

Topoloji Oluşturma ve Simülasyonun Gerçekleştirilmesi

Projenin ikinci aşamasında NS2 ortamı kullanılarak 9 düğümlü bir ağ topolojisi oluşturulmuş ve ödev kapsamında talep edilen görsel ağ yapısı ile trafik simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu işlem daha önce Docker üzerinden kurulan ve yapılandırılan NS2 çalışma ortamı aracılığıyla yürütülmüştür.

Simülasyona ait yapılandırmaları içermek üzere **topology9.tcl** adlı bir betik dosyası hazırlanmıştır. Bu betik içerisinde öncelikle NS2 simülatör nesnesi aşağıdaki komutla tanımlanmıştır:

set ns [new Simulator]

Ardından for döngüsü kullanılarak 0'dan 8'e kadar toplam dokuz düğüm oluşturulmuştur. Her bir düğüm **set n(\$i) [\$ns node]** komutu ile dizi elemanı olarak tanımlanmış ve simülatör ortamına eklenmiştir. Bu yapı sayesinde düğümler üzerinde bağlantı ve trafik yapılandırmaları gerçekleştirilebilecek bir altyapı hazırlanmıştır.

Düğümmler başarıyla oluşturulduktan sonra bu düğümler arasında çeşitli bağlantılar (linkler) kurularak mantıklı ve çok bağlantılı bir topoloji tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bağlantıların oluşturulmasında NS2'nin **duplex-link** komutu kullanılmıştır. Örneğin 0 ve 1 numaralı düğümler arasında çift yönlü bir bağlantı kurulması için aşağıdaki komut uygulanmıştır:

\$ns duplex-link \$n(0) \$n(1) 1Mb 10ms DropTail

Benzer biçimde ağ içerisinde birden fazla bağlantı tanımı yapılmış; rastgele ancak tutarlı bir yapıyla düğümler arasında yoğun ve etkileşimli bir ağ yapısı oluşturulmuştur. Bu sayede her bir düğüm birden fazla başka düğümlerle iletişim hâlinde olacak şekilde yapılandırılmıştır.

Topolojinin grafiksel olarak düzgün bir şekilde görselleştirilebilmesi amacıyla her düğüm için belirli koordinat değerleri tanımlanmıştır. Bu işlem NAM animasyon arayüzünün doğru konumlandırma yapabilmesi için aşağıdaki komut yapısıyla gerçekleştirilmiştir:

\$n(i) set X_ <x_koordinatı>

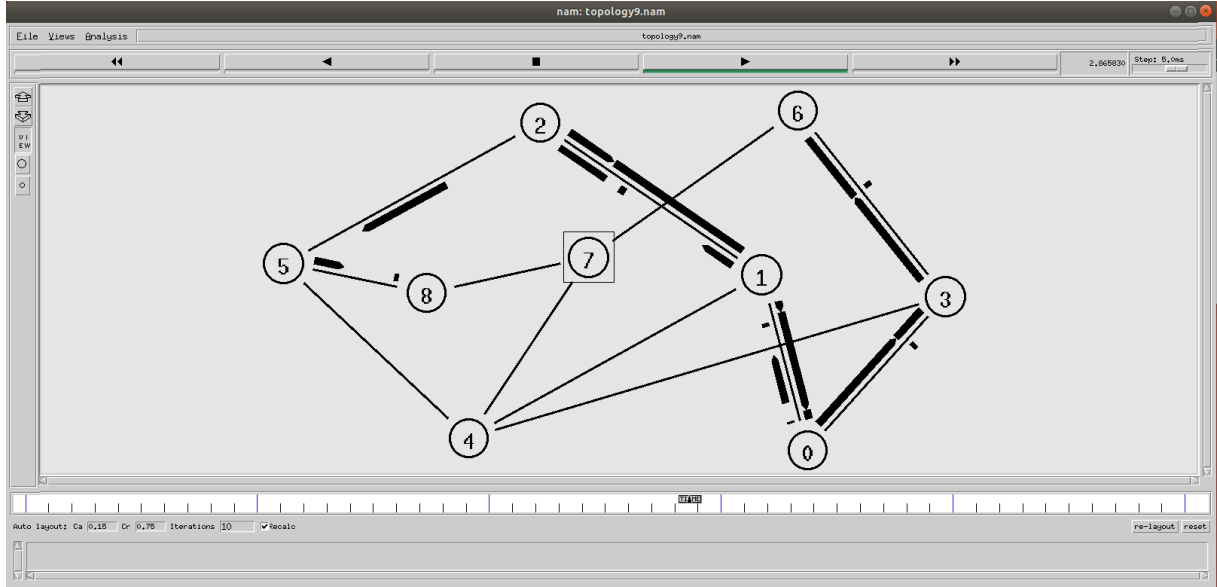
\$n(i) set Y_ <y_koordinatı>

Bu koordinat atamaları sayesinde NAM arayüzünde oluşturulan görsel topoloji okunabilir ve düzenli bir biçimde sunulmuştur.

Ağ simülasyonunun işlevselliğini test etmek amacıyla belirli düğümler arasında trafik oluşturulmuştur. Bu doğrultuda örnek olarak UDP ajanı kullanılmış ve Agent/UDP nesnesi tanımlanarak bazı düğümler bu ajanlarla donatılmıştır. UDP trafiğinin oluşturulması için Application/Traffic/CBR türünde sabit bit hızlı veri üreten uygulamalar tanımlanmıştır. Bu uygulamalar farklı düğümler arasında ilişkilendirilmiş ve aşağıdaki biçimde verilen komutlarla belirli zaman aralıklarında trafiğin başlatılması sağlanmıştır:

\$ns at <zaman> "\$cbr start"

Simülasyonun çalıştırılması sonucunda **topology9.nam** adlı bir çıktı dosyası üretilmiştir. Bu dosya NAM (Network Animator) aracı ile çalıştırıldığında 9 düğümden oluşan görsel bir ağ yapısı üzerinde paket hareketlerinin animasyonlu şekilde izlenebilmesi mümkün olmuştur. NAM penceresi üzerinden her bir düğümün numarası, bağlantı yönü ve trafik akışları açık biçimde gözlemlenmiş ve doğrulanmıştır.



Şekil 1. Nam çıktısı

Yukarıdaki görsel NS2 simülasyonu sonunda elde edilen topology9.nam dosyasının **NAM (Network Animator)** arayüzünde çalıştırılmasıyla elde edilen ağ topolojisini göstermektedir. Toplamda 9 düğümden oluşan bu topoloji görsel olarak her bir düğümün konumunu birbirleriyle olan bağlantılarını ve bu bağlantılar üzerinden gerçekleşen veri akışlarını temsil etmektedir.

Bağlantılar üzerinde görülen siyah çizgiler simülasyon anında iletilen paketleri animasyonlu biçimde göstermekte olup veri akışının yoğunluğunu görsel olarak sunmaktadır. Kalın çizgiler yüksek miktarda veri trafiğini; ince çizgiler ise düşük yoğunluklu akışı işaret etmektedir.

Öne çıkan gözlemler:

Düğüm 0, 1, 3 ve 6 arasında çift yönlü yoğun veri trafiği gözlemlenmiştir.

Düğüm 4 ve 7 grafiksel olarak topolojide yer almasına rağmen içinden veya dışına bir veri akışı olmadığı için pasif düğüm konumundadır.