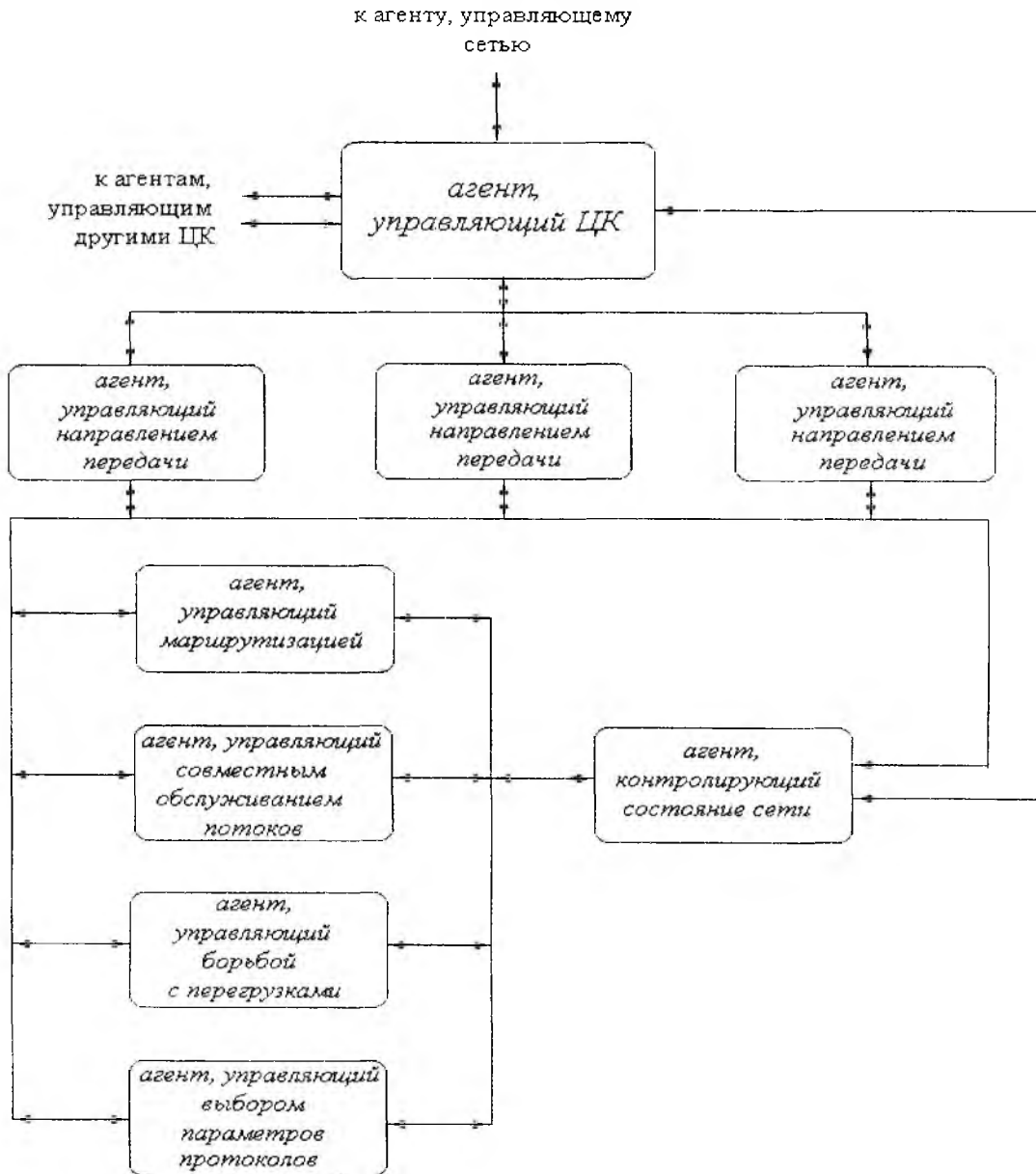


Рис. 1

Процесс управления информационным обменом на узле коммутации можно представить в виде повторяющихся циклов обслуживания поступающих заявок [3].

Опыт разработки и эксплуатации сложных систем, успех их оптимизации зависит не только от адекватности модели процесса ее функционирования и совершенства используемого математического аппарата для получения точных и достоверных результатов оценки характеристики системы, но и от выбранного критерия эффективности системы [59].

В качестве показателя эффективности многоагентной системы динамического ТКС предлагается использовать относительную скорость передачи ценной информации при передаче в ТКС (ΔW). Относительная скорость передачи ценной информации можно определить по формуле

$$\Delta W = \sum_i \frac{\lambda_{\text{вх},i} \frac{1}{\log_2 \frac{q_{1i}}{q_{0i}}}}{\lambda_{\text{вх}}} \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{вх}}$ – интенсивность входного потока; $\lambda_{\text{вх},i}$ – интенсивность источника i -го потока; q_{1i} – вероятность решения задачи при получении i -го сообщения, где q_{1i} является функционалом от вероятности ошибки $P_{\text{ош}}$ и времени доставки T и можно представить в виде следующей формулы $q_{1i} = f(P_{\text{ош}}, T)$; q_{0i} – вероятность решения задачи при не получении i -го сообщения.

Информация будет ценной только при выполнении следующих условий:

$$P_{\text{ош}}^i \leq P_{\text{ош-доп}}^i, P_{\text{ном}}^i \leq P_{\text{доп}}^i, T^i \leq T_{\text{доп}}^i, \Delta\tau^i \leq \Delta\tau_{\text{доп}}^i,$$

где $P_{\text{ном}}^i, P_{\text{доп}}^i$ – вероятность потери информации при передаче i -го потока, соответственно текущая и допустимая; $T^i, T_{\text{доп}}^i$ – время доставки при передаче i -го потока, соответственно текущая и допустимая; $\Delta\tau^i, \Delta\tau_{\text{доп}}^i$ – джиттер при передаче i -го потока, соответственно текущая и допустимая.

Таким образом, модель системы динамического управления (СДУ) ТКС можно представить в виде кортежа

$$\text{СДУ} = (\{A_1, A_2, \dots, A_N\}, M_{\text{вз}}),$$

где A_1, A_2, \dots, A_N – модели агентов, входящие в состав МАС ДУ и решающие указанные выше задачи; $M_{\text{вз}}$ – модель взаимодействия между агентами МАС ДУ.

В свою очередь модель агента A должна включать знания об объекте управления $M_{\text{ов}}$, знания о среде, знания о других агентах $M_{\text{дпа}}$, знания о взаимодействии с другими агентами МАС $M_{\text{вза}}$, общие знания $M_{\text{общн}}$. Под общими знаниями понимаются такие утверждения, которые находятся в базе знаний всех агентов, все агенты знают об этом, агенты знают, что все агенты знают об этом, и т.д. Тогда модель агента можно представить в виде кортежа

$$A = (M_{\text{ов}}, M_{\text{сп}}, M_{\text{дпа}}, M_{\text{вза}}, M_{\text{общн}}).$$

В свою очередь модель взаимодействия агентов должна включать протоколы взаимодействия между агентами при решении различных задач динамического управления ТКС ($Pr_{\text{вз}}$), модель координирования при совместном использовании ресурсов $M_{\text{кр}}$, модель распознавания опасных ситуаций в МАС (в которых эффективность решения задач ДУ ТКС ниже определенного уровня) $M_{\text{расп}}$, а также модель распределения ресурсов ТКС ($M_{\text{рспд}}$). Тогда модель взаимодействия агентов можно представить в виде кортежа

$$M_{\text{вз}} = (Pr_{\text{вз}}, M_{\text{кр}}, M_{\text{расп}}, M_{\text{рспд}}).$$

Особой проблемой при разработке МАС ДУ является согласование их совместной работы. Проблема заключается в том, что у каждого агента свой показатель эффективности, и в некоторые моменты времени они могут быть несовместимы, что может привести к снижению эффективности МАС ДУ в целом. В дальнейшем необходимо разработать более детальные модели агентов и их взаимодействия при решении задач динамического управления ТКС.

Выводы

Проведен анализ возможных вариантов решения задачи качественного обслуживания информационных потоков в телекоммуникационных сетях. Показано, что перспективным направлением решения этой задачи может быть использование МАС. Предложена общая модель многоагентной системы динамического управления ТКС. В дальнейшем предполагается разработать более детальную модель многоагентной системы динамического управления ТКС.

Список литературы: 1. *Поповский В.В.* Модель управления реструктуризацией телекоммуникационной сети // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2004. Вып.138. С. 25. - 31. 2. *Лосев Ю. И., Руккас К.М.* Алгоритм функционирования многоагентной системы динамического управления компьютерными сетями // Вісник Харк. нац. ун-ту. Збірка наук. праць. Серія „Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління”. Вип. 5 (№703). Харків: ХНУ ім. В.М. Каразіна, 2005. С. 165-172. 3. *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 2-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А.Олифер.* СПб.: Питер, 2003. 864 с.: ил. 4. *Vila P., Marzo J.L., Fabregat R., Harle D.* A multi-agent Approach to Dynamic Virtual Path Management in ATM Network. IMPACT'99 Workshop. Seattle December 1999. 5. *H. Yamaki, M.P. Wellman, T. Ishida* “A Market-Based Approach for Allocating QoS to Multimedia Applications”, ICMAS-96, pp.385-392, 1996.

*Харьковский национальный
университет радиоэлектроники*

Поступила в редколлегию 27.09.2007