

SLOVENSKO OMREŽJE GRID: DOSTOP DO VISOKIH RAČUNSKIH ZMOGLJIVOSTI V SLOVENIJI NATIONAL GRID INITIATIVE



PROF. DR. BORUT PAUL
KERŠEVAN,
JAN JONA JAVORŠEK,
ODSEK ZA
EKSPERIMENTALNO
FIZIKO DELCEV,
INSTITUT JOŽEF
STEFAN

POVZETEK

Napredek pri razvoju komercialnih procesorjev je s področja visokozmogljivih računalniških sistemov za raziskovalno izrinil superračunalnike, z razvojem omrežja pa so se gruče strežnikov povezale v večje sisteme, iz česar je v evropskem prostoru zrasla evropska infrastruktura mrežnega računalništva grid, s katero upravlja Evropska iniciativa za grid EGI. V prispevku bo predstavljeno delovanje infrastrukture grid in različnih tipov gruč v njej ter prednosti enotnega dostopa preko vmesne programske opreme grid v okviru Slovenske nacionalna iniciativa za grid pod vodstvom Arnesa, ki v Sloveniji posameznikom in organizacijam omogoča dostop do moči evropskega omrežja grid.

KLJUČNE BESEDE: GRID, NGI

ABSTRACT

Progress in commercial processor development is edging supercomputers out of the field of high-performance computing systems and the constant development of networks means that clusters of servers are being linked into larger systems, out of which has developed the European infrastructure of the network computing grid, operated by the European Grid Initiative (EGI). The paper will present the operation of grid infrastructure and various types of clusters, and the benefits of uniform access via intermediate grid software within the Slovenian National Grid Initiative led by ARNES, which enables individuals and organisations in Slovenia to access the power of the European grid network.

KEY WORDS: GRID, NGI

V zadnjem desetletju je napredek pri razvoju komercialnih procesorjev in omrežne infrastrukture bistveno spremenil področje visokozmogljivih računalniških sistemov za raziskovalno rabo. Nekdanje superračunalnike, ki so bili zgrajeni kot veliki večprocesorski sistemi s posebnimi procesorji in posebnimi pomnilniškimi enotami ter hitro notranjo povezavo med procesorji in pomnilniki, so nadomestile velike gruče strežnikov s komercialnimi procesorji in običajnim pomnilnikom, ki so med seboj povezani s komercialnimi omrežnimi komponentami (ethernet s prepustnostjo 1 Gb/s ali infiniband s prepustnostjo 40 Gb/s za naloge, ki potrebujejo medsebojno komunikacijo med procesi v različnih strežnikih). Ta premik se je zgodil zaradi dveh razvojnih trendov: komercialni procesorji so postali ne le cenovno, temveč tudi po zmogljivosti, primerljivi s superračunalniškimi sistemi, razvoj omrežne tehnologije pa je z dostopnostjo lokalnih omrežij 1 Gb/s ethernet in 40 Gb/s infiniband omogočil gradnjo gruč, ki so dovolj odzivne za različne tipe nalog, tudi naloge, kjer morajo posamezni procesi komunicirati med sabo. Nova tehnologija pa omogoča raziskovalnim centrom, da izbirajo opremo, ki je najprimernejša za njihove naloge. Tako imajo lahko posamezna računska vozlišča različno število procesorskih jeder, različno količino pomnilnika na jedro, različne povezave in različne diskovne kapacitete glede na pričakovane tipe naloge. Ta način gradnje računskih gruč omogoča optimalno konfiguracijo za naloge posamezne discipline ali raziskovalnega projekta in zmanjša nepotrebne stroške. Nastala sta zlasti dva tipa centrov – centri z velikim številom procesnih jeder, namenjenih za naloge, ki jih je mogoče paralelizirati, in centri, ki opravljajo naloge, kakršne so nekdanje zahtevale superračunalnike, in imajo zato na svojih računskih vozliščih nameščene povezave infiniband. Te imenujemo visokozmogljivi sistemi (HPC – high performance computing).

V istem obdobju je razvoj hitrega akademskega omrežja med raziskovalnimi in univerzitetnimi centri omogočil vse učinkovitejše povezovanje računskih gruč v večje siste-

me. Tako je postopoma v evropskem prostoru zrasla evropska infrastruktura mrežnega računalništva grid. Evropsko omrežje grid se je razvijalo z vrsto projektov (EGEE-I do III, NorduGrid, Unicore), danes pa z njim upravlja Evropska iniciativa za grid EGI, ki jo sestavljajo nacionalne iniciative držav članic, med njimi tudi Slovenska nacionalna iniciativa za grid, ki jo vodi Arnes.

V okviru razvoja visoko zmogljivega omrežja grid je s sodelovanjem številnih raziskovalnih skupin, zlasti skupin, ki delajo na projektih Velikega hadronskega trkalnika v Cernu, tako nastala vrsta implementacij vmesne programske opreme grid, ki je ne le omogočila povezovanje posameznih računskih gruč v večji sistem, temveč je s standardnimi vmesniki omogočila tudi dostop do izjemnih podatkovnih zmogljivosti in z uporabo akademskega omrežja in podatkovnih skladišč omogočila obdelavo izjemnih količin podatkov. Tako je nastal nov pojem, visoko pretočno računalništvo (HTC, High Throughput Computing). Pod tem pojmom razumemo omrežje računskih centrov, ki jih povezuje zmogljiva omrežna povezava in kompatibilna vmesna programska oprema ter s svojo strojno in programsko opremo omogočajo obdelavo in prenos zelo velikih količin podatkov. Raziskovalna skupina ATLAS tako s pomočjo različnih omrežij grid na dan obdela 3 PB podatkov (280 Gb/s oz. 35 GB/s).

ANATOMIJA RAČUNSKEGA GRIDA

Računski grid si lahko predstavljamo kot gručo gruč. Vsak računski center ima lastno računsko gručo, ki ima nadzorno vozlišče za upravljanje gruč, podatkovno shrambo (strežnik z množico diskovnih polij) ter računsko vozlišča za opravljanje nalog. Slednja so danes običajno namenski strežniki, lahko pa so tudi v souporabi kot delovne postaje. Na vseh strežnikih tipično teče operacijski sistem GNU/Linux. Programskih oprem za upravljanje gruč je na voljo zelo veliko in imajo različne značilnosti, med njimi pa so tako prostokodne kot komercialne.

Značilnosti posamezne gruč so lahko zelo različne in lahko podpirajo različna okolja za izvajanje nalog, različne knjižnice za visokoprepustno računanje (MPI ali OpenMP) ipd.

Povsem neodvisno od programske opreme za upravljanje z gručo je nameščena vmesna programska oprema grid. Njena naloga je zagotavljanje standardiziranega vmesnika za upravljanje z nalogami na gruč. Obstaja več implementacij, v slovenskem omrežju grid npr. podpiramo NorduGrid ARC in gLite. Vmesna programska oprema grid lahko preko upravljalnika gruč preverja stanje gruč ter upravlja z nalogami, ima pa tudi vrsto servisov, ki v omrežje sporočajo podatke o razpoložljivih zmogljivostih in delovanju gruč. Ti servisi vključujejo informacijske servise (razpoložljive zmogljivosti), nadzor (testi in javljanje napak), statistiko (koliko in kakšne naloge so se izvajale na gruč) ter podatkovne prenose do upravljalnika gruč ali podatkovne shrambe.

V evropskem omrežju EGI se vsako središče grid vključuje v nacionalno omrežje, ki ga vodi nacionalna iniciativa za grid. To zagotavlja osrednje servise za nadzor, obveščanje in statistiko, običajno pa skrbi tudi za informiranje administratorjev, izobraževanje, varnost in razvoj omrežja. Preko nacionalnih omrežij pa je vsako središče grid vključeno v evropsko omrežje EGI, kjer je središče zavedeno v vseh osrednjih informacijskih sistemih.

Na ta način posamezno središče grid z vključitvijo v omrežje postane dostopno vsem uporabnikom grida. Pri tem ostane ves nadzor nad gručo v rokah lokalnih administratorjev, ki odločajo, katere skupine in kateri projekti bodo imeli dostop do zmogljivosti gruče. To poteka preko sistema virtualnih organizacij, s katerimi projekti in raziskovalne skupine organizirajo pravice za dostop do razpoložljivih sredstev, pri čemer je za overjanje in varnost poskrbljeno z infrastrukturo javnih ključev organizacije International Grid Trust Federation (IGTF). Tako lahko upravljavec vsakega centra določi, kakšne naloge in kateri uporabniki bodo uporabljali sredstva centra, ne da bi se moral zato ukvarjati z upravljanjem posameznih uporabniških imen in pravic za veliko množico uporabnikov, za varnost in overjanje pa skrbi robusten sistem z razvejeno mednarodno varnostno mrežo.

Slika 1:
SHEMA OMREŽJA
GRID KOT GRUČE
GRUČ



SLOVENSKO OMREŽJE GRID

Slovensko omrežje grid se razvija od leta 2003, ko je na Institutu »Jožef Stefan« nastala prva slovenska gruča grid. Namenjena je bila delu v okviru omrežja grid za projekt Velikega hadronskega trkalnika v Cernu. IJS je sodeloval tudi v projektih EGEE, EGEE-II in EGEE-III, pri čemer se je vse bolj poglobljalo sodelovanje z akademskim omrežjem Arnes, saj bi brez podpore akademskega omrežja takšno delo ne bilo mogoče. Končno je Arnes prevzel vodilno vlogo pri ustanavljanju Slovenske iniciative za grid (SLING) in slovenskega omrežja grid (SiGNET, Slovenian Grid Network) ter postal eden od ustanovnih članov Evropske iniciative za grid EGI.

Tako imamo v Sloveniji danes najsodobnejše omrežje grid, ki je namenjeno zlasti akademskemu in visokošolskemu raziskovalnemu delovanju, odprto pa je tudi za sodelovanje z industrijo. Omrežje trenutno sestavljata centra na Arnesu in na Institutu »Jožef Stefan«, v fazi vključevanja pa je še vrsta drugih centrov fakultet in državnih agencij. Omrežje šteje približno 1500 procesnih jeder in ima 220 TB diskovnih zmogljivosti. Arnes zagotavlja osrednje servise, podporo in izobraževanje, pri vzdrževanju gruč pa sodelujejo strokovnjaki z drugih centrov, ki so vključeni v iniciativo.

Večina kapacitet slovenskega omrežja je namenjena zlasti za delo na področjih, na katerih delajo lastniki opreme, vendar se uporabo omogoča tudi drugim raziskovalcem. Tako poleg virtualnih organizacij ATLAS, Pierre Auger in BELLE (eksperimentalna fizika delcev in astrofizika) na teh zmogljivostih tečejo tudi naloge s področja aplikativnega jezikoslovja, statistike, informatike, gradbeništva in statistike itd.

Slovensko omrežje je trenutno v fazi hitre širitve. Obstoječe zmogljivosti centrov se vsako leto nadgrajuje, prehajamo v namestitvev notranjih omrežij infiniband, vključujejo pa se tudi organizacije, ki imajo obstoječe ali nove gruče in jim bo omrežje grid olajšalo upravljanje z njimi in s souporabo vseh zmogljivosti omogočilo boljši izkoristek in dostop do večjih zmogljivosti.

Slovenska nacionalna iniciativa za grid zagotavlja nacionalne servise in povezljivost za vse centre, ki bi želeli svoje gruče vključiti v omrežje. Ima pa tudi lastne kapacitete, ki omogočajo posameznim raziskovalcem ali organizacijam preizkusiti tehnologijo ali uporabljati neznansko moč grida za lastne raziskovalne naloge. Te naloge pa so lahko zelo različnih tipov glede na potrebno programsko infrastrukturo, zahteve po V/I kapacitetah gruče in računskih vozlišč, zmožnosti medsebojne povezljivosti vozlišč za delo s knjižnicami OpenMP in MPI, diskovne kapacitete vozlišč in gruče ter zahtevano zunanjo omrežno povezavo do omrežja GÉANT. Vmesna programska oprema za grid omogoča enovit dostop do različnih virov, ki lahko izpolnijo še tako specifične zahteve.

S stališča raziskovalca so sodobni računski gridi omrežja visoko zmogljivih računskih gruč, ki se vedejo kot en sam sistem in v uporabniku v okviru mednarodnih kooperacij omogočajo dostop do izjemnih računskih in podatkovnih kapacitet, ki so za velikostni red večje kot karkoli je mogoče doseči znotraj ene same organizacije. Za dostop so na voljo orodja ukazne vrstice, na osnovi katerih si področja in raziskovalne skupine večinoma vzpostavijo spletne portale in aplikacije za avtomatizacijo večjih skupin nalog.

Grid je tako postal eno od sodobnih orodij, ki omogoča uporabo novih raziskovalnih pristopov ter sodelovanje v velikih mednarodnih projektih, kjer so raziskovalne skupine in centri združeni v virtualne organizacije, ki imajo dostop do skupnih sredstev.