



B7

USB 3.0 vs THUNDERBOLT



Albert Suàrez
Daniel Gil
Inés Santos
Pere Bergé

RESUM

OBJECTIU

El Thunderbolt té un rati major a 1 respecte l'USB 3.0? En cas afirmatiu, fins on pot arribar?

VARIABLES

Es defineix com a variable la velocitat de transmissió d'un dispositiu a un altre a través d'alguns dels dos sistemes estudiats. I una vegada presos, és calcula el rati entre ells.

PLA DE MOSTREIG I REALITZACIÓ

En un mateix ordinador amb les dues connexions esmentades, calculem el temps de transmissió dels mateixos arxius (mostres aparellades).

Un cop presos aquestes dades, realitzem l'estudi estadístic sobre el rati.

RECOL·LECTA DE DADES

Per poder obtenir les dades utilitzarem un script PHP, que copiarà arxius de diferents mides i extensions (tipus) del disc dur principal del sistema a l'extern (connectat o bé per USB 3.0 o bé per Thunderbolt).

Farem servir arxius més grans o iguals (\geq) que 5MB ja que sinó els càlculs no són suficientment fiables.

L'ordinador que utilitzarem per la recol·lecta de dades serà un iMac amb un processador i5, 16GB de RAM amb 4 CPU's.

INTRODUCCIÓ

El Bus Sèrie Universal (USB) és un estàndard industrial desenvolupat a mitjans dels anys 90 que defineix el cablejat, els connectors i el protocol de comunicacions emprat en un bus de dades per a connectar, comunicar i alimentar perifèrics des dels ordinadors. A mesura que han passat els anys s'han anat fabricant nous models d'aquest port per tal de millorar sobretot la rapidesa de transmissió de dades i l'eficiència energètica.

El nostre estudi estarà basat en dos dels últims models que estan força estandaritzats i als quals tenim accés: USB 3.0 i Thunderbolt.

Pel que fa al model USB 3.0, va sortir el novembre de 2008. Els seus objectius més importants van ser incrementar la velocitat de transferència de dades, reduir el consum elèctric, incrementar l'aportació de corrent elèctric als dispositius i que fos compatible amb la versió anterior. Algunes característiques:

- Velocitat de transmissió: 100Mb/s.
- Inclou un bus més ràpid, anomenat "SuperSpeed", en paral·lel amb el bus USB 2.0.

D'altra banda, Thunderbolt es diferencia per utilitzar tecnologia òptica i oferir una velocitat de transmissió de dades molt més alta que USB 3.0. Algunes característiques:

- Velocitat de transmissió: 500 Mb/s.
- Connexió simultània a múltiples dispositius.
- Transferència bidireccional

Un cop analitzades les característiques dels models de transmissió de dades que estudiarem podem assegurar que són dos ports ben diferenciats i ens podrem basar en ells per fer una bona comparació.

MÈTODES

Per poder aconseguir totes les dades, necessitarem varis materials:

- 81 arxius de diferents mides i extensions agafats aleatòriament.
- Un ordinador Macintosh actual, amb connexió Thunderbolt i USB 3.0.
- Força memòria RAM per tal que afecti al mínim la captura de les dades.
- Un disc dur amb els dos tipus de connexió.
- Un programa software que faci que a l'ordinador es puguin executar scripts amb PHP.
- Un script que copii els 81 arxius al disc dur, primer amb una connexió i després amb l'altra.

Una vegada ja sabem tot el que necessitem per aconseguir les dades, ho varem haver d'aconseguir i preparar tot per tal que funcionés correctament.

En primer lloc, varem fer servir un iMac de 27" amb processador i5 a 3,4GHz i 6MB L3 de cache. Es va optar per posar 16GB de Ram per tal que no afectés a les transferències dels arxius. La Ram era del tipus DDR3 i funcionava a 1600MHz.

Després de tenir l'ordinador a punt, varem escollir el disc dur. El disc dur extern que vam triar, és el Lacie Rugged que porta un SSD de 256GB i doble connexió, Thunderbolt i USB 3.0. D'aquesta manera, aconseguirem que les dades fossin el més acurades possibles ja que el disc dur seria el mateix i, per tant, el hardware per aconseguir unes dades i les altres seria exactament el mateix.

Una vegada arribats a aquest punt, vam aconseguir els 81 arxius, vam instal·lar el XAMPP a l'ordinador per poder-hi executar el script PHP i finalment, vam programar el script PHP per tal que copiés els arxius de l'ordinador al disc dur extern. D'aquesta manera, els temps eren quasi exactes i amb el mínim marge d'error possible.

El script es troba adjuntat a l'annex.

Per acabar, varem executar el script amb el disc dur connectat amb cada tipus de connexió i vam extreure les dades que ens interessaven (Mida dels arxius, temps a copiar l'arxiu amb cada tipus de connexió i de quin tipus d'arxiu es tractava). Després de tenir aquestes dades, les vam haver d'adaptar per poder-les entrar bé en un Excel i al programa R.

Finalment, quan ja ho teníem tot, cal destacar que les nostres dades són una mostra de dades aparellades, ja que mirem el que triguen a copiar-se els mateixos arxius però amb diferents connexions. També cal remarcar que amb les dades obtingudes ja podrem calcular tant les velocitats com els ratis (variables amb les que hi treballarem).

RESULTATS

DESCRIPTIVA

Les següents taules, dades i gràfics mostren tota la descriptiva sobre els paràmetres de l'estudi realitzat, és a dir, la velocitat del USB 3.0, velocitat del ThunderBolt i el rati corresponent entre ells dos.

Velocitat del USB 3.0

<i>Min.</i>	<i>1st Qu.</i>	<i>Median</i>	<i>Mean</i>	<i>3rd Qu.</i>	<i>Max.</i>
124.7	168.1	178.2	176.5	186.9	206.8

Variància: 234.953

Desviació típica: 15.32818

Velocitat del ThunderBolt:

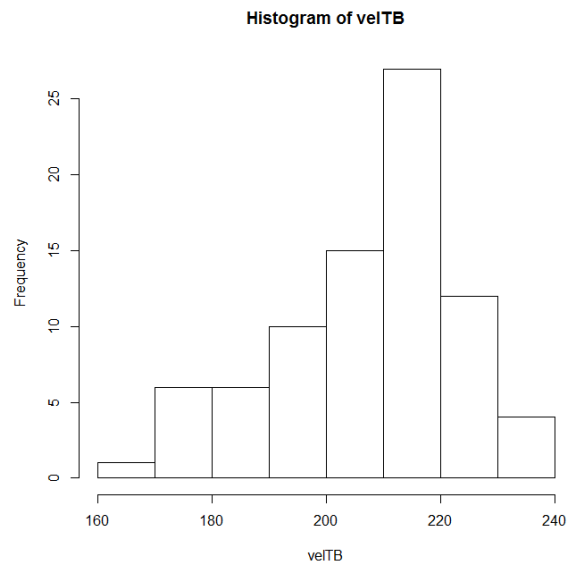
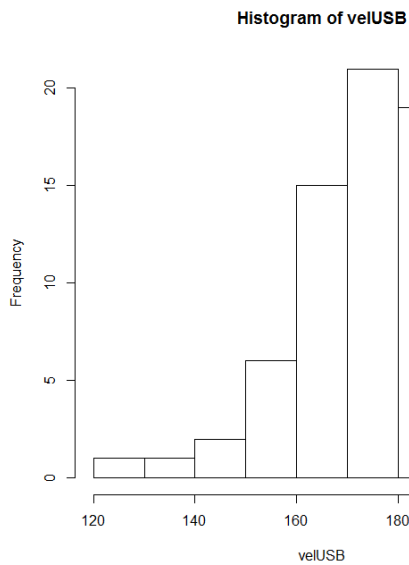
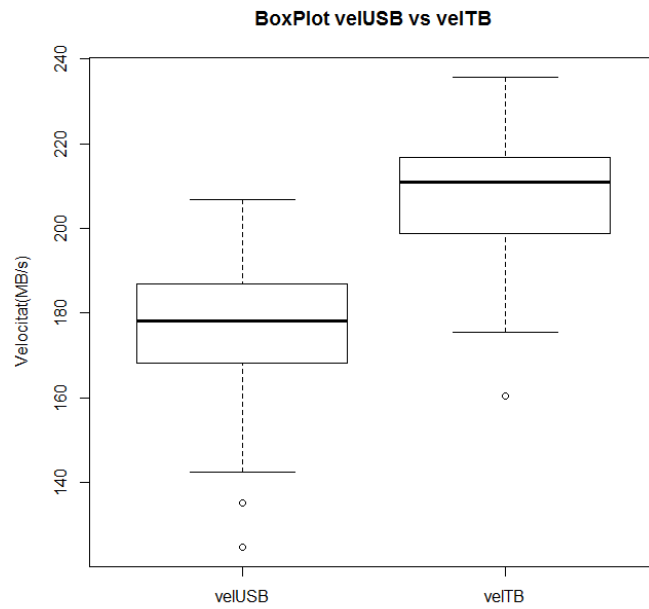
<i>Min.</i>	<i>1st Qu.</i>	<i>Median</i>	<i>Mean</i>	<i>3rd Qu.</i>	<i>Max.</i>
160.5	198.7	211.0	206.8	216.8	235.8

Variància: 249.7582

Desviació típica: 15.80374

Donats aquests resultats amb les comandes de R `summary()`, `var()` i `sd()` amb la velocitat del USB 3.0 i ThunderBolt respectivament veiem que la mitjana amb les 81 dades preses es més alta amb el producte d'Apple que amb el convencional USB. També la variància i desviació tipus són molt semblants entre si, tot i que un pel més alta amb el ThunderBolt, és a dir, la dispersió entre les dades és major.

A més a més, comparem els dos boxplots i histogrames segons dispositiu de transmissió, i així veure gràficament els resultats obtinguts anteriorment.



Amb el boxplot observem el que hem comentat abans, o sigui, que la mitjana del ThunderBolt es major a la del USB i la presència de petits “outliers”.

En el cas de l’histograma, observem una força normalitat en les dues dades ja que el seu respectiu gràfic s’acosta a una campana.

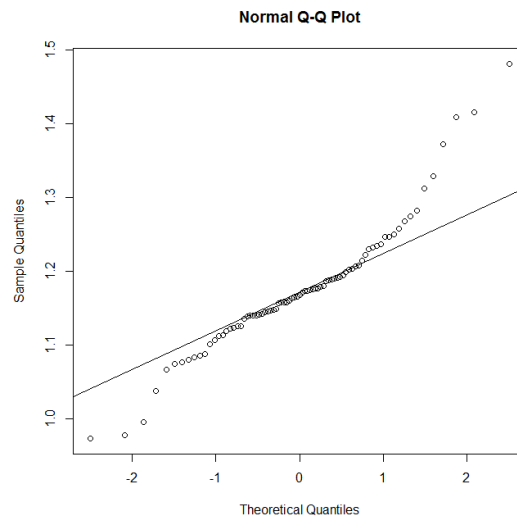
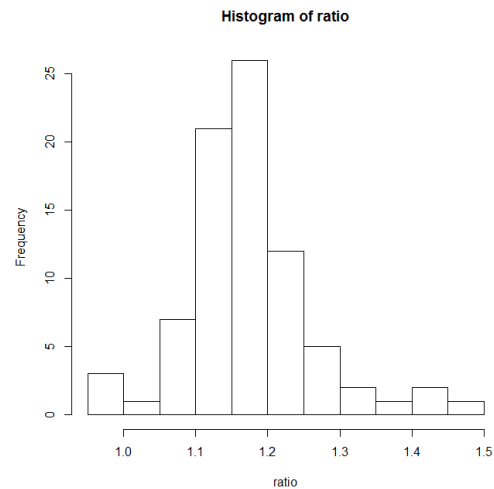
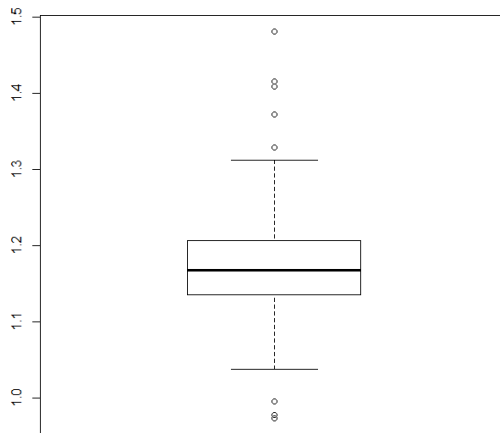
Rati (velTB / velUSB)

<i>Min.</i>	<i>1st Qu.</i>	<i>Median</i>	<i>Mean</i>	<i>3rd Qu.</i>	<i>Max.</i>
0.9734	1.136	1.168	1.176	1.207	1.482

Variància: 0.007567069

Desviació típica: 0.0869889

Veiem a partir dels resultats obtinguts que la mitjana amb les 81 dades s'estableix al 1.176, és a dir, que el ThunderBolt és més ràpid amb les transferències realitzades. També veiem que la variància i desviació típica és molt petita, és a dir, que la dispersió entre les dades es escassa.



Llavors, al veure una força normalitat en el rati (vist amb la comanda `qqline()` de R) em decidit elegir el rati com a paràmetre d'estudi.

PROVES D'HIPÒTESIS

La hipòtesi que volem provar és la següent: la rati calculada amb les velocitats de transmissió amb Thunderbolt i amb USB 3.0 és major a 1.

Prova d'hipòtesi (unilateral) :

$$\rightarrow H_0: \mu = 1$$

$$\rightarrow H_1: \mu > 1$$

Per provar aquesta hipòtesi efectuem un t.test amb `R(t.test(ratio,mu=1,alternative="greater"))` i obtenim així el p-valor i l'interval de confiança que utilitzarem per fer l'estudi de la hipòtesi.

One Sample t-test

data: ratio

t = 18.1676, df = 80, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true mean is greater than 1

95 percent confidence interval:

1.159513 Inf

sample estimates:

mean of x

1.175598

Veiem que el p-valor es pràcticament 0 i el valor de l'estadístic es 18.1676 amb 80 graus de llibertat. L'interval de confiança calculat amb un risc del 5% és IC=[1.159513, ∞].

Podem comprovar que el p-valor es molt petit ($2.2e-16 < 0.05$) i calculant el punt crític ($qt(0.975, 80) = 1.990063$) podem veure que l'estadístic està més enllà del punt crític. Amb aixó podem dir que no tenim prou evidència per rebutjar la hipòtesi de que el Thunderbolt és més ràpid que l'USB.

Una vegada vist que el USB 3.0 no és més ràpid que el Thunderbolt, volem provar una altra hipòtesis per així aproximar més el valor del rati real entre els dos dispositius.

La hipòtesi que volem provar és la següent: la rati calculada amb les velocitats de transmissió amb Thunderbolt i amb USB 3.0 és major a 1.5, és a dir, que el producte d'Apple és un 50% més ràpid que l'Universal Serial Bus.

Prova d'hipòtesi (unilateral) :

$$\rightarrow H_0: \mu = 1.5$$

$$\rightarrow H_1: \mu > 1.5$$

Per provar aquesta hipòtesi efectuem un t.test amb `R(t.test(ratio,mu=1.5,alternative="greater"))` i obtenim així el p-valor i l'interval de confiança que utilitzarem per fer l'estudi de la hipòtesi.

One Sample t-test

```
data: ratio
t = -33.5631, df = 80, p-value = 1
alternative hypothesis: true mean is greater than 1.5
95 percent confidence interval:
 1.159513      Inf
sample estimates:
mean of x
 1.175598
```

Veiem que el p-valor es exactament 1 i el valor de l'estadístic es -33.5631 amb 80 graus de llibertat. L'interval de confiança calculat amb un risc del 5% és IC=[1.159513, ∞], igual que en la hipòtesis anterior.

Podem comprovar que el p-valor es molt gran ($1 > 0.05$) i calculant el punt crític ($qt(0.975, 80) = 1.990063$) podem veure que l'estadístic està més enllà del punt crític. Amb això podem dir que tenim prou evidència per rebutjar la hipòtesi de que el Thunderbolt és un 50% més ràpid que l'USB.

En definitiva, amb això em tret les conclusions que el Thunderbolt és més ràpid que el USB 3.0 però no tant com per tenir un rati superior al 1.5 entre ambdós productes. Llavors el rati és trobarà en l'interval de [1,1.5].

MODEL LINEAL

Per veure més la relació entre les velocitats del Thunderbolt i del USB 3.0, veiem el model que engloba la velocitat del producte de la poma amb l'USB. A través de comandes de R, trobem els paràmetres b_0 i b_1 que defineixen la recta de regressió.

```
Call:
lm(formula = velTB ~ velUSB)
```

```
Coefficients:
(Intercept)    velUSB
   87.4208      0.6762
```

Llavors, a partir dels resultats obtinguts veiem que b_0 s'aproxima a 87.42 i b_1 o pendent de la recta és 0.68. Aleshores, la fórmula de la recta de regressió és:

$$Y_i = 87.42 + 0.68 \cdot X_i$$

I a més, a més obtenim el resum del model esmentat, amb la comanda `summary()` del R, i el gràfic associat amb `abline()`.

Call:

`lm(formula = velTB ~ velUSB)`

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-38.395	-8.389	1.833	8.659	27.286

Coefficients:

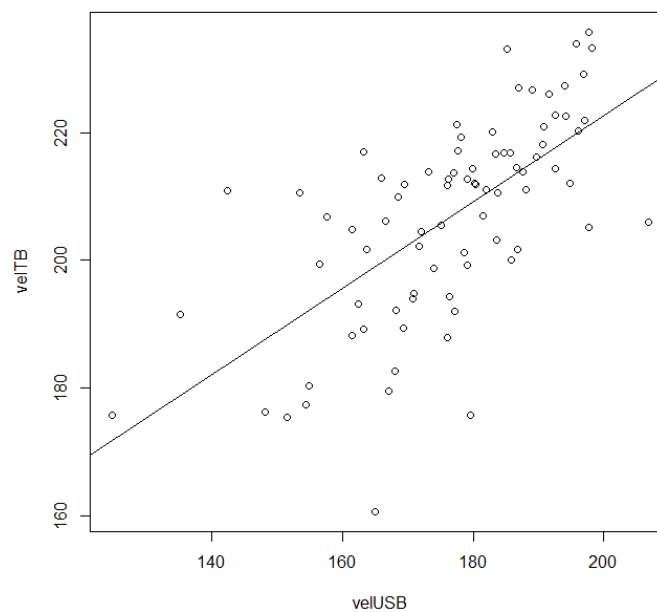
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	87.42077	15.51631	5.634	2.61e-07 ***
velUSB	0.67618	0.08757	7.722	3.03e-11 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 12.01 on 79 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.4301, Adjusted R-squared: 0.4229

F-statistic: 59.62 on 1 and 79 DF, p-value: 3.032e-11



DISCUSSIÓ

Aleshores, a partir de les 81 mostres preses amb els mètodes ja esmentats i les hipòtesis plantejades, podem dir que el producte associat a la marca Apple anomenat ThunderBolt és més ràpid que el convencional USB 3.0.

A més a més, sabem que el Thunderbolt no és tan ràpid com per superar en un 50% la velocitat del USB 3.0. Llavors, en definitiva, hem verificat l'hipòtesis plantejada inicialment.

El Thunderbolt és més ràpid que el USB 3.0, però la seva velocitat de transmissió no pot arribar a ser un 50% major a la del serial bus convencional.

ANNEX 1: Script de R

```
dades <- read.table("clipboard",header=T,dec=',')           # LLEGIR TAULA

n <- dades$arxiu; n
grandaria <- length(n); grandaria
tempsUSB <- dades$USB; tempsUSB
tempsTB <- dades$TB; tempsTB
velUSB <- dades$VelUSB; velUSB
velTB <- dades$VelTB; velTB
ratio <- dades$Ratio; ratio

# DESCRIPTIVA de Les dades:
# descriptiva velUSB: summary(velUSB)... hist() boxplot()

summary(velUSB)
varUSB <- var(velUSB); varUSB
sdUSB <- sd(velUSB); sdUSB
hist(velUSB)
boxplot(velUSB)

# descriptiva velTB: summary(velTB)... hist() boxplot()

summary(velTB)
varTB <- var(velTB); varTB
sdTB <- sd(velTB); sdTB
hist(velTB)
boxplot(velTB)

# Boxplot conjunt de velUSB amb velTB

boxplot(velUSB, velTB, names = c("velUSB", "velTB"), main = "BoxPlot velUSB
vs velTB", ylab = "Velocitat(MB/s)")

# descriptiva ratio: summary(ratio)... hist() boxplot()

summary(ratio)
varratio <- var(ratio); varratio
sdratio <- sd(ratio); sdratio
hist(ratio)
boxplot(ratio)
```

```
# PH i IC. Segons analisi premises de normalitat decidir si fer inferencia  
amb o sense logs
```

```
# Grafic de RATIO
```

```
qqnorm(ratio)
```

```
qqline(ratio)
```

```
# LOG DE RATIO
```

```
ratilog <- log(ratio)
```

```
# Descriptiva de log de ratio:
```

```
summary(ratilog)
```

```
varratilog <- var(ratilog); varratilog
```

```
sdratilog <- sd(ratilog); sdratilog
```

```
boxplot(ratilog)
```

```
# Grafic de LOG DE RATIO
```

```
qqnorm(ratilog)
```

```
qqline(ratilog)
```

```
t.test(ratio,mu=1,alternative="greater")
```

```
# H0:  $\mu = 1$ ; H1:  $\mu > 1$ ;
```

```
t.test(ratio,mu=1.5,alternative="greater")
```

```
# H0:  $\mu = 1.5$ ; H1:  $\mu > 1.5$ ;
```

```
# MODEL LINEAL
```

```
modelD <- lm(velTB~velUSB); modelD
```

```
# modelC = velTB
```

```
respecte velUSB
```

```
summary(modelD)
```

```
# coeficients de modelC
```

```
plot(velUSB,velTB)
```

```
# grafic modelC
```

```
abline(modelD)
```

ANNEX 2: Script recol·lecta

```
<?php
$dirOrigen = '/Applications/XAMPP/xamppfiles/htdocs/Arxiu_a_copiar';
$dirFi = '/Volumes/Lacie SSD/Arxiu_a_enganxar';

$dir = opendir($dirOrigen);
$counter = 0;
while ($arxiu = readdir($dir)){
    if (!is_dir($arxiu)){
        $time_start = microtime_float();
        copy($dirOrigen.'/'.$arxiu, $dirFi.'/'.$arxiu);

        $time_end = microtime_float();
        $time = $time_end - $time_start;
        $tam = filesize($dirOrigen.'/'.$arxiu);
        //echo 'El arxiu '.$arxiu.' amb tamany '.$tam.' ha trigat
'.'.$time.'"s ".PHP_EOL;
        //$tamx = ($tam/(pow(10, 6)));
        //$tamx = str_replace('.', '', $tamx);
        $timex = str_replace('.', '', $time);
        //$tipusarxiu = explode(".", $arxiu);
        //$counter++;
        echo $timex.'<br />'.PHP_EOL;
        /*echo '
            <table>
                <tr>
                    <td>'.'.$counter.'</td>
                    <td>'.'.$tipusarxiu[1].</td>
                    <td>'.'.$tamx.'</td>
                    <td>'.'.$timex.'</td>
                </tr>
            </table>
        '.*/*
    }
}
function microtime_float(){
    list($usec, $sec) = explode(" ", microtime());
    return ((float)$usec + (float)$sec);
}
?>
```