

Desenvolupament d'una aplicació de reportatge d'incidències sobre DTN

David Cara Roca

Resum—La xarxa DTN (Delay and Disruption Tolerant Network) permet la comunicació suportant llargues interrupcions i endarreriments en l'enviament de informació entre xarxes. Ha revolucionat les possibilitats de la comunicació inalàmbrica, trencant amb les limitacions de mobilitat dels dispositius. En aquest projecte s'ha investigat i utilitzat aquest tipus de xarxes per poder transmetre informació entre dispositius mòbils i nodes DTN, permetent així una comunicació completament tolerant a les necessitats de mobilitat que hi ha actualment.

Paraules clau— Comunicació, delay (retard), disruption (interrupció), tolerant, network (xarxa), incidència, UAB, aplicació, mòbil, node, inalàmbric, informació, bundle.

Abstract—The DTN network (Delay and Disruption Tolerant Network), allows communication supporting long interruptions and delays in sending information between networks. It has incredibly increased the possibilities of wireless communication, solving the devices mobility limitations. This project has researched and used this type of networks to transmit information between mobile devices and DTN nodes, allowing communication completely tolerant to the mobility needs of people today.

Index Terms—Communication, delay, disruption, tolerant, network, incidence, UAB, application, mobile, node, wireless, information, bundle.

1 INTRODUCCIÓ

El repte proposat en aquest projecte ha estat el de crear un sistema on els usuaris siguin capaços de reportar a la resta de persones les incidències que ocorrin a l'entorn de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) mitjançant una aplicació per a Android. La particularitat del sistema és que ha de permetre de fer-ho sense connexió a Internet i mentre els usuaris es mouen pel campus. Això s'aconsegueix mitjançant la tecnologia de les xarxes DTN (Delay and Disruption Tolerant Networks).

Els usuaris no s'hauran d'aturar per establir la connexió wifi amb un punt d'accés o esperar a tenir cobertura, simplement, passaran a prop d'un punt de recollida d'incidències, obriran l'aplicació per comprovar quines novetats hi ha, i ho podran veure a l'instant. Al tractar-se d'informació d'un alt nivell d'interès per als usuaris del campus, és de gran utilitat poder rebre-la en qualsevol moment i sense esperar.

Podrem obtenir informació sobre accidents, embussos de trànsit, condicions meteorològiques, retards en els trens, anulació de classes i tot tipus d'incidents directament de les mateixes persones que ho han notificat, donant així més detalls i credibilitat a un esdeveniment. Evidentment, aquesta informació s'haurà de filtrar i processar per oferir un servei eficient i segur, sobretot tractant-se d'informació especialment sensible.

1.1 XARXES DTN

La xarxa DTN va ser originalment desenvolupada pensant en la comunicació inalàmbrica a l'espai. Tenint en compte les desorbitades distàncies més enllà de la Terra, es va fer evident la necessitat de poder enviar informació permetent les interrupcions de molt llarga durada fins trobar el destinatari. La idea seria poder controlar i intercanviar informació amb aparells i estructures molt llunyanes per a l'exploració d'altres planetes i establir així una "Internet" interplanetària adaptada a l'entorn [1]. No obstant, aquesta capacitat pot ser molt útil també a la Terra. Les restriccions que comporta l'ús de la xarxa d'Internet convencional, TCP/IP, poden no adaptar-se a alguns entorns que requereixin de suportar una connexió intermitent, retards, asimetries molt grans en l'enviament de dades o grans taxes d'error. Amb les xarxes DTN som capaços de solucionar aquests problemes.

La tecnologia DTN és un tipus d'arquitectura de xarxa avançada que fa servir per comunicar-se una estructura de dades anomenada "bundle". Un bundle està format per les dades a transmetre, però conté també almenys dos blocs de dades de protocol que serviran per diferents propòsits per garantir el progrés dins la xarxa (com encaminament) [20]. La principal característica de les xarxes DTN és que permeten que no hi hagi un "camí", en el moment de l'enviament de les dades, des de l'origen fins al destí del missatge [19]. Simplement no existirà cap forma d'arribar al destí fins que no ens "creuem" amb ell.

Així doncs, la informació s'envia entre nodes fins que arriba a bon port. Això és possible gràcies als anomenats "nodes DTN": Cada node emmagatzema en memòria persistent els bundles que li van arribant a l'espera que trobi el moment d'enviar-los a un altre node (store-and-forward method), malgrat que no en sigui el destinatari (figura 1). Són els encarregats de prendre les importants decisions d'encaminament dels bundles.

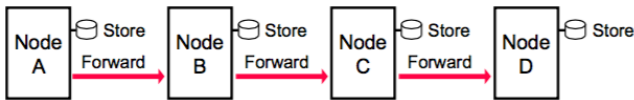


Fig. 1 Esquema de nodes DTN [3][18]

Les diferents estratègies d'encaminament es basen en replicar la informació moltes vegades i enviar-la a certs intermediaris per augmentar les probabilitats de que acabi arribant el missatge al seu destinatari [2]. Es podria "inundar" la xarxa amb un mateix missatge o establir un algorisme per decidir quan enviem el bundle i quan no. Es té en compte doncs, que poden haver diferents instàncies d'un mateix bundle circulant per la xarxa en un mateix moment [20]. És un sistema que es basa en "l'esperança" d'aconseguir establir la comunicació, ja que, com un node no sap quins seran els seus futurs nodes veïns, i ni tant sols sap si arribarà a trobar-ne cap, podria no arribar a transmetre mai el missatge. Tampoc es pot saber d'una forma precisa si el missatge ha arribat (acknowledgement) al seu destí un cop enviat, doncs. Un node DTN pot decidir també si acceptar o no un bundle que li arriba segons els criteris que tingui programats.

Així doncs, mentre que el protocol TCP de l'Internet convencional (figura 2) descartaria els paquets que no poguessin ser enviats per timeout a l'espera dels acknowledgements i fins i tot podria tallar la connexió per manca d'activitat (keepalive) [19], el DTN permet que dos nodes mòbils que es troben intermitentment es comuniquin.

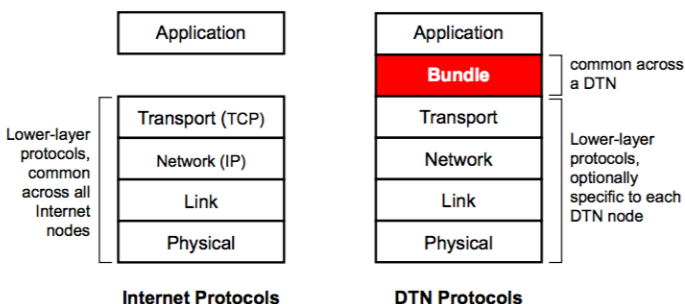


Fig. 2 Capes de una estructura de xarxa DTN i de la pila TCP/IP (Internet) [3]

Les xarxes DTN poden ser implementades amb diferents tipus de tecnologies inalàmbriques, com la radiofreqüència, ones òptiques o acústiques, ones de banda ample (UWB) entre altres.

1.2 Estat de l'art

La tecnologia DTN no és gaire coneguda per la majoria del públic fora de l'àmbit científic, actualment. No és, però, un signe de fracàs, sinó els primers passos d'un canvi en la forma de transmetre la informació que permetrà obrir-nos pas més enllà del nostre planeta i facilitar encara més la vida al nostre.

Una prova dels avantatges que aporta aquest sistema són les diferents branques d'investigació que té obertes la "National Aeronautics and Space Administration", més coneguda com la NASA [1][4][5][6][7][8]: Una de les aplicacions de la DTN més destacades que la NASA està investigant és la de la creació d'una Internet interplanetària (figura 3) [6]. Si en un futur volem visitar, estudiar, o fins i tot, colonitzar altres planetes, una de les necessitats bàsiques serà la capacitat de comunicar-nos entre nosaltres igual que fem a la Terra. Els científics han aconseguit, per exemple, desenvolupar un sistema per poder controlar un petit robot aquí a la Terra des de l'Estació Espacial Internacional a l'any 2012 [1]. També s'han pogut descarregar imatges des d'un satèl·lit, el 2009, utilitzant aquesta tecnologia [8].

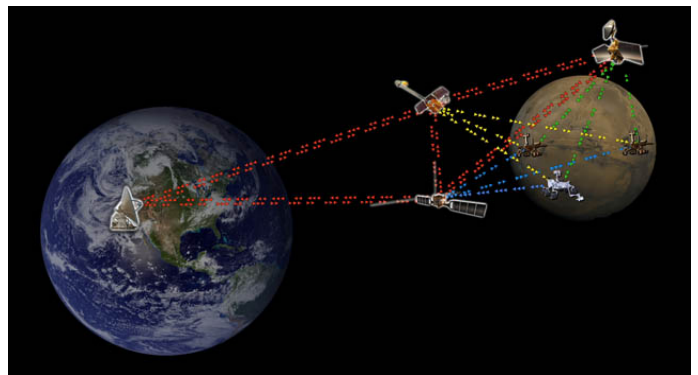


Fig. 3 Representació gràfica d'una Internet interplanetària [6]

És un camp en desenvolupament, també, en l'entorn militar, on les característiques del camp de batalla impliquen que els objectes i persones es moguin contínuament. Si una informació vital s'ha d'enviar ràpidament des d'un punt, la tecnologia DTN permetrà que, malgrat les interferències, es pugui rebre al centre de comandament sense haver d'aturar-se per connectar-se a cap xarxa.

Una aplicació d'aquesta tecnologia més propera al gran públic és la seva utilització en dispositius mòbils mitjançant les "Mobile ad hoc Networks" (MANETs) (figura 4) amb DTN [9]. Aquest tipus de xarxes permeten connectar dispositius formant una malla de nodes DTN on cadascú s'autoconfigura per reenviar i acceptar les

dades que consideri. La diferència amb les xarxes DTN convencionals és que en aquest cas si existirà un camí definit des de l'emissor al receptor. Els mateixos mòbils actuaran d'encaminadors dels bundles dins de la malla.

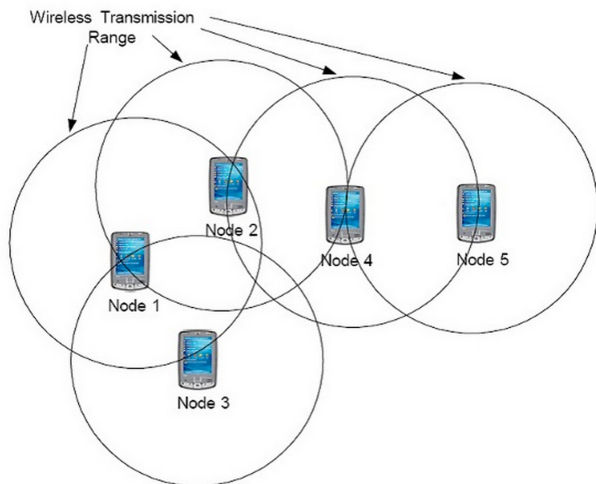


Fig. 4 Representació d'una xarxa MANET [10]

L'implementació d'una aplicació per a mòbils que envii la informació mitjançant DTN des del dispositiu directament, ja s'ha provat abans migrant el codi d'altres plataformes cap a Android [11]. No obstant, no hi ha una aplicació estesa a la majoria dels usuaris que proporcioni un servei conegut ni una llibreria oficial que permeti la seva implementació.

Les DTN asseguren que no hi hagi pèrdua d'informació encara que la connexió s'interrompi. Això permet la seva utilització en àrees remotes de la Terra o quan es produeix un desastre natural o un incident i per tant són un notable avenç per a la seguretat de les persones [12]. També pot ser la solució per països en vies de desenvolupament on no es pot garantir l'accés a l'Internet convencional i on es podrien fer servir aquests tipus de xarxes en la seva substitució.

En aquest marc, una innovació és l'anomenat "Active-DTN" [12], una modificació de la tecnologia DTN on els bundles contenen informació per al seu encaminament per la xarxa. D'aquesta manera, els nodes, que poden formar una xarxa ad hoc, podran formar una xarxa immediatament sense configurar-la en el moment que es necessiti perquè sabran interpretar el codi d'encaminament contingut en els propis bundles.

1.3 Coneixements previs

Per a la realització d'aquest projecte els coneixements previs necessaris i altres de propis han estat:

- Experiència personal i professional en la progra-

mació d'aplicacions Android.

- Coneixement de les diferents tecnologies de xarxa gràcies a les assignatures de la menció.
- Experiència professional en participar en projectes de desenvolupament de software.
- Experiència personal i professional en la realització de pàgines web.

1.4 Objectius

Els objectius plantejats en aquest treball han estat:

- Crear una aplicació mòbil per Android capaç de comunicar-se amb un node DTN per al reportatge i rebuda de les incidències que ocorrin en l'àmbit del campus de la UAB i, a més, que sigui fàcil d'utilitzar. (Crític)
- Programar almenys dos nodes DTN amb sistema operatiu Linux a partir de la llibreria proporcionada per SENDA [13] i aprendre les funcionalitats del sistema. (Crític)
- Crear un node central capaç de filtrar i mostrar les incidències a un portal web, pujant-les a una base de dades en xarxa. (Secundari)
- Entendre millor el funcionament de les xarxes DTN. (Crític)

1.5 Requeriments i canvis

Inicialment la breu descripció del projecte oferia:

"Es vol desenvolupar una aplicació Chat en el context de les xarxes DTN (xarxes tolerants a interrupcions i endarreriments, de l'anglès Delay and Disruption Tolerant Networks). Aquesta aplicació permetrà als seus usuaris comunicar-s missatges de text mitjançant una xarxa DTN en comptes de Internet. El projecte consisteix en estudiar els protocols de comunicació DTN, dissenyar i implementar l'aplicació Chat. En la mesura del possible també es contemplaran aspectes de seguretat i anonimat."

Clarament el projecte ha anat canviant l'enfocament inicial i es va reorientar cap al reportatge d'incidències. Es va optar per no implementar la plataforma DTN directament en Android i realitzar el primer pas en HTTP, com veurem més endavant. També es va anar modificant el mockup inicial per un que s'adaptés millor als canvis que anaven sorgint [Apèndix 1].

Els requeriments del projecte s'han establert a partir de dues bases:

1. La informació inicial proporcionada amb la breu descripció del projecte i un "mockup" que establia les pantalles que havia de tenir la aplicació .
2. Les successives entrevistes amb el tutor que ha actuat com a client proporcionant una captura de requisits inicial a la primera entrevista i les posteriors modificacions en avançar el projecte.

Els requeriments per al sistema són:

A. Funcionals:

- Poder emmagatzemar i enviar les incidències que creïn els usuaris mitjançant HTTP.
- Als nodes, poder rebre i enviar incidències a través d'una xarxa DTN.
- Poder pujar les incidències a una base de dades a Internet.

B. No funcionals:

- Filtrar les incidències repetides.
- Tenir en compte aspectes de la seguretat i anonimat a l'hora d'enviar els bundles.
- Filtrar incidències no reals i falses alarmes.
- L'aplicació client ha de ser fàcil d'utilitzar.
- L'aplicació client ha de ser visualment atractiva.
- L'aplicació client mostrarà clarament l'estat de la connexió als nodes.
- La web ha de poder mostrar les dades sobre les incidències de forma clara i multi-idioma.

1.6 Casos d'ús

Aquest sistema es podria fer servir en qualsevol àmbit on es necessités de transmetre informació amb nodes mòbils. Un possible escenari, al tractar-se d'un projecte limitat a l'entorn de la UAB podria ser:

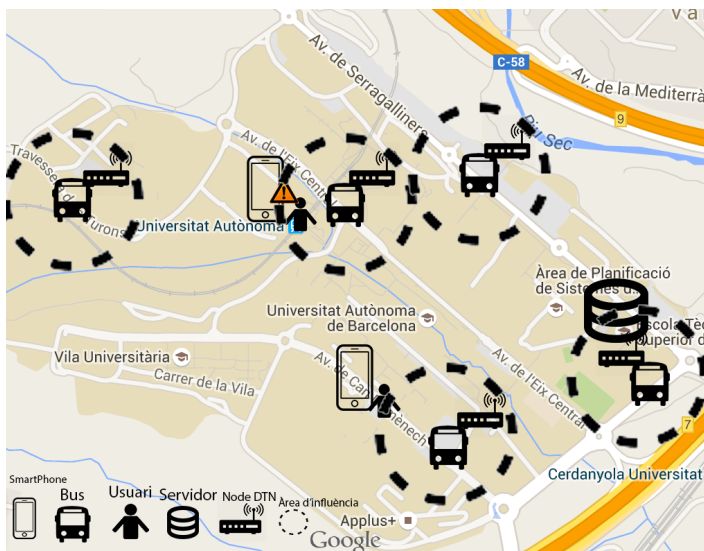


Fig. 5 Esquema de un escenari d'un cas d'ús

En el mapa de la universitat (figura 5) veiem com un usuari reporta una incidència a la Plaça Cívica i aquesta circula mitjançant els nodes DTN instal·lats en els vehicles de transport públic, en aquest cas. La informació arribarà a tots els usuaris i al node central situat a la ETSE on es filtrarà i penjarà a la base de dades per poder consultar-ho també des de la web.

2 METODOLOGIA

La metodologia utilitzada per al desenvolupament d'aquest projecte ha estat cíclica. S'han elaborat una sèrie d'informes on es descriu el progrés realitzat i es fa una previsió del treball a realitzar. Al ser un projecte individual, el sistema de treball ha consistit en realitzar unes tasques prèviament programades a la planificació i mostrar els resultats al tutor del treball (client). Aquest proposava certes modificacions o es feien algunes correccions, tornant així a revisar etapes anteriors (cicle de desenvolupament). Finalment es donava per tancada una fase quan es satisfien tots els requeriments inicials corresponents.

Com les parts d'aquest projecte depenen unes d'altres, el seu desenvolupament s'ha superposat necessàriament i, per tant, l'acabament de una fase no implicava el començament d'una nova. Els nous requeriments i canvis que anaven sorgint en avançar el projecte i veure-ho més clar, també han comportat aquests diversos fronts en les tasques obertes. Cal dir que s'ha pogut ampliar més del previst gràcies al ràpid progrés en les primeres fases de la planificació.

3 DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

S'explicarà el projecte de forma lineal, agrupat per les seves diferents parts. No obstant, com a la metodologia s'ha esmentat, el projecte s'ha realitzat de forma cíclica i, per tant, aquesta descripció no coincideix temporalment amb la realització del projecte.

3.1 Primer contacte amb el projecte i desenvolupament de l'aplicació mòbil

Android no permet funcionar als seus dispositius en mode Ad-hoc sense alterar el propi sistema operatiu i, per tant, no es poden connectar directament els entre ells [14]. És a dir, que no permet crear xarxes privades amb estructura de malla que es comuniquin mitjançant DTN o altres protocols. Per aquest motiu, el sistema es va plantejar des del principi utilitzant uns nodes DTN com a intermediaris que formessin aquesta "malla" de comunicació. Primerament es va començar realitzant un esbós (figura 6) de com hauria de ser l'estructura de la xarxa que es volia simular i quines limitacions i requeriments eren necessaris:

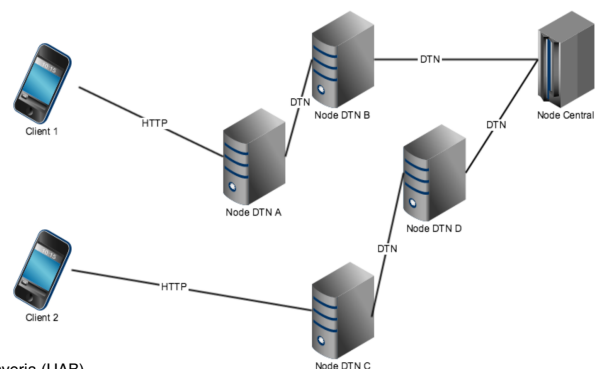


Fig. 6 Esbós inicial de xarxa

En la figura 6 veiem com els dispositius mòbils (clients) es comuniquen amb els nodes DTN i aquests envien tota la informació cap a un node central (sempre serà el destinatari de la informació) a través d'altres intermediaris. Els clients es comuniquen via HTTP amb els nodes, ja que es va plantejar que aquests no transmetessin directament les dades via DTN degut a limitacions de la plataforma Android [11], que no disposa d'una llibreria normalitzada per a l'enviament de missatges mitjançant DTN. Així doncs, els nodes DTN han d'actuar de servidor HTTP simultàniament.

Per al desenvolupament de l'aplicació Android es va triar el llenguatge natiu (Java) i s'ha utilitzat la estructura de model, vista, controlador (MVC) per organitzar el codi. Es va plantejar per a la interfície, com podem veure al mockup [Apèndix 1], una estructura en llista (figura 7) on es mostren totes les incidències i des d'on accedim a altres pantalles amb els detalls d'aquestes:



Fig. 7 Pantalla principal de l'aplicació client

Quan creem una incidència amb el botó de la barra superior, podem donar-li un nom, una descripció, el notificador i una ubicació. Automàticament es guarda el moment en que ha estat creada, es marca com a "no enviada" i se li dona un identificador únic, tot de forma transparent a l'usuari. Per a donar una ubicació precisa es fa mitjançant la llibreria de Google Maps per a Android que permet que l'usuari transmeti les coordenades concretes només de pitjar-hi. Tota la informació es guarda a la memòria local de telèfon abans d'enviar-la.

L'ícona en vermell a la barra superior ens indica l'estat de la connexió amb algun node DTN que formi part de la xarxa. Només podrem connectar mitjançant wifi amb aquells que tinguin un identificador (SSID) concret. Llavors podrem enviar la informació mitjançant un altre botó situat a la mateixa barra superior. Cada cop que obrim l'aplicació, però, comprova que estiguem connectats i, si és així, realitza l'intercanvi d'informació de forma automàtica.

Quan enviem les incidències, alhora rebem les del node. Només guardarem, però, les que no tinguem repetides a la nostra memòria local, que podem borrar en el moment que vulguem. De la mateixa manera, només enviarem les incidències que no hagin estat ja enviades i els nodes les guardaran a la seva memòria, també. La petita base de dades local del client es compon de dues taules per organitzar la informació:

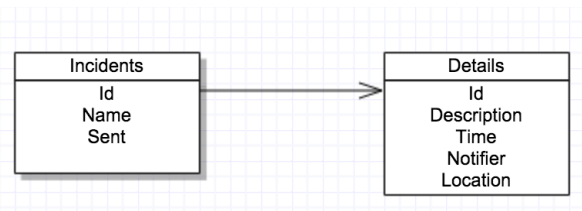


Fig. 8 Entitat-Relació de la base de dades local

Amb aquesta organització (figura 8), es contempla que una incidència pugui tenir més de uns "detalls" associats, característica que no s'ha implementat, però que pot ser útil per seguir desenvolupant aquest aspecte.

L'aplicació està disponible en diferents idiomes, tenint en compte, però, que la informació que facilitin les persones estarà en l'idioma que hagin triat.

3.2 Implementació dels nodes DTN

Els nodes DTN són màquines Linux que es divideixen en dues parts: el servidor HTTP, que rep les incidències des dels clients i el node DTN en si que retransmet la informació utilitzant aquesta tecnologia.

Per al servidor HTTP s'ha utilitzat una màquina física (OSX) i per als nodes DTN, dues màquines virtuals Linux Ubuntu i d'aquesta manera s'ha pogut simular l'enviament d'informació entre elles. Simplement s'ha hagut de configurar la compartició dels fitxers necessaris entre aquestes.

El servidor HTTP es tracta d'un Apache. S'ha utilitzat PHP per rebre les incidències mitjançant HTTP-POST i escriure-les en un petit fitxer de text situat a la memòria no volàtil del node DTN (figura 9). Per connectar amb aquest servidor des del client, s'ha hagut de configurar un

3.3 Realització de la web i implementació del codi per interactuar amb la base de dades online

Malgrat disposar de l'aplicació, els usuaris podran visualitzar el recull filtrat d'incidències a un portal web [Apèndix 2]. El node central és l'encarregat de rebre totes les incidències, filtrar-les i pujar-les (a més del primer filtratge realitzat als nodes intermediaris per evitar repeticions).

El filtratge es realitzarà, de moment, manualment al node central si es detecta alguna incidència que pugui ser incorrecta i un cop revisades es pujaran periòdicament.

La base de dades online s'ha creat a partir de la infraestructura oferta per Parse [15]. Un portal web on es poden realitzar bases de dades orientades a objectes i que ofereix una llibreria per interactuar-hi. S'ha utilitzat PHP i la corresponent llibreria per penjar realitzar el codi del node que penjarà les incidències a la base de dades.

La base de dades està formada per dues taules: una per a les incidències on es guarda tota la seva informació, i una altra per a les traduccions dels textos que es recuperen des d'allà.

La web s'ha realitzat en HTML i CSS per al seu disseny i PHP per descarregar les incidències de nou. S'ha utilitzat la llibreria de Google Maps en Javascript per mostrar la ubicació a la web. L'estructura és la d'un llistat simple, de nou, amb tots els detalls de les incidències:



Fig. 12 Captura de pantalla del portal web de incidències

A la figura 12 es poden veure els botons per canviar l'idioma i també la icona de Google Maps per veure la ubicació de la incidència en concret.

5 RESULTATS

Per avaluar els resultats i outputs que s'anaven generant

conforme s'avançava en el projecte s'ha fet servir com a mètode principal el clàssic prova-error i el "user testing". També s'han comparat els resultats amb altres projectes realitzats anteriorment a nivell personal, com utilitzant altres fonts d'ajuda (Internet, documents...).

Per a l'aplicació Android s'han realitzat les proves amb diferents dispositius Android i gràcies a l'experiència anterior s'han pogut contrastar els resultats amb diverses aplicacions ja creades. A través de la web també s'ha buscat com realitzar les diferents parts innovadores com l'utilització de la llibreria de Google Maps i s'ha pogut comprovar resultats. S'ha donat a provar a usuaris de fora de l'entorn de treball (user testing) per poder evaluar la seva usabilitat i realitzar els canvis pertinents.

Per a la realització del codi a l'entorn dels nodes DTN, s'han buscat recursos a Internet i a la llibreria de SeNDA, però sobretot s'han pogut evaluar els resultats gràcies a l'ajuda del tutor del treball el qual ha guiat el projecte quan es requeria.

La realització de la web i la base de dades en línia s'ha avaluat utilitzant la documentació present a la xarxa sobre Parse i també gràcies a projectes anteriors realitzats en HTML. També es va fer un petit user testing de la web.

Els resultats tangibles d'aquest projecte es divideixen en:

1. Aplicació Android en Java.
2. Codi PHP del servidor HTTP.
3. Màquina preparada per a actuar com a hotspot.
4. Màquines virtuals configurades per executar l'script que fa funcionar el sistema d'enviament DTN periòdicament i per compartir els fitxers necessaris amb la màquina real.
5. Codi del node DTN per rebre i enviar bundles en Java (utilitzant la llibreria de Senda) i per filtrar les incidències repetides rebudes.
6. Base de dades a Parse.
7. Codi en PHP per pujar i descarregar les incidències de la base de dades online.
8. Codi HTML, CSS, i PHP per a la pàgina web.

Aquests resultats compleixen amb la majoria dels requeriments inicials del projecte i inclús amplien la funcionalitat mínima demanada inicialment en alguns dels seus punts. El treball s'ha realitzat més ràpidament de l'esperat, cosa que ha permès aquestes ampliacions i obtenir més coneixements.

Malgrat això, no s'ha aprofundit suficientment en temes de seguretat i tampoc s'ha arribat a implementar el segon filtratge de incidències al node central. Per tant, els requeriments de seguretat, anonimat i filtratge d'incidències només s'han complert parcialment. Cal notar que alguns d'aquests requeriments s'han establert a posteriori i per això no s'hi ha pogut aprofundir.

Els resultats més valorats són, però, els no tangibles, és a dir, el guany de coneixement en quant a les tecnologies DTN i l'experiència en l'organització i documentació d'un projecte.

6 CONCLUSIÓ

Hi ha nombroses dificultats actualment per al desenvolupament d'una xarxa privada DTN en dispositius mòbils. És una tecnologia que encara està en desenvolupament i de la qual no en traiem tot el profit que podríem, però no dubto que en el futur s'acabi utilitzant com una eina indispensable en moltes situacions.

Malgrat tot, s'ha aconseguit desenvolupar un sistema que, amb algunes millores, podria estar al servei dels usuaris de la UAB i podria servir de gran utilitat per a conèixer les incidències que puguin tenir lloc al campus i actuar en conseqüència. Aquest projecte és un petit exemple de com ens podem ajudar d'aquests sistemes per millorar alguns aspectes en la forma de comunicar-nos de forma eficient.

Cada cop més, en la societat actual vivim en comunicació amb la resta de persones. En tot moment tenim la necessitat d'accedir a informació necessària per al nostre dia a dia i d'enviar-ne de nova estiguem on estiguem. Per això les tecnologies que permetin no interrompre les nostres activitats diàries mentre ens mantenen informats de tot el que necessitem tenen el camí preparat per al seu desenvolupament.

Molts altres projectes es posaran en marxa en els pròxims anys i molts ja s'estan desenvolupant ara. I després de recollir informació he pogut constatar que l'abast que pot arribar a tenir aquesta tecnologia és immens i les seves possibilitats no recauen només a la Terra, sinó que ens servirà per explorar i comunicar-nos a l'espai, fita de la qual no estem tant lluny.

6.1 Millores

6.1.1 Millora de la infraestructura

Com s'ha anat explicant, durant el desenvolupament han sorgit una sèrie de limitacions crítiques que han canviat la idea original del projecte.

Inicialment no es va plantejar de implementar la capacitat de enviar bundles DTN directament des del client. Seria un aspecte a millorar molt interessant, ja que l'enviament per HTTP fins als nodes, limita els avantatges que ofereix aquesta tecnologia, perquè la comunicació del client cap al node no permet de retards en l'enviament de la informació ni de talls en la connexió. Seria només un problema en el cas que un usuari que està enviant una incidència perdés la connexió amb el node en aquell precís moment.

S'ha vist però que no hi ha una llibreria pròpia d'Android i s'hauria de traslladar el codi d'alguna infraestructura ja existent [11] com DTN2, una llibreria DTN implementada en C++.

També es podria utilitzar Active-DTN per programar l'enrutament dels bundles i no només enviar-los de forma epidèmica. Això afavoriria que al node central arribessin les incidències abans i ordenades per prioritats si fos necessari.

Es podria intentar utilitzar "WIFI-Direct", enlloc de ad-hoc, per formar la malla de comunicació directament amb els dispositius com a nodes DTN. És una implementació d'una xarxa wifi que permet intercanviar informació entre dispositius mòbils sense estar connectat a un router [16] [17] i que Android implementa des de la versió 4.0 i que Apple implementa la seva pròpia versió i l'anomena "Airdrop". No s'adaptaria però al projecte actual que requereix de nodes externs que enviïn la informació.

Finalment, hagués sigut interessant simular l'entorn amb unes quantes màquines reals per veure d'una forma més gràfica els resultats o simular la xarxa a dins de l'autònoma. Cal dir que es va plantejar inicialment però per falta de temps es va descartar.

6.1.2 Filtratge de incidències al node central

El filtratge al node central consistiria en eliminar aquelles incidències que siguin falses o un intent de sabotatge i, a més, poder classificar-les segons criteris com la ubicació, el notificant o el tipus per a la seva visualització. Les incidències que hagin passat pel node central, serien considerades "comprovades" i es penjarien al web. També es podria dotar d'un rang de validesa a cadascuna segons si tenen el nom del notificant, la ubicació o una informació més detallada.

Una gran millora, seria doncs, fer un sistema automàtic de filtratge que tingués en compte tots aquests criteris al node central i establir un sistema de puntuació de les incidències segons la seva importància o validesa perquè fos visible per tothom al web. Evidentment, això només ajudaria a l'administrador, que, igualment, hauria d'estar present per als casos més ambigus.

6.1.3 Millora del portal web

La web desenvolupada és un portal molt senzill, només amb la informació bàsica i necessària com a primera aproximació. Es podria millorar tant en l'aspecte visual com en el funcional i fins i tot integrar-la amb la pàgina web de la Universitat Autònoma en aquest cas.

Una millora seria agrupar les incidències per tipus en diferents finestres per poder trobar les que ens interessin. També podríem mostrar les més destacades en portada o inclús relacionar-les amb notícies reals o donar més dades en cas de ser necessari. Es podria fer un cercador de les

incidències per nom, ubicació etc.

Es podria traduir a diferents idiomes la informació proporcionada per els usuaris. Hauria de fer-ho però una persona o una màquina capaç de llegir i traduir un text.

També es podria habilitar la capacitat d'editar una incidència online (sempre comprovant la seva validesa), per les persones que vulguin fer-ho des de fora de l'aplicació.

6.1.4 Millora en la seguretat

La seguretat en l'enviament de la informació no s'ha tractat amb profunditat.

Seria una millora tractar temes com el xifratge de la informació al ser enviada o la validació de la identitat d'un usuari amb certificats digitals, resolent així els requeriments de anonimat i seguretat.

Un usuari podrà triar si enviar la incidència signada amb el seu certificat o no, fet que influirà en la validesa que se li atorgui a l'hora de realitzar el filtratge.

6.1.5 Millora de l'aplicació Android

L'aplicació Android és una part del projecte on s'han dedicat nombrosos esforços, no obstant, sempre es pot millorar. Algunes d'aquestes millores són:

La possibilitat d'afegir una imatge a les dades proporcionades a la incidència, donaria una validesa i informació visuals que no es pot transmetre simplement amb text. Sembla lògic que davant certs successos s'hagi d'adjuntar una imatge per acabar de perfilar o entendre la informació.

L'apartat visual de l'aplicació és certament millorable. Segurament amb l'ajuda d'un dissenyador gràfic es podria fer molt més usable, encara que s'ha intentat que sigui el més intuïtiva possible.

Realitzar l'aplicació en una altra plataforma com IOS seria un gran progrés o fins i tot realitzar-la en un llenguatge multiplataforma com HTML5. Es va triar fer-la en Android perquè comprèn el nombre més gran de dispositius i per l'experiència prèvia en el disseny d'aplicacions.

AGRAÏMENTS

Voldria agrair l'ajuda en aquest projecte al meu tutor Guillermo Navarro Arribas per donar-me les eines necessàries per sortir dels nombrosos entrebancs en que m'he trobat i, sobretot, per dedicar molt del seu temps a rebre'm en moltes més de les reunions estipulades com a obligatòries i entendre moltes de les situacions en les que em trobava.

També voldria donar les gràcies a la meua família per

fer de user testers i escoltar amb tot interès les meves explicacions. I m'agradaria agrair de forma especial a la Laura el seu suport dia a dia i haver trobat la majoria de errors que he pogut corregir a l'aplicació.

-
- *E-mail de contacte:* david.cara@e-campus.uab.cat
 - *Menció realitzada:* Tecnologies de la Informació.
 - *Treball tutoritzat per:* Guillermo Navarro Arribas (DEIC)
 - Curs 2014/15

BIBLIOGRAFIA

- [1]R. Kraft, 'NASA, ESA Use Experimental Interplanetary Internet to Test Robot From International Space Station', NASA, 2015. [Online]. Available: http://www.nasa.gov/home/hqnews/2012/nov/HQ_12-391_DT-N.html. [Accessed: 03-Jun-2015].
- [2] Wikipedia, 'Delay-tolerant networking', 2015. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Delay-tolerant_networking. [Accessed: 03-Jun-2015].
- [3]F. Warthman, Delay- and Disruption-Tolerant Networks (DTNs), 2nd ed. Wartham Associates (<http://www.warthman.com>), 2012.
- [4]P. Muri, J. McNair, J. Antoon, A. Gordon-Ross, K. Cason, N. Fitz-Coy, P. Muri, J. McNair, J. Antoon, A. Gordon-Ross, K. Cason and N. Fitz-Coy, 'User Datagram and Bundle Protocol for Distributed Small Satellite Topologies', Journal of Wireless Networking and Communications, vol. 3, no. 3, pp. 19-28, 2013. Available: <http://article.sapub.org/10.5923.j.jwnc.20130303.01.html>
- [5]D. Israel and D. Cornwell, NASA's Advanced Communications Program: An Opportunity for Disruption-Tolerant Networking, 1st ed. Washington DC: Interplanetary Internet Special Interest Group (IPNSIG), 2015. Available: <http://ipnsig.org/wp-content/uploads/2015/05/NASAs-Advanced-Comm-Program-and-Opportunities-for-DTN-pt1.pdf>
- [6]R. Borja, D. Brown and K. Trinidad, 'NASA - NASA Tests First Deep-Space Internet', Nasa.gov, 2008. [Online]. Available: <http://www.nasa.gov/topics/technology/features/internet-20081118.html>. [Accessed: 07-Jun-2015].
- [7]V. Cerf, JPL-NASA DTN Flight Validation Experiment. 2008. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=IQzUvn_hWY. [Accessed: 07-Jun-2015].
- [8]K. Gifford, 'NASA - Disruption Tolerant Networking for Space Operations', Nasa.gov, 2015. [Online]. Available: http://www.nasa.gov/mision_pages/station/research/experiments/730.html. [Accessed: 03-Jun-2015].
- [9] Wikipedia, 'Mobile ad hoc network', 2015. [Online]. Available: http://es.wikipedia.org/wiki/Mobile_ad_hoc_network. [Accessed: 07-Jun-2015].
- [10]L. A. Latiff, N. Faisal, S. Arifin and A. Ali, 'Directional Routing Protocol in Wireless Mobile Ad Hoc Network', Trends in Telecommunications Tech-

nologies, 2010. Available : <http://www.intechopen.com/books/trends-in-telecommunications-technologies/directional-routing-protocol-in-wireless-mobile-ad-hoc-network>

[11] R. Yanggratoke, A. Azfar, M. Peroza. Delay Tolerant Network on Android Phones: Implementation Issues and Performance Measurements. School of Electrical Engineering, The Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden., 2011. Available: <http://ojs.academypublisher.com/index.php/jcm/article/view/jcm0606477484>

[12] Senda.uab.es, 'Active-DTN | SeNDA', 2015. [Online]. Available: <http://senda.uab.es/Active-DTN>. [Accessed: 07- Jun- 2015].

[13] GitHub, 'SeNDA-UAB/aDTN-platform', 2015. [Online]. Available: <https://github.com/SeNDA-UAB/aDTN-platform>. [Accessed: 26- Apr- 2015].

[14] Borrowbits.com, 'El problema de desplegar redes ad hoc en Android OS: ¿rootear el dispositivo? | BBits', 2013. [Online]. Available: <https://borrowbits.com/2013/08/el-problema-de-desplegar-redes-ad-hoc-en-android-os/>. [Accessed: 08- Jun- 2015].

[15] Parse.com, 'Parse'. [Online]. Available: <https://parse.com/>. [Accessed: 08- Jun- 2015].

[16] CompartirWIFI, 'Wifi direct, ¿para que sirve? ¿qué dispositivos son compatibles?', 2014. [Online]. Available: <http://www.compartirwifi.com/blog/wifi-direct-para-que-sirve/>. [Accessed: 09- Jun- 2015].

[17] BorrowBits, 'Wi-fi direct para desplegar redes p2p en android y sin rootear el dispositivo', 2013. [Online]. Available: <http://borrowbits.com/2013/11/wi-fi-direct-para-desplegar-redes-p2p-en-android-y-sin-rootear-el-dispositivo/>. [Accessed: 09- Jun- 2015].

[18] Web.mst.edu, 'Welcome to the Mobile Data Management and Applications Website', 2006. [Online]. Available: <http://web.mst.edu/~mobildat/DTN/index.html>. [Accessed: 19- Jun- 2015].

[19] Apunts de l'assignatura de Tecnologies Avançades de Internet, Universitat Autònoma de Barcelona. Impartit per Carlos Borrego, professor al Departament d'Enginyeria de la Informació i de les Comunicacions (DEIC).

[20] K. Scott and S. Burleigh, 'RFC 5050 - Bundle Protocol Specification', Tools.ietf.org, 2015. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc5050>. [Accessed: 29- Jun- 2015].

APÈNDIX

A1. Mockup de l'aplicació Android



A2. Captures de pantalla del portal web



Filtered incidents are:

Incidence 1:

Title

- accident

Description


- Carretera glacada

Time

- Thu Apr 30 15:54:44 CEST 2015

Notifier

- David Cara



Incidence 2:

Title

- caiguda

La localització de la incidència és:



Mapa | Satèl·lit

Universitat Autònoma de Barcelona

Universitat Autònoma de Barcelona

Cerdanyola Universitat

Applus+

Datos de mapas ©2015 Google, basado en BCN IGN España | Términos de uso | Informar de un error de Maps