

# Povijest i razvijanje cluster računala

Karlo Kegljević

Algebra/Primjenjeno računalstvo Zagreb Hrvatska

[kegljevickarlo@gmail.com](mailto:kegljevickarlo@gmail.com)

**Sažetak – Opis rada cluster(grozd,skupina) računala , povijest cluster računala, sadasnjest te moguća budućnost te tehnologije.**

## I. UVOD

Računalni cluster je skup računala koji rade zajedno sa ciljem boljih performansa i bržeg procesuiranja zadataka. Postoji par jako slicnih pojmova koji se razlikuju(kasnije ce biti objasnjeni) [2],[7].

- Cluster računala
- Cloud(Oblak) računala
- Grid računala.

## II. POVIJEST CLUSTERA

Korisnici računala su razvili cluster. Bila je potreba za jačim računalima a to nisu mogli postici samo sa jednim računalom pa su spojili više računala u jedno i to nazvali 'cluster'. Radi toga se ne zna točan datum 'prvog' cluster računala ali se pretpostavlja da su vec krajem '50 korisnici poceli spajati vise računala u jedno.

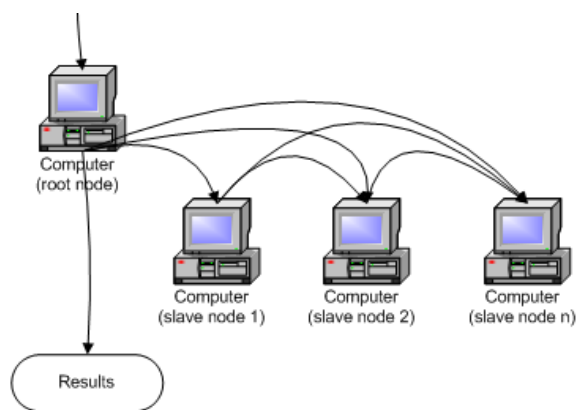
Kroz niz godina razvijanja računala korisnici su shvatili da trebaju sve vece i vece prostorije za cluster, pa su poceli razvijati 'grid' računala, oni rade kao cluster racunala ali svako racunalo je samostalno i rjesava jedan dio problema dok kod clustera sva racunala 'rade' na istom djelu problema. Nakon razvijanja grida on se pretvorio u 'cloud ' racunala razlika izmedu cloud racunala i grid racunala je da je najcesce cloud racunalo vlasnistvo jedne osobe/firme a grid su zasebni korisnici koji doprinose rjesavanju problema. Prvi komercionalni cluster proizvod je vio ARCnet, razvijen od strane Datapoint-a u 1977 godini.

Vrlo vazna godina je i 1995 jer je te godine nastao Beowulf cluster- cluster koji je bio napravljen od mreze puno racunala, u svrhu da postane 'superracunalo'. Jedan od vecih 'pomaka' je razvijanje 'Parallel Virtual Machine'(PVM) software 1989 godine. Te godine je nastalo prvo virtualno superracunalo . Cluster spojen preko bilo kojeg TCP/

IP sistema ga je cinilo jako mocnim i brzo razvijajucim[5]

Primjeri cloud racunala su: Amazon web Services, Google App engine, a primjeri korisnika koji koriste te tehnologije su Dropbox,Facebook,Gmail,Youtube.. Primjeri grid racunala su FutureGrid, SETI@home SETI@home koristi grid racunala cijelog svijeta, oni su u potrazi za izvanzemaljskim zivotom i bilo tko moze doprinjeti njihovim racunanjima tako da se 'ukljuce' u mrezu tj. postanu dio grid-a.

## III. OSNOVNI RAD CLUSTERA



Slika 1. Prikaz jednostavne strukture jednog clustera

U slici 1 se može vidjeti kako Cluster računala rade Imamo neki 'Input'( podatke koje treba obraditi), ti podatci dolaze na 'root node' ( glavno računalo ). Pomoću konfiguracije glavno računalo upravlja tim podacima i obrađuje ih uz pomoć ostalih računala u mreži (node 1, node 2, node 3). Nakon sto ta 3 'node-a' obrade dani input ( od glavnog računala) vraćaju rezultat glavnom računalu koje to prosljedi kao rezultat

Svako racunalo u mrezi najcesce koristi linux kernel

(Linux OS- open source operativni sustav), postoje razlicite distribucije GNU/Linux-s koje se koriste ovisno o kojoj vrsti clustera se radi i u koje svrhe je napravljen.

#### IV. VRSTE CLUSTERA

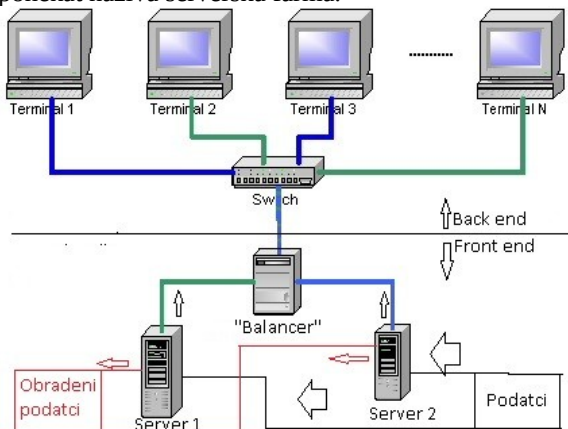
##### A. Clusteri velike dostupnosti (High-availability[HA] clusters)

-Koriste se kako bi poboljsali rad i dostupnost usluga koje cluster pruza. Ako jedna komponenta zakaze na racunalu koristi se komponenta iz drugog racunala dok se ne popravi komponenta na glavnom racunalu.[2],[7]

Najcesca velicina HA clustera je 2 racunala, jedan kao glavni a drugi kao 'backup'(rezerva), najcesce se koristi Linux-HA distribucija. HA clustering koristi razne shell skripte da bi napravio uspjesnu promjenu sa jednog 'komada' racunala na drugi. To znaci ako npr. Imamo 2 racunala u HA clusteru , ako se na jednom racunalu pokvari hard disk , pokrene se skripta koja

##### B. Clusteri za rasporedivanje opterecenja

(eng. Load-balancing) clusteri rade tako da svi podatci(opterecenje) koje dolazi prode kroz jedan ili vise 'front endova',nakon sto server primi podatke oni se raspodjeljuju po 'back end' 'masinama' koji obrade te podatke.Preraspodjelu koji podatak ce se di izvršiti radi „Balancer“ (slika 2) Takav cluster se ponekad naziva serverska farma.



Slika 2 Prikaz jednostavnog 'Load balancing' clustera

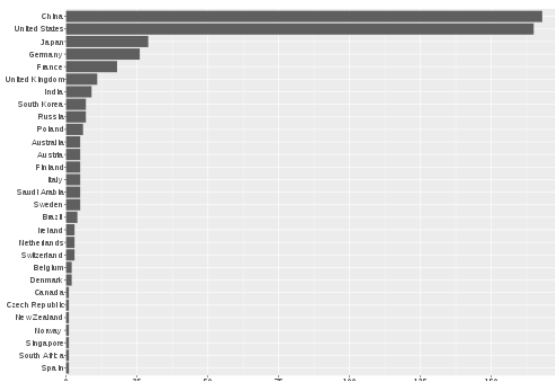
##### C. Clusteri visokih performansi (eng. High-performance clusters [HPC])

Sluze prvenstveno za povecanje performansi, svaki cvor(node) u clusteru obavlja jedan dio zadatka (obraduje jedan dio podatka).[2],[7] Najcesce se koriste u znanstvene svrhe (superracunala). Najcesca implementacija je cluster sa cvorovima kojeg pokrece

Linux OS i neki slobodan software u svrhu postizanja paralelizma. Takva konfiguracija se najcesce naziva Beowulf cluster[8],[9]. Jako prosireno u svijetu, jer ima puno svrha za korištenje kao npr. Racunanje kompliciranih znanstvenih jednadbi, u data science-u(Znanost o podacima)...

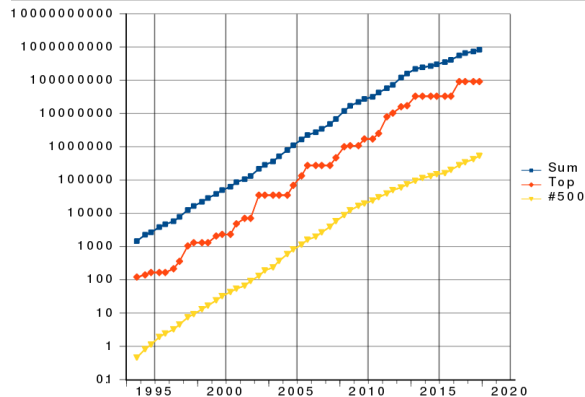
#### V. TOP 500

TOP 500 je projekt koji rangira 500 najjacih sistema(clustera) na svijetu. Projekt je poceo 1993 godine i od tada se svake godine 2 puta godisnje objavljuje lista 500 najjacih superracunala.[13] Prva objava u godini je uvijek uparena sa 'International Supercomputing Conference'( Internacionalna konferencija superracunala) u 6 mjesecu , a druga objava je u 11 mjesecu na 'ACM/IEEE Supercomputing Conference'.



Slika 3 Raspodjela superracunala u TOP 500 po zemljama (6 mjesec 2016 godine)

Mozemo vidjeti iz grafa da su Kina i SAD daleko tehnicki razvijeniji od ostalih zemlji.



Slika 4 Rast snage superracunala(Y os pokazuje performance u GFLOPS) , Plava krivulja je kombinacija svih superracunala, crvena je Najbrze superracunala a zuta najsporije u TOP 500

Iz slike 4 mozemo vidjeti koliko su ta racunala brza , njihova brzina se racuna u GFLOPS ili u PFLOPS.

FOPS(eng- Floating point Operations per Second) je mjerna jedinica koja se koristi pri mjerenju brzine procesora[15]. Jedan FLOPS oznacava jednu matematičku operaciju sa pomicnim zarezom u sekundi. PFLOPS i GFLOPS su samo PetaFLOPS i GigaFLOPS (Peta- 10 na 15 , giga 10 na 9 FLOPS-a). Da nije doslo do razvoja clustera danas vjerojatno nebi imali superracunala.

## VI. SUNWAY TAIHULIGHT

Rank	Site	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	National Supercomputing Center in Wuxi, China	Sunway TaihuLight - Sunway MPP, Sunway SW26010 260C	10,649,600	93,014.6	125,435.9	15,371
		1.45GHz, Sunway NRCPC				

Slika 5 Prikaz 1 mjesta rang liste na stranici top500

Iz slike 5 mozemo vidjeti zasto je Sunway taihuLight poseban, najmocnije superracunalo na svijetu. Kada se plasirao za TOP 500 imao je skoro 3 puta vecu snagu nego prijasnje superracunalo (Tianhe-2 ,~34PFLOPS) Ima ~10 miliona jezgri, ~93000 TFLOPS(10 na 12) (ili 93 PFLOPS),snaga mu je ~15000 kW ( kiloWatta). Koristi 40960 kineskih 64-bit RISC procesora bazirani na Sunway arhitekturi[18]. Sunway taihuLight se koristi za puno znanstvenih izracuna, koristi se i za prognozu na primjer kada ce vjetar puhati i u kojem smjeru, te informacije kupuju vjetroelektrane i ovisno o njima okreću velike vjetroagregate[16] prije nego sto vjetar pocne puhati.Sunway taihuLight koristi svoj operativni sustav (Sunway RaiseOS 2.0.5) koji je baziran na Linux-u[17].



Slika 6 Sunway TaihuLight

### A. SW26010

SW26010 je punojezgreni procesor koji se koristi u Sunway taihuLight superracunalu. Procesor je dizajnirao 'National High Performance Integrated Circuit Design Center' smjestenom u Shanghai-u. [20]

### B. Solaris Cluster

BROJ JEZGRI	260 'MANYCORE'
TABLICA I.	TEHNIČKE INFORMACIJE O SW26010
ARHITEKTURA	RISC(REduced INSTRUCTION SET COMPUTING)

FREKVENCJA	1.45 GHz
------------	----------

Oracle Solaris Cluster (ili Sun Cluster,SunCluster) je 'High-availability cluster' kojeg je izvorno stvorio 'Sun Microsystems'. Najviše se koristi u svrhu poboljšanja servisa kao sto su baze podataka, web stranica, dijeljenje datoteka na internetu ... Posebno je vazno da je to 'HA' cluster jer ako se nesto dogodi bazi podataka da ostane sto manje vremena 'ugasena', isto to vrijedi i za web stranice.



Slika 7 Solaris Cluster

## VII. ZAKLJUCAK

Razvijanje clustera se događa kroz dugi niz godina. To razvijanje ce se nastaviti eksponencijalno, clusteri su neizbježni dio racunalstva jer nude visoke performanse za manje sredstava. Na primjer , jeftinije je napraviti cluster od 4 racunala nego kupiti jedno racunalo koje bi bilo jacine tog clustera. U nadolazecim godinama nadam se da ce se poceti vise raditi na kvantnim clusterima( to je trenutno jako skupo) ali bi se postigli neopisivi rezultati. Jako je bitno spomenuti koliko je snaga clustera vazna za treniranje AI(umjetne inteligencije).

## LITERATURA

- [1] Linux HA  
[http://www.linuxha.org/wiki/Main\\_Page](http://www.linuxha.org/wiki/Main_Page)
- [2] Cluster(clanak na wiki)  
<https://hr.wikipedia.org/wiki/Cluster>
- [3] HA cluster  
[https://en.wikipedia.org/wiki/High-availability\\_cluster](https://en.wikipedia.org/wiki/High-availability_cluster)
- [4] Grid computing  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Grid\\_computing](https://en.wikipedia.org/wiki/Grid_computing)
- [5] Povijest racunalnih clustera  
[https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_computer\\_clusters](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_computer_clusters)
- [6] ARCnet  
<https://en.wikipedia.org/wiki/ARCNET>
- [7] Computer cluster  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_cluster](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_cluster)

- [8] Beowulf  
[https://curlie.org/Computers/Parallel\\_Computing/Beowulf/](https://curlie.org/Computers/Parallel_Computing/Beowulf/)
- [9] Beowulf  
<http://webhome.phy.duke.edu/~rgb/brama/Resources/beowulf/papers/ICPP95/icpp95.html>
- [10] Aeneas supercomputer  
<http://aeneas.ps.uci.edu/aeneas/>
- [11] Solaris cluster [https://en.wikipedia.org/wiki/Solaris\\_Cluster](https://en.wikipedia.org/wiki/Solaris_Cluster)
- [12] TOP 500 lista  
<https://www.top500.org/list/2017/11/>
- [13] TOP 500 wiki  
<https://en.wikipedia.org/wiki/TOP500>
- [14] Sunway TaihuLight wiki  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Sunway\\_TaihuLight](https://en.wikipedia.org/wiki/Sunway_TaihuLight)
- [15] FLOPS wiki  
<https://hr.wikipedia.org/wiki/FLOPS>
- [16] Vjetroagregati <https://hr.wikipedia.org/wiki/Vjetroelektrana>
- [17] Linux  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Linux>
- [18] Dodatne informacije o Sunway TaihuLight  
<http://www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/PAPERS/sunway-report-2016.pdf>
- [19] Jos informacija o Sunway TaihuLight <http://www.nscwx.cn/wxcyw/>
- [20] SW26010  
<https://en.wikipedia.org/wiki/SW26010>
- SLIKE:
- sl 1  
<http://pages.csam.montclair.edu/~perrieror/projects/CMP495-clustering.and.security/index.html>
- sl 2  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_cluster](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_cluster)
- sl 3  
<https://en.wikipedia.org/wiki/TOP500>
- sl 4  
<https://en.wikipedia.org/wiki/TOP500>
- sl 5  
<https://www.top500.org/lists/2017/11/>
- sl 6  
<http://www.nscwx.cn/wxcyw/>
- sl 7  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_cluster](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_cluster)