



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **303555**

(13) B1

(51) Int Cl⁶ G 06 K 9/40, G 06 T 5/00

Patentstyret

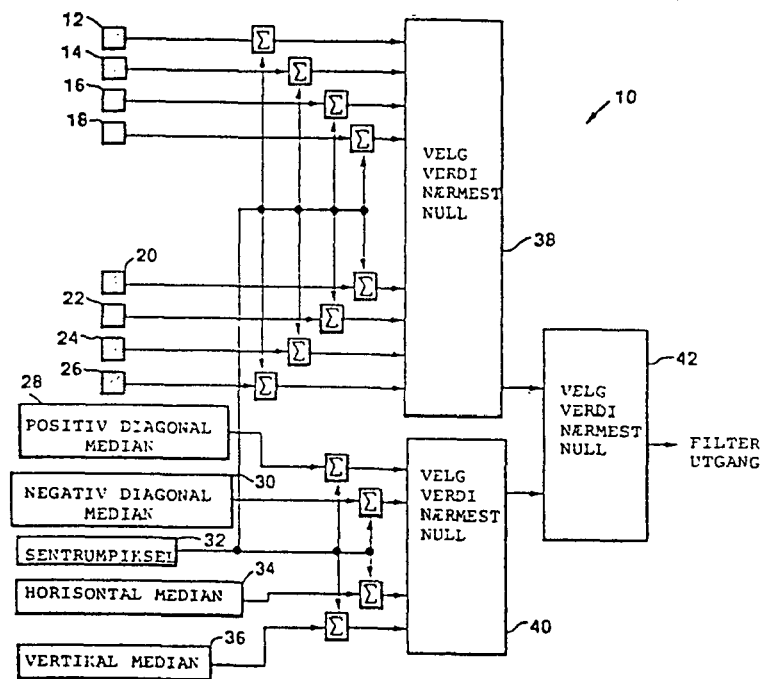
(21) Søknadsnr	19920875	(86) Int. inng. dag og	
(22) Inng. dag	05.03.1992	søknadsnummer	
(24) Løpedag	05.03.1992	(85) Videreføringsdag	
(41) Alm. tilgj.	23.09.1992	(30) Prioritet	22.03.1991, US, 673618
(45) Meddelt dato	27.07.1998		
(73) Patenthaver	Hughes Aircraft Co, P.O. Box 80028, Los Angeles, CA 90080-0028, US		
(72) Oppfinner	Jack M. Sacks, Thousand Oaks, CA, US Thomas K. Lo, Temple City, CA, US Nam D. Banh, Canoga Park, CA, US Charles A. McNary, Calabasas, CA, US Franklin J. Meyers, Chatsworth, CA, US		
(74) Fullmektig	Jens F. C. Langfeldt, Bryns Patentkontor AS, 0106 Oslo		

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte og anordning til bildebehandling**

(56) Anførte publikasjoner US 4736439, WO A1 86/01920

(57) Sammendrag

En prosess til reduksjon av bakgrunnsforvirring i en scene tjener til å skille ut en gjenstand som er av interesse. Prosessen går ut på å beregne en minimum utgang fra en flerhet av hensiktsmessig utformede anti-medianfiltre a (1-5), b (1-5), c (1-5), d (1-5) og e(1-5) som danner et minimum differanseprosessorfilter (MDP). En foretrukken utførelsesform innbefatter MDP-filteret en (5 x 5) matrise av elementer der hvert element angir en verdi på styrken i scenen. En første anti-medianfiltersats er utført som en horisontal sats på fem pikselelementer c (1-5) der sentrumelementet c(3) i matrisen er sentrumelementet i den horisontale sats. En medianverdi for de fem elementer i den horisontale sats bestemmes og blir subtrahert fra verdien for sentrumelementet for å bestemme en anti-medianverdi for den horisontale sats. Den samme prosess utføres for en vertikal fem-elements anti-mediansats (a₃, b₃, c₃, d₃, e₃) og to diagonale fem-elementers anti-mediansatser (a₁, b₂, c₃, d₄, e₅) og (a₅, b₄, c₃, d₂, e₁) som alle innbefatter sentrumelementet c₃ i matrisen som det sentrale felles element for satsene. Når anti-medianverdien for hver sats er bestemt, blir den laveste anti-medianverdi ført som utgang fra MDP-filteret. I en andre foretrukket utførelsesform blir verdiene for de gjenværende elementer M i matrisen som ikke var innbefattet i noen av de horisontale, vertikale eller diagonale satser som er beskrevet ovenfor, subtrahert fra sentrumelementet i matrisen. Igjen blir den laveste verdi fra gruppen av anti-medianverdier sammen med de gjenværende subtraherte verdier ført som utgang fra MDP-filteret. Denne prosess gjør det stort sett mulig å undertrykke eller eliminere bakgrunnsforvirringen i scenen.



Denne oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte til bildebehandling, omfattende å bestemme en matrise med en flerhet av enkeltelementer, der hvert element har en verdi som representerer styrken i bildet der elementet er plassert, og å
5 bestemme et enkelt element i flerheten av elementer i matrisen som har en verdi, og en anordning til reduksjon av bakgrunnsforvirring i bildescene, der anordningen omfatter midler til dannelsen av en matrise innbefattende en flerhet av elementer, og midler til dannelsen av et enkelt element av
10 flerheten av elementer i matrisen.

Bildebehandlingssystemer som selvstendig leter opp eller følger et mål som beveger seg mot en forvirrende bakgrunn er tidligere kjent. For nøyaktig å kunne følge målet må disse
15 systemer gjøre bruk av fremgangsmåter til undertrykkelse av bakgrunnsforvirring for å redusere eller eliminere denne slik at målet kan følges på en mer pålitelig måte. Ved målopp-søkning over lange avstander har målene tilbøyelighet til å være uoppløste og er derfor vanskelige å påvise. Krav til
20 undertrykkelse av bakgrunnen for disse typer systemer er stort sett strenge fordi målfølgesystemet må ha en lav sannsynlighet for både å bomme når det gjelder påvisning av målet og påvisning av falsk mål. Et høyt signal/støyforhold er også viktig. Noen tidligere kjente metoder har forsøkt å
25 undertrykke bakgrunnsforvirring ved hjelp av filtre.

En tidligere kjent fremgangsmåte til filtrering av bakgrunnsforvirring i et selvstendig bildefølgende system, som er velkjent for fagfolk på området, er bruk av lineære rom-
30 filtre. Et lineært filter avgir en utgang som er en lineær kombinasjon av elementene i et spesielt behandlings-"vindu".

En andre fremgangsmåte til filtrering av bakgrunnsforvirring gjør bruk av medianfiltre og anti-medianfiltre. Medianfiltre
35 og anti-medianfiltre er ulineære anordninger hvori de enkelte elementer i et behandlings-"vindu" blir ordnet og gitt rang på grunnlag av amplitude. Utmatningen fra et

filter av denne art blir så bestemt som en spesiell rang fra samlingen av amplituder. Disse filtre eliminerer bakgrunnsforvirringen på grunnlag av størrelsen på detaljene. En mer omfattende beskrivelse av prinsippene for medianfiltre og anti-medianfiltre er gitt i det følgende.

En "median" er definert som den verdi i en gruppe av verdier som overskrider verdien for så mange deler av gruppen som den overskrides av. Se for eksempel av gruppen av tall (7, 3, 9, 8, 6, 4, 6). Siden dette sett av verdier har syv sifre, vil median for gruppen være den fjerde største (eller fjerde minste) verdi. For dette utvalg er 6 medianen siden det er tre sifre som overskrider denne og tre sifre som er like eller lavere, med andre ord blir en medianverdi for et sett verdier bestemt ved å plassere verdiene i rekkefølge etter stigende (eller fallende) størrelse og deretter velges verdien i midten av listen. Som sådan kan en median bare bestemmes i form av et sett som har ulike antall verdier eller elementer. Et medianfilter er en anordning som som utmatning gir medianverdien for en gruppe med et ulikt antall elementer.

Et "anti-median" filter er en ulineær anordning der utmatningen fra medianfilteret blir subtrahert fra verdien ved det geometriske sentrum for den opprinnelige utvalgsgruppe av elementer. Som eksempel vil sentrumsverdien for gruppen av elementer (7, 3, 9, 8, 6, 4, 6) ha en verdi på 8. For å beregne anti-medianverdien må man først subtrahere seks fra åtte (8-6). Utmatningen fra anti-medianfilteret vil dermed være to (2). Hvis medianverdien opptar det geometriske sentrum i utvalget som for eksempel i utvalgsgruppen (7, 3, 9, 6, 8, 4, 6), ville anti-medianverdien ha vært (6-6) = 0.

Hvis et anti-medianfilter behandler en tilfeldig rekkefølge av verdier fra et felles statistisk utvalg, vil medianverdien ligge i det geometriske sentrum av utvalget med en sannsynlighet på minst $(1/N)$, der N er antallet elementer i

utvalget. Hvis utvalgets størrelse er $N = 5$, vil utmatningen fra anti-medianfilteret være null 20% av tiden.

En funksjon for sannsynlighetstettheten når det gjelder utmatningen fra anti-medianfilteret kan beregnes og den ville omfatte en viss verdi ved det utgangspunkt som representerer sannsynligheten for at anti-medianfilterets utmatning ville være lik null (0). Da den kumulative sannsynlighet som fremkommer ved integrering av funksjonen for sannsynlighetstetthet fra $-\infty$ til $+\infty$ må være lik én, vil verdien ved utgangspunktet for funksjonen for sannsynlighetstetthet redusere det samlede gjenværende området. Denne egenskap er årsaken til de nyttige egenskaper for anti-medianfilteret når det gjelder støyreduksjon og undertrykkelse av forvirring.

Det kan vises at et medianfilter som av søker et utvalgssett av et bilde, vil undertrykke eller dempe forholdsvis små gjenstander mens et anti-medianfilter som av søker et utvalgssett av et bilde vil dempe eller undertrykke forholdsvis store gjenstander. Man kan se på den følgende rekke av utvalgsverdier: 0, 0, 0, 0, 3, 3, 3, 0, 0, 0, 0, 1, 0, ---. Det kan hjelpe å betrakte hvert siffer som representativt for verdien av styrken på bestemte piksler (bildeelementer) i et bildet. Her er verdien 0 en pikselverdi hvis styrke ikke overskrider en på forhånd bestemt grenseterskel. Verdien 3 representerer piksler med høyere styrke og delsettet 3, 3, 3 ville være en "flekk" i bildet. Verdien 1 er en styrkeverdi som såvidt overskrider terskelgrensen og kan være det mål som er av interesse.

Man skal nå se på et skanderende medianfilter som tar utvalgssettet ovenfor i fem elementsatser. Det første skanderte sett ville være (0, 0, 0, 0, 3). Av forklaringen ovenfor vil utmatningen fra medianfilteret være null (0) siden det vil være to (2) verdier i settet som er mindre eller lik null (0) og to (2) verdier i settet som er større enn eller lik null (0). For det neste sett på fem elementer

fra skanderingsforløpet, dvs. (0, 0, 0, 3, 3) ville resultatet være det samme. For det neste sett, dvs. (0, 0, 3, 3, 3) vil utmatningen være tre (3). Denne skanderingsrekkefølge kan fortsettes for å gi rekken av verdier på 0, 0, 3, 3, 3, 5 0, 0, 0, 0, 0, 0 --- som utmatningen fra medianfilteret. Det skal påpekes at utvalgsverdien 1 er eliminert. Av forklaringen ovenfor når det gjelder anti-medianverdien, kan det også vises at denne rekkefølge av utvalgselementer for en utgang fra anti-medianfilteret vil være 0, 0, 0, 0, 0, 0, 10 0, 0, 0, 1, 0 ---. Her er de forholdsvis store verdier på 3 blitt eliminert. Som en følge av dette, er "flekken" (3, 3, 3) blitt eliminert, og det mål som er av interesse (1) er isolert.

15 Fra denne analyse kan det vises at et medianfilter undertrykker enhver gjenstand hvis størrelse er mindre enn $(N+1)/2$ piksler eller utvalgsverdier, der N er antallet elementer i utvalgssatsen. For det ovennevnte eksempel $N = 5$, vil dermed medianfilteret undertrykke enhver "flekk" som er 20 mindre i størrelse enn 3 utvalgsverdier. Et anti-medianfilter vil på den annen side virke på en tilsvarende måte ved å bevare alle gjenstander hvis størrelse er mindre enn $(N+1)/2$.

Idémessig kan dette i praksis forstås ved å betrakte et 25 fjernt mål mot en bakgrunnsscene. Målet vil vise seg som et meget mindre bildesignal mot bakgrunnssignalene. Anti-medianfilteret kan da kalibreres for å undertrykke ethvert bilde (signal) som er større enn en på forhånd bestemt størrelse. Dermed kan bakgrunnssignaler som er større enn 30 målsignalet i det vesentlige elimineres.

Selv om et anti-medianfilter reduserer eller demper store gjenstander, vil det mange ganger være tilbake bakgrunnsrester (bakgrunnslekkasje) som er uakseptabelt store. En 35 spesielt vanskelig type av bakgrunnslekkasje skyldes linjelignende gjenstander i bakgrunnsforvirringen. Dette

problem blir spesielt alvorlig hvis disse linjesegmenter er orientert perpendikulært på skanderingsretningen.

5 Bortsett fra denne ulempen har anti-medianfiltre spesielle egenskaper som gjør dem overlegne som lineære filtre for undertrykkelse av bakgrunnsforvirring. For eksempel reagerer de ikke for svakt eller for sterkt og skaper ikke ringefenomener når deres innganger omfatter pulser eller trinnlignende funksjoner. Videre vil de ikke dempe signalkomponenter som en funksjon av frekvens.

10 Det er således et behov for et filter som undertrykker bakgrunnsforvirring og som oppviser de spesielle egenskaper man finner ved et anti-medianfilter og som i høy grad reduserer mange av de bakgrunnslekkasjeproblemer som generelt er knyttet til denne type filtre. Det er derfor en hensikt med foreliggende oppfinnelse å komme frem til et sådant filter.

20 Det er beskrevet en ny familie av ulineære filtre til bruk i teknologi for undertrykkelse av bakgrunnsforvirring. Disse filtre vil bli betegnet som minimum differanse prosessor (MDP) filtre. Et MDP-filter kan innbefatte en rommessig eller tidsmessig filtreringsprosess. Imidlertid medfører de mer praktiske anvendelser rommessig filtrering.

30 Et MDP-filter, ifølge en foretrukket utførelsesform for oppfinnelsen, omhandler i alminnelighet en gruppe av anti-medianfiltre som er anbragt i et på forhånd bestemt geometrisk mønster. Dette geometriske mønsteret kan innbefatte, men er ikke begrenset til, en utvalgssats med fire anti-medianfiltre orientert vertikalt, horisontalt og diagonalt i forhold til hverandre. Behandlingen av hver filtersats kan utføres enten i serie eller i parallell. Da komponentoperasjonene for et MDP-filter er hierarkisk ekvivalente, er de kommutative. Derfor er rekkefølgen i den seriemessige utførelse ikke av interesse.

I en spesiell utførelsesform blir en utvalgsmatrise skandert over et bilde, slik at ved hver individuelle skanderingsstans bestemmes en anti-medianverdi for en horisontal sats av
5 matrisen som innbefatter matrisens sentrumsverdi. En anti-medianverdi for en vertikal sats bestemmes også innbefattende sentrumsverdien, og to diagonale anti-medianverdier blir bestemt også innbefattende sentrumsverdien. Fra disse fire anti-medianverdier velges den verdi som tilsvarer den minste
10 absolutte anti-medianverdi som utgangen fra minimum differanse prosessorfilteret.

I en annen utførelsesform kan verdien av hvert av de gjenværende elementer i matrisen som ikke var innbefattet i de
15 foregående anti-medianfiltersatser subtraheres fra sentrumsverdien for separat å bestemme en subtrahert verdi for hvert gjenværende element. Disse subtraherte verdier blir gruppert med anti-medianverdien og den laveste absolutte verdien benyttes til valg av den del av gruppen som skal føres som
20 utmatning.

Med denne oppfinnelsen vil gjenstander som forvirrer bakgrunnen og som er større enn målet i en enkel dimensjon bli undertrykket.

25

Oppfinnelsen er kjennetegnet ved de i kravene gjengitte trekk, og den følgende beskrivelse under henvisning til tegningene gjengir disse og ytterligere hensikter, fordeler og særpreg ved oppfinnelsen.

30

Fig. 1(a) - 1(e) er en rekke utvalgsmatriser som viser de individuelle utvalgssatser på anti-medianfiltre med fem elementer,

35 fig. 2(a) - 2(h) er matrisesatsen på fig. 1 med forskjellige mønstre for elementer som ikke er undertrykket av anti-medianfiltrene,

fig. 3(a) - 3(k) er en rekke matrisesatser fra fig. 1 vist i individuelle mønstre som vil bli undertrykket av anti-medianfiltrene,

fig. 4 viser utvalgsmatrisen på fig. 1 der de enkeltelementer som ikke er innbefattet i den opprinnelig foretrukne utførelsesform er betegnet med "N",

fig. 5 er matrisesatsen på fig. 1 med de tidligere ubenyttede elementer på fig. 4,

fig. 6 er en annen versjon av utvalgsmatrisen på fig. 4,

fig. 7 viser skjematisk en foretrukket utførelsesform for oppfinnelsen,

fig. 8(a) - 8(h) er en serie matrisesatser som viser ytterligere mulige anti-mediansatser, og

fig. 9(a) - 9(d) er en rekke fotografiske bilder som viser effektiviteten ved de foretrukne utførelsesformer for foreliggende oppfinnelse.

Den følgende beskrivelse av det foretrukne utførelseseksempel på foreliggende oppfinnelse er bare ment som eksempel og skal ikke på noen måte begrense anvendelsene eller bruken av oppfinnelsen.

Et bildebehandlingssystem vil i alminnelighet behandle scener som omfatter en flerhet av piksler der hver piksel har en størrelse som representerer dens styrke (lyshet). I alminnelighet vil gjenstander i bakgrunnen ha form av "flekker" som dekker flere piksler. En gjenstand av interesse kan være innlagt i bakgrunnen og dermed vanskelig å skille ut fra denne.

Et MDP-filter i henhold til en foretrukket oppfinnelsesform for foreliggende oppfinnelse omfatter en matrise av separate elementer der hvert element representerer en enkelt piksel i bildet. Matrisen dekker i alminnelighet et forholdsvis lite område av bildet og blir skandert over den gjenværende del av bildet.

MDP-filteret kan trekke ut en uoppløst gjenstand fra en komplisert bakgrunnsscene uten for stor dempning selv om bildet av gjenstanden strekker seg over flere sammenhengende komponentdetektorer i en fokusplansats. For eksempel kan en enkel gjenstand som ligger innenfor en seksjon av matrisen fylle ut en eller flere detektorceller avhengig av 1) innfallsstillingen på en detektor og 2) den punktspredefunksjon som det optiske system har med detektorsatsen.

Et MDP-filter i henhold til en bestemt utførelsesform for foreliggende oppfinnelse er beregnet på å trekke ut gjenstander som dekker opp til 4 elementer anbragt i et kvadratisk mønster. På den annen side er denne utførelsesform nødvendigvis utført for å undertrykke eller eliminere gjenstander som dekker mer enn 2 elementer i en hvilken som helst retning. Dette MDP-filteret består av en kvadratisk sats på 25 elementer (5 x 5). Fire anti-medianfilterkomponenter er lagt opp som (1 x 5) lineære undersatser i MDP-filtermatrisen. Disse anti-medianfiltre er anordnet slik at sentrumfeltet for (5x 5) matrisesatsen rommessig faller sammen med sentrumselementet for hver dimensjonelle anti-medianfilterkomponent. En anti-medianfilterkomponent er orientert horisontalt, en andre er orientert vertikalt og to andre er orientert diagonalt i en vinkel på 45° og 135° i forhold til koordinataksene som er fastlagt av de horisontale og vertikale komponenter. Den optimale størrelse og form på matrisen avhenger av den funksjonelle anvendelse av MDP-filteret.

I denne utførelse vil MDP-filteret hovedsaklig eliminere "flekker" hvis lengder dekker mer enn to piksler i en hvilken som helst retning samtidig med at det bevarer eller trekker ut gjenstander som omfatter (1 x 2) eller (1 x 1) eller (2 x 2) elementer. Et MDP-filter kan bygges opp for å bevare et hvilket som helst omfang av gjenstandsstørrelser og former ved tilsvarende valg av det totale antall elementer i satsen. I praksis er filtre omfattende opptil (13 x 13) elementer med hell blitt benyttet ved simulering med datamaskin.

Det skal nå vises til fig. 1(a)-(e) der det er vist en MDP-filteroppbygning omfattende den ovenfor beskrevne (5 x 5) elementmatrise. Fig. 1(a) viser matrisen der hvert enkelt element som representerer en bildepiksel er nummerert. Mer bestemt er hver rad representert av en bokstav fra a-e og hver rekke er betegnet med et tall fra 1-5. Det finnes derfor 25 enkeltelementer i matricesatsen, hver betegnet med en verdi som angir en bestemt styrke på dette piksel i bildet. Som det fremgår, er c_3 sentrumselementet i matrisen og som dette, vil dets styrkeverdi bli innbefattet i hver anti-medianberegning for den første foretrukne utførelsesform som beskrevet i det følgende. Med andre ord, er sentrumspikselet c_3 fokus for hver enkelt skanderingsstilling av matrisen i scenen. De gjenværende piksler i bildet vil ligge i sentrum av matrisen på et eller annet tidspunkt under skanderingsprosessen.

Fig. 1(b) viser et (1 x 5) horisontalt anti-medianfilter hvis sentrumselement faller sammen med sentrumselementet c_3 for (5 x 5) MDP-filtermatrisen. Som det fremgår, kan filtersatsen omfatte et sett verdier $c_1 - c_5$. I virksomhet vil det bildedannende system bestemme en styrkeverdi for hvert enkelt element $c_1 - c_5$ og beregne en median (som beskrevet ovenfor) for denne verdi. En anti-medianverdi, $\Delta 1$, blir så beregnet ifølge den følgende formel:

10

$$\Delta 1 = c_3 \text{ Med (rad C)}$$

der Med. (rad C) er medianverdien for rad C. I tillegg blir en absolutt verdi for $\Delta 1$ bestemt slik:

5

$$|\Delta 1| = |c_3 - \text{Med (rad C)}|$$

10 Disse verdier blir så innført i en passende lagerenhet.

Det skal nå vises til fig. 1(c) der det er vist et vertikalt (1 x 5) anti-medianfilter som også er sentrert om c_3 . Dette anti-medianfilter innbefatter fem elementstyrker $a_3 - e_3$. På samme måte som det horisontale anti-medianfilter på fig. 1(b), blir de følgende verdier beregnet og lagret, der $\Delta 2$ er anti-medianverdien for det vertikale anti-medianfilter.

20

$$\Delta 2 = c_3 - \text{Med (rekke 3)}$$

$$|\Delta 2| = |c_3 - \text{Med (rekke 3)}|$$

Fig. 1(d) og 1(e) viser to diagonale én-dimensjonale (1 x 5) element anti-mediandelsatser som også er sentrert ved c_3 . Fig. 1(d) er en diagonal R (høyre) valgt fra øverst til venstre nedad mot nederst til høyre som vist og innbefatter verdiene a_1, b_2, c_3, d_4, e_5 . Fig. 1(e) er en diagonal L (venstre) som begynner øverst til høyre og går nedad nederst til venstre som vist og innbefatter verdiene a_5, b_4, c_3, d_2, e_1 . Det diagonale L anti-medianfilter og det diagonale R anti-medianfilter er orientert i vinkler på henholdsvis 45° og 135° på akse som dannes av de horisontale og vertikale satser. På samme måte som ovenfor, blir de følgende størrelser beregnet og lagret.

35

$$\Delta 3 = c_3 - \text{Med (diagonal R)},$$

$$|\Delta 3| = |c_3 - \text{Med (diagonal R)}|,$$

$$\Delta 4 = c_3 - \text{Med (diagonal L)}, \text{ og}$$

$$|\Delta 4| = |c_3 - \text{Med (diagonal L)}|,$$

MDP-filtermatrisen blir under skanderingsprosessen plassert ved hvert område av bildet slik at hvert element i matrisen blir fylt med et datautvalg. Matrisen vil med andre ord ikke strekke seg forbi grensene for bildet. Sentrum av matrisen c_3 blir plassert eller skandert til hvert pikselområde i bildet der dette kriterium er oppfylt. Når matrisen skanderes over bildet, velges minimumverdien for settet ($|\Delta 1|$, $|\Delta 2|$, $|\Delta 3|$, $|\Delta 4|$) valgt ved hver stilling og den tilsvarende verdi for settet ($\Delta 1$, $\Delta 2$, $\Delta 3$, $\Delta 4$) blir valgt som utgang fra MDP-filteret for hvert skanderingsområde. Etter at hvert levedyktige pikselområde i bildet er blitt behandlet av MDP-filteret, vil det være blitt dannet et nytt bilde av MDP-filteret der alle detaljer og gjenstander som er større enn (2×2) elementer er blitt eliminert eller stort sett undertrykket.

Fig. 2(a) - 2(h) viser enkelte gjenstandsformer (gjengitt med de skyggelagte pikselområder) som et (5×5) MDP-filter ville bevare uavhengig av deres respektive orienteringer. Disse gjenstandsformer representerer bilder i scenen som ikke dekker mer enn to (2) pikselelementer i noen retning i noen av de fire anti-medianfiltersatser. Det skal påpekes at de skyggelagte områder i disse figurer representerer gjenstander hvis pikselstyrke er målbart forskjellig fra de hvite bakgrunnsstyrker.

I motsetning til dette viser fig. 3(a) - 3(k) forskjellige gjenstandsformer (gjengitt som skyggelagte områder) som ville bli undertrykket eller eliminert ved MDP-behandlingen. I hvert av disse eksempler overskrider antallet av skyggelagte pikselelementer i i det minste en anti-medianfiltersats to (2) piksler. Ved å registrere den rommessige orientering av anti-mediansatsen som anti-medianverdien velges fra som MDP-filterutgang, kan linjer og rygger påvises i scenen og deres

orienteringer bestemmes. Derfor kan MDP-filteret i tillegg utnyttets som et middel til påvisning av bestemte detaljer i en scene, dvs. veier og elver.

5 MDP-filtrene på fig. 1-3 er formatert som (3 x 5) matriser med fire anti-medinfiltre representert ved forskjellige orienteringer av (1 x 5) satser. Som det fremgår av fig. 1, blir enkelte ytre ringelementer, nærmere bestemt b_1 , d_1 , e_2 , e_4 , d_5 , b_5 , a_4 og a_2 ikke benyttet i anti-medianberegningene.
10 Disse elementer er blitt betegnet "N" på fig. 4. Fordi disse elementer ikke er innbefattet i beregningene blir visse uønskede geometriske former ikke eliminert eller dempet så meget som ønskelig. Gjenstanden gjengitt som det skyggelagte området på fig. 4 er et eksempel på dette.

15

På fig. 4 er objektmønsteret (skyggelagt område) et bilde-
mønster for et linjestykke og representerer et vanskeligere
tilfelle når det gjelder redusert bakgrunnsundertrykkelse med
MDP-filteret som er beskrevet ovenfor. Med en linje av denne
20 type i bildet vil den minste verdi på undertrykkelsen av
denne gjenstanden finne sted hvis linjen, i form av det
skyggelagte området, bli orientert i en vinkel på omtrent 26°
($\arctan 1/2$) i forhold til koordinataksen som er fastlagt av
den horisontale sats $c_1 - c_5$. Hvis, med andre ord, vinkel-
25 orienteringen av denne linjen var mindre eller mer enn 26° ,
vil enten den diagonale L anti-median eller den horisontale
anti-median undertrykke mer av gjenstanden. Gjengivelsen på
fig. 3(k) viser bildegjengivelsen på fig. 4 med en noe større
vinkel enn 26° . I den gjengivelsen ville den diagonale L-
30 delsats undertrykke bildet betydelig. Et eksempel med
vanskeligere orientering av en linjeformet gjenstand kunne
oppstå i en hvilken som helst kvadrant av satsens koordinat-
aksesystem.

35 På fig. 4 er styrken for hver pikselplassering i satsen
gjengitt som proporsjonal med den skyggelagte del. I det
viste eksempel har en fullstendig skyggelagt celle en verdi

på en (1), og en fullstendig uskygget celle har en verdi på null (0). Den horisontale medianverdi for den horisontale anti-mediansats ($c_1 - c_5$) er representert av elementet c_5 . Anti-medianverdien (A) for den horisontale sats er c_3 minus c_5 som er lik 0,07, der c_3 er lik 1 siden skyggeleggingen er fullstendig og c_5 er lik 0,3, dvs. den prosentdel av cellens areal (c_5) som er skyggelagt. Medianverdien for den diagonale L-sats er utfyllt av elementet b_4 and anti-medianverdien (B) for denne sats er c_3 minus b_4 som er lik 0,3. Denne gjenstand ville delvis overleve som uønsket lekkasje i den utførelse som er beskrevet ovenfor.

Uønsket lekkasje kan i stor grad reduseres ved å innbefatte substraksjonsverdier ($c_3 - N$) for hvert av de åtte ubrukke elementer i den ytre ring som beskrevet ovenfor og som er angitt med "N" på fig. 4. Verdien for hvert av disse elementer blir subtrahert fra sentrumsverdien c_3 og gjort absolutte sammen med hver av anti-medianverdiene for de horisontale, vertikale og diagonale anti-medianfiltre ovenfor. I denne utførelsesform er de resulterende åtte absolutte verdier, kanskje vektet med en vilkårlig faktor beregnet for å bytte ut egenskaper i et område med egenskaper i et annet, innbefattet i settet på de fire eksisterende anti-medianverdier for å danne et nytt sett med tolv verdier. Utmatningen fra MDP-filteret vil da være minimum for disse tolv verdier. I eksempelet på fig. 4 N-element b_5 har en verdi på $D = 0,8$ (den prosentdel av b_5 som er skyggelagt). Dette gir en utgang fra MDP-filteret med en verdi på 0,2 ($c_3 - b_5$, $1 - 0,8$). Derfor ville gjenstanden på fig. 4 bli betydelig undertrykket. Ved å ta gjennomsnitt fra enhver mulig form på gjenstanden fra 0° - 360° vil denne utførelsesform for MDP-filteret redusere den gjennomsnittlige lekkasje til tilnærmet 0,05 med inngangen på fig. 4.

Fig. 5(a) - 5(f) viser matrisen på fig. 1 innbefattende horisontale, vertikale, diagonale L og diagonal R delsatser og innbefatter ytterligere en ringsats (fig. 5)) med "N"

pikslene på fig. 4. Innbefatningen av disse ytre ringverdier i beregningen representerer en andre foretrukket utførelsesform for MDP-filteret som er omhandlet ovenfor. Selv om den andre foretrukne utførelsesform reduserer
5 bakgrunnslekkasje, er det på bekostning av andre egenskaper så som et lite tap i signal/støyforholdet og en tilbøyelighet til å miste punktlignende gjenstander som befinner seg på kanten av store bakgrunnsgjenstander, særlig hvis den punktlignende gjenstand har samme lyshet som den tilstøtende
10 bakgrunnsgjenstand.

Fig. 6 viser den andre utførelsesform. De hvite kvadratiske elementer er de elementer som blir brukt i den første foretrukne utførelsesformen for de horisontale, vertikale og
15 diagonale anti-medianfiltre. De skyggelagte elementer er ringelementene for den andre foretrukne utførelsesform som beskrevet ovenfor, hver eventuelt med en egen verdi. Fig. 7 viser et system 10 som er gjengitt skjematisk til frembringelse av en MDP-filterutmatning på grunnlag av innmatningene
20 fra anti-medianfiltrene og ringelementene som er gjengitt på fig. 6.

På fig. 7 er hvert ringelement på fig. 6 gjengitt som en innmatning fra blokker 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 og 26. Inversverdien for hver av disse innmatninger påtrykkes et
25 eget summerende koblingspunkt sammen med sentrumpikselen (c_3) som er representert av inngangsblokken 32. Utmatningen fra hvert summerende koblingspunkt for de åtte ringelementer påtrykkes en krets 38 som velger en av de åtte innmatninger som er nærmest null. I tillegg blir de inverse verdier for
30 den diagonale L medians verdi representert av blokken 28, den diagonale R medians verdi representert av blokken 30, den horisontale medians verdi representert av blokken 34 og den vertikale medians verdi representert av blokken 36, hver påtrykt egne summerende koblingspunkter sammen med sentrum-
35 elementets verdi fra blokken 32 for å bestemme de anti-medianverdier som er beskrevet ovenfor. Utmatningen fra

hvert av disse summerende koblingspunkter blir påtrykket en krets 40 for bestemmelse av den verdi som ligger nærmest null. Utmatningene fra kretsene 38 og 40 påtrykkes en annen krets 42 for å bestemme den verdi som ligger nærmest null for disse to utganger. Sluttlig er filterutmatningen som taes fra kretsen 42 representativ for minimumverdien i de subtraherte ringelementverdier og anti-medianverdiene for de åtte ringelementer og de fire anti-medianfilterverdier. Denne utmatning benyttes til å frembringe et bilde der bakgrunnsforvirringen er undertrykket.

Den første utførelsesform som er beskrevet ovenfor gjelder et MMD-filter med fire anti-median delsatser. Denne beskrivelse er bare å betrakte som et eksempel. Den andre foretrukne utførelsesform benytter piksler som ikke er innbefattet i de fire anti-median delsatser i den første utførelsesform. Disse ringpiksler representerer imidlertid ikke aktuelle medianverdier og har derfor ikke de samme egenskaper. I tillegg er matrisene i de foretrukne utførelsesformer som er beskrevet ovenfor symmetriske i forhold til et sentrum, dvs. kvadratiske. Det ligger klart innenfor rammen for foreliggende oppfinnelse å innbefatte et MDP-filter med enhver fornuftig form eller størrelse så lenge det omfatter et ulikt antall pikselelementer. Derfor kan andre oppbygninger innbefattende anti-mediansatser med ulike delsatsslengder (så lenge det er ulikt antall) og/eller anti-mediansatser som innbefatter flere eller færre satser ligge innenfor oppfinnelsens ramme og ånd. Sentrumelementet behøver ikke være plassert i sentrum av matrisen så lenge det er felles for alle individuelle delsatser.

Fig. 8 viser åtte ytterligere anti-median delsatser som kunne ha vært inkludert i de opprinnelige fire anti-median delsatser. Mer bestemt, viser fig. 8(a) elementsatsen (1 x 5) med $(a_2, b_3, c_3, d_3, e_4)$, fig. 8(b) innbefatter (1x 5) elementsatsen med $(a_2, b_2, c_3, d_4, e_4)$, fig. 8(c) innbefatter (1 x 5) elementsatsen med $(b_1, b_2, c_3, d_4, d_5)$, fig. 8(d)

innbefatter (1 x 5) elementsatsen med (b_1, c_2, c_3, c_4, d_5),
 fig. 8(e) innbefatter (1 x 5) elementsatsen med ($d_1, c_2, c_3,$
 c_4, b_5), fig. 8(f) innbefatter (1 x 5) elementsatsen med ($d_1,$
 d_2, c_3, b_4, b_5). fig. 8(g) innbefatter (1 x 5) elementsatsen
 5 med (e_2, d_2, c_3, b_4, a_4) og fig. 8(h) innbefatter (1 x 5)
 elementsatsen med (e_2, d_3, c_3, b_3, a_4). Ved denne type MDP-
 filter blir hver piksel representert i matrisen i minst en
 anti-median delsat og dermed vil egenskapene ved anordningen
 bli forbedret sammenlignet med den opprinnelige matrisen med
 10 fire delsatser i den første foretrukne utførelsesform og vil
 mer effektivt undertrykke linjesegmentet som er vist på fig.
 4. Disse MDP-filtre oppfyller også det krav at sentrum-
 pikselen er felles for hver sats.

15 Fig. 9(a)-(d) er en gruppe fotografiske gjengivelser som
 viser datasimulert virksomhet for begge de foretrukne
 utførelsesformer for MDP-filtre. Fig. 9(a) er et bilde med
 alvorlig bakgrunnsforvirring gjengitt med visse styrkefor-
 delinger. En rute omgir målet av interesse i den øvre
 20 høyre del av bildet.

Fig. 9(b) viser et bilde som er avledet fra det originale
 bildet på fig. 9(a) ved filtrering med fire kaskadekoblede
 anti-medianfiltre. Den kaskadekoblede anti-medianfilter
 25 anordning er slik at anti-medianverdiene blir beregnet
 fortløpende. De kaskadekoblede anti-medianfiltre med fem
 elementer ble anordnet horisontalt, vertikalt og diagonalt i
 vinkel på 45° og 135° .

30 Fig. 9(c) og (d) representerer filtrerte bilder ved bruk av
 de første og andre foretrukne utførelsesformer for MDP-
 filtrene som er beskrevet ovenfor. På hver figur er den
 gjenstanden som er av interesse omgitt av en kvadratisk rute.

35 I alminnelighet er MDP-filtre meget effektive til undertrykk-
 else av bakgrunnsforvirring og videre er deres egenskaper ved
 nærvær av gaussisk støy meget god. Det er blitt vist ved

analyse og simmulering på grunnlag av virkelige data at
egenskapene ved MDP-filtre betydelig overskrider egenskapene
for lineære avstemte romfiltre når det gjelder undertrykkelse
av forvirring og tilsvarende eller er bedre når det gjelder
5 signal/støyforholdet for lineære avstemte romfiltre over en
bestemt innmatningsterskel som kan beregnes når det gjelder
signal/støyforholdet. MDP-egenskapene faller under egen-
skapene for lineære avstemte romfiltre på en måte svarende
til andre ikke-lineære prosesser når det innførte signal/-
10 støyforhold forringes under dette terskelnivå. Da denne
terskel for signal/støyforholdet er temmelig lav (omtrent fem
for en (5 x 5) elementsats for MDP), vil de gode egenskaper
ved MDP-filtre når det gjelder undertrykkelse av bakgrunns-
forvirring gjøre denne type filter særlig tiltrekkende for
15 mange anvendelser.

På grunn av det høye nivå som kan oppnås når det gjelder
egenskaper kan MDP-filtre anvendes på mange områder der det
er nødvendig å lete opp og følge uoppløste gjenstander som
20 ligger i alvorlig bakgrunnsforvirring. Selv om MDP-filtre er
beregnet til anvendelse for undertrykkelse av bakgrunnsfor-
virring, vil andre mulige anvendelser gi seg selv for fagfolk
på området. For eksempel kan et MDP-filter benyttes til å
finne linjesegmenter i en scene som kan være knyttet til
25 veier og elver og orienteringen av disse kan bestemmes.

P a t e n t k r a v

1.

5 Fremgangsmåte til bildebehandling, omfattende å bestemme en
matrise med en flerhet av enkeltelementer, der hvert element
har en verdi som representerer styrken i bildet der elementet
er plassert, og å bestemme et enkelt element i flerheten av
elementer i matrisen som har en verdi,

k a r a k t e r i s e r t v e d

10 å bestemme en medianverdi for elementene i en første sats
elementer der det bestemte enkeltelement er et element i den
første sats,

å bestemme en medianverdi for elementene i en andre sats
elementer hvori det bestemte enkelte element er et element i
15 den andre sats,

å subtrahere medianverdien for den første sats fra verdien
for enkeltelementet i matrisen til bestemmelse av en anti-
medianverdi for den første sats,

20 å subtrahere medianverdien for den andre sats fra verdien
for enkeltelementet i matrisen til bestemmelse av en anti-
medianverdi for den andre sats,

å bestemme en medianverdi for elementene i en flerhet av
ytterligere satser av elementer som ikke er den første og
andre sats, og der det bestemte enkle element er et element i
25 hver av de ytterligere satser,

å subtrahere medianverdien for hver av flerheten av ytter-
ligere satser fra verdien for det enkle element for å
bestemme en anti-medianverdi for hver av flerheten av
ytterligere satser, og

30 å utmate den laveste anti-medianverdi for flerheten av
satser innbefattende den første og andre sats.

2.

35 Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at det enkle element er et midtre element i
den første og den andre sats.

3.

Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i-
s e r t v e d at første sats er en horisontal sats og den
andre sats er en vertikal sats og det enkle element er et
5 sentrumselement i matrisen slik at den horisontale sats og
den vertikale sats fastlegger en koordinatakse med sentrum-
elementet som origo.

4.

10 Fremgangsmåte som angitt i krav 3, k a r a k t e r i-
s e r t v e d at nevnte flerhet av ytterligere satser
innbefatter minst:

en tredje sats av elementer i matrisen som innbefatter
matrisens sentrumelement som sentrum for den tredje sats, og

15 en fjerde sats av elementer som innbefatter sentrumelementet
i matrisen som sentrum i den fjerde sats.

5.

20 Fremgangsmåte som angitt i krav 4, k a r a k t e r i-
s e r t v e d at den tredje sats er en diagonal sats som
står i en vinkel på 45° på den horisontale og den vertikale
sats og at den fjerde sats er en diagonal sats orientert i en
vinkel på 135° på de horisontale og vertikale satser.

25 6.

Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i-
s e r t v e d at matrisen er en (5×5) matrise med 25
elementer og der hver av de første og andre satser er en fem-
elementsats.

30

7.

Fremgangsmåte som angitt i krav 5, k a r a k t e r i-
s e r t v e d at den omfatter trinnene med subtraksjon av
minst et av de gjenværende elementer i matrisen som ikke var
35 innbefattet i noen av de horisontale og vertikale eller
diagonale satser fra verdien for sentrumelementet i matrisen
for å bestemme den minste subtraherte verdi og føring av den

laveste verdi av anti-medianverdiene for de horisontale, vertikale og diagonale satser og den minste subtraherte verdi for det i det minste ene gjenværende element som utgang.

5 8.

Fremgangsmåte som angitt i krav 7, k a r a k t e r i-
s e r t v e d at minst et gjenværende element er hvert
element som ikke er innbefattet i noen av de horisontale,
vertikale eller diagonale satser og at den minste subtraherte
10 verdi er en subtrahert verdi for hvert av de gjenværende
elementer.

9.

Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i-
15 s e r t v e d at matrisen blir skandert over en bilde-
gjengivelse av en scene.

10.

Fremgangsmåte som angitt i krav 9, k a r a k t e r i-
20 s e r t v e d at bildebehandlingen benyttes til under-
trykkelse av bakgrunnsforvirring.

11.

Fremgangsmåte som angitt i krav 4, k a r a k t e r i-
25 s e r t v e d at i det minste en av flerheten av satser
og den første og andre sats innbefatter hvert element i
matrisen.

12.

30 Fremgangsmåte som angitt i krav 3, k a r a k t e r i-
s e r t v e d dessuten å omfatte trinnet:

å bestemme en medianverdi av en første diagonal sats av
elementer i matrisen som innbefatter sentrumelementet i
matrisen som sentrum for den diagonale satsen,

35 å bestemme en medianverdi for en andre diagonalsats av
elementer som også innbefatter sentrumelementet i matrisen
som sentrum for den andre diagonale satsen, og

å bestemme en anti-medianverdi for hver av de diagonale satser ved å subtrahere medianverdien i hver av de diagonale satser ved å subtrahere medianverdien for hver av de diagonale satsene for sentrumverdien i matrisen, og å utmate
 5 den laveste verdi av anti-medianverdien i de diagonale satser eller de horisontale eller vertikale satser.

13.

Fremgangsmåte som angitt i krav 12, k a r a k t e r i -
 10 s e r t v e d dessuten å omfatte trinnene å subtrahere hvert av de gjenværende elementer i matrisen som ikke ble inkludert i noen av nevnte horisontale, vertikale eller diagonale satser fra verdien av sentrumelementet i matrisen og å føre den laveste verdien av anti-medianverdien for
 15 nevnte horisontale, vertikale eller diagonale satser og de subtraherte verdier for de gjenværende elementer som utgang.

14.

Fremgangsmåte som angitt i krav 3, k a r a k t e r i -
 20 s e r t v e d at matrisen er en (5 x 5) matrise og hver av de horisontale og vertikale satser er en 5-elements sats.

15.

Fremgangsmåte som angitt i krav 3, k a r a k t e r i -
 25 s e r t v e d at matrisen skanderes over et bilde som er representativt for en scene.

16.

Anordning til reduksjon av bakgrunnsforvirring i en bilde-
 30 scene, der anordningen omfatter midler til dannelsen av en matrise innbefattende en flerhet av elementer, og midler til dannelsen av et enkelt element av flerheten av elementer i matrisen,
 k a r a k t e r i s e r t v e d
 35 midler til bestemmelse av en medianverdi for elementene i en første sats av flerheten av elementer, som innbefatter det enkle element som sentrumelement i den første sats,

midler til bestemmelse av en medianverdi for elementene i en andre sats i flerheten av elementer, som innbefatter det enkle element som sentrumelement i den andre sats,
 midler til bestemmelse av en medianverdi for en tredje sats
 5 elementer i matrisen, som innbefatter det enkle element i matrisen som sentrumelement i den tredje sats,
 midler til bestemmelse av en medianverdi for en fjerde sats elementer, som innbefatter det enkle element i matrisen som sentrumelement i den fjerde sats,
 10 midler til bestemmelse av en anti-medianverdi for hver av nevnte første til og med fjerde satser ved å subtrahere medianverdien for de respektive satser fra verdien for det enkle element i matrisen, og
 midler til subtrahering av de gjenværende elementer i
 15 matrisen som ikke var i noen nevnte første, andre, tredje eller fjerde sats fra verdien for det enkle element i matrisen, og
 midler til utmatning av den laveste verdi av anti-medianverdiene for nevnte første, andre, tredje eller fjerde sats
 20 eller de subtraherte verdier av de gjenværende elementer.

17.

Anordning som angitt i krav 16, k a r a k t e r i s e r t
 v e d at det enkle element er et sentrumelement i matrisen.

25

18.

Anordning som angitt i krav 16, k a r a k t e r i s e r t
 v e d at de første og andre satser er en horisontal sats og en vertikal sats som er perpendikulære på hverandre og
 30 fastlegger en koordinatakse og at de tredje og fjerde satser er diagonale satser der den tredje sats står i vinkel lik omtrentlig 45° på koordinataksen og den fjerde sats står i en vinkel lik omtrentlig 135° på koordinataksen.

35

19.

Anordning som angitt i krav 16, k a r a k t e r i s e r t
 v e d at den videre omfatter midler til subtrahering av de

gjenstående elementer i matrisen som ikke var i noen av de første, andre, tredje og fjerde satser fra verdien for det enkle element i matrisen, og midler til utmatning av den laveste verdi av anti-medianverdiene for de første, andre, 5 tredje og fjerde satser eller de subtraherte verdier for de gjenstående elementer.

20.

Anordning som angitt i krav 16, k a r a k t e r i s e r t 10 v e d at matrisen er en (5 x 5) matrise med 25 elementer og at hver av de første og andre satser er en fem-element sats.

21.

Anordning som angitt i krav 16, k a r a k t e r i s e r t 15 v e d at den videre omfatter innretninger til skandering av matrisen over bildet.

20

25

30

35

a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅
c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅
d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅
e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅

FIG. 1(a).

FIG. 1(b).

FIG. 1(c).

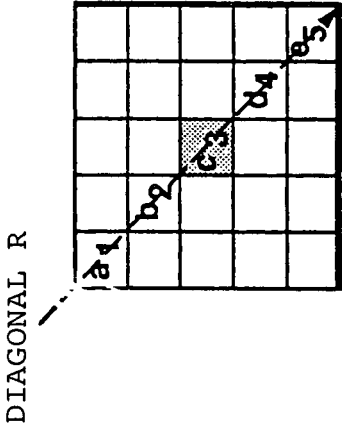


FIG. 1(d).

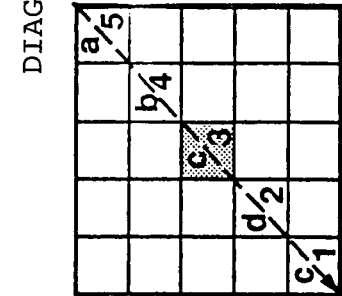
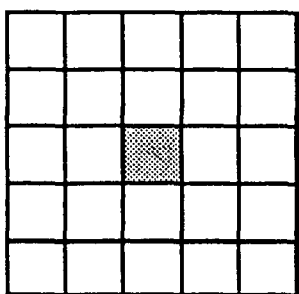
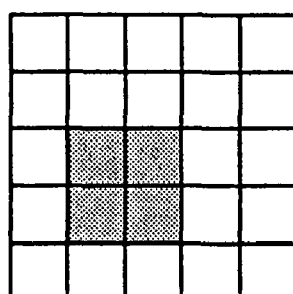
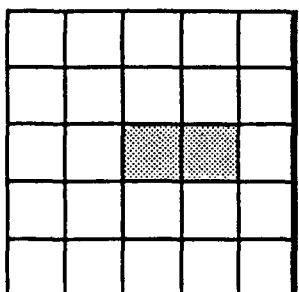
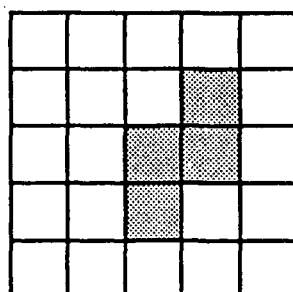
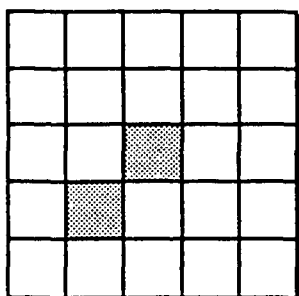
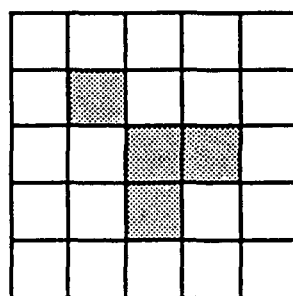
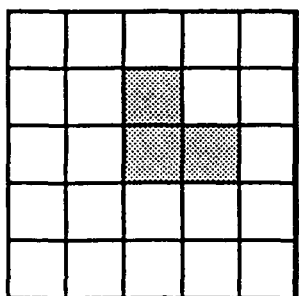
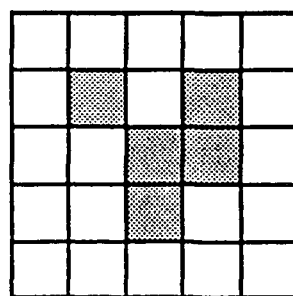


FIG. 1(e).

**FIG. 2(a).****FIG. 2(e).****FIG. 2(b).****FIG. 2(f).****FIG. 2(c).****FIG. 2(g).****FIG. 2(d).****FIG. 2(h).**

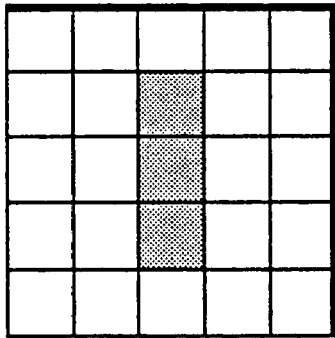


FIG. 3 (a).

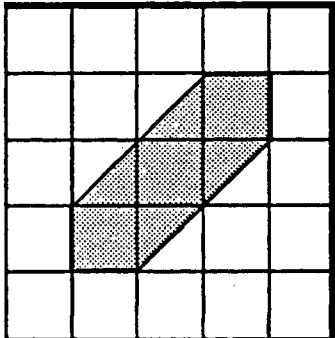


FIG. 3 (b).

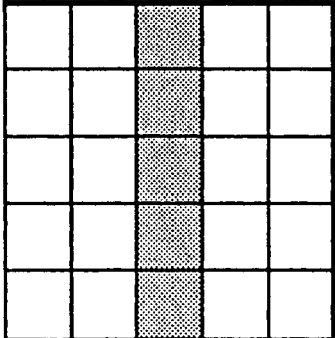


FIG. 3 (c).

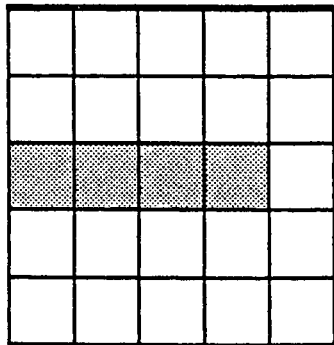


FIG. 3 (d).

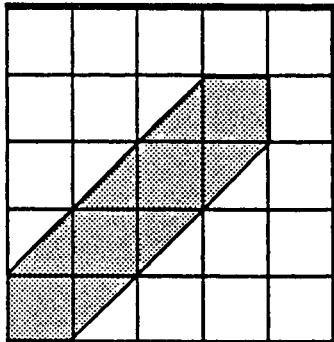


FIG. 3 (e).

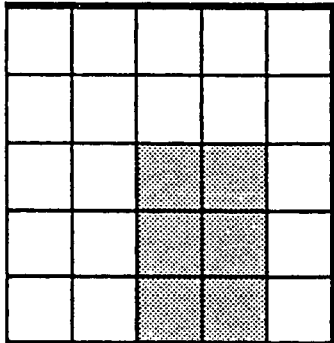


FIG. 3 (f).

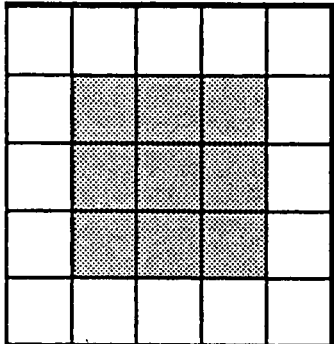


FIG. 3 (g).

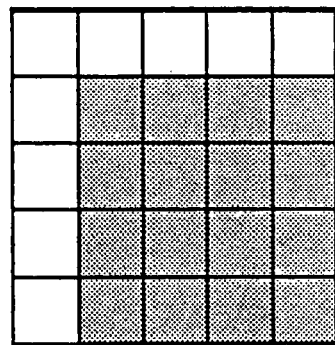


FIG. 3 (h).

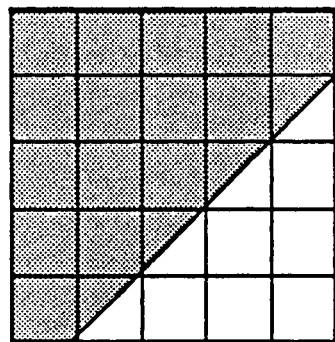


FIG. 3 (i).

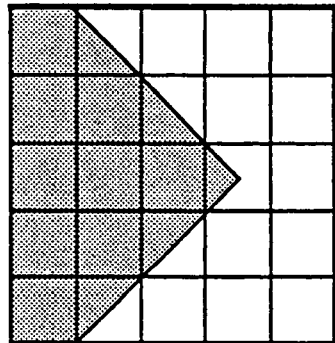


FIG. 3 (j).

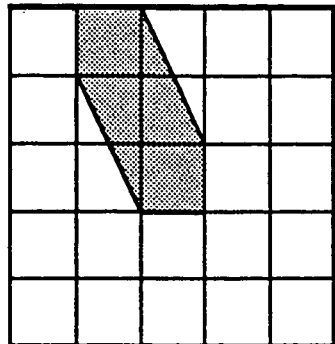


FIG. 3 (k).

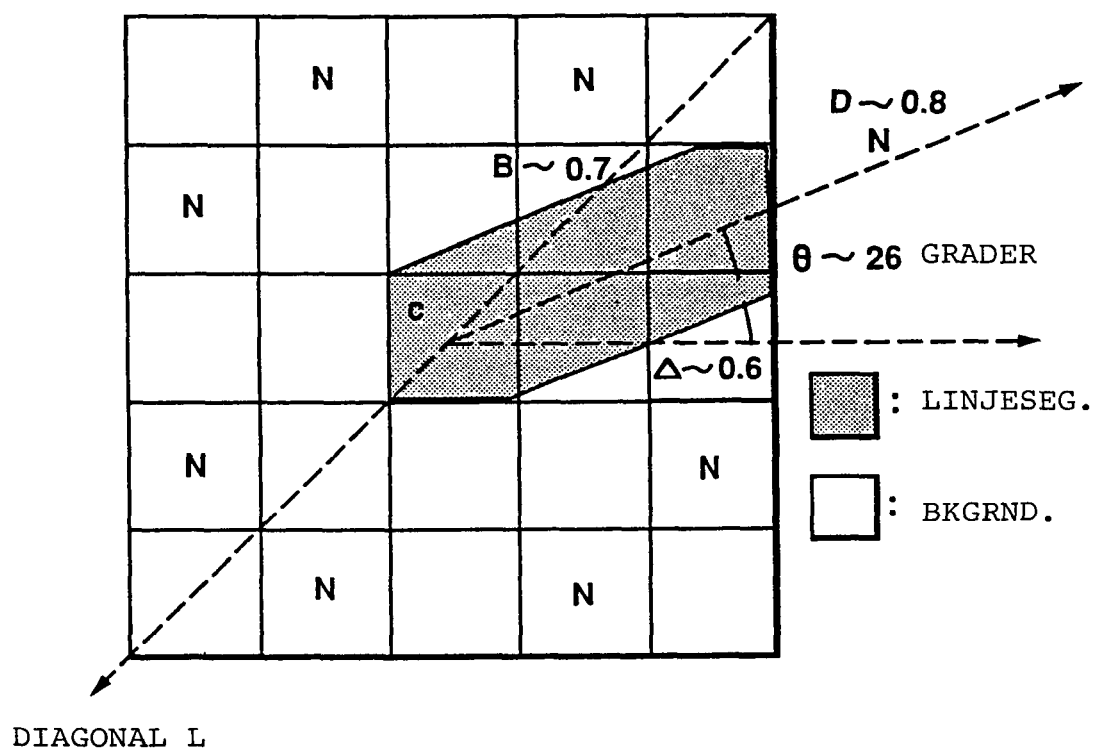


FIG. 4.

a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅
c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅
d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅
e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅

FIG. 5 (a).

c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅

FIG. 5(b).

FIG. 5(c).

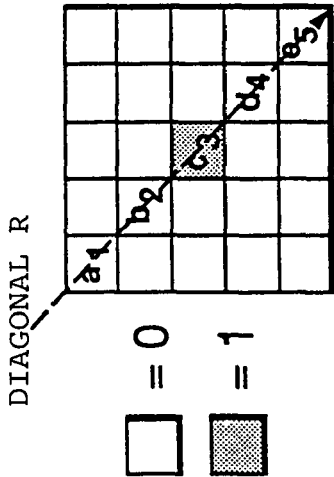


FIG. 5(d).

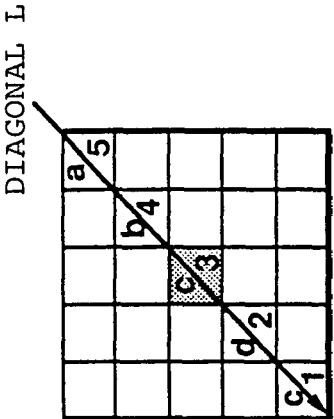


FIG. 5 (e).

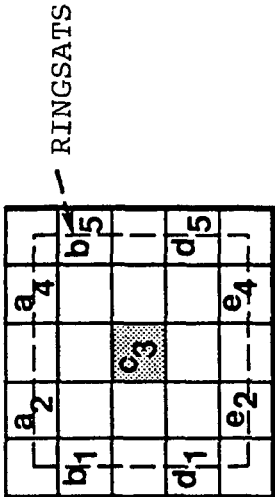
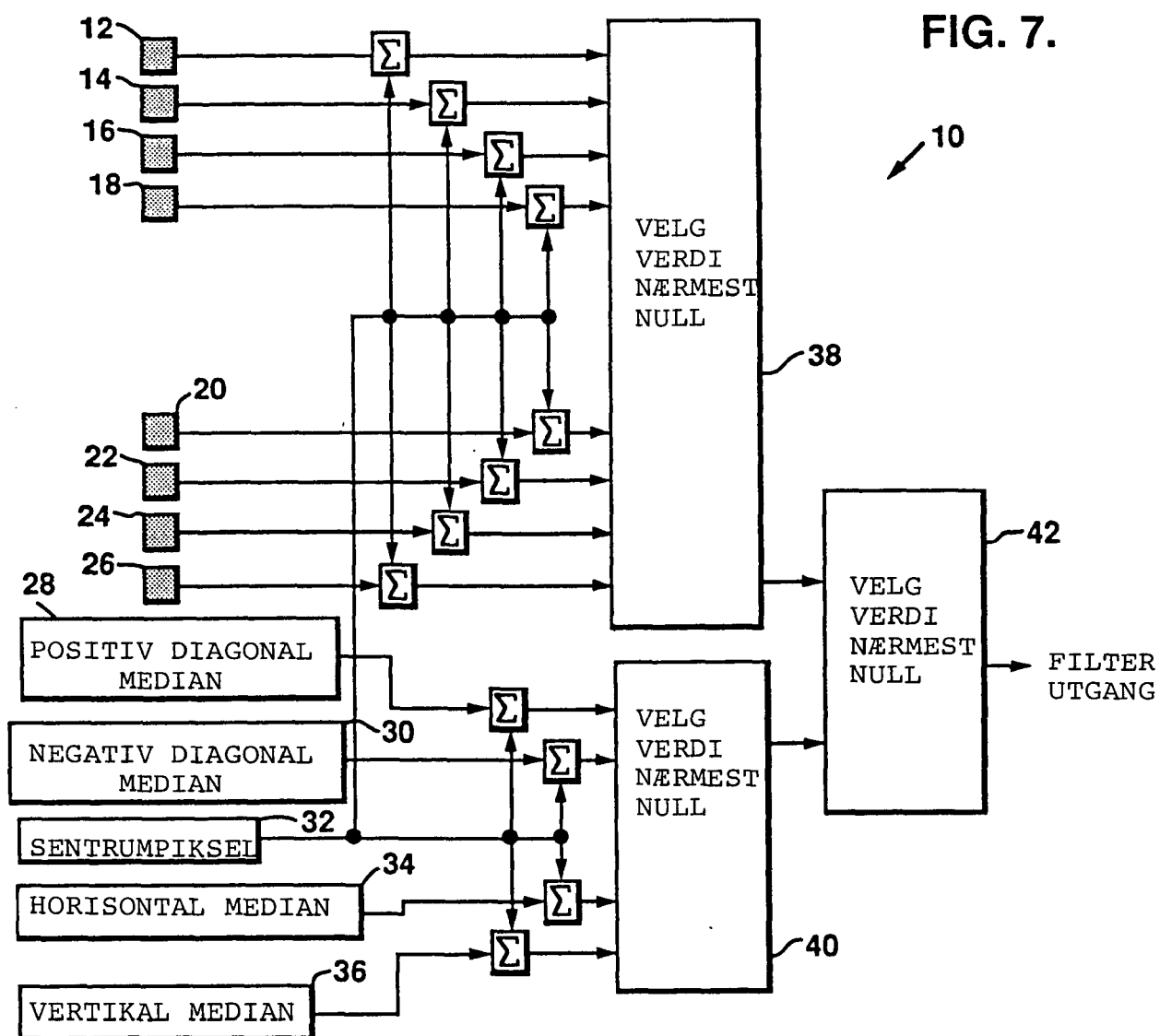
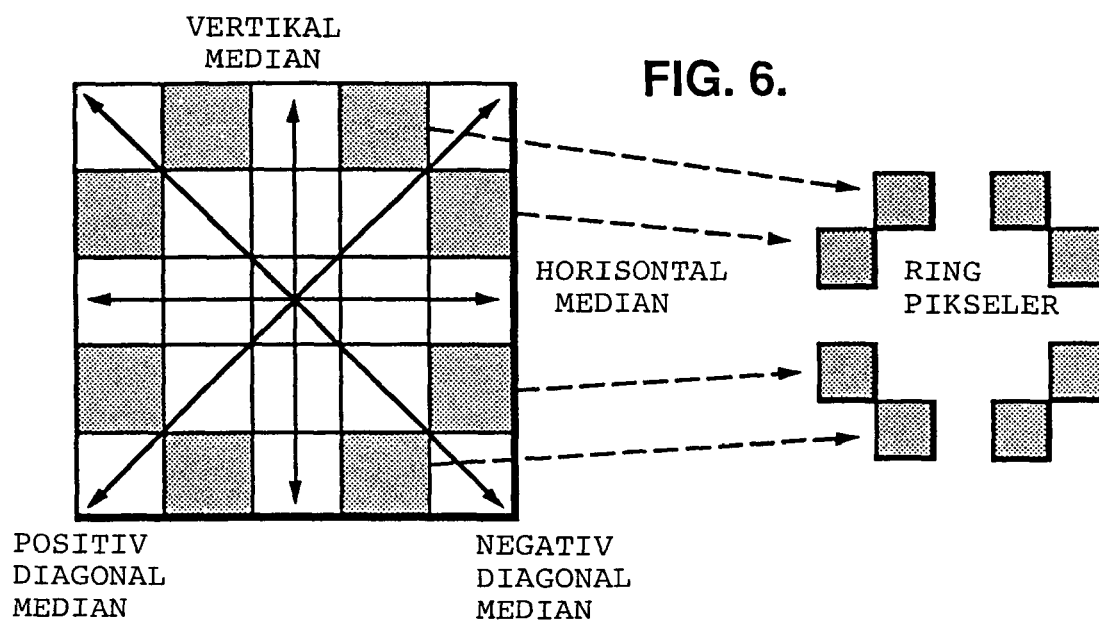


FIG. 5(f).



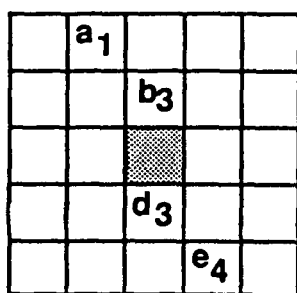


FIG. 8 (a).

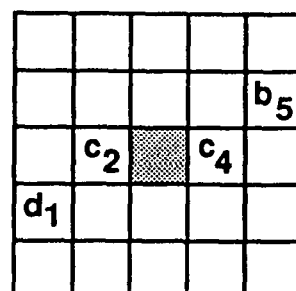


FIG. 8 (e).

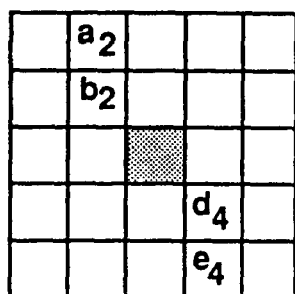


FIG. 8(b).

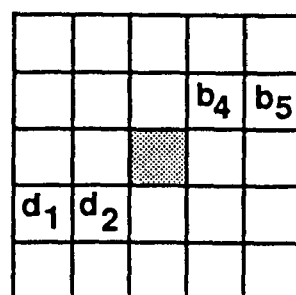


FIG. 8(f).

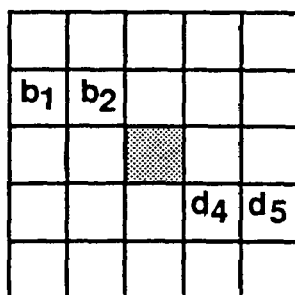


FIG. 8(c).

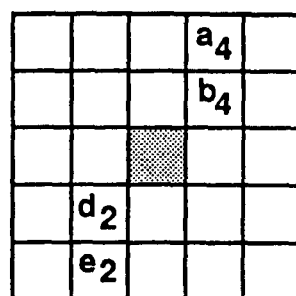


FIG. 8(g).

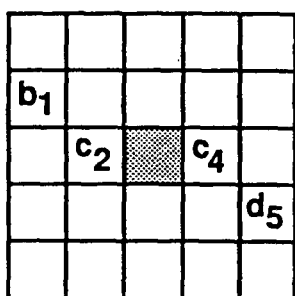


FIG. 8(d).

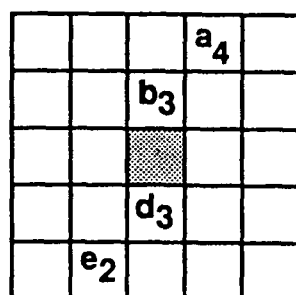


FIG. 8(h).

Fig. 9(a).



Fig. 9(b).

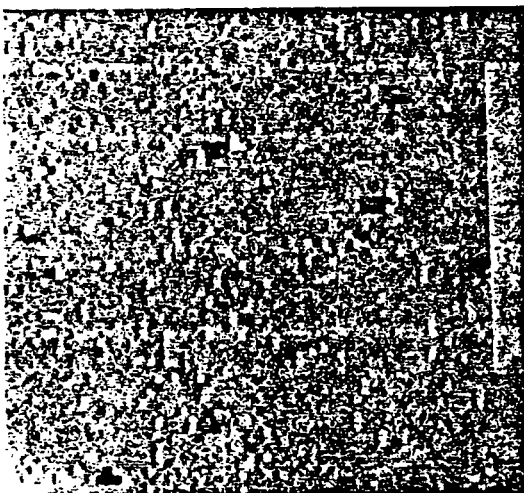
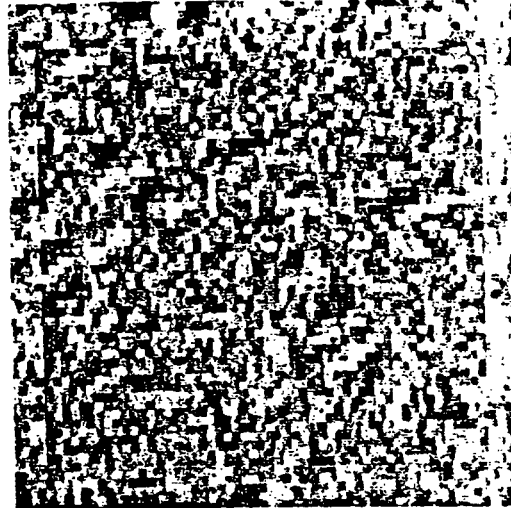


Fig. 9(c).

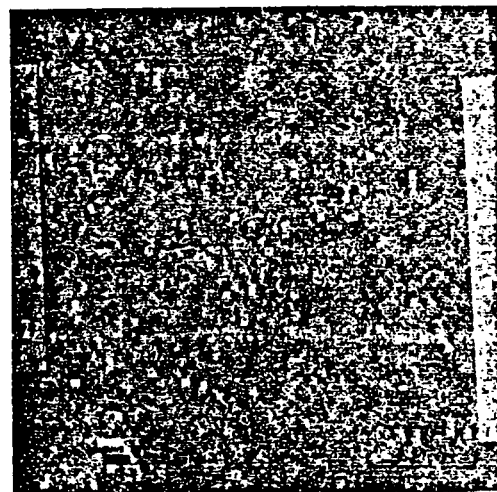


Fig. 9(d).