

# Práctica ECI (Matlab™)

## Calibración Extrínseca de Clasificadores Binarios Basados en Scores

### 1. Objetivo de la práctica

El objetivo de esta práctica es que el alumno se familiarice con herramientas de calibración extrínseca de sistemas forenses basados en puntuaciones (scores), y que sea capaz de calibrar un sistema cualquiera basado en puntuaciones.

La práctica se va a llevar a cabo mediante la simulación de sistemas forenses utilizando Matlab. Se utilizarán dos sistemas: por un lado, un sistema que aporta scores reales de un sistema comercial de reconocimiento de locutores, y una base de datos de casos reales aportada por la Guardia Civil Española. El sistema simulado consistirá en un conjunto de valores de LR para los que la hipótesis del fiscal es cierta y otro para los que la hipótesis de la defensa es cierta. Para esta práctica se dispondrá únicamente de los scores que aporta el sistema.

Los métodos de calibración extrínseca utilizados serán regresión logística (también conocida como calibración de Platt) y Pool Adjacent Violators (PAV, también conocido como regresión isotónica).

### 2. Entorno de la práctica

La práctica se va a realizar en entorno Matlab™. No se asume que el alumno tenga los conocimientos suficientes de la herramienta como para manejarla en profundidad, sino que se realizará la práctica de una manera guiada, y los conocimientos adquiridos en el curso serán más que suficientes.

En este guión se resaltarán las porciones de código y nombres de ficheros utilizando fuente Courier. Por ejemplo, `det_curso.m` denota el fichero que contiene el código que dibuja una curva DET. Durante la práctica se van a utilizar tanto variables previamente generadas como funciones que dibujan curvas APE,  $C_{lr}$  e histogramas. Esas funciones poseen los siguientes argumentos de entrada:

- $LR_{Hp}$ : conjunto de valores de LR para los que la hipótesis del fiscal ( $H_p$ ) es la correcta.
- $LR_{Hd}$ : conjunto de valores de LR para los que la hipótesis del defensor ( $H_d$ ) es la correcta.

Asimismo, se van a utilizar algoritmos de calibración extrínseca para la optimización del  $C_{lr}$  de los sistemas forenses presentados. Los argumentos de entrada de estas funciones son los siguientes:

- `scoresTargetTrain`: valores de LR (en escala natural) de **entrenamiento de la calibración**. Para estos valores la hipótesis  $H_p$  es cierta (son valores target y se les llama scores porque pueden no ser LR. Sin embargo, su escala debe ser natural, es decir, deben ir de 0 a infinito).
- `scoresNonTargetTrain`: valores de LR (en escala natural) de **entrenamiento de la calibración**. Para estos valores la hipótesis  $H_d$  es cierta (son valores target y se les llama scores porque pueden no ser LR. Sin embargo, su escala debe ser natural, es decir, deben ir de 0 a infinito).
- `scoresTargetTest`: valores de LR (en escala natural) **que se quieren calibrar**. Para estos valores la hipótesis  $H_p$  es cierta (son valores target y se les llama scores porque pueden no ser LR. Sin embargo, su escala debe ser natural, es decir, deben ir de 0 a infinito).
- `scoresNonTargetTest`: valores de LR (en escala natural) **que se quieren calibrar**. Para estos valores la hipótesis  $H_d$  es cierta (son valores non-target y se les llama scores porque pueden no ser LR. Sin embargo, su escala debe ser natural, es decir, deben ir de 0 a infinito).

Los argumentos de salida de las funciones de calibración son los siguientes:

- `targetLrs`: valores **calibrados** de LR para los que  $H_p$  es cierta (escala natural). Estos valores son el resultado de aplicar la calibración a `scoresTargetTest`.
- `nonTargetLrs`: valores **calibrados** de LR para los que  $H_d$  es cierta (escala natural). Estos valores son el resultado de aplicar la calibración a `scoresNonTargetTest`.

Asimismo, las funciones de calibración utilizadas generan una gráfica en la que se muestra la transformación de score a LR que se aplica al calibrar con cada método.

## 3. Realización Práctica

### 3.1. Preguntas y evaluación

Siga las instrucciones de cada apartado. Existen preguntas que se plantean para su reflexión. Las respuestas a estas preguntas constituirán la evaluación de la práctica, que deben resumirse en un informe de prácticas (una memoria en PDF detallando apartados, preguntas y respuestas).

La fecha límite de entrega del informe es el 2 de agosto de 2019. El informe es opcional, pero constituirá el 20% de la nota final de la ECI, siendo el 80% de dicha nota el examen presencial en clase.

### 3.2. Preliminares: carga de datos y acceso a funciones en Matlab™

Colóquese en primer lugar en el directorio raíz del paquete de prácticas que se le ha suministrado (es decir, en el paquete de funciones y datos de Matlab™, el directorio 2019\_ECI\_PracticaMatlab). Desde ahí, ejecute el siguiente comando:

```
load('2019_ECI_datosMatlabCurso/2019_datos_calibracion_sistemas.mat');
```

De este modo, se cargarán los datos de LR que vamos a utilizar en el curso. Por otra parte, dé acceso a Matlab a las funciones necesarias, mediante el siguiente código:

```
addpath(genpath('2019_ECI_funcionesMatlabCurso'));
```

### 3.3. Calibración de sistema artificial con buenos datos de entrenamiento

En este apartado se va a calibrar un sistema utilizando varios métodos de calibración. Este sistema está definido por los siguientes datos de test a calibrar:

- Sistema4\_Hp\_test
- Sistema4\_Hd\_test

Los datos de entrenamiento del sistema son los siguientes:

- Sistema4\_Hp\_train
- Sistema4\_Hd\_train

Antes de comenzar el análisis, dibuje el histograma de los datos de entrenamiento (azul) comparándola con los datos de test a calibrar (rojo) de la siguiente manera:

```
figure;  
histograma_curso(sistema4_Hp_train,sistema4_Hd_train);  
histograma_curso(sistema4_Hp_test,sistema4_Hd_test);
```

- ✓ Pregunta: ¿Cree que los datos de entrenamiento utilizados en la prueba van a modelar bien la función de calibración a utilizar con los datos de prueba? Razone su respuesta.

### 3.3.1. Calibración mediante regresión logística (o calibración Platt)

Realice la calibración del sistema mediante regresión logística utilizando la siguiente función:

```
[sistema4_Hp_calibrado_lineal,sistema4_Hd_calibrado_lineal]=calibracion_lineal_curso(sistema4_Hp_train,sistema4_Hd_train,sistema4_Hp_test,sistema4_Hd_test);
```

Mediante esta función, se utilizan los datos de entrenamiento descritos anteriormente para el sistema 4 para calibrar los datos de test procedentes del sistema 4.

- ✓ Pregunta: Observe la función de calibración obtenida. Coméntela con sus compañeros y el profesor. ¿Cuál cree que son sus principales ventajas e inconvenientes?

Analice ahora el histograma de los log-LR antes y después de calibrar mediante las siguientes funciones:

```
figure;
histograma_curso(sistema4_Hp_test,sistema4_Hd_test);
histograma_curso(sistema4_Hp_calibrado_lineal,sistema4_Hd_calibrado_lineal);
```

- ✓ Pregunta: Comente el efecto de la calibración en las Tippetts obtenidas.

Analice ahora la APE antes y después de calibrar mediante las siguientes funciones:

```
ape_curso(sistema4_Hp_test,sistema4_Hd_test);
ape_curso(sistema4_Hp_calibrado_lineal,sistema4_Hd_calibrado_lineal);
```

- ✓ Pregunta: Comente el efecto de la calibración en las APEs obtenidas.

### 3.3.2. Calibración mediante PAV (o Regresión Isotónica)

Repita la calibración del sistema mediante PAV, usando la siguiente función:

```
[sistema4_Hp_calibrado_PAV,sistema4_Hd_calibrado_PAV] = calibracion_PAV_curso(sistema4_Hp_train,sistema4_Hd_train,sistema4_Hp_test,sistema4_Hd_test);
```

Analice ahora la Tippetts antes (rojo) y después (negro) de calibrar mediante las siguientes funciones:

```
figure;
histograma_curso(sistema4_Hp_test,sistema4_Hd_test);
histograma_curso(sistema4_Hp_calibrado_PAV,sistema4_Hd_calibrado_PAV);
```

- ✓ Pregunta: Comente el efecto de la calibración en las Tippetts obtenidas.

Analice ahora la APE antes y después de calibrar mediante las siguientes funciones:

```
ape_curso(sistema4_Hp_test,sistema4_Hd_test);  
ape_curso(sistema4_Hp_calibrado_PAV,sistema4_Hd_calibrado_PAV);
```

✓ Pregunta: Comente el efecto de la calibración en las APEs obtenidas.

#### 4. Alternativa práctica al Matlab™

Estas prácticas se pueden realizar en GNU Octave en lugar de Matlab, un software gratuito equivalente a Matlab. Para más información:

<https://www.gnu.org/software/octave/>

Otra opción desde el punto de vista de evaluación es que el estudiante pueda/quiera implementar los métodos de esta práctica en otro lenguaje de programación, y realice el informe final de forma que se puedan interpretar las conclusiones como se pide en este guion. Se valorará la dificultad añadida de implementar los métodos de cero, en lugar de tomar software pre-programado, pero deberá especificarse claramente cómo se ha realizado dicha implementación (incluyendo el código utilizado).

#### 5. Referencias útiles

Para entender mejor la regresión logística, y su posible aplicación a la calibración de sistemas, se recomiendan las siguientes referencias:

Bianca Zadrozny, Charles Elkan (2002). "Transforming classifier scores into accurate multiclass probability estimates". Proceedings of the eighth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, pp. 694-699.

Alexandru Niculescu-Mizil, Rich Caruana (2005). "Predicting good probabilities with supervised learning". Proceedings of the 22nd international conference on Machine learning, pp. 625-632.