Jorge Silva

Proyecto 1
Primavera 2010

TITULO **Ecualización Ciega de Canal**

Propuesto por Patricio Parada (http://www.cec.uchile.cl/pparada/,)

Contexto del Problema

Uno de los problemas principales que debe manejar un sistema de comunicaciones es la alteración de los símbolos introducida por el canal. Supongamos que queremos enviar la secuencia de símbolos

$$\ldots, a_{-3}, a_{-2}, a_{-1}, a_0, a_1, a_2, \ldots \tag{1}$$

Si utilizamos modulación digital con un pulso base de forma $p(t)$, con soporte $[0, T]$, entonces la señal modulada que transmitiremos en el canal es

$$x(t) = \sum_{l=-\infty}^{\infty} a_l p(t - lT). \tag{2}$$

La distorsión más simple que puede sufrir este mensaje es de tipo aditiva y puede ser descrita por

$$y(t) = x(t) + n(t). \tag{3}$$

En el instante $t = kT$, tenemos que

$$y_k \equiv y(t = kT) = a_k p(0) + n_k. \tag{4}$$

es decir, el símbolo enviado a_k se le agrega una componente aditiva de ruido $n[k]$. En este caso, la hipótesis fundamental es que el canal no tiene memoria, por lo que los símbolos enviados en el instante k no tienen efectos en símbolos pasados o futuros.

Sin embargo, existen instancias en el cual este modelo es inapropiado. Considere por ejemplo la transmisión de símbolos en una línea telefónica de cobre, cuya respuesta al impulso se asemeja a un filtro pasabajos. En este caso, la respuesta al impulso del canal será $h(t) \neq \delta(t)$ y por lo tanto,

$$\begin{aligned} y(t) &= h \star x(t) + n(t). \\ &= \Big[\sum_{l=-\infty}^{\infty} a_l p(t - lT) \Big] \star h(t) + n(t) \\ &= \sum_{l=-\infty}^{\infty} a_l s(t - lT) + n(t) \end{aligned} \tag{5}$$

donde $s(t - lT) \neq 0$ para $l \neq 0$.

En este caso, el receptor verá que los símbolos que recibe están mezclados, en un fenómeno que se denomina *interferencia intersimbólica*. El propósito de este trabajo es estudiar este fenómeno y cómo mitigar sus efectos en la calidad de la comunicación, técnica que se conoce como *ecualización de canal*.

La ecualización de canal puede ser resuelta mediante filtrado lineal si se conoce la respuesta al impulso del canal. La expresión del filtro en este caso es

$$G(z) = \frac{1}{H(z)}. \tag{6}$$

Esta solución, llamada *criterio forzador de ceros*, introduce inestabilidad al sistema. Además, requiere conocer el canal con anticipación, algo que puede resultar difícil en situaciones prácticas.

La ecualización adaptiva resuelve este problema. Dependiendo de la aplicación, uno puede implementar la ecualización siguiendo uno de los siguientes métodos:

(I) Entrenando el ecualizador mediante una secuencia piloto conocida por el receptor.

(II) Realizando ecualización ciega, en cuyo caso la estimación de las propiedades del canal y los símbolos se realiza en forma simultánea (*on the fly*) y sin entrenamiento previo.

Descripción del Problema

El problema que deberá estudiar es la ecualización ciega de canal. Para ello se propone la siguiente estructura de trabajo.

(I) Familiarizarse con las nociones de ecualización lineal de canal (ver Artés [1] y Blahut [2]).

(II) Implementar un algoritmo para la ecualización lineal sin y con decisión realimentada.

(III) Estudiar los artículos citados sobre ecualización ciega citados en la bibliografía e implementar.

Referencias

[1] A. Artés y F. Pérez, *Comunicaciones Digitales*, España: Madrid, Prentice Hall, 2007.

[2] R. Blahut, *Modem Theory: An Introduction to Telecommunications*, New York: New York, Cambridge University Press, 2010.

[3] D. N. Godard, “Self-recovering equalization and carrier tracking in two-dimensional data communication systems,” in *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 28, No. 11, pp.1867-1875, November 1980.

[4] J. C. R. Johnson, P. Schniter, T. J. Endres, J. D. Behm, D. R. Brown, and R. A. Casas, “Blind equalization using the constant modulus criterion: a review,” in *Proceedings of the IEEE*, Vol. 86, No. 10, pp. 1927-1950, October 1998.

[5] J. R. Treichler, M. G. Larimore, and J.C. Harp, “Practical blind demodulators for high-order QAM signals,” in *Proceedings of the IEEE*, Vol. 86, No. 10, 1907 - 1926, October 1998.

9 de agosto de 2010.