

Zijn optische netwerken scale-free?

Carol Meertens Joost Pijnaker

RP2 Project
System and Network Engineering
Universiteit van Amsterdam

4 juli 2007

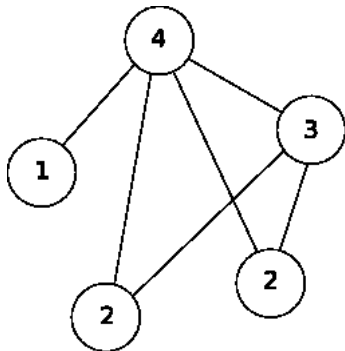
Agenda

- 1 Introductie
- 2 Onderzoek
- 3 Conclusie

Onderzoeksvraag

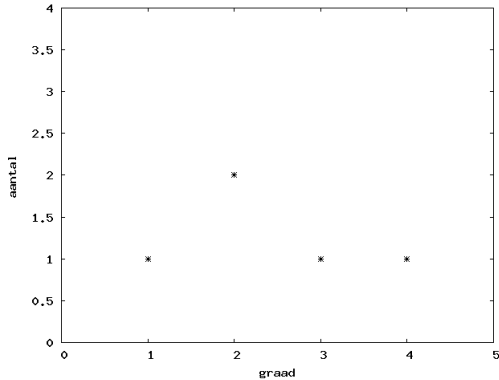
- Zijn optische netwerken scale-free?
- Hangt dit af van de wijze waarop we ze beschrijven?

Graven, vertices, edges, graden



graad	aantal
1	1
2	2
3	1
4	1

Graadverdelingen

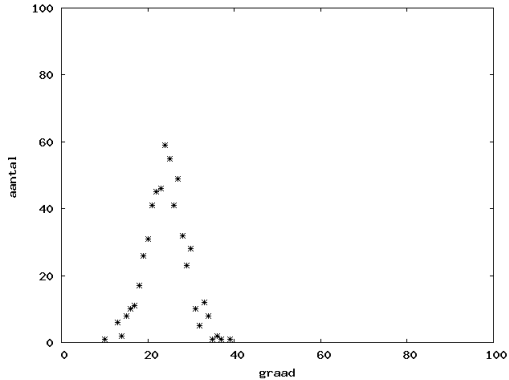


Modellen van netwerken

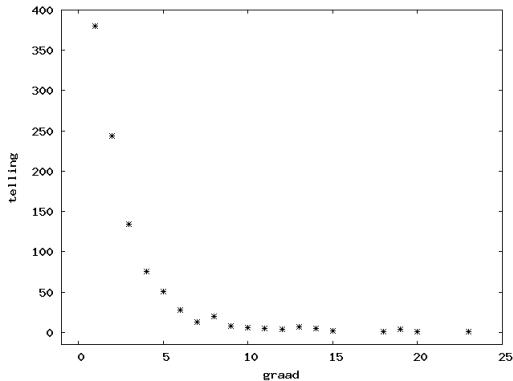
- 1959, Erdős and Rényi, 'random graven'
- 1999 en later: analyse van 'real-world netwerken'
 - WWW
 - sociale netwerken (bijv. email, samenwerkingsverbanden)
 - chemie in cellen
 - biologie

Real-world netwerken hebben een andere graadverdeling dan random netwerken.

Graadverdeling van random graven



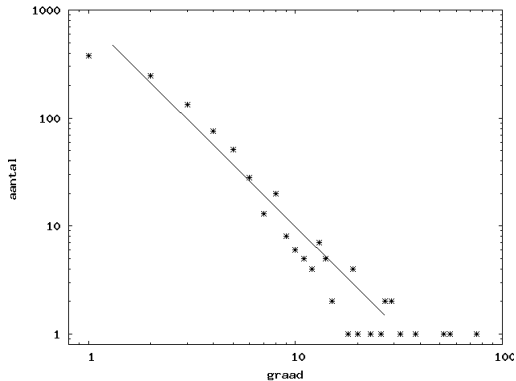
Graadverdeling van scale-free graven (1)



Eigenschappen

- Robuust m.b.t. uitval willekeurige netwerkelementen
- Juist kwetsbaar voor op 'hubs' gerichte aanvallen
- Graadverdeling is power law: $y \sim \frac{1}{x^\gamma}$

Graadverdeling van scale-free graven (2)



Richtingscoëfficiënt van de rechte: $\gamma = 2.2 \pm 0.1(5\%)$

Optische netwerken

- Optisch netwerk: fiber, OME, CPL, ..., SDH channels, cross connects, ...
- Verbindingen: meerdere sub-layers
- Tóch in één graaf: modellen



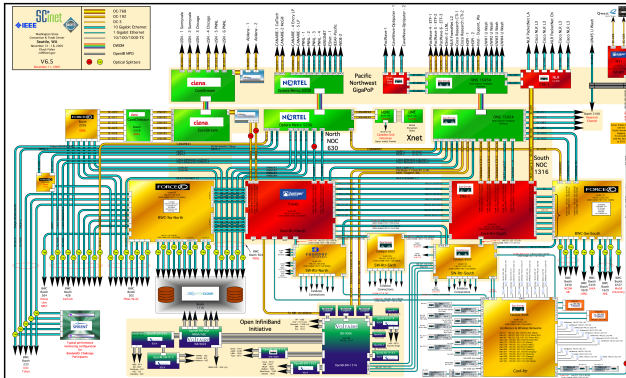
Onderzoeksvraag

- Zijn optische netwerken scale-free?
- Hangt dit af van de wijze waarop we ze beschrijven?

Aanpak

- Graadverdeling voor verschillende optische netwerken
- Graadverdeling van gedetailleerde SURFnet topologie volgens verschillende modellen bekijken

Aanpak(2)



Figuur: Voorbeeld topologie Supercomputing 2005

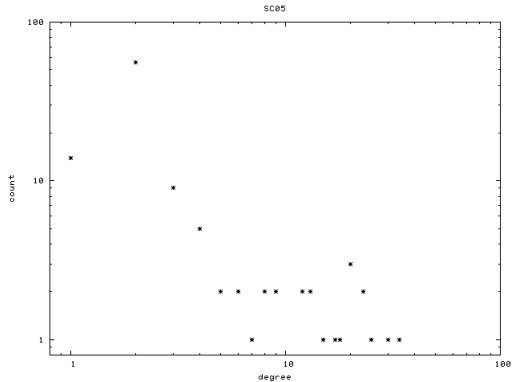
Aanpak(3)

```
<ndl:Device rdf:about="#showcees">  
  <ndl:hasInterface rdf:resource="#s  
</ndl:Device>  
<ndl:Interface rdf:about="#showcees:3/14">  
  <rdfs:label>3/14</rdfs:label>  
  <layer:label>42</layer:label>  
  <adapt:multiplex>  
    <capability:PotentialInterface rdf:about=  
      <rdfs:label>channel</rdfs:label>  
    </capability:PotentialInterface rdf:about  
  </adapt:multiplex >  
</ndl:Interface>
```

Figuur: Voorbeeld NDL bestand¹

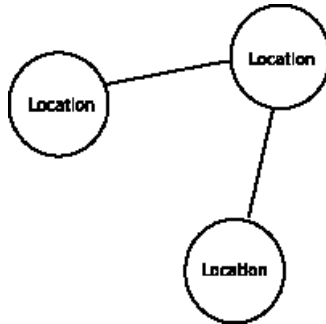
¹Source: <http://staff.science.uva.nl/~fdijkstr> 29-06-2007

Resultaten verschillende optische netwerken



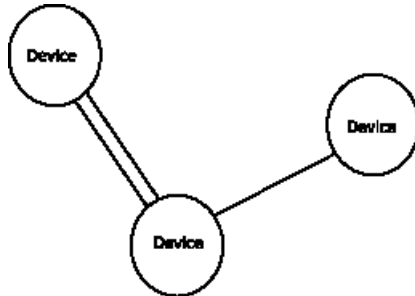
Figuur: Graadverdeling Supercomputing 2005

Model I



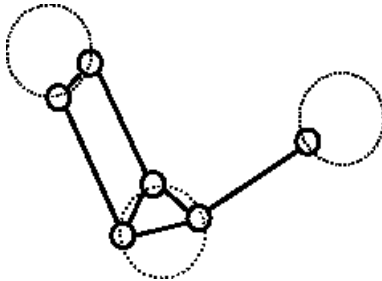
Figuur: Model I (location)

Model II



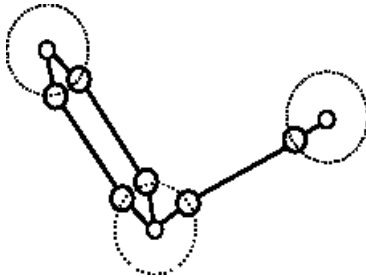
Figuur: Model II (device)

Model III



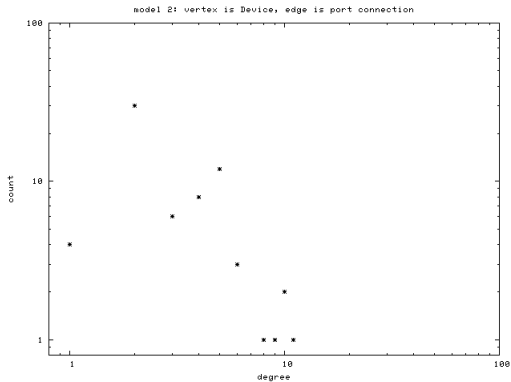
Figuur: Model III (full-mesh)

Model IV



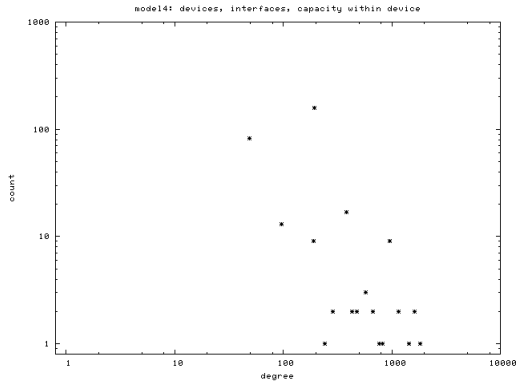
Figuur: Model IV (multilayer)

Resultaten van verschillende modellen



Figuur: Graadverdeling model II

Resultaten van verschillende modellen(2)



Figuur: Graadverdeling model IV

Afwijking in percentages

data	γ			
SC02	0.9	\pm	0.2	(21%)
SC03	0.7	\pm	0.3	(44%)
SC04	0.58	\pm	0.14	(23%)
SC05	0.90	\pm	0.16	(18%)
SC06	1.12	\pm	0.11	(10%)
GLIF	0.86	\pm	0.17	(20%)
Internet2	2.2	\pm	0.6	(27%)
SURFnet6 model II	1.0	\pm	0.4	(40%)
SURFnet6 model III	0.0	\pm	0.4	(-)
SURFnet6 model IV	1.1	\pm	0.3	(26%)

Simulaties

Simulaties wijzen uit dat een uitspraak over scale-free pas gedaan kan worden bij zeer grote aantallen vertices.

Aantal vertices	γ
1000	1.7 \pm 0.12 (6.8%)
2000	1.8 \pm 0.11 (5.9%)
3000	1.8 \pm 0.11 (6.2%)
4000	1.9 \pm 0.11 (5.7%)
5000	1.9 \pm 0.1 (5.0%)

Conclusie

- Onze data geven geen uitsluitsel met betrekking op de vraag of optische netwerken scale-free zijn
- Er is te weinig data per netwerk beschikbaar
- Graden in optische netwerkdevices blijven klein

Vragen

Vragen?