

RAPORTUL ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

CUPRINS

1	Obiectivele generale	1-1
2	Obiectivele Etapei I	2-1
3	Rezumatul fazei	3-1
4	Analiza performanțelor rețelelor wman (WiMax) cu antene adaptive	4-1
4.1	Stadiul actual al dezvoltării sistemelor MIMO	4-1
4.2	Tehnici standard de îmbunătățire a performanțelor WiMAX	4-3
4.3	Sisteme de antene și tehnici de diversitate utilizate pentru îmbunătățirea performanțelor sistemelor wireless	4-4
4.3.1	Tehnici pentru îmbunătățirea performanțelor	4-4
4.3.2	Avantajele utilizării antenelor adaptive inteligente	4-5
4.3.3	Tipuri de antene performante pentru sisteme wireless	4-7
4.3.4	Tehnici de diversitate utilizate pentru antene adaptive	4-10
4.4	Aplicarea diferitelor tehnici pentru îmbunătățirea parametrilor sistemelor WiMAX	4-16
4.4.1	Avantajele folosirii antenelor adaptive	4-16
4.4.2	Avantajele utilizării diversității în spațiu	4-16
4.4.3	Folosirea diversității	4-18
4.4.4	Formarea caracteristicii de radiație	4-23
4.4.5	Tehnici MIMO avansate	4-26
4.5	Concluzii referitoare la îmbunătățirea performanțelor sistemelor WiMAX	4-27
5	Analiza performanțelor rețelelor de senzori (ad-hoc) cu antene adaptive	5-1
5.1	Tipuri de rețele PAN	5-1
5.2	Funcționarea rețelelor ad-hoc	5-3
5.2.1	Aspecte de bază ale funcționării și arhitecturii 802.15.1	5-3
5.2.2	Aspecte de bază ale funcționării și arhitecturii 802.15.3	5-5
5.2.3	Aspecte de bază ale funcționării și arhitecturii 802.15.4	5-6
5.3	Arhitectura rețelei LR-WPAN	5-8
5.3.1	Tipuri de dispozitive	5-8
5.3.2	Topologii de rețea	5-8
5.3.3	Formarea unei rețele în diverse tipuri de topologii	5-9
5.4	Modul de funcționare	5-10
5.4.1	Transferul de date către un coordonator	5-12
5.4.2	Transferul de date de la un coordonator	5-13
5.4.3	Transferul de date în rețele în topologie pereche	5-14
5.5	Nivelul fizic	5-14
5.5.1	Domeniul de frecvențe utilizat	5-15
5.5.2	Alocarea canalului	5-15
5.5.3	Numerotarea canalelor	5-15
5.5.4	Paginile de canal	5-16
5.5.5	Specificații la nivel fizic	5-16
5.5.6	Formatul PPDU (PHY protocol data unit)	5-17
5.5.7	Specificația stratului fizic în banda ISM (2450MHz)	5-18

5.5.8	Specificația stratului fizic în banda 868MHz cu modulație BPSK	5-19
5.5.9	Specificația stratului fizic în banda 868MHz cu modulație ASK	5-20
5.5.10	Specificația stratului fizic în banda 868MHz cu modulație O-QPSK	5-21
5.5.11	Alte specificații referitoare la stratul fizic	5-22
5.6	Controlul accesului la mediu în rețele de senzori	5-22
5.6.1	Cerințe impuse protocoalelor de acces la mediu în rețelele de senzori	5-22
5.6.2	Cauze ale consumului de energie în rețele de senzori	5-23
5.6.3	Tipuri de protocoale la nivel MAC	5-23
5.6.4	Specificațiile subnivelului MAC pentru protocolul IEEE 802.15.4	5-24
5.6.5	Mecanisme pentru asigurarea transmiterii datelor	5-29
5.6.6	Descrierea principalelor protocoale caracteristice pentru rețelele de senzori	5-31
5.7	Sincronizarea în rețele de senzori	5-41
5.7.1	Necesitatea sincronizării în rețelele de senzori	5-41
5.7.2	Limitări legate de sincronizarea în rețele de senzori	5-42
5.7.3	Cerințe impuse protocoalelor de sincronizare din rețelele de senzori	5-42
5.7.4	Clasificarea protocoalelor de sincronizare	5-43
5.8	Controlul topologiei în rețele de senzori	5-47
5.8.1	Necesitatea controlului topologiei	5-47
5.8.2	Clasificarea metodelor de control a topologiei	5-48
5.8.3	Descrierea algoritmilor neomogeni de control a topologiei	5-48
5.8.4	Protocoale de control a topologiei pentru rețele de senzori mobile	5-50
5.9	Descoperirea vecinilor în rețele de senzori	5-51
5.10	Avantajele utilizării antenelor adaptive în rețele de senzori	5-52
5.10.1	Transmisia MIMO cooperativă în rețele de senzori	5-53
5.10.2	Utilizarea tehnicii STBC în rețelele de senzori	5-56
5.10.3	Arhitectura V-BLAST în rețelele de senzori	5-57
5.11	Managementul puterii în rețele de senzori	5-59
5.11.1	Metode de eficientizare ale consumului de energie la nivel fizic	5-59
5.11.2	Metode de eficientizare a consumului de energie la subnivelul legături de date	5-60
5.11.3	Metode de eficientizare ale consumului de energie la nivelele superioare	5-60
5.12	Aplicații	5-62
6	Parametrii ce influențează semnificativ comportarea canalului de transmisie MIMO	6-1
6.1	Aspecte generale	6-1
6.2	Fenomene care stau la baza metodelor de simulare	6-1
6.2.1	Reflexia și dispersia	6-2
6.2.2	Difracția	6-4
6.3	Aspecte ale propagării în sisteme de comunicații mobile	6-7
7	Model generalizat de canal radio pentru sisteme de comunicație MIMO	7-1
8	Constituirea fizică a rețelelor de comunicație MIMO	8-1
9	Concluzii	8-1
10	Bibliografie	10-1
11	Lista acronimelor utilizate	11-1

1 OBIECTIVELE GENERALE

Proiectul își propune să elaboreze soluții privind modelarea canalelor MIMO, estimarea capacității de trafic a unui sistem MIMO, elaborarea unor algoritmi pentru transmisia eficientă pe canale MIMO, elaborarea unor algoritmi de formare digitală a diagramei de radiație a unui șir de antene (digital beamforming), descrierea în limbaj HDL a algoritmilor elaborați și testarea performanțelor lor.

2 OBIECTIVELE ETAPEI A II-A

În prima fază a proiectului s-a realizat un studiu al performanțelor sistemelor actuale de comunicații evidențiind îmbunătățirea acestora prin utilizarea antenelor adaptive. În conformitate cu Planul de realizare a proiectului în faza a doua a proiectului se continuă studiu performanțelor aduse de antenele inteligente sistemelor actuale de comunicații având ca obiectiv rețelele WiMax și cele ad-hoc, se stabilesc parametrii ce influențează semnificativ comportarea canalului de transmisie MIMO și se elaborează un model generalizat de canal radio pentru sisteme de comunicație MIMO.

3 REZUMATUL FAZEI

Utilizarea sistemelor de comunicații wireless cunoaște o creștere explozivă în lume. Creșterea exponențială a utilizatorilor din sistemele de comunicații wireless este însă limitată de banda de frecvență disponibilă pentru aceste sisteme ceea ce crează probleme serioase furnizorilor de servicii. O soluție potențial posibilă pentru această problemă, a limitării de bandă, o constituie utilizarea sistemelor de antene inteligente sau adaptive, folosite inițial în sistemele de comunicații militare, dar acum constituind o soluție atractivă și pentru sistemele comerciale de comunicații wireless.

Antenele inteligente oferă avantaje substanțiale în proiectarea și în obținerea performanțelor sistemelor de comunicații wireless, care pot fi sintetizate astfel: **creșterea câștigului antenelor**: conduce la creșterea ariei de acoperire a stației de bază, crește durata de viață a bateriilor stațiilor mobile, caracteristica de radiație a antenei poate fi astfel proiectată încât pe direcția surselor de perturbații să aibă un nul cuîmbunătățirea raportului C/I și creșterea capacității canalului și, în sfârșit, informația rezultată de la șirul de antene poate fi utilizată pentru micșorarea fadingului prin utilizarea diversității spațiale și de polarizare

În cazul rețelelor de senzori se pot aplica tehnici MIMO cooperative. Se reduce astfel consumul de energie la nivelul unui nod pentru obținerea aceluiași performanțe în ceea ce privește debitul util și rate erorii pe bit. Cooperarea presupune consum de energie pentru schimbul de date la nivel local, consum de energie pentru circuitele de la nivelul nodurilor și consum de energie pentru procesarea digitală a semnalului. Dacă se ia în considerare numai energia consumată la emisie, s-a demonstrat că este mai eficient să se realizeze transmisii pe distanțe scurte. Dacă se consideră și energia consumată la nivelul circuitelor consumul de energie trebuie determinat pentru fiecare hop. Tehnicile cooperative s-au dovedit a fi eficiente și pentru combaterea fading-ului și creșterea duratei de viață a unei rețele de senzori.

Programul elaborat oferă posibilitatea simulării unui sistem radio mobil. Modelul de canal suportă parametri de legătură radio Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) având ca date de intrare parametrii canalului și parametrii antenei, oferind la ieșire matricile de canal MIMO. Matricile de canal pot fi generate pentru multiple legături BS-MS. Ieșirea este o matrice multidimensională ce conține răspunsul la impuls al canalului pentru un număr predefinit de legături radio.

Utilizatorul are la dispoziție o interfață grafică ce simplifică introducerea parametrilor. Aceștia au fie valori implicite, fie pot primi o valoare aleatoare. Se poate seta un număr pe baza căruia se generează secvența aleatoare, astfel se pot obține aceiași parametri la fiecare rulare în cazul în care se dorește acest lucru. În cazul în care se setează o valoare ce determină un timp de calcul exagerat sau care depășește gama de valori admisă programul afișează mesaje de avertizare.

Indicii de performanță ai canalului precum întârzierile și nivelul semnalului recepționat sunt determinați după mai multe iterații. În timpul unei iterații de simulare canalul se confruntă cu un fading rapid corespunzător mișcării stației mobile. În cadrul unei simulări, locația stațiilor fixe rămâne aceeași, în timp ce pozițiile stațiilor mobile sunt modificate la începutul fiecărei etape.

Cele N semnale recepționate de stația mobilă sunt replici întârziate ale semnalului transmis. Aceste N căi de propagare sunt definite de întârzieri și puteri diferite și sunt generate aleator pe baza unei proceduri de generare a canalului. Fiecare traseu este caracterizat de un număr de subcăi.

În vederea obținerii matricii multidimensionale a canalului se parcurg următoarele etape: alegerea unui scenariu (suburban macrocell, urban macrocell, urban microcell), determinarea parametrilor utilizatorului (atenuarea de propagare, viteza de deplasare, caracteristicile antenei etc.) și generarea coeficienților matricii pe baza parametrilor.