



دانشکده مهندسی  
کامپیوتر

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس مبانی اینترنت اشیا

نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۸-۹۹

تمرین پیاده سازی سری سوم



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)

## شرح تمرین

هدف از این تمرین، آشنایی بیشتر و بررسی LoRaWAN به عنوان یک پروتکل ارتباطی در اینترنت اشیا است. در این تمرین از شبیه ساز OMNeT++ که با زبان C++ نوشته شده و برای شبیه سازی شبکه های ارتباطی به کار می رود استفاده می شود. نرم افزار OMNeT++ شبیه سازی شبکه های سیمی و بیسیم را انجام می دهد. آموزش های آنلاین مختلفی در سایت های ایرانی و خارجی وجود دارد که می توانید از آنها بهره ببرید. به طور مثال، برای آشنایی مقدماتی با OMNeT++ می توانید این ویدئو ([OMNeT++](#)) را مشاهده نمایید.

همچنین برای انجام این تمرین نیاز به فریمورک FLoRa است که شبکه LoRaWAN را به صورت انتها به انتها شبیه سازی کرده است. جزییات مرتبط با این فریمورک را می توانید در ([FLoRa](#)) مشاهده کنید.

## مراحل انجام تمرین

1. به سایت OMNeT++ مراجعه کنید و محیط شبیه سازی OMNeT++ را بر اساس سیستم عامل مورد نظر نصب کنید پس از نصب محیط شبیه سازی، FLoRa و دیگر فریمورک های لازم را نصب کنید.
2. در دایرکتوری فریمورک FLoRa سناریو پیش فرض بانام loRaNetworkTest.ini قرار دارد این سناریو شبکه LoRaWAN را با ۱۰ نود (Node)، یک دروازه (Gateway) و یک سرور شبیه سازی می کند. با انتخاب این فایل مقدارهای اولیه پارامترهای شبیه سازی مشاهده می شود. هر یک از این پارامترها را توضیح دهید.
3. سناریو پیش فرض را اجرا کنید. بعد از اجرای شبیه سازی نتایج حاصل از این شبیه سازی در دایرکتوری simulations/results قرار می گیرد. با انتخاب فایل نتایج، در مورد هر یک از آمارهای به دست آمده توضیح دهید.

- آخرین توان و فاکتور گسترش ارسال شده به توسط هر نود
- تعداد بسته های ارسالی هر نود
- انرژی مصرفی هر نود
- مجموع تعداد بسته های دریافت شده در دروازه

- تعداد بسته‌های دریافت شده در سرور به ازای هر نود

- مجموع تعداد بسته‌های دریافت شده در سرور

4. در این بخش باید مقدار پارامترهای فایل شبیه‌سازی را تغییر دهید و به ازای هر تغییر و بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای شبیه‌سازی نمودار ترسیم کرده و به سؤالات پاسخ داده شود.

الف) مقدار پارامترهای نود، دروازه و پهنای باند را بر اساس موارد زیر تغییر داده و شبیه‌سازی را اجرا و نتایج را ذخیره کنید. به‌طور مثال در فایل شبیه‌ساز تعداد نود را برابر ۵، تعداد دروازه را برابر ۱ و پهنای باند را ۱۲۵ کیلوهرتز قرار دهید و شبیه‌سازی را اجرا و نتایج را ذخیره کنید. این شبیه‌سازی را بار دیگر با پهنای باند ۲۵۰ و ۵۰۰ کیلوهرتز نیز انجام دهید. توجه داشته باشید که به ازای تغییر هر پارامتر شبیه‌سازی باید اجرا و نتایج ذخیره شود. در هر شبیه‌سازی مقدار دیگر پارامترها (به‌جز تعداد نود، دروازه و پهنای باند) همان مقدار پیش‌فرض فایل تست باشد. در مجموع باید ۲۷ شبیه‌سازی انجام شود (۳ تغییر در نود، ۳ تغییر در دروازه، ۳ تغییر در پهنای باند).

✓ numberOfNodes {5,10,15}

✓ numberOfGateways{1,2,3}

✓ initialLoRaBW{125,250,500}

ب) بر اساس معیارهای زیر و نتایج شبیه‌سازی نمودارهای زیر را ترسیم کنید:

✓ نرخ بسته‌های دریافتی: تعداد کل بسته‌های دریافتی در سرور تقسیم بر تعداد کل بسته‌های ارسال شده توسط همه نودها.

✓ میزان مصرف انرژی (mJ): مجموع انرژی مصرفی تمام نودها تقسیم بر تعداد بسته‌هایی دریافت شده در سرور.

- نمودار تعداد نودها (محور x) و نرخ بسته‌های دریافتی (محور y)

- نمودار تعداد دروازه‌ها (محور x) و نرخ بسته‌های دریافتی (محور y)

- نمودار پهنای باند (محور x) و نرخ بسته‌های دریافتی (محور y)

- نمودار تعداد نودها (محور x) و میزان مصرف انرژی (محور y)

- نمودار تعداد دروازه‌ها (محور x) و میزان مصرف انرژی (محور y)

- نمودار پهنای باند (محور x) و میزان مصرف انرژی (محور y)

5. با توجه به بررسی نتایج شبیه‌سازی به سؤالات زیر پاسخ دهید:

✓ در مورد تأثیر افزایش یا کاهش هر یک از پارامترها (Node, Gateway, BW) بر روی نرخ بسته‌های دریافتی و انرژی مصرفی توضیح دهید.

✓ نودهایی که در نزدیکی دروازه قرار دارند و نودهایی که دور از دروازه هستند از لحاظ مصرف انرژی و نرخ بسته‌های دریافتی متفاوت هستند، دلیل این تفاوت را توضیح دهید.

### نحوه تحویل تمرین

1. برای پیاده‌سازی تمرین می‌توانید از شبیه‌ساز دیگری (به جز شبیه‌سازی که در تمرین گفته شده) استفاده کنید (البته توصیه نمی‌شود). در صورتی که از شبیه‌ساز دیگری استفاده می‌کنید باید نکات زیر رو در نظر بگیرید:

- دلیل استفاده از شبیه‌ساز را شرح دهید
- جزییات استفاده از شبیه‌ساز را توضیح دهید
- تمامی سناریوهای خواسته شده در تمرین را انجام دهید

2. بخش ۱ و ۲ تمرین هرکدام در قالب یک فایل ویدئویی حداکثر ۲ دقیقه‌ای توضیح داده شود (01- Setup Environment و 02-Test Simulate).

3. ویدئو باید مشخص شده باشد که متعلق به شما است. به همین جهت قبل از توضیح مراحل انجام کار یک فایل بر روی سیستم خود نشان دهید که مشخص کند این ویدئو توسط شما ضبط شده است.

4. بخش‌های بعدی تمرین باید در قالب گزارش متنی توضیح داده شود.

5. تمرین در قالب یک فایل zip تحویل داده شود و باید شامل دو ویدیو بخش ۱ و ۲ به همراه فایل گزارش نهایی برای بخش‌های بعدی و نتایج شبیه‌سازی باشد.

6. تمامی ویدئوهای ضبط شده باید قابل پخش با آخرین نسخه نرم‌افزار KMPlayer باشد.

7. مهلت تحویل تمرین، روز پنجشنبه ۱۶ خردادماه خواهد بود.

8. به ازای هرروز تأخیر ۵٪ جریمه در نظر گرفته خواهد شد.

موفق و مؤید باشید