

# Estimación estadística del Ancho de Banda Efectivo

*Natalia Clivio*

*2015*

El ancho de banda efectivo es una medida usada en el dimensionamiento y planeamiento de redes de comunicaciones modernas.

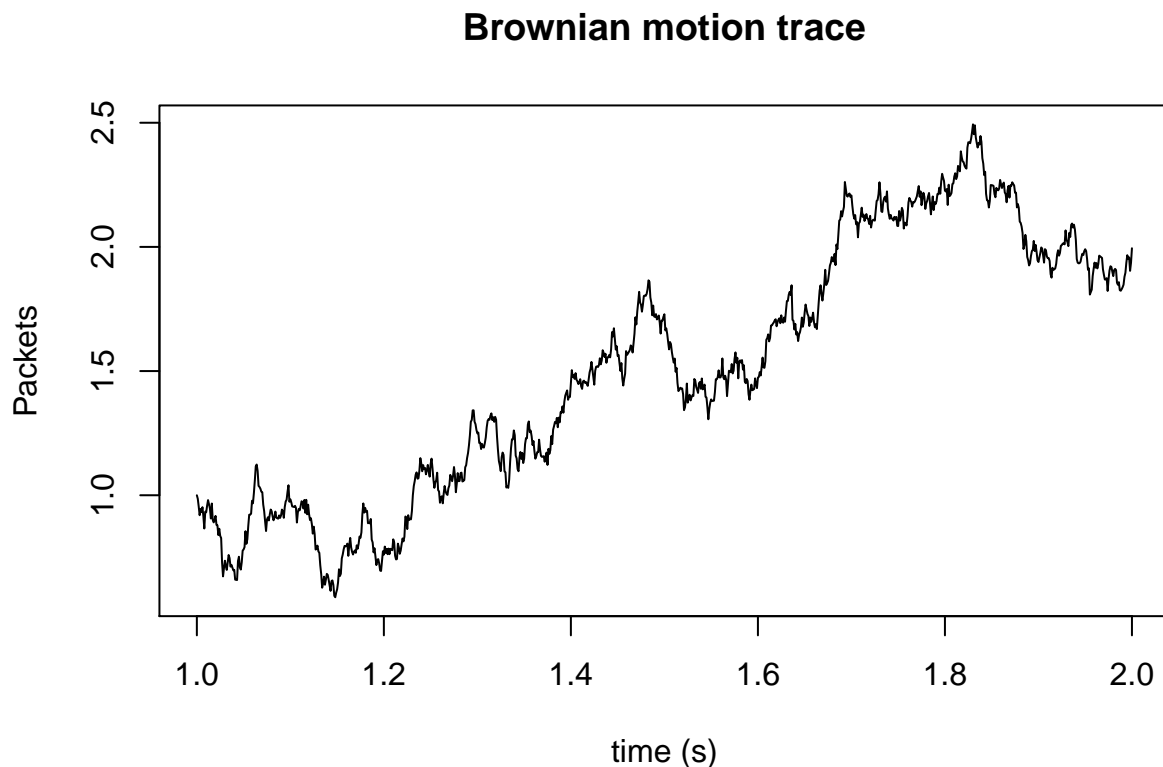
El objetivo de este análisis, es estimar el ancho de banda efectivo para distintos flujos de tráfico generados y la traza conocida de Bellcore.

En cuanto a su estimación hay dos enfoques, el paramétrico y el no paramétrico. En el enfoque paramétrico se asume un modelo de la fuente de tráfico y a partir de las trazas se estima un conjunto de parámetros de dicho modelo. De esa forma se obtiene un estimador del ancho de banda efectivo y además es posible calcular su intervalo de confianza. En el enfoque no paramétrico, no se asume un modelo específico del tráfico y se procura construir un estimador del ancho de banda efectivo calculando el valor esperado que aparece en la función generatriz de momentos a través de promedios temporales en la traza.

Inicialmente se analizarán modelos sencillos como el movimiento browniano, seguido de Fluido de Markov ON/OFF, movimiento fraccional browniano y modelo de FARIMA. Estos modelos presentan una variedad de características observadas en muchas formas en el tráfico real.

## Procesos de Renovación: Modelos con Incrementos Independientes

**Flujo con Movimiento Browniano** El movimiento browniano se ha utilizado como un caso limitado del tráfico pesado y también proporciona un inicio al análisis para el tráfico de movimiento browniano fraccional tratado más adelante.[1]



Si se considera una traza con una longitud de 512 con los siguientes prámetros:

Taza promedio de arribo  $\hat{\mu} = 50.83$  Varianza de la taza de arribo  $\hat{\theta}^2 = 30.18$

El flujo tiene una taza de servicio de  $C=52$ , un buffer de tamaño  $B=5$ .

Calculando el punto crítico  $\alpha(s, t)$ , que está determinado [1]:

$$\alpha(s, t) = \mu + \frac{(s * \theta^2)}{2}$$

```
C<-52
B<-5
u<-50.83
var<-30.18

s<-(2*(C-u))/var
t<-B/(C-u)

Bw_MB<-u+((s*var)/2)
Bw_MB
```

```
## [1] 52
```

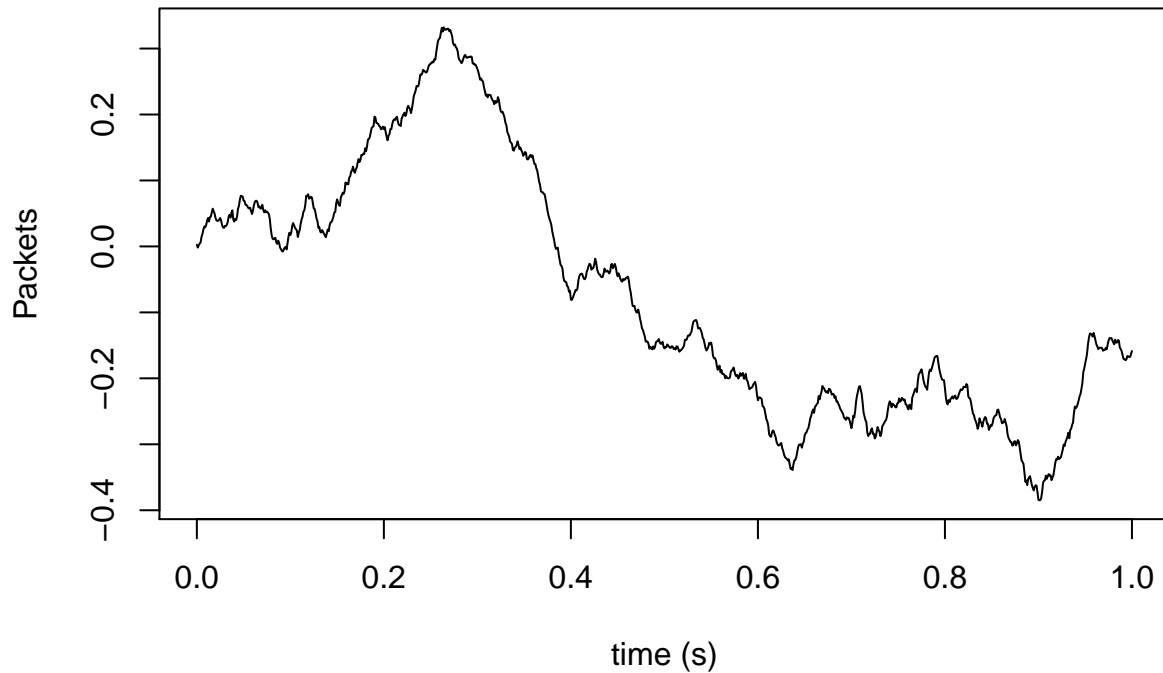
## Modelos dependientes con rango corto (SRD)

Flujo de markov discreto ON/OFF

## Modelos dependientes con rango largo (LRD)

**Movimiento fraccional browniano** El movimiento browniano fraccional es un proceso Gaussiano  $BH(t)$  de media cero con autosimilitud perfecta, con parámetro  $H$  que, a diferencia del modelo M/Pareto, se extiende entre 0 y 1. El movimiento browniano es utilizado en el dimensionado de recursos, el cálculo del retardo extremo a extremo y el multiplexado de fuentes de tráfico.[2]

## Fractional brownian motion trace



Teniendo en cuenta las características autosimilares de esta traza de tráfico y que siga un modelo de movimiento fraccional browniano, entonces se puede suponer para el modelo una llegada de los datos en intervalos de tiempo  $t$  dada por:

$$X[\tau, \tau + t] = \lambda t + Z(t)$$

donde  $Z(t)$  corresponde al movimiento fraccional browniano con  $\text{Var}[Z(t)] = \sigma^2 t^{2H}$  para un parámetro de HURTS  $H$  entre 0 y 1, entonces[3]:

$$\alpha(s, t) = \lambda + \frac{\theta^2 t^{(2H-1)}}{2} s$$

A continuación se calcula el ancho de banda efectivo de una traza con movimiento fraccional browniano con parámetro Hurst  $H=0.75$ , y los siguientes parámetros [1]:

Taza promedio de arribo  $\hat{\mu} = 35.09$  Varianza de la taza de arribo  $\hat{\theta}^2 = 25.53$

El flujo tiene una taza de servicio de  $C=37$ , un buffer de tamaño  $B=5$ .

Calculando el punto crítico  $\alpha(s, t)$

```
#Ejemplo 1
#Cálculo analítico del ancho de banda efectivo de la traza
C<-37
B<-5
u<-35.09
var<-25.53
```

```
H<-0.75
```

```
s<-(B+(C+u)*t)/(var*t^(2*H)) #0.0355  
t<-(B/(C-u))*(H/(1-H))      #8
```

```
Bw_MFB<-u+(((s*var)/2)*(t^(2*H-1)))  
Bw_MFB
```

```
## [1] 84.75
```

```
#Ejemplo 2
```

```
#Cálculo estadístico del ancho de banda efectivo de la traza
```

```
l<-138.185 #bytes por segundo
```

```
var<-89.668^2 # varianza
```

```
H<-0.81
```

```
t<-(seq(length=100, from=0.0001, to=10)) #time parameter (ms)
```

```
s<-(seq(length=100, from=0.00001, to=0.01)) #space parameter (bytes^-1)
```

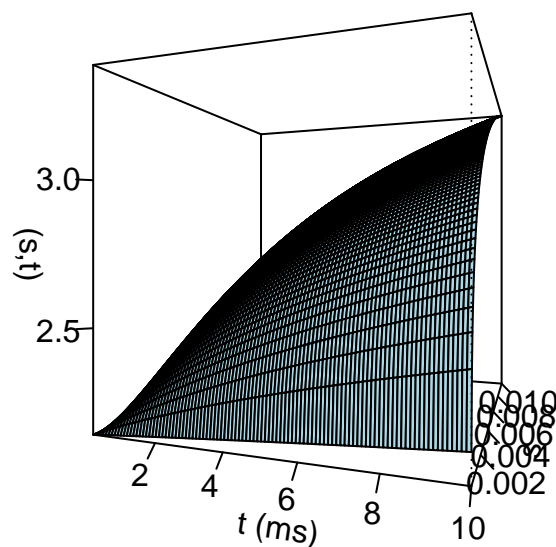
Los ejes tienen escala logarítmica (base 10) con s en unidades de  $\text{bytes}^{-1}$ , t en segundos y  $\alpha(s, t)$  en bytes por segundo.

```
Bw<-function(s,t) {log10(1+(((o^2)*(t^((2*H)-1)))/2)*s))}
```

```
z<-outer(t,s,Bw) # La función outer evalúa la función Bw en cada punto(si,tj)
```

```
persp((t),(s),(z),theta=20,phi=-0,col = "lightblue", main="Ancho de Banda Efectivo",  
      ticktype = "detailed",xlab="t (ms)",ylab="s",zlab="(s,t)")
```

## Ancho de Banda Efectivo



## **Procesos de Colas pesadas**

### **Procesos de Colas pesadas, autosimilares y LRD.**

#### **Referencias**

- [1] Ravinovitch, Statistical Estimation of Effective Bandwidth. Concordia University. 2000
- [2] García, Contribución al Desarrollo de Herramientas Estratégicas para el Diseño, Dimensionado y Evaluación de Redes de Telecomunicación de Banda Ancha. 2009
- [3] Gibbens, Traffic characterisation and effective bandwidths for broadband network traces.