

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo aquí presentado representa una profunda investigación en el dominio de la frecuencia sobre las estimaciones de súper resolución de los tiempos de llegadas (TOA) con diferentes técnicas para aplicaciones de interior (indoor applications). Se presentarán dos métodos diferentes para el desarrollo de la evaluación de las técnicas de súper-resolución basadas en las medidas del canal radio de propagación. El desarrollo de estas técnicas es comparado con otras técnicas convencionales de estimación del tiempo de llegadas TOA como por ejemplo Ray Tracing.

El problema básico de las técnicas basadas en TOA es calcular de forma exacta el retraso de propagación de las señales, tanto el proveniente de la trayectoria de visión directa (Direct Line Of Sight), como el retraso de las distintas reflexiones. Una aproximación propuesta para la estimación de TOA ha sido usando el método de súper-resolución MUltiple SIgnal Classification (MUSIC). Esta técnica es aplicada después de que la estimación de la Respuesta Impulsiva del Canal (CIR) sea transformada al dominio de la frecuencia. El principal inconveniente de las técnicas tradicionales es que comienzan el estudio con la estimación de la matriz de covarianza de la señal. Nuestras aplicaciones requerirán varias estimaciones sobre el canal y un consumo de tiempo en los diferentes procesos.

En otras aplicaciones se ha mostrado una relativamente nueva técnica de súper-resolución denominada Matrix Pencil para proporcionar una estimación exacta de los parámetros. Aquí se muestra como Matrix Pencil es una alternativa superior para el cálculo exacto de los retrasos de multitrayecto del canal. El algoritmo proporciona unas estimaciones exactas de los retrasos de los multitrayectos, dando una estimación razonadamente exacta de dicho canal. Este algoritmo puede por tanto manejar multitrayectos coherentes.

Debido a la complejidad de los canales radio de interior multitrayecto, el desarrollo de análisis basados en medidas experimentales del canal revelan unos resultados muchos más realistas que los basados en simulaciones con ordenador con modelos simples teóricos de canal. Además, los métodos de medida y simulación presentados en este estudio pueden ser utilizados convenientemente para establecer desarrollos empíricos vinculados con la implementación real de sistemas de súper-resolución para geolocalización.

En este estudio se mostrará una visión global sobre el material empleado; tipo de antenas, patrón de radiación de dichas antenas, el analizador de red y la señal transmitida. Cada uno de los instrumentos tendrá unas características propias. Las dos antenas, tanto transmisora como receptora, serán similares. Se requerirá una calibración previa de las herramientas usadas para obtener los resultados esperados. Esta calibración incluirá desde el analizador de red, donde habrá que tener en cuenta la longitud de los cables que lo unen con cada antena y las condiciones ambientales que nos rodean, hasta los propios algoritmos Matrix Pencil y Music.

Se realizará un estudio sobre los modelos de propagación de rayos ópticos; Ray Launching y Ray Tracing. Nos centraremos en este último. Se discutirán las características de los canales ópticos de interior (indoor optical channel). Se modelarán los principales elementos del canal óptico, es decir, los patrones de emisión de la fuente, los patrones de recepción, la propagación de la señal óptica en el espacio libre y sus reflexiones en las superficies de interior. Esta reflexión está aproximada a través del modelo Ray Tracing. Se realizará también un estudio teórico sobre las pérdidas en espacio libre con línea de visión LOS (Line Of Sight) y sin línea de visión NLOS (Non Line Of Sight)

Se llevará a cabo una exhaustiva investigación sobre los algoritmos de súper-resolución; Matrix Pencil y Music, comparándose la misma situación para ambos métodos, con lo que podremos observar los resultados obtenidos para cada uno de ellos, similitudes y diferencias. El objetivo de esta sección es mostrar como trabajan los algoritmos para la comprensión de los resultados. Una vez que los algoritmos son conocidos se intentará usarlos para calibrar los resultados obtenidos y realizar una comparación con los resultados teóricos. La implementación de dichos algoritmos será la parte principal del trabajo. Es importante la obtención de un algoritmo flexible, el cual, sólo con el cambio de algunos parámetros, sea capaz de trabajar a diferentes frecuencias, con diferentes tipos de datos y en diferentes escenarios.

La última parte del trabajo será la interpretación de los resultados adquiridos. Se dividirá en tres partes fundamentales. La primera de ellas y fundamental será la calibración de la señal directa entre Transmisor (Tx) y Receptor (Rx). Una vez detectado esta señal directa, las otras señales pueden ser determinados a partir de la primera haciendo un desplazamiento en el tiempo determinado, que puede ser calculado teóricamente. Para este objetivo se lleva a cabo un exhaustivo estudio en diferentes situaciones; medidas en el exterior (outdoor), medidas en interior (indoor) y simulación. Las tres situaciones son comparadas para obtener la calibración de dicha señal directa.

La segunda parte es la calibración de las principales reflexiones. Se muestra la diferencia entre la teoría y la práctica. El objetivo final de este trabajo es el estudio de las características del edificio donde realizamos las medidas. Para este objetivo es

necesario obtener la reflexión en cada una de las diferentes paredes. Esta parte del trabajo calcula el tiempo estimado de llegada de las reflexiones TOA (Time of Arrival), que depende del lugar donde el Tx y el Rx estén situados. La última parte será el estudio particular de cada una de las paredes donde realicemos las medidas. Con los resultados obtenidos se podrá estimar el nuevo valor para las características concretas de cada una de las paredes.

Las conclusiones proporcionan una visión global de los resultados obtenidos. Debido a la exactitud de los algoritmos y al estrecho rango en el que trabajan, estamos hablando de 10^{-9} segundos (ns), es difícil estimar con total certeza los resultados obtenidos. Las condiciones para realizar las medidas no son las más adecuadas debido al tamaño no excesivamente amplio del aula donde se realizaron. Debido a dicho pequeño tamaño del recinto algunas veces se obtienen resultados incoherentes que no son tenidos en cuenta, debido al solapamiento de las diferentes trayectorias. Por todo ello todos los resultados aquí mostrados tienen un procesado previo que muestra su coherencia.