

Метод оценки качества информационных систем

Стригалева Л. С.

Кафедра информационных технологий автоматизированных систем, ФИТУ
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь
orion@bsuir.by

Аннотация — Предлагается метод оперативной оценки качества функционирования информационной системы; приводится пример иллюстрирующий достоинства названного метода.

Ключевые слова: методы; система; характеристики; оценка; критерии; информация.

Динамика развития огромного разнообразия современных информационных систем и технологий, пронизывающих практически все сферы и виды человеческой деятельности, усугубляет всевозрастающий разрыв между практикой и теорией в ИТ-сфере [1]. В наибольшей степени «обездоленными» являются аспекты безопасности и оценки качества функционирования ИТ-систем.

Такое положение дел не только повышает риск техногенных катастроф, но подчас приводит и к маркетинговым играм [2]. Стандарты в области компьютерной безопасности, стандарты ISO серии 9000 и интегрированной модели уровней зрелости СМММ (Capability Maturity Model Integration) отображают вопросы методологии, менеджмента, включая управление и контроль рисков, но не содержат необходимые критерии оценки качества функционирования информационных систем, что обусловлено объективными трудностями описания сложных систем [3].

Очевидно, что необходим пересмотр традиционной парадигмы оценки качества ИТ-систем. Выходом из создавшейся ситуации является разработка методов и средств адекватной оперативной оценки состояния ИТ-системы, предоставляемой оператору или лицу, принимающему решение. Образно говоря, необходима разработка методов «компьютерной томографии» ИТ-системы. Чтобы уйти от медицинской терминологии назовем эти методы компьютерной информографией. Представляется, что именно в рамках таких методов должны строиться частные и обобщенные критерии ИТ-систем включая их предельные характеристики.

Одним из путей построения информограмм, является использование информационной меры Кульбака, которая представляет собой математическое ожидание логарифма отношения правдоподобия. На перспективность использования этой меры академик А.Н. Колмогоров указывал еще в 1967 году., но, к сожалению, она так и не нашла должного применения.

Ниже на простом примере иллюстрируется применение меры Кульбака для описания гипотетической системы, условно называемой P2, которая осуществляет обнаружение объектов в зоне ответственности 50 км на 50 км. Система P2 сканирует эту зону и по величине сигнала z в каждой ее точке \bar{x} принимает решение о наличии или отсутствии объекта.

Обозначим через $f_0(z, \bar{x})$ плотность распределения вероятностей сигнала z в точке \bar{x} при условии, что объекта в этой точке нет (т.е. имеет место только шум; гипотеза H_0), а через $f_1(z, \bar{x})$ — плотность распределения вероятностей сигнала z в точке \bar{x} при условии, что объект в этой точке присутствует (имеет место сигнал+ шум; гипотеза H_1).

Пусть условные плотности распределения вероятностей $f_0(z, \bar{x})$ и $f_1(z, \bar{x})$ в зоне ответственности имеют вид:

$$f_0(z, \bar{x}) = e^{-z}; \quad (1)$$

$$f_1(z, \bar{x}) = (1/(1+g(\bar{x}))) \exp(-(1/1+g(\bar{x}))), \quad (2)$$

где $g(\bar{x})$ — отношение сигнал-шум в точке \bar{x} , зависящее от ее расстояния до центра зоны ответственности.

Количество информации по Кульбаку I_{10}^* (различающая информация в пользу гипотезы H_1 против гипотезы H_0) определяется по формуле

$$I_{10}^*(\bar{x}) = \int_0^{\infty} f_1(z, \bar{x}) \ln \left(\frac{f_1(z, \bar{x})}{f_0(z, \bar{x})} \right) dz. \quad (3)$$

Подставляя (1) и (2) в (3) имеем

$$I_{10}^*(\bar{x}) = g(\bar{x}) - \ln(1+g(\bar{x})). \quad (4)$$

Количество различающей информации $I_{10}^*(\bar{x})$ является предельной (потенциальной) величиной в точке \bar{x} . Поверхность, образуемая величиной $I_{10}^*(\bar{x})$ в зоне ответственности (плоскости 50 км на 50 км), приведена на рис. 1.

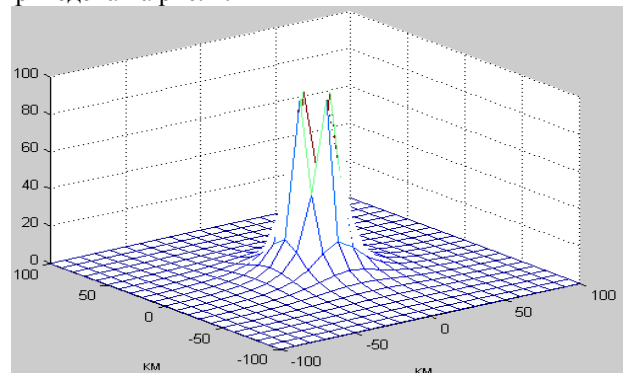


Рис. 1. Поверхность $I_{10}^*(\bar{x})$ в зоне ответственности.

Система P2 должна по каждой точке зоны ответственности принимать решение об отсутствии или наличии объекта в данной точке. Принимаемые решения связаны с двумя видами ошибок: ложное

обнаружение $P_{E\dot{o}} = \beta$ и пропуск объекта $P_{I\dot{D}} = 1 - \rho$, где ρ – правильное обнаружение объекта.

С использованием (1) и (2) для условных вероятностей ρ и β имеем:

$$\rho = a^{\frac{c}{1+g(\bar{x})}}; \quad \beta = e^{-c}, \quad (5)$$

где c – порог обнаружения.

Количество различающей информации на выходе обнаружителя $I_{1.0}(x)$ определяется по формуле

$$I_{1.0}(\bar{x}) = \rho(\bar{x}) \ln \frac{\rho(\bar{x})}{\beta(\bar{x})} + (1 - \rho(\bar{x})) \ln \frac{1 - \rho(\bar{x})}{1 - \beta(\bar{x})}. \quad (6)$$

Подставляя выражения (5) в (6) получим

$$I_{1.0}(\bar{x}) = e^{-\frac{c}{1+g(\bar{x})}} \ln \frac{e^{-\frac{c}{1+g(\bar{x})}}}{e^{-c}} + (1 - e^{-\frac{c}{1+g(\bar{x})}}) \ln \frac{1 - e^{-\frac{c}{1+g(\bar{x})}}}{1 - e^{-c}}. \quad (7)$$

Поверхность, образуемая величиной $I_{1.0}(\bar{x})$ по формуле (7) при $c=10$, приведена на рис. 2

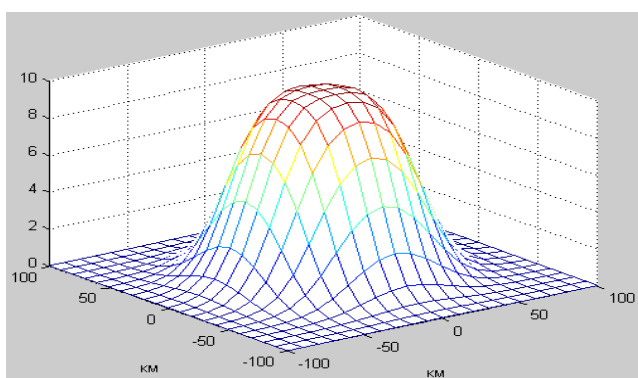


Рис. 2. Поверхность $I_{1.0}(x)$ при $c=10$.

Как известно, принятие решения связано с потерей информации. Введем информационный КПД в виде следующего отношения

$$K_I(\bar{x}) = \frac{I_{1.0}(\bar{x})}{I_{1.0}^*(\bar{x})}. \quad (8)$$

Поверхность K_I в зоне ответственности системы P2 приведена на рис. 3.

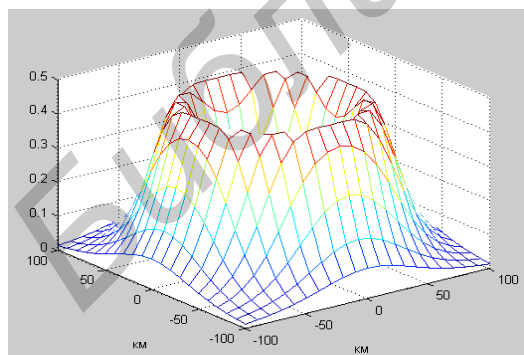


Рис. 3. Поверхность $K_I(\bar{x})$ при величине порога $c=10$.

Как следует из рис. 3 значение информационного КПД K_I не превышает 40%; при этом K_I «завален» в центре зоны ответственности («жерло вулкана»), что свидетельствует о низком (не оптимальном) значении порога обнаружения в этой области. Не трудно

заметить, что максимальное значение K_I на рис. 3 соответствует $\max I_{1.0}(\bar{x})$, т.е. максимуму по критерию максимума различающей информации.

И здесь возникает очень важный вопрос: насколько критерию $\max I_{1.0}(\bar{x})$ можно доверять? Нетрудно показать, что критерий $\max I_{1.0}(\bar{x})$ при $\beta = const$ эквивалентен классическому критерию Неймана-Пирсона. Более того объемы величины $I_{1.0}^*(\bar{x})$, $I_{1.0}(\bar{x})$ и $K_I(\bar{x})$ допускают простую интерпретацию. Если $I_{1.0}^*(\bar{x})$ образно уподобить весу мяса для шашлыка, то $I_{1.0}(\bar{x})$ – вес мяса в готовом шашлыке, в то время как величина $1 - K_I(\bar{x})$ характеризует потери мяса при его обработке.

Обладают достаточно хорошей интерпретацией и величины объемов фигур на рис. 1-3 (обозначим их соответственно $Q_{1.0}^*, Q_{1.0}, Q_{K_I}$). Величина $Q_{1.0}^*$ характеризует объем предельной (потенциальной) различающей информации, определяемый техническими характеристиками гипотетической системы P2; значения же величин $Q_{1.0}, Q_{K_I}$ характеризует интегральные оперативно-тактические характеристики системы P2. На основе величин $Q_{1.0}, Q_{1.0}, Q_{K_I}$ можно ввести и дополнительные характеристики, отображающие качество функционирования системы P2. Однако такие характеристики представляют в основном интерес на стадии проектирования системы.

Заметим, что рассматриваемые характеристики ни как не зависят от априорных распределений обнаруживаемых объектов. Во-первых, критерий $\max I_{1.0}(x)$ можно модифицировать, введя, например, критерий наблюдателя-прагматика; а во-вторых, используя априорные данные в конфликтной обстановке мы подвергаемся риску, в то время как отказ от их использования позволяет строить робастные алгоритмы, учитывающие состояние окружающей среды.

Для оператора интерес представляют фигуры на рис.2 и рис.3, которые позволяют не только визуально оценивать состояние технологического процесса в зоне ответственности (видеть реальную обстановку с учетом помеховых воздействий), но и оперативно на него воздействовать. Можно довольно легко представить реальную ситуацию, с которой машина в реальном времени не справится; вот здесь то, оператору и нужна компьютерная инфограмма объекта.

- [1] Стригалева Л.С. Структурно-информационные аспекты безопасности сложных систем. //Технические средства защиты информации: Материалы X Белорусско-российской научно-технической конференции, 29-30 мая 2012 г. – Минск.
- [2] Стригалева Л.С. Критерии оценки качества средств защиты информации. //Технические средства защиты информации: Материалы X Белорусско-российской научно-технической конференции, 29-30 мая 2012 г. – Минск
- [3] Стригалева Л.С. Экономико-энергетический аспект информационных технологий. // Экономическое развитие общества: инновации, информатизация, системный подход: :Материалы Междунар. научно-экономической конференции, 22-23 апреля.2008 г. - Минск: «ПАРАДОКС» ,2008 - С.257-260.