



## عنوان درس : شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته

موضوع : آشنایی با NS3 : شبکه های بی سیم ، مدل سازی انرژی ، مدل سازی حرکت  
- تمرین کامپیوتری ۲

استاد : جناب آقای دکتر مقصود عباسپور

دستیار آموزشی : امیر راستی فرساد

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۱/۰۱

تاریخ تحویل: ۱۴۰۱/۱۱/۱۷

ترم پاییز سال ۱۴۰۱-۱۴۰۲

کد ضمیمه شده در سوال صرفاً در جهت آشنایی اولیه و راهنمایی می باشد و الزامی به استفاده از آن وجود ندارد و در صورت تسلط می توانید از زبان برنامه نویسی دلخواه و یا پیاده سازی متفاوت در جهت پیاده سازی سناریو مورد نظر این تمرین استفاده کنید.

## آماده سازی محیط پیاده سازی:

۱-۱ روش پیشنهادی جهت راه اندازی محیط پیاده سازی :

این تمرین بر اساس کتابخانه ی برنامه نویسی [ns3\(network simulation library 3\)](#)

طراحی شده است که بوسیله ی زبان برنامه نویسی ++C قابل اجرا است.

کتابخانه ی ns3 صرفاً در سیستم عامل های مبتنی بر linux قابل اجرا می باشد و از سیستم عامل windows پشتیبانی نمی کند.

در راستای سهولت پیاده سازی یک VM حاوی آخرین نسخه ی کتابخانه ی NS3 در لینک زیر قابل دسترس است.

<https://drive.google.com/drive/folders/1FU3gpkBZ3Zas1o8b6hbKVvIHbs9uQ3Rm?usp=sharing>

فایل ماشین مجازی در فرمت ova تهیه شده و برای سهولت دانلود به وسیله ی نرم افزار [7zip](#) فشرده سازی و به چهار بخش تقسیم شده است. ابتدا فایل را از حالت فشرده خارج کنید

سپس فایل ova را در یکی از نرم افزار های [Oracle Virtual Box](#) و یا [VMware](#)

[Workstation](#) درج کنید. ۱-راهنما

۱-۲ روش build بوسیله ی Source Code :

می توانید مطابق با روش اعلام شده در مستندات عمل کنید [Quick Start — Tutorial](#)

اما در نظر داشته باشید این روش می تواند چالش ها و محدودیت های استفاده

از [WAF build system](#) را در بر داشته باشد و صرفاً در صورتی که از پیش با آن آشنا هستید

اقدام به استفاده از این روش کنید. و در حالت کلی روش استفاده از VM در اولویت می باشد.

# مستندات نمونه کد ضمیمه شده:

۳-۱ مستندات کد اولیه ضمیمه شده در تمرین:

به همراه این دستورات عمل چهار فایل `Wifi_Network.h`، `Mobility_Models.h`، `Energy_Models.h`، `Host.h`، `NetAnime.h` و `CMakeLists.txt` نیز ضمیمه شده است

که در ادامه مستندات بخش های مورد استفاده آورده شده است.

در `VM` یک پوشه برای پروژه ی جدید ایجاد کنید و این فایل ها را در آن منتقل کنید ، به عنوان مثال در مسیر زیر

`/home/ns3-sbu/ Project/Second_Project/` در `vm` کپی کنید.

سپس بوسیله ی `Clion` پروژه ی جدید را با باز کردن مسیر پوشه ی فوق که فایل `CMakeLists.txt` جدید در آن قرار داده اید باز کنید و شبیه سازی موجود در کد اولیه را برای اطمینان از صحت عملکرد اجرا کنید.

مستندات فایل های ضمیمه شده:

این فایل حاوی تابع <code>Wifi_Simulation</code> می باشد که نمونه کد اولیه جهت آشنایی با نحوه ی ساخت شبکه ی بی سیم و تکمیل برای این پروژه مورد استفاده می باشد.	فایل <code>Wifi_Network.h</code>
این فایل حاوی کلاس <code>Host</code> می باشد که با دریافت یک <code>Pointer</code> از جنس کلاس <code>ns3::Ptr&lt;ns3::Node&gt;</code> قابلیت استفاده از اپلیکیشن های <code>Ping</code> و <code>TraceRoute</code> را برای آن فراهم می کند.	فایل <code>Host.h</code>
این فایل حاوی توابع مورد نیاز برای ساخت و انتساب مدل های حرکتی به گره های شبکه می باشد. دو مدل حرکتی ۱- حرکت تصادفی بر اساس <code>RandomWalk</code> ۲- مدل جایگاه ثابت در این فایل موجود است.	فایل <code>Mobility_Models.h</code>
این فایل حاوی توابع مورد نیاز برای ۱- ساخت منبع انرژی برای گره های شبکه ۲- ساخت و انتساب مدل های مصرف انرژی برای گره های شبکه ی بی سیم ۳- پیگیری انرژی مصرفی هر گره می باشد.	فایل <code>Energy_Models.h</code>
این فایل برای فعال سازی ثبت گزارش وضعیت شبکه برای استفاده در ابزار <code>Net Anim</code> برای مشاهده ی گرافیکی رویداد های شبکه می باشد. توضیحات تکمیلی در ادامه آورده شده است.	فایل <code>NetAnime.h</code>

## توضیحات تکمیلی:

نحوه ی استفاده از ابزار **NetAnim** در **ns3**:

ابزار **NetAnim** یک ابزار **Visualization** برای مشاهده ی گرافیکی رویداد های شبکه و ترافیک می باشد. این ابزار همراه کتابخانه ی **ns3** در ماشین مجازی مورد استفاده ، بصورت **Build** شده در دسترس است.

برای استفاده از این ابزار لازم است ابتدا در کد شبیه سازی خود بوسیله ی فراخوانی تابع

```
void Activate_NetAnime_Tracing(int duration)
```

گزارش گیری از رویداد ها در قالب یک فایل را فعال سازی کرده و در انتهای شبیه سازی آن فایل را بوسیله ابزار **NetAnim** باز کرده و عملکرد را مشاهده کنید.

برای اجرای **NetAnim** لازم است در ترمینال به مسیر زیر بروید.

```
cd /NS3_Library/ns-allinone-3.37/ns-3.37/build/bin/
```

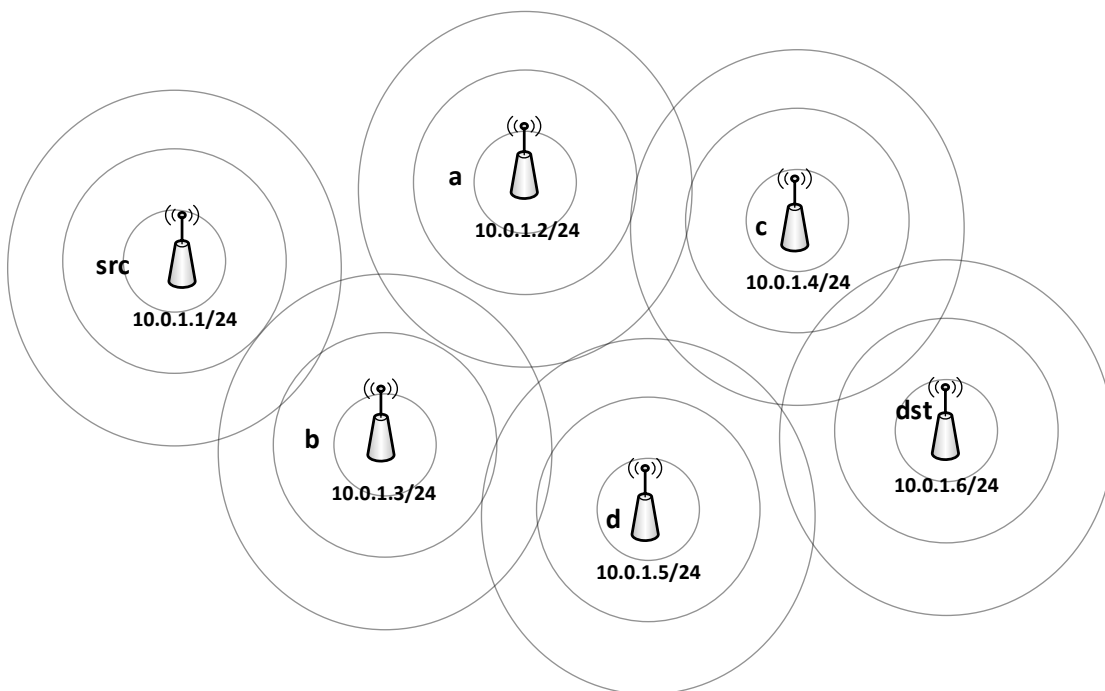
سپس فایل اجرایی را بشکل زیر فراخوانی کنید:

```
./ns3.37-netanime-default
```

و بوسیله ی ابزار گرافیکی باز شده فایل **xml** ساخته شده در پوشه ی پروژه را باز کرده و بخش های مختلف ابزار را برای نمایش رویداد ها فعال کنید.

# تمرین

۱- در نمونه کد ضمیمه شده یک شبکه ی متشکل از چهار گره wireless که در حالت Adhoc به یکدیگر متصل شده اند پیاده سازی شده است ، ضمن تکمیل کد شبیه سازی را معادل گره های نمایش داده شده در تصویر پیاده سازی کنید (۶ گره)، با اعمال تغییرات لازم شبکه جدید نمایش داده شده را پیاده سازی کنید. ( نام گره ها subnet , ip , متناظر با ارتباطات جدید در نظر گرفته شود) .



شکل ۱- شبکه بیسیم

۲- در این بخش برای شبیه سازی شبکه ، مدل سازی حرکت را نیز در نظر بگیرید. برای این منظور شبیه سازی یکبار به ازای مدل حرکت تصادفی **Random Walk** و یکبار به ازای مشخص کردن جایگاه ثابت به ازای گره ها اجرا کنید (دقت شود که در صورت استفاده از جایگاه ثابت فاصله ی ارتباطی باید برای **Wifi 802.11** در نظر گرفته شود)

- در شبیه سازی بصورت **Random Walk** در ثانیه ۵ و ۲۰ و ۴۰ و ۷۰ از مبدا **src** به مقصد **dst** عملیات **ping** را اجرا کنید.(با توجه به حرکت تصادفی ممکن است در چند اجرا نتایج متفاوتی بگیرید و یا **traffic loss** وجود داشته باشد)

- به عنوان یک بخش امتیازی می توانید به دلخواه سه مورد از مدل سازی های حرکتی :

**GaussMarkov,  
Hierarchical,  
RandomDirection2D,  
RandomWaypoint,  
SteadyStateRandomWaypoint,  
Waypoint**

را نیز بوسیله ی مستندات کتابخانه ی ns3 پیاده سازی و اجرا کنید.

۳- در این بخش برای شبیه سازی شبکه علاوه بر مدل سازی حرکت (مطابق بخش ۲) ، مدل سازی را برای انرژی مصرفی نیز انجام دهید

- لازم است ابتدا منبع انرژی تمام گره ها ساخته شود (فراخوانی تابع `SetEnergySources` و مشخص نمودن مقدار انرژی اولیه به مقدار `150.0` )
- سپس مدل سازی انرژی و انتساب انرژی مدل به گره ها انجام شود ( با فراخوانی تابع `SetEnergyModel` و مشخص کردن نرخ انرژی مصرفی `Transmission` در ورودی آن به مقدار `0.001` )
- گره `Src` را از نظر مصرف انرژی زیر نظر بگیرید:  
(فراخوانی تابع `Track_Node_Energy(int nid)` به ازای اندیس گره `Src`)

- از گره `src` به گره `dst` عملیات `ping` و `TraceRoute` در ثانیه های ۵ و ۳۰ و ۶۰ و ۷۵ اجرا کنید.
- خروجی مصرف انرژی گره `src` را در گزارش قید کنید.

۴- در این بخش شبیه سازی شبکه را با پیاده کردن مدل سازی انرژی (متناظر با بخش ۳) و مدل سازی حرکت (معادل بخش ۲ اما فقط با `RandomWalk`) را نیز اعمال کنید و همچنین

- در حین اجرا گزارش گیری برای `NetAnim` را فعال کنید  
( با استفاده از `Activate_NetAnime_Tracing` )

- در انتهای اجرا ، انرژی تمام گره های شبکه را گزارش کنید  
( با استفاده از تابع `Print_Energy_Levels` و پس از تابع `Run`).

- فایل گزارش گیری شده `XML` را بوسیله ی ابزار `NetAnim` باز کرده و از مراحل اجرا گرافیکی ویدیو و یا تعدادی تصویر متوالی تهیه و ضمیمه گزارش کنید. (`animator ,stats ,packets`)

## نکات تکمیلی:

- در صورتی که موفق به پیاده سازی هر بخش نشدید می توانید موارد مرتبط با آن که در بخش های دیگر نیز تکرار شده است را در نظر بگیرید. (به جز مدل سازی حرکت که برای شبیه سازی عملکرد شبکه بی سیم الزامی است.)
- در شبیه سازی های متناظر با هر بخش زمان شبیه سازی را ۱۰۰ ثانیه قرار دهید.
- پیشنهاد می شود برای پیاده سازی هر قسمت یک تابع مجزا (ترجیحا در یک هدر فایل مستقل ایجاد کنید) و در تابع **main** به ترتیب فراخوانی کنید.
- با توجه به هدف این تمرین مبتنی بر آشنایی با کتابخانه ی **ns3** و اینکه بخش عمده ی پیاده سازی کد این تمرین در اختیار دانشجویان قرار می گیرد بهتر است توضیحات تکمیلی از فرایند اجرا برنامه و جزئیات دستورات را به کمک مطالب بیان شده در جلسه ی تمرین و مستندات کتابخانه ی **ns3** در شرح گزارش مکتوب شود.

برای استفاده از توابع موجود در فایل های ضمیمه شده از جمله **Energy\_Models.h** و **Mobility\_Models.h** لازم است فایل های مورد نظر را **include** کنید به عنوان مثال بخش :

```
#include"Energy_Models.h"
```

```
#include"Mobility_Models.h"
```

را به ابتدای فایل های پیاده سازی خود اضافه کنید.

می توانید سوال های خود را از طریق گروه اسکایپ و ایمیل اینجانب ارسال کنید در اسرع وقت پاسخگو خواهیم بود.

موفق باشید امیر راستی فرساد