

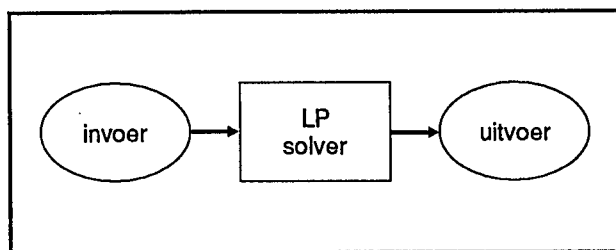
SCICONIC ALS TOOL BINNEN HET LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

E. Hendrix

Sciconic is een softwarepakket voor mathematische programmering, in het bijzonder lineaire (geheeltallige) programmering (LP). De plaats van Sciconic binnen software voor het oplossen van LP problemen en enkele typische eigenschappen in verhouding tot andere pakketten worden besproken. Met behulp van een voorbeeld wordt een indruk gegeven van de invoer van het pakket. Als laatste komt de historie, het gebruik en de organisatie m.b.t. Sciconic binnen het ministerie van landbouw, natuurbeheer en visserij ter sprake.

Software voor het oplossen van LP problemen

Voor het oplossen van Lineaire Programmeringsproblemen worden routines gebruikt die voornamelijk gebaseerd zijn op de simplexmethode. Tot 1980 betekende dit, in de bekende ponskaartomgeving, dat de LP solver slechts



Figuur 1: LP-Solver

door deskundigen kon worden gebruikt (zie figuur 1):

- de invoer bevat de matrix van coëfficiënten van het LP probleem. Na enige tijd is hiervoor een standaard ontstaan, het zogenaamde MPS-format;
- de uitvoer bevat informatie over waarden van variabelen, slackvariabelen, schaduwrijzen en reduced costs.

In de jaren 70 ontstonden pakketten voor grote LP problemen, zoals MPSX en APEX. Opvallend daarbij is, dat deze pakketten hardware specifiek waren i.t.t. Sciconic, dat in Fortran is geschreven. Succesvolle toepassingen zijn o.a.

te vinden in de mengvoederindustrie en m.b.t. raffinage problemen. Sciconic is dan ook een uitvloeisel van toepassingen bij BP.

De matrixgenerator (MG)

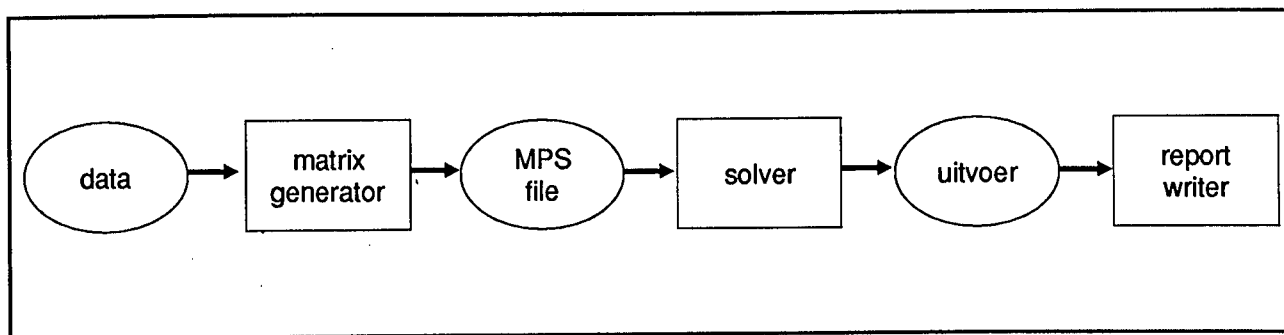
Door veranderingen in de gegevens, zoals prijzen, rentestanden, nieuwe grondstoffen, milieubeperkingen e.d. moeten de problemen meerdere malen opgelost worden. Verandering van een gegeven kan consequenties hebben voor meerdere coëfficiënten in het LP probleem. Het editen van de invoerfile is dan niet de juiste weg om consequenties voor de oplossing van het LP probleem te berekenen. Er is een programma nodig, dat veranderingen in de gegevens omzet in coëfficiënten, de matrixgenerator (MG). Een matrixgenerator is dus een programma, dat een aantal data voor een specifiek LP probleem omzet in een bestand met coëfficiënten (MPS-file).

Voor kleine LP problemen worden wel eens spread-sheets voor dit doel gebruikt. Hiervoor bestaan speciale LP pakketten zoals VINO en What's Best. Voor grotere problemen voldoen deze pakketjes niet en dient speciaal een matrixgenerator te worden geschreven. Dit is niet zo eenvoudig, omdat het MPS-format nogal strikt is. Ook is het nuttig voor de uitvoer een programma te schrijven, dat de relevante resultaten overzichtelijk weergeeft, de zogenaamde report writer (RW).

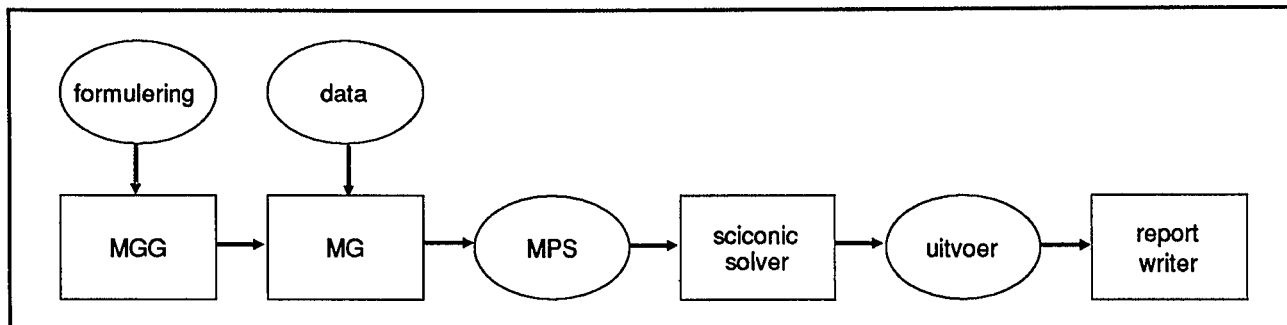
Matrix Generator Generator (MGG)

Het omzetten van een probleem uit de werkelijkheid in een LP probleem gebeurt in een iteratief proces met de instelling die het probleem heeft aangedragen. In deze identificatie fase is het niet verstandig om al een specifiek invoer- en/of uitvoer programma te schrijven. In dit soort onderzoek wordt met verschillende formuleringen geëxperimenteerd: extra voorwaarden en variabelen worden ingevoerd, of de structuur van het LP model wordt volledig veranderd. Voor dit soort onderzoek kent Sciconic de zogenaamde Matrix Generator Generator (MGG).

Een MGG is een programma dat een formulering van een LP model omzet in een MG. De probleemformulering,



Figuur 2: Matrixgenerator en reportwriter



Figuur 3: Concept van de Matrix Generator Generator

zoals die ingevoerd wordt in MGG, sluit aan bij de algebraïsche manier waarop een model mathematisch wordt gepostuleerd. Dit zal verderop aan de hand van een voorbeeld duidelijk worden gemaakt. Het voordeel van het gebruik van MGG t.o.v. het zelf schrijven van een MG is duidelijk. In weinig tijd kan de formulering van een LP probleem worden aangepast. Voor een zelf geschreven programma zal dit aanzienlijk meer tijd vergen.

Modelleertalen

In de loop van de tijd zijn er meer commerciële pakketten ontstaan die gebruik maken van het inlezen van een formulering-file. Men spreekt hier van modelleertalen. Enkele vroegere medewerkers van Sciconic kwamen in Engeland op de markt met hun eigen produkt. Zo ontstonden:

- Magic met solver Lamps, een pascal-achtige taal;
- Xpress, een pakket voor grote LP problemen op een PC. Enkele organisaties brachten de modelleertaal die ze zelf ontwikkeld hadden op de markt;
- GAMS : een algemene taal door de Wereldbank ontwikkeld;
- OMP: een pakket van de Belgische consultancy firma Beyers & Partners.

Sciconic onderscheidt zich met name van deze vier talen, doordat de invoer van formulering en gegevens gescheiden gebeurt. Bij de genoemde pakketten kan dat ook gezamenlijk.

Overweging

Er zou met de gedachte gespeeld kunnen worden om binnen landbouw GAMS als modelleertaal te gaan gebruiken naast de Sciconic solver op grond van de volgende overwegingen. GAMS:

- sluit beter aan bij de algebraïsche formulering van een LP probleem (Dit geldt overigens ook voor Xpress);
- is internationaal meer bekend en maakt de uitwisselbaarheid van modellen dus groter;
- kan ook voor andere solvers worden gebruikt, zoals MINOS. Dit Amerikaans pakket is ook bruikbaar voor niet-lineaire problemen;
- wordt wel ondersteund in Nederland;
- heeft een goede documentatie;
- kent een dusdanige ontwikkeling, dat het in de toekomst ook aansluit bij nieuwere algoritmen, zoals interior point methoden.

Voorbeeld

Dit voorbeeld geeft een indruk van de formulering van een LP probleem voor MGG. In dit voorbeeldprobleem wordt uitgegaan van 25 gemeenten waar zich een overschot aan mest bevindt en 20 lokaties waar mogelijk een mestverwerkingsfabriek kan worden opgezet. Men wil een aantal fabrieken zo opzetten, dat de transportkosten naar de fabrieken en de bouwkosten van de fabrieken minimaal zijn. De volgende variabelen worden geïntroduceerd:

- x_{ij} : hoeveelheid mest van gemeente i te verwerken op lokatie j ;
- y_j : 0/1 variabele die weergeeft of op lokatie j wel of niet een fabriek moet worden gebouwd.

Het voorbeeld LP probleem luidt:

$$\min \left\{ \sum_{ij} x_{ij} + F \sum_j y_j \right\}$$

onder de voorwaarden dat:

$$\sum_j x_{ij} = O_i \quad i=1, \dots, 25$$

$$\sum_i x_{ij} - \text{Cap} y_j \leq 0 \quad j=1, \dots, 20$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad y_j \text{ is } 0/1 \text{ variabele}$$

De transportkosten c_{ij} van gemeente i naar lokatie j worden uit de coördinaten (p_i, q_i) , (p_j, q_j) en de variabele transportkosten T per ton per kilometer als volgt berekend:

$$c_{ij} = T \sqrt{(p_i - p_j)^2 + (q_i - q_j)^2}$$

Cap: de capaciteit van een fabriek.

O_i : de hoeveelheid te verwerken mest in gemeente i .

F : de bouwkosten van een mestfabriek.

Bovenstaand probleem kent een aantal kenmerken die in grote LP problemen voorkomen:

LP probleem	Sciconic naam
Indices i en j	suffices
variabelen x_{ij} en y_j	variables
data $T, F, p_i, p_j, q_i, q_j, \text{Cap}$ en O_i	external values
coëfficiënten $c_{ij}, F, O_i, \text{CAP}$	elements
binair variabelen y_j is 0/1	y_j is binary, BV

<pre> C MODEL MESTFABRIEK C NOTATION C SUFFICES C gemeente I I IMAX 25 C C lokatie J J JMAX 20 C EXTERNAL VALUES C T F8.2 Transportkosten per km per ton mest F F10.2 setupkosten van een fabriek Cap F8.2 Verwerkingscapaciteit van een fabriek C O(i) F8.2 Mestoverschot in gemeente i C P(i) F6.2 coördinaten gemeente i Q(i) F6.2 Pe(j) F6.2 coördinaten lokatie j Qu(j) F6.2 C </pre>	<pre> VARIABLES X(i,j) '****ijj' Y(j) '*****jj' BOUND BV C PROBLEM MINIMISE C * KOST '*****' C SUM(I,J) CIJ*X(I,J) + SUM(J) FIX*Y(J) C SUBJECT TO C * MEST '****II' SUM(J) X(I,J) .EQ. SHT FOR ALL I C * CAPJ '****JJ' SUM(I) X(I,J) - CAP*Y(J) .LE. 0.0 FOR ALL J C ELEMENTS C CIJ = T * SQRT((P(I)-Pe(J))**2 + * (Q(I)-Qu(J))**2) FIX = F SHT = O(i) CAP = Cap C ENDATA </pre>
---	---

Figuur 4: Voorbeeld invoerfile van mestprobleem voor MGG

Deze kenmerken komen in modelleertalen terug. Type-rend voor MGG is:

- de strenge scheiding tussen coëfficiënten en data;
- de drielettercodes voor de coëfficiënten;
- format statements voor de gegevens;
- in de invoerfile moet alles in de juiste kolom zijn weergegeven (Fortran);
- alle gegevens en namen worden in common blocks opgeslagen en zijn bekend voor de report writer;

De invoerfile voor MGG van bovenstaand probleem is opgenomen in figuur 4.

De lezer kan zelf beoordelen in welke mate deze probleem file aansluit bij de mathematische formulering van het probleem.

Fortran

Een aantal eigenschappen van Sciconic kunnen toe worden geschreven aan de typische Fortran structuur:

- de Matrixgenerator die ontstaat in Sciconic moet eerst gecompileerd worden. Op de PC kost dit veel tijd;
- subroutines kunnen eenvoudig gelinked worden aan de matrixgenerator;
- alle informatie van variabelen, gegevens, tussenberekeningen etc. worden aan de report writer over gedragen in zogenaamde common blocks. Dit betekent dat

slechts schrijfp opdrachten hoeven te worden gegeven en geen leesopdrachten;

- Sciconic is volledig modulair opgebouwd en eventueel te gebruiken als een zogenaamde arithmetic toolbox library;
- invoer van gegevens en formulering dient te geschieden via een strak format. Elk sterretje en symbool dient op de juiste plek te staan;
- Sciconic is niet erg hardware specifiek.

Voordelen en nadelen

Enkele nadelen van sciconic zijn, dat de documentatie slecht is en dat er geen sprake is van grote ontwikkelingen m.b.t. het pakket. Door de Fortran structuur duurt het inwerken in het de taal lang.

Daar tegenover staat, dat een ingewerkt iemand gemakkelijk andere routines kan linken en een handig gebruik van de report writer kan maken. De Sciconic solver is redelijk snel en het aantal commando's voor het sturen van en opvragen in het optimaliseringsproces is enorm groot.

MicroLP

Het PC pakket MicroLP is duidelijk een klein broertje van Sciconic. Er wordt geen gebruik gemaakt van typische PC features zoals functietoetsen. Verder is door de 640K

limiet van DOS de grootte van de op te lossen problemen beperkt tot enkele honderden variabelen en voorwaarden en kent het pakket geen oplossingsmethoden voor geheeltallige problemen. De modelleertaal is nagenoeg hetzelfde als die van MGG, zodat modellen overdraagbaar zijn van PC naar mainframe.

Historie

In een in opdracht van het ministerie van L&V uitgevoerd onderzoek, kwam het bedrijf ORES in 1984 tot de conclusie dat Sciconic een geschikt pakket zou zijn voor L&V. Voor die tijd was Sciconic een erg sterk pakket: Sciconic was niet computerafhankelijk, zoals MPSX (IBM) en kende de modelleertaal MGG. Bij toeval was ORES tevens vertegenwoordiger in Nederland van Scicon, de Engelse firma die Sciconic heeft ontwikkeld. Een groot contract van fl. 750.000,- voor 30 licenties werd in 1985 afgesloten. Achteraf kunnen vraagtekens worden gezet bij dit contract. Vervolgens ging ORES failliet en ontstond er een vacuüm in de ondersteuning van Sciconic.

Organisatie

In een direct contact met Scicon in Engeland in 1989 is overeengekomen, dat op het oude contract nog versies van het PC pakket MicroLP beschikbaar worden gesteld voor L&V. Bij alle instellingen van L&V waar Sciconic en MicroLP voor juni 1990 zijn geïnstalleerd kunnen deze pakketten in de toekomst gratis worden gebruikt.

De TFDL geeft de technische ondersteuning van de installatie en heeft een lijst naar Scicon gestuurd, waarop alle DLO instituten en proefstations staan vermeld als

gebruiker van Sciconic. Officieel ondersteunt GLW Sciconic inhoudelijk. Net als bij Prosim maakt zij daarbij gebruik van externe deskundigen. Alhoewel nog niet formeel geregeld, wordt samengewerkt met de vakgroep wiskunde, sectie OA.

Gebruik

Sciconic wordt onder andere gebruikt door de volgende groepen binnen L&V. Het IMAG, ATO, LEI, PAGV, PR, CABO en door verschillende vakgroepen binnen de LUW, zoals Landbouwtchniek, Economie en Wiskunde. Bij dit gebruik valt op dat onderzoekers incidenteel gebruik maken van Sciconic. Op het moment vindt het meeste gebruik plaats bij het LEI en aan de LUW.

Samenvattend

Het gebruik van een taal als MGG t.o.v. het zelf programmeren van een MG geeft in een onderzoeksomgeving voordelen. Men kan zich meer toeleggen op het modelleren zelf. In vergelijking met andere modelleertalen kent MGG een moeilijke structuur en een grote inwerktijd. De mogelijkheid van het koppelen aan andere routines en het schrijven van een report writer zijn groot. De Sciconic solver heeft veel mogelijkheden, maar is slecht gedocumenteerd. □

Drs E.M.T. Hendrix is universitair docent bij de vakgroep Wiskunde van de Landbouwwuniversiteit Wageningen, sectie operationele analyse, tel. 08370-83568.