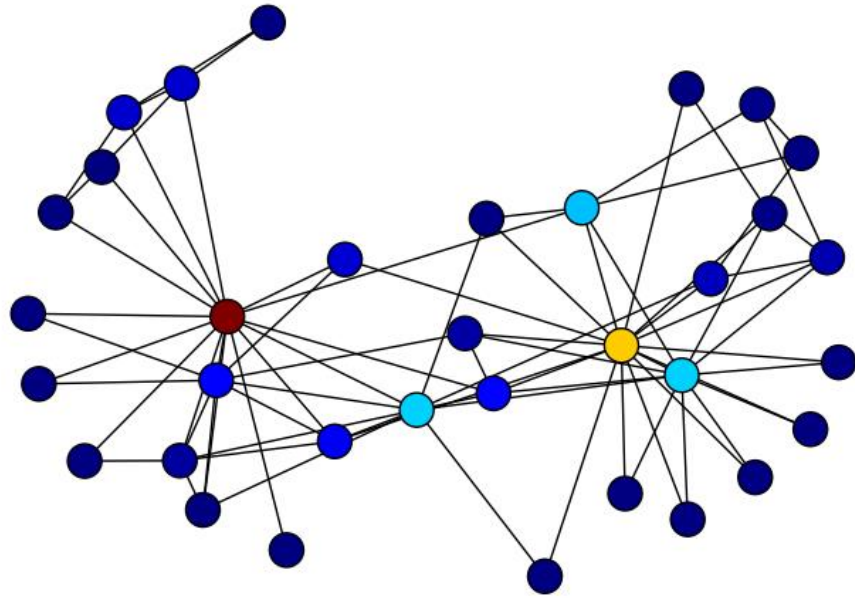


Netwerk- geletterdheid

Essentiële begrippen en centrale
ideeën





(<http://tinyurl.com/networkliteracy>)

De onderlinge verbondenheid in onze wereld wordt steeds groter door het gebruik van netwerken die directe communicatie en verspreiding van informatie mogelijk maken. De mate waarin mensen begrijpen hoe zulke netwerken functioneren zal een grote rol spelen bij de vraag hoeveel de samenleving zal profiteren van die toegenomen verbondenheid. Een 'vernetwerkte' maatschappij vraagt, kortom, om *netwerkgeletterdheid*: basiskennis van de mogelijkheden om netwerken in te zetten voor ontdekkingen en besluitvorming.

Ook basiskennis van zowel de voordelen als de valkuilen. Basiskennis die toegankelijk is voor alle mensen in de hedendaagse netwerkwereld.

Netwerkgeletterdheid zou op jonge leeftijd aangeleerd moeten worden, omdat zelfs jonge kinderen dagelijks (en de hele dag) interacteren met netwerken. En omdat netwerken zichtbaar zijn in alle aspecten van ons huidige leven, zou het bestuderen ervan onderdeel moeten zijn van cross-disciplinair onderwijs.

Ondanks het belang en alomtegenwoordigheid ontbreekt de studie van netwerken echter in onze huidige onderwijsprogramma's.

Deze brochure is een eerste stap naar het ontwikkelen van netwerkgeletterdheid.

Hij bevat basisideeën over de studie van netwerken in gewone mensentaal, bondig teruggebracht in zeven essentiële concepten, op hun beurt uitgewerkt in meer concrete centrale ideeën. Iedereen kan de brochure gebruiken bij het lesgeven of het leren.

De brochure is ontwikkeld door een gemeenschap van zowel netwerkwetenschappers als professionals die vooroplopen in de toepassing van die wetenschap. Ga naar <http://sites.google.com/a/binghamton.edu/netscied> voor meer informatie over dit initiatief.

1

Netwerken zijn overal

Het concept van netwerken is zeer algemeen: het beschrijft hoe dingen onderling zijn verbonden. In elk aspect van het leven zijn netwerken aanwezig.

Zo zijn er netwerken die de technische infrastructuur vormen van onze samenleving, bijvoorbeeld communicatiesystemen, het internet, elektriciteitsnetwerken, waterleidingen, enzovoort.

Zo zijn er ook netwerken van personen, bijvoorbeeld familie en vrienden, sociale media als Facebook/Instagram/Twitter, professionele groepen, enzovoort.

Zo zijn er ook economische netwerken, bijvoorbeeld in productketens, bij financiële transacties, tussen bedrijven en organisaties, handelsrelaties tussen landen, enzovoort.

Er zijn ook biologische en ecologische netwerken: voedselketens, neurale netwerken, kaarten die de verspreiding van een ziekte tonen, enzovoort.

Er zijn ook culturele netwerken: talen die onderling gerelateerd zijn, historische gebeurtenissen die gelinkt zijn door een keten van oorzaken, religies die verband houden met gemeenschappelijke wortels, enzovoort.

Netwerken zijn er in soorten en maten, verschillend in ruimtelijk opzicht en/of in tijdsaspect.



2

Netwerken beschrijven hoe dingen met elkaar verbonden zijn en interacteren



Graph theory is een onderdeel van de wiskunde dat zich toespitst op netwerken. Veel netwerken kunnen wiskundig als grafieken worden weergegeven.

De onderlinge relaties heten *links*, *edges* of *ties*. De onderdelen die met elkaar verbonden zijn, heten *nodes* (knooppunten), *vertices* of *actors*.

Er zijn meerdere typen relaties: eenzijdige of wederzijdse beïnvloeding; sterk/intensief of zwak; negatief of positief.

Het aantal relaties dat een knooppunt telt, heet *node degree*.

Veel netwerken kennen meer dan één type onderlinge relaties, bijvoorbeeld een vriendennetwerk met offline en online vrienden.

Een pad is de route van het ene knooppunt, eventueel via andere punten, naar het andere knooppunt.

Een groep knooppunten die onderling allemaal verbonden zijn, heet een *connected component*. Sommige netwerken hebben meerdere, soms losstaande groepen.

Sommige netwerken vereisen een moeilijkere wiskunde dan grafieken.



3

Netwerken kunnen patronen laten zien

Je kunt iets weergeven als netwerk door de onderdelen en hun onderlinge relaties te beschrijven. Zo' n netwerkweergave is een krachtig instrument om de eigenschappen van een systeem te bestuderen.

Het kan daarbij onder meer gaan over eigenschappen rond de volgende vragen:

- Hoe is de verdeling van het aantal relaties over de knooppunten?
- Welke onderdelen of relaties zijn het belangrijkste?
- Wat zijn de sterkten en/of zwakten in het netwerk?
- Is er sprake van een hiërarchie of substructuur?
- Hoeveel stappen zijn de knooppunten gemiddeld van elkaar verwijderd?

In sommige netwerken bestaan *hubs*: knooppunten met een relatief zeer groot aantal relaties.

Clusters of *communities* zijn groepen knooppunten in een netwerk die relatief sterk onderling verbonden zijn. Soms zijn dit centrale delen (*core parts*) van een netwerk.

Op basis van de voorgaande bevindingen kun je soms reconstrueren hoe een netwerk tot stand is gekomen. Ook is het soms mogelijk om voorspellingen te doen over dynamische processen in het netwerk, of over de toekomstige structuur ervan.

4

Visualisaties kunnen begrip van het netwerk vergroten

Er zijn veel verschillende manieren om netwerken te visualiseren.

Je kunt een grafiek maken van een netwerk door knooppunten met elkaar te verbinden.

Er is een behoorlijke hoeveelheid *tools* beschikbaar voor netwerkvisualisatie.

Visualisatie van een netwerk vergemakkelijkt vaak het begrip ervan. Voorts maken visualisaties het mogelijk om op een intuïtieve, niet-technische manier, met elkaar te communiceren over onderlinge verbondenheid.

Wat een zeer belangrijke rol vervult in het maken van een doeltreffende visualisatie is *creative information design*.

Visualisaties vertellen doorgaans niet het hele verhaal van een netwerk. Ze moeten daarom met voorzichtigheid worden toegepast bij interpretatie en evaluatie.



5

Met de huidige computertechnologie kunnen we realistische netwerken bestuderen

Computertechnologie heeft de mogelijkheid om netwerken te bestuderen dramatisch vergroot. Dat is met name belangrijk voor grote netwerken met een rijke structuur.

Voor het visualiseren en analyseren van netwerken is veel gratis software beschikbaar.

Iedereen, dus niet alleen wetenschappers, kan met een laptop of pc netwerken bouwen, uitbeelden en analyseren.

Via het internet heeft iedereen toegang tot een veelheid aan interessante netwerkdatasets.

Met computers kun je hypothetische of virtuele netwerken simuleren. Ook kun je simulaties maken van dynamische processen in zowel echte als virtuele netwerken.

Het leren van vaardigheden rond netwerkgeletterdheid een veelheid aan carrièremogelijkheden. Denk bijvoorbeeld aan wetenschapper, data analist, software engineer, opleider en webontwikkelaar.

6 Netwerken maken het vergelijken van verschillende systemen mogelijk

Diverse soorten systemen kunnen, als ze in de vorm van netwerken worden weergegeven, worden vergeleken op overeenkomsten en verschillen.

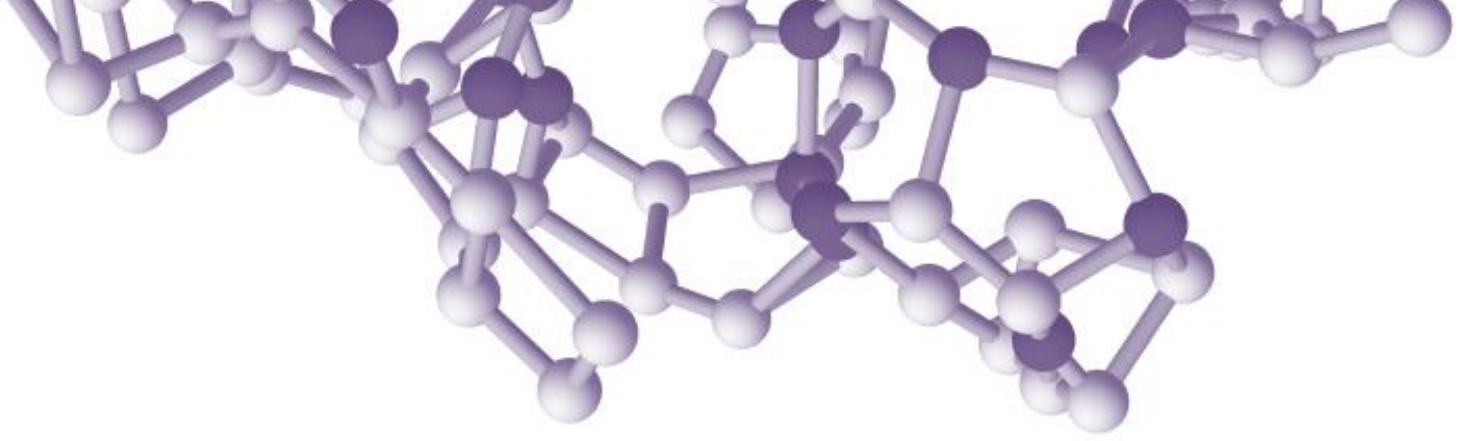
Systemen die op het eerste gezicht niets met elkaar gemeen hebben, tonen soms gemeenschappelijke netwerkeigenschappen. Hieruit volgt dat er algemeen geldige principes bestaan die toepasbaar zijn in meerdere domeinen.

Er zijn ook netwerkeigenschappen die per systeem van elkaar verschillen. Met deze eigenschappen kunnen we netwerken indelen in categorieën, zodat er inzicht ontstaat in het 'waarom' van hun verschillen.

Een kenmerk van wetenschap is dat het is opgedeeld in disciplines: gescheiden gebieden van wetenschappelijk onderzoek. Netwerken helpen om de grenzen tussen deze disciplines te overbruggen. Daardoor wordt een holistisch en completer begrip van onze wereld mogelijk.

Netwerken vergemakkelijken de kennisoverdracht tussen verschillende disciplines.





7

Netwerkstructuur en netwerkstatus kunnen elkaar wederzijds beïnvloeden

De netwerkstructuur toont hoe onderdelen met elkaar zijn verbonden.

De netwerkstatus geeft informatie over de eigenschappen van de onderdelen en hun relaties.

Zowel structuur als status kunnen veranderen in de tijd.

De tijdsspanne waarin structuur en status samen veranderen kan zowel gelijk zijn als verschillen.

De netwerkstructuur kan veranderingen van de status beïnvloeden. Denk bijvoorbeeld aan de verspreiding van ziekten, gedrag in een sociaal netwerk of verkeerspatronen in een stedelijk wegennetwerk.

De netwerkstatus kan veranderingen van de structuur beïnvloeden. Denk bijvoorbeeld aan de toename van het aantal volgers in sociale media of het aanleggen van nieuwe wegen om files te bestrijden.

ACKNOWLEDGMENTS

The Network Literacy initiative would not have been possible without the participation, support, and encouragement received from the following:

Army Research Office
Albert-László Barabási, Northeastern University
Raissa D'Souza, University of California Davis
National Science Foundation
Sarah Schoedinger, NOAA
H. Eugene Stanley, Boston University
Craig Strang, Lawrence Hall of Science
The Network Science Society
NetSci High students and teachers
University of California Berkeley

And all of the members of the Network Science community who have contributed to and supported this effort.

PARTICIPANTS

Catherine Cramer, New York Hall of Science
Mason A. Porter, Mathematical Institute, University of Oxford
Hiroki Sayama, Binghamton University, State University of New York
Lori Sheetz, The Network Science Center, US Military Academy West Point
Stephen Uzzo, New York Hall of Science

Alvar Agusti
Chris Arney
Robert F. Chen

Arthur Hjorth
Khaldoun Khashanah
Yasamin Khorramzadeh

Erik Laby
Toshi Tanazawa
Paolo Tieri

Brooke Foucault Welles
Robin Wilkins



BINGHAMTON
UNIVERSITY
STATE UNIVERSITY OF NEW YORK



The views, opinions, and/or findings contained in this report are those of the author(s) and should not be construed as an official Department of the Army position, policy, or decision, unless so designated by other documentation.

<https://sites.google.com/a/binghamton.edu/netscied/>

<https://www.facebook.com/netscied>

Verantwoording van het gebruikte beeldmateriaal:

A leaf, backlit by the sun, with veins visible by Curran Kelleher [GFDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html), CC-BY-SA-3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)] via Wikimedia Commons

Feedback Loops in a System Dynamics Model by National Cancer Institute [Public domain], via Wikimedia Commons

The Matrix - Screenshot of the famous GLMatrix screensaver by Jamie Zawinski [Attribution], via Wikimedia Commons

De andere beelden zijn gemaakt met behulp van Python-software van Wolfram Research en Mathematica NetworkX.



U kunt deze brochure gebruiken onder de CreativeCommons-voorwaarden CC BY-SA 4.0. Klik hier voor gedetailleerde uitleg: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.nl>

Nederlandse vertaling versie 1.0:

Paul van der Cingel, Research voor de Regio®. www.researchvoorderegio.nl.

Zwolle, April 2015.