

Исследование модели системы двухфакторной биометрической аутентификации

Цель работы

Исследовать модель системы двухфакторной бинарной классификации «Свой-Чужой» с использованием технологии слияния на уровне принятия решения.

Постановка задачи и сведения из теории

Постановка задачи.

1. В соответствии с номером варианта (см. лаб. работу 2) сгенерировать искусственные выборки объектов двух классов («Свой», «Чужой») с коррелированными параметрами на основе моделирования соответствующих двумерных эмпирических функций распределения вероятностей.

2. Провести *одноклассовую* классификацию *независимо* по каждому параметру. Пороги для каждого классификатора (рис. 1) выбрать по критерию EER (одинакового уровня ошибок 1-го и 2-го рода: $\sigma_1 \sim EER_1 \approx FPR_1 \approx FNR_1$, $\sigma_2 \sim EER_2 \approx FPR_2 \approx FNR_2$). Построить матрицы ошибок.

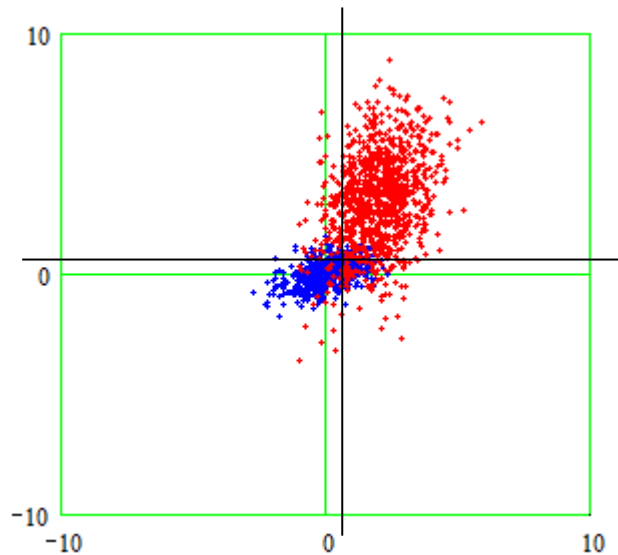


Рис. #.1. Распределения классов «Свой», «Чужой» и дискриминантные прямые для каждого параметра по уровню одинаковых ошибок (EER)

3. Для правил слияния AND и OR по выборкам построить матрицы ошибок и эмпирически рассчитать показатели ошибок двухфакторной аутентификации: FPR'_{AND} ,

FNR'_{AND} ; FPR'_{OR} , FNR'_{OR} . Выполнить проверку, сравнив последние с аналитическими показателями, полученными по формулам

$$\begin{aligned} FNR_{AND} &= FNR_1 FNR_2, \\ FPR_{AND} &= FPR_1 + FPR_2 - FPR_1 FPR_2; \\ FPR_{OR} &= FPR_1 FPR_2, \\ FNR_{OR} &= FNR_1 + FNR_2 - FNR_1 FNR_2. \end{aligned}$$

Сделать выводы по результатам слияния.

4. Вычислить для каждого показателя размах: \min_1, \max_1 ; \min_2, \max_2 . Провести нормализацию классов способом Min-Max:

$$\hat{x}_1 = \frac{x_1 - \min_1}{\max_1 - \min_1}, \quad \hat{x}_2 = \frac{x_2 - \min_2}{\max_2 - \min_2}.$$

5. По каждому нормализованному параметру (\hat{x}_1, \hat{x}_2) рассчитать середины пересечений распределений классов и ширины области перекрытия: $\text{mid}_1, \text{mid}_2$; d_1, d_2 .

6. В соответствии с номером варианта выполнить адаптивную нормализацию по параметрам \hat{x}_1, \hat{x}_2 . Способы нормализации (индекс $j \in \{1, 2\}$):

- Logistic:

$$\tilde{x}_j = \frac{1}{1 + A \exp(-B \hat{x}_j)}, \quad A = \frac{1}{\varepsilon} - 1, \quad B = \frac{\ln A}{\text{mid}} - 1 \quad (\varepsilon = 0.01);$$

- Two-Quadratics:

$$\tilde{x}_j = \begin{cases} \frac{1}{\text{mid}} \hat{x}_j^2, & \hat{x}_j \leq \text{mid}, \\ \text{mid} + \sqrt{(1 - \text{mid})(\hat{x}_j - \text{mid})} & \hat{x}_j > \text{mid}; \end{cases}$$

- Quadric-Line-Quadric:

$$\tilde{x}_j = \begin{cases} \frac{1}{\text{mid} - d/2} \hat{x}_k^2, & \hat{x}_j < \text{mid} - d/2, \\ \hat{x}_j, & \text{mid} - d/2 \leq \hat{x}_j < \text{mid} + d/2, \\ \text{mid} + d/2 + \sqrt{(1 - \text{mid} - d/2)(\hat{x}_j - \text{mid} - d/2)} & \hat{x}_j \geq \text{mid} + d/2. \end{cases}$$

7. Повторить шаги 2, 3 для результирующих параметров с адаптивной нормализацией.

8. Сравнить результаты ошибок для случаев исходных и нормализованных параметров.

Варианты работы

Таблица #.1. Варианты методов адаптивной нормализации

№ вар.	Тип
$\text{mod}(n,3)=1$	Logistic
$\text{mod}(n,3)=2$	Two-Quadrics
$\text{mod}(n,3)=0$	Quadric-Line-Quadric

Требования к отчету

Отчет должен содержать: титульный лист; цель работы; постановку задачи; законы распределений классов; распределения образов исходных классов и пороговые дискриминантные прямые, приведенные на одном графике; распределения образов нормализованных классов и пороговые дискриминантные прямые, приведенные на одном графике; соответствующие матрицы ошибок и расчетные показатели для однофакторной и многофакторной классификации в случаях исходных и нормализованных параметров.