

HEDEN EN TOEKOMST DER ELEKTRONISCHE INFORMATIEVERWERKING

door Dr. Ir. M. R. Mantz

De mens heeft altijd meer gewild dan zelf gekund en meer gekund dan zelf gedaan.

Het doorbreken van de grenzen van het individueel kunnen verlangt het inschakelen van hulpkrachten, in eerste aanleg die van de medemens.

Sinds de oudheid is het recruterende van hulpkrachten steeds een belangrijk probleem geweest. Afgezien van enkele ontsporingen als roof, slavernij en machtsmisbruik is op den duur een oplossing gezocht in beloonde groepsarbeid, taakverdeling, planning, organisatie en bovenal in mechanisatie en automatisering.

De organisatiestelsels en het begrip leider zijn uit dit streven ontstaan en laten zich vrij eenvoudig hieruit verklaren. Meer willen dan kunnen, d.w.z. overbelasting van de leider-ondernemer noopt tot delegatie van functies met behoud van het integrale verband.

Deze formule gaat zowel op voor de delegatie aan menselijke medewerkers als machines.

Vooralsinds de gedachte doorbrak, dat luxe en welvaart voor het volk in brede lagen beschikbaar moet komen, heeft de automatisering als noodzakelijke consequentie een grote vlucht genomen. Daarnaast opent de realisering van economische beginselen de mogelijkheid het rendement van de inspanning te verhogen. In dit licht gezien is automatisering een middel tot welvaartsdoel en geen bedreiging voor werkgelegenheid.

Het aanschaffen en in bedrijf stellen van technisch interessante automaten is nog geen automatiseren, evenmin als het in dienst nemen van overigens bekwame mensen, organiseren is.

In de organisatiestructuur, die opgevat kan worden als een afgestemd systeem van doelmatige verhoudingen, brengt de introductie van een computer soms hevige en plotselinge verschuivingen. Naast zorg en wijs beleid is dan vooral tijd nodig om naar een nieuwe afstemming te groeien die zowel van produktie-technisch, economisch als van menselijk standpunt uit gezien bevredigt.

Verschuiving van de ontwikkeling naar andere aspecten. Van technisch kunnen naar informatie-verwerkingsysteem.

Te veel wordt de automatisering gezien enkel uit het oogpunt van technisch kunnen. Vanzelfsprekend kan men weinig beginnen zonder de *techniek meester* te zijn. Eenmaal zover ziet men een streven naar gemakkelijke *hanteerbaarheid* van de hulpmiddelen ontstaan.

Zijn deze fasen en de ontwikkeling gemeengoed geworden, dan dwingt de concurrentie op de markt om de apparatuur meer *economisch* te maken.

Verder ziet men een streven de markt te vergroten door de machines financieel bereikbaar te maken voor het grote publiek en daarmee de kleinere gebruikers. Vandaar de recente aankondigingen van verscheidene baby-computers.

De markt kan ook worden vergroot door het terrein der specifieke toepassingen te verruimen.

Voorbeelden hiervan zijn te vinden bij de automatisering van de produktie-

regeling, plaatsreservering in de luchtvaart, het betalingsverkeer, het vertalen van boeken, het opsporen van informatie over bepaalde onderwerpen (information-retrieval) etc.

Het mogelijk, dan wel lonend maken van deze bijzondere toepassingen is veelal afhankelijk van de verdere ontwikkeling van speciale voorzieningen, zoals een voor mens en machine leesbaar schrift.

Minder bekend, maar niettemin belangwekkend is de invloed van de automatisering op de wetenschappelijke bedrijfsvoering. De informatiestroom is de kapstok waaraan alle beslissingen inzake prognose, besturing en controle in de bedrijfsvoering zijn opgehangen. In de informatiestroom spiegelt zich het gehele bedrijfsgebeuren. De computer met zijn programma is niet slechts de verwerkende automaat doch tevens een uiterst snel reagerend model van het bedrijfsproces waarop de informatiestroom betrekking heeft. Aan de hand van dit model kan men het gedrag van deze bedrijfsprocessen onderzoeken en het effect van voorgestelde verbeteringen vaststellen.

Nu de automatisering de noodzaak brengt om de te automatiseren processen in computerprogramma's te formuleren en men dan tevens over modellen beschikt om te experimenteren, ontstaat meer en meer behoefte aan een wetenschap die zich met de fenomenologie en de architectuur van arbeidsprocessen bezig houdt. Het begin van deze tendens ligt ongetwijfeld in de erkenning van de grote betekenis van de besturing d.m.v. terugkoppeling, ook wel cybernetisch principe genoemd.

Belangwekkend is het baanbrekende werk van Prof. Jay W. Forrester ¹⁾, met betrekking tot het onderzoek naar ongewenste fluctuaties in de bedrijfsvoering, die als instabiliteiten in tegengekoppelde bedrijfsprocessen kunnen ontstaan. Prof. Forrester geeft daarbij aan hoe d.m.v. een computerprogramma een model van een dergelijk proces kan worden construeerd, aan de hand waarvan de invloed van voorgestelde verbeteringen kan worden nagegaan.

Met de kennis over de wezensstructuur van informatieverwerkende processen zal de ontwikkeling van de daarvoor geëigende technische hulpmiddelen gelijke tred houden. In het algemeen kan gezegd worden, dat de knelpunten voor verdere automatisering niet meer schuilen in onvoldoend technisch kunnen maar wel in eenvoud van programmeren, en verwaarloosde proceskunde. Dit verklaart dan ook waarom de programmeurs nu en de systeemarchitecten in de toekomst de nieuwe ontwerpeisen zullen dicteren. Dan zal de techniek werkelijk „ten dienste” staan van de bedrijfshuishoudkunde. Te veel nog is momenteel de aanpassing gezocht in de richting van de apparatuur, soms omdat de wezenlijke behoefte niet voldoende bewust is gesteld.

De technische ontwikkeling

De opvoering van de technische prestaties gedurende de laatste tien jaren is inderdaad spectaculair.

Onderstaande tabel illustreert dit.

	Oud (ca. 1955)	Nieuw (ca. 1963)
ponsband lezen :	7 tekens/sec.	1000 - 2000 tekens/sec.

¹⁾ Prof. Jay W. Forrester, *Industrial Dynamics*, 1961.

ponskaart lezen :	150 krt./min.	600 - 2000 krt./min.
ponsen :	100 krt./min.	300 krt./min.
drukwerk :	150 regels/min.	1000 regels/min. 3000 regels/min. en meer (Xerografisch)

Zeer hoog zijn de lees- en schrijfsnelheden van de magneetbanden nl.:
10.000 - 100.000 tekens/sec en meer ²⁾).

Deze en andere eigenschappen maken dat de magneetband als in/uitvoermedium voor gegevens steeds meer veld wint.

Voor de kleinere computers blijft de ponskaart nog altijd het aangewezen medium. Bij de ponsband is het sorteerprobleem nog niet bevredigend opgelost, zodat deze voornamelijk nog slechts van betekenis is in combinatie met magneetbanden en wel gebruikt wordt voor de invoer van mutatiegegevens, omdat het direct via toetsenbord beschrijven van snelle banden nog technische bezwaren geeft.

Een oplossing wordt echter gezocht om goedkope magneetbanden, zoals die normaal voor het opnemen van spraak en muziek in de handel zijn, als tussenmedium in te schakelen. Deze audiobanden kunnen een belangrijke concurrent worden voor de ponsband.

Hoewel opvoering der snelheid tot lagere kosten per verwerkte post kan leiden, betekent dit niet dat de toekomst louter is weggelegd voor grote snelle installaties. Te weinig wordt beseft, dat het hogere rendement alleen wordt gehaald bij een volledig bezette machine.

Dit laatste eist nogal wat organisatie en voorbereiding, die voor een eerste stap op het terrein der elektronische gegevensverwerking te groot kan zijn. Dit verklaart dan ook het succes der kleine installaties bij beginnende gebruikers.

Het opvoeren van verwerkingssnelheden kan niet ongelimiteerd doorgaan. Fysisch worden nu eenmaal moeilijk of kostbaar te overwinnen grenzen gesteld.

Het is daarom niet te verwonderen dat verdere verbeteringen meer in andere richting zijn gezocht en wel in een betere organisatie van het machinesysteem. Bij de computer neemt het werkgeheugen een centrale plaats in; het is in principe bij elke in/uitvoer- en bewerkingshandeling betrokken. Het werkgeheugen kan slechts met één orgaan tegelijk werken, hetgeen betekent dat op dat moment de andere organen moeten wachten. Men kan deze wachttijd beperken door de verbinding niet langer te laten bestaan dan strikt nodig is voor de overdracht van de informatie. Dit stelt hoge eisen aan de coördinatie van de verschillende bewerkingen.

Een eenvoudiger maar iets kostbaarder oplossing is, om de periferie-organen een buffergeheugen te geven waardoor ze zelfstandig hun werk kunnen doen zonder met het werkgeheugen verbonden te zijn. Wel moet dan nog overdracht van informatie plaatsvinden tussen het werkgeheugen en de buffers, maar die kan zeer snel geschieden, zodat het werkgeheugen praktisch de gehele tijd voor het centraal verwerkingsorgaan ter beschikking blijft.

Het gebruik van buffers biedt grote voordelen; invoer, rekenen en uitvoer kunnen zelfstandig naast elkaar gelijktijdig plaatsvinden, vanzelfsprekend met opeenvolgende te verwerken posten. Het merkwaardige is dat bij de klassieke ponskaartinstallaties deze zelfstandige werking der verschillende machines nooit een

²⁾ Ter vergelijking diene dat een invoersnelheid van 600 kaarten/min. overeenkomt met 800 tekens/sec.

probleem is geweest. De te verwerken posten waren verdeeld over verschillende kaarten, zodat elk bewerkingsstation kon werken met een aparte kaart. Voor gelijktijdig werken was alleen nodig dat de kaartenstroom nauwkeurig aan een bepaald doorvoertempo was gebonden.

Bij de computer verlangt de gelijktijdige werking der organen echter extra voorzieningen, die men momenteel meer en meer ook bij de kleinere machines aantreft.

Het gebruik van buffers en een daarbij behorend coördinatieprogramma maakt invoer via een groot aantal invoerkanalen mogelijk. Het opent de mogelijkheid tot centrale verwerking van, langs vele kanalen tegelijk, binnenkomende gegevens van geografisch gespreide invoerstations.

Theoretisch bestaat bij de computer nu ook de mogelijkheid om meer programma's tegelijk door de machine te laten verwerken, doch in de praktijk bleken de daarbij in huis gehaalde coördinatie- en beveiligingsmoeilijkheden in het algemeen niet op te wegen tegen de voordelen, zodat we nog tevergeefs naar praktijkvoorbeelden zoeken.

Heeft men een installatie, die in verband met gevraagde service over een grote verscheidenheid aan in/uitvoer-organen moet beschikken, dan zal steeds per programma een aantal hiervan ongebruikt blijven.

De hierboven beschreven „multiprogrammering” zou dan tijdsbesparing en daarmee rendementsverzekering van de installatie kunnen geven.

De oplossing kan echter ook worden gezocht in een centrale magneetband-computer met een aantal kleinere satellieten die de ponskaartinvoer, ponsbandinvoer en het afdrucken van resultaten voor hun rekening nemen. Voor de grote programma's ontvangt de centrale computer de gegevens van de door de satelliet geprepareerde magneetbanden en geeft de resultaten weer op magneetband af. Hoewel een systeem bestaande uit een combinatie van computers wat kostbaarder zal zijn in aanschaf, zal de hantering daarvan heel wat eenvoudiger zijn dan die van een multiprogrammering computer.

Trouwens de groei van de computers in snelheid en van het aantal parallel werkende organen stellen enorme eisen aan de hantering. Wil men een dergelijke installatie continu bezet houden, dan zal men enorme hoeveelheden werk moeten aandragen en al dit werk moet worden gepland en geprogrammeerd. De planning vergt een uiterst strakke discipline. Een kwartiertje verspilling is naar menselijke maatstaven onbelangrijk maar naar computermaatstaven een ramp.

De programmering

Het is gebleken dat de programmering een moeilijk punt kan worden. Bij de moderne computers wordt veel gedaan om dit te vereenvoudigen, b.v. door met één instructie automatisch een gehele reeks instructies op te roepen die b.v. een vermenigvuldigings-, delings-, sorteringsprocedure etc. geheel verzorgen. Hoe meer men gebruik kan maken van dergelijke gestandaardiseerde programma's of programmadelen, des te vlugger kunnen de programma's samengesteld worden en hoe minder kans er is op programmeerfouten. Het hele pakket van standaardprogramma's en in/uitvoer-routines duidt men wel aan met de software van de computer.

Hiertoe kan men ook rekenen de mogelijkheid de computer in een symbolische taal te programmeren. Een symbolische taal is bedoeld om een brug te slaan tussen

voor mensen begrijpelijke zinnen en voor de computer leesbare instructies. De vertaling geschiedt door middel van een compiler, een soort woordenboekprogramma dat uit de symbolische taal computerinstructies genereert. Onnodig te zeggen dat deze talen na voortgezette ontwikkeling gemeengoed zullen worden en de programmeringsopleiding belangrijk zullen vereenvoudigen en verkorten.

Vereenvoudiging van de programmering zal bovendien kunnen worden bereikt door het logische systeem zoveel mogelijk af te stemmen op de problemen waarvoor ze worden gebruikt. De Gamma 10 is hiervan een treffend voorbeeld. De programmering van deze machine is verrassend eenvoudig.

Eenvoud van programmeren verlangt eveneens eenvoud in machineconceptie. De combinatie van klein snel werkgeheugen met groter trager secundair steungeheugen b.v. is verdwenen en heeft plaats gemaakt voor één relatief groot werkgeheugen. Technisch leek deze combinatie oorspronkelijk zeer aantrekkelijk door de combinatie van snelheid en grote geheugencapaciteit voor redelijke prijs. Achteraf is echter gebleken dat bij een groot enkelvoudig kernengeheugen de eenvoud van programmering de wat grotere apparatuurkosten meer dan goed maakt.

In het verhaal, dat de oorspronkelijke machines ontworpen werden door technici en de moderne machines door programmeurs, schuilt veel waars. Men kan deze lijn nog doortrekken. In de toekomst zullen wensen inzake een bepaalde vorm van bedrijfsvoering het ontwerp decreteren. Speciaal wordt daarbij gedacht aan het verlangen om onmiddellijk op de hoogte te worden gesteld omtrent een willekeurig momenteel situatiegegeven, iets wat met de huidige apparatuur - ingericht voor massale verwerking van grote groepen posten - zeer bezwaarlijk gaat. Ook deze zg. batchverwerking kan soms nog doelmatiger worden ingericht.

Een van de meest voorkomende handelingen in de administratie is nl. het bijwerken van standengegevens. In de in/uitvoerapparatuur van de Gamma 10 en de BULL Serie 300 zijn leesstations, kaartentoevoer- en aflegmagazijnen en het ponsstation zodanig gecombineerd, dat het bijwerken van een bestand op ponskaarten in één doorgang kan plaatshebben.

Het toegepaste principe is hetzelfde als aan de lopende band voor serieproductie van automobielen ten grondslag ligt.

Hoewel dus feitelijk niets nieuws, wil men deze vereenvoudiging door afgestemd arrangement van produktiemiddelen wel eens verticale integratie noemen, een term die de niet ingewijde weinig verklaart.

Zoals gezegd, bestaat naast de batchprocessing de behoefte aan behandeling van individuele opgaven van urgent karakter.

In het algemeen kan worden gesteld dat men een proces niet kan besturen, wanneer men niet beschikt over resultaatgegevens die aan referentiewaarden moeten worden getoetst.

Het is niet toevallig dat het Engelse woord control besturen betekent, maar dan via de door controle verkregen gegevens.

Het is ook duidelijk dat het terugkoppelingsproces sneller dient te verlopen als het te controleren proces van de gewenste instelling kan weglopen.

Met de bestaande wijze van seriegewijze verwerking met klassieke ponskaartapparatuur of zelfs met computers, was deze omlooptijd zo groot dat alleen planningen op lange termijn aan de hand van de verkregen resultaten konden worden bestuurd, zodat de besturing daardoor maar een globaal en indirect karakter kon hebben.

De procedure versnellen, zodat de besturing zich kan effectueren *tijdens* de voltrekking van het produktieproces *zelf*, is dankzij de elektronica technisch geen probleem doch wel organisatorisch.

Het werken in series (batches) heeft nl. verschillende bezwaren, wanneer de eis wordt gesteld dat de tijd tussen het ontstaan van een gegeven en het beschikbaar komen van het resultaat zeer kort moet zijn.

Het hoofdprobleem vormt de noodzaak om series gelijke posten eerst te verzamelen, te coderen, te sorteren en pas daarna te verwerken. De verwerking in bepaalde volgorde laat niet toe dat met de verwerking kan worden begonnen, zoudra de desbetreffende basisinformatie is verkregen.

Belangrijk is ook dat het sorteren van grote groepen posten zeer veel tijd kan vergen, om van het coderen en verzamelen niet te spreken. Verschillende methoden zijn ontwikkeld om het sorteren te ontlopen.

Daartoe is nodig dat alle standengegevens door het computer-programma moeten kunnen worden opgeroepen, d.w.z. dat de geheugenlocaties liefst rechtstreeks adresseerbaar moeten zijn. Dergelijke geheugens zijn kostbaar en het gebruik is momenteel nog beperkt tot het werkgeheugen van de computer. Wel is het gelukt snelle schijvengeheugens te construeren met een toegangstijd van ca. 100 ms, die het ideaal enigszins benaderen, doch alleszins bevredigend is dit nog niet.

Van ongesorteerde verwerking naar postgewijze verwerking is slechts een kleine stap.

Postgewijze verwerking geeft voor de centrale bedrijfsvoering de mogelijkheid een klein programma op een geografisch gespreide post geheel af te werken, waarbij aan de computer de ontbrekende centrale gegevens kunnen worden opgevraagd, terwijl een eventuele berekening ook door de centrale computer desgewenst kan worden verricht. De verbinding met de centrale kan via datatransmissie - d.i. elektrische overbrenging van gegevens in gecodeerde vorm - plaatsvinden. Een haast klassiek voorbeeld hiervan is de luchtvaartreservering. Vrijwel hetzelfde machinesysteem kan dienen voor *centrale besturing*, b.v. van chemische of andere produktieprocessen. Het enige verschil is dat het verwerkingsprogramma dan geheel centraal wordt afgewerkt en de resultaten als instructie worden doorgegeven aan de regelende organen van de periferie.

Verwacht mag worden dat de in de organisatie jarenlang bestaande spanning tussen centrale en decentrale bedrijfsvoering door elektronische voorzieningen kan worden weggenomen. Immers, hoewel de bedrijfshandelingen volledig decentraal kunnen worden afgewerkt, blijft tegelijkertijd het centrale informatiesysteem tot op de minuut bij en kan op elk moment voor de nodige centrale coördinatie zorgdragen.

Het systeem „bestuurt” dus het proces terwijl het zich voltrekt, vandaar de naam real-time processing wellicht het best te vertalen door besturende informatieverwerking.

De hiervoor benodigde verwerking zonder sorteergangen opent perspectieven voor een ander concept, wel eens met integrale verwerking aangeduid. Hierbij wordt een ingelezen post zonder sorteergangen tegelijk naar alle gezichtspunten verwerkt. Dit behoeft geen real-time processing te zijn, doch vereist wel geheugens met random access-eigenschappen. Men noemt dit soms wel direct batch-processing.

In geval de tijd niet dringt, is het zelfs niet nodig dat van grote random-access-

bewaargeheugens gebruik wordt gemaakt. Het is immers ook mogelijk, in principe het bestand in het werkgeheugen³⁾ van de computer te brengen en de mutaties op magneetbanden in te voeren. Daar beide genoemde gangen zeer snel zijn, kan deze laatste versie van ongestoord werken met de huidige middelen wel eens zeer doelmatig blijken, vooral als het bestand of het aantal in één batch door te voeren mutaties in de orde van de grootte van het werkgeheugen ligt. De term integratie wekt, door het veelomvattend gebruik, vaak misverstand. Men kan een geïntegreerde informatieverwerking hebben, zonder dat deze integraal is geautomatiseerd.

In dit geval worden slechts delen ervan automatisch verwerkt. Overigens kan men de gehele administratie met een computer doen, zonder dat deze administratie integraal is. Het is duidelijk dat, voordat men de integratie volledig zowel in de informatiestroom als in de verwerkende apparatuur heeft doorgetrokken, enorm veel analyse- en daarna synthese-arbeid moet worden verricht, zodat deze concepties eerst in de verre toekomst verwezenlijkt kunnen worden.

Wanneer men streeft naar directe verwerking van basisgegevens - en vooral bij real-time processing - zal het noodzakelijk zijn dat ook het verzamelen en coderen van de gegevens zeer snel en exact gebeurt. Het is dan ook op dit terrein dat uitgebreide onderzoeken gaande zijn.

Eerst zij opgemerkt, dat bij real-time processing de informatiedrager als medium achterwege kan blijven. Directe invoer van gegevens via het toetsenbord of directe verstrekking door automatische meetinstrumenten met analoog-digitale omzeters is mogelijk.

Het gesprek tussen publiek en computer kan aanzienlijk worden vereenvoudigd door het gebruik van een alfabet dat voor beide direct leesbaar is. Voorbeelden van dergelijk schrift zijn de E13b code in de USA en de recentere BULL CMC7 code, waarbij voor de machine leesbare streepjes in het normale letter- en cijferkarakter is ingebouwd, zonder dat het publiek dit bemerkt.

Niet alle zich voltrekkende ontwikkelingstendenzen zijn hiermede geschilderd. De tijd, dat een ondernemer de computer van vandaag niet durft te bestellen omdat hij morgen een betere voor zijn geld kan krijgen, zal nu de techniek gerijpt is spoedig tot het verleden behoren.

De ondernemer zal zich meer gaan bemoeien met de architectuur van zijn onderneming. Men zou kunnen spreken van soft-ware van zijn fabriek. De begeerde slagvaardigheid, doeltreffendheid en economie moet in het licht van de nieuwe technieken opnieuw worden beschouwd en dit zal alleen kunnen gebeuren met hulp van bekwaame systeemarchitecten, waarvoor de opleiding nog niet bestaat of nog niet in overeenstemming is gebracht met de huidige stand van techniek en methodiek der informatie-verwerking.

³⁾ Deze methode wordt aantrekkelijk bij een groot werkgeheugen. Uitbreiding van het bestaande werkgeheugen met een trommelgeheugen van grote capaciteit kan dan wel doelmatig zijn. Dit zou dan wel eens een „come-back” van de trommel kunnen betekenen.