

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI
CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică
Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală**

**Admis la susținere Șef departament:
Lupan Oleg, prof. univ., dr. hab.**

”_____” _____ 2020

**Sistem de stocare și vizualizare a datelor
colectate de la un cluster de senzori**

Teză de master

Student:

**Ghincul Vladimir,
MN-191M**

Conducător:

**Lupan Oleg,
prof. univ., dr. hab.**

Chișinău, 2020

ADNOTARE

la teza de licență cu tema ”Sistem de stocare și vizualizare a datelor colectate de la un cluster de senzori”

Lucrarea cuprinde în sine 3 capitole, 39 figuri, 0 tabele, 29 surse bibliografice , și 6 anexe.

Scopul lucrării constă în proiectarea și elaborarea unui sistem capabil să perceapă și să stocheze datele provenite de la un cluster de senzori, precum și să le vizualizeze în format grafic și tabel. Sistemul trebuie să dispună de o interfață comodă și clară și să poată simultan opera cu un număr mare de date.

Domeniul de cercetare îl constituie aspectele teoretice și practice căpătate în urmă cercetării și studierii tehnologiilor necesare pentru elaborarea unui sistem software de stocare și monitorizare a datelor, precum și în urma proiectării și elaborării acestuia.

Originalitatea științifică constă în faptul că acest sistem oferă posibilitatea stocării și monitorizării simultane a datelor de la un număr mare de senzori uniți într-o rețea. Sistemul dispune de o interfață cu o funcționalitate foarte extinsă, ceia ce permite configurarea detaliată a dashboard-ului de vizualizare a datelor.

Valoarea practică constă în faptul că sistemul dat are rolul vizualizării și monitorizării simultane a datelor senzorilor ceia ce oferă posibilitatea de al utiliza în așa domenii ca: cercetarea fenomenelor fizice, controlul și monitorizarea parametrilor mediilor mici și mari, chiar și celor cu risc sporit de incendiu.

Teza cuprinde în sine:

Capitolul 1 - descrie teoretica de elaborare a sistemului și anume: stabilirea scopului și obiectivelor, formularea conceptuală a structurii și caracteristicilor sistemului ce urmează să fie dezvoltat. Cercetarea celor mai recente tehnologii destinate pentru atingerea scopului propus. Precum și stabilirea pașilor de elaborare a sistemului.

Capitolul 2 - prezintă etapa de elaborare a proiectului pe baza cercetărilor realizare și soluțiilor stabilite, precum și pe baza structurii și componentelor determinate. Aici sunt descriși detaliat pașii de dezvoltare a fiecărui component în parte, punând accent pe tehnologiile utilizate.

Capitolul 3 - conține rezultatele de bază, precum și procesul de testare al sistemului, utilizând softuri de simulare în timp real, similar cu procesul din realitate. După fiecare pas de testare sunt reprezentate rezultatele acestea.

În concluzie sunt remarcate principalele aspecte al procesului de elaborare și testare a sistemului. De asemenea sunt expuse rezultatele obținute, problemele depășite, recomandări privind viitoarea dezvoltare a proiectului. Totodată sunt propuse domeniile posibile de utilizare a sistemului.

În anexe este reprezentat în mare parte codul sursă al programului dezvoltat.

ANNOTATION

to graduation thesis with the theme “Data storage and visualization system collected from a cluster of sensors”

The thesis contains 3 chapters, 39 figures, 0 tables, 29 bibliographic sources and 6 annexes.

The purpose of the article is to design and develop a system that can perceive and store data from a cluster of sensors, as well as view them in graphical and tabular format. The system should have a convenient and intuitive interface and be able to simultaneously work with a large amount of data.

The research field contains the theoretical and practical aspects obtained as a result of research and study of technologies necessary for the development of a software system for storing and monitoring data, as well as subsequent design and development.

The scientific originality lies in the fact that this system offers the ability to simultaneously store and monitor data from a large number of sensors connected to the network. The system has an interface with very extensive functionality that allows you to customize the information visualization panel in detail.

The practical value lies in the fact that this system plays the role of simultaneous visualization and monitoring of sensor data, which makes it possible to use it in such areas as: research of physical phenomena, control and monitoring of small and large environmental parameters, even with a high fire hazard.

The thesis contains:

The first chapter - describes the theory of system development, namely: definition of goals and objectives, conceptual formulation of the structure and characteristics of the system to be developed. Researching the latest technologies aimed at achieving this goal. And also the establishment of steps for the development of the system.

The second chapter - introduces the design phase of a project based on research and established solutions, and based on a defined structure and components. It details the development steps for each component, focusing on the technologies used.

The third chapter - contains the main results as well as the process of testing the system using real-time simulation software, similar to the actual process. These results are displayed after each test step.

In conclusion, the main aspects of the system development and testing process are noted. Also presented are the results obtained, problems overcome, recommendations for the further development of the project. At the same time, possible areas of use of the system are suggested.

In annexes mostly represented the source code of the developed program.

Cuprins

INTRODUCERE	3
1. FORMULAREA SCOPULUI ȘI STUDIUL PE BAZA ACESTUIA	5
1.1. Analiza temei, formularea scopului și obiectivelor	5
1.2. Studierea conceptului de server	7
1.2.1 Ce este un server	7
1.2.2 Principiul de funcționare a unui server	8
1.2.3 Tipuri de servere.....	8
1.2.4 Structuri de server	10
1.2.5 Exemple de sisteme de operare server	11
1.3. Analiza tehnologiei RAID	12
1.3.1 Noțiunea conceptului RAID.....	13
1.3.2 Tipuri de abordări RAID	13
1.4. Sistemul de baze de date PostgreSQL	17
1.4.1 Caracteristicile cheie ale PostgreSQL.....	18
1.4.2 Instrumentul de gestionare a bazei de date pgAdmin.....	19
1.5. Familiarizarea cu tehnologia ASP.NET Core	19
1.6. Arhitectura „Clean Architecture”	20
1.6.1 Conceptul de bază.....	21
1.6.2 Regula dependenței.....	22
1.6.3 Nivelul Entități (Entities)	22
1.6.4 Nivelul Cazuri de utilizare (Use Cases)	22
1.6.5 Nivelul Adaptoare de interfață și controlere (Presenters, Controllers)	23
1.6.6 Nivelul Cadre și drivere (Devices, Web, UI, DB, etc.).....	23
1.6.7 Doar patru cercuri?	23
1.6.8 Trecerea granițelor	24
1.6.9 Ce date traversează granițele	24
1.7. Instrumentul de vizualizare a datelor Grafana	24
2. ELABORAREA SISTEMULUI	29
2.1. Implementarea componentei Data Layer	30
2.1.1 Crearea bazei de date	30
2.1.2 Crearea tabelii cu datele senzorilor.....	30
2.2. Implementarea componentei Application Layer	32
2.2.1 Elaborarea codului	35
2.3. Implementarea componentei Presentation Layer	42

3. REZULTATELE ȘI TESTAREA SISTEMULUI	45
3.1. Analiza structurii proiectului obținut.....	45
3.2. Testarea gestionării datelor senzorilor	48
3.3. Testarea cererilor de comunicare cu Grafana	51
3.4. Testarea vizualizării datelor în Grafana	53
CONCLUZII.....	57
BIBLIOGRAFIE	59
ANEXE.....	62
Anexa 1: Modelul obiectului de tip SensorData	62
Anexa 2: Clasa de acces la baza de date PostgreSQL.....	62
Anexa 3: Clasa de acces la tabela cu datele senzorilor.....	63
Anexa 4: Controlerul de dirijare a datelor senzorilor	64
Anexa 5: Modelele de lucru cu Grafana.....	67
Anexa 6: Controlerul de lucru cu Grafana	71

INTRODUCERE

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

Senzorii au capacitatea de a reacționa la schimbările parametrilor mediului în care se află. Ei își pot exercita activitatea în medii distincte precum: interiorul încăperilor, în afara acestora, mediul subacvatic, subteran sau în medii 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, și numărul maxim de senzori poate ajunge la o valoare considerabilă.

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

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

Pentru realizarea scopului propus sa făcut o analiză în care sau 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.

Pentru a atesta actualitatea sistemului sau cercetat cele mai noi tehnologii din domeniul de față. Din aceste tehnologii sau selectat cele mai potrivite, apoi sau studiat specificațiile acestora. Pe baza soluțiilor alese sa elaborat structura generală a sistemului. Ținând cont de structura elaborată sau stabilit pașii de dezvoltare a fiecărui component, în dependență de care sa realizat proiectul.

Este important de menționat că proiectul 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.

BIBLIOGRAFIE

1. WeboPedia, VANGIE BEAL, Server Definition & Meaning, [citat 10.09.2020]. Disponibil: <https://www.webopedia.com/TERM/S/server.html>
2. Paessler, IT Explained: Server, [citat 10.09.2020]. Disponibil: <https://www.paessler.com/it-explained/server>
3. Computer Hope, Server, 08/02/2020, [citat 10.09.2020]. Disponibil: <https://www.computerhope.com/jargon/s/server.htm>
4. Lifewire, BRADLEY MITCHEN, What Is a Server?, 24 iunie 2020. [citat 10.09.2020]. Disponibil: <https://www.lifewire.com/servers-in-computer-networking-817380>
5. ElectronicDesign, DARYL MILLER, In the Beginning: The History and Evolution of Device Servers 18 august 2010. [citat 10.09.2020]. Disponibil: <https://www.electronicdesign.com/technologies/embedded-revolution/article/21791752/in-the-beginning-the-history-and-evolution-of-device-servers>
6. 1&1 Digital Guide, Server operating systems: a history and overview, 29 noiembrie 2016. [citat 10.09.2020]. Disponibil: <https://www.ionos.com/digitalguide/server/know-how/server-operating-systems-a-history-and-overview/>
7. 1&1 Digital Guide, What is a server? One term, two definitions, 15 septembrie 2020. [citat 18.09.2020]. Disponibil: <https://www.ionos.com/digitalguide/server/know-how/what-is-a-server-one-term-two-definitions/>
8. 1&1 Digital Guide, A comparison of different servers, 10 iunie 2020. [citat 18.09.2020]. Disponibil: <https://www.ionos.com/digitalguide/server/know-how/a-comparison-of-different-servers/>
9. SAMIKSHA S, Computers: Micro, Mini, Mainframes and Supercomputers. [citat 18.09.2020]. Disponibil: <https://www.yourarticlelibrary.com/information-technology/computers-micro-mini-mainframes-and-supercomputers-820-words/10318>
10. JOHN HURLEY, What is Server Consolidation and Why Should You Do It?, 25 august 2020. [citat 18.09.2020]. Disponibil: <https://www.smartfile.com/blog/what-is-server-consolidation-and-why-should-you-do-it/>
11. RS-TECH, 4 Common Types of Server Operating Systems, 14 august 2020. [citat 18.09.2020]. Disponibil: <https://blog.router-switch.com/2020/08/4-common-types-of-server-operating-systems/>
12. Wikipedia, RAID, [citat 18.09.2020]. Disponibil: <https://en.wikipedia.org/wiki/RAID#:~:text=The%20term%20%22RAID%22%20was%20invented,o%20California%2C%20Berkeley%20in%201987.&text=Around%201988%2C%20the%20Thinking%20Machines,an%20array%20of%20disk%20drives>.

13. SteadFast, (Almost) Everything You Need to Know About RAID, 26 mai 2020. [citat 18.09.2020]. Disponibil: <https://www.steadfast.net/blog/almost-everything-you-need-know-about-raid>
14. Boolean World, ANIRBAN DAS, RAID levels 0, 1, 4, 5, 6, 10 explained. [citat 24.09.2020]. Disponibil: <https://www.booleanworld.com/raid-levels-explained/>
15. Tutorialspoint, PostgreSQL - Overview. [citat 24.09.2020]. Disponibil: [https://www.tutorialspoint.com/postgresql/postgresql_overview.htm#:~:text=PostgreSQL%20\(pronounced%20as%20post%2Dgress,is%20available%20free%20of%20charge.](https://www.tutorialspoint.com/postgresql/postgresql_overview.htm#:~:text=PostgreSQL%20(pronounced%20as%20post%2Dgress,is%20available%20free%20of%20charge.)
16. PostgreSQL Global Development Group, PostgreSQL Documentation, 12 noiembrie 2020. [citat 24.09.2020]. Disponibil: <https://www.postgresql.org/docs/13/index.html>
17. pgAdmin Global Development Group, pgAdmin Documentation, 10 decembrie 2020. [citat 24.09.2020]. Disponibil: <https://www.pgadmin.org/docs/pgadmin4/4.29/index.html>
18. ASP.NET Core Global Development Group, ASP.NET Core Documentation. [citat 24.09.2020]. Disponibil: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/?view=aspnetcore-5.0>
19. Metanit, Введение в ASP.NET Core, 12 decembrie 2019. [citat 24.09.2020]. Disponibil: <https://metanit.com/sharp/aspnet5/1.1.php>
20. KENNETH YAMIKANI FUKIZI, JASON DE OLIVEIRA, MICHEL BRUCHET, Learn ASP.NET Core 3 Second Edition. Birmingham- Mumbai 2017-2019, ISBN 978-1-78961-013-0
21. Clean Code Blog, ROBERT C. MARTIN, The Clean Architecture. 13 august 2012. [citat 24.09.2020]. Disponibil: <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html>
22. Medium, NISHAN CHATHURANGA WICKRAMARATHNA, The Clean Architecture. martie 2012. [citat 24.09.2020]. Disponibil: <https://medium.com/@nishancw/clean-architecture-net-core-part-1-introduction-e70e1c49ef6>
23. Grafana Global Development Group, Grafana Documentation. august 2020. [citat 24.09.2020]. Disponibil: <https://grafana.com/docs/grafana/latest/>
24. Aspiresoftware, HARSHAL PATIL, Introduction to Grafana. 16 ianuarie 2012. [citat 24.09.2020]. Disponibil: <https://aspiresoftware.in/blog/introduction-to-grafana/>
25. PostgreSQL Global Development Group, The SQL Language, 12 noiembrie 2020. [citat 04.12.2020]. Disponibil: <https://www.postgresql.org/docs/9.3/sql.html>
26. Microsoft Global Development Group, Visual Studio product family documentation. [citat 04.12.2020]. Disponibil: <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/?view=vs-2019>
27. Javascript Global Development Group, Introducing JSON. [citat 04.12.2020]. Disponibil: <https://www.json.org/json-en.html>

28. Grafana Global Development Group, Simple JSON Datasource. august 2020. [citat 04.12.2020]. Disponibil: <https://grafana.com/grafana/plugins/grafana-simple-json-datasource>
29. OKTAY, How to use JSON data in Grafana with C# Webapi Backend. februarie 2019. [citat 04.12.2020]. Disponibil: <http://www.devgi.com/2019/02/how-to-use-json-data-in-grafana-with-c.html>