

К.С. ТКАЧЕНКО

**Расчет вероятностно-узловых
характеристик эмерджентности
узлов ЛВС по аппроксимационному
подходу**

УДК 004.7

ФГАОУ ВО
«Севастопольский
государственный
университет»

Предложен подход по количественной оценке величины эмерджентности узла локальной вычислительной сети, основанный на приближениях масштабированных откликов аналитических моделей.

1 Введение

Современные программно-аппаратные системы во многих случаях не будут работать без локальных вычислительных сетей (ЛВС) и их отдельных узлов. Но даже в рамках одной партии или номенклатурного ряда надежность узловых характеристики их не являются идентичными. В частности, вариативные параметры имеют системные свойства, такие как функционирование в условиях перегрузки. В процессе отказывающей работы под воздействием вредоносных потоков событий, узлы могут при определенных обстоятельствах перейти в нормальный режим. Процесс самовосстановления в большинстве случаев взаимосвязан с нестационарными изменениями модельных характеристик, таких как среднее число заявок в системе и очереди. Поэтому надо рассмотреть модельные аспекты изменения узловых характеристик ЛВС, учитывая их стохастический характер.

При этом имеет смысл оценивать ситуацию в целом, для чего подходит системный синергетический эффект. Его можно измерять разными способами, но эффективного подхода не существует в силу высокой сложности универсальных эмерджентных процессов.

На его основе становится возможным построения описания информационных узловых процессов и систем поддержки принятия решений (СППР) на их основе.

Целью настоящей статьи является применение аппарата теории массового обслуживания для построения модели узла с нестационарными входными характеристиками и информационной технологии оценки степени эмерджентности.

2 Обзор существующих исследований

Авторы [1] утверждают, что синергизм и эмерджентность – различные понятия, которые, тем не менее, во многих случаях взаимозаменяемы. Когда речь идет о внешних факторах, лучше употреблять термин «эмерджентность».

В кластерных информационных структурах [2] характерны тенденции по самоорганизации с учетом ограничений на угрозы. Приростные характеристики стимулируются мультипликативным эффектом.

В телекоммуникационных сетях нужны измерения с использованием тензорного анализа [3]. Для учета взаимовлияния сетевых протоколов нужно оценивать кривизну пространства.

Наконец, опубликованы методы по классификации узлового трафика при нестационарной входной нагрузке [4] и предложен аналитический подход к управлению вычислительной мощностью [5]. С их помощью можно получить системные оценки трехместных гипотез о трафике.

Ясно, что необходимы легковесные в плане программной реализации способы оценки эмерджентности. В настоящей работе предлагается в качестве количественной меры этой оценки использовать приближения масштабированных системных характеристик качества функционирования узла в качестве таковых.

3 Подход на основе систем массового обслуживания

Предположим, что узловой трафик может находиться в трех состояниях $A = \{\text{ненагруженный узел}\}$, $B = \{\text{нагруженный узел}\}$, $C = \{\text{перегруженный узел}\}$. Вероятности гипотез, соответственно, $P(A)$, $P(B)$, $P(C)$. Для оценки степени загруженности узла можно применить параметрическую оценку загрузки и других

характеристик-откликов системы массового обслуживания (СМО) как модели узла. Всеобъемлющей СМО для рассматриваемой задачи будет $G1/G2/K/N$, где $G1$ и $G2$ – законы дисциплин поступления заявок в СМО и их обработки соответственно, K и N – число обрабатывающих вычислительных процессоров и максимальная емкость буфера на узле. С достаточной для практических целей степенью точности можно применить $M/G/1$, поскольку для нее широко известны аналитические приближения.

Из всех откликов для конечного пользователя СППР в определенных случаях полезной является значение величины среднего числа заявок в системе, расчет и оценка которой может проводиться в том числе и по формуле Поллячека-Хинчина. Поскольку описание информационного состояния узла и строящейся на ее основе СППР предназначается и для решения оптимизационных задач, можно зафиксировать некоторую точку загрузки и, отталкиваясь от нее, выполнять построение ряда Тейлора, но не от исходной формулы Поллячека-Хинчина, а от функции ее натурального логарифма. Это вызвано единообразным поведением при поиске экстремумов при ограничениях на интервал изменения аргумента. При числе членов ряда, равном трем, вычислительные эксперименты подтверждают адекватность приближения к исходной функции.

Поэтому можно в качестве величины степени эмерджентности использовать полином вида:

$$\xi_{\rho}(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 \quad (1)$$

В формуле (1) ρ – предполагаемая фиксированная загрузка узла, $x = \lambda^2 D_t$ – варьируемая переменная, λ – интенсивность входного потока задач, D_t – дисперсия среднего времени их обработки. a_0 , a_1 , a_2 – коэффициенты, полученные в результате разложения в ряд Тейлора и отбрасывания не особо влияющих на результат слагаемых.

Поскольку $\xi_{\rho}(x)$ демонстрирует рост мультипликативного эффекта (в частности, дрейф узловых характеристик за счет изменений параметров нестационарного входного потока), то ее можно применять как показатель эмерджентности.

Непосредственно расчет величин $\xi_p(x)$ в контуре СППР реализуется блоком аналитических оценок.

Заключение

Полученный результат позволит дополнить и расширить существующие библиотеки оценки свойств узлов сетей и сред в силу высокой простоты программной реализации методов.

Литература

1. Муратов А.С. Синергизм и эмерджентность: генезис их гармонизации в экономике и управлении / А.С.Муратов, И.П.Поварич // Вестник КемГУ. 2012. №1. С.271–275.
2. Линев И.В. Эмерджентность и мультипликативный эффект в кластере / И.В.Линев // Вестник ВГУИТ. 2016. №2 (68). С.378–383.
3. Горев П.Г. Определение связности в путевом пространстве состояний телекоммуникационной сети / П.Г.Горев, А.С.Назаров, И.И.Пасечников // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2012. №5. С.1360–1363.
4. Ткаченко К.С. Статистическое оценивание вероятностей гипотез о состоянии узлового трафика в задачах мониторинга / К.С. Ткаченко, А.А. Скидан // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ИПТС. – 2017. – Вып. 7 (27). – С.57–65.
5. Скатков А.В. Функционально-ориентированная узловая аппроксимация задачи мониторинга распределенных сред / А.В. Скатков, К.С. Ткаченко и др. // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ИПТС. – 2016. – Вып. 4 (24). – С.42–48.

ТКАЧЕНКО К.С.

KSTKACHENKO@SEVSU.RU