



Análisis de los protocolos RCDP y TCP en redes vehiculares utilizando AODV y DYMO

Analysis of the RCDP and TCP protocols in vehicular networks using AODV and DYMO

VÁSCONEZ, Vanessa A. 1; CALAFATE, Carlos T. 2; BUÑAY, Pamela A. 3; NARVÁEZ, Miryan E. 4

Recibido: 27/09/2019 • Aprobado: 20/04/2020 • Publicado 30/04/2020

Contenido

- [1. Introducción](#)
 - [2. Diseño del modelo](#)
 - [3. Resultados](#)
 - [4. Conclusiones](#)
- [Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

El Protocolo RCDP, una novedosa solución altamente eficiente para entornos caracterizados por retrasos elevados y altos niveles de pérdidas de paquetes. El objetivo principal es la implementación y evaluación del rendimiento de los dos protocolos RCDP, TCP con AODV y DYMO en un mismo entorno de redes vehiculares mediante el uso de las herramientas de simulación OMNET++ y VACaMobil. Se comprobó que el rendimiento del protocolo RCDP con AODV y DYMO es superior a TCP con AODV y DYMO bajo las mismas condiciones en redes vehiculares.

Palabras clave: RCDP, TCP, AODV, DYMO, VACaMobil

ABSTRACT:

The RCDP Protocol, a new alternative and highly efficient solution for environments characterized by many delays and high levels of packet losses. The main target of this article is the implementation and evaluation of the performance of the two protocols: RCDP, TCP with AODV and DYMO in the same vehicle network environment by the means of OMNET ++ and VACaMobil simulation tools. The results evidenced that the performance of the RCDP protocol with AODV and DYMO is superior to TCP with AODV and DYMO under the same conditions in vehicular networks.

Keywords: RCDP, TCP, AODV, DYMO, VACaMobil

1. Introducción

En la actualidad uno de los principales problemas de Protocolo de control de transmisión (TCP) en entornos inalámbricos es la carencia de garantías en cuanto a la calidad del servicio.

Específicamente, existe un riesgo continuo de pérdidas de paquetes, ocasionado principalmente por la congestión de la red o por errores en la transmisión debido a fenómenos físicos que limitan la calidad de la recepción de la señal.

Redes Vehiculares (Redes VANET) están diseñadas para proveer intercambio de información. Se han definido dos tipos de comunicación: la primera Vehículo a Vehículo (V2V), donde los nodos son vehículos que se encuentran en movimiento permitiéndoles comunicarse entre sí mediante enlaces inalámbricos sin la necesidad de una infraestructura fija y la segunda Vehículo a Infraestructura (V2I), donde el intercambio se realiza con nodos fijos ubicados a lo largo de la carretera denominado Road Side Unit (RSU) (Karagiannis et al., 2011; Rubiano Rodríguez & Vanegas Castro, 2019).

Ad hoc on demand distance vector protocol (AODV) se encuentra en la categoría de protocolos de enrutamiento reactivos, lo que significa que descubre la ruta después de recibir la solicitud Route Request (RREQ) desde el nodo de origen (Kumar & Kumar, 2018). Los nodos mantienen la información de encaminamiento en la tabla de enrutamiento que se presenta en la ruta. Cada tabla de enrutamiento consta de la dirección IP de destino, el número de secuencia de destino, el indicador de secuencia de destino, la interfaz de red, el conteo de saltos, el siguiente salto, la lista de precursores y el tiempo de vida. AODV reduce el número de mensajes de control de tráfico, por lo tanto, no necesita un sistema administrativo centralizado que realice el proceso de enrutamiento (Shaf et al., 2018). AODV actualiza aquellos nodos que se ven afectados por cambios topológicos en la red. El nodo de destino siempre recibe la primera solicitud e ignora las demás

Dynamic MANET On demand (DYMO) es un sucesor del protocolo de enrutamiento AODV. Es un protocolo puramente reactivo en el que las rutas se calculan según la demanda. DYMO no admite la transmisión de mensajes HELLO innecesarios y funciona según los números de secuencia asignados a los paquetes (Sumathi & Priyadharshini, 2015). También permite el enrutamiento de unicast multi-hop bajo demanda entre los nodos de una red. DYMO consta de dos operaciones de enrutamiento: descubrimiento de ruta y mantenimiento de ruta para obtener una ruta válida y evitar las rutas eliminadas de la tabla de enrutamiento reduciendo la caída de paquetes, en caso de cualquier ruptura de ruta o falla de nodo. DYMO solo mantiene las rutas que se utilizan con frecuencia (Oranj et al., 2016).

Forward Error Correction (FEC) es una técnica de recuperación de errores que evitan la retransmisión de paquetes, envía la información codificada de tal manera que pueda ser recuperada en el destino sin dificultad y pérdida de información, dado que se envía un código de corrección de errores anexo al mensaje enviado. (Báguena et al., 2013).

Los códigos Luby Transform (LT) utilizan un algoritmo basado en operaciones XOR para la codificación y decodificación (Piñero & Manzanares, 2011). Los códigos Raptor son considerados como los códigos de la nueva generación al ser la ampliación de los códigos LT. Proporcionan tiempos lineales para codificación y decodificación de los símbolos de entrada (Báguena et al., 2015). Al transmitir un conjunto de símbolos se codifican mediante la codificación FEC y un código LT. Para obtener los símbolos originales se aplica la decodificación del código LT y de la técnica FEC (Tena, 2007).

User Datagram Protocol (UDP) es un protocolo de transporte no orientado a la conexión, proporciona el procedimiento para enviar y recibir mensajes sin la protección ante duplicados. (Postel J. RFC 768)

El protocolo Raptor-based Content Delivery (RCDP) adopta el esquema AL-FEC basado en códigos Raptor para evitar retransmisiones, optimizando la entrega de contenido para el caso unicast. Esta técnica de codificación permite recuperar los datos originales incluso cuando se pierde parte de la información. RCDP es una solución de entrega de contenido full-dúplex que abarca el envío y la recepción de datos en el lado del cliente y del servidor. Para lograr una solución resistente al error, RCDP combina el uso del protocolo UDP en la capa de transporte con una estrategia AL-FEC. El uso de la estrategia AL-FEC permite la creación de una solución de entrega de contenido que es casi inmune a la pérdida de paquetes, y también evita los conocidos problemas de TCP en las redes inalámbricas (Báguena et al., 2013; Báguena et al., 2017).

Se presenta un sistema de comunicación basado en Técnicas FEC para evitar la retransmisión de paquetes utilizando códigos Raptor a nivel de transporte. Permitiendo enviar la información codificada de tal manera que pueda ser recuperada en el destino sin ninguna dificultad y sin pérdida de información. Ofreciendo una transmisión de datos eficiente sobre redes inalámbricas. Se simuló el protocolo RCDP en redes vehiculares para comprobar su rendimiento y prestaciones alcanzadas en un entorno multi-hop frente al protocolo TCP.

Diferentes estudios realizan propuestas orientadas a solucionar los problemas de transmisión sobre redes inalámbricas en general, o redes específicas (ejemplo: Redes Vehiculares), y para ello varios autores proponen diferentes soluciones, como pueden ser aquellas que se basan en el uso de códigos Raptor, técnicas FEC y protocolos de transporte para redes vehiculares. Entre las soluciones más destacadas se nombran algunas de ellas: Soluciones a nivel de enlace y Conexión dividida.

Soluciones a nivel de enlace: permiten la modificación del protocolo de red a nivel de su capa de enlace, incluyendo retransmisiones FEC de recuperación ante errores. Ofreciendo una transmisión de datos eficiente sobre redes inalámbricas.

Conexión dividida: usa dos conexiones TCP distintas, la primera desde el emisor hasta la estación base y la segunda desde la estación base al receptor, usando una conexión TCP sobre la red cableada y otro protocolo sobre la red inalámbrica.

2. Diseño del modelo

En la investigación se utilizó el simulador OMNeT++ para implementar el escenario con el protocolo RCDP simulando sus propiedades. Se utilizó códigos Raptor en la codificación y decodificación. Para la codificación se generaron paquetes de datos y paquetes de recuperación simulando pequeños retardos. En la decodificación se realizó la decodificación probabilística según la cantidad de datos recibidos.

La implementación del control de flujo se realizó enviando un acuse de recibido acknowledgement (ACK) como respuesta para identificar que paquetes llegaron y cuáles no, aplicando una tasa dinámica. Las figuras 1 y 2 muestran la secuencia de acciones realizadas por el emisor y receptor respectivamente.

Figura 1
Diagrama de Flujo del Emisor

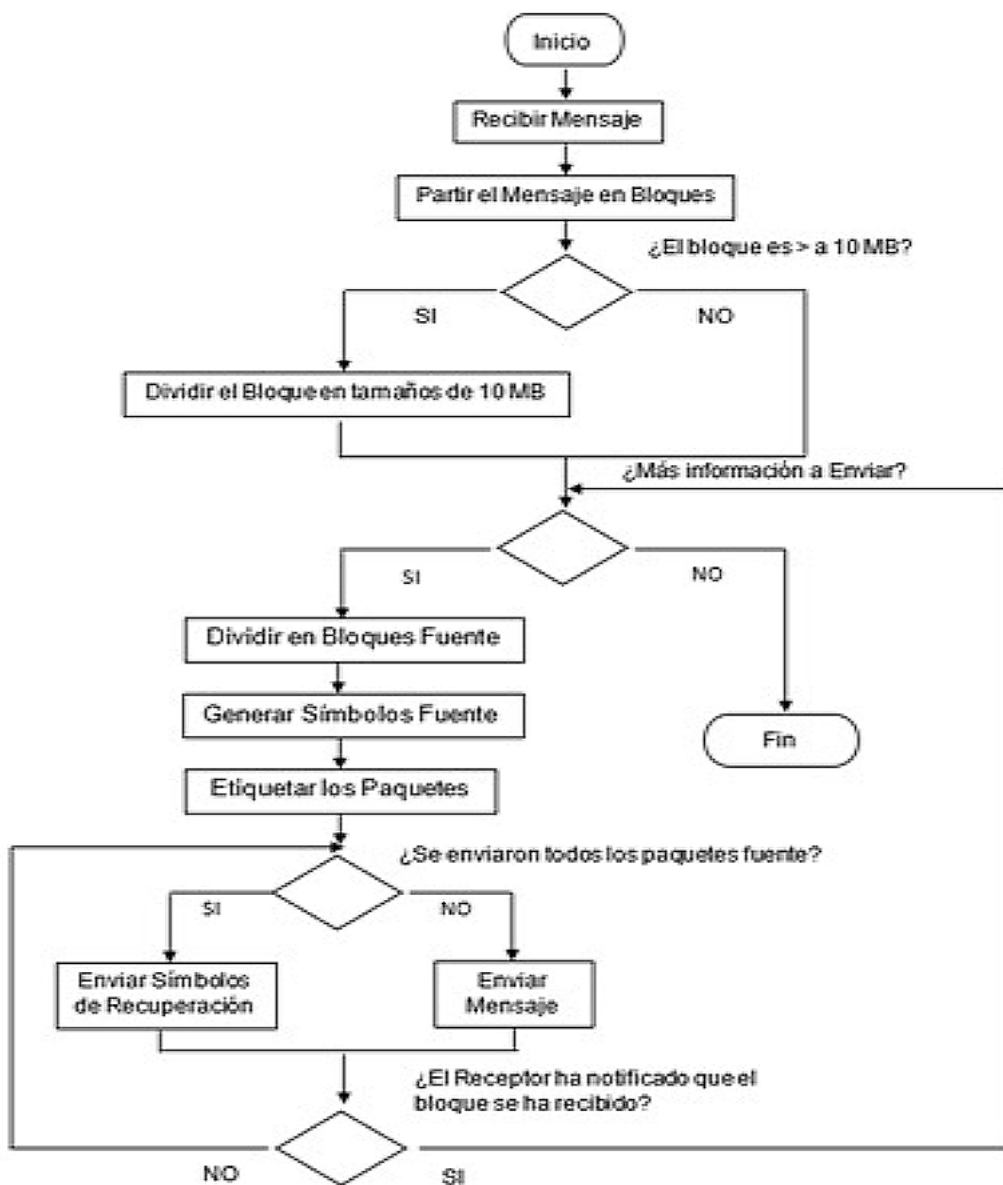
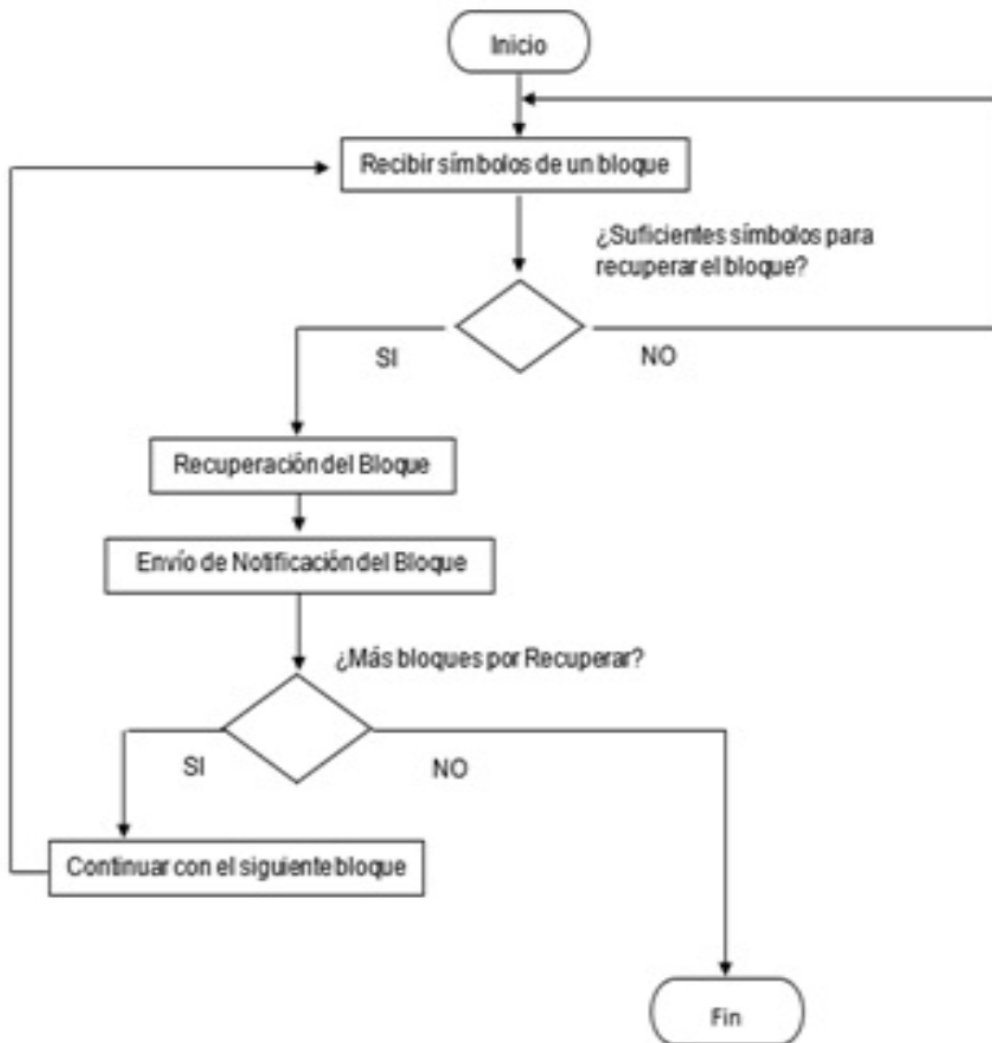


Figura 2
Diagrama de Flujo del Receptor



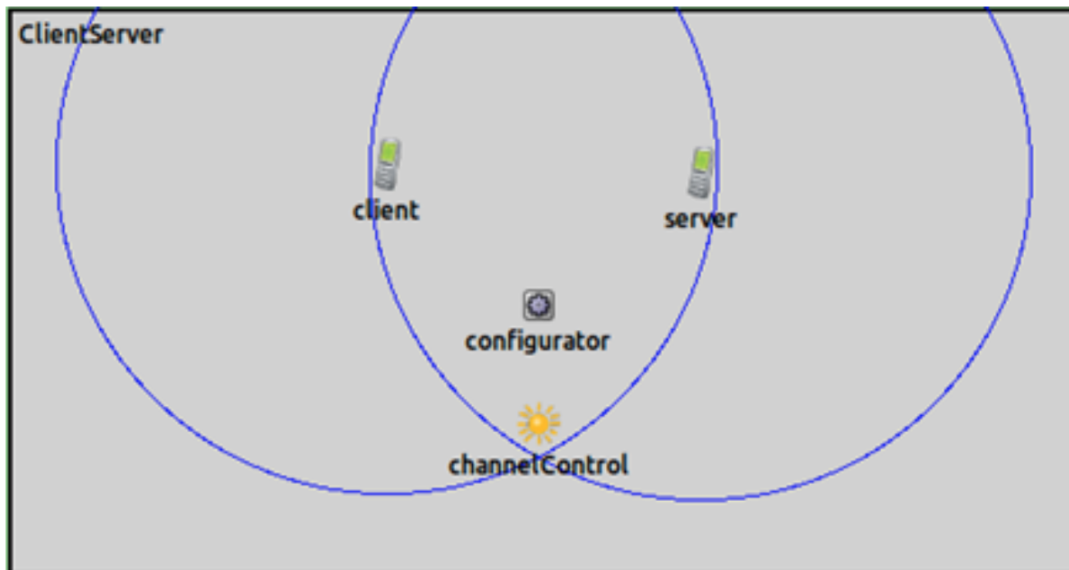
Para la implementación del escenario se instaló la máquina virtual Oracle VM Virtual Box, con el sistema operativo Ubuntu y el simulador OMNeT ++ 4.4 con librerías descritas en C++. Se modificaron las librerías de UDP de acuerdo a los requerimientos de comunicación. Se aprovechó la gestión de los sockets y demás estructuras de comunicación.

Se creó un nuevo proyecto en OMNeT++, partiendo de la implementación existente para aplicaciones UDP. Se realizó las aplicaciones RCDP cliente y RCDP servidor para simular el intercambio de información del cliente al servidor.

Para definir la red se modificó el fichero .ini con la configuración de la simulación y las aplicaciones utilizadas.

Para intercambiar la información entre el cliente y el servidor se realizó la conexión de módulos mediante puertas y enlaces como se muestra en la figura 3, comprobando el correcto funcionamiento.

Figura 3
Estructura del modelo de simulación



Para las simulaciones en la red vehicular se creó un escenario de movilidad vehicular utilizando VACaMobil (VANET Car Mobility manager). VACaMobil es el módulo de gestión de movilidad para el simulador OMNeT ++, que mantiene el número promedio constante de vehículos durante todo el periodo de simulación de una Red Vehicular Ad-Hoc. Con el fin de proporcionar más flexibilidad y realismo, VACaMobil permite definir completamente la movilidad vehicular al establecer el número promedio deseado de vehículos y sus límites superiores e inferiores. Además, garantiza parámetros definidos por el usuario, como número mínimo, máximo o promedio de vehículos (Báguena et al., 2013). VACaMobil trabaja en paralelo con SUMO (Simulation of Urban Mobility) una herramienta de software utilizada para generar tráfico vehicular, al especificar el límite de velocidad, el comportamiento, la cantidad y tipos de vehículos. SUMO también establece tipos, condiciones de carreteras, las conexiones a través de las intersecciones, semáforos, etc. (Behrisch et al., 2011).

La simulación se realizó 10 veces, cambiando el número de coches por kilómetro cuadrado y los protocolos de enrutamiento DYMO y AODV en cada iteración. Cada protocolo se analizó en dos escenarios TCP y RCDP utilizando las mismas trazas de movilidad.

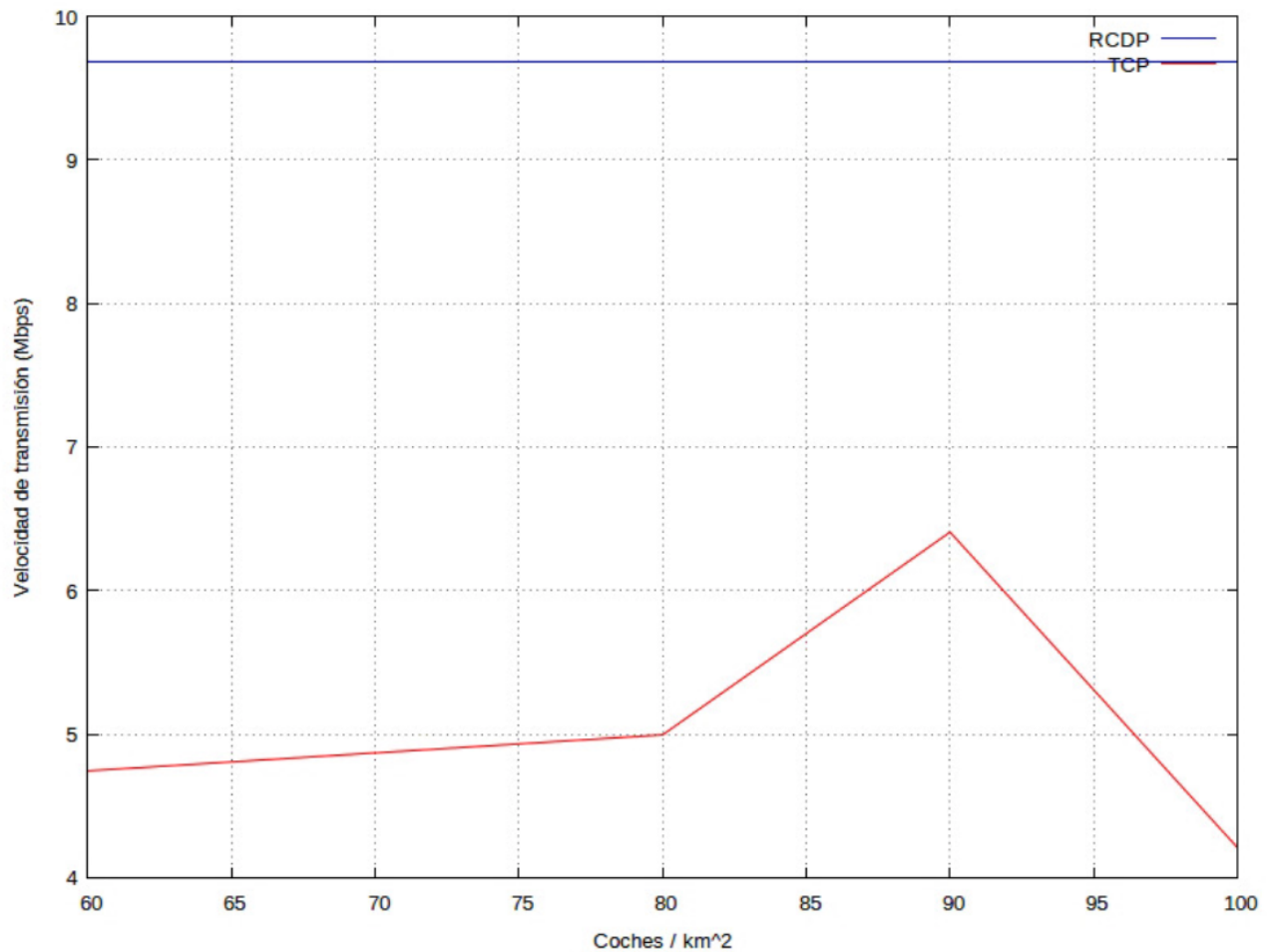
La métrica analizada se centra en la velocidad media de transmisión de datos, calculando la longitud del mensaje multiplicado 8 dividido para el timestamp menos el timestamp inicial como se muestra en la ecuación 1.

$$Velocidad\ de\ Transmisión = \frac{Longitud\ mensaje * 8}{Timestamp\ final - Timestamp\ inicial} \quad (1)$$

3. Resultados

Los resultados obtenidos en la comparación del rendimiento de RCDP, TCP con AODV y RCDP, TCP con DYMO son: La figura 4 muestra que RCDP utilizando el protocolo AODV tiene un mayor rendimiento que TCP. La velocidad de transmisión se mantiene constante, independientemente del número de vehículos enlazados con un valor aproximado de 9.8 megabits por segundo (Mbps). Demostrando que RCDP es visiblemente superior en entornos multi-hop.

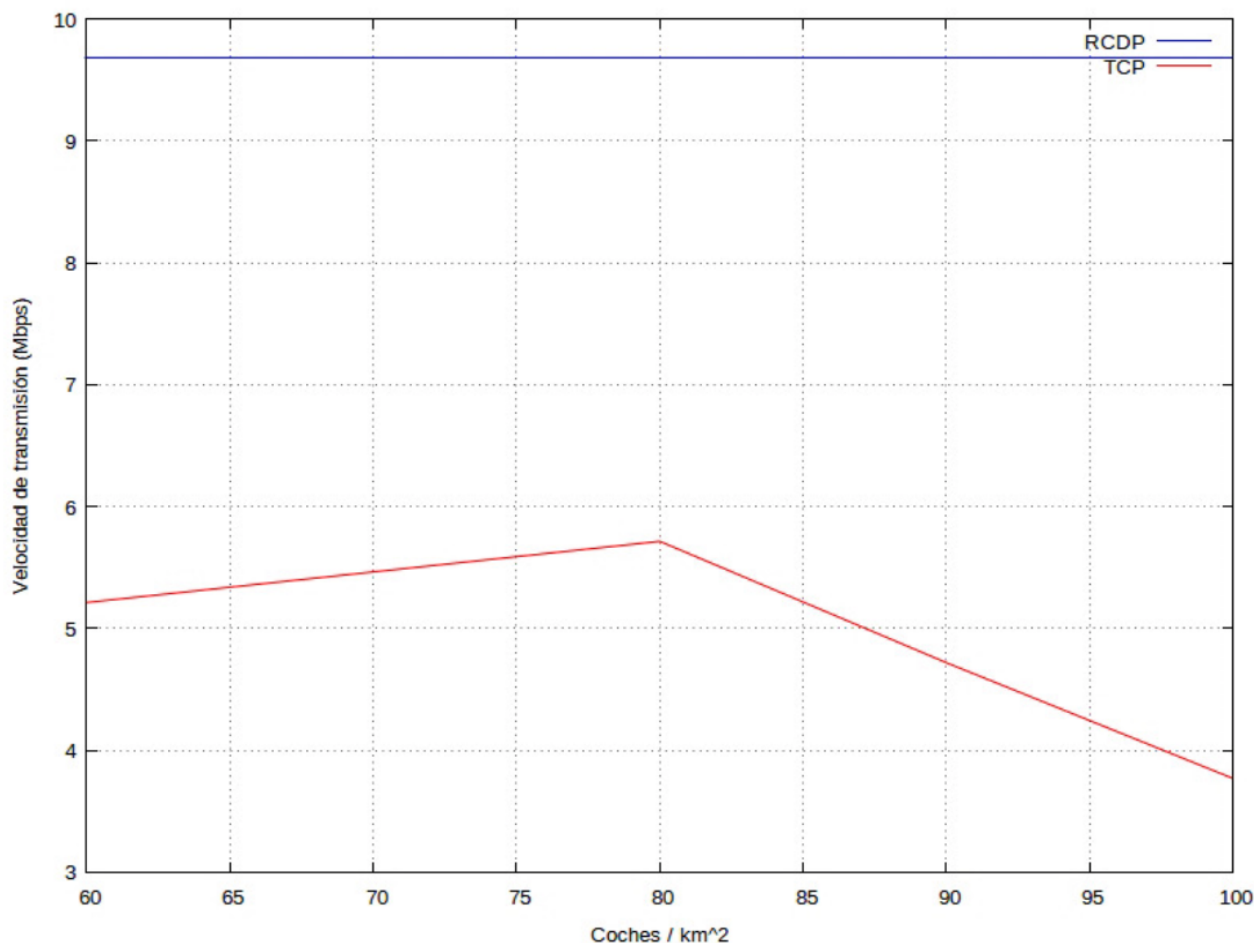
Figura 4
Comparativa RCDP – TCP usando el protocolo AODV



Se observa que las transmisiones de RCDP alcanzan una velocidad de transmisión aproximada de 9.9 Mbps a los pocos segundos de haber iniciado su transmisión, mientras que la mayoría de las transmisiones TCP varían la tasa de transferencia en un rango de 4 a 7 Mbps. Con respecto a la cantidad de Vehículos, TCP muestra tres diferencias:

1. En el intervalo de 60 a 80 coches/Km² se observa un cambio de prestaciones de 0,5%.
2. Para el intervalo de 80 a 90 coches/Km² la tasa de incremento es mayor (4%), llegando a tener un punto de inflexión en el comportamiento de la velocidad de transmisión.
3. En el Intervalo de 90 a 100 coches/Km² disminuye al 50%. Este descenso se debe al incremento de número de coches/Km² conectados.

Figura 5
Comparativa RCDP – TCP usando el protocolo DYMO



La figura 5 muestra que RCDP al utilizar el protocolo DYMO conserva resultados similares al protocolo AODV con un valor aproximado de 9.9 Mbps. Con relación a la cantidad de vehículos TCP muestra que en el intervalo de 60 a 80 coches/Km² el valor de la velocidad de transmisión máxima es aproximadamente de 5.8 Mbps. En el intervalo de 80 a 100 coches/Km² la velocidad disminuye llegando a un valor aproximado de 3.8 Mbps.

Todos estos resultados experimentales demuestran que RCDP supera en velocidad de transmisión, utilizando los protocolos AODV y DYMO al incrementar el número de coches/Km².

4. Conclusiones

Utilizando VACaMobil se comprobó que el rendimiento del protocolo RCDP con AODV y DYMO es superior a TCP con AODV y DYMO bajo las mismas condiciones en redes vehiculares. Al incrementar el número de coches el rendimiento de RCDP se mantiene, la velocidad es constante mientras que en TCP existe una variación considerable afectando directamente a que la velocidad disminuya. Demostrando ser una solución eficiente para entornos caracterizados por una tasa alta de retrasos y pérdidas de paquetes.

RCDP aporta en el campo de las comunicaciones inalámbricas brindando una solución fiable en la entrega de contenido para redes vehiculares.

Como trabajo futuro se podría comparar este protocolo no solo con TCP, sino también con otras muchas variantes de dicho protocolo que han sido propuestas a lo largo de los años, pudiéndose además incrementar el número de coches/ Km² a una mayor escala para hacer un estudio más amplio.

Referencias bibliográficas.

- Báguena, M. (2017). Design and implementation of simulation tools, protocols and architectures to support service platforms on vehicular networks. (*Doctoral dissertation*).
- Báguena, M., Toh, C., Calafate, C., Cano, J., & Manzoni, P. (2013). RCDP: Raptor-based content delivery protocol for unicast communication in wireless networks for ITS. *IEEE - Journal of Communications and Networks*, 15, 198 - 206.

- Báguena, M., Tornell, S. M., Torres, A., Calafate, C. T., Cano, J. C., & Manzoni, P. (2013). Vacamobil: Vanet car mobility manager for omnet++. *In 2013 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC)* (págs. 1057-1061). IEEE.
- Báguena, M., Calafate, C. T., Cano, J. C., & Manzoni, P. (2015). Analysis and Evaluation of a Raptor-Based Content Delivery Protocol and its High-Performance Extensions. *Adhoc & Sensor Wireless Networks*, 26.
- Behrisch, M., Bieker, L., Erdmann, J., & Krajzewicz, D. (2011). SUMO—simulation of urban mobility: an overview. *In Proceedings of SIMUL 2011, The Third International Conference on Advances in System Simulation*. (págs. 55-60). Barcelona, Spain: ThinkMind.
- Karagiannis, G., Altintas, O., Ekici, E., Heijenk, G., Jarupan, B., Lin, K., & Weil, T. (2011). Vehicular networking: A survey and tutorial on requirements, architectures, challenges, standards and solutions. *IEEE communications surveys & tutorials*, 13(4), 584-616.
- Kumar, R., & Kumar, P. (2018). Enhancement of Tolerant Mechanism for AODV Routing by Using Probabilistic Approach. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 451-454.
- Oranj, A. M., Alguliev, R. M., Yusifov, F., & Jamali, S. (2016). Routing algorithm for vehicular ad hoc network based on dynamic ant colony optimization. *Int. J. Electron. Elect. Eng*, 4(1), 79-83.
- Piñero, P., & Manzanares, P. (2011). Códigos Fountain y su aplicación a las comunicaciones a través de las redes de baja tensión. *Espacio-Teleo*, 101.
- Postel, J. RFC 768" PROTOCOLO DE DATAGRAMAS DE USUARIO", Traducción al castellano: Domingo Sánchez Ruiz. Tomado de: <http://www.rfces.org/rfc/rfc0768-es.txt>, visitado el, 25.
- Rubiano Rodríguez, J. R., & Vanegas Castro, P. M. (2019). COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS ITS EN REDES AD-HOC VEHICULARES (ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO Y ESTUDIO DE EVOLUCIÓN). *Doctoral dissertation, Editorial Universitaria San Mateo*.
- Tena, Rafael. (2007). Estudio y evaluación de técnicas FEC para la recuperación frente a errores. Recuperado de: <http://www.grc.upv.es/docencia/tm/trabajos2007/tm-ubal.pdf>
- Shaf, A., Tariq, A., Draz, U., & Yasin, S. (2018). Energy based performance analysis of AODV routing protocol under TCP and UDP environments. *EAI: Endorsed Transactions on Energy Web and Information Technologies*, 1-5.
- Sumathi, K., & Priyadharshini, A. (2015). Energy optimization in manets using on-demand routing protocol. *Procedia Computer Science*, 47, 460-470.

-
1. Docente de la Coordinación de Admisión y Nivelación. Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Máster Universitario en Ingeniería de Computadores y Redes. vavasconez@unach.edu.ec
 2. Docente del Dpto de Informática de Sistemas y Computadores. Investigación: Grupo de Redes de Computadores. Universidad Politécnica de Valencia, España. PhD en Informática. [calafate @ disca.upv.es](mailto:calafate@disca.upv.es)
 3. Docente de Ingeniería en Tecnologías de la Información, UNACH, Ecuador. Master Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos. pbunay@unach.edu.ec
 4. Docente de la escuela de Ingeniería en Sistemas y Computación, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. PhD in Information and Communication Engineering for Pervasive Intelligent Environments. miryan.narvaez@unach.edu.ec
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 41 (Nº 15) Año 2020

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

revistaESPACIOS.com



This work is under a Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International License