Symulator sieci komputerowych NS-2

Główna strona projektu: http://www.isi.edu/nsnam/ns
http://mhanckow.vm.wmi.amu.edu.pl:20002/zajecia/_xowiki2/SIK_G_zadania
(^ materiały zebrane przez MH)

NS-2 to symulator (nie emulator) sieci komputerowych...
pracuje się z nim "wsadowo", a wygląda to tak:

1. przygotowuje się skrypt (np. ns01.tcl), który:
   + definiuje **topologie sieci** (węzły, połączenia, kolejki komunikatów)
   + definiuje **ruch pakietów w sieci** poprzez określenie agentów, aplikacji oraz początkowych zdarzeń;
     agent definiuje protokół, np. udp, tcp
     aplikacja to np. ftp, cbr (constant bit rate)
2. uruchamiamy symulację programem ns: ./ns ns01.tcl
   + program ns przeprowadza symulację i tworzy log/trace ze zdarzeniami w pliku ns01.tr oraz ns01.nam (animacje)
3. oglądamy log ns01.tr,
   przetwarzamy go różnymi narzędziami np. programem awk, gnuplot,
   oglądamy animację działania sieci przy pomocy ./nam ns01.nam

Sposób pracy z NS-2:

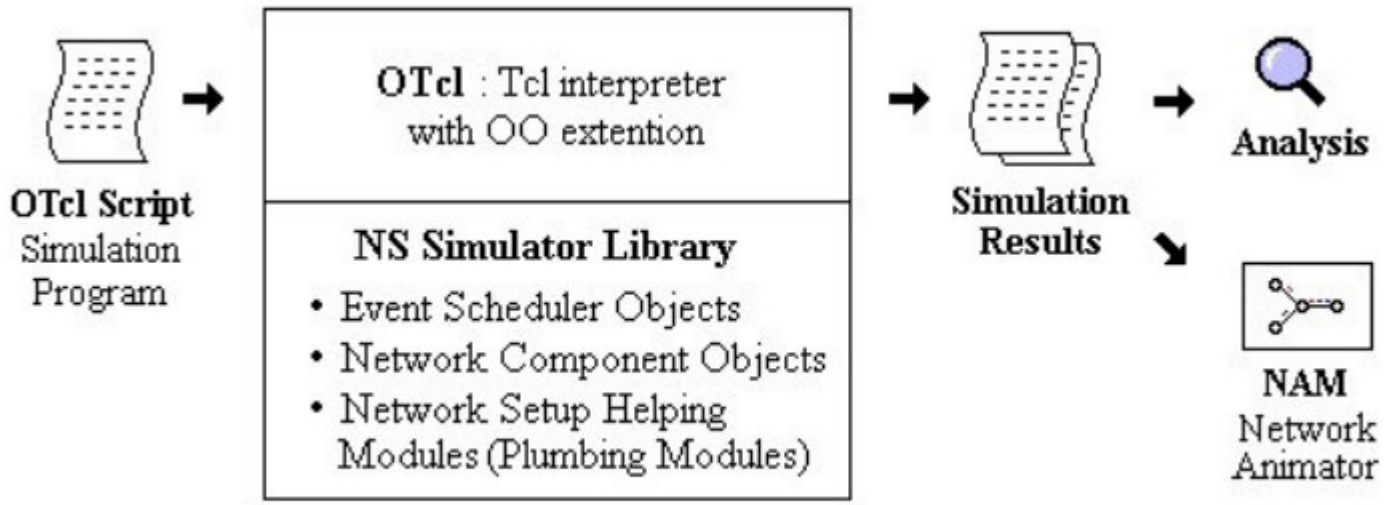


Figure 3. Simplified User's View of NS-2 [9]

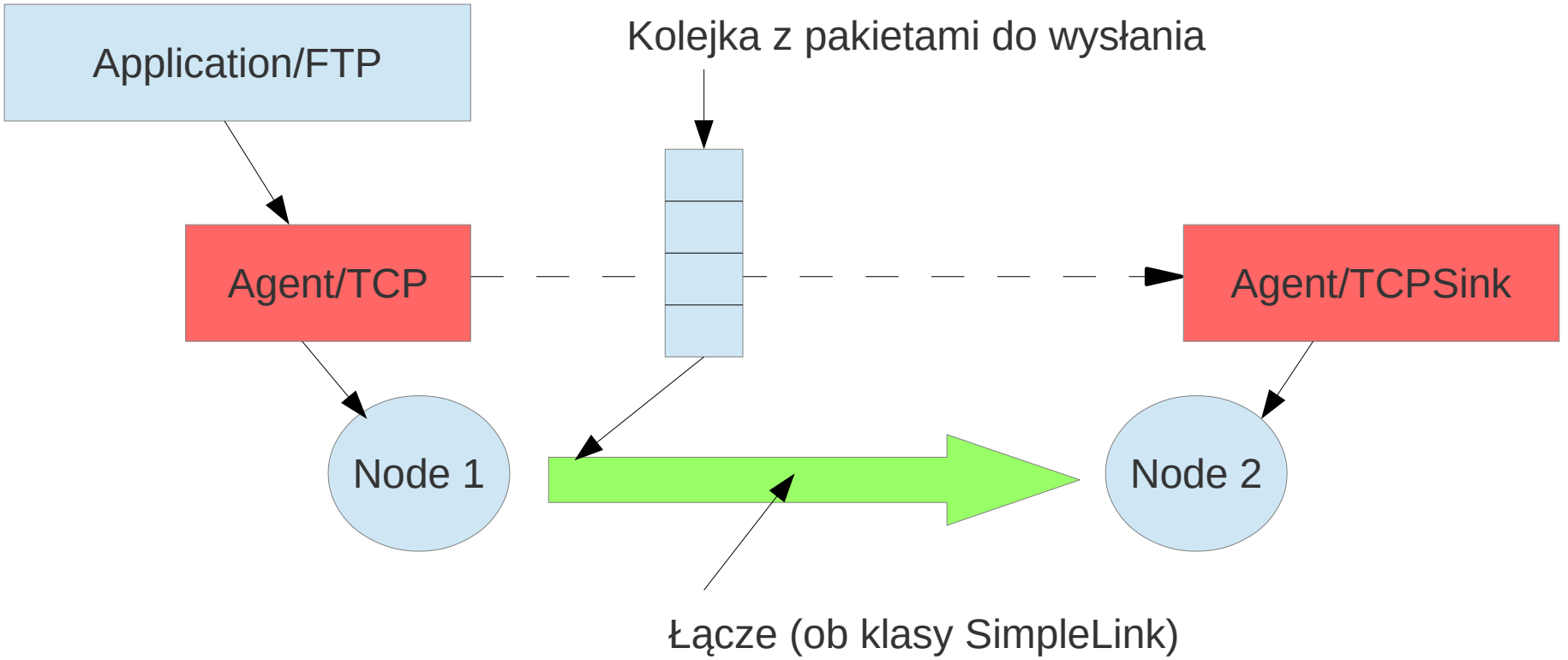
Główna książka o NS-2: http://www.isi.edu/nsnam/ns/doc/index.html
(^ głównie potrzebna do rozszerzania symulatora...)
http://www.isi.edu/nsnam/ns/tutorial/index.html - tutorial 1
http://nile.wpi.edu/NS/ - tutorial 2
T. Issariyakul, E. Hossain, "Introduction to Network Simulator NS2" (obszerna!!)
E. Altman, T. Jimenez ”NS Simulator for beginners” (b. dobre!!) :
http://www-sop.inria.fr/maestro/personnel/Eitan.Altman/COURS-NS/n3.pdf
standardowy manual ns-2 :
http://mhanckow.vm.wmi.amu.edu.pl:20002/zajecia/_xowiki2/download/file/ns.1.pdf

Instalacja NS-2: pod lin32, skopiować .zip z folderu:
https://mhanckow.students.wmi.amu.edu.pl/sik/ns-2/

Pokażemy jak się definiuje sieć oraz ruch sieciowy przy pomocy ob:
Simulator, Node, SimpleLink, Agent/UDP, Agent/TCP*, Application/*, …

Najprostszy kompletny przykład (ale z UDP i CBR):
http://mhanckow.vm.wmi.amu.edu.pl:20002/zajecia/_xowiki2/SIK_G_przyk01

Zasada łączenia aplikacji, agenta i węzła (node:)



Tworzenie połączenia (2x SimpleLink):
Podaje się: 1) przepustowość, 2) opóźnienie, 3) typ kolejki (qdisc !!)

```
set ns [new Simulator]
$ns color 1 red
$ns color 2 blue
$ns namtrace-all [open ns07.nam w]
$ns trace-all [open ns07.tr w]

set n1 [$ns node]
set n2 [$ns node]
set n3 [$ns node]

$ns duplex-link $n1 $n2 30Mb 50ms DropTail
$ns duplex-link $n2 $n3 20Mb 50ms DropTail
   # kolejka DropTail (najprostsza)
   # met duplex-link tworzy 2 ob. SimpleLink, w obie strony...
```

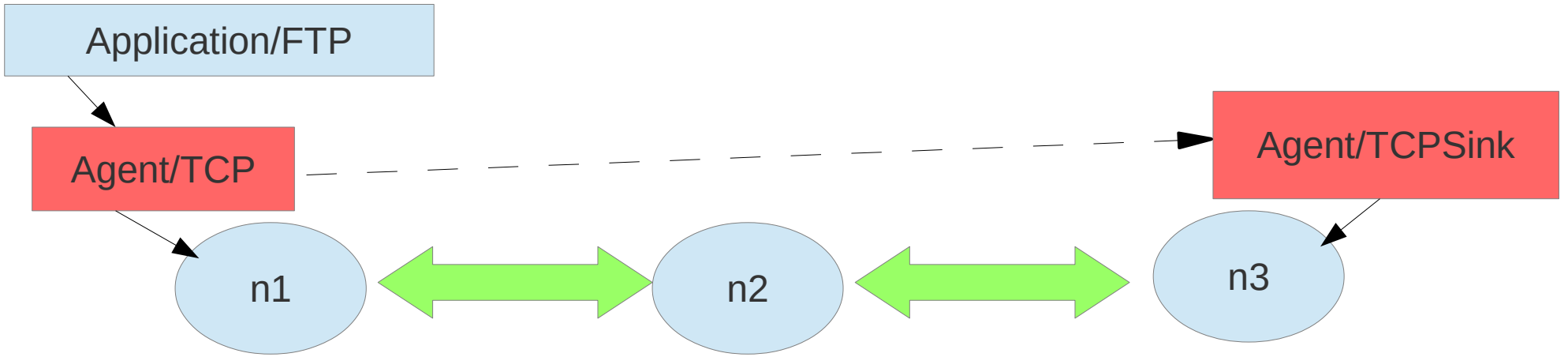
„Podczepianie” Agenta (prot 4 warstwy) oraz Aplikacji (FTP, CBR)

```
set tcp [new Agent/TCP]
set sink [new Agent/TCPSink]

$ns attach-agent $n1 $tcp
$ns attach-agent $n3 $sink
  # podczepiamy agentów pod węzły

$ns connect $tcp $sink
  # tworzymy połączenie

set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
  # instalujemy apliację FTP nad TCP
```



Definiowanie początkowych zdarzeń:

```
$ns at 0.1 {$ftp start}
$ns at 7.9 {$ftp stop}
$ns at 8.0 {$ns halt}
  # początkowe zdarzenia; następne wynikają z symulacji...

$ns run
$ns flush-trace
puts "...koniec"
  # uruchomienie symulacji + napisy końcowe
```

Okazuje się, że NS-2 jest „sterowany zdarzeniami” a nie zegarem...
początkowe zdarzenia powodują lawinę zdarzeń...

Fig. 1.3 Clock advancement in a time-driven simulation

NS-2

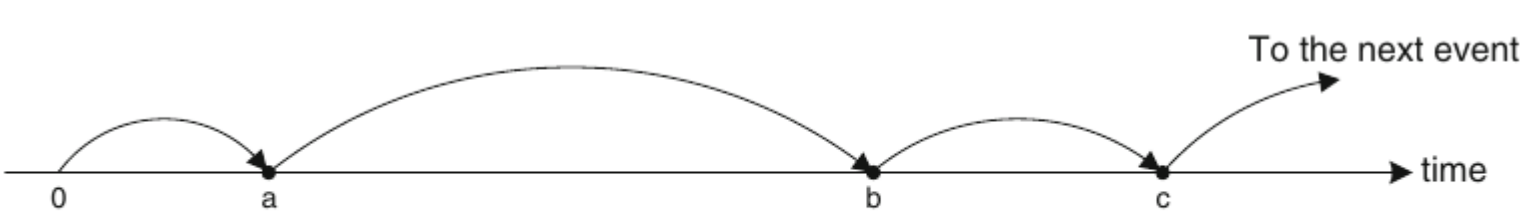


Fig. 1.4 Clock advancement in an event-driven simulation

Ogólne uwagi o NS-2:

1. skrypty definiujące siec i ruch w sieci programuje się w j. OTcl (rozszerz. OOP Tcl);
programy ns, nstk, nse to po prostu interpretery Tcl z dodanymi klasami NS-2

2. NS-2 jest rozszerzalny - można dodawać nowe protokoły, robi się to w j. OTcl i C++;
techn. "*split-objects*", każdy obiekt ma 2 połówki: w OTcl i w C++;
dlaczego używa się 2 języków? odp: ???

3. NS-2 zawiera bardzo wiele protokołów różnych warstw (np. kilka(naście) odmian TCP)

4. j. OTcl (tak jak Tcl) posiada introspekcję,
dlatego czasami warto uruchomić konsolę: ./nstk konsola2c.tcl
możemy wtedy interaktywnie "zajrzeć" do obiektów, wyświetlić ich metody, zmienne...
możemy wyświetlić klasy, np. "info comm Agent/Tcp/*"
wyświetli wszystkie wersje prot. TCP w NS-2 ...
jednak symulacje wygodniej prowadzić wsadowo, czyli bez konsoli...
Pokazać przykłady ns10.tcl i ns12.tcl

5. Agenci vs połączenia/ powiązania

Każde połączenie lub powiązanie ma **osobną** parę agentów !!!
Nie utożsamiać gniazdek itp. z pojęciami NS-2 ...

Format pliku log/trace:

Każde zdarzenie w osobnej linii w poniższym formacie,

Typy zdarzeń:

1. (+) wstawia sie pakiet do kolejki połączenia
2. (-) wyciąga się pakiet z tej kolejki, i jest on przesyłany fizycznie przez połączenie
3. (r) pakiet wychodzi drugim końcem połączenia
4. (d) jest też możliwe ze pakiet został porzucony,
   np. z powodu przepełnienia kolejki

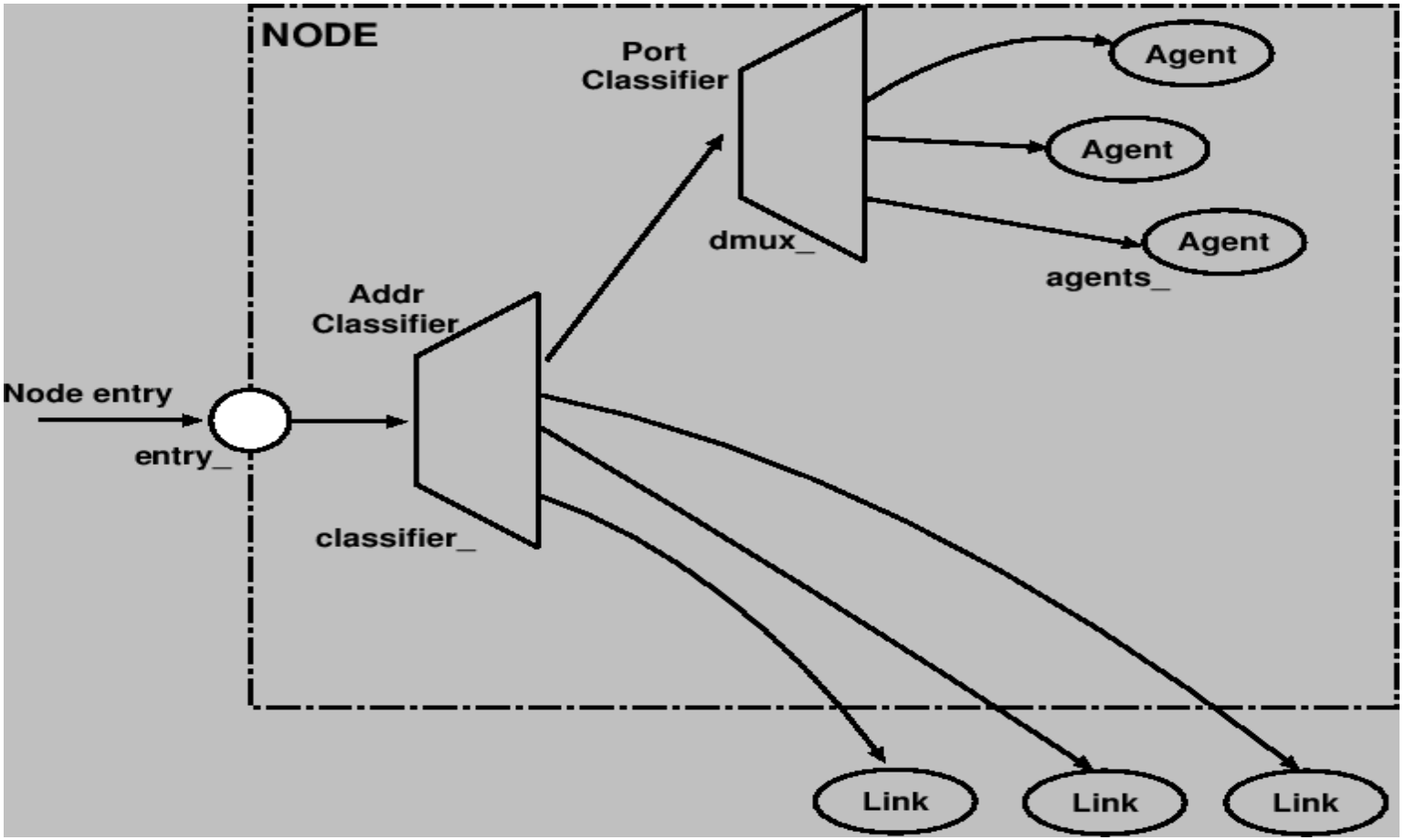
Event	Time	From node	To node	Pkt type	Pkt size	Flags	Fid	Src addr	Dst addr	Seq num	Pkt id

Figure 2.5: Fields appearing in a trace

```
# przykład pliku trace (.tr)
+ 0.1 0 1 tcp 40 ------- 0 0.0 2.0 0 0
- 0.1 0 1 tcp 40 ------- 0 0.0 2.0 0 0
r 0.150107 0 1 tcp 40 ------- 0 0.0 2.0 0 0
+ 0.150107 1 2 tcp 40 ------- 0 0.0 2.0 0 0
- 0.150107 1 2 tcp 40 ------- 0 0.0 2.0 0 0
r 0.200213 1 2 tcp 40 ------- 0 0.0 2.0 0 0
+ 0.200213 2 1 ack 40 ------- 0 2.0 0.0 0 1
```

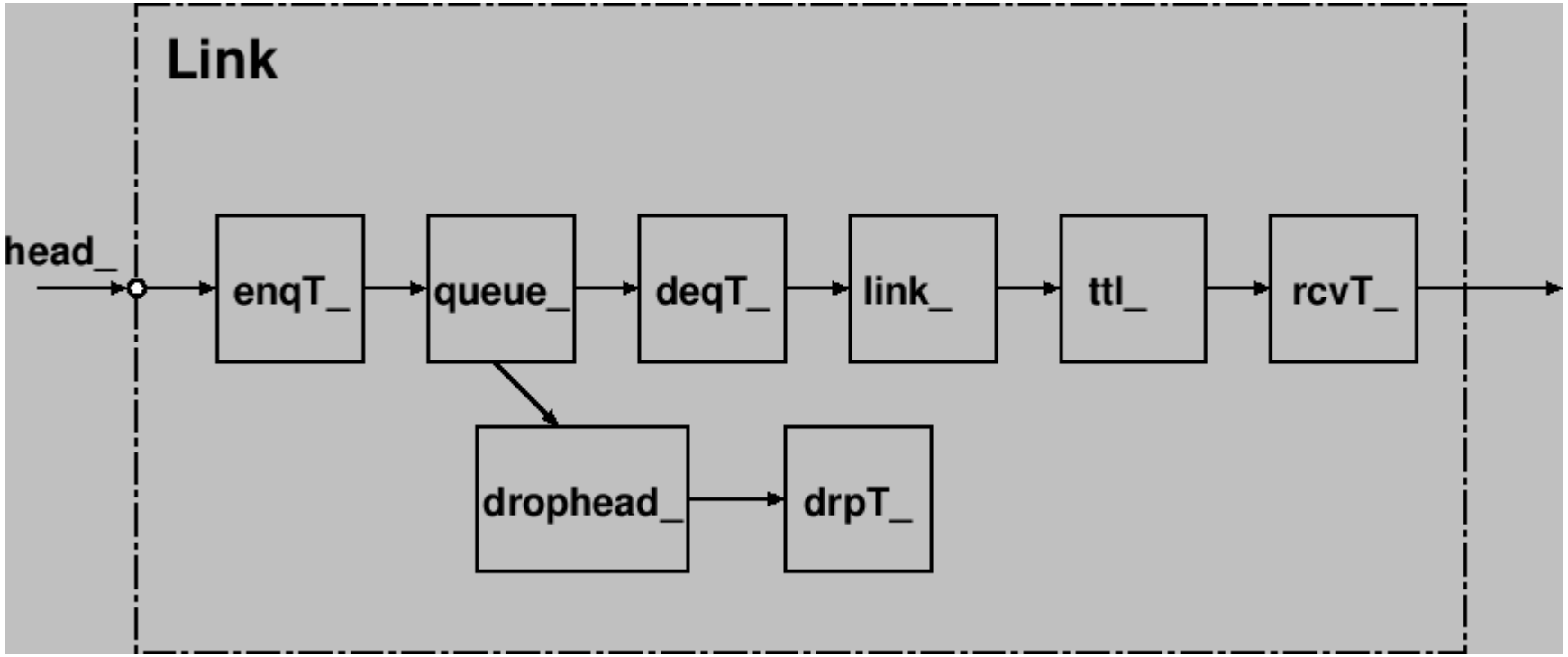
Wnętrzności NS-2 (jeśli chcemy dodać nowe protokoły...)

Klasa **Node:**



Classifier_, dmux_, i inne to zm. ob. klasy Node
Można je zobaczyć za pomocą „introspekcji”: ob info vars
Podobnie można zobaczyć metody: ob info instprocs

Klasa **SimpleLink**



Zm. ???T_ prowadzą do obiektów „trace”
Zm. queue_ to obiekt reprezentujący kolejkę (qdisc)
Zm. link_ to obiekt opóźniający pakiet (działanie zależy od przepust i opóźnienia)
Itd....

Inne rzeczy w NS-2:
- sieci lokalne (eth)
- sieci bezprzewodowe/ mobilne
- sieci satelitarne
- ???