



Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC (www.nioc.nl) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website www.nioc.nl ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2023, gehouden op donderdag 30 maart 2023 jl. en georganiseerd door NHL Stenden Hogeschool). Bij elkaar bijna 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op donderdag 27 maart 2025 in Zwolle en wordt dan georganiseerd door Hogeschool Windesheim. Kijk op www.nioc2025.nl voor meer informatie.

Wil je op de hoogte blijven van de ontwikkeling rond Stichting NIOC en de NIOC kennisbank, schrijf je dan in op de nieuwsbrief via

www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden-nieuwsbrief

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga kennisbank@nioc.nl.

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.

Inzicht in wat ons verbindt

Onderwijs door netwerken

Frans Mofers

Bron: TINFON NIOC-special, 2007, nummer 1

Samenvatting

Technologische ontwikkelingen en nieuwe onderwijsvormen leiden ertoe dat studenten steeds meer via elektronische media en in groepen taken uitvoeren. Toepassingen die gericht zijn op samenwerking in netwerken, kunnen als een bedreiging gezien worden omdat wezenlijke interacties zich buiten het zicht van begeleiders en beoordelaars af gaan spelen en voor studenten het overzicht verloren gaat. Het inzichtelijk maken van het netwerk dat zich opbouwt, kan helpen dit probleem op te lossen. In dit artikel presenteren wij nieuwe mogelijkheden van feedback uit het onderwijsproces door het inzichtelijk maken van deze netwerken. Kennis van de bijzondere aard van netwerken kan daarbij helpen; een groot deel van dit artikel besteedt hieraan aandacht.

Inleiding

Met de hoge vlucht van datacommunicatienetwerken zoals internet in het dagelijks gebruik, duikt het begrip netwerk ook in heel andere contexten op. Het denken in termen van netwerken is momenteel hard bezig ons denken te beïnvloeden. In een aantal wetenschappelijke disciplines wordt onderzoek gedaan naar het modelleren van reële netwerken. Voorop loopt de wiskunde die ons een formalisme, de grafentheorie, biedt waarmee netwerken beschreven kunnen worden. Samen met fysici proberen wiskundigen om allerlei fenomenen in termen van netwerken te beschrijven. Niet alleen traditionele netwerken zoals het www en het onderliggende datacommunicatienetwerk, het internet, worden op deze manier geanalyseerd. Er ontstaat ook steeds meer interesse in de netwerkeigenschappen van andersoortige netwerken.

In toenemende mate worden nu ook de netwerken tussen personen onderwerp van studie. Versie 2.0 van het web, zoals de nieuwere toepassingen op het web wel eens aangeduid worden, biedt het individu allerlei mogelijkheden om zichzelf te manifesteren in de vorm van weblogs, wiki's of via vrienden-netwerken. Doordat men op elkaars inbreng kan reageren en kennis kan delen, ontstaan ook hier specifieke netwerkvormen. De gebruikers van deze toepassingen laten onwillekeurig sporen achter en zodoende komt meer en meer informatie beschikbaar over gemeenschappelijke eigenschappen en de manier waarop mensen contacten met elkaar onderhouden. Ook voor het onderwijs kan het nieuwe inzichten opleveren wanneer de

interacties tussen de actoren als netwerk zichtbaar gemaakt kunnen worden.

In dit artikel gaan wij allereerst in op de ontwikkelingen die zich voordoen rond netwerken en wordt een aantal modellen beschreven die de structuur en de groei van netwerken beschrijven. Ten slotte gaan wij in op toepassingen die wij zien in het onderwijs, waarbij netwerken tussen actoren in het onderwijsproces inzichtelijk gemaakt worden.

Paden door netwerken

Voor een goed begrip van het netwerk is niet alleen de statische structuur met de potentiële verbindingsmogelijkheden relevant, maar vooral ook de dynamische structuur: de specifieke paden door het netwerk. Het belang van het pad door het netwerk zullen wij aan de hand van voorbeelden op drie communicatieniveaus illustreren.

Het internet

Met de term internet wordt het momenteel meest populaire wereldwijde technische communicatienetwerk aangeduid. Computers vormen de knopen van dit technische netwerk. Deze knopen worden verbonden via datacommunicatieverbindingen. Netwerkverbindingen kunnen gevormd worden door elektrische of optische bekabeling en door allerlei draadloze verbindingen. Routers ten slotte zorgen ervoor dat de verbindingen optimaal gebruikt worden en vormen de knopen van het backbone-netwerk.

Het internet heeft een statische structuur en een dynamische structuur. De statische structuur geeft aan op welke manier de verschillende componenten verbonden zijn.

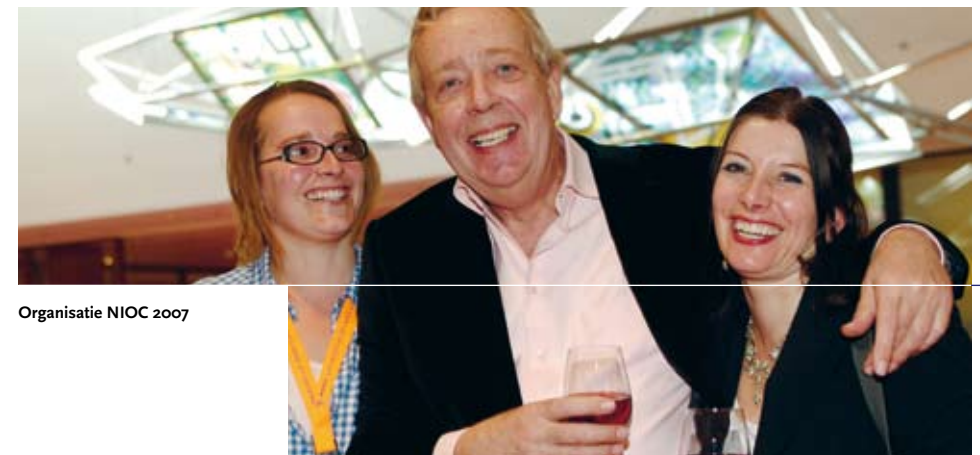
Afbeelding 1 geeft bijvoorbeeld de topologie van de SURFnet-backbone weer.



Afbeelding 1
De SURFnet backbone
(bron www.surfnet.nl)

Duidelijk is te zien dat nagenoeg elke knoop met ten minste twee verbindingen aan een andere knoop gekoppeld is. Er zijn dus in het algemeen ten minste twee paden tussen twee locaties.

Interessanter dan de statische structuur is echter de dynamische route die een datapakket doorloopt om informatie van de ene host naar de andere te transporteren. Een sessie die bijvoorbeeld opgestart wordt om via het FTP-protocol een bestand van een server elders in de wereld op te halen, leidt in het algemeen tot een veelheid uit te wisselen datapakketten van de client naar de server en omgekeerd. De route van een bepaald datapakketje kan zeer wel afwijken van de route van het voorafgaande pakketje in dezelfde sessie. In afbeelding 2 is de uitvoer getoond van drie opeenvolgende aanroepen (met enkele seconden tussentijd) van het commando `tracert`. Met het commando `tracert` kan het pad door een netwerk weergegeven worden dat op een bepaald ogenblik gevolgd wordt.



Organisatie NIOC 2007

```
C:\>tracert www.google.nl
```

```
Bezig met het traceren van de route naar www.l.google.com [72.14.221.147]
via maximaal 30 hops:
```

```
 1 <1 ms <1 ms <1 ms 192.168.123.254
 2 1 ms 1 ms 1 ms 65-243.surfsnel.dsl.internl.net [145.99.243.65]
 3 23 ms 23 ms 23 ms bbned.surfnet.nik-asd.internl.net [217.149.196.54]
 4 23 ms 23 ms 23 ms ge2-0.surfnet.nik-asd.internl.net [217.149.196.49]
 5 24 ms 24 ms 24 ms v2-1-1.1656.xsr01.amsterdamia.surf.net [145.145.19.142]
 6 25 ms 24 ms 24 ms FT-500.XSR03.AmsterdamIA.surf.net [145.145.80.34]
 7 23 ms 23 ms 23 ms core1.ams.net.google.com [195.69.144.247]
 8 31 ms 32 ms 31 ms 72.14.232.209
 9 32 ms 33 ms 36 ms 72.14.238.118
10 34 ms 32 ms 38 ms 72.14.232.190
11 31 ms 32 ms 32 ms fg-in-f147.google.com [72.14.221.147]
```

De trace is voltooid.

```
C:\>tracert www.google.nl
```

```
Bezig met het traceren van de route naar www.l.google.com [72.14.221.147]
via maximaal 30 hops:
```

```
 1 <1 ms <1 ms <1 ms 192.168.123.254
 2 1 ms 1 ms 1 ms 65-243.surfsnel.dsl.internl.net [145.99.243.65]
 3 30 ms 23 ms 22 ms bbned.surfnet.nik-asd.internl.net [217.149.196.54]
 4 24 ms 23 ms 24 ms ge2-0.surfnet.nik-asd.internl.net [217.149.196.49]
 5 24 ms 24 ms 24 ms v2-1-1.1656.xsr01.amsterdamia.surf.net [145.145.19.142]
 6 25 ms 24 ms 24 ms FT-500.XSR03.AmsterdamIA.surf.net [145.145.80.34]
 7 24 ms 23 ms 27 ms core1.ams.net.google.com [195.69.144.247]
 8 31 ms 31 ms 51 ms 72.14.232.209
 9 34 ms 31 ms 31 ms 72.14.232.203
10 31 ms 35 ms 32 ms 72.14.232.190
11 31 ms 32 ms 37 ms 72.14.232.203
12 31 ms 31 ms 46 ms 72.14.232.194
13 32 ms 32 ms 32 ms fg-in-f147.google.com [72.14.221.147]
```

De trace is voltooid.

```
C:\>tracert www.google.nl
```

```
Bezig met het traceren van de route naar www.l.google.com [72.14.221.104]
via maximaal 30 hops:
```

```
 1 <1 ms <1 ms <1 ms 192.168.123.254
 2 1 ms 1 ms 1 ms 65-243.surfsnel.dsl.internl.net [145.99.243.65]
 3 22 ms 23 ms 22 ms bbned.surfnet.nik-asd.internl.net [217.149.196.54]
 4 23 ms 23 ms 23 ms ge2-0.surfnet.nik-asd.internl.net [217.149.196.49]
 5 24 ms 24 ms 24 ms v2-1-1.1656.xsr01.amsterdamia.surf.net [145.145.19.142]
 6 24 ms 24 ms 24 ms FT-500.XSR03.AmsterdamIA.surf.net [145.145.80.34]
 7 23 ms 23 ms 24 ms core1.ams.net.google.com [195.69.144.247]
 8 31 ms 31 ms 31 ms 72.14.232.209
 9 31 ms 31 ms 32 ms 72.14.238.118
10 32 ms 50 ms 32 ms 72.14.238.123
11 31 ms 34 ms 32 ms fg-in-f104.google.com [72.14.221.104]
```

De trace is voltooid.

Afbeelding 2 Verschillende paden vanuit een werkplek in Nederland naar www.google.nl

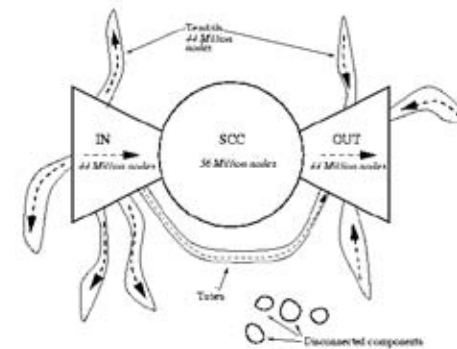
Tussen de eerste en de tweede aanroep is het begin- en eindadres identiek, maar de route binnen het Google-netwerk kan per aanroep verschillen. Tussen de tweede en derde aanroep verandert zelfs het adres van de knoop waar Google de zoekvraag afhandelt. Afbeelding 2 illustreert de dynamiek van de paden door het internet-netwerk.

Het world wide web

Het pad dat doorlopen wordt bij het aanklikken van een link op een webpagina is van heel andere aard. Bij het aanklikken van een link in een webpagina wordt een webpagina opgehaald bij de server die hoort bij het linkadres (de URL). Vanaf de webpagina die getoond wordt, kan weer een link aangeklikt worden

en er wordt dan weer een nieuwe pagina opgehaald. Deze pagina kan zich op dezelfde locatie bevinden, maar ook heel ergens anders in het netwerk.

Alle webpagina's kunnen dus als een netwerk beschouwd worden waarin de webpagina's de knopen in het netwerk vormen en de URL waarop geklikt kan worden, een verbinding naar een andere knoop. Dit netwerk van potentiële paden is onderzocht [Broder, 2000] en dit onderzoek heeft een globaal structuurplaatje opgeleverd van verschillende typen netwerkknopen en paden zoals in afbeelding 3 weergegeven



Afbeelding 3 Verbindingen in het world wide web [Barabási, 2002]

De figuur geeft de resultaten weer bij het doorzoeken van zo'n 200 miljoen webpagina's met 1,5 miljard links in 1999. De centrale structuur (central core) bevat circa 28 % van de doorzochte webpagina's en deze zijn onderling direct verbonden. De linker IN-

structuur met 21 % van de webpagina's bevat webpagina's die onderling zodanig verbonden zijn, dat zij uiteindelijk terechtkomen bij de centrale structuur. Het omgekeerde is het geval voor de OUT-structuur die ook zo'n 21% van de onderzochte webpagina's omvat. Deze webpagina's zijn bereikbaar vanuit links in de centrale structuur, maar vanuit OUT wordt niet gelinkt naar de centrale structuur. Verder zijn er nog groepen van webpagina's, de dendriels en tubes, die samen 22 % van de pagina's omvatten en geen links hebben naar de centrale structuur en evenmin vanuit de centrale structuur direct bereikt kunnen worden. Dan is er nog een restgroep van pagina's (de islands met circa 8 %) die op geen enkele manier gekoppeld zijn aan de centrale structuren.

Binnen deze gegeven structuur zijn talrijke paden mogelijk waarmee vanuit de ene webpagina een willekeurige andere bereikt kan worden. Het doorlopen van de paden verloopt veelal via twee elementaire strategieën: zoeken of bladeren. Uiteindelijk komt de gebruiker via een combinatie van deze strategieën bij de gezochte informatie, de informatie die op dat ogenblik de behoefte bevredigt (maar vaak niet de informatie waar naar men eigenlijk op zoek was) of vindt men helemaal niets dat voldoet aan de behoefte op dat ogenblik. Gezien het gigantisch grote aantal beschikbare webpagina's is het in eerste instantie niet logisch dat men in relatief weinig stappen de gewenste informatie kan vinden. Verderop zullen wij in dit artikel, vanuit modellen van netwerken, aannemelijk maken waarom dit niet zo onlogisch is.

Virtuele gemeenschappen

Bovenop de infrastructuurlaag, het internet en een implementatie op de toepassingslaag, het world wide web, kunnen specifieke samenwerkingsnetwerken onderscheiden worden. Wij gaan hier kort in op de virtuele gemeenschappen die ontstaan zijn op het internet en ook voor het onderwijs in belang toenemen. Al in een vroeg stadium werd het internet gebruikt voor het opbouwen en onderhouden van virtuele gemeenschappen. Het world wide web dat door de ontwikkeling van het protocol HTTP opgang deed aan het begin van de jaren negentig, bracht een gigantische uitbreiding en vereenvoudiging van de mogelijkheden om informatie uit te wisselen. Met de recente opkomst van Web 2.0 lijkt zich een kentering voor te doen in de tendens dat de informatie door een beperkt aantal mensen beschikbaar gesteld wordt, maar door grote aantallen personen geraadpleegd wordt. Er komen hulpmiddelen op het web beschikbaar waarmee gebruikers eenvoudig informatie toe kunnen voegen. Voorbeelden zijn weblogs, wiki's en websites waar foto's en films geplaatst kunnen worden voor een breed publiek, zoals 'flickr' en 'youtube'. Er kan hier niet alleen informatie geplaatst worden, maar er zijn ook mogelijkheden ingebouwd om op elkaars bijdragen commentaar te leveren. Een andere groep van toepassingen vormen de vriendennetwerken zoals 'LinkedIn' waarin personen via vrienden en bekenden nieuwe contacten kunnen leggen en hun netwerk eenvoudig uit kunnen breiden.

Inzicht in complexe netwerken

Aan de basis van de studie naar complexe netwerken ligt het wiskundige formalisme van de graaf. Een graaf kan gezien worden als een verzameling knopen die al dan niet paarsgewijs met elkaar verbonden zijn. In het kader van dit artikel is een aantal eigenschappen van grafen interessant. Naast de grootte van de graaf (het aantal knopen en het langste pad door de graaf) zijn dit de connectiviteit, de gemiddelde padlengte en de clustering rond een bepaalde knoop. De connectiviteit geeft aan met hoeveel andere knopen een bepaalde knoop verbonden is. De padlengte geeft de kortste route aan tussen twee willekeurige knopen in een netwerk. De clustering geeft de waarschijnlijkheid aan dat twee knopen die gekoppeld zijn aan een gemeenschappelijke knoop, ook onderling verbonden zijn. Verderop zullen wij laten zien op welke manier deze parameters tot opvallende eigenschappen leiden van reële en meestal complexe netwerken.

De eerste pogingen om complexe netwerken te doorgronden in termen van structuur en dynamiek, werden ondernomen door de wiskundige Erdős [Watts, 2003]. In het midden van de vorige eeuw introduceerde Erdős de 'random graph' als hulpmiddel bij de studie van grote communicatienetwerken. Wanneer een netwerk stap voor stap opgebouwd wordt door knopen at random met elkaar te verbinden, uitgaande van een volledig onverbonden verzameling knopen, komt men altijd in een gebied terecht waar sprongsgewijs de clustering dramatisch toeneemt (zie afbeelding 4).



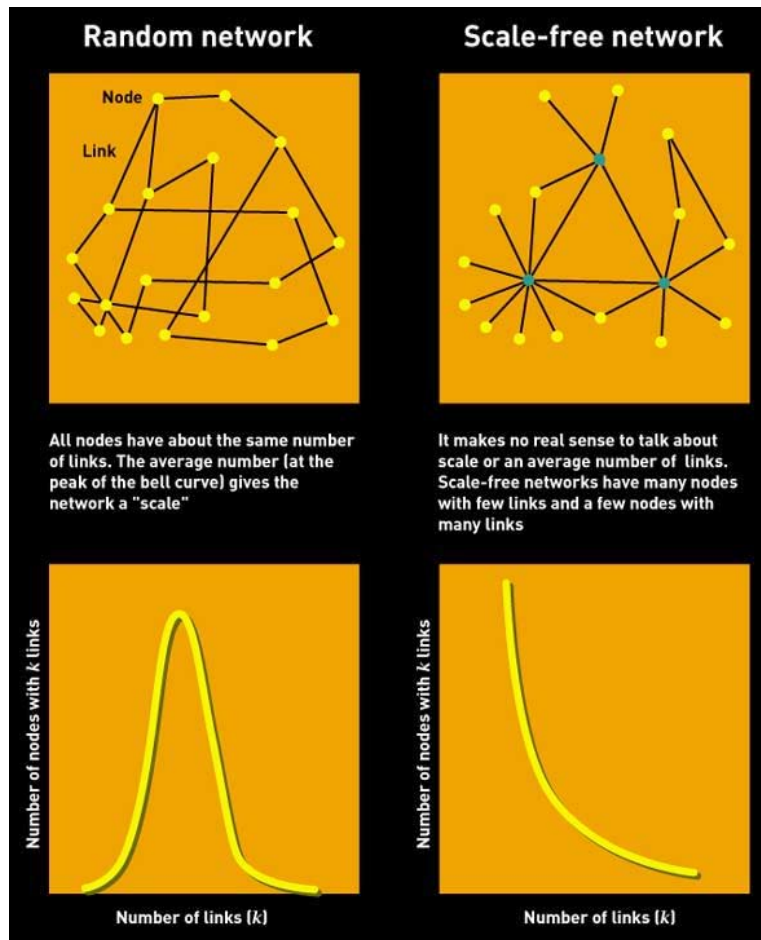
Afbeelding 4
Overgang van losjes
gekoppeld naar intens
gekoppeld netwerk

Wanneer men deze 'faseovergang' overschrijdt, raken de knopen plotseling in veel grotere mate met elkaar verbonden en is de kans dus plots veel groter geworden dat er een pad is van de ene knoop naar een willekeurige andere knoop.

De excentrieke Erdős vormde overigens ook als persoon het middelpunt van een groot en interessant netwerk dat uitgebreid bestudeerd is. Zo'n 509 wiskundigen publiceerden ten minste één wetenschappelijk artikel samen met Erdős en deze hebben het eervolle Erdős-getal 1. De groep van personen die met deze groep van 509 personen gepubliceerd heeft, maar niet met Erdős zelf, heeft het Erdős-getal 2 en deze groep is zo'n 6984 personen groot.

Later bleek echter dat het random model de realiteit van netwerken in de praktijk onvoldoende beschreef. Het probleem was gelegen in de verdeling van het aantal verbindingen. In het random model volgde de verdeling van

het aantal verbindingen per knoop een poisson-verdeling. In werkelijkheid bleek echter sprake te zijn van een heel andere verdeling: een exponentiële afname (zie afbeelding 5). Grote en complexe netwerken blijken in de praktijk altijd een zeer groot aantal knopen te hebben met een beperkt aantal verbindingen en een niet te verwaarlozen groep met zeer veel verbindingen. Bij de poisson-verdeling is het aantal knopen met zeer weinig verbindingen veel kleiner en is ook de waarschijnlijkheid van knopen met zeer veel verbindingen relatief kleiner. Men spreekt bij de exponentiële verdeling ook wel van een 'scale-free' netwerk omdat het niet mogelijk is om lokaal de plaats in de verdeling te bepalen. Deze verdeling kan verklaard worden vanuit de dynamiek van natuurlijke processen met effecten als 'the winner takes it all', waarbij nieuwe knopen sneller zullen koppelen aan knopen die al veel verbindingen hebben, dan aan knopen met weinig verbindingen.



Afbeelding 5
Verdeling van het aantal knopen in het random model en het scale-free model [Barabási, 1999]

Een andere opmerkelijke eigenschap van dit soort netwerken is het opvallend klein aantal stappen dat nodig is om van een willekeurige knoop naar een andere willekeurige knoop te komen. Dit fenomeen staat ook wel bekend als 'six degrees of separation'. Deze term vond zijn oorsprong in onderzoek naar het aantal stappen dat nodig is om twee willekeurige personen op aarde met elkaar te ver-

binden via een pad van personen die elkaar persoonlijk kennen. Dit is een verrassend resultaat wanneer men bedenkt dat het aantal aardbewoners zo'n 6 miljard is en het aantal mogelijke paden door dit netwerk astronomisch groot is (zie voor een aanschouwelijke uitleg van dit fenomeen Strogatz [2004]). In tegenstelling tot random netwerken zijn niet alleen de verbindingen met de directe buren

van belang, maar veeleer de verbindingen die burens hebben met hun burens. Dit effect noemt men ook wel de 'strength of weak ties' en de eerder genoemde clusteringparameter is een maat voor deze verknoping. Bij het vinden van een baan zijn vrienden van vrienden immers vaak belangrijker dan de vrienden zelf. Directe vrienden leveren niet direct nieuwe mogelijkheden op, terwijl vrienden van vrienden voor nieuwe en onverwachte mogelijkheden kunnen zorgen.

In de volgende paragraaf zullen wij een aantal andere voorbeelden de revue laten passeren waarbij de gevolgen van de hier genoemde netwerkeigenschappen in daadwerkelijke netwerken aan de orde komen.

Netwerken overal

Het denken in termen van netwerken en meer algemeen in termen van interacties tussen objecten, waar vroeger vooral de eigenschappen van het object zelf bestudeerd werden, duikt de laatste jaren in veel wetenschapsgebieden op. Ter illustratie van deze ontwikkelingen volgt een aantal referenties uit populair wetenschappelijke publicaties in de wetenschapsbijlage van NRC Handelsblad. Op 12 oktober 2002 staat in een recensie van een boek van Randall Collins over het netwerk rond filosofen: 'Wat maakt een denker tot een belangrijk filosoof? Het sociale netwerk van de intellectuele gemeenschap'. Op 27 januari 2007 merkt de fysicus Sander Tans in een artikel over onderzoek naar de evolutie van eiwitmoleculen op: 'Eiwitten werken meestal samen met andere moleculen in een netwerk' en 'Dat de netwerkstructuur bepalend kan

zijn voor de evolutie is een nieuw inzicht'. Op 24 december 2005 geeft de neurowetenschapper Michael Gazzaniga in een artikel over onderzoek naar het bewustzijn aan: 'Van al je gedachten gaat 98 % over jou in relatie tot andere personen. De hele dag door vormen we theorieën over anderen, wie ze zijn, wat ze zullen doen, met wie ze omgaan. Als je echt wilt begrijpen wat het brein doet, zou je moeten bestuderen hoe het met sociale interacties gaat.' Een artikel van 29 januari 2006 over gedrag van apen door de bioloog Frans de Waal sluit daar op aan: 'Wij zijn voortdurend bezig met non-verbale signalen en wij mensen zijn daar waarschijnlijk ook heel goed in, maar het gaat grotendeels onbewust.' en 'Veel non-verbale communicatie is erg belangrijk voor de onderlinge machtsverhoudingen'.

Een aantal netwerkfenomenen is de afgelopen jaren grondig bestudeerd, vooral door wiskundigen en theoretische fysici. Een opvallende is de studie naar de database van filmacteurs [Watts, 2003]. De internet movie database bevat 150 duizend films en 300 duizend acteurs die gespeeld hebben in films uit de hele wereld vanaf het begin van het filmtijdperk. Zo'n 110 duizend films en 225 duizend acteurs vormen een gekoppeld netwerk. Twee acteurs zijn met elkaar verbonden wanneer beiden in dezelfde films meegespeeld hebben. Opvallende eigenschappen van deze database zijn de korte gemiddelde afstand tussen twee acteurs (minder dan 4 acteurs) en de hoge waarde van de clustering (ongeveer 0,8), hetgeen betekent dat acteurs die direct gekoppeld zijn aan een bepaalde acteur, onderling ook weer sterk gekoppeld zijn.

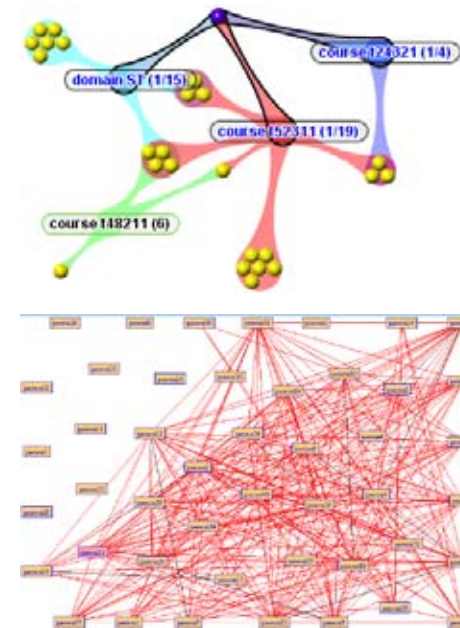
Vergelijkbare fenomenen werden gevonden bij studies van elektriciteitsnetwerken of het neurale netwerk van de worm *C. Elegans*. Dit soort onderzoek levert enerzijds inzicht op over de eigenschappen van netwerken, maar is ook gericht op praktische vraagstellingen. Door het modelleren en doorrekenen van netwerk worden bijvoorbeeld kwetsbaarheden in communicatienetwerken zichtbaar of patronen in de verspreiding van biologische virussen of computervirussen [Barabási, 2002].

Netwerken in het onderwijs

Het hoger onderwijs maakt de laatste jaren een ontwikkeling door waarbij enerzijds nieuwe onderwijsvormen toegepast worden en anderzijds meer en meer gebruikgemaakt wordt van technologie om het onderwijsproces te faciliteren. Karin Nurmela [Nurmela, 1999] gebruikt een model bij het bestuderen van logbestanden die ontstaan bij onderwijsprocessen in de context van computer supported collaborative learning. Zij maakt daarbij onderscheid tussen twee metaforen: de acquisitiemetafoor en de participatiemetafoor. De acquisitiemetafoor stelt het leerproces bij de individuele lerende voorop. De lerende vergaart kennis en vaardigheden en de acquisitie kan als een persoonlijke verworvenheid beschouwd worden. De participatiemetafoor plaatst het gezamenlijke leren voorop, waarbij het uitvoeren van vaardigheden, de discussie en het uitvoeren van activiteiten met andere studenten voorop staat. In de leerprocessen van de masteropleiding van de faculteit Informatica van de Open Universiteit Nederland, wordt het leren in beide metaforen in de praktijk

gebracht. In de afgelopen jaren is competentiegericht onderwijs ingevoerd om studenten beter voor te bereiden op het afstuderen, waarbij ook het samen leren een belangrijke rol heeft bij een aantal vakken. Ook de communityvorming over de cursussen heen wordt als een belangrijk instrument gezien om studenten in een context van leren op afstand, toch groepsgewijs kennis te laten maken met de wetenschappelijke gemeenschap. Dit proces speelde zich tot voor kort nog veelal af in fysieke bijeenkomsten op een centrale locatie. Vanwege het afstandskarakter van de OUNL kan niet iedereen hieraan in voldoende mate deelnemen. Bedenk daarbij dat de OUNL niet alleen Nederlandse studenten heeft, maar ook een fors groeiend aantal Vlaamse studenten. Ter ondersteuning van de academische vorming is een portal ingericht waar de circa 100 masterstudenten de mogelijkheid hebben om een profiel in te vullen. Men kan voorts nog alleen aangeven in welke informaticadomeinen men geïnteresseerd is en met welke cursussen men momenteel bezig is. Deze informatie biedt een eerste mogelijkheid om studenten inzicht te geven in individuele activiteiten en interesses en daarmee in hun onderlinge relaties. Op deze manier kan men elkaar bijvoorbeeld ondersteunen bij het vinden en definiëren van een geschikte afstudeeropdracht. Voor de staf biedt de informatie uit de community mogelijkheden om inzicht te krijgen in de clustering van voorkeuren voor inhoudelijke informaticadomeinen en inzicht in het studeergedrag. Afbeelding 6 bevat een tweetal afbeeldingen die (delen van) het netwerk vanuit verschillende benaderingen visualiseren.

Afbeelding 6



De cluster map en netwerkgraaf visualiseren in welke mate studenten interesse voor cursussen en informaticadomeinen delen

Recent is een experiment gestart waarbij studenten gevraagd is om een aantal cruciale begrippen die men tegenkomt bij het maken van een literatuurstudie op het gebied van communicatietechnologie, in te voeren in een wiki. Tevens wordt deze studenten gevraagd om kritisch te reflecteren op reeds aanwezige begrippen in deze wiki. Door studenten te leren kritisch te kijken naar centrale begrippen en hun interpretaties in een bepaalde context,

wordt een aantal wezenlijke academische vaardigheden geoefend. Omdat in de wiki precies bijgehouden wordt wie welke begrippen invoert of wijzigt en wie commentaren levert, ontstaat tevens een nieuwe mogelijkheid om het netwerk te analyseren dat ontstaat tussen personen en begrippen. Het onderzoek naar de bruikbaarheid van netwerkmodellen en -visualisaties als ondersteunend instrument voor communityvorming en als feedbackinstrument, speelt zich in eerste instantie af binnen de geschetste onderwijscontext van de masteropleiding. Het onderzoek richt zich in eerste instantie op het beantwoorden van de onderzoeksvragen via simulaties en het observeren van de netwerkstructuren in het onderwijsproces. In een later stadium zal nagegaan worden op welke manier de netwerkstructuren als feedbackinstrument ingezet kunnen worden.

Conclusies

Er komt binnen virtuele communities en leeromgevingen zeer veel informatie beschikbaar over onderlinge relaties tussen personen. Dit biedt een eindeloos aantal mogelijkheden om (dynamische) relaties inzichtelijk te maken en terug te koppelen naar het leerproces. Dit kan de student helpen om het eigen leerproces te evalueren en biedt inzicht in plaatsen waar veel of net weinig activiteiten zijn. De staf kan op een nieuwe manier inzicht krijgen in activiteiten waar studenten mee bezig zijn. Wij zien een ontwikkeling waarbij visualisaties van netwerkstructuren en terugkoppeling van activiteiten in netwerkvorm een belangrijke bijdrage leveren aan het inzichtelijk maken van virtuele (onderwijs)processen.



Afsluitende borrel NIOO 2007
rondom Auditorium van de
Hogeschool van Amsterdam

Webverwijzingen

The internet movie database: www.imdb.com
Vriendennetwerk LinkedIn: www.linkedin.com

Literatuur

Barabási, Albert-László, *Linked: the new science of networks*, Perseus Books group, 2002
Barabási, Albert-László, *Emergence of scaling in random networks*, Science 286, 1999
Broder, Andrei, *Graph structure in the web*, Proceedings of the Ninth International world wide web Conference, Elsevier, 2000
Buchanan, Mark, *Nexus: Small worlds and the groundbreaking science of networks*, W.W. Norton & Compan, 2002

Kari Nurmela, *Evaluating CSCL Log Files by Social Network Analysis*, Proceedings of the 1999 conference on Computer support for collaborative learning

Strogatz, Steven, *Sync: How order emerges from chaos in the universe, nature and daily life*, Hyperion, 2004

Watts, Duncan J., *Six degrees: The science of a connected age*, W.W. Norton & Company, 2003

Auteursgegevens

Mofers, F J M, dr. ir., universitair hoofddocent, faculteit Informatica Open Universiteit Nederland, Valkenburgerweg 177, 6419 AT Heerlen. frans.mofers@ou.nl