

Onboard V2Cloud System Design And Implementation

Josep Xavier López Conejos

Resum—En aquest projecte es proposa un nou dispositiu pels vehicles, que obtindrà dades locals i remotes d'altres vehicles com la posició, la velocitat, el tipus de vehicle o bé la informació d'accidents, semàfors i canvis de carril a les interseccions. Aquestes dades s'envien automàticament a un servidor en el núvol pel seu posterior processat i tractament. Aquesta informació permet incrementar la seguretat en la conducció i, també, ajuda a determinar l'estat actual de les carreteres i facilita l'anàlisi estadístic del trànsit. Les novetats d'aquest projecte són: a part de la comunicació cap el cloud aquest dispositiu es capaç de rebre dades de altres vehicles, de la infraestructura i del mateix vehicle. El dispositiu que s'ha construït fa servir el protocol V2X per comunicar en temps real les dades al cloud. El demostrador que s'ha implementat s'ha validat amb un experiment que demostra que les dades del vehicle es transmeten correctament.

Paraules clau—V2X, v2x Stack, Mongo db, Fitax, V2cloud, Mqtt, Json, Android, Webapp, Vehicles, Ficosa.

Abstract— This project proposes a new device for vehicles, which will obtain local and remote data from other vehicles such as position, speed, type of vehicle, or the information on accidents, traffic lights and lane changes at the intersections. These data are automatically sent to a cloud server for subsequent processing and treatment. This information helps increase driving safety and also helps determine the current state of the roads and facilitates statistical analysis of traffic. The new features of this project are: apart from communication to the cloud, this device is capable of receiving data from other vehicles, the infrastructure and the vehicle itself. The device that was built uses the V2X protocol to communicate the data in the cloud in real time. The demonstrator that has been implemented has been validated with an experiment that demonstrates that the vehicle data is transmitted correctly.

Index Terms— V2X, v2x Stack, Mongo db, Fitax, V2cloud, Mqtt, Json, Android, Webapp, Vehicles, Ficosa.

1 INTRODUCCIÓ

Un dels problemes actuals de la conducció és la inseguretat en vers els moviments dels altres conductors, la falta d'assistència en carretera en cas d'accident, que aquesta depèn també del factor humà. Tot i això no podem evitar molts accidents provocats per una falta de reflexes o simple impuls humà, com tampoc els serveis d'emergència no arriben sempre a temps per a tots els ferits, donant així a la conducció un grau de probabilitat d'accident elevada, com es pot veure a la taula 1.

Com podem veure a la anterior taula les grans ciutats com Barcelona tenen més accidents. Això és degut en gran part al seu nombre de població i turistes de cada ciutat com també es pot observar amb Balears o Alacant també molt poblades per turisme, com tots sabem la majoria d'accidents que ens trobem són o bé per la pressa en arribar a un destí, infringint lleis, o bé el consum de alcohol, estupefants o d'altres substàncies, tots factors humans.

Aquest projecte no tractarà directament aquests casos sinó que simplement busca presentar una nova solució per reduir aquests accidents entre d'altres funcionalitats,

- *E-mail de contacte:* josepxavier.lopez@e-campus.uab.cat
- *Menció realitzada:* Enginyeria de
- *Treball tutoritzat per:* Lluís Ribas Xirgo (Dpt. de Microelectrònica i Sistemes Electrònics)
- *Curs* 2016/17

aquest farà ús de la tecnologia V2X, una tecnologia de comunicació de vehicles amb qualsevol element que pugui afectar a la conducció, aquesta regida per els estàndards ETSI a Europa contempla les comunicacions del vehicle amb el vianant, ciclista, altres vehicles, semàfors, interseccions o bé altres tipus d'avisos de carretera. D'aquesta manera obtindrem totes les dades relatives a la via per la que circulem, aquestes dades podran servir per evitar accidents o bé simplement per a donar avisos al conductor en temps real.

Per a realitzar aquesta tasca s'ha treballat des de FICOSA [12] amb plaques pròpies anomenades FITAX [12]

Taula 1: Siniestralitat per províncies (font: UNESPA).

Província	Se produce un siniestro material cada...	Se produce un siniestro corporal cada...
Álava	38m 21s	6h 05m 59s
Albacete	51m 00s	8h 49m 31s
Alicante	06m 55s	1h 02m 15s
Almería	28m 05s	5h 15m 08s
Asturias	11m 42s	1h 51m 35s
Ávila	1h 49m 44s	18h 29m 45s
Badajoz	33m 49s	7h 02m 38s
Balears	10m 54s	1h 18m 59s
Barcelona	01m 51s	14m 32s
Burgos	30m 59s	5h 17m 35s

que contem amb V2X per a poder establir les comunicacions d'aquestes i dissenyar la forma de transmetre aquesta informació cap al cloud.

L'objectiu final del projecte és dotar als vehicles on incorporem les Fitax de comunicació entre ells per avisar-se entre ells sobre accidents propers, característiques de la via, frenades d'emergència d'altres vehicles, vehicles d'emergència propers o bé simplement de la duració d'un semàfor. Amb totes aquestes dades no tan sols les oferirem al conductor en temps real si no que les pujarem a una aplicació al cloud per a un client final, com podria ser la DGT que tindria les dades al moment sobre qualsevol accident així com la ubicació d'aquests i vehicles afectats, és a dir no solucionem directament el problema del nombre d'accidents però si el de l'assistència alhora obrint noves línies de futur per al projecte, a partir d'aquest projecte es podran crear més utilitats com connectar la fitax al can i impedir accidents directes abans de que aquests succeeixin controlant la reacció del vehicle, indicar la quantitat de transit per a una ruta en funció dels vehicles comptabilitzats al servidor o bé simplement automatitzar més la conducció.

2 MOTIVACIÓ

La principal motivació d'aquest projecte ha estat treballar amb tecnologies noves no vistes encara en vehicles, aprendre la metodologia i l'estil de programació d'una multinacional com Ficosa, poder aportar una futura solució a la actual mortalitat en carretera, simplificar així la conducció per a moltíssima gent i augmentar la seguretat vial.

La motivació del projecte és la posició que pot agafar Ficosa en les tecnologies V2X, per tal de no quedar endarrerida en un sector on cada cop apareixen més innovacions, Ficosa ha d'estar al dia com a proveïdor mundial i ha de oferir serveis V2X, aquest projecte busca atreure nous clients davant la possibilitat de no tan sols tindre la informació V2X al vehicle sinó disposar d'aquesta a un servidor cloud.

3 OBJECTIUS

El principal objectiu d'aquest projecte és la demostració funcional de les tecnologies V2X combinades amb el cloud, per això s'ha subdividit el projecte en una sèrie de tasques per a simplificar-lo i fer-ho més òptim i extrapolable a futurs projectes o millores. L'objectiu és tenir un mòdul de connexió del vehicle als serveis de cloud (just d'aquesta connexió és de la que se'n ocupa bloc Android de la figura 1), perquè les connexions al mateix vehicle, vehicle a vehicle i vehicle infraestructura s'implementen en el bloc FITAX de la figura 1. Més detalladament els sub-objectius per a aconseguir aquest objectiu són:

- Crear una especificació de com s'extrauran les dades.
 - Establir el format de les dades per poder explicar la seva posterior interpretació a proveïdors.
 - Establir les dades a extreure per a realitzar les funcionalitats finals de la aplicació del client final o bé, del conductor.

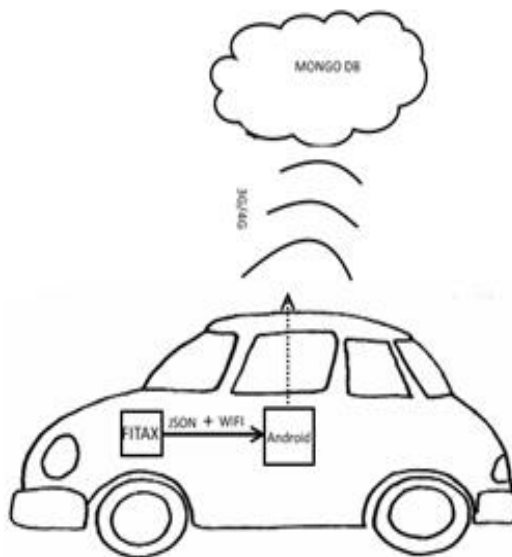


Figura 1. Esquema de blocs del dispositiu V2Cloud

- Crear una connexió mitjançant la wifi del la Fitax per poder enviar les dades a l'exterior.
 - Buscar informació per implementar aquesta per un sistema ThreadX en temps real.
 - Buscar documentació sobre el xipset wifi de la placa i les seves limitacions o funcionalitats.
- Crear una capa d'adaptació per gestionar l'stack.
 - Buscar documentació sobre l'stack i les seves funcionalitats per extreure i recollir dades.
 - Dissenyar la interfície per a poder utilitzar-la amb stacks d'altres proveïdors amb els mínims canvis possibles.
 - Crear la interfície per realitzar una abstracció de l'stack actual.
- Establir una demostració del sistema V2X amb connexió al cloud.

4 PLANIFICACIÓ

El temps dedicat a cada tasca ha estat repartit en funció de la seva dificultat o en aquest cas per la quantitat d'informació que s'ha de buscar, com es pot veure a la taula 2.

TAULA 2: Planificació del projecte per hores.

Tasques	Hores
Recerca d'informació	40
Especificació del projecte	20
Reunions amb el proveïdor	50
Implementació de JSON	9
Implementació de MQTT	14
Implementació d'un <i>access point</i>	25
Implementació d'interfície d'adaptació per a l'stack	38
Integració	10
Proves específiques(mòduls)	30
Proves generals	20
Redacció de l'article final	24
Preparació de la presentació	20
Total	300

La tasca de recerca d'informació té un nombre elevat d'hores ja que a cada etapa d'implementació i abans de realitzar l'especificació del projecte, s'ha hagut de realitzar tasques de documentació per conèixer les possibilitats dels components de la Fitax i com crear les llibreries per a obtenir les funcionalitats esperades.

Una de les parts més llargues en feina, ha estat les reunions amb el proveïdor, per organitzar com seria l'aplicació per Android, resoldre dubtes, establir també l'aspecte i diferents funcionalitats de la WebApp, així com establir el disseny de la base de dades MongoDB.

A la part d'integració s'ha dedicat tot el temps íntegrament a unir cada mòdul en un sol codi, després clar, de realitzar proves específiques de cada codi i veure que compleixen els requisits previs, un cop realitzada aquesta tasca de integració i validació s'ha realitzat un conjunt de proves generals, on s'ha posat a prova tant el software com el hardware de la Fitax.

5 ESTAT DE L'ART

V2X, la qual engloba una varietat de comunicacions del vehicle amb el seu entorn, com V2I vehicle amb infraestructura, V2V vehicle a vehicle, V2P vehicle amb vianant, V2D vehicle amb dispositiu i V2G vehicle amb sistema de càrrega pels vehicles elèctrics, és un estàndard que es considera dins del IEEE 802.11.

Com referències de V2X al mercat podem trobar companyies com U-blox [8] que ja ofereixen un xipset V2X, o com Autosar [9], però l'estat actual d'aquests projectes es troba en el punt de demostració funcional, cap d'ells disposa d'un cloud, sinó que es limiten a establir connexions V2X entre vehicles.

Actualment podem trobar empreses que ofereixen els seus stack V2X per a projectes, les dues principals empreses que trobem al mercat són: Commsignia [10] i Marben [11]. No obstant aquestes implementacions del stack no compleixen al peu de la lletra els estàndards i per a tal de obtenir una aplicació final que compleixi amb aquests s'han de modificar per a cada projecte com es el cas d'V2Cloud.

Dins aquests proveïdors podem veure com altres companyies importants estan invertint també en tecnologies V2X, com és el cas de Bmw, Bosch, Continental, Valeo o LG. Aquests són competidors per a Ficosa en el terreny V2X, per aquest motiu el nostre projecte profunditza més en la recopilació de la informació aportada per V2X, la transmissió d'aquesta al cloud i el processat posterior, que no pas en la implementació de totes les funcionalitats V2X.

6 METODOLOGIA

En aquest apartat s'explicaran com s'han assolit els objectius plantejats, argumentant cada decisió de disseny o funcional duta a terme durant el projecte i les conseqüències o beneficis d'aquestes.

6.1 Crear una especificació de com s'extrauran les dades

Per crear una especificació s'ha hagut de cercar documentació de proveïdors i dels estàndards amb l'objectiu de saber quines dades, en quin format, podem obtenir i finalment com extreure aquestes.

Les primeres decisions d'aquesta fase han estat funcionals, per l'extracció de dades V2X s'ha decidit crear una capa d'adaptació que facilita l'ús de qualsevol stack dels diferents proveïdors amb els que contem sense haver de refer el codi, pel format en que extreurem les dades i com enviarem les dades fins al cloud, s'ha escollit JSON, amb l'objectiu principal de fer aquest projecte més senzill de reprendre o bé expandir. Aquest objectiu ve guiat per la fàcil comprensió de les dades JSON a simple vista, també cal a dir que això afavoreix la correcció d'errors més ràpida gràcies a la fàcil identificació d'aquests. L'altre opció per aquesta part va ser Xml, però va quedar descartada principalment perquè JSON és més ràpid de llegir, d'escriure i pot contindre arrays. Finalment apart d'Xml també va sorgir la idea de fer ASN.1 però aquest té masses formes de codificar i no contava amb tanta informació per consultar, cosa que hagués ralentitzat el projecte, així que finalment ens vam quedar amb JSON. Un cop obtingut aquest, per transmetre'l fora de la FITAX es va decidir fer ús de la *wifi*, en mode *access point* que conté aquesta, vam optar per la *wifi* perquè seria més fàcil connectar un altre dispositiu rebent les dades al *wifi* i de cara a una demostració final no es veurien tants cables. Per tal de transmetre les dades utilitzant la *wifi* fem ús de MQTT, aquest ens permet categoritzar les dades a enviar segons tòpics amb la qual cosa facilitem la feina al proveïdor i ens és més fàcil crear tests pel codi o controlar els missatges a enviar. Aquestes últimes raons són les que justifiquen l'ús d'MQTT en comptes de sockets tcp/ip per aquest projecte

Un cop definit el format, calia especificar les dades a extreure, per tal de donar un seguit de funcionalitats al conductor i al client final. Amb aquest propòsit i seguint els estàndards, s'ha realitzat un seguit de documents de caire privat, que han estat enviats al nostre proveïdor de la aplicació Android, en aquests documents s'ha establert tant el disseny de la aplicació Android, com les dades que rebria, un clar exemple; és un vehicle amb el que ens creuem, per

tal d'identificar-lo necessitem la id de la FITAX, però alhora també voldrem saber dades d'ell no tant sols per comunicar-les al conductor si no per a fer càlculs posteriors o en temps real amb ells, per tant un altre vehicle ens ha de retornar el seu identificador; la velocitat, localització, l'estat dels intermitents, tipus de vehicle, la direcció en graus que segueix i el temps en que es va generar el missatge. Com es pot intuir la majoria de dades d'aquest no són únicament informatives pel conductor, saben la velocitat, direcció i ubicació podem advertir al conductor d'un xoc amb l'altre vehicle o inclús advertir al conductor de la presència d'aquest en el seu punt mort.

Finalment, per a extreure les dades cap al cloud s'ha optat per utilitzar una tauleta Android la qual disposa de l'aplicació, per mostrar al usuari l'estat de la carretera en temps real i alhora enviar aquestes dades per 3G/4G quedant l'estructura com a la Figura 1.

6.2 Crear una connexió mitjançant la wifi del la Fitax per poder enviar les dades al exterior

En aquest objectiu s'ha dut a terme una llibreria, seguint la documentació aportada pel proveïdor del hardware wifi i utilitzant les seves llibreries, l'elecció d fer servir llibreries propietàries ha estat fruit de l'anàlisi de costos que és va fer al primer objectiu durant la recerca d'informació, on es va poder veure com utilitzar les llibreries propietàries era una forma més ràpida i estable de dur a terme aquest objectiu, ja que la FITAX disposa d'un sistema operatiu en temps real. Aquest, esta contemplat dins la llibreria propietària del hardware wifi, per tant, per realitzar una llibreria pròpia per gestionar la wifi i els possibles *access points* d'aquesta s'ha fet servir les funcions propietàries, donant-nos així un control i estabilitat sobre les funcionalitats creades.

6.3 Crear una capa d'adaptació per gestionar l'stack

La principal meta d'aquest objectiu no era altra que facilitar el canvi de proveïdor d'stack V2X, és a dir, crear una capa intermitja entre les aplicacions i l'stack, adaptant-lo als estàndards. Així en una possible situació de canvi de proveïdor els canvis a realitzar en el projecte serien mínims, ja que només s'hauria de canviar aquesta capa per a que s'adaptés als outputs esperats.

Aquesta capa ha estat realitzada en C++ i s'ha hagut de documentar l'arquitectura de tots els tipus de missatge segons l'stack i segons l'estàndard, l'altra opció que quedava era obviar aquesta part i implementar directament el codi sobre l'stack, aquesta idea ha estat rebutjada degut a que el temps perdut en implementar aquesta capa envers el que es perdria en adaptar un nou stack és inferior i simplifica la complexitat del projecte pel seu futur manteniment i millora.

6.4 Establir una demostració del sistema V2X amb connexió al cloud

Per demostrar que el projecte és funcional s'han realitzat varies demostracions, la primera és la comunicació en temps real de dues FITAX com a vehicles d'una carretera, la segona és la comunicació de la nostra FITAX amb una

altra FITAX externa emulant que és un vehicle d'emergència i comprovar si la nostra FITAX ens avisa d'aquest cas d'ús. Les darreres demostracions han estat de la comunicació de la FITAX amb l'aplicació Android i veure com aquesta envia les dades al servidor, aquesta última ha tingut més problemes ja que aquest darrer mes s'ha hagut de refer l'especificació del projecte per falta de dades i canviar els *topics* per descriure millor el seu ús. Tots aquests canvis, actualment, no estan reflectits a l'aplicació i per tant només ens mostra el vehicle local, tant el disseny de l'aplicació com el disseny del sistema per transmetre les dades al cloud i l'especificació de les funcionalitats a fer han estat donades per nosaltres al proveïdor, la qual cosa també ha ralentitzat aquesta part del projecte per la necessitat d'aplicar al proveïdor punt per punt el treball a realitzar.

7 RESULTATS

En primer lloc, s'ha aconseguit definir una especificació del contingut i format dels missatges V2X al ser enviats per la wifi de la FITAX, aquesta especificació s'ha realitzat en base als estàndards ETSI sobre comunicacions V2X i els seus tipus de missatges, a continuació s'ha creat i implementat una llibreria wifi que ens ha permès crear un accés point per connectar el dispositiu que ha de rebre les dades de la FITAX. Tot seguit s'ha creat i implementat junt amb l'anterior llibreria wifi, una llibreria de JSON, aquesta conté totes les funcions bàsiques com: insertar un nombre, insertar un valor de text, insertar un booleà, insertar un array de nombres, insertar un array d'arrays i insertar un array de booleans.

Un cop es disposa d'aquestes dues llibreries i amb l'objectiu d'enviar aquestes dades mitjançant la wifi, s'ha creat i implementat una llibreria MQTT, aquesta conta també amb les opcions bàsiques, connectar-se a un *broker*, subscriure a un tòpic, enviar el missatge i desubscriure's del *tòpic*.

Al disposar d'aquestes tres llibreries, s'han inclòs en el mateix projecte i s'han fet servir alhora per comprovar que érem capaços de transmetre missatges JSON. Un cop s'ha realitzat una prova funcional, s'ha passat a la implementació de l'stack en el mateix projecte, dins d'aquesta implementació s'han creat varies classes, la primera un subscriptor, aquest s'encarrega de dir al stack a quins missatges i a quins no s'ha subscrit l'usuari, per tal d'extreure només les dades d'aquells missatges. La segona és la capa d'adaptació, recull totes les dades segons els tipus de missatges i submissatges, aquestes són convertides al format de l'estàndard. Després, s'han creat unes classes per a convertir les dades de la capa d'adaptació a JSON i per a crear el tòpic en funció de les dades rebudes, identificant si aquests provenen del nostre vehicle o d'un vehicle aliè, un cop realitzada aquesta part s'ha implementat les funcionalitats de la llibreria MQTT en una altra classe la qual segons el tipus de missatge crida a una o altra funció per a generar el *topic* i el mateix pel missatge, un cop generats es connecta al broker que ha d'estar connectat a la wifi generada per la FITAX, es subscriu al *topic* generat i envia el missatge sota aquest *topic*, en aquest punt els missatges enviats serien

com els de les figures 2 i 3:

```
{
  "station_id":1,
  "id":1,
  "cause":27,
  "subcause":3,
  "timestamp":1469199038511,
  "duration":60,
  "location":[-154.002387,9.435236]
}
```

Figura 2: Dades d'un vehicle pròxim.

```
{
  "station_id":1,
  "station_type":5,
  "vehicle_role":1,
  "location":[-154.002387, 9.435236],
  "heading":276.062748,
  "speed":55,
  "blinkers_status":[true,false],
  "timestamp":1469199038511
}
```

Figura 3: Dades d'un esdeveniment pròxim

Finalment l'estructura final del projecte quedaria tal com es pot veure a la Figura 4.

Dins d'aquesta figura cal destacar que la part descrita

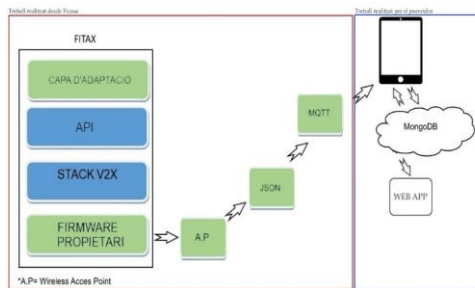


Figura 4: Esquema V2Cloud

anteriorment correspon a feina feta des de Ficosa, aquesta està remarcada per un requadre vermell i la feina feta per el proveïdor està remarcada per un requadre blau.

Un cop tenim tota la part de Ficosa feta i els missatges s'estan transmetent per MQTT, la tauleta amb Android rep a l'aplicació aquests missatges i els interpreta per mostrar-los al mapa, alhora l'aplicació està enviant aquests missatges al cloud a un servidor que disposa de MongoDB, mitjançant aquestes dades es pot advertir de nou al conductor sobre accidents que hi ha a la carretera o l'estat d'aquesta abans de que rebí el missatge V2X d'altres vehicles, un cop enviades les dades al cloud aquestes poden ser visualitzades pel client final en una web app.

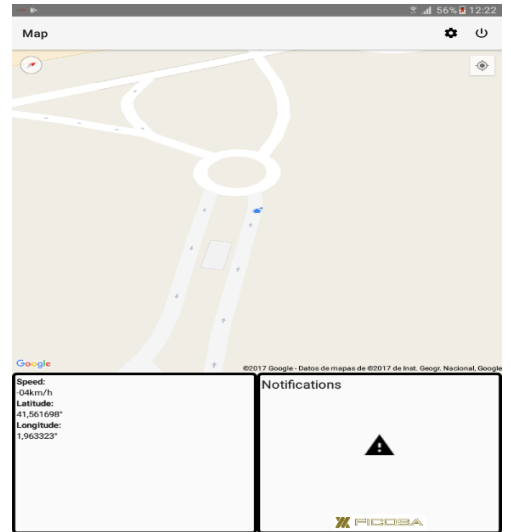


Figura 5: Aplicació Android

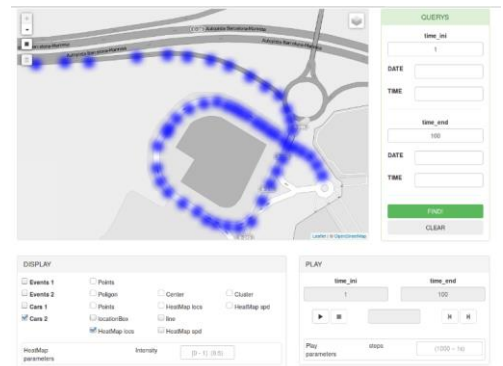


Figura 6: WebApp

En el cas d'aquestes dues últimes figures, són la versió actual de ambdues tasques del proveïdor i tal com s'ha esmentat anteriorment en aquest article actualment encara s'estan realitzant canvis sobre els *topic*, aquests afecten a l'aplicació android de la Figura 5, on tan sols podem veure el nostre vehicle les seves dades, en canvi al web app ja es poden veure les dades emmagatzemades a MongoDB, aquestes es poden representar de moltes maneres, vehicles com a punts o events com a punts o bé, fer mapes de calor com és el cas de la figura 6, la figura 6 ens mostra un mapa de calor de vehicles que han passat entre uns determinats temps inicial i temps final.

Finalment, es pot dir que s'han obtingut els resultats esperats amb el projecte, tot i patir algun inconvenient com re formular la especificació per al proveïdor o incompatibilitats o falta de suport de funcionalitats per part de la FITAX. En resum, hem obtingut un projecte funcional malgrat ha de continuar evolucionant.

8 CONCLUSIONS

Aquest projecte ha complert la distribució d'hores inicial, tot i els canvis realitzats, s'han pogut completar tots els objectius principals i secundaris de manera satisfactòria.

S'han implementat els elements crítics d'un mòdul de

comunicació entre vehicles, infraestructures i el cloud en temps real. Aquest mòdul s'ha validat amb un experiment amb un simulador GPS on dues unitats FITAX es comunicaven entre si i una de les dues simulava rebre un missatge d'un vehicle de emergència aproximant-se i aquest era reenviat cap a la FITAX que simularia el nostre vehicle. El temps real es va validar prèviament amb el cas d'ús d'un altre projecte on posàvem a prova els missatges de frenada d'emergència o de vehicle en el punt mort, aquests eren rebuts i transmesos a una tauleta per wifi com en el cas de V2Cloud en qüestió de milisegons donant així un temps prudencial al conductor per a frenar també el seu vehicle.

Aquest projecte obre un nou ventall de possibilitats al reduir dues de les principals limitacions d'V2X, la falta de missatges per manca de cotxes en una determinada distància, i el processament de masses missatges que saturaria la FITAX i no seria capaç de reenviar-los a l'aplicació Android, en definitiva el cloud soluciona aquests problemes fent els càlculs més pesats allà.

Amb tot V2X és una eina valuosa per a fer aplicacions tant per al conductor com per a institucions, amb V2Cloud es poden construir serveis valuosos i útils per a agències governamentals o empreses d'automoció que vulguin oferir als seus clients més funcionalitats en els seus vehicles.

Actualment les diverses companyies del sector de la automoció estan en plena investigació en la comunicació vehicle a tot arreu, i com a tal Ficoso esta treballant en aquesta, en aquest projecte s'ha dut a terme la implementació funcional en un dispositiu V2X propi dins aquesta competència per a tal de mantenir Ficoso com a proveïdor mundial.

AGRAÏMENTS

Al llarg d'aquest treball de fi de grau he tingut la sort d'estar envoltat de persones que han invertit el seu temps i atenció amb el propòsit d'ajudar-me en el desenvolupament, per aquest motiu m'agradaria fer menció i donar els meus agraïments a totes aquestes persones el seu temps invertit en mi.

En primer lloc donar les gràcies als companys de feina, Hèctor Baños i Juan Ruíz que em van ajudar en els meus primers dies a Ficoso i en especial agrair també tot l'esforç dedicat en mi i en la meva formació a Sergio Martínez Tornell, que ha estat com un professor d'V2X per mi, al llarg d'aquest projecte.

També m'agradaria agrair al meu tutor Lluís Ribes Xirgo, tot el temps que ha dedicat amb les correccions,

el seu assessorament, bons consells i la paciència que ha tingut amb mi alhora de entregar les fites.

Per últim m'agradaria agrair a la meva xicota tot el suport que m'ha proporcionat durant aquest treball.

REFERÈNCIES

- [1] MQTT, Web oficial del protocol MQTT. Accessed: 2017-03-05. [Online]. Available: <http://www.mqtt.org/>
- [2] Json, Web oficial del protocol Json. Accessed: 2017-02-28. [Online]. Available: <http://www.json.org/>
- [3] ASN.1, Wikipedia. Accessed: 2017-02-27. [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/ASN.1>
- [4] ETSI, Web oficial de l'institut europeu d'estandardització de telecomunicacions. Accessed: 2017-02-22. [Online]. Available: <http://www.etsi.org/>
- [5] ETSI, ETSI EN 302 637-2. Accessed: 2017-03-10. [Online]. Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302600_302699/30263702/01.03.01_30/en_30263702v010301v.pdf
- [6] ETSI, ETSI EN 302 637-3. Accessed: 2017-03-16. [Online]. Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302600_302699/30263703/01.02.01_30/en_30263703v010201v.pdf
- [7] ETSI, ETSI TS 103 191-3. Accessed: 2017-03-24. [Online]. Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103100_103199/10319103/01.01.01_60/ts_10319103v010101p.pdf
- [8] U-blox, VERA-P1 series. Accessed: 2017-06-24. [Online]. Available: https://www.u-blox.com/sites/default/files/VERA-P1_ProductSummary_%28UBX-16030949%29.pdf
- [9] Autosar, V2X services. Accessed: 2017-06-24. [Online]. Available: <http://www.autosar.org/standards/classic-platform/release-43/software-architecture/v2x-services/>
- [10] Commsignia, V2X software. Accessed: 2017-06-24. [Online]. Available: <http://www.commsignia.com/software/>
- [11] Marben, V2X solution. Accessed: 2017-06-24. [Online]. Available: <https://www.marben-products.com/v2x/v2x-software-solution.html>
- [12] FICOSA, FITAX V2X. Accessed: 2017-06-26. [Online]. Available: <https://www.ficoso.com/es/productos/comunicaciones-avanzadas/v2x-tecnologia-de-vehiculos-conectados/>