

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЫЗОВОВ И УПРАВЛЕНИЯ ИМИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЯХ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Бидный Ю.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. сетей связи, тел. (057) 702-14-29,
E-mail: tkvt_mz@kture.kharkov.ua

The given work is connected with research in the field of probabilistic models for service call processes and its management in information next generation networks. For their in this report are used probabilistic models such as control Markov's circuit in discrete time observation and semiMarkov's processes in continuous time observation. It is considered realization this models for the basic call management processes in intelligent network.

При внедрении услуг информационных сетей следующего поколения (NGN) в Украине актуальной проблемой является разработка систем управления вызовами, примером которых является программный коммутатор (Softswitch). Для этого необходим выбор адекватных моделей их объектов управления, которые оказывают существенное влияние на стратегии, структуры и параметры систем управления. Решение этих задач исследований усложняется ввиду таких неотъемлемых свойств процессов обслуживания вызовов в NGN, как их распределенный характер и сложные алгоритмы взаимодействия между ними. Модели таких объектов управления должны представлять собой комплекс взаимодействующих компонентов со сложными и случайными причинно-временными связями. Все эти особенности вызывают необходимость применения вероятностных моделей процессов обслуживания вызовов и управления ими в NGN.

В качестве класса таких конструктивных моделей в докладе рассматриваются управляемые марковские процессы (УМП) $\xi(t)$ с конечным числом состояний (фаз обслуживания вызовов), переход между которыми осуществляется под воздействием управлений. Обозначим состояния УМП через x_1, x_2, \dots , их множество - через X , траектории - через $x(t)$, а пространство этих траекторий - через χ . Когда необходимо особо подчеркнуть, что траектория рассматривается на интервале времени $[s, t)$, будем использовать обозначение $x_s^t = \{x(\tau), s \leq \tau < t\}$. На вероятностные характеристики УМП $\xi(t)$ влияют управления $u(t)$ из некоторого множества U . Если управления в разных состояниях различны, то через U_x обозначим множество управлений в состоянии x . Тогда $U = \bigcup_{x \in X} U_x$. Управление $u(t)$ может быть рандомизированным, когда в момент времени t оно принимается на основании наблюдений за траекторией до этого момента времени и не зависит от будущего течения процесса: $u(t) = u[t, x^t] \equiv u[t, x(\tau); 0 \leq \tau < t]$, где $u[t, x^t]$ - вообще говоря, случайный функционал над пространством траекторий χ процесса $\xi(\tau)$ на участке $[0, t)$. Семейство управлений во времени образует стратегию $\delta = \{u[t, x^t], 0 \leq t < \infty\}$. Поэтому поведение УМП характеризуется парой (ξ, δ) .

Пусть наблюдения над объектом управления производятся в дискретные детерминированные моменты времени $t_n = n \cdot \Delta t$ ($n = 0, 1, 2, \dots$). Множество наблюдаемых состояний X состоит из конечного или счетного числа точек $\{x_1, x_2, \dots\}$, а управления u принимают конечное число значений. Пространство допустимых стратегий Δ состоит из множества различных последовательностей

$$\delta = \{u(0, x(0)), u(1, x(0), u(0), x(1)), \dots\}.$$

Наряду с пространством всех допустимых стратегий Δ будем рассматривать пространство Δ' марковских стратегий $\delta \in \Delta'$: $\delta = \{u(0, x(0)), u(1, x(1)), \dots\}$ и пространство \mathcal{D} однородных марковских стратегий $\delta \in \mathcal{D}$: $\delta = \{u(x), x \in X\}$.

Предположим, что наблюдения над состояниями системы удовлетворяют условию

$$P\{\xi(t+1)=x_j / \xi^t = x^t, \delta^t = u^t\} = P\{\xi(t+1)=x_j / \xi(t)=x_i, u(t)=u\} = p_{x_i x_j}(u).$$

Тогда УМП представляет собой управляемую марковскую цепь (УМЦ), определяемую вероятностями переходов $p_{x_i x_j}(u)$.

Более широкий класс объектов управления описывается полумарковскими процессами. Одно из возможных определений полумарковского процесса $\xi(t)$ состоит в следующем. Пусть процесс может находиться в одном из состояний конечного или счетного множества $X = \{x_1, x_2, \dots\}$, причем переходы из состояния x_i в состояние x_j происходят с вероятностями $p_{x_i x_j}$ независимо от предыдущей истории, а время пребывания в состоянии x_i до перехода в состояние x_j является случайной величиной $T_{x_i x_j}$ с заданной функцией распределения $F_{x_i x_j}(t) = P\{T_{x_i x_j} \leq t\}$. Такой процесс $\xi(t)$, который в момент времени t находится в состоянии x , является управляемым полумарковским процессом (УПМП).

Обозначим через $N(t)$ число изменений состояний УПМП за время t ; S_n - момент n -го изменения состояния УПМП, так, что $S_0 = 0$, $S_1 = \tau_{x_0 x_1}, \dots, S_n = \sum_{i=1}^n \tau_{x_{i-1}, x_i}, \dots$. $x_i = x(S_i - 0)$ состояние УПМП непосредственно перед моментом i -го изменения.

Пусть теперь имеется управляющий параметр, принимающий значения u из некоторого конечного множества U , так что вероятностные характеристики УПМП зависят от значения управления. Семейство управлений во времени определяет стратегию

$$\delta = \{u[t, x^t] | 0 \leq t < \infty\}.$$

Однородной марковской стратегией, как и ранее, называется стратегия, при которой управления в каждый момент времени зависят лишь от состояния процесса в этот момент времени $u[t, x^t] = u(x(t))$.

Если ограничиться лишь однородными марковскими стратегиями, то УПМП описываются наборами:

$p_{x_i x_j}(u)$ ($x_i, x_j \in X, u \in U$) – вероятностей переходов;

$F_{x_i x_j}(t; u)$ ($x_i, x_j \in X, u \in U$) – функций распределения вероятностей длительностей переходов.

В качестве примера практической реализации представленных научных результатов приводится описание УМП в виде вероятностного - временного графа для менеджера базового процесса обслуживания вызовов (ВСМ) при предоставлении набора услуг CS-1 интеллектуальной сети (IN). ВСМ является абстрактным представлением той части Softswitch, в которой реализованы функции управления вызовами (CCF) и функции коммутации услуг (SSF). Кроме того, в ВСМ реализована модель состояний базового процесса обслуживания вызовов (ВКСМ), которая представляет собой модель действий CCF, необходимых для установления и поддержания связи между пользователями. Она идентифицирует действия, относящиеся к базовому процессу обслуживания вызова, и показывает, как эти действия объединяются. Для построения модели соответствующего ей УМП предлагается использовать машины конечных состояний и диаграммы на языке спецификаций и описаний (SDL) в соответствии с Рекомендацией ITU-T Q.1214.

Приведенные в докладе новые научные и практические результаты позволят определить вероятность своевременного обслуживания вызова и среднее время его обслуживания, а также оптимизировать стратегии управления для Softswitch IN как неотъемлемой части NGN.

