

USO DE WIRELESS MESH LANS COMO ALTERNATIVA DE COMUNICACIÓN EN COMUNIDADES RURALES

Aris Castillo

Universidad Tecnológica de Panamá, 0819-09617 Panamá

RESUMEN

Las limitaciones presentadas por las infraestructuras de red inalámbricas para extender las funcionalidades de interconexión en áreas en las cuales no exista un punto de coordinación o que no se encuentren dentro del rango de dos puntos de coordinación sugieren la incorporación de estas funcionalidades dentro del nodo mismo. El objetivo de este estudio es explorar el uso y desempeño de las tecnologías mesh en la transmisión de paquetes de voz de manera que pueda servir de base para su implementación en áreas rurales. Las pruebas se realizan utilizando una tecnología mesh de carácter gratuito, LocustWorld, la cual convierte cada cliente en un nodo ruteador. En conjunto se utiliza una aplicación para medir las transmisiones de los nodos. Los resultados obtenidos demuestran que VoIP es técnicamente viable en un ambiente de wireless mesh sencillo y de baja densidad. Aunque las pruebas son realizadas en laboratorio, donde las condiciones son casi perfectas – distancia entre nodos bastante corta, niveles de congestión bajos – las mismas proporcionan una buena idea del comportamiento de una red de este tipo. Se considera necesario, pues continuar con pruebas que integren paquetes de voz y datos para determinar el comportamiento que se lograría.

Palabras claves: Comunicación, Inalámbrica, Mesh, Redes, Wireless.

ABSTRACT

Limitations on wireless LANs to extend interconnection functionalities to areas with no point of coordination or those areas out of the range of access points suggest the need to include routing functionalities to the node itself. The objective of this paper is to explore the use and performance of mesh technologies in transmitting voice packets so that this study can be used as a base point for implementation in rural areas. Tests are performed using free LocustWorld technology, which lets clients to become routing nodes. Another application is used to measure transmission between nodes. The results show that VoIP is technically viable in a simple and low density environment. Although tests are performed in a lab, where conditions are almost perfect – short distance between nodes, low congestion levels – they give a good input about the performance of the network. Additional tests combining data and voice packets are necessary to determine the behavior of the network.

Keywords: Communication, Wireless, Mesh, Networks.

1. INTRODUCCIÓN

Escenarios tales como sitios de emergencia, operaciones de desastre y rescate, así como la

conectividad en áreas remotas en las cuales no existe la posibilidad de desarrollar infraestructura física serían grandemente beneficiados de ser posible extender servicios de

comunicación inalámbrica hasta ellos.

La comunicación con y entre comunidades de baja densidad y bajo nivel económico es uno de los problemas más difíciles de resolver por cualquier gobierno sobre todo en países subdesarrollados, donde abundan problemas sociales, políticos, y económicos que consumen la mayor parte de los recursos del Estado. A través del paso del tiempo, distintos gobiernos tratan de buscar mecanismos que integren dichas comunidades remotas con metrópolis de manera que se facilite no sólo el intercambio de productos y mercancías sino también de conocimientos de manera que se reduzca la brecha del saber. Por consiguiente, se pueda asegurar una mejor distribución de los recursos del país. Sin embargo, siempre parece haber un común denominador en estas situaciones, cómo integrar estos territorios sin tener que incurrir excesivos costos de infraestructura. Este hecho reduce las posibilidades para estas comunidades, y en la mayoría de los casos les hace prohibitivo el acceso a medios de comunicación aceptables.

El desarrollo de las tecnologías inalámbricas ha demostrado ser una alternativa viable para resolver las necesidades de comunicación a nivel empresarial. El creciente interés del mercado mismo por nuevas y más funcionalidades que integren datos, voz y video; así como la incorporación de nuevos servicios ha obligado a los fabricantes a desarrollar estas soluciones urgentemente. En consecuencia y como respuesta a las investigaciones y desarrollos de la industria

inalámbrica y móvil, hoy muchas empresas se están avocando a estas soluciones, ya sea para comunicación interna dentro de los perímetros de un edificio o para interconectar edificios dentro de un mismo campus.

2. LAS REDES 802.11 Y MESH

2.1 LIMITACIONES TÉCNICAS DE LA REDES 802.11

El desarrollo apresurado de los estándares WLANs ha tenido un efecto negativo en varios aspectos técnicos que han afectado en cierta manera la implementación de estas tecnologías.

2.1.1 DIFERENCIACIÓN DE SERVICIOS

Uno de los problemas más marcados de los estándares WLANs es su protocolo MAC. Dado que el mismo está basado en un tipo de servicio de "mejor-esfuerzo," no es posible integrar funcionalidades de granularidad de tipo de servicios, necesaria para diferenciar paquetes sensitivos al tiempo del resto, lo cual afectaría grandemente las transmisiones de tiempo real tales como los paquetes de voz.

2.1.2 SEGURIDAD

Este es uno de los aspectos técnicos más débiles de las redes 802.11x. El hecho de que la transmisión de los datos sea a través de ondas áreas las hace más vulnerables a problemas de seguridad que una red cableada tradicional, principalmente en la captura de paquetes y el robo de señal que podrían finalizar con

violaciones a la autenticación y encriptación.

2.1.3 ALCANCE

Teóricamente, el alcance de una red 802.11x se mantiene en un rango de 100 metros máximo entre el dispositivo transmisor y el receptor, lo cual en óptimas condiciones se podría ver como positivo comparándolas con sus contrapartes redes cableadas. Sin embargo, en la realidad, tal como se muestra en la figura 1.1, a una distancia de 30 metros 802.11b brinda la velocidad máxima de 11Mbps y a 75 metros, la velocidad sería mínima, 1Mbps. Este comportamiento se aplica también a otras tecnologías como 802.11g y 802.11a.

A pesar de todas estas limitaciones, la familia de redes 802.11x ha sido la principal protagonista de cambios radicales en la transmisión de datos y ha logrado una popularidad creciente en los últimos años sobre todo en áreas urbanas.

Para el caso de poblaciones rurales, sin embargo, estas tecnologías no parecen ser una alternativa viable. Son muchas las limitantes que dichas redes presentan en ambientes naturales y abiertos con gran vegetación, como sería el caso de una población rural, y más aún si se pretende transmitir voz. Primero está la distancia entre un punto y otro, la cual por lo regular es muy amplia comparada con las áreas urbanas por lo que se necesitarían antenas demasiado costosas para lograr que la señal alcance ambos sitios. Segundo, las redes 802.11x requieren de un punto de coordinación central por donde todo el tráfico circule; esto pareciera ser

un punto a favor en áreas rurales donde se espera que el tráfico sea liviano comparado con áreas densamente pobladas. Sin embargo, el simple hecho de requerir un punto central de coordinación hace de las redes 802.11x una opción no viable ya que se requerirían muchos dispositivos ya sea haciendo las funciones de enrutadores o como repetidores lo que incrementaría notablemente los costos de implementación del sistema. Otro elemento que afecta el alcance de las redes 802.11x además de la distancia es la presencia de obstáculos intermedios como vegetación, cuerpos de agua, y otras estructuras que tengan un efecto reflectivo, refractivo, absorbente, o de distorsión sobre ellas. Esto en comunidades rurales se convierte en un aspecto sumamente preocupante.

Es aquí donde las redes inalámbricas de topología Mesh entran a jugar un papel importante como alternativa en los escenarios planteados, ya que mejoran las funcionalidades de las redes 802.11x. Estas tecnologías proporcionan la capacidad de que varios nodos puedan comunicarse entre sí sin la existencia de un punto central de coordinación; en su lugar cada nodo tiene funciones de ruteo. La comunicación puede realizarse en cualquier dirección y se facilita la existencia de rutas redundantes de comunicación. Además, es posible transmitir todo tipo de paquetes, incluyendo voz y datos.

2.2 TOPOLOGÍA MESH

En términos generales una red móvil ad-hoc o Mobile Ad-hoc Networks (MANET) es definida como “una colección de nodos autónomos o

terminales que se comunican entre ellas y forman una red de radio de múltiples saltos (multihop radio network) que mantiene conectividad de una manera descentralizada.” (Wireless Communication Technology Group, National Institute of Standards and Technology). Aunque el grupo MANET de la Fuerza de Trabajo de Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force, IETF) no ha logrado elaborar un estándar para el protocolo de enrutamiento IP sobre las aplicaciones inalámbricas, sean éstas estáticas o dinámicas, ya se ven implementaciones de este tipo en la industria.

2.3 ¿PORQUÉ MESH?

Las redes ad-hoc inalámbricas permiten que sea posible tener muchas MANETs que se puedan comunicar entre ellas y de esta manera facilitar la expansión de la red.

El área de cobertura de las redes Mesh es mayor que las tecnologías WLANs, ya que las primeras se expanden a medida que más dispositivos son agregados a la red. Cada nodo puede establecer conexiones punto a punto en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Los sistemas multihop proveen rutas redundantes. Los paquetes saltan de nodo a nodo hasta encontrar su destino. Estos sistemas se caracterizan por requerir poco voltaje, sólo lo necesario para llegar a los nodos vecinos, lo cual reduce interferencia. Y finalmente, operan en rutas cortas, siendo menos vulnerables al ruido, y por lo tanto logrando mejor ancho de banda.

El control de la red es distribuido entre todos los nodos ya que todos ellos poseen funcionalidades de enrutamiento y host, incluyendo descubrimiento de topología y entrega de mensajes. Por consiguiente, la topología de la red es dinámica con nuevos nodos conectándose, otros siendo desconectados, y algunos otros moviéndose – ya sea entrando al rango de otros nodos o alejándose.

2.4 RETOS

Debido a la naturaleza de la comunicación inalámbrica, y al igual que las redes 802.11x los nodos ad-hoc tienen que lidiar con problemas tales como la calidad del enlace, la pérdida del camino de propagación (path loss), el ruido, las interferencias, las fluctuaciones de la potencia de la señal debido a variaciones en el medio de transmisión, y el ancho de banda reducido. Un elemento importante para asegurar la movilidad de los nodos en las redes inalámbricas es la fuente de poder de los dispositivos que la forman. La naturaleza inalámbrica implica que estos dispositivos deben tener ya sea un bajo consumo o un modo eficiente de conservación de manera que puedan permanecer con su propia batería por tiempos prolongados.

Finalmente, el ambiente altamente dinámico de las redes mesh inalámbricas incrementa su nivel de complejidad. Este último elemento constituye el máximo desafío de las redes mesh dado los cambios de topología que sufre la red a medida que los nodos se mueven de posición. Este tipo de arreglos requiere de protocolos de

enrutamiento que permitan manejar la comunicación entre todos los nodos en un ambiente de caminos múltiples (multipath) donde los nodos pueden tener varias opciones para llegar a un punto en particular. Los algoritmos de enrutamiento deben asegurar que los recursos de la red sean usados eficazmente a través del control de la organización de la red, planeamiento y enrutamiento.

Por ahora, y principalmente dando respuesta a las necesidades crecientes de comunicación es que estos retos están siendo tratados, y se ha podido ir reduciéndolos poco a poco. Además, en el contexto de un sistema de comunicación para comunidades rurales de bajo nivel económico, estas dos últimas limitantes no serían problemas a considerar, ya que los nodos estarían fijos en su lugar. Por lo tanto, el sistema mantiene la topología y puede tener fuente de energía continua.

Seguidamente, se analizan las medidas más importantes a considerar al establecer una red para transmisión de voz usando la tecnología Mesh. Este análisis debe servir de base al tratar de brindar a comunidades de difícil acceso servicios de comunicación independiente de bajo costo.

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1 METODOLOGÍA

El modelo técnico aquí presentado fue desarrollado en laboratorio con equipo inalámbrico consistente en computadoras portátiles, la tecnología mesh Open Source LocustWorld y paquetes de VoIP

usando Chariot. No se incluyen elementos de ambientes reales tales como vegetación, humedad, y condiciones climáticas, que pudieran afectar los resultados del modelo. Luego, a partir de este modelo de laboratorio se desarrolla un análisis de las implicaciones técnicas que este tipo de configuración conlleva, para finalmente, interpolar lo que un proyecto de red similar podría acarrear en una situación más real.

3.2 ESCENARIOS DE PRUEBA

En un primer escenario existen dos clientes Windows conectados a cada lado de la red Mesh de manera que puedan transmitir paquetes a través de ésta, mientras que en el segundo incrementamos a cuatro clientes. A pesar de que hay servicios de transmisión de paquetes de datos tales como HTTP y correo electrónico, éstos no se utilizan. Las pruebas se concentran en VoIP por lo relevante que sería éste servicio para comunidades de difícil acceso, aún cuando se tratase de simples computadoras con cualquier software de comunicación basado en VoIP.

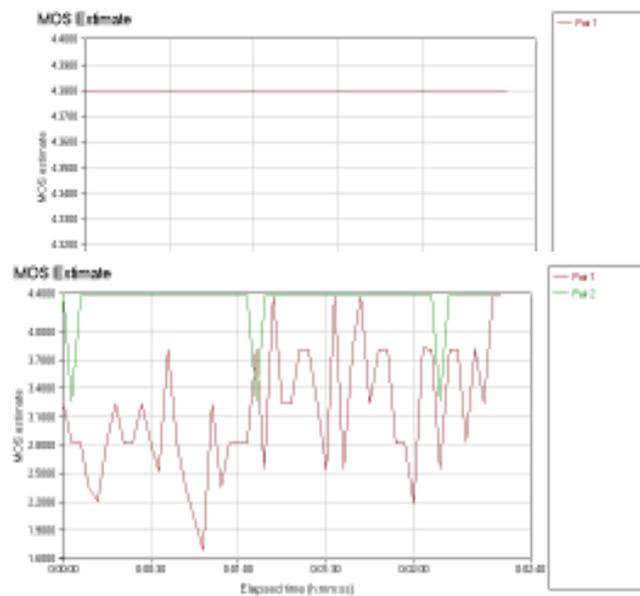
Básicamente se analizan medidas de rendimiento cruciales cuando un servicio de VoIP es requerido, tal como es el caso del Mean Opinion Score (MOS), Throughput, one-way delay y RFC 1889 Jitter promedio.

3.2.1 MEAN OPINION SCORE (MOS)

Es una medida importante para determinar la calidad en transmisiones de voz. La escala comprende valores de 1 a 5, siendo el primer valor equivalente a no recomendado y el último a muy satisfecho. Como se puede apreciar

en las gráficas siguientes, las pruebas realizadas arrojaron valores de 4 con un par de clientes, y valores oscilantes con cuatro clientes. A pesar de haber dos conversaciones simultáneas, los valores no

demuestran una degradación tan marcada, ya que los mismos fueron por ráfagas cortas de tiempo, lo cual indica que se pueden mantener diálogos aceptables.

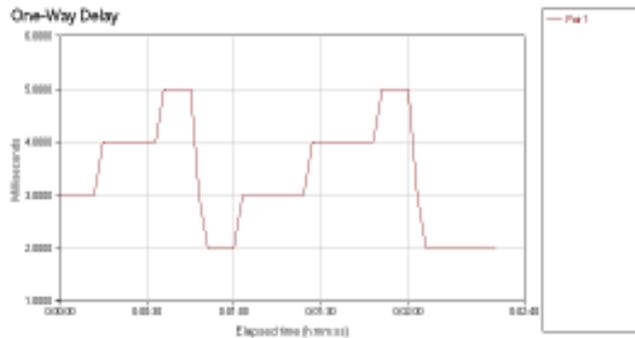


MOS con cuatro clientes

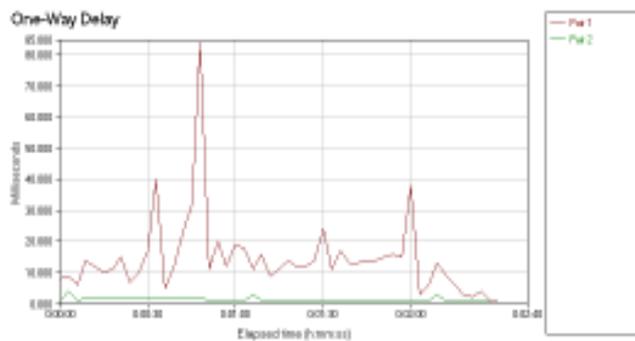
3.2.2 RETARDO EN UNA VÍA (ONE-WAY DELAY)

En general se dice que para la medida Two-Way delay valores en un rango entre 200 a 300ms significa bueno. Por lo tanto en nuestro caso, si establecemos como punto de referencia 100ms en una vía,

la transmisión debe ser considerablemente buena. Como se puede apreciar en las gráficas, los resultados obtenidos demuestran que no habría problemas en términos de delay al transmitir paquetes de VoIP en este tipo de configuración.



One-Way Delay con dos clientes



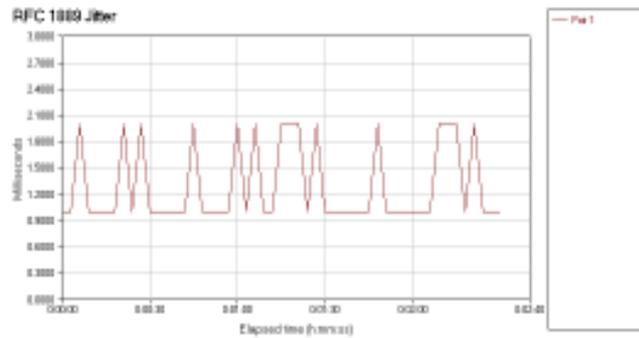
One-Way Delay con cuatro clientes

3.2.3 JITTER

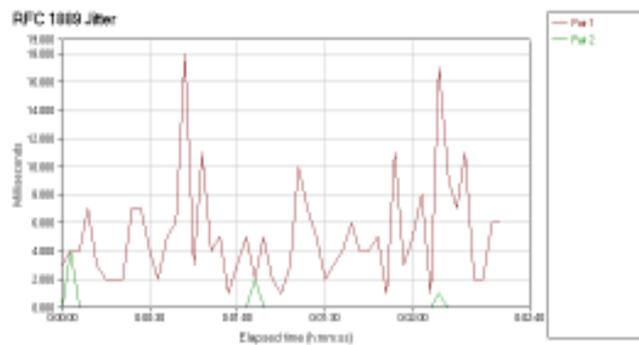
Para los efectos de nuestras pruebas, nos basamos en la definición de Jitter como la variación de una señal con respecto a una señal de reloj, donde el tiempo de arribo de la señal debe coincidir con el arribo de la señal del reloj. Así, el Jitter no es más que la

variación entre arribo de paquetes de datos RTP (Real Time Transport Protocol). Valores de Jitter por debajo de los 50ms indican buena transmisión, lo cual refiriéndonos a nuestras gráficas de las pruebas realizadas confirma que la calidad de las conversaciones sería aceptable.

Jitter con dos clientes



Jitter con cuatro clientes



Jitter con dos clientes

4. CONCLUSIONES

Se han visto algunos de los elementos más importantes que afectan la calidad de los paquetes de VoIP, tal como es el caso del delay o retardo, jitter, así como su comportamiento en los ambientes de pruebas. Otro elemento que comúnmente se analiza para determinar si la red puede soportar VoIP es la pérdida de paquetes

(packet loss), lo cual en nuestras pruebas siempre estuvo por debajo de cinco por ciento. Esto también confirma la capacidad de la red de manejar servicios de VoIP. El estudio no puede culminar sin incluir el ancho de banda. Walker (2001) recomienda anchos de bandas de 160Kbps por cada conversación de VoIP cuando se usa G.711 y 50Kbps para otros codecs. Sin embargo, estos valores son bastante altos. En

la práctica sabemos que el servicio de telefonía usa 64Kbps por llamada, así que con ese valor para subida y bajada, se podría asegurar una buena calidad. Adicionalmente, utilizando algoritmos de comprensión, se podría trabajar aún con menos ancho de banda. Por ejemplo, Packet8 usa solamente 17Kbps para subida y bajada por cada línea activa de voz. Vonage requiere 90Kbps de subida y bajada, aunque a través de mecanismos de ahorro de ancho de banda, sólo requieren 30Kbps por llamada.

A través de las pruebas realizadas se ha demostrado que la transmisión de VoIP en un ambiente mesh inalámbrico es técnicamente posible. Aún cuando estos resultados tendrían variantes en situaciones distintas, el autor espera que este documento sirva de referencia para implementaciones en un ambiente rural real de manera que se pueda solventar la gran necesidad de comunicación usando mecanismos de bajo costo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] WEISMAN, CARL, "The Essential Guide to RF and Wireless." Prentice Hall. New Jersey, 2002.
- [2] FLICKENGER, ROB, "Building Wireless Community Networks." O'Reilly. California, 2003.
- [3] PLANET3 WIRELESS, "Certified Wireless Network Administrator, Official Study Guide." Planet3 Wireless. Georgia, 2002.
- [4] CISCO SYSTEMS, "Internetworking Technologies Handbook." Cisco Press. Indianapolis, 2001.
- [5] WALKER, JOHN Y HICKS, JEFFREY, "Taking Charge of your VoIP Project." Cisco Press. Indianapolis, 2004.
- [6] PANKO, RAYMOND, "Business Data Networks and Telecommunications." Prentice Hall. New Jersey, 2003.
- [7] SINNEREICH, HENRY Y JOHNSTON, ALAN, "Internet Communications Using SIP." Wiley. New York, 2001.
- [8] MCNIGHT, LEE W. AND JOSEPH P. BAILEY, "Internet Economics." The MIT Press; Cambridge, MA., 1999.
- [9] GOLENIEWSKI, LILLIAN, "Telecommunications Essentials." Addison-Wesley. Boston, 2002.
- [10] KOMAR, BRIAN, "TCP/IP Networking." Sams. Indianapolis, 2002.