

Propuesta de un Esquema de Gestión de Calidad de Servicios en Entornos *Vehicular Cloud*

Montserrat Urzúa, Juan A. Guerrero

Universidad de Colima, Facultad de Telemática
{sarai_urzua, antonio_guerrero}@uacol.mx

Abstract. Este artículo presenta una propuesta de un esquema de gestión de la calidad en los servicios ofrecidos en un entorno *Vehicular Cloud*. Cabe destacar que la arquitectura en la que se desarrolla nuestra propuesta consta principalmente de una comunicación vehículo a infraestructura (V2I) donde las infraestructuras serán los nodos fijos y los enlaces a la nube, un recurso remoto con conexión a internet, la cual tendrá un registro de credenciales y sesiones, por mencionar algunos, que gestionan los servicios ofrecidos en la red. Esta investigación se enfocará específicamente al servicio de almacenamiento (SaaS), el cual mediante un mecanismo de tarificación dinámico podrá ser alquilado por nodos móviles autorizados como “proveedores” y consumido por nodos móviles en la red identificados como “clientes”. Todo ello procurando siempre el beneficio, satisfacción y oportunidades de comercio para los usuarios de los entornos *Vehicular Cloud*.

Keywords: VANETs, cloud computing, QoS, tarificación, vehicular cloud.

1 Introducción

En los últimos años se ha hecho un esfuerzo considerable por hacer uso de la tecnología en una de las actividades que consume la mayor parte del día al realizar nuestras tareas diarias: la movilidad. Ésta motivación llevó a investigadores a la creación de un entorno de red con vehículos interconectados llamado *VANET* (Vehicular Ad hoc Network) que permitirá la creación de numerosas aplicaciones que contribuyan a solventar los problemas (congestión vial, seguridad vial e información y entretenimiento) que enfrenta la sociedad moderna con la transportación [1].

Las *VANET* se han enfocado en tres áreas principales de aplicación: seguridad vial, control de tráfico e información y entretenimiento o infotainment. Las dos primeras áreas han sido fuente de mucha investigación tratando de proponer soluciones para control de tráfico, así como también seguridad y eficiencia de recursos [2].

La última área no ha sido explotada e investigada de manera adecuada. Sin embargo en años recientes se ha prestado atención especial a ella siendo el camino hacia un mercado extenso con necesidades aún no cubiertas, brinda una oportunidad de negocio prometedora y ganancias a empresas y proveedores en el ámbito.

En los últimos años se ha generado un nuevo concepto que combina la potencialidad de las VANETS junto con los beneficios del cómputo en la nube (Cloud Computing) la cual es una tecnología que permite utilizar una gran variedad de servicios compartidos remotamente, como por ejemplo almacenamiento, datos, entre otros, de forma transparente a los usuarios, generando un entorno que ofrezca servicios a los conductores que se encuentren en desplazamiento. Este nuevo entorno es denominado Vehicular Cloud.

Ante esta nueva tendencia surgen varios retos importantes en diferentes áreas que tienen que ser resueltos (seguridad, privacidad, diseminación, tarificación, enrutamiento, gestión del entorno, calidad de servicio (QoS), por mencionar algunos).

Éste trabajo expone una propuesta que tiene el objetivo de realizar un análisis de prestación de servicios en este nuevo entorno; de manera más específica, se propone generar un mecanismo de selección de proveedores y un modelo de tarificación dinámico para alquilar el servicio de almacenamiento en la red, basándonos en QoS (Calidad de Servicio) de tal forma que proporcione una serie de beneficios tanto a proveedores como a clientes.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: La sección 2 presenta algunos de los más sobresalientes trabajos relacionados con el problema abordado en este trabajo. En la sección 3, nuestra propuesta se describe en forma detallada. Finalmente se da cierre al artículo con las conclusiones de nuestra investigación en la sección 4.

2 Trabajos relacionados

Los últimos años fueron testigos del creciente interés y necesidad de redes vehiculares y sus posibles aplicaciones. La literatura nos muestra una serie de publicaciones de trabajos relacionados con las redes vehiculares y su evolución al perseguir el concepto, *Vehicular Cloud*.

Fue así como el trabajo [3] en el año 2010 plantea una visión novedosa, avances en redes vehiculares, dispositivos incrustados y la computación en nube (Cloud Computing) pueden ser utilizados para formar lo que hemos estado llamando Vehicular Cloud Computing (VC2). En VC2, los recursos de vehículos infrautilizados tales como el poder de computación, conectividad a Internet y almacenamiento pueden ser compartidos entre los conductores o alquilados a través de Internet a diversos clientes, muy parecido a la forma de trabajar con Cloud Computing.

En 2011, en [4] se propone una arquitectura para Vehicular Cloud Computing que incluye un sistema vehicular ciber-físico (VCPS Vehicular Cyber-Physical System por sus siglas en inglés), redes vehículo a vehículo (V2V) y vehículo a infraestructura (V2I). Los retos de la investigación en el dominio Vehicular Cloud es introducir nuevos servicios para mostrar todo el potencial de este sistema de transporte inteligente para satisfacer las necesidades de seguridad y confort para el conductor.

En 2012, en [5] analizan lo que trae consigo la visión del nuevo tipo de nube que han presentado Olariu y varios investigadores del área *Vehicular Cloud Computing* [3]. Es claro que el concepto eleva retos de seguridad y privacidad excepcionales y que si uno de los principales objetivos de *Vehicular Cloud Computing* es ver una

amplia adopción y tener un impacto social significativo, las cuestiones de seguridad y privacidad deben ser abordados. Esto lo convierte en uno de los principales trabajos que se encarga de analizar los problemas de seguridad y amenazas a la privacidad potencial en una *Vehicular Cloud Computing*. Se enfocaron a algunos de los principales problemas de diseño que afectan a la futura aplicación de VC2 y proporcionar un conjunto de protocolos de seguridad y privacidad.

De los trabajos más reconocidos sobre el desarrollo de éste nuevo concepto, podemos hacer referencia a la investigación [6]. En el 2013, los autores se basaron en las sólidas capacidades de las VANETS, para dar vida al concepto Vehicular Cloud, donde los servicios de Cloud Computing son consumidos por vehículos que cuentan con los recursos para actuar como servidores en la nube móvil. Su investigación consta del diseño de un sistema que permite a los vehículos en una VANET buscar servidores de la nube móviles, es decir, vehículos que proveen el servicio, que estén dentro de su alcance y así descubrir sus servicios y recursos. Un factor clave para su investigación fue la propuesta de utilizar Roadside units (RSUs), que actúan como servidores de registro en la nube, los cuales comparten sus datos de registro para que los vehículos puedan descubrir y consumir los servicios de los servidores de la nube móviles dentro de un área determinada. Razón que hace a los RSUs indispensables en su contribución.

Haciendo un breve resumen de la investigación y trabajos que se han realizado sobre Vehicular Cloud Computing, podemos notar que áreas como la difusión de información o seguridad son aspectos que ya han sido tomados en cuenta pero como ya se había mencionado antes, Infotainment es un área no explotada, por lo tanto puede ofrecer numerosas oportunidades de investigación y comercialización.

Éste artículo busca hacer un aporte en esta área proponiendo un esquema de tarificación dinámico basado en calidad de servicio que cubra las demandas y necesidades de los consumidores de servicios un entorno Vehicular Cloud Computing.

3 Descripción de la propuesta

Nuestro trabajo propone la definición de un mecanismo que fusionará la información que recolecta en la red, tales como las características del servicio que un proveedor dentro de este entorno puede ofrecer y los requerimientos de los clientes respecto al servicio que desean y así realizar búsquedas que permitan encontrar al proveedor que podría proporcionárselo, con el objetivo de crear un entorno basado en calidad de servicio que satisfaga las necesidades de los clientes estableciendo tarifas que se adecúen a lo que en realidad solicitaron y permita a los proveedores ser competentes en el mercado. La propuesta define dos arquitecturas: la física y la lógica. A continuación se explica cada una de estas arquitecturas.

3.1 Arquitectura física

La arquitectura física está compuesta por los dispositivos que interactúan en una red *Vehicular Cloud*; los cuáles constan básicamente de vehículos equipados con

tecnología con capacidad de conectarse a la nube por medio de las infraestructuras existentes en la red, estos pueden estar o no en movimiento y serán definidos como *Clientes* o *Proveedores*, las infraestructuras tendrán conexión a la nube, la cual podemos visualizar físicamente como un *Servidor de Administración (SA)* donde se guardarán las sesiones y registros de cada nodo que participe en la red, con el fin de diferenciar, controlar e identificar a los nodos que proveen un servicio y aquellos que consumen un servicio (Fig. 1).

Tanto la tecnología de los vehículos como la de las infraestructuras serán adecuadas para trabajar bajo el estándar 802.11p, el cuál está diseñado específicamente para implementarse en comunicaciones vehiculares, dichas tecnologías no han sido especificadas con exactitud y se abordan de manera tentativa en este trabajo.



Figura 1. Representación de la arquitectura física.

3.2 Arquitectura lógica

La arquitectura lógica de esta propuesta consta de entidades funcionales, las cuales están presentes en los elementos de la arquitectura física para ejercer la comunicación entre los dispositivos, también consta de un proceso de comunicación y formatos de mensajes existentes en este esquema propuesto. A continuación se describen a detalle.

3.2.1 Entidades funcionales

Existen tres entidades que trabajan en la red *Vehicular Cloud*, el *Proveedor*, el *Cliente*, y el *Servidor de Administración*. Sus funciones son las que hacen posible la comunicación en éste entorno y se describen a continuación.

El *Proveedor* de servicio en la red es, como su nombre lo indica, el que alquila el servicio a quien se lo solicite, su función por un lado es conectarse a la red por medio de las infraestructuras, identificarse ante el *Servidor de Administración*, brindar la información solicitada tal como servicio, costo, tiempo, por mencionar las más importantes, y por otro lado es responder las peticiones de alquiler de servicio al *Cliente*.

Las entidad *Cliente* se conecta al SA al igual que el *Proveedor* y es aquella encargada de brindarle la información al SA respecto al servicio que solicitan, como costo, calidad, tiempo, entre otras, y una vez analizada y procesada su información por el mecanismo de selección, el *Cliente* puede seleccionar la opción que más le satisfaga a partir de una lista de recomendación generada por dicho mecanismo.

Por último pero no menos importante es el *Servidor de Administración* el cual hace el papel de la nube y es encargado del control de las sesiones de los nodos *Proveedor* y *Cliente*, su registro de servicios que ofrecen en caso de ser *Proveedor* o de lo que se solicita en caso de ser un *Cliente* y por supuesto es la entidad que, por medio de un mecanismo de tarificación dinámico, genera opciones recomendadas para consumir un servicio acorde a las necesidades del solicitante.

3.2.2 Proceso de comunicación

El escenario propuesto para ésta investigación es una red vehicular (VANET) basada en vehículos e infraestructuras para ejercer una comunicación entre dichos nodos (V2I) combinada con una nube cuyo papel en la red será la de controlar el registro, identificación, pago, sesiones, por mencionar algunas, de los nodos móviles que serán los *Proveedores* de servicios y los *Clientes*, éstos nodos tendrán acceso a la nube por medio de las infraestructuras creando así un entorno Vehicular Cloud.

El primer proceso definido es el de Inicialización, comienza cuando los vehículos son encendidos y se conectan a una VANET, en este instante se registran por medio de las infraestructuras en el Servidor de Administración identificándose como *Proveedor*, *Cliente* o ambos, un nombre de usuario y una contraseña (Fig. 2).



Figura 2. Proceso de comunicación de Inicialización.

Una vez identificados en la VANET, podemos continuar con un segundo proceso, Información y Petición de Servicios, en caso de ser autenticado ante el SA como un *Proveedor*, este debe facilitar algunos datos respecto al servicio que ofrece, tales como el tiempo durante el cual estará conectado a la VANET (T_p), el

almacenamiento máximo que puede ofrecer por usuario (S_m), tiempo máximo total de almacenamiento (T_t) y costo por unidad de almacenamiento (C_s). Así mismo los nodos Cliente previamente identificados en la nube o el SA, facilitarán información respecto al servicio que desean alquilar, como el tiempo que requieren el servicio (T_c), la capacidad máxima de almacenamiento requerida (S_m), tiempo máximo total de almacenamiento (T_t) y el costo máximo por unidad de almacenamiento que está dispuesto a pagar (C_s) (Fig. 3a).

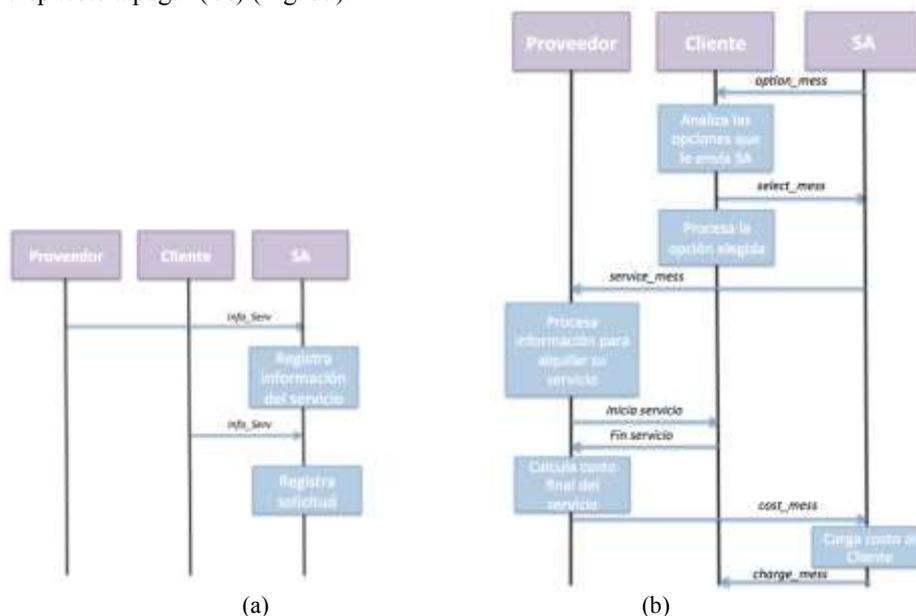


Figura 3. Procesos de comunicación, a) *Información y Petición de Servicios* y b) *Tarificación, Selección y Proveer Servicio*.

Una vez reunida ésta información un tercer proceso comienza, Tarifación, a partir del registro que se creó con la información recabada de los nodos en la VANET, el SA hará un análisis con ayuda del mecanismo de tarifación para así generar opciones según la conveniencia del Cliente (Fig. 3b). Como cuarto proceso, después de la generación de los resultados sugeridos para el Cliente según sus especificaciones, el Cliente elegirá de una lista el que más se ajuste a sus necesidades, denominaremos esto como el proceso de Selección. Y por último como quinto proceso, el *Proveedor* recibirá la instrucción por parte del SA, quien tiene la decisión del *Cliente*, y responderá a ésta solicitud para alquilarle el servicio. Básicamente así funcionaría el alquiler de servicio de almacenamiento en un entorno Vehicular Cloud.

3.2.3 Formato de mensajes

Dentro del proceso de comunicación definiremos una serie de formatos de tramas para el intercambio de información entre las diferentes entidades que conforman la propuesta. A continuación se describen los diferentes formatos.

La trama *info_Ident* es utilizada en el proceso de inicialización y es enviada desde los nodos Cliente o Proveedor hacia el SA por medio de las infraestructuras presentes en la red (Fig. 4a). El campo *Id* representa el identificador del vehículo que está enviando la información, es decir, el SA necesita saber si el vehículo que se conectó a la VANET es un Cliente o un Proveedor, este campo podrá llevar tres valores diferentes: 01 para Cliente 10 para Proveedor y 11 para un nodo que se desempeñe con ambos roles. El campo *user_Id* es aquel donde se enviará un identificador personalizado para cada nodo que se registre en el SA y por último el campo *pass* contiene una contraseña ingresada por el usuario para autenticarse en la red.



Figura 4. Representación de los formatos de trama a) *info_Ident*, b) *info_Serv*, c) *option_mess*, d) *select_mess*, e) *service_mess*, f) *cost_mess* y g) *charge_mess*.

La trama *info_Serv* es utilizada en el proceso de información y petición de servicios y es enviada desde los nodos Cliente o Proveedor según sea el caso hacia el SA (Fig. 4b). Basándonos en [7], en caso de ser el Cliente quien mande el mensaje, el campo *Tc* es el tiempo que requieren el servicio, el campo *Sm* es la capacidad máxima de almacenamiento requerida, el campo *Tt* es el tiempo máximo total de almacenamiento y el campo *Cs* el costo máximo por unidad de almacenamiento que está dispuesto a pagar el Cliente. En caso de ser el Proveedor quien envíe el mensaje, el campo *Tp* es el tiempo durante el cual estará conectado a la VANET, el campo *Sm* es el almacenamiento máximo que puede ofrecer por usuario, el campo *Tt* es el tiempo máximo total de almacenamiento y por último el campo *Cs* es el costo por unidad de almacenamiento que ofrece tal Proveedor.

La trama *option_mess* es utilizada en el proceso de tarificación y es enviada desde el SA al nodo Cliente (Fig. 4c). El campo *user_Id_Pro* identifica al Proveedor del servicio, el campo *serv_Id* identifica el servicio ofrecido y el campo *info* contiene las características sobre el servicio.

La trama *select_mess* es utilizada en el proceso de selección y es enviada desde el nodo Cliente al SA (Fig. 4d). El campo *user_Id_Cli* identifica al Cliente que está solicitando el servicio, el campo *user_Id_Pro* identifica el proveedor que seleccionó, el campo *serv_Id* identifica el servicio que solicita y el campo *info* contiene las características sobre el servicio.

La trama *service_mess* es utilizada en el proceso de selección y es enviada desde el SA al nodo Proveedor (Fig. 4e). El campo *user_Id_Cli* identifica al Cliente que está solicitando el servicio y el campo *serv_Id* identifica el servicio que se le está solicitando.

La trama *cost_mess* es utilizada en el término de proveer el servicio y es enviada desde el nodo Proveedor al SA con el cargo total por el consumo del Cliente (Fig. 4f). El campo *user_Id_Pro* identifica el proveedor que alquiló el servicio, el campo *user_Id_Cli* identifica al Cliente al que se le facilitó dicho servicio, el campo *charge* contiene el cargo por el servicio y el campo *info* contiene las características sobre el servicio brindado.

Por último, la trama *charge_mess* es utilizada cuando se hace el cargo por servicio al Cliente y es enviada desde el SA al nodo Cliente con el cargo total por su consumo (Fig. 4g). El campo *user_Id_Pro* identifica el proveedor que solicita el pago, el campo *charge* contiene el cargo y el campo *info* tiene la información del servicio consumido.

4 Conclusiones y trabajos futuros

Numerables aplicaciones se han propuesto en área de control de tráfico y seguridad sin embargo *infotainment* sigue siendo un terreno poco explorado pero con gran potencial para el comercio y la investigación. El presente trabajo propone un esquema de tarificación dinámico para servicios ofrecidos en un entorno *Vehicular Cloud* ya que las necesidades no son las mismas en los usuarios y los servicios ofrecidos en la red pueden variar según su proveedor.

Al momento del envío de éste documento se trabaja en el diseño del mecanismo que generará recomendaciones de servicio según las necesidades del cliente y la implementación para su validación en un simulador de red. Como trabajo futuro se podría desarrollar mecanismos similares para diversos y diferentes servicios.

Referencias

1. Placzek, B.: Selective data collection in vehicular networks for traffic control applications. *Transportation Research Part C*, No. 23, pp. 14-28 (2011).
2. Popescu Zeletin, R.; Radusch, I.; Rigani, M.A.: *Vehicular-2-X Communications State-of-the-Art and Research in Mobile Vehicular Ad hoc Networks*. Springer, (2010).
3. Abuelela, M.; Olariu, S.: Taking VANET to the Clouds. *MoMM2010*, pp. 8-10 (2010).
4. Abid, H.; Phuong, L.T.T.; Wang, J.; Lee, S.; Qaisar, S.: V-Cloud: Vehicular Cyber-Physical Systems and Cloud Computing. *ISABEL'11*, pp. 26-29 (2011).
5. Yan, G.; Rawat, D. B.; Bista, B. B.: Towards Secure Vehicular Clouds. *IEEE Computer Society*, pp. 370-375 (2012).
6. Mershad, K.; Artail, H.: Finding STAR in a Vehicular Cloud. *IEEE Intelligent Transportation Systems*, pp. 55-68 (2013).
7. Mershad, K.; Artail, H.: CROWN: Discovering and Consuming Services in Vehicular Clouds. *Mobile and Cloud Computing*, pp. 98-102 (2013).
8. Whaiduzzaman, M.; Sookhak, M.; Gani, A.; & Buyya, R.: A survey on vehicular cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 40, 325-344 (2014).