



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## Stochastic models for quality of service of component connectors

Moon, Y.J.

### Citation

Moon, Y. J. (2011, October 25). *Stochastic models for quality of service of component connectors*. *IPA Dissertation Series*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/17975>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/17975>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

---

## Samenvatting

De steeds groter wordende behoefte aan schaalbare software is de motivatie geweest voor modulaire ontwikkeling en het gebruik van over netwerken gedistribueerde systemen om grootschalige applicaties te implementeren. In Service-oriented Computing worden gedistribueerde services samengesteld om grootschalige services met een specifieke functionaliteit aan te bieden. Hierdoor kan de herbruikbaarheid van bestaande systemen vergroot worden. Als gevolg van de diversiteit aan gedistribueerde softwaresystemen is de samenstelling van software echter verre van triviaal, en zijn bijkomende mechanismes nodig om gedistribueerde softwaresystemen te kunnen coördineren. Voor dit doeleinde is een aantal coördinatietalen voorgesteld, waaronder Reo, Linda en Orc.

Afgezien van functionele correctheid moet een samengestelde service voldoen aan verschillende kwantitatieve en niet-functionele eisen voor de cliënten ervan, die in het algemeen de 'quality of service' (QoS) genoemd worden. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat, zelfs als een aantal services dezelfde functionaliteit biedt, sommige stricte deadlines accommoderen terwijl andere dit niet doen. Het is in het bijzonder lastig om de algehele QoS van een samengestelde service te verkrijgen, zelfs als de QoS-informatie voor de onderliggende constituenten een gegeven is.

In dit proefschrift wordt Stochastic Reo voorgesteld, een formalisme om samenstelling van software met QoS-aspecten te specificeren. Stochastic Reo is een uitbreiding van Reo, een channel/connector-gebaseerde coördinatietaal, met geassocieerde stochastische waarden die de frequentie van I/O-interacties, en de interne verwerkingsvertragingen in de primitieve connectoren, aangeven.

Als een semantisch model van Stochastic Reo stellen we twee verschillende automatenmodellen voor, namelijk Quantitative Intentional Automata en Stochastic Reo Automata. Stochastic Reo Automaten zijn compositioneel, wat ons in staat stelt om het automatenmodel van een complexe connector te verkrijgen door de automatenmodellen van de onderliggende primitieve connectoren samen te stellen. Een formeel bewijs van de compositionaliteit is in dit proefschrift te vinden. Deze twee semantische modellen worden ook gebruikt als tussenliggende modellen om de ermee corresponderende stochastische modellen te genereren, in het bijzonder Continuous-Time Markov Chains (CMTCs) en Interactive Markov Chains. Deze stochastische mod-

ellen kunnen gebruikt worden voor een praktische analyse van de onderliggende connectoren.

We hebben, gebaseerd op deze theorie, de tool *Reo2MC* geïmplementeerd als een plugin binnen de Reo-toolset, Extensible Coordination Tools. *Reo2MC* genereert CMTCs die corresponderen met Reo-connectoren, die in de tool aangegeven of getekend worden, via de semantische modellen van de Reo-connectoren.

We hebben het ASK systeem als een case study gemodelleerd en geanalyseerd met gebruik van *Reo2MC*. Het ASK systeem is een industrieel softwareproduct, ontwikkeld door het Nederlandse bedrijf Almende. De analyseresultaten gaven het beste kosten-effectieve resourcegebruik aan, en leverden een aantal suggesties voor verbetering van het ASK systeem. De resultaten gaven, als voorbeeld hiervan, een suggestie van de benodigde minimumcapaciteit van een task queue en hebben een aantal bottlenecks in het systeem gedetecteerd.

Samenvattend stelt dit proefschrift formele modellen voor, om het gedrag van connectoren die gedistribueerde software over een netwerk coördineren, te specificeren, en om over de end-to-end QoS-eigenschappen van de connectoren te redeneren. Dit proefschrift laat ook zien hoe de semantische modellen van connectoren vertaald moeten worden in de overeenkomstige stochastische modellen voor verdere analyse. De in dit proefschrift verkregen theoretische resultaten zijn geïmplementeerd en geïntegreerd als een plug-in binnen een bestaande toolset. De praktische relevantie van deze benadering is aangetoond door een groot industrieel softwareproduct te modelleren en analyseren met de tool, wat geresulteerd heeft in verbeteringen in het geanalyseerde systeem.