



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **334946**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

G09G 5/00 (2006.01)

G06T 15/50 (2006.01)

G06T 11/20 (2006.01)

Patentstyret

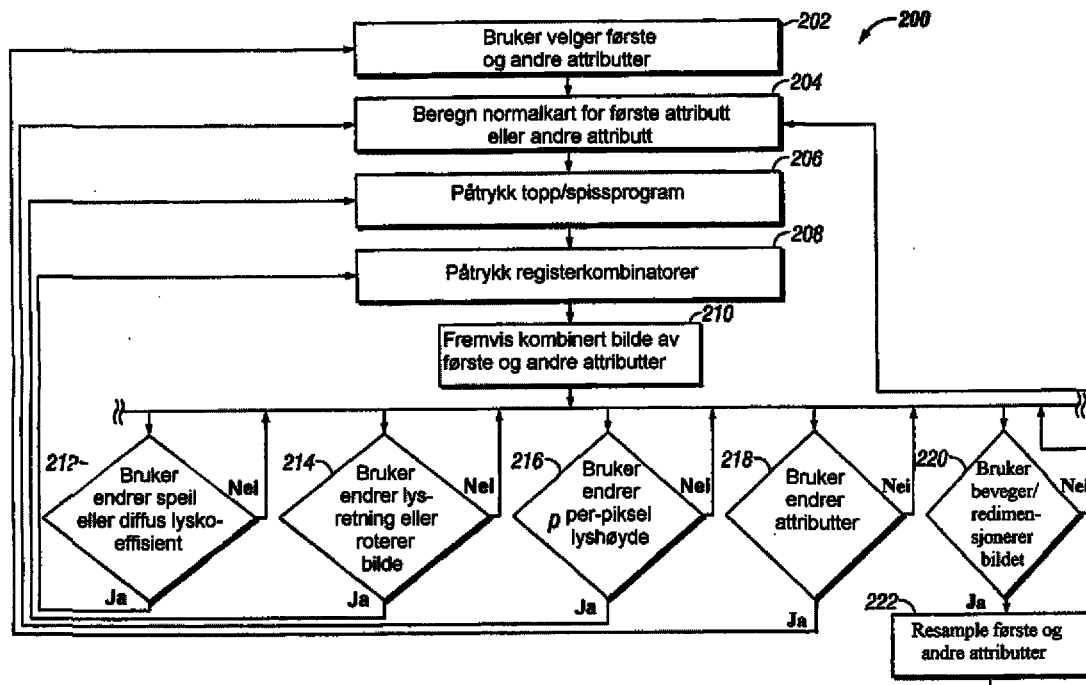
(21)	Søknadsnr	20060876	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2004.07.26 PCT/US2004/24169
(22)	Inng.dag	2006.02.22	(85)	Videreføringsdag	2006.02.22
(24)	Løpedag	2004.07.26	(30)	Prioritet	2003.07.28, US, 10/628,781
(41)	Alm.tilgj	2006.02.22			
(45)	Meddelt	2014.08.04			
(73)	Innehaver	Landmark Graphics Corp, 2101 City West Boulevard, Building 1, US-TX77042 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Christopher John Chuter, 2015 Kenwood Avenue, US-TX78704 AUSTIN, USA			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge			

(54) Benevnelse **System og fremgangsmåte for fellesgjengivelse av multiple attributter**

(56) Anførte publikasjoner EP 0 228 231 A2

(57) Sammendrag

Det er beskrevet et apparat og fremgangsmåte for å forøke det kombinerte bildet av multiple attributter uten å kompromittere avbildningen av en attributt (200). Det kombinerte bildet av de multiple attributtene blir forøkt for å analysere en forutbestemt egenskap avdekket av attributtene. Det kombinerte bildet kan bh interaktivt manipulert for å fremvise hver attributt i forhold til en imaginær lyskilde eller bh opplyst ved bruk av en speilende komponent (212-222).



Den foreliggende oppfinnelsen relaterer seg til en visualiseringsteknikk for fellesgjengivelse av multiple attributter i sanntid, og således danne et kombinert bilde av attributtene. Det kombinerte bildet er visuelt intuitivt ved at det skiller visse trekk ved et objekt som i hovedsaken er uskillbare.

I anvendte vitenskaper krever studiet av forskjellige felter av todimensjonale (D-D) eller tredimensjonale (3-D) volumdatasett hvori hvert datasett kan ha multiple attributter som representerer forskjellige fysiske egenskaper. En attributt, noen ganger referert til som en dataverdi, representerer en bestemt fysisk egenskap til et objekt innen et definert 2-D eller 3-D rom. En dataverdi kan for eksempel være et 8-byte dataord som innbefatter 256 mulige verdier. Lokaliseringen til en attributt er representert ved (x, y, dataverdi) eller (x, y, z, dataverdi). Dersom attributten representerer trykk ved en bestemt lokalisering kan attributtlokaliseringen bli uttrykt som (x, y, z, trykk).

På det medisinske området gir en computerisert aksial topografi (CAT) skanner eller magnetisk resonansavbildning (MRI) anordning brukt for å frembringe et bilde eller diagnostisk avbildning av et spesifikt område på en persons legeme, som typisk representerer koordinaten og den bestemte attributten. Normalt må hver attributt innen en forutbestemt lokalisering bli avbildet separat og atskilt fra en annen attributt. For eksempel blir en attributt som representerer temperatur ved en forutbestemt lokalisering typisk avbildet separat fra en annen attributt som representerer trykk ved den samme lokaliseringen. Diagnostiseringen av en bestemt tilstand basert på disse attributter er således begrenset av evnen til å fremvise en enkelt attributt ved en forutbestemt lokalisering.

På området jordvitenskaper blir seismisk lyd brukt for å undersøke den underjordiske geologien til en jordformasjon. En undergrunnseksplisjon eksiterer seismiske bølger, tilsvarende til lavfrekvens lydbølger som forplanter seg under jordoverflaten og blir detektert av seismografer. Seismografene registrerer ankomsttiden til seismiske bølger, både direkte og reflekterte bølger. Å kjenne tiden og stedet for eksplosjonen kan forplantningstiden for bølgene gjennom det indre bli beregnet og brukt til å måle hastigheten til bølgene i det indre. En tilsvarende teknikk kan bli brukt ved offshore olje- og gassundersøkelse. Ved offshore undersøkelse tauer et skip en lydkilde og undervannshydrofoner. Lavfrekvens (f.eks. 50 Hz) lydbølger blir generert av for eksempel en pneumatisk anordning som arbeider liksom en ballong smeller. Lydene reflekteres av berglag under sjøbunnen og blir opphentet av hydrofonene. I hver applikasjon blir

underjordiske sedimentære strukturer som inneholder olje, slik som forkastninger og hvelvinger blir kartlagt av de refleksive bølgene.

Dataene blir innsamlet og behandlet for å produsere 3-D volumdatasett. Et 3-D volumdatasett består av "vokseller" eller volumelementer som har x, y, z koordinater. Hver voksell representerer en numerisk dataverdi (attributt) tilordnet med en målt eller beregnet fysisk egenskap ved en bestemt lokalisering. Eksempel på geologiske dataverdier innbefatter amplitude, fase, frekvens og utseende. Forskjellige dataverdier blir lagret i forskjellige 3-D volumdatasett, hvori hvert 3-D volumdatasett representerer en forskjellig dataverdi. For å kunne analysere disse geologiske strukturer referert til som "hendelser" må informasjon fra forskjellige 3-D volumdatasett bli avbildet separat for å kunne analysere hendelsen.

Visse teknikker er blitt utviklet på dette området for å avbilde multiple 3-D volumdatasett i et enkelt display, men imidlertid ikke uten vesentlige begrensninger. Et eksempel innbefatter teknikken publisert i "The Leading Edge", kalt "Constructing Faults from Seed Picks by Voxel Tracking" av Jack Lees. Denne teknikk kombinerer to 3-D volumdatasett i et enkelt display, og derved begrenses hver opprinnelig 256-verdi attributt til 128 verdi av det fulle 256-verdiområdet. Oppløsningen til displayet er derfor vesentlig redusert, og derved begrenses evnen til å skille visse hendelser eller egenskaper fra resten av dataene. En annen konvensjonell fremgangsmåte kombinerer fremvisningen av to 3-D volumdatasett som inneholder to forskjellige attributter, ved å gjøre noen dataverdier mer transparente enn andre. Denne teknikk blir ubrukt når flere enn to attributter er kombinert.

En annen teknikk brukt for å kombinere to forskjellige 3-D volumdatasett i samme bildet er illustrert i US patentsøknad med serienr. 09/936.780, overdratt til Magic Earth, Inc. og innlevert her som referanse. Denne søknad beskriver en teknikk for å kombinere et første 3-D volumdatasett som representerer en første attributt, og et andre 3-D volumdatasett som representerer en andre attributt i et enkelt forhøyet 3-D volumdatasett ved å sammenlikne hver av første og andre attributt dataverdiene med et forhåndsvalgt dataverdiområde eller kriterium. For hvert datasett hvor kriteriet blir tilfredsstilt blir en første valgt dataverdi innført ved en posisjon som korresponderer med den respektive dataverdien i det forhøyede 3-D volumdatasettet. For hver dataverdi hvor kriteriet ikke blir tilfredsstilt blir en andre valgt dataverdi innført ved en posisjon som korresponderer med den respektive dataverdien i det forhøyede 3-D volumdatasettet. Den første valgte dataverdien kan være relatert til den første attributten, og den andre valgte dataverdien

kan være relatert til den andre attributten. Det resulterende bildet er et forhøyet eller økt 3-D volumdatasett som omfatter en kombinasjon eller hybrid av det opprinnelige første 3-D volumdatasettet og det andre 3-D volumdatasettet. Som et resultat forårsaker det ekstra behandlingstrinnet som er nødvendig for å generere det forhøyede eller økte 3-D volumdatasettet tolkningsforsinkelser og ytelsen går saktere. Videre blir denne forbehandlingsteknikken kompromittert av en "taps" effekt som omfatter data fra en seismisk attributt for å kunne avbilde en annen seismisk attributt. Følgelig er det et betydelig tap av datavisualiseringen.

En metode for fallfiltrering av data fremgår av den europeiske patentsøknaden EP 0 228 231 A2. Fallfiltreringsdata representerer valgte attributter i tid og rom. Dataen fremvises ved hjelp av en tredimensjonal illuminasjonsmodell, slik at en illuminasjonsvinkel for de data som er knyttet til en tilsynelatende betraktningsposisjon innstilles for å oppnå differensiering og presentasjon på en avbildning av fallindikeringer. Metoden viser at en seismiskprofil betraktes som en tredimensjonal flate fra hvilken en bildevektor kan utledes.

I ikke-vitenskapelige applikasjoner er det blitt utviklet teknikker for å definere overflatedetaljer (struktur) på livløse objekter ved hjelp av belysnings- og/eller skyggeleggingsteknikker. På for eksempel video eller datamaskingrafikkområdet er en vanlig brukt teknikk strukturkartlegging. Struktur eller tekstur refererer seg typisk til humper, rynker eller spor eller andre uregelmessigheter på overflater. Strukturerte overflater gjenkjennes ved måten lys samvirker med overflateuregelmessighetene på. Som effekt er disse uregelmessigheter del av den fullstendige geometriske formen til et objekt, selv om de er relativt små sammenliknet med størrelsen og formen på objektet. Konvensjonell strukturkartleggingsteknikker er kjent for å mangle den nødvendige overflatedetaljen for å besørge hva som vanlig menes med struktur. Med andre ord tilveiebringer konvensjonell strukturkartleggingsteknikker objekter med en fargerik, men dog flatt utseende. For dette ble strukturkartlegging utvidet for å overkomme dette problem med det som vanligvis refereres til som kul- eller ujevnhetskartlegging.

Kul- eller ujevnhetskartlegging er forklart i en artikkel skrevet av Mark Kilgard, kalt "A Practical and Robust Bump Mapping Technique for Today's GPU's" (i det etterfølgende Kilgard) som er innlemmet her som referanse. I denne artikkel blir kulkartlegging beskrevet som "en strukturbasert gjengivelsesfremgangsmåte for å simulere lyseffekter forårsaket av mønsteruregelmessigheter på ellers jevne overflater." Kilgard, side 1. Ifølge Kilgard "simulerer kul- eller ujevnhetskartlegging en overflates uregelmessige

lysutseende uten kompleksiteten og kostbarheten med å modulere mønstrene som sanne geometriske perturbasjoner på overflaten”. Kilgard, side 1. Ikke desto mindre er beregningene som er nødvendige for opprinnelige kul- eller ujevnhetskartleggings-teknikker foreslått av James Blinn i 1978 vesentlig mer kostbare enn de som er nødvendige for konvensjonell maskinvarestrukturkartlegging. Kilgard på side 2.

I lys av de mange forsøkene som er blitt utført over de to siste tiårene for å reformulere kul- eller ujevnhetskartlegging til en form som er egnet for maskinvareimplementering, foreslår Kilgard en ny kul- eller ujevnhetskartleggingsteknikk. Kort sagt deler Kilgard kulkartlegging i to trinn. Først blir en perturbert eller forstyrret overflatenormal beregnet. Så utføres en lysberegning ved bruk av den perturberte overflatenormalen. Disse to trinn må utføres ved hvert synlig fragment av en kul- eller ujevnhetskartlagt overflate. Kilgard.

Selv om Kilgards nye teknikk kan være egnet for å stimulere overflateuregelmessigheter (struktur) som er representative for sanne geometriske perturbasjoner, adresserer den ikke bruken av tilsvarende lyseffekter for å skille visse trekk til et objekt som er hovedsakelig ikke-skillbart og ikke-representativt for de sanne geometriske perturbasjonene.

Den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer derfor et system og fremgangsmåte for å forhøye eller forøke det kombinerte bildet av multiple attributter som representerer 2-D eller 3-D objekter. I en utførelse blir en første attributt valgt fra en kilde av tilgjengelige attributter og representerer en egenskap ved objektet. En andre attributt ble valgt fra den samme kilden av attributter og representerer en annen egenskap ved objektet. Ytterligere attributter kan bli valgt i avhengighet av den tilgjengelige kilden av attributter.

Et normalt kart blir skapt ved bruk av vokseller fra enten den første attributten eller den andre attributten. Det normale kartet blir avledet fra dataverdiene som representerer den første eller attributten, heretter den underliggende attributten, og blir brukt for å konstruere lyseffekter som tilveiebringer en illustrasjon av høyde, dybde og geometri på en plan overflate.

For å kunne tilveiebringe en mer nøyaktig lyseffekt blir et høydeprogram påtrykt høydene eller toppene som avgrenser den plane overflaten til den underliggende attributten og toppene som avgrenser den korresponderende plane overflaten til det normale kartet. Som et resultat blir et nytt koordinatrom skapt og danner således en

matrise som vanligvis refereres til som et tangentrom som senere blir brukt av registerkombinatorene.

Registerkombinatorene, eller strukturskyggere, blir brukt for å beregne omgivende og diffuse lyseffekter (belysning) for det normale kartet etter at toppunktprogrammet er påtrykt, og den første eller andre attributten som blir kombinert for å danne et forøkt bilde som representerer de første og andre attributtene. På denne måte blir det kombinerte bildet av de fellesgjengitte attributtene fremvist og avdekker således visse trekk ved objektet representert av attributtene som i hovedsaken ikke er skillbare i deres naturlige omgivelser.

I en annen utførelse blir velgetrekk ved objektet interaktivt opplyst ved å endre lyskoeffisienter som representerer den speilende og/eller diffuse komponenten til en imaginær lyskilde. På denne måte blir registerkombinatorene gjenpåtrykt for å endre de omgivende og de diffuse lyseffektene og sterkere opplyse visse trekk ved objektet mens det kombinerte bildet blir fremvist.

I en annen utførelse blir lyskilden interaktivt reposisjonert, eller det kombinerte bildet blir interaktivt rotert for å avdekke velgetrekk ved objektet representert av attributtene. Ettersom bildet blir rotert, eller lyskilden reposisjonert, blir visse vokseller som representerer den første attributten mørkskygget eller skyggelagt, mens andre som representerer den andre attributten blir synlige og omvendt. Denne utførelse er derfor nyttig for å forøke bilder av velgetrekk til et objekt som i deres naturlige omgivelse er ikke-skillbare fra resten av objektet. På denne måte blir toppunktprogrammet og registerkombinatorer gjenpåtrykt, og bildet blir fremvist.

I en annen utførelse blir per-piksel lyshøyden interaktivt styrt. Per-piksellyshøyden blir ofte referert til som høyden til ujevnheter eller dybdene til forsenkningene definert av lyseffekten produsert på en per-pikselbasis. Ettersom per-piksellyshøyden blir endret blir det normale kartet rekalkulert, toppunktprogrammet og registerkombinatorer gjenpåtrykt, og bildet blir fremvist.

I nok en annen utførelse blir en eller flere forskjellige attributter valgt for å avbilde andre velgetrekk til objektet og måten således beskrevet. I denne utførelse blir således de forutgående trinnene og teknikkene gjenpåtrykt mens det nye kombinerte bildet blir fremvist.

I nok en annen utførelse blir det kombinerte bildet interaktivt styrt (beveget/gitt ny størrelse) for å fremvise velgetrekk ved objektet ved forskjellige lokaliseringer. På denne måte blir attributtene gjensamlet, det normale kartet rekalkulert, toppunkt-programmet og registerkombinatorene gjenpåtrykt, og det kombinerte bildet blir fremvist ved dets nye lokalisering.

Oppfinnelsen er kjennetegnet ved de i patentkravene angitte trekkene.

Patentet eller søknadsfilen inneholder minst en tegning utført i farger. Kopier av dette patent eller patentsøknadspublikasjonen med fargetegninger vil bli tilveiebrakt av kontoret ved forespørsel og betaling av det nødvendige gebyret.

Oppfinnelsen skal nå beskrives med henvisning til de medfølgende tegningene, hvori like elementer blir referert til med like henvisningstall, og hvori:

Figur 1 er et blokkskjema som illustrerer en utførelse av et softwareprogram for å implementere den foreliggende oppfinnelsen;

Figur 2 er et flytskjema som illustrerer en utførelse av en fremgangsmåte for å implementere den foreliggende oppfinnelsen;

Figur 3 er en fargetegning som illustrerer utseende som en seismisk dataattributt;

Figur 4 er en fargetegning som illustrerer amplitude som en seismisk dataattributt;

Figur 5 er en fargetegning som illustrerer det kombinerte bildet av begge attributter illustrert på figur 3 og 4;

Figur 6 er en fargetegning som illustrerer det kombinerte bildet på figur 5 med lyskilden posisjonert til venstre for bildet;

Figur 7 er en fargetegning som illustrerer det kombinerte bildet på figur 5 med lyskilden posisjonert perpendikulært på bildet; og

Figur 8 er en fargetegning som illustrerer det kombinerte bildet på figur 5 med lyskilden posisjonert til høyre for bildet.

Mens den foreliggende oppfinnelsen vil bli beskrevet i forbindelse med for tiden foretrukne utførelser må det forstås at det ikke er ment å begrense oppfinnelsen til disse utførelser. I motsetning til dette er det ment å dekke alle alternativer, modifikasjoner og ekvivalenter innbefattet innenfor rammen av oppfinnelsen.

Den foreliggende oppfinnelsen kan bli implementert ved bruk av maskinvare, programvare eller en kombinasjon av dette, og kan også bli implementert i et datamaskinsystem eller andre prosesseringssystemer. Den følgende beskrivelsen bruker den foreliggende oppfinnelsen på forskjellige seismiske dataattributter som er inneholdt innen et spesifisert rom eller volum referert til som en probe. Hver probe omfatter vokselldata representert av x, y, z, dataverdi. Hver dataverdi er tilordnet med en bestemt seismisk dataattributt ved en spesifisert lokalisering (x, y, z). Den foreliggende oppfinnelsen kan derfor anvende en eller flere av maskinvare- og programvaresystemkomponentene som kreves for å fremvise og manipulere proben som beskrevet i US patentsøknad med serienr. 09/119.634, overdratt til Magic Earth, Inc., og innlemmet her som referanse. For en mer fullstendig beskrivelse av probekravene refereres til "634 søknaden".

I tillegg til probekravene kan den foreliggende oppfinnelsen bli implementert ved bruk av dagens høytytelsesgrafikk og vanlig PC-maskinvare for å kunne sikre sanntidsytelse. Eksempler på tilgjengelig maskinvare for PC-en innbefatter grafikkort liksom GeForce[®] markedsført av NVIDIA[®] og 2.4Ghz x86 instruksjonssett datamaskinprosessorer fremstilt av Intel[®] eller AMD[®].

En utførelse av et program eller programstruktur for å implementere den foreliggende oppfinnelsen er vist på figur 1. Ved basen til programstruktur 100 er et operasjonssystem 102. Egnede operasjonssystemer kan innbefatte for eksempel UNIX[®] eller LINUX[®] operasjonssystemer, Windows NT[®], og andre operasjonssystemer generelt kjent på området.

Meny- og grensesnittprogramvare 104 overligger operasjonssystemet 102. Meny- og grensesnittprogramvare 104 blir brukt for å tilveiebringe forskjellige menyer og vinduer for å forenkle samvirke med brukeren, og tilveiebringe brukerinnmating og instruksjoner. Meny- og grensesnittprogramvare 104 kan innbefatte for eksempel Microsoft Windows[®], X Free 86[®], MOTIF[®] og annen meny- og grensesnittprogramvare som generelt er kjent på området.

Et grunnleggende grafikkbibliotek 106 overligger meny- og grensesnittprogramvaren 104. Det grunnleggende grafikkbiblioteket 106 er et applikasjonsprogrammerings-grensesnitt (API) for 3-D datamaskingrafikk. Funksjonene som utføres av det grunnleggende grafikkbiblioteket 106 innbefatter for eksempel geometriske og rasterprimitiver, RGBA eller fargeindeksmodus, displayliste eller umiddelbar modus, observasjons- og modelleringstransformasjoner, belysning og skyggelegging, skjult overflatefjerning, alfablanding (transluktens), antiforbinding, strukturkartlegging, atmosfæriske effekter (tåke, røyk, demring), tilbakekopling og velging, stensilplan og akkumuleringsbuffer.

Et spesielt nyttig grunnleggende grafikkbibliotek 106 er OpenGL[®], markedsført av Silicon Graphics, Inc. ("SGI[®]"). OpenGL[®] API er en multiplattform industristandard som er maskinvare, vindu og operasjonssystemuavhengig. OpenGL[®] er designet for å kunne oppkalles fra C, C++, FORTRAN, Ada og Java programmeringsspråk. OpenGL[®] utfører hver av funksjonene opplistet ovenfor for grunnleggende grafikkbibliotek 106. Noen kommandoer i OpenGL[®] spesifiserer geometriske objekter som skal opptegnes, og andre styrer hvordan objektene blir montert. Alle elementer til OpenGL[®] tilstanden, til og med komponentene til strukturlageret og rammebufferen, kan bli tilveiebrakt av en klienapplikasjon ved bruk av OpenGL[®]. OpenGL[®] og klientapplikasjonen kan operere på den samme eller forskjellige maskiner siden OpenGL[®] er nettverktransparent. OpenGL[®] er beskrevet mer detaljert i OpenGL[®] programmeringsguide (ISBN: 0-201-63274-8), og OpenGL[®] referansemanual (ISBN: 0-201-63276-4), som begge er innlemmet her som referanse.

Visuell simuleringsgrafikkbibliotek 108 overligger det grunnleggende grafikkbiblioteket 106. Visuell simuleringsgrafikkbiblioteket 108 er en API for å skape sanntids, multiprosesserte 3-D visuell simuleringsgrafikkapplikasjoner. Visuell simuleringsgrafikkbibliotek 108 tilveiebringer funksjoner som bunter sammen grafikkbibliotek-tilstandskontrollfunksjoner, slik som belysning, materialer, tekstur eller struktur og transparensitet. Disse funksjoner sporer tilstand og skapelsen av displaylister som kan gjengis senere.

Et spesielt nyttig visuelt simuleringsgrafikkbibliotek 108 er OpenGL Performer[®], som er tilgjengelig fra SGI[®]. OpenGL Performer[®] støtter OpenGL[®] grafikkbiblioteket beskrevet ovenfor. OpenGL Performer[®] innbefatter to hovedbibliotek (libpf og libpr) og fire tilordnede bibliotek (libpfdu, libpfdb, libpfui og libpfutil).

Basisen til OpenGL Performer[®] er ytelsesgjengivelsesbiblioteket libpr, et lavnivåbibliotek som tilveiebringer høyhastighetsgjengivelsesfunksjoner basert på GeoSet og grafisk tilstandskontroll som bruker geotilstander. GeoSet er samlinger av tegnbar geometri som grupperer samme type grafikkprimitiver (f.eks. trekanter eller kvadrater) i et dataobjekt. Geosettet inneholder selv ingen geometri, bare pekere til datagrupper og indeksgrupper. Siden alle primitivene i et GeoSet er av den samme typen og har de samme attributtene, blir gjengivelse av de fleste databaser utført med maksimal maskinvarehastighet. Geotilstandene tilveiebringer grafikktilstandsdefinisjoner (f.eks. struktur eller materiale) for GeoSet.

I laget over libpr er libpf, en sanntids visuell simuleringsomgivelse som tilveiebringer høy ytelses multiprosess databasegjengivelsessystem som optimaliserer bruk av multiprosesserings maskinvare. Database bruksbiblioteket, libpfdu, tilveiebringer funksjoner for å definere både geometriske og utseendeattributter til 3-D objekter, deler tilstand og materialer, og genererer triangelstriper fra uavhengige polygonale innmatinger. Databasebiblioteket libpfdb bruker fasilitetene til libpfdu, libpf og libpr for å importere databasefiler i et antall av industristandard databaseformater. Libpfui er et brukergrensesnittbibliotek som tilveiebringer byggeblokker for å skrive manipuleringskomponenter for brukergrensesnitt (C og C++ programmeringsspråk). Sluttlig er libpfutil bruksbiblioteket som tilveiebringer rutiner for å implementere jobber og grafisk brukergrensesnitt (GUI) verktøy.

Et applikasjonsprogram som bruker OpenGL Performer[®] og OpenGL[®] API utfører typisk de følgende trinnene under forberedelse av sanntids 3-D visuell simulering:

1. Initialiser OpenGL Performer[®];
2. Spesifiser antall grafiske ledninger, velg multiprosesseringskonfigurasjon, og spesifiser maskinvaremodus etter behov;
3. Initialiser valgt multiprosesseringsmodus;
4. Initialiser rammehastighet og innstill rammeutvidelsespolitikk;
5. Skap, konfigurer og åpne vinduer som påkrevd; og
6. Skap og konfigurer displaykanaler som påkrevd.

Når applikasjonsprogrammet har skapt et grafisk gjengivelsesmiljø ved å utføre trinnene 1 til 6 ovenfor, så itererer typisk applikasjonsprogrammet gjennom den følgende hovedsimuleringssløyfen en gang per ramme:

1. Beregn dynamikk, oppdater modellmatriser etc.;
2. Forsink inntil neste rammetid;
3. Utfør latensitetskritiske synspunktoppdateringer; og
4. Tegn en ramme.

Alternativt kan Open Scene Graph[®] bli brukt som det visuelle simuleringsgrafikkbiblioteket 108. Open Scene Graph[®] arbeider på samme måte som OpenGL Performer[®], og tilveiebringer programmeringsverktøyet skrevet i C/C++ for en stor rekke forskjellige datamaskinplattformer. Open Scene Graph[®] er basert på OpenGL[®] og er tilgjengelig via www.openscenegraph.com.

Et multiattributt fellesgjengivelsesprogram 110 til den foreliggende oppfinnelsen ligger over visuell simuleringsgrafikkbiblioteket 108. På en måte som generelt er velkjent på området danner programmet 110 grensesnitt med, og anvender funksjoner som utføres av, det visuelle simuleringsgrafikkbiblioteket 108, grunnleggende grafikkbibliotek 106, meny og grensesnittprogramvare 104, operasjonssystem 102 og proben beskrevet i "634"-søknaden. Program 110 er fortrinnsvis skrevet i et objektorientert programmeringsspråk for å tillate skapelsen og bruk av objekter og objektfunksjonalitet. Et foretrukket objektorientert programmeringsspråk er C++.

I denne spesielle utførelsen lagrer program 110 3-D volumdatasettet på en måte som generelt er velkjent på området. For eksempel innbefatter formatet til et bestemt datavolum to deler: en volumtopp fulgt av legemet av data som er så lang som størrelsen til datasettet. Volumtoppen innbefatter typisk informasjon i en foreskrevet sekvens, slik som filbanen (lokalisering) til datasettet, størrelse, dimensjoner i x, y og z retningene, annotasjoner for x, y og z aksene, annotasjoner for dataverdien etc. Datalegemet er en binær sekvens av byte og kan innbefatte ett eller flere byte per dataverdi. For eksempel er den første byten dataverdien ved volumlokalisering (0,0,0); den andre byten er dataverdien ved volumlokalisering (1,0,0); og den tredje byten er dataverdi ved volumlokalisering (2,0,0). Når x-dimensjonen er uttømt, så blir henholdsvis y-dimensjonen og z-dimensjonen inkrementert. Denne utførelse er ikke begrenset på noen måte til et bestemt dataformat.

Programmet 110 forenkler innmating fra en bruker for å identifisere ett eller flere 3-D volumdatasett som skal brukes for avbildning og analyser. Når et mangfold av datavolumer blir brukt representerer dataverdien til hvert av mangfoldet av datavolumer en forskjellig fysisk parameter eller attributt for det samme geografiske rommet. Som

eksempel kan et mangfold av datavolumer innbefatte et geologisk volum, et temperaturvolum og et vannmetningsvolum. Voksellene i det geologiske volumet kan uttrykkes i formen $(x,y,z, \text{ seismisk amplitude})$. Voksellene i temperaturvolumet kan bli uttrykt i formen $(x,y,z, ^\circ\text{C})$. Voksellene i vannmetningsvolumet kan bli uttrykt i formen $(x,y,z, \% \text{ metning})$. Det fysiske eller geografiske rommet definert av voksellene i hvert av disse volumene er det samme. For en hvilken som helst spesifikk romlig lokalisering (x_0, y_0, z_0) vil imidlertid den seismiske amplituden være inneholdt i det geologiske volumet, temperaturen i temperaturvolumet og vannmetningen i vannmetningsvolumet. Operasjonen til programmet 110 er beskrevet med henvisning til figurene 2 til 8.

Det refereres nå til figur 2, hvor en fremgangsmåte 200 er en illustrert for fellesgjøivelse av multiple attributter i et kombinert bilde. Den følgende beskrivelsen refererer seg til disse ujevnhetskartleggingsalgoritmer og teknikker beskrevet i Kilgard.

I trinn 202 blir en første attributt og en andre attributt valgt fra de tilgjengelige attributtene ved bruk av GUI-verktøyene (meny/grensesnittprogramvare 104) beskrevet med henvisning til figur 1. Selv om andre tilgjengelige lagrede attributter kan bli brukt, slik som frekvens og fase, blir utseendet brukt som den første attributten illustrert i proben 300 på figur 3, og amplitude blir brukt som den andre attributten illustrert i proben 400 på figur 4. De seismiske dataene blir fremvist på de synlige plane overflatene til proben ved bruk av konvensjonelle skyggeleggings/opasitets (strukturkartleggings) teknikker, men kan imidlertid bli fremvist innenfor de plane overflatene som definerer proben ved bruk av volumgjengivelsesteknikker som generelt er vel kjent på området. For å kunne fremvise seismiske data på måten som således er beskrevet blir vokselldata lest fra lager og konvertert til en spesifisert farge som representerer en spesifikk struktur. Strukturer eller teksturer blir flislagt i 256 piksel ganger 256 pikselbilder. For store volumer kan mange fliser eksistere på en enkel plan overflate av proben. Denne prosess blir vanligvis referert til av fagkyndige på området som sampling, og blir koordinert blant multiple CPU-er på en per-flis basis. Disse teknikker, og andre som anvendes her, er ytterligere beskrevet og illustrert i "634"-søknaden.

I trinn 204 blir et normalkart beregnet for å kunne konvertere teksturen basert på utseendeattributten illustrert på figur 3, noen ganger referert til som et høydefelt, til et normalkart som koder lysinformasjon som vil bli brukt senere av registerkombinatorene. Denne teknikk muliggjør applikasjonen av per-piksel opplysning på volumetriske data på samme måte som proben fremviser volumetriske data. Med andre ord er det et 2-D objekt som i virkeligheten blir fremvist, men siden dette består av vokselldata og

hastigheten, hvorved det ble fremvist, ser det imidlertid ut som et 3-D objekt. Kort sagt konverterer dette trinnet dataverdiene som representerer utseendeattributten til perturberte normaliserte vektorer som blir brukt av grafikkortet for å beregne lyseffekter som gir illusjonen av dybde og geometri når i virkeligheten en plan overflate blir fremvist.

Normalkartet omfatter multiple perturberte normalvektorer som sammen blir brukt for å konstruere en illusjon av høyde, dybde og geometri på en plan overflate. Hver perturbert normal vektor blir avledet fra kryssproduktet av de vertikale og horisontale komponentene til hver dataverdi på en gitt overflate (f.eks. 310) på figur 3. Hver perturbert normalvektor blir lagret i maskinvaren som en strukturenhet (normalkart), hvori hver romlig koordinat (x, y, z) for hver perturbert normalvektor blir tilordnet en spesifisert farge rød, grønn eller blå (RGB) verdi. Koordinatrommet hvori disse koordinater blir tilordnet RGB-verdier er generelt kjent som strukturkoordinatrom. Blåkomponenten til den perturberte normalvektoren representerer således den romlige koordinaten (z). En piksel i strukturen som er helt blå vi derfor representere en typisk tangentvektor i plane objekter, slik som overflaten 310 på figur 3. Ettersom dataverdiene varierer blir det normale kartutseendet mindre blått og ser nærmest krittaktig ut. Teknikkene som er nødvendige for å avlede et normalkart fra et høydefelt er generelt beskrevet i avsnitt 5.3 til Kilgard. Ved å bruke likningene referert til i avsnitt 2.6 til Kilgard på dataverdiene vist i proben 300 på figur 3, kan et normalkart bli konstruert. Et sett instruksjoner for å utføre denne fremgangsmåte og teknikk er illustrert i Appendiks E til Kilgard.

For å kunne oppnå en mer nøyaktig belysningseffekt blir et topp- eller spissprogram brukt i trinn 206 på toppene som avgrenser den plane overflaten 310 til den underliggende attributten illustrert på figur 3 og toppene som avgrenser den korresponderende overflaten til normalkartet (ikke vist). Et nytt koordinatrom, tangentrom, er inneholdt i en transformasjonsmatrise som benyttes av topp/spissprogrammet. Den programmerbare maskinvaren på grafikkortet blir brukt for å gjengi koordinatromstransformasjoner som driver topp/spissprogrammet. Tangentrommet er konstruert på en per-topp basis, og krever typisk at CPU leverer per-topp lysvinkelvektorer og halvinkelvektorer som 3-D strukturkoordinater. Lysvinkelvektorene og halvinkelvektorene blir likeledes konvertert til tangentrom når de blir multiplisert med tangentrommatrisen. Dette trinn anvender teknikkene generelt beskrevet i avsnitt 5.1 til Kilgard.

For eksempel blir normal- og tangentvektorer beregnet på en per-topp basis for en gitt geometrisk modell – liksom proben 300 på figur 3. En binormal vektor blir beregnet ved å ta tverrproduktet av tangenten og normalvektorkomponenter for hver topp eller spiss.

Tangent, normal- og binormalvektorene, former således en ortonormal basis ved hver topp/spiss. Den ortonormale basisen representerer en matrise som brukes for å transformere objekter, rom, lys og øyeposisjon i tangentrom. Et sett av instruksjoner for å utføre denne teknikk er illustrert i Appendiks C til Kilgard.

Registerkombinatorer eller strukturskyggeleggere (ikke vist) blir påtrykt av grafikkortet i trinn 208 for å beregne belysningslikningene beskrevet i avsnitt 2.5 til 2.5.1 til Kilgard. GeForce® og Quadro® registerkombinatorene, tilgjengelige fra NVIDIA®, tilveiebringer en konfigurerbar, men ikke programmerbar, innretning for å bestemme per-piksel fragment fargelegging/skyggelegging og erstatte standard OpenGL® fast funksjonsstrukturu mgivelse, fargesum og tåkeoperasjoner med en forhøyet mekanisme for å fargelegge/skyggelegge fragmenter. Med multistrukturert OpenGL® blir filtrerte tekseller fra hver strukturenhet som representerer normalkartet og den andre attributten (amplitude) illustrert i proben 400 på figur 4 kombinert med fragmentenes løpende farge i sekvensiell orden. Registerkombinatorene er generelt beskrevet i avsnitt 4.2 til Kilgard som en sekvensiell applikasjon eller av generelle kombinatortrinn som kulminerer i et sluttlig kombinatortrinn som sender ut en RGBA-farge for fragmentet. Et sett av instruksjoner for å programmere OpenGL® registerkombinatorer er illustrert i Appendiks B til Kilgard.

Som ytterligere forklart i avsnitt 5.4 til Kilgard er registerkombinatorene konfigurert for å beregne den omgivende og diffuse belysningen for det fellesgjengitte bildet som fremvist i trinn 210 ved hjelp av innretninger som er velkjent på området. Kort sagt blir registerkombinatorene brukt for å beregne omgivende og diffuse belysningseffekter (belysning) for normalkartet, etter at toppprogrammet er påtrykt, og den andre attributten som blir kombinert for å danne et forhøyet bilde som representerer den første og den andre attributten. De resulterende dataverdiene for det kombinerte bildet representerer en blendet struktur eller kombinert struktur av både den første og den andre attributten. Et sett av instruksjoner for å programmere registerkombinatorene til å beregne den omgivende og diffuse belysningen er illustrert i Appendiks G til Kilgard.

Alternativt kan fragmentrutiner, som generelt er velkjent på området, bli brukt med registerkombinatorene for å tilveiebringe en mer raffinert per-piksel belysningseffekt for normalkartet.

Som illustrert på figur 3 blir visse geologiske trekk, slik som forkastninger representert av de svarte fargeverdiene 312, skilt fra blåfargeverdiene 314 på grunn av diskontinui-

teten mellom de tilstøtende dataverdiene målt langs z-aksen. På figur 4 kan de samme geologiske trekkene 412 knapt skilles siden de er illustrert av en forskjellig attributt (amplitude) som er tilordnet multiple fargeverdier og inneholder mer konsistente tilstøtende dataverdier langs z-aksen. De samme geologiske trekkene 512 er til og med mer enkelt skillbare på figur 5 på grunn av den forhøyede overflatestrukturen som viser seg for å gi den plane overflaten 510 på proben 500 dybde og høyde.

På figur 5 blir den førte attributten (utseende) utskilt ved skyggelegging fra den andre attributten (amplitude) som er vist med forskjellige fargeverdier. Denne illusjon er ikke karakteristisk for det virkelige geologiske trekket som er hovedsakelig uskillbart i dets naturlige omgivelse. Selv om begge attributter ikke er synlige samtidig over den plane overflaten 510 til proben 500 blir de avbildet i det samme rommet og er i stand til å observeres samtidig i avhengighet av vinkelen til proben 500 i forhold til lyskilden. Ettersom proben 500 blir rotert blir således visse vokseller som representerer den første attributten maskert, mens andre som representerer den andre attributten blir synlige, og omvendt. Denne teknikk er nyttig for å forhøye eller forøke avbildninger av visse trekk til et objekt som er hovedsakelig uskillbart i dets naturlige omgivelse. Den foreliggende oppfinnelsen kan også anvendes, ved bruk av de samme teknikkene, for å avbilde volumgjengitte seismiske dataattributter.

Ettersom bildet blir fremvist i trinn 210 kan flere opsjoner beskrevet med hensyn til trinnene 212 til 220 bli interaktivt styrt ved hjelp av menyer/grensesnittprogramvaren 104 for å sammenlikne og analysere forskjeller mellom de forskjellige bildene.

I trinn 212 kan de spekulære eller diffuse lyskoeffisientene bli interaktivt styrt for å endre skyggeleggings/belysningseffektene påtrykt på det kombinerte bildet. Følgelig blir registerkombinatorene påtrykt igjen i trinn 208 for å forhøye avbildningen fremvist i trinn 210.

I trinn 214 kan den imaginære lyskilden bli interaktivt reposisjonert, eller proben kan bli interaktivt rotert for å avbilde andre geologiske trekk avdekket av attributtene. Bevegelsen av proben blir besørget ved hjelp av innretninger som er generelt beskrevet i "634"-søknaden. På figurer 6-8 er den plane overflaten 510 til proben 500 illustrert på figur 5 fast i en posisjon perpendikulært på siktlinjen mens lyskilden blir interaktivt reposisjonert. Ettersom lyskilden beveger seg blir forskjellige vokseller belyst i samsvar med posisjonen til lyskilden. Effekten er tilsvarende den som blir oppnådd når proben

blir rotert. Følgelig blir trinn 206 og 208 gjennp trykt for   tilveiebringe forskjellige perspektiver av bildet fremvist i trinn 210.

På for eksempel figur 6 blir lyskilden posisjonert til venstre for probeflaten 610 slik at vokseller 612, som blir oppfattet som forsenkninger, opptrer mørkere mens vokseller 614, som blir oppfattet som ujevnheter, opptrer lysere eller mer belyst. Når lyskilden er reposisjonert til høyre for sondeflaten 810, som på figur 8, opptrer forskjellige vokseller 812, 814 mørkere og lysere enn de som er illustrert på figur 6. Som illustrert på figur 7 er lyskilden posisjonert perpendikulært på probeflaten 710 og hele bildet synes klarere. Denne effekt skyldes den spekul re komponenten til lyslikningen og forhøyer illusjonen av dybde og høyde i bildet ettersom lyskilden blir reposisjonert eller proben rotert. Et sett av instruksjoner som forklarer hvordan registerkombinatorene skal konfigureres for   beregne den spekul re komponenten er illustrert i Appendix H til Kilgard. På denne måte kan det kombinerte bildet bli interaktivt manipulert for samtidig   avdekke multiple attributter med nominelt tap av klarhet til hver attributt.

I trinn 216 blir per-piksel lysh yden interaktivt styrt for   endre den normale dybden til forsenkningene og/eller høyden til ujevnhetene som er skyggelagt og belyst som beskrevet med henvisning til trinn 208. Per-piksel lysh yden blir interaktivt styrt ved   skalere hver perturbert normalvektor fra null som kansellerer eventuelle forsenkninger eller ujevnheter. Dersom per-piksel lyset blir skalert i positive inkremerter blir hver perturbert normalvektorh yde (kul/ujevnhet) eller dybde (forsenkning)  kt. I motsetning til dette, dersom per-piksel lyset blir skalert i negative inkremerter, så blir hver perturbert normalvektorh yde eller dybde minsket. Nettoeffekten fermbringer et bilde som synes   endre posisjonen til lyskilden, slik at forskjellige trekk ved objektet blir forhøyet. Følgelig blir trinnene 204, 206 og 208 gjennp trykt for   tilveiebringe forskjellige perspektiver av bildet fremvist i trinn 210.

I trinn 218 blir forskjellige attributter interaktivt valgt på måten beskrevet med henvisning til trinn 202. Følgelig blir trinnene 204, 206 og 208 gjennp trykt for   tilveiebringe et fullstendig nytt bilde som illustrerer forskjellige dataverdier i trinn 210. Enn videre kan bildet fremvist i trinn 210 illustrere flere enn to attributter som er valgt i trinn 218. For eksempel, dersom de tilgjengelige attributtene innbefatter amplitude, fase og utseende blir et normalkart skapt for hvilke som helst to av disse attributter på måten beskrevet med henvisning til trinn 204. Med andre ord, et normalkart beregnet for hver av de to valgte attributtene og den resulterende verdien for hver perturbert normalvektor i et normalkart, blir så tilføyd verdien av hver perturbert normalvektor i det andre

normalkartet, ved den samme lokaliseringen, for å skape et enkelt normalkart som blir brukt på måten beskrevet med henvisning til trinnene 206 og 208. Alternativt kan voksellene for en av de valgte attributtene bli tilføyd voksellene til den andre valgte attributten ved den samme lokaliseringen og et normalkart blir beregnet for de kombinerte voksellverdiene på måten beskrevet med henvisning til trinn 204. Normalkartet blir så brukt på måten beskrevet med henvisning til trinnene 206 og 208. I hver applikasjon hvor det er flere enn to attributter vil en attributt tjene som den statiske attributten inntil trinn 208, mens de andre vil bli brukt på måten som således er beskrevet.

I trinn 220 blir proben interaktivt styrt, slik at den kan gis ny størrelse eller fjernes på en måte som er mer spesielt beskrevet i "634"-søknaden. Dette trinn endrer nødvendigvis voksellene fremvist på de plane overflatene til proben for det kombinerte bildet fremvist i trinn 210. Som et resultat må de første og andre attributtene bli gjensamlet i trinn 222, og trinnene 204, 206 og 208 må gjenpåtrykkes for å fremvise et nytt bilde i trinn 210 som illustrerer de samme attributtene ved en forskjellig lokalisering.

Teknikkene som beskrevet ved den foregående oppfinnelsen fjerner det ekstra behandlingstrinnet som normalt må utføres ved konvensjonell ujevnhetskartleggingsteknikk ved interaktivt å behandle attributtene ved bruk av maskinvaregrafikkrutiner tilveiebrakt av vanlige PC grafikkort. Disse teknikker er derfor spesielt nyttige ved oppdagelse og utvikling av energiresurser.

Den forutgående angivelse og beskrivelse av oppfinnelsen er illustrativ og eksempel på denne, og det vil forstås av fagkyndige på området at forskjellige endringer når det gjelder størrelse, form og materialer, bruken av mekaniske ekvivalenter, så vel som detaljene ved den illustrerte konsentrasjonen eller kombinasjoner av trekk til de forskjellige elementene kan utføres uten å forlate rammen for oppfinnelsen.

P a t e n t k r a v

1.

Fremgangsmåte for å forbedre et bilde av én eller flere attributter som representerer et
5 trekk ved et objekt, k a r a k t e r i s e r t v e d at
fremgangsmåten omfatter trinnene:

- å velge (202) en attributt eller to attributter fra flere attributter, der den valgte attributt eller de valgte attributter har sine egen topper;
- å skape (204) et normalkart ved å anvende attributten eller minst én av de to
10 attributtene, idet normalkartet har sine egne topper;
- å konvertere (206) normalkarttoppene og toppene tilhørende attributten eller den minst ene av de to attributtene til en matrise som representerer et tangentsrom normalkart;
- å beregne (208) en diffus lyskomponent fra tangentsrom normalkartet og
15 attributten eller den minst ene av de to attributtene; og
- å kombinere (208) en omgivende lyskomponent med den diffuse lyskomponenten og attributten eller den minst ene av de to attributtene for å danne et forbedret bilde som representerer minst ett trekk ved objektet eller et forbedret bilde av attributten eller den minst ene av de to attributtene.

20

2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at de to attributtene defineres som en første attributt og en andre attributt.

25 3.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at minst én av den første attributten og den andre attributten omfatter en kombinasjon av to eller flere attributter.

30 4.

Fremgangsmåte ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at kombinasjonen av to eller flere attributter danner en hybrid attributt.

5.

35 Fremgangsmåte ifølge krav 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at den første attributten omfatter en hvilken som helst kombinasjon av to eller flere attributter som omfatter amplitude, frekvens, fase, effekt, utseende, koherens, fall

2

eller inklinasjon, asimut, gradient, fluidfaktor, akustisk impedans, hastighet, trykk, porøsitet, permeabilitet, stratigrafi og litologi, og den andre attributten omfatter minst én attributt fra amplitude, frekvens, fase, effekt, utseende, koherens, fall eller inklinasjon, asimut, gradient, fluidfaktor, akustisk impedans, hastighet, trykk, porøsitet,
 5 permeabilitet, stratigrafi og litologi.

6.

Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omgivende lyskomponenten og den diffuse lyskomponenten kombineres med den første attributten og andre attributten blir brukt til å skape normalkartet.
 10

7.

Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omgivende lyskomponenten og den diffuse lyskomponenten kombineres med den første attributten, og den første attributten blir brukt for å skape normalkartet.
 15

8.

Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter trinnene:

- 20 - å velge en tredje attributt som har sine egne topper;
- å skape et annet normalkart ved bruk av minst én av nevnte første, andre og tredje attributter, idet nevnte annet normalkart har sine egne topper;
- å konvertere nevnte annet normalkarts topper og toppene tilhørende minst én av nevnte første, andre og tredje attributter brukt til å skape nevnte annet normalkart til
- 25 en annen matrise som representerer et annet tangentrom normalkart;
- å beregne en annen diffus lyskomponent fra nevnte annet tangentrom normalkartet og den minst ene av nevnte første, andre og tredje attributter brukt til å skape nevnte annet andre normalkart; og
- å kombinere den omgivende lyskomponenten med nevnte annen diffuse
- 30 lyskomponenten og minst én av nevnte første, andre og tredje attributter for å danne et annet forbedret bilde som representerer et annet trekk ved objektet eller et annet forbedret bilde av den minst ene av nevnte første, andre og tredje attributter.

9.

35 Fremgangsmåte ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at den tredje attributten omfatter kombinasjonen av den omgivende lyskomponenten, den diffuse lyskomponenten og den minst ene av den første og andre attributten.

10.

Fremgangsmåte ifølge krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at
nevnte annet normalkart dannes ved bruk av minst én av nevnte første og andre
5 attributter, og at den tredje attributten kombineres med den omgivende lyskomponenten
og nevnte annen diffuse lyskomponent for å danne nevnte annet forbedrete bilde.

11.

Fremgangsmåte ifølge krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at
10 nevnte annet normalkart dannes ved bruk av den tredje attributten, og at den tredje
attributten kombineres med den omgivende lyskomponenten og nevnte annen diffuse
lys komponent for å danne nevnte annet forbedrete andre bilde.

12.

15 Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t
v e d at den videre omfatter trinnet å fremvise minst en del av det forbedrete bildet
til en bruker.

13.

20 Fremgangsmåte ifølge krav 12, k a r a k t e r i s e r t v e d at
det forbedrete bildet fremvises på minst en del av en av et flertall av plane overflater
som definerer en sonde.

14.

25 Fremgangsmåte ifølge krav 12, k a r a k t e r i s e r t v e d at
det forbedrete bildet fremvises i det minste delvis innenfor et flertall av plane over-
flater som definerer en sonde.

15.

30 Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den
første attributten og den andre attributten hver omfatter multiple dataverdier og tilord-
nede romlige koordinater, hvor hver dataverdi har en tredimensjonal romlig koordinat.

16.

35 Fremgangsmåte ifølge krav 15, k a r a k t e r i s e r t v e d at
normalkartet omfatter multiple perturberte normalvektorer som utledes fra tverrproduk-
tet av en vertikal komponent og en horisontal komponent for hver dataverdi.

17.

Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at et
topp- eller spissprogram blir brukt for å konvertere normalkarttoppene og toppene
5 tilhørende den minst ene av nevnte første og andre attributter brukt til å skape
normalkartet til matrisen som representerer tangentrom normalkartet.

18.

Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t
10 v e d at den diffuse lyskomponenten og den omgivende lyskomponenten hver blir
beregnet ved bruk av en registerkombinator.

19.

Fremgangsmåte ifølge krav 18, k a r a k t e r i s e r t v e d at
15 den omgivende lyskomponenten, den diffuse lyskomponenten og den minst ene av
nevnte første og andre attributter kombineres ved bruk av registerkombinatorene for å
danne det forbedrete bildet.

20.

20 Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den
første attributten og den andre attributten omfatter medisinske data.

21.

Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den
25 første attributten og den andre attributten omfatter seismiske data.

22.

Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t
v e d at den omgivende lyskomponenten er en forutbestemt konstant.

30

23.

Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den
videre omfatter trinnene:

- å beregne en speilende lyskomponent fra tangentrom normalkartet og den
35 minst ene av nevnte første og andre attributter brukt for å skape normalkartet; og

- å kombinere den speilende lyskomponenten, den omgivende lyskomponenten, den diffuse lyskomponenten og den minst ene av nevnte første og andre attributter for å danne det forbedrete bildet.

5 24.

Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter trinnene:

- å anvende en imaginær lyskilde på det forbedrete bildet;
- å fremvise en del av det forbedrete bildet til en bruker;
- 10 - interaktivt å reposisjonere minst én av den imaginære lyskilden og det fremviste forbedrete bildet i forhold til en siktlinje av det fremviste forbedrete bildet til brukeren; og
- å gjenta konverterings-, beregnings- og kombinerings trinnene i krav 1.

15 25.

Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten omfatter det ytterligere trinn:

- å fremvise minst en del av det forbedrete bildet til en bruker, idet delen av det fremviste, forbedrete bildet omfatter minst del av den første attributten og del av den
- 20 andre attributten.

26.

Fremgangsmåte ifølge krav 25, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte første og andre attributter representerer et geofysisk trekk ved objektet.

25

27.

Anvendelse av en programlagringsanordning som innehar maskinlesbare instruksjoner for utførelse av fremgangsmåten ifølge et hvilket som helst av kravene 1 – 26 når de leses av en maskin, idet nevnte instruksjoner er utførbare av en slik maskin for derved å

30 forbedre et bilde av én eller flere attributter som representer et trekk ved et objekt.

28.

Anvendelse ifølge krav 27, der maskinen har en monitor for å fremvise minst en del av det forbedrete bildet til en bruker, idet delen av det forbedrete bildet omfatter minst del

35 av den første attributten og del av den andre attributten.

29.

Transmisjonsmedium som innehar et datamaskin-datasignal omfattende et bilde som representerer et valgt trekk for et objekt, for eksempel et objekt som er i alt vesentlig ubestemmelig eller utydelig i sin naturlige omgivelse, idet objektet omfatter et flertall
5 av attributter, k a r a k t e r i s e r t v e d at bildet omfatter en attributt eller første og andre attributter valgt fra nevnte flertall av attributter, idet minst en del av bildet er synlig for en bruker.

30.

10 Transmisjonsmedium som angitt i krav 29, der bildet omfatter nevnte første og andre attributter, k a r a k t e r i s e r t v e d at delen av det synlige bildet omfatter minst del av den første attributten og del av den andre attributten.

1/5

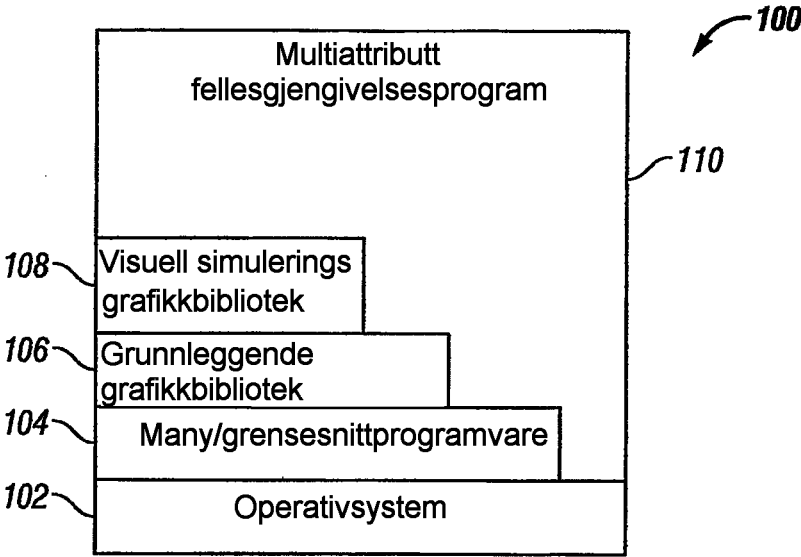


FIG. 1

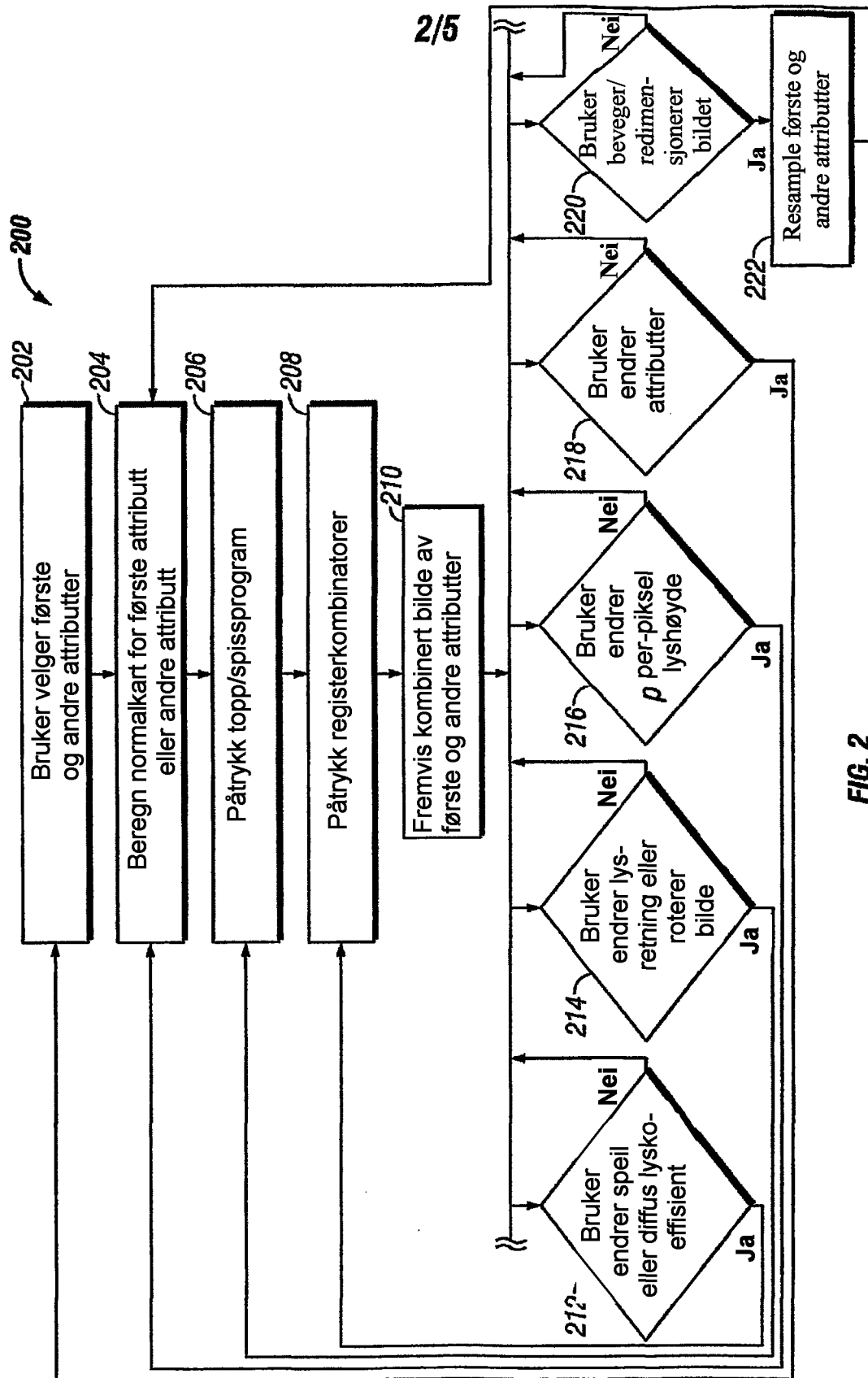
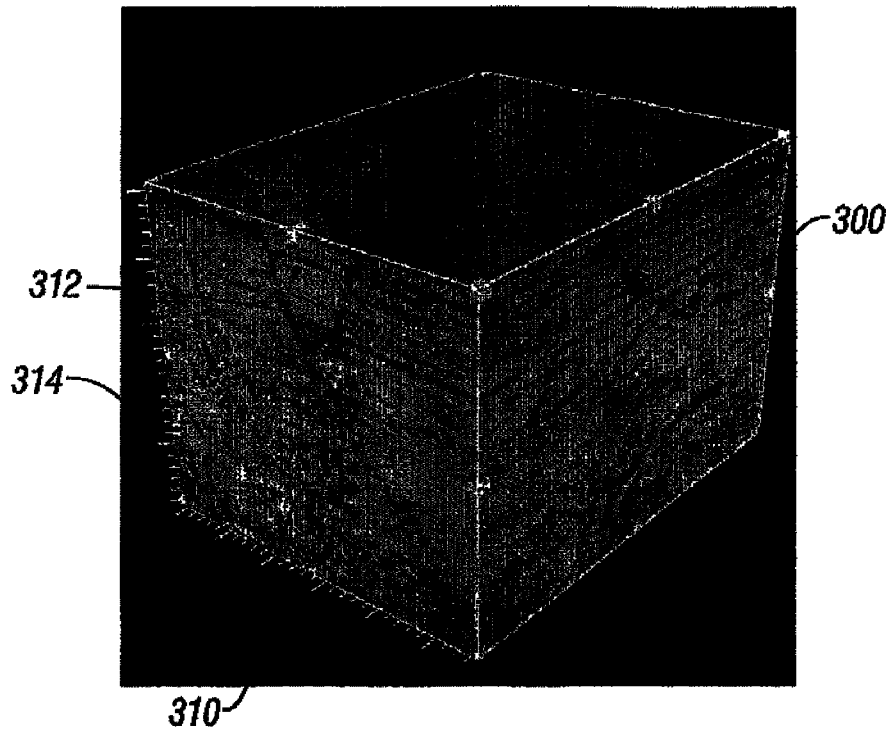
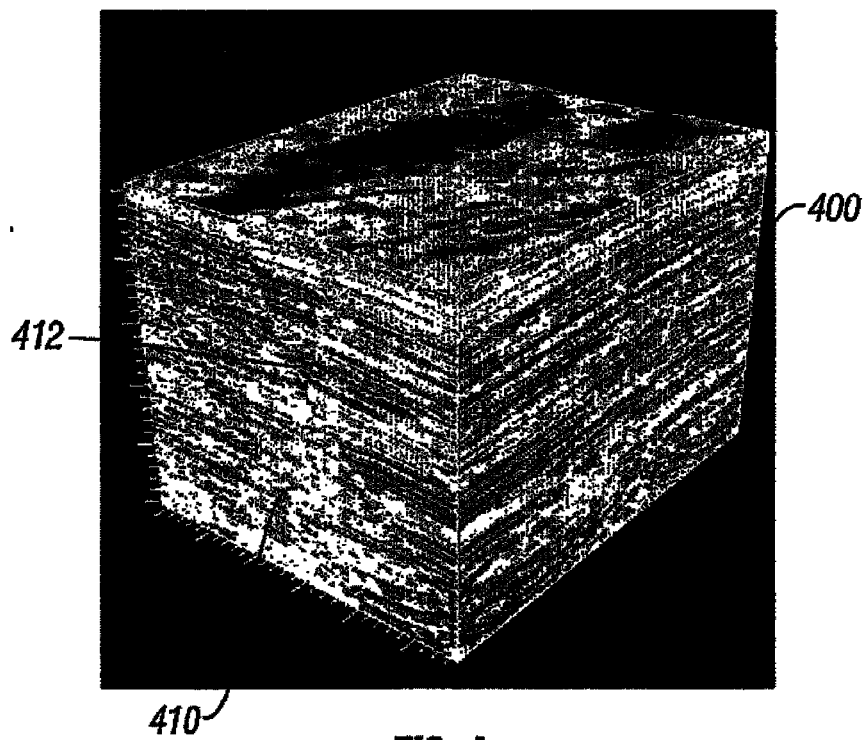
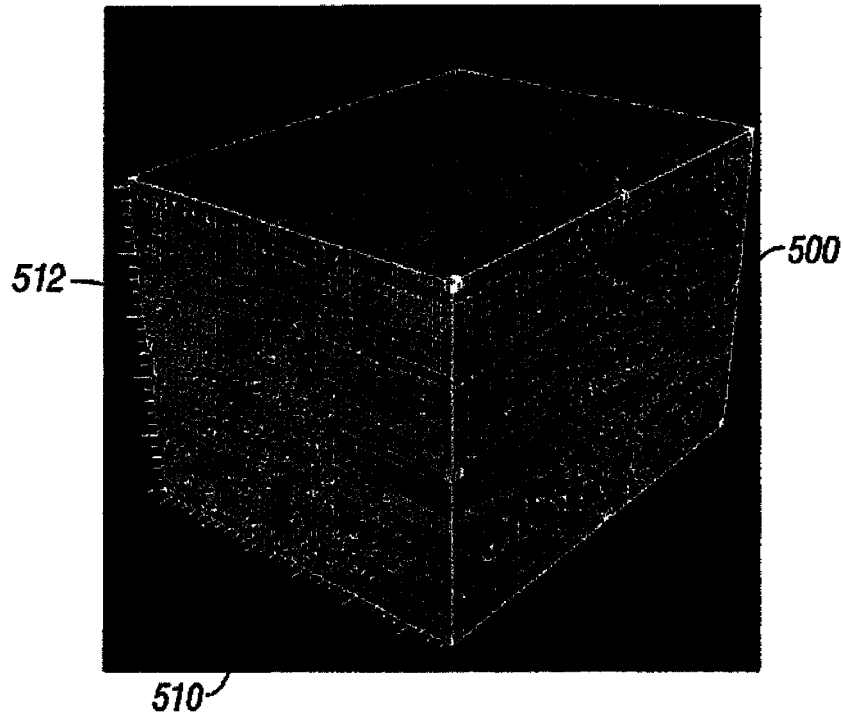
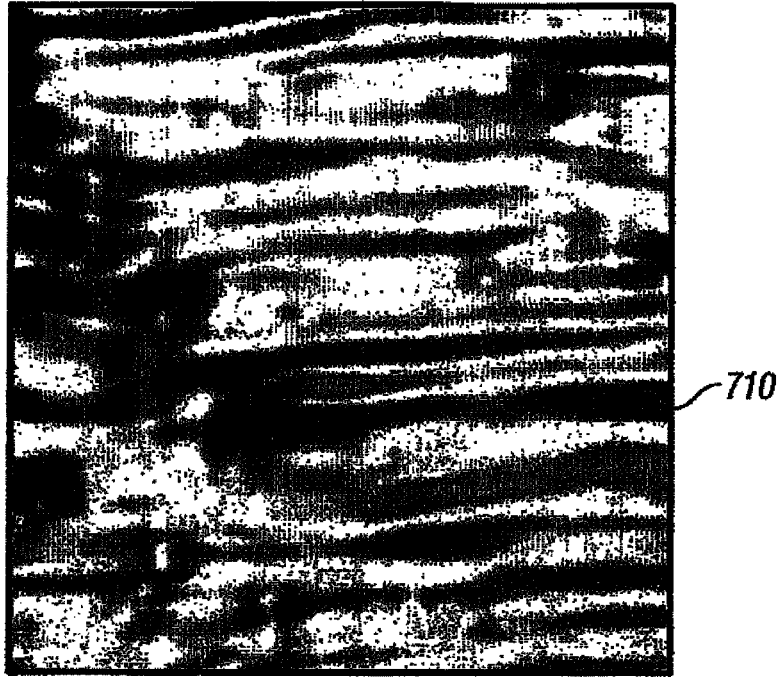
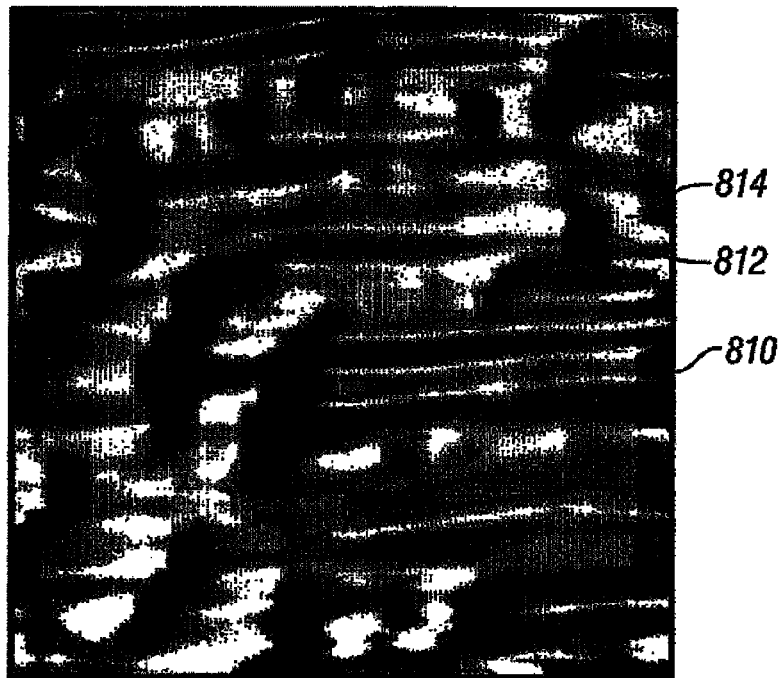


FIG. 2

3/5**FIG. 3****FIG. 4**

4/5**FIG. 5****FIG. 6**

5/5

**FIG. 7****FIG. 8**