

Resum

La tecnologia de múltiples entrades i múltiples eixides (MIMO) en xarxes de Televisió Digital Terrestre (TDT) té el potencial d'incrementar l'eficiència espectral i millorar la cobertura de xarxa per a afrontar les demandes d'ús de l'escàs espectre electromagnètic (e.g., designació del dividend digital i la demanda d'espectre per part de les xarxes de comunicacions mòbils), l'aparició de nous continguts d'alta taxa de dades (e.g., ultra-high definition TV - UHD TV) i la ubiqüitat del contingut (e.g., fix, portàtil i mòbil). És àmpliament reconegut que MIMO pot proporcionar múltiples beneficis com: potència rebuda addicional gràcies als guanys de array, major robustesa contra esvaments del senyal gràcies a la diversitat espacial i majors taxes de transmissió gràcies al guany per multiplexat del canal MIMO. Aquests beneficis es poden aconseguir sense incrementar la potència transmesa ni l'ample de banda, però normalment s'obtenen a costa d'una major complexitat del sistema tant en el transmissor com en el receptor. Els guanys de rendiment finals a causa de l'ús de MIMO depenen directament de les característiques físiques de l'entorn de propagació com: la correlació entre els canals espacials, l'orientació de les antenes, i/o els desequilibris de potència patits en les antenes transmissores. Addicionalment, a causa de restriccions en la complexitat i aritmètica de precisió finita en els receptors, és fonamental per al rendiment global del sistema un disseny acurat d'algorismes específics de processament de senyal.

Aquesta tesi doctoral se centra en el processament de senyal tant en el transmissor com en el receptor per a sistemes TDT que implementen MIMO-BICM (Bit-Interleaved Coded Modulation) sense canal de tornada cap al transmissor des dels receptors. En el transmissor aquesta tesi presenta recerques en precoding MIMO en sistemes TDT per a superar les degradacions del sistema degudes a diferents condicions del canal. En el receptor es presta especial atenció al disseny i avaluació de receptors pràctics MIMO-BICM basats en informació quantificada i al seu impacte tant en la memòria del xip com en el rendiment del sistema. Aquestes recerques es duen a terme en el context d'estandardització de DVB-NGH (Digital Video Broadcasting - Next Generation Handheld), l'evolució portàtil de DVB-T2 (Second Generation Terrestrial),

RESUM

i ATSC 3.0 (Advanced Television Systems Committee - Third Generation) que incorporen MIMO-BICM com a clau tecnològica per a superar el límit de Shannon per a comunicacions amb una única antena. No obstant açò, aquesta tesi doctoral empra un mètode genèric tant per al disseny, anàlisi i avaluació, per la qual cosa els resultats i idees poden ser aplicats a altres sistemes de comunicació sense fils que empen MIMO-BICM.

La primera part de la tesi analitza el rendiment i l'estructura dels precoders MIMO basats en matrius de rotació per a MIMO 2×2 i se centra en el cas d'antenes amb polarització croada que és la configuració preferida dels sistemes TDT en la banda UHF. L'anàlisi i l'avaluació amb els límits de teoria de la informació dels sistemes BICM i les simulacions de bit-error-rate incloent codificació de canal, demostren els interessants resultats que el rendiment del precoder depèn del code-rate seleccionat. Mentre que la rotació pot proporcionar millores significatives mitjançant l'ús de code-rates alts, la millora de rendiment es redueix utilitzant code-rates més baixos. A més, es proposa un precoder de canal que explota la informació estadística del canal MIMO. El rendiment del precoder de canal s'avalua en una àmplia varietat d'escenaris de canal i en condicions de mismatch (i.e., difereixen els estadístics usats pel precoder i els estadístics del canal), una situació típica en els sistemes de difusió. Els resultats de capacitat demostren millores de rendiment en casos d'una forta component de visió directa amb el transmissor al costat de canals espacials correlats, i robustesa en condicions de mismatch. Finalment, es comparen el rendiment amb resultats de simulació de bit-error-rate de sistemes single-input single-output, 2×2 i 4×2 MIMO i el precoder de canal MIMO proposat.

La segona part de la tesi es dedica a recerques dels trade-off entre la memòria i el rendiment de receptors MIMO amb informació soft quantificada. Els sistemes TDT depenen de les tècniques d'entrellaçat temporal per a superar les fluctuacions del senyal i millorar el rendiment del sistema. No obstant açò, l'entrellaçat temporal imposa els requisits més alts de memòria de xip que depenen de la resolució de quantificació i dels algorismes emprats en els receptors. A causa que la memòria de xip comporta una gran part de l'àrea del xip, és desitjable tenir representacions de paraula reduïdes amb una pèrdua de rendiment limitada. Dos tipus de receptors quantificats són investigats: quantificació de mostres In-phase i Quadrature (I&Q) i quantificació de log-likelihood ràtios. Les implicacions en la memòria de xip i la possibilitat d'implementar MIMO-BICM amb descodificació iterativa es presenten i discuteixen. El rendiment de quantificació uniforme i no-uniforme és avaluat demostrant beneficis potencials per a quantificació no-uniforme adaptada als estadístics del senyal. Els resultats obtinguts en aquest capítol milloren el coneixement sobre l'important trade-off entre memòria de xip i el rendiment de sistema per a arquitectures de recepció amb informació quantificada.