

МОДЕЛЬ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КАК МНОГОМЕРНОГО КОНЕЧНОГО АВТОМАТА

Еременко А.С., Персиков А.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. телекоммуникационных систем, тел. (057) 702-13-20,
E-mail: alexere@ukr.net; факс (057) 702-13-20

The given work is devoted to the modern research and developments in the field of management in Next Generation Networks within the systems approach. Description of the multilevel hierarchical systems can be carried out through different models: stratified, multilayer decision-making and organizational systems. There are of interest the stratified models analyzing cooperation of great number of the «input-output» systems. Tolerant finite state machine is the perspective model of telecommunication processes within this approach.

Введение

Актуальность исследования заключается в необходимости разработки систем управления сетями последующего поколения (СУСПП) с учетом их особенностей и существующих требований. При проектировании СУСПП и анализе взаимодействий управляющих и управляемых элементов предлагается использование системного подхода, а в частности теории автоматов.

Целью исследования представляется формализация СУСПП и ее отдельных компонентов в рамках системного подхода.

Задачи исследования: проведение анализа существующей концепции СУСПП, а также возможности применения при проектировании таких систем различных моделей иерархии для решения задач управления на различных уровнях и отдельных объектах управления и функционирования процессов как толерантных автоматов.

Системный подход при проектировании СУСПП

Многоуровневые архитектуры являются фундаментальной структурой проектирования сетей. Они подразумевают модульный и распределенный подход к управлению сетью. Каждый модуль, называемый уровнем, управляет подмножеством переменных и учитывает наличие подмножества постоянных параметров и переменных других уровней. Уровневая архитектура делает проектирование сети масштабируемым, способным к развитию и осуществлению, несмотря на вносимые ограничения по эффективности и потенциальным рискам относительно управляемости сети.

СУСПП является иерархической многоуровневой системой. Основу архитектуры СУСПП составляют механизмы, основанные на политиках, использование принципов сервис-ориентированных архитектур и бизнес-управляемый жизненный цикл услуг, характеризующих пользователя. Фундаментальной является также интероперабельность и унификация коммуникационных механизмов по отношению к сервис-ориентированным архитектурам управления. Практический интерес при проектировании таких СУСПП представляют и стратифицированная модель, и многоуровневая модель принятия решений, и многоэтажные (организационные) модели. Сложную систему почти невозможно описать полно и детально. Основная дилемма состоит в нахождении компромисса между простотой описания и необходимостью учета многочисленных поведенческих (т.е. типа вход – выход) характеристик сложной системы.

Стратифицированная система задается семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения различных уровней абстрагирования. Для каждого уровня существует ряд характерных особенностей и переменных, законов и принципов, с помощью которых описывается поведение системы. Стратификация связана с тремя основными свойствами иерархических систем: вертикальной декомпозицией, приоритетом действий и взаимосвязью характеристик качества функционирования системы (рис. 1).

Отправным пунктом для стратифицированного описания системы $S: X \rightarrow Y$ служит предположение о том, что множество внешних стимулов X и множество

откликов Y представимы в виде декартовых произведений, а именно считаются заданными два семейства множеств: $X_i, 1 \leq i \leq n, Y_i, 1 \leq i \leq n$, таких, что

$$X = X_1 \times \dots \times X_n \text{ и } Y = Y_1 \times \dots \times Y_n. \quad (1)$$

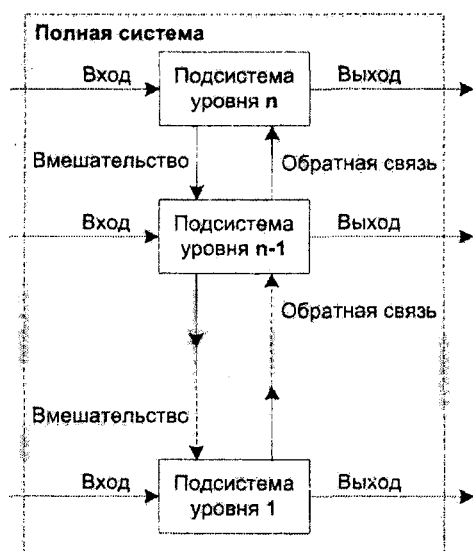


Рис. 1 Стратифицированная система

Это предположение означает возможность разбиения откликов и входных стимулов на компоненты.

Если множества X и Y представимы в виде (1), то каждая пара $(X_i, Y_i), 1 \leq i \leq n$, приписывается определенной страте.

Стратификация подразумевает сокращение объема информации, идущей вверх по иерархии: для вышерасположенных страт многие стимулы, поступающие от нижних страт, несут сходную информацию. Такое «сокращение объема информации» по мере продвижения вверх по иерархической лестнице страт имеет множество следствий, одно из которых указывает на целесообразность введения многоэшелонной иерархии организационного типа. Таким образом, отметив необходимость уменьшения объема информации от уровня к

уровню, мы приходим к горизонтальной декомпозиции страты на подсистемы. На каждой страте решающие элементы (блоки принятия решений) имеют дело в первую очередь с функционированием самих подсистем, пренебрегая, как правило, взаимодействием между ними.

Характерной и естественной особенностью работы систем управления в телекоммуникационных сетях является, как правило, неполная информация об управляемом объекте и об условиях его функционирования.

Для исходного объекта управления формируется математическая модель, описывающая соответствие входных и выходных сигналов. В соответствии с целью управления и текущим состоянием объекта по сформированной математической модели определяется оптимальное управление. Вычисленные таким образом управляющие воздействия подаются на вход объекта управления. По полученному рассогласованию корректируется сформированная математическая модель и управляющие воздействия.

Особенностью современных систем управления является высокая скорость используемых физических процессов и флуктуация входных сигналов, условий функционирования и помех. Ограниченное время, отведенное на анализ поступающей информации и принятие решения, также является важной особенностью рассматриваемого класса систем. Соответственно, возникают жесткие требования к быстродействию систем управления, их возможности своевременно и адекватно реагировать на изменения сети. Выполнение данной задачи в основном зависит от объема вычислений и возможностей используемого в контуре управления вычислительного устройства.

Функционирование телекоммуникационных систем полностью автоматизировано, причем скорость реакции процессов не превышает 50 мс, а надежность должна быть не меньше 99,999 %. Сокращение объема вычислений и, соответственно, затрат машинного времени имеет важное значение для повышения быстродействия и точности систем управления. Причем неоптимальный выбор параметров управления может стать причиной ухудшения качества и экономических показателей системы.

Вся инфраструктура телекоммуникационных систем цифровая, таким образом, дискретность должна быть такой, чтобы обеспечивать все устойчивые состояния. Для

этого необходимо соблюдать толерантные соотношения. Рассмотрим частный случай при стратифицированном описании СУСПП применения толерантных автоматов, а именно формализацию процесса управления повторными передачами сегментов данных в транспортных соединениях при использовании протокола управления передачей TCP (Transmission Control Protocol).

Процесс управления повторными передачами в соединении TCP с использованием толерантных автоматов

Существуют различные модели соединения TCP в виде конечного автомата. Анализ процессов в соединениях TCP показал необходимость соблюдения толерантных соотношений между его временными параметрами. Формализуем такую систему.

Пусть $M = (X, Y, Q, \lambda, \delta)$ есть некоторый дискретный автомат, где X – множество допустимых отрезков входных воздействий (фиксируемые значения времени кругового обращения сегмента или группы сегментов); Y – множество выходных величин (сформированные модулем TCP отправителя значения тайм-аута повторной передачи); Q – множество состояний; $\lambda: Q \times X \rightarrow Q$ – переходная функция, определяющая следующее состояние системы (определение необходимости повторной передачи); $\delta: Q \times X \rightarrow Y$ – выходная функция, определяющая следующее выходное значение (функция формирования значения тайм-аута повторной передачи).

Известно, что толерантностью ξ могут быть любые пары точек, находящиеся друг от друга на расстоянии, не большем ε , некоторой евклидовой плоскости. Также множество вместе с определенной на нем толерантностью называется толерантным пространством. Тогда пусть $M = (X, Y, Q, \lambda, \delta)$ есть автомат, для которого Q есть некоторое толерантное пространство. Этот автомат является толерантным, если для каждого $x \in X$ и $q \in Q$ справедливо соотношение $(q, \lambda(q, x)) \in \xi_Q$.

Таким образом, толерантные автоматы обладают инерцией. Неожиданное изменение значения времени кругового обращения не приведет к резкому изменению состояния автомата. Это говорит о том, что управление тайм-аутом повторных передач в соединениях TCP должно быть плавным. Тогда разработка толерантного автомата позволит выработать соответствующую устойчивую к резким изменениям в сети стратегию управления.

Выводы

Результаты исследования показали необходимость использования формализации при помощи различных моделей СУСПП как многоуровневой иерархической системы. Причем разнообразие моделей иерархий позволяет проводить анализ и проектирование с различных точек зрения. Стратифицированные модели представляют особый интерес, т.к. подразумевают анализ систем типа «вход – выход» независимо друг от друга. В этом случае каждая страта может быть описана отдельной математической моделью, адекватной для конкретного анализируемого процесса. Модель принятия решений позволяет анализировать процессы и методы решений задач на различных уровнях иерархии. Многоэшелонная модель представляет собой в конечном итоге слияние первой и второй, и, таким образом, является конечной моделью многоуровневой иерархической системы.

Научная новизна исследований – применение системного подхода при формализации, разработке и реализации управления процессами и объектами в современных телекоммуникационных сетях. *Практическая значимость* предлагаемого подхода заключается в том, что он позволяет выявить взаимосвязь множества процессов и элементов управления на различных уровнях, позволяет проектировать управление на отдельных стратах и слоях.