

Dynamic Adaptation Algorithm for Multimedia Delivery in Wireless Networks

Drd. Ing. Vasile Horia Muntean

Coordonator științific: Prof. Dr. Ing. Marius Oteșteanu

Rezumatul tezei

Justificarea temei de cercetare

Conținutul multimedia este furnizat prin intermediul multor tipuri de rețele către utilizatori ce folosesc diferite tipuri de dispozitive, aflați într-o varietate de locații. Creșterea performanțelor de livrare a datelor multimedia necesită depășirea multor provocări tehnologice, toate acestea având un efect direct asupra calității percepute de utilizatori (QoE). Este important de considerat faptul că utilizatorii devin din ce în ce mai pretențioși în legătură cu experiența și calitatea oferită. Livrarea unui conținut multimedia de înaltă calitate devine și mai dificilă atunci când transmiterea acestor fluxuri are loc în rețele fără fir, deoarece aceste tehnologii oferă o lățime de bandă mai mică, calitatea serviciului fiind afectată cu ușurință de factorii de mediu, volumul de trafic și numărul de clienți, precum și de localizarea acestora și modelul mobilității lor.

Aplicații precum cele de video-conferință sau de e-learning au devenit servicii importante oferite pe Internet, în special în mediile de afaceri și în cele universitare, unde un număr mare de utilizatori accesează conținutul multimedia prin intermediul rețelelor fără fir, folosind o gamă variată de dispozitive mobile. Acest tip de conținut pune adesea o presiune semnificativă pe rețelele fără fir existente, datorită faptului că necesită o calitate de livrare înaltă. În acest context, a oferi o soluție pentru îmbunătățirea calității experienței de utilizare a conținutului multimedia atunci când acesta este livrat prin intermediul rețelelor fără fir, devine o sarcină dificilă. Eforturile multor cercetători din acest domeniu s-au îndreptat spre crearea și oferirea de algoritmi adaptivi pentru îmbunătățirea livrării conținutului multimedia. Multe dintre soluțiile adaptive existente oferă un oarecare nivel de calitate multimedia în condiții variabile de livrare - TCP Control Protocol Rate (TFRC), Loss-Delay Adaptation Algorithm (LDA +), Streaming Multimedia Congestion Control (SMCC), etc - , dar acestea sunt în principal concepute pentru a oferi rezultate bune atunci când sunt utilizate pentru livrarea de conținut multimedia prin rețele cablate. Utilizarea acestor algoritmi în rețelele fără fir oferă o calitate medie / slabă, neincluzând parametrii specifici utilizatorului final în procesul de adaptare.

De asemenea, o varietate de soluții au fost propuse și pentru transmiterea de conținut multimedia peste rețelele IEEE 802.11. Printre acestea se află mecanisme de adaptare care operează la nivel de straturi, ce utilizează scheme scalabile cu granularitate fină, sau sistemele bazate pe percepție. Cu toate acestea nici unul dintre acești algoritmi nu a luat în considerare preferințele și interesele utilizatorilor, împreună cu condițiile de livrare ale rețelei.

Pentru a crește calitatea experienței de utilizare, caracteristicile individuale ale utilizatorilor trebuie să fie luate în considerare. Faptul că utilizatorii au opinii subiective privind calitatea unei aplicații multimedia poate fi utilizat pentru a mări calitatea experienței lor, prin stabilirea unui prag minim de calitate sub care conexiunea este considerată a fi nesatisfăcătoare. În acest fel, utilizarea resurselor radio poate fi optimizată pentru a satisface simultan un număr mai mare de utilizatori.

În această teză, aceste aspecte discutate au fost luate în considerare, cu scopul de a evalua dacă performanțele unui proces de adaptare pot fi îmbunătățite atunci când algoritmul adaptiv de livrare a conținutului multimedia consideră atât parametrii rețelei cât și caracteristicile utilizatorilor. Metoda propusă în cadrul acestei teze a fost testată în două medii de comunicații fără fir, iar alegerea acestora s-a făcut pe baza popularității lor și a perspectivelor de dezvoltare oferite. Atât tehnologia

IEEE 802.11 cât și 3GPP LTE oferă perspective de dezvoltare foarte mari, fiind tehnologiile fără fir cele mai utilizate la nivel global.

Structura tezei

Capitolul 1 – Introducere este un capitol introductiv care stabilește contextul cercetării doctorale expuse în cadrul acestei teze. Capitolul prezintă problemele identificate în cazul în care livrarea conținutului multimedia în rețelele fără fir este făcută cu ajutorul unui algoritm ce folosește doar parametrii de rețea în procesul de adaptare. În plus, sunt expuse și alte probleme, ce pot apărea în cazul în care o aplicație generează mai multe tipuri de trafic în același timp. Tot în cadrul acestui capitol sunt prezentate principalele provocări întâlnite în procesul de îmbunătățire a performanțelor rețelelor fără fir. La finalul capitolului este prezentată structura tezei și lista de publicații.

Capitolul 2 – Rețele 3GPP Long Term Evolution oferă o imagine de ansamblu a celei mai noi tehnologii celulare folosită în prezent, LTE. Se discută în detaliu caracteristicile acestei tehnologii, în special din punct de vedere al primelor două nivele: nivelul fizic și nivelul MAC. Este prezentat conceptul de calitate a serviciilor folosit la livrarea de date, implementat în cadrul acestui standard.

Capitolul 3 – Rețele fără fir IEEE 802.11 prezintă o altă tehnologie populară, folosită în cadrul acestei teze pentru a evalua performanțele algoritmului propus. Se discută numeroase soluții standardizate pentru îmbunătățirea calității serviciilor, prezentând avantajele și dezavantajele acestora.

Capitolul 4 – Livrarea conținutului multimedia în rețelele fără fir prezintă în prima parte aspecte generale legate de transmisia conținutului multimedia în rețelele fără fir, explicând conceptul de calitate a experienței pentru acest tip de trafic. Sunt prezentate și analizate diverse metode propuse de comunitatea științifică pentru livrarea adaptivă a conținutului multimedia în rețelele fără fir, identificând avantajele și dezavantajele fiecăruia. De asemenea, sunt evidențiate și cele mai utilizate metode de alocare a resurselor în cadrul rețelelor fără fir, cu scopul de a identifica metode de optimizare a algoritmului propus.

Capitolul 5 – Algoritmul propus pentru livrarea conținutului multimedia introduce o nouă soluție adaptivă de livrare a conținutului multimedia, Dynamic Quality Oriented Adaptation Scheme (DQOAS), dezvoltată inițial pentru transmiterea datelor în rețelele IEEE 802.11 și apoi extinsă și pentru rețelele 3GPP LTE. Se prezintă necesitatea unui astfel de algoritm, ce are ca scop realizarea unei manipulări optime a conținutului multimedia în concordanță cu condițiile prezente în rețea și cu preferințele utilizatorilor. Se descrie apoi în detaliu arhitectura acestui algoritm și stările lui de funcționare.

Capitolul 6 – Rezultate obținute în rețelele fără fir IEEE 802.11 prezintă rezultatele obținute de algoritmul propus, atunci când acesta este utilizat pentru transmiterea de date multimedia în rețelele IEEE 802.11. În partea de început a capitolului se descrie simulatorul folosit împreună cu parametrii inițiali utilizați în fiecare experiment efectuat. Rezultatele din diferite experimente sunt analizate și discutate, evaluarea algoritmului propus făcându-se prin compararea acestora cu rezultatele obținute atunci când livrarea datelor multimedia se face folosind alți algoritmi adaptivi.

Capitolul 7 – Rezultate obținute în rețelele fără fir 3GPP LTE prezintă rezultatele obținute de algoritmul DQOAS atunci când acesta este folosit în rețelele celulare LTE. Capitolul debutează cu o descriere parametrilor utilizați și a mediului de simulare folosit. Rezultatele simulărilor inițiale sunt analizate și discutate, propunându-se apoi o metodă de optimizare a algoritmului în cazul în care o aplicație generează în același timp tipuri de trafic diferite. Metoda propusă este testată, iar rezultatele obținute sunt analizate și discutate. Ultima parte a acestui capitol cuprinde un alt set de teste realizate pentru a analiza performanțele algoritmului propus atunci când o aplicație generează trei tipuri distincte de trafic.

Capitolul 8 – Concluzii conține concluziile tezei, sintetizând rezultatele obținute și prezentând principalele contribuții. Sunt prezentate de asemenea și unele aspecte neabordate în cadrul tezei, sugerând posibile direcții viitoare de cercetare.

Contribuții

Această teză aduce următoarele contribuții:

- propune un nou algoritm adaptiv de livrare a conținutului multimedia orientat spre utilizator, capabil să îmbunătățească calitatea experienței de utilizare a clienților unei rețele fără fir, utilizarea legăturii radio și numărul total de utilizatori satisfăcuți, prin construirea dinamică a granularității fluxului multimedia pe baza condițiilor actuale ale rețelei și pe preferințele utilizatorului
- evaluează performanțele algoritmului propus într-un mediu simulat IEEE 802.11, folosind atât scenarii statice cât și mobile, cu sau fără trafic de fundal
- evaluează performanțele algoritmului propus folosind un mediu simulat 3GPP LTE, atunci când unul, două sau trei fluxuri diferite de date sunt furnizate simultan fiecărui utilizator de către aceeași aplicație
- utilizează un sistem de prioritizare a traficului în rețelele 3GPP LTE, atunci când o aplicație generează un mix de trafic ce este trimis către utilizatori și testează algoritmul propus în aceste condiții
- propune un nou sistem de pentru prioritizarea fluxurilor de date în mediul 3GPP LTE, în scopul de a crește performanțele obținute de către algoritmul DQOAS atunci când o aplicație este generatoare de fluxuri multiple de trafic cu priorități diferite
- demonstrează că tehnica de alocare a resurselor *Proportional Fair*, utilizată în tehnologia LTE, oferă rezultate mai bune în toate scenariile de test efectuate, comparativ cu tehnicile de alocare de tip *Round Robin* și *Maximum Throughput*