

# VU Research Portal

## Fluid Limit Approximations of Stochastic Networks

Remerova, M.

2014

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

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

### **citation for published version (APA)**

Remerova, M. (2014). *Fluid Limit Approximations of Stochastic Networks*. [PhD-Thesis – Research external, graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

### **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](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# Nederlandse samenvatting

## Vloeistoflimieten van stochastische netwerken

In wachtrijtheorie, is een exacte analyse alleen mogelijk voor eenvoudige modellen of onder beperkende aannames. In zulke gevallen, om ingewikkelder modellen te kunnen analyseren, moet men benaderingen gebruiken. Een optie is vloeistof-, of wet-van-de-grote- aantallen limieten die een macroscopische beschrijving geven van stochastische processen. Meestal (maar niet altijd) zijn vloeistoflimieten deterministisch en lossen ze differentiaal-/integralvergelijkingen op die de oorspronkelijke stochastische dynamiek nabootsen. Vloeistoflimieten zijn een krachtige en universele methode die eerst populariteit had gekregen als hulpmiddel in het onderzoeken van de stabiliteit van stochastische netwerken. In dit proefschrift, worden vloeistoflimieten gebruikt om overbelaste of op een andere manier dichtbevolkte systemen te benaderen.

In Hoofdstuk 2, bestuderen we een ALOHA-model waarin meerdere gebruikers hun datapakketten naar de hub doorzenden op dezelfde frequentie. Als twee of meer verzendingen botsen, moet elk van de gebruikers een periode wachten om het pakket opnieuw proberen te verzenden. Zulke protocollen komen bijvoorbeeld vaak in satellietcommunicatie voor. We breiden het conventionele (time-slotted en gecentraliseerde) ALOHA-model uit door meerdere soorten gebruikers te beschouwen die bovendien ongeduldig zijn. We ontwikkelen vloeistofbenaderingen die een systeem van deterministische differentiaalvergelijkingen oplossen. We laten ook zien dat de differentiaalvergelijkingen voor de vloeistoflimieten een uniek vast punt hebben en dat alle vloeistoflimieten dit vaste punt benaderen na verloop van tijd.

Hoofdstuk 3 behandelt bandwidth-sharing netwerken die de dynamische interactie modelleren van verkeer op bijvoorbeeld het Internet. Capaciteiten van de links worden tussen de verzendingen gedeeld op basis van een optimalisatie procedure. Dit hoofdstuk richt zich op een uitbreiding van het kleine aantal resultaten die met rate beperkingen voor individuele verzendingen rekening houden. Ook beschouwt dit hoofdstuk een onconventionele vloeistof scaling — de grote-capaciteit scaling. Zonder beperkende aannames op de verdeling van filegroottes karakteriseren we de vloeistoflimiet. Bovendien laten we zien dat het vaste punt van de limiet een oplossing is van een strict concaaf optimaliseringsprobleem, en dus in polynomiale tijd berekend kan worden. Verder bewijzen we onder een extra aanname dat het vaste punt van de vloeistof limiet dichtbij de stationaire verdeling van het netwerk zit. Dat is een nieuwe soort resultaat voor bandwidth-sharing netwerken.

In Hoofdstuk 4 komen we een verrassend fenomeen tegen — een stochastische vloeistoflimiet. Het model van dit hoofdstuk is een klassiek cyclisch polling systeem. De veronderstellingen die tot de stochastische vloeistoflimiet leiden zijn overbelasting en een lege begintoestand. We beschouwen een grote klasse van multigated bedieningsdisciplines die een connectie mogelijk maken met vertakkingsprocessen. Het onderliggende vertakkingsproces is superkritisch vanwege de overbelasting, en daardoor werkt de onzekerheid door in de vloeistoflimiet. Daarnaast hebben de paden van de vloeistoflimiet een interessante structuur: ze oscilleren oneindig vaak in de buurt van nul, en ze kunnen allemaal getransformeerd worden tot dezelfde functie door een lineaire tijd-ruimte scaling. Een extra bijdrage van dit hoofdstuk zijn bovengrenzen op de  $f$ -momenten van de bezet periode in een  $M/G/1$  wachtrij voor een grote klasse functies  $f$ , o.a. macht- en logaritmische functies.

Tenslotte, in Hoofdstuk 5, beginnen we met een studie van freelance websites. We stellen een basismodel van zo'n website voor en ontwikkelen vloeistoflimieten onder overbelasting. We laten ook zien dat alle vloeistoflimieten het unieke vaste punt benaderen over een lang tijdsinterval. De analyse in dit hoofdstuk is gebaseerd op een verband tussen het freelance model en een multistage processor sharing systeem.