

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGESESSKRIFT (11) 149240 B

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET



(21) Patentansøgning nr.: 1476/79

(22) Indleveringsdag: 09 apr 1979

(41) Alm. tilgængelig: 10 okt 1980

(44) Fremlagt: 01 apr 1986

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: -

(71) Ansøger: THE *ENVIRONMENTAL RESEARCH INSTITUTE OF MICHIGAN; Ann Arbor, US.

(72) Opfinder: Stanley R. Sternberg; US.

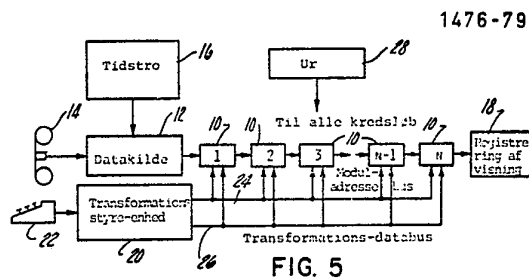
(51) Int.Cl.⁴: G 06 F 15/66
G 06 K 9/56

(74) Fuldmægtig: Firmaet Chas. Hude

(54) Automatisk billedbehandlingsenhed

(57) Sammendrag:

En kæde af i hovedsagen identiske serieforbundne nabotransformationsmoduler (10) udnyttes til at analysere mønstre, der repræsenteres af en række digitale elektriske signaler, der svarer til en matrix af punkter. Hvert modul har en indgang til i serie at modtage digitale udgangssignaler fra det foregående modul. Et antal serieforbundne digitale lagre anvendes til sekventiel tilgang til alle omegne i matricen. En styredel i hvert modul analyserer hver omegn ved at sammenligne den med et lagret mønster og levere det transformerede udgangssignal til det følgende modul. En central programmerbar enhed (20), som er koblet til styredelen ved hvert modul, er beregnet til selektiv ændring af analysen af nabopunkterne i hvert modul, idet den leverer referenceomegnemønstrene til styredelen i modulerne.



0

Opfindelsen angår et apparat af den i indledningen til krav 1 angivne art, og angår især et apparat til digital analyse af billed- eller tegnmønstre, som gengives som en matrix af digitale signaler, frembragt ved seriel aftastning af billed-

5 punkter, med en automatisk billedbearbejdning ved anvendelse af en matematisk metode, hvormed et silhouetbilledes mønster kan klassificeres.

10

Der kendes mange anvendelser ved hvilket det vil være ønskeligt at have en maskine til automatisk at genkende, analysere og/eller klassificere mønstre i form af silhouetbilleder, dvs. sorte tegninger på hvid baggrund. Nogle af de mere enkle opgaver, som i hvert fald delvis er blevet løst af sådanne maskiner er genkendelse af alfanumeriske karakterer og genkendelse

15 eller tælling af visse partikler, såsom blodlegemer. Mere ambitiøse mål af denne art, som imidlertid ligger uden for mulighederne med den kendte teknik, er automatisk genkendelse af militære mål med infrarøde billedsensorer eller en konvertering af håndskrift til en kode, som kan læses af

20 en maskine.

25

Til regnemaskiner af den generelt anvendelige art er der allerede udarbejdet store komplicerede programmer til mønsteranalyse og klassifikation. Det har dog vist sig, at den generelt anvendelige regnemaskine kun har fået en begrænset succes ved udførelsen af mønsteranalyse og klassifikation på grund af den særdeles lange behandlingstid ved bearbejdningen af data for billeder med et stort antal punkter. En lovende fremgangsmåde synes at være brugen af et særligt databehandlingsudstyr, som realiserer en matematisk teknik, der kan

30 anvendes til data, der foreligger i form af billeder. Denne teknik kan være integral-geometri. Ved en sådan fremgangsmåde, beskrevet i US patentskrift 4.060.713, betragter man de indlæste data som en matrix af nuller og ettaller svarende til

35 sorte eller hvide billedelementer. Af den indlæste matrix udledes en anden matrix, hvor hvert punkt i den anden matrix er en funktion af tilstanden af det ækvivalente punkt i den

- 0 første matrix samt tilstanden af nogle nabopunkter til det ækvivalente punkt i den første matrix. En serie af sådanne transformationer kan udføres for at bestemme nogle karakteristiske egenskaber ved mønstrene i den oprindelige matrix.
- 5 For eksempel beskriver US patentskrift nr. 3.241.547 en sådan speciel billedbearbejdningseenhed, der kan anvendes til at tælle lymfocytter i blod. Apparatet, som anvender lignende metoder til at realisere sådanne nabotransformationer, er beskrevet i "Pattern Detection and Recognition" af Unger,
- 10 Proceedings of the IRE, 1959, side 737, og "Feature Extraction by Golay Hexagonal Pattern Transformers", Preston, Jr., IEEE Transactions on Computers, bind C-20, nr. 9, september 1971.
- 15 En anden type specialudstyr, der anvender integral-geometrianalyse, og som udnytter såkaldte "hit-or-miss transformations", er beskrevet i "The Texture Analyzer", Journal of Microscopy, bind 95, anden del, april 1972, siderne 349-356.
- 20 De hidtil kendte billedanalyseringsanlæg har alle arbejdet med billeder på en sådan måde, at data for de enkelte billedpunkter har været reduceret til binær form, dvs. enten 0 eller 1, som det er et almindeligt krav inden for integral-geometri. Angående anvendelser af integral-geometri til mønstergenkendelse
- 25 henvises til:
1. G. Matheron, "Random Sets and Integral Geometry", Wiley, 1975.
 - 30 2. Albert B.J. Novikoff, "Integral Geometry as a Tool in Pattern Perception", i Principles of Self-Organization, udgivet af Von Foerster and Zopf, Pergamon Press, 1962.
 - 35 3. J. Serra, "Stereology and Structuring Elements", Journal of Microscopy, bind 95, første del, februar 1972, siderne 93-103.

0

Formålet med opfindelsen er at tilvejebringe et billedanalyseringsudstyr af den i US patentskrift nr. 4.060.713 beskrevne art, og som ikke kræver en speciel regnemaskine, og som har en meget enkel opbygning.

5

Dette opnås med et udstyr af den i indledningen angivne art, hvilket udstyr har de træk, der er angivet i den kendetegnende del af krav 1.

10

Hvis det originale digitale billede f.eks. er en silhouet med billedpunkter, der kan udtrykkes som binære værdier, kan de matricer, som fås ved modifikation af det oprindelige billede, have tre eller flere mulige billedpunkttilstande eller -værdier. Udvælgelsen af integral-geometrien og disse flertilstandstransformationer og de viste kredsløb med den foreliggende realisering af den matematiske teknik er væsentlig enklere og/eller mere effektiv end den hidtil anvendte teknik og udstyr og byder på væsentlige fremskridt inden for genkendelse, analysering og klassifikation af silhouetmønstre.

20

Som vist i den efterfølgende detaljerede beskrivelse af en foretrukken udførelsesform af opfindelsen består billedanalyseringsudstyret af en kæde af identiske databehandlingsenheder, hvor hver enhed omfatter et multibitskiftereregister og hukommelseslagre med direkte adgang, dvs. såkaldte RAM-lagre, som kan opbygges med passende teknik, såsom kernelager, halvlederlager eller magnetisk boble-hukommelse. I den foretrukne udførelsesform udtrykkes hvert billedpunkt i to binære bit, således at det kan antage en ud af fire mulige tilstande.

25

30

I alternative udførelsesformer kan udvalget af billedpunkttilstande være større. Skifteregisteret i hver databehandlingsenhed skal i rækkefølge give adgang til alle mulige nabopunkter i det delbillede, som indlæses i behandlingsenheden. Med dette formål antages det, at billedpunktdata tilføres behandlingsenheden i rækkefølge, efterhånden som billedet skanderes linie for linie. Skifteregisteret indeholder udgangsporte på passende steder, således at værdien af et billedpunkt og

35

0 dettes nabopunkter kan undersøges samtidig. Disse samtidig
tilgængelige værdier danner argumentet i en logisk funktion,
som er opbygget som et hukommelseslager med direkte adgang
(RAM), et programmerbart logisk kredsløbsarrangement, en så-
5 kaldt array, eller et netværk af logiske elementer.

Når værdierne for billedpunkterne i matricen forskydes gennem
registeret, undersøges data for hvert billedpunkt og dets
nabopunkter i rækkefølge, og logikken frembringer et trans-
10 formeret datapunkt som er en funktion af værdierne i det æk-
vivalente datapunkt og dets nabopunkter i det indlæste bil-
lede. Den logiske funktion, der afhænger af disse naboværdier,
frembringer udgangssignalet fra en enkelt databehandlingsen-
hed, og dette udgangssignal tilføres den næste databehandlings-
15 enhed i kæden. I denne næste databehandlingsenhed udføres
en yderligere transformation.

Arten af den transformation, der udføres af hver databehand-
lingsenhed, kan modificeres fra en central programmerbar
20 styreenhed, som står i forbindelse med hver databehandlings-
enhed.

Udførelsen af flertrins-integral-geometri-transformationer
i et serienetværk af identiske databehandlingsenheder elimi-
25 nerer behovet for flere forskellige ydre billedlagerenheder
og aritmetriske og logiske elementer, som normalt forbindes
med specialudstyr til billedanalysering. Endvidere optræder
ud-data fra hver behandlingsenhed med samme hyppighed som
dets ind-data, idet databehandlingshastigheden kun begrænses
30 af skifteregisteret og den benyttede logiske teknologi. Der-
for behandler det serielle databehandlingsudstyr data frem-
bragt af en linieskanderende føler tidstro, således at det
analyserede billede hele tiden er tilgængeligt på udgangen
af den sidste databehandlingsenhed blot med en fast forsinkelse
35 proportional med antallet af serieforbundne databehandlings-
enheder.

0

Den databehandlingsmetode, som den nærværende opfindelse re-
præsenterer, anvender realiseringen af nabotransformationer
på en todimensional matrix bestående af billeddatapunkter
med "N" mulige tilstande med det formål at skabe transformerede
5 matrixer, hvor hvert billeddatapunkt er udtrykt ved $N \pm M$
mulige tilstande. Hvis de indlæste data for hvert billedpunkt
kan antage to mulige værdier, kan den første databehandlings-
enhed generere en transformeret matrix, hvor hvert billed-
punkt kan have én ud af tre mulige værdier. De følgende trans-
10 formationer, der udføres af de næste databehandlingsenheder
i kæden, kan enten øge eller mindske det antal tilstande,
som kan tillægges data for et billedpunkt. Selv om de fleste
af transformationerne vil øge eller mindske antallet af til-
ladte tilstande med én, er metoden tilstrækkelig generel til
15 at omfatte transformationer, som ændrer antallet af tilladte
tilstande med mere end én.

Som eksempel på en analytisk metode, der kan anvendes i nær-
værende opfindelse, kan man betragte den todimensionale opstil-
20 ling af ettaller og nuller, vist i fig. 1, hvor ettallerne
danner et antal åbne, ikke skærende kurver af forskellig
længde. I det følgende betragtes den opgave at udvælge de
kurver, som har en længde større end L, hvor L er et lige
heltal udtrykt i enheder lig med den mindste afstand mellem
25 to punkter, dvs. opløsningsevnen for den todimensionale rhom-
biske opstilling. Den første databehandlingsenhed i en kæde
af enheder udfører nabotransformation på den indlæste matrix,
hvor alle ettaller, der kun har ét naboetal, konverteres til
et total. Alle andre billedpunkter beholder deres oprindelige
30 tilstand, se fig. 2. Denne transformation afmærker endepunk-
terne af hver af linierne. Dernæst udføres en række identiske
transformationer, hvori hvert billedpunkt med værdien én og
med et total, som nabo, konverteres til et total. Denne trans-
formation foretages $L/2-1$ gange i $L/2-1$ databehandlingsen-
35 heder i serie med den første enhed. Herefter vil alle linier
af en længde mindre end eller lig med L udelukkende bestå
af totaler, og de længere linier vil have en midterdel med

0 ettaller, se fig. 3. Dernæst udføres L/2 transformationer
i de næste L/2 databehandlingsenheder, hvorved hvert punkt,
som er et total, og som i øjeblikket har et ettal til nabo,
konverteres til et ettal. Efter denne serie af transforma-
5 tioner vil linier, hvis længde er større end L, bestå af et-
taller, og linier, hvis længde er lig med eller mindre end
L, vil bestå af totaler, se fig. 4. Linierne er således
blevet inddelt i to grupper efter deres længde og markeret
med to forskellige billedpunktdataverdier. Analysen er fore-
10 taget i en kæde af L databehandlingsenheder.

Ved betragtning af denne kæde af transformationer bør det
bemærkes, at det transformerede billede på hvert trin i kæden
indeholder en tilstrækkelig informationsmængde til at rekon-
15 struere det oprindeligt indlæste billede. Der er således intet
behov for at lagre det oprindelige billede eller noget andet
midlertidigt billede, således som det er nødvendigt i de hid-
til kendte billedanalysatorer. Der er heller ikke behov for
at addere eller subtrahere billeder fra hinanden, således
20 som det også har været nødvendigt ved de hidtil kendte billed-
analysatorer, eftersom de samme eller ækvivalente resultater
kan opnås ved de transformationer, som foreslås ifølge den
foreliggende opfindelse.

25 Skal den ovennævnte analyse udføres på et billed databehandlings-
anlæg ifølge opfindelsen, er det blot nødvendigt at programmere
en kæde af databehandlingsenheder med en længde svarende til
antallet af nabotransformationer i den længdediskriminerende
algoritme. De enkelte trin i kæden af databehandlingsenheder
30 kan programmeres til at udføre en speciel nabotransformation
af en central styreenhed, der modtager data fra et tastatur
eller en anden passende informationskilde. Alternativt kunne
der anvendes et højniveau-programmeringssprog til programmering
af de enkelte databehandlingsenheder. Ved udførelsen af en
35 række transformationer, som beskrevet ovenfor, kunne tallet
L indlæses i den centrale styreenhed fra et tastatur. Den
centrale styreenhed kunne derefter programmere de pågældende

0

trin i kæden på passende punkter i stedet for at brugeren skulle være nødt til at udpege den nødvendige transformation $L + 1$ gange.

5

Hver databehandlingsenhed udfører en transformation af lignende art af den indlæste datastrøm. Først undersøges den centrale celle i den nicelledede omegn for at fastslå, om den har værdien K_1 . Dernæst undersøges en delmængde N bestående af de otte tilgrænsende naboceller for at bestemme, om der blandt dem

10

er mindst én celle af delmængden, der har værdien K_2 . Hvis disse to betingelser er opfyldt, ændres værdien af den centrale celle til den ny værdi K_3 . En programmering af en databehandlingsenhed består således i indlæsning af de værdier, som skal tillægges N , K_1 , K_2 og K_3 i de rette hukommelseslagre

15

i enheden.

Opfindelsen skal forklares nærmere i det følgende under henvisning til tegningen, hvor

20

fig. 1-4 viser eksempler på en række transformationer, i et apparat ifølge opfindelsen,

fig. 5 et blokdiagram af en regnemaskine til at realisere transformationerne i en foretrukken udførelsesform af apparatet ifølge opfindelsen,

25

fig. 6 et blokdiagram af en del af en databehandlingsenhed i et typisk modul i fig. 5,

30

fig. 7 et blokdiagram af en adresseafkoder og et lagerregisterarrangement for ét af modulerne i fig. 5,

fig. 8 et blokdiagram af et kredsløb i modulet i fig. 5 til bestemmelse af identitet mellem værdierne af nabocellerne og indholdet af registeret K_2 ,

35

0

fig. 9 et blokdiagram af et kredsløb i et modul i systemet i fig. 5 for bestemmelse af identitet imellem en central celle og indholdet af registeret K1,

5

fig. 10 et blokdiagram af et kredsløb i hvert af modulerne i fig. 5 til bestemmelse af en position, der afhænger af nabo-delmængden,

10

fig. 11 et eksempel på typiske delfelter, som definerer et sæt positioner i indgangsmatricen, som er bearbejdede med identiske omegnskonfigurationer af modulerne anvendt i systemet i fig. 5, og

15

fig. 12 et blokdiagram af en alternativ udformning af kredsløbet beregnet til at sammenligne værdierne for hver nabocelle med indholdet af registeret K2.

20

De metoder, der anvendes i den nærværende opfindelse, kan realiseres i forbindelse med generelt anvendelige datamater, men er af en sådan art, at det er muligt at realisere med en klasse af relativt simple, og særdeles effektive specielle regnemaskiner. Som vist i fig. 5 består en foretrukken udførelsesform for regnemaskinen ifølge opfindelsen af et antal moduler 10, som i det væsentlige er identiske med hinanden, og som er serieforbundne, således at udgangen af det ene modul er forbundet til indgangen af det næste modul i kæden. Antallet af moduler begrænser det antal transformationer, som regnemaskinen kan foretage på indlæste data ved et enkelt gennemløb. Eftersom hvert modul er relativt enkelt og billigt, kan regnemaskiner med hundreder eller tusinder af moduler fysisk realiseres og kan i pris konkurrere med en regnemaskine, der er anvendelig til alle formål.

30

35

En matrix af data, som skal indlæses i det første modul 10 i kæden, kommer fra en datakilde 12. Datakilden 12 kan indeholde et lager, såsom et bånd 14, eller kan repræsentere

0

en digitaliseringsenhed, som bearbejder en datastrøm fra et tidstro udstyr, såsom en radarmodtager 16.

5

Udgangssignalet fra det sidste modul 10 i kæden føres til en dataskærm eller registreringsudstyr 18, såsom et katodestrålerør eller en båndoptager eller lignende, som senere vil kunne benyttes i forbindelse med en dataskærm.

10

15

20

Transformationen, som foretages af hver af modulerne 10, fastlægges af en transformations-styreenhed 20. Styreenhedens virkemåde kan modificeres af et tastatur 22 eller fra andre passende programkilder, såsom et hulkort, bånd osv. Styreenheden 20 har forbindelse til hvert af modulerne gennem en adressebus 24 og en transformationsbus 26. Når den transformation, der udføres af et enkelt modul, skal modificeres, sender styreenheden 20 først adressen for dette modul ud på bussen 24 og derefter en passende transformationskode på bussen 26. Hvert modul 10 indeholder et lagret, éntydigt adressesystem til sammenligning af en adresse fra bussen 24 med den lagrede adresse. Når sammenligningen er foretaget, lagres transformationskoden, som følger på bus 26, i modulet, og styrer derefter dets virkemåde.

25

Alle kredsløbene i regnemaskinen synkroniseres af tidssignaler, der genereres af et ur eller taktgenerator 28.

30

35

De vigtigste logiske enheder i et typisk modul 10 er vist detaljeret i fig. 6-10. Fig. 6 viser skifteregister-arrangementet til i rækkefølge at udskille de ni nabo-celler i strømmen af indlæste data. I dette eksempel kan hver celle antage én ud af fire mulige værdier, dvs. der kræves to bit i lageret per celle for alle skifteregistertrin. Hvis indgangsdatamatricen er W elementer bred, skal skifteregisteret fylde $W-3$ trin i længden.

Hvert modul har en adresse, som er bestemt af dets position i modulkæden. For at programmere et modul afsender styreen-

0

heden adressen for det modul, som skal programmeres, på
adressebussen, samtidig med at værdierne N, K1, K2 og K3
afsendes. Værdien af N er et otte bit binært tal, hvor et
ettal i den i'te bitposition indikerer, at den tilgrænsende
5 i'te celle skal medtages i nabo- eller omegnsdelmængden
N for den centrale celle (se fig. 6 vedrørende nummerering
af tilgrænsende naboceller). Fig. 7 viser adresseafkoderen
og lagerregistre.

10

For hver udskilt omegn af nabo-celler sammenlignes værdien
af de to bit for hver nabo med indholdet af registeret K2
i en gruppe på otte komparatorer (fig. 8). Udgangen af en
komparator er én, hvis, og kun hvis, indholdet af nabo-cellen
stemmer overens med indholdet af registeret K2. Udgangen
15 af hver komparator ledes derefter ind på en OG-port sammen
med de tilsvarende bit i nabo-delmængde-registeret, dvs. N-
registeret. Udgangssignalet på en af OG-portene er én,
hvis, og kun hvis, dets tilsvarende nabo-position er indeholdt
i nabo-delmængden N, og indholdet af nabo-cellen har værdien
20 K2. En enkelt OR-port undersøger hver AND-ports udgang,
således at dens udgang er en, hvis, og kun hvis, mindst
én nabocelle i delmængden N har værdien K2.

25

Indholdet af de centrale celler sammenlignes med indholdet
af registeret K1 i komparatoren vist i fig. 9. Udgangen
af komparatoren er én, hvis, og kun hvis, den centrale celle
har værdien K1. Når denne betingelse er opfyldt samtidig
med den tidligere udledte betingelse for nabocellerne, vil
udgangen af multiplexeren blive sat lig K3, ellers er udgangen
30 af multiplexeren lig med indholdet af den centrale celle.
Udgangssignalet fra multiplexeren danner strømmen af udgangs-
data fra et modul.

35

Det er ikke altid fordelagtigt at bearbejde hver celle i
en matrix på nøjagtigt samme måde uafhængigt af dens position
i matricen. Delmængden N af naboer til en central celle,
hvis position er i, j i rækken, kan være en funktion af

0

den centrale celled position. Den måde, hvorpå man kan bestemme den positionsafhængige nabodelmængde N_{ij} er vist i fig.

5

10. Mængden af alle celledpositioner i indgangsmatricen, som bearbejdes med identiske nabokonfigurationer, danner et delfelt. En matrix kan deles i M delfelter, hvor M kan være lig med 2, 3, 4 eller mere. Nogle nyttige delfelter er vist i fig. 11.

10

Til bearbejdning af et delfelt er det bekvemt at erstatte N-registeret med et hukommelselement med større udstrækning, f.eks. et, der indeholder M otte bit ord svarende til M nabodelmængder, et for hver af M mulige delmængder. Uddata fra denne hukommelseseenhed vælges af N data til enheden dvs. at delfelt-etiketten R, hvor $R = 1, 2, \dots, M$. Nabohukommelseseenheden kan programmeres fra styreenheden over adresse- og databussen på en måde, der ligner programmeringen af N-registeret.

15

20

Delfelt-etiketten R kan udledes af den centrale celledposition i, j i delfeltets logiske matrix. Den nøjagtige udformning af delfeltets logiske matrixnetværk afhænger af antallet af delfelter og deres særlige konfiguration i datamatricen. Eftersom centrale celler undersøges i rækkefølge, kan de centrale celledkoordinater spores af en tæller, forudsat tælleren i begyndelsen er indstillet fra styreenheden svarende til positionen af modulet i den bearbejdede kæde.

25

30

Nabotrinet vist i fig. 6-10 er så generelt, at alle anvendelige nabotransformeringer kan udføres af en seriekobling af sådanne trin. Kredsløbet i fig. 12 er ejendommeligt ved, at visse typer af transformeringer kan udføres af et enkelt bearbejdningstrin i stedet for en serie af bearbejdningstrin. Kredsløbet i fig. 12 er identisk med kredsløbet i fig. 8, når bortses fra, at OR-porten er erstattet af en almindelig logisk funktion med otte variable lagret i en RAM (tilgængelig hukommelse). Denne RAM kan naturligvis programmeres fra styreenheden gennem adresse- og databusserne.

35

0

P a t e n t k r a v .

5 1. Apparat til digital analyse af billed- eller tegnmønstre,
som repræsenteres af en matrix af digitale datasignaler, som
er fremkommet ved en seriel aftastning af billedpunkter og
udsendes fra en datakilde (12), og som har flere mulige vær-
dier, hvor værdien af hvert datasignal er en funktion af et
10 tilsvarende billedpunkt, og med en kæde af efter hinanden
koblede databehandlingsenheder (10) til selektivt at tilveje-
bringe en ny værdi for hvert datasignal som en funktion af
dataværdierne af de omgivende punkter i billedet, og hvor
hver databehandlingsenhed (10) omfatter et arrangement af
15 digitale lagringsorganer (1a, 1b - 9a, 9b) til midlertidig
oplagring af et underafsnit af billedet, omfattende et centralt
datasignal (9a, 9b), som svarer til et givet centralt billed-
punkt, og nabodatasignaler (1a, 1b - 8a, 8b) svarende til
nabobilledpunkter, som omgiver det centrale punkt, og med
20 organer til i rækkefølge at indføre i hovedsagen alle de for-
skellige datasignaler for billedet i de digitale lagrings-
organer til analyse, k e n d e t e g n e t ved, at alle
databehandlingsenheder (10) er identiske og indeholder indi-
viduelt programmerbare analyseringskredsløb (fig. 8 og 9),
25 som kommunikerer med en central programmerbar styreenhed (20),
som selektivt tilvejebringer analysekriterier for hver data-
behandlingsenhed, således at hver databehandlingsenhed bliver
i stand til selektivt at frembringe og overføre en ny værdi
(K3) for hvert datasignal i billedet til indgangen af den
30 næste databehandlingsenhed i afhængighed af de kriterier (K1,
K2), som tilføres af den centrale styreenhed (20).

2. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at
udgangssignalet fra hver databehandlingsenhed (10) har et
35 større antal tilladte tilstande end de billedpunkter, som
skal analyseres, har.

0

3. Apparat ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at en udgangsenhed (18) til anvendelse af den transformerede matrix omfatter en dataskærm til at vise en punktmatrix, som repræsenterer et mønster, hvori hvert punkt kan have et større antal tilladte tilstande end det ækvivalente punkt i den oprindelige matrix, som blev tilført den første databehandlingsenhed (10).

10 4. Apparat ifølge et eller flere af kravene 1 - 3, k e n - d e t e g n e t ved, at det centrale billedpunkt og de nabobilledpunkter, som omgiver det centrale punkt, tilsammen danner en (N x M) punktmatrix, og at de digitale midlertidige lagringsorganer i hver databehandlingsenhed omfatter (N x
15 M) lagerorganer.

5. Apparat ifølge et eller flere af kravene 1 - 4, k e n - d e t e g n e t ved, at hver databehandlingsenhed (10) omfatter organer til sammenligning af tilstanden for det centrale punkt med en første signalværdi (K1), som tilføres fra den
20 centrale programmerbare styreenhed (20).

6. Apparat ifølge et eller flere af kravene 1 - 5, k e n - d e t e g n e t ved, at hver databehandlingsenhed (10) omfatter organer til sammenligning af tilstandene for de nabobilledpunkter, som omgiver det pågældende centrale billedpunkt, med en given signalværdi (K2), som tilføres fra den
25 centrale programmerbare styreenhed (20).

Fremdragne publikationer:

US patenter nr. 3846754, 4003024, 4060713

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 1

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 2

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0	0	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 3

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 4

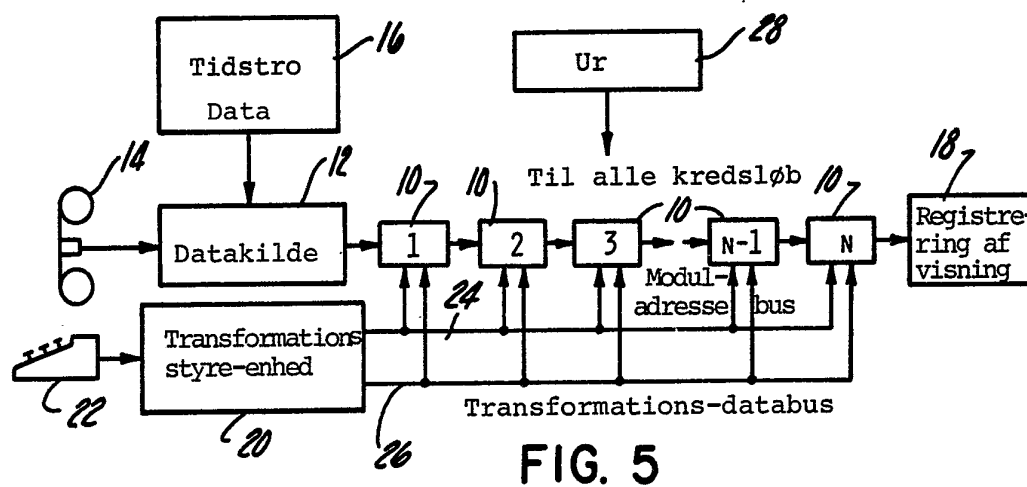


FIG. 6

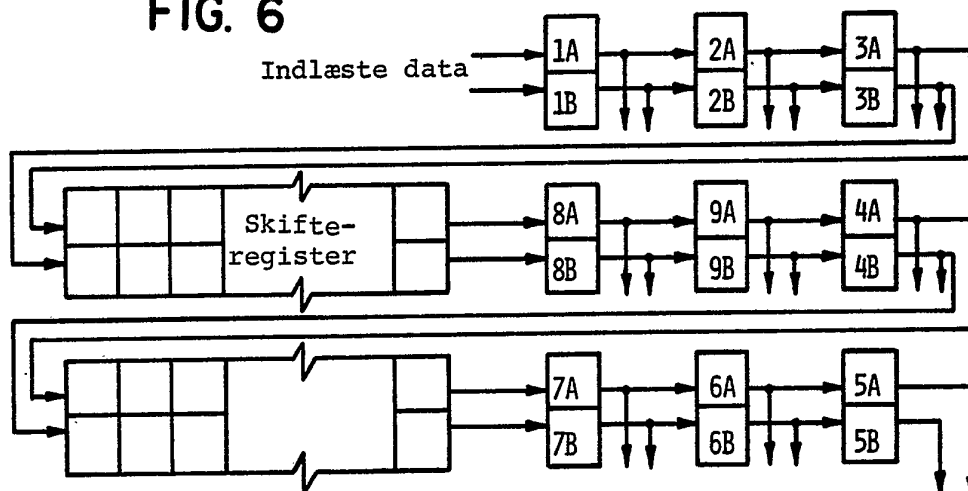
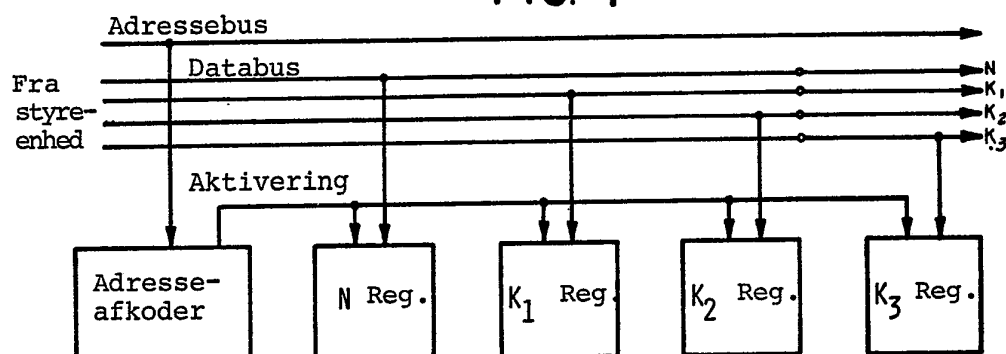


FIG. 7



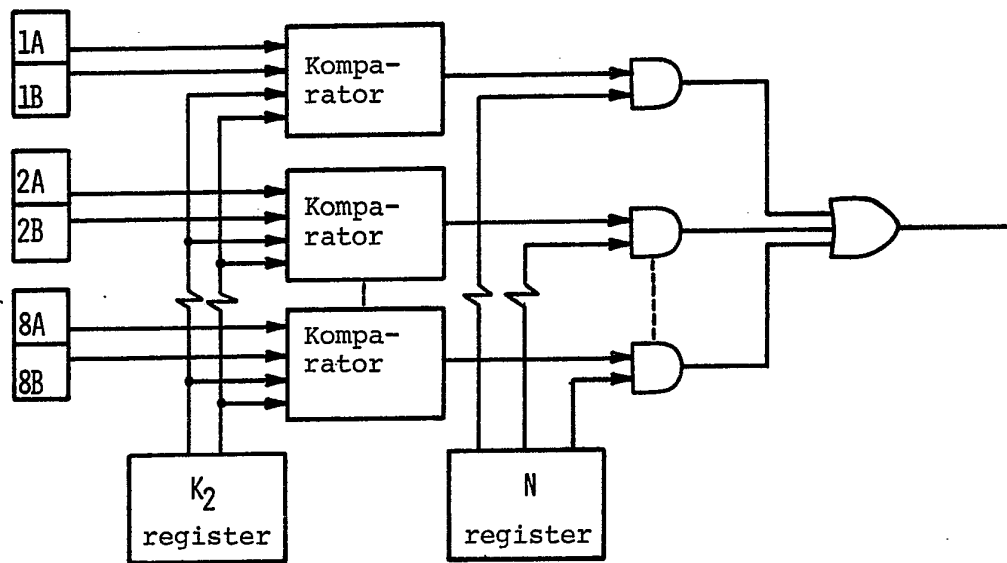


FIG. 8

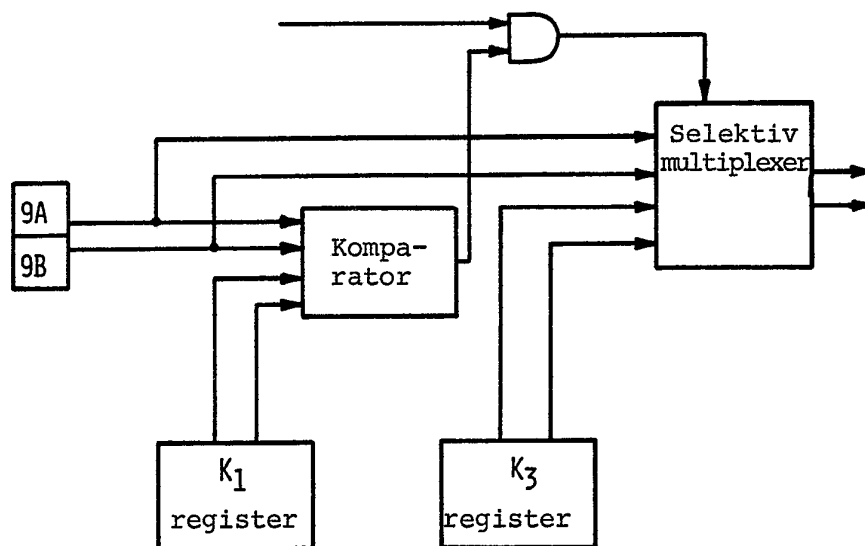


FIG. 9

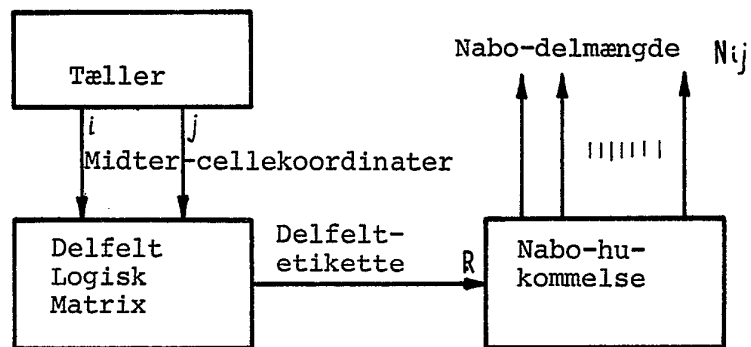


FIG. 10

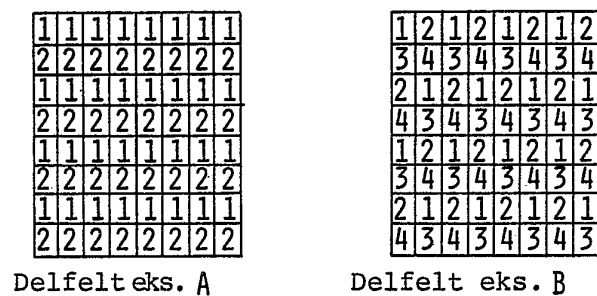


FIG. 11

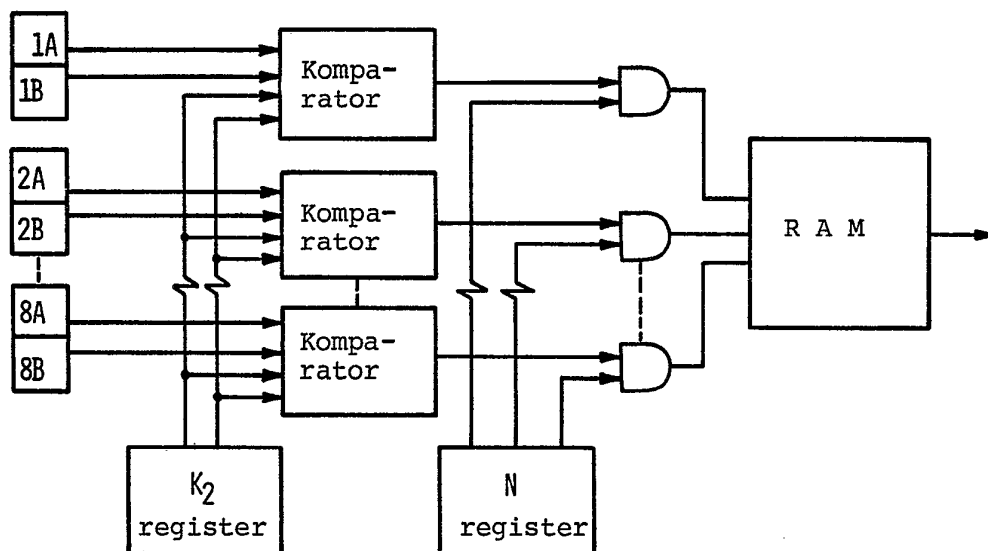


FIG. 12