



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8501143

Nederland

⑲ NL

⑤4 Kommunikatiesysteem voorzien van een eerst-in-eerst-uit-buffer.

⑤1 Int.Cl⁴.: G06F 13/00, G06F 5/06.

⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

⑦4 Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octroobureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

②1 Aanvraag Nr. 8501143.

②2 Ingediend 19 april 1985.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 17 november 1986.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Kommunikatiesysteem voorzien van een eerst-in-eerst-uit-buffer.

De uitvinding betreft een komunikatiesysteem met een bron-
inrichting voor het afgeven van een volgorde van berichten, een bestem-
mingsinrichting voor het opnemen van de berichten in dezelfde volgorde,
en een tussen broninrichting en bestemmingsinrichting geschakelde
5 eerst-in-eerst-uit-buffer voor het voorbijgaand opslaan van de be-
richten, welke buffer voorzien is van een "bezig"-indikator met een
stand "vrij" om een toegangsverzoek tot de buffer te honoreren, en een
stand "bezig" om tijdens het uitvoeren van een aanspreekactie een
verder toegangsverzoek af te wijzen, en verder voorzien is van opslag-
10 middelen voor een leesaanwijzer en een schrijfaanwijzer.

Eerst-in-eerst-uit-buffers bestaan in twee categorieën, zulke
met schuivende informatie en zulke met stilstaande informatie. Hier wordt
alleen de tweede categorie beschouwd. Bij informatietoever, respektieve-
lijk -afvoer, moeten de schrijf-, respektievelijke leesaanwijzers worden
15 bijgewerkt. Zulke buffers worden gebruikt om een tijdelijk overschot
van toegevoerde berichten boven het aantal afgevoerde berichten te kun-
nen opvangen. Onder omstandigheden lijkt het voor de broninrichting of
de opslagkapaciteit oneindig groot is. Zo een buffer is bekend uit het
Amerikaanse octrooischrift nummer 4 374 428. In het algemeen kunnen er
20 konflikten ontstaan tussen toegangsverzoeken die van de broninrichting,
respektievelijk de bestemmingsinrichting origineren. Het is een doel-
stelling van de uitvinding om middels een eenvoudige organisatie een
konfliktvrije besturing van de buffer te bekomen, waar berichten door
beide inrichtingen in dezelfde volgorde worden verwerkt, terwijl noch
25 een zogenoemde dodelijke omarming (deadlock), noch een zogenoemde
versterving (starvation) kan optreden terwijl alle berichten uiteindelijk
worden verwerkt, en waarbij de hoeveelheid bewerkingen tot een laag
maximum begrensd is. De uitvinding realiseert de doelstelling, doordat
hij het kenmerk heeft, dat de buffer deel uitmaakt van een geheugen
30 met willekeurige toegankelijkheid voor algemeen gebruik in het kommuni-
katiesysteem, dat een opslagbesturingsmechanisme is voorzien met een
rondgekoppelde reeks van $n \gg 2$ opslagbesturingssecties, aan elk waarvan
een onvertakte reeks van berichten in respektievelijke opslagruimtes

koppelbaar is door verwijzingsinformaties tussen genoemde opslagruimtes,
dat de " bezig"-indikator een aantal van n " bezig"-standen heeft
die elk aangeven dat de broninrichting een aanspreekactie uitvoert
met betrekking tot een onvertakte reeks die bij een respektievelijke
5 opslagbesturingssektie behoort, dat alle opslagbesturingssekties voor-
zien zijn van een tweewaardige "leeg"- "niet leeg"-indikator, dat een
notifikatie-element aanwezig is om een "signaal" van de broninrichting
aan de bestemmingsinrichting op te slaan, alsmede onthoudmiddelen voor
broninrichting respektievelijk bestemmingsinrichting aangevende een
10 voor de respektievelijke inrichtingen aktuele opslagbesturingssektie,
dat de broninrichting voorzien is van middelen om bij een aanspreek-
actie de " bezig"-indikator op de stand " bezig" te zetten, indien de
door de onthoudmiddelen voor de broninrichting als aktueel aangegeven
opslagbesturingssektie leeg is deze te vullen met een aanwijzinformatie
15 naar het alsdan mede aangeleverde bericht, te samen met het stellen
van de leeg-niet-leeg-indikator voor de opslagbesturingssektie op de
stand "niet leeg" en het inkrementeren van de onthoudmiddelen om voor
de broninrichting de volgende opslagbesturingssektie van de rondge-
koppelde reeks als aktueel aan te wijzen, doch indien de door de ont-
20 houdmiddelen voor de broninrichting als aktueel aangegeven opslagbe-
sturingssektie niet leeg is het aan te leveren bericht te koppelen aan
de onvertakte reeks die uitgaat van de naastvorige opslagbesturings-
sektie van de rondgekoppelde reeks, en in alle gevallen na het aanleveren
van het bericht de " bezig"-indikator op de stand "niet bezig" te zetten
25 en genoemd "signaal" af te geven; en dat de bestemmingsinrichting voor-
zien is van middelen om bij een aanspreekactie het notifikatie-element
terug te stellen om genoemd "signaal" onwerkzaam te maken, om indien
de " bezig"-indikator op de stand " bezig" staat de aanspreekactie te
beëindigen, om indien de "leeg"- "niet leeg"- indikator voor de voor de
30 bestemmingsinrichting aktuele opslagbesturingssektie op de stand "leeg"
staat de aanspreekactie te beëindigen, doch indien de aanspreekactie
niet aldus beëindigd wordt berichten uit de door de betreffende opslag-
besturingssektie aangewezen onvertakte reeks berichten op te halen voor
zover als deze laatste reeks strekt, bij het volledig ophalen van de
35 berichten van deze reeks de "leeg-niet-leeg"-indikator van de betreffende
opslagbesturingssektie op de stand "leeg" te stellen, en de onthoud-
middelen op de eerstvolgende opslagbesturingssektie van de rondgekoppelde
reeks te stellen, en een verdere aanspreekactie uit te voeren van af

het terugstellen van genoemd notifikatie-element. In een eenvoudig geval is $n=2$ waardoor allerlei signaleringen elementair gerealiseerd kunnen worden.

De verdere conclusies geven voordelige uitvoeringsvormen.

5

Korte beschrijven van de figuren:

De uitvinding wordt nader uitgelegd aan de hand van enkele figuren.

Figuur 1 geeft een communicatiesysteem volgens de uitvinding;

10

Figuur 2 geeft een momentopname van enkele onvertakte reeksen.

Beschrijving van een uitvoeringsvoorbeeld:

1. Inleiding:

15

Het communicatiesysteem bevat een communicatieprocedure tussen twee autonome dataverwerkende eenheden (200, 202) zoals deze in figuur 1 getoond zijn. Die eenheden zijn door een nader te definiëren informatiepad met elkaar verbonden. De eenheden zijn autonoom, dat wil zeggen dat zij geheel onafhankelijk van elkaar activiteiten kunnen ont-

20

wikkelen. Die activiteiten zijn in de tijd gezien ook niet aan elkaar gerelateerd. Met andere woorden de eenheden weten beslist niet wanneer de ander een bepaalde actie onderneemt.

De eenheden willen informatie uitwisselen. Daarvoor maken zij gebruik van het al eerder genoemde informatiepad. In dit voorbeeld is

25

dat een willekeurig toegankelijk (RAM) geheugen (204). Beide eenheden kunnen daar onafhankelijk van elkaar in accessen (schrijven en lezen). Er is een op zichzelf bekende scheidsrechterinrichting bij het geheugen voorzien die zorgt dat de aanvragen in volgorde van aanvraag worden afgehandeld en die zondig arbitreert (zie figuur 1).

30

In eerste instantie verzorgt het communicatiesysteem een communicatie in één richting, dus van eenheid 200 naar eenheid 202 of omgekeerd. Maar het communicatiesysteem kan meerdere, afzonderlijke, communicaties tegelijk realiseren, die elk apart aan het nader te bespreken protocol gehoorzamen, dus bijvoorbeeld van 200 naar 202 en óók

35

van 202 naar 200. Het is ook mogelijk dat er meerdere onafhankelijke informatiestromen van A naar B bestaand die ieder bestuurd worden volgens de principes van het protocol.

Eenvoudshalve wordt dus slechts één enkele communicatie van

eenheid A naar eenheid B beschreven.

Eenheid A heeft de behoefte regelmatig eenheid B informatie toe te sturen. We zullen deze informatie-eenheden berichten noemen. Het doet er niet toe wat de functionele inhoud van deze berichten is: 5 het mogen kommando's zijn, vragen of puur data etcetera. Zo'n bericht wordt door de eenheid A in het geheugen 204 geplaatst. Hoe weet nu eenheid B dat er een bericht voor het klaar staat in het geheugen? Dat meldt A door hem een signaal te geven. Er bestaat daarvoor een of andere voorziening tussen beide eenheden. Het is verder voor het protocol niet 10 van belang hoe zo'n signaalmogelijkheid er precies uitziet. Eenheid B zal vroeg of laat (het is immers een autonome eenheid) op het signaal reageren en het bericht gaan ophalen en verwerken.

Het communicatiesysteem biedt nu de mogelijkheid dat eenheid A meerdere berichten gaat versturen onafhankelijk hoever eenheid B met de 15 afhandeling van de berichten is. A heeft dus voor de aflevering van nieuwe berichten nooit te wachten op handelingen van B met betrekking tot het halen van al aangeleverde berichten. Ter toelichting worden enkele methoden om een rij berichten klaar te zetten, uitgelegd.

In het geheugen zou een rij vaste plaatsen kunnen worden ge- 20 definieerd waarin A in volgorde berichten kan plaatsen en B in dezelfde volgorde kan uithalen. Er zijn minstens twee problemen. Het aantal vrije plaatsen is natuurlijk beperkt: wat gebeurt er als B weinig actief is terwijl A zeer actief berichten aanblijft leveren? A zal dan op een gegeven moment moeten stoppen met berichtenaanvoer en wachten 25 op een seintje van B dat hij weer wat plaatsen heeft vrijgemaakt. Maar dat is in tegenspraak met het uitgangspunt zoals boven geformuleerd. Maar, en dat is het tweede probleem, hoe weet B dat A staat te wachten op een seintje van hem? Ook die konditie is niet eenduidig te bepalen. Om het veilig te maken zou B zodra het maar weer een bericht heeft 30 gehaald een seintje kunnen geven aan A zodat als hij stond te wachten op een vrije plaats weer aan het werk kan. Maar ook deze gang van zaken is in tegenspraak met het uitgangspunt en geeft aanleiding tot onnodige belasting van A.

We kunnen nog een variatie aanbrenge in de hiervoor besproken 35 en afgewezen methode van berichtenoverdracht. We nemen een "oneindige" rij van vrije plaatsen. Dat is gemakkelijker te realiseren dan op het eerste gezicht lijkt. Immers als we afspreken dat in ieder bericht een plaats is gereserveerd voor een wijzer naar een volgend bericht hebben

we ons doel al bereikt. Zolang A in staat is een bericht aan te leveren is hij ook in staat dat te koppelen aan de rij al klaar staande berichten: de laatste daarvan heeft immers een plaats voor een wijzer naar het zojuist aangeleverde bericht. Het probleem ligt nu in het aankoppelen van het nieuwe bericht. Hoe weet A op het moment van aankoppelen dat het vorige bericht al dan niet nog aanwezig is? Testen van een eventuele indikator in het bericht, gezet door B, helpt niet: het bericht kan immers zelf al door B zijn weggehaald. Nog afgezien daarvan, ook al blijkt uit de test dat het bericht op dat moment nog aanwezig is, een fraktie van een (mikro)seconde later dan de situatie al zijn veranderd. De oplossing wordt hierna beschreven.

2. Structuurelementen:

We gaan nu eerst de elementen die een rol spelen bij de communicatie achtereenvolgens beschrijven. De precieze procedure die de elementen gebruikt en bestuurt, wordt beschreven in het volgende hoofdstuk.

2.1. Eenheden:

De communicatie speelt zich af tussen twee autonome eenheden, dit kunnen bijvoorbeeld twee CPU's zijn of een Control Unit voor een randapparaat en een CPU. Het zijn autonome eenheden in die zin dat zij hun activiteiten onafhankelijk van elkaar uitvoeren. Meestal zal elk een eenheid zijn waarin de besturing plaats vindt door een mikroprocessor met lokaal geheugen.

2.2. Het geheugen:

Er bestaat een geheugen, voor beide eenheden te accessen. In dat geheugen kunnen berichten worden geplaatst en eruit verwijderd. Het geheugen biedt ook plaats aan nog te noemen andere elementen. Beide eenheden kunnen het geheugen autonoom en op elk moment accessen. In principe verleent het geheugen toegang op basis van volgorde van aanvraag. Bij gelijktijdige aanvraag van beide eenheden is er een arbitrage: de aanvragen worden dan achtereenvolgens afgehandeld. De daarbij gevolgde methode is geen onderwerp van de uitvinding. Het is niet essentieel dat er slechts twee eenheden het geheugen kunnen accessen. Het mogen er meer zijn. Het is belangrijk dat een lees- of schrijfacces een ondeelbare aktie is: als een eenheid toegang heeft ge-

kregen tot het geheugen kan hij daarin niet worden onderbroken door een andere eenheid.

2.3. Signalering:

5 Tussen beide eenheden bestaat een signaleringsinrichting. De signalering werkt in een richting namelijk van A (de berichtgever) naar B (de berichtenontvanger) en dient om B ervan de verwittigen dat A (weer) (minstens) een bericht heeft klaar gezet. Geeft A een signaal dan levert die gebeurtenis een signaalindikatie in B op. B kan daarop
10 reageren op een tijdstip dat hij het wenst. B kan die signaalindikatie ook weer afzetten. Het is toegestaan dat beide eenheden tegelijk op dit punt actief zijn: A geeft een signaal terwijl B tracht de signaalindikatie te resetten. Het resultaat van deze al dan niet geheel samen-
vallende activiteiten is onbelangrijk: de signaalindikatie mag blijven
15 staan of wegvallen.

2.4. Berichten:

Berichten mogen van elke aard en van elk formaat zijn: dat is een kwestie die de eenheden geheel naar eigen behoefte mogen definiëren en afstemmen. Er is echter een eis: in elk bericht dient op een
20 vaste plaats een ruimte te zijn gereserveerd voor een wijzer naar een eventueel volgend bericht.

2.5. Protokolgeheugenelementen:

25 Het protocol heeft een aantal geheugenplaatsen nodig voor de communicatie tussen de eenheden. De volgende elementen kunnen worden onderscheiden.

- Sekties

Voor de uitwisseling van de berichten wordt gebruik gemaakt van twee
30 of meer (bij voorkeur twee) zogenaamde sekties. Een sektie is dan een ruimte waarin een wijzer naar een bericht kan worden geplaatst. Initieel zullen de sekties leeg zijn. We nummeren de sekties als volgt:

sektie 0

sektie 1

35 :

sektie n-1;

in deze nummering volgt op sektie k: sektie (k+1) en op sektie (n-1):

sektie 0.

- Leeg-indicatoren

Bij een sektie behoort ook een leeg-indikator: de indikator geeft aan of er werkelijk naar een bericht wordt verwezen of niet. Als de indikator, die hoort bij de door de aanwijzer aangewezen sektie (zie hierna),
5 aangeeft dat de betreffende sektie leeg is, mag de berichtengever er een bericht in plaatsen waarna hij de indikator op niet-leeg zal zetten. Omgekeerd mag de berichtenontvanger in principe een bericht uit een door de aanwijzer aangewezen sektie halen als de bijbehorende indikator op niet-leeg staat.

10 De waarden van de leeg-indicatoren zijn dus:

Indikator van sektie 0

- leeg
- sektie 0 niet-leeg

15 Indikator van sektie 1

- leeg
- sektie 1 niet-leeg, etcetera.

Initieel staan de indicatoren op "leeg".

20 - Sektie-aanwijzers

Er zijn twee sektie-aanwijzers: één voor de berichtengever en één voor de berichtenontvanger. Met deze aanwijzers houden de eenheden bij, welke sektie zij een volgende keer zullen accessen: de berichtengever om een bericht in te plaatsen, de berichtenontvanger om een bericht te
25 halen.

De voorziening is noodzakelijk omdat de aanwijzers genoemd worden bij de leeg-indicatoren.

De aanwijzers kunnen ieder naar één van de sekties wijzen. Ze hebben dus n waarden. Initieel zullen beide aanwijzers naar dezelfde
30 sektie bijvoorbeeld naar sektie 0 wijzen. Tijdens het uitvoeren van de communicatie-operaties doorlopen de beide aanwijzers voor berichtengever en voor berichtenontvanger de reeks sekties op gelijke en vaste wijze.

- Bezig-indikator

35 Indien de berichtengever een nieuw bericht wil aanleveren, dient hij vooraf deze indikator heen te stellen. Hij zet hem weer terug zodra hij de protokolaktiviteiten die behoren bij dat aanleveren geheel heeft voltooid.

De bezig-indikator geeft aan met welke sektie de berichtengever precies bezig is. De berichtenontvanger kent deze indikator en vraagt hem af wanneer hij een of meerdere berichten uit een sektie wil halen. Als de indikator aangeeft dat de berichtengever in de sektie bezig is, die de
5 berichtenontvanger wil aanspreken, moet de laatste zijn poging opgeven. Deze kan dan gaan wachten tot de indikator "niet-bezig" aangeeft, of tot de indikator aangeeft "niet-bezig met een bericht voor de desbetreffende sektie" of wachten op een volgend "signaal". Dit is volledig overgelaten aan de wensen van de berichtenontvanger.

10 De bezig-indikator kent dus in principe $n+1$ standen:

- niet-bezig
- berichtengever bezig met bericht voor sektie 0
- berichtengever bezig met bericht voor sektie 1
- berichtengever bezig met bericht voor sektie $n-1$

15 Op al deze struktuurelementen nu is een protocol gebouwd dat voldoet aan de uitgangspunten als besproken.

3. Het protocol:

Het protocol bestaat uit een deel dat speelt in de berichten-
20 gever (aangeduid met A) en een deel dat speelt in de berichtenontvanger (aangeduid met B). Voor het begrip wordt eerst het protocol beschreven met een tweewaardige bezig-indikator. Standen: berichtengever bezig/
berichtengever niet-bezig. De uitvoering van het protocol bestaat uit een aantal programmatische stappen die door de respektievelijke eenheden
25 worden uitgevoerd. Een meer formele beschrijving wordt later gegeven.

3.1. Protocol in A:

Aktie A1: zet de bezig-indikator op bezig.

30 Aktie A2: indien de sektie aangewezen door de aanwijzer van A volgens de leeg-indikator van die sektie leeg is dan moet actie A3a worden uitgevoerd;

indien de sektie aangewezen door de aanwijzer van A volgens de leeg-indikator van die sektie niet-leeg is dan moet actie A3b worden uitgevoerd.

35 Aktie A3a: zet in de aangewezen sektie een wijzer naar het bericht;
zet de leeg-indikator op niet-leeg;
laat de sektie-aanwijzer van A naar de volgende sektie wijzen.

Aktie A3b: koppel het bericht aan het laatste bericht in de rij van berichten die hangen aan de vorige sekte.

Aktie A4 : zet de bezig-indikator op niet-bezig.

Aktie A5 : geef "signaal" aan B.

5

3.2. Protokol in B:

Aktie B1: zet "signaal"-indikator af.

Aktie B2: beëindig het protokol indien de bezig-indikator op "bezig" staat.

10

Aktie B3: beëindig het protokol indien de leeg-indikator van de sekte waar de sekte-aanwijzer van B naar wijst op leeg staat.

Aktie B4: haal berichten uit de sekte waar de sekte-aanwijzer van B naar wijst;

Aktie B5: laat de sekte-aanwijzer van B naar de volgende sekte wijzen.

15

Aktie B6: ga verder met aktie B1.

3.3. Toelichting:

20

A kan een bericht altijd kwijt: er is geen konditie: "verlaat protokol omdat B bezig is". Dat was ook het uitgangspunt. De progressie die B maakt met het verwerken van de berichten bepaalt waar A het aktuele bericht laat, namelijk in de sekte die door zijn eigen aanwijzer wordt aangewezen of de vorige in de reeks. Er zijn twee principiële mogelijkheden:

25

1) A vindt de sekte waar zijn aanwijzer naar wijst altijd in de leeg situatie. Met andere woorden B is zo snel dat hij nooit de situatie laat ontstaan dat beide sekties een bericht (of een ketting van berichten) bevatten terwijl A al weer met een volgend bericht komt. In dit geval treden geen synchronisatieproblemen op en zou het protokol in feite sterk vereenvoudigd kunnen worden.

30

2) A wordt gekonfronteerd met het feit dat hij een bericht zou moeten plaatsen in een sekte (aangewezen door de stand van zijn sekte-aanwijzer) die niet leeg is. Met andere woorden B loopt achter met het leeg halen van de sekties. A haalt hem als het ware in. Het is onjuist als A nu toch zijn bericht aan het vorige bericht in de aangewezen sekte zou koppelen. Immers op hetzelfde ogenblik zou B
35 bezig kunnen zijn (kunnen gaan) met het leeg halen van de betreffende sekte (A en B zijn autonome eenheden!). Dat geeft een synchronisatie-konflikt.

De oplossing van dit probleem is gevonden in het volgende. En dat is in wezen de fundamentele vinding. Als A op een bepaald tijdstip konstateert dat B de sektie waaraan hij een bericht zou willen koppelen nog niet heeft geleegd dan is ook de volgende sektie nog niet door B
5 geleegd: B loopt als het ware sekties achter. A gaat nu in plaats van aan de sektie waaraan hij had willen koppelen, koppelen aan de vorige sektie. De tegenwerping zou kunnen worden gemaakt dat hoewel B op het moment dat A testte de sektie aangewezen door A's sektie-aanwijzer nog niet had geleegd, hij dat onmiddellijk na de test wel eens zou kunnen
10 gaan doen. Erger nog, dat hij ook onmiddellijk doorgaat met het legen van de volgende sektie of sekties, hoogstens tot aan de sektie waaraan A gaat koppelen.

Echter vergelijking van het A- en het B-protokol leert dat B in deze situatie niet van het legen van een sektie naar de volgende
15 kan overgaan omdat hij daarin verhinderd wordt door de bezig-indikator. Immers A begint altijd met het zetten van de bezig-indikator voordat hij maar iets gaat doen terwijl B voordat hij een (volgende) sektie gaat benaderen eerst kijkt of de bezig-indikator op bezig staat! En dat is dus het geval in de beschouwde situatie.

20 Het zou ook denkbaar zijn dat er een synchronisatieprobleem in B zou ontstaan. Namelijk als volgt. B wil (veelal door een ontvangen "signaal"-indikatie) gaan kijken of er een bericht voor hem is. Het is mogelijk dat vlak nadat hij heeft gevonden dat de sektie waar zijn sektie-wijzer naar toe wijst leeg is, A er een bericht in plaatst. Er
25 dreigt dus het gevaar dat B zo berichten gaat "vergeten". Dat is evenwel onmogelijk gemaakt doordat A altijd als laatste aktie een signaal geeft terwijl B in zijn protokoldeel altijd als eerste de signaal-indikatie af zet. Het is wel mogelijk dat B eens voor niks reageert op een signaal: hij gaat het protokol uitvoeren terwijl er
30 geen enkel bericht (meer) is. Maar daar kan het protokol tegen: het wordt verlaten op de indikatie dat de aangewezen sektie geen berichten bevat.

3.4. Een verdere vervolmaking:

35 Stel de volgende situatie doet zich voor. B was traag, meerdere, mogelijk alle, sekties bevatten na verloop van tijd één bericht (of een ketting van berichten). Stel verder dat beide sektie-aanwijzers naar sektie 0 wijzen. A gaat nu door met in hoog tempo nieuwe berichten

aan te leveren. Die berichten zullen volgens het A-protokol dus aangekoppeld worden aan de rij berichten in sektie n-1. A doet dat met de bezig-indikator in de stand bezig. Het gevaar dat nu dreigt is dat B
 5 alsmaar de bezig-indikator op bezig ziet staan en er zo nooit aan toe komt een bericht uit sektie 0 te halen! Terwijl er geen enkel bezwaar is dat B die berichten haalt uit sektie 0 tot en met sektie n-2 ook als is A ondertussen bezig met het aankoppelen van berichten in sektie n-1.

Om dat mogelijk te maken is enige nuancering aangebracht in
 10 de mogelijke standen van de bezig-indikator (zoals vermeld in hoofdstuk 2). De standen zijn als volgt:

- 1 A is niet bezig
- 2 A is bezig met koppelen aan sektie 0
- 3 A is bezig met koppelen aan sektie 1
- 15 \vdots
- n+1 A is bezig met koppelen aan sektie n-1.

In bovengenoemd voorbeeld zal de bezig-indikator dan ook staan in de stand n+1. Op grond van dit feit zal B rustig sektie 0 tot en met n-2 gaan legen als hij daaraan toe is. De tegenwerping zou kunnen
 20 worden gemaakt dat er in feite niets is opgelost aangezien B nu vast loopt op sektie n-1: na het legen van sektie n-2 blijft hij vervolgens wachten op A die druk bezig is met de (aan)vullen van sektie n-1. Dat is echter niet waar. Want zodra B sektie 0 heeft geleegd zal A een volgend bericht weer in de (inmiddels lege) sektie 0 plaatsen waarbij de
 25 bezig-indikator op stand 0 zal zijn gezet! B kan dan dus rustig sektie n-1 gaan legen. Zo kunnen beide eenheden parallel een berichtenstroom verwerken zonder dat daarbij de berichtenontvanger geblokkeerd wordt door het aankoppelingsprotokol van de berichtengever. Het gemodificeerde protokol gaat er nu dus als volgt uitzien (wijzigingen kapitaal).

30

Protokol in A

Aktie A1 : ZET DE BEZIG-INDIKATOR ALS VOLGT:

"NIET-BEZIG" INDIEN DOOR DE TEN OPZICHTE VAN DE AANWIJZER,
 VORIGE SEKTIE LEEG IS

35

"BEZIG MET DE TEN OPZICHTE VAN DE AANWIJZER VORIGE SEKTIE"
 INDIEN DE DOOR DE TEN OPZICHTE VAN DE AANWIJZER, VORIGE
 SEKTIE NIET LEEG IS

Aktie A2 : indien de sektie aangewezen door de aanwijzer van A volgens

- de leeg-indikator van die sektie leeg is dan moet actie A3a worden uitgevoerd;
indien de sektie aangewezen door de aanwijzer van A volgens de leeg-indikator van die sektie niet leeg is dan moet
- 5 actie A3b worden uitgevoerd.
- Aktie A3a : zet in de aangewezen sektie een wijzer naar het bericht;
zet de leeg-indikator op niet-leeg;
laat de sektie-aanwijzer van A naar de volgende sektie wijzen.
- 10 Aktie A3b : koppel het bericht aan het laatste bericht in de rij van berichten die hangen aan de vorige sektie.
- Aktie A4 : zet de bezig-indikator op niet-bezig.
- Aktie A5 : geef "signaal" aan B.
- 15 Protokol in B
- Aktie B1 : zet "signaal"-indikator af.
- Aktie B2 : beëindig het protokol indien de bezig-indikator aangeeft
DAT A BEZIG IS MET DE SEKTIE WAAR B VOLGENS ZIJN AANWIJZER
BERICHTEN UIT WIL HALEN.
- 20 Aktie B3 : beëindig het protokol indien de leeg-indikator van de sektie waar de sektie-aanwijzer van B naar wijst op leeg staat.
- Aktie B4 : haal berichten uit de sektie waar de sektie-aanwijzer van B naar wijst;
zet de de bijbehorende leeg-indikator op leeg.
- 25 Aktie B5 : laat de sektie-aanwijzer van B naar de volgende sektie wijzen.
- Aktie B6 : ga verder met actie B1.

3.5. Het formele protokol:

- In deze paragraaf wordt een wat meer formele beschrijving
30 gegeven van het protokol in een ALGOL-achtige notatie.

Variabelen:

- BUSY = -1: B mag vrij berichten uit de sekties halen
= 0: A is bezig met aankoppelen van een bericht in sektie 0: B
35 mag alle sekties accessen behalve sektie 0
= 1: A is bezig met aankoppelen van een bericht in sektie 1: B
 mag alle sekties accessen behalve sektie 1
 :
 :

= n-1: A is bezig met aankoppelen van een bericht in sectie
 n-1: B mag alle secties accessen behalve sectie n-1

Initieel: -1

5

EMPTY[k] = -1 : sectie k is leeg (initieel)
 EMPTY[k] = (k+1) mod n : sectie k is niet leeg
 $k \in (0, \dots, n-1)$

10

Initieel: -1

I = k: A sectie-aanwijzer wijst naar sectie k

Initieel: 0

15

J = k: B sectie-aanwijzer wijst naar sectie k

Initieel: 0

20

M[0] = sectie 0
 M[1] = sectie 1
 M[n-1] = sectie n-1

Protokol in A (berichtengever)

25

BUSY := EMPTY[I];
 If EMPTY[I] = -1 then do chain into M[I];
 EMPTY[I] := (I + 1) mod n;
 I := (I + 1) mod n;
 end
 else chain into M[(I - 1) mod n];

30

BUSY := -1;
 Signal B;
 Exit;

35 Protokol in B (berichtenontvanger)

P:
 Reset signal indication;
 If (BUSY = J or EMPTY[J] = -1) then exit;

```

Unchain M[J];
EMPTY[J] := -1;
J = (J + 1) mod n;
Goto P;
5 /% mod = = modulo %/

```

4. Enige aspecten:

Het beschreven communicatiesysteem bedient zich van een slechts gering aantal en eenvoudig te implementeren primitieven. Met name bezit het de volgende voordelige eigenschappen:

1. Er mag geen dodelijke omarming (dead-lock) optreden.
Dat zou het geval kunnen zijn als de eenheden op elkaar zouden gaan wachten.
2. Er treedt geen versterving (starvation) op.
15 Versterving treedt op wanneer de ene eenheid alsmaar bezig blijft berichten aan te leveren terwijl de ontvanger daardoor niet de kans krijgt berichten te gaan processen.
In het vorige hoofdstuk is al uiteengezet hoet het protocol dat fundamenteel oplost.
- 20 3. De activiteiten van berichten aanleveren en afhalen is konflikt-vrij gesynchroniseerd (mutual exclusion bij het accessen van de sekties).
4. De volgorde in de berichtenstroom wordt gehandhaaft (FIFO).
5. Er gaat geen bericht verloren.
6. Alle berichten worden uiteindelijk verwerkt.
25 Het is nooit zo dat terwijl de berichtengever met iets anders bezig is dan berichten aanleveren en er nog wel een of meerdere berichten aan de sekties zouden hangen, dat dan de berichtenontvanger noch een "signaal"-indikatie meer heeft staan noch bezig is met het accessen ervan.
- 30 7. De tijd dat de eenheden volgens het protocol activiteiten ontwikkelen is eindig en heeft een maximum. Dit maximum is laag door het zeer beperkte aantal akties dat moet worden uitgevoerd.

De besturing van de eerst-in-eerst-uit-buffer:

35 Figuur 2 geeft een voorbeeld van de organisatie van een eerst-in-eerst-uit-buffer voor $n=2$. De verschillende signaleringsbits zijn gelegen in een voor dit doel afgescheiden deel van het geheugen dat voor het desbetreffende transport is gereserveerd. In het geval dat

meerdere transportoperaties te samen worden uitgevoerd, bezit elk transport zo een afgescheiden deel. Door bekende middelen is gewaarborgd dat alleen de twee eenheden in kwestie dit deel kunnen accessen. De arbitrage wordt niet besproken, want ook deze kan konventioneel zijn. De toedeling van de fysieke bits aan de respektievelijke grootheden is willekeurig. In de figuur is verondersteld dat de sekties ook een bericht kunnen opnemen, en kunnen er elf berichten worden opgeslagen. De figuur laat een momentopname zien in het uitvoeren van de transportoperatie. De (initiële) sekties zijn 50 en 52. De verdere opslagruimte voor berichten is aangegeven door 54 ... 70. De besturing is niet getekend, Initiële sektie 50 is de eerste van een keten met verdere opslagruimtes 64, 66, 68. Nadat de broninrichting sektie 68 had gevuld, leegde de bestemmingsinrichting initiële sektie 52. Initiële sektie 52 werd volgeschreven en is de eerste van een tweede keten met verdere opslagruimtes 54, 56. Opslagruimte 54 is de laatste die werd gevuld. De schrijfaanwijzer WR wijst dus, eventueel indirekt, als eerstvolgende te vullen opslagruimte-buiten-de-initiële-sekties de opslagruimte 56 aan. Per opslagruimte/sektie is een tweewaardige leeg/niet-leeg-indikator aangegeven. Een kruisje geeft "niet-leeg" aan.

Eventueel kan de aktivering van het aanwijzen pas gebeuren op het moment waarop het aanbieden van de nieuwe informatie plaatsvindt. Tijdens de laatste leesoperatie in initiële sektie 52 was deze de eerste van een keten die tenminste de verdere opslagruimtes 58, 60, 62 omvatte. Daarvan wordt opslagruimte 60, eventueel indirekt, door een leesaanwijzer RP aangewezen als eerstvolgend uit te lezen opslagruimte. Als te zijnder tijd opslagruimte 62 is uitgelezen, zal de leesaanwijzer RP dan de initiële sektie 50 aanwijzen. Als deze ook gelezen is, wordt de schrijfaanwijzer WP weliswaar niet overschreven maar hij wordt inherent inaktief doordat bij schrijfoperaties altijd eerst een besturingswoord wordt aangesproken.

De opslagruimtes zijn aaneengesloten getekend, maar mogen willekeurige lokaties in het geheugen bezetten. De organisatie kan gebeuren op dezelfde manier waarop geheugenpagina's dynamisch aan een bepaald verwerkingsprogramma worden geassigneerd. De opslagruimtes kunnen dezelfde of onder elkaar verschillende opslagkapaciteit bezitten. Alle adressen kunnen voorts fysiek, logisch, indirekt of volgens een andere, toepasselijke adresseringstechniek zijn geformuleerd. Eén opslagruimte kan in delen zijn verdeeld die op verschillende fysieke lokaties aan-

wezig zijn. De buffer als beschreven kan deel uitmaken van een groter geheugen. In dit geheugen kan een tweede bufferorganisatie of zelfs meerdere aanwezig zijn. De fysiek aanwezige opslagruimtes kunnen zelfs gemeenschappelijk voor beide bufferorganisaties beschikbaar zijn; alleen
5 zijn de initiële sekties dan permanent aan eenzelfde bufferorganisatie geallokeerd. De bron- en bestemmingsinrichting kunnen in twee richtingen werkzaam zijn: voor elk transporttraject kan er dan een respektievelijke buffer aanwezig zijn, bijvoorbeeld één van A naar B, één van A naar C en één van B naar A.

10

15

20

25

30

35

Conclusies:

1. Kommunikatiesysteem met een broninrichting voor het afgeven van een volgorde van berichten, een bestemmingsinrichting voor het opnemen van de berichten in dezelfde volgorde, en een tussen broninrichting en bestemmingsinrichting geschakelde eerst-in-eerst-uit-buffer voor het voorbijgaand opslaan van de berichten, welke buffer voorzien is van een " bezig"-indikator met een stand "vrij" om een toegangsverzoek tot de buffer te honoreren, en een stand " bezig" om tijdens het uitvoeren van een aanspreekactie een verder toegangsverzoek af te wijzen, en verder voorzien is van opslagmiddelen voor een leesaanwijzer en een schrijfaanwijzer, met het kenmerk, dat de buffer deel uitmaakt van een geheugen met willekeurige toegankelijkheid voor algemeen gebruik in het communicatiesysteem, dat een opslagbesturingsmechanisme is voorzien met een rondgekoppelde reeks van n opslagbesturingssekties, aan elk waarvan een onvertakte reeks van berichten in respectievelijke opslagruimtes koppelbaar is door verwijzingsinformaties tussen genoemde opslagruimten, dat de " bezig"-indikator een aantal van n " bezig"-standen heeft die elk aangeven dat de broninrichting een aanspreekactie uitvoert met betrekking tot een onvertakte reeks die bij een respectievelijke opslagbesturingssektie behoort, dat alle opslagbesturingssekties voorzien zijn van een tweewaardige "leeg"- "niet leeg"-indikator, dat een notifikatie-element aanwezig is om een "signaal" van de broninrichting aan de bestemmingsinrichting op te slaan, alsmede onthoudmiddelen voor broninrichting respectievelijk bestemmingsinrichting aangevende een voor de respectievelijke inrichtingen aktuele opslagbesturingssektie, dat de broninrichting voorzien is van middelen om bij een aanspreekactie de " bezig"-indikator op de stand " bezig" te zetten, indien de door de onthoudmiddelen voor de broninrichting als aktueel aangegeven opslagbesturingssektie leeg is deze te vullen met een aanwijsinformatie naar het alsdan mede aangeleverde bericht, te samen met het stellen van de leeg-niet-leeg-indikator voor die opslagbesturingssektie op de stand "niet leeg" en het inkrementeren van de onthoudmiddelen om voor de broninrichting de volgende opslagbesturingssektie van de rondgekoppelde reeks als aktueel aan te wijzen, doch indien de door de onthoudmiddelen voor de broninrichting als aktueel aangegeven opslagbesturingssektie niet leeg is het aan te leveren bericht te koppelen aan de onvertakte reeks die uitgaat van de naastvorige opslagbesturingssektie van de rondgekoppelde reeks, en in alle gevallen na het aanleveren van het bericht de " bezig"-indikator op

de stand "niet bezig" te zetten en genoemd "signaal" af te geven; en dat de bestemmingsinrichting voorzien is van middelen om bij een aanspreekactie het notifikatie-element terug te stellen om genoemd "signaal" onwerkzaam te maken, om indien de "bezig"-indikator op de stand "bezig" staat de aanspreekactie te beëindigen, om indien de "leeg"- "niet leeg"-indikator voor de voor de bestemmingsinrichting aktuele opslagbesturingssektie op de stand "leeg" staat de aanspreekactie te beëindigen, doch indien de aanspreekactie niet aldus beëindigd wordt berichten uit de door de betreffende opslagbesturingssektie aangemeten onvertakte reeks berichten op te halen voor zover als deze laatste reeks strekt, bij het volledig ophalen van de berichten van deze reeks de "leeg-niet-leeg"-indikator van de betreffende opslagbesturingssektie op de stand "leeg" te stellen, en de onthoudmiddelen op de eerstvolgende opslagbesturingssektie van de rondgekoppelde reeks te stellen, en een verdere aanspreek-
15 aktie uit te voeren van af het terugstellen van genoemd notifikatie-element.

2. Kommunikatiesysteem volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat $n=2$ zodat de naastvorige en de naastvolgende opslagbesturingssektie beide de andere opslagbesturingssektie representeren.

20 3. Kommunikatiesysteem volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de broninrichting voorzien is van middelen om bij een aanspreekactie de "bezig"-indikator op de stand "niet bezig" te stellen als de ten opzichte van de aanwijzer van de broninrichting vorige opslagbesturingssektie van de rondgekoppelde reeks leeg is, doch op de stand "bezig met de ten opzichte van de aktueel aangewezen opslagbesturingssektie vorige opslagbesturingssektie van de rondgekoppelde reeks" als laatstgenoemde initiële besturingssektie niet leeg is, en dat de bestemmingsinrichting voorzien is van middelen om de aanspreekactie onder besturing van de "bezig"-indikator te beëindigen uitsluitend als deze in de stand
30 "bezig met de door de onthoudmiddelen als aktueel voor de bestemmingsinrichting aangewezen opslagbesturingssektie staat, doch niet als deze in de stand bezig met een andere opslagbesturingssektie" staat.

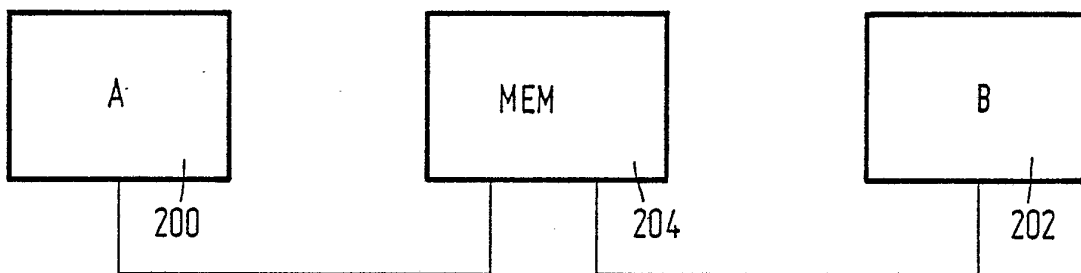


FIG. 1

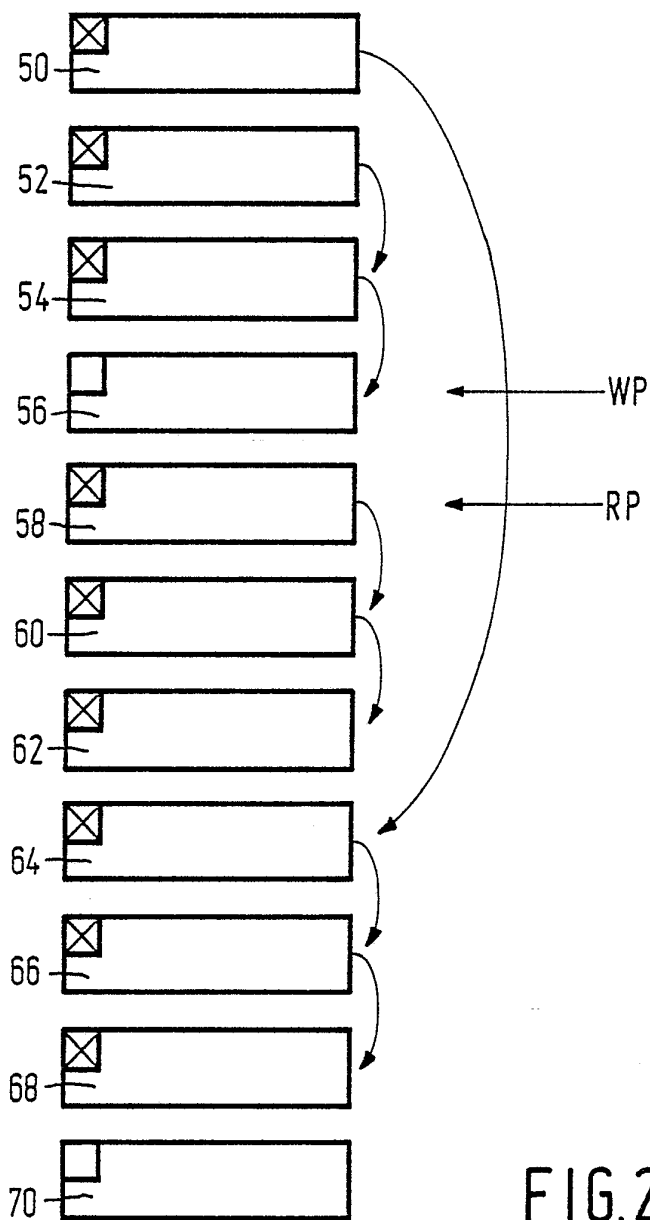


FIG. 2