

heeft heel mooie graphics, maar de syntax verschilt nogal van Matlab.

Octave als alternatief voor Matlab

Waarom Octave als we Matlab hebben?

In de kolommen van STROMINGEN valt steeds regelmatig het woord 'Matlab'. Voor diegenen die dit nog niet weten: dit is een commercieel programma voor wiskundige berekeningen, dat onder andere zeer geschikt is voor matrixbewerkingen. Op zich een heel mooi pakket, maar gezien het stevige prijskaartje van Matlab (> f 7.000,- per licentie, exclusief toolboxes) is er aanleiding om eens te kijken naar wat laagdrempeliger alternatieven.

Een eerste alternatief is de studentenversie van Matlab 5.3, verkrijgbaar voor ruim honderd gulden. Deze versie bevat een aantal 'toolboxes' die bij de 'volledige' versie apart moeten worden aangeschaft. Nog afgezien van de beperkingen van de studentenversie (o.a. grootte van matrixen maximaal 128 rijen/kolommen), mag er natuurlijk geen productiewerk mee gedraaid worden.

Mark Bakker suggereerde alternatief 2 tijdens een bijeenkomst van het Ernstgenootschap: Octave. Het resultaat van een onderzoek hiernaar staat hieronder. Ik heb mij beperkt tot een aantal zeer eenvoudige gevalletjes; de lezer kan aan de hand daarvan hopelijk zelf uitmaken of hij/zij Octave, Matlab of maar liever helemaal geen wiskunde-programma wil gaan proberen.

Omdat vrijwel elke hydroloog in Nederland met Windows werkt heb ik mij in deze bijdrage beperkt tot vooral dat platform.

Een derde alternatief ben ik nog aan het uitproberen: Scilab. Dit freeware programma kent eveneens matrixfuncties en

Wat is Octave?

Octave is een met Matlab vergelijkbaar wiskundepakket, waarvan de licentie echter volledig gratis is volgens de zogenaamde GPL-policy (GPL = General Public License). Deze GPL-policy wordt door de Free Software Foundation (<http://www.fsf.org>) krachtig bevorderd. Belangrijk onderdeel hiervan is het vrij verkrijgbaar zijn van de broncode van de programmatuur.

Het in de academische wereld redelijk bekende Octave is afkomstig van o.a. dr. John W. Eaton van de Universiteit van Wisconsin-Madison, daarbij geholpen door een aantal wereldwijd verspreide vrijwillige ontwikkelaars die contact houden via Internet. Octave wordt door de makers per sé niet neergezet als Matlab-kloon, maar is qua functionaliteit grotendeels equivalent aan Matlab 4.2. Compatibiliteit met Matlab wordt wel enigszins gevolgd, maar niet actief nagestreefd. In de Octave-nieuwsgroepen op Internet zijn over de al dan niet vermeende noodzaak van deze 'compatibiliteit' vele zeer interessante argumenten voor en tegen te vinden.

Vanwege de vrij beschikbare sourcecode is er geen enkel beletsel om het programma naar eigen inzicht en behoefte aan te passen; dit gebeurt dan ook op grote schaal. De bedoeling is om alle aangedragen bruikbare aanpassingen, zowel in de broncode (C++) als in de bijgeleverde macro's, zoveel mogelijk in de 'originele' versie op te nemen. Er zijn dan ook tientallen versies in omloop, vele in alfa- of beta-stadium. De meest recente 'stabiele' versie is echter altijd te verkrijgen op de Octave-site (voor URL's zie appendix A).

In geval van grafische uitvoer werkt Octave met het eveneens GNU-freeware programma GNUplot, een zelfstandig programma waarmee allerlei functies en data-verzamelingen kunnen worden geplot. GNUplot is voor een zo mogelijk nog grotere verscheidenheid van hardware en besturingssysteem beschikbaar. Terzijde: GNUplot is ook op zichzelf (zonder Octave) een zeer handig en bruikbaar visualisatieprogramma.

Afhankelijk van onder welk besturingssysteem en op welk soort processor men Octave wenst te kunnen draaien, is ten slotte nog een aantal hulpprogramma's nodig. Omdat Octave op Linux geënt is, draait het onder Windows in een Linux-emulator.

Van origine is het bij GPL-licence de bedoeling om in ieder geval de broncode te verspreiden. Omdat het compileren ('bouwen') van Octave echter al gauw enkele uren duurt, nog afgezien van het downloaden en installeren van de benodigde compilers en libraries, is er ook een aantal 'binaries' beschikbaar, d.w.z. dat voor een aantal platformen (o.a. Windows, OS/2 en Linux) kant-en-klaar gecompileerde versies zijn gemaakt. De binary distributions zijn echter niet altijd de meest recente. De meest recente stabiele Octave-versie was op het moment van schrijven (einde 2000) 2.0.16; de meest recente stabiele binary distribution voor Windows, nu niet meer verkrijgbaar, betrof versie 2.0.13. (Analoog aan Linux-conventies geeft een even tweede getal van het versienummer -hier de 0- een stabiele versie aan en een oneven getal een ontwikkel- (beta-)versie).

Voor zowel Octave als Matlab zijn er nieuwsgroepen annex mailinglists op Internet. Het is heel nuttig om deze eerst een tijdje te volgen, dan is een goede indruk te krijgen van de stand van zaken en de actuele problemen en oplossingen. De help-

octave mailinglist is ingedeeld in jaargangen. Deze jaargangen lijken op het eerste gezicht wat onoverzichtelijk, maar dat komt omdat het overzicht ([index.html](#)) helemaal onderaan staat.

Installatie van Octave (via binary distribution) onder Windows

Ik begin meteen maar met een waarschuwing: installeren van een *stabiele* versie van Octave is thans nog steeds niets voor computer-nitwits en/of mensen met weinig geduld. Omdat echter recentelijk een aantal goede en heel makkelijk installeerbare binaries van de ontwikkelversie 2.1.31 is verschenen, heb ik ervoor gekozen om deze te installeren en mogelijke instabiliteit voor lief te nemen. Trouwens, die 'instabiliteit' slaat volgens dr. Eaton met 2.1.31 meer op zaken als een nog niet volledig uitgekristalliseerde syntax. (Zelf vond ik in 2.1.31 maar één probleempje, nl. dat sommige m-files niet in één keer geslikt worden in verband met problemen met 'indexing operations for <unknown type> type'. Gewoon nog een of meerdere keren hetzelfde proberen is de oplossing, Octave komt telkens een stapje verder. In andere versies ben ik dit niet tegengekomen).

Uiteraard is het volgen van onderstaande instructies geheel voor eigen risico; zelf heb ik bij diverse installatierondes met verschillende Octave- en GNUplot-versies geen enkel probleem met overige geïnstalleerde software gehad. Maar komt u er niet uit, zoek dan gerust hulp op de mailinglist help-octave 2001. Voor URL's zie Appendix A.

Stap 1 Download Octave-bestanden

Er zijn twee binary uitvoeringen beschikbaar: de ene installeert niet altijd goed onder Windows ME, de andere niet altijd goed onder Windows 2000 en NT. Na het

downloaden van een van deze .exe bestanden moet u erop dubbelklikken; de rest gaat dan vanzelf. De Linux-emulator van Cygnus alsmede GNUplot worden in de directory C:\Program Files\Octave geïnstalleerd. Een mooi desktop-icoontje kunt u zondig in .\Octave\bin vinden. Octave.bat is de eigenlijke programma-aanroep.

Stap 2 Installeren van een m-file editor

Anders dan Matlab heeft Octave geen ingebouwde m-file-editor (eigenlijk een doodgewone ASCII editor met wat toeters en bel-len), maar Windows zelf heeft er genoeg. Neem bijvoorbeeld gewoon Kladblok (Notepad), of download de handige Kladblok-vernager Notetab Light – met Notetab kunt u heel overzichtelijk meerdere m-filetjes tegelijkertijd ‘open’ houden. Het is handig om in de Windows-verkenner het bestandstype ‘.m’ met de door u gekozen teksteditor te koppelen. Uw zelfgemaakte m-filetjes kunt u het beste opbergen waar Octave de door gebruikers gemaakte m-files verwacht (bij mij onder C:\Program Files\Octave 2.1.31\usr\local\share\octave\site\m\). Maak hier een subdirectory met bijvoorbeeld uw eigen naam, daarin bewaart u dan uw zelfgemaakte m-filetjes.

Stap 3 Download extra bestanden

Download daarna het bestand Matcom-pat.tar.gz. Dit bestand bevat een update/aanvulling van een aantal Matlab-compatibele m-filetjes benevens een overzicht van wel en niet in Octave geïmplementeerde overeenkomstige Matlab-functies. Dit .tar.gz-archieef kan gewoon met Winzip danwel de gratis Winzip-kloon PowerArchiver worden uitgepakt naar een tijdelijke directory (let op dat de directorystructuur in stand blijft: ‘Use folder names’). Netjes verder installeren hiervan kan tegenwoordig

alleen via Linux-achtige shell-scripts en het programma MAKE. Maar als een wat grove vervanging hiervan kunt u in de directory ‘scripts’ alle sub-subdirectories met de namen ‘ver20’, ‘test’ en ‘testfun’ weggooien, waarna u de inhoud van alle subdirectories van ‘scripts’ behalve ‘FIXES’, naar de overeenkomstige subdirectories in C:\Program Files\Octave 2.1.31\usr\local\share\octave\2.1.31\m kopieert. In ‘FIXES’ zitten verbeterde versies van m-files, helaas niet naar subdirectory gesorteerd.

Vervolgens is het handig om de Octave Help-bestanden in html (Internet-browser-vorm) op te halen. Zet deze bestanden in de Octave-directory in bijvoorbeeld een subdirectory die u .\HELP-HTML noemt, en maak een snelkoppeling naar het bestand index.html.

Werken met Octave

Octave werkt net als Matlab in een terminal-venster, zeg maar zoiets als een DOS-box. Octave is geprogrammeerd voor de zogenaamde Emacs-toetsen (Emacs is zo’n beetje de manasje-van-alles editor in Linux-systemen). Dat wil zeggen dat bijvoorbeeld een pijltje naar links of rechts voor editen van uw command-line meestal wel werkt, maar soms ook niet. Gegarandeerd goed gaat dat met Ctrl-b respectievelijk Ctrl-f. De HOME, END en DEL-toetsen werken niet meteen goed, hoe die aan de praat zijn te krijgen staat beschreven in message nr. 1281 in de help-mailinglist 2000.

Gelukkig is in Octave een HELP-functie ingebouwd die de meeste toetsaanslagen uitlegt. Jammer is dat de help-functie ‘info’ nog niet goed werkt in de Windowsversie. De html-versie van de Octave-help bestanden vangt dit echter grotendeels op.

Net als Matlab heeft Octave een schuifbalk rechts langs de rechter-vensterrand waar-

mee teruggescrollt kan worden. Octave maakt echter ook gebruik van een zogenaamde 'pager', genaamd 'less'. Als u bijvoorbeeld een nieuwe grote matrix laat aanmaken of uitrekenen en de afsluitende punt-komma vergeet, of als u een lange helptekst opvraagt, stopt Octave de uitvoer na één schermje en kunt u met één toetsaanslag het volgende scherm zien (f), het vorige scherm (b), of de uitvoer naar het scherm verder stoppen (q). Pijltjestoetsen e.d. werken hier ook.

Voor grafische uitvoer roept Octave het grafische programma GNUplot aan. Er zijn op Internet aangepaste versies van GNUplot vindbaar waarmee à la Matlab met de muis labels etc. kunnen worden geplaatst.

Opgelet: Octave initialiseert de koppeling met GNUplot maar één keer per sessie; na sluiten van het GNUplot-venster kan Octave geen grafische uitvoer meer maken. Sluit GNUplot dus niet zelf af.

Er zijn enkele verschillen met Matlab: ! betekent NOT (ontkenning, bijvoorbeeld != betekent niet gelijk aan; in Matlab is dat ~=); commentaar is alles wat na # komt in plaats van na % (maar Octave herkent % ook als begin van commentaar); soms werken functie-aanroepen beter als u de argumenten met <komma, spatie> scheidt in plaats van alleen met een komma. Octave kent geen 3D-matrices; dat kunt u omzeilen door 2D-matrices naast elkaar in een grote matrix te zetten en dan voor de derde (en zondig vierde) dimensie te werken met 'offsets' in de eerste twee dimensies – iets dergelijks doet de computer inwendig ook. Wilt u zoveel mogelijk Matlab-compatibiliteit, dan dient u in het bestand .\Octave 2.1.31\bin\start achteraan de (enige) regel, na het woord 'octave', de optie --braindead invullen (tsja er is wat animositeit) – nadeel is dat de pager het dan ook niet meer doet.

Een beperkte vergelijking van Octave met Matlab

Ik heb me het makkelijk gemaakt door me te beperken tot simpele toepassingen van formele *wiskundige* syntax. Zowel Octave als Matlab hebben programmeertaal-achtige constructies (FOR; IF-THEN-ELSE; SWITCH), en in ieder geval Octave kent veel functies van de programmeertaal C. Zowel Matlab als Octave kunnen zelf gedefinieerde C- en Fortran functies gebruiken. Maar dit alles voert voor een eerste vergelijking veel te ver.

Allereerst heb ik een aantal Matlab m-filetjes uit 'Snelle oudjes gaan Matlab' (Maas en Olsthoorn, 1997) in Octave geprobeerd. Sysmat.m en stijgh.m worden zonder meer door Octave geslikt. Ook het plotten van een stijghoogteprofiel loodrecht op een rivier die is ingesneden in de bovenste 2 wvp gaat perfect. De uitkomsten en het plaatje zijn op het lettertype na hetzelfde als in Matlab. So far, so good.

Een eerste probleempje komt pas als er zelf andere matrixfuncties moeten worden gedefinieerd dan de ingebouwde EXPM en SQRTM. Octave kent (nog) niet zoals Matlab de functie FUNM waarmee je dit kunt doen. We moeten dus zelf een FUNM definiëren (maar wellicht zit in de matcompatstructuur al wel een FUNM.m-bestand). De truc bij matrixfuncties is dat je de gewenste scalaire functie toepast op de eigenwaarden van de invoermatrix, met behulp van wat elementaire lineaire algebra (Matlab implementeert de hiervoor benodigde functie FUNM ongetwijfeld op een vergelijkbare manier). In appendix B staat een elementaire Octave-FUNM.m. Hiermee kan precies als bij het voorbeeld uit 'Snelle oudjes gaan Matlab' de meerlagenversie van De Glee worden doorgerekend. Ook hier geeft Octave weer dezelfde uitkomsten als Matlab.

Terzijde: dit voorbeeld maakt goed de wiskundige overeenkomst duidelijk tussen

meerlagen-oplossingen via enerzijds Kees Maas' matrix-algebra en anderszijds Kick Hemkers' meer expliciete eigenwaarde-benadering.

Olsthoorn (2000) publiceerde recent een Matlab-implementatie van een oplossing uit het boek van Bruggeman, voorzien van de nodige complexe functies. Ook dit slikt Octave voor het grootste deel voor zoete koek. Helaas gaat alleen het plotten niet goed. Octave heeft een wat andere syntax voor contourplots, bovendien is de plot 90° gedraaid ten opzichte van het Matlab-voorbeeld. Het probleem ligt hier overigens niet zozeer bij Octave als wel bij (de koppeling met) GNUplot. De ongewenste 90° rotatie moet met wat uitzoeken vast wel in Octave kunnen worden opgelost.

Uit het boek 'Numerical methods using Matlab' (Lindfield en Penny, 1999) heb ik een aantal scripts, m-files en rekenprocedures ingetikt en laten doorrekenen. In dit boek wordt veelvuldig de Matlab-functie `flops` aangeropen; deze geeft het aantal floating point bewerkingen die Matlab heeft uitgevoerd na de laatste aanroep van `flops(0)`. Octave kent deze functie ook en meldt vrolijk: 'warning: flops is a flop, always returning zero'. Ten behoeve van compatibiliteit dus wel aanwezig, maar niet geïmplementeerd. Dit komt vaker voor; in Octave zijn niet alle Matlab-functies aanwezig. Een goed overzicht hiervan is gegeven op de Matlinks-site en de matcompat-site; zie ook de README en html-bestanden in het (als het goed is door u gedownload) bestand `matcompat.tar.gz`.

De meeste functies die voor de verdere voorbeelden uit genoemd boek nodig zijn zitten gewoon in Octave, soms met kleine verschillen. Octave's functie `EIG` blijkt bijvoorbeeld geen algemeen eigenwaardeprobleem aan te kunnen van de soort $\mathbf{A}\mathbf{x} = \lambda\mathbf{B}\mathbf{x}$ waarin \mathbf{A} en \mathbf{B} vierkante matrices zijn, \mathbf{x} een vector en λ een eigenwaarde (scalair):

`eig(A,B)` wordt niet geslikt, `eig(A)` wel. Overigens geldt dat met behulp van elementaire lineaire algebra zo'n probleem vaak is om te schrijven naar een vorm die Octave wel accepteert (zie voor het onderhavige geval bijvoorbeeld Strang, 1976, p. 248 e.v. of Jennings, 1977, p. 231). Matlab is in dit geval dus wat handiger. Overigens zitten dit soort specifieke eigenwaarde-analyses wel in Octave, maar dan via andere functies (bijvoorbeeld via de functie `QZ`).

Om een lang verhaal kort te maken: in Octave ontbreken globaal de volgende categorieën functies en bewerkingen, al dan niet gedeeltelijk:

- IJle matrices (Matlab functies voor 'sparse matrices'), maar zie <ftp://ftp.che.wisc.edu/pub/octave/MAILING-LISTS/octave-sources/2000/166> voor een beperkte 'sparse' toolbox;
- De meeste toolboxes, behalve die voor Signal en Image Analysis.

Vooraf aan het wiskunde-programma Maple ontleende 'Symbolic Toolbox', waarmee vergelijkingen algebraïsch kunnen worden gemanipuleerd, wordt node gemist. Juist met deze toolbox ontstijgt Matlab het niveau van super-rekenmachine; het grote voordeel is dat een wiskundig probleem inzichtelijker kan worden gemaakt, in plaats van dat er bot getallen worden gekraakt. Ook integraal-transformaties worden hiermee mogelijk. Maar deze toolbox is toch al niet gratis bij de 'volledige' Matlab-versie inbegrepen (wel bij de studentenversie). Overigens heeft iemand al wel een beperkte symbolische toolbox voor Octave gemaakt, zie messages 780 en 785 in de help-octave mailinglist 2000.

Over snelheid: op dezelfde PC onder Windows rekt Octave circa 1,5 à 2 maal sneller dan mijn Matlab 5.1 studentenversie, onder OS/2 en Linux zo'n 3 à 5 maal sneller. Octave heeft wel een vrij trage 'parser', dat

is het onderdeel dat de door de gebruiker ingetikte commando's leest, ontleedt en interpreteert, en ook de koppeling met GNUplot werkt traag.

Mijn conclusies

Voor diegenen die ruim f 7.000,- voor één Matlab-licentie (of een veelvoud daarvan voor een aantal licenties op een bedrijfsnetwerk) willen uitsparen is er een heel goed alternatief in de vorm van Octave. Maar uiteraard is er dan wel een andere prijs te betalen:

- Octave loopt iets achter qua functionaliteit ten opzichte van Matlab. Het is ongeveer gelijkwaardig aan Matlab versie 4.2, (de huidige Matlabversie is 5.3 of wellicht al 6);
- Een aantal toolboxen ontbreekt of is slechts gedeeltelijk aanwezig. Hoewel het heel goed zou kunnen dat Octave weer een aantal toolboxen en/of gespecialiseerde functies heeft die in Matlab ontbreken. Mij ontbreekt voldoende gespecialiseerde kennis van de betreffende aandachtsvelden om hierover een onderbouwde uitspraak te doen;
- Bij problemen is er geen helpdesk, u moet het echt zelf uitzoeken. Maar er is gratis (en voor gemakzuchtige vragers soms wat confronterende) ondersteuning op de mailinglist op Internet;
- Onder Windows ontbreekt vooralsnog een gedeelte van de on-line help functionaliteit die onder Linux en OS/2 wel aanwezig is. Er is via html-bestanden wel een vervanging;
- De grafische mogelijkheden zijn niet zo gelikt als in Matlab. Er is geen ingebouwde GUI-optie, maar anderszijds kun je met de gratis GUI-toolkit Tcl/Tk een heel eind komen (zie bijvoorbeeld http://merlin.inescn.pt/~qual/tk_octave);
- Wil je er echt diep induiken, dan moet je veel zelf uitzoeken (doorzoeken van de

help-octave mailinglist archieven werkt hierbij echt heel goed) en liefst thuis zijn in Linux;

Voordelen ten opzichte van Matlab zijn:

- In principe gratis, in ieder geval zelfs met inachtneming van Internet-connectkosten en installatie- en uitvoertijd in de praktijk onvergelijkbaar veel goedkoper;
- Broncode is volledig beschikbaar;
- Het wordt gedragen door een Internet-gemeenschap (grotendeels academisch) die onafhankelijk is van commerciële partijen;
- Volledig aanpasbaar aan de eigen wensen;
- Het invoer-venster doet wat Spartaans aan, maar vergis u niet in de functionaliteit, die vind ik zelf door de less-pager beter dan die van Matlab.

Kortom, wilt u een gelikt geen-gezeur programma en heeft u toch nog wat budget over, neem dan Matlab. Bent u echter niet bang voor wat geknutsel en/of zijn de financiën ontoereikend, probeert u dan Octave eens. Octave bevalt mij prima.

Slotopmerkingen

Sinds enkele maanden draait Octave ook op Internet. U surft erheen, tikt in het venster uw opdrachten in (of kopieert er een m-file in via knippen en plakken) en drukt op submit: presto! en indien van toepassing krijgt u er ook een plotje bij. Dit kent echter ook zijn beperkingen: de site is niet ingericht op druk webverkeer, en voorzover ik weet kunt u geen sub-functies definiëren: alle opdrachten moeten bij elkaar in één bestand zitten.

Voor bezitters van Matlab-versie 5.x (volledige versie) nog een tip: op de Matlab-site kunt u een nieuwere en verbeterde numerieke 'engine' downloaden. Voor nanosecondenjagers is het misschien wat jammer dat

hierin de functie flops() niet meer werkt (Octave liep wat dat betreft weer voor), maar er wordt wel geclaimd dat deze engine 2 à 8 maal sneller is. Zie www.mathworks.com/company/newsletter/clevescorner/win00.cleve.shtml.

Het zou kunnen dat Matlab hier weer even snel of sneller mee is dan Octave, dat al veel langer op de betreffende LAPACK-routines was gebaseerd.

Literatuur

- Jennings, A. (1977)** Matrix computations for Engineers and Scientists.
- Lindfield, G. en J. Penny (1999)** Numerical methods using Matlab, Second edition. Prentice Hall, NJ, 482 pag.
- Olsthoorn, T.N. en C. Maas (1996)** Snelle oudjes gaan Matlab; in: *Stromingen*, jrg 3, nr 4, pag 21–42.
- Olsthoorn, T.N. (2000)** Complexe oplossingen uit het boek van Bruggeman; in: *Stromingen*, jrg 6, nr 3, pag 5–8.
- Strang, G. (1976)** Linear algebra and its applications. Academic Press, NY, 374 pag.

Appendix A: URL's

Deze URL's waren geldig rond begin 2001. Gezien het dynamische karakter van Internet is het mogelijk dat enkelen niet meer werken; dan kunt u het beste via de help-octave 2001 mailinglist zoeken naar actuele URL's.

Octave home-page
<ftp://ftp.che.wisc.edu/pub/octave>

Octave mailinglists overzicht (help, sources, bugs)

<ftp://ftp.che.wisc.edu/pub/octave/MAILING-LISTS> (let op kleine en hoofdletters!)

Octave help mailinglist (2000 resp. 2001)
<ftp://ftp.che.wisc.edu/pub/octave/MAILING-LISTS/help-octave/2000/index.html>
<ftp://ftp.che.wisc.edu/pub/octave/MAILING-LISTS/help-octave/2001/index.html>

Matlinks
<http://download.sourceforge.net/matlinks>

Zelf-uitpakkende en -installerende Octave-bestanden

- *Windows 9x, NT en 2000:*
<http://download.sourceforge.net/matlinks/octave-windows-2000oct25d.exe>
- *Windows 9x en ME:*
<http://download.sourceforge.net/matlinks/octave-windows.exe>

Matcompat
<http://users.powernet.co.uk/kienzle/octave>

Matlab compatibele m-files
<http://users.powernet.co.uk/kienzle/octave/matcompat.tar.gz>

Octave html-helpbestanden
<http://www.delorie.com/gnu/docs/octave/>

Web-Octave
<http://tech-research.buffalostate.edu/cgi-bin/sbox/~octave/octave.pl>

Notetab
<http://www.notetab.com>

PowerArchiver
<http://www.ipsoft.ejb.net>

Scilab
<http://www.inria.fr>

Appendix B

```
## funm: Octave replacement of Matlabs FUNM
## Usage: B = funm(A, 'name') or B = funm(A, 'name')
## where A = square non-singular matrix, provisionally
##         real-valued
##         name = string, name of function to apply to A
##
## by P.R. Nienhuis, 28 Oct. 2000, with additions by P. Kienzle
##
function B = funm(A, name)
    [V,D] = eig(A);
    for j=1:size(A,1)
        D(j,j) = feval(name,D(j,j));
    endfor;
    B = V*D*inv(V);
endfunction
```

Philip Nienhuis

Eerste Oosterparkstraat 183
1091 HA AMSTERDAM
E-mail: philip_nienhuis@compuserve.com