

# Developing Cyberinfrastructure for Remote Visualization and Control of Research and Higher Education Equipments

Mihai-Florentin URSULEANU, Octavian MANU

**Abstract**—This paper presents the framework of cyberinfrastructure and the state of the art in this area of research, as well as a preliminary analysis of USV capabilities for remote visualization and control of research and higher education equipments. References have been made to the cyber-tools and methods, such as high-performance computing, communication technologies, and simulation models, enabling progress in cyberinfrastructure development. The goal of cyberinfrastructure is to unite various distributed-knowledge communities in an integrated collaboration environment that will provide broad access to multiple scientific resources. Here, we present the main requirements for cyberinfrastructure development and the key components of a working cyberinfrastructure. A case study of the minimal requirements for a fluent video stream in a local communication network is discussed and the main data traffic characteristics are presented.

**Index Terms**—cyberinfrastructure, computer science, communications, simulation

## I. INTRODUCERE

ODATĂ cu dezvoltarea rapidă a internetului, se constată utilizarea sa tot mai frecventă ca infrastructură pentru diverse aplicații și ca mediu de dezvoltare pentru noi tehnologii. Cyberinfrastructure oferă o viziune de infrastructură pentru cercetare și educație ce integrează diverse resurse umane și materiale dincolo de barierele geografice și de timp – peste barierele subtile și complexe ale disciplinelor. Pentru că aspiră să ofere accesul centrat pe persoană la vizualizarea și controlul diverselor resurse, cyberinfrastructure trebuie să fie deschisă și sensibilă la diferențele care există în plan instituțional, legal, cultural și în ce privește mecanismele și procedurile de colaborare pentru cercetare și inovare. Aceste lucruri sunt importante nu numai pentru optimizarea productivității și inițiativelor comunităților de cercetare cât și în dezvoltarea unei politici publice pentru avansarea cunoștințelor și a inovației într-o lume IT.[1]

Cel mai important document programatic în acest domeniu este „National Science Foundation Cyberinfrastructure Vision for 21st Century Discovery” [2], ce prezintă viziunea Fundației Naționale de Știință a Statelor Unite ale Americii pentru o cyberinfrastructure care să reunească întreaga lume: “... a vision in which science and engineering digital data are routinely deposited in well-documented form, are regularly and easily consulted and analyzed by specialists and non-

specialists alike, are openly accessible while suitably protected, and are reliably preserved.”

Cyberinfrastructure (prezentată schematic în Figura 1) este compusă din sisteme de computere, sisteme de stocare a datelor, echipamente de ultimă generație, arhive de date, medii de vizualizare, resurse umane bine pregătite conectate prin rețele de înaltă viteză și software dedicat destinat îmbunătățirii considerabile a productivității cercetărilor [3].



Fig. 1. Reprezentarea schematică a Cyberinfrastructurei.

Componențele unei Cyberinfrastructure [2] sunt:

- High Performance Computing (HPC)
- Data, Data Analysis and Visualization
- Virtual Organizations for Distributed Communities
- Learning and Workforce Development

High Performance Computing (HPC) este esențial pentru modelarea, simularea și extragerea datelor din colecții uriașe de date, cât și a dimensiunilor multi-scalare a spațiului (ex. nanometrii la ani lumină), a timpului (ex. picosecunde la miliarde de ani).

Data, Data Analysis, and Visualization sunt procese vitale în domeniul de creștere intensă a datelor din cercetarea științifică din inginerie. Odată cu dezvoltarea cyberinfrastructurei se observă o creștere importantă a datelor în dimensiuni diverse.

Virtual Organizations for Distributed Communities, construite pe baza cyberinfrastructurei, oferă posibilitatea comunității științifice să-și urmărească țelurile fără constrângerile de timp sau distanță. O organizație virtuală se compune dintr-un grup ai cărui membri și resurse sunt împărțite din punct de vedere geografic sau temporal, și care

totuși reușesc să funcționeze ca o unitate coerentă prin folosirea sistemului de cyberinfrastructură.

Țelul central este cel de a dezvolta o baza, pentru cyberinfrastructura compusă prin îmbinarea echilibrată a acestor componente. Nivelele cyberinfrastructurii cuprind aceste componente și pot fi observate în Figura 2.

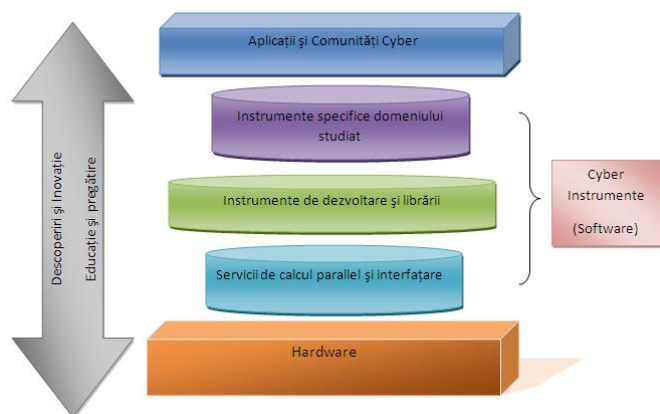


Fig. 2. Nivelele Cyberinfrastructurii.

Internetul este exemplul pragmatic al infrastructurii permissive, fondat pe non-proprietatea tehnologiei și minimum de reglementări. Aproape fără modalități de control private sau publice, internetul s-a răspândit repede ca o platformă tehnologică generală gratis și la îndemâna oricui vroia să construiască pe ea [4]. Controlul serviciilor de prioritate, intimitate, copyright și securitate s-au dezvoltat greu, nu pentru că ele nu sunt suportate de infrastructura internetului ci pentru că ele sunt vazute ca îndepărtări de la arhitectura deschisă a internetului. În același timp au fost îmbunătățite și extinse bazele legale pentru controlul datelor, a informației și a cunoștințelor ca răspuns la aserțiunea că o protecție mai mare este necesară pentru încurajarea investițiilor [5].

Cyberinfrastructura moștenește toate problemele și dificultățile legale ale internetului adăugând la acestea. Dificultățile inițiale par mai ușor de gestionat prin natura cercetării științifice, care este relativ non-comercială și privată [3]. Cu toate acestea viziunea cyberinfrastructurii se referă explicit la educație, la implementarea practică a colaborărilor între organizații virtuale și infrastructura centrată pe persoane. Cât timp infrastructura rămâne open-source se va înfrunta cu probleme precum controlul accesului, datelor, proprietății, consimțământului, etc..

## II. MODELE ALE CYBERINFRASTRUCTURII

Un prim model de cyberinfrastructură funcțională este cel al celor de la NanoHub.org. NanoHub este construit pe platforma HUBzero concepută la Universitatea Prudue. HUBzero a fost special conceput pentru a ajuta comunitatea științifică să partajeze resurse și să lucreze ca un tot unitar. Utilizatori pot să upload-eze conținut – tutoriale, cursuri, publicații, animații – și să le partajeze cu întreaga comunitate. Dar fiecare hub este mai mult decât un deposit de informații, este un loc unde cercetătorii pot să partajeze date și instrumente de simulare online [6]. Unde userii pot porni simulării și procesa

rezultatele direct în browser-ul de internet – fără să fie nevoie să download-eze, să compileze sau să instaleze alte programe. Instrumentele care pot fi accesate, nu sunt doar niște formulare web, sunt instrumente grafice care suportă vizualizarea și compararea rezultatelor.

Un al doilea model de cyberinfrastructură este TeraGrid, fiind o infrastructură care reunește alte 11 site-uri partenere pentru a crea o resursă computațională persistentă și integrată. Folosind conexiuni la rețea de înaltă performanță, TeraGrid integrează calculatoare și instrumente de înaltă performanță, procesarea datelor și tehnică experimentală de vârf împrăștiată pe tot globul. În acest moment TeraGrid include mai mult de un petaflop de putere de calcul și mai mult de 30 de petaflops pentru stocarea și arhivarea datelor online, cu acces rapid prin rețelele de înaltă viteză. Cercetătorii pot accesa peste 100 de baze de date specifice fiecărei discipline. Cu această combinație de resurse TeraGrid este cea mai mare cyberinfrastructură din lume pentru cercetare științifică [7].

Pentru Europa există GÉANT care este cyberinfrastructura pentru comunicații rapide și sigure între comunitățile de cercetători din Europa. Obiectivul țintă al GÉANT este acela de a oferi o valoare reală și beneficii societății prin facilitarea unei soluții de colaborare a comunităților din Europa și întreaga lume pentru obținerea unor rezultate inovatoare în cercetare [8].

## III. CYBERINFRASTRUCTURA LOCALA

La nivelul hardware al cyberinfrastructurii (Fig.3) se disting mai multe elemente: elemente de baza (calculatoare, medii de stocare, medii de comunicație a datelor), elemente intermediare (rețele, echipamente de interfațare) și elemente de top (echipamente de observare, echipamente de măsurare, echipamente de calcul de înaltă performanță) [2].

Pentru a veni în întâmpinarea creerii unei cyberinfrastructurii locale s-a realizat un studiu preliminar pentru evaluarea capacității unui element al nivelului hardware: mediu de comunicație a datelor – comunicarea video. În acest scop s-a evaluat capacitatea rețelei de transport a fluxului video dintre o clădire din afara Universității „Ștefan cel Mare” Suceava și un laborator din Universitate. Pentru evidențierea acestor elemente vom prezenta un studiu de caz efectuat cu ajutorul unui video server și a unui software dedicat.

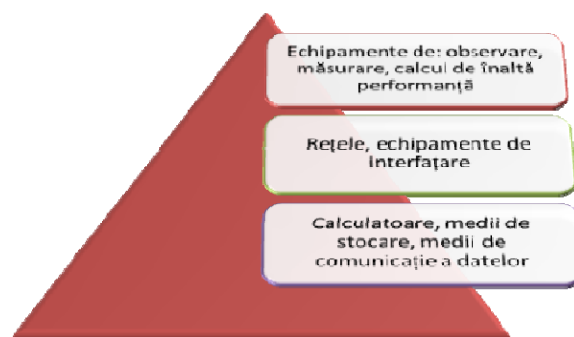


Fig. 3. Nivelul hardware al cyberinfrastructurii.

Odată cu congestionarea traficului pe rețea nevoia de cunoaștere a gradului de ocupare a acestuia este vitală pentru o conexiune fluentă. În funcție de codecul folosit și de rezoluția imaginii este necesară o anumită lățime de bandă. Fluxul de date include pachete video conținând date utile și informații de control. În rețelele de date se pune problema identificării condițiilor optime de transport pentru fluxurile video.

Semnalul video digital prezintă multe avantaje în comparație cu semnalul video analogic. Totuși, când semnalul video este reprezentat în format digital, lățimea de banda crește considerabil. De exemplu, un singur cadru în format HDTV (televiziunea de înaltă definiție), având o dimensiune a cadrului de 1920×1250 pixeli și o rată de 50 cadre/sec cere o dimensiune de stocare de 57.6 MB și o rata a sursei de date video de 2.88 GB/s. Un film de 2 ore în format HDTV are nevoie de aproximativ 414 GB. Chiar și cu un dispozitiv performant de memorare, nu există încă suportul tehnologic care să permită transmisia și procesarea semnalului la viteze atât de mari. Pentru a depăși problema lărgimii benzii ocupate, în contextul păstrării avantajelor conferite de către semnalul digital, au fost dezvoltate diferite tehnici de compresie a semnalului video.

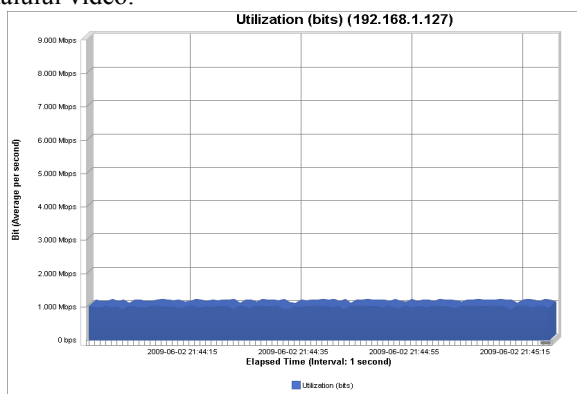


Fig. 4. Utilizarea benzii pentru parametrii la minim.

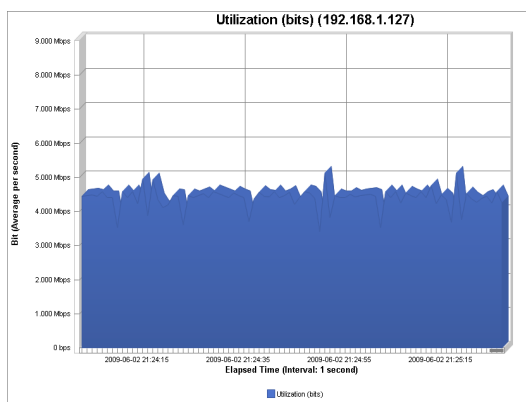


Fig. 5. Utilizarea benzii pentru parametrii la maxim.

Pentru evidențierea rezultatelor s-au realizat două seturi de analize care să prezinte în mod direct rezultatul cercetării. Analizele s-au făcut având în vedere cei mai importanți parametrii de transmisie ai serverului dedicat: rezoluția (160-120px, 320-240px, 640-480px), calitatea imaginii (Lowest, Medium, Highest), frecvența imaginii (Indoor50(PAL),

Indoor60 (NTSC), outdoor). În urma analizei pentru un canal de transmisie (Fig.4, Fig.5) s-au obținut rezultatele din Tabelul 1, iar pentru analiza pe patru canale de transmisie (Fig.6) s-au obținut rezultatele din Tabelul 2.

TABELUL 1. REZULTATELE ANALIZEI PENTRU UN CANAL DE COMUNICATIE

Rezoluția Folosita	Calitatea Imaginii	Ocuparea benzii(Mbps)
160-120	Lowest	1.044
	Medium	1.375
	Highest	1.683
320-240	Lowest	1.944
	Medium	2.788
	Highest	3.493
640-480	Lowest	5.274
	Medium	6.549
	Highest	8.366

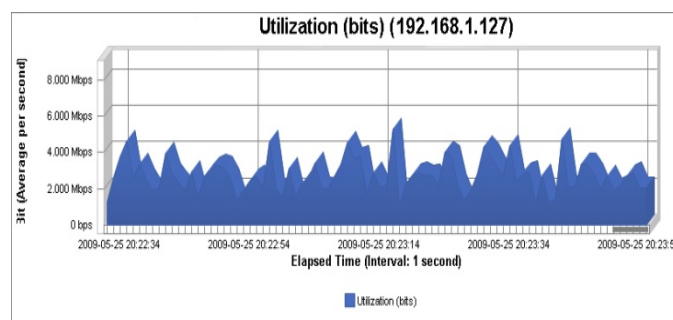


Fig. 6. Utilizarea benzii pentru 4 canale de comunicare.

TABELUL 2. REZULTATELE ANALIZEI PENTRU 4 CANALE DE COMUNICATIE

Rezoluția Folosita	Calitatea Imaginii	Ocuparea benzii(Mbps)
160-120	Lowest	0.437
	Medium	0.673
	Highest	0.966
320-240	Lowest	1.035
	Medium	1.888
	Highest	2.026
640-480	Lowest	2.499
	Medium	3.661
	Highest	4.640

#### IV. CONCLUZII

Cyberinfrastructura constă în tehnologii software, hardware precum și expertiza umană pentru a crea suportul necesar pentru dezvoltarea cercetării și noilor descoperiri în știință și inginerie. Scopul cyberinfrastructurii este acela de a reuni și integra resursele de multe ori răspândite din punct de vedere geografic într-un organism care să creeze framework-ul pentru cercetare de nivel înalt [1].

Cyberinfrastructura este un concept în dezvoltare în țara noastră, România nu are o viziune concretizată în această direcție. Statele Unite ale Americii sunt cei care au lansat acest concept și ai caror viziune este foarte bine conturată de cei de la National Science Foundation.

Necesitatea ca cyberinfrastructura să fie vastă în raport cu componentele sale (colecții de date, instrumente, comunități de utilizatori) creează unele tensiuni între masivitatea acestor colecții de resurse, și interesele specifice ale cercetătorului sau ale grupurilor de cercetători, care sunt interesați numai de un mic subset al acestora.

Acest studiu vine în ajutorul creerii unei cyberinfrastructuri în cadrul Universității. Rezultatele cercetării efectuate ajută la concretizarea limitelor minime pentru o comunicare video fluentă între doi utilizatori, unul din interiorul Universității, iar altul din afara sa.

#### MENȚIUNI

Dorim să mulțumim profesorilor universitari Mihai Dimian, Alin Potorac și Adrian Graur pentru îndrumarea oferită în cercetarea acestei teme, precum și proiectului POSDRU de burse doctorale pentru susținerea financiară oferită.

#### REFERENCES

- [1] National Science Foundation, *2010 Project: Program Solicitation*. Washington, DC: National Science Foundation, 2007. <http://www.nsf.gov/pubs/2007/nsf07591/nsf07591.pdf>
- [2] National Science Foundation., “NSF 07-28, Cyberinfrastructure Vision for 21st Century Discovery,” 2007, <http://www.nsf.gov/pubs/2007/nsf0728/index.jsp>
- [3] Prasad Calyam, Abdul Kalash, Neil Ludban, Sowmya Gopalan, Siddharth Samsi, Karen Tomko, David E. Hudak, Ashok Krishnamurthy, “Experiences from Cyberinfrastructure Development for Multi-user Remote Instrumentation”, *4th IEEE International Conference on e-Science*, 2008
- [4] National Science Foundation, *Fact Sheet: NSF and High-Performance Networking Infrastructure*. Washington, DC: National Science Foundation, 2003.
- [5] T.S. Raghu, Hsinchun Chen, “Cyberinfrastructure for homeland security: Advances in information sharing, data mining, and collaboration systems,” *Decision Support Systems, Volume 43, Issue 4, August 2007, Pages 1321-1323*
- [6] NanoHub, “Online Simulations and more for nanotechnology,” 2009, <https://nanohub.org/>.
- [7] TeraGrid, “Open scientific discovery infrastructure” 2009, <http://www.teragrid.org/>
- [8] GÉANT Project – <http://www.geant.net/pages/home.aspx>
- [9] Mark Gahegan, Junyan Luo, Stephen D. Weaver, William Pike, Tawan Banchuen, “Connecting GEON: Making sense of the myriad resources, researchers and concepts that comprise a geoscience cyberinfrastructure,” *Computers & Geosciences, Volume 35, Issue 4, April 2009, Pages 836-854*
- [10] Boyan Brodaric, Peter Fox, Deborah L. McGuinness, “Geoscience knowledge representation in cyberinfrastructure,” *Computers & Geosciences, Volume 35, Issue 4, April 2009, Pages 697-699*
- [11] Atkins, D.E., Droegemeier, K.K., Feldman, S.I., Garcia-Molina, H., Klein, M.L., Messerschmitt, D.G., Messina, P., Ostriker, J.P., Wright, M.H., “Revolutionizing science and engineering through cyberinfrastructure: report of the National Science Foundation Blue-Ribbon Advisory Panel on Cyberinfrastructure,” [http://www.communitytechnology.org/nsf\\_ci\\_report/](http://www.communitytechnology.org/nsf_ci_report/)