

## SISTEM DE STOCARE ȘI VIZUALIZARE A DATELOR COLECTATE DE LA UN CLUSTER DE SENZORI

Alexandr SEREACOV<sup>1\*</sup>, Vladimir GHINCUL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Calculatoare Informatică și Microelectronică, Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori, drd Știința Calculatoarelor, Electronică și Comunicații, Chișinău, Moldova

<sup>2</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Calculatoare Informatică și Microelectronică, Departamentul de Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Chișinău, Moldova

\*Autorul corespondent: Alexandr Sereacov, e-mail: [seryakov.alexandr@gmail.com](mailto:seryakov.alexandr@gmail.com)

**Rezumat.** Volumul datelor generate de diferite dispozitive periferice-auxiliare este într-o creștere constantă și această tendință nu se va schimba în timpul apropiat. Pentru a prelucra, analiza și vizualiza aceste date sunt necesare niște sisteme specializate, care permit prelucrarea în timp real a unor cantități mari de date, dar și o interfață comodă pentru percepția umană. În această lucrare este descrisă implementarea unei sisteme de stocare și vizualizare datelor colectate de la un cluster de senzori.

**Cuvinte cheie:** interfața grafică, stocarea datelor, big-data

### Introducere

În ultimii ani tehnologiile în domeniul senzorilor au atins un nou nivel de dezvoltare, care a contribuit considerabil la îmbunătățirea calității vieții [1]. Astfel, senzorii au devenit elemente esențiale practic în toate domeniile de activitate cum ar fi: domeniul casnic, medicină, agricultură, industrie, domeniul militar, securitate, bioinginerie, ș.a.

Senzorii au capacitatea de a reacționa la schimbările parametrilor mediului în care se află. Aceștea își pot exercita activitatea în medii distincte precum: interiorul încăperilor, în afara acestora, medii subacvatic, subteran sau nocive.

Informațiile colectate de la senzori pot fi transmise la un sistem de monitorizare și control unde ar putea fi stocate și afișate, în vederea urmării în timp a fenomenului cercetat.

Cel mai des, monitorizarea parametrilor mediului are loc simultan de la un număr mai mare de senzori. Această mulțime mai poartă numele de cluster. Iar pentru a putea colecta datele de la acest cluster, senzorii sunt uniți într-o rețea.

Progresul tehnologic în domeniul telecomunicațiilor a dus la apariția conceptului rețelei de senzori wireless. Principalele avantaje în această abordare constă în faptul că senzorii transmit datele fără fir, pot fi poziționați pe o arie extinsă, dar și numărul maxim de senzori poate ajunge la o valoare considerabilă.[2, 3]

Numărul mare de senzori duce la creșterea volumului de date. Pentru a putea monitoriza acest volum mărit de informație este nevoie de un sistem ce poate să le accepte, să le stocheze și să le vizualizeze. Astfel de sisteme sunt foarte întrebunțate în domeniile de cercetare și control al mediului.

În acest scop se propune elaborarea unui sistem de stocare și vizualizare a datelor colectate de la un cluster de senzori, ceea ce și presupune tema lucrării de față.

Pentru realizarea scopului propus, am efectuat o analiză în care am stabilit componentele necesare funcționării sistemului. Astfel au fost definite obiectivele de bază, ce presupun: crearea bazei de date capabile să stocheze valorile colectate, proiectarea și dezvoltarea web serverului ce va dirija procesele de bază și elaborarea web clientului înzestrat cu o interfață clară și comodă de vizualizare a datelor senzorilor.

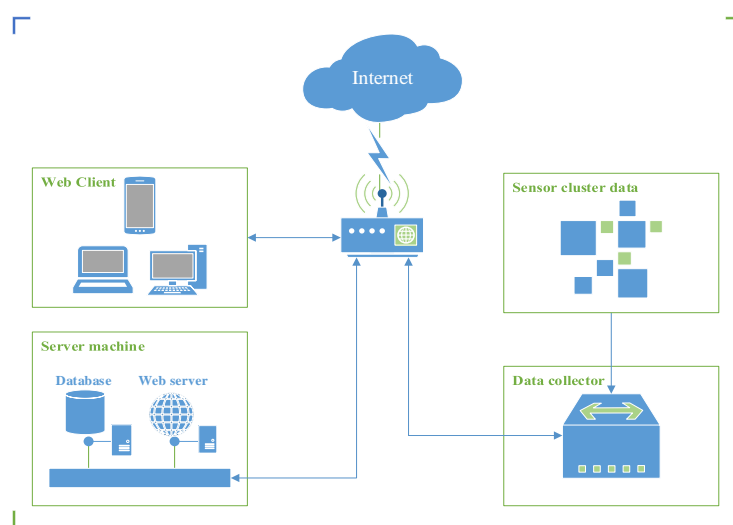
Este important de menționat că lucrarea de față face parte dintr-un sistem mai complex ce va avea funcția de colectare, procesare și vizualizare a datelor unui număr mare de senzori. Acest sistem va putea fi utilizat în scopul cercetării unor fenomene fizice, monitorizării mediilor mici și mari, chiar și celor cu pericol sporit de incendiu sau nocive.

### Proiectarea sistemului de stocare și vizualizare a datelor

Scopul de bază al acestei lucrări este proiectarea și elaborarea unui sistem capabil să primească, să analizeze și să stocheze datele colectate de la un cluster de senzori, precum și să ofere posibilitatea vizualizării tuturor acestor date.

Este clar că sistemul trebuie să îndeplinească funcția de monitorizare a datelor senzorilor. În cazul acesta sistem-sursa de date reprezintă o rețea descentralizată (un cluster) de senzori, care poate să aibă mii de noduri. Acest sistem va avea scopul colectării datelor de la setul de senzori, procesarea și transmiterea datelor către sistemul de vizualizare informației în timp real.

A fost proiectată și construită structura generală a ambelor sisteme combinate într-o structură integră precum este ilustrat în figura 1.



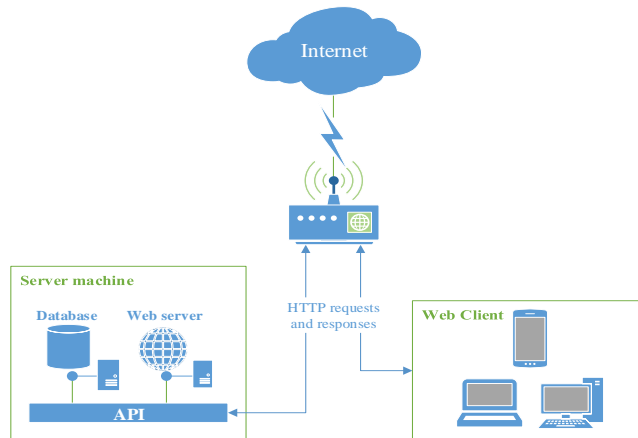
**Figura 1. Structura generală a sistemului propus**

În figura 1 este reprezentată schematic structura generală de interacțiune între toate componentele sistemului integrat, ce urmează să fie dezvoltat (luat în chengar).

Se observă că comunicarea între aceste două subsisteme are loc prin intermediul rețelei Internet. A fost aleasă această metodă de comunicare, deoarece Internetul are o mulțime de avantaje: este foarte dezvoltat, nu este limitat în distanța de conexiune și este destul de fiabil. Aceste lucruri permit ca subsistemele să se afle la orice distanță între ele, practic în orice punct al planetei.

Din cele analizate mai sus a fost stabilit că sistemul ce urmează a fi dezvoltat va reprezenta un serviciu web ce va fi capabil să primească, să stocheze și să vizualizeze datele obținute prin Internet de la alt sistem.

În figura 2 sunt reprezentate părți componente care vor face parte din sistemul propus spre realizare și anume: o bază de date, un web client și un web server. În baza de date se vor stoca datele, web clientul le va vizualiza, iar web serverul va primi datele și va dirija procesele de interacțiune dintre toate componentele sistemului.



**Figura 2. Componentele sistemului propus**

### Implementarea sistemului de reprezentare grafică a datelor

Cerința de bază față de UI (user interface) este ca acesta să poată reprezenta datele senzorilor în diferite forme: formă grafică sau în forma de tabele. Interfața grafică a utilizatorului oferă posibilitatea de filtrare a acestor date, afișarea datelor de la mai mulți senzori pe același grafic sau a fiecărui senzor pe grafice separate. Precum și să ofere posibilitate de a construi un dashboard cu mai multe panouri în care vor fi afișate datele senzorilor.

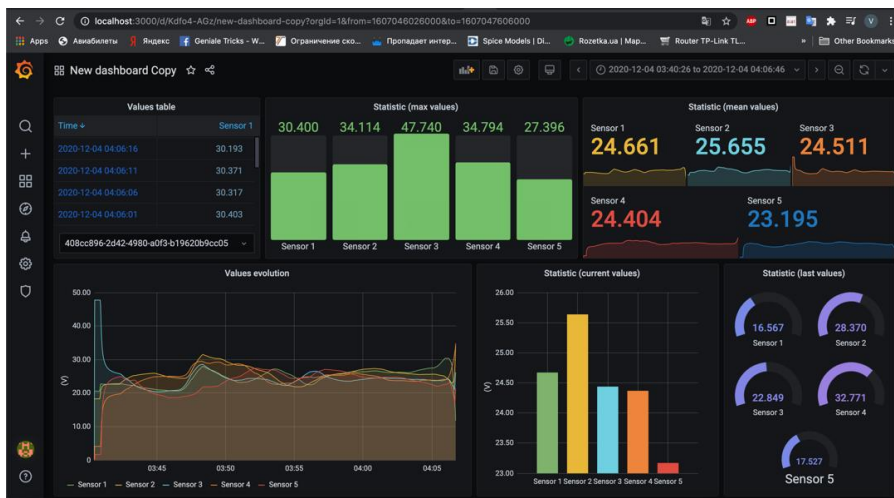
Cu scopul de a avea o interfața modulară și adaptivă sistemul este implementat pe baza unui pachet software-grafic Grafana [4].

Grafana este o platformă de analiză a valorilor. În contextul sistemului Grafana - o valoare reprezintă orice informație ce se schimbă în timp.

Grafana dispune de un set de panouri individuale aranjate pe o grilă cu un set de variabile (cum ar fi numele serverului, al aplicației și al senzorului). Aceasta ajută la analiza și monitorizarea datelor pe o perioadă de timp, ce se numește analiza seriilor temporale.

Acceptă mai multe panouri grafice: singlestat, tabel, heatmap și freetext, precum și integrarea cu pluginuri oficiale și construite de comunitate (cum ar fi harta lumii sau ceasul), dar și aplicații care ar putea fi vizualizate. Fiecare panou poate fi personalizat din punct de vedere al stilului și formatului; toate panourile ar putea fi trase, aruncate, redimensionate și rearanjate.

În cadrul acestei probleme era implementat un tablou de bord. Tabloul de bord este un loc în care este totul afișat. Panourile create sunt adăugate la tabloul de bord în unul sau mai multe rânduri – figura 3.



**Figura 3. Pagina cu panou de bord**

### Concluzii

În cadrul acestei lucrări, problema căreia i s-a oferit o importanță deosebită, a fost realizarea comunicării dintre serverul web și instrumentul de vizualizare. Prin urmare, datorită pachetului-software Grafana, am obținut o funcționalitate mai extinsă decât era planificat la prima etapă de implementare.

O etapă importantă a dezvoltării sistemului a fost procesul de testare al acestuia. Testarea a fost efectuată în mare parte utilizând instrumentul de simulare a cererilor web http. Cu ajutorul acestuia au fost create toate cererile necesare, ce au fost pe rând transmise serverului web și evaluate rezultatele procesării acestora. Pentru simularea transmiterii continue în timp real a datelor senzorilor (similar procesului din realitate) au fost generate datele a cinci senzori. În mod continuu cu intervalul de 5 secunde se transmiteau cererile de stocare în baza de date. Simultan se verifica afișarea datelor în interfața grafică și veridicitatea acestora în comparație cu tabelul din baza de date.

Proiectul elaborat, în cadrul unui sistem complex, care este înzestrat cu componenta de colectare și transmitere a datelor de la o rețea de senzori către serverul web va permite utilizarea acestuia în diferite domenii, cum ar fi: cercetarea fenomenelor fizice, controlul și monitorizarea parametrilor mediilor mici și mari, chiar și a celor cu risc sporit de incendiu.

### Mulțumiri

Autorii își exprimă recunoștința față de proiectul AMOXES: Advanced Electro-Optical Chemical Sensors (NATO SPS G5634), Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori, și conducătorului științific Domnului profesor universitar, doctor habilitat Oleg Lupan pentru ajutorul acordat în implementarea acestui proiect și pentru suportul, sprijinul și ghidarea în timpul studiilor de masterat și doctorat. This research was sponsored in part by the NATO Science for Peace and Security Programme (SPS) under grant G5634 „Advanced Electro-Optical Chemical Sensors” AMOXES.

### Referințe

1. I.M. TIGINYANU, O. LUPAN, V.V. URSAKI, L. CHOW, M. ENACHI, *Nanostructures of Metal Oxides*, In: *Comprehensive Semiconductor Science and Technology*, Elsevier, Amsterdam, 2011, p. 396-479.
2. SEREACOV, ALEXANDR “Perspectives of distributed monitoring nano-sensors based networks integration into the modern city infrastructure” In *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*, Chisinau, Moldova, March 22, 2019, ISBN 978-9975-45-588-6, pp.387-388;
3. S. SITHARAMA IYENGAR, RICHARD R. BROOKS. *Distributed Sensor Networks*. Chapman and Hall. 2016.
4. ERIC SALITURO, *Learn Grafana 7.0*, Packt Publishing, 2020