

Состав и описание концептуальной модели топологии локальной вычислительной сети

М.В.ПОТРАПШКОВА

1. Введение

При проектировании локальной вычислительной сети (ЛВС) разработчик изначально располагает информацией о местоположении пользователей, сетевых узлов, единиц оборудования, о структуре и связях между ними. Все это определяется как топологическая структура системы или топология ЛВС. Обычно при проектировании ЛВС заранее известен примерный состав решаемых пользователями задач на узлах ЛВС, который называется рабочей нагрузкой (РН), и необходимо так построить ЛВС, чтобы вычислительный процесс (ВП) в ней проходил с максимальной эффективностью. Иначе говоря, решить прямую задачу. С другой стороны, состав задач и их характеристики могут быть заранее определены, и требуется выбрать такую топологию и характеристики оборудования узлов, чтобы обеспечить максимально эффективную работу пользовательских задач и наибольшую загрузку оборудования. Такая задача называется обратной, или задачей адаптации ВП под заданную РН. Динамику организации ЛВС предлагается описывать семейством моделей, каждая из которых отображает поведение ЛВС на различных уровнях детализации. В данной публикации остановимся на первом уровне – топологии ЛВС (рис. 1а). Для каждого уровня детализации ВП и РН можно выделить характерные особенности системы, переменные, законы и принципы, с помощью которых описывается поведение системы, и построить концептуальную модель уровня детализации.

2. Концептуальная модель уровня топологии

Рассмотрим концептуальную модель уровня топологии ЛВС. Графическое представление параметров данной модели приведено на рис. 1б.

Модель данного уровня представляется в виде детерминированного ориентированного графа GR_1 , который задается матрицей связей H_b . Вершины графа представляют собой некоторые топологии, дуги – каналы связи (КС) между ними. В свою очередь, каждая топология задается полумарковским графом узлов Gr_2 . Вершины графа задают различные типы узлов, ребра графа содержат значения вероятностей перехода от s -го узла к g -му, а также времена и объемы ресурса, требуемые для перехода.

Входной поток модели данного уровня представляет собой поток пользовательских запросов i -го типа, поступающих на узел топологии с интенсивностью λ_i и вероятностью q_i , причем $\sum_i q_i = 1$. Различают 6 типов запросов:

- =1 – фоновые сообщения;
- =3 – посылка сообщений с интенсивностью λ (без возврата результатов);
- =5 – заказ на удаленный счет;
- =2 – локальный диалог;
- =4 – короткий диалог (обмен по 1 сообщению);
- =6 – постоянная длительная работа.

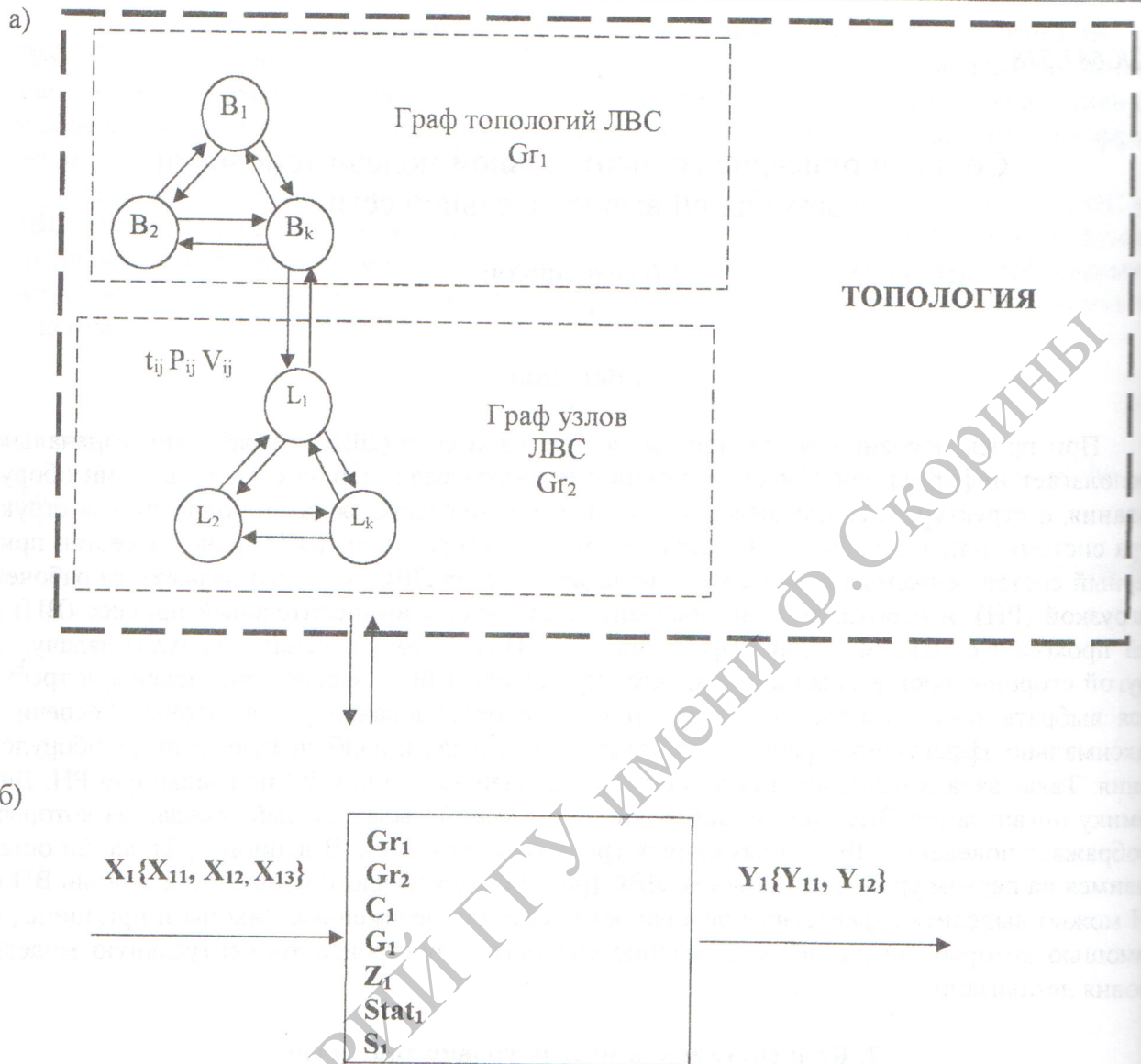


Рис. 1 Состав концептуальной модели топологии ЛВС.

а) уровни декомпозиции модели ЛВС; б) концептуальная модель топологии ЛВС.

Таким образом, мы определили вектор варьируемых параметров модели $X_{11}(q_i, \lambda_{|H_b|})$, или вектор РН.

Помимо количества узлов в топологии kl , для определения маршрута запроса от узла отправителя к узлу получателю необходимо каждому узлу присвоить идентификатор l , соответствующий его номеру в топологии. Для канала, соединяющего узлы g и s , задается его пропускная способность q_{gs} , длина dl_{gs} и стоимость c_{gs} . В качестве управляемых параметров РН выступают время обдумывания для ответа на k -й запрос ($\tau_{обд}$), время обработки k -го запроса ($\tau_{обр}$), время ожидания ответа на k -й запрос ($\tau_{ож}$), время прохождения транзитного запроса i -го типа ($\tau_{трн}$). Они формируют вектор управляемых параметров РН X_{12} . Каждый узел в топологии обладает следующим набором параметров, определенным как управляемые параметры ВП X_{13} и позволяющим впоследствии оценить его производительность: скорость работы ЦП ($v_{цп}$), скорость обмена с внешней памятью ($v_{внп}$), объем внешней памяти ($V_{внп}$). Также будем различать объем транзитного запроса ($V_{трз}$) и объем транзитного ответа ($V_{трог}$). Тем самым мы определили векторы управляемых параметров модели X_{12} и X_{13} .

Важнейшей характеристикой вычислительной сети является надежность – способность правильно функционировать в течение продолжительного периода времени. Поэтому необходимо определить надежность характеристики модели Z_1 : вероятность отказа узла ($P_{отку}$).

вероятность отказа КС ($P_{отккс}$), вероятность восстановления узла ($P_{всту}$), вероятность восстановления КС ($P_{всткс}$), время восстановления узла ($\tau_{всту}$) и время восстановления КС ($\tau_{всткс}$). В модели предлагается ввести следующие ограничения (G_1):

$C < C_{\max}$ – ограничение на стоимость;

$f_i < Q_i$ – ограничение на пропускную способность;

$T < T_{\max}$ – ограничение на задержку сообщений.

В ходе моделирования будут собираться статистики St_i : общее время работы i -ой заявки на ЦП узлов ($\Sigma \tau_{цп i}$), общее время прохождения i -ой заявки по топологии ($\Sigma \tau_{пг k}$), средняя длина очереди к узлам ($l_{оч y}$), среднее время ожидания заявки в очередях узлов ($t_{оч y}$).

В каждый конкретный момент времени модель топологии может находиться в одном из состояний s_m , совокупность которых образует множество состояний S_1 топологии. Состояния определяются в зависимости от того, находится ли запрос на своем узле, переходит на соседний узел или проходит через несколько узлов к месту назначения.

В процессе моделирования на выходе модели будут получены следующие отклики: коэффициент занятости ЦП l -го узла запросами i -го типа ($\eta_{цп}$), коэффициент занятости ВПП l -го узла запросами i -го типа ($\eta_{впп}$), коэффициент занятости l -го узла транзитами ($\eta_{тр}$), время жизни запроса в топологии ($T_{жi}$), длина очереди к l -му узлу ($l_{оч}$), время нахождения в очереди к l -му узлу ($t_{оч}$), а также количество промежуточных узлов на пути запроса от узла источника до узла назначения (KN). Здесь также будем различать отклики РН Y_{11} ($T_{жi}$, $l_{оч}$, $t_{оч}$, KN) и отклики ВП Y_{12} ($\eta_{цп}$, $\eta_{впп}$, $\eta_{тр}$), которые в свою очередь формируют вектор откликов Y_1 .

В качестве целевой функции моделирования уровня топологии можно выбрать следующие зависимости: зависимость среднего времени выполнения i -го запроса $T_{жi}$ от значений управляемых параметров при фиксированных значениях задаваемых параметров модели, зависимость коэффициента загрузки l -го узла топологии η_l от значений управляемых параметров при фиксированных значениях задаваемых параметров модели. Необходимо достичь максимальной загрузки оборудования при минимальном времени выполнения запросов.

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать прямую задачу для данного уровня моделирования: необходимо выбрать такой состав оборудования X_{12} и топологию H_b при неизменной рабочей нагрузке X_{11} и заданных ограничениях G_1 , чтобы время работы пользователей, задержки в передаче информации и стоимость сети были минимальными, коэффициент загрузки оборудования топологии был максимальным.

Задача адаптации ВП под РН будет звучать следующим образом: пусть существует достаточно устойчивый состав выполняемых запросов (внешняя нагрузка X_{11}) и требуется выбрать такой состав оборудования X_{12} , чтобы время обслуживания запросов было минимальным, а коэффициент загрузки оборудования был максимальным.

Abstract

The author considers the structure and gives a description of the conceptual model of topology of a local area network.

Литература

1. И.В.Максимей, Имитационное моделирование на ЭВМ, М.: Радио и связь, 1988, С. 52–60
2. В.К.Морозов, А.В.Долганов, Основы теории информационных сетей, М.: Высшая школа, 1987, С. 42–50, 211–216.

Поступило 20.05.2002