

Tematyka

Na ćwiczeniach przeanalizujemy opóźnienia transmisji w sieciach komputerowych. Na podstawie otrzymanych wyników prześledzimy sposób w jaki protokół TCP szacuje czas powrotu (Round Trip Time, RTT) oraz Timeout. Zapoznamy się z podstawami języka *perl*, przypomnimy sobie kilka poleceń systemu Linux oraz nauczymy się tworzyć wykresy wykorzystując program *gnuplot*.

Gromadzimy dane

Do przeprowadzenia analizy potrzebujemy dane zawierające MierzoneRTT (MierzoneRTT – czas RTT w chwili pomiaru). Do zebrania tych danych posłuży nam program *ping*. Aby wahania RTT były wyraźnie widoczne, powinniśmy przeprowadzić pomiar czasu z komputerem oddalonym o kilkanaście ruterów.

```
knoppix@[knoppix]# ping www.knto.or.kr
PING www.knto.or.kr (211.178.9.106): 56 data bytes
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=0 ttl=236 time=336.3 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=1 ttl=236 time=348.7 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=2 ttl=236 time=336.7 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=3 ttl=236 time=335.8 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=4 ttl=236 time=340.6 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=5 ttl=236 time=337.4 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=6 ttl=236 time=353.8 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=7 ttl=236 time=338.1 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=8 ttl=236 time=339.2 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=9 ttl=236 time=337.9 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=10 ttl=236 time=339.3 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=11 ttl=236 time=371.4 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=12 ttl=236 time=337.5 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=13 ttl=236 time=336.8 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=14 ttl=236 time=343.3 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=15 ttl=236 time=338.2 ms
64 bytes from 211.178.9.106: icmp_seq=16 ttl=236 time=337.3 ms

--- www.knto.or.kr ping statistics ---
17 packets transmitted, 17 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 335.8/341.6/371.4 ms
knoppix@[knoppix]# ping -c 350 www.knto.or.kr > ping-www.knto.or.kr
```

Ilustracja 1: Przeprowadzenie pomiarów z wykorzystaniem programu ping

Na ilustracji 1 widzimy pomiar MierzonegoRTT do komputera www.knto.or.kr. Pierwszym poleceniem sprawdzamy czy dane są interesujące. Widać, że wahania RTT są widoczne (od 335.8 ms do 371.4 ms) oraz, że pakiety są przesyłane przez 19 ruterów (informacje tę zawiera pole TTL). Za pomocą drugiego polecenia wysyłamy 350 pakietów kontrolnych a otrzymane dane zapisujemy do pliku *ping-www.knto.or.kr*. Pakiety wysyłane są co 1 sekundę.

Ćwiczenie 1

Przeprowadź podobne doświadczenie. Samodzielnie znajdź odpowiedni komputer do wykonania pomiarów oraz zapisz dane do pliku o odpowiedniej nazwie (zgodnie z przykładem z rysunku)

Przygotowanie i analiza danych

```
328 356.2
329 357.3
330 358.8
331 357.4
332 358.2
333 359.3
334 358.9
335 358.7
336 360.5
337 356.1
338 357.2
339 358.2
340 357.3
341 358.1
342 358.7
343 359.0
344 356.1
345 358.4
346 357.0
347 359.8
348 358.2
349 361.7
knoppix@[hda1]# cat ping-www.knto.or.kr | ./przygotuj_dane.pl > ping-www.knto.or.kr-rtt
```

Ilustracja 2: Przykładowe wywołanie skryptu przygotuj_dane.pl

Nasze pomiary przedstawimy na wykresie (oś X – czas pomiaru, oś Y – MierzoneRTT). Na ilustracji 2 widzimy dane przygotowane dla programu *gnuplot*. Do uzyskania ich posłużył skrypt *przygotuj_dane.pl* napisany w języku *perl*.

```
#!/usr/bin/perl

$czas_pomiaru = 0;

#wczytujemy dane ze standardowego wejścia
while ($linia = <>) {

    #usuwamy znak końca linii
    chomp $linia;

    #interesują nas tylko linie zawierające dane do analizy
    if($linia =~ m/^64 bytes/) {

        #chcemy uzyskać pole zawierające RTT
        @pola = split(" ", $linia);
        $rtt = $pola[6];

        #usuwamy napis "time="
        $rtt =~ s/time=//;

        #wypisujemy wynik
        print "$czas_pomiaru $rtt\n";

        #aktualizujemy czas pomiaru
        $czas_pomiaru++;
    }
}
```

Sieci Komputerowe 2 / Ćwiczenia 1

```
Version 4.0 patchlevel 0
last modified Thu Apr 15 14:44:22 CEST 2004
System: Linux 2.6.11
```

```
Copyright (C) 1986 - 1993, 1998, 2004
Thomas Williams, Colin Kelley and many others
```

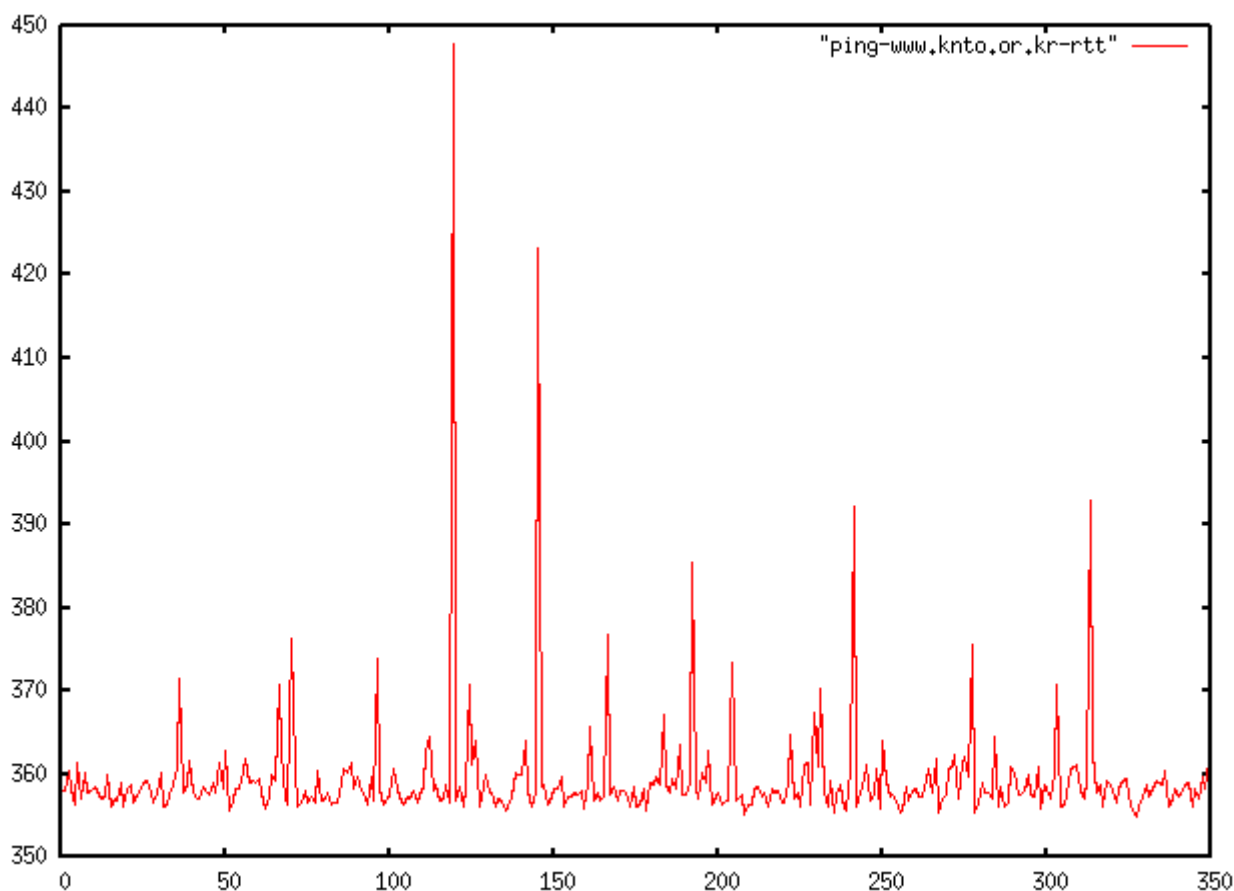
```
This is gnuplot version 4.0. Please refer to the documentation
for command syntax changes. The old syntax will be accepted
throughout the 4.0 series, but all save files use the new syntax.
```

```
Type `help` to access the on-line reference manual.
The gnuplot FAQ is available from
http://www.gnuplot.info/faq/
```

```
Send comments and requests for help to
<gnuplot-info@lists.sourceforge.net>
Send bugs, suggestions and mods to
<gnuplot-bugs@lists.sourceforge.net>
```

```
Terminal type set to 'x11'
gnuplot> plot "ping-www.knto.or.kr-rtt" with lines
gnuplot> █
```

Ilustracja 3: Tworzenie wykresu z danych z pliku ping-www.knto.or.kr-rtt



82.6892, 450.634

Ilustracja 4: MierzoneRTT

Sieci Komputerowe 2 / Ćwiczenia 1

Dane z pliku *ping-www.knto.or.kr-rtt* wczytujemy do programu *gnuplot*. Na ilustracji 3 możemy zaobserwować sposób tworzenia wykresu. Sam wykres przedstawia ilustracja 4.

Ćwiczenie 2

Na podstawie powyższych informacji samodzielnie przygotuj wykres MierzonegoRTT dla własnych pomiarów. Dodatkowo dodaj legendę (plot "... " with lines title "...").

Kolejnym krokiem jest obliczenie EstymowanegoRTT. EstymowaneRTT możemy obliczyć wykorzystując następujący wzór:

$$\text{EstymowaneRTT} = (1 - \alpha) * \text{EstymowaneRTT} + \alpha * \text{MierzoneRTT}$$

Typową wartością parametru α jest 0.125. Skrypt *estymowane_rtt.pl* dokonuje odpowiednich obliczeń na danych z pliku *ping-www.knto.or.kr-rtt*.

```
#!/usr/bin/perl

#inicjalizacja zmiennych
$alpha = 0.125;

$linia = <>;
chomp $linia;
($czas, $mrttp) = split(" ", $linia);

$sertt = $mrttp;
print "$czas $sertt\n";

while ($linia = <>) {

    chomp $linia;
    ($czas, $mrttp) = split(" ", $linia);

    #obliczanie EstymowanegoRTT
    $sertt = (1 - $alpha) * $sertt + $alpha * $mrttp;

    #wyświetlanie wyników
    print "$czas $sertt\n";
}
```

Ilustracja 5 przedstawia przykładowe dane wygenerowane przez skrypt *estymowane_rtt.pl* oraz sposób jego uruchomienia. Ilustracja 6 przedstawia wykres EstymowanegoRTT oraz MierzonegoRTT.

Ćwiczenie 3

Wygeneruj wykres EstymowanegoRTT i MierzonegoRTT dla własnych pomiarów. Dodaj legendę.

Ćwiczenie 4

Zmienność RTT możemy policzyć w następujący sposób:

$$\text{DevRTT} = (1 - \beta) * \text{DevRTT} + \beta * |\text{MierzoneRTT} - \text{EstymowaneRTT}|$$

Typową wartością parametru β jest 0.25.

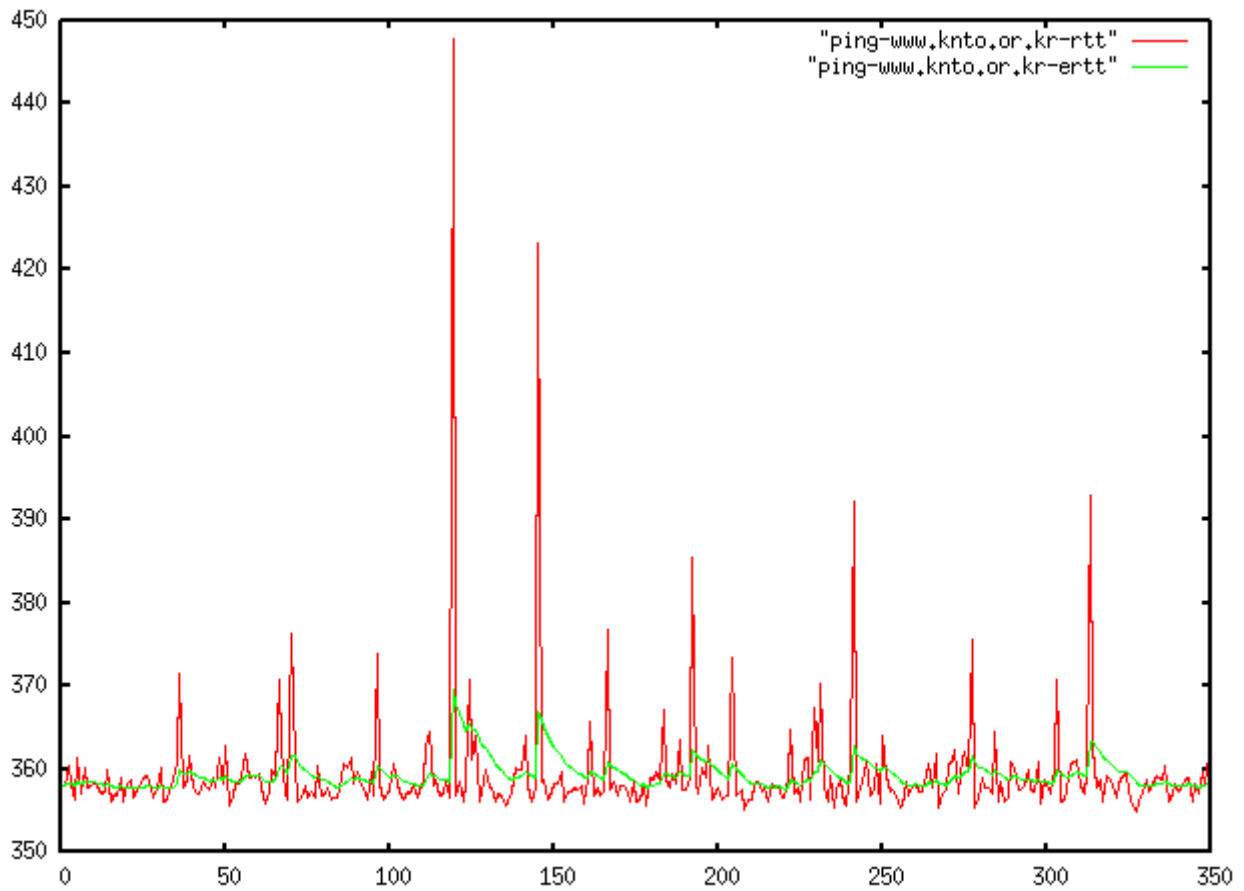
Timeout obliczamy wykorzystując wzór:

$$\text{Timeout} = \text{EstymowaneRTT} + 4 * \text{DevRTT}$$

Napisz skrypt obliczający zmienność RTT i generujący odpowiednie dane. Napisz skrypt obliczający i generujący dane Timeout. Na jednym wykresie przedstaw MierzoneRTT oraz Timeout. Dodaj legendę do wykresu.

```
328 358.147013335367
329 358.041136668446
330 358.13599458489
331 358.043995261779
332 358.063495854056
333 358.218058872299
334 358.303301513262
335 358.352888824104
336 358.621277721091
337 358.306118005955
338 358.16785325521
339 358.171871598309
340 358.06288764852
341 358.067526692455
342 358.146585855898
343 358.253262623911
344 357.984104795922
345 358.036091696432
346 357.906580234378
347 358.143257705081
348 358.150350491946
349 358.594056680452
knoppix@[hda1]$ cat ping-www.knto.or.kr-rtt | ./estymowane_rtt.pl> ping-www.knto
.or.kr-ertt █
```

Ilustracja 5: Obliczanie EstymowanegoRTT



133,274, 451,612
Ilustracja 6: EstymowaneRTT, MierzoneRTT