



Vega nas postavlja na svetovni zemljevid

Superračunalniki

Uradni zagon najmočnejšega slovenskega in 40. najmočnejšega svetovnega superračunalnika

SLOVENSKO ZNANJE V SLINGU

Večina slovenskih računskih kapacitet in človeškega znanja je povezana v Slovensko nacionalno superračunalniško omrežje (SLING). Pod vodstvom Arnesa sodelujejo vse najpomembnejše raziskovalne institucije (Arso, IJS, **Kemijski inštitut**, nekaj fakultet ljubljanske univerze, Univerza v Mariboru, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za informacijske študije Novo mesto, IZUM) in nekaj zasebnih partnerjev. Sling povezuje vse deležnike na področju superračunalništva in ponuja računske zmogljivosti, izobraževanje, skupni razvoj, povezovanje, strokovno podporo in dostop do evropskih kapacitet. V Evropi obstaja več pobud, iniciativ in združenj (PRACE, EGI, EOES, NORDUGRID idr.), ki so tudi slovenskim raziskovalcem na voljo za različne oblike sodelovanja.

Ko so raziskovalci pred natanko dvema letoma razkrili prvo fotografijo črne luknje, je bil rdečeoranžni obroč bolj podoben razmazanemu posnetku krofa na črnem prtu kakor destruktivnemu nebesnemu telesu. Fotografije niso posneli z zajemom vidne svetlobe na tipalo, temveč so jo izračunali. Iz meritev na osmih radioteleskopih, ki so razporejeni po vsem svetu, so fotografijo izluščili na nemškem superračunalniku. Podatkov je bilo toliko – približno pet petabajtov oziroma pettisočkrat več od kapacitete povprečnega diska – da je mednarodne internetne povezave ne bi zmogle pretočiti dovolj hitro. Pol tone diskov so naložili na letala in jih prepeljali od teleskopov do superračunalnika.

MATEJ HUŠ

Računsko moč običajno povezujemo z velikimi mednarodnimi projekti iz fizike. Res, Cern je imel sredi minulega leta več kot 346 petabajtov shranjenih podatkov, njihov podatkovni center pa je imel 230.000 procesorskih jeder v 15.000 strežnikih. A računalniške zmogljivosti niso več nujne le v fiziki in zdaj že v skoraj vseh znanstvenih vedah, temveč tudi v industriji in vsakdanjem življenju. Dostopna računska moč na milijon prebivalcev je pomemben kazalnik razvitosti države. Prihodnji teden se bo ta za Slovenijo formalno zelo izboljšal in nas postavil med prvih 15 držav na svetu.

Slovenski Vega

V torek bo v Mariboru na digitalnem dogodku v uporabo uradno predan najzmogljivejši slovenski superračunalnik Vega. Prototipski računalnik Maister deluje že dobro leto, Vega pa ga bo za 28-krat prekašal. Začetki segajo v projekt HPC RIVR (High Performance Computing – Raziskovalna infrastruktura vzhodna regija), v katerem so sodelovali Univerza v Mariboru, Inštitut informacijskih znanosti (IZUM) in Fakulteta za informacijske študije (FIŠ). Za projekt gradnje nacionalnega superračunalniškega centra, ki se je začel marca 2018, so evropska kohezijska sredstva predstavljala 80 odstotkov proračuna. Kasneje so bili izbrani še na razpisu EuroHPC (Evropsko skupno podjetje za visokozmogljivostno računalništvo) za gradnjo evropske infrastrukture. EuroHPC je evropska komisija ustanovila leta 2018, v njem pa sodelujejo tudi države članice in zunanji partnerji. EuroHPC skrbi, da bo EU konkurenčna v superračunalništvu, zato gradijo pet velikih sistemov (med njimi Vega) in tri izjemno velike.

Dovolj zmogljivi superračunalniki so danes vstopnica, da lahko raziskovalci polnopravno sodelujejo v velikih mednarodnih eksperimentih, kot sta Atlas v Cernu ali polje teleskopov Čerenkov. To se velikanski projekti. V Atlasu na primer sodeluje več kot 3000 raziskovalcev, med njimi tudi slovenski. Brez zadostnih lastnih kapacitet je načeloma sodelovanje možno, a okrnjeno in manj učinkovito.

Drugi, pogosto spregledan razlog za postavitev velikega superračunalnika

je gospodarnost. V Sloveniji je več kot deset manjših superračunalniških sistemov, za katere skrbijo posamezne raziskovalne institucije. Takšna razdrobljenost je neučinkovita tako z vidika strojne opreme kakor z vidika vzdrževanja. Stokrat zmogljivejši sistem, kakršen bo Vega, pač ne potrebuje stokrat več administratorjev.

Tretji razlog pa je prenos znanja. Superračunalniki so v svetu čedalje pomembnejša infrastruktura, zato je v strateškem interesu imeti usposobljene strokovnjake s tega področja. Slovenski strokovnjaki že sodelujejo v evropskih superračunalniških pobudah, zato je Vega v velikem delu plod slovenske pameti.

Zmogljivost

Nekoč je bil merilo zmogljivosti računalnikov takt. Začelo se je s kiloherci, ki so postali megaherci in naposled gigaherci. Tovrsten napredek je sčasoma zastal, ko so trčili ob fizikalne meje silicija, zato še danes jedra tiktakajo z 1 do 3 GHz kakor pred desetletjem. Razvoj se je preusmeril v optimizacijo delovanja z novimi ukazi in v povečevanje števila jeder, v zadnjem času pa v grafične procesorje. Prihodnost v obliki kvantnih računalnikov že obstaja v obliki prototipov.

V modernih superračunalnikih je ključno število jeder, pomembni pa so še povezave med njimi, količina pomnilnika, diskovno polje in namenski, pogosto grafični procesorji. Uveljavljeno merilo za primerjanje zmogljivosti je sintetični test LINPACK, ki rešuje sistem linearnih enačb. S tem meri hitrost izvajanja operacij s plavajočo vejico. Poenostavljeno je to število operacij z realnimi števili določene natančnosti.

Jack Dongarra z Univerze v Tennesseeju ter Erich Strohmaier in Horst Simon iz Nacionalnega laboratorija Lawrence Berkeley (LBNL) že tri desetletja dvakrat na leto objavijo seznam najhitrejših superračunalnikov na svetu Top 500. Na zadnji lestvici iz lanskega novembra vodi japonski superračunalnik Fugaku z zmogljivostjo 442 petaflopsov (442 milijonov

milijard operacij s plavajočo vejico na sekundo), sledi pa mu ameriški Summit s 149 petaflopsi. Na seznamu je 212 kitajskih računalnikov, 113 ameriških in 34 japonskih, najzmogljivejši evropski je na sedmem mestu.

Kam se tu uvršča Vega? Njegova delovna zmogljivost je 6,8 petaflopsa, konična zmogljivost pa doseže 10,1 petaflopsa. Zato pravimo, da gre za petaravenski (petascale) superračunalnik. Na aktualni lestvici Top 500 bi se s tem rezultatom uvrstil okrog 40. mesta. V Evropi imajo zmogljivejše superračunalnike le v Italiji, Švici, Franciji, Nemčiji in Združenem kraljestvu. Ne bo pa dolgo tako.

V okviru EuroHPC se skupaj z Vega postavlja osem superračunalniških sistemov: pet z zmogljivostjo vsaj enega petaflopsa in trije z vsaj 150 petaflopsi. Do konca prihodnjega leta prihajajo še štiri petaravenski sistemi, v Sofijo (4,4 petaflopsa), Ostravo (9,1 petaflopsa), Luxembourg (10 petaflopsov) in Guimarães (7,2 petaflopsa). Izkušnje s teh bodo koristile pri postavitvi treh najzmogljivejših, predekaravenskih sistemov na Finskem (375 petaflopsov), v Bologni (249 petaflopsov) in Barceloni (250 petaflopsov). Do leta 2023 želi EuroHPC preseči mejo enega eksaflopsa (1000 petaflopsov).

Največ se sicer govori o računski moči, a zelo pomemben vidik je tudi shranjevanje podatkov. V modernem svetu ustvarjamo nepredstavljive količine podatkov, ki jih obdelujemo na različne načine. V znanosti ugotavljamo, da morajo biti javno dostopni tudi vsi zbrani podatki, ne le končne objave, saj lahko tako hitreje preverimo in nadgradimo pretekle raziskave. Prihodnja pravila evropskih financerjev bodo to tudi zahtevala, zato skupaj z računsko močjo moderni superračunalniki rešujejo tudi problem hranjenja podatkov. Vega bo imel 24 petabajtov prostora ali toliko kot nekaj deset tisoč osebnih računalnikov.

Kje vse jih uporabljamo

Zgodovinsko so se superračunalniki najprej izkazali pri napovedovanju vremena, simulacijah jedrskih reakcij in v aerodinamiki. Danes dosežke superračunalnikov uporabljamo vsakokrat, ko v telefon narekuje besedilo, brskamo po družbenih omrežjih ali vozimo avtomobil. Superračunalniki niso več le znanstveno orodje, temveč nujen pripomoček tudi v industriji. Podpirajo

tako bazično znanost kot zelo aplikativne raziskave. Dostop do računskih kapacitet je v več vejah raziskav tako nujen kakor elektrika ali tekoča voda.

Čedalje več problemov se rešuje z algoritmi, ki niso sprogramirani, temveč naučeni. Povemo jim, kaj se od njih pričakuje, potem pa učenje poteka na superračunalnikih z analizo velikanških količin podatkov. To poznamo pod imenom strojno ali globoko učenje. Avtonomna vožnja in računalniški vid uporabljata modele, ki so nastali na superračunalnikih.

Pogosto govorimo o velepodatkih (big data). Danes zberemo in shranimo več podatkov kot kdaj prej v zgodovini, obseg pa eksponentno raste. Zaradi same količine je možno iz njih izluščiti nekatere statistične zakonitosti, ki jih iz manjših in bolj prečiščenih virov ne moremo. A za obdelavo so potrebni superračunalniki.

Fizika ostaja tradicionalni odjemalec računske moči, kjer pa so se fiziki subatomskih delcev pridružile astronomija, meteorologija, geologija, dinamika tekočin ter reaktorska in teoretična fizika. »Mehkejše« naravoslovne vede, kot so medicina, biologija, računska kemija, genomika in proteomika, so doživele nov razcvet. Računsko moč potrebujemo tako za rutinske postopke, kot je določanje zaporedja v DNK neznanega vzorca, kakor za prebojne raziskave.

Na področju gradbeništva, strojništva in ved o materialih lahko izvajamo simulacije, ki bodisi opišejo bodisi predvidevajo. Tako za iskanje optimalnega materiala in oblike cestne ograje, ki mora biti čim lažja in trpežnejša, kakor za modeliranje odziva mostu na veter veliko računamo.

Superračunalniki so omogočili tudi analizo pisane besede, kar rešuje težave, ki jih imamo ljudje zaradi eksponentno naraščajočega obsega znanja in objav. Noben zdravnik ne more prebrati vseh učbenikov, vseh znanstvenih člankov in vseh bolniških kartonov, lahko pa to stori superračunalnik. Raziskave v jezikoslovju omogočajo, da youtube avtomatično podnaslavlja govorno angleško besedilo, strojni prevajalniki pa so od tarzanskih poskusov napredovali do skoraj naravnih prevodov. Tega jih nismo naučili, to so se naučili sami na superračunalnikih. Superračunalniki ne rešujejo sveta. Superračunalniki ga poganjajo.

Dr. Matej Huš je znanstveni sodelavec na **Kemijskem inštitutu**. Njegovo glavno delovno orodje je superračunalnik.

- V Evropi se postavlja omrežje osmih superračunalnikov.
- Skupaj bodo imeli četrtno svetovnih superračunalniških zmogljivosti.
- Med njimi je Vega, ki je 40. najzmogljivejši superračunalnik na svetu.

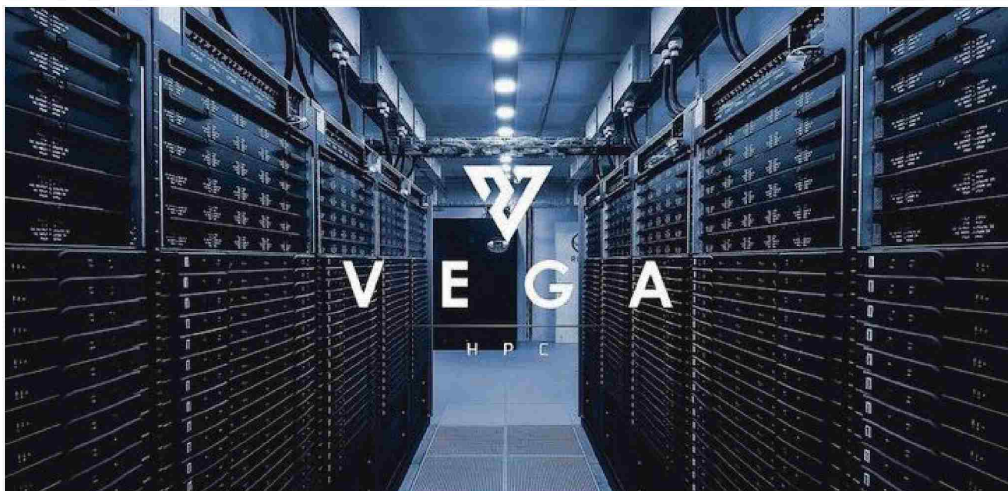
Dostopna računsko moč na milijon prebivalcev je pomemben kazalnik razvitosti države. Prihodnji teden se bo ta za Slovenijo formalno zelo izboljšal in nas postavil med prvih 15 držav na svetu.

Dovolj zmogljivi superračunalniki so danes vstopnica, da lahko raziskovalci polnopravno sodelujejo v velikih mednarodnih eksperimentih.

! Gospodarji ! petaflopsov

Najzmogljivejši superračunalnik je japonski Fugaku z zmogljivostjo 442 petaflopsov, sledi mu ameriški Summit s 149 petaflopsi, Vega pa je z 10,1 petaflopsa okoli štiridesetega mesta.

Noben zdravnik ne more prebrati vseh učbenikov, vseh znanstvenih člankov in vseh bolniških kartonov, lahko pa to stori superračunalnik.



Lastnosti i Vege

Proizvajalec in model:

BullSequana XH2000

Računska moč:

122.800 procesorskih jeder
v 1920 procesorjih AMD Epyc 7H12

Grafični procesorji:

240 kartic Nvidia A100
Pomnilnik: 288 TB
(256 GB na vozlišče)

Shranjevanje podatkov:

1 PB NVMe Lustre (400 GB/s),
23 PB Ceph (200 GB/s)

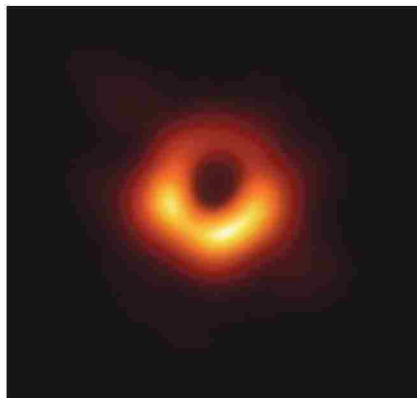
Pasovna širina navzven: 500 Gb/s

Trajna zmogljivost: 6,8 petaflopsa

Konična zmogljivost:

10,1 petaflopsa

Vega je postavljen v prostorih Inštituta informacijskih znanosti IZUM v Mariboru.
Foto HPC



Fotografijo črne luknje so »sestavili« na nemškem superračunalniku iz meritev na osmih radioteleskopih, ki so razporejeni po vsem svetu.
FOTO EHT COLLABORATION