

Analiza zmogljivosti oblačnih in strežniških storitev

Uredil prof. dr. Miha Mraz

Maj 2016

Kazalo

Predgovor	iii
1 Analiza zmogljivosti medijsih strežnikov in prenosa datotek (M. Kopar, T. Nedanovski, J. Petrič)	1
1.1 Opis problema	1
1.2 Rešitev problema	2
1.2.1 Raspberry vs Banana Pi	2
1.2.2 RAID	3
1.3 Implementacija sistema	5
1.3.1 RAID	5
1.3.2 Operacijski sistem	5
1.4 Nadzor delovanja	5
1.4.1 SYSBENCH	5
1.4.2 IPERF	10
1.4.3 FTPBENCH	13
1.5 Zaključek	16

Predgovor

Pričujoče delo je razdeljeno v devet poglavij, ki predstavljajo različne analize zmogljivosti nekaterih oblačnih izvedenk računalniških sistemov in njihovih storitev. Avtorji posameznih poglavij so slušatelji predmeta *Zanesljivost in zmogljivost računalniških sistemov*, ki se je v štud.letu 2015/2016 predaval na 1. stopnji univerzitetnega študija računalništva in informatike na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Vsem študentom se zahvaljujem za izkazani trud, ki so ga vložili v svoje prispevke.

prof. dr. Miha Mraz, Ljubljana, v maju 2016

Poglavje 1

Analiza zmogljivosti medijskih strežnikov in prenosa datotek

Matej Kopar, Tilen Nedanovski, Julija Petrič

1.1 Opis problema

Tema pričujočega poglavja je analiza zmogljivosti operacijskega sistema Raspbian na nizkocenovnih računalnikih Raspberry Pi 2 in Banana Pi.

Raspbian je odprtokodni operacijski sistem, ki temelji na Debianu za strojno opremo nizkocenovnega računalnika Raspberry Pi 2. Preveriti želimo, če lahko z nizkocenovno opremo dosežemo zadovoljive rezultate deljenja datotek ter predvajanje video vsebin za domačo rabo.

Za testiranje predvajanja video vsebin smo uporabili isti video v različnih resolucijah ter merili zakasnitev ob različnem številu uporabnikov. Za testiranje prenosa datotek smo merili hitrost prenosa datoteke z odjemalca na strežnik in obratno. Breme je množica zahtev in več zaporednih prenosov. Poleg testiranja predvajanja video vsebin ter prenosa datotek smo testirali še z njim povezane protokole. Protokoli za prenos datotek so standardi za prenos datotek med

odjemalcem in strežnikom v računalniškem omrežju. Primerjali smo zmogljivost naslednjih protokolov:

- FTP (File Transfer Protocol),
- SFTP (Secure File Transfer Protocol),
- RTSP (Real Time Streaming Protocol),
- SMB (Server Message Block).

1.2 Rešitev problema

Vsa testiranja smo izvedli na sistemih Raspberry Pi 2 in Banana Pi z diskovnim poljem RAID (tabela 1.1). Testiranje strežnikov in predvajanje video vsebin smo izvedli s predvajalnikom VLC, ki omogoča zagon preko ukazne vrstice z vnaprej podanim URL naslovom. Merili smo tudi zakasnitev oz. čas ki ga potrebujemo za odgovor na našo poizvedbo. Za testiranje osnovnih funkcionalnosti sistema smo uporabili orodje SYSBENCH.

Za vsak protokol smo izvedli test v ukazni lupini s pomočjo orodij CURL, TIME in AB (Apache benchmark). Za vsak protokol smo izvedli dva testa v ukazni lupini s pomočjo orodij CURL, time in AB (Apache benchmark):

1. **Prenos datotek:** Merimo hitrost prenosa datotek z odjemalca na strežnik in s strežnika nazaj na odjemalec. Breme je množica zahtev in več zaporednih prenosov. Vsebina datotek je naključna.
2. **Tok podatkov:** Med odjemalcem in strežnikom ustvarimo tok podatkov in merimo zakasnitev glede na število zahtev in kvaliteto prenosa.

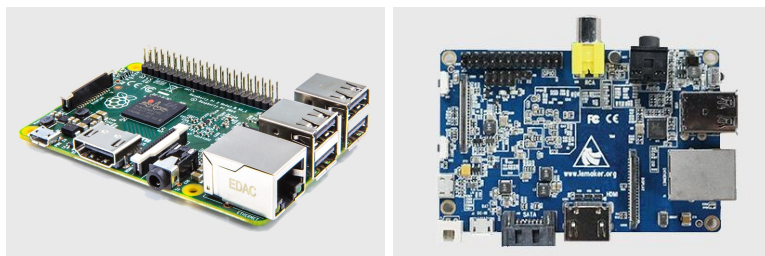
1.2.1 Raspberry vs Banana Pi

Banana Pi je zasnovana dovolj podobno kot Raspberry Pi, tako da lahko večina programske opreme ustvarjene za Raspberry Pi teče tudi na Banana Pi.

Primerjava Raspberry Pi 2 Model B in Banana Pi je predstavljena na tabeli 1.1:

	Raspberry Pi 2 Model B	Banana Pi
Processor	ARM Cortex A7 - 900 MHz - Quad core	Allwinner A20 - Cortex A7 - 1 GHz - Dual core
RAM	1 GB LPDDR2	1 GB DDR3
GPU	VideoCore IV - Dual core	Mali 400 MP2 - Dual core
Video out	1 x HDMI - 1.2 ali 1.4	1 x HDMI, 1 x Composite
Network	1 x 10/100 Ethernet	1 x 10/100/1000 Ethernet

Tabela 1.1: Primerjava sistemov Raspberry Pi 2 Model B in Banana Pi [1]



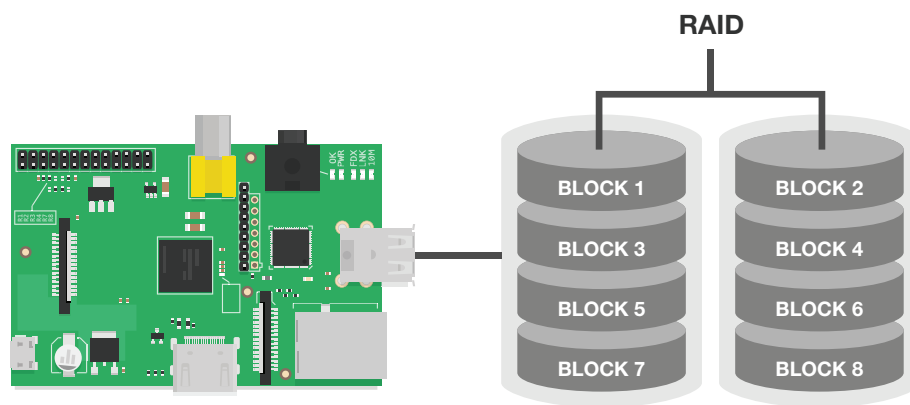
Slika 1.1: Raspberry Pi 2 Model B vs Banana Pi [1]

1.2.2 RAID

Testiranje sistemov smo izvedli na zgoraj omenjenem sistemu z diskovnim poljem RAID [2] (*Redundant array of independent disks; originally redundant array of inexpensive disks*).

RAID je namenjen povezovanju in upravljanju dveh ali več trdih diskov. S povezovanjem manjših trdih diskov dosežemo večjo in hitrejšo, lahko pa tudi zanesljivejšo logično enoto.

Po pregledu že znanih testiranj sistema Raspberry Pi z diskovnim poljem RAID smo se odločili, da bomo testiranje izvedli na nekaj USB ključih (16 oz. 32GB), saj bo tako zahtevnost izdelave polja precej nižja. Na Banana Pi smo izvedli testiranje z USB ključki kot tudi na disku, ker disk s SATA priklopom omogoča hitrejšo prenoso. Slika 1.2 prikazuje arhitekturo testiranega sistema.



Slika 1.2: Primer kompozicije z dvema pomnilniškima napravama v polju RAID.

1.3 Implementacija sistema

1.3.1 RAID

Postopek vzpostavitve RAID:

1. Diske prek USB vmesnika povežemo z Raspberry Pi.
2. Ukaz `sudo fdisk -l` izpiše vse pomnilniške naprave, ki so na voljo na sistemu.
3. Namestimo `Mdadm` z `sudo apt-get install mdadm`.
4. Z ukazom `mdadm -Cv /dev/md0 -l0 -n2 /dev/sd[ab]1` ustvarimo polje RAID na lokaciji `/dev/md0` z `raid0` (zastavica `-l0`). V polje sta vključena dva diska: `/dev/sda1` in `/dev/sdb1`.
5. Datotečni sistem na polju ustvarimo z `mkfs /dev/md0 -t ext4`.

1.3.2 Operacijski sistem

1.4 Nadzor delovanja

1.4.1 SYSBENCH

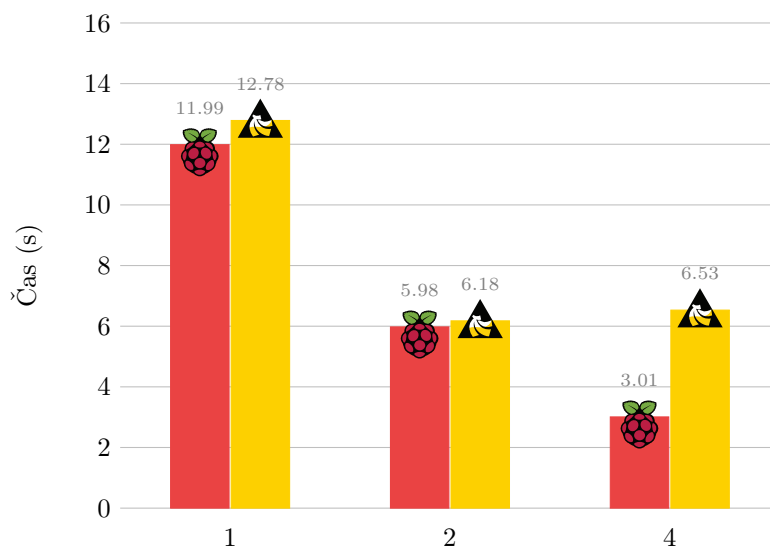
SYSBENCH [3] je skupno ime za zbirko orodij, ki na podlagi obremenitvenih testov merijo zmogljivost različnih aspektov sistema — procesno moč, hitrost vhodno-izhodnih enot, zmogljivost podatkovne baze ipd. Da pridobimo splošni občutek zmogljivosti sistemov, najprej naredimo splošne teste, ki zajemajo meritve CPU, pomnilnika ter pisanja in branja iz USB naprave oz. SATA priklopa. Orodje SYSBENCH vsakega izmed testov požene večkrat (nekaj tisočkrat), nato pa vrne povprečni rezultat. Tako so vsi rezultati naslednjih meritev z orodjem SYSBENCH povprečni rezultati.

CPU test

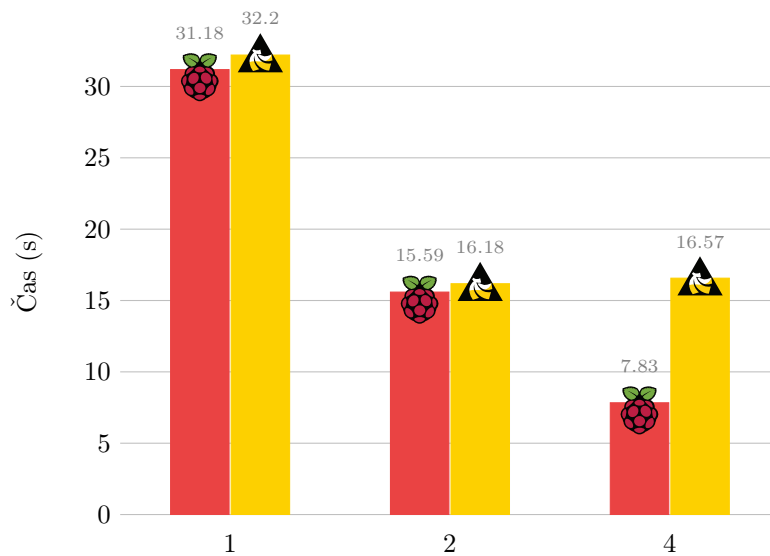
CPU test meri čas računanja prvih N praštevil s t nitmi, pri čemer sta N in t vhodna argumenta. Z ukazom

```
sysbench --test=cpu --cpu-max-prime=N --num-threads=t run
```

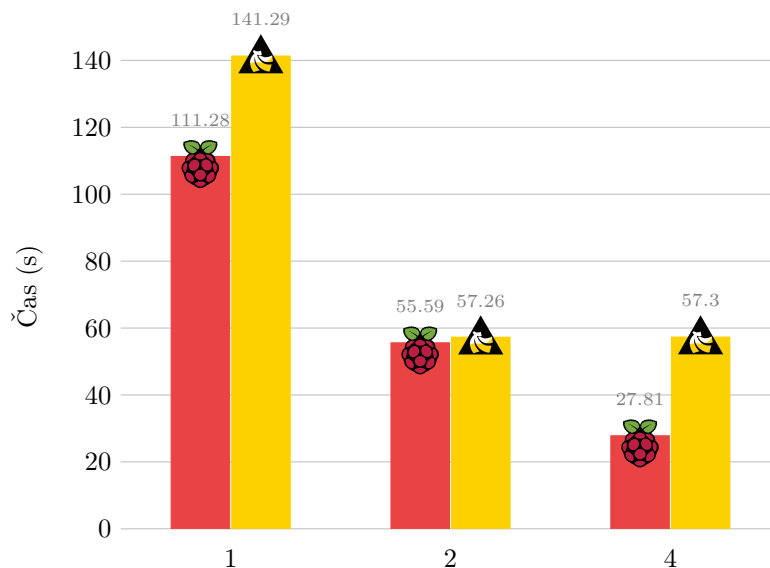
poženemo program za izračun praštevil pri podani omejitvi `--cpu-max-prime` in številu niti `--num-threads`. Teste smo izvedli za 1000, 2000 in 5000 praštevil in eno, dve ter štiri niti. Predvidevamo, da bodo rezultati približno enaki, saj imata obe napravi približno enako procesorsko moč. Razlika bi morala biti očitna le pri uporabi štirih niti, saj je ima Banana Pi procesor z dvema jedroma, Raspberry Pi pa procesor s štirimi jedri. Rezultati meritev so predstavljeni na slikah 1.3, 1.4 in 1.5.



Slika 1.3: Obremenitev CPU enote z računanjem 1000 praštevil za oba sistema.



Slika 1.4: Obremenitev CPU enote z računanjem 2000 praštevil za oba sistema.



Slika 1.5: Obremenitev CPU enote z računanjem 5000 praštevil za oba sistema.

Raspberry Pi za računanje porabi manj časa ne glede na vhodne argumente. Čas se zmanjšuje z vsako dodatno nitjo. Čas ki ga potrebuje Banana Pi za računanje praštevil se zmanjša, če za računanje uporabimo dve niti. Če je niti več, je čas enak ali daljši. Rezultati so smiselni. Računanje na Banana Pi namreč poteka na dvojedernem procesorju, na Raspberry Pi pa na štirijedernem procesorju.

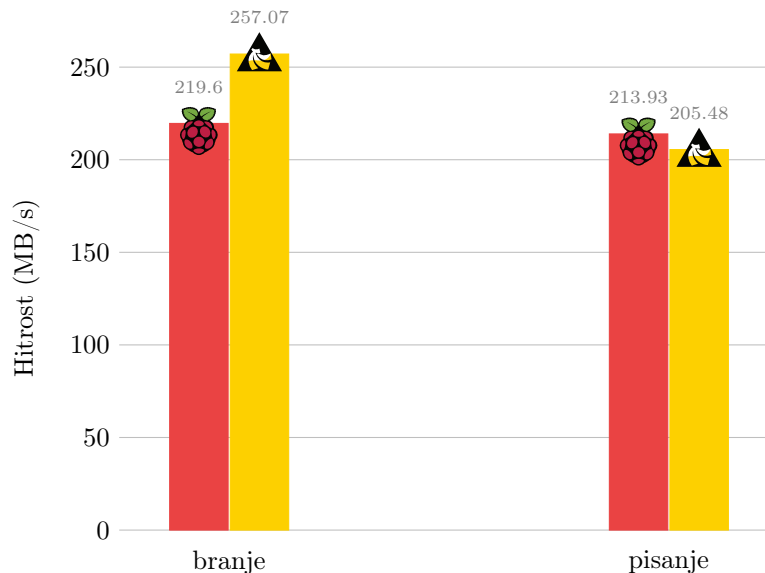
Memory test

Program za testiranje zmogljivosti spomina najprej alokira ustrezno količino spomina v pomnilniku, ki služi kot medpomnilnik za branje in pisanje. Nato v zanki piše ali bere podatke toliko časa, dokler ne zapolni dodeljenega dela pomnilnika t.j. medpomnilnika. Zahteve za branje ali pisanje so lahko zaporedne ali v naključnem vrstnem redu. Z ukazom

```
sysbench --test=memory --memory-total-size=N
--memory-oper=(read|write) --memory-access-mode=(seq|rnd) run
```

poženemo program za testiranje spomina pri velikosti medpomnilnika `--memory-total-size` in operaciji `--memory-oper`.

Teste smo izvedli z branjem in pisanjem 2GB podatkov z operacijami v naključnem vrstnem redu. Predvidevamo, da bodo rezultati na napravi Banana Pi boljši, ker uporablja zmogljivejši pomnilnik DDR3, medtem ko je na Raspberry Pi napravi v uporabi pomnilnik DDR2. Kapaciteta pomnilnika je pri obeh na-



Slika 1.6: Rezultati testa pomnilnika za oba sistema.

pravah enaka - 1GB. Rezultati meritev so prikazani na sliki 1.6:

Rezultati nas nekoliko presenetijo, saj sta napravi skoraj enakovredni (pri branju je naprava Banana Pi nekoliko boljša). Kljub boljšemu pomnilniku na napravi Banana Pi so rezultati naprave Raspberry Pi zelo primerljivi.

File I/O test

Test s pisanjem in branjem datotek z naključno vsebino meri prepustnost, in s tem učinkovitost datotečnega sistema. Najprej z ukazom

```
sysbench --test=fileio --file-total-size=N prepare
```

pripravimo podatke, nato z ukazom

```
sysbench --test=fileio --file-total-size=N --file-test-mode=rndrw run
```

test poženemo. Na koncu počistimo testne datoteke z ukazom

```
sysbench --test=fileio --file-total-size=N cleanup.
```

Predvidevamo, da bo branje in pisanje pri uporabi USB diska primerljivo, medtem ko bi moralo biti branje in pisanje na SATA disk bistveno hitrejši od prvega.

Rezultati testov so navedeni v naslednjih alinejah, njihov grafični prikaz pa je predstavljen na sliki 1.7:

- Banana Pi s podatki na zunanjem trdem disku SATA:

Operations performed: 17640 Read, 11760 Write, 37563 Other = 66963 Total
Read 275.62Mb Written 183.75Mb Total transferred 459.38Mb (1.5312Mb/sec)
98.00 Requests/sec executed

Test execution summary:

total time: 300.0006s
total number of events: 29400
total time taken by event execution: 165.9502
per-request statistics:
min: 0.04ms
avg: 5.64ms
max: 106.88ms
approx. 95 percentile: 12.67ms

- Banana Pi s podatki na zunanjem trdem disku USB:

Operations performed: 1260 Read, 840 Write, 2601 Other = 4701 Total
Read 19.688Mb Written 13.125Mb Total transferred 32.812Mb (110.92Kb/sec)
6.93 Requests/sec executed

Test execution summary:

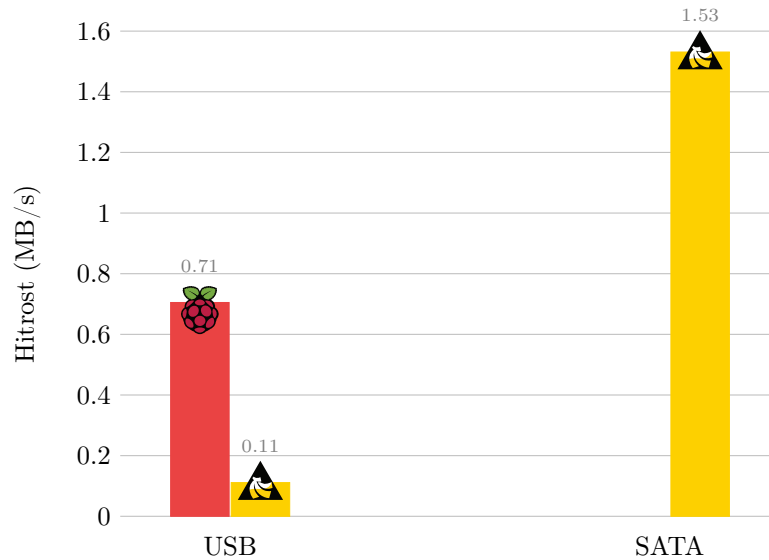
total time: 302.9108s
total number of events: 2100
total time taken by event execution: 1.6805
per-request statistics:
min: 0.05ms
avg: 0.80ms
max: 8.22ms
approx. 95 percentile: 1.55ms

- Raspberry Pi s podatki na zunanjem trdem disku USB:

Operations performed: 8400 Read, 5600 Write, 17793 Other = 31793 Total
Read 131.25Mb Written 87.5Mb Total transferred 218.75Mb (705.49Kb/sec)
44.09 Requests/sec executed

Test execution summary:

total time: 317.5096s
total number of events: 14000
total time taken by event execution: 22.3205
per-request statistics:
min: 0.03ms
avg: 1.59ms
max: 13.31ms
approx. 95 percentile: 2.11ms



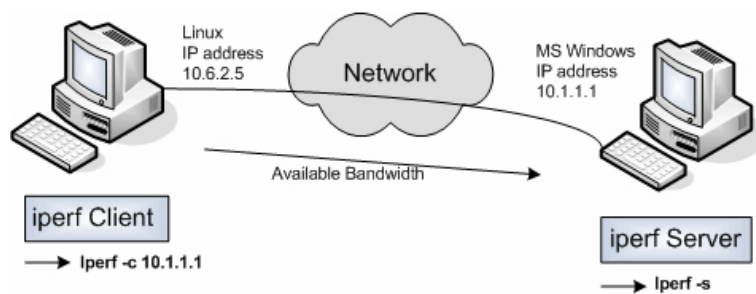
Slika 1.7: Rezultati testa File I/O za oba sistema.

Opazimo lahko, da so rezultati na napravi Banana Pi za USB disk precej slabši od naprave Raspberry Pi, kar nas preseneča. Predvidevamo, da bi lahko bila težava v USB disk-u, ki ni enak na obeh napravah. Opazimo tudi, da je zmogljivost SATA diska bistveno večja od zmogljivosti preko USB naprave, kar je smiselno in pričakovano, ker omogoča SATA bistveno višje hitrosti od USB-ja.

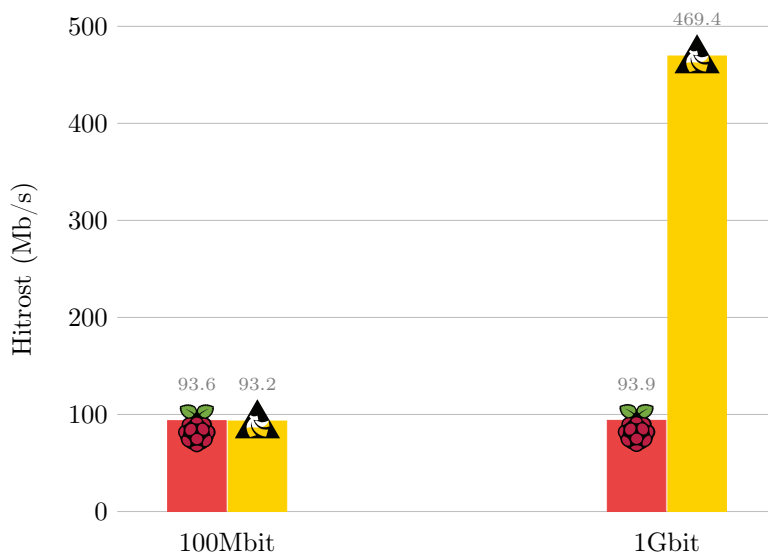
1.4.2 IPERF

IPERF [4] je orodje za merjenje pasovne širine in kvalitete mrežnega vmesnika. Test se izvaja na povezavi med dvema sistemoma — odjemalcem in strežnikom. Na obeh sistemih se izvaja program IPERF. To ponazarja slika 1.8. Kvaliteta mrežnega vmesnika se določa na podlagi naslednjih lastnosti:

- latenca oz. odzivni čas,
- jitter oz. variacija latence (meri se z IPERF UDP testi),
- število izgubljenih datagramov (meri se z IPERF UDP testi).



Slika 1.8: Povezava med odjemalcem in strežnikom. [4]



Slika 1.9: Rezultati testa IPERF za oba sistema.

Z ukazom

```
iperf -s [options]
```

poženemo program na strežniku in z ukazom

```
iperf -c host [options]
```

na odjemalcu, pri čemer je `host` mrežni naslov strežnika na katerem izvajamo iperf. Orodje je zasnovano tako, da izvaža testiranje nekaj časa, nato pa vrne povprečen rezultat.

Teste smo izvedli s prenosom 100Mbit podatkov in 1Gbit podatkov prek protokolov UDP in TCP. Pri testiranju 100Mbit pasovne širine pričakujemo približno enako zmogljivost, medtem ko pri testiranju 1Gbit pasovne širine pričakujemo bistveno razliko pri sistemu Banana Pi, ker le-ta vsebuje 10/100/1000 mrežno kartico, medtem ko sistem Raspberry Pi vsebuje le 10/100 mrežno kartico. Rezultati so prikazani na sliki 1.9.

Rezultati so pričakovani. Pri prenosu 100Mbit podatkov je hitrost prenosa na Raspberry Pi in Banana Pi skoraj popolnoma enaka.

Banana Pi dosega boljše rezultate pri prenosu 1Gbit podatkov zaradi že prej omenjene boljše (10/100/1000) mrežne kartice. Zaradi boljše kartice sistem Banana Pi omogoča boljšo prepustnost in tako hitrejši prenos, kar vidimo tudi na grafu, kjer je sistema Banana Pi hitrejši za približno 5 krat.

1.4.3 FTPBENCH

Sprva smo prenos datotek želeli testirati z orodji CURL, TIME in AB (Apache Benchmark), vendar smo se nato odločili za orodje FTPBENCH, katerega osnovna funkcionalnost je testiranje hitrosti prenosa datotek s strežnika oz. nalaganje na strežnik. Program FTPBENCH [5] z obremenitvami meri zmogljivost in prepustnost FTP strežnika. Vključuje naslednje teste:

- login test,
- upload test (FTP ukaz STOR),
- download test (FTP ukaz RETR).

Teste smo izvedli od doma na obeh sistemih s priključenim USB diskom. Teste smo izvedli dne 2. 5. 2016. Specifikacije odjemalca so naslednje:

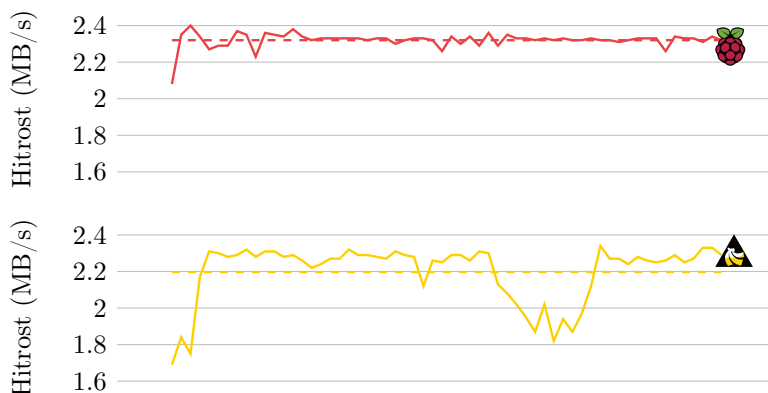
- lokacija: Šentrupert na Dolenjskem,
- ponudnik: Amis, simetrična optična povezava 20Mbit/20Mbit.

Ker je pasovna širina bistveno nižja od vseh prej navedenih pasovnih širin, pričakujemo, da bo pasovna širina odjemalca naše ozko grlo. Zaradi tega bi moral biti prenos in nalaganje največ 20Mbit/s (oz. okrog 2,5MB/s).

Rezultati so prikazani na slikah 1.10 in 1.11:



Slika 1.10: Rezultati testa Ftpbench - upload za oba sistema.



Slika 1.11: Rezultati testa Ftpbench - download za oba sistema.

Polna črta na grafih prikazuje download oz. upload v enoti časa. Črtkana črta prikazuje povprečno vrednost.

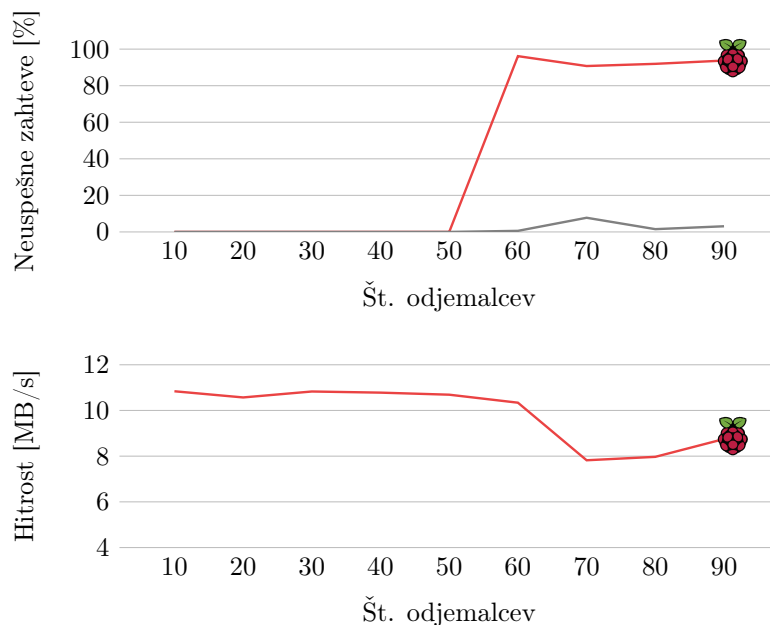
Rezultati so smiselni. Oba sistema imata povprečno vrednost okrog 2,2MB/s, kar je ravno naše predvidevanje ozkega grla - pasovna širina odjemalca. V tem primeru sta tako oba sistema brez večjih težav zmoгла obe testiranji in se odrezala zelo zadovoljivo.

Vzporednost prenosov

Z orodjem FTPBENCH smo testirali tudi zmogljivost FTP strežnika v primeru, ko je zahtev za prenos več in so med sabo vzporedne. Ob tej predpostavki smo skušali ugotoviti koliko lahko sistem obremenimo preden strežnik zahtevo zavrne (rejected) ali pa čas odziva strežnika na zahtevo preseže časovno omejitev (timeout). Da smo se znebili vpliva pasovne širine omrežja, smo test izvajali na lokalnem omrežju. V vsaki iteraciji smo prenesli 1GB podatkov na interni pomnilnik in na podatkovno enoto USB. Časovna omejitev odziva na zahtevo je 10s. Rezultati so prikazani na sliki 1.12 in 1.13. Rdeč graf predstavlja delež zavrnjenih zahtev, siv graf pa delež zahtev s preseženim časom odziva.

Interni pomnilnik

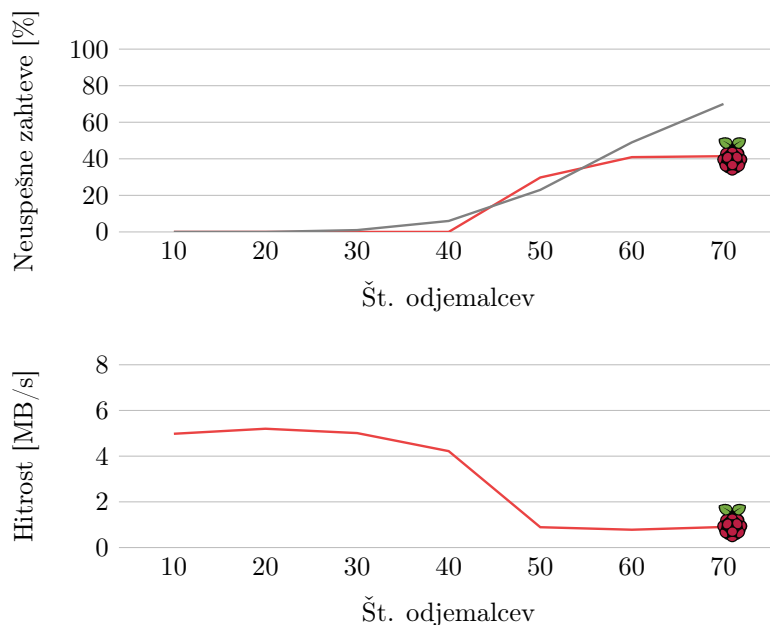
Če sistem obremenimo z do vključno 50 vzporednimi odjemalci, prenos poteka brez težav oz. odpovedi. Če je vzporednih odjemalcev več, se delež neuspešnih zahtev poveča, hitrost pa se zmanjša. Prenos je kljub temu uspešen, a zanj sistem potrebuje več časa.



Slika 1.12: Rezultati testa FTPBENCH z vzporednimi prenosi - sistem Raspberry Pi, podatki na internem spominu.

USB pomnilnik

Če sistem obremenimo z do vključno 30 vzporednimi odjemalci, prenos poteka brez težav oz. odpovedi. Pri 40 odjemalcih ni odpovedi, a je odzivnost sistema slabša. Pri 50 zahtevah se to število poveča, prihaja tudi do zavrnitev. Pri 70 vzporednih zahtevah sistem zaradi preobremenitve prenos predčasno ustavi (pri prenosu 1GB podatkov se jih je preneslo le 398MB). 60 vzporednih zahtev je torej zgornja meja pri kateri je prenos še uspešen, kljub odpovedim.



Slika 1.13: Rezultati testa FTPBENCH z vzporednimi prenosi - sistem Raspberry Pi, podatki na podatkovni enoti USB.

1.5 Zaključek

V seminarski nalogi smo raziskovali, ali so nizkocenovni računalniki primerni za uporabo v strežniške namene v domačem okolju. Po osnovnih testih se naši nizkocenovni računalniki niso odrezali ravno najbolje, vendar smo s testiranjem prenosa in nalaganja datotek preko omrežja ugotovili, da ozko grlo prej dosežemo s pasovno širino povezave kot pa pasovno širino vmesnika. Po testiranju vzporednih prenosov smo ugotovili, da je sistem ranljiv na veliko število odjemalcev, do odpovedi pa pride le v primeru ko podatke shranjujemo na zunanji pomnilnik. S tem pridemo do zaključka, da bi lahko Raspberry Pi brez večjih težav uporabljali za domač strežnik in zaradi tega sklepamo, da ne bi bilo večjih težav niti z Banana Pi.

Literatura

- [1] “Digital Trends.” <http://www.digitaltrends.com/computing/raspberry-pi-vs-banana-pi/>, March 2015.
- [2] “RAID.” <https://en.wikipedia.org/wiki/RAID>.
- [3] “How To Benchmark Your System.” <https://www.howtoforge.com/how-to-benchmark-your-system-cpu-file-io-mysql-with-sysbench>.
- [4] “Open maniak.” <http://openmaniak.com/iperf.php>, 2010.
- [5] “ftpbench.” <https://github.com/selectel/ftpbench>.