
Enunciado Práctica 4 para entregar

Práctica 4: Linear Predictive Coding (LPC)

LPC y la envolvente del espectro

Enunciado general:

Un primer objetivo es aplicar LPC a secciones de ancho temporal fijo sobre toda una señal y observar la envolvente del espectro de cada sección. Luego se graficará todas las envolventes obtenidas de forma conjunta, de modo de obtener una superficie. Dicha superficie debe ser semejante a un espectrograma de banda ancha. Utilizando la señal `fantasia.wav`, se debe encontrar la secuencia completa de coeficientes LPC (usando 20 coeficientes) de ventanas de señal de 25mseg tomadas cada 10mseg, por el método de Autocorrelación. Antes de graficar la superficie de envolvente verifique con su programa que se cumplen los siguientes items. Estas verificaciones le servirán a modo de autochequeo de que el programa está bien.

- Si se toma una ventana de 25mseg de la señal `fantasia.wav` a partir de la muestra 14000, y se calculan 20 coeficientes a_i , con $i = 1, \dots, 20$ se obtiene una reconstrucción del espectro cuyo primer pico está aprox. en 725Hz.
- La señal de error, calculada como la resta entre la señal original y la señal predicha dentro de esa ventana, tiene una amplitud máxima de alrededor de 0.07 y una forma cuasi periódica, con picos muy claros, espaciados aproximadamente en 5mseg.

Una vez chequeado lo anterior sobre esa ventana en particular, el informe deberá contener:

1. Un gráfico de la señal temporal correspondiente a la sección a la que se hace referencia en los items de chequeo, y superpuesta la señal predicha. Otro gráfico debe mostrar el error (donde se vea claramente el espaciamiento temporal entre picos).
2. Un gráfico de la envolvente del espectro de la ventana mencionada, junto con la DFT (en valor absoluto) donde se pueda leer el valor de los picos de la envolvente (en unidades de frecuencia; mencionar el valor de los dos primeros solamente). Estos datos deberían corresponder con lo visto en la clase de fonética relativo a los formantes de la letra correspondiente a ese segmento.

Además, el práctico deberá contener el loop donde se ejecuta el cálculo anterior sobre cada ventana de señal, recorriendo toda la señal. Los coeficientes obtenidos en cada ventana, deben ser guardados en una matriz para futuros cálculos. Una vez realizado el programa que hace el loop, se debe mostrar también los siguientes resultados:

3. Debe figurar un gráfico donde aparezcan 4 envolventes superpuestas, correspondientes a ventanas que ocurran durante las emisiones de cada vocal de la palabra de la señal: 3 vocales /a/ más una ventana correspondiente a /i/. Verifique que los formantes de las 3 emisiones diferentes de la /a/, como también el de la /i/ cumplen lo visto en la práctica 2.
4. El gráfico de la superficie completa de las envolventes, y la comparación con el espectrograma.

LPC aplicado a codificación

Enunciado general:

En esta parte se realizarán simulaciones muy simples de la aplicación de LPC para codificación. La idea es que la codificación utiliza un hecho básico subyacente a LPC, y es que hemos dividido la información de la señal de habla en dos vertientes diferentes, que son por un lado los coeficientes que me dan información del espectro de la señal, y por el otro la información del error de predicción que me indica el tipo de fuente que genera la señal (que es lo que *no* se puede estimar con LPC). Este proceso de descomposición de la señal en coeficientes del estimador más el error, es reversible, es decir que a partir del error y los coeficientes es posible volver a construir la señal original. La idea de la codificación por LPC es que el grueso de los datos, lo que consume más memoria, es el almacenamiento del error y no los coeficientes (porque estos se calculan una vez cada 10mseg). Por lo tanto el codificador de LPC simplemente es un cálculo de coeficientes LPC y señal de error, y una compresión del error, por ejemplo, codificando la señal de error con un redondeo de baja precisión.

5. Genere la señal de error para la señal `fantasia.wav` utilizando los coeficientes hallados en la sección anterior. Sintetice nuevamente la señal original con el filtro inverso, y compruebe que es igual a la señal `fantasia.wav`. Este punto es un chequeo de que la descomposición de LPC es reversible, pero además es un autochequeo que verifica que el proceso está bien. En esta parte debería aparecer un gráfico de la señal original superpuesto al de la señal obtenida al final de todo este proceso, mostrando que ambas son iguales.
6. Repetir el ítem anterior, pero redondeando el error de predicción a punto fijo de 8, 6 y 4 bits. Grabe también las señales sintetizadas, y escúchelas a modo de verificación de que el redondeo del error no destruye la señal de habla. Calcule en cada caso el ahorro en el almacenamiento contra el caso de la señal codificada en punto fijo de 16bits (considere que los coeficientes se almacenan en punto flotante).
7. Realice un gráfico que muestre el error original, y superpuestos los errores redondeados a 8, 6 y 4 bits utilizados en el ítem anterior (para una porción de la señal, de modo de tener una visualización mejor). Realice otro gráfico similar pero con las señales reconstruidas.