Куликов С.В.

Статистическая модель биометрических образов все «Чужие».

Показано, что аппроксимация распределения параметров образов «Чужой» нормальным законом приводит к значительным ошибкам. Дана статистическая модель биометрических образов все «Чужие», собирающая нужный закон распределения значений из 2-х и более нормальных законов. Рассмотрено влияние параметров модели на её точность.

На сегодняшний день описание многих параметров средств высоконадёжной биометрической аутентификации строится на основе гипотезы, что распределение параметров образов все «Чужие» подчиняется нормальному закону [1].

Однако расчёты показывают, что аппроксимация распределения параметров образов все «Чужие» нормальным законом приводит к ошибке 10 - 20%. На рисунке 1 приведены графики найденных аппроксимирующих нормальных распределений и реальных распределений образов все «Чужие» для 2 параметров.

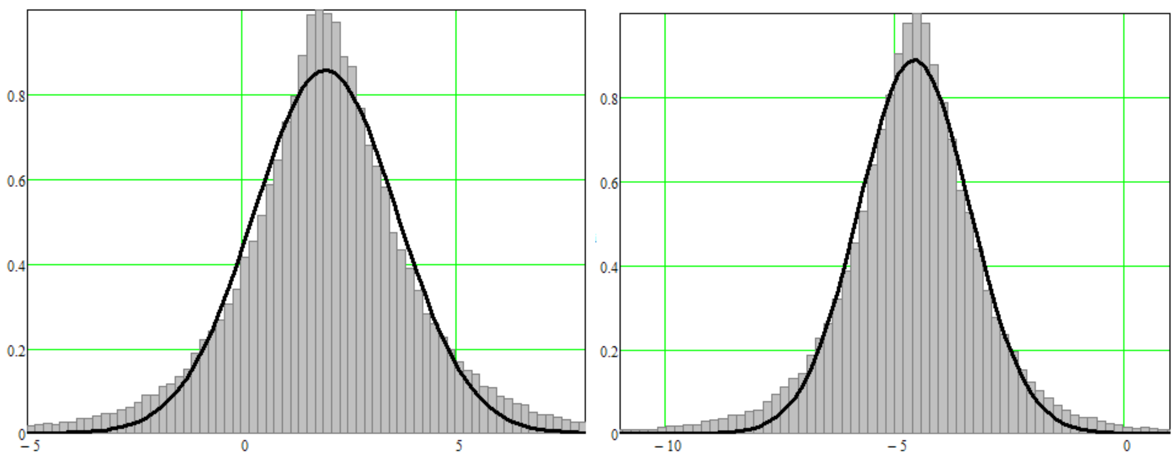

Рисунок 1 – Аппроксимация нормальным законом распределения.

Главная проблема аппроксимации нормальным законом – хвостовые интервалы графиков плотности вероятности – интервалы, большие 3σ. На этих интервалах нормальный закон приводит к ошибке в 300-500%.

Нормальный закон был выбран для моделирования распределения образов все «Чужие», так как нормальное распределение является наиболее распространённым, особенно в области биометрии. Сумма большого числа случайных величин, влияние каждой из которых близко к нулю, имеет распределение, близкое к нормальному.

Однако в реальных условиях оказывается, что не все случайные величины имеют такое незначительное влияние. Некоторые факторы несут определяющее значение, вследствие чего образы все «Чужие» подчиняются разным нормальным распределениям. Для более точного моделирования распределения образов все «Чужие» предлагается использовать статистическую модель, схема которой приведена на рисунке 2.

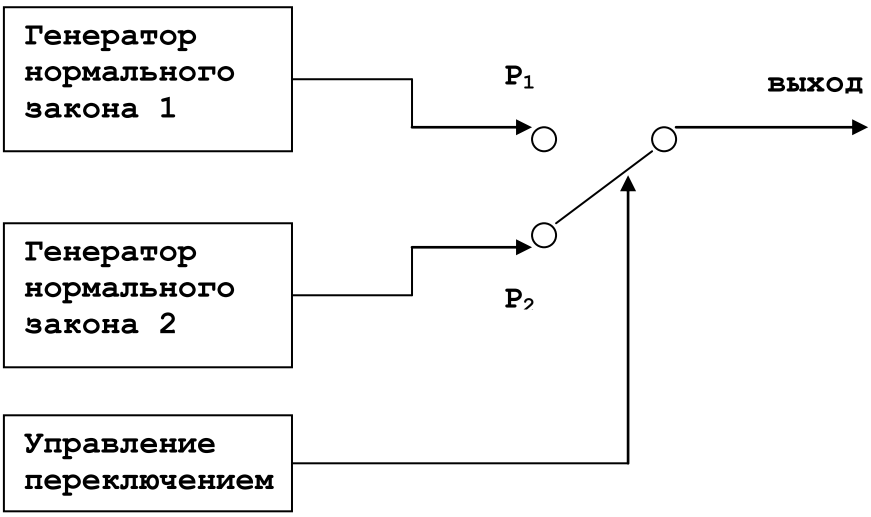

Рисунок 2 – Статистическая модель образов все «Чужие» с бинормальным распределением.

В приведённой выше схеме используются 2 генератора нормального распределения. Управление переключением осуществляется в соответствии с вероятностями p_1 и p_2. В результате на выход генератора в p_1 случаев подаётся случайная величина с первого генератора, а в p_2 – со второго генератора. Полученный закон назовём бинормальным. Данный закон имеет плотность вероятности, равную сумме соответствующих плотностей вероятностей с коэффициентами p_1 и p_2 (рисунок 3).

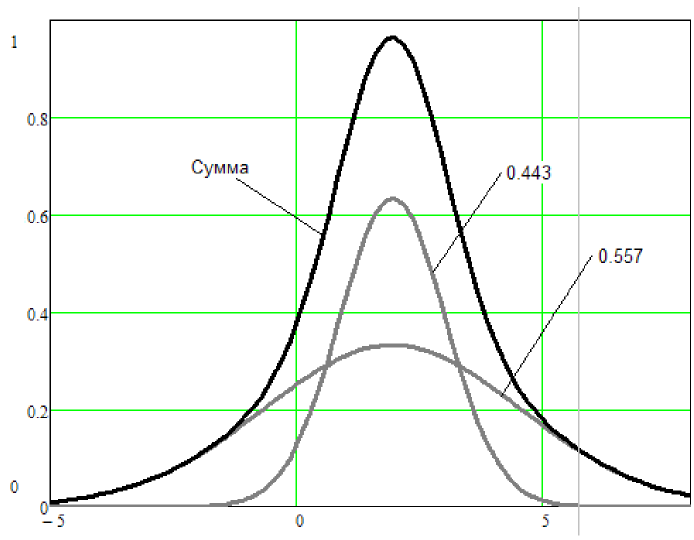

Рисунок 3 – Плотность вероятности бинормального закона.

Бинормальный закон позволяет решить проблему интервалов, больших 3σ, так как нормальные законы в схеме могут иметь разные дисперсии, что делает эти интервалы разными для двух законов. Следовательно, один из законов может более точно описать хвостовые области графиков плотности вероятности, а другой - её центральную часть.

Использование вышеописанного механизма позволяет аппроксимировать распределение параметров образов «Чужой» с ошибкой 3-7% (Математическое ожидание 4.5%, дисперсия 1.2%) . На рисунке 4 приведены графики найденных аппроксимирующих бинормальных распределений и реальных распределений образов «Чужой» для 2 параметров.

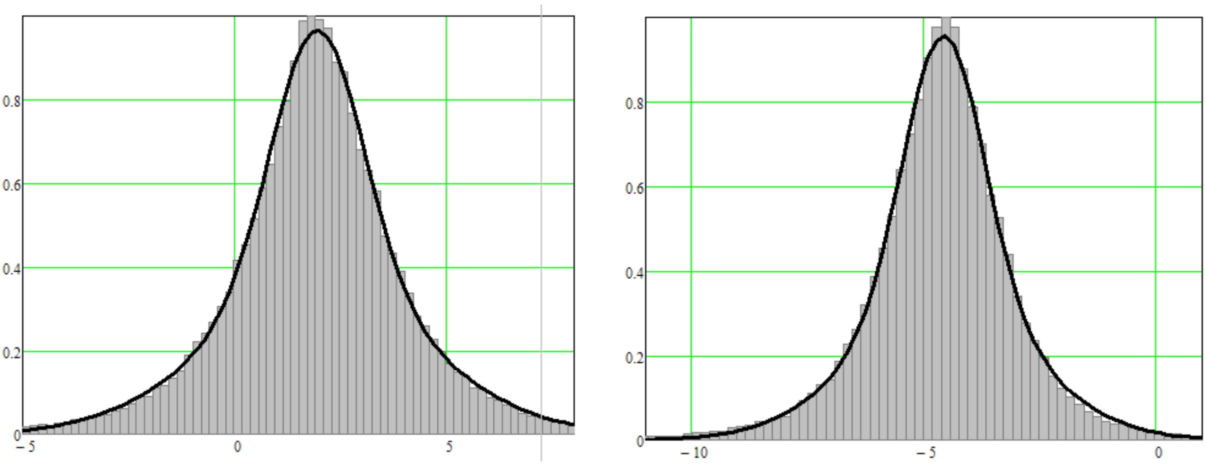

Рисунок 4 – Аппроксимация бинормальным законом распределения.

Логичным является предположение, что необходимо использовать 3 и более генераторов нормальных распределений в схеме, аналогичной приведённой на рисунке 2.

Так, использование трёх нормальных законов приводит к ещё большему сокращению ошибки – до 3%. Однако в этом случае аппроксимация требует значительно больших вычислительных ресурсов, вследствие чего аппроксимация более чем четырьмя нормальными законами по схеме, приведённой на рисунке 2, становится невозможна.

В таблице 1 приведены полученные значения ошибок при аппроксимации параметров образов все «Чужие» различными законами (отдельно выделены интервалы 3σ и 4σ).

Таблица 1

Количество нормальных законов в статистической модели	Средняя ошибка аппроксимации	Ошибка на интервале 3σ	Ошибка на интервале 4σ
1	0.144	3.12	5.43
2	0.045	0.10	0.11
3	0.032	0.072	0.084
4	0.026	0.052	0.055

ЛИТЕРАТУРА:

1. Быстрые алгоритмы тестирования высоконадежных нейросетевых механизмов биометрико-криптографической защиты информации. А.Ю. Малыгин, В.И. Волчихин, А.И. Иванов, В.А. Фунтиков, – Пенза: изд-во Пензенского государственного университета, 2006, 160с.
2. ГОСТ Р 52633.1-2009 Окончательная редакция «Защита информации. Техника защиты информации. Требования к формированию баз естественных биометрических образов, предназначенных для тестирования средств высоконадежной биометрической аутентификации». Начало публичного обсуждения с 15.10.08, окончание публичного обсуждения 15.01.09.