



(12) Translation of
European patent specification

(11) NO/EP 2168057 B1

NORWAY

(19) NO
(51) Int Cl.
G06F 17/14 (2006.01)
G01V 1/28 (2006.01)
G01V 1/30 (2006.01)

Norwegian Industrial Property Office

(45) Translation Published 2020.02.03

(80) Date of The European Patent Office Publication of the Granted Patent 2019.09.18

(86) European Application Nr. 08768042.7

(86) European Filing Date 2008.06.02

(87) The European Application's Publication Date 2010.03.31

(30) Priority 2007.07.16, US, 959653 P

(84) Designated Contracting States: AT ; BE ; BG ; CH ; CY ; CZ ; DE ; DK ; EE ; ES ; FI ; FR ; GB ; GR ; HR ; HU ; IE ; IS ; IT ; LI ; LT ; LU ; LV ; MC ; MT ; NL ; NO ; PL ; PT ; RO ; SE ; SI ; SK ; TR

(73) Proprietor ExxonMobil Upstream Research Company, 22777 Springwoods Village Parkway, Spring, TX 77389, USA

(72) Inventor NEELAMANI, Ramesh, 1010 Bartlett Street, Houston, TX 77006, USA
CONVERSE, David, R., 13027 Boheme Drive, Houston, TX 77079, USA

(74) Agent or Attorney OSLO PATENTKONTOR AS, Hoffsvveien 1A, 0275 OSLO, Norge

(54) Title **GEOLOGIC FEATURES FROM CURVELET BASED SEISMIC ATTRIBUTES**

(56) References Cited: US-A1- 2007 043 458
US-A1- 2007 038 691
US-A1- 2006 190 181
CANDES ET AL.: 'Fast Discrete Curvelet Transforms', [Online] July 2005, pages 1 - 44, XP008128595 Retrieved from the Internet: <URL:http://www.curvelet.org/papers/FDCT.pdf>
HERVÉ CHAURIS: "Seismic imaging in the curvelet domain and its implications for the curvelet design", SEG/NEW ORLEANS ANNUAL MEETING, 2006, pages 2406-2408, XP002778396,
STARCK ET AL.: 'Wavelets, ridgelets and curvelets on the sphere' ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, MANUSCRIPT NO. AA3246-05, [Online] 07 November 2005, pages 1 - 17, XP008128600 Retrieved from the Internet: <URL:http://www.etis.ensea.fr/~nguyen/publi_web/aa3246-05.pdf>
CANDES E ET AL: "Fast Discrete Curvelet Transforms", INTERNET CITATION, 7 March 2005 (2005-03-07), pages 1-44, XP008128595, Retrieved from the Internet: URL:http://www.curvelet.org/papers/FDCT.pdf [retrieved on 2010-11-03]

Enclosed is a translation of the patent claims in Norwegian. Please note that as per the Norwegian Patents Acts, section 66i the patent will receive protection in Norway only as far as there is agreement between the translation and the language of the application/patent granted at the EPO. In matters concerning the validity of the patent, language of the application/patent granted at the EPO will be used as the basis for the decision. The patent documents published by the EPO are available through Espacenet (<http://worldwide.espacenet.com>) or via the search engine on our website here: <https://search.patentstyret.no/>

Krav

1. Datamaskinimplementert fremgangsmåte for å identifisere geologiske trekk i et undergrunnsområde fra geofysiske data samlet fra området, hvor fremgangsmåten omfatter:
 - 5 (a) å velge en krumningsstykketransformasjon og et tilsvarende basis-sett med elementære funksjoner, kalt krumningsstykkefunksjoner, hvor uttrykket krumningsstykketransformasjonen også inkluderer konturstykke- og overflatestykketransformasjonene;
 - (b) å transformere de geofysiske dataene til en
10 krumningsstykkerepresentasjon av dataene ved å bruke det valgte basis-settet og transformasjonen, hvor de geofysiske dataene er representert som en serieutvidelse av krumningsstykkefunksjoner hver multiplisert med en tilsvarende utvidelseskoeffisient, kalt vekt;
 - (c) å beregne de geofysiske attributtene fall, frekvens og plassering av hver
15 krumningsstykkefunksjon brukt i krumningsstykkerepresentasjonen av de geofysiske data; og
 - (d) å identifisere geologiske trekk direkte fra vektene og beregnede geofysiske attributter for krumningsstykkefunksjonene.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor en mønstergjenkjenningsalgoritme blir
20 brukt for å identifisere geologiske trekk direkte fra vektene og beregnede geofysiske attributter for krumningsstykkefunksjonene.
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor de geologiske trekk identifiseres ved å
25 benytte hovedkomponentanalyse (PCA), uavhengig komponentanalyse (ICA) eller ikke-lineær komponentanalyse (NLCA) på krumningsstykkerepresentasjonen.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 3, hvor identifisering av geologiske trekk direkte fra krumningsstykkerepresentasjonen omfatter:
 - 30 (a) å knytte forskjellige lokasjoner i dataene til forskjellige vektorer hvis oppføringer er basert på kurvrepresentasjonsvekter;
 - (b) å bruke PCA, ICA eller NLCA på de tilknyttede vektorer, og således generere komponenter; og
 - (c) å bearbeide de genererte komponentene for å identifisere en eller flere

anomale områder og assosiere de en eller flere anomale områdene med geologiske trekk.

5. Fremgangsmåte ifølge krav 4, hvor hver forskjellig datalokasjon assosieres med en vektor hvis komponenter omfatter vektorer fra
- 5 krumningsstykkerepresentasjonen av dataene for krumningsstykkeelementære funksjoner, alle frekvenser og vinkler, som ligger innenfor en spesifikk nærhet til lokasjonen.
6. Fremgangsmåte ifølge krav 4, hvor anomale områder identifiseres ved å
- 10 trekke fra dominerende PCA-, ICA- eller NLCA-komponenter fra vektorene.
7. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor de transformerte dataene er representert som:
- 15
- $$signal(x_1, \Lambda, x_m) = \text{real} \left(\sum_i weights_i \times \text{curvelet_elementary_fns}_i(x_1, \Lambda, x_m) \right)$$
- hvor vektene er utvidelseskoeffisienter som det geofysiske datasignalet utvides i en serie av krumningsstykkeelementære funksjoner.
- 20 8. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor krumningsstykkeformasjonen er en fleropløsnings-retningstransformasjon, og videre omfatter valg av frekvensringer og vinkelpartisjoner ved hver ring for krumningsstykkeformasjonen, hvilket valg er basert på hensynet til dataopløsningen.
- 25 9. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor de identifiserte geologiske trekk indikerer hydrokarbonpotensial.
10. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor krumningsstykkerepresentasjonen av de geofysiske dataene er en fremover krumningsstykkeformasjon av dataene.
- 30 11. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor krumningsstykkerepresentasjonen av de geofysiske dataene benytter et sparsomt sett med vektorer i krumningsstykkeutvidelsen.

12. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor trinnet for identifisering av geologiske trekk utføres med datamaskinalgoritme.
13. Fremgangsmåte ifølge krav 1, videre omfattende å skaffe minst ett
5 ytterligere sett med geofysiske data fra undergrunnen, og utføre trinn (a) - (c) på hvert datasett og deretter kombinere disse resultatene før trinn (d).
14. Fremgangsmåte ifølge krav 1, videre omfattende å dempe støy i dataene
ved å behandle utvidelsesvektene på krumningsstykket før attributter blir trukket
10 ut, fortrinnsvis hvor prosesseringen omfatter krymping av vektene ved hard eller myk terskel.
15. Fremgangsmåte ifølge krav 1, karakterisert ved at
krumningsstykketransformasjonen velges i det minste delvis på grunn av dens
15 retningsoppløsningsevne.