

Г.Г. Маклакова

Интеллектуальное управление в распределенной системе дистанционного обучения

Рассмотрены принципы организации интеллектуальной системы анализа и контроля качества распределенной системы дистанционного обучения. Изложены основные положения построения распределенной системы дистанционного обучения, включающей подсистему «супервайзер» для контроля качества телекоммуникационных услуг. Описана структура и функции супервайзера.

The principles of organizing an intelligent system of the analysis and quality control of the distributed distance learning system are considered. Main regulations are stated of constructing a distributed distance learning system including a «supervisor» system for the quality control of telecommunication services. A structure and functions of the supervisor are described.

Розглянуто принципи організації інтелектуальної системи аналізу та контролю якості розподіленої системи дистанційного навчання. Викладено основні положення побудови розподіленої системи дистанційного навчання, яка містить підсистему «супервайзер» для контролю якості телекомунікаційних послуг. Описано структуру та функції супервайзера.

Введение. В документах Болонской декларации отмечается, что одно из важнейших направлений совершенствования высшего образования – развитие системы объективного контроля качества обучения, в частности, обеспечение качества высшего образования в соответствии с требованиями Европейской сети обеспечения качества (*ENQA*) [1, 2].

В связи с широким внедрением в учебный процесс дистанционной формы обучения актуальна задача разработка адекватной системы оценки качества дистанционного обучения (ДО). Рассмотрим принципы оценки ДО в распределенной системе дистанционного обучения (РСДО). Под РСДО подразумеваем виртуальную среду, технически реализованную на принципах децентрализации информационных ресурсов. Суть такого подхода состоит в том, что структура сети динамически изменяется в зависимости от количества запросов пользователей и наличия свободных преподавателей. Эта система дает возможность рационально использовать серверы учебных заведений, входящих в РСДО. Таким образом, появляется возможность рационально использовать оборудование учебных заведений для организации виртуальных лабораторий, позволяющих студентам работать на промышленном оборудовании [3].

Путь решения задачи оценки качества обучения при дистанционной форме образования предлагался ранее [4–6]. Однако его недоста-

ток – отсутствие учета влияния качества телекоммуникационной сети на процесс дистанционного обучения.

В настоящее время качество обслуживания (*Quality of Service, QoS*) телекоммуникационных систем является предметом активных исследований международных и отечественных научно-исследовательских организаций. Большой вклад в развитие различных аспектов концепции *QoS* вносит Международный союз электросвязи (МСЭ), в том числе в разработку норм и требований к показателям качества обслуживания, стандартизации сетевых механизмов, обеспечивающих необходимые показатели *QoS*.

Среди стандартов качества обслуживания в электросвязи ведущее место занимает Рекомендация МСЭ E.800 [7, 8], где качество обслуживания определяется как «суммарный эффект рабочих характеристик обслуживания, определяющий степень удовлетворенности пользователя данной службой». Именно такой формулировки определения качества и будем придерживаться в данной статье.

Управление *QoS* – плохо формализуемая нетривиальная задача, особенно в ситуации, когда необходимо конфигурирование большого числа очередей на каждом удаленном компьютере и выполнение требований, определяемых пользователем. Поэтому управление *QoS* целесообразно решать на основе теоретических положений искусственного интеллекта.

Постановка задачи

Качество телекоммуникационных услуг компьютерной сети оценивается с позиции качества дистанционного обучения. Одним из прогрессивных направлений повышения эффективности дистанционного обучения является широкое использование средств мультимедиа и технологии IP-телефонии [9], поэтому требования, предъявляемые к качеству сети, – обеспечение надежной передачи звуковой (голосовой) и видеоинформации.

В соответствии с рекомендациями Y.1540 [7] рассмотрим следующие сетевые характеристики как наиболее важные по степени их влияния на качество обслуживания, оцениваемое пользователем: производительность и надежность сети (сетевых элементов), задержка, вариация задержки (джиттер), потери пакетов.

Основные принципы организации системы анализа и контроля качества телекоммуникационных услуг в РСДО

В основу архитектуры РСДО положены идеи, представленные в работе [10]. На рис. 1 изображена ее структурная схема. Рассмотрим особенности архитектуры РСДО, позволяющей осуществлять контроль качества телекоммуникационных услуг при дистанционной форме обучения.

Блоки «Преподаватели» отражают тот факт, что преподаватели могут находиться не в одном определенном месте, как при классической схеме дистанционного обучения (например, в каком-то определенном вузе), а в разных точках города, региона, государства, континента; как в учебном заведении, так и дома.

Блоки «Пользователи» отражают возможность связи с отдельным пользователем по сети Интернет, причем предполагается, что пользователь работает у себя дома. Если у участника РСДО нет возможности работать за компьютером дома, он может подключаться к РСДО и выполнять соответствующие задания в центрах коллективного доступа: компьютерных клубах или учебных заведениях (школы, институты и т.п.), в которых студент арендует компьютерное время.

Блоки «Серверы вузов» отражают возможность создания локальных серверов в учебных заведениях, обладающих требуемыми вычислительными ресурсами, например виртуальной лабораторией, для доступа к уникальному промышленному оборудованию, которым располагает данный вуз.

Блок «Супервайзер ДО» осуществляет координацию работы всей системы, в частности, обрабатывает запросы пользователей к вычислительным ресурсам, оптимизирует время выполнения таких запросов, распределяет обучаемых к преподавателям и т.п. Понятие «Супервайзер» (англ.: *supervisor*) по ГОСТ 19781–83 [11] – часть управляющей программы, координирующая распределение ресурсов вычислительной системы. В данной статье под этим понятием будем подразумевать программный комплекс, координирующий распределение ресурсов РСДО для контроля качества телекоммуникационных услуг и автоматического поддержания эффективной работы дистанционного обучения. Такой программный комплекс в принципе может находиться в любом месте системы (в частном случае – в учебном заведении), где есть возможность предоставления соответствующих телекоммуникационных услуг.

Для повышения эффективности дистанционного обучения студентов в РСДО используется технология *VoIP*, а для ее реализации особенно удобно использовать программу *Skype* (www.skype.com).

Структура супервайзера ДО

Основная функция супервайзера – осуществление контроля качества дистанционного обучения в распределенной компьютерной сети. Рассмотрим более подробно подсистему контроля качества телекоммуникационных услуг РСДО. Неопределенность в процессе принятия решений при совершенствовании качества компьютерной сети не позволяет точно оценить роль всех факторов, влияющих на качество телекоммуникационных услуг, осложняется еще тем, что в настоящее время отсутствуют четко определенные критерии и алго-

ритмы оценки эффективности РСДО. В связи с этим принято решение строить супервайзер на основе теории искусственного интеллекта.

Учитывая широкое развитие сетевых систем мультимедиа, в частности – IP-телефонии, и высокую эффективность таких технологий в ДО [9], особое внимание уделяется оценке качества доставки потребителю услуг аудио- и видеoinформации.

Основываясь на исследованиях Г.Г. Яновского [12] делаем вывод, что разделение ресурсов и процессы управления трафиком должны быть скоординированы в условиях наличия большого числа разнообразных приложений с существенно отличающимися требованиями к рабочим характеристикам сети.

Рекомендация Y.1541 [7], устанавливает соответствие между классами качества обслуживания и приложениями:

- класс 0 – приложения реального времени, чувствительные к джиттеру, характеризующиеся высоким уровнем интерактивности (*VoIP*, видеоконференции);
- класс 1 – приложения реального времени, чувствительные к джиттеру, интерактивные (*VoIP*, видеоконференции);
- класс 2 – транзакции данных, характеризующиеся высоким уровнем интерактивности (например, сигнализация);
- класс 3 – транзакции данных, интерактивные;
- класс 4 – приложения, допускающие низкий уровень потерь (короткие транзакции, массивы данных, потоковое видео).

С учетом Рекомендации Y.1541 МСЭ приняты следующие правила продукции, обуславливающие нормы для характеристик сетей IP:

1) ЕСЛИ «Задержка доставки пакета IP» < 100 мск И «Вариация задержки пакета IP» < 50 мск И «Коэффициент потери пакетов IP» < $1 \cdot 10^{-3}$ И «Коэффициент ошибок пакетов IP» < $1 \cdot 10^{-4}$ ТО «Класс сети 0»;

2) ЕСЛИ 100 мск < «Задержка доставки пакета IP» < 400 мск И «Вариация задержки пакета IP» < 50 мск И «Коэффициент потери па-

кетов IP» < $1 \cdot 10^{-3}$ И «Коэффициент ошибок пакетов IP» < $1 \cdot 10^{-4}$ ТО «Класс сети 1»;

3) ЕСЛИ «Задержка доставки пакета IP» < 100 мск И «Коэффициент потери пакетов IP» < $1 \cdot 10^{-3}$ И «Коэффициент ошибок пакетов IP» < $1 \cdot 10^{-4}$ ТО «Класс сети 2»;

4) ЕСЛИ 100 мск < «Задержка доставки пакета IP» < 400 мск И «Коэффициент потери пакетов IP» < $1 \cdot 10^{-3}$ И «Коэффициент ошибок пакетов IP» < $1 \cdot 10^{-4}$ ТО «Класс сети 3»;

5) ЕСЛИ «Задержка доставки пакета IP» < 1000 мск И «Коэффициент потери пакетов IP» < $1 \cdot 10^{-3}$ И «Коэффициент ошибок пакетов IP» < $1 \cdot 10^{-4}$ ТО «Класс сети 4».

Качество передачи речи оценивалось по следующим параметрам: слышимость собственной речи («эхо»), громкость речи («уровень»), возможность пользователя связываться и разговаривать с другим пользователем в реальном времени («диалог»), чистота и тональность речи («разборчивость»).

Качество IP-сети: максимальный объем пользовательских и служебных данных, которые она способна передать («максимальная пропускная способность»); промежуток времени, требуемый для передачи пакета через сеть («задержка»); изменение задержки пакетов потока в течение сеанса связи («джиттер»); доля пакетов, потерянных во время сеанса связи при передаче через сеть («потеря пакетов»).

Постоянный контроль над работой распределенной сети необходим для поддержания ее в работоспособном состоянии, его обычно делят на два этапа – мониторинг и анализ. На этапе мониторинга выполняется процедура сбора первичных данных о работе сети: статистики о количестве циркулирующих в сети кадров и пакетов различных протоколов, состоянии портов концентраторов, коммутаторов и маршрутизаторов и т.п. Для этой цели используется стандартное программное и аппаратное обеспечение (тестеры, сетевые анализаторы, программные средства мониторинга коммуникационных устройств и т.п.). Этап анализа качества сетевого сервиса, т.е. обработку собранной на этапе мониторинга информации, сопос-

тавление ее с данными, полученными ранее, и выработку предположений о возможных причинах замедленной или ненадежной работы сети, целесообразно проводить в системе искусственного интеллекта, точнее – экспертной системе.

Перечень лингвистических переменных, необходимых для реализации метода экспертного оценивания, приняты исходя из разработанной модели оценки качества дистанционного обучения [4]). В качестве примера приведем описание некоторых лингвистических переменных:

- «Уровень чувствительности к сетевой характеристике “полоса пропускания”» = {«Очень низкий», «Низкий», «Средний», «Высокий»};

- «Уровень чувствительности к сетевой характеристике “задержка”» = {«Низкий», «Средний», «Высокий»};

- «Уровень чувствительности к сетевой характеристике “потери”» = {«Низкий», «Средний», «Высокий»};

Заключение. Для эффективной реализации одной из приоритетных целей системы образования – обеспечения высокого качества образования целесообразно ввести в архитектуру системы дистанционного обучения программный комплекс («Супервайзер»), обеспечивающий контроль и оперативное управление качеством телекоммуникационных услуг.

Следует подчеркнуть, что основное достоинство интеллектуальной системы – гибкость и легкость перестройки под различные критерии и системы оценки качества.

1. *European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA): Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area. 2005.*
2. *Болонський процес у фактах і документах (Сорбона–Болонья–Саламанка–Прага–Берлін) / Упоряд.*

Степко М.Ф., Болюбаш Я.Я., Шинкарук В.Д., Грубіянюк В.В., Бабин І.І. – Тернопіль: Вид-во ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2003. – 52 с.

3. *Маклаков Г.Ю.* Принципы разработки лабораторных практикумов удаленного доступа на базе имитационных моделей и реального оборудования // *Материалы III междунар. конф. «Стратегия качества в промышленности и образовании», 1–8 июня 2007 года, Варна, Болгария.* – Техн. ун-т. Варна, 2007. – Т. 2. – С. 563–566.
4. *Маклаков Г.Ю., Кожяев Е.А., Маклакова Г.Г.* Модель оценки качества дистанционного обучения. – Там же. – С. 560–563.
5. *Маклакова Г.Г.* Метод анализа результатов экспертного оценивания качества дистанционного обучения, основанный на нечеткой логике. – Там же. – С. 557–560.
6. *Маклакова Г.Г.* Комплексная оценка качества систем дистанционного образования. / Информационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании «Инфотех–2007»: *Материалы междунар. науч.-практ. конф.*, г. Севастополь, 10–16 сен. 2007 г. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – Ч. 2. – С. 125–126.
7. *МСЭ-T Recommendation Y.1540.* IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters, Dec. 2002.
8. *МСЭ-T Recommendation Y.1541.* Network Performance Objectives for IP-Based Services, May 2002.
9. *Маклаков Г.Ю., Маклакова Г.Г.* Принципы использования технологии IP-телефонии класс *SKYPE* для оптимизации процесса дистанционного обучения // *Сб. тр. второй междунар. конф. «Новые информационные технологии в образовании для всех: состояние и перспективы развития. МНУЦИТиС НАН и МОН Украины. Киев, 21–23 ноября 2007 года.* – С. 429–433.
10. *Маклакова Г.Г.* Основные принципы создания распределенной системы дистанционного образования на базе виртуальной среды // *УСиМ.* – 2008. – № 1. – С. 76–83.
11. *Программные средства вычислительной техники: Толковый терминологический словарь-справочник.* – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 368 с.
12. *Яновский Г.Г.* Качество обслуживания в сетях IP // *Вестник связи.* – 2008. – № 1. – С. 65–74.

© Г.Г. Маклакова, 2009