



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020

Infrastructuri HPC în cercetarea academică



Dorian Gorgan
Departamentul Calculatoare
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
dorian.gorgan@cs.utcluj.ro

Proiect CLOUDUT



- **Titlu:** Cloud Cercetare UTCN – CLOUDUT
(<http://cloudut.utcluj.ro>)
- **MySMIS ID:** 124493
- **Contract no.:** 235/ 21.04.2020
- **Tip Proiect:** Program Operațional Competitivitate 2014-2020 (POC)
- **Axa prioritara 1:** Cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare (CDI) în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor
- **Acțiunea 1.1.2:** Dezvoltarea unor rețele de centre CD, coordonate la nivel național și racordate la rețele europene și internaționale de profil și asigurarea accesului cercetătorilor la publicații științifice și baze de date europene și internaționale
- **Finanțare:** Fonduri Europene pentru Dezvoltare Regională



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Objective

- OG1. Creșterea *capacității de cercetare*
 - Competitivitate științifică pe plan internațional
 - Crearea unei infrastructuri de calcul de înaltă performanță
 - Integrarea în structuri naționale și internaționale de tip cloud și infrastructuri de date masive
- OG2. Dezvoltarea *colectivelor de cercetare științifică interdisciplinară*
 - Consorții naționale și internaționale de cercetare
 - Domenii interdisciplinare big data, inteligență artificială, date spațiale și IoT
 - Gamă largă de aplicații ingineresti, economice și administrative, solicitate de mediul economic regional și național

Obiective specifice

- **SO1.** Crearea unei *infrastructuri CLOUDUT* care să contribuie la dezvoltarea resurselor de calcul de înaltă performanță și stocare a datelor masive, necesare activității de cercetare și colaborare științifică
- **SO2.** Dezvoltarea unor *platforme, servicii și aplicații software cloud*, precum și a unor infrastructuri de date masive, care să specializeze CLOUDUT pentru domeniile ingineresti de cercetare
- **SO3.** Dezvoltarea *colectivelor de cercetare științifică interdisciplinară* și a capacității de colaborare în proiecte naționale și internaționale de cercetare
- **SO4.** Dezvoltarea *capacității de publicare*, participare și organizare de manifestări științifice

Soluții operaționale

- Centrul CloudUT
 - structură organizatorică care asigură utilizarea eficientă și cât mai simplă a infrastructurii CloudUT de către toate colectivele de cercetare din UTCN
- Politici de utilizare
 - set de reguli, proceduri și recomandări de utilizare a resurselor disponibile în infrastructura CloudUT
- Proceduri
- Alocare resurse
- Management resurse
- Evaluare costuri
- Consultanță: tutoriale, workshop-uri, hands-on, participări în proiecte

Cercetarea academică

- Care este *scopul* cercetării academice?
- Care este *rolul* nostru?
- Care este *competența* noastră?
- Care sunt *resursele* noastre?
- Care ar putea fi *realizările* noastre?

Provocări în cercetarea academică

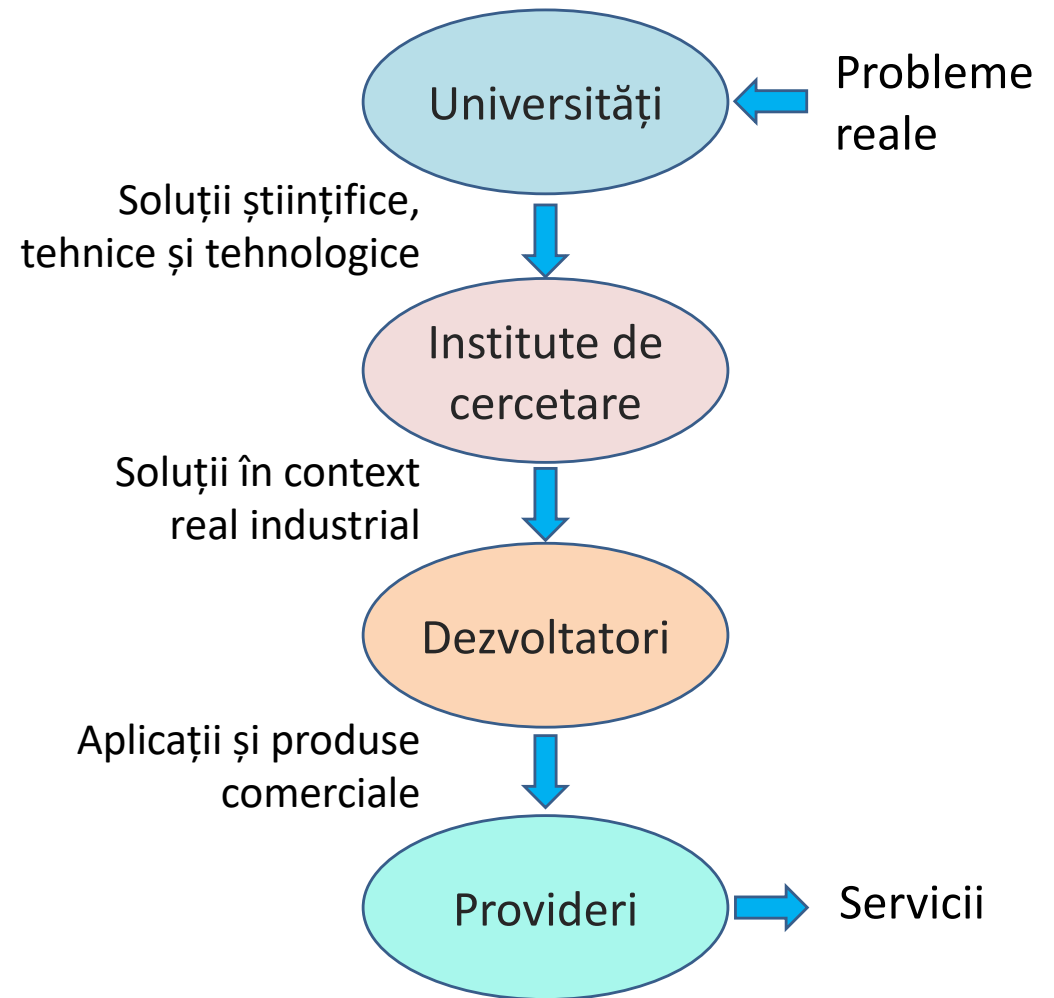
- Domenii, colective, proiecte de cercetare interdisciplinară
- Diversitatea temelor de cercetare și flexibilitatea configurațiilor de calcul
- Consultanță științifică și tehnică
- Migrarea proiectelor de cercetare în cloud
- Dezvoltarea aplicațiilor și serviciilor în cloud
- Managementul resurselor de calcul
- Standardizare, interoperabilitate, partajarea resurselor, open data, FAIR data
- Integrarea și scalabilitatea resurselor
- Administrare și implementare în fazele de durabilitate
- Vizibilitatea și colaborarea cu alte organisme naționale și internaționale

Cercetarea academică

- Infrastructura CloudUT este un pas important înainte pentru comunitatea științifică UTCN
- Rezultatele (umane, științifice, publicații, servicii, aplicații etc.) sunt mult mai importante decât infrastructura de calcul în sine
- Universitățile au resursele umane (doctoranzi, tineri cercetători, competențe, creativitate, inovație etc.) pentru a explora și experimenta spațiul de soluții
- Cercetarea exploratorie implică costuri mari (resurse umane, timp, fonduri, tehnologie etc.) și multe riscuri
- Cercetarea academică poate produce teze, publicații, demonstratori ai conceptelor sau experimente pilot

Misiune și actori

- Transformarea unor probleme reale în servicii
- Actori
 - Universități (TRL 4,5)
 - Institute de cercetare (TRL 5,6)
 - Companii (TRL 7,8)
 - Integratori (TRL 8,9)
 - Provideri servicii (TRL 9)



Pipeline colaborativ

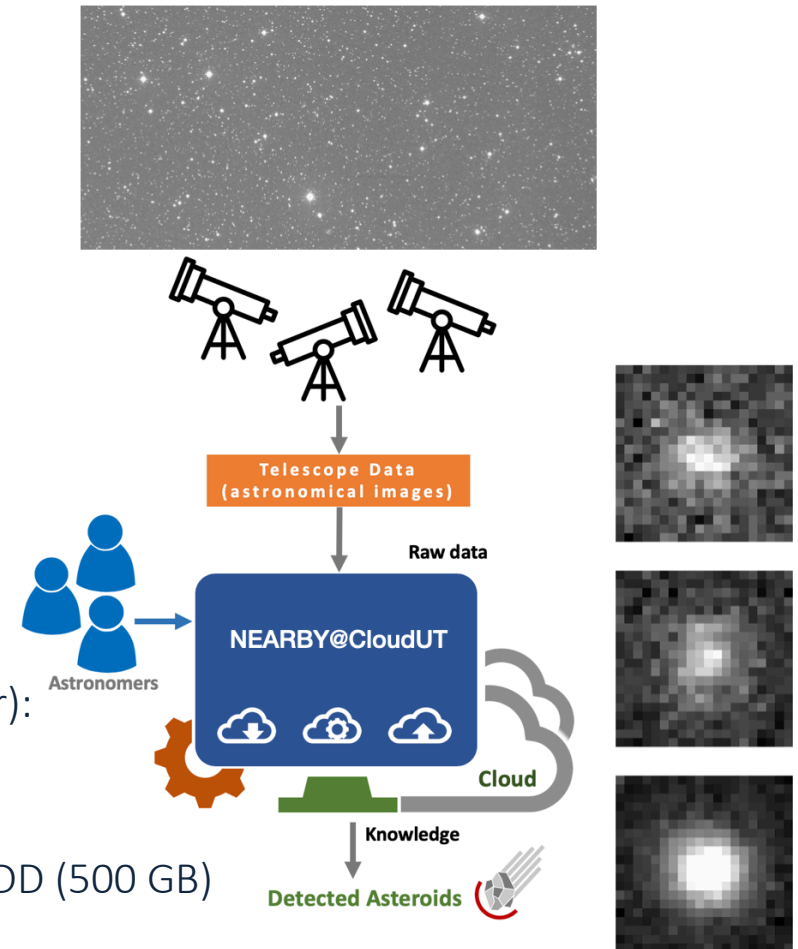
- Cercetarea academică este primul pas într-o *succesiune de etape* care transformă o idee într-un produs final comercial sau industrial la nivel național sau european
- Cercetarea academică nu este în competiție, ci în deplină *colaborare și completare* cu cercetarea din institute, companii sau organizații guvernamentale
- Institutele de cercetare aplică rezultatul într-un *context specific* mai larg cu rezultate experimentale din mediul economic, regional, național real și concret
- Companiile folosesc rezultatele institutelor academice și de cercetare pentru a dezvolta, scala și apoi exploata un *produs final comercial sau industrial*

Aplicații și servicii în CloudUT

- *Definirea specificațiilor, proiectarea și implementarea aplicațiilor și serviciilor informatice specifice domeniului științific și ingineresc din UTCN*
- *Aplicații și servicii cu teme de interes în cercetarea științifică și tehnică din UTCN:*
 - NEARBY@CloudUT
 - Ansys-Platformă de simulare avansată
 - MATLAB în CloudUT
 - Deep Learning în PyTorch și CloudUT
 - Prelucrarea paralelă a fluxurilor de date
 - Servicii IoT în CloudUT
 - Web Hosting as a Service
 - Sistem de alocare a resurselor
 - Sistem de monitorizare

NEARBY@CloudUT

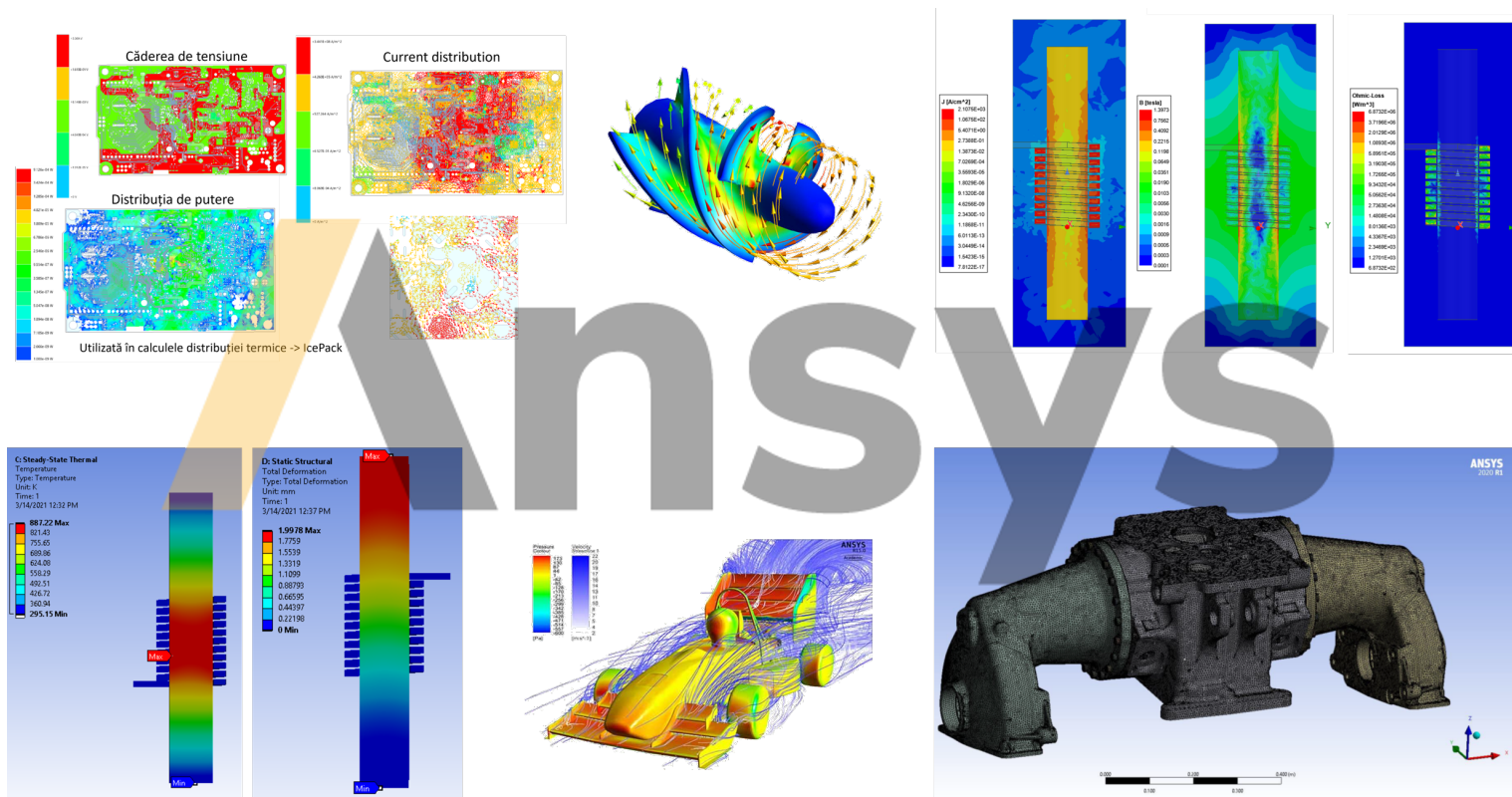
- Context de utilizare
 - Procesarea și analiza datelor multidimensionale din imagini astronomice
 - Dezvoltarea unor aplicații folosind API-ul oferit
- Obiective
 - Procesarea și analiza datelor multidimensionale
 - Analiza vizuală a imaginilor procesate
 - Descrierea flexibilă a secvenței de procesare
 - Procesarea datelor pe Cloud
- Cerințe tehnice și tehnologice
 - Deploy: Docker, Kubernetes, Rancher
 - Pachete software (vor fi instalate în imaginile Docker):
 - Astropy, SExtractor, Scamp, Swarp, etc.
 - Limbajul de programare: Python
 - Resurse necesare: CPU (6 core-uri), RAM (64 GB), HDD (500 GB)
- Scenarii de utilizare
 - API (dezvoltatorilor de soluții software)
 - Aplicație (utilizatorilor de bază, astronomi)



Victor Bâcu, *Departamentul Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*

Ansys-Platformă de simulare avansată

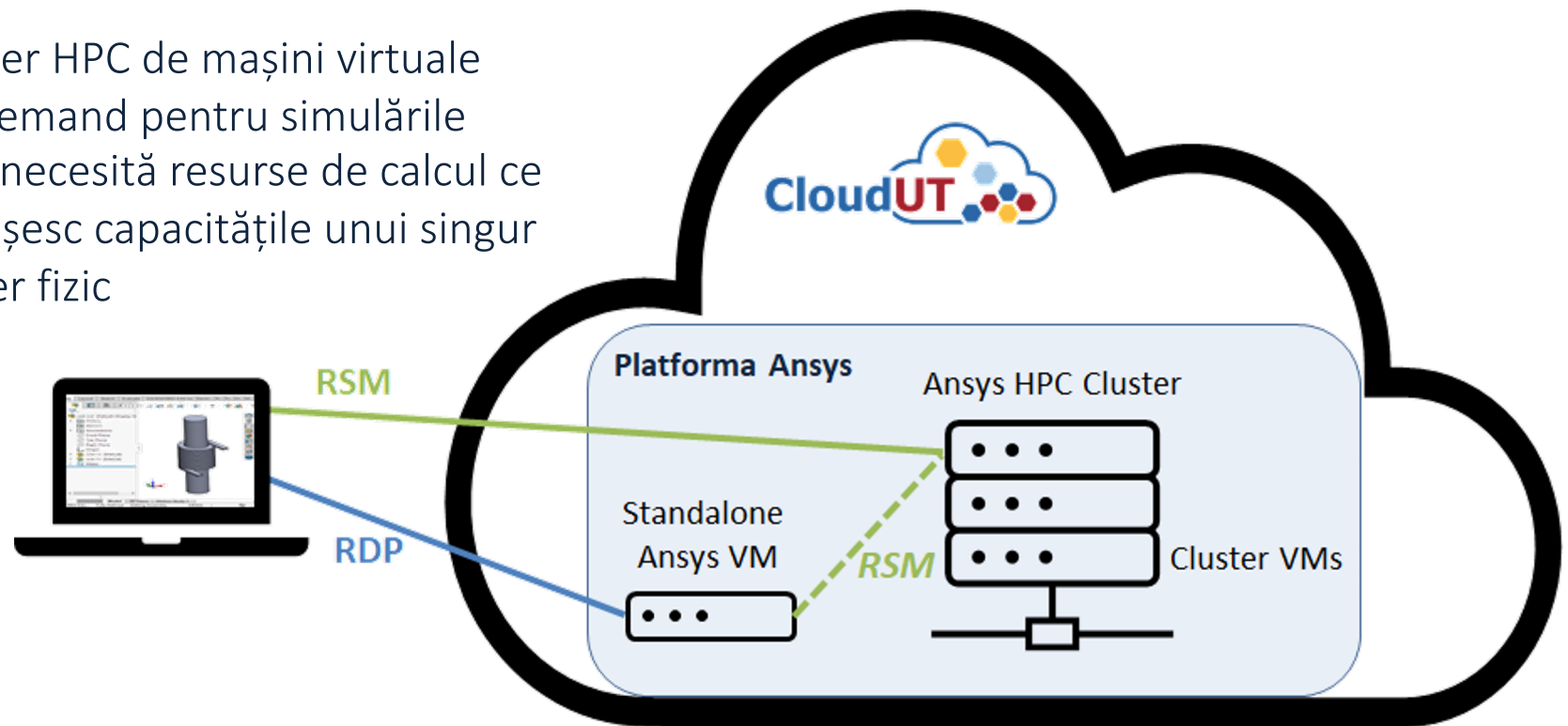
- Rularea simulărilor Ansys în Cloud, folosind accelerare GPU (accelerarea calculelor și accelerarea trasării grafice)



Echipa: Adrian Sabou (adrian.sabou@cs.utcluj.ro), Adrian Bojiță (adrian.bojita@ethm.utcluj.ro), Laurențiu Chiorean (laurentiu.chiorean@staff.utcluj.ro) - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Ansys-Platformă de simulare avansată

- Mașină virtuală standalone on-demand (accesibilă prin Remote Desktop Protocol sau Ansys Remote Solve Manager)
- Cluster HPC de mașini virtuale on-demand pentru simulările care necesită resurse de calcul ce depășesc capacitățile unui singur server fizic



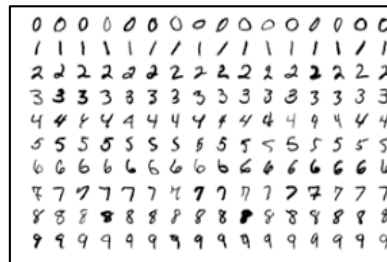
Echipa: Adrian Sabou (adrian.sabou@cs.utcluj.ro), Adrian Bojiță (adrian.bojita@ethm.utcluj.ro),
Laurențiu Chiorean (laurentiu.chiorean@staff.utcluj.ro) - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

MATLAB în CloudUT

- MATLAB: oferă suport pentru calcul numeric, simulări, procesări de imagini, inteligență și viziune artificială, etc.
- Scalabilitate: Creșterea vitezei în MATLAB - proporțională capacitatea de lucru a mașinii.
- Modalitatea de lucru în CloudUT: Dezvoltare aplicații pe mașini virtuale cu mediul MATLAB instalat și cu acces la resurse hardware din cloud: nuclee CPU, GPU, RAM.
- Învățarea profundă: MATLAB oferă suport pentru definire, antrenare și predicție cu rețele neuronale folosind tehnici de calcul paralel.

- Aplicații testate:

- Recunoașterea cifrelor
- Segmentarea semantică



- Configurații de test:

1. Mașină virtuală în **CloudUT**

32GB GPU, 8 nuclee CPU@2.1GHz, 128GB RAM

2. Server **local**

12GB GPU, 20 nuclee CPU@4GHz, 128GB RAM

- Factorul de creștere a vitezei de antrenare pentru rețelele neuronale:

- Seturi de date mici & modele simple cu consum redus de GPU: $\approx +50\%$
- Seturi de date mari & modele complexe cu consum ridicat de GPU: $\approx +130\ldots200\%$

Echipe: **Ion Giosan** și **Cristian Vancea**, *Departamentul Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*

Deep learning în PyTorch și CloudUT

- Utilizare infrastructură CloudUT în aplicații care necesită:
 - calcul GPU masiv pentru probleme de învățare profundă
 - spațiu de stocare (aplicațiile de învățare profundă au nevoie de colecții mari de imagini adnotate pentru a antrena modele cu performanțe ridicate).
- Pregătire aplicație pe mașina locală (placă grafică NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti/PCIe/SSE2 cu 11GB memorie)
- Portare aplicație în CloudUT (rezolva problemele de la un anumit nivel de complexitate → permite scalabilitatea pentru rezolvarea unor probleme complexe)
Mașina virtuală din CloudUT are o placă grafică virtuală NVIDIA V100Q cu 32GB memorie.
- S-au demonstrat două cazuri de utilizare pentru o aplicație de recunoaștere a scrisului de mână și pentru segmentarea semantică – utilizând PyTorch.
La rularea pe o mașină virtuală din CloudUT se obține o creștere de viteză de 1.4 ori, în timp ce acuratețea obținută este similară la antrenarea modelelor pe mașina locală și pe mașina virtuală.



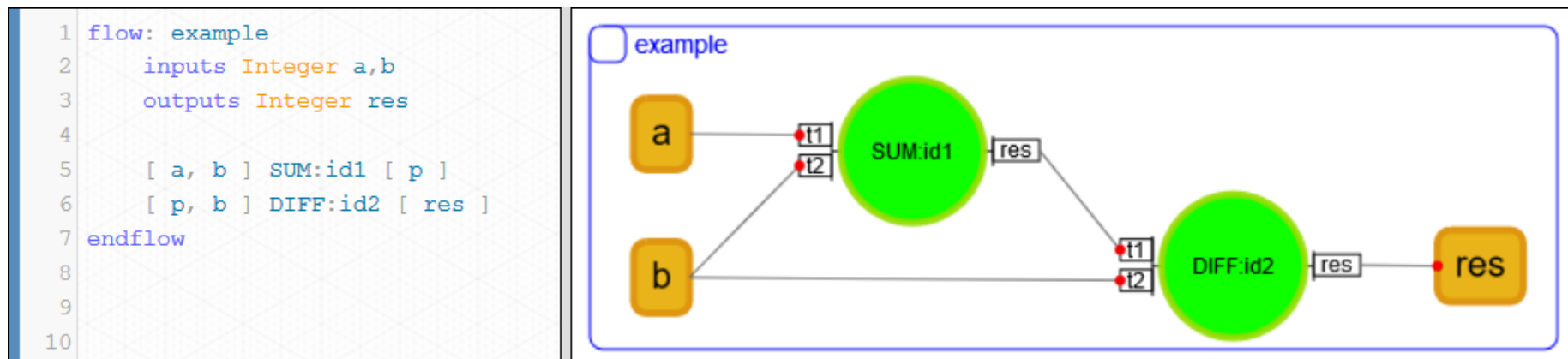
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6
7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9



Raluca Brehar,
Departamentul Calculatoare,
Universitatea Tehnică din
Cluj-Napoca

Prelucrarea paralelă a fluxurilor de date

- Sistemul propus oferă acces la o soluție de calcul performant pentru prelucrări complexe de date sau pentru prelucrarea datelor masive.
 - Destinat colectivelor de cercetare din Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
 - Permite reprezentarea prelucrărilor ca fluxuri de date
 - Model: noduri, conexiuni și porturi de intrare/ieșire
 - Interfață grafică pentru definirea topologiei fluxurilor
 - Limbaj simplu de descriere (bazat pe liste de operații cu parametri)
 - Reprezentare grafică a topologiei
 - Nodurile fluxurilor: instanțe ale unor operatori predefiniți
 - Colecții de operatori controlate de către administratori sau utilizatori



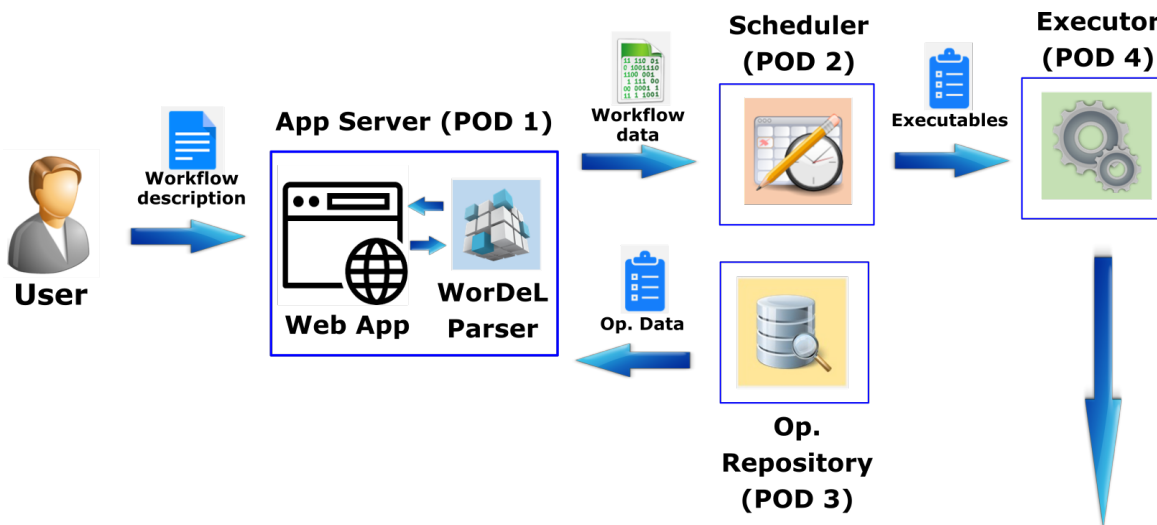
Echipe: Constantin Nandra, Victor Bâcu (Dep. Calculatoare) - *Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*

Prelucrarea paralelă a fluxurilor de date

- Sistemul permite definirea, execuția și monitorizarea fluxurilor de date în cadrul unei rețele de noduri de lucru.
 - Componentele principale → încapsulate în containere Docker
 - Pregătire cluster Kubernetes cu pod-uri pentru toate componentele sistemului
 - Scalabilitate -> prin modificarea numărului de pod-uri de tip Worker

Exploatare parallelism:

- În structura fluxului
- Aplicarea repetitivă a fluxului pe sub-seturi de date

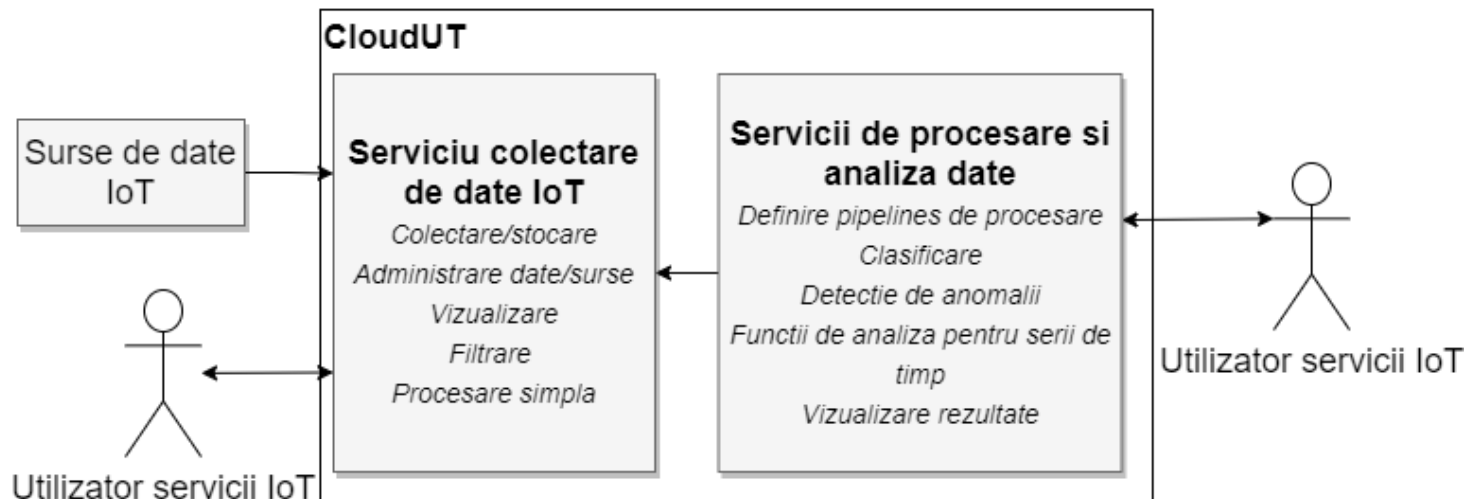


Utilizarea sistemului:

1. Definire fluxuri → local
2. Trimitere descriere flux + date
3. Monitorizare execuție → starea nodurilor
4. Descărcarea fișierelor rezultate



Servicii IoT în CloudUT



Arhitectură bazată pe servicii instalate în containere

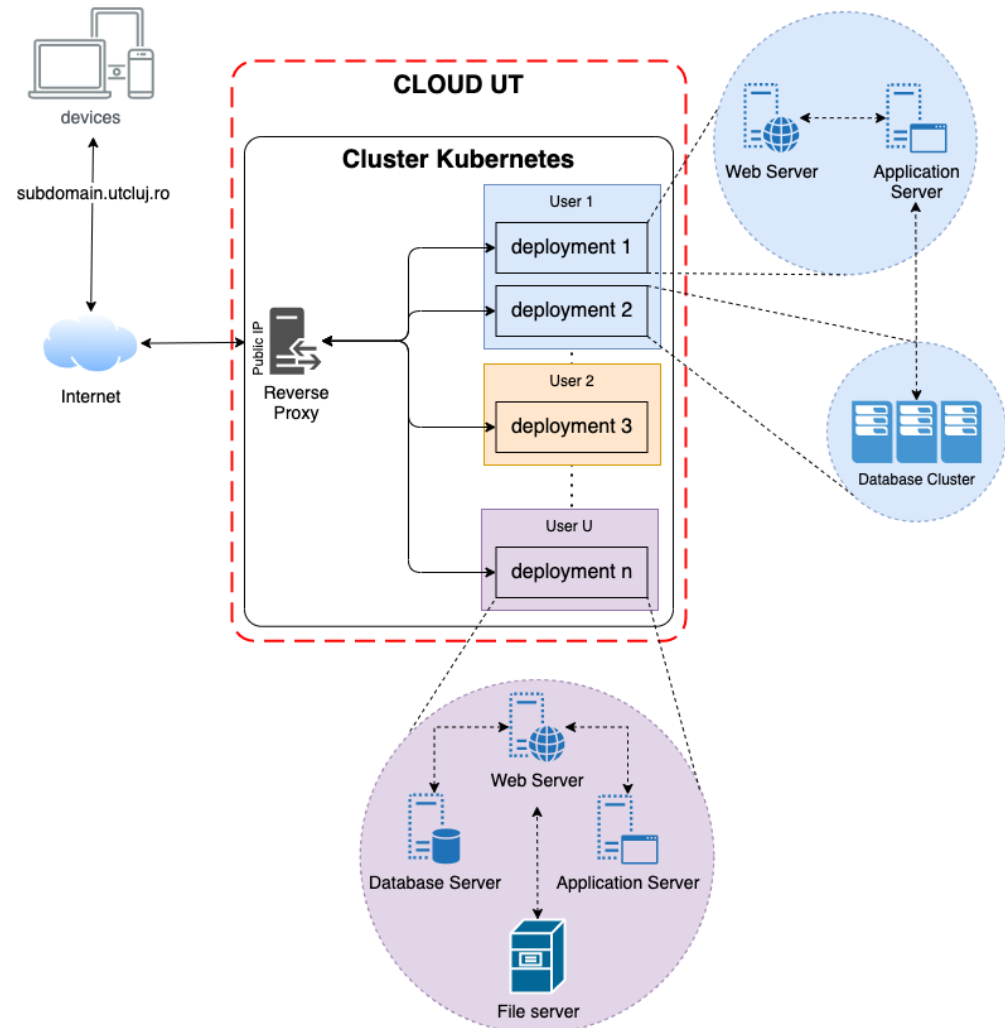
- *Obiectiv: set integrat de servicii pentru colectarea, stocarea și analiza datelor provenite de la dispozitive IoT, publicabil în CloudUT*
- *Utilizatori: colective de cercetare care desfășoară activități de monitorizare cu rețele de senzori/dispozitive IoT*
- *Scopul final: infrastructura suport pentru realizarea proiectelor de cercetare care implică task-uri de monitorizare*

- *Surse de date eterogene*
- *Multiple scenarii de monitorizare*
- *Model de date standard pentru păstrarea datelor de la senzori*
- *Preprocesarea și analiza datelor (detectie de anomalii, algoritmi de învățare automată)*
- *Vizualizarea datelor și a rezultatelor*

Anca Hangan, *Departamentul Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*

Web Hosting as a Service (1)

- Modalități principale de găzduire a aplicațiilor web în CloudUT
 - mașină virtuală dedicată
 - Web Hosting as a Service (WHaaS)
- Avantaje WHaaS
 - utilizare mai eficientă a resurselor, agilitate în alocare / dealocare, evitarea blocării unor resurse pentru anumite conturi
 - scalabilitate orizontală rapidă și performantă
 - nivel de securitate mult mai ridicat



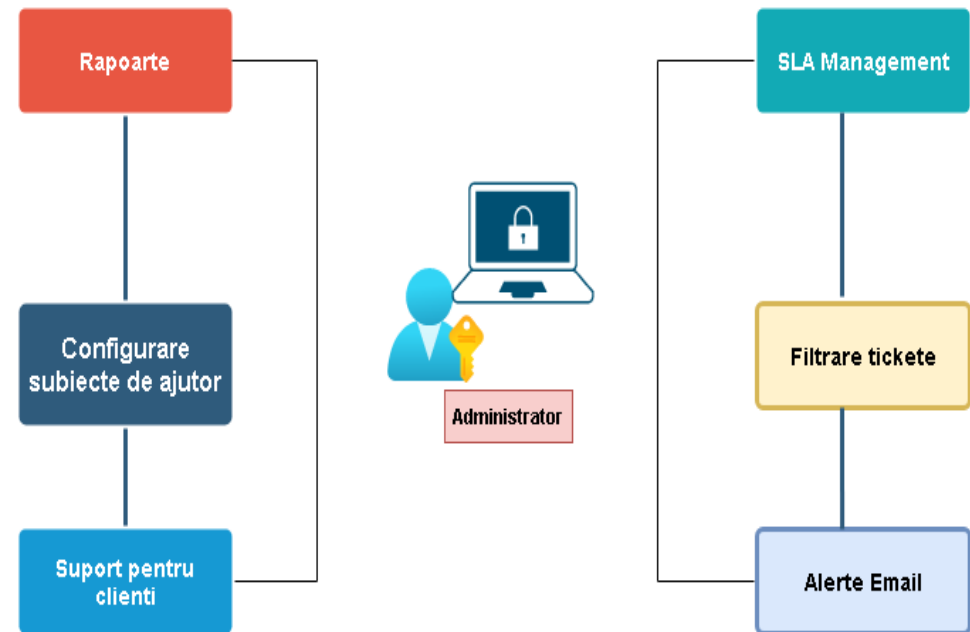
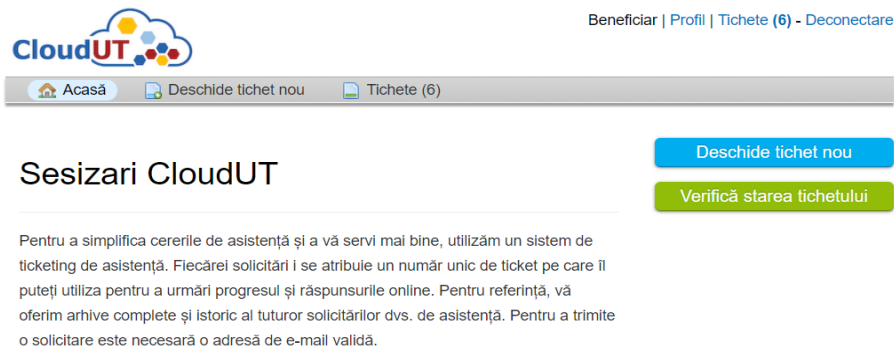
Web Hosting as a Service (2)

- Avantaje WHaaS (*cont.*)
 - configurare realizată de către administratori într-o foarte mare măsură: *sistem de operare, server/container web, motor de bază de date și chiar aplicație web*
- Scenarii de implementare WHaaS
 - aplicații complet configurate
 - ex. PhpMyAdmin, Wordpress, Joomla
 - medii de execuție standardizate, aplicații personalizate
 - ex. Apache + Php + MariaDB, Tomcat + MongoDB
 - medii de execuție complet personalizate
- Echipa
 - Teodor Ștefănuț, Victor Bâcu, Adrian Sabou, Constantin Nandra,
Departamentul Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Sistem de Ticketing

Context

- Comunicarea eficientă între utilizatori și experții CloudUT
- Cererea de resurse în infrastructura CloudUT
- Soluționarea problemelor apărute în cadrul găzduirii serverelor (VMs) și aplicațiilor în cadrul infrastructurii Cloud
- Suport pentru beneficiarii din cadrul acestui proiect
- Dezvoltarea activităților specifice organizației, reducând costurile și îmbunătățind timpii de lucru prin rezolvarea tichetelor.
- Expunerea la aplicația de ticketing din exterior.



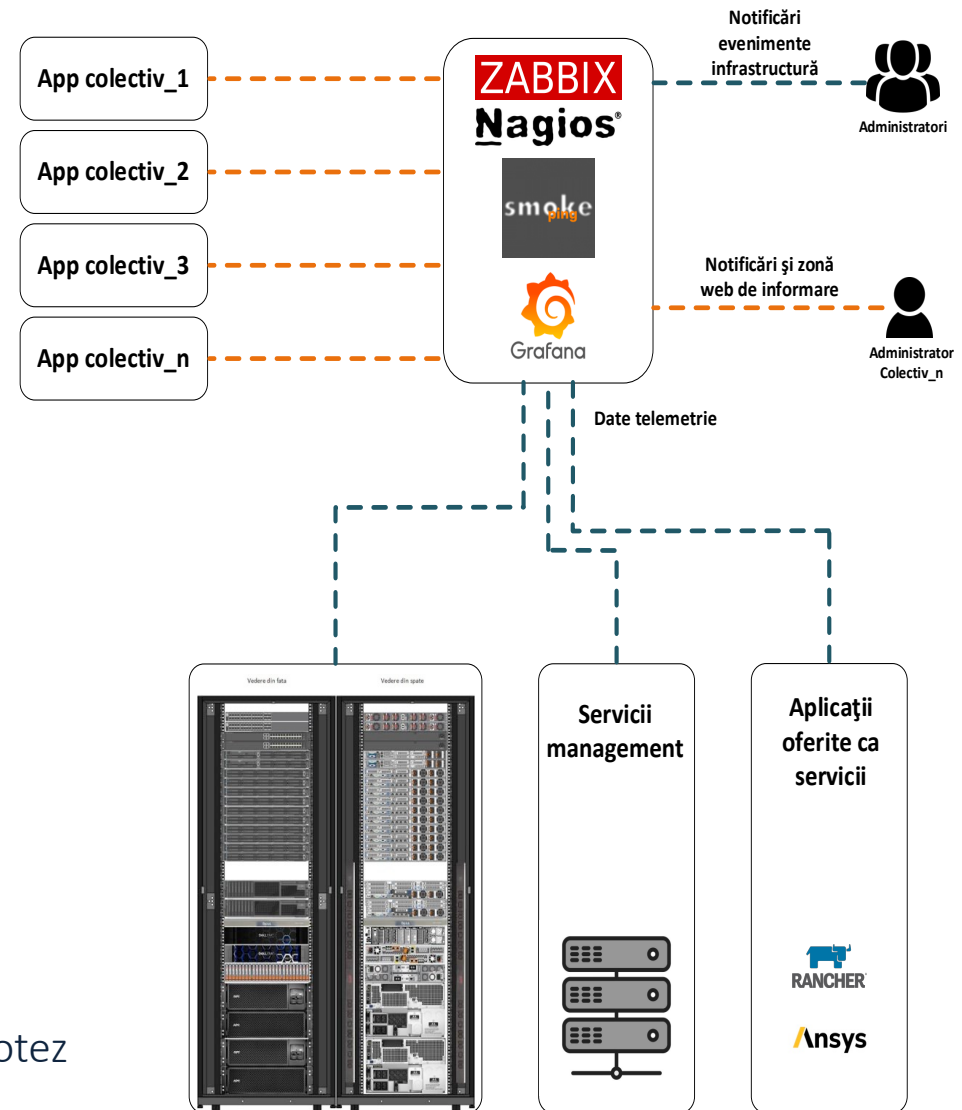
- O platformă centralizată pentru solicitări;
- Posibilitatea de a crea un ticket prin trimiterea unui e-mail către un alias predefinit;
- Formulare web de creare de tichete de autoservire pentru solicitanți;

Echipa: Catalin Petrutu, Claudiu Iakkel, Robert Botez
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Sistem de monitorizare

- Monitorizarea în timp real a resurselor infrastructurii CloudUT
- Monitorizarea detaliată a echipamentelor hardware
- Monitorizarea stărilor de funcționare și parametrii de utilizare a serviciilor oferite beneficiarilor CloudUT
- Notificarea și alertarea administratorilor CloudUT în caz de evenimente critice
- Monitorizarea granulată a aplicațiilor beneficiarilor cu scop informativ
- Crearea de rapoarte periodice de utilizare a resurselor și a stării de funcționare

Echipa: Catalin Petrutu, Claudiu Iakkel, Robert Botez
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca





UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020

Mulțumesc pentru atenție!



Dorian Gorgan
Departamentul Calculatoare
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
dorian.gorgan@cs.utcluj.ro