

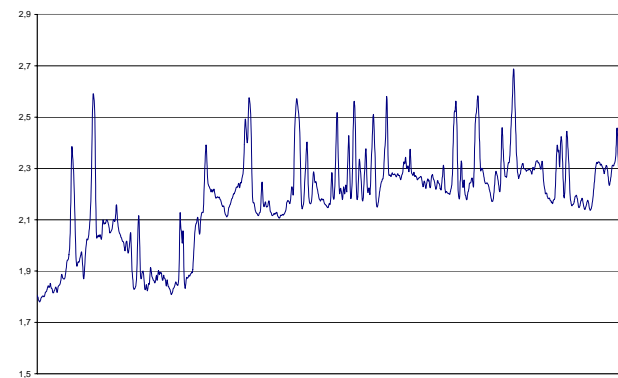


BAKGRUNN

Når det skal bores etter olje eller andre mineraler vil det være en fordel å vite noe om grunnen det skal bores i. Ved hjelp av sensorer som sitter på borestrengen skal man kunne avgjøre i hvilken litologi det blir boret. Med en litologi menes det et fast stoff som for eksempel skifer, sand eller stein. Når man vet hvilke litologier grunnen består av, vil sannsynligheten for å finne olje og mineraler bli avslørt. De målte verdiene fra sensorene blir lagret i en logg, og loggen blir sendt videre til en geolog som utfører tolkningen av denne.

Ved å utvikle en automatisk loggtolker vil tolkningen av loggene effektiviseres ved at loggene ikke trenger å sendes til en geolog. En datamaskin vil klassifisere de forskjellige litologiene ved hjelp av verdiene i loggen, og litologien blir analysert fortløpende. Dette vil føre til hurtigere avgjørelser under boringen som resulterer i tid og kostnadsbesparelse, da det koster mange tusen kroner per dag å holde en boreplattform operativ.

Et problem med å utvikle en automatisk loggtolker er at sensorene er plaget av støy, noe som gjør at verdier målt fra samme litologi varierer. Figuren viser et eksempel på hvordan data målt fra en sensor fra en litologi kan variere. Videre er det et problem at antall sensorer ikke er fast eller alltid de samme i alle loggene. Under boringen blir det målt store mengder data fra sensorene.



LØSNING

På bakgrunn av de overnevnte problemene ble det undersøkt hvilke metoder som ville egne seg best til å utvikle en loggtolker. Vi valgte å benytte en metode som bygger på normalfordeling, da en normalfordeling tillater variasjoner i verdiene som representerer en litologi. Metoden vi valgte å undersøke nærmere var Naive Bayes Classifier. Denne metoden har fordelen at den tolererer støy i datasettet samtidig som den gir en gradering av klassifiseringen. Metoden kan også trenes opp systemet inkrementelt. Det vil si at det ikke kreves at alle treningsdataene blir lest inn på en gang, og dataene kan derfor trenes opp over en lengre tidsperiode. Den benytter flere sensorer til å klassifisere litologiene som er med på å redusere feil.

Det er naturlig å tro at det eksisterer en sammenheng mellom etterfølgende målinger. Om det kan dras nytte av denne korrelasjonen for å gi økt klassifiseringsnøyaktighet ble undersøkt ved hjelp av Hidden Markov Model. Den har de samme egenskapene som Naive Bayes Classifier,

men i tillegg tar den hensyn til før og etterliggende målinger i tid / rom.

RESULTATER

Sammenlikning av én sensor med Naive Bayes Classifier

Det ble undersøkt hvor godt litologiene ble skilt ved hjelp av Naive Bayes Classifier som benytter flere sensorer. Metoden ble sammenliknet med resultatene ved å klassifisere med én enkelt sensor, og det viste seg at Naive Bayes Classifier klassifiserte bedre i tre av fire logger. Denne klassifiseringsmetoden klarte å klassifisere loggene forholdsvis bra, og en klassifiserings-sannsynlighet på 0,8285 eller høyere ble oppnådd. Se figur for klassifiseringen av de forskjellige loggene.

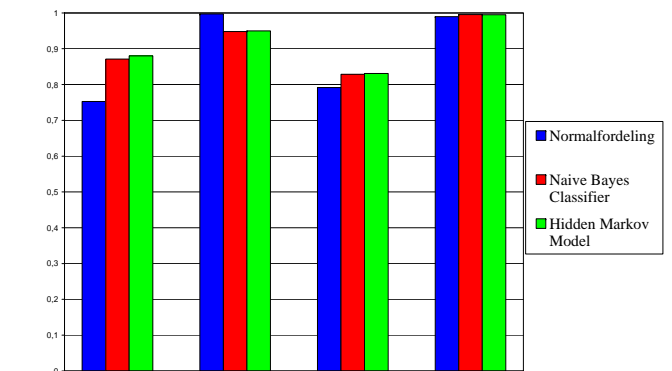
Sammenlikning av Naive Bayes Classifier og Hidden Markov Model

Sammenlikningen mellom Naive Bayes Classifier og Hidden Markov Model viste at Hidden Markov Model klassifiserte bedre i tre av de fire logger. Resultatene tyder på at det finnes en korrelasjon mellom målingene. Ved å bruke Hidden Markov Model som klassifiseringsmetode, ble en klassifiserings-sannsynlighet på 0,8312 eller høyere oppnådd i de fire loggene. Se figur klassifiseringen av de forskjellige loggene.

Optimaliseringer av klassifiseringsmetodene

En undersøkelse om det er mulig å oppnå en bedre klassifisering ved å optimalisere Naive Bayes Classifier og Hidden Markov Model ble utført. Ved å fjerne 1 % av de høyeste verdiene per sensor i litologiene, viste det seg at klassifiseringen ble like bra eller bedre i alle fire

loggene. Ut i fra et annet eksperiment fant vi ut at alle tilgjengelige sensorer bør benyttes i klassifiseringsmetodene. Etter flere undersøkelser viste det seg at verdiområdet, som kjennetegner hver litologi, forandrer seg avhengig av hvor det blir boret.



KONKLUSJON

Ut fra resultatene ser det ut til at Hidden Markov Model bør bli benyttet som klassifiseringsmetode. Alle tilgjengelige sensorer bør benyttes, og 1 % av de høyeste verdiene per sensor i litologiene bør fjernes. Systemet må trenes opp med data fra samme borehull for å oppnå høyest grad av riktig klassifisering. Om resultatene ønskes i "sanntid", vil Naive Bayes Classifier være et godt alternativ til Hidden Markov Model. Eventuelt kan Hidden Markov Model konfigurere slik at den tilnærmet klassifiserer i "sanntid" ved for eksempel å benytte kun fem etterliggende målinger.