

DESCRIEREA INVENȚIEI

SISTEM PENTRU MONITORIZAREA VARIAȚIILOR GEOMAGNETICE CAPABIL SĂ PROCESEZE VOLUME MARI DE DATE

Invenția se referă la un sistem pentru monitorizarea aproape în timp real a variațiilor geomagnetice capabil să proceseze în mod avansat volume mari de date (de tip Big Data) folosind o bază de date pentru serii de timp, cu aplicabilitate în domeniul distribuției energiei electrice și în forajul direcțional.

Este cunoscut programul INTERMAGNET care operează o rețea globală de observatoare geomagnetice și care are drept obiective colectarea datelor geomagnetice aproape în timp real (Kerridge, David. "INTERMAGNET: Worldwide near-real-time geomagnetic observatory data." Proceedings of the workshop on space weather, ESTEC, Vol. 34, 2001). Măsurarea câmpului geomagnetic este realizată la sol prin intermediul unor magnetometre ce sunt operate de către observatoare geomagnetice. Datele înregistrate de aceste observatoare sunt trimise către anumite centre specializate denumite Geomagnetic Information Nodes (GIN) unde sunt stocate și arhivate. Instrumentul magnetometru vectorial măsoară cele trei componente ale câmpului vectorial prin eșantioane luate la cel puțin 10 secunde. Este utilizat și un magnetometru scalar pentru măsurarea intensității câmpului magnetic. Aceste instrumente trebuie să aibă o rezoluție de cel puțin 0.1 nT. Eșantioanele sunt filtrate astfel încât sunt calculate valorile la fiecare minut ale câmpului magnetic. Datele preliminare sunt înregistrări neprocesate ale variației câmpului geomagnetic pe o perioadă de 1 minut, realizate cu ajutorul unui magnetometru de tip fluxgate. Aceste date sunt transmise de observator către un centru GIN și sunt disponibile într-un termen de maxim 72 de ore de la data înregistrării. Datele definitive sunt obținute în urma unor procesări ce includ combinarea înregistrărilor făcute de magnetometrul fluxgate cu măsurători auxiliare atât a vectorilor cât și a intensității câmpului magnetic pentru a corecta abaterile datorate poziției magnetometrului și deviația de la linia de bază. Observatoarele magnetice sunt recunoscute pentru producerea de înregistrări de calitate, în mod continuu și pe o durată foarte lungă de timp, astfel încât permit studiul variațiilor geomagnetice pe perioade foarte lungi de timp (de exemplu, de ordinul unui secol sau mai mult). Datele sunt transmise de către observatoarele geomagnetice către centrele GIN prin două modalități: cu ajutorul unei conexiuni prin satelit sau prin email.

Dezavantajul rețelei INTERMAGNET constă în latența crescută datorată transmiterii datelor prin email, fiind acceptate întârzieri de maxim 72 de ore.

Se știe de experimentarea unui sistem de transmitere aproape în timp real a datelor geomagnetice folosind protocolul MQTT (Bracke, Stephan, et al. "Automated observatory in Antarctica: real-time data transfer on constrained networks in practice." Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems 6.2 (2017): 285-292). Acesta utilizează un broker de mesaje implementat în baza protocolului MQTT pentru a transmite date geomagnetice de la o stație izolată aflată în Antarctica prin intermediul unei conexiuni prin satelit. Datele sunt înregistrate cu o întârziere de aproximativ 300 ms, ceea ce este comparabil cu latența conexiunii satelitare.

Dezavantajul acestui sistem constă în introducerea unei componente centrale care poate afecta gradul de fiabilitate, fiind necesare metode suplimentare pentru a asigura transmiterea datelor în situația în care broker-ul MQTT nu este accesibil.

Se cunoaște un sistem de colectare în timp real a valorilor vectoriale ale câmpului geomagnetic utilizând dispozitive mobile care sunt dotate cu un magnetometru (Nair, M. C., N. Boneh, and A. Chulliat. "CrowdMag-Crowdsourcing magnetic data." AGU Fall Meeting Abstracts. 2014.), însă acesta prezintă o limitare intrinsecă datorită acurateței scăzute a senzorilor utilizați (150 - 600 nT).

Sistemul de monitorizare a variațiilor geomagnetice capabil să proceseze volume mari de date, conform invenției, include 2 module ce permit realizarea funcțiilor principale: (1) măsurarea, procesarea primară și înregistrarea semnalului detectat de senzorii care măsoară intensitatea câmpului geomagnetic; (2) colectarea și procesarea înregistrărilor de câmp magnetic de la surse de date geomagnetice aflate în structura observatoarelor din rețeaua INTERMAGNET pentru calcularea indicilor Dst, AE și Kp; (3) vizualizarea seriilor de timp cu înregistrarea valorilor câmpului magnetic și a indicilor geomagnetici Dst, AE și Kp.

Variațiile geomagnetice sunt rezultatul unor fenomene ce se petrec în magnetosfera terestră, în care este important rolul curenților electrici de origine magnetosferică. Vântul solar, care constă din plasmă și câmpuri magnetice expulzate din Soare prezintă variații puternice care influențează forma și dimensiunea magnetosferei. Fenomene precum auroarele și variații ale câmpului magnetic al Pământului reprezintă manifestări ale interacțiunii vântului solar cu magnetosfera, observabile direct de pe suprafața Pământului. Perturbațiile geomagnetice cu diverse surse se regăsesc simplu sub denumirea de activitate geomagnetică.

Perturbațiile geomagnetice sunt importante pentru că pot afecta funcționarea unor sisteme tehnice, comerciale sau militare, respectiv pot afecta funcționarea echipamentelor electrice aflate pe suprafața Pământului.

Problema tehnică rezolvată în cadrul invenției se referă la un sistem pentru monitorizarea aproape în timp real a variațiilor geomagnetice, cu aplicabilitate în domeniul distribuției energiei electrice și a forării direcționale. Sistemul, conform invenției, include două module, a căror dezvoltare și implementare a condus la rezolvarea problemei tehnice ce face obiectul invenției: modulul monitorizare variații de câmp geomagnetic (10) și modulul vizualizare și alertare evenimente (11).

Modulul monitorizare variații de câmp geomagnetic (10) este format din componenta de înregistrare date geomagnetice (1) și componenta de transmitere date geomagnetice (2). Scopul acestui modul este de a înregistra variația câmpului geomagnetic și apoi de a transmite aproape în timp real datele colectate de la sursele de date geomagnetice asigurând procesarea avansată a unui volum mare de date (de tip Big Data). Modulul (10) este implementat în cadrul fiecărei surse de date geomagnetice care poate fi un observator geomagnetic din cadrul rețelei INTERMAGNET.

Modulul vizualizare și alertare evenimente (11) este format din componenta de recepționare date geomagnetice (3), componenta de stocare date și indici geomagnetici (4), componenta de monitorizare indici geomagnetici (5) și componenta de vizualizare și alertare evenimente (6). Scopul acestui modul este de a permite vizualizarea și alertarea în cazul perturbațiilor geomagnetice. Modulul (11) este implementat ca o structură centrală care se poate suprapune cu elementele Geomagnetic Information Nodes (GIN) din rețeaua INTERMAGNET.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- permite colectarea înregistrărilor de câmp geomagnetic aproape în timp real și stocarea, procesarea acestora în cadrul unei baze de date pentru serii de timp.
- permite vizualizarea și accesarea datelor geomagnetice atât prin intermediul unei aplicații web cât și prin intermediul unui serviciu web de tip REST.
- asigură transmiterea datelor geomagnetice de la o sursă de date la baza de date pentru serii de timp într-un mod scalabil și tolerant la defecte.

Componenta înregistrare date geomagnetice (1) realizează măsurarea, procesarea primară și înregistrarea semnalului detectat de un magnetometru vectorial și un magnetometru scalar care măsoară intensitatea câmpului geomagnetic la un interval de cel puțin o secundă (1 Hz).

Componenta de transmitere date geomagnetice (2) colectează datele geomagnetice sub forma unor serii de timp. Aceasta utilizează aplicația Redis, astfel încât înregistrările de la

fiecare sursă de date geomagnetice sunt publicate în cadrul unei structuri de date de tipul coadă de mesaje. Această structură de date este gestionată în memoria RAM, optimizând astfel performanța operațiilor de scriere și citire a datelor. Pentru redundanță, datele sunt replicate pe disc, asigurând fiabilitatea sistemului.

Componenta de recepționare date geomagnetice (3) se conectează la fiecare modul de monitorizare variații câmp geomagnetic (10) utilizând aplicația Logstash și folosește fiecare coadă de mesaje care este asociată cu o sursă de date geomagnetice pentru a prelua datele transmise de componenta (2). Aceste date sunt salvate în cadrul unei baze de date pentru serii de timp – componenta (4). Componenta (3) interoghează independent și în mod paralel fiecare modul (11) asociat cu o sursă de date geomagnetice, astfel încât se asigură scalabilitatea sistemului.

Componenta stocare date și indici geomagnetici (4) utilizează aplicația Elasticsearch pentru înregistrarea seriilor de timp cu valoarea câmpului magnetic furnizat de componenta (3), și valoarea indicilor Dst, AE, Kp furnizați de componenta (5).

Componenta monitorizare indici geomagnetici (5) colectează și procesează înregistrări de câmp geomagnetic pentru calcularea indicilor Dst, AE și Kp. Aceasta utilizează eșantioane orare ale componentei orizontale H a câmpului magnetic înregistrate și transmise de patru surse de date geomagnetice poziționate la o latitudine joasă, uniform distribuite pe longitudine pentru calcularea indicelui Dst ca medie a câmpului rezidual. Componenta (5) utilizează înregistrările de câmp geomagnetic de la un număr de 13 surse de date geomagnetice situate între 44 și 60 grade latitudine geomagnetică nordică sau sudică pentru a calcula valoarea indicilor Ks pentru fiecare observator într-un interval de 3 ore. Valoarea indicilor Ks este mediată pentru a se obține indicele Kp. Valoarea indexului AE se calculează pe baza valorilor componentei orizontale H a câmpului magnetic, cu interval de eșantionare de un 1 minut, furnizate de cel puțin 10 surse localizate la latitudini geomagnetice nordice cuprinse între 61,7 – 70 grade.

Componenta vizualizare și alertare evenimente (6) utilizează aplicația Kibana pentru a gestiona accesul datelor și indicilor geomagnetici ce au fost furnizați de componenta (4). Accesul este permis utilizatorilor autorizați prin intermediul unei aplicații web sau prin protocolul HTTP sub forma unui serviciu web de tip REST. În cadrul componentei (6) sunt definite praguri de alerta pentru indicatorii Dst, AE, Kp, respectiv: $Kp > 5$, $Dst < -250\text{nT}$, $AE > 500\text{ nT}$.

Datele cu valoarea câmpului geomagnetic înregistrată de observator sunt utilizate pentru monitorizarea variațiilor geomagnetice și ca sursă de intrare pentru modelarea câmpului magnetic al Pământului – modelul International Geomagnetic Reference Field (IGRF), folosit pe scară largă în diverse domenii precum cercetarea științifică, orientare și navigație, sonde magnetice de înaltă precizie.

Un alt domeniu de aplicare este în industria petrolieră în cadrul instrumentelor de forare cu referire magnetică pentru forarea direcțională având drept scop evitarea riscului operării în perioade cu perturbații geomagnetice. Acestea prezintă un risc pentru sistemele de distribuție și transport a energiei electrice, putând afecta funcționarea transformatoarelor electrice deoarece câmpul electric indus în Pământ poate produce un curent electric în circuitul de împământare al transformatoarelor, cu un efect distructiv.



REVENDICĂRI

Sistem pentru monitorizarea aproape în timp real a variațiilor geomagnetice capabil să proceseze volume mari de date, **caracterizat prin aceea că** include un modul de monitorizare variații câmp geomagnetic care este constituit dintr-o componentă pentru înregistrare date geomagnetice și o componentă de transmitere a datelor geomagnetice ce utilizează aplicația Redis, astfel încât înregistrările de la fiecare sursă de date geomagnetice sunt publicate în cadrul unei cozi de mesaje proprii; un modul pentru vizualizare și alertare evenimente, care este constituit dintr-o componentă pentru recepționarea datelor geomagnetice prin intermediul aplicației Logstash și înregistrarea acestora în cadrul unei baze de date pentru serii de timp, o componentă pentru stocare date și indici geomagnetici, ce utilizează aplicația Elasticsearch, o componentă de monitorizare indici geomagnetici pentru calcularea indicilor Dst, AE, Kp, și o componentă de vizualizare și alertare evenimente, ce folosește aplicația Kibana. Modulul de monitorizare variații geomagnetice este implementat în cadrul fiecărei surse de date, iar modulul de pentru vizualizare și alertare evenimente este o structură centrală.

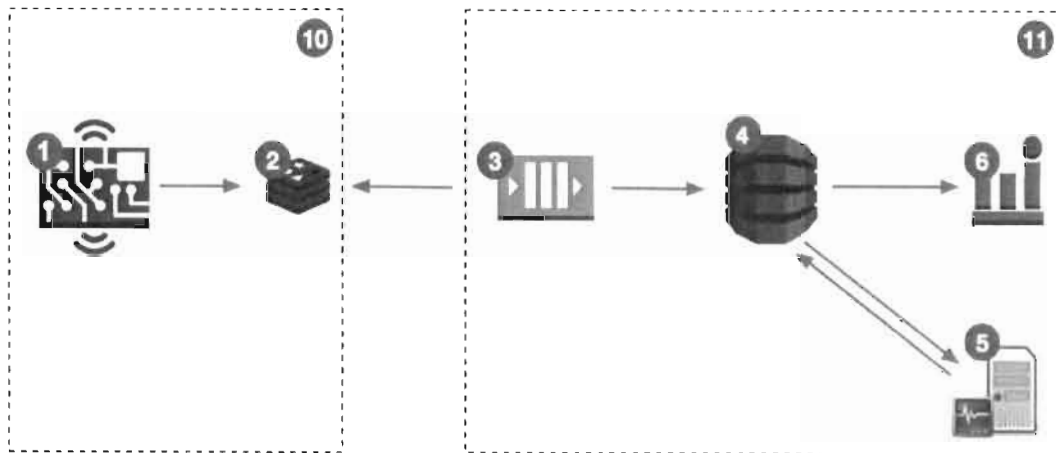


Fig. 1