

VU Research Portal

Where is the robot?

da Silva Miras de Araujo, K.

2020

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

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

citation for published version (APA)

da Silva Miras de Araujo, K. (2020). *Where is the robot? Life as it could be*. [PhD-Thesis - Research and 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

WAAR IS DE ROBOT? HET LEVEN ZOALS HET ZOU KUNNEN ZIJN

Karine Miras

Vrije Universiteit Amsterdam

Het wetenschappelijk gebied van Evolutionary Robotics (ER) “heeft het toepassen van computationele- en evolutionaire technieken op het ontwerp en/of de controller van zowel echte als gesimuleerde robots tot doel” en bestaat sinds het begin van de jaren 90. ER haalt inspiratie uit de natuur en werkt onder een simpele aanname: als natuurlijke evolutie natuurlijke intelligentie kan voort brengen, dan kan kunstmatige evolutie dat ook voor kunstmatige intelligentie. Hoewel ER systemen op het moment weinig autonoom zijn, vallen (autonome) zichzelf ontwerpende robot-systemen wel binnen de lange-termijn verwachting. Hoewel het bekend is dat de omgeving van grote invloed is voor natuurlijke levensvormen, is de invloed van de omgeving op ER systemen, en in het bijzonder de regulatie van genen door de omgeving, nauwelijks onderzocht.

De belangrijkste doelstellingen van dit onderzoek waren de invloeden van de omgeving op kunstmatig levende systemen duidelijk te maken. Voor het realiseren van dit onderzoek hebben wij een framework ontworpen dat het mogelijk maakt om populaties van robots te evolueren en de invloed van verschillende factoren op de geëvolueerde robots te kwantificeren. Onderdelen van dit framework zijn het ontwerp van *a)* een robot coderingsmethode voor morfologie en controller, *b)* morfologische descriptors, *c)* controller descriptors, *d)* gedragsgerelateerde descriptors, *e)* een reeks met omgevingen met verschillende omgevingsfactoren, *f)* een Evolutionary Algorithm, *g)* een leer-mechanisme. Wij hebben dit framework gebruikt om populaties van robots te ontwerpen die als taak hadden om zich voort te bewegen, hun fitness was sterk gerelateerd aan hun snelheid van voortbewegen. Hier presenteren wij de resultaten van meerdere uitgebreide experimenten aangaande de evolutie van morfologie en controllers van modulaire robots. In het bijzonder ligt de focus op de effecten van verschillende omgevingen op fenotypische en gedragsgerelateerde eigenschappen.

Ten eerste hebben wij op verschillende manieren de zoekruimte verkend en gedemonstreerd dat onze robot codering in staat is om hoge mates van diversiteit te coderen. Dit betekent dat een groot aantal morphologische vormen gevonden werden door evolutie. Een aantal van van deze vormen had meerdere ledematen, een symmetrische structuur, proportionele morphologie, enz. Onder deze robots waren er exemplaren die dierlijke morphologische structuren en manieren van voortbeweging vertoonden. Er waren bijvoorbeeld robots die qua structuur en manier van voortbeweging leken op onder andere salamanders, schildpadden, pinguïns en insecten. Ten tweede hebben wij aangetoond dat gegeven een vlakke omgeving de selectiedruk heel sterk is voor robots met de morphologie van slangen (gekaracteriseerd door het bestaan uit één grote ledemaat), met rollen als manier van voortbeweging. Opmerkelijk was, dat deze eenvoudige slang-achtige vorm van robot zich in vrijwel alle gevallen sneller ging voortbewegen dan andere, eerder beschreven variaties. Ten derde laten wij zien, dat het hellen van de vloer een nieuwe selectiedruk oplevert. In dit geval hadden de robots meer ledematen, waren proportioneeler en kleiner, ook veranderde hun manier van voortbewegen van rollen naar roeien en slepen. Daarnaast hebben wij in verdere experimenten veranderingen in de omgeving op twee verschillende manieren getest: over generaties of gedurende de levensduur van de robot. In het tweede geval was er, vanzelfsprekend, omdat de robots over dezelfde morphologie en controller beschikken, sprake van een trade-off. De robots slaagden erin om zich voort te bewegen in beide omgevings-condities (seizoenen), maar hun prestatie was slechter dan in het geval waarin ze in elke statische omgeving apart getraind waren. Tenslotte hebben wij een oplossing bedacht om de door het boven beschrevene trade-off veroorzaakte verslechtering in prestatie te verhelpen. Deze oplossing is een nieuwe methode voor robot-codering genoemd *Plasticoding*. Deze codering geeft de genotype van robots het vermogen van *phenotypische plasticiteit*, wat betekent dat een individu verschillende morphologien, controllers en gedragspatronen gedurende zijn levensduur kan ontwikkelen als een reactie op omgevings-gerelateerde stimuli. Door *Plasticoding* konden wij de verslechtering in prestatie reduceren. Het resultaat van *Plasticoding* is een verbetering van 58% op een baseline zonder plasticiteit.

Omdat de omgeving van grote invloed is voor natuurlijke levensvormen, geloven wij dat dit onderwerp veel kansen biedt in het verbeteren van ER systemen. Desondanks is onderzoek naar dit onderwerp zeer schaars. Ons werk is daarom een fundamentele stap in de richting van een lange-termijn visie: het realiseren van kunstmatig leven in robots met de complexiteit en adaptiviteit van natuurlijk leven.