

Raport final de activitate

Perioada implementare:

01.04.2020-31.03.2023

Proiectul cu titlul:

**Procesarea Distribuita a Fluxurilor de Date in Sistem FOG si
EDGE via Calcul cu Trans-Precizie**

Acronim:

DIPET

Identificare:

Contract de finanțare nr. 124/01/04.2020

Contractor: Universitatea de Vest din Timișoara (UVT)

Cod: ERANET-CHISTERA3-DIPET

Etapă 1: 1 Aprilie – 30 Octombrie 2020

Nume etapă: Cazuri de utilizare și metrice

Director proiect:

Prof. Dr. Dana Petcu (PI)

Autori ai raportului și membrii ai proiectului:

Lect. Dr. Gabriel Iuhasz (Co-PI)

Dr. Silviu Panica

Lect. Dr. Marian Neagul

Asist.cercetare Alexandru Munteanu

Avizat: Coordonator proiect, Universitatea de Vest din Timișoara

Rector,

Prof. Dr. Marilen Gabriel Pirtea

Cuprins

1. Obiectivele prevăzute/realizate.....	3
2. Gradul de atingere a rezultatelor estimate	4
3. Modul de atribuire și exploatare de către coordonator/parteneri a drepturilor de proprietate intelectuală, de producție sau difuzare asupra rezultatelor proiectului	5
4. Impactul rezultatelor obținute, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut	7
5. Prezentare succintă a rezultatelor obținute în cadrul proiectului însoțită de poze reprezentative pentru proiect	8

1. Obiectivele prevăzute/realizate

Proiectul PNIII DIPET este parte componentă a proiectului CHIST-ERA DIPET realizat în parteneriat cu Queen's University Belfast – UK, coordonator, FORTH – Grecia, Universite de Rennes 1/IRISA – Franța, Universitat Politecnica de Catalunya – Spania.

Proiectul colaborativ CHIST-ERA DIPET și implicit PNIII DIPET a investigat maparea dinamică și transparentă a aplicațiilor de procesare a fluxurilor de date în medii de calcul de tip Fog și Edge și a folosit calculul cu trans-precizie cu scopul final de a îmbunătăți aspectele operaționale în termeni de utilizare a resurselor și consum de energie și de a îmbunătăți experiența utilizatorului.

Această investigație a fost realizată cu succes etapă cu etapă, prin atingerea obiectivelor specific pentru PNIII DIPET:

- OS1. În etapa 1, "Cazuri de utilizare și metrici", obiectivul specific a fost crearea unui cadru științific care să stea la baza cercetării. Definirea unor cerințe clare a fost realizată prin elaborarea și proiectarea unor cazuri de utilizare pertinente.
- OS2. În etapa 2, „Prototip software”, obiectivul specific a fost designul și implementarea unei platforme de testare a conceptelor. Obiectivul a fost realizat prin identificarea unor metode/operatori peste care se pot optimiza folosind metode transprecise (au fost identificate metode machine-learning nesupervizate), crearea unui set de date pentru testare și validare, executarea unor experimente folosind metode transprecise pe un cluster folosind hardware cu resurse de calcul limitate similar cu dispozitivele din sisteme de tip Edge și Fog.
- OS3. În etapa 3, “Demonstrarea conceptului”, obiectivul specific a fost experimentarea unor metode sau operatori pentru optimizare folosind metode transprecise. Obiectivul a fost realizat prin extinderea platformei pe baza rezultatelor obținute din experimente și conectarea acesteia la mediul de dezvoltare.
- OS4. În etapa 4, „Demonstrarea funcționalității”, obiectivul specific a fost demonstrarea funcționalității unor metode sau operatori pentru optimizare folosind metode transprecise. Obiectivul a fost realizat prin experimente pentru detectarea și analiza ciclurilor din datele serii de timp într-un scenariu de tip Edge/Fog extras din activitatea de producție a unei companii.

Obiectivele au fost atinse în totalitate cu abateri neglijabile față de planul inițial de activități generate de schimbările în paradigmele de colaborate și comunicare datorate pandemiei sau decalajul în startul componentelor naționale ale proiectului CHIST-ERA.

2. Gradul de atingere a rezultatelor estimate

Proiectul CHIST-ERA DiPET bazat pe colaborarea europeană și-a propus:

- R1. să dezvolte strategii de distribuție care îmbunătățesc performanța aplicațiilor prin utilizarea calculului cu trans-precizie pentru a maximiza adaptabilitatea aplicațiilor la resursele disponibile
- R2. să creeze noi oportunități de îmbunătățire a mai multor aspecte ale sistemelor de tip Fog și Edge, precum creșterea eficienței energetice și a performanței acestor sistemelor
- R3. să simplifice programarea, configurarea și desfășurarea procesării fluxului, permițând programatorilor să declare restricții de plasare la resursele dinamice, controlul de planificare și trans-precizie și / sau aproximarea, toate într-o singură specificație concisă
- R4. să partajeze comunității sub licențe open source și distribuit software-ul DIPET reutilizabil, prin pachete software
- R5. să dezvoltate cazuri de utilizare, alese dintre domeniile de aplicație relevante, centrate pe utilizator.

Toate aceste rezultate estimate sunt prezente la finalul proiectului, prin contribuția tuturor partenerilor din proiect.

Contribuția principală a echipei UVT s-a evidențiat în cadrul primului pachet de lucru unde echipa UVT a fost investigatorul principal. Acest pachet de lucru a avut sarcina de a crea/implementa algoritmi de streaming cu precizie reglabilă. În timpul primei etape, ne-am concentrat pe definirea calității, precum și a valorilor de performanță nefuncționale pentru transprecizie în contextul dispozitivelor Edge/Fog. Aceste cerințe stau la baza definirii mai multor componente din platforma DIPET. În a doua etapă ne-am concentrat privind implementarea/extinderea motorului de detectare a evenimentelor. În etapa a treia au fost analizate diverse mecanisme de optimizare transparente cu rezultatele pertinente. În ultima etapă s-a urmărit finalizarea experimentelor și componentelor pentru adaptare algoritmică transprecisă. *Astfel, echipa UVT a contribuit la toate rezultatele enumerate mai sus.*

3. Modul de atribuire și exploatare de către coordonator/parteneri a drepturilor de proprietate intelectuală, de producție sau difuzare asupra rezultatelor proiectului

Echipa UVT a avut rol de partener în CHIST-ERA DIPET și rol de coordonator (unic) în PNIII DIPET.

Echipa UVT partajează drepturile de autor asociate cu conceptele și metodele noi descrise în următoarele livrabile ale proiectului CHIST-ERA DIPET:

D1.1: Quality and Non-Functional Performance Metrics for Edge/Fog Computing

D3.1: Initial Monitoring Framework and Performance Model

D4.1: Testbed preparation, requirements and initial experiments

D1.2: First version of transprecise streaming operators

D3.2: Updated monitoring framework and performance model

D1.3: Final version of transprecise streaming operators and hyper-parameter tuning methodology

precum și în articolele (cu echipa spaniolă):

- Llorenç Cerda-Alabern, *Gabriel Iuhasz*, Anomaly Detection in Wireless Community Networks using PCA, 2-3 Sept 2021, Jornadas de Concurrencia y Sistemas Distribuidos 2020+1 (accesibilă la <http://tomir.ac.upc.edu/node/932>)
- Llorenç Cerda-Adalbert, *Gabriel Iuhasz*, Gabriele Gemmi, "Anomaly Detection for Fault Detection in Wireless Community Networks Using Machine Learning", Computer Communications, Volume 202, 2023, Pages 191-203, ISSN 0140-3664, Elsevier (Q2/AIS), <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2023.02.019>
- Llorenç Cerda-Adalbert, *Gabriel Iuhasz*, „Dataset for Anomaly Detection in a Production Wireless Mesh Community Network”, submis la Data in Brief¹ (indexat în catalogul ESCI menținut de Clarivate)

sau cu compania externa proiectului ETA-2U (din etapa 4, Demonstrarea funcționalității):

- *Gabriel Iuhasz*, *Silviu Panica*, Alecsandru Duma, "Cycle Detection and Clustering for Cyber Physical Systems" AINA-2023, International Conference on Advanced Information Networking and Applications (rank B in CORE), Lecture Notes in Networks and Systems, vol 655. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-031-28694-0_10

Echipa UVT este proprietar unic asupra software-ului open-source expus la

<https://github.com/DIPET-UVT/>

¹ <https://www.sciencedirect.com/journal/data-in-brief>

cu următoarele componente:

- EDE-DIPET: Event Detection Engine, <https://github.com/DIPET-UVT/EDE-Dipet>
- dipet-test-cluster: Vagrant script for the DIPET Apache Flink test cluster, <https://github.com/DIPET-UVT/dipet-test-cluster>

și co-proprietar (împreună cu echipa spaniolă) pentru

- dataset and scripts for anomaly detection for faults in wireless networks using machine learning, <https://github.com/llorenc/ml-comcom>

Alte rezultate precum articole în reviste și volume de conferință, teză de masterat, organizare de conferințe, prezentări la conferințe cu autori numai din UVT sunt proprietatea UVT – de exemplu, din prima etapa legate de scenarii potențiale de utilizare și cerințe:

- C. -G. Barbucescu, *Gabriel Iuhasz*, "Optimizing Deep Learning Models for Object Detection," 2020 22nd International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing (SYNASC), Timisoara, 2020, 270-277, WoS: 000674702000040, <https://doi.org/10.1109/SYNASC51798.2020.00051>
- Thu Thuy Trieu, *Dana Petcu*, Building a hierarchy of user's needs for learner-centered education applications, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.20 No.8, 2020, WoS:000577887900012, <https://doi.org.10.22937/IJCSNS.2020.20.08.12>

4. Impactul rezultatelor obținute, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut

Rezultatele obținute se referă la

1. Cunoaștere, care este exploatabilă prin:
 - a. Transfer către generațiile următoare de cercetători și informaticieni, prin intermediul cursurilor și laboratoarelor susținute de către membrii echipei la secțiile Informatică -licență, Big Data – master, Artificial Intelligence and Distributed Systems – master, Topics of Machine Learning/Special Chapters of Artificial Intelligence – doctorat
 - b. Noi propuneri de proiecte de cercetare, precum prin submiterea propunerii cu acronimul AI5Manufacturing in Martie 29 la apelul Horizon-CL4-2023-Digital-Emerging-01-01, “Novel paradigms and approaches, towards AI-driven autonomous robots”
 - c. Utilizarea metodelor noi propuse în cadrul proiectului în alte proiecte de cercetare și dezvoltare în derulare POC SCAMP-ML, H2020 SERRANO și PNIII-PCE COCO

2. Software care este exploatabil pe baza drepturilor de proprietate:

EDE-DIPET, Event Detection Engine, open-source, poate fi dezvoltat și susținut în continuare cu potențial de a fi componentă în produse software

EDE, prima versiune a fost citat recent în lucrarea cu doi
10.1145/3508397.3564826

3. Publicațiile contribuie la creșterea vizibilității activităților echipei prin citări. Până la finalizarea raportului au fost înregistrate citări pentru lucrarea publicată în volumul conferinței SYNASC 2020 în articolele în IEEE proceedings cu doi 10.1109/MysuruCon55714.2022.9972606, 10.1109/ICOA55659.2022.9934625

Se așteaptă ca lucrarea din revista de tip Q2/AIS, publicată în ultima lună a proiectului să atragă atenția comunității științifice și practicienilor (atât asupra conceptelor cât și asupra software-ului):

- Llorenç Cerda-Adalbert, *Gabriel Iuhasz*, Gabriele Gemmi, “Anomaly Detection for Fault Detection in Wireless Community Networks Using Machine Learning”, *Computer Communications*, Volume 202, 2023, Pages 191-203, ISSN 0140-3664, Elsevier (Q2/AIS), <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2023.02.019>

5. Prezentare succintă a rezultatelor obținute în cadrul proiectului însoțită de poze reprezentative pentru proiect

Proiectul PNIII, „Procesarea Distribuita a Fluxurilor de Date în Sistem FOG și EDGE via Calcul cu Trans-Precizie” cu acronimul DIPET, parte componentă a proiectului din programul european CHIST-ERA a fost realizat în parteneriat cu Queen’s University Belfast – UK (coordonator), FORTH – Grecia, Universite de Rennes 1/IRISA – Franța, Universitat Politecnica de Catalunya – Spania.

Proiectul colaborativ CHIST-ERA DIPET a investigat designul aplicațiilor de procesare a date în medii de calcul ce conectează dispozitivele de la marginea rețelei cu cele din centrele de calcul ce oferă servicii în Cloud și a folosit un tip nou de calcul, cu trans-precizie (adaptabil la dispozitiv și context) pentru a simplifica modalitatea de utilizare a resurselor, reduce consumul de energie și îmbunătățește experiența utilizatorului.

Pentru a implementa conceptele propuse au fost utilizate tehnici de inteligență artificială (algoritmi de învățare automată ne-supervizată). A fost creată o platformă software demonstrativă care și-a dovedit utilitatea în special în cazul detectării anomaliilor, erorilor și intruziunilor în rețea sau aplicații (precum în Figurile 1-3). Componentele platformei sunt accesibile în regim deschis. Experimentele au fost realizate pe un platformă hardware inedită (Figura 4).

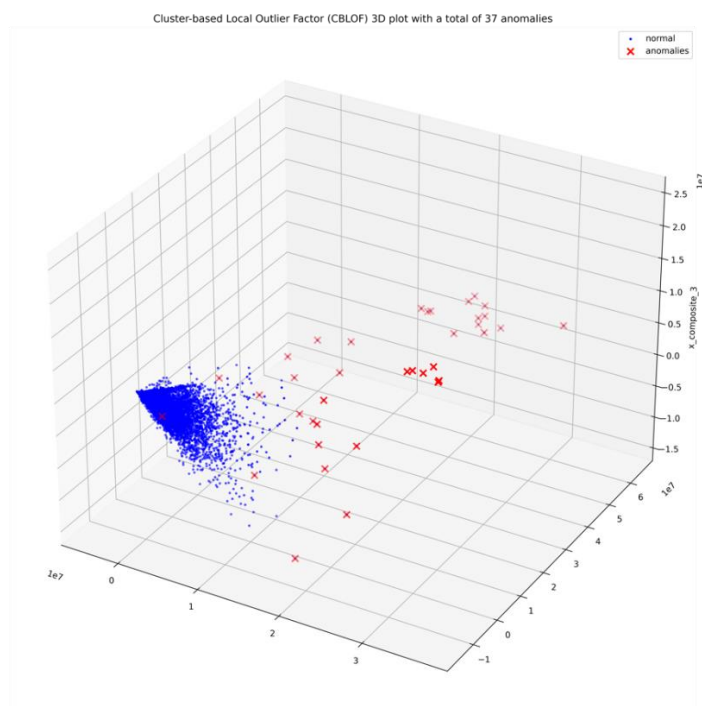


Fig. 1: Reprezentarea tridimensională a anomaliilor de performanță (cu roșu) detectate într-o subrețea de noduri a rețelei Guifi.Net

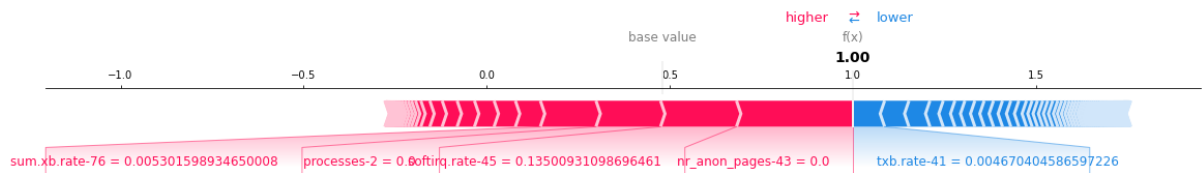


Fig. 2. Exemplu de detaliere care explică un eveniment anormal (roșu: caracteristicile care „împing” predicția către un scor mai mare de anomalie; albastre „trag” înapoi)

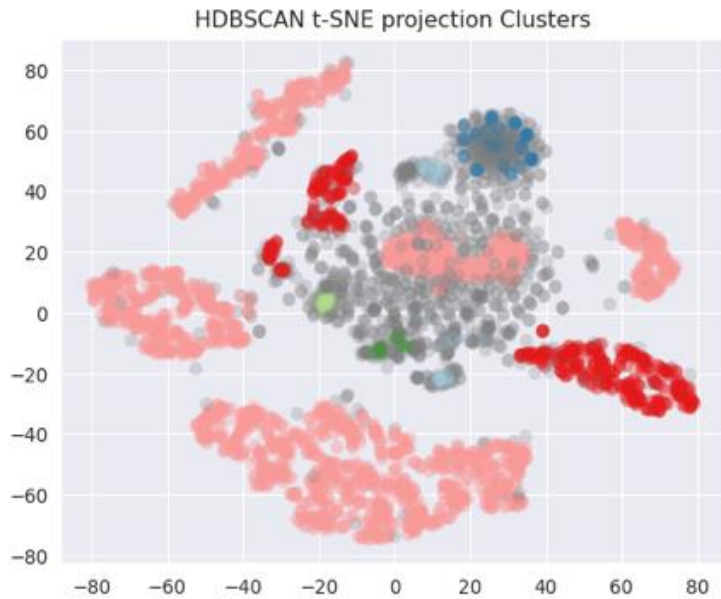


Fig. 3 Reprezentare bidimensională a grupărilor de ciclurilor de producție – un ciclu de producție realizează un tip de piesă (datele de producție reale)



Fig. 4 Nodurile clusterului “Mini-EDGE” pentru experimentare