**Octrooiraad**

(12)A **Terinzagelegging** (11) **8501457**

**Nederland** (19) **NL**

(54) **Stelsel voor vensterbewerking van beeldgegevens.**

(51) Int.Cl⁴.: G06F 15/42, A61B 6/03, G06F 15/66.

(71) Aanvrager: Elscint Ltd. te Haifa, Israël.

(74) Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

(21) Aanvrage Nr. 8501457.

(22) Ingediend 21 mei 1985.

(32) Voorrang vanaf 21 mei 1984.

(33) Land van voorrang: Israël (IL).

(31) Nummer van de voorrangsaanvrage: 71878 .

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 16 december 1985.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

I

N.O. 33183

Stelsel voor vensterbewerking van beeldgegevens.

**Beschrijving.**

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze en een stelsel voor het weergeven van digitale beelden onder toepassing van rastervideoweergeefapparatuur in het bijzonder wanneer een uitgebreide, snelle en flexibele vensterbewerking van beeldgegeven nodig is zoals in het geval bij de meer verfijnde medische afbeeldingsstelsels.

Bij medische afbeelding wordt de diagnose gewoonlijk door radiologen gemaakt. Wanneer de beelden in computerleesbare vorm (gedigitiseerd) beschikbaar zijn, kan de analyse van de beelden teweeggebracht worden terwijl zij op een videomonitor worden weergegeven. Wetenschappers in het medische veld van diagnostische afbeelding zijn continu bezig om de kwaliteit van de beelden vereist door de verscheidene modaliteiten in het veld te verbeteren. Eén van de bekende werkwijzen voor het verbeteren van de detecteerbaarheid van letsels van een weergegeven orgaan is door "vensterbewerking" (windowing).

Deze vensterbewerking omvat het proces van het weergeven van de gedetecteerde gegevens door bepaalde gedetecteerde gegevensbereiken uit te breiden teneinde het totale intensiteitsbereik van het weergegeven beeld op te vullen. Er zijn bijvoorbeeld slechts een beperkt aantal grijsniveau's die onderscheiden kunnen worden, hetgeen een gevolg is van inherente beperkingen van de kathodestraalbuis en het menselijke oog. Het is daarom zeer belangrijk om de beschikbare grijsniveau's in de gebieden van gegevenswaarden, die de meest nuttige informatie bevatten, te gebruiken. Om dit te illustreren wordt aangenomen dat een zwart en wit systeem het vermogen heeft om 256 grijsniveau's weer te geven. Wanneer het verwerven van gegevens, dat tijdens een onderzoek van een onderzoek plaatsvindt, slechts in 86 grijsniveau's resulteert die van de laagste en hoogste niveau's in een groep zijn weggelegen, dan zou slechts ongeveer een derde van het contrastweergeefvermogen van het stelsel gebruikt worden.

De ontdekkers van de "vensterbewerking" onderkenden dat "spreiding" van de gegevens over de 256 niveau's, die beschikbaar zijn, in plaats van de gegevens weer te geven alleen over de vereiste 86 niveau's, sterk de contrastresolutie zou vergroten. De significante gegevens kunnen meer in het bijzonder in een band van waarden, bijv.

1000-1100, liggen. Rationeel gebruik van de "grijsniveauhulpbron" is het toekennen van de gegevenswaarde 1000 aan het grijsniveau 0, het toekennen van de gegevenswaarde 1100 aan het grijsniveau 255 en het toekennen van de tussengelegen gegevenswaarden aan hun overeenkomstige grijsniveauwaarden in het bereik 1-254. In het gegeven voorbeeld zou het contrast met een factor van ongeveer 3 tot 1 verbeterd worden.

Vensterbewerking wordt tegenwoordig gerealiseerd door een tabel-opzoek of opzoek-tabellen te gebruiken. Wanneer een beeld wordt weergegeven worden de gegevens in een digitaal geheugen opgeslagen en herhaaldelijk uitgelezen om de videoweergave te verversen. Voor dat doel worden speciale schakelingen gebruikt om de uitleesopvolging te sturen, om de tijdsturing van de rastermonitor te synchroniseren, en om de digitale gegevens in analoge gegevens om te zetten, enz. Deze schakelingen zijn aan de deskundigen bekend.

Om de "vensterbewerking" functie onder toepassing van tabel-opzoek technieken uit te voeren wordt een vertaaltabel in een geheugen binnen de voor de weergaveverversing verantwoordelijke, electronische schakeling opgeslagen. De beeldgegevens worden op een pixel-per-pixel basis als een adres gebruikt en aan het geheugen toegevoerd. Het overeenkomstige grijsniveau wordt zoals opgeslagen in het geheugen uitgelezen en gebruikt om de intensiteit van de weergegeven pixel te sturen.

Terwijl de techniek van vensterbewerking op tabel-opzoek basis een aanvaardbare oplossing voor betrekkelijk eenvoudige weergaven kan zijn, verschaft deze techniek geen goede oplossing voor de meer verfijnde weergeefstelsels. Bij gecomputeriseerde tomografische (C.T.) afbeelding bijvoorbeeld worden de volgende omstandigheden die ongunstig zijn voor de bekende venstersbewerkingstechnieken ontmoet of kunnen deze ontmoet worden:

- de gegevens kunnen door 12 bits worden gerepresenteerd,
- de matrix van het weergeefstelsel kan een 1024 x 1280 eenheid zijn,
- een gespleten scherm kan gebruikt worden (onder verdeling van de 1024 x 1280 matrix in bijv. twintig 256 x 256 beelden),
- elk beeld van de twintig beelden vereist ideaal gezien een verschillende vensterinstelling,
- de rasterweergave wordt met een snelheid van (60

frames/sec) ververst teneinde flikkeringvrij te zijn.

Onder deze omstandigheden zijn videosignalen in het bereik van 100 megapixels/sec nodig om de videosnelheid te ondersteunen. De tegenwoordig voor tabelopzoeking gebruikte geheugens werken met een cyclustijd van ongeveer 75 nanosec. Dientengevolge zijn er acht parallelle kanalen nodig om de vereiste snelheid te onderhouden. Opgemerkt wordt eveneens dat 20 (beelden) x 8 (kanalen) x 4K (lengte van tabel) = 640 kilobytes. Bij de huidige technologie zouden hiervoor 320 statische geheugencomponenten van 4K, elk met een 4 bit vermogen, nodig zijn.

Dit hoge aantal geheugencomponenten plus de bijbehorende ondersteuningselectronica maakt de videosnelheid vensterbewerking op basis van tabel-opzoek inrichtingen onpraktisch tenminste voor de meer verfijnde weergeefstelsels zoals boven beschreven.

Er is dientengevolge in het gebied van afbeelding een behoefte aan apparatuur en procedures die de functie van vensterbewerking op een nieuwe en verbeterde wijze zullen realiseren waarvoor zulk een groot aantal geheugencomponenten niet nodig is.

De uitvinding beoogt een efficiënte en economische inrichting en werkwijze aan te geven voor het uitvoeren van vensterbewerking zoals deze nodig is voor een videosnelheidvensterbewerking bij videostelsels met rasterverversing in het algemeen en bij verfijnde eenheden met hoge resolutie in het bijzonder.

Volgens de uitvinding wordt bij een voorkeursuitvoering een vensterbewerkingsstelsel verschaft ten gebruike bij het omzetten van digitale gegevens in videoweergeefbeelden, welk stelsel omvat:

a) een bron van de digitale gegevens van een beeld voor gebruik bij het verversen van het videoweergeefbeeld;

b) middelen om de digitale gegevens te bewerken met een overdrachtsfunctie voor vensterbewerking tijdens de overdracht van de gegevens voor het verversen van de videoweergave; en

c) middelen om de bewerkte digitale gegevens toe te passen voor het verversen van de videoweergave.

Een kenmerk van de uitvinding is het verschaffen van vooraf gedefinieerde parameters voor het ontwerpen van de overdrachtsfunctie, of het opwekken van de vereiste parameters.

Weer een ander kenmerk van de uitvinding is het onderhouden van de dynamische belasting van de parameters overeenkom-

stig het beeld dat in de specifieke punten wordt weergegeven.

De uitvinding stelt de radioloog eveneens in staat de beelden te bestuderen teneinde op interaktieve wijze onder toepassing van paneelbesturingen de overdrachtsfunctie, d.w.z. de vensterinstellingen, te wijzigen. Door de nieuwe instellingen worden nieuwe parameters berekend en in het stelsel ingevoerd om de overdrachtsfunctie te veranderen.

Een ander hoofdkenmerk van de uitvinding is gebaseerd op het omzetten van de gegevens om de vensterbewerking uit te voeren. De omzetting kan in een schakeling, zoals een VLSI schakeling, gerealiseerd worden onder toepassing van huidige halfgeleidertechnieken.

Weer een ander kenmerk van de uitvinding omvat de toepassing van de zojuist beschreven vensterbewerkingswerkwijze in samenhang met een vensterbewerking van het opzoektabel type, waarin sommige van de beelden ook een overdrachtsfunctie vereisen die beter door een tabel-opzoek bewerking gerepresenteerd worden. De combinatie van de vensterbewerking van het bekende type en de "stuksgeijze vensterbewerking" van de uitvinding bespaart eveneens apparatuur en/of tijd.

Volgens een ander kenmerk omvat de uitvinding de toepassing van een vermenigvuldiger met halfzwevende punt teneinde op de meest effectieve wijze de hellingen van de overdrachtsfunctie te verkrijgen.

De uitvinding zal aan de hand van een uitvoeringsvorm nader worden toegelicht met verwijzing naar de bijbehorende tekeningen, waarin:

Fig. 1 een blokschema geeft van een kenmerkend bekend afbeeldingsstelsel dat ingericht is om "vensterbewerking" uit te voeren;

Fig. 2 een blokschema geeft van het stelsel dat de vensterbewerking volgens de uitvinding verschaft;

Fig. 3 een eerste overdrachtsfunctie toont van het type dat in het inventieve vensterbewerkingsstelsel opgewekt en gebruikt wordt;

Fig. 4 een tweede overdrachtsfunctie toont van het type dat in het inventieve vensterbewerkingsstelsel opgewekt en gebruikt wordt; en

Fig. 5 een derde overdrachtsfunctie toont van het type dat in het inventieve vensterbewerkingsstelsel opgewekt en

gebruikt wordt.

Fig. 1 geeft een blokschema van een kenmerkend bekend vensterbewerkingsstelsel 11, dat een bron van beeldgegevens 12 heeft. De gegevensbron 12 kan een geheugenorgaan zijn, waarbij de gegevens verworven worden voor medische diagnostische afbeelding in een willekeurige van de bekende modi van verwerving, zoals bijvoorbeeld de toepassing van ultrageluid, gecomputeriseerde tomografie, digitale fluorografie of radiografie, bestraling door gammastralen, X-stralen of nucleaire magnetische resonantie. De gegevens kunnen eveneens rechtstreeks afkomstig zijn van een verwervingssysteem zoals een gegevensstroom.

Het voorwerp zoals dat afgebeeld is, wordt "verdeeld" in elementaire gebieden die betrokken zijn op de pixels van het beeld. Op overeenkomstige wijze zijn de elementen van het beeld betrokken op elementaire posities in een weergeefgeheugen. Het weergeefgeheugen is gewoonlijk een in rijen en kolommen verdeelde matrix. De doorsnijdingen van de rijen en kolommen zijn direkt of indirekt betrokken op de elementaire gebieden en op de pixels. Wanneer derhalve de gegevens verworven worden, worden eveneens de posities van de gegevensgevallen genoteerd. De gegevens worden derhalve overeenkomstig de elementaire gebieden van het voorwerp, dat afgebeeld wordt, opgeslagen.

De gegevens kunnen voorafgaande aan het afbeelden verwerkt worden om het beeld te versterken (enhance). Vele procedures waaronder "vensterbewerking" worden gevolgd die in de techniek bekend zijn om de beelden te versterken. De procedures om de versterking teweeg te brengen zijn in het algemeen in software, die door een bijbehorende computer wordt gebruikt, opgenomen. Het vensterbewerkingsdeel van de gegevensverwerking is in fig. 1 als een apart gestreepte-lijn blok 14 aangegeven. De verwerking, omzetting naar en van het geheugen en de weergave worden alle onder besturing van de stuureenheid 16 uitgevoerd.

Nadat de versterkingsstappen, die off-line of met videosnelheid kunnen worden uitgevoerd, en de vensterbewerking teweeggebracht zijn, wordt het beeld door de weergeefeenheid 17 weergegeven. Dienovereenkomstig geeft fig. 1 in wezen de stappen van het verwerken van de gegevens aan om het beeld te versterken samen met de feitelijke beeldweergave. De weergeefbron 12 zoals boven toegelicht kan het geheugen zijn dat gebruikt wordt om de gegevens op te slaan voor de toepassing daarvan bij het verversingsproces evenals tijdens de stappen van

versterking en/of verwerving.

In het verleden is de vensterbewerkingsstap teweeggebracht of door een software bewerking met niet-videosnelheid of door een opzoektabel techniek met videosnelheid. Zoals in fig. 1 is aangegeven worden de gegevens voor de vensterbewerking op de gegevensbus 19 ontvangen. Het adres van de gegevens wordt door de weergeefstuureenheid 16 bepaald overeenkomstig de plaats daarvan in het weergeefgeheugen. Door de gegevens op de bus 19 als het adres te gebruiken worden de gegevens van de opzoektabel, aangegeven als de opzoektabel 22, verkregen. De van de opzoektabel verkregen gegevens kunnen dan voor verder gebruik worden overgebracht.

De opzoektabelgegevens worden aan de uitgangsgegevensbus 27 toegevoerd. De gehele opzoektabelbewerking wordt gestuurd door de weergeefstuureenheid 16 die onder andere kan bepalen welk opzoektabel binnengegaan moet worden. Er zijn vaak meerdere opzoektabellen en de bepaling van welke opzoektabel gebruikt wordt, wordt gewoonlijk gedaan door middel van informatie in de weergeefstuureenheid. Dit proces bij de bekende vensterbewerking werd teweeggebracht onder toepassing van opzoektabellen met de daaruit resulterende behoefte aan een betrekkelijk groot aantal geheugencomponenten.

Fig. 2 toont het vensterbewerkingsstelsel 31 volgens de uitvinding onder toepassing van de daartoe bestemde hardware. De daartoe bestemde hardware is ontworpen om overdrachtsfuncties op te wekken die in de plaats van de opzoektabellen gebruikt moeten worden. De hardware kan een eenvoudige lineaire overdrachtsfunctie zoals aangegeven in de figuren 3 en 4 of een aantal stuksgewijze lineaire functies zoals aangegeven in fig. 5 opwekken. De stuksgewijze lineaire functies vormen het algemene geval terwijl de functies van de figuren 3 en 4 specifieke gevallen vormen.

Volgens fig. 2 komen de gegevens op de gegevensbus 19 binnen. Er bevindt zich geen opzoektabelgeheugen in dit punt. Daarvoor in de plaats is een parameterregisterschakeling 32 aanwezig die zijn parameters van de weergeefstuureenheid 16 verkrijgt. De parameterregisterschakeling wordt gebruikt om de basisparameters (drempel en helling) van de in plaats van de opzoektabellen gebruikte overdrachtsfuncties op te slaan. De overdrachtsfuncties zijn lineaire functies met een helling die voor een gegeven ingangssignaal een daarop gebaseerd gewenst uitgangssignaal verschaft.

De binnenkomende gegevens op de geleider 19 worden

door de overdrachtsfunctiegenerator 33 in uitgaande gegevens op de geleider 37 vertaald. De uitgaande gegevens passeren via een buffer 38 rechtstreeks naar de weergeefeenheid 17 of via een opzoektabel vensterbewerkingsschakeling 39 naar de weergeefmonitor 17.

Bij een voorkeursuitvoering worden alle gegevens van de overdrachtsfunctiegenerator via de opzoektabelschakeling 39 gevoerd. Wanneer voor de gegevens zoals ontvangen van de overdrachtsfunctiegenerator geen opzoektabelbewerking nodig is, wordt een 1:1 opzoektabelfunctie gebruikt om in feite de niet-lineaire vensterschakeling 39 te omlopen. Het omlopen of shunten kan eveneens op elke bekende wijze via schakelorganen plaatsvinden.

De niet-lineaire vensterschakeling 39 is van het in fig. 1 aangegeven type. Tijd- en geheugencomponenten worden echter gereduceerd onder toepassing van de gecombineerde uitvoering van de overdrachtsfunctiegenerator en de niet-lineaire vensterschakeling. Met deze combinatie kan de hulpvensterbewerking, d.w.z. niet-lineaire vensterbewerking door de opzoektabeltechniek, gerealiseerd worden met gebruik van minder bits. Wanneer bijvoorbeeld het ingangssignaal voor de overdrachtsfunctiegenerator 12 bits heeft, is het uitgangssignaal daarvan 8 bits. De opzoektabel van de niet-lineaire vensterschakeling 39 werkt derhalve op 8 bits in plaats van op 12 bits waardoor een besparing in geheugenafmeting met een factor van 16 verkregen wordt. Een extra besparing wordt verkregen door de reductie van het totale aantal verschillende vensterinstellingen dat nodig is. Het is voldoende voor de tabel-opzoek bewerking om met bijvoorbeeld 16 verschillende vensterinstellingen te werken. Dit kan gerealiseerd worden met een 4K byte geheugen (dit reduceert in het bovengegeven voorbeeld het aantal vereiste componenten van 320 tot 16). De stuksgewijze lineaire vensterbewerking kan gemakkelijk overweg met het grotere aantal vereiste vensterinstellingen van bijv. 64 of 256 zonder dat het tabel-opzoek geheugen groter moet worden.

De parameters, die bij het bepalen van de drempels en de hellingen van de overdrachtsfunctie gebruikt worden, worden opgeslagen in de parameterregisterschakeling en in feite fungeert de overdrachtsfunctiegenerator als een vermenigvuldiger, die de ingangsgegevens minus de drempel vermenigvuldigt met de helling van de opgewekte overdrachtsfunctie (gedefinieerd als 255/W in fig. 3, (255-B)/W in fig. 4, en 01/W1, (255-02)/W2, -(255-03)/W3 en 255/W4 in fig. 5) om een product te verkrijgen dat de uitgangsgegevens voorstelt.

Het stelsel maakt in een voorkeursuitvoering gebruik van een halfzwevende punt om het product te bepalen. Wanneer een vaste-punt bepaling gebruikt zou worden, dan zou voor het realiseren van vensterbewerking bij een lengte van ingangsgegevens van 12 bits en een lengte van uitgangsgegevens van 8 bits bijv. een resolutie van 28 bit nodig zijn in het aantal dat de helling representeert. Om de afmeting van de vermenigvuldiger te reduceren wordt een halfzwevende-punt mode gebruikt. Dit reduceert het vermenigvuldigingsgetal tot een geheel getal van 12 bit bestaande uit een exponent E van 4 bit en een mantisse S van 8 bit. De exponent E en de mantisse S worden door de stuureenheid onder toepassing van de volgende stappen opgewekt:

a. Bepaling van de exponent E.

E wordt aangenomen een geheel getal in het bereik van 0 tot 12 te zijn en E voldoet aan de volgende betrekking:

$2^{11-E} < W \leq 2^{12-E}$.

Wanneer bijvoorbeeld W=2:

$2^0 < 2 \leq 2^1$, dan is E=11.

b. Bepaling van de mantisse S.

Neem $SF = (2^{12-E})/W$

waarin SF in het bereik ligt $1 \leq SF < 2$

dan wordt S gerepresenteerd door een 8 bit geheel getal, en:

$S = INT(128*SF) = INT(128*2^{E}/W)$.

Voor verschillende waarden van W worden derhalve de waarden van T, E en S opgeslagen en gebruikt om de binnenkomende gegevens te bewerken voor het verkrijgen van de uitgaande gegevens.

Het lineaire deel van de overdrachtsfunctie verschaft het aantal uitvoereenheden per invoerelement. In fig. 3 bijvoorbeeld is aangegeven dat de uitvoer vanaf nul tot 255 loopt. De helling is 255 gedeeld door de gewenste vensterbreedte. De lineaire vensterbewerking is gebaseerd op het gebruik van de helling als een vermenigvuldigingsgetal, die de ingangsgegevens minus de drempel vermenigvuldigt teneinde de tot 255 beperkte uitganggegevens te verkrijgen.

In de praktijk wordt de stuksgewijze lineaire vensterbewerking gerealiseerd met behulp van een op semi-bestelling gebouwde of op bestelling gebouwde VLSI eenheid. De schakeling werkt in een cyclus van nanoseconden. De pixeltijd bedraagt 37,5 nanosec. in een weergave met 512 lijnen en dichtbij 9,3 nanosec. in een weergave met

1024 lijnen. Als gevolg van tijdoverwegingen wordt de vensterbewerking teweeggebracht onder toepassing van pijplijntechnieken en "vensterbewerkingskanalen" die parallel werken. De 512 lijnenweergave maakt bijvoorbeeld gebruik van twee parallelle kanalen en de 1024 lijnenweergave maakt gebruik van acht kanalen.

De hierin beschreven stuksgewijze lineaire vensterbewerking wordt of op zichzelf of met een tabelopzoekvenster, zoals aangegeven in fig. 2, gebruikt. De stuksgewijze lineaire vensterbewerking kan functioneren overeenkomstig de grafieken van fig. 3, fig. 4 of fig. 5. In de configuratie van fig. 4 is de "voorgespannen vensterbewerking" gerepresenteerd. De overdrachtsfunctie wordt verkregen onder toepassing van een negatieve drempelwaarde -T. In de configuratie van fig. 5, die het gegeneraliseerde geval omvat, wordt een aantal hellingen bepaald op basis van de breedten van de verschillende secties en overeenkomstige drempels.

De vensterbewerking volgens de uitvinding kan eveneens in die gevallen gebruikt worden waarin een visuele linearisering van de weergave door vermenigvuldiging met de overdrachtsfunctie wordt gevraagd. Dit wordt onder toepassing van de weergave gerealiseerd door één van de tabellen van het niet-lineaire venster, genormaliseerd over de volle 256 grijsniveau's, in te stellen. Vervolgens wordt de vensterbewerking in zijn geheel uitgevoerd door de lineaire vensterparameters op een interactieve basis overeenkomstig het midden en de breedte te wijzigen als of slechts lineaire vensterbewerking teweeggebracht was.

In de praktijk worden de gegevens bewerkt door de drempel af te trekken en door met de helling te vermenigvuldigen. Wanneer als gevolg van de aftrekking de drempel kleiner is dan of gelijk is aan nul, dan wordt de helling met nul vermenigvuldigd. Wanneer het product van de helling en het verschil tussen de gegevens en de drempel gelijk is aan of groter is dan 255 (in dit voorbeeld), dan wordt de waarde 255 gebruikt. De overdrachtsfunctiegenerator verschaft derhalve een zeer effectieve vensterbewerking wanneer een "lineaire" overdrachtsfunctie nodig is. Het bij de bekende stelsels vereiste grote aantal geheugencomponenten werd in één voorkeursuitvoering door een klein aantal VLSI componenten vervangen.

De uitvinding is beschreven met verwijzing naar schakelingsvoorbeelden, maar het zal duidelijk zijn dat deze beschrijving slechts bij wijze van voorbeeld is gegeven. Het is mogelijk wijzigingen aan te brengen zonder buiten het kader van de uitvinding te treden.

**Conclusies.**

1. Stelsel voor vensterbewerking voor gebruik bij vensterbewerking van videoweergegeven beelden, welk stelsel omvat een bron van gegevens voor gebruik bij het verschaffen van de weergegeven beelden, middelen om de gegevens met in wezen een videorastersnelheid toe te voeren, hardwaremiddelen die in feite met de videorastersnelheid bewerkt worden in antwoord op daartoe bestemde parameters om de gegevens om te zetten teneinde het gegevensbereik van belang uit te breiden en om in wezen het totale intensiteitsbereik van het weergegeven beeld op te vullen, waardoor vensterbewerking op een niet-opzoektabel basis wordt gerealiseerd.

2. Stelsel volgens conclusie 1, waarin de bron van gegevens geheugenmiddelen omvat voor het opslaan van de gegevens, en voorzien van middelen voor het uitlezen van de gegevens voor gebruik bij het verversen van de videoweergave, en waarin de hardwaremiddelen tijdens de uitlezing worden bewerkt.

3. Stelsel volgens conclusie 1, waarin de hardwaremiddelen een door de parameters bepaalde overdrachtsfunctie implementeren.

4. Stelsel volgens conclusie 3, waarin de hardwaremiddelen vermenigvuldigermiddelen omvatten om de gegevens met door het overdrachtsfunctie-algoritme bepaalde waarden te vermenigvuldigen.

5. Stelsel volgens conclusie 4, waarin het algoritme een halfzwevende punt gebruikt.

6. Stelsel volgens conclusie 4, waarin het algoritme een zwevende punt gebruikt.

7. Stelsel volgens conclusie 6, voorzien van extra vensterbewerkingsmiddelen met opzoektabellen.

8. Stelsel volgens conclusie 7, waarin de extra vensterbewerkingsmiddelen in serie met de hardwaremiddelen geschakeld zijn.

9. Stelsel volgens conclusie 7, waarin de extra vensterbewerkingsmiddelen parallel met de hardwaremiddelen geschakeld zijn.

10. Stelsel volgens conclusie 1, waarin de parameters door een bediener gekozen worden.

11. Stelsel volgens conclusie 1, waarin de parameters

uit de gegevens berekend worden.

12. Stelsel volgens conclusie 10, waarin middelen zijn aangebracht waarin de parameters ook door een bewerking verschaft kunnen worden.

13. Stelsel volgens conclusie 11, waarin de parameters uit de gegevens plus extrinsieke gegevens berekend worden.

14. Stelsel volgens conclusie 1, waarin de parameters een drempelwaarde en een hellingwaarde voor een lineaire overdrachtsfunctie bepalen.

15. Stelsel volgens conclusie 1, waarin de parameters een aantal drempelwaarden en hellingwaarden voor een aantal lineaire overdrachtsfuncties in een enkelvoudige weergave bepalen.

16. Stelsel volgens conclusie 1, waarin de parameters helling- en drempelwaarden bepalen die negatieve waarden omvatten.

17. Stelsel volgens conclusie 1, voorzien van middelen om de gegevens parallel te bewerken.

18. Stelsel volgens conclusie 1, voorzien van pijplijnmiddelen voor het bewerken van de gegevens.

19. Stelsel volgens conclusie 1, waarin de hardwaremiddelen tenminste een VSLI schakeling bevatten.

*******

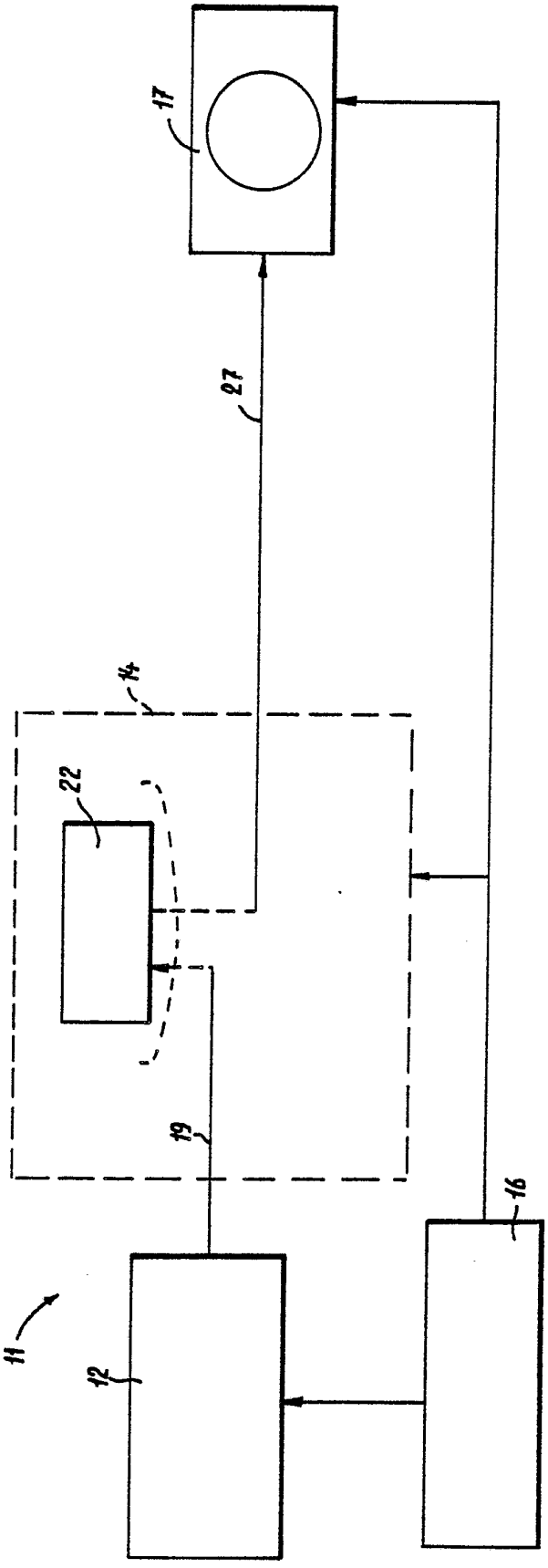



fig-1

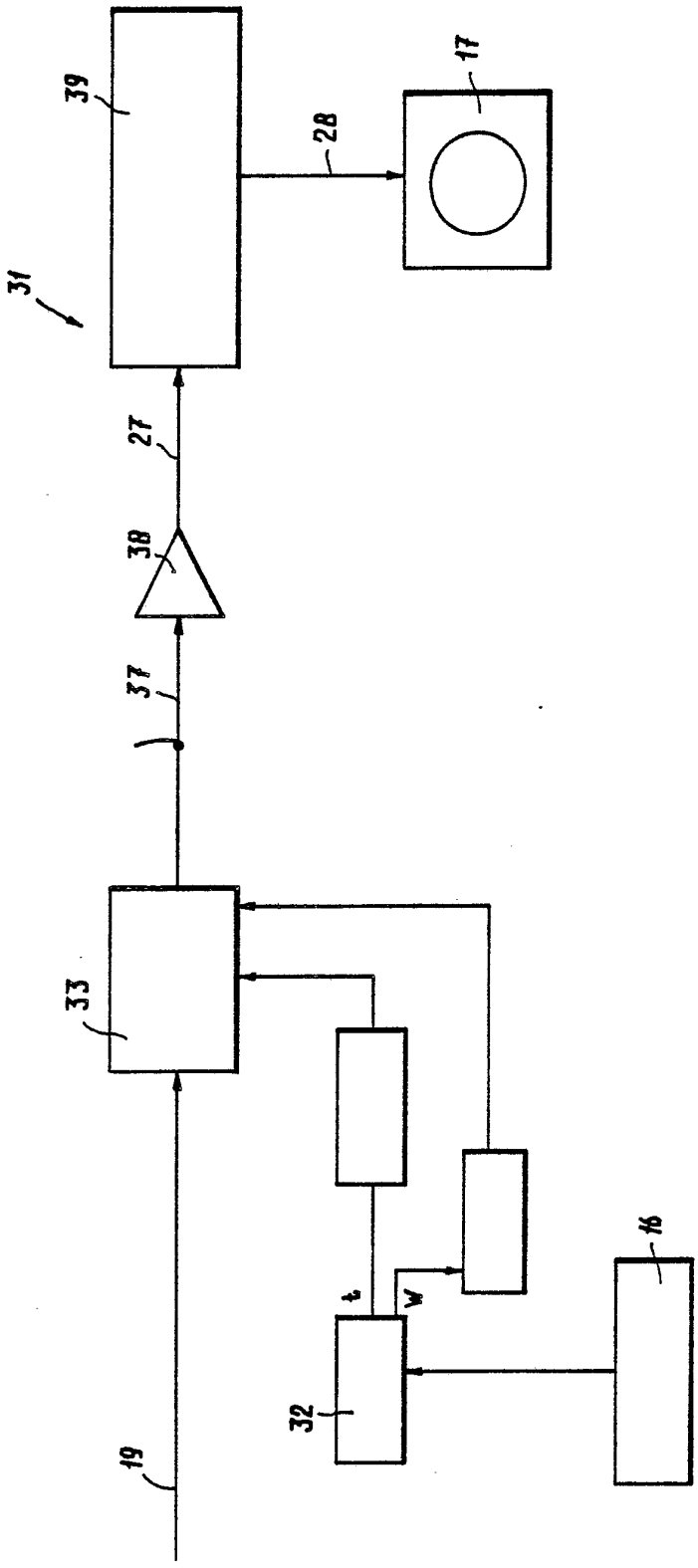



Fig-2

Fig-3

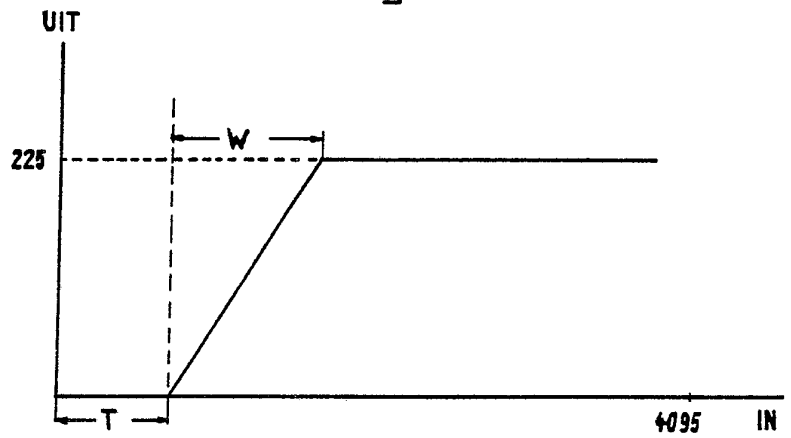
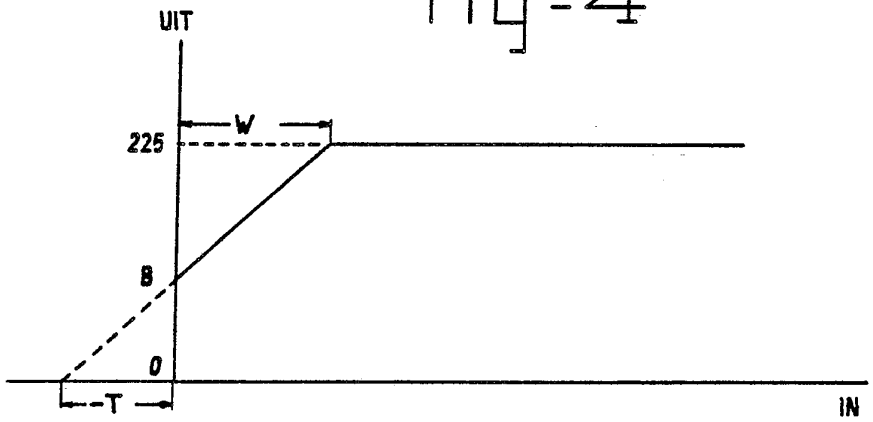



Fig-4



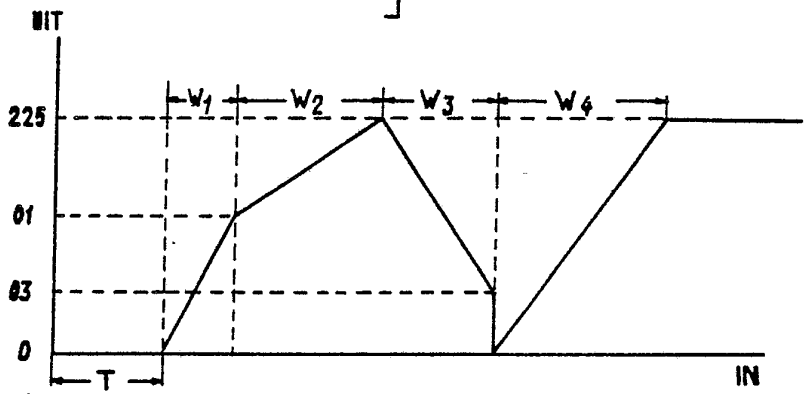


Fig-5