

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 interface. The main window is titled "CCP Desktop" and shows a selected scanner "Canon DR-M160 TWAIN". The interface is divided into several sections:

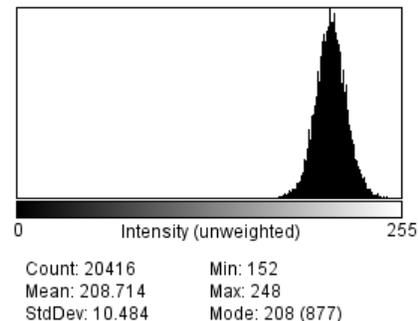
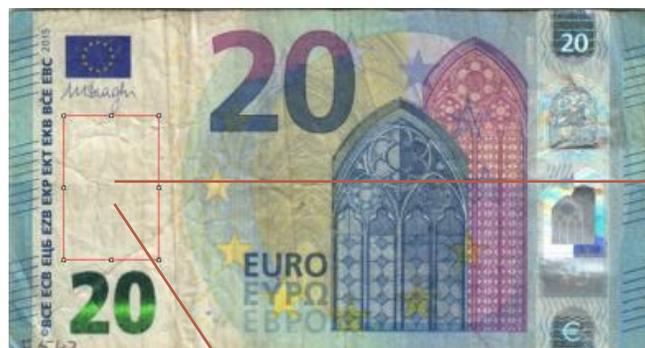
- Execution workflow:** A table listing 7 steps:

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
- Session:** Includes controls for "Clear Session", "Save Session", "Set as default Session", and "Denomination" (set to 10ES2). The session location is "C:\TRABAJO\CCPDesktop\Sessions\20210526_2".
- Configuration, Execution Progress, Formula and Results:** A table showing the results of the analysis:

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	×

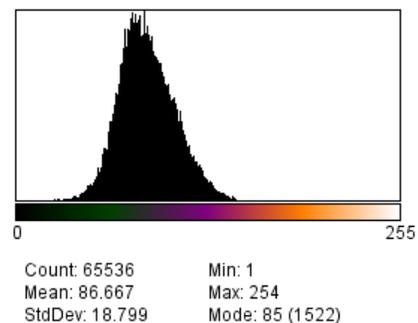
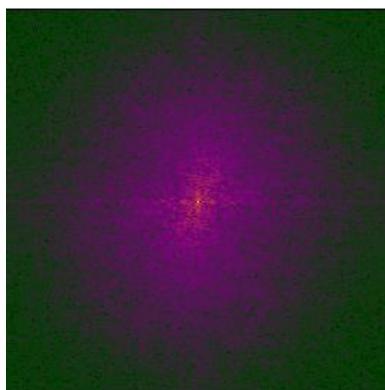
- **Ejemplo: módulo para el análisis de la suciedad**

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

