

14 aug. 1963

Verslagen V-132

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Werkgroep Numerieke Verwachtingen

Eerste Interim-Verslag mei 1963

door

Dr. D.J. Bouman

De Bilt, mei 1963

Kon. Ned. Meteor. Inst.
De Bilt

Werkgroep Numerieke Verwachtingen

Eerste Interim-Verslag mei 1963

1. Inleiding

Sinds juli 1961 bestaat er op het KNMI een Werkgroep "Numerieke Verwachtingen" waarvan de samenstelling is als volgt:

Dr. F.H. Schmidt (leider)

Dr. D.J. Bouman

H.C. Bijvoet

Dr. B. Heyna

Drs. W.J.A. Kuipers

Ir. P. Verbrugh (inmiddels vertrokken).

In de eerste tijd van haar bestaan hebben de leden van de Werkgroep zich uitsluitend beziggehouden met literatuurstudie, bijwonen van symposia en studiereizen. Er bestonden in die periode geen redenen tot het uitbrengen van collectieve verslagen. Voor zover de activiteiten verslaggeving behoeften is dit geschied door middel van reisverslagen e.d. Evenwel is aan de aldus gewonnen inzichten bekendheid gegeven door middel van W.R. 62-5, welk rapport is gebaseerd op de op symposia en studiereizen en door literatuurstudie opgedane kennis.

Eigen werk is in deze periode alleen verricht door drs. Kuipers op het gebied van de objectieve analyse, mede in verband met zijn werk in de WMO Working Group on Networks.

Begin 1963 is in deze situatie een belangrijke wijziging gekomen. Voor het jaar 1963 werd de beschikking verkregen over een aantal uren rekentijd op de X1 van het Mathematisch Centrum te Amsterdam en op de IBM 1410 van de Rijks Centrale voor Mechanische Administratie te 's-Gravenhage. Daarmede werd het zwaartepunt van het werk van de Werkgroep verlegd van de literatuurstudie naar het eigen experiment. Deze verandering rechtvaardigt en eist een uitgebreidere verslaggeving. Het ligt dan ook in de bedoeling op passende tijdstippen een interim-rapport van de werkzaamheden uit te brengen. Voor de redactie van dit eerste interim-rapport is verantwoordelijk dr. D.J. Bouman. Het rapport behandelt het tijdvak 1 januari - 31 mei 1963.

2. Algemene beschouwingen

De X1 (fabrikaat N.V. Electrologica) van het Mathematisch Centrum te Amsterdam is een machine van het type met middelbare snelheid. Deze snelheid bedraagt ongeveer $1/60$ van de snelheid, die de meeste machines in gebruik bij Meteorologische Instituten hebben (bijv. IBM 7090). Dit houdt in, dat voorshands hiermede met voorzichtigheid dient te worden omgegaan ten einde de benodigde rekentijden binnen redelijke perken te houden. Op het ogenblik is dit nog niet bezwaarlijk. Immers, de programma's voor numerieke verwachtingen kunnen altijd worden opgevat als zijnde opgebouwd uit een sequentie van onderprogramma's, die elk voor zich dienen te worden opgesteld en getoetst. Voorlopig zal dus de aandacht in de eerste plaats gericht moeten worden op de bouwelementen van de uiteindelijke programma's.

De X1 is in staat programma's te behandelen, die geschreven zijn in de universele symbolische taal ALGOL 60. (Zie over ALGOL 60 Verslag Colloquium dr. Heyna van 31 jan. 1961). Begin 1963 had echter nog geen der leden van de Werkgroep enige praktische ervaring met ALGOL 60.

Het doel van de eerste experimenten op de X1 werd daarom als volgt geformuleerd:

- 1) Ervaring opdoen in het schrijven van programma's in ALGOL 60.
- 2) Ervaring opdoen in het gebruik van de X1, in het bijzonder in het gebruik van de hierbijbehorende in- en uitvoerorganen.
- 3) Het ontwerpen, programmeren en toetsen van elementaire bouwelementen van de programma's, die voor numerieke verwachtingen worden of zullen worden benut.

Op langere termijn bezien stelt de Werkgroep zich voor, dat het doel van haar activiteiten als volgt kan worden omschreven:

- 1) Ontwerpen, programmeren en toetsen van het eenvoudigste bekende model voor numerieke verwachtingen, nl. het barotrope model.
- 2) Idem voor één of meer ingewikkelde bekende modellen.
- 3) Idem voor zelf te ontwerpen nieuwe modellen, aangepast aan de Nederlandse behoeften.

3. Laplace-Poisson vergelijking

Een der belangrijkste bouwelementen van de programma's voor numerieke verwachting is het sub-programma voor de oplossing van de Laplace-Poisson vergelijking

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y)$$

bij gegeven randcondities op bijv. de zijden van een rechthoek.

Dit bouwelement is nodig zowel bij de oplossing van de vorticiteitsvergelijking als bij de oplossing van de balansvergelijking. (Voor deze begrippen zie W.R. 62-5). Het lag daarom voor de hand om met dit bouw-element te beginnen. Een aantal experimenten hiermede werd dan ook gedaan (zie par. 4) met zodanig resultaat, dat dit onderzoek thans praktisch kan worden afgesloten. (Zie par. 4.8).

4. Experimenten

4.1 Programma 280363 (Laplace)

Dit was het eerste probeersel waarbij bleek, dat de snelheid van de X1 was overschat. De beschikbare tijd was 1 uur en het volledige programma zou meer dan 12 uur geduurd hebben. Positief resultaat was evenwel, dat het programma werkte (Laplace-vergelijking) en dat de conclusie kon worden getrokken, dat de snelheid van de X1 ruimschoots de gelegenheid bood tot het doen uitvoeren van veel tussenresultaten, hetgeen de beoordeling van de werking en/of juistheid van de programma's vereenvoudigt.

4.2 Programma 010463 (Laplace)

Dit programma bleek niet goed te werken. Aanvankelijk werd gedacht aan een programmafout. Later is evenwel gebleken, dat het programma goed was en dat men dus vermoedelijk het slachtoffer is geweest van een toe-vallige machinefout.

4.3 Programma 050463 (Laplace)

Op grond van de ervaring met 010463 werd een nieuw programma gemaakt waarin een "smoothing" (zie W.R. 62-5) was ingebouwd. De werking was goed. Als bijproduct werd een tabel van de optimale waarde van de over-relaxatiefactor verkregen.

4.4 Programma 230463 (Laplace)

Inmiddels was uit literatuurstudie gebleken, dat een "smoothing" in het programma voor Laplace-Poisson overbodig moest zijn. Dit werd dus geschrapt. Als nieuw element werd een truc van SHELDON & WOLF (Mathematical Methods for Digital Computers) ingebouwd. Deze komt hierop neer, dat "even" en "oneven" punten in het rooster altemnerend worden ge-relaxeerd. Hierdoor wordt de convergentiesnelheid van de iteraties aanzienlijk vergroot. Het programma bleek evenwel een programmafout te bevatten. Als bijproduct werd een tabel van de kaartschaalverhouding bij een stereografische projectie met standaardparallel 60° verkregen.

4.5 Programma 230463-bis (Laplace)

Verbetering van het onder 4.4 genoemde programma, dat nu goed bleek te werken.

4.6 Programma 260463

Programma ter oplossing van een stelsel lineaire vergelijkingen, dat een rol speelt in de methode Kuipers voor de oplossing van de Poisson-vergelijking. Programma werkte wel maar bevatte een foutje waardoor resultaten incorrect waren.

Bijproduct: Isoplethenkaart van een mathematische functie.

4.7 Programma's 290463 en 010563

Deze hadden respectievelijk betrekking op een matrix-inversie en een eigenwaarde-berekening, die een rol spelen in de door drs. Kuipers ontwikkelde methode van objectieve analyse. De programma's werden niet aan de machine toevertrouwd.

De programmeur van het Mathematisch Centrum, de heer Ch. Harmse, maakte ons attent op een aantal onjuistheden in de programma's, gevolg van onze onbekendheid met de precieze werking van de z.g. Bibliotheek-programma's, die gebruikers van de X1 van het M.C. ter beschikking staan. De vele adviezen van en de goede samenwerking met de heer Harmse worden hier dankbaar erkend.

4.8 Programma 130563 (Poisson)

Werkte tot volle tevredenheid. Het programma wordt nu omgewerkt tot een z.g. bibliotheekprocedure. Hieronder verstaat men een sub-programma, dat zodanig is geconstrueerd dat het als onderdeel van grotere programma's kan worden gebruikt. Het wordt op ponsband gezet en staat dan voor gebruik ter beschikking.

Na de omwerking tot bibliotheekprocedure moet het uiteraard nog eenmaal worden getest om te controleren dat hierbij geen fouten zijn ingeslopen en dan kan het werk aan het bouwelement Laplace-Poisson als beëindigd worden beschouwd.

4.9 Reserve-programma

Een programma voor een in een publicatie van dr. Schmidt voorkomende integraal werd geschreven en goed werkend bevonden. Het zal dienen als algemeen reserveprogramma en worden gebruikt om de gereserveerde reken-tijden te vullen indien mocht blijken, dat het programma waarvoor de tijd eigenlijk was gereserveerd om een of andere reden niet kan worden

uitgevoerd. Er is nog behoefte aan kleinere reserveprogramma's ter vulling van overschietende tijd.

5. Ervaringen met ALGOL 60

Tot slot mogen de ervaringen met ALGOL 60 worden geformuleerd.

- 5.1 ALGOL 60 blijkt een eenvoudig te hanteren hulpmiddel. Rapporteur, die vóór januari 1963 op dit punt nog volslagen leek was, kon na enige studie redelijke programma's hiermede schrijven.
- 5.2 Het aantal fouten, dat men in programma's in ALGOL 60 maakt, is klein. Van de bovengenoemde programma's was er geen die meer dan 2 fouten had in de eerste versie. Dit in schrille tegenstelling met het programmeren in machine-code waarbij men volgens veler ervaring belangrijk meer fouten maakt.
- 5.3 Het opsporen van fouten gaat snel. Ook dit in tegenstelling met wat gebeurt bij programmering in machine-code. Alle fouten in ALGOL 60 programma's konden binnen een kwartier worden opgespoord. In machine-code vergt dit dikwijls vele en langdurige experimenten.
- 5.4 De rekentijd van een ALGOL 60 programma wordt door deskundigen geschat op het 2 à 3-voudige van een programma in machine-code. Genoemde getallen gelden voor bestaande machines. Deze machines zijn ontworpen in een tijd dat ALGOL nog niet bestond. Binnenkort komen machines beschikbaar (bijv. Elliot 503 en X8) bij welker ontwerp wel rekening is gehouden met ALGOL. Afhankelijk van het programma is bij deze machines de tijd voor een ALGOL programma gelijk aan 1 tot 1,5 maal de tijd van een in machine-code geschreven programma.
- 5.5 De pro's 5.1 t/m 5.3 afwegende tegen het contra 5.4, luidt de conclusie, dat er in het experimentele stadium een belangrijke tijdwinst zit in het gebruik van ALGOL 60. Gebruik van machine-code is dan ook alleen zinvol voor programma's voor routinegebruik, nadat zij eerst als ALGOL 60 programma zorgvuldig zijn uitgetest.

De Bilt, mei 1963.