

UN NUEVO ASPECTO DE LA MOVILIDAD: REDES AD HOC – CONCEPTOS

OSCAR J. CALDERÓN C
VÍCTOR M. QUINTERO F

Grupo Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Universidad del Cauca
oscarc@ucauca.edu.co
vflorez@ucauca.edu.co

ABSTRACT:

El auge en las telecomunicaciones inalámbricas de las últimas décadas unidos a la explotación de la movilidad que ofrecen los dispositivos portátiles y que requieren los usuarios de hoy día, ha permitido que se presente un nuevo escenario de operación, el enmarcado dentro de lo que se conoce como Redes Ad Hoc Móviles (MANET: Mobile Ad hoc NETWORKS). Estas redes nacen bajo el concepto de autonomía e independencia, al no requerir el uso de infraestructura pre-existente ni la necesidad de soportar su administración en esquemas centralizados como lo hacen las redes actuales, entre otras desus características. Por supuesto los retos técnicos y funcionales que deben afrontar estas redes son aun muchos y muy exigentes. En el presente artículo, se brinda un panorama conceptual general de lo que son las MANET, sus características y los principales desafíos técnicos que deben ser superados para que estas sean redes útiles en gran medida en un futuro próximo.

KEYWORDS:

Telecomunicaciones Inalámbricas, Redes.

1. INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones móviles e inalámbricas han tenido un gran auge en los últimos años, por un lado por los avances significativos obtenidos en la microelectrónica, al mejor conocimiento, utilización y aprovechamiento de los enlaces radio eléctricos, los cuales han

permitido el desarrollo de dispositivos portátiles de tamaño reducido y gran potencia de procesamiento y computo; y por supuesto al uso extendido de los mismos por parte de usuarios que día a día requieren mas capacidades y facilidades de comunicación y

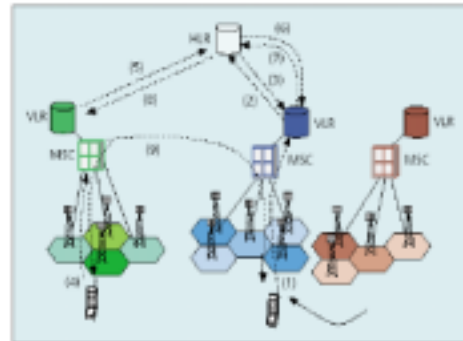


a. Red WLAN

acceso a redes de datos.

Las redes móviles e inalámbricas convencionales (entre las cuales se pueden destacar la telefonía móvil celular y las Redes de Área Local Inalámbrica (WLAN: Wireless Local Area Network)), requieren de una infraestructura física preestablecida y de unos mecanismos centralizados para efectuar parte de sus operaciones y procesos de comunicación; utilizan puntos de acceso predeterminados para permitir que sus usuarios móviles se puedan interconectar a la red principal y obtener así los servicios que requieren; y regularmente (siempre) las comunicaciones entre los dispositivos de los usuarios móviles y su punto de acceso se realiza en un solo salto radioeléctrico, además que la topología de la red de soporte es naturaleza estática, lo cual facilita en cierta medida los procesos operacionales de dicha red, Figura 1 [2] [3].

De otro lado aparecen las redes móviles Ad Hoc, redes que tienen algunas características diferentes a las descritas para los ambientes anteriores y que las hacen un caso especial de las comunicaciones móviles e Inalámbricas. En este tipo de red, no se requiere contar con algún tipo de infraestructura física preexistente (en su definición formal); no opera bajo esquemas de control centralizado; su topología cambia de forma dinámica y de manera aleatoria; se conecta



b. Red Móvil Celular

Fig. 1. Redes Móviles e inalámbricas convencionales

a los demás dispositivos de la red regularmente a través de múltiples saltos radio eléctricos; los nodos que conformen una red ad hoc operaran como dispositivos finales (emisores o receptores de información) y/o como enrutadores, funcionando básicamente en un ambiente colaborativo de conectividad. Una red ad hoc, definida de manera amplia es un conjunto de nodos móviles (en general) e inalámbricos, los cuales se unen voluntariamente formando una red entre ellos, sin la necesidad de ninguna entidad administrativa centralizada o soporte físico de red existente (en su forma básica) Figura 2 [1]. En apartes posteriores se describen en mayor profundidad estas Características.

Visto desde otro enfoque una red ad hoc es Auto creada (Self Creating), Auto Organizada (Self Organizing) y Auto Administrada (Self Administering) [6].

2. HISTORIA

Similarmente a como ha ocurrido con muchos de los desarrollos en el campo de las comunicaciones electrónicas, las Redes Móviles Ad Hoc nacieron de una necesidad militar, la de



Fig. 2. Red Ad Hoc

interconectar efectivamente las diferentes unidades tácticas desplegadas en zonas de conflicto sin requerir la presencia de una red fija o de backbone. Es así como su origen se remonta hacia los inicios de los años setenta, cuando el Departamento de Defensa (DoD: Department of Defense) de los Estados Unidos de los estados unidos patrocina la investigación de lo que en ese momento se conoció como Red de Radio Paquetes (PRNET: Packet Radio NETWORK), la cual usaba una combinación de los protocolos ALOHA y CSMA como técnica de acceso al medio, unida a un tipo de enrutamiento Vector – Distancia (DV: Abstract: El auge en las telecomunicaciones inalámbricas de las últimas décadas unidos a la explotación de la movilidad que ofrecen los dispositivos portátiles y que requieren los usuarios de hoy día, ha permitido que se presente un nuevo escenario de operación, el enmarcado dentro de lo que se conoce como Redes Ad Hoc Móviles (MANET: Mobile Ad hoc NETWORKS). Estas redes nacen bajo el concepto de autonomía e independencia, al no requerir el uso de infraestructura pre-existente ni la necesidad de soportar su administración en esquemas centralizados como lo hacen las redes actuales, entre otras desus características. Por supuesto los retos técnicos y funcionales que deben afrontar estas redes son aun muchos y muy

exigentes.

En el presente artículo, se brinda un panorama conceptual general de lo que son las MANET, sus características y los principales desafíos técnicos que deben ser superados para que estas sean redes útiles en gran medida en un futuro próximo.

Keywords: Telecomunicaciones Inalámbricas, Redes.

Distance Vector Algorithm). Esta red mejoro y evoluciono en la Red de Radio Adaptada para Supervivencia (SURAN: Survivable Adaptive Radio Network), la cual utiliza protocolos de enrutamiento jerárquicos Estado del Enlace (LS: Link State Algorithm) [7].

El DoD continuo apoyando las investigaciones en este tipo de redes, hasta lograr la que actualmente es la red Radio Digital de Alcance Próximo (NTDR:

Near Term Digital Radio), la cual usa clustering y enrutamiento Estado del Enlace y es la única red ad hoc funcional de hoy día en la armada de los Estados Unidos.

Por otra parte, debido al incremento en el uso de dispositivos portátiles y móviles y a la sofisticación de los mismos, la IETF, hacia mediados de los años 90's creo el grupo de trabajo MANET, buscando estandarizar los aspectos relevantes de las redes ad hoc para ser usados en aplicaciones comerciales, centrándose inicialmente en protocolos de enrutamiento unicast intra dominio eficientes.

3. CARACTERÍSTICAS

Las redes móviles ad hoc se han proyectado

inicialmente para que operen en un ambiente de condiciones diferentes a las que presentan las redes convencionales y tienen por ello unas características que las diferencian de las demás. Las Redes Ad Hoc, se proyectan para operar en ambientes hostiles e irregulares, tales como campos de batalla o zonas de desastre natural, donde se requiere que de forma rápida se puedan desplegar y establecer procesos de comunicación efectivos entre los diferentes elementos o unidades involucradas; así mismo estas redes pueden operar en aeropuertos, campus universitarios, zonas de congresos académicos, etc. donde se necesite un intercambio efectivo de información (archivos, video juegos, entre otros) entre sus usuarios.

Entre las características que cabe destacar [4] [6] [8]:

- **Topología Dinámica:** En una red ad hoc los nodos se comportan de forma autónoma, permitiendo que estos se muevan libremente en cualquier dirección y en cualquier momento de forma independiente respecto de los demás nodos.

- **Variabilidad del canal radio:** Como resultado de la característica anterior, de la diversidad de potencia que presentan los dispositivos, de efectos de interferencia y canal oculto, entre otros, las redes ad hoc presentan una elevada variabilidad en las condiciones de propagación del canal radio eléctrico

- **Uso de comunicaciones multi salto (Multi-hop):** Las redes ad hoc, contrario a las redes convencionales, realizan sus comunicaciones (de forma general) basados en enlaces de múltiples saltos radio eléctricos, cada uno de ellos con diferentes condiciones de propagación y efectuados a través de los diferentes nodos que conforman la red.

- **No usan infraestructura de red:** Por definición las redes ad hoc no requieren que exista una infraestructura de red disponible para poder operar, ellas pueden tener de forma autónoma su propio conjunto de protocolos de enrutamiento, mecanismos de gestión de red y procesos de establecimiento de la comunicación e intercambio de información.

- **Ancho de banda limitado:** Debido a la naturaleza inalámbrica de la red ad hoc, los enlaces radio presentan una capacidad más reducida que los enlaces de las redes cableadas.

- **Uso de Baterías:** Los dispositivos pensados para operar en los ambientes de alta movilidad e inalámbricos, presentes en las redes ad hoc, basan su fuente de energía en baterías, las cuales tienen una vida útil limitada.

4. COMPROMISOS TÉCNICOS DE LAS REDES AD HOC

Aunque el concepto presentado por la definición de las redes ad hoc es ambicioso además de ser un escenario que permitiría complementar la conectividad actual, aún debe enfrentar y operar una serie de desafíos técnicos y tecnológicos para que puedan tenerse en la realidad sus beneficios prácticos. Entre los desafíos que debe superar se encuentran [4] [5] [6] [7]:

- **Enrutamiento Efectivo:** Uno de los aspectos más interesantes y más desafiantes en las redes ad hoc se refiere a la búsqueda e implementación de un protocolo de enrutamiento que sea lo suficientemente eficaz y eficiente para operar en las condiciones de alta movilidad y bajo ancho de banda que presentan estas redes. Es necesario aun buscar algoritmos que permitan que de forma general, la información requerida

para actualizar los procesos dinámicos a los que se enfrenta la red sea comunicada con tiempo a los demás nodos que conforman la red y que sea aun útil. Igualmente diseñar los algoritmos de encaminamiento para que no consuman el escaso recurso en ancho de banda que tienen disponible.

- **Acceso al Medio:** Un mecanismo de acceso al medio o canal que sea adecuado para disminuir el nivel de colisiones que se pueda dar entre las comunicaciones de los diferentes usuarios, que permita un acceso equitativo y justo entre ellos y contribuya a evitar los problemas de terminaloculto y los cambios rápidos de topología.

- **Gestión de Potencia:** Dado que los dispositivos a ser usados en este tipo de red son móviles y portátiles y basan su funcionamiento en el uso de baterías, es necesario que existan mecanismos (protocolos de acceso, protocolos de enrutamiento, modos de ahorro de energía, etc.) que optimicen el consumo de potencia de operación, haciendo que la vida útil de estas se extienda por el mayor tiempo posible.

- **Mecanismos de Seguridad:** Dada la alta movilidad a la que se someten estas redes y al uso de canales radio eléctricos compartidos es mucho más vulnerable a ataques de seguridad (Denegación de Servicio, Escucha sin autorización, etc.) que las redes cableadas, por lo tanto es un aspecto importante para crear redes ad hoc seguras.

- **Adaptación a nuevas Tecnologías Hardware:** Se busca que los diferentes mecanismos usados para la operación de las redes ad hoc puedan adaptarse fácilmente a la diversidad de dispositivos que aparecen en el mercado y que

puedan hacer uso de innovaciones y mejoras que brinden mejores características de operación, como el caso de las antenas inteligentes que existen hoy día.

- **Calidad de Servicio:** Uno de los aspectos relevantes actualmente en el entorno de las comunicaciones es la garantía de calidad de servicio que debe ofrecer la red a los usuarios que hacen uso de ella y por ende las redes ad hoc no pueden ser indistintas a ello. El Aspecto de calidad de servicio en una red ad hoc es mucho mas critico que en las redes actuales (caso Internet), pues es mucho mas difícil garantizar niveles o limites de Retardo entre redes, Jitter o Probabilidad de Pérdida de paquetes, entre otros, cuando se opera en un entorno altamente dinámico y cuyos enlaces de comunicación inalámbricos son mas vulnerables a diferentes efectos de propagación, niveles elevados de potencia de los vecinos, condiciones del entorno, etc.

- **Escalabilidad:** Se buscan mecanismos que permitan que el número de usuarios de la red se incremente y que la red continúe brindando el nivel de servicio que se espera sin degradarse ni colapsar la operatividad de la red.

- **Falta de Modelos de atenuación de Trayectos de Propagación, de Movilidad y de Tráfico:** Actualmente no se cuenta con modelos precisos, bien definidos, probados y aceptados de las condiciones de propagación, de movilidad y de tráfico en ambientes de redes ad hoc.

CONCLUSIONES

Las redes móviles ad hoc presentan un nuevo escenario para facilitar la conectividad de cierto tipo de usuarios en un ambiente de red sin estar

dependiendo de condiciones pre existentes o preestablecidas, sea desde una perspectiva lógica o de infraestructura. Por supuesto se brinda un escenario de alta movilidad donde los usuarios trabajan entre ellos sin requerir procesos de configuración, de registro, etc. y con la facilidad de interconexión con otros dispositivos distantes a través de múltiples saltos realizados sobre los nodos que conforman la red.

Las redes ad hoc aun deben superar muchas limitaciones tecnológicas y técnicas para ser consideradas de uso general y por supuesto aun esta muy distante de brindar un escenario de conectividad y movilidad total y global entre

dispositivos totalmente autónomos.

Un aspecto relevante que dejan vislumbrar las redes ad hoc es que el problema de calidad de servicio extremo a extremo es competencia de todos los niveles del modelo de referencia de red que se vaya a implementar, pues se deben tomar en cuenta el nivel físico, el de enlace, el de red, el de transporte y el de aplicación para lograr que la información que se intercambia entre dos nodos sea fiable, ello potencialmente deberá modificar la operación casi independiente que se presenta actualmente entre los niveles, a un modelo mas dependiente pero mas eficaz en garantía de la calidad de servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Z. J. Haas et al., Guest Editorial, IEEE JSAC. "Special Issue on Wireless Networks". Vol. 17, No.8, Aug. 1999, pp. 1329 – 32.
- [2] C. E. Jones, K. M. Sivalingam, P. Agrawal, and J. C. Chen. "A Survey of Energy Efficient Networks Protocols for Wireless Networks". Wireless Networks 7, 343 – 358, Kluwer Academic Publishers, 2001
- [3] T. B. Zahariadis, K. G. Vaxevanakis, C. P. Tsantilas, N. A. Zervos, and N. A. Nikolaou. "Global Roaming in Next – Generations Networks". IEEE Communications Magazine, February 2002.
- [4] C. K. Toh. "Maximum Battery Life Routing to Support Ubiquitous Mobile Computing in Wireless Ad Hoc Networks". IEEE Communications Magazine, June 2001.
- [5] M.S. Corson, J. P. Macker, and G. H. Cirincione. "Internet – Based Mobile Ad Hoc Networking". IEEE Internet Computing, July – August 1999.
- [6] S. Chakrabarti and A. Mishra. "QoS Issues in Ad Hoc Wireless Networks". IEEE Communications Magazine, February 2001.
- [7] R. Ramanathan and J. Redi. "A Brief Overview of Ad Hoc Networks: Challenges and Directions". IEEE Communications Magazine – 50th Anniversary Commemorative Issue/May 2002.
- [8] G. H. Forman and J. Zahorjan. "The Challenges of Mobile Computing". IEEE Computer Magazine, Vol. 27, pp. 38 – 47, April 1994