
ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МЕТАСТРУКТУРЫ И КОНВЕРГЕНТНОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Максим Соломицкий

5

Аннотация: Предложены подходы к формальному описанию взаимодействия конвергентной телекоммуникационной сети с окружающей ее внешней информационной инфраструктурой.

Ключевые слова: Конвергентная телекоммуникационная сеть, среда взаимодействия, среда генерации.

Ключевые слова классификации ACM: H. Information Systems - H.1 MODELS AND PRINCIPLES.

«...нет ничего, что меньше поддавалось бы слову и одновременно больше нуждалось бы в том чтобы людям открывали на это глаза, чем кое-какие вещи существование которых нельзя ни доказать, ни считать вероятным, но которые именно благодаря тому, что благочестивые и добросовестные люди относятся к ним как к чему-то действительно существующему, чуть-чуть приближаются к возможности существовать и рождаться...»

Г. Гессе

Введение

Под конвергентной телекоммуникационной сетью (КТС) понимается совокупность аппаратно-программных средств и архитектурно-технологических методов доставки информации территориально удаленным пользователям, позволяющая на единой цифровой основе обеспечить различные виды услуг по обработке и доставке разнородной информации, при обеспечении требований пользователей к своевременности и качеству доставки циркулирующей в сети интегральной информации.

Конвергентную телекоммуникационную сеть нельзя непосредственно отнести ни к одному из таких известных классов сетей, как информационно-вычислительные, передачи данных, телефонные, которые призваны реализовать обслуживание пользователей только в определенной четко ограниченной области. Поэтому существующие модели функционирования сетей и основанные на них методы расчета, например, сетевого оборудования в исходном виде непригодны для решения задач анализа и проектирования КТС.

Основная часть

В постановочной статье [1], исходя из целевого назначения КТС, в качестве базового процесса, составляющего суть функционирования системы, выделен процесс преобразования информации, т. е.

информационная технология. Такой подход позволяет с единой системной позиции рассмотреть все составляющие технологического процесса преобразования информации в КТС на различных уровнях абстракции и дать общую характеристику процесса на уровне системы в целом.

Исходя из динамики процесса преобразования информации в КТС, выделены две его составляющие: вычислительный процесс, отражающий преобразование информации в основном во времени, состоящий из подпроцессов таких как: ввод, вывод, хранение, обработка данных и т. п. и информационный процесс, связанный с преобразованием информации в основном в пространстве, включающий сбор, распределение, передачу, коммутацию информационных потоков и т. п. Остальные подпроцессы в сети учтены как внешние воздействия.

Формальное описание архитектуры КТС проведено посредством рассмотрения взаимодействия внешней среды – информационной метаструктуры и элементов КТС, а также обработки цифровой информации каждым из элементов этой сети в соответствии с принципами модели взаимодействия открытых систем (ВОС).

Таким образом, формально КТС представляется в виде внешней среды и сетевой среды. Каждая из этих сред представляется в свою очередь в виде двух сред: внешняя среда – средами генерации и распространения, сетевая среда – средами взаимодействия и обработки (рис. 1).

Выделение среды генерации позволяет описать воздействие пользователей на сеть, т. е. потоков их запросов на ресурсы сети; среда распространения позволяет отразить воздействие внешних мешающих факторов (помех, сбоев и т. п.) на распространение физических сигналов в сети (электрических, оптических и т. д.); среда взаимодействия дает возможность описать сеть в целом; среда обработки – возможность описать основные структурные элементы сети, обрабатывающие цифровую информацию.

Уровень сред распространения и обработки – это взаимодействие КТС с внешней средой на реализационном аппаратно-программном уровне. С точки зрения объекта исследования – КТС, а именно ее взаимодействия с внешней информационной метаструктурой, интерес представляют среды генерации и взаимодействия, позволяющие представить КТС как единую систему, взаимодействующую с внешней средой – информационной метаструктурой на системном уровне.

Особо важен учет взаимодействия сети с пользователями. Пользователями КТС являются информационные процессы. Отражает и позволяет описать воздействие пользователей на сеть входящий в нее информационный поток.

В качестве основной исследуемой единицы информации пользователя будем понимать сообщение пользователя (СП), т. е. информационное сообщение, поступающее из внешней информационной метаструктуры в транспортную систему КТС. По терминологии информационно-вычислительных сетей СП представляет собой «конечную последовательность данных, формируемую для передачи и имеющую законченное смысловое значение». В сети СП передаются в виде коммутируемых информационных единиц (КЕ), например, сообщений, пакетов, дейтаграмм и т. д., длина которых может отличаться или не отличаться от длины СП.

Рассмотрение передачи различных видов информационных СП в виде потоков информационных КЕ дает возможность перейти к формальному описанию среды генерации, сводимому к описанию воздействия входящих потоков (вызовов) на сеть.



Рис. 1 – Формальное представление архитектуры КТС

Модель потока вызовов и способы его задания изучаются достаточно давно. В [2] установлена невозможность использования в исходном виде существующего математического аппарата для определения вероятностно-временных характеристик КТС, а также определено, что для описания поступающего и циркулирующего в КТС потоков целесообразно использовать суперпозицию моделей потоков [3] наиболее адекватных сформулированным представлениям о КТС, с учетом того, что формируемый этими потоками трафик является самоподобным.

Согласно первичным результатам решения задачи выбора на множестве математических моделей телекоммуникационных сетей [4] можно сделать вывод о том, что необходимо разработать модель взаимодействия КТС с внешней средой, основу которой составит математический аппарат моделирования СП и КЕ с учетом самоподобного характера трафика КТС. При этом информационные СП и КЕ помимо распределения во времени должны характеризоваться длиной отдельных сообщений.

Вопрос моделирования взаимодействия КТС с внешней средой с учетом фактора самоподобия остается открытым.

Согласно [5] среду взаимодействия представим как некоторую однородную информационно-вычислительную среду, состоящую из узлов коммутации (УК). Рассматриваемые узлы представляется целесообразным формализовать в виде совокупности открытых систем – многополюсников μ_i^n с тремя типами входов и выходов μ_{ki}^n , μ_{ii}^n , μ_{ij}^n , у которых число входов соответствует числу выходов, т. е. согласно модели ВОС все соединения между открытыми системами являются дуплексными. Среда

взаимодействия имеет сложную структуру, позволяющую изображать иерархию в КТС, т. е. выделять особенности взаимодействия УК внутри данного уровня иерархии и между соседними уровнями. При этом

$$\mu_i^n = \{ \mu_{1i}^n, \mu_{2i}^n, \dots, \mu_{(i-1)i}^n, \mu_{ii}^n, \mu_{i(i+1)}^n, \dots, \mu_{il_n}^n \},$$

где i – номер уровня данного многополюсника;

n – номер УК в множестве узлов i -го уровня M_i , $i = \overline{1, I_n}$, $n = \overline{1, N_i}$;

I_n – число уровней иерархии;

N_i – число узлов i -го уровня иерархии.

Для описания и анализа особенностей среды взаимодействия воспользуемся аппаратом иерархических матриц связности (МС). Конфигурацию узлов зададим в матричной форме с использованием квадратных МС узлов данного уровня размерностью $N_i \times N_i$, где N_i – число узлов соответствующего i -го уровня, и прямоугольных МС узлов смежных уровней размерностью $N_i \times N_{i-1}$, где N_{i-1} – число узлов нижнего уровня.

Матрицы имеют следующий вид

$$\|M_{ii}\| = \begin{bmatrix} m_{ii}^{11} & m_{ii}^{12} & \dots & m_{ii}^{1N_i} \\ m_{ii}^{21} & m_{ii}^{22} & \dots & m_{ii}^{2N_i} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{ii}^{N_i 1} & m_{ii}^{N_i 2} & \dots & m_{ii}^{N_i N_i} \end{bmatrix},$$

где элемент МС имеет вид:

$$m_{ii}^{ki} = \begin{cases} 0, & \text{если нет связи между узлами } k \text{ и } i; \\ 1, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Вместо 1 в МС могут стоять обозначения численного значения некоторых параметров, характеризующих соответствующие связи.

Матрица $\|M_{ii}\|$ симметрична относительно главной диагонали и ее элементами могут быть числа, которые обозначают число каналов в магистрали, прямо соединяющей узлы k и i . Если матрица относится к организации вторичных сетей, то ее можно представить в виде суммы матриц вторичных сетей, т. е.

$$\|M_{ii}\| = \|M_{ii}^I\| + \|M_{ii}^{II}\| + \dots + \|M_{ii}^{\bar{B}}\|,$$

где I, II, ..., \bar{B} – индексы, обозначающие принадлежность к соответствующей вторичной сети. $\|M_{ii}^I\|$, ...,

$\|M_{ii}^{\bar{B}}\|$ – вторичные матрицы.

Для отображения связей между узлами соседних уровней составляются прямоугольные МС вида

$$\|M_{i,j+1}\| = \begin{bmatrix} m_{i,j+1}^{11} & m_{i,j+1}^{21} & \dots & m_{i,j+1}^{N_i 1} \\ m_{i,j+1}^{12} & m_{i,j+1}^{22} & \dots & m_{i,j+1}^{N_i 2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{i,j+1}^{1N_{i+1}} & m_{i,j+1}^{2N_{i+1}} & \dots & m_{i,j+1}^{N_i N_{i+1}} \end{bmatrix}.$$

Такие межуровневые МС могут быть первичными, отображающими физические соединения между узлами, и вторичными.

Если рассматривать МС как булевы матрицы, то к ним можно применить аппарат булевой алгебры, аппарат преобразований булевых матриц и булевых определителей.

Покажем, как МС формируется с помощью образующих векторов, содержащих упорядоченные символьные обозначения узлов, находящихся на одном и том же уровне.

Например, $J = (n_1, n_2, \dots, n_{N_i})$, т. е. на уровне i имеется N_i узлов. Определим вектор связности узла n_k :

$$J_{n_k} = \underbrace{m_{i,j+1}^{k1}, m_{i,j+1}^{k2}, \dots, m_{i,j+1}^{kN_{i+1}}}_{\text{столбец } \|M_{i,j+1}\|}, \underbrace{m_{ii}^{k1}, \dots, m_{ii}^{kN_i}}_{\text{строка } \|M_i\|}, \underbrace{m_{i-1,j}^{1k}, m_{i-1,j}^{2k}, \dots, m_{i-1,j}^{N_{i-1}k}}_{\text{столбец } \|M_{i-1,j}\|},$$

где $i-1$, i и $i+1$ – соседние уровни иерархии сети.

Выводы

На определенных предложенных в работе образом МС, пользуясь некоторыми дополнительными средствами и понятиями, например, понятиями ранга узла, ранга пути, сечением сети и рангом сечения сети, представляется возможным организовать поиск оптимального пути соединения двух абонентов, а также проводить оптимизацию структуры сети.

Благодарности

Настоящая работа была выполнена при поддержке интернационального проекта *ITHEA XXI* Института информационных теорий и их приложений *FOI ITHEA* и Ассоциации *ADUIS* Украина (Ассоциация разработчиков и пользователей интеллектуальных систем).

The paper is published with financial support by the project ITHEA XXI of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA (www.ithea.org) and the Association of Developers and Users of Intelligent Systems ADUIS Ukraine (www.aduis.com.ua).

Литература

1. Соломицкий М.Ю. Возможный подход к разработке модели трафика конвергентной телекоммуникационной сети / М.Ю. Соломицкий // *Applicable Information Models*. – Sofia: ITHEA, 2011. – № 22. – Р. 189-198.
2. Гайворонская Г.С. Анализ возможности использования математического аппарата теории телетрафика для описания взаимодействия конвергентной телекоммуникационной сети с внешней средой / Соломицкий М.Ю., Гайворонская Г.С. // *Холодильна техніка і технологія*. – Одеса: ОДАХ, 2011. – № 2 (103) – С. 61-67
3. Гайворонская Г.С. Исследование параметров объединенного потока вызовов / Г.С. Гайворонская // *Труды УГАС "Информатика и связь"*. – 1997. – С. 222-226.
4. Соломицкий М.Ю. Решение задачи выбора на множестве математических моделей потоков телекоммуникационных сетей / М.Ю. Соломицкий // *Науково-технічна конференція «Сучасні інформаційно-комунікаційні технології»*. Збірник тез. – Київ: ДУІКТ, 2011. – С. 95.
5. Советов Б.Я. Построение сетей интегрального обслуживания / Советов Б.Я., Яковлев С.А.– Л.: Машиностроение, 1990. – 332 с.

Информация об авторах

Максим Соломицкий – Одесская государственная академия холода, факультет информационных технологий; аспирант кафедры информационно-коммуникационных технологий; ул. Дворянская, 1/3, Одесса-26, 65026, Украина; e-mail: sage89@mail.ru.

Главные области научных исследований: потоки вызовов, нагрузка в современных телекоммуникационных сетях; проблемы создания конвергентных телекоммуникационных сетей.