

VU Research Portal

Exploring Cross-Layer Dependencies in Congested Wireless Ad Hoc Networks

Gaba, A.

2014

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Gaba, A. (2014). *Exploring Cross-Layer Dependencies in Congested Wireless Ad Hoc Networks*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

SAMENVATTING

Verkennen van Cross-Layer Afbankelijkheden in Drukke Draadloze Ad Hoc Netwerken

Mensenmenigten zijn dikwijls lastig voor de mensen die zich er in bevinden. Neem bijvoorbeeld een groep vrienden die deelneemt aan een stadsfestival. Zelfs als de vrienden dicht bij elkaar in de buurt blijven kan het beperkte zicht en de gehinderde bewegingsvrijheid het hen moeilijk maken om als een groep bij elkaar te blijven. Dit wordt verergerd doordat communicatie met behulp van alom aanwezige apparaten zoals mobiele telefoons nagenoeg onmogelijk is. In grote overvolle gebieden is de druk op cellulaire netwerken doorgaans vele malen hoger dan gebruikelijk, met als resultaat dat het cellulaire verkeer ernstige hinder ondervindt en tekstberichten met grote vertraging afgeleverd worden—als ze sowieso aankomen.

Toch kan een groot aantal mensen met mobiele telefoons verspreid over een uitgebreid gebied een gedistribueerde vorm van communicatie mogelijk maken, namelijk ad hoc netwerken. Doordat ad hoc netwerken onafhankelijk van een gecentraliseerde infrastructuur zijn, bieden ze een aantrekkelijke manier om berichten te transporteren, van, stapsgewijs via, en naar de knopen in het netwerk.

In deze dissertatie introduceren we een protocol voor het monitoren van groepen dat enkel van ad hoc netwerken afhankelijk is en de privacy van de deelnemers in aanmerking neemt. We beginnen met een grondige analyse van de vereisten voor het uitwisselen van berichten door een applicatie voor het monitoren van groepen. Uit de analyse blijkt dat om ontraceerbare communicatie te kunnen bieden, de traditionele aanpak van het gericht routeren van berichten naar hun bestemming uitgesloten moet worden. Op basis van de eisenanalyse stellen we een groepsmonitoringsprotocol voor waarin de

knopen anonieme berichten verspreiden in regelmatige, vantevoren vastgestelde tijdsintervallen op een roddel-gebaseerde manier.

Hoewel roddel-gebaseerde verspreiding van berichten essentieel is voor anonieme communicatie en goed omgaat met mobiliteit van de knopen, introduceert het een grote hoeveelheid redundantie. Aangezien we verwachten dat ad hoc netwerken een hoge densiteit hebben, is er een grote kans dat een grote hoeveelheid verkeer leidt tot het falen van het gehele proces van berichtverspreiding. Teneinde dit te voorkomen kijken we naar cross-layer optimalisatie, door te proberen in de netwerklaag de redundantie van berichten te minimaliseren en in de MAC-laag het gebruik van communicatiekanalen te maximaliseren.

In de netwerklaag bekijken we een welbekend roddelprotocol dat Gossip3 heet en gebaseerd is op probabilistische herverspreiding. We verrichten een uitgebreide experimentele analyse van dit protocol, waarbij we een hoge benuttingsgraad simuleren bij verschillende netwerkdichtheden. De studie laat zien dat het redundantieniveau van het protocol sterk afhankelijk is van de dichtheidsgraad van het netwerk. Om minimale redundantie te bereiken bij arbitraire netwerkdichtheden stellen we een nieuw algoritme voor dat deze tekortkoming van Gossip3 verlicht. Ons algoritme stemt de waarschijnlijkheid van herverspreiding af op de waargenomen dichtheid van de knopen. Op deze manier kan het verspreidingsprotocol zijn optimale prestaties behouden ongeacht de dichtheid van het netwerk waarin het opereert.

In de MAC-laag kiezen we voor het CSMA-protocol met binair exponentiële terugtrekking (BEB), omdat het simpel en robuust is en goede ondersteuning voor dynamische netwerken biedt. Het protocol heeft twee hoofdparameters, namelijk de grootte van de twistvenster en de snelheid waarmee de twistvenster toeneemt na elke terugtrekking. We verrichten een brede studie van de prestaties van verschillende CSMA-BEB parameterwaarden voor een aantal netwerkdichtheden en verspreidingen van knopen. We emuleren synthetisch netwerkverkeer om de MAC-prestaties onafhankelijk van de netwerklaag te kunnen evalueren. We registreren de invloed van de CSMA-BEB parameters op daadwerkelijke aflevering van berichten, gelijke verdeling, en snelheid van aflevering. Hoewel de snelheid van toename van de twistvenster een bepaalde invloed op de gelijkheid van verdeling heeft, heeft de grootte van de twistvenster een invloed op alle drie de gebruikte maatstaven. Tenslotte stellen we de optimale parameters vast voor een aantal netwerkdichtheden.

Teneinde de effectiviteit van de cross-layer aanpak te tonen, nemen we zowel de MAC-laag als de netwerklaag in beschouwing in een reeks experimenten met realistisch verkeer, waarbij alle knopen nieuwe berichten ver-

sturen met regelmatige tijdsintervallen. We laten zien dat een goede cross-layer-configuratie de knopen in staat stelt meer berichten per tijdseenheid te versturen terwijl een hoog gemiddeld gehalte van aflevering (dekking) per bericht behouden blijft. Bovendien tonen we de wisselwerking tussen de MAC-laag en de netwerklaag bij congestie: een slecht presterende MAC leidt tot een hoog aantal botsingen wat vervolgens het roddelprotocol berichten agressiever doet laten doorsturen. Dit leidt uiteindelijk tot meer verkeer op het MAC-niveau. Tenslotte is een belangrijk punt dat blijkt uit deze experimenten dat het bij het kiezen van configuratieparameters voor de twee lagen vaak nodig is om keuzes te maken tussen gewenste doelstellingen. Zo kan een minder complete verspreidingsdekking zorgen voor een veel hogere afleveringssnelheid en andersom.

Concluderend, dit proefschrift presenteert de eerste uitgebreide studie naar privacy-beschermd ad hoc communicatie in menigten. Het biedt een overzicht van de belangrijkste uitdagingen van het applicatieniveau naar beneden tot aan het MAC-niveau. In het bijzonder biedt de brede studie van de parameters van de MAC- en netwerklagen een inzicht in de invloed die deze lagen op elkaar hebben en in de mogelijke keuzes die gemaakt moeten worden wat betreft hun parameters. Tenslotte tonen we dat cross-layer optimalisaties de algehele prestaties van groepscommunicatie aanzienlijk kunnen verbeteren.