

Resumen

La quinta generación de comunicaciones móviles, 5G, promete ser una revolución tecnológica que vaya más allá de multiplicar la velocidad de transmisión de datos de sus predecesoras. Pretende soportar una gran cantidad de dispositivos y alcanzar latencias muy cercanas a 1 milisegundo. Para satisfacer estos ambiciosos requisitos, se han investigado nuevas tecnologías habilitadoras. Una de ellas es el uso de las bandas de ondas milimétricas (mmW) en las cuales hay una gran cantidad de espectro disponible.

Para predecir las características del canal radio y evaluar las prestaciones de la 5G de forma fiable en las bandas mmW se requieren modelos de canal complejos. Concretamente, los modelos de propagación más precisos son los basados en trazado de rayos, pero su alto costo computacional los hacen inviables para la caracterización del canal radio en escenarios complejos. Por otro lado, en los últimos años, la tecnología de videojuegos ha desarrollado potentes herramientas para modelar la propagación de la luz en escenarios superrealistas. Dada la cercanía espectral entre el espectro visible y las ondas mmW, la presente Tesis ha estudiado la aplicación de las herramientas de modelado de propagación de la luz de los motores de juego para el modelado del canal radio en mmW.

Esta Tesis propone un modelo de estimación de las pérdidas de propagación en mmW llamado “Modelo de Intensidad de Luz” (LIM). Usando este modelo, basado en los procesos de iluminación realizados por los motores de juego, los transmisores de señal se sustituyen por focos de luz y la intensidad lumínica recibida en un punto se traduce a potencia de señal en milimétricas a través de una función polinómica sencilla.

Una de las ventajas de usar los motores de juego es su gran capacidad y la facilidad que tiene el usuario para crear escenarios superrealistas que representen fielmente la geometría de escenarios donde se quiera evaluar el canal radio. De esta forma se pueden obtener estimaciones precisas de las pérdidas de propagación. La estimación de las pérdidas de propagación con LIM ha sido comparada con campañas de medida en las bandas de 28 GHz y 73 GHz y con otros modelos de propagación. Como resultado, el error de estimación de LIM es menor que los modelos estocásticos actuales y es comparable con el modelo de trazado de rayos. Y, además, el coste computacional de LIM comparado con el trazado de rayos es 130 veces menor, lo que posibilita el uso de LIM en escenarios altamente complejos para la estimación del canal radio en tiempo real.

Los motores de juego permiten caracterizar de forma diferente la interacción de los materiales con la luz configurando el mapa de normales de sus superficies y sus funciones de dispersión y reflexión. En esta Tesis se ha determinado la caracterización de varios materiales que mejor se ajusta a medidas de laboratorio realizadas en un escenario controlado en la banda de 28 GHz. El modelo de LIM empleando materiales con esta caracterización óptima reduce más de un 50% su error de estimación con respecto a la aplicación de LIM con los materiales por defecto, mientras que su coste computacional sigue siendo 26 veces menor que el modelo de trazado de rayos.

Finalmente, se ha desarrollado sobre un motor de juego una primera versión de plataforma para la emulación de los sistemas 5G que es el punto de partida para un emulador completo de 5G. Esta plataforma no sólo contiene el modelo de LIM sino que incluye varios casos de uso de la 5G en entornos superrealistas. La plataforma, que se basa en el concepto de “Serious Game Engineering”, rompe las limitaciones de los simuladores de redes móviles en cuanto a las capacidades de visualización e interacción del usuario con los componentes de la red en tiempo real.