

# informe

December 8, 2016

Trabajo Práctico 1: Detección de Spam

Integrantes: Mariela Rajngewerc, Tomás Freilij, Juan Manuel Pérez

## 1 Resumen del trabajo

El objetivo de este trabajo fue explorar la performance de distintos clasificadores en la tarea de detección de spam. Se procedió, sobre un corpus de mails etiquetados positiva o negativamente como spam, primeramente a elegir un conjunto de atributos.

Para cada uno de los tipos de clasificadores explorados (Decision Tree, Random Forest, KNN, Näive Bayes, y Support Vector Machine) optimizamos sus parámetros para mejorar la performance sobre el dataset, a la vez que investigamos cómo afectaba a su rendimiento la utilización de Principal Component Analysis.

## 2 Métodos y Materiales

### 2.1 Dataset

El dataset constó de 90000 mails, equilibrados entre spam y ham. De este total de mails, separamos un 10% para test, y usamos el 90% restante como desarrollo.

### 2.2 Extracción de Atributos

Los atributos principales que se extrajeron de los mails fueron:

- Atributos generados por [TF-IDF](#)
- Atributos escogidos manualmente

Nos quedamos con 200 atributos del primero, mientras que del segundo extrajimos 73 adicionales, sumando un total de 273 atributos por mail.

Los atributos extraídos mediante TF-IDF fueron realizados sobre el payload del mail y no sobre el texto completo. Para el parsing de los mails en texto plano utilizamos la librería estándar `email` [cita de Python] mientras que para la generación de los atributos con TF-IDF utilizamos el vectorizador correspondiente de `sklearn`.

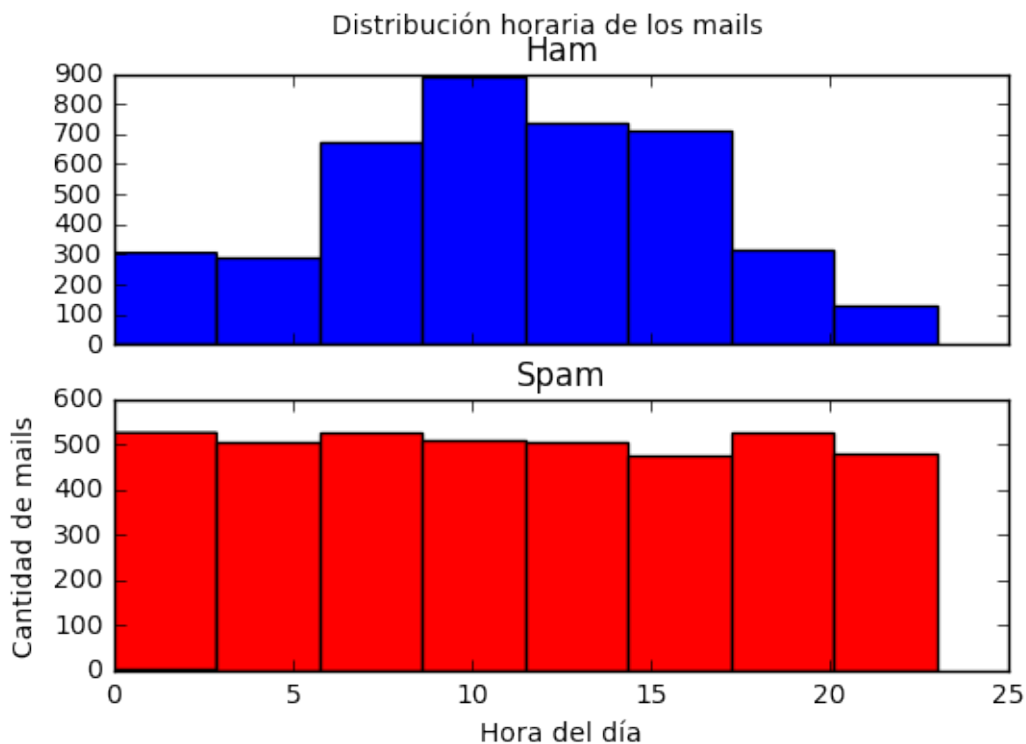
Los atributos manuales que extrajimos fueron tanto del header como otros del payload, luego de un análisis observacional del dataset. Del encabezado del mensaje extrajimos:

- El `content-type` del mail: si son texto, imágenes, html, etc o bien una mezcla de estos

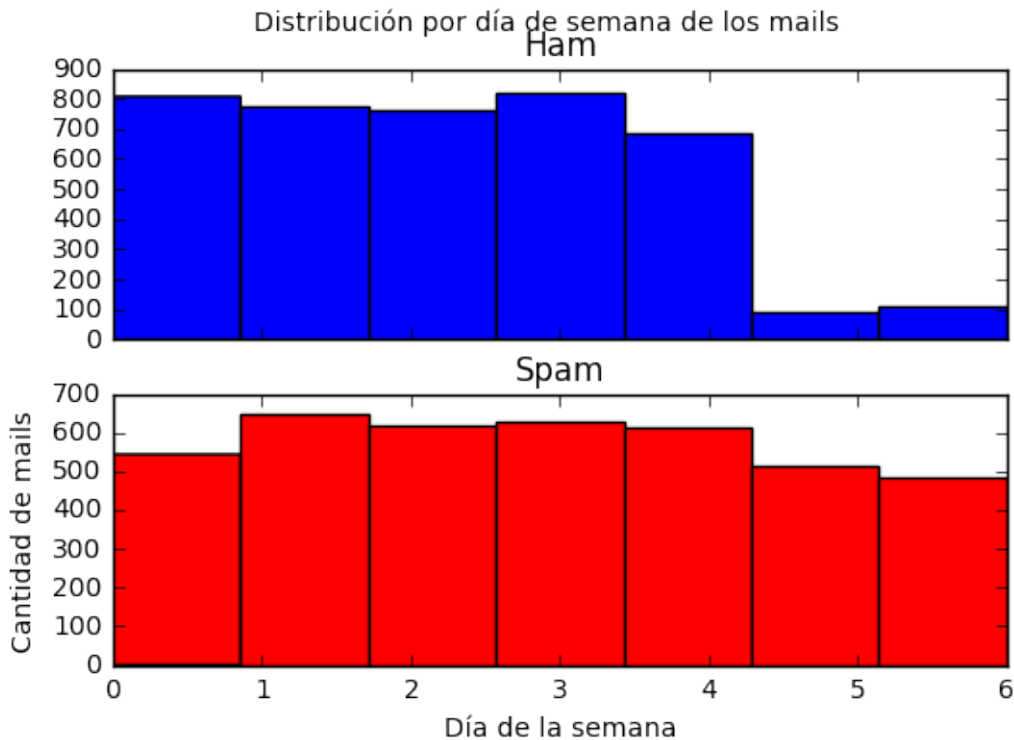
- La hora en la que fue enviado
- ¿El mail fue enviado entre las 7 y las 20hs?
- El día de la semana (Lunes a Domingo)
- ¿Fue enviado el fin de semana?
- El día del mes (1-31)
- El año en el que fue enviado
- La cantidad de receptores del mail
- ¿El nombre del sender tiene algún caracter no ASCII?

Los atributos temporales del mail fueron extraídos luego de analizar el dataset. Por ejemplo, podemos ver en las figuras siguientes que la distribución horaria del ham tiene casi el 77% concentrado en el rango de 7 a 20 hs, mientras que el spam se reparte uniformemente. También puede observarse como el 95% del ham se envía durante los días de semana, mientras que el spam también se reparte de igual manera en cada día.

Frecuencia de Ham entre 5 y 20 hs = 0.77037037037



Frecuencia de Ham en día de semana 0.94962962963



## 2.3 Clasificadores Utilizados

Los tipos de clasificadores explorados en este trabajo fueron los siguientes:

- Decision Tree
- Random Forest
- K-Nearest Neighbors
- Naive Bayes
- Support Vector Machines

Veamos brevemente los hiperparámetros de cada uno de estos modelos.

### 2.3.1 Decision Trees

La implementación de árboles de decisión en `sklearn` implementa [CART](#). Los hiperparámetros que elegimos optimizar fueron:

- `min_samples_split`: cuántos elementos tengo que tener como mínimo para partir un nodo
- `criterion`: gini o entropy, dos medidas distintas de dispersión
- `max_depth`: profundidad máxima del árbol
- `max_features`: qué porcentaje de variables (aleatorio) tomo a la hora de partir un nodo

### 2.3.2 Random Forest

Leyendo [la documentación de sklearn respecto a Random Forest](#), decidimos optimizar los siguientes parámetros:

- `min_samples_split` y `max_features`: Idem a Decision Trees
- `n_estimators`: Cantidad de árboles

Si bien es verdad que cuantos más árboles mejor performance tiene el modelo, también es cierto que a partir de cierto número de estos no mejora significativamente, con lo cual decidimos probarlo también.

### 2.3.3 K-Nearest Neighbors (KNN)

En el caso de KNN experimentamos con los hiperparámetros `n_neighbors`, `weights` y `metric`. `n_neighbors` parametriza la cantidad de consideramos el rango entre 100 y 1000. Dada una nueva instancia el algoritmo devolvera la clase mas ocurrente entre las `n_neighbors` mas cercanas `weights`: hace referencia al peso de cada punto, al elegir `distance` como unica opcion de `weight` estamos diciendo que los vecinos mas cercanos tienen mas influencia sobre la nueva instancia que los mas lejanos. `metric`: se refiere a como medir la distancia que mencionamos en el hiperparametro anterior. Dentro de las metricas disponibles en `sklearn.neighbors.DistanceMetric` decidimos experimentar con “canberra” y “braycurtis”.

### 2.3.4 SVM

Para SVM decidimos exploramos los siguientes conjuntos de hiperparámetros: - `kernel` : lineal o `rbf` - `C`: `np.arange(0.2, 5.0, 0.4)`

En el caso del `kernel rbf`, consideramos distintas opciones para `gamma` (entre 0.01, 1.00 con saltos de 0.01) Intentamos estudiar el caso donde el `kernel` era un polinomio de grado 3 pero luego de 24 horas no habia finalizado asi que decidimos descartar ese caso.

### 2.3.5 Naive Bayes

Aplicamos los clasificadores Bernoulli y Gaussian, que asigna ese tipo de distribución a las probabilidades marginales de cada atributo.

### 2.3.6 Optimización de hiperparámetros y reducción de dimensionalidad

Una vez elegidos los conjuntos de hiperparámetros donde nos interesaba estudiar cada uno de los clasificadores, nos abocamos a la optimización de estos. Si bien uno en un problema como este tendería a querer optimizar la precisión , nos decantamos por la función que mide el área bajo la curva ROC, que es una medida un poco más amplia.

En lugar de una búsqueda exhaustiva del espacio combinatorio de los hiperparámetros, nos decantamos por utilizar una búsqueda aleatoria con `k-fold cross-validation`. En todos los casos, excepto en SVM, elegimos usar `cross validation` de 10 folds, mientras que en SVM consideramos solo 3 folds ya que el entrenamiento de estos clasificadores es sumamente costoso computacionalmente.

La reducción de dimensionalidad la aplicamos por separado, de la manera que procedemos a detallar. Para cada uno de los tipos de clasificadores, como un nuevo clasificador que implementa en primer lugar una reducción de dimensionalidad, y luego se entrena sobre los datos

transformados. Finalmente, la cantidad de componentes utilizadas es un nuevo hiperparámetro del clasificador, que también optimizamos.

La técnica utilizada para la reducción de dimensionalidad fue Principal Component Analysis, utilizando el transformador PCA dado por `sklearn`.

### 3 Resultados y Discusión

En primer lugar, el programa hecho consumía demasiada memoria (del orden de los 8 gigabytes), con lo cuál se hizo algo dificultoso el trabajo. Desconocemos si fue un problema de alguna de las librerías, o simplemente fue el tamaño de los datos. La matriz generada no parece ser el problema.

A continuación, mostramos los resultados obtenidos por cada uno de los clasificadores obtenidos (sin aplicar reducción de dimensionalidad)

Clasificador	precision	accuracy	f1	recall	roc_auc
Decision Tree	0.965289	0.967667	0.967749	0.970222	0.967667
Random Forest	0.990007	0.990333	0.990337	0.990667	0.990333
KNN	0.970549	0.968667	0.968604	0.966667	0.968667
Naive Bayes	0.98384	0.832667	0.801686	0.676444	0.832667
Linear SVM	0.900729	0.878556	0.875100	0.850889	0.878556
RBF SVM	0.764366	0.825111	0.843133	0.940000	0.825111

Por otro lado, aplicando previamente PCA:

Clasificador	no.comp	precision	accuracy	f1	recall	roc_auc
Decision Tree	100	0.945659	0.948333	0.948488	0.951333	0.948333
Random Forest	190	0.98361	0.985222	0.985247	0.986889	0.985222
Naive Bayes	220	0.867169	0.846444	0.841985	0.818222	0.846444
Linear SVM	260	0.915568	0.829222	0.809423	0.725333	0.829222
KNN	200	0.960858	0.910778	0.905652	0.856444	0.910778

En PCA descartamos el kernel RBF ya que produjo resultados más pobres que el kernel lineal.

La comparación de los tiempos es difícil de realizar ya que la optimización no fue igual de exhaustiva en todos los algoritmos. Mientras que en las dos variantes de árboles realizamos 1000 y 100 iteraciones en la búsqueda combinatoria, en SVM hicimos muchas menos. Sí podemos decir que en Random Forest tomó cerca de 66 horas la optimización de sus parámetros (con PCA) y cerca de 35 horas sin PCA.

Podemos observar que la reducción de dimensionalidad no mejoró sensiblemente ninguno de los clasificadores; de hecho su performance se degradó en la mayoría de ellos. Por otro lado, la cantidad de componentes elegidas fue siempre alta; pensamos que esto pudo ser producto de no incluir en la función de costo la cantidad de dimensiones tomadas en cuenta.

El clasificador que mejores resultados dio, como era esperado, fue Random Forest (sin aplicar PCA) para cualquiera de las métricas tenidas en cuenta. Quizás de haber optimizado SVM hubiéramos obtenido similares, pero dado el poco poder de computo (y lo mucho que se extendió el trabajo) no se pudo realizar este análisis.

## **4 Conclusiones y trabajo futuro**

Como era esperado, el algoritmo que mejor performance tuvo fue Random Forest. Como trabajo futuro, queda mejorar la elección de componentes sea por una heurística de elección de variables, o bien por un cambio en la función de costo en la búsqueda combinatoria. También quedó pendiente el análisis de los atributos elegidos con mayor poder predictivo, habiendo tenido una dificultad técnica para recuperar los nombres de los features.