EXTERNE COMPUTERGEHEUGENS II

door Dr. G. Bresser

In het voorgaande artikel hebben wij er op gewezen dat de magneetband een zuivere vorm van een volgtijdelijk toegankelijk geheugen is. Dit heeft tot gevolg dat met een hoge gemiddelde toegangstijd rekening moet worden gehouden. Deze slechte toegankelijkheid van gegevens die op een magneetband zijn opgenomen was er al vrij snel na de introductie van computers de oorzaak van dat men voor een reeks van toepassingen naar andere geheugenmedia ging zoeken.

Magneetkaartgeheugens

De magneetkaart is als oplossing het meest met de reeds bekende magneetband verwant. Het gaat in dit geval als het ware om een brede in stukken geknipte magnetiseerbare band waarvan elk stuk afzonderlijk bereikbaar is. Door onder andere Honeywell-Bull, Siemens, NCR en IBM worden dergelijke geheugens op de markt gebracht. Bij alle typen staan steeds variaties in enerzijds de selectie van de kaart en anderzijds de organisatie van de vastlegging, centraal. De verschillende fabrikanten hebben elk eigen oplossingen voor deze vraagstukken gekozen. Als voorbeeld zullen we de oplossing die door NCR wordt gehanteerd nader toelichten.

In de terminologie van deze fabrikant is sprake van een Card Random Access Memory (CRAM). Een CRAM-pakket omvat 256 kaarten; in de meest recente uitvoering zelfs 384 kaarten. Met behulp van een binaire code ($2^8=256$) kunnen de individuele kaarten door de machine worden herkend. In de bovenrand van elke kaart is daartoe een achttal halfronde openingen aangebracht die stuk voor stuk aan de linker òf rechterzijde voor de helft zijn afgesloten. Het pakket kaarten wordt in een CRAM-unit aan acht kwartronde selectiestangen opgehangen. Door deze selectiestangen te draaien kan men één van de 256 kaarten uit het pakket laten vallen. De vrijkomende kaart wordt vervolgens om een trommel gebracht en daar vastgehouden zodat de sporen op de kaart één of meerdere malen langs ingebouwde lees- en schrijfkoppen worden gevoerd. (zie de figuren 1 en 2)

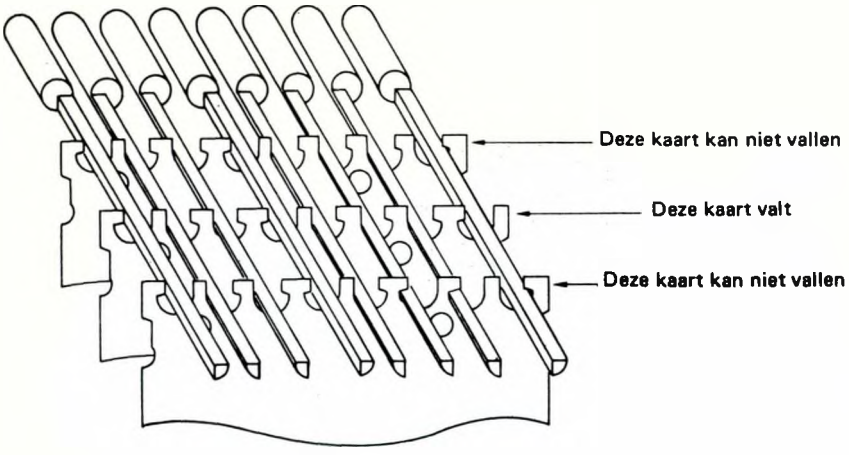


*fig. 1 Het principe van kaartselectie**

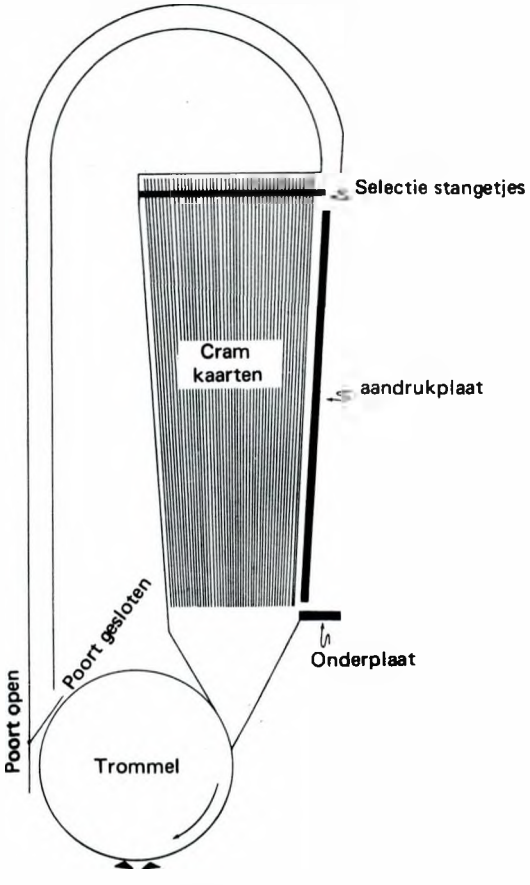


*fig. 2 Vereenvoudigde doorsnede van een CRAM-eenheid**

Met toestemming van NCR-Nederland overgenomen uit: „Bestuurlijke informatieverwerking" 1970.

De informatie op een kaart wordt, zoals gezegd, vastgelegd in sporen. Het spoor op een magneetkaart is echter op dezelfde wijze opgebouwd als de gehele magneetband. (Zie het vorige artikel). Het aantal sporen dat naast elkaar op één CRAM-kaart is aangebracht varieert van 7 tot 144. De capaciteit van een CRAM-pakket kan dientengevolge oplopen tot 145 000 000 bytes (1 byte bestaat uit 8 bits). Het eerste deel van elk spoor is gereserveerd voor indentificatie doeleinden. Deze „label" geeft het nummer van het pakket waarvan de betrokken kaart een onderdeel is, alsmede het nummer van de kaart en het nummer van het spoor. Een bestand dat op CRAM is vastgelegd kan, afhankelijk van de omvang, één of meer pakketten omvatten.

Het is duidelijk dat hier sprake is van een *semi-random toegankelijk* geheugen. De kaarten die in het pakket zijn opgenomen zijn willekeurig toegankelijk. Is de kaart éénmaal geselecteerd dan is ook de keuze van het spoor nog willekeurig. Binnen het spoor zijn de gegevens echter volgtijdelijk toegankelijk. De toegangstijd bij een dergelijk geheugenmedium is opgebouwd uit 1. de selectietijd van de kaart 2. de valtijd van de kaart 3. de toegangstijd tot het gegeven in het spoor. De uiteindelijke toegangstijd voor deze geheugentypen beweegt zich tussen de 125 en 600 milliseconden. Deze waarde bedraagt voor de modernste CRAM-geheugens gemiddeld circa 130 milliseconden. De overdrachtssnelheid fluctueert voor de meeste typen rond de 70 KC.

Door IBM wordt een dergelijk geheugen als magneet-stripgeheugen op de markt gebracht (Datacel). In één cel zijn 200 strips ondergebracht. Een geheugeneenheid kan 10 magazijnen bevatten. Op die manier kunnen in het totaal ongeveer 400 000 000 bytes worden opgeborgen. De toegangstijd van de gegevens moet voor dit type geheugens echter worden verhoogd met de selectietijd van de datacel.

Met behulp van de hiervoor besproken geheugens kunnen mutatiegegevens niet alleen batchgewijze maar in vele gevallen - voor zover de toegangstijd niet prohibitief is - ook postgewijze worden verwerkt. In het eerstgenoemde geval zal de toegankelijkheid nog worden verbeterd door de mutaties vooraf te sorteren. In het tweede geval zal dat - per definitie - niet de bedoeling zijn.

Tegenover de voordelen van de grote capaciteit van een pakket magneetkaarten, men spreekt wel van een gunstige on-line capaciteit omdat alle gegevens in het pakket bij een on-line toepassing direkt bereikbaar zijn, staat de relatief hoge toegangstijd. Hoewel door toepassing van magneetschijvengeheugens in de meeste gevallen een geringere on-line capaciteit ter beschikking staat en ook de kosten per byte hoger liggen dan bij gebruik van magneetkaarten, is de lage toegangstijd voor vele toepassingen essentieel. De laatste jaren wordt dan ook steeds vaker de voorkeur gegeven aan magneetschijven voor het vervullen van verschillende functies in het systeem van informatieverwerking.

Magneetschijvengeheugens

Een magneetschijf doet denken aan een grammofoonplaat. Beide kanten van de schijf zijn voorzien van een magnetiseerbare laag met behulp waarvan de informatie wordt bewaard. De afzonderlijke schijven zijn tot pakketten

samengevoegd waarbij het pakket in de meeste gevallen verwisselbaar is. Voor off-line toepassingen is de omvang van het bestand dan ook niet gelimiteerd. In de magneetschijven-eenheid zijn voor het lezen en schrijven van de gegevens lees- schrijfkoppen aangebracht. Ten einde de toegangstijd te bekorten wordt in de meeste eenheden meer dan één lees-schrijfkop per schijfkant ingebouwd. Deze koppen zijn op een horizontaal bewegende arm gemonteerd.

De informatie wordt op een schijf in concentrische sporen vastgelegd. Ten einde te kunnen aangeven waar de informatie die gezocht wordt in het schijvenpakket kan worden teruggevonden zijn de fysieke plaatsen in het

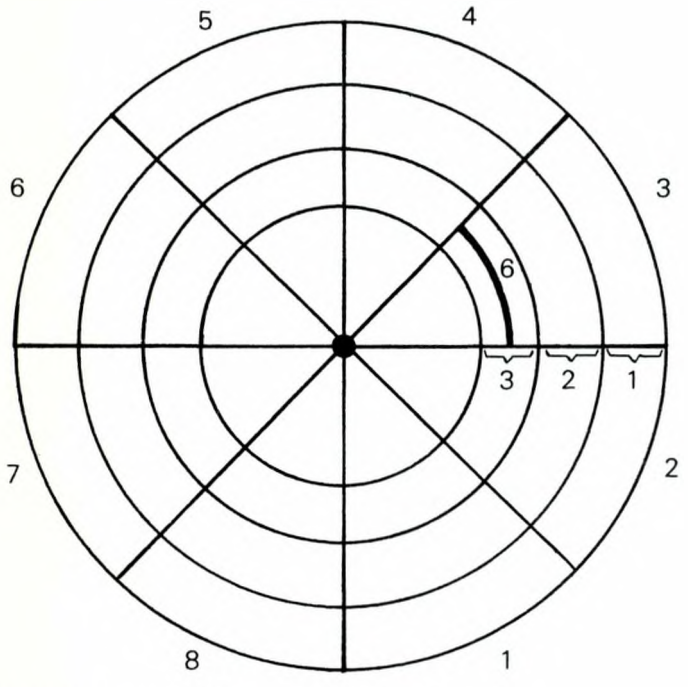


fig. 3 Bovenaanzicht schijvenpakket

pakket op een bepaalde manier gegroepeerd. In figuur 3 is aangegeven dat elk spoor op de schijf in *sectoren* is verdeeld (In het voorbeeld acht). Daarnaast wordt het begrip *cylinder* gebruikt. Eén cylinder omvat een - per fabrikant verschillend - aantal sporen op één schijfkant èn alle sporen op de andere schijfkanten die daarmee naar plaats corresponderen. Alle sporen in een cylinder kunnen worden gelezen of beschreven zonder dat de lees- schrijfkoppen daarvoor in horizontale richting moeten worden verplaatst.

Op een bepaald type schijven zijn in elk spoor 4096 bytes ondergebracht. Eén sector bevat 4096:8=512 bytes. Op één schijfkant staan 192 sporen of 192X4096=786.432 bytes. Een pakket dat uit drie schijven bestaat heeft dan een capaciteit van 6X786.432=4.718.592 bytes. Voor elke schijfkant zijn in

de schijvenéénheid 12 lees- schrijfkoppen gemonteerd. De zes groepen van twaalf koppen zijn boven elkaar geplaatst. De 72 sporen die op deze manier zonder horizontale verschuiving van de arm kunnen worden bereikt vormen een cylinder. (72X4096=294.912 bytes). Het besproken schijvenpakket bevat in het totaal 16 cylinders (16X294.912=4.718.592 bytes).

Om een gegeven dat in het pakket is opgenomen te bereiken moet worden aangegeven 1 op welke schijfkant; 2 in welke cylinder; 3 op welk spoor; 4 in welke sector moet worden gezocht. In de praktijk wordt, door bij de adressering het nummer van één van de 72 lees- schrijfkoppen op te geven, niet alleen de schijfkant maar terzelfdertijd ook het spoor binnen de gekozen cylinder bepaald.

De *capaciteit* van de schijveneenheden met verwisselbare pakketten die op de markt worden gebracht varieert met het totaal aantal pakketten dat in een eenheid kan worden geplaatst van circa 3.000.000 tot 240.000.000 bytes.

De *toegangstijd* van gegevens die op schijven zijn opgenomen hangt af van de draaisnelheid van de schijf en de omvang van de beweging die door de arm met lees-schrijfkoppen in horizontale richting moet worden gemaakt. Deze tijd ligt voor de meeste typen tussen de 45 en 100 milliseconden. Sommige fabrikanten brengen apparatuur op de markt waarvan het schijvenpakket niet verwisselbaar is. Elk spoor heeft in die constructie zijn eigen lees- schrijfkop. De toegangstijd is op die manier tot minder dan 20 milliseconden teruggebracht.

De *overdrachtssnelheid* van deze apparatuur varieert - op een enkele uitzondering na - tussen de 40 en 320 KC.

Magneettrommelgeheugens

Tenslotte nog een enkel woord over de magneettrommel. Dit externe geheugen bestaat uit een grote, snel roterende, trommel waarop een magnetiseerbare laag is aangebracht. Evenals bij de reeds eerder besproken geheugenvormen wordt de informatie vastgelegd in sporen. Ieder spoor ligt als een ring om de trommel. Bij de typen die nu op de markt zijn is boven elk spoor een lees- schrijfkop aangebracht zodat de opgeslagen gegevens betrekkelijk snel bereikbaar zijn. De *toegangstijd* varieert, afhankelijk van de draaisnelheid en de omtrek van de trommel van circa 4 tot 90 milliseconden. De *capaciteit* loopt uiteen van 45.000 tot 198.000.000 bytes, terwijl de *overdrachtssnelheid* tussen 35 en 1400 KC ligt. Magneettrommels zijn ten opzichte van de andere externe geheugenvormen betrekkelijk kostbaar. Bovendien zijn de trommels niet verwisselbaar. In tegenstelling tot de magneetschijf worden ze dan ook niet op grote schaal toegepast.

Hiermee is het overzicht van de externe geheugens afgesloten. Veel bijzonderheden moesten noodgedwongen onvermeld blijven. Wij vertrouwen er op dat de lezer een deel van de verbanden tussen de informatie die in deze reeks artikelen wordt gegeven zelf zal weten te herkennen en waarderen.