

Especificación de requisitos

VIMS – Vehicle IoT Metrics System

Javier Alonso Silva
Universidad Politécnica de Madrid
Máster en Software de Sistemas Distribuidos y Empotrados
Proyecto Fin de Máster
Tutor: Norberto Cañas de Paz

Madrid, 1 de julio de 2021

Índice general

Historial de versiones	1
1. Introducción	2
1.1. Propósito	2
1.2. Alcance	3
1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas	4
1.4. Estructura del documento	5
2. Descripción general del producto	6
2.1. Perspectiva del producto	6
2.2. Características de los usuarios finales	7
2.3. Restricciones generales	8
2.4. Suposiciones y dependencias	9
3. Requisitos específicos	11
3.1. Requisitos de usuario	11
3.2. Requisitos funcionales	11
3.3. Requisitos no funcionales	11
3.4. Requisitos de interfaces externas	11
3.5. Restricciones de desarrollo	11
3.6. Requisitos de entorno físico	11
Bibliografía	12
A. Validación de requisitos	13
B. Diagramas que modelan el sistema	14

Historial de versiones

Revisión	Fecha	Autor(es)	Descripción
0.0	28/06/2021	J. Alonso	Definición de la estructura básica del documento.

1. Introducción

En un mundo cada vez más interconectado, hay ciertas tecnologías que se quedan por detrás en unos campos mientras que siguen progresando en otros. Esto se ve directamente reflejado en la industria automovilística en donde los vehículos cada vez cuentan con mayor y mejor tecnología (como cámaras, sensores, actuadores, etc.) pero no es directamente accesible por el usuario: mediante pantallas e interfaces se ofrecen métodos sencillos que facilitan su uso.

Vehicle IoT Metrics System (VIMS) pretende ser un sistema que facilite el acceso a todos los datos que ofrece un vehículo para generar estadísticas, descubrir patrones en la conducción y detectar errores. De esta forma, el conductor tendrá información de primera mano sobre el estado de su vehículo, eficiencia de su conducción así como obtener información en tiempo real complementaria a la ya propiciada por el vehículo.

En este documento se realiza la especificación de requisitos y se acota el alcance del proyecto, en donde se define de forma clara y concisa qué va a hacer el sistema y qué no va a hacer, si es necesario.

1.1. Propósito

El propósito de este documento es múltiple: por una parte, el de establecer un punto de partida claro y conciso en el desarrollo del proyecto. Una correcta especificación acompañada de sus correspondientes diagramas y estructuración permite iniciar el diseño, desarrollo y verificación del proyecto con ideas claras y evaluadas con anterioridad, afrontando los posibles fallos o problemas que puedan surgir y previendo situaciones complejas o errores en el diseño.

Por otra parte, el documento se redacta como especificación formal de requisitos de usuario, funcionales, no funcionales, restricciones en el desarrollo, requisitos de interfaces externas y de entorno físico del proyecto. Esto sirve como “contrato” con aquello que debe aparecer y existir en una implementación final del proyecto (*requisitos funcionales*), otros requisitos que son importantes pero que, en un momento dado, no aportan funcionalidad al producto (*requisitos no funcionales*), las características de los usuarios que quieran usar el producto y otras restricciones o información relevante que se haya de tener en cuenta a la hora de diseñar, desarrollar y probar el producto antes de darlo por concluido.

Finalmente, este documento se redacta orientado a otros ingenieros que tengan curiosidad o interés en cómo se ha desarrollado el proyecto, las necesidades que se han de suplir, qué

características conforman el producto final o mismamente replicar el proyecto para hacer una implementación propia o añadir alguna característica nueva. Sin embargo, con intención de facilitar la accesibilidad del documento, se buscará ser claro y conciso en la especificación, usando un lenguaje formal que sea preciso. Por ello, se incluye un apartado de definiciones, acrónimos y abreviaturas (sección 1.3) que pretenden servir de orientación en el lenguaje técnico que se usará en el documento.

1.2. Alcance

El objetivo principal de este Proyecto Fin de Máster (PFM) es el de diseñar un sistema de recolección de métricas orientado a vehículos en el ámbito del *Internet of Things* (IoT) (VIMS, de ahora en adelante) que permita, utilizando los conectores estándar del vehículo, generar y almacenar información relevante al vehículo, la conducción y demás factores relevantes que se den mientras se interactúa con el vehículo.

El sistema VIMS deberá poder conectarse a Internet desde cualquier punto geográfico¹ usando el automóvil como sistema de alimentación y fuente de información. De esta manera, podrá enviar todo tipo de datos provistos a un servidor en donde se gestionarán, almacenarán y procesarán para una posterior visualización y generación de información.

Además, el sistema deberá poder integrarse con cualquier vehículo del mercado que utilice las conexiones estándar reguladas y que trabaje con tramas e información estandarizada. En otro caso, el sistema no funcionará correctamente y puede comportarse de manera impredecible.

La infraestructura del servidor por su parte deberá poder recibir una gran cantidad de datos (según estimaciones del mundo IoT, se pueden recibir del orden de varios *gigabyte* (GB) diarios [1]) y gestionarlos debidamente. Cada dispositivo emisor se considerará único, por lo que los datos recibidos deberán ser clasificados acorde a quién los emite.

Sin embargo, el sistema no modificará parámetros del vehículo ni realizará modificaciones sobre la configuración del mismo: se limitará a ser un “espía” y no emitirá ningún dato hacia el automóvil.

Finalmente, desde el propio vehículo con un dispositivo externo (como un *smartphone*) se podrán acceder a los datos en tiempo real que ofrece el vehículo mediante una interfaz hacia el sistema VIMS. De esta manera, se podrá saber rápidamente el estado del automóvil y detectar fallos en el mismo.

Así, el producto está orientado para su implantación en cualquier vehículo y que, haciendo uso de las características de conectividad inalámbrica que presentará, pueda adaptarse a nuevos automóviles y nuevas tramas estándar. Su venta está dirigida principalmente a conductores que cuenten con un vehículo con algún conector estándar compatible.

¹dentro de las restricciones y limitaciones físicas, geográficas y demográficas del entorno.

Este documento sigue la taxonomía de especificación descrita en la sección anterior (1.1) y abraza una actividad adicional que consistirá en una validación de los requisitos, definida en el anexo A.

1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

GB *gigabyte*

IoT *Internet of Things*

PFM *Proyecto Fin de Máster*

VIMS *Vehicle IoT Metrics System*

OBD *On-Borad Diagnostics*

GPS *Global Positioning System*

BLE *Bluetooth Low Energy*

PAN *Personal Area Network*

- GB – unidad de almacenamiento de información equivalente a 10^9 bytes.
- IoT – concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con Internet [2].
- *On-Borad Diagnostics* (OBD) – sistema de diagnóstico a bordo de vehículos que cuenta con múltiples estándares según la región de uso. Estos sistemas ofrecen una monitorización activa y control completo sobre el motor y otros dispositivos del vehículo [3].
- *jitter* – retardo relativo que se produce en las comunicaciones y que afecta directamente a la saturación de la red y a la capacidad de transmisión de la misma.
- *Global Positioning System* (GPS) – sistema que permite posicionar cualquier objeto con una precisión de hasta centímetros usando cuatro o más satélites y trilateración [4].
- trilateración – método matemático que permite determinar las posiciones relativas de objetos usando la geometría de los triángulos [5].

- *Bluetooth Low Energy* (BLE) – tecnología *Personal Area Network* (PAN) que permite la comunicación entre dispositivos con un rango similar a Bluetooth pero un menor consumo de energía.

1.4. Estructura del documento

Este documento se estructura de la siguiente manera:

1. En la sección 2 se define la descripción general del producto. Allí, se abordan aspectos directamente relacionados con el producto como son definir el producto en sí y el contexto de desarrollo (2), la perspectiva del mismo (a quién va orientado y cómo se define, de forma breve) (2.1), qué características deben tener o se contemplan en los usuarios finales (2.2), qué restricciones se aplican sobre el diseño del producto, restricciones técnicas sobre el mismo, cumplimiento de estándares, etc (2.3) y, finalmente, aquellas suposiciones y dependencias sobre el producto que se asumirán a lo largo del proyecto.
2. En la sección 3 se especifican formalmente los requisitos del proyecto. En primer lugar, se definen aquellos requisitos de usuario que especifican las necesidades finales de las personas con respecto del producto (3.1). En segundo lugar, se exponen los requisitos funcionales a un nivel más técnico e interno. Estos requisitos definen la base del producto y aquellas funcionalidades que deben existir en el resultado final (3.2). Por otra parte, se continúa detallando los requisitos no funcionales. Estos requisitos si bien no añaden funcionalidad al sistema directamente, limitan y acotan el alcance del mismo (3.3). Además, estos requisitos incluyen la especificación de las interfaces externas del sistema, es decir, aquellos elementos externos con los que interactuará (3.4); restricciones a aplicar durante el desarrollo del producto, en donde se tienen en cuenta estándares, limitaciones físicas, etc (3.5); y por último los requisitos que se imponen del entorno físico del producto, que limitan y definen bajo qué circunstancias debe funcionar y bajo cuáles no (3.6).
3. Al final de la especificación, en los anexos, se incluyen por una parte la validación de los requisitos propuestos (A), que ayudan a detectar incongruencias y fallos en los mismos; y por otro lado los distintos diagramas que complementan la especificación, como casos de uso, bloques, etc. (B).

2. Descripción general del producto

A lo largo de esta sección se va a presentar el producto en sí, presentando por una parte la perspectiva del mismo (2.1), las características de los usuarios finales (2.2), restricciones generales que se aplican sobre el producto (2.3) y supuestos y dependencias sobre el proyecto que afectan directamente al desarrollo (2.4).

2.1. Perspectiva del producto

VIMS se constituirá de un módulo independiente diseñado desde cero aprovechando las tecnologías que ofrecen los vehículos de forma estándar (como el conector OBD).

La intención principal es ofrecer un sistema de recolección de métricas autónomo, automático y lo más simple posible para el usuario, que sea “conectar y funcionar”, con la intención de salvar la diferencia tecnológica existente entre vehículos y otorgarle al conductor el control total.

Al igual que se narró en el alcance (1.2), el objetivo principal del proyecto es el de desarrollar un sistema autónomo que pueda funcionar con cualquier vehículo del mercado (que cumpla con las condiciones especificadas) y que permita generar, recolectar, procesar y mostrar cientos de datos relativos al coche y su estado actual y estado pasado.

Para ello, se necesitará de una conexión permanente y activa a Internet (siempre y cuando sea posible) por la cual se enviarán en flujo los datos del vehículo. En posteriores etapas de diseño se valorará la cantidad de datos a enviar según la red en uso, disponibilidad de los recursos, saturación local, *jitter* en las comunicaciones, ...

Se considera de vital importancia la transmisión de, al menos, el 99 % de los datos recibidos¹ (ya que es la funcionalidad principal del sistema) conservando las marcas temporales en las que se generaron. Por consiguiente, si no se pueden transmitir los datos en un momento preciso se conservarán hasta un plazo máximo de 7 días² en donde se descartarán las entradas más antiguas.

Por otra parte, se ofrece la posibilidad de ver los datos en tiempo real: dado que no siempre

¹porcentaje estimado teniendo en cuenta problemas de rendimiento, saturación de la conexión, saturación de la red, ruido en la señal, etc. Se establece dicho valor ya que existe la posibilidad de que se pierda información y que desde el sistema no se pueda hacer nada para evitarlo.

²en un plazo de una semana y según la infraestructura de redes actualmente desplegadas, es bastante probable que en algún punto haya conexión y se puedan enviar todas las tramas pendientes [6], [7].

es adecuado observar los datos *a posteriori* sino que muchas veces es necesario evaluarlos en el momento, se podrá observar información en tiempo casi real del estado del vehículo, información de sensores, etc. Esta visualización se realizará mediante un dispositivo externo al sistema como puede ser un *smartphone*. Para facilitar la integración, se desarrollará en paralelo una aplicación móvil específicamente diseñada para VIMS.

Entre las demás características del producto, se contempla una más que es la geolocalización del vehículo. Para ello, se usarán las distintas redes con las que contará el producto así como que hará uso del GPS. De esta forma, al usuario final no solo se le mostrarán estadísticas e información sobre sus viajes sino que también sabrá en qué puntos ha estado y así obtener más información con respecto a su conducción. Esto permite también usar VIMS como medida de seguridad, en caso de hurto del vehículo, para saber su ubicación precisa. También puede ser útil como recordatorio de dónde estaba aparcado el coche, ya que solo habrá que revisar la última ubicación.

Finalmente, el sistema deberá integrarse de forma fácil y sencilla, y así debe ser también su extracción del mismo y la operación con él. Esto se traduce en que el montaje sobre el vehículo debe ser sencillo así como su desmontaje, y que si se requiere el acceso a los puertos estándar el sistema no deberá ser un impedimento para ello.

En definitiva, para conductores de vehículos que quieran conocer más información sobre su automóvil, que necesiten hacer diagnósticos o que quieran estadísticas/datos en tiempo casi real, VIMS es un sistema autónomo integrado que ayuda al conductor a generar y obtener todos los datos mencionados en las situaciones anteriores. A diferencia de otras soluciones que se encuentran en el mercado, nuestro producto permite integrarse sin dificultades en cualquier vehículo que cumpla con los estándares y sin ninguna configuración adicional para el cliente. Además, es personalizable y propenso a recibir actualizaciones y mejoras que aumenten su funcionalidad y sean compatibles con nuevos vehículos.

2.2. Características de los usuarios finales

Dado que el sistema se integra sobre un vehículo, se espera que el perfil del usuario cumpla las características que se mencionan a continuación:

- El usuario será generalmente mayor de edad (en España, 18 años).
- El usuario contará con un carnet de conducir.
- El usuario dispondrá de un vehículo que cuente con alguno de los conectores estándar empleados por VIMS.
- El usuario trabajará en temas relacionados con la mecánica y automovilismo.
- El usuario tendrá interés en la automatización de tareas y generación de datos.

- El usuario tendrá interés en el análisis de datos y generación de información a partir de los mismos.
- El usuario usará de forma habitual su vehículo.
- El usuario vivirá en una zona en donde haya cobertura de alguna de las tecnologías inalámbricas empleadas por el dispositivo para comunicarse.
- El usuario contará con un *smartphone* o dispositivo inteligente que le permita conectarse con su vehículo.

Las características anteriores sin embargo no son “necesarias”: son distintos perfiles de personas que pudieran estar interesadas en la adquisición de un producto VIMS.

2.3. Restricciones generales

El producto en principio no está restringido en términos de legalidad, ya que al ser algo que se integra directamente con el vehículo no necesita cumplir con ninguna regulación o legislación (el producto, como se especificó en el alcance – 1.2, no está diseñado para modificar parámetros relativos al vehículo. Si sirviese para realizar tareas de *tunning* debería estar regulado).

Por otra parte, el sistema no solo se compone del dispositivo que va sobre el automóvil en sí sino también de la aplicación de visualización en tiempo casi real y de la visualización de datos en forma de histórico o de estadísticas. Por consiguiente, el desarrollo al completo deberá realizarse teniendo en cuenta todos los componentes para que sea compatible desde el primer momento.

En lo referente a la presentación gráfica, los usuarios solicitaron que fuese simple y accesible, así como personalizable. Se comentará más sobre esto en la sección de requisitos de usuario (3.1), pero se comenta aquí ya que es una limitación en el desarrollo en cuanto a que define una característica que se considera necesaria por el usuario.

Además, como el sistema se integra con los automóviles, debe tomar alimentación de ellos directamente. Existe una casuística en la que el conductor apaga el coche pero existen datos que todavía no se han podido enviar y que se perderían irremediablemente, por lo que es necesario tener en cuenta dicha situación para sobrellevarla con, por ejemplo, una batería. Dicha batería debe tener suficiente capacidad como para poder transmitir todas las tramas restantes pero ser lo más pequeña posible para que no ocupe demasiado espacio. Como su capacidad se estima baja, VIMS usará la energía proveniente de la batería única y exclusivamente cuando se pierda la energía del vehículo.

Como se ha contemplado anteriormente, el sistema será geolocalizable. Esto conlleva tener en cuenta el consumo adicional de los módulos de geolocalización empleados a la hora de ejecutarse de forma independiente, para evitar un consumo en exceso. Por otra parte, como la ubicación se puede considerar información sensible, debe permanecer privada y accesible

únicamente al usuario poseedor de VIMS.

Si el sistema funciona correctamente, se espera una implantación en el mercado elevada y que se empiece a redistribuir de forma nacional. Esto se produciría por la necesidad del mercado de este producto, la facilidad en su instalación y su correcto funcionamiento final.

2.4. Suposiciones y dependencias

Dependencias

- DEP-1** El sistema necesitará siempre de una conexión a Internet para funcionar. En otro caso, almacenará los datos hasta 7 días para enviarlos lo antes posible.
- DEP-2** El sistema dependerá del área geográfica en la que se encuentre para enviar información, ya que pueden existir zonas en donde no haya ningún tipo de conectividad.
- DEP-3** El sistema deberá localizarse al aire libre en una zona sin cubrir para ofrecer los servicios de geolocalización al completo.
- DEP-4** Los dispositivos de visualización en tiempo casi real deberán encontrarse en un rango suficientemente cercano para realizar la transmisión de la información. Dependerá de la tecnología de red utilizada: WiFi, Bluetooth o BLE.
- DEP-5** Las redes que se usen para transmitir datos pueden variar con el tiempo así como su disponibilidad y velocidad. El sistema debe estar preparado para este evento y adecuarse correctamente.
- DEP-6** El método de transmisión y envío de datos por Internet hacia el servidor de gestión y almacenamiento debe ser lo más eficiente posible, ya que la calidad de la conexión puede ser mala (debido a **DEP-5**).
- DEP-7** El sistema deberá contar con una fuente de alimentación auxiliar que le permita establecer un modo de bajo consumo para finalizar la transmisión de las tramas si se cumple **DEP-2** o bien almacenar temporalmente los datos hasta que puedan ser transmitidos o enviados, según **DEP-1**.

Supuestos

- SUP-1** Se supone que el vehículo en que se implante el sistema contará con un conector estándar que permita las comunicaciones, como el OBD.
- SUP-2** Se supone que el servidor de recolección de datos será capaz de aguantar la demanda de los dispositivos destinados a pruebas y de una cantidad considerable de dispositivos en entorno de producción.

- SUP-3** Se supone que cada VIMS contará con un identificador único que permitirá identificar al dispositivo inequívocamente del resto.
- SUP-4** Se supone que cada usuario poseedor de un VIMS contará con acceso a Internet recurrente y dispondrá de una cuenta en el servicio de estadísticas que le permita vincular su(s) dispositivo(s) VIMS a su cuenta, según el **SUP-3**.
- SUP-5** Se supone que las tramas transmitidas por el vehículo son las estándar definidas de forma global para los automóviles del mercado. Este supuesto guarda una estrecha relación con **SUP-1**.

3. Requisitos específicos

3.1. Requisitos de usuario

3.2. Requisitos funcionales

3.3. Requisitos no funcionales

3.4. Requisitos de interfaces externas

3.5. Restricciones de desarrollo

3.6. Requisitos de entorno físico

Bibliografía

- [1] Vish. «How Much Data Is Created Every Day in 2021? [You'll be shocked!]
- » TechJury. (24 de jun. de 2020), dirección: <https://techjury.net/blog/how-much-data-is-created-every-day/> (visitado 30-06-2021).
- [2] *Internet de las cosas*, en *Wikipedia, la enciclopedia libre*, 25 de jun. de 2021. dirección: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Internet_de_las_cosas&oldid=136582135 (visitado 30-06-2021).
- [3] *OBD*, en *Wikipedia, la enciclopedia libre*, 23 de mar. de 2021. dirección: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=OBD&oldid=134200517> (visitado 01-07-2021).
- [4] *GPS*, en *Wikipedia, la enciclopedia libre*, 29 de jun. de 2021. dirección: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=GPS&oldid=136677430> (visitado 01-07-2021).
- [5] *Trilateración*, en *Wikipedia, la enciclopedia libre*, 19 de feb. de 2021. dirección: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Trilateraci%C3%B3n&oldid=133346807> (visitado 01-07-2021).
- [6] «Mobile IoT Deployment Map,» Internet of Things. (), dirección: <https://www.gsma.com/iot/deployment-map/> (visitado 01-07-2021).
- [7] L. Alliance. «Coverage & Operator Maps,» LoRa Alliance®. (), dirección: <https://loralliance.org/> (visitado 01-07-2021).

A. Validación de requisitos

B. Diagramas que modelan el sistema