

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

УДК 519.2; 53.082.4519.21; 551.596

DOI: 10.17223/00213411/64/6/145

В.А. СИМАХИН¹, Л.Г. ШАМАНАЕВА^{2,3}, А.В. МАЕР¹

РОБАСТНЫЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

Рассмотрен метод построения состоятельных и эффективных алгоритмов робастных параметрических датчиков случайных величин для задач статистического моделирования и бутстреп-процедур. Проведено исследование состоятельности и эффективности стандартных и робастных датчиков в условиях асимметричных и симметричных выбросов. На примерах показано, что в условиях неоднородных выборок стандартные параметрические датчики случайных величин не состоятельны, их использование может существенно и непредсказуемо исказить результаты моделирования и процедур принятия решений. Показано, что при наличии выбросов робастные датчики по эффективности могут значительно превосходить стандартные параметрические датчики случайных величин, особенно в ситуациях с асимметричными выбросами.

Ключевые слова: статистическое моделирование, бутстреп, робастный датчик случайных величин.

Введение

С появлением высокопроизводительных и доступных средств вычислительной техники появилась возможность моделирования методами Монте-Карло сложных систем и решения задач, недоступных для аналитического рассмотрения [1–7]. В них важнейшим элементом математической модели системы являются программы-генераторы (датчики) псевдослучайных чисел (процессов) [1]. В настоящее время любая программная среда, претендующая на роль популярной, обязательно содержит развитое программное обеспечение датчиков (ПОД) случайных чисел. В системе ПОД широко представлены параметрические датчики при условии, что вид распределения $F(x, \theta)$ случайной величины X известен с точностью до параметра θ . Если θ неизвестен, то по выборке $X_N = (x_1, \dots, x_N)$ производится его оценка θ_N и настройка датчика путем подстановки вместо неизвестного θ оценки θ_N . Потребность знать свойства статистических процедур при конечных объемах выборки N с помощью методов Монте-Карло породила бутстреп, основой которого являются параметрические, а при неизвестном распределении – непараметрические датчики случайных величин [4, 5]. При их создании широко применяются параметрические и непараметрические методы математической статистики для нахождения несмещенных, состоятельных и эффективных оценок параметров на основе экспериментальных данных.

В то же время исследователям известна проблема появления в экспериментальных данных аномальных наблюдений (выбросов). Стандартные методы обработки неоднородных выборок могут приводить к значительным смещениям и низкой эффективности оценок параметров. Это существенно искажает результаты процедур принятия решений [6–9]. Многовековой подход, выработанный экспериментаторами, связан с «очисткой» выборки от выбросов, но для его объективного применения требуются непараметрические критерии обнаружения выбросов, при создании которых возникают существенные проблемы [10].

Появление робастной статистики переориентировало задачу цензурирования выборки в задачу синтеза процедур, устойчивых к появлению выбросов [8, 9, 11]. Робастные параметрические и непараметрические датчики незначительно представлены в системе ПОД, хотя практика моделирования реальных задач говорит об обратном. Действительно, пусть наблюдается случайная величина X с распределением $F(x, \theta) = (1 - \varepsilon)G(x, \theta) + \varepsilon H(x)$. Интерес представляет датчик для априорного распределения $G(x, \theta)$ с неизвестным параметром θ на фоне выбросов с неизвестной долей ε и распределением $H(x)$.

Оценка максимального правдоподобия (ОМП) для θ по выборке $X_N = (x_1, \dots, x_N)$ из распределения $G(x, \theta)$ приводит к смещенной и несостоятельной оценке параметра θ для распределения $G(x, \theta)$. В непараметрическом случае эмпирическая функция распределения (ЭФР) $F_N(x)$ явля-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>