

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/267400009>

OBTENCIÓN DE LA RESPUESTA IMPULSIVA DEL CANAL PARA COMUNICACIONES ÓPTICAS NO GUIADAS EN RECINTOS CERRADOS

Article

CITATION

1

READS

159

5 authors, including:



Sarahaime Rodríguez

Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra

21 PUBLICATIONS 251 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Rafael Pérez-Jiménez

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

162 PUBLICATIONS 1,461 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Alejandro Ayala

Universidad de La Laguna

30 PUBLICATIONS 439 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Visible Light Communications [View project](#)



Spread spectrum for wireless optical systems [View project](#)

OBTENCIÓN DE LA RESPUESTA IMPULSIVA DEL CANAL PARA COMUNICACIONES ÓPTICAS NO GUIADAS EN RECINTOS CERRADOS.

S. Rodríguez⁽¹⁾, R. Pérez Jiménez⁽²⁾, M. Rodríguez⁽¹⁾, A. Ayala⁽¹⁾, F. Herrera⁽¹⁾

¹ Dpto. de Física Fundamental y Experimental, Universidad de La Laguna, 38203, La Laguna, S/C de Tenerife, España.; Teléfono: (922) 318294, Fax: (922) 318228, e-mail: srdguezp@ull.es

² Dpto. de Señales y Comunicaciones, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus de Tafira, 35017, Gran Canaria, España.; Teléfono: (928) 451272, Fax: (928) 451243

ABSTRACT: *En este trabajo se presenta un algoritmo para el cálculo de la respuesta impulsiva de recintos cerrados en el infrarrojo (IR), haciendo uso de técnicas de trazado de rayos y del método de Monte Carlo. El algoritmo incluye la posibilidad de introducir lentes convergentes esféricas y semiesféricas, permitiendo utilizarlo, además de para enlaces difusos, para cuasidifusos. Como modelo de reflexión para caracterizar el comportamiento de las superficies se ha utilizado el de Phong. Este modelo, además de incluir el comportamiento lambertiano, da cuenta de la componente especular que presentan algunas superficies. Mediante el resultado de las simulaciones, mostramos las diferencias existentes al utilizar como modelo de reflexión el de Lambert o Phong.*

1.- INTRODUCCIÓN.

Uno de los principales inconvenientes con el que se enfrenta la transmisión IR en un recinto cerrado es la limitación en la velocidad de transmisión debida, principalmente, a las múltiples reflexiones que sufre la señal en las paredes y otros obstáculos. Por este motivo, además de estudiar el balance de potencia, se hace necesario estudiar su distribución temporal. Ésta se ve principalmente caracterizada por la propagación a través de distintos caminos de réplicas de la señal original, que alcanzan al receptor con tiempos de propagación diferentes. Esto es lo que se conoce como dispersión debida a la multipropagación, y su efecto sobre la señal transmitida puede evaluarse a través de la respuesta impulsional.

Para poder caracterizar la respuesta de un sistema emisor-canal-receptor genérico se han propuesto varios métodos deterministas, pero todos comparten el mismo problema, el gran esfuerzo computacional, especialmente cuando se desea una alta resolución temporal [1,2]. En [3,4] se presenta un algoritmo de trazado de rayos para el cálculo rápido, reduciendo el tiempo de simulación, de la respuesta impulsiva del canal infrarrojo no guiado en interiores, el cual asegura que cada uno de los rayos contribuye a la función de respuesta final tantas veces como reflexiones sufre en las superficies del recinto.

En este trabajo presentamos un modelo, que mediante simulación, nos permite obtener la respuesta impulsional de un recinto cerrado, con un transmisor y receptor localizados de manera arbitraria, para enlaces difusos y cuasidifusos. Para ello, se ha hecho uso del algoritmo de trazado de rayos anteriormente mencionado, se han incluido modelos de lentes, y se ha utilizado el modelo de Phong como modelo de reflexión [5].

En las siguientes secciones se describe el algoritmo propuesto y los resultados de las simulaciones que muestran que la utilización del modelo de Lambert y de Phong dan lugar, bajo las mismas condiciones, a resultados diferentes cuando existen superficies que presentan un fuerte comportamiento especular.

2.- DESCRIPCIÓN.

El modelo de propagación incluye un emisor IR, equipado o no con una lente para aumentar su directividad, un receptor, y un recinto cerrado rectangular cuyas paredes constituyen las superficies reflectoras. El método de trazado de rayos consiste en generar un número elevado de rayos que parten desde la posición del emisor y que se orientan de acuerdo a una distribución de probabilidad obtenida a partir de su diagrama de radiación. Cuando un rayo alcanza una superficie, el punto donde ha incidido se convierte en una nueva fuente generándose un nuevo rayo, cuya orientación depende una distribución de probabilidad obtenida en función del patrón de reflexión de dicha superficie. Cada rayo lleva asociado, en todo momento, dos parámetros: el tiempo de vuelo y la potencia, los cuales servirán para obtener información sobre la distribución temporal de potencia. Después de cada reflexión, la potencia que lleva asociada cada rayo se reduce según el coeficiente de reflexión y se determina su contribución a la potencia total que alcanza al receptor según la siguiente ecuación [6].

$$P = \begin{cases} \frac{A_r(n+1)}{2\pi d^2} \cos^n \phi \cos \psi P_{emitiada} & , \psi \leq FOV \\ 0 & , \psi > FOV \end{cases}$$

2.1.- MODELO DEL EMISOR Y RECEPTOR.

Una fuente óptica puede representarse mediante los vectores de posición y orientación, y por su diagrama de radiación [1]. Para incluir el caso más general, se considera que el emisor presenta un perfil de radiación lambertiano generalizado [1,6] con simetría axial, dado por la ecuación:

$$R(\phi) = \frac{n+1}{2\pi} P_{emitted} \cos^n \phi \quad \text{donde } \phi \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$$

Con el objeto de poder utilizar el algoritmo para obtener el comportamiento de un enlace cuasidifuso, o aumentar la directividad del emisor, se ha incluido la posibilidad de añadir modelos de lentes gruesas esféricas y semiesféricas. Dichas lentes quedan caracterizadas por los siguientes parámetros: espesor y diámetro de la lente, índice de refracción del material y radios de curvatura de las superficies que la forman.

El receptor está caracterizado, además de por su posición y orientación dentro de la habitación, por el ángulo o campo de visión (FOV) y área efectiva de detección.

2.2.- MODELO DE REFLEXIÓN.

En general, un rayo incidente sobre una superficie reflectora se refleja mediante dos componentes: una difusa y otra especular. La mayoría de los modelos de propagación propuestos hasta ahora proponen, como simplificación, que las superficies reflectoras son puramente difusas con un diagrama de radiación lambertiano ideal ($n=1$).

El modelo lambertiano generalizado no es capaz de aproximar aquellas superficies cuyo patrón de reflexión presenta una gran componente especular. Para poder aproximar dicho comportamiento se propone la utilización del modelo de Phong [5]. Este modelo aproxima el patrón de reflexión como la suma de una componente difusa y otra especular, cuyo porcentaje depende principalmente de las características de la superficie, el cual viene descrito mediante la siguiente ecuación.

$$R(\theta_i, \theta_o) = \left(\frac{r_d}{\pi} \cos(\theta_o) + (1-r_d) \frac{m+1}{2\pi} \cos^m(\theta_o - \theta_i) \right) P_{emitted}$$

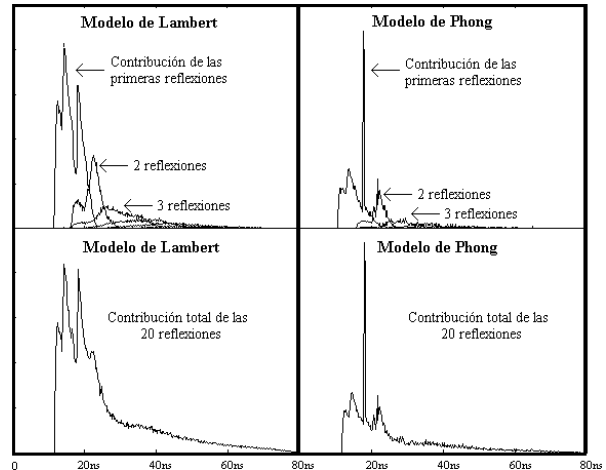
Donde $r_d \in [0,1]$ es el porcentaje de señal incidente que es reflejada difusamente, y el parámetro m la directividad de la componente especular. Hay que hacer notar que el modelo lambertiano ideal es un caso particular del modelo de Phong donde $r_d=1$.

3.- RESULTADOS.

Para manifestar la influencia de la utilización de uno u otro modelo sobre la respuesta del canal, se han considerado las mismas condiciones de simulación en cuanto a la localización y orientación del emisor y receptor, dentro de una habitación 4x3x2.5, así como los coeficientes de reflexión de

cada una de las paredes. En lo referente a la superficie que constituye el techo de la habitación, en un caso lo hemos considerado puramente difuso (Lambert, $r_d=1$), y en el otro altamente especular ($r_d=0,3$ (30%) y $m=97$).

La siguiente figura muestra la diferencia de haber aproximado sólo el techo con un modelo de reflexión diferente.



REFERENCIAS.

- [1] J.R. Barry, J.M. Kahn, E.A. Lee, D.G. Messerschmitt. "Simulation of Multipath Impulse Response for Indoor Wireless Optical Channels". IEEE J. on Selected Areas in Communications, vol. 11(3), pp367-379, April 1993.
- [2] F.J. Lopez-Hernandez, M.J. Betancor, "DUSTIN: a Novel Algorithm for the Calculation of the Impulse Response on IR Wireless Indoor Channels". Electronic Letters, 33, n° 21, pp. 1804-1805, 1997.
- [3] F.J. Lopez-Hernandez, R. Perez-Jimenez, A. Santamaria. "Modified Montecarlo scheme for high-efficiency simulation of the impulse response on diffuse IR wireless indoor channel", Electronic Letters, Vol. 34, n° 19, pp. 1819-1821, 1998
- [4] F.J. Lopez-Hernandez, R. Perez-Jimenez, A. Santamaria. "Ray-Tracing Algorithms for Fast Calculation of the Channel Impulse Response on Diffuse IR-Wireless Indoor Channels". Aceptado para publicación. SPIE. Optical Engineering.
- [5] C.R. Lomba, R.T. Valadas, A.M. de Oliveira Duarte. "Experimental characterisation and modelling of the reflection of infrared signals on indoor surfaces". IEE Proc.-Optoelectron., vol. 145, n° 3, June 1998.
- [6] J.M. Kahn, J.R. Barry. "Wireless Infrared Communications". Proceedings of the IEEE, vol. 85, n° 2, pp. 367-379, February 1997.