

MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică

Departamentul Ingineria Software și Automatică

Admis la susținere

Șef departament:

Ion Fiodorov conf. univ. dr. în informatică

„_____” _____ 2021

**TEHNOLOGIA CLOUD-COMPUTING ȘI STRATEGII DE
MIGRARE ÎN CLOUD AL APLICAȚIILOR DUPĂ
MODELUL DE ARHITECTURĂ A MICROSERVICIILOR**

Teză de master

Student:

Pescari Vlad

Conducător:

Peca Ludmila,

Lector universitar

Chișinău 2021

ADNOTARE

la teza de master cu tema Tehnologia Cloud-Computing și strategii de migrare în cloud al aplicațiilor după
modelul de arhitectură a

microserviciilor a studentului

gr. TIA-191M, programul „Tehnologii Informaționale în Afaceri”,

Pescari Vlad

Teza de master are la bază următoarea structură de redare:

- Introducere;
- Analiza conceptului de Cloud-Computing;
- Tehnologii utilizate la elaborarea arhitecturii Cloud;
- Comparație și analiză financiară;
- Evaluarea aplicațiilor monlite și analiza maturității aplicațiilor pentru migrare în Cloud;
- Studiul de caz;
- Bibliografie.

Cuvintele cheie: Cloud-Computing, Amazon AWS, programare, baze de date, containere, virtualizare, DevOps.

Cloud Computing se prezintă ca o soluție de business la provocările societății moderne, cunoscând în ultimele două decenii o dezvoltare rapidă, soluțiile oferite au captat atât interesul specialiștilor din domeniul IT, dar și a numeroase altor persoane din diferite domenii de activitate. Avantajele oferite de către tehnologia Cloud Computing sunt propuse în forma unor servicii în industria IT, de care beneficiarii se beneficiază la momentul, în forma, în cantitatea și la calitatea de care aceștia au nevoie, independent de locația geografică a utilizatorului sau a furnizorului de servicii Cloud. Lucrarea este structurată în 8 capitole, conținând 61 de pagini care cuprind 40 de figuri, 6 tabele și 33 de referințe bibliografice.

Obiectivul general al lucrării vizează evidențierea conceptelor pentru integrarea serviciilor software de tip Cloud Computing în organizațiile mici și mijlocii, adoptarea unei soluții viabile de arhitectură pentru folosirea serviciilor în Cloud, identificarea tehnologiilor actuale și riscurilor pentru integrarea conceptelor definite. Lucrarea include informații despre detaliile tehnice necesare pentru orientarea tehnologică și metode folosite în implementarea arhitecturii și infrastructurii în Cloud Computing.

Capitolul 1 prezintă introducerea în domeniu, prin evidențierea importanței utilizării

tehnologiilor noi de tip Cloud Computing și importanța acestora în modelul de business al organizațiilor moderne.

Capitolul 2 realizează o introducere în importanța securității cibernetice și beneficiile principale prin evidențierea modelelor folosite în implementarea Cloud-ului, arhitectura care stă la baza Cloud, dar și caracteristicile care asigură utilizarea de servicii Cloud.

Capitolul 3, a definit arhitectura și componentele principale ce fac parte Cloud Computing. S-au analizat conceptele precum funcționarea în baza microserviciilor și diferențele principale între containere și mașini virtuale.

Capitolul 4, s-a efectuat o comparație și o analiză de cost pentru cei mai mari furnizori de servicii Cloud Computing.

Capitolul 5 este o analiză și comparație între aplicațiile Monolite și Cloud Computing, se prezintă etapele principale pentru organizații pentru determinarea candidatului pentru migrare pe platforma Cloud. La fel, s-a propus și s-a realizat o metodă de evaluare a aplicațiilor de tip legacy în vederea transformării și migrării lor în Cloud.

Capitolul 6 este un studiu de caz unde s-au aplicat instrumentele necesare pentru identificarea și evaluarea maturității unei aplicații pentru migrarea în Cloud.

În capitolul 7 se prezintă ciclul de viață al aplicațiilor software și se evidențiază necesitatea utilizării metodologiei DevOps în procesul de dezvoltare al aplicațiilor software folosind un model de colaborare între departamentele organizației. Prin folosirea metodologiei DevOps se urmărește automatizarea procesului de dezvoltare și de publicare a codului software în mediile de producție de tip Cloud.

Capitolul 8 concentrează soluții tehnologice prin implementarea serviciilor de Cloud furnizate de Amazon AWS, prin integrarea de mecanisme avansate în vederea implementării soluției propuse, se prezintă publicarea și configurarea unei rețele private în Cloud și publicarea unei baze de date conectată cu o instanță.

În capitolul 9 sunt prezentate concluziile generale ale acestei teze, au fost diseminate rezultatele cercetării efectuate pe parcursul anilor de studiu.

ANNOTATION

to the master thesis with the topic **Cloud-Computing Technology, implementing strategies and adapting applications in microservices architecture**

of the student gr. TIA-191M, "Information Technology in Business" program,

Pescari Vlad

The master's thesis has the following basis of the rendering structure:

- Introduction;
- Analysis of the Cloud-Computing concept;
- Technologies use the elaboration of the Cloud architecture;
- Comparison and financial analysis;
- Evaluating monolith applications and analysing the maturity of applications for the potential migration to the Cloud;
- Case study;
- References.

Keywords: Cloud-Computing, Amazon AWS, programming, databases, containers, virtualization, DevOps.

Cloud Computing is a known business solution to the challenges of the modern society, experiencing a rapid development in the last two decades, the solutions offered have captured the interest of IT specialists, but also of many other people in from various industries. The advantages offered by Cloud Computing technology are offered in the form of services in the IT industry, which results in the end user being able access them in any form at the time, form, quantity and in the quality required, regardless of the geographical location of the user or service provider.

The thesis is structured in 8 chapters, containing 61 pages, 40 figures, 6 tables and 33 bibliographic references.

The general objective of the thesis is to highlight the concepts for integrating Cloud Computing software services in small and medium organizations, adopting a viable architectural solution for using Cloud services, identifying current technologies and risks for integrating the defined concepts.

The paper includes information on the technical details required for guidance in applying the technology and methods used in the implementation of architecture and infrastructure in Cloud Computing.

Chapter 1 presents the introduction to the field, highlighting the importance of use new technologies such as Cloud Computing and their importance in the business model of modern organizations.

Chapter 2 provides an introduction to the importance of cybersecurity and the main benefits by highlighting the models used in the implementation of the Cloud, the architecture that it is based on Cloud, but also the features that ensure the use of Cloud services.

Chapter 3 has defined the architecture and main components that are part of Cloud Computing. Concepts such as the operation of microservices and the main differences between containers and virtual machines were analysed.

Chapter 4, a comparison and cost analysis has been conducted for the largest cloud computing service providers.

Chapter 5 is an analysis and comparison between Monolith and Cloud Computing applications, emphasizing the main steps for organizations to determine the right candidate for Cloud platform migration.

Chapter 6 presents a case study while describing several tools for identification and assessment of the maturity of an application for cloud migration.

Chapter 7 presents the life cycle of software applications and highlights the need to use the DevOps methodology in the software application development process using a model of collaboration between the departments of the organization.

Chapter 8 focuses on technological solutions by implementing the Cloud services provided by Amazon AWS service provider, by implementing advanced mechanisms to achieve the proposed solution, initially configuring a private network in the Cloud, then the practical deployment of a database connected to an instance.

Chapter 9 presents the general conclusions of this thesis, the results of the research carried out during the study years were disseminated.

Contents

1. Cloud computing – a digital transformation.....	1
1.1. Cloud deployment models	2
1.2 Cloud Delivery Models.....	4
2. Cloud-Computing Security.....	7
3. Service based architecture.....	8
3.1 Virtualization	9
3.2 Containers.....	9
3.3 Microservices.....	10
3.4 Web communication – REST API.....	11
4. Cost Analysis.....	13
4.1 Monolith and Cloud Native applications.....	19
4.2 AWS Ecosystem for Microservices	21
5. Cloud migration strategy	23
5.1 Assessing monolith application maturity for cloud migration	24
5.2 Migrating to the cloud.....	26
6. Case Study	26
7. Automating the process of integrating Cloud Computing services – DevOps operations.....	30
7.1 Life cycle management in software development	30
7.2 Software development models	31
7.3 DevOps for Cloud Computing.....	31
7.3 DevOps iterative process.....	33
7.4 GitHub	35
8. Case Study – Instances, databases configuration and deployment with Amazon Web Services.....	36
8.1 Deploying an instance with Elastic Beanstalk.....	37
8.2 Manual configuration and Deployment of an Instance.....	38
8.1 Local React project with GitHub repository deployed to the AWS Amplify..	44
9. Conclusion	48
References:	51

References:

1. Burns, James. *Why Working on Monoliths is Bad for Your Career* [online]. 2016 - Available: <https://lightstep.com/blog/why-working-on-monoliths-is-bad-for-your-career/>
2. Perry, Yifat. *Google Cloud Pricing vs AWS: A Fair Comparison?* [online]. 2021 – Available: <https://cloud.netapp.com/blog/google-cloud-pricing-vs-aws-a-fair-comparison-gcp-aws-cvo-blg>
3. Basu, Satrajit *Microservices on AWS Fargate* [online]. 2018 – Available: <https://dzone.com/articles/microservices-on-aws-fargate>
4. Hackett, Sean. *The Transformative Impact of the Cloud. 451 Research* [online]. 2016 Available - https://cdn.govexec.com/media/451_report.pdf
5. RightScale. *State of the Cloud Report*. [online]. 2017 – Available: <https://www.rightscale.com/blog/cloud-industry-insights/cloud-computing-trends-2017-state-cloud-survey#cloud-workloads>
6. Mell, P., Grance T. *The NIST Definition of Cloud Computing*. Special Publication, Gaithersburg [online]. 2011 – Available: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>
7. Microsoft. *Introduction to native cloud based applications* [online]. 2021 – Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/cloud-native/introduction>
8. Attaran, Mohsen, Woods Jeremy. *Cloud computing technology: improving small business performance using the Internet*. 2018. Journal of Small Business & Entrepreneurship, ISBN: 08276331.2018.1466850
9. Matsumoto, Ryutaroh. *SaaS Does Not Necessarily Equal Cloud* [online]. 2012 Available: <http://www.rickmatsumoto.com/saas-does-not-necessarily-equal-cloud/>
10. Cloudflare. *Function as a Service* [online]. 2021 – Available: <https://www.cloudflare.com/learning/serverless/glossary/function-as-a-service-faas/>
11. McAfee. *Security Awareness* [online]. 2021 – Available: <https://www.mcafee.com/enterprise/en-us/security-awareness/cloud.html>
12. BMC. *SaaS vs PaaS vs IaaS* [online]. 2021 – Available: <https://www.bmc.com/blogs/saas-vs-paas-vs-iaas-whats-the-difference-and-how-to-choose/>
13. Statista. *Biggest Security Cloud Concerns in 2020* [online] 2020 – Available: <https://www.statista.com/statistics/1172265/biggest-cloud-security-concerns-in-2020/>
14. Backblaze. *VM vs Containers* [online]. 2018 – Available: <https://www.backblaze.com/blog/vm-vs-containers/>
15. Statista. *Worldwide Cloud IT Infrastructure Market Spending* [online]. 2021 – Available: <https://www.statista.com/statistics/503686/worldwide-cloud-it-infrastructure-market-spending/>
16. European Commission. *Cloud Computing Statistics* [online]. 2020 – Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Cloud_computing_statistics_on_the_use_by_enterprises

17. Richardson Chris. *Microservice patterns: With examples in Java*. 2019, Manning Publications, New York, ISBN: 9781617294549
18. Saquib Rizwan. *An introduction to RESTful APIs* [online]. 2017 – Available: <https://dzone.com/articles/an-introduction-to-restful-apis>
19. Business Insider. *What is OneDrive* [online]. 2020 – Available: <https://www.businessinsider.com/what-is-onedrive>
20. Amazon. *AWS Concepts* [online]. 2021 – Available: <https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/concepts.html>
21. Codecademy. *What is REST* [online]. 2021 – Available: <https://www.codecademy.com/articles/what-is-rest>
22. Redhat. *What is REST API* [online]. 2021 – Available: : <https://www.redhat.com/en/topics/api/what-is-a-rest-api>
23. Wu David, Rick Farmer, Rahul Jain *Cloud Foundry For Developers*. 2017. Birmingham, United Kingdom : Packt Publishing ISBN: 1788391446.
24. Plu Clémence. *Understanding the DevOps Process* [online]. 2019 – Available: <https://www.padok.fr/en/blog/devops-process>
25. Veritis, *DevOps Implementation* [online]. 2021 – Available: <https://www.veritis.com/solutions/devops/implementation-strategy-tools-collaboration/>
26. Di Donato Francesco. *Git & GitHub made simple - Branching and PR* [online]. 2020 – Available: <https://dev.to/didof/git-github-made-simple-branching-and-pr-3719/>
27. Nginx. *What is Nginx* [online]. 2021 – Available: <https://www.nginx.com/resources/wiki/>
28. Cloudflare. *What is a VPC?* [online]. 2021 – Available: <https://www.cloudflare.com/en-gb/learning/cloud/what-is-a-virtual-private-cloud/>
29. Brandon John. *Using AWS for Application Deployment* [online]. 2020 – Disponibil: <https://www.techradar.com/uk/news/what-is-aws-elastic-beanstalk>
30. Keycdn, *What is CIDR?* [online]. 2018 – Available: <https://www.keycdn.com/support/what-is-cidr#:~:text=CIDR%2C%20which%20stands%20for%20Classless,the%20growth%20of%20routing%20tables.>
31. Amazon. *AWS and Subnets* [online]. 2021 – Available: https://docs.aws.amazon.com/vpc/latest/userguide/VPC_Subnets.html
32. Amazon. 2021 “Security Groups for Linux Instances” [online]. 2021 – Available: <https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/ec2-security-groups.html>
33. Aaron Cois. *Continuous Integration in DevOps* [online]. 2015 – Available: <https://insights.sei.cmu.edu/blog/continuous-integration-in-devops/>