

СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СЕТЕЙ

Предлагается подход к построению многокомпонентной системы моделирования, ориентированной на исследование и проектирование микроконтроллерных сетей с разнородными узлами. Рассматривается модульная структура системы. Для описания моделей сетевых сущностей предлагается объектно-ориентированный подход. Анализ современных программных средств моделирования сетей подтверждает актуальность предложенной системы.

1. Введение

Сложные распределенные технические системы, к числу которых в первую очередь относятся сети, характеризуются разнотипным аппаратным и информационным обеспечением. Такие объекты относятся к классу гетерогенных систем. Они, с одной стороны, довольно широко востребованы в различных направлениях человеческой деятельности, но, с другой стороны, их конструирование и исследование существенно усложняется вследствие разнородности протекающих процессов и способов представления и передачи информации. Качественный анализ таких систем, позволяющий оценить результаты проектирования, требует использования универсальных средств моделирования. Существующие на сегодняшний день средства проектирования и моделирования в большинстве случаев ориентированы на множество протоколов и оборудование, используемых при построении глобальных и локальных компьютерных сетей. Применение данных инструментов для построения моделей сетей других типов сопряжено с необходимостью добавления новых протоколов, интерфейсов и классов устройств, что не всегда возможно ввиду узкой специализации системы, либо не оправдано из-за высокой трудоемкости требуемых изменений. Кроме того, данные средства во многих случаях распространяются на коммерческой основе и стоимость таких систем слишком высока для повсеместного их применения.

Ставится задача разработки системы проектирования и моделирования, использующей универсальные сетевые модели. Данная система должна быть ориентирована на проектирование и оптимизацию ЛВС, а также распределенных систем управления на базе универсальных микроконтроллеров, систем сбора информации и контроля, систем реального времени. Кроме того, следует учесть опыт создания подобных систем, а также возможность использования системы совместно с существующими средствами проектирования и моделирования.

2. Структура системы

В общем случае структура системы проектирования включает следующие базовые модули: ввода и хранения информации; проектирования; моделирования и анализа. Модуль ввода и хранения системы предоставляет возможность использовать уже имеющиеся экземпляры моделей типовых элементов, а также создавать новые на их базе, содержит средства для ввода требуемых свойств элементов, выполняет функции хранения с быстрым доступом к требуемой информации. Модуль проектирования позволяет создавать сетевые структуры на базе имеющихся элементов и моделей как автоматически с использованием итеративных и прочих алгоритмов, так и в ручном режиме, выполнять оптимизацию по ряду критериев. Модуль моделирования и анализа обеспечивает как непосредственно процедуру симуляции, так и сбор статистических данных. Исходной информацией для его работы является созданная модулем проектирования обобщенная структура взаимодействия моделей компонент распределенной системы.

Предлагаемая система в этом случае обладает свойствами универсальности и расширяемости, что позволяет отражать динамику функционирования сетевых объектов.

3. Модели сетевых объектов

Основными понятиями при рассмотрении структуры сетей являются: интерфейс, узел, топология. Иерархическая трехуровневая структура объектов рассматривает сетевые объекты на уровнях узла, слоя (совокупности узлов, соединенных интерфейсом), сети [1]. Однако для построения системы проектирования гетерогенных сетей необходимо более обширное множество моделей сетевых объектов, включающее модели интерфейсов, подробного рассмотрения сетевых соединений, использования различных сред передачи данных при различных соединениях и так далее. Выделим множество базовых объектов, позволяющих описать сетевую структуру, определим их свойства и связи. Наиболее удобным механизмом представления и моделирования взаимоотношений между объектами является объектно-ориентированный подход. В качестве инструмента используем наиболее популярный на сегодняшний день язык моделирования – UML (Unified Modeling Language – унифицированный язык моделирования).

Базовым объектом при рассмотрении сетевых моделей является узел. Структура узла сети, а также его поведение при обработке заявок от сетевых интерфейсов подробно рассмотрены ранее [2]. Однако в предложенных моделях узел рассматривался лишь как обработчик заявок, а интерфейсы вынесены за рамки модели, т.е. известны лишь характеристики потока заявок от каждого интерфейса. Но устройство может считаться сетевым только при наличии соответствующих интерфейсов связи и должно рассматриваться в контексте их работы, причем как по приему, так и по передаче данных. Таким образом, мы подходим к необходимости рассмотрения модели сетевого интерфейса.

Сетевой интерфейс состоит из приемника и передатчика. Приемник и передатчик имеют конвейерную структуру с точки зрения модели OSI (Open Systems Interconnection — взаимосвязь открытых систем). Каждая ступень такого конвейера будет состоять из накапливающего буфера и обработчика соответствующего протокольного уровня (рис. 1), причем структура передатчика соответствует развернутой в обратную сторону структуре конвейера приемника. В некоторых случаях буфер может быть общим, однако тогда система не сможет использовать преимущества конвейерной обработки. Особо следует отметить необходимость синхронизации производительности, а также соответствия размеров накопителей требованиям протоколов для различных уровней. Зачастую физический и каналный уровни имеют аппаратную реализацию, остальные уровни – программную. Существует ряд характеристик сетевых интерфейсов, таких как разрядность, способ синхронизации и другие. Данные характеристики влияют на количество физических сред, используемых для соединения с другими интерфейсами. В свою очередь при рассмотрении модели передающей среды необходимо учитывать время распространения сигнала, а также максимальную дистанцию его распространения.

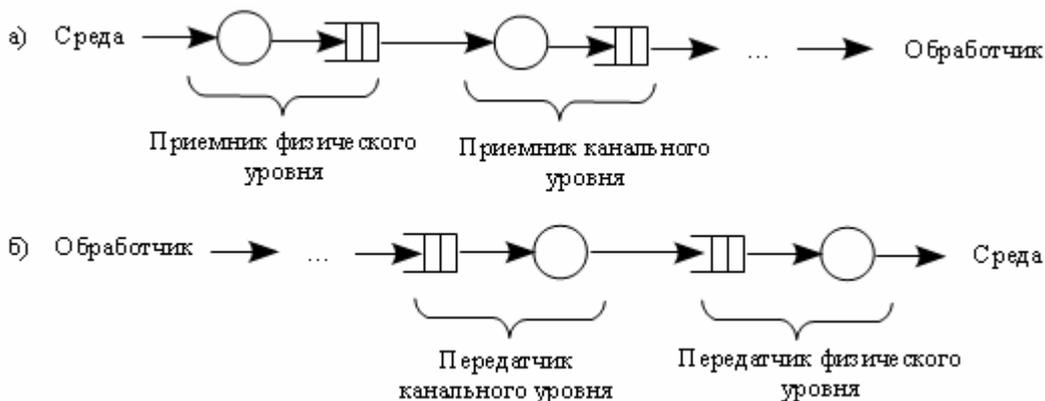


Рис. 1. Структура приемника (а) и передатчика (б)

Совокупность сетевых интерфейсов и обрабатывающего устройства образуют сетевой узел. Расширенная модель сетевого узла с учетом коммуникационных интерфейсов представлена на рис. 2.

Совокупность интерфейсов (приемников и передатчиков) узлов, соединенных посредством передающих сред, образует сетевые соединения (или каналы связи в широком смысле). Сетевые соединения могут быть однонаправленными (симплексными) и двунаправленными. Двунаправленные соединения могут быть полудуплексными и дуплексными. Однонаправленные соединения используют приемник либо передатчик каждого из интерфейсов, а также среды для передачи в одном направлении. Один интерфейс может использоваться двумя различными однонаправленными соединениями, а содержащий его узел является обработчиком заявок одного соединения и генератором для другого.

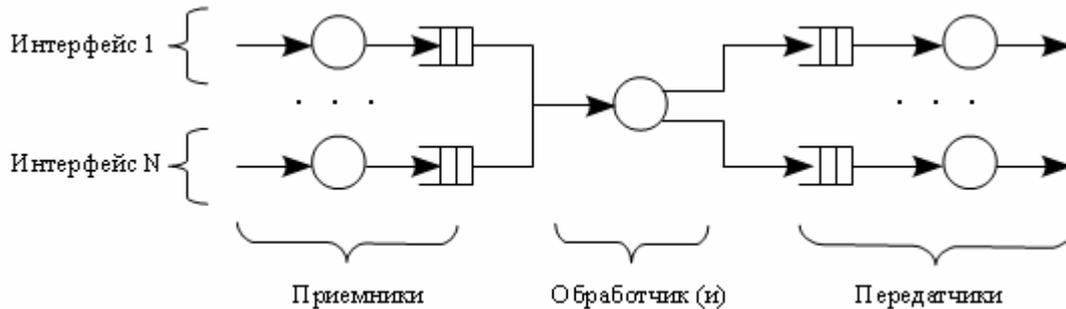


Рис. 2. Структура сетевого узла

Полудуплексные соединения используют приемники и передатчики узлов, а также одни и те же среды для передачи от любого из узлов, что требует использования средств арбитража (рис. 3).

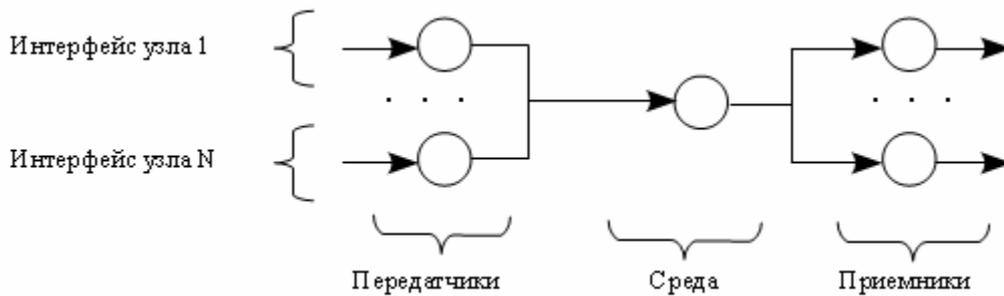


Рис. 3. Полудуплексное соединение

Дуплексные соединения позволяют передавать информацию одновременно в двух направлениях, что достигается использованием приемников и передатчиков, а также отдельных сред для каждого из направлений передачи (рис. 4). Таким образом, дуплексное соединение может быть рассмотрено как пара симплексных соединений между двумя узлами.

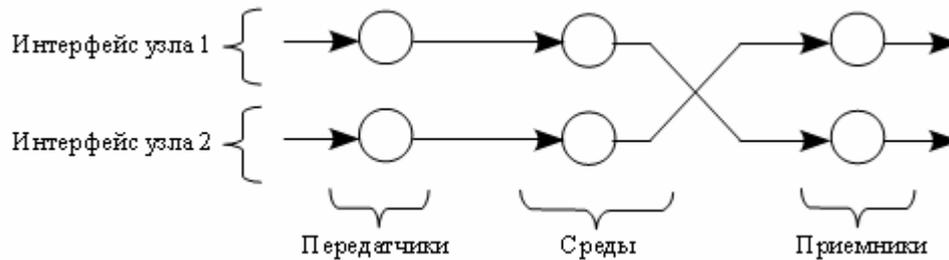


Рис. 4. Дуплексное соединение

Совокупность узлов, их коммуникационных интерфейсов, а также передающих сред, соединяющих интерфейсы, образует сети с различными топологическими структурами.

Для рассмотренных сетевых объектов разработана диаграмма классов с использованием элементов языка UML (рис. 5).

На диаграмме приведены классы, соответствующие моделям сетевых объектов, их свойства (атрибуты), а также отношения между ними. Так, объекты «Интерфейс» и

«Среда» связаны отношением зависимости. Различные типы соединений связаны с классом «Соединение» отношением обобщения. Большинство объектов на диаграмме связаны с другими объектами отношениями ассоциации и агрегирования (композиции), отражающими структурные связи между объектами. Именно поэтому данная модель наиболее важна при рассмотрении структуры сетей и их элементов.

4. Существующие системы

Использование рассмотренных объектов не ново. Существующие системы проектирования и моделирования, используя подмножества данных объектов, позволяют получать результаты в самых различных формах. Так, свободно распространяемая система моделирования NS2 использует в качестве примитивов узлы, интерфейсы и соединения. Также для моделирования поведения используются агенты, специальные объекты, описывающие протокольные действия для различных объектов. Система содержит средства анимации эксперимента, а дополнительные модули позволяют анализировать полученные в процессе моделирования статистические данные. К недостаткам данной системы можно отнести отсутствие встроенных графических средств построения сетевых структур. Коммерческие системы моделирования компьютерных сетей COMNET III и OPNET Modeler используют узлы и соединения различных типов в качестве компонентов модели. Данные системы включают библиотеки моделей сетевых объектов, соответствующих реальному оборудованию, позволяют имитировать наиболее распространенные протоколы и располагают встроенными средствами анализа и визуализации результатов моделирования.

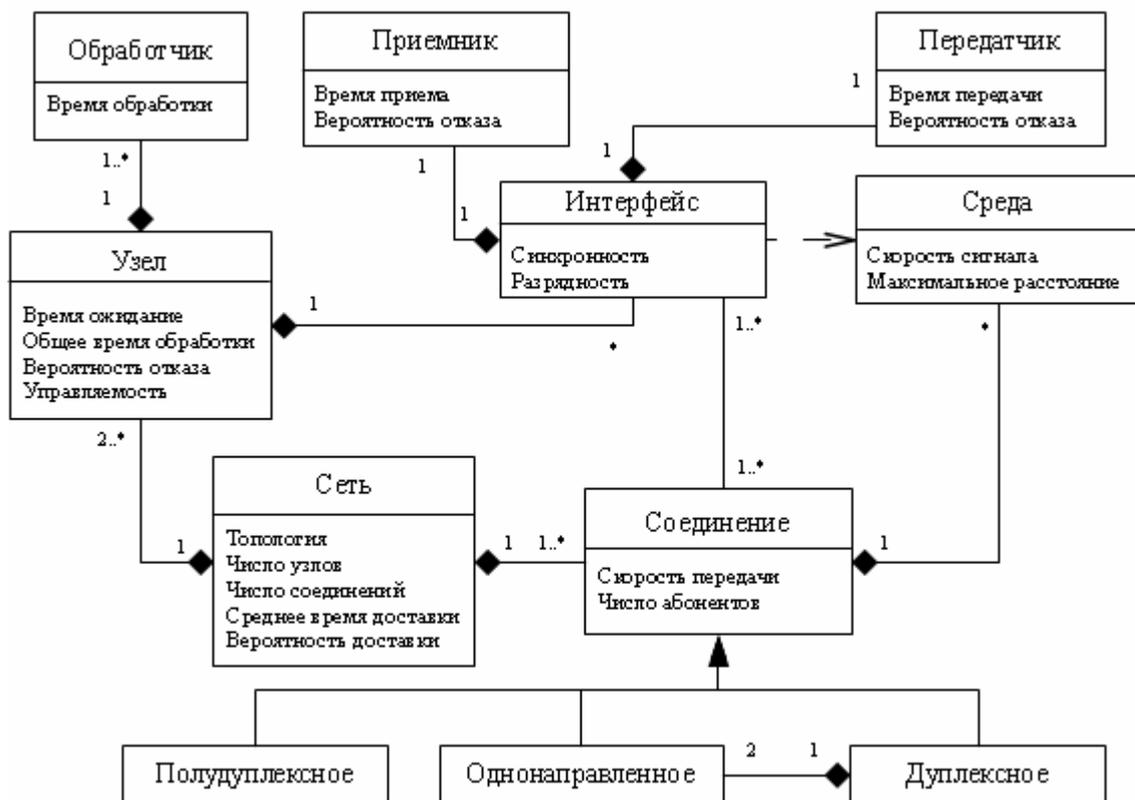


Рис. 5. Диаграмма классов для моделей сетевых объектов

Заключение

Предложенные в данной работе модели сетевых объектов могут быть использованы в системе проектирования и моделирования с наиболее общими задачами и входными параметрами. Благодаря этому появляется возможность выйти за рамки используемых систем моделирования компьютерных сетей и оптимизировать процессы разработки в таких перспективных направлениях как распределенные системы управления, встраиваемые системы, системы контроля доступа и автоматизированного сбора данных.

Список литературы: 1. *Бобылев С.Н., Шалимова Е. М.* Трехуровневая модель сетей микроконтроллеров // Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании ИНФОТЕХ-2009». Материалы. Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. С. 283–284. 2. *Апраксин Ю.К., Турега И. О.* Аналитическая модель оценки потерь в микроконтроллере управляющей сети // Труды Одесского политехнического университета: Научный и производственно-практический сборник по техническим и естественным наукам. Одесса, 2009. № 1(31). С. 92–96.

Поступила в редколлегию 14.07.2009

Апраксин Юрий Константинович, д-р техн. наук, профессор Севастопольского национального технического университета. Научные интересы: программное и аппаратное обеспечение распределенных технических систем. Тел. (096) 750-07-77, e-mail: kvt@sevgtu.sebastopol.ua.

Турега Игорь Орестович, магистр, аспирант Севастопольского национального технического университета. Научные интересы: распределенные микропроцессорные системы. Тел. (067) 871-16-61, e-mail: tishka.ua@gmail.com.