

Broadcasting in 4G mobile broadband networks and its evolution towards 5G

Resum

Un dels desafiaments de la indústria mòbil es fer front al augment de la demanda de tràfic mòbil esperat per als propers anys, impulsat principalment per l'ús creixent dels serveis de vídeo per a mòbils. Certament, l'existència de terminals cada volta més potents està fomentant el consum de contingut de vídeo de alta qualitat. Sovint, els serveis de vídeo s'identifiquen amb la radiodifusió programada dels serveis de televisió lineal utilitzant la distribució punt a multipunt (*broadcast*). No obstant això, el consum de contingut vídeo sobre les xarxes mòbils es diferent de la televisió fixa tradicional ja que les continguts es consumeixen principalment sota demanda de l'usuari amb connexions punt a punt (*unicast*). Per tant, la convergència de la distribució de televisió lineal i contingut sota demanda representa un desafiament que requereix un model que combine ambdós tipus de transmissions, *broadcast* i punt a punt *unicast*.

Esta tesis doctoral aborda l'ús de les tecnologies de radiodifusió per al proveïment dels serveis multimèdia a dispositius mòbils en les xarxes de banda ampla mòbil de quarta generació (4G) i la seua evolució més enllà de 4G. Específicament, la tesis es centra en la tecnologia de radiodifusió inclosa en les xarxes 4G LTE i LTE-Advanced, coneguda com eMBMS. S'analitzen els beneficis dels aspectes de la capa física d'eMBMS per que fa als desplegaments de xarxes de radiodifusió sincronitzades en temps y freqüència (MBSFN) i s'identifiquen les limitacions actuals de la capa física d'eMBMS comparat amb la tecnologia de radiodifusió de l'altre sistema cel·lular 4G com és l'estàndard IEEE 802.16m. Estes limitacions son l'ús de portadores dedicades i de tècniques amb múltiples antenes en transmissió per a la distribució *broadcast*. Les nostres investigacions fan servir una plataforma completa de simulació que inclou simulacions a nivell d'enllaç i a nivell de sistema per avaluar les prestacions de la radiodifusió amb eixes tecnologies reals.

La investigació sobre els serveis eMBMS es centra en trobar la transmissió òptima dels serveis de vídeo-streaming i descàrrega de fitxers centrant-se en el problema de la gestió dels recursos radio i la solució de compromís entre les tècniques de correcció d'errors en la capa física (PHY-FEC) i la d'aplicació (AL-FEC). Respecte als serveis de vídeo-streaming, els resultats mostren que l'ús de mecanismes de correcció d'errors en la capa d'aplicació augmenta el nivell de cobertura i, per tant, la màxima taxa de dades del servei. El guany degut a l'ús d'AL-FEC es major en escenaris amb usuaris d'alta mobilitat, encara que este guany està limitat si es desitjat tenir temps de zàping baixos. Pel que fa als serveis de descàrrega de fitxers, esta tesis analitza la durada de la transmissió requerida per a garantir la correcta recepció del fitxer i la reducció de la taxa de dades mitjana en els usuaris *unicast* amb diferents modes de transmissió. Els modes de transmissió son l'entrega mitjançant *unicast*, eMBMS i un mètode híbrid que combina una primera fase amb eMBMS i una darrera fase de correcció d'errors amb transmissions *unicast*. Els nostres resultats mostren que este últim mode és la configuració més eficient en termes de temps de descàrrega del fitxer, encara que es redueixen més les prestacions dels usuaris *unicast*.

Por altra banda, com un exemple de cas d'ús, esta tesis doctoral també investiga l'ús de las xarxes LTE per al proveïment dels serveis de seguretat vehiculars comparant els modes de transmissió *unicast* i eMBMS. Els resultats ressalten que amb l'ús d'eMBMS per al proveïment d'aplicacions de seguretat en carretera es poden aconseguir significants beneficis en termes d'ús de recursos, latència extrem a extrem i l'estalvi en el cost de transmissió. A més, la investigació també aborda el problema associat amb el suport d'estes aplicacions en l'actual arquitectura d'eMBMS, la configuració del servidor dels sistemes de transport intel·ligent (ITS) encarregat de distribuir els missatges de seguretat així com la seua interacció amb l'operador de xarxa mòbil.

Finalment, esta tesis doctoral analitza les possible opcions de convergència entre la indústria mòbil i els radiodifusors de TV digital terrestre per assegurar l'èxit dels desplegaments de xarxes de radiodifusió mòbil en el futur. Una evolució separada de les tecnologies de radiodifusió d'ambdues indústries donaria lloc a un escenari amb dos indústries diferents, amb les seues diferents infraestructures de xarxa i models de negoci, competint per el mercat i espectre. Esta tesis doctoral proposa una estratègia basada en que la futura definició del sistema de comunicacions de banda ampla mòbil de quinta generació (5G) junte les indústries mòbils i de radiodifusió per a formar una única xarxa convergent fixa i mòbil. Açò permetria oferir una alternativa completa per a que la radiodifusió de TV terrestre siga un servei universal.