

Introducción a la Teoría de la Información

David Martínez Galicia

Doctorado en Inteligencia Artificial – Universidad Veracruzana

CIIA – Centro de Investigación en Inteligencia Artificial

Sebastián Camacho No 5, Xalapa, Ver., México 91000

davidgalicia@outlook.es

Octubre, 2020

1. Introducción

Claude Shannon enuncia en 1948 que el problema fundamental de la comunicación es reproducir en un punto, ya sea exacta o aproximadamente, un mensaje seleccionado en otro punto [2]. El trabajo de Claude Shannon es la base para lo que hoy se conoce como Teoría de la Información. Estos apuntes no sólo cubrirán aspectos teóricos, sino también soluciones prácticas a problemas de comunicación, el modelado bayesiano de datos y métodos Monte Carlo.

Aunque muchas veces recibir un mensaje sin errores puede parecer una tarea relativamente simple, esto no es necesariamente cierto si consideramos un canal ruidoso. El ruido generalmente puede verse como un tipo de interferencia o corrupción que puede llevar a una interpretación incorrecta del mensaje.

2. Ejemplos de comunicación ruidosa

David Mackay [1] propone 4 ejemplos en los que la comunicación puede ser ruidosa:

1. Una línea análoga de teléfono con problemas de comunicación cruzada, donde los datos que son transmitidos en una línea saltan a otra.
2. La comunicación entre una base terrestre y una nave espacial, donde los mensajes transmitidos pueden ser modificados por la radiación del cosmos.

3. La reproducción de células, donde las células hijas contiene la información transmitida por los padres y que en algunos casos su material genético llega a mutar o dañarse.
4. Y finalmente, un disco duro, donde la información almacenada es representada a través de bits, y estos pueden ser corrompidos por interferencias o problemas de funcionamiento.

3. Soluciones a la comunicación ruidosa

En todos los ejemplos, existe la posibilidad de recibir mensajes incorrectos, es decir, mensajes que son diferentes a la forma en la que fueron transmitidos. Para enfrentar este problema se han propuesto dos tipos de soluciones:

1. La solución física, que propone mejorar las características físicas de un sistema de comunicación con el fin de obtener resultados más confiables.
2. La solución del sistema, que acepta la presencia de ruido en el canal de comunicación y propone la implementación de métodos para lidiar con el ruido. Dentro de este enfoque, la Teoría de la Información y la Teoría de Códigos juegan un papel primordial brindando soluciones que hagan crecer la probabilidad de que un mensaje sea recibido correctamente.

4. Esquema general de comunicación

Con el fin de entender, el enfoque propuesto por la solución del sistema, a continuación, se describe un esquema general de comunicación (Figura 1), en el cual se pueden mapear los elementos de un sistema de comunicación como los descritos en los ejemplos y definir sus funciones.

Dada la Figura 1, un sistema de comunicación se encuentra compuesto por:

1. Una fuente de información, que produce un mensaje o secuencia de mensajes para enviarse a un destinatario.
2. El transmisor que trabaja sobre el mensaje para producir una señal adecuada y transmitirla por un canal.

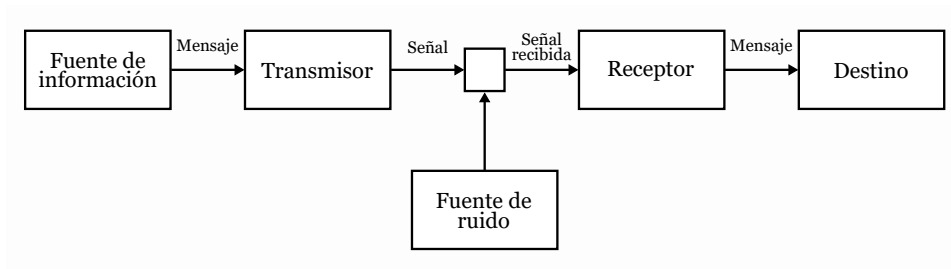


Figura 1: Esquema general de comunicación descrito por Claude Shannon.

3. El receptor que realiza la operación inversa a la hecha por el transmisor, reconstruyendo el mensaje a partir de una señal recibida.
4. El destino que es la persona o cosa a la cual se le envía el mensaje.
5. Y por último, el canal que es el medio usado para transmitir la señal de un mensaje desde el transmisor al receptor.

Mientras las soluciones físicas mejoran al sistema en sí, es decir, emplean dispositivos más refinados que reducen la probabilidad de que la información sea corrompida, también incrementa el costo de implementación de un sistema de comunicación. En cambio, el enfoque propuesto por la solución del sistema plantea la siguiente pregunta: ¿Qué tipo de técnicas computacionales pueden ser ocupadas para que la naturaleza ruidosa de un canal no afecte la transmisión de datos? En este sentido, la solución más práctica es agregar redundancia al mensaje, de forma que, cuando sea recibido esta redundancia sea útil en el proceso de reconstrucción del mensaje.

5. Supuestos para trabajar

A partir de ahora, se adoptará la representación de un mensaje por medio de bits como en el ejemplo 4 y se asumirá la presencia de un canal ruidoso el cual tiene una probabilidad definida para cambiar un bit. Finalmente, es importante mencionar que canales con probabilidades de cambio o de error cercanas a cero son preferidos debido a que los datos recibidos no sufren de mucha variación.

Referencias

- [1] David J. C. MacKay. *Information Theory, Inference & Learning Algorithms*. Cambridge University Press, USA, 2005.
- [2] Claude Elwood Shannon. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(4):623–656, 1948.

Xalapa, Ver., México
Octubre 2020

*David
Martínez Galicia*