

4. CONCLUSIONES

Hemos visto como se pueden utilizar los filtros ML en problemas de estimación de espectro cruzado, para obtener una estimación de densidad espectral de potencia cruzada.

El gran potencial del método ML en este tipo de problemas permite el diseño de analizadores de espectro aplicando un método paramétrico. Actualmente, la única filosofía aplicada a estos instrumentos es la utilización de la FFT. La mayor limitación de estos procedimientos es que no tienen una extensión al problema multicanal.

Utilizando el método ML se pueden diseñar analizadores de espectro para un canal o dos, para obtener autoespectro y espectro cruzado, nivel de potencia y nivel de potencia cruzada, estimación de tiempo de retardo, coherencia, relación señal a ruido y todas las funciones de interés en procesado multicanal.

Otra aplicación muy interesante del método ML es su utilización en la estimación de tiempo de retardo. La estimación del tiempo de retardo entre las señales contaminadas con ruido observadas en dos o más sensores separados espacialmente es un problema de gran interés en localización de blancos en radar y en aplicaciones de sonar. El interés del método propuesto en este artículo frente a otros procedimientos utilizados habitualmente en la resolución de este problema, es su buen comportamiento tanto de resolución como de nivel de lóbulos secundarios, lo cual produce una menor probabilidad de error en la estimación de tiempo de retardo y una detección mucho más fiable.

5. REFERENCIAS

- /1/M.A. Lagunas, A. Gasull, "An Improved ML Method for Power Spectral Density Estimation". IEEE Trans. on Acoustics, Speech and Signal Processing. Vol. ASSP-32, n.1, Feb. 1984.
- /2/M.E. Santamaría, M.A. Lagunas y M. Amengual, "A Parametric Approach for Cross-Spectral Density Estimation", Proceedings MELECON'85, V. II, pp. 355, 358.
- /3/R.B. Backman y J.W. Tukey, "The Measurement of Power Spectra from the Point of View of Communication Engineering", Dover Publications, Inc., New York, 1959.
- /4/G.C. Carter y A.H. Nuttall, "On the Weighted, Overlapped, Segment-Averaging Method for Power Spectrum Estimation", Signal Proc., Vol. II, pp. 387-390, 1980.
- /5/V.J. Mathews y D.H. Youn, "Analysis of the Short-Time Unbiased Spectrum Estimation Algorithm", IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Proc., Vol. ASSP-33, n.1, pp. 136-142, Feb. 1985.

EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS DE ADQUISICION Y SEGUIMIENTO DE ARRAYS ADAPTATIVOS.

Enrique Masgrau, Rafael Lucas, Miguel A. Lagunas
E.T.S.I. Telecomunicación, UPC. C/Jordi Girona Salgado, s/n. 08071 Barcelona

RESUMEN

En el presente trabajo se lleva a cabo un estudio comparativo de varios algoritmos para arrays adaptativos en el contexto de comunicaciones marinas vía satélite. Los algoritmos considerados pertenecen a dos grandes grupos diferenciados: los de tipo gradiente, los más populares en aplicaciones de procesado adaptativo de señal, y los de tipo de búsqueda aleatoria, cuyas ventajas de realización hardware alcanzan su máximo aprovechamiento en el contexto indicado de comunicación vía satélite. Varios algoritmos incluyen ideas originales de los autores que optimizan las prestaciones de algunos algoritmos clásicos.

Los algoritmos son evaluados en un contexto estacionario, caso de fuentes y receptor inmóviles, y en un contexto no estacionario, donde se simula un movimiento fuerte de balanceo del barco receptor. En ambos casos los algoritmos de tipo gradiente resultan más potentes que los de búsqueda aleatoria.

Este trabajo ha sido realizado en parte con el soporte de la ESA, en el marco del proyecto AD/1-1679/NL/GM.

1. Introducción

Las comunicaciones marinas vía satélite requieren la utilización de arrays de sensores en el receptor y en el emisor, de tal manera que pueda realizarse una selección espacial del canal en presencia de otras comunicaciones en la misma banda de frecuencia. La orientación del array era gobernada mecánicamente hasta que recientemente se ha introducido el sistema de orientación electrónica, en la que el diagrama del array es dirigido variando el valor de los pesos de los sensores de forma adecuada. Las condiciones especiales del movimiento del mar hace que la orientación del array sea complicada, sobre todo en barcos de poco calado. La posibilidad de utilización de un algoritmo adaptativo que supervise de forma continua y automática la buena orientación del array se hace casi imprescindible.

En este caso, el algoritmo dispone de una señal de referencia que está altamente correlada con la señal deseada en recepción, obtenida por diversos sistemas (extraída de la señal recibida, generada en recepción, a partir de información disponible, etc.). La señal error definida entre esta señal y la de salida del array, gobierna el valor de los pesos del array, con el objetivo de minimizar su potencia media. Consecuencia de esta minimización es la colocación de un máximo en la dirección de la señal deseada y nulos en las direcciones de interferencias y multipath de baja correlación con la señal directa.

2. Algoritmos Adaptativos

Los algoritmos de tipo gradiente utilizan la secuencia error para estimar el gradiente de su valor cuadrático medio respecto de los pesos, y mover estos en dirección contraria a este gradiente. Entre estos consideramos los siguientes: el popular LMS ("Least Mean Square"), donde el gradiente estadístico es sustituido por el instantáneo; el NLMS ("Normalized LMS") modificación del anterior, en el que la velocidad de movimiento en dirección al gradiente es normalizada por la potencia de la señal (el gradiente es proporcional a esta potencia); el DSD ("Differential Steepest Descent"), donde el gradiente es estimado por diferencias finitas; el ADSD ("Adaptive DSD"), donde los parámetros del algoritmo DSD son actualizados continuamente según una expresión original de los autores; el PLMS ("Parametric LMS") que es una variante original del algoritmo de Kalman; el GA ("Gradient Accelerated") que incluye el algoritmo de Powell

para la búsqueda del mínimo del error cuadrático medio.

En los algoritmos de búsqueda aleatoria, la dirección de minimización del error es obtenida a través de una perturbación aleatoria de los pesos y test de la variación obtenida en la función error. Entre ellos se han considerado los siguientes: el LRS ("Linear Random Search"), donde el movimiento de los pesos se hace en la dirección de la perturbación si se obtiene una reducción del error, y en sentido contrario en el otro caso; el ALRS ("Adaptive LRS") donde, como en el ADSD, se actualizan continuamente de forma original los parámetros del LRS; el ARS ("Accelerated Random Search"), donde la variación de los pesos es sólo asumida si conlleva una reducción de la función error. En caso positivo, la perturbación de los pesos es doblada en la siguiente iteración. En caso contrario se vuelve a la perturbación original. Los detalles de los algoritmos no se presentan aquí por falta de espacio y pueden consultarse en /1,2/.

3. Estudio Comparativo

La comparación de las prestaciones de los referidos algoritmos se lleva a cabo con las siguientes especificaciones: Array lineal de seis elementos, equiespaciados 0.8 longitudes de onda, señal de referencia pseudoaleatoria, señal directa a $+5^\circ$ y 0dB, señal interferencia incoherente a $+15^\circ$ y 0dB, multipath incoherente a -5° y -5dB, y ruido gaussiano omnidireccional a -5dB.

a) Características de Adquisición. Caso estacionario.

Los algoritmos son todos inicializados con el mismo valor del vector de pesos ("quiescent") y puestos a trabajar con sus parámetros de valor tal que el "desajuste" M en régimen permanente, tras la adaptación, fueran iguales para todos los algoritmos, y de valores 5%, 10% y 30%. Con estas condiciones se efectuaron varias medidas: la constante de tiempo T_{mse} de la curva error cuadrático medio, el CMR ("Carrier-Multipath Reject") medio tras la adaptación, el CIR ("Carrier-Interference Reject") medio, y el T_{CMR} , muestras hasta que $CMR > 10dB$ y $CIR > 15dB$.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1, para el caso de desajuste $M=30\%$.

	LMS	NLMS	DSD	ADSD	RLMS	GA	LRS	ALRS	ARS
T_{mse}	1	0.75	519	400	0.78	7	1972	1737	4127
CMRdB	20	20	19	19.5	20	19	18.5	19	20
CIRdB	23.5	24	24	23.5	24	25	23	24	24
T_{CMR}	12	12	961	1921	12	92	7425	4993	8001

Tabla 1. Características de adquisición M=30%.

b) Características de Seguimiento. Caso no estacionario.

Para evaluar las prestaciones de seguimiento de los distintos algoritmos se simuló el movimiento de balanceo del barco en el caso peor (30° de amplitud y 6 segundos de periodo), suponiendo una velocidad de muestreo de 30KHZ. (canal de 15khz). Los ángulos de llegada de las diferentes señales responden a la siguiente expresión:

$$\theta(n) = \theta_0 + 30^\circ \cdot \frac{2\pi}{6} \cdot \frac{n}{3 \cdot 10^4} \quad (1)$$

lo que representa una pendiente máxima de 1°/seg.

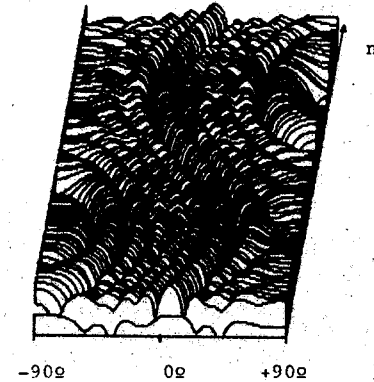
Los algoritmos fueron corridos con los parámetros obtenidos para el caso anterior de 30% de desajuste en régimen permanente y estacionaridad. Partiendo del mismo quiescent, se miden las mismas magnitudes que el apartado a, donde M ahora representa el desajuste medio medido tras la adquisición, obviamente mayor que 30%.

	LMS	NLMS	DSD	ADSD	PLMS	GA	LRS	ALRS	ARS
						(*)			(**)
T_{mse}	1	0.76	-	566	0.78	16	5843	3592	-
CMRdB	20	21	-	12.5	21	18	10	11	-
CIRdB	23	23	-	20	23.5	23.5	10	10.8	-
T_{CMR}	12	12	-	6681	12	95	52737	49025	-
M%	41	40	-	206	40	70	916	715	-

(*) Balanceo de 15° de amplitud ya que es incapaz de seguir el caso de 30°. Parámetros que proporciona M=10% en caso estacionario.

(**) No converge con balanceo de +15°.

En la figura 1 se muestra la evolución temporal del diagrama del array en el caso del algoritmo NLMS.



Figural. Evolución temporal del diagrama del array en el caso de seguimiento del balanceo del barco (amplitud 30°) mediante el algoritmo NLMS.

4. Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos es clara la superioridad de los algoritmos tipo gradiente sobre los de busca aleatoria, en lo que se refiere a prestaciones de velocidad de convergencia y capacidad de seguimiento en casos no estacionarios. En concreto, la clasificación obtenida de mayor a menor velocidad de convergencia es como sigue: PLMS, NLMS, LMS, GA, ADSD, DSD, ALRS, LRS, ARS. Cabe resaltar que los algoritmos resultantes de las aportaciones de los autores, mejoran ostensiblemente, en general, las prestaciones de las versiones clásicas.

La ventaja de los algoritmos de búsqueda aleatoria reside en la no

necesidad de disponer de las señales en los sensores, lo cual requeriría de costosos acopladores y conversores a frecuencia inferior en cada canal.

Referencias

/1/ R.A. Manzingo, T.W. Miller, "Introduction to Adaptive Arrays", John Wiley Inc. 1980.

/2/ R. Lucas, "Evolución de Algoritmos para Sistemas de Arrays Adaptativos". Proyecto Fin de Carrera. ETSITB-UPC. Septiembre 1985.

DESCRIPCION Y SIMULACION DE SISTEMAS DIGITALES EN LAS ETAPAS INICIALES DEL DISEÑO MEDIANTE LAS HERRAMIENTAS IMPLEMENTADAS SOBRE EL LENGUAJE DDL: ESTUDIO DE UN FILTRO DIGITAL

M.A.Allende, S.Bracho y E.Villar

Dpto. de Electronica, Facultad de Ciencias, Universidad de Cantabria

RESUMEN

En esta comunicacion presentamos el sistema de diseño automatico basado en el lenguaje DDL (Digital Design Language) que hemos adaptado, mejorado e integrado dentro de nuestro sistema CAD. Como ejemplo del uso de estas herramientas proponemos el diseño de un filtro digital.

INTRODUCCION

Los circuitos digitales integrados, debido a su fiabilidad, robustez y dificultad de copia, presentan un gran interes en aplicaciones militares. El creciente incremento de complejidad de estos circuitos, impulsado por la tecnologia VLSI, hace imprescindible disponer de un sistema de diseño asistido por computador (CAD) con el que adoptar un metodo de diseño jerarquico y regular: comenzando por la descripcion funcional o de comportamiento del sistema y realizando la implementacion en los distintos nivel de abstraccion (logico, electrico, etc.) hasta producir la descripcion geometrica o de mascarar. En este proceso cobran gran importancia los sintetizadores logicos.

En esta comunicacion presentamos el sistema de diseño automatico basado en el lenguaje DDL (Digital Design Language), desarrollado por D.L.Dietmeyer (1) que hemos adaptado, mejorado e integrado dentro de nuestro sistema CAD. Este sistema de diseño digital se compone de un traductor (DDLTRN), un simulador (DDLSIM) y un programa de sintesis logica automatica (DDLSYN). La entrada a este conjunto de programas se realiza con la descripcion funcional, a nivel de transferencia de registros, del comportamiento del sistema que se desea implementar.

Para poder abordar un diseño de la complejidad de los sistemas digitales actuales, necesitamos en primer lugar especificar perfectamente el comportamiento que deseamos que tenga y describir este comportamiento rigurosa y objetivamente. Aqui es donde cobran gran importancia los lenguajes de descripcion formal, como DDL, AHPL, ISPS,