



**DIT DOCUMENT KAN NOG AANGEPAST WORDEN**

**Laatste aanpassing: 13/11/2009**

## Opleiding Wiskunde

### Bachelorprojecten 2009-2010 - Vakgroep Toegepaste Wiskunde en Informatica

---

---

Titel: Zoekrobots: op welke numerieke algoritmen steunen ze?

Promotor: J. Van der Jeugt

Vak: Numerieke analyse

Het succes van *Google* is voor een stuk te danken aan haar *PageRank* algoritme. Dit steunt op het idee dat het 'belang' van een webpagina bepaald wordt door het aantal andere webpagina's dat ernaar verwijst, en het 'belang' van die andere webpagina's. De analyse van het *PageRank* algoritme toont enkele mooie toepassingen van lineaire algebra en numerieke analyse. Al snel wordt duidelijk dat het probleem zich herleidt tot het bepalen van een eigenvector van een gewogen link-matrix. Het bepalen van deze eigenvector voor grote link-matrices vraagt om iteratieve methoden, zoals de machtsmethode.

In dit bachelorproject leest de student de nodige achtergrondinformatie ("How Google Finds Your Needle in the Web's Haystack", D. Austin, American Mathematical Society, Monthly essays on mathematical topics). Vervolgens wordt het artikel "The \$25,000,000,000 Eigenvector: The Linear Algebra Behind Google" (K. Bryan, T. Leise, SIAM Review 48, 569-581 (2006)) verwerkt, met oefeningen en Maple demo's. Finaal volgt de schriftelijke en mondelinge presentatie.

---

Titel : Extrapolatiemethoden

Promotor : Marnix Van Daele  
aansluitend bij het vak : numerieke analyse

Een vaak weerkerend probleem in de numerieke analyse (denk bvb. aan de numerieke benadering van een afgeleide door een eindige-differentie-formule of een integraal door een herhaalde kwadratuurformule) bestaat er in een getal  $A_0$  te evalueren terwijl slechts een benadering  $A(h)$  in functie van een positieve discretisatieparameter  $h$  voorhanden is, waarbij  $A(h) \rightarrow A_0$  als  $h \rightarrow 0$ .

Om een nauwkeurige benadering te krijgen voor  $A_0$  kan men ervoor opteren om een tijdrovende, nauwkeurige methode te implementeren. Een andere optie bestaat er in een minder nauwkeurige, maar zeer snelle methode verschillende keren toe te passen met verschillende waarden van  $h$ , en deze op gepaste wijze te combineren. Zo bvb. steunt de Romberg-integratie op de herhaaldelijke toepassing van de trapezium regel.

Het bachelor-project zal er in bestaan, na het doornemen van de nodige theorie, verschillende van deze algoritmen te implementeren (Maple en/of Matlab) en met elkaar te vergelijken.

---

Titel : stabiele implementatie van meerstapsmethoden.  
Promotor : Marnix Van Daele  
aansluitend bij het vak : numerieke analyse

De implementatie van een bepaald algoritme kan soms tot onverwachte nauwkeurigheidsproblemen leiden. Zo bvb. kan men voor de numerieke benadering van de oplossing van het probleem  $y''=f(x,y)$  met  $y(a)=\alpha$  en  $y(b)=\beta$  steunen op de bekende benadering  $[ y''(x) \approx \{y(x+h)-2y(x)+y(x-h)\} / h^2 ]$ . Wanneer men deze formule echter toepast voor  $x=a+i \cdot h$  met  $i=1, \dots, N$  en  $h=(b-a)/(N+1)$  voor een gegeven  $N$ , dan stelt men vast dat naarmate  $N$  groter wordt, steeds grote fouten worden gegenereerd bij het oplossen van het gegenereerde stelsel. Er bestaan oplossingen om dit te omzeilen. Hiertoe moeten de gebruikte formules (uitgedrukt in termen van 3 punten, men noemt dit twee-stapsformules) ietwat herschreven worden en uitgedrukt worden als (louter wiskundig gezien daarmee equivalente) eenstapsformules.

Het doel van het project bestaat er in eerste de theorie door te nemen en daarna een aantal algoritmen te programmeren (in Maple of/en Matlab)

---

Titel : Wiskundige modellering van de eicyclus als een dynamisch proces.

Promotor: Prof. W. Govaerts (begeleider: Charlotte Sonck)

Het doel van dit project is een studie van de wiskundige modellering van de eicyclus van een bevrucht kikkereitje.

Achtergrond: In het algemeen is de celcyclus een periodiek proces waarbij na een M-fase (mitosis of celdeling) een G1 (Gap 1) fase volgt waarin de pasgevormde cel groeit. Als een kritische massa bereikt wordt en een aantal controlevoorwaarden voldaan zijn, gaat de cel over tot de S (Start) fase waarin de chromosomen zichzelf repliceren. Daarop volgt de G2 (Gap 2) fase tijdens dewelke opnieuw een aantal chemische processen voltooid worden die

nodig zijn voordat de cel kan overgaan tot de volgende M-fase. Daarna herbegint de cyclus met de nieuwgevormde cellen.

Een pas bevrucht kikkerei gedraagt zich anders. Een dergelijke cel deelt zich in een snel tempo twaalf keer met uitschakeling van alle controlemechanismen zodat er na korte tijd een klompje heel kleine cellen ontstaat waaruit het nieuwe kikkervisje begint te groeien.

De wiskundige modellering van dit gebeuren heeft de vorm van een stelsel differentiaalvergelijkingen waarbij de optredende veranderlijken de concentraties zijn van verschillende chemische stoffen in de cel. De celdelingen zijn dan periodieke banen in een dergelijk systeem. Het is de bedoeling de modellering te leren begrijpen, ze op een wiskundig verantwoorde manier te gebruiken en een aantal oefeningen uit het referentiewerk op te lossen.

Referentie:

1. John J. Tyson and Bela Novak, Cell Cycle Controls, Chapter 10 (pp. 261-284) uit het boek "Computational Cell Biology" van C.P. Fall, E.S. Marland, J.M. Wagner en J.J. Tyson, Springer 2002.

---

Titel : De downhill simplex methode voor optimalisatie

Promotor: Prof. W. Govaerts (begeleider: Leila Kheibarshekan)

Het doel van dit project is een studie van de downhill simplex methode en het toepassen van de methode op enkele sterk niet-lineaire problemen.

Achtergrond: In de Nelder-Mead of downhill simplex of amoeba methode proberen we het minimum te berekenen van een scalaire functie die op een niet-lineaire manier afhangt van meerdere parameters. We danken haar aan J. Melder en R. Mead (1965). Een simplex is een polytoop in N dimensies met N+1 toppen, zoals bijvoorbeeld een driehoek in twee dimensies of een viervlak in drie dimensies. De Nelder-Mead methode wordt meestal beschouwd als niet erg efficiënt in termen van functie-evaluaties of van het aantal benodigde iteraties.

Anderzijds gebruikt ze geen afgeleiden en is dus weinig gevoelig aan sterke niet-lineariteiten. De strategie berust op het zoeken van optimale parameters door reflecties, contracties en expansies van het polytoop.

Het is de bedoeling om de methode ook toe te passen op interessante problemen die ontstaan bij het modelleren van de groei van bladeren bij de plant Arabidopsis.

Referenties:

2. Optimization in Operations Research, Ronald L. Rardin, 1998, Prentice Hall.
3. Numerical Recipes, 3<sup>rd</sup> Edition: The art of scientific computing, W. H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, 2007, Cambridge University.

## Signed Directed Acyclic Graphs

Promotor : Prof. S. Vansteelandt ([stijn.vansteelandt@ugent.be](mailto:stijn.vansteelandt@ugent.be))

Doelgroep : studenten met interesse voor statistiek

Korte beschrijving : Gerichte acyclische grafen worden meer en meer gebruikt in de statistiek en epidemiologie om causale relaties tussen metingen voor te stellen. Ze kunnen vervolgens aangewend worden om te evalueren of een associatie tussen 2 variabelen al dan niet duidt op een causaal effect van de ene variabele (of blootstelling) op de andere, of eerder het gevolg is van confounding. Door noties van monotone causale effecten en getekende pijlen in te voeren, heeft men recent de theorie van gerichte acyclische grafen uitgebreid om ook inzicht te krijgen of de aanwezigheid van confounders de associatie tussen 2 metingen eerder zal versterken of verzwakken. Het doel van deze bachelorproef is om een studie te maken van deze nieuwe theorie en ze vervolgens op een aantal concrete probleemstellingen toe te passen.

---

## M-bias

Promotor : Prof. S. Vansteelandt ([stijn.vansteelandt@ugent.be](mailto:stijn.vansteelandt@ugent.be))

Doelgroep : studenten met interesse voor statistiek

Korte beschrijving : Het causale effect van een blootstelling op een uitkomst wordt in de meeste observationele studies verstoord door zogenaamde confounders. Bijvoorbeeld, de ruwe associatie tussen hospitaalinfectie en mortaliteit op intensieve zorgen geeft geen zuiver causaal infectie-effect weer omdat de meer zieke patiënten meer vatbaar zijn voor infectie. Hoewel dit standaard wordt opgelost door confounders, zoals ernst van ziekte, op te nemen in regressiemodellen voor mortaliteit, kan dergelijke correctie falen wanneer de associatie tussen deze confounders en zowel de blootstelling (infectie) als uitkomst (sterfte) zelf verstoord wordt door confounders. De resulterende bias noemt men M-bias. Het doel van deze bachelorproef is om een studie te maken van M-bias, in het bijzonder door middel van analytische berekeningen van de bias of vertekening van standaard schatters voor causale effecten in de aanwezigheid van M-bias.