

# APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO A LA CLASIFICACIÓN POR ESTADO DE USO DE BILLETES

**Eduardo Kropnick**

Responsable de la Unidad de Tecnología de Circulación del Efectivo

SEMINARIO SOBRE APLICACIONES Y DESARROLLO DE BIG DATA Y DATA SCIENCE  
EN LA BANCA CENTRAL

WebEx

3 de Junio de 2021





- 1. El procesamiento de billetes en los BCNs**
- 2. La Orientación del BCE sobre clasificación de billetes por estado de uso**
- 3. Comprobación del cumplimiento de la orientación del BCE**
- 4. La herramienta “CCP Desktop”**
- 5. Funcionamientos de los módulos**
- 6. Estado de desarrollo**
- 7. Conclusiones**

- **Una de las tareas que los BCNs llevan a cabo en relación con el efectivo, es procesar los billetes que retornan de la circulación:**
  - Autenticar los billetes y retirar las falsificaciones
  - Clasificar los billetes genuinos por estado de uso (destruir los “No aptos” para la circulación y recircular los “aptos”)



- Hay una Orientación (*Guideline*) del BCE que establece:

- Los criterios a tener en cuenta para la clasificación por estado de uso de los billetes en los BCNs

- Suciedad
- Manchas
- Graffiti
- Billetes desentintados
- Arrugas
- Esquinas dobladas o faltantes
- Rasgaduras
- Agujeros
- Mutilaciones



- Los valores límite de esos criterios para considerar un billete como “Apto” (*Fit*), o “No apto” (*Unfit*)
- Los valores máximos admisibles de “*False Fit Rate*” y de “*False Unfit Rate*”

- **¿Cómo comprobar que la clasificación por estado de uso que estamos haciendo en la máquinas selectoras de los BCNs es conforme a lo establecido en la orientación del BCE?**
  - False Fit Rate: porcentaje de billetes “No aptos” para la circulación dentro de los clasificados como “Aptos”
  - False Unfit Rate: porcentaje de billetes “Aptos” para la circulación dentro de los clasificados como “No aptos”
- **Extraer una muestra de billetes clasificados por la selectora como “Aptos” y otra de billetes clasificados como “No aptos”**
- **Escanear los billetes con un escáner comercial**
- **Analizar las imágenes con la herramienta “CCP Desktop”**



- **Un módulo por cada uno de los criterios de clasificación por estado de uso definidos en la Orientación del BCE**
- **Módulos basados en técnicas de ML**
- **Fases del análisis:**
  - Se define la colección de imágenes a analizar
  - Se establece el flujo de trabajo (módulos a usar y secuencia de los mismos)
  - Se editan los umbrales (si procede)
  - Se ejecuta el flujo y se obtiene el número de billetes realmente “Aptos” y el de realmente “no aptos” en la muestra analizada
  - Se calcula la “False Fit Rate” o la “False Unfit Rate”

The screenshot displays the CCP Desktop application window. The interface includes a menu bar with 'Colour Profiles', 'CCP Operator', and 'Administrator'. Below the menu, there are control buttons for 'Show Scan UI', 'Run', 'Single Step', 'Stop', and 'Reset'. The main area is divided into two panels: 'Execution workflow' and 'Session'.

The 'Execution workflow' panel contains a table with the following data:

Step	Module	Input
1	Import Image Collection File (1)	
2	BIAS-FD SoilCAST (1)	1
3	BIAS-FD De-inked (1)	1
4	BIAS-FD Crumples (1)	1
5	BIAS-FD Corners (1)	1
6	BIAS-FD Tears (1)	1
7	BIAS-FD Dimensions (1)	1

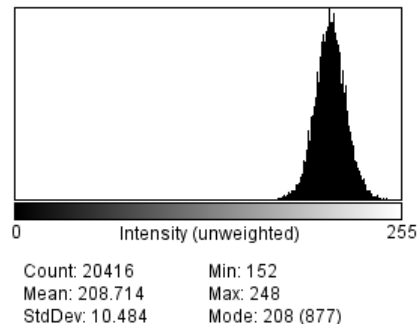
The 'Session' panel shows 'Selected Scanner Canon DR-M160 TWAIN' and 'Denomination 10ES2'. The 'Session Location' is 'C:\TRABAJO\CCPDesktop\Sessions\20210526\_2'. Below this, there are tabs for 'Configuration', 'Execution Progress', and 'Formula and Results'. The 'Formula and Results' tab is active, displaying a table of results:

Name	Fit if	Threshold	
BIAS-FD SoilCAST (1).CAST Soil Level - Front	<	7.33	×
BIAS-FD SoilCAST (1).CAST Soil Level - Reverse	<	6.45	×
BIAS-FD De-inked (1).Deinked Fitness Probability - Both	>	0.5	×
BIAS-FD Crumples (1).Crumpling Grade - Both	<	3	×
BIAS-FD Corners (1).Corners Maximum Length (mm) - Both	<	27	×
BIAS-FD Corners (1).Corners Maximum Area (mm2) - Both	<	131	×
BIAS-FD Corners (1).Corners Total Area (mm2) - Both	<	201	×
BIAS-FD Corners (1).Number of Corners - Both	<	4	×
BIAS-FD Tears (1).Tears Maximum Length (mm) - Both	<	9	×
BIAS-FD Tears (1).Tears Total Length (mm) - Both	<	21	×
BIAS-FD Tears (1).Tears Maximum Area (mm2) - Both	<	17	×
BIAS-FD Tears (1).Tears Total Area (mm2) - Both	<	41	×
BIAS-FD Tears (1).Number of Tears - Both	<	5	×
BIAS-FD Dimensions (1).Length (mm) - Both	>	121	×
BIAS-FD Dimensions (1).Width (mm) - Both	>	62	×

At the bottom of the results table, there are 'Reset' and 'Save and Apply' buttons.

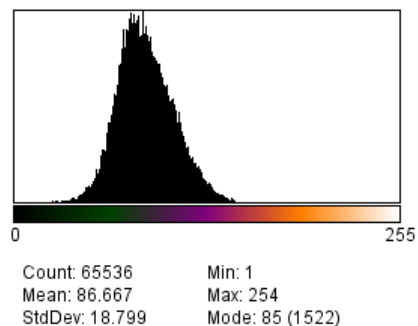
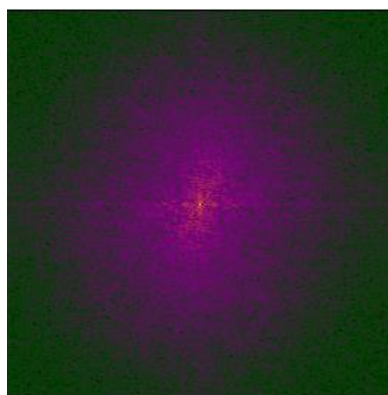
- **Ejemplo: módulo para el análisis de la suciedad**

## Análisis en el dominio espacial



Media  
Desviación estándar  
Coeficiente de asimetría  
Kurtosis  
Entropía

FFT



Media  
Desviación estándar  
Coeficiente de asimetría  
Kurtosis  
Entropía

## Análisis en el dominio de la frecuencia

- Definición de una Región de Interés (ROI)
- Análisis en el dominio espacial: se obtiene el histograma de los valores de los píxeles de la ROI y se calculan cinco indicadores estadísticos
- Análisis en el dominio de la frecuencia: se obtiene una nueva imagen (power spectrum), como la FFT de la ROI en el dominio espacial. Se obtiene el histograma de los valores de los píxeles en el power spectrum y se calculan cinco indicadores estadísticos
- Estos diez valores numéricos se pre-procesan y son la base para llevar a cabo la predicción usando un modelo de aprendizaje automático

- **Módulos ya desarrollados:**

Suciedad, Arrugas, Desentintado, Esquinas dobladas o faltantes, Rasgaduras y Mutilaciones



- **Módulos en desarrollo:**

Manchas, Graffitis y Agujeros





- **Hemos presentado una herramienta de software que usa técnicas de aprendizaje automático para llevar a cabo la clasificación de billetes por estado de uso**
- **Es mas precisa que las máquinas selectoras existentes en la actualidad**
- **Es mas repetible y reproducible que el mejor experto humano**
- **Aplicaciones:**
  - **Controlar la clasificación por estado de uso que llevan acabo las máquinas selectoras de los BCNs**
  - **Comprobar si la clasificación por estado de uso es conforme a las normas que sean de aplicación (p.e. la Orientación del BCE)**

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

