

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Universidad de los Andes

1 de octubre de 2020

Contenido

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Desarrollo de un
programa de
lectura y análisis
de películas
radiocrómicas para
verificación
dosimétrica

Carlos Daniel
Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas
radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Introducción

Motivación

Los planes de tratamiento con radioterapia requieren de una alta precisión en las dosis entregadas, desviaciones menores al 5 %.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía



Figura: Maquina Varian Trilogy [1]

Motivación

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Existen diversos mecanismos para realizar el monitoreo de distribuciones y dosis entregadas.

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Motivación

Cámaras de ionización



Figura: Cámara de ionización

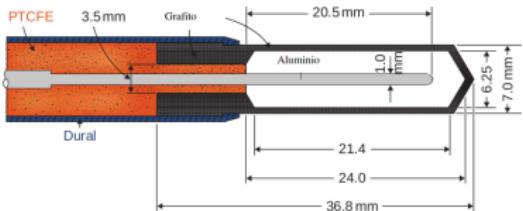


Figura: Interior cámara de ionización[1]

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Motivación

Paneles de silicio



Figura: [2]

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Sin embargo, no sirven en todos los casos

- ▶ No tiene la resolución espacial suficiente para procedimientos como radiocirugía
- ▶ Son demasiado costos y poco asequibles

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas
radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Motivación

Una posible solución es el uso de películas radiocrómicas

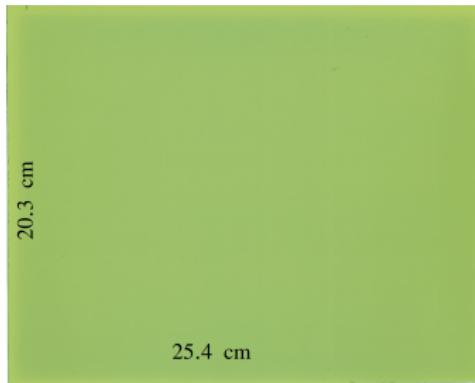


Figura: Película EBT2

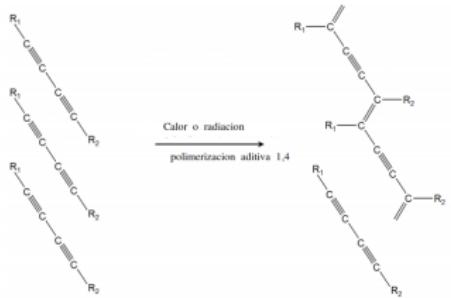


Figura: Reacción de diacetileno[3]

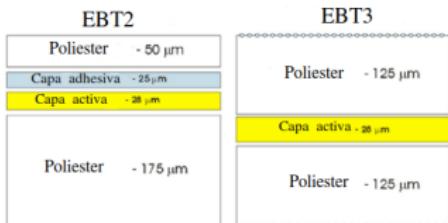


Figura: Estructura de películas EBT[4]

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Motivación

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

El uso de estas presenta varias ventajas

- ▶ Alta sensibilidad a la dosis(0.1 Gy-10Gy)
- ▶ Sin dependencia energética(50keV-10 MeV)
- ▶ Bajo costo y amplia variedad
- ▶ Practicas de usar

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Objetivos

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

- ▶ Entender y aplicar el funcionamiento de películas radiocrómicas en verificación dosimétrica
 - ▶ Realizar calibraciones de dosis
 - ▶ Obtener mapas de dosis de un tratamiento a partir de una película
 - ▶ Realizar la comparación con el plan esperado
- ▶ Desarrollar un software que permita su uso bajo diferentes modalidades para su uso en el CCC

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Modo de uso de películas radiocrómicas

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Para usar la películas hay que tener en cuenta ciertos factores ambientales que afectan las medidas

- ▶ Temperatura
- ▶ Humedad
- ▶ Orientación y posición de escaneo
- ▶ Tiempo post-irradiación

Mantenerlos controlados basta para una medida precisa

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Calibración

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz



Figura: Película de calibración

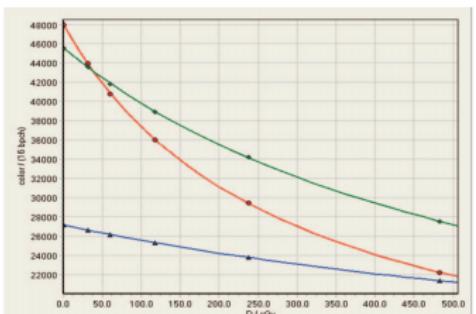


Figura: Curva de respuesta[5]

Tipo de curvas

Se correlacionan los datos mediante un ajuste a algún tipo de curva.

Estos son los tipo de funciones más usadas

- ▶ Racionales
- ▶ Polinomicas
- ▶ Inversas
- ▶ Lineal

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Mapas de dosis

Con esta curva podemos relacionar dosis con colores en una película irradiada y generar mapas de dosis.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

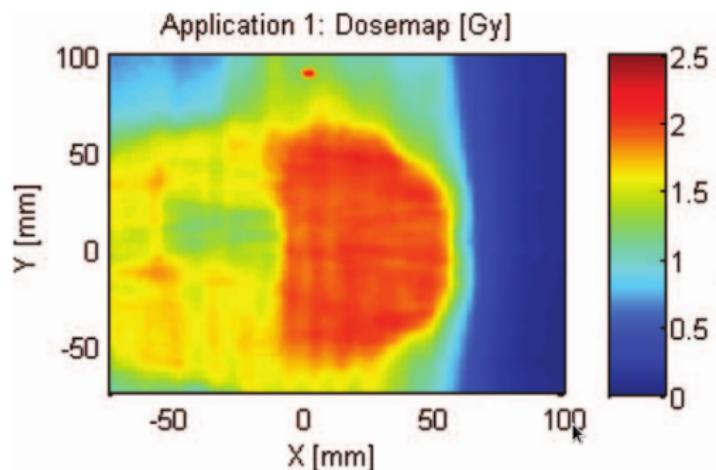


Figura: Mapa de dosis [5]

Métodos Corregidos

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Podemos sofisticar un poco con correcciones como

- ▶ Usar información de los tres canales para corregir inhomogeneidades
- ▶ Aplicar cambios en las curvas para incluir errores laterales en el escáner
- ▶ Filtrar las imágenes para corregir defectos

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Desarrollo de un
programa de
lectura y análisis
de películas
radiocrómicas para
verificación
dosimétrica

Carlos Daniel
Contreras Quiroz

Avances

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas
radiocrómicas

Avances

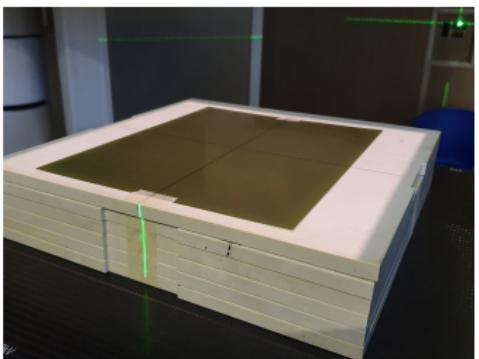
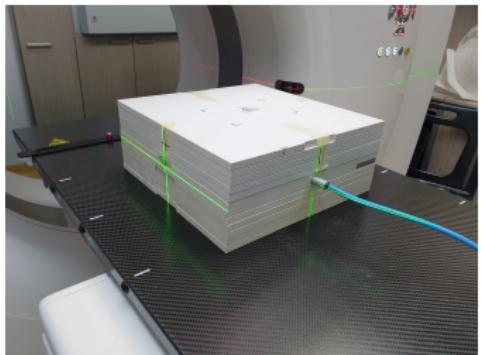
Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a
cumplir

Bibliografía

Montaje



Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

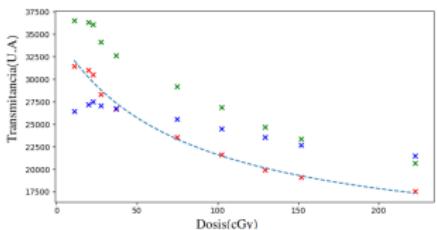
Objetivos a cumplir

Bibliografía

Programa

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz



Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

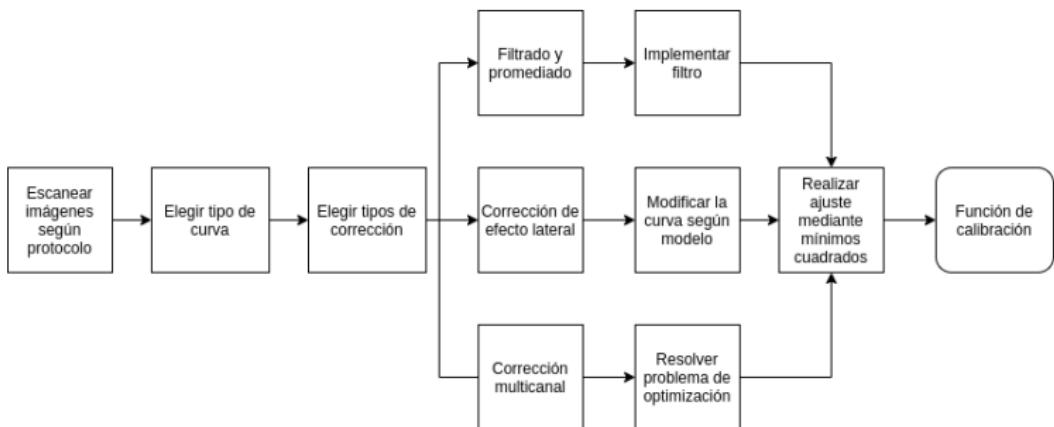
Objetivos a cumplir

Bibliografía

Diagrama de flujo

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz



Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Desarrollo de un
programa de
lectura y análisis
de películas
radiocrómicas para
verificación
dosimétrica

Carlos Daniel
Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas
radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Objetivos a cumplir

Por cumplir

Porcentaje avance documento 40 %

Porcentaje cumplimiento objetivos 50 %

Faltaría lo siguiente

- ▶ Mejorar la usabilidad del programa (hasta el final)
- ▶ Generar mapas y curvas de isodosis (próximas 3 semanas)
- ▶ Entender e implementar el cálculo de γ para la comparación cuantitativa con los planes de tratamiento(3 semanas)
- ▶ Culminar documento(6 semanas)

Introducción

Objetivos
Tratamiento de películas
radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Referencias I

- [1] F. Khan, *The physics of radiation therapy*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
- [2] S. Yoo, G.-Y. Kim, R. Hammoud, E. Elder, T. Pawlicki, H. Guan, T. Fox, G. Luxton, F.-F. Yin, and P. Munro, "A quality assurance program for the on-board imager(R)," *Medical Physics*, vol. 33, pp. 4431–4447, Oct. 2006.
- [3] M. Williams, P. Metcalfe, A. Rosenfeld, T. Kron, F. d'Errico, and M. Moscovitch, "Radiochromic film dosimetry and its applications in radiotherapy," AIP, 2011.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos
Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Referencias II

- [4] S. Devic, N. Tomic, and D. Lewis, "Reference radiochromic film dosimetry: Review of technical aspects," *Physica Medica*, vol. 32, pp. 541–556, Apr. 2016.
- [5] A. Rink, D. F. Lewis, S. Varma, I. A. Vitkin, and D. A. Jaffray, "Temperature and hydration effects on absorbance spectra and radiation sensitivity of a radiochromic medium," *Medical Physics*, vol. 35, pp. 4545–4555, Sept. 2008.
- [6] W. Crijns, F. Maes, U. A. van der Heide, and F. V. den Heuvel, "Calibrating page sized gafchromic EBT3 films," *Medical Physics*, vol. 40, p. 012102, Jan. 2013.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica
Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos
Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Referencias III

- [7] Y. Li, L. Chen, J. Zhu, and X. Liu, "The combination of the error correction methods of GAFCHROMIC EBT3 film," *PLOS ONE*, vol. 12, p. e0181958, July 2017.
- [8] S. Devic, J. Seuntjens, E. Sham, E. B. Podgorsak, C. R. Schmidlein, A. S. Kirov, and C. G. Soares, "Precise radiochromic film dosimetry using a flat-bed document scanner," *Medical Physics*, vol. 32, pp. 2245–2253, June 2005.
- [9] A. Micke, D. F. Lewis, and X. Yu, "Multichannel film dosimetry with nonuniformity correction," *Medical Physics*, vol. 38, pp. 2523–2534, May 2011.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica
Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos
Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Referencias IV

- [10] M. E. Howard, M. G. Herman, and M. P. Grams, "Methodology for radiochromic film analysis using FilmQA pro and ImageJ," *PLOS ONE*, vol. 15, p. e0233562, May 2020.
- [11] W. L. McLaughlin and L. Chalkley, "Measurement of radiation dose distributions with photochromic materials," *Radiology*, vol. 84, pp. 124–125, Jan. 1965.
- [12] M. S. Beni, D. Krstic, D. Nikezic, and K. Yu, "Modeling coloration of a radiochromic film with molecular dynamics-coupled finite element method," *Applied Sciences*, vol. 7, p. 1031, Oct. 2017.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica
Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos
Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Referencias V

- [13] Y. Shimohigashi, F. Araki, M. Maruyama, Y. Nakaguchi, S. Kuwahara, N. Nagasue, and Y. Kai, "Evaluation of a single-scan protocol for radiochromic film dosimetry," *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, vol. 16, pp. 412–424, Mar. 2015.
- [14] A. Niroomand-Rad, C. R. Blackwell, B. M. Coursey, K. P. Gall, J. M. Galvin, W. L. McLaughlin, A. S. Meigooni, R. Nath, J. E. Rodgers, and C. G. Soares, "Radiochromic film dosimetry: Recommendations of AAPM radiation therapy committee task group 55," *Medical Physics*, vol. 25, pp. 2093–2115, Oct. 1998.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica
Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos
Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Referencias VI

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

- [15] K. Chełmiński, W. Bulski, D. Georg, D. Bodzak, Z. Maniakowski, D. Oborska, J. Rostkowska, and M. Kania, "Energy dependence of radiochromic dosimetry films for use in radiotherapy verification," *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*, vol. 15, pp. 40–46, Mar. 2010.
- [16] E. Y. León-Marroquín, J. M. Lárraga-Gutiérrez, J. A. Herrera-González, M. A. Camacho-López, J. E. V. Barajas, and O. A. García-Garduño, "Investigation of EBT3 radiochromic film's response to humidity," *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, vol. 19, pp. 283–290, Apr. 2018.

Referencias VII

- [17] P. Yu, M. Butson, and T. Cheung, "Does mechanical pressure on radiochromic film affect optical absorption and dosimetry?", *Australasian Physics & Engineering Sciences in Medicine*, vol. 29, pp. 285–287, Sept. 2006.
- [18] S. Mayers, "Characterisation of gafchromic ebt2 film for use in radiation therapy dosimetry," 2011.
- [19] L. Maya, "Caracterización de películas gafchromic ebt2 para uso en dosimetría del cyberknife," 2014.
- [20] F. H. Attix, *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*. Wiley, Nov. 1986.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica
Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos
Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Referencias VIII

- [21] P. Casolaro, L. Campajola, and F. D. Capua, "The physics of radiochromic process: one calibration equation for all film types," *Journal of Instrumentation*, vol. 14, pp. P08006–P08006, Aug. 2019.
- [22] F. Girard, H. Bouchard, and F. Lacroix, "Reference dosimetry using radiochromic film," *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, vol. 13, pp. 339–353, Nov. 2012.
- [23] J. Desroches, H. Bouchard, and F. Lacroix, "Technical note: Potential errors in optical density measurements due to scanning side in EBT and EBT2 gafchromic film dosimetry," *Medical Physics*, vol. 37, pp. 1565–1570, Mar. 2010.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica
Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos
Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Referencias IX

- [24] Gafchromic, *Gafchromic dosimetry media, type EBT3.*
- [25] D. Lewis and M. F. Chan, "Correcting lateral response artifacts from flatbed scanners for radiochromic film dosimetry," *Medical Physics*, vol. 42, pp. 416–429, Dec. 2014.
- [26] D. Poppinga, A. A. Schoenfeld, K. J. Doerner, O. Blanck, D. Harder, and B. Poppe, "A new correction method serving to eliminate the parabola effect of flatbed scanners used in radiochromic film dosimetry," *Medical Physics*, vol. 41, p. 021707, Jan. 2014.

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica
Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos
Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes
Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

Referencias X

Desarrollo de un programa de lectura y análisis de películas radiocrómicas para verificación dosimétrica

Carlos Daniel Contreras Quiroz

Introducción

Objetivos

Tratamiento de películas radiocrómicas

Avances

Toma de imágenes

Desarrollo del software

Objetivos a cumplir

Bibliografía

- [27] M. Bucciolini, F. B. Buonamici, and M. Casati, "Verification of IMRT fields by film dosimetry," *Medical Physics*, vol. 31, pp. 161–168, Dec. 2003.