



**UvA-DARE (Digital Academic Repository)**

**Distributed multiscale computing**

Borgdorff, J.

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*  
Borgdorff, J. (2014). Distributed multiscale computing

**General rights**

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

**Disclaimer/Complaints regulations**

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <http://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

# Samenvatting

Multischaal modellen combineren kennis, data en hypothesen van verschillende schalen, zoals tijds- of ruimteschalen. Bijvoorbeeld, simulaties van het weer nemen vaak het klimaat in beschouwing, gesimuleerd op een groffe tijdschaal van dagen of weken en een ruimteschaal van tientallen kilometers, maar ook dagelijkse neerslag met een fijne tijdschaal van minuten en een ruimteschaal van kilometers. Het simuleren van zulke modellen vereist vaak veel reken capaciteit. Dit proefschrift gaat over het distribueren van deze simulaties over meerdere computers of computerclusters, onder de noemer *distributed multiscale computing* (DMC). Het proefschrift bestudeert het proces van multischaal modelleren, zodat het proces op een generieke en effectieve manier beschreven kan worden. Vervolgens wordt een multischaal model beschreven als een gekoppelde verzameling van modellen met een eigen schaal. De structuur van de koppeling wordt gespecificeerd met de zogenaamde *multiscale modelling language*. Deze specificatie kan worden geanalyseerd op haar structurele en computationele eigenschappen, onder andere met behulp van een *task graph*. De specificatie dient ook als beginpunt voor een implementatie met de *Multiscale Coupling Library and Environment 2* (MUSCLE 2). MUSCLE 2 voert multischaal simulaties uit op lokale en gedistribueerde infrastructuur, zonder veel extra tijd te kosten. Als voorbeeld van de aanpak wordt een model van in-stent restenose (ISR<sub>3D</sub>) beschreven als multischaal model. Het model van in-stent restenose richt zich op het proces dat plaatsvindt na dotteren met een stent. Hierbij vindt in sommige gevallen een restenose plaats, wat een verminderde effectiviteit van de ingreep tot gevolg heeft. Door computersimulatie te gebruiken om dit proces te analyseren, kunnen we aspecten van dit proces bestuderen zonder dat er aanvullende (ingrijpende) metingen op patiënten of dieren nodig zijn. In het proefschrift wordt ISR<sub>3D</sub> gespecificeerd met de *multiscale modelling language* en geïmplementeerd en uitgevoerd met MUSCLE 2. In dit proefschrift is ook de

snelheid van DMC gemeten. Het gebruik van gedistribueerde simulaties leidde daarbij onder bepaalde omstandigheden tot verminderde gebruikskosten. Vijf applicaties uit meerdere vakgebieden gebruikten ook DMC en haalden daar een aantal voordelen uit: kortere simulaties of een lagere gebruikskosten door het gebruik van heterogene computers; of kortere simulaties door gewoonweg meer processoren te gebruiken. Concluderend is DMC bruikbaar bevonden voor heterogene multischaal modellen en voor gebruikers met een beperkte lokale rekencapaciteit.