

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE EFECTOS DE ÓPTICOS EN IMÁGENES DIGITALES

González Javier¹, Calvo Camilo², Cruz José³, Tolosa Jorge⁴

Resumen. En el campo del procesamiento digital de imágenes, es de vital importancia la adquisición de imágenes en óptimas condiciones evitando componentes de información innecesarias. El uso de filtros ópticos, durante el proceso de adquisición, es de gran utilidad porque puede resaltar componentes en el dominio del espacio sin el consumo de tiempo de cómputo. Este trabajo tiene el objetivo de estudiar los efectos aportados por filtros ópticos durante la adquisición de imágenes digitales de rostros para el estudio de componentes espectrales y de cómo son modificadas en este proceso.

Palabras Claves. Dominio de la frecuencia, filtros ópticos, reconocimiento de rostros.

Abstract. In the field of digital imaging is of vital importance the image acquisition without unnecessary information components. The use of optical filters, in the acquisition process is very useful, because it can stress components in the space domain without the use of computation time. This paper aims to study the effects produced by optical filters during the acquisition of digital images of faces for the study of spectral components and how they are modified in this process.

Keys word. Domino frequency, optical filters, face recognition.

RECIBIDO: Marzo 2011
ACEPTADO: Septiembre 2011

1. INTRODUCCIÓN

El procesamiento digital de imágenes consiste, en adquirir y discretizar una función bidimensional que proviene de la magnitud de luz reflejada por un cuerpo. Al volver discreta esta función por medio de dispositivos electrónicos, se obtiene una matriz $A(x,y)$, donde A contiene los valores de la intensidad de luz emitida por cada punto del cuerpo en estudio ubicado en coordenadas x y y . El procesamiento digital de imágenes aplica estrategias de pre-procesamiento para el mejoramiento de la información o para resaltar características, a través de la aplicación de filtros en el dominio espacial o en el dominio de la frecuencia [1,2].

Como métodos de apoyo eficaz al pre-procesamiento de imágenes se tienen estrategias basadas en filtros ópticos a través de arreglos diseñados, los cuales han sido exitosos en el uso del rango del infra-rojo[3] y también en el uso de las comunicaciones ópticas en la optimización de procesos de compensación de efectos en la adquisición de imágenes [4].

Como una de las muchas aplicaciones del procesamiento de imágenes, existe el reconocimiento de rostros, el cual es un tema que ha exigido técnicas basadas en el suavizado de imágenes [5], redes de Markov [6], promediado de rostros [7] y sistemas adaptativos [8].

Como principal intención de este trabajo, es el de analizar en el dominio de la frecuencia, a través de la Transformada Discreta de Fourier Bidimensional, el efecto que es producido por el uso de filtros ópticos en un contexto particular: el análisis de rostros.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los resultados obtenidos en este trabajo, parten de la recolección de muestras de tres imágenes tomadas a sujetos bajo el mismo fondo e iluminación controlada como se puede apreciar en la figura 1. Por ser imágenes a color, se obtiene por cada una tres matrices, que corresponden a datos que contienen información de la intensidad de luz para la componente rojo, verde y azul (formato RGB).

FIGURA 1

Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Imágenes de muestras tomadas para un sujeto



¹ Javier González. Docente Investigador. U. Santo Tomás. Bogotá. (e_mail: javiere_gonzalez@yahoo.com.mx).

² Camilo Calvo. Estudiante. U. Santo Tomás. Bogotá. (e_mail: cam_calvo@jeee.org).

³ José Cruz. Estudiante. U. Santo Tomás. Bogotá. joseman61@hotmail.com).

⁴ Jorge Tolosa. Estudiante. U. Santo Tomás. Bogotá. (e_mail: georgetpr@hotmail.com)

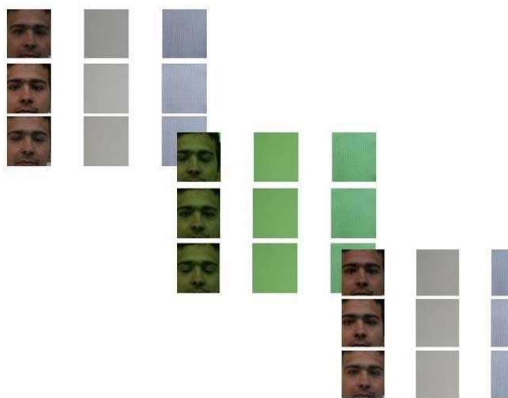
Se observa que cualitativamente cada una de las tomas presenta diferencias producidas por los filtros ópticos utilizados. La toma 1 no posee filtro óptico, la toma 2 fue adquirida con el filtro Amarillo/Verde y la toma 3 con el filtro UV.

Para el proceso de adquisición, fue utilizada una cámara digital semi-profesional tipo réflex, con 10 Megabits de resolución y de referencia Alfa 200 del fabricante Sony. Se escogió la referencia Filtro Amarillo/Verde 006, el cual está diseñado para retratos de interior con luz artificial y aclara el tono de la piel, logrando un realce de la tez. También se escogió el filtro UV 230, diseñado para filtrar los rayos ultravioletas en tomas al aire libre. Ambos filtros son del fabricante COKIN.

Para cada tipo de filtro se ha adquirido tres imágenes digitales, posteriormente a cada una se le extraen tres secciones (con tamaño de 400 x 400 pixeles) correspondientes a las zonas más representativas de cada imagen: rostro, fondo y ropa. (Ver figura 2). Al realizar el proceso de segmentación manual, se obtiene un subconjunto de seis imágenes para cada uno de los filtros utilizados. Para cada una de estas imágenes, se realiza la descomposición en el espacio de color en formato RGB.

FIGURA 2

Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Segmentación manual de cada una de las tomas adquiridas. Para cada filtro se ha obtenido un subconjunto de seis imágenes.



Para cada muestra se obtiene una matriz de intensidad $A(x,y)$ y para su análisis en el dominio de la frecuencia se utiliza la Transformada Discreta de Fourier Bidimensional, como se expresa en la ecuación 1.

$$A(u,v) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} A(x,y) e^{-j\left(\frac{2\pi}{N}ux\right)} e^{-j\left(\frac{2\pi}{N}vy\right)} \quad (1)$$

Según la ecuación (1), se tiene una matriz de

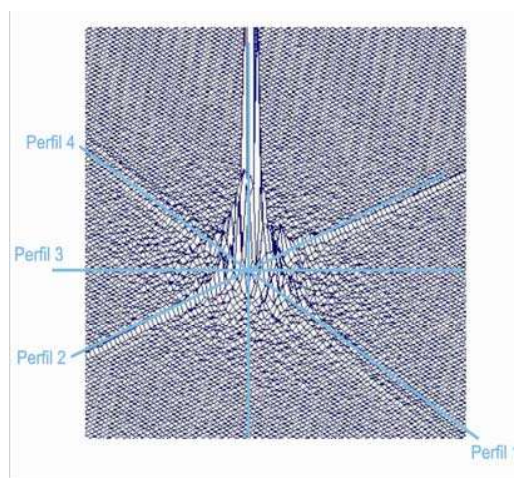
entrada $A(x,y)$ el cual es de dimensión $N \times N$ datos (píxeles) y de salida se obtiene la matriz $A(u,v)$, de igual dimensión, que contiene la Transformada Discreta de Fourier Bidimensional.

Tomando la Transformada Discreta de Fourier bidimensional, se procede a realizar el análisis en el dominio de la frecuencia a cada componente del espacio de color RGB (R=Rojo, G=Verde y B=Azul). Este procedimiento se aplica a cada sección.

Para fines prácticos de este trabajo, no se ha tomado la totalidad de datos aportados por la Transformada de Fourier bidimensional. Para este caso se procedió, para cada imagen analizada, tomar perfiles para estimar un promedio de la envolvente de la magnitud de la transformada de Fourier bidimensional. La figura 3, ilustra los datos adquiridos de la magnitud de la transformada de Fourier bidimensional y las líneas en la ilustración resaltan el grupo de datos que fueron tomados para estimar la envolvente promedio.

FIGURA 3

Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Extracción del perfil de la magnitud de la Transformada Rápida de Fourier calculada para una imagen.



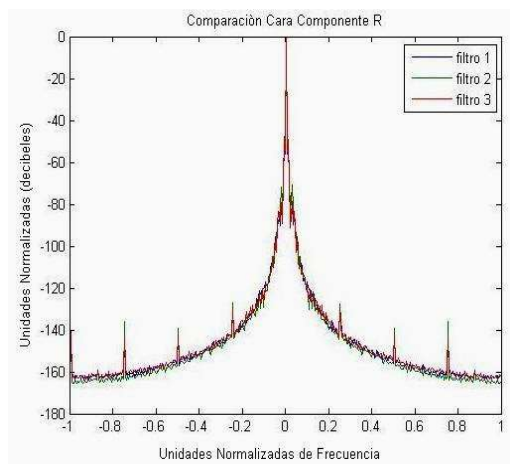
Para cada imagen se toma el promedio de los perfiles extraídos del análisis en el dominio de la frecuencia. El perfil promedio se calcula tomando los datos contenidos en las diagonales resaltadas en la figura 3. Posteriormente se almacenan los valores en arreglos de datos y se procede a sumar valor a valor y posteriormente se realiza la división entre la cantidad de perfiles. Este procedimiento es utilizado para la realización de comparaciones entre los efectos provocados por cada filtro.

3. RESULTADOS

Para la comprensión del análisis, se toma como filtro1, las muestras adquiridas sin ningún filtro digital, con el rótulo de filtro 2 las muestras adquiridas con el filtro verde/Amarillo y como filtro 3, se etiquetan las adquiridas con filtro UV.

Tomando las secciones correspondientes al rostro del sujeto, se ilustra en la figura 4, el análisis en el dominio de la frecuencia del componente R.

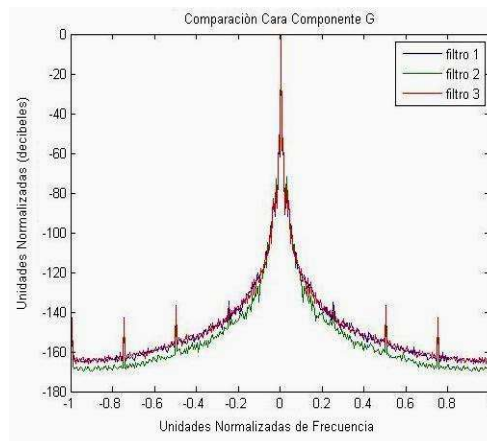
FIGURA 4
Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Perfil promedio de la transformada de Fourier para la componente R de la sección del rostro, adquirida para el filtro1, filtro 2 y filtro 3



La figura 4 ofrece información de cómo interviene el uso de los filtros ópticos en la componente R de la sección del rostro del sujeto. Según la figura 4, la magnitud del espectro para la componente R en la sección del rostro no sufre modificaciones por causa de los filtros.

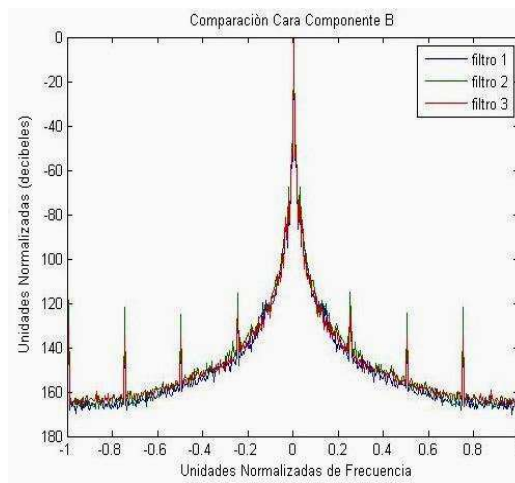
En la figura 5 se realiza el análisis de la sección del rostro para la componente G, en la cual se puede observar que la magnitud del espectro se atenúa en 10 db por el uso del filtro 2, dando un efecto pasa bajos en la componente G. Para el filtro 3 no sufre ninguna atenuación.

FIGURA 5
Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Perfil promedio de la transformada de Fourier para la componente G de la sección del rostro, adquirida para el filtro1, filtro 2 y filtro 3



La figura 6 ilustra el análisis de la sección del rostro para la componente B y se obtiene un resultado similar al que contienen la figura 4.

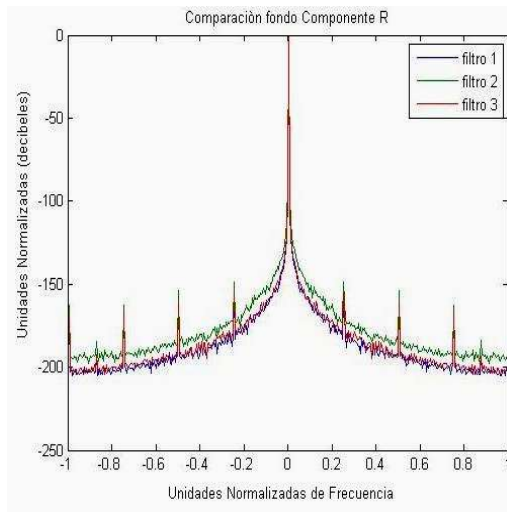
FIGURA 6
Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Perfil promedio de la transformada de Fourier para la componente B de la sección del rostro, adquirida para el filtro1, filtro 2 y filtro 3



La siguiente sección estudiada corresponde de fondo de la imagen. La figura 7 contiene el resultado obtenido al analizar en el dominio de la frecuencia la componente R del fondo. Se puede evidenciar que el uso del filtro 2 ofrece un realce de 12 db a las componentes espectrales, en cambio para el uso del filtro 1 y el filtro 3 se obtiene un efecto pasa bajos con atenuaciones de 10 db.

FIGURA 7

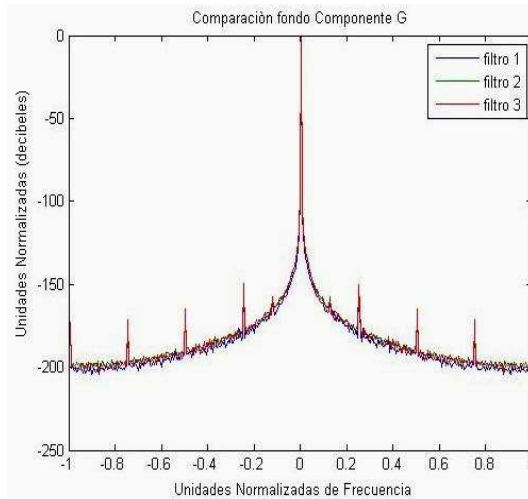
Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Perfil promedio de la transformada de Fourier para la componente R de la sección del fondo adquirida para el filtro 1, filtro 2 y filtro 3



La figura 8 ilustra el análisis espectral para la componente G de la sección del fondo. Se puede observar que el uso de los filtros no influye de forma notoria.

FIGURA 8

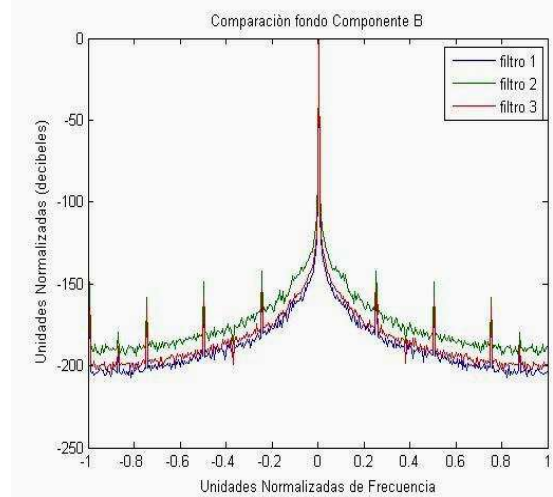
Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Perfil promedio de la transformada de Fourier para la componente G de la sección del fondo, adquirida para el filtro 1, filtro 2 y filtro 3



La figura 9 evidencia el efecto pasa bajos que produce el filtro 1 y el filtro 3 para la componente B de la sección del fondo. Las componentes espectrales por el uso del filtro 1 y 3 logran una atenuación de 10 db.

FIGURA 9

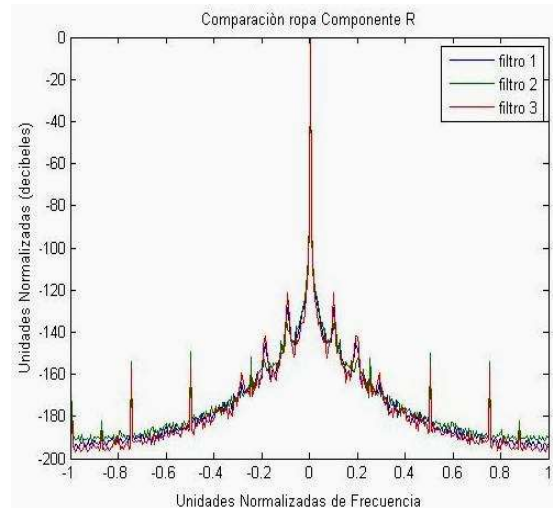
Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Perfil promedio de la transformada de Fourier para la componente B de la sección del fondo, adquirida para el filtro 1, filtro 2 y filtro 3



Por último se aplica el análisis espectral a la sección de la ropa del sujeto. La figura 10 ilustra que no es notoria alguna modificación en el dominio de la frecuencia causado por el uso de los filtros.

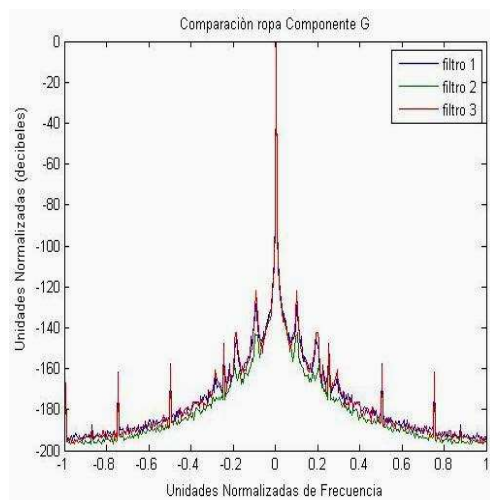
FIGURA 10

Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Perfil promedio de la transformada de Fourier para la componente R de la sección de la ropa, adquirida para el filtro 1, filtro 2 y filtro 3



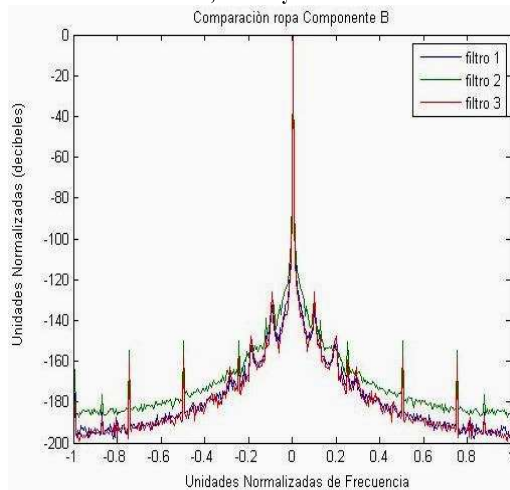
La figura 11 ilustra que para la componente G de la sección de la ropa del sujeto solo se experimenta un leve efecto pasa bajos, con atenuaciones de 5 db.

FIGURA 11
Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Perfil promedio de la transformada de Fourier para la componente G de la sección de la ropa, adquirida para el filtro 1, filtro 2 y filtro 3



En cambio para la componente B de la sección ropa del sujeto, se puede observar en la figura 12 que el filtro 1 y filtro 3 realizan un efecto pasa bajos, en cambio para el filtro 2 las componentes espectrales se mantienen en magnitud.

FIGURA 12
Análisis estadístico de efectos ópticos en imágenes digitales
Perfil promedio de la transformada de Fourier para la componente B de la sección del rostro, adquirida para el filtro 1, filtro 2 y filtro 3



Los resultados obtenidos del análisis espectral, de cada sección de la toma adquirida con las respectivas componentes del espacio de color RGB, evidencia que el uso de los filtros ópticos generan atenuaciones en el dominio de la frecuencia.

Para el caso de la sección del rostro, el filtro 2 logra una atenuación en la magnitud del espectro para la componente G. Este resultado es indicador de un suavizado en la textura del rostro. El suavizado de las texturas en la sección del rostro, permite poder resaltar las texturas propias de la ropa y del fondo.

Para la sección del fondo, para la componente R y G, el filtro 2 provocó que la magnitud del espectro se conservara en cambio se lograron atenuaciones para los filtros 1 y 3. Este resultado demuestra que el filtro 2 es de utilidad para el realce de la textura del fondo.

Para la sección de la ropa, el filtro 2 conserva la magnitud del espectro para las componentes R y G, lo cual no es logrado por medio de los filtros 1 y 3.

Los resultados obtenidos por medio del filtro 2, son de gran utilidad para generar descriptores basados en el análisis de magnitud del espectro, permitiendo obtener diferencias de texturas entre diferentes secciones.

4. CONCLUSIONES

La finalidad de este trabajo ha sido el análisis de los efectos del uso de filtros ópticos en el dominio de la frecuencia de imágenes digitales de rostros. A través del promedio de perfiles de la magnitud, de la Transformada de Fourier bidimensional, se ha podido evidenciar que las componentes en el espacio de color RGB experimentan efectos pasa bajos debido al uso de los filtros.

Desde el punto de vista del análisis de texturas, los efectos pasa bajos en la magnitud de la Transformada de Fourier, son indicadores de pérdidas de rugosidad o complejidad en regiones de una imagen digital. Esta propiedad de los filtros ópticos, son de gran utilidad para poder atenuar complejidad de texturas no deseadas.

Cabe resaltar que el uso de filtros ópticos no exige tiempo de cómputo para generar los resultados obtenidos. Por tal característica ofrece una solución para el tratamiento de texturas con tiempos de cómputo nulos.

5. RECONOCIMIENTOS

Este trabajo ha sido el logro de estudiantes miembros del Semillero del Grupo de Investigación en Procesamiento Digital de Señales de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

- [1] **PAJARES G, DE LA CRUZ J.** Visión por Computador. Alfa-Omega. España 2002. 764:pp89-120.
- [2] **GONZALEZ R, WOOD R.** Digital Image Processing. Addison Wesley ed. USA 2007. 716: pp208-221.
- [3] **LU, Y.M.; FREDEMBACH, C.; VETTERLI, M.; SUSSTRUNK, S.;** , "Designing color filter arrays for the joint capture of visible and near-infrared images," Image Processing (ICIP), 2009 16th IEEE International Conference on , vol., no., pp.3797-3800, 7-10 Nov. 2009.
- [4] **BELLAS, N.; YANOF, A. ,** "An Image Processing Pipeline with Digital Compensation of Low Cost Optics for Mobile Telephony," Multimedia and Expo, 2006 IEEE International Conference on , vol., no., pp.1249-1252, 9-12 July 2006.
- [5] **CHANGHYUNG LEE; SCHRAMM, M.T.; BOUTIN, M.; ALLEBACH, J.P.;** , "An algorithm for automatic skin smoothing in digital portraits," Image Processing (ICIP), 2009 16th IEEE International Conference on , vol., no., pp.3149-3152, 7-10 Nov. 2009.
- [6] **MING ZHAO; TAT-SENG CHUA;** , "Markovian mixture face recognition with discriminative face alignment," Automatic Face & Gesture Recognition, 2008. FG '08. 8th IEEE International Conference on , vol., no., pp.1-6, 17-19 Sept. 2008.
- [7] **HARGUESS, J.; AGGARWAL, J.K.;** , "A case for the average-half-face in 2D and 3D for face recognition," Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2009. CVPR Workshops 2009. IEEE Computer Society Conference on , vol., no., pp.7-12, 20-25 June 2009.
- [8] **SELLAHEWA, H.; JASSIM, S.A. ,** "Image-Quality-Based Adaptive Face Recognition," Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on, vol.59, no.4, pp.805-813, April 2010.