

Prólogo

Este libro fue creado por tres amigos, quienes después de trabajar juntos durante más de 10 años en el campo del modelado de redes de comunicación, decidieron recopilar su trabajo en un solo libro. El objetivo principal del libro es mostrar algunas técnicas analíticas y de simulación utilizadas por los autores para investigar diferentes escenarios de redes inalámbricas. En cada enfoque desarrollado, se presentan los detalles técnicos y las características que lo hacen adecuado para cada caso en particular.

Existen muchos trabajos que se dedican a la evaluación de las redes inalámbricas. En este libro, los casos presentados hacen énfasis en el uso de técnicas que permiten superar los problemas de escalabilidad, los cuales, usualmente, hacen que el estudio de las grandes redes inalámbricas sea una tarea extremadamente compleja. La presentación de diferentes enfoques, tales como los modelos de fluido; el análisis de campo promedio y las técnicas transitorias de Markovian, por mencionar sólo algunos, se sustentan con ejemplos aplicados que describen casos de estudio sobre la materia. Además, una investigación exhaustiva de los parámetros muestra cómo explotar los modelos analíticos y de simulación, para el desarrollo y la gestión de redes de sensores, vehículos y celulares. El resultado es una interesante revisión del desarrollo y uso de modelos para la evaluación de redes inalámbricas.

Este libro no habría sido posible sin la ayuda de los coautores de nuestros trabajos previos, en los que se basa este libro. En particular, deseamos agradecer al Dr. Claudio Casetti, Dr. Marco Fiore, Dr. Rossano Gaeta, Dr. Michele Garetto, Dr. Alessandro Nordio y al Dr. Matteo Sereno. Finalmente, queremos expresar

nuestro más sincero agradecimiento al Dr. Bruno Sericola por invitarnos a escribir este libro, y a la compañía ISTE por su ayuda y apoyo durante el proceso editorial.

Carla-Fabiana CHIASSERINI

Marco GRIBAUDO

Daniele MANINI

Introducción

Las redes inalámbricas son una forma económica y conveniente de conectarse a la internet. En los últimos años, estas han experimentado un crecimiento exponencial y se han desarrollado diversas tecnologías para satisfacer diferentes necesidades de las aplicaciones, en cuanto a la velocidad de datos, cobertura espacial, consumo de energía, latencia y soporte de movilidad. Abundan los ejemplos para *bluetooth* y la tecnología estándar, cuyos sensores ofrecen una velocidad binaria baja y comunicación de corto alcance para la mayoría de los nodos estacionarios, mientras que las redes de WiFi y celulares, como LTE (*long-term evolution*), ofrecen una cobertura más amplia, un caudal de datos mucho mayor y cierto nivel de soporte a la movilidad de los usuarios.

Sin embargo, uno de los problemas más difíciles de las redes inalámbricas es la capacidad para comprender su comportamiento y evaluar su rendimiento en escenarios a gran escala, es decir, cuando un gran número de nodos de red deben interactuar. En estos casos, el despliegue de sistemas reales para realizar pruebas no es una opción, e incluso las emulaciones o simulaciones pueden resultar poco prácticas debido a la complejidad del sistema. Por lo tanto, los modelos analíticos representan la única salida. Sin embargo, el desarrollo de modelos teóricos adecuados es una tarea difícil, ya que, usualmente, el tamaño del escenario y el número de nodos y usuarios no permiten una representación precisa. Los ejemplos de este libro destacan el uso de diferentes técnicas capaces de superar este problema. Además, un análisis profundo de los parámetros muestra cómo explotar los modelos analíticos para el desarrollo y la gestión eficaz de los diferentes tipos de redes inalámbricas. El texto está organizado en tres partes.

La primera parte, que incluye los capítulos 1 y 2, aborda el tema de las redes de sensores. El capítulo 1 presenta un modelo analítico del comportamiento de las redes de sensores inalámbricos basado en el modelo de fluidos. Las redes de sensores se

representan como entidades fluidas continuas y distribuidas en áreas geográficas. El modelo captura diferentes aspectos, como el consumo de energía de los nodos; la contención por los canales y el enrutamiento del tráfico. Por lo tanto, es adecuado para describir las propiedades de las redes de sensores a gran escala y comprender su complejo comportamiento. El capítulo 2 se centra en el análisis transitorio del rendimiento de una red de sensores, el cual es de particular interés cuando las redes de sensores se despliegan para proporcionar cobertura, k , para aplicaciones en tiempo real. Este capítulo presenta un modelo detallado, que proporciona la distribución del retardo en la entrega de los mensajes enviados por sensores concurrentes hacia una central receptora. El análisis transitorio supone que los sensores siguen las especificaciones estándar del IEEE 802.15.4 y aborda topologías de red, tanto de salto único como de multisalto.

La segunda parte se refiere a las redes vehiculares y comprende los capítulos 3 y 4. El capítulo 3 trata la difusión de mensajes de seguridad, que es uno de los servicios fundamentales de las redes de vehículos multisalto. Estos servicios suelen requerir la entrega de información a todos los vehículos que viajan por una zona geográfica, con alta fiabilidad y poco retardo. Este capítulo presenta una aplicación y un mecanismo de acceso al canal para transmisiones *broadcast* multisalto eficientes. También, describe un modelo analítico del sistema, que proporciona varias mediciones relacionadas con la difusión de mensajes. El capítulo 4 analiza el proceso de intercambio de información en las redes vehiculares, en los casos en que solo se explota la comunicación de vehículo a vehículo. Los datos se comparten entre los usuarios aprovechando una política de almacenamiento en memoria en los vehículos, así como la naturaleza de la difusión del medio inalámbrico, a fin de lograr la máxima difusión de la información entre los vehículos. El capítulo describe un modelo analítico de la dinámica de intercambio de información e identifica los parámetros del sistema que garantizan el intercambio sostenible de información en las redes.

Por último, la tercera parte consta del capítulo 5. Se refiere a las redes celulares de próxima generación que cuentan con una plataforma de acceso por radio multitecnológica. Se trata, específicamente, de redes que ofrecen conectividad a los usuarios móviles a través de múltiples tecnologías de acceso por radio, como lo son LTE y WiFi. Este capítulo presenta, primero, un marco analítico basado en el formalismo del agente Markoviano, el cual describe con precisión varios aspectos del sistema, incluida la dinámica del tráfico de usuarios y la asignación de recursos de radio. En segundo lugar, presenta una solución de campo medio del modelo y muestra la capacidad del marco analítico para capturar el comportamiento del sistema en escenarios de *flash-crowd*, es decir, cuando se produce una ráfaga de solicitudes de tráfico en ciertas partes del área de servicio de la red.