

PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN M2M EMPLEANDO LWM2M

Tumelo B. Mashabane¹, Dra. Caridad Anías Calderón², Ing. Liz Gámez Picó³

¹Lakehead University, Canadá

¹e-mail: tumelo.bren@gmail.com, ²cache@tesla.cujae.edu.cu, ³liz.gp@electronica.cujae.edu.cu

RESUMEN

El paradigma de la tecnología Máquina a Máquina (Machine to Machine, M2M) facilita que los dispositivos se comuniquen entre sí, lo cual automatiza múltiples procesos que anteriormente requerían de la interacción del ser humano. Como en todas las tecnologías, es muy importante la eficiente gestión de la comunicación M2M para brindar el mejor servicio. Muchas organizaciones han realizado esfuerzos en esta dirección, siendo el protocolo de la Alianza Abierta de Móviles Lightweight M2M (OMA-LWM2M) el estándar de gestión más prometedor. Sin embargo, por lo reciente del mismo y de la tecnología M2M, existen pocas herramientas de gestión disponibles y no se cuenta con procedimientos para realizar la gestión de la comunicación M2M.

En este trabajo se detallan los fundamentos de la comunicación M2M y el estándar OMA- LWM2M para establecer un procedimiento que permita la gestión M2M empleando el protocolo LWM2M. El procedimiento está dividido en cinco etapas: definición de la aplicación M2M y del escenario de gestión, selección de herramientas, inicialización, configuración y gestión. Dicho procedimiento fue aplicado en un caso de uso para su validación empleando técnicas de simulación.

PALABRAS CLAVES: Máquina a Máquina, Lightweight M2M.

ABSTRACT

The Machine to Machine (M2M) technology paradigm allows devices to communicate with each other, which allows automate multiple processes that previously required human interaction. Like all the technologies the management of this communication is very important so as to provide the best service. Many organizations have made efforts to standardize M2M communication, being the protocol of Open Mobile Alliance LWM2M the most promising management standard. However, being a new standard, there are few management tools available and there are no procedures for verifying the management of M2M communication.

This article briefly studies the M2M communication and OMA-LWM2M standard to establish a procedure to verify management using OMA-LWM2M before implementation. The procedure is divided into five stages: definition of M2M application and management scene, tool selection, initialization, configuration and management. Such a procedure was applied in a case for validation using simulation tools.

KEY WORDS: Machine to Machine, Lightweight M2M.

INTRODUCCIÓN

La tecnología M2M constituye la base de la Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), ya que permite crear un mundo de dispositivos comunicándose. Involucra un rango amplio de tecnologías como la localización e identificación de dispositivos, protocolos mejorados para redes personales y de área amplia, y tecnologías web.

El concepto de M2M se refiere al intercambio de información o comunicación en forma de datos entre dos máquinas remotas. Todo entorno M2M debe contar con los siguientes elementos: las máquinas que se encargan de gestionar la información entre ellas; los dispositivos M2M que se conectan a una máquina remota y proveen de comunicación al servidor; el servidor que gestiona el envío y la recepción de la información, y la red de comunicación por cable o a través de redes inalámbricas [1]. Esta tecnología reduce el tiempo y los costos, aumentando la productividad y automatización, ampliando servicios que hasta ahora no existían y haciendo la gestión de cualquier sistema que involucre dispositivos conectados a la red más cómoda y segura. Considerando la heterogeneidad que pueden tener los elementos de la arquitectura M2M, estandarizar los protocolos que la misma emplea se hace imprescindible. Muchos esfuerzos han sido encaminados en pos de este objetivo, generalmente con la mentalidad de extender algún protocolo existente, lo que es más factible que crear uno nuevo. Con esta premisa es que se han adaptado para la comunicación M2M los protocolos como Protocolo de Aplicación Restringida (CoAP), Protocolo de colas de mensajes de transporte de telemetría (MQTT), TR-069, Protocolo de Internet versión 6 sobre Redes Inalámbricas de Área Personal con pérdidas y poco consumo (LoWPAN) [2] y LWM2M.

Aunque hay estándares industriales disponibles que se adaptan a las necesidades de gestión a distancia, por ejemplo, *routers* de banda ancha o teléfonos inteligentes, dichas normas establecidas no son particularmente útiles para la gestión de un gran grupo de dispositivos conectados de bajos recursos de hardware, como por ejemplo aquellos con ancho de banda, procesamiento y memoria limitada, vida limitada de la batería y muy bajos costos de producción. En este sentido, se llevó a cabo un nuevo esfuerzo para crear un mecanismo que también cubriera las necesidades de dichos dispositivos, dentro de los cuales se destaca el desarrollo del estándar OMA LWM2M ya que permite realizar una gestión que cubre todas las áreas funcionales de la gestión de redes aplicadas a escenarios M2M [3]. LWM2M contiene los principios de las arquitecturas modernas de comunicaciones, pero es bastante ligero, facilitando la gestión de dispositivos a través de las redes y que puede extenderse para cumplir con los requisitos de cualquier aplicación. Este nuevo estándar tiene campos de aplicación tanto para M2M como para IoT, ampliando principalmente las

posibilidades de implementación de gestión remota de dispositivos M2M y la habilitación de servicios relacionados.

Aunque nuevos modelos de información y protocolos de soporte se hayan desarrollado para la comunicación M2M, es muy importante, antes de implementar cualquier sistema M2M, comprobar que se pueda realizar correctamente la gestión del mismo y así corregir cualquier problema antes de su despliegue. Debido a lo novedoso de esta tecnología, existen pocos escenarios reales donde se pueda evaluar su gestión, el uso de software de código abierto y de herramientas de simulación constituyen una alternativa muy valiosa para evaluar y verificar que todos los dispositivos suministren la información necesaria para la gestión sin necesidad de la intervención humana. Por tanto, se realizó el presente trabajo con el objetivo de establecer un procedimiento para realizar la gestión de la comunicación M2M, empleando el estándar OMA LWM2M.

OMA- LWM2M [4]

La organización OMA es reconocida por su estándar OMA-DM (OMA Device Management), utilizado por la gran mayoría de los fabricantes para la gestión de sus dispositivos móviles. Inicialmente este estándar se intentó adaptar a la gestión de la comunicación M2M, pero posteriormente, en el 2012, se desarrolló un nuevo estándar denominado OMA LWM2M diseñado específicamente para esta tarea. El estándar OMA LWM2M se basa en el nuevo protocolo LWM2M de *Open Mobile Alliance*, que provee a la industria de una solución completa para la gestión M2M. LWM2M brinda de manera ligera, sencilla y compacta, una buena gestión de las aplicaciones y servicios de esta tecnología, así como un modelo de datos eficiente en recursos, por lo que es considerado como el estándar de gestión M2M más completo y además el más utilizado en la actualidad. Actualmente existe solo la versión 1.0 del protocolo.

Arquitectura del protocolo LWM2M

La arquitectura del protocolo LWM2M opera bajo el paradigma cliente-servidor. Los clientes son los dispositivos M2M y los servidores se localizan en prácticamente cualquier plataforma M2M, idealmente en los centros de datos. LWM2M en su arquitectura tiene cuatro interfaces que lo definen, la cual se muestra en la figura 1 [5]:

- *Bootstrap*: Es necesario ejecutar el Bootstrap en escenarios donde el servidor LWM2M no esté configurado en el cliente o se obtuvo algún fallo en los intentos de hacer la operación de “Registrar” en los servidores LWM2M, por lo que puede ser esencial en función de la aplicación M2M que se esté usando.

Esta interface permite dar la dirección y llaves de seguridad del servidor LWM2M al cliente LWM2M y habilitar al cliente LWM2M para realizar la operación “Registrar” en uno o más servidores LWM2M.

- Registro de cliente: La interface de registración del cliente utiliza tres operaciones; Registrar (*Register*) para registrar el cliente LWM2M con más servidores LWM2M, Actualizar (*Update*) para mantener cada registro y Borrar (*De-register*) para borrar un registro en un servidor LWM2M. El registro de cliente se basa en el modelo de recursos e identificadores.

- **Habilitación de servicios y gestión de dispositivos:** La interface de habilitación de servicios y gestión de dispositivos es utilizada por el servidor LWM2M para acceder a instancias de objetos y recursos disponibles en el cliente LWM2M. Esta interface tiene el reporte de operaciones (*Operations Log*) donde se muestra la información relacionada con cada operación que se realiza entre el cliente LWM2M y el servidor LWM2M. La interface de habilitación de servicios y gestión de dispositivos permite la interacción entre el cliente y el servidor a través del uso de las operaciones como “*Create*”, “*Read*”, “*Write*”, “*Delete*”, “*Execute*”, “*Write Attributes*” o “*Discover*”.
- **Reporte de información:** La Interface de reporte de información es utilizada por el servidor LWM2M para observar cualquier cambio en los recursos del cliente LWM2M, recibiendo por ella, notificaciones cuando se produce alguna variación en los valores de los recursos. La observación es inicializada por la operación “*Observe*” desde el servidor LWM2M hacia un objeto, instancia de objeto, recurso o instancia de recurso del cliente LWM2M. La observación termina cuando se realiza la operación de “*Cancel Operation*”.

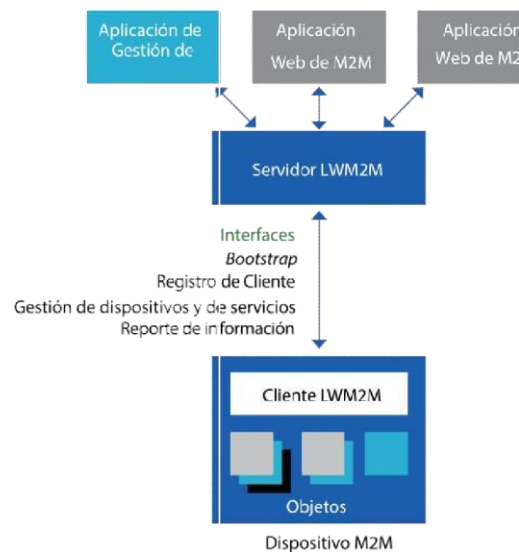


Figura 1: Arquitectura del protocolo LWM2M [4]

Recursos e Identificadores de LWM2M

El protocolo LWM2M define un modelo simple de recursos donde cada elemento de información disponible en el cliente LWM2M es un recurso. Los recursos se organizan lógicamente en objetos y tienen la capacidad de tener múltiples instancias. LWM2M define identificadores específicos para cada entidad dentro del protocolo LWM2M. La figura 2 ilustra la relación entre recursos, objetos y el cliente LWM2M



Figura 2: Relación entre el cliente y recursos [1]

Direccionamiento en LWM2M

LWM2M utiliza *Uniform Resource Identifier* (URI) para identificar los elementos en la comunicación M2M lo cual es simple y sencillo de procesar, no solo para el ser humano sino también para los dispositivos de pocos recursos que forman parte de la red. El esquema de direccionamiento y de URI se muestra en la figura 3 y el mismo contiene los identificadores de los objetos y recursos requeridos.

```
/<# de objeto en el cliente>/<# de instancia de objeto>  
/<# de recurso del objeto>/<# de instancia del recurso>/
```

Figura 3: Formato del esquema del URI de LWM2M [elaboración propia]

PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA LA GESTIÓN M2M EMPLEANDO LWM2M

A partir del estudio del estándar OMA LWM2M, se plantea un procedimiento para realizar la gestión de la comunicación M2M empleando el estándar LWM2M. Este procedimiento brinda una serie de pasos a seguir o considerar para crear y gestionar cualquier tipo de escenario con comunicación M2M que funcione exitosamente y sea totalmente gestionable. Actualmente se han desarrollado herramientas, privadas o de código abierto, útiles para la simulación de la gestión de sistemas M2M, lo que será muy provechoso para el desarrollo del procedimiento que puede ser aplicado tanto en escenarios reales como simulados.

Con el propósito de comprobar la gestión de diferentes escenarios M2M y con diversos requerimientos, en este epígrafe se generaliza un procedimiento para verificar la gestión de la comunicación M2M mediante la simulación. Para una mejor organización del procedimiento, se dividió en cinco etapas. La primera etapa es la de definición de la aplicación M2M y el escenario de gestión; luego la etapa de selección de herramientas, posteriormente se pasa a la etapa de inicialización donde se explica cómo el operador puede inicializar un entorno de comunicación M2M para poder garantizar la comunicación M2M para la gestión. Una vez inicializados los servidores se pasa a la etapa de configuración y por último el procedimiento finaliza con la etapa de gestión que es donde se ejecutan una serie de pruebas de gestión que permiten verificar la gestión total del sistema en cualquier escenario.

Etapas de definición de la aplicación M2M y del escenario de gestión

Esta etapa es la primera y muy importante. Aquí se tiene que definir de manera detallada la aplicación M2M que se pretende implementar, y lo que se necesita gestionar en el escenario. Actualmente existen varias aplicaciones M2M, entre las que se destacan: Redes inteligentes (*Smart Grids*), Ciudades inteligentes (*Smart Cities*), Ambientes inteligentes (*Smart Environments*), Medición inteligente (*Smart Metering*), eHealth, Domótica (*Home Automation*) y Comercio. Para cada una de estas aplicaciones M2M se han diseñado dispositivos M2M diferentes, por lo que es necesario analizar su función y conectividad para lograr realizar una gestión exitosa.

También es necesario analizar las características del escenario a gestionar, la información de gestión que se necesita obtener y los objetivos de la aplicación M2M, ya que en función de estas consideraciones se definirán otros elementos en etapas posteriores del procedimiento como es el caso de los servidores que se deben inicializar o la selección de objetos a incluir en la gestión.

Etapas de selección de herramientas

En esta etapa se evalúan las herramientas a utilizar, ya sea para la simulación o para el uso con equipos reales. Es importante destacar que como el desarrollo de M2M tanto de software como hardware está en aumento, no existen aún herramientas de código abierto que permitan la gestión de dichos dispositivos. Generalmente muchos fabricantes suministran herramientas propietarias para su gestión, tanto el servidor como el software de gestión, vinculadas a la compra del dispositivo, lo cual puede limitar el desarrollo de una gestión de forma más personalizada. Sin embargo, en el caso de que estas herramientas propietarias utilizaran el protocolo LWM2M, entonces existiría mayor flexibilidad para la gestión, la creación de nuevos objetos y para aplicar el procedimiento descrito en este trabajo.

En el caso de que se requiera verificar la gestión de un escenario utilizando una herramienta propietaria que soporte el protocolo LWM2M, entonces se debe continuar con la siguiente etapa del procedimiento. Para la simulación es necesario seleccionar herramientas para simular los dispositivos M2M, clientes, y herramientas para simular el servidor LWM2M, y si se requiere el servidor Bootstrap LWM2M. La elección de las herramientas de gestión estará en función de los requerimientos y habilidades de cada usuario. En la tabla 1 muestra un resumen de las principales características de herramientas como Leshan, Wakaama, OMA LWM2M DevKit y ARM mBed, lo cual facilitará la selección de las mismas.

Tabla 1. Comparación de herramientas

	Leshan	Wakaama	OMA LWM2M DevKit	ARM mBed
Lenguaje de programación	Java	C	JavaScript	C
Versión de LWM2M implementada	1.0	1.0	1.0	1.0
Cliente/Servidor	Cliente + Servidor	Cliente + Servidor	Cliente	Cliente + Servidor
GUI	Web	No (Terminal)	Web (Mozilla FireFox)	No se sabe
Solución de código abierto	Sí	Sí	Sí	No
Documentación	Media	Poco	Poco	Muy Poco
Guía	Sí	No	Interactivo	No se sabe
Licencia	EPL +EDL	EPL +EDL	FRAND ⁸	Apache 2

Etapas de Inicialización

En la etapa de inicialización se toman en consideración todos los aspectos que un operador debe que tener en cuenta para poder garantizar el punto de partida para la gestión de un entorno M2M basada en LWM2M. Estos incluyen la inicialización de servidores, garantizar la conectividad y la definición de nuevos objetos en caso de que sea necesario. La etapa de inicialización se recoge en la figura 4.

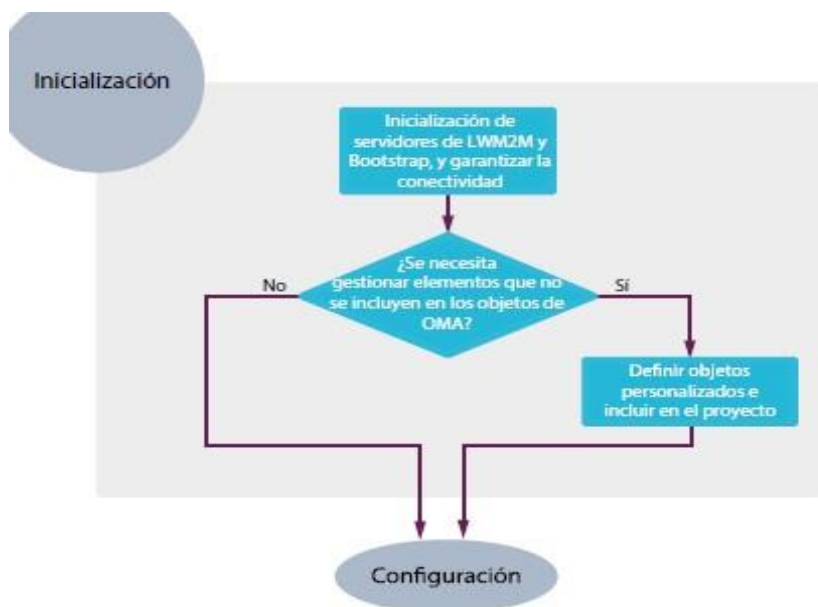


Figura 4: Etapa de Inicialización

Etapa de Configuración

En esta etapa se realizan todas las configuraciones necesarias para preparar un escenario para la comunicación M2M. En la figura 5 se muestran los pasos a seguir en esta etapa para lograr una configuración exitosa. Es el primer paso en la gestión de configuración.

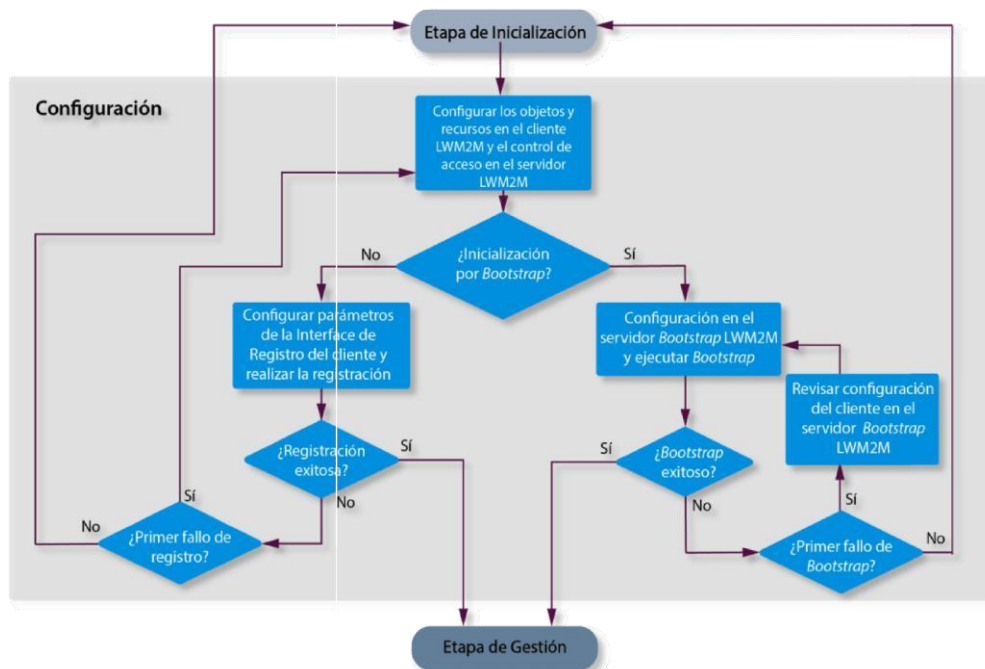


Figura 5: Etapa de configuración

Etapa de Gestión

En este punto se considera que todos los pasos anteriores del procedimiento se han realizado exitosamente. La etapa de gestión puede también ser conocida como la etapa de evaluación y es la última del procedimiento. En la misma se realizan una serie de pruebas de gestión y luego se evalúan los resultados para llegar a una conclusión sobre el funcionamiento del sistema. La figura 6 muestra la etapa de gestión del procedimiento. Si las pruebas de gestión realizadas en un sistema de comunicación M2M son exitosas, se puede garantizar que el sistema M2M está trabajando bien.

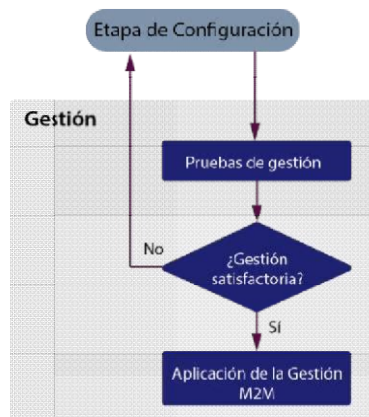


Figura 6: Etapa de Gestión

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PROPUESTO

En este apartado se aplicarán los aspectos fundamentales del procedimiento de gestión empleando LWM2M que se propuso en la sección anterior, en una aplicación M2M, con el objetivo de validarlo. En este caso se usan técnicas de simulación.

Definición de la aplicación M2M y del escenario a gestionar

Se propone el escenario hipotético que se describe a continuación. Cubacom es una empresa de telecomunicaciones que desea brindar servicios M2M y que está trabajando en un proyecto cuyo objetivo es crear un ambiente inteligente en la provincia de La Habana. Este ambiente inteligente (*Smart Environments*) tendrá muchas aplicaciones, entre ellas la posibilidad de activar sistemas anti-incendio, detección temprana de terremotos y detección de niveles perjudiciales de radiación, todo lo cual tributa al cuidado del medio ambiente. El sistema del ambiente inteligente utiliza sensores M2M y la empresa Cubacom planea instalar un sistema M2M que sea gestionable para garantizar que los dispositivos funcionen correctamente. Se desea utilizar tecnologías de red celular existentes en La Habana como el Sistema Global para comunicaciones móviles (GSM), Servicio general de paquetes por radio (GPRS) y la Tercera Generación de móvil (3G), y establecer una forma de cobrar para los servicios que ofrece. Antes de desplegar este servicio de comunicación M2M, se decidió realizar la simulación de este escenario con el objetivo de verificar antes de su implementación que se pueda realizar la correcta gestión del mismo, para lo cual fue necesario aplicar el procedimiento propuesto en este trabajo. La figura 7 muestra el

escenario M2M que se requiere implementar a partir de la arquitectura propuesta por el *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI).

OBJETIVOS DE GESTIÓN

Teniendo en cuenta que los datos obtenidos de los sensores M2M van a ser empleados en varios centros de investigación y el centro de bomberos y los órganos de la defensa civil es importante garantizar que los dispositivos funcionen correctamente para lo cual se deben realizar las siguientes tareas de gestión:

- Configurar
- Monitorear su desempeño de forma remota, tanto el desempeño de la red como el desempeño físico de cada dispositivo
- Garantizar la seguridad de la comunicación M2M con los dispositivos
- Realizar la contabilidad del servicio

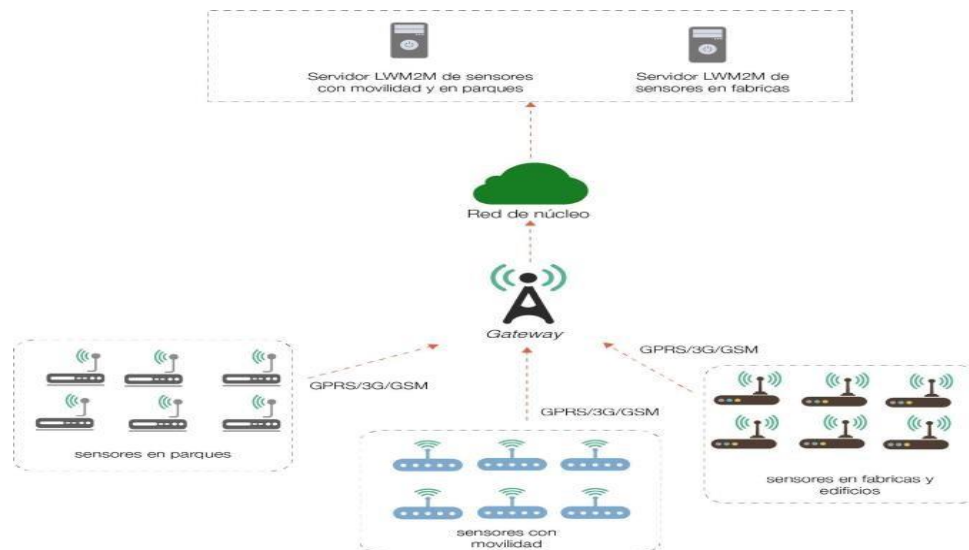


Figura 7: Escenario M2M a gestionar

Selección de herramientas

La selección de herramientas es la segunda etapa del procedimiento. Como se ha mencionado anteriormente para evaluar la gestión del escenario propuesto se utilizarán herramientas de simulación que permiten simular los dispositivos o clientes M2M y los servidores LWM2M.

Se decide utilizar Leshan [6] para simular los servidores LWM2M y OMA LWM2M DevKit [7] para simular los clientes LWM2M. Esta selección se debe, fundamentalmente a que estos softwares permiten hacer uso de una interfaz gráfica que facilita muchísimo el trabajo, principalmente para realizar cualquier tipo de configuración. Además, son soluciones de código abierto, mucho más extensibles que las propietarias y generalmente se mantienen en evolución. Por último, estas herramientas de simulación presentan mayor cantidad de documentación que el resto, lo que permitirá consultar ejemplos y tutoriales.

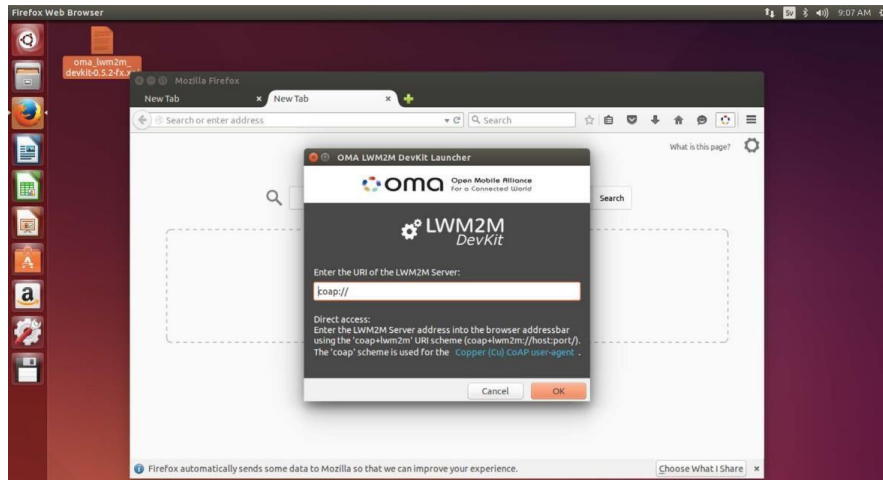


Figura 8: Interface gráfica de OMA LWM2M DevKit desde el navegador web de la máquina virtual.

Etapas de inicialización en el escenario

Después de instalar las herramientas necesarias se comenzó con la etapa de inicialización. En esta etapa del procedimiento se inicializan los servidores y se asegura la conectividad. En el escenario es necesario inicializar dos servidores LWM2M: el servidor LWM2M de sensores en fábricas y el servidor LWM2M de sensores con movilidad y en parques respectivamente.

```
$ java -jar leshan-standalone.jar -wp 8080 -lp 5683 -slp 5684
```

```
$ java -jar leshan-standalone.jar -wp 8080 -lp 5683 -slp 5684
```

Configuración del escenario

Una vez concluida la selección de los objetos de gestión a utilizar en los dispositivos se prosiguió con la configuración del escenario. Primeramente, se realizó la configuración de los objetos, recursos y sus instancias en los clientes LWM2M y posteriormente la configuración de control de acceso en el servidor LWM2M y en la interface de registro del cliente.

Pruebas de gestión del escenario

En este punto ya se encuentran configurados todos los elementos del escenario a gestionar, por lo que se procede a realizar diferentes pruebas en función de los objetivos definidos en la primera etapa del procedimiento, para verificar la correcta gestión del mismo.

Gestión de configuración (lectura y escritura de los clientes LWM2M)

Aunque ya se encuentran los clientes LWM2M configurados se debe realizar una prueba de configuración para revisar si se configuró el cliente LWM2M exitosamente en esta etapa. Con la gestión de configuración se puede obtener la identificación de los dispositivos, la información inicial que tienen como es el caso de

su ubicación y su dirección del Protocolo de Internet (IP), leyendo de las instancias de los objetos de interés.

Gestión del desempeño de los clientes LWM2M

Principalmente con la información de los objetos de monitoreo de conectividad (*Connectivity Monitoring*) y estadísticas de conectividad (*Connectivity Statistics*) se pudo monitorear no solo el desempeño del dispositivo sino también detectar los fallos. Para ello se estableció un rango de valores dentro de los cuales se deben encontrar varios recursos de los dispositivos para asegurar su correcto funcionamiento.

Gestión de seguridad de los dispositivos

La gestión de seguridad se comenzó en la etapa de configuración donde se realizó el registro exitoso de los clientes en el servidor, en el cual se habían definido previamente las llaves de seguridad. Entonces, aquí se realizaron pruebas de cambio de contraseña y de eliminación de perfiles.

Gestión de contabilidad del servicio

Como ya se había mencionado dentro de las tareas de la gestión del escenario se desea establecer un plan de cobro. Se estableció un plan para contabilizar el servicio de comunicación M2M según la cantidad de datos transmitidos.

Resultados

El procedimiento de gestión empleando LWM2M que se detalla en este artículo fue utilizado para verificar la gestión de una aplicación M2M, con el objetivo de validarlo, utilizando técnicas de simulación. La figura 9 muestra la interface de habilitación de servicios y gestión de dispositivos, desde donde se realizaron las principales pruebas de lectura, escritura, desempeño, seguridad y contabilidad.

Después de revisar la interface de habilitación de servicios y gestión de dispositivos en cada una de las pruebas, se puede decir con seguridad que las pruebas de gestión realizadas fueron exitosas ya que se obtuvieron en cada caso los resultados esperados y en función de las configuraciones anteriormente realizadas. Con el análisis de los resultados de la aplicación del procedimiento propuesto, se puede afirmar que se verificó la gestión M2M empleando LWM2M en el escenario planteado y se puede implementar dicho escenario en un caso de uso real.

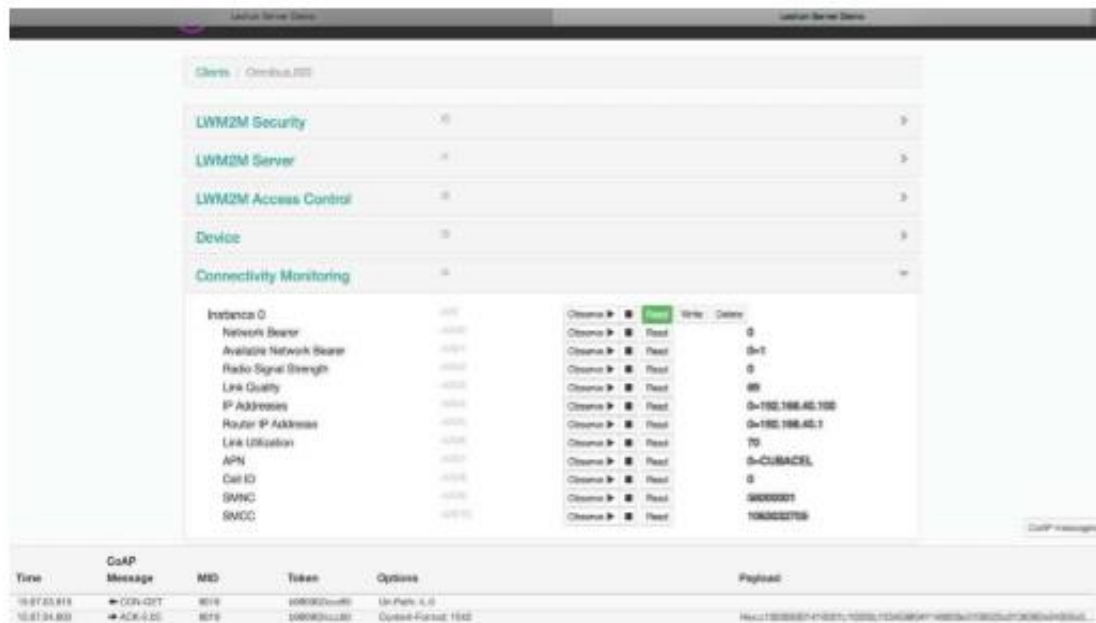


Figura 9. Interface de habilitación de servicios y gestión de dispositivos

CONCLUSIONES

El uso de la tecnología M2M tiene múltiples ventajas ya que permite monitorear y controlar casi todos los aspectos de la vida en la que se encuentren involucrados dispositivos, pero como en todas las tecnologías, es muy importante lograr una correcta gestión para brindar el mejor servicio. Para esto el estándar OMA LWM2M es muy adecuado y además está preparado para evolucionar con la tecnología M2M ya que su modelo de datos es extensible, siendo la solución más óptima para la gestión M2M.

En este artículo se presentó una propuesta de procedimiento para realizar la gestión M2M empleando el protocolo LWM2M. Dicho procedimiento está dividido en cinco etapas: definición de la aplicación M2M y del escenario de gestión, selección de herramientas, inicialización, configuración, y gestión. Con este procedimiento se pueden evaluar las posibilidades de gestión de la comunicación M2M y se puede aplicar tanto mediante la simulación como en una aplicación real.

El procedimiento desarrollado, fue aplicado con éxito en un caso de uso mediante la simulación lo que permite evaluar el mismo.

REFERENCIAS

- [1] Guenter Klas, F.R., Zach Shelby, Sandeep Akhouri, Jan Höller, LIGHTWEIGHT M2M": ENABLING DEVICE MANAGEMENT ANDAPPLICATIONS FOR THE INTERNET OF THINGS. 2014. p. 12.
- [2] Ortega-Corral, C. and L.E.P. Maestre, 6LowPAN, un paso inicial hacia el Internet de las "cosas". in 2DO. CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN 2012. p. 4.

- [3] Melián N. A., Gestión de la comunicación máquina a máquina (M2M), Revista Cubana de Ingeniería. Vol. VI, No. 2, mayo - agosto, 2015 pp. 49 - 56, ISSN 2223 -1781
- [4] OMA, Lightweight Machine to Machine Technical Specification. 2015: p. 126
- [5] V. Cackovic, Z.P., Management in M2M networks. 2014: p. 6.
- [6] Eclipse. Eclipse/leshan. 2016; Available from: <https://github.com/eclipse /leshan>.
- [7] Kovatsch, M., OMA LWM2M DevKit Complementos para Firefox, in Firefox,O.L.M.D.C.p.