



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA MATANZA

**COMISION EVALUADORA Y SEGUIMIENTO
DE TRABAJOS DE INVESTIGACION**

INFORME FINAL – DIC.2009

PROYECTO C091

Título del proyecto: Grupo de Procesamiento de señales

Nombre del Director: Ing. Andrés E. Dmitruk

Integrantes:

Mag. Daniel Díaz

Lic. Luis Alberto Fernández

Lic. Roberto Depaoli

Lic. Julio Bertúa

Lic. Luis Alberto López

Roberto Stockli

Ing. Enrique Jorge Velo

Ing. Leandro Antonio Oses

Sr. Nicolás Molina Vuistaz

Departamento: Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas.

Registrado en Dirección Nacional de Derecho de Autor

Expediente N° 946.157 el 27/7/2011

Todos los Derechos Reservados SECyT-UNLaM

Resumen del proyecto

En este agrupamiento se unen dos grupos que desarrollan proyectos de procesamiento de señales, uno desde el punto de vista de hardware y otro desde el punto de vista del desarrollo de herramientas matemáticas, de manera que a través de su interrelación puedan potenciarse y lograr una masa crítica que posibilite alcanzar resultados que trasciendan al medio productor de bienes y servicios de aplicaciones de la microelectrónica y contribuyan a una mejora continua de la calidad de la enseñanza de la ingeniería.

Si bien en esta etapa inicial, los proyectos que forman el programa tendrán sus propios objetivos específicos, al cabo de dos años se espera lograr que formulen un proyecto común.

Los dos proyectos del grupo son:

- 1. Aplicaciones del Procesamiento de Señales a la Separación de Fuentes y la Reconstrucción 3 – D.**
- 2. Control activo de ruido.**

Resultados obtenidos:

Sus trabajos han sido difundidos en el medio, la experiencia y conocimientos adquiridos se han incorporado en las tareas docentes y si bien preliminares, se han iniciado vinculaciones con el sector productivo.

Se presenta muy brevemente los resultados obtenidos por cada uno de los proyectos y se adjuntan los informes de cada uno de ellos

1) Aplicaciones del Procesamiento de Señales

Director: **Luis Fernández,**

Integrantes: Julio Bertúa
Roberto Depaoli
Daniel Díaz
Luis López
Roberto Stockli

El presente proyecto se ejecutó en los años 2008 y 2009. Estuvo orientado al procesamiento de señales e imágenes digitales y se trabajó en visión 3D y procesamiento estadístico de señales.

Publicaciones.

1 - "Un Procedimiento de Calibración y Medición en Fotogrametría de Rango Cercano".- Roberto Depaoli, Daniel Díaz, Luis Fernández.

XIV Congreso Nacional de Fotogrametría y Ciencias Afines, realizado en la Universidad de Morón y organizado por la Asociación Argentina de Fotogrametría y Ciencias Afines (www.aafyca.com.ar), en Septiembre de 2008.

2 - “Aplicación de la fotogrametría de rango cercano en ingeniería”.- Roberto Depaoli, Daniel Díaz, Luis Fernández.

2^o Congreso Argentino de Ingeniería Industrial (COINI 2008), realizado en el ITBA, ciudad de Buenos Aires, en Octubre de 2008.

<http://www.coini.com.ar/COINI%202008/Trabajos/TC9.pdf>

3 – “El tratamiento de la distorsión radial en metrología efectuada con cámaras digitales”. - Roberto Depaoli, Daniel Díaz, Luis Fernández, Roberto Stockli.

3^o Congreso Argentino de Ingeniería Industrial (COINI 2009), realizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones, en Octubre de 2009.

http://www.coini.com.ar/contenidos/EL_TRATAM...pdf

Participación en jornadas tecnológicas.

“Procesamiento de señales para la reconstrucción 3-D con cámaras y láser”.- IV ExpoProyecto UNLaM, realizado en la Universidad de La Matanza en el año 2008.

“Tratamiento de la distorsión radial en metrología efectuada con cámaras digitales”, V ExpoProyecto UNLaM, realizado en la Universidad de La Matanza en el año 2009.

Tareas desarrolladas

a - Reconstrucción 3D

Para la reconstrucción de la geometría tridimensional de objetos con sistemas de visión estereoscópica se requiere de dos o más tomas fotográficas y de un mecanismo de identificación de puntos homólogos. Iluminando la escena con un diodo láser con generador de línea se resuelve el problema de la correspondencia entre puntos homólogos. En efecto, el homólogo de un punto en una de las tomas se encuentra en la intersección de la línea láser y la línea epipolar del punto en la otra toma. Con la hipótesis de un modelo de cámara lineal, se desarrolló un método de cálculo de la línea epipolar (1) que requiere de una matriz estimada a partir de la correspondencia entre los pixels homólogos de los puntos de intersección de una cuadrícula (sin mediciones externas). Para validar este procedimiento se realizaron mediciones con un sistema estéreo y la iluminación proporcionada por un láser lineal.

Un procedimiento alternativo de reconstrucción 3D que se comenzó a estudiar en un proyecto anterior emplea una cámara y un láser lineal. El método se basa en que las coordenadas espaciales de los puntos iluminados por el láser, quedan especificadas por las coordenadas pixel de su proyección en la imagen y la ecuación del plano de luz generado por el láser. Las ventajas respecto del dispositivo que emplea dos cámaras, consisten en que se requiere menor equipamiento, el procesamiento de solo una imagen en cada etapa y se obvia el cálculo del plano epipolar de cada punto que se quiera medir. Su desventaja es la necesidad de la medición, con un recurso externo, de

los desplazamientos del plano láser o del objeto a medir durante el escaneo. En esta etapa hemos completado los estudios de reconstrucción 3D con una cámara y láser lineal (2). Se ha desarrollado un método de escaneo con el que no se necesita medir los desplazamientos del plano láser. El escaneo se realiza con desplazamientos paralelos del plano láser, que se estiman de la fotografía, a partir de su proyección sobre un plano de referencia fijo dispuesto como fondo del objeto a medir. Si la óptica tiene aberraciones imperceptibles, como se asumió en los artículos (1) y (2), se deduce el modelo lineal empleado en ellos. Con distorsión radial, es común aplicar algoritmos no lineales. Propusimos en (3) un procedimiento alternativo que corrige el efecto de la distorsión radial sobre la propia imagen digital, y luego es suficiente la aplicación del modelo lineal. Además, se describe un procedimiento para estimar la relación de las medidas del píxel si este dato se desconoce y se muestra un criterio de validación del modelo propuesto.

b - Separación ciega de fuentes

La característica clave de los algoritmos de separación ciega de fuentes es la descomposición de los datos conociendo muy poco sobre la naturaleza de las señales fuentes componentes. Dentro de esta categoría se encuentran, por ejemplo, Principal Components Analysis (PCA), Independent Component Analysis (ICA). Estos algoritmos se aplican a problemas de distinta naturaleza, como: procesamiento de sonido, problemas de telecomunicaciones, señales electrocardiográficas, señales electroencefalográficas, Imágenes digitales, precios del mercado de valores, etc.

Los métodos ICA separan un conjunto de n mezclas generadas por procesos físicos independientes, en un conjunto de n componentes independientes (señales fuentes), con la asunción de que estas señales corresponden a los n procesos físicos independientes. Esto último, no se puede justificar desde un punto de vista lógico pero se verifica en la práctica. La diferencia entre ICA y PCA radica en que PCA descompone un conjunto de mezclas en un conjunto de señales incorreladas.

Durante la ejecución de este proyecto se realizó el estudio de algunos fundamentos teóricos de las técnicas de separación ciega de fuentes, como PCA e ICA. Su implementación y aplicación a problemas de procesamiento de señales o de imágenes, requiere la adquisición de equipamiento físico para realizar experiencias.

c – El problema de la aproximación de una distribución de probabilidad arbitraria por una distribución discreta.

Existen muchas aplicaciones de esa aproximación. En particular, las evaluaciones por expertos de fenómenos inciertos conducen siempre a distribuciones de tipo continuo (que son frecuentemente lognormales) y que es útil representar mediante escenarios (distribución discreta). El ejemplo mencionado es típico en la industria del petróleo y en economía. Una discretización adecuada es también necesaria en problemas en los que se use la teoría de Bayes e involucre a distribuciones continuas. Varias aplicaciones a la ingeniería son mencionadas en la literatura especializada. Roberto Stockli desarrolló un procedimiento directo para la estimación de una distribución de probabilidad en un espacio muestral finito de n eventos, a partir de los momentos hasta el orden $2n$. En la literatura este problema se resuelve con métodos iterativos más complejos. Este trabajo será remitido para su evaluación.

Tareas con el equipamiento incorporado.

El banco experimental adquirido anteriormente con apoyo del Programa Cytma, sirvió para fundamentar los aspectos experimentales de los trabajos antes mencionados y además fue utilizado por otro grupo de investigación y es usado para experiencias de física con alumnos destacados de esa materia.

Otras actividades

Presentaciones en Expoproyecto UNLaM 2008 de una mesa con experiencias.

Asesoramiento a la empresa Bonus S.R.L. en temas de procesamiento de señales
Realización de distintas actividades de capacitación del grupo y reuniones de intercambio de experiencias con grupos del INTI, la Facultad de Ingeniería de la UBA y el grupo de la UNLaM dirigido por el Ing. Velo.

Referencias:

“The Geometry of Multiple Images”, Olivier Faugeras and Quang-Tuan Luong – MIT Press

“An invitation to 3D – Vision”, Yi Ma – Stefano Soatto – Jana Kosecka. – Springer

“Optical Metrology”, Kjell, J. Gasvik – Wiley.

“A Versatile Camera Calibration Techniques for High-Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-shelf TV Cameras and Lenses”, Roger Y. Tsai, IEEE journal of robotics and automation, vol. ra-3, Nº 4, Agosto 1987, Pág. 323-344.

“Digital Image Processing”- R.González y R.Wood - Editorial Addison Wesley.

“Fundamentals of digital image processing” – Jain - Editorial Prentice-Hall Engineering.

“Techniques for calibration of the scale factor and image center for high accuracy 3-D Machine Vision Metrology”, IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, R. K. Lenz y R. Y. Tsai, Vol. 10, Nº 15, Septiembre 1988, Pág. 713 – 720.

“Multivariate Bayesian Statistics, Models for Source Separation and Signal Unmixing”, Daniel B. Rowe - Chapman & Hall/CRC

“Independent Component Analysis”, Aapo Hyvärinen, Juha Karhunen, Erkki Oja – Wiley.

“Independent Component Analysis: A Tutorial Introduction”, James V. Stone - MIT Press.

“Positive matrix factorization: a non-negative factor model with optimal utilization of errors estimated of data value”, P.Paatero, U Tapper. Environmetrics Vol 5 (1994).

“On multiple pattern extraction using singular value decomposition” Kanjilal PP, Palit S. IEEE Trans. Signal Proc. 1995; 43:1536-1540.

2. Control activo de ruido.

Director: Ing. Jorge Velo

Integrantes:

Ing. Leandro Antonio Oses

Sr. Nicolás Molina Vuistaz (estudiante)

Introducción

Un control activo de ruido es un sistema que produce una modificación del campo sonoro, particularmente una cancelación de dicho campo, usando medios electroacústicos.

En su forma mas simple, un sistema de control excita un altoparlante para producir un campo sonoro que es una copia especular exacta del ruido a cancelar.

Este campo, sumado al original produce una cancelación de la perturbación y el resultado neto es la falta de sonido.

La implementación de esta propuesta exige el cumplimiento de una serie de condiciones que aumentan la complejidad del sistema.

El control activo de ruido es una técnica que se diferencia del tradicional control pasivo de ruido, que involucra el uso materiales absorbentes, silenciadores, montajes antivibratorios y otros medios, que cuando se pretende reducir el ruido debido a bajas frecuencias, necesitan ser de dimensiones importantes.

Por el contrario, los sistemas activos de reducción de ruido son de pequeño tamaño, y actualmente su costo y su flexibilidad los hacen una opción conveniente.

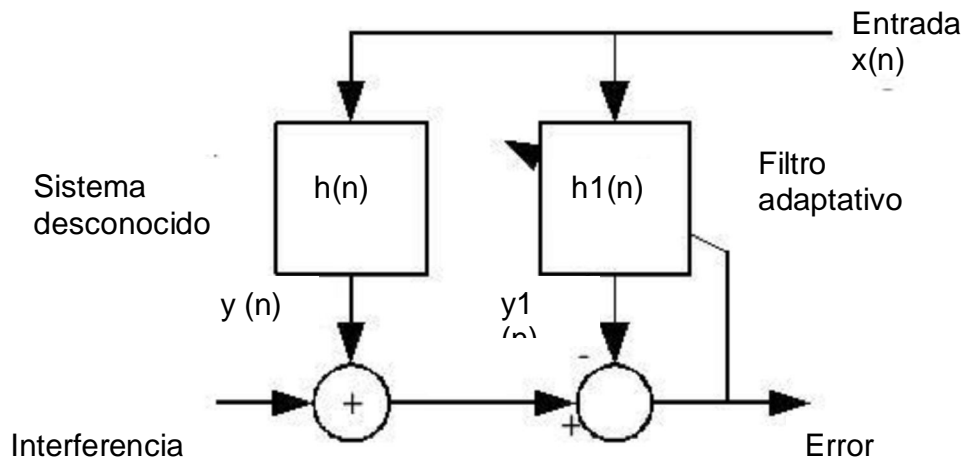
Actividades realizadas

Se debe tener en cuenta que el tanto el Director como los integrantes (en el inicio los dos eran estudiantes) no tenían ni experiencia ni conocimiento previo del procesamiento digital de señales mediante DSP y que en realidad el objetivo fundamental era adquirirlos a través del intento de una experiencia con los recursos disponibles.

Durante el año 2009 se continuó trabajando en la simulación de algoritmos para la implementación de los procedimientos necesarios mediante el uso del programa MATLAB, que resulta ser una herramienta muy apropiada para esta tarea.

A partir de las actividades ya realizadas que consistían en determinar las características del ruido interferente por medio de un sensor y usar esta información para reducir la potencia de ruido en el interior del recinto, se avanzó en la implementación de algoritmos para intentar el desarrollo de un sistema adaptativo.

Un filtro adaptativo es un filtro cuya transferencia o respuesta en frecuencia puede cambiar en el tiempo para adaptarse a la característica de un sistema deseado.

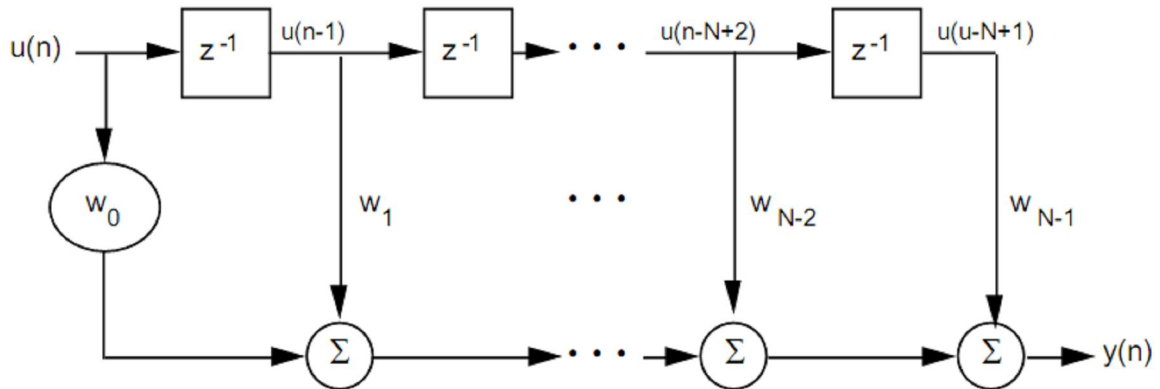


La mayoría de los problemas de filtros adaptativos pueden ser formulados usando un diagrama como el que se muestra. Esto es, se debe identificar un sistema desconocido y el filtro adaptativo intenta acercarse a éste todo lo posible usando solamente la señal original, la señal con interferencia y la señal de error, que son las observables.

Están basados, ya sea en una aproximación estadística, como el algoritmo LMS (cuadrados medios mínimos) o en una aproximación determinística, como en el caso del algoritmo RLS (cuadrados mínimos recursivos).

La mayor ventaja del algoritmo LMS es su simplicidad de cálculo, por lo que se orientó la búsqueda en ese sentido.

Los algoritmos que se intentaron fueron implementados con estructuras FIR (respuesta finita al impulso).



Se intentaron algoritmos basados en estructuras transversales como la que se muestra, con N pasos ajustables durante el proceso de adaptación.

Dadas las velocidades de procesamiento se continuó usando la técnica de operar procesando archivos grabados en formato WAV y generando luego archivos en el mismo formato para análisis de los resultados obtenidos.

Se avanzó en la implementación de algoritmos en el DSP adquirido y en la emulación de comportamiento mediante la conexión a una PC.

Se generaron rutinas para la obtención de filtros simples y se realizaron ensayos de filtros de mayor complejidad.

La formulación matemática de las rutinas está disponible en la bibliografía y la actividad más importante consistió en la adaptación y determinación de parámetros para ajustarlas a las condiciones de cada problema en particular.

Se comenzó con la implementación de un sistema real sin alcanzar a finalizarlo, por las tardanzas en la obtención de las partidas para las compras y se realizó una presentación en formato poster en Expoproyecto UNLAM 2009.

Se mantuvieron reuniones con el grupo de procesamiento de señales dirigido por el Lic. Fernandez, con vistas a definir una mayor interacción a partir del 2010.

Bibliografía consultada

Procesamiento Digital de Señales – Sanjit K. Mitra
The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing - Smith
Adaptive Filter Primer with MATLAB – Poularikas – Ramadan
Microcontroladores Avanzados DSPIC – J. M. Angulo
An Implementation of Active Noise Control for Canceling Speech - Christopher Rose
Development of an Active Noise Controller in the DSP Starter Kit - A. Miguez-Olivares, M. Recuero-Lopez.





