



ugr

**Universidad de Granada**  
Departamento de Ciencias de la Computación  
e Inteligencia Artificial



## Teoría de la Información y la Codificación

### Cuaderno de Prácticas 2

Nombre y apellidos

e-Mail

|         |  |  |
|---------|--|--|
| Autor 1 |  |  |
| Autor 2 |  |  |

Curso académico:



ugr

Universidad de Granada  
Departamento de Ciencias de la Computación  
e Inteligencia Artificial



## Teoría de la Información y la Codificación

### Práctica 2: Canales sin ruido. Implementación de códigos Huffman.

#### 1 Requisitos

Para la realización de esta práctica es necesario haber realizado el “*Seminario 2: Plataforma láser para envío y recepción de información con códigos Huffman.*”, así como haber terminado con éxito la práctica 1 de la asignatura.

#### 2 Contenidos

Este documento contiene las preguntas que el alumno debe saber contestar tras la elaboración de las sesiones prácticas correspondientes al seminario 2, referentes a la generación de códigos óptimos en canales sin ruido, su transmisión y recepción en el destino.

#### 3 Descripción de las tareas a realizar

1. (0,5 puntos) Implemente una función en C que tenga como entrada el nombre de un fichero, y que como salida proporcione un vector con los caracteres ASCII existentes en el fichero, y su probabilidad de ocurrencia, ordenados de mayor a menor probabilidad.
2. (2.5 puntos) Implemente una función que, teniendo como entrada un vector con caracteres ASCII y su probabilidad de ocurrencia, y proporcione como salida un árbol Huffman que implemente un código binario para el alfabeto dado por los caracteres ASCII.
3. (1.5 puntos) Implemente una función que, teniendo como entrada un árbol Huffman y un carácter ASCII del código que codifica, proporcione como salida una cadena de “0”s y “1”s con el código asociado al carácter.
4. (1.5 puntos) Implemente una función que, teniendo como entrada un árbol Huffman y una cadena de “0”s y “1”s, proporcione como salida una cadena de caracteres ASCII decodificados con el árbol Huffman.



5. (1 punto) Implemente el programa **emisorHuffman**, que haga lo siguiente:
  - a. Lea el fichero “quijote.txt” dado en la práctica, y calcule el árbol Huffman asociado.
  - b. A continuación, que pida una cadena de caracteres ASCII válida por teclado, la codifique con el árbol Huffman y la envíe por USB a ArduinoEmisor.
6. (1 punto) Implemente el programa **receptorHuffman**, que haga lo siguiente:
  - a. Lea el fichero “quijote.txt” dado en la práctica, y calcule el árbol Huffman asociado.
  - b. A continuación, que lea una cadena de “0”s y “1”s por USB desde ArduinoReceptor, la decodifique con el árbol Huffman y muestre los caracteres ASCII resultantes por consola.
7. (1 punto) Suponiendo que un *laserbit* tarda en enviarse **U** ms., y que la probabilidad de enviar cualquier símbolo del alfabeto de la fuente es equiprobable, responda a las siguientes preguntas:
  - a. Considerando el código Huffman creado, ¿Cuántos ciclos de **U** ms serán necesarios, en promedio, para enviar un mensaje compuesto por un símbolo de la fuente? ¿Cuántos ciclos como mínimo? ¿Cuántos ciclos como máximo?
  - b. ¿Cuál es la tasa de información transmitida por el canal, en términos reales?
  - c. ¿Cuál es la velocidad de señalización, en términos reales, para enviar un mensaje con un único símbolo del alfabeto de la fuente?
  - d. ¿Cuántos valores  $m$  “0” ó “1” se pueden enviar por unidad de tiempo por el canal, en promedio? ¿Cuál es la velocidad máxima posible para enviar un código “0” o “1” por el canal?
  - e. ¿Cuál es la capacidad del canal? ¿Es el canal un canal ideal?

Indique los pasos que ha seguido y cómo ha hecho los cálculos, para cada apartado.

**(NOTA: Para realizar este ejercicio, puede apoyarse de la elaboración de programas en C/C++ que realicen los cálculos pertinentes, si lo estima necesario)**

8. (1 punto) Responda a las siguientes cuestiones:
  - a. Siendo  $X$ =emisor, calcule la entropía  $H(X)$  del emisor, en términos de la probabilidad de enviar H o L por el láser en el canal. ¿Cuántos bits son necesarios, en promedio, para enviar un símbolo del alfabeto de la fuente (caracteres ASCII) por el canal?
  - b. Calcule la matriz de probabilidades conjuntas de enviar o recibir H o L por el canal. Visualizando esta matriz.
  - c. Siendo  $X$ =emisor e  $Y$ =receptor, calcule la entropía conjunto  $H(X,Y)$ , en términos de enviar y recibir H o L por el canal.
  - d. ¿Cuál sería la entropía de  $H(Y|X)$ ? ¿Y la información mutua?
  - e. A partir de los resultados de los apartados anteriores, ¿Qué similitudes y diferencias observa con respecto al código uniforme desarrollado en la práctica 1?



Indique los pasos que ha seguido y cómo ha hecho los cálculos, para cada apartado.

(NOTA: Para realizar este ejercicio, puede apoyarse de la elaboración de programas en C/C++ que realicen los cálculos pertinentes, si lo estima necesario)

## 4 Evaluación

Se deberá entregar por PRADO, antes de la fecha indicada en la plataforma web de la asignatura, un fichero ZIP que contenga una memoria de prácticas en PDF y una carpeta adicional con el proyecto práctico requerido.

**Ficheros a entregar dentro del .zip:**

- **PDF con la memoria de prácticas**
- **Fichero ALUMNOS.txt**, con el nombre, apellidos y email de los alumnos que han desarrollado la práctica.
- **Carpeta Practica con los siguientes ficheros y carpetas:**
  1. Fichero makefile que compile todos los programas, atendiendo a las instrucciones del Seminario 1.
  2. Carpeta src, con el código fuente (.cpp) de los programas.
  3. Carpeta lib, con las bibliotecas requeridas.
  4. Carpeta include (si procede), con los ficheros fuentes (.h) de las bibliotecas desarrolladas.

**Contenido de la memoria de prácticas:**

- La memoria de prácticas PDF deberá tener una portada con el nombre, apellidos y email de los alumnos que han realizado la práctica.
- Deberá contener también el enunciado de cada ejercicio, junto con su resolución. No se deberá aportar el código fuente en la memoria. En su lugar, se deberá aportar un diagrama de flujo que indique sin ambigüedades qué realiza cada programa, qué fichero/s contiene/n el código, e instrucciones para compilarlo.

La evaluación del cuaderno se regirá por las siguientes normas de calificación:

- La práctica podrá realizarse de forma individual o por **grupos de 2 estudiantes**.
- La nota final del cuaderno será numérica de 0 a 10.



- Los ejercicios serán puntuados según la calificación máxima descrita para cada uno de ellos. En ejercicios con varios apartados, todos los apartados se valorarán equitativamente.
- El código fuente de los programas deberá funcionar para que la parte de desarrollo práctico de su sesión sea evaluada. En caso contrario, la calificación de esa parte será de 0 puntos. Se comprobará el funcionamiento de cada programa en horario de clase.
- Con estas pautas, los ejercicios se evaluarán atendiendo a los siguientes criterios (siendo 1 la máxima puntuación de cada apartado):
  - **Calificación NO APTO (0):** El ejercicio/apartado no está resuelto, no se responde a todo lo que se requiere o está mayormente incompleto.
  - **Calificación APTO (0.2-0.8):** El ejercicio está resuelto parcialmente.
  - **Calificación DESTACA (1):** El ejercicio está resuelto con la profundidad requerida y no tiene errores, o contiene mínimos fallos menores (tipográficos, etc.).

**La detección de copia en algún ejercicio supondrá la calificación de 0 en todos los ejercicios entregados.**