

Uporaba benchmark orodij za določanje zmogljivosti oblačnih računalniških sistemov

Žiga Šebenik, Tomaž Mrežar

2020

Contents

Predgovor	iii
1 Benchmark orodja	1
1.1 Opis problema	1
1.2 Benchmark orodja	1
1.3 Brezplačna orodja	1
1.3.1 Ročno benchmark testiranje	2
1.3.2 PerfKit Benchmarker	2
1.4 Plačljiva orodja	2
1.4.1 SPEC Cloud® IaaS 2018	2
1.4.2 Cloud Spectator	3
1.4.3 Cloud Performance Benchmark	3
1.4.4 Technology Business Research, Inc.	4
1.5 Implementacija merilnega okolja	4
1.5.1 Tehnične specifikacije računalnika	4
1.6 Rezultati meritev	5
1.6.1 Geekbench 3	5
1.6.2 iPerf	6
1.6.3 ioPing	7
1.6.4 Fio	8
1.6.5 Lastnosti metrik testov	9
1.7 Zaključek	9

Predgovor

Delo je razdeljeno v deset poglavij, ki predstavljajo uporabo benchmark orodij za določanje zmogljivosti oblčnih računalniških sistemov. Avtorji posameznih poglavij so poslušalci predmeta *Zanesljivost in zmogljivost računalniških sistemov*.

Chapter 1

Benchmark orodja

Žiga Šebenik, Tomaž Mrežar

1.1 Opis problema

Na voljo je več brezplačnih benchmark orodij za določanje zmogljivosti računalniških sistemov. V tem poglavju bomo našli najbolj uporabljena brezplačna orodja v praksi. Vsako orodje bova opisala in našla njihove prepoznavne značilnosti in prednosti pred drugimi.

1.2 Benchmark orodja

Obstaja več vrst benchmark orodij. Testi, ki jih benchmark orodja izvajajo se lahko razlikujejo med seboj vendar so osnovne funkcionalnosti testov skoraj povsod enake. Skorajda vsako orodje testira dosegljivost sistemov, upočasnitve delovanja, latenco sistema in prepustnost sistema. Orodja bova delila na dve skupini, prva skupina bodo orodja, ki so brezplačna, medtem ko bodo v drugo skupino spadala orodja, ki so plačljiva, brezplačna za končen čas ali pa imajo v brezplačni verziji omejene funkcionalnosti.

1.3 Brezplačna orodja

Brezplačno orodje je:

- Ročno benchmark testiranje
- PerfKit Benchmark

1.3.1 Ročno benchmark testiranje

Zelo preprosta izbira, ki nam je na voljo, je da preprosto sami testiramo zmogljivost oblačnih storitev s pomočjo več različnih orodij, vsako namenjeno specifičnemu delu sistema. Na voljo nam je veliko zastojnih orodij, precej jih je tudi odprtokodnih, znani med njimi pa so: ping, Geekbench, fio, iPerf... Testiramo lahko zmogljivost posameznega strežnika, gruče ali pa celotnega oblaka. Njihova prednost je, da so preprosta in fleksibilna, vendar pa moramo več dela opraviti sami.

1.3.2 PerfKit Benchmarker

PerfKit Benchmarker je odprto kodno orodje uporabljeno za meriti in primerjati oblačne performanse. Podpira več večjih oblačnih ponudnikov, kot so:

- Google Cloud Platform
- Amazon Web Services

in tudi mnoge druge. PerfKit Benchmarker meri končni čas za zagotavljanje virov v oblaku in tudi vse osnovne oblačne meritve naštete v zgornjem poglavju. PerfKit Benchmarker zmanjšuje kompleksnost v zaganjanju testov na oblačnih ponudnikih z enotnimi in preprostimi ukazi. Vsebuje tudi množice javnih testov za uporabo. Vsi testi se zaženejo z privzeto konfiguracijo, ki ni nastavljena v prid nobenemu ponudniku oblačnih storitev. To ponuja možnost testiranja na več različnih oblačnih platformah. V bistvu je Perfkit Benchmarker le orodje, ki avtomatizira pogon ostalih, točno nameskih orodij za test posameznih metrik platforme. Vsa orodja, ki jih uporablja so odprtokodna in bi jih lahko pognali sami, vendar nam Perfkit Benchmarker zmanjša količino dela, saj ima prilagojene skripte za vse večje ponudnike.

1.4 Plačljiva orodja

Plačljiva orodja so:

- SPEC Cloud® IaaS 2018
- Cloud Spectator
- Cloud Performance Benchmark
- Technology Business Research, Inc.

1.4.1 SPEC Cloud® IaaS 2018

SPEC Cloud® IaaS 2018 testira delovanje infrastrukture kot storitev oblačnih implementacij. Podpira testiranje javnih in zasebnih oblakov. Orodje deluje nad strežbo storitve, kot tudi nad izvajanjem storitve oblaka z uporabo vhodno

izhodnih in CPE intenzivnih del. Vsako delo se zažene kot distribuirana aplikacija narejena iz 6 ali 7 instanc, ki obremenijo oblakove resource (CPE, diski in omrežje). Delo bo teklo dokler testi ne naredijo več kakovosti storitve. Administrator lahko tudi omeji število aplikacij kreiranih med izvedbo. Orodje nam omogoča obremeniti računsko zmogljivost, shrambo in omrežje oblaka. Pri tem pa ne potrebuje hypervizorja ali virtualizacijske plasti in uporablja delovne obremenitve, ki spominjajo na tiste, ki običajno delujejo v oblaku, kot so aplikacije za socialne medije in velika analiza podatkov. SPEC Cloud izdaja poročila, ki ne grejo tako v detajle posameznega dela platforme ter izdajajo ločene metrike za vsak del platforme, ampak testirajo zmogljivost ponudnikove platforme kot celoto. Merijo čas stvarive, konfiguracije in zagona instanc oz. virtualnih strojev, latenco vstavitve oz. branja iz baze na postavljeni virtualki, prepustnost, skalabilnost. Vse metrike so merjene v sekundah oz. operacijah na sekundo.

1.4.2 Cloud Spectator

Cloud Spectator sicer ni orodje, ampak podjetje, ki ponuja benchmarking in konzultacijo glede oblačnih storitev. Podjetjem pomaga z analizo različnih ponudnikov oblačnih storitev in testira zmogljivost njihove infrastrukture ter svetuje pri ekonomskih odločitvah. Namenjen je tako primerjavi ponudnikov oblačnih storitev, kot tudi ponudnikom samim, da lahko analizirajo zmogljivost svoje infrastrukture. Nudili naj bi sposobnost izbire pravega ponudnika, kjer stranka postavi zahteve svoje aplikacije, Cloud spectator pa s kombinacijo zahtevosti strankine aplikacije, zmogljivosti infrastrukture različnih ponudnikov in njihovih cenikov, izbere pravega ponudnika. Poročilo vrača rezultate v obliki VM Performance Score in CloudSpecs Score. Nobeden od njiju nima posebne merske enote, saj je VM Performance Score le povprečje točk, ki jih vrnete Geekbench 4 in fio, tako da imata ob enak prispevek k točkam. CloudSpecs Score se izračuna kot VM Performance Score, ki je utežen s ceno, tako da dobimo zmogljivost na ceno, ki naj bi strankam omogočala lažjo izbiro pravega ponudnika platforme.

1.4.3 Cloud Performance Benchmark

Cloud Performance Benchmark je poročilo o največjih petih ponudnikih Amazon Web Services, Google Cloud Platform, Microsoft Azure, IBM Cloud in Alibaba Cloud. Zagotavljalo naj bi nepristransko strokovno poročilo, ki je podprto z različnimi metrikami. Poročilo primerja infrastrukturo posameznega ponudnika in pokaže kako ta infrastruktura vpliva na zmogljivost ter jih seveda primerja med seboj. Prav tako se dotakne geografskih razlik in njihov vpliv na zmogljivost. Poročilo nima le kvantitativne podatke o posameznih platformah, temveč tudi veliko več kvantitativnih in statističnih podatkov o predvidljivosti posameznih metrik poleg razlag arhitektur vsake platforme. Poročilo je zelo poglobljeno, kvantitativne metrike pa se tičejo predvsem omrežja, saj je velik poudarek na latenci, tako izven kot znotraj platforme, ter izgubi paketov. Veliko podatkov najdemo tudi o vplivu geografskih pozicij na kakovost omrežja vsake platforme, vse podprto z statistično analizo obeh metrik.

1.4.4 Technology Business Research, Inc.

Technology Business Research, Inc. je podjetje, ki prav tako nudi storitve tako ponudnikom oblačnih storitev, kot tudi njihovim strankam. Ponudnikom nudijo podatke o trgu, finančne podatke o ponudnikih programske opreme, napovedi, strategije prodaje, itd. Poslužnikom oblačnih storitev pa nudijo podatke o ponudnikih le teh storitev, zmogljivosti ponudnikove infrastrukture za strankin primer uporabe ter tudi prihajajoče trende, ki se bodo posluževali in vplivali na zmogljivost oblačnih sistemov. TBR Inc. je bolj usmerjeno v svetovanje situaciji na trgu, kot pa poglobljeni analizi metrik in zmogljivosti. Sledijo trendom in priložnostim na trgu, napovedujejo nove trende in sledijo finančnim podatkom ponudnikov platform. Njihov glavni cilj je direktni stik in osebno svetovanje strankam, zato nisem uspel najti nobenih uporabnih podatkov o njihovi metodologiji oz. metrikah.

1.5 Implementacija merilnega okolja

Na oblaku Microsoft Azure sva ustvarila račun in na njem postavila virtualni stroj, ki poganja Ubuntu 18.04. Na tej virtualki sva ročno pognala več benchmark testov, saj googlov odprtokodni Perfkit Benchmarker ni deloval. Le ta se namreč zanaša na avtomatsko ustvarjanje virtualnih strojev, zastonjski račun na Azure pa to omejuje. Pognala sva odprtokodna orodja:

- Geekbench 3 = uporabljen predvsem za test CPE zmogljivosti
- test pasovne širine omrežja in dostop do interneta
- latenca diskovja
- zmogljivost diskovja

1.5.1 Tehnične specifikacije računalnika

Specifikacije računalnika na katerem teče virtualni stroj so sledeče:

- OS: Ubuntu 18.04.4 LTS 5.0.0-1032-azure x86_64
- CPE: Intel Xeon Platinum 8168 @ 2.69 GHz 1 processor, 2 threads
- RAM: 4 GB
- Disk: 32 GB SSD

Ker se računalnik nahaja nekje v Microsoftovem strežniškem centru in ker uporablja zastonjski račun na Azure, nimava na razpolago celotnega računalnika, saj na njem verjetno teče tudi kakšna druga virtualka, kar zna vplivati na rezultate meritev. Omenjene specifikacije računalnika so le te, ki jih imava na voljo na virtualki.

1.6 Rezultati meritev

V naslednjih podpoglavjih bova predstavila testna orodja uporabljena na virtualnem računalniku in dobljene rezultate.

1.6.1 Geekbench 3

Najprej sva pognala Geekbench 3, benchmark, ki se uporablja za testiranje CPE zmogljivosti. Imel naj bi to prednost pred klasičnimi testi CPE, da simulira tako breme na procesorju, ki dobro ponazarja produkcijsko okolje med izvajanjem realnih programov, in ne samo sintetični breme. Prav tako Geekbench dodobra obremeni računalnik, da lahko vidimo zmogljivost ob velikem stresu. Še ena dobra stvar kar se tiče Geekbench-a je, da je zelo razširjen, kar pomeni da lahko najdemo veliko različnih rezultatov testov za različne konfiguracije računalnikov, vendar pa to ne pomeni da je zanesljiv. Obstajajo namreč primeri, kjer ima strežniški CPE slabšo oceno kot nek mobilni CPE, saj Geekbench ne testira termalnih zmogljivosti, prav tako pa so razlike med rezultati na različnih operacijskih sistemih. Čeprav Geekbench uporabi več različnih testov, iz povzetka vseh teh testov vrne dve glavni številki: Single-core točke in Multi-core točke, ki sami po sebi nič ne pomenita in nimata merskih enot, velja pa višje je, bolje je. Šele ko ju primerjamo z ostalimi sistemi, dobimo neko sliko zmogljivosti.

Na sliki 1.1 so predstavljeni rezultati večih algoritmov za performanse celih števil. Algoritmi se izvajajo na enem jedru procesorja in na večih.

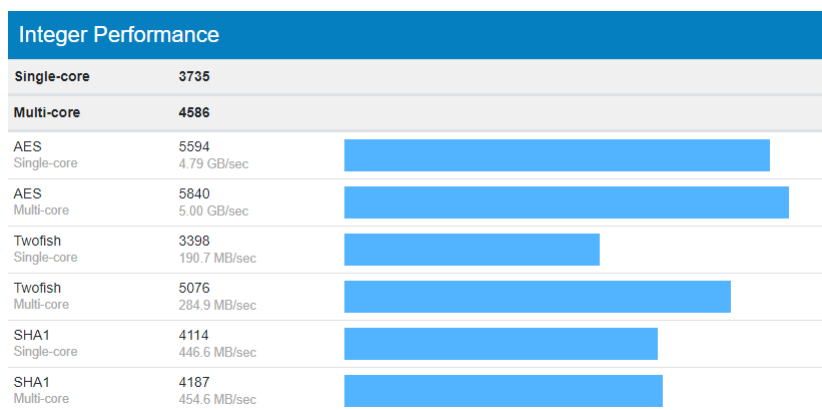


Figure 1.1: Cela števila

Na sliki 1.2 so predstavljeni rezultati večih algoritmov za performanse števil v plavajoči vejici. Algoritmi se izvajajo na enem jedru procesorja in na večih.

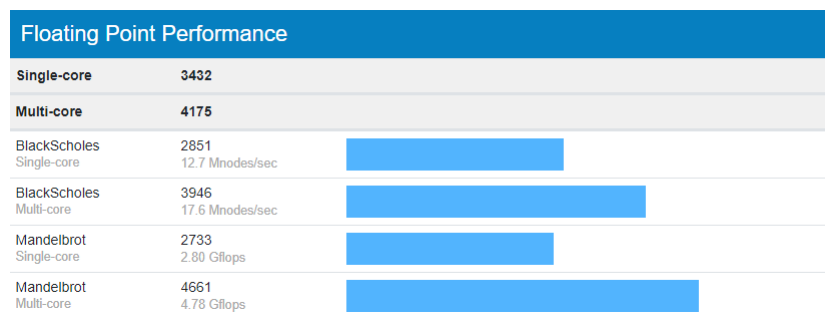


Figure 1.2: Plavajoča vejica

Na sliki 1.3 so predstavljeni rezultati za testiranje spomina. Testira se z kopiranjem na večih jedrih in na enem jedru procesorja.

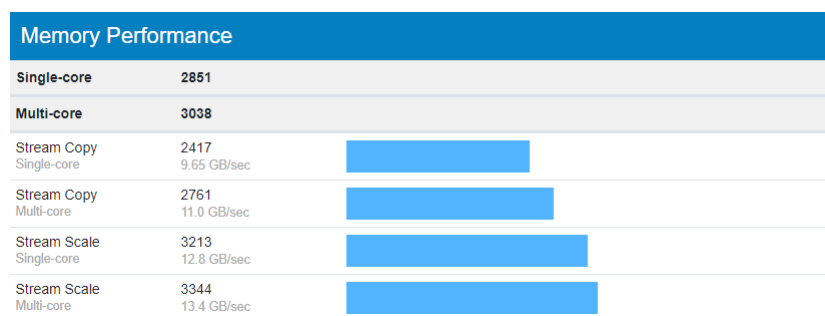


Figure 1.3: Performanse spomina

1.6.2 iPerf

Naslednji benchmark, ki sva ga pognala je iperf, ki meri podatke o omrežju kot sta upload in download pasovno širino. Meri jih v bajt/sekunda, kjer prilagodi prefix od bajta glede na hitrost omrežja. Test sva pognala nad omrežjem med nama in virtualnim strojem. Čeprav bi lahko v najinem primeru podatke popačila hitrost ponudnika interneta na najini strani, pa temu verjetno ni tako, saj sva testirala na omrežju z 12 MB/s prenosa. Nisva prepričana, ali isto velja tudi za upload hitrost, latence pa nisva testirala, saj se strežnik nahaja na nizozemskem in latenca zaradi geografske lokacije pač je kakršna je. Iperf nama vrne povprečno hitrost prenosa podatkov 2,71 MB/s in 2,53 hitrost uploada podatkov, kjer velja, da večje številke pomenijo boljše performanse. Na sliki 1.4 so predstavljeni rezultati testa iPerf. Kjer lahko vidimo hitrosti prenosa na intervalih.

```

ziga@ziga-desktop:~$ iperf3 -c 13.81.58.48 -f M
Connecting to host 13.81.58.48, port 5201
[ 5] local 192.168.0.101 port 50250 connected to 13.81.58.48 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr    Cwnd
[ 5]  0.00-1.00    sec  4.35 MBytes  4.35 MBytes/sec  462    65.5 KBytes
[ 5]  1.00-2.00    sec  2.94 MBytes  2.94 MBytes/sec   9    62.8 KBytes
[ 5]  2.00-3.00    sec  2.27 MBytes  2.27 MBytes/sec   8    55.8 KBytes
[ 5]  3.00-4.00    sec  2.33 MBytes  2.33 MBytes/sec   4    82.3 KBytes
[ 5]  4.00-5.00    sec  2.27 MBytes  2.27 MBytes/sec  11    78.1 KBytes
[ 5]  5.00-6.00    sec  3.19 MBytes  3.19 MBytes/sec  11    73.9 KBytes
[ 5]  6.00-7.00    sec  2.27 MBytes  2.27 MBytes/sec  10    69.7 KBytes
[ 5]  7.00-8.00    sec  2.21 MBytes  2.21 MBytes/sec  12    65.5 KBytes
[ 5]  8.00-9.00    sec  2.94 MBytes  2.94 MBytes/sec  12    62.8 KBytes
[ 5]  9.00-10.00   sec  2.33 MBytes  2.33 MBytes/sec  10    61.4 KBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 5]  0.00-10.00   sec  27.1 MBytes  2.71 MBytes/sec  549
[ 5]  0.00-10.00   sec  25.3 MBytes  2.53 MBytes/sec
sender
receiver
iperf Done.

```

Figure 1.4: test iPerf

1.6.3 ioPing

Tretji benchmark, ki sva ga izbrala je ioPing. Prednost ioPing-a naj bi bila njegova preprostost, saj je zelo podoben znanemu ukazu ping, le da je namenjen testu diskovja v računalniku. Ni namenjen testiranju diskovja pod naporom, zanima ga le latenca zahtev za pisanje/branje. Le ta je izredno pomembna za podatkovne baze, ki niso pod velikim stresom zaradi števila zahtev, vendar bi njihov opazen zamik pri odzivu negativno vplival na uporabniško izkušnjo. Latenca nima velikega pomena pri večjih asinhronih operacijah pisanja, saj je to veliko bolj odvisno od prepustnosti diska. Zato sva pognala testa latence pri sinhronih oz. zaporednih operacijah pisanja in latenci pri asinhronih operacijah branja. ioPing poda rezultate latence v obliki sekund, seveda prilagodi predpono velikosti latence. SSD, do katerega dostopa virtualka, je precej hiter in ima latenco v rangi 200 mikrosekund, kjer sta pomembni še minimum in maksimum vrednosti latence. Standardni odklon (mdev) nam pove kakšen razpon latenc lahko pričakujemo pri večini operacij. Na sliki 1.5 so predstavljeni rezultati testa ioPing. Kjer lahko vidimo odzivne čase.

```

ziga@test:~$ ioping -c 10 .
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=1 time=405 us
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=2 time=112 us
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=3 time=110 us
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=4 time=224 us
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=5 time=187 us
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=6 time=124 us
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=7 time=136 us
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=8 time=188 us
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=9 time=124 us
4 KiB from . (ext4 /dev/sda1): request=10 time=240 us

--- . (ext4 /dev/sda1) ioping statistics ---
10 requests completed in 9.00 s, 5.41 k iops, 21.1 MiB/s
min/avg/max/mdev = 110 us / 185 us / 405 us / 85 us

```

Figure 1.5: test ioPing

1.6.4 Fio

Četrty benchmark, ki sva ga pognala je program fio, kar pomeni "flexible I/O". Fio je precej fleksibilen in torej bolj kompleksen program za testiranje diskovja, omogoča več specifičnih testov. Veliko je uporabljen s strani razvijalcev in sistemskih adminov, za testiranje delovanje diskovja in datotečnih sistemov. Midva sva ga uporabila za test pasovne širine pisanja/branja, samo pisanja ali samo branja na disk. V povprečju neka standardna podatkovna baza dobi 3 bralne operacije za vsako pisalno operacijo, torej je razmerje med read in write operacijami 3:1. To razmerje sva uporabila pri testu kombinacije pisanja in branja. Na sliki 1.6 so predstavljeni rezultati testa Fio za read in write.

```

randrw: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=77126: Sat Mar 21 11:25:56 2020
read: IOPS=1790, BW=7162KiB/s (7334kB/s)(3070MiB/438951msec)
bw ( KiB/s): min= 16, max=14032, per=100.00%, avg=8507.62, stdev=4830.79, samples=739
iops : min= 4, max= 3508, avg=2126.88, stdev=1207.69, samples=739
write: IOPS=598, BW=2393KiB/s (2451kB/s)(1026MiB/438951msec)
bw ( KiB/s): min= 8, max= 5240, per=100.00%, avg=2838.93, stdev=1634.56, samples=740
iops : min= 2, max= 1310, avg=709.71, stdev=408.64, samples=740
cpu : usr=0.50%, sys=1.91%, ctx=389703, majf=0, minf=0
IO depths : 1=0.1%, 2=0.1%, 4=0.1%, 8=0.1%, 16=0.1%, 32=0.1%, >=64=100.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
issued rw: total=785920,262656,0, short=0,0,0, dropped=0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=64

Run status group 0 (all jobs):
READ: bw=7162KiB/s (7334kB/s), 7162KiB/s-7162KiB/s (7334kB/s-7334kB/s), io=3070MiB (3219MB), run=438951-438951msec
WRITE: bw=2393KiB/s (2451kB/s), 2393KiB/s-2393KiB/s (2451kB/s-2451kB/s), io=1026MiB (1076MB), run=438951-438951msec

Disk stats (read/write):
sda: ios=787458/263388, merge=0/687, ticks=5953973/22909741, in_queue=28364920, util=16.35%

```

Figure 1.6: test Fio, R/W

1.6.5 Lastnosti metrik testov

Metrike	Geekbench 3	iPerf	ioPing	Fio
linearnost	NE	DA	NE	NE
zanesljivost	NE	DA	NE	DA
ponovljivost	DA	NE	DA	NE
enostavnost	NE	DA	DA	DA
konsistentnost	DA	DA	NE	DA
neodvisnost	NE	DA	DA	DA

Table 1.1: Tabela prikazuje metrike uporabljenih testov.

1.7 Zaključek

Tule bo zaključek.

Bibliography