

PERTSONEN INTERNET-A ERAIKITZEN

Jasone Astorga Burgo

Errektore jauna, Bizkaiko Ahaldun Nagusi jauna, Alkate jauna, Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura sailburu andrea, agintariak, irakasleak, AZPko langileak eta ikasleak, jaun-andreak, egun on guztioi.

¿A alguien se le ocurre qué pueden tener en común personajes como Filípides, Miguel Strogoff y Gandhi? Para todos ellos, su vida habría sido mucho más fácil si en su época hubiera existido Internet.

Filípides fue un héroe de la antigua Grecia que según la leyenda recorrió 42.195 metros desde Maratón hasta Atenas para anunciar la victoria del ejército griego sobre los persas, dando con ello lugar al nacimiento de la conocida prueba de atletismo. Cuando llegó se desplomó de agotamiento y murió.

La aventura de Miguel Strogoff tiene unos tintes similares. El famoso personaje de Julio Verne, era un correo del Zar de Rusia al cual el propio zar encomendó la misión de llevar un mensaje a su hermano, el Gran Duque, para avisarle de la traición y los maléficos planes de un antiguo militar ruso. Para llevar a cabo su misión, Miguel tuvo que atravesar toda Siberia (unos 5.500 kms) haciendo frente a numerosos peligros y sufrimientos.

Por último, Gandhi fue un conocido activista pacífico defensor de la justicia social y de la ética cuyo pensamiento y acciones llegaron a alterar las estructuras políticas e ideológicas del siglo XX. Apóstol de la no violencia y revolucionario, lideró varios movimientos de masas en su lucha por la independencia de la India. Cuánto más sencillo hubiera sido para Filípides o para Miguel Strogoff haber podido mandar un email o un simple WhatsApp. O qué útiles habrían sido para Gandhi herramientas como twitter o Facebook para difundir su mensaje.

No obstante, aunque todas ellas son aplicaciones convencionales, fáciles de utilizar para cualquier persona, su funcionamiento implica conceptos tecnológicos y teorías complejas. Hoy en día las tecnologías de la información y las comunicaciones son a menudo un pilar invisible. Están tan integradas en nuestro día a día, que muchas veces las damos por hecho y obviamos la complejidad que involucran y la inversión en investigación que ha sido necesaria para llegar a disponer de muchas de las herramientas que hoy por hoy consideramos imprescindibles.

Por ejemplo, para enviar un simple correo electrónico, disponemos de un programa de correo cliente en nuestro ordenador el cual ha de conocer cuál es su servidor de correo electrónico y ponerse en contacto con él. Después, este servidor de correo del emisor ha de averiguar cuál es el servidor de correo del destinatario y reenviar allí el correspondiente mensaje. Por último, el receptor, ha de descargarse el correo al programa cliente de su ordenador para poder leerlo. Además, durante este proceso, la información viaja a menudo a través de diferentes medios físicos, por ejemplo, Wi-Fi desde el ordenador del remitente a la red de acceso de su operador, ADSL en la red de acceso, fibra óptica en la red troncal y alguna tecnología 3G/4G para llegar al dispositivo del receptor final. Este proceso, se complica aún más si queremos recibir o enviar el correo mientras nos estamos moviendo, ¿cómo sabe la red dónde estamos para mandarnos el email a la localización concreta donde nos encontremos? Para ello, la red móvil correspondiente guarda registro de la localización geográfica de todos los

clientes, información que se va actualizando dinámicamente a medida que alguien se mueve.

Prozesua berdintsua da bezero-zerbitzari kontzeptuan oinarritutako edozein mezularitza sistemarentzat. Komunikazio hauek posibleak izateko maila desberdinetan antolatutako protokolo estandarizatu multzo bat beharrezkoa da. Hauen artean, azpimarratu beharrezkoa da IP protokoloa, Interneteko protokolo nagusia.

IP protokoloaren funtzionamendua komunikazio sareen arrakastarako funtsezkoa izan den kontzeptu batean oinarritzen da: paketeen kommutazioa. Hasiera batean bere erabilgarritasuna oso argi ez egon arren, unibertsitatean garatutako ideia horrek goitik behera aldatu du datu-komunikazioen arloa. Paketeen kommutazioa agertu arte, komunikazioak bi muturren artean zirkuitu bat ezartzen burutzen ziren, hau da, ibilbide bat finkatzen eta horretarako beharrezko baliabide guztiak erreserbatzen. Hau ez da batere eraginkorra sareko baliabideen erabilpenaren aldetik. Modu erraz batean azalduta, paketeen kommutazioak proposatzen duena honako hau da: sare baten bidez konektatutako ekipo bien artean byte tona bat bidali behar bada, jatorriak byte hauek pakete txikietan banatzen ditu. Pakete horiek saretik bidaiatzen dute helmugaraino, bide ezberdinak hartuz eta beste erabiltzaile eta aplikazioek sortutako paketeekin nahastuz, hau da, erabilgarri dauden baliabide guztiak elkarren artean partekatuz. Horrela sarearen baliabideak modu eraginkorrago batean erabiltzen dira. Helmugak, berari zuzendutako paketeak jasotzen ditu, modu zuzenean ordenatzen ditu eta jatorriko informazioa osatzen du erabiltzaileari modu egoki batean erakusteko.

Internetek erabat aldatu du pertsonen bai makinekin, bai gure artean ere, komunikatzeko eta elkarri eragiteko daukagun modua. Edozein momentutan, munduko edozein tokitan dagoen edozein pertsonarekin denbora errealean komunikatzeko aukera ematen digu.

Uda honetan estreinatutako pelikula ezagun baten esloganak zera esaten zuen: "20 urte izan ditugu prestatzeko. Haiek ere bai." Ez dakit zer lortuko zuten estralurtarrek azken 20 urte hauetan, baina gure kasuan aurrerapenak nabarmenak izan dira. Orain dela 20 urte, 1996an Internetak 10 milioi erabiltzaile zituen bakarrik. Eta bakarrik diñot kopuru hau oso txikia delako gaur egungo 3.000 milioi erabiltzaileekin konparatuta. Garai hartan World Wide Web delakoa jaio berria zen eta ez zeukan zerikusirik gaur egun ezagutzen dugunarekin. Google, Youtube eta Facebook ez ziren existitzen; ezta Wi-Fi deritzon hari gabeko komunikazio teknologia ere. Are gehiago, orain dela soilik 10 urte, Apple bezalako fabrikatzaileak funtzionaltasun anitz bateratzen zituzten "smart" gailuak merkaturatzen hasi zirenean oso eskasak izan ziren Internetak jasango zuen eraldatzea susmatu zuten ameslariak. Orduetik aurrera, datu mugikorrek ezinbestekoak bihurtu dira gure eguneroko bizitzan.

Urteak aurrera joan ahala, Interneten eboluzioa gero eta azkarragoa izan da; eta gauza bera gertatu da Interneten oinarritutako zerbitzu eta aplikazioekin. Orain dela gutxira arte 50 milioi erabiltzaileetara heltzea oso gertaera garrantzitsua zen edozein teknologiantzat. Azkeneko garapen teknologikoak, ostera, kopuru honetatik gora pasatzen dira ia ohartu barik. Azken hamar urtetan, ia-ia ideia bat baino ez ziren teknologiek industria osoak goitik behera aldatu dituzte egun batetik bestera. Telefonoak 75 urte behar izan zituen 50 milioi erabiltzaileetara heltzeko, irratiak 38 eta telebistak 13. Zenbaki hauen aurrean, web-ak 50 milioi erabiltzaileetara heltzeko 4 urte

soilik behar izatea aipagarritzat jo dezakegu. Hala ere, smartphonentzako Pokemon Go bideo-joko ospetsua 19 egun baino ez ditu behar izan kopuru horretara heltzeko. Adibide bat baino ez bada ere, mezu garrantzitsu bat darama. Are gehiago, Internet-ari esker bakarrik da posible zerbait "birala" bihurtzearen eragina; hau da, zerbait modu esponenzialean errepikatzea eta banatzea.

The Internet and the information and communication technologies as a whole have changed people, and as a consequence, they have changed our society. This fact is undeniable if we consider that these days many people wander through their cities holding their smartphones in the air ready to catch Pokemons. The strength of these technologies as leisure tools is very well known: starting from applications such as Facebook, twitter or spotify, with millions of users, to the utilization of virtual reality techniques along with high speed connections that allow us to achieve an almost real experience in the case of online video games. However, these technologies constitute also an extremely powerful working tool for all of us. For any professional, searching information is easier thanks to the Internet. And thanks to audio and video conferencing applications, for example, people researching in the same field can easily cooperate regardless of their actual geographical location.

Other fields closely linked to people, as it is healthcare, constantly benefit from the latest advances in information and communication technologies too. Among the most common applications, the use of wireless sensor devices to monitor patients or the tele-surgery stand out.

Another sector that has typically benefited from the advances in the telecommunications field is the one related to the mobility of people, leading to what is known as Intelligent Transport Systems (ITS). Regarding railway, critical applications such as traffic signalling and control systems are already being migrated to Internet technologies. On the other hand, vehicles are growing smarter every day. Equipped with sensors, which gather all possible data from the vehicle itself and from the environment, these smart vehicles can communicate with each other and with the infrastructure, being even able to drive themselves autonomously.

Finally, industry and manufacturing processes are also experiencing a revolution thanks to the advances in information and communication technologies, leading to what is known as Industry 4.0. The 4.0 factory consists of smart connected robots or machine tools (80% of the machines in the Spanish state are built here and Spanish state is the third in the world in machine tool building) which communicate among them and with their environment (parts, factory infrastructure, etc) to improve the efficiency of the manufacturing processes, reduce costs and create customized products. In such environments it is possible to deploy a high amount of sensors, which continuously gather information about the different parts of the manufacturing processes. This information is later processed in order to obtain high-level conclusions, which aid in business level decision making. This methodology is commonly known as Big Data. Additionally, workers can also wear augmented reality glasses, which superimpose virtual information to the worker's view of the real world, enabling them to carry out their job more efficiently.

Hoy en día Internet es el punto de encuentro para muchas tecnologías, todas ellas con características y requisitos muy diferentes. De hecho, en los últimos años, cada vez más aplicaciones están migrado de redes propias a proporcionarse sobre Internet. Este es el caso, por ejemplo, de las aplicaciones

típicamente soportadas sobre una red de telefonía específica. En cuanto a las aplicaciones de usuario, hace tiempo ya que WhatsApp desbancó a los SMS, las aplicaciones de televisión a la carta como Netflix o Yomvi han llegado para quedarse y las llamadas a través de Internet mediante herramientas como skype, google hangouts o la propia WhatsApp, son cada vez más frecuentes. Pero no sólo eso, las propias operadoras de telecomunicaciones están pasando de mantener redes diferenciadas para cada servicio (telefonía móvil y fija, televisión, Internet, etc) a proporcionar todos sus servicios sobre una única red basada en tecnología IP. Este fenómeno se conoce comúnmente con el término de "ALL IP". Como consecuencia, una red que inicialmente surgió para dar soporte a las comunicaciones entre equipos fijos, sin garantizar ningún tipo de calidad en el servicio, se utiliza hoy para dar servicios en tiempo real con requerimientos muy exigentes en cuanto a retardos, ancho de banda, movilidad y seguridad, por ejemplo. Todo ello conlleva la constante aparición de nuevos retos y la necesidad de seguir investigando e invirtiendo en el desarrollo de Internet.

Y a partir de aquí, ¿qué nos depara el futuro? Seguramente mucho más de lo que hoy en día somos capaces de imaginar. Julio Verne dijo "Todo lo que una persona puede imaginar, otras podrán hacerlo realidad." Elijan la película de ciencia ficción que más les guste, de ahí elijan lo que quieran y seguro que Internet y las tecnologías de la información y las comunicaciones en general, lo van a hacer real o al menos, van a ser parte de la solución que lo posibilite. En el futuro, las tecnologías de la información y las comunicaciones nos deberían ayudar sobre todo a cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible definidos por la ONU, entre los que cabe destacar "Erradicar la pobreza extrema, combatir la desigualdad y la injusticia y hacer frente al cambio climático". Con esto, estaremos construyendo la Internet para las personas.

La siguiente gran revolución de Internet puede ser el salto de las pantallas a los hologramas. Y seguro que las nuevas tecnologías van a servir para mejorar la calidad de vida de las personas con enfermedades crónicas o limitaciones físicas. Pero esto es el futuro a corto plazo. ¿Qué podemos esperar de la evolución de Internet de aquí a 50 años? Es posible que Internet como tal no exista. Y tampoco los dispositivos que hoy en día utilizamos para conectarnos a Internet, como ordenadores, móviles o tabletas. Es muy posible que Internet o las comunicaciones de datos en general, estén integradas en nosotros mismos, que sean una parte intrínseca a las personas. De esta forma, la "Internet del Futuro" será omnipresente en todas las actividades de nuestro día a día, permitiéndonos interactuar con nuestro entorno y con otras personas. El mundo que experimentemos será una combinación del mundo físico real y el mundo digital que nosotros mismos le superpongamos.

Baina pertsonen Internet hau eraiki ahal izateko, zenbait erronkei aurre egin behar zaie berehala. Eta horretarako arlo zientifiko desberdinen arteko elkarlana ezinbestekoa da, ez baitira erronka teknologiko hutsak.

Informazio eta komunikazio teknologiei dagokienez, erronka hauei aurre egiteko Europar Batasunak 5G deritzon teknologien aldeko apostua egin du bere H2020 programan. 5G sareek helburu zehatz batzuk definitzen dituzte zenbait errendimendu parametroei buruz, hala nola, banda zabalera, muturretik muturrerako atzerapena, eraginkortasun energetikoa, etab. Helburu hauetara heltzeko zenbait gaiei erantzuna eman beharko zaie lehenengo.

Alde batetik, erabiltzaileen etengabeko eskakizun bat gero eta sarerako sarbide eta datu-transmisorako abiadura altuagoak dira. Datorren

urteetarako ezarritako helburuaren arabera, banakako erabiltzaile bakoitzak 10 Gbps-taraino heldu daitezkeen datu-transferentziako abiadurak lortu ahal izango ditu. Hau da, gaur egun kasurik onenean ere lortu dezakegun abiadura baino 1000 bider handiagoa. Erreferentzia esparru bat zehaztearren, gaur egun abiadura altuko sare bat erabilia, erabiltzaile batek 40 minutu behar baditu bereizmen handiko bideo bat deskargatzeko, aurreikusitako datu-transferentziako abiadurekin, erabiltzaileak bideo bera deskargatu ahal izango du segundo bakar batzuetan.

Dena den, sarerako sarbide eta datu-transmisorako abiaduren handiagotzea ez da arazo hutsala, bereziki, mugikortasuneko testuinguruetan edo sarerako sarbidea hari gabekoa denean. Zentzu honetan, erronka nagusien artean, espekto elektromagnetikoaren muga nabarmentzen da. Urteetan zehar, operadoreek diru kopuru handiak ordaindu dizkiete gobernuei oso ondo mugatutako eta araututako espekto elektromagnetikoaren maiztasun-banda zehatz batzuk erabiltzeagatik, 700 MHz eta 3 GHz arteko tartean gutxi gorabehera. Hala eta guztiz ere, espekto elektromagnetikoa baliabide finitu bat da eta dagoeneko esan dezakegu agortu egin dela. Ondorioz, muga honi aurre egiteko aukeren artean, bi bide nagusi nabarmentzen dira: gaur egun erabilitako espekto elektromagnetikoaren tartetik kanpo dauden maiztasun-banda berriak erabiltzeko aukera aztertzea; edo dagoeneko erreserbatutako maiztasun-bandetan bit gehiago transmititu ahal izateko mekanismoak garatzea.

Beste erronka garrantzitsu bat sarera konektatzen diren gailuen multzoa egokitzea da, multzo hau gero eta handiagoa eta heterogeneoagoa delarik. Ez dira bakarrik pertsonen erabilitako gailuak. Internetera konektatutako gailu kopuruaren handiagotze nabarmena makinatik makinarako (M2M) komunikazioen ondorioa da batez ere, Gauzen Interneta (IoT – Internet of Things) bezala ezagutzen denaren esparruan. Izan ere, gaur egun, gizakiok gutxiengo bat gara jadanik Interneteko erabiltzaile guztien taldean. Internetera konektatutako gailuen kopuruak biztanleria globala gainditu zuen 2011an, eta kalkuluen arabera, 50.000 milioietara helduko da 2020an. Iragarpenek diotenez, data horretarako, konektatutako gailuen kopurua pertsonen kopurua baino 6 aldiz handiagoa izango da.

Hainbeste gailuen interkonektzioak, gero eta banda zabalera behar handiagoeekin gainera, hari gabeko sareen hedatzea eta dentsifikazioa dakar. Horrek erronka berri bat suposatzen du eraginkortasun energetikoaren hobekuntzarako. Izan ere, sare azpiegitura osatzen duten gailuen kopurua larriki haztearen ondorioz, guztira kontsumitu beharreko energiak maila onargarriak gainditzea erraza litzateke. Antenek igorritako energiak kontsumo esanguratsua suposatzen badu ere, energia kontsumoaren parterik garrantzitsuena hardwareari lotuta dago benetan. Zentzu honetan, trafiko ingeniariarekin loturiko faktoreek oso paper garrantzitsua jokatzen dute energetikoki eraginkorrak diren sareen diseinuan. Adibidez, erabiltzen ez diren bitartean, azpiegituraren gailu batzuk, edo euren parteak, itzaltzeko gaitasuna, edo informazioaren transmisorako estrategia trafiko patroien arabera egokitzeko gaitasuna.

Beste alde batetik, eskaeraren areagotzeak eta trafiko patroien aldakorrek gero eta presio handiagoa ezartzen dute telekomunikazio sareen gain, bai hari gabeko sarbide sareen kasuan baita sare finkoen kasuan ere. Gainera, sareak gaur egun ere imajinaezinak diren zerbitzu, erabiltzaile eta aplikazio berriak jasan behar ditu. Eskakizun guzti hauei aurre egiteko sareak inteligentziaz

hornitu behar dira. Helburu honekin sarearen programagarritasuna edo sare funtzioen birtualizazioa bezalako paradigmatik etorkizun handiko baliabideak dira. Teknologia hauen bidez sarearen funtzionamendua modu zentralizatu batean kontrolatzea posiblea da, goi-mailako programak erabiliz; baita sarearen edozein kokapenean sare funtzio espezifikoak modu bizkor eta dinamikoan instalatzea ere. Modu honetan, sareak erabiltzaile eta aplikazio desberdinek ezarritako erabilgarritasun, kalitate eta errendimendu eskakizunei aurre egin diezaieke.

Another critical challenge that we will have to face in the next few years is the one related to security. This challenge becomes particularly complex in the framework of the Internet of Things. As a greater amount and diversity of devices are connected to the Internet, new opportunities arise to exploit potential security vulnerabilities. The consequences of the security issues caused by security vulnerabilities are the same for IoT devices and for the systems traditionally connected to the Internet. The transcendental difference lies in the size, prize and ubiquity of IoT devices, as well as in the high amount of deployed devices. Technical difficulties and the need of achieving competitive costs in the production of these devices goes against the interest of manufacturers in incorporating strong security mechanisms, making this way IoT devices more vulnerable than their homonyms of the traditional Internet. Additionally, the mere increment of the number and nature of the IoT devices can also lead to new attack opportunities. This, together with the highly interconnected nature of IoT devices, results in the fact that each poorly secured IoT device which is connected to the Internet, might jeopardize the security and reliability of the whole Internet, and not only its local security.

On the other hand, the massive deployment of IoT devices, continuously gathering information, can lead to a broad and diverse amount of personal information being available on the Internet. Additionally, if different individually harmless data sources are matched or correlated it is possible to obtain a more invasive view of the given person.

Sometimes, a user might even be unaware of a device gathering personal information and sharing it with third parties. For instance, devices such as smart televisions or video game consoles usually integrate speech recognition systems or webcams which continuously hear our conversations or watch our activities, and can even transmit this information to remote servers through the Internet. For all these reasons, research is necessary to improve and enhance the usability of the security mechanisms that allow the guarantee of people's privacy, so that each person can always be aware of what information he or she is sharing, when and with whom.

Pero si realmente queremos construir una Internet para las personas, las soluciones tecnológicas no son suficientes, es necesario involucrar a todos los campos científicos. Las soluciones a los retos aquí planteados tienen su fundamento en las ciencias básicas, como las matemáticas o la física. A modo de ejemplo, los mecanismos criptográficos utilizados para proteger las comunicaciones y los sistemas de información están basados en problemas matemáticos complejos. La propagación de señales a través de diferentes medios se fundamenta en el estudio de diferentes fenómenos físicos. El papel de los ingenieros y las ingenieras consiste en hacer uso de esos avances en las ciencias básicas para mejorar la tecnología; y eso podemos hacerlo con diferentes objetivos.

A la hora de definir los objetivos para hacer los avances tecnológicos útiles para las personas, la participación de investigadores e investigadoras de otras áreas del saber, más cercanas a las personas, es clave. Tanto la medicina como la psicología, la sociología, la educación o la música juegan un papel importantísimo en el desarrollo de las nuevas tecnologías adaptadas a las personas. Un ejemplo claro del éxito de este trabajo multidisciplinar es el caso de los videojuegos, en el que profesionales de la programación, guionistas, músicos, diseñadores gráficos, etc han trabajado codo con codo para desarrollar un producto altamente atractivo para las personas. Además, las nuevas tecnologías e Internet suponen una oportunidad única para la diversidad cultural, haciendo posible que culturas o lenguas minoritarias puedan darse a conocer en el mundo entero. Un ejemplo de ello es el dominio .eus, el cual sirve como herramienta para promover el reconocimiento del euskara a nivel internacional y ponerlo al nivel de otras lenguas.

Por lo tanto, podemos decir que Internet representa hoy en día uno de los ejemplos más exitosos de los beneficios de la inversión sostenida y del compromiso con la investigación y el desarrollo de infraestructuras de información y comunicaciones. Y la Internet del futuro, la Internet de las personas, sólo será posible si seguimos apostando por la investigación.

Amaitzeko, Euskal Herriko Unibertsitateak eta bereziki, Bilboko Ingeniaritza Eskolak, euskal gizartearen oparotasun eta ongizatearen areagotzerako egindako ekarpenari buruzko hausnarketa bat egitea gustatuko litzaidake. Aurten, gure unibertsitateko telekomunikazio ingeniarien lehenengo promozioak bere 25. urteurrena ospatzen du. Orduetik aurrera, 3.000 profesional eta 100 doktore baino gehiago, ni barne, irten dira lan-merkatara UPV/EHU-tik; denbora honetan, haien ezagutzak eta gogoak mota askotariko enpresa eta erakundeetan jarriz, haien lanarekin gure gizartearen hobekuntzari lagunduz. Batez ere, informazio eta komunikazio teknologien arloan, baina beste batzuetan ere, hala nola, ekonomian, osasunean, hezkuntzan, logistikan, industria tradizionalan, politikan edo komunikabideetan. Neurri handi batean pertsona hauei esker, ezagutza teknologiko berriak ulertu, egokitu, erabili eta kasu askotan sortu ahal izan dira. Ezagutza teknologiko berri hauek produkzio-sektore guztiak eta administrazio publikoaren arlo guztiak eraldatu dituzte, gure ongizate maila munduko herri aurreratuenen parean mantentzen lagunduz. Oinarri honekin eta unibertsitatearen eta gizartearen arteko lankidetzaren aldeko apostua eginez, etorkizuneko Internet-a ulertu eta imajinatzeke gai izango gara; horrela etorkizuneko Internet-aren, pertsonen Internet-aren, eraikuntzaren parte izanez.

Internet makinak komunikatzeko sare bat bezala jaio zen, xede militarrekin gehien bat, baina bere arrakasta ez zen hasi pertsonak komunikatzeko erabiltzen hasi zen arte; eta aurrera egiten jarraituko du pertsonen zerbitzura jarraitzen duen heinean.

Eskerrik asko zuen arretagatik!

Erreferentziak

3rd Generation Partnership Project (3GPP). [Online]. Available: <http://www.3gpp.org>

Aguzzi, S., Bradshaw, D., Canning, M., Cansfield, M., Carter, P., Cattaneo, G., Gusmeroli, S., Micheletti, G., Rotondi, D., Stevens, R., "Definition of a Research and Innovation Policy Leveraging Cloud Computing and IoT Combination", European Commission, May 2015. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-research-and-innovation-policy-leveraging-cloud-computing-and-iot-combination>

Biggs, P., Johnson, T., Lozanova, Y., Sundberg, N., "Emerging Issues for our Hyperconnected World", The Global Information Technology Report 2012: Living in a Hyper-connected World, Dutta, S., Bilbao-Osorio, B. eds., INSEAD & World Economic Forum, pp. 47-56, 2012. [Online]. Available: http://www3.weforum.org/docs/Global_IT_Report_2012.pdf

Cavalcante, R. L. G., Stanczak, S., Schubert, M., Eisenblätter, A., Türke, U., "Toward Energy-Efficient 5G Wireless Communications Technologies", IEEE Signal Processing Magazine, vol. 31, no. 6, pp. 24-34, Nov 2014.

Davies, R., "5G network technology. Putting Europe at the leading edge", European Parliamentary Research Service, Jan 2016. [Online]. Available: [http://www.europarl.europa.eu/thinktank/es/document.html?reference=EPRS_BRI\(2016\)573892](http://www.europarl.europa.eu/thinktank/es/document.html?reference=EPRS_BRI(2016)573892)

Hakiri, A., Berthou, P., "Leveraging SDN for the 5G Networks: Trends, Prospects and Challenges", Software Defined Mobile Networks (SDMN): Beyond LTE Network Architecture, Liyanage, M., Gurtov, A., Ylianttila, M. eds., Wiley, pp. 61-80, Aug 2015.

IEEE Computer Society, "IEEE Standard for Information technology -Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications", IEEE Std 802.11, 2012. [Online]. Available: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11-2012.pdf>

Information Sciences Institute, University of Southern California, "Internet Protocol. Darpa Internet program protocol specification", RFC 791, Sep 1981. [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc791>

InterDigital, "Advanced Services Enabled by 5G Networks", Mobile World Congress 2015. [Online]. Available: <http://www.interdigital.com/presentations/advanced-services->

Internet Society, "Brief History of the Internet". [Online]. Available: <http://www.internetsociety.org/internet/what-internet/history-internet/brief-history-internet>

Kleinrock, L., "Message Delay in Communication Nets with Storage", Massachusetts Institute of Technology, Department of Electrical Engineering, 1962.

Klensin, J., "Simple Mail Transfer Protocol", RFC 5321, Oct 2008. [Online]. Available: <https://www.ietf.org/rfc/rfc5321.txt>

National Instruments, "5G: The Internet of Everyone and Everything", NI Trend Watch. 2015. [Online]. Available: http://www.ni.com/pdf/company/en/Trend_Watch_5G.pdf

Rose, K., Eldridge, S., Chapin, L., "The Internet of Things: an overview. Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World", Internet Society, Oct 2015. [Online]. Available:

<http://www.internetsociety.org/doc/iot-overview>

Vermesan, O., Friess, P., "Building the Hyperconnected Society, IoT Research and Innovation Value Chains, Ecosystems and Markets". River Publishers. [Online]. Available: http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/Building_the_Hyperconnected_Society_IERC_2015_Cluster_eBook_978-87-93237-98-8_P_Web.pdfVerne, J.,

"Michel Strogoff", Pierre-Jules Hetzel, 1876.