

УДК 004.77

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В КОМБИНИРОВАННОЙ СЕТИ

Нюнькина Ю.П., Скатков А.В.

Севастопольский национальный технический университет

Рассмотрим задачу построения системы поддержки принятия решения (СППР), которая бы облегчала для ЛПР (лица, принимающего решение) задачу контроля качества обслуживания в комбинированной сети, состоящей из проводного и беспроводного сегментов (структура сети приведена на рис. 1). Одной из функций СППР является генерация прогнозов поведения сети на некотором временном промежутке [1]. Учет прогнозов позволил бы ЛПР обоснованно и своевременно принимать решения о необходимых коррективах в сети, уменьшать риски при предоставлении услуг доступа мобильных узлов к ресурсам фиксированной сети.

Возможный подход к построению прогнозирования ситуации во времени – использование для сети имитационной модели, которая бы позволила на основании текущей статистики потребления трафика мобильными узлами построить предполагаемые зависимости и динамику изменений в системе.

Однако количество параметров системы достаточно велико, и для построения прогнозов должен быть выработан план прогонов имитационной модели, который бы позволил эффективно получать оценки контролируемых выходных параметров при минимальном наборе используемых имитационных моделей.

Представим план эксперимента в виде зависимости вектора отклика Y от вектора X входных параметров (факторов эксперимента) и вектора возмущающих воздействий W : $Y = (X, W)$.

Выходными параметрами, или откликами системы, являются параметры качества обслуживания для каждого из N^{tr} классов трафика:

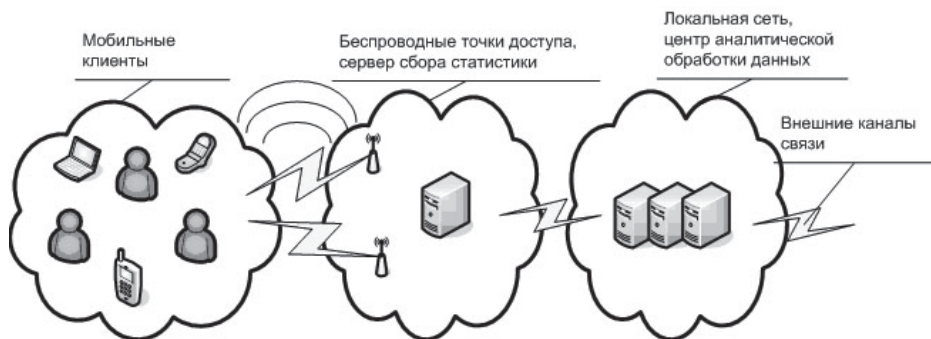


Рисунок 1 – Структура сети

- средняя скорость передачи пакета (Y_1);
- значение задержки передачи пакета (Y_2);
- вероятность потери пакета (Y_3);
- джиттер (отклонение от среднего значения) скорости передачи данных (Y_4).

Входные параметры (факторы эксперимента) могут быть разбиты на две группы: группу технических параметров сети (X^{tech}) и группу параметров, характеризующую трафик в системе (X^{tr}), при этом $X = X^{\text{tech}} \cup X^{\text{tr}}$, то есть компоненты вектора X представляют собой суперпозицию компонент векторов X^{tech} и X^{tr} . Выбранные параметры представляют собой набор характеристик системы на различных уровнях модели OSI.

Группа технических параметров:

- количество беспроводных точек доступа, для которых настроен роуминг в беспроводной сети (X^{tech}_1);
- суммарная пропускная способность внешних каналов (X^{tech}_2);
- максимальный объем буфера для хранения очереди на стыке беспроводного и проводного сегментов (X^{tech}_3);
- дисциплина планирования и отбрасывания пакетов (FIFO, SFQ, DRR, RED, CBQ, WFQ [2]) (X^{tech}_4);

Группа параметров беспроводного сегмента и характеристик

трафика:

- количество мобильных узлов (X^{tr}_1);
- объем передаваемых данных для каждого класса трафика ($X^{tr}_{21}, \dots, X^{tr}_{2N}$);
- используемая модель мобильности (X^{tr}_3);
- используемая модель структуры трафика, в т.ч. зависимость от времени (модель пуассоновского трафика, мультимедийного трафика, http-трафика, и т.д) (X^{tr}_4);
- протокол ad hoc маршрутизации в беспроводном сегменте сети [3] (X^{tr}_5);

Уровни факторов определяются следующим образом:

- Для X^{tech}_1 может быть выделено два уровня: {количество основных точек доступа, задействованных для предоставления услуг} и {количество основных точек доступа + количество резервных точек доступа}.
- Для X^{tech}_2 уровни определяются следующим образом: количество уровней равно сумме количеств основных и резервных каналов, а значение каждого уровня определяется суммой пропускных способностей задействованных в данный момент основных и резервных каналов.
- Для X^{tech}_3 уровни определяются спецификацией используемого оборудования. В простейшем случае могут быть выделены два уровня: {0} и {максимальное значение для используемого оборудования}.
- Для X^{tech}_3 используется шесть уровней факторов, имеющих качественный, а не количественный смысл, соответствующих каждой из возможных указанных выше дисциплин обслуживания. Уровням факторов нумеруются в произвольном порядке от одного до шести для придания им численных значений.
- Для X^{tr}_1 уровни факторов могут быть выделены с учетом предполагаемого максимума мобильных узлов в сети. Тогда используются три уровня фактора со значениями,

- соответственно {максимальное число узлов – Δ }, {максимальное число узлов}, {максимальное число узлов + Δ }; где Δ – некоторое отклонение от максимума.
- Как и в случае с X_{1}^{tr} , для $X_{21}^{tr}, \dots, X_{2N}^{tr}$ уровни факторов могут быть заданы как предполагаемый максимум, и отклонения от него в большую и меньшую стороны – по три уровня для каждого из N^{tr} факторов.
 - Для X_{3}^{tr} в простом случае могут быть выбраны два уровня фактора: {простая модель мобильности, без учета группового поведения узлов и картографических особенностей местности} и {реалистичная модель мобильности, учитывающая динамику изменения поведения узлов и ограничения в их передвижении}.
 - Для X_{3}^{tr} количество уровней факторов определяется количеством типов трафика N^{tr} и их комбинациями. В каждом из случаев используется та или иная модель трафика.

В качестве возмущающих воздействий W в системе должны быть учтены возможные поломки отдельных элементов системы (точек доступа, каналов связи). Тогда вектор W имеет размерность, равную сумме имеющихся в наличии технических средств, и соответствующий i -й компонент вектора принимает значение, равное единице в случае выхода из строя i -го технического средства.

С учетом выделенных управляющих (входных) факторов и их уровней, становится ясно, что реализация полного факторного эксперимента является ресурсоемкой задачей и потребует значительного времени на реализацию. В таком случае для получения прогнозов в СППР по контролю качества системы эксперимент может быть сведен к комбинации нескольких дробных факторных экспериментов. Для одного из таких экспериментов параметры X^{tr} считаются постоянными, а уровни факторов X^{tech} комбинируются для получения плана имитационного эксперимента. В другом случае фиксируются технические параметры системы

X^{tech} и варьируются уровни факторов, относящихся к параметрам трафика и беспроводного сегмента сети.

Предложенная декомпозиция управляющих факторов для имитационных экспериментов позволяет ЛПР получать прогнозы динамики комбинированной сети достаточной правдоподобности при относительно небольших затратах вычислительных ресурсов по сравнению с полным факторным экспериментом.

Литература

- [1] Massam P. Managing service level quality across wireless and fixed network / Peter Massam. – John Willey & Sons, 2003. – 160 с.
- [2] Вегешна Ш. Качество обслуживания в сетях IP / Шринвас Вегешна. – Издательский дом «Вильямс», 2001. – 368 с.
- [3] Sarkar K. Ad hoc mobile wireless networks: principles, protocols and applications / Subir Kumar Sarkar, T.G. Basavaraju, C. Puttamadappa. – Auerbach Publications, 2008. – 334 с.