



دانشکده مهندسی
کامپیوتر

بسمه تعالی
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی کامپیوتر
درس مبانی اینترنت اشیاء
نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹
تمرین شبیه‌سازی سری سوم



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

انجام این تمرین به صورت انفرادی است.

شرح تمرین

هدف از این تمرین، آشنایی بیشتر و بررسی شبکه ارتباطی LoRaWAN به عنوان یکی از شبکه‌های دوربرد با مصرف توان پایین (Low Power Wide Area Network) در اینترنت اشیاء است. در این تمرین برای پیاده‌سازی شبکه ارتباطی LoRaWAN و بررسی برخی پارامترهای آن از شبیه‌ساز OMNET++ استفاده خواهیم کرد. شبیه‌ساز OMNET++ یک شبیه‌ساز برای شبکه‌های بی‌سیم و سیمی می‌باشد که با زبان برنامه‌نویسی C++ پیاده‌سازی شده است. برای آشنایی بیشتر با این شبیه‌ساز آموزش‌های زیادی در اینترنت موجود است که می‌توانید از آنها بهره ببرید. برای مثال، برای آشنایی مقدماتی با این شبیه‌ساز می‌توانید به توضیحات خود سایت OMNET++ مراجعه کنید. برای انجام این تمرین از چارچوب FLoRa که شبکه ارتباطی LoRaWAN را به صورت انتها به انتها شبیه‌سازی کرده است استفاده خواهیم کرد.

مراحل انجام تمرین

۱. تأثیر فاکتور گسترش (SF) و پهنای پاند (BW) را در زمان ارسال یک بسته، نرخ ارسال، مصرف انرژی و برد ارتباطی در شبکه LoRaWAN، به طور کامل شرح دهید.
۲. جدول صفحه ۴۵ (این جدول در فصل سوم بخش ششم، قسمت مباحث تکمیلی شبکه LoRaWAN در سایت کورسز قابل دانلود است) را بر اساس موارد خواسته شده تکمیل کنید. دقت داشته باشید که تکمیل این جدول باید با اجرای یک کد همراه باشد. در این کد باید ورودی‌های لازم داده شود و جدول کامل شده در خروجی نمایش داده شود (پیشنهاد می‌شود از زبان پایتون برای انجام این بخش استفاده شود).

۳. نموداری برحسب payload های ۱۶، ۳۲ و ۵۱ بیتی و زمان ارسال بسته (ToA) با توجه به فاکتور گسترش‌های مختلف رسم کنید (پیشنهاد می‌شود از زبان پایتون برای انجام این بخش استفاده شود).

۴. تحقیق کنید که در چه حالتی در شبکه LoRaWAN بین دو بسته برخورد (collision) رخ می‌دهد. آیا در این شبکه امکان این وجود دارد که با وجود برخورد بتوان دماژولاسیون انجام داد؟

۵. همان‌طور که در کلاس گفته شده است، الگوریتم ADR مکانیزمی جهت تنظیم پارامترهای انتقال در شبکه LoRaWAN است. با توجه به توضیحات ارائه شده در کلاس مکانیزم ADR جدیدی پیشنهاد دهید (انجام این بخش از تمرین اختیاری است و نمره اضافه دارد).

۶. در کلاس درس تحلیلی از عملکرد پروتکل ALOHA، در شبکه LoRaWAN مشاهده کردید. مشابه تحلیل‌های انجام شده را برای پروتکل Slotted-ALOHA نیز انجام دهید (انجام این بخش از تمرین اختیاری است و نمره اضافه دارد).

۷. در کلاس درس در مورد مازول‌های سخت‌افزاری شبکه LoRaWAN توضیح داده شده است. در این بخش باید یک مدارچاپی به‌عنوان نود LoRa با قابلیت ارسال موقعیت مکانی طراحی کنید (انجام این بخش از تمرین اختیاری است و نمره اضافه دارد).

۸. برای شبیه‌سازی شبکه LoRaWAN نیاز است نرم‌افزار شبیه‌ساز OMNET++ و چارچوب FLoRa و INET را نصب کنید. برای نصب OMNET++ به سایت آن مراجعه کرده و بر اساس سیستم‌عامل خود نسخه مناسب را نصب نمایید. (نحوه نصب شبیه‌ساز OMNET++ و راه‌اندازی چارچوب FLoRa در آن برای سیستم‌عامل‌ها در کانال اطلاع‌رسانی درس توضیح داده خواهد شد).

۹. در دایرکتوری چارچوب FLoRa سناریو پیش‌فرض با نام loRaNetworkTest.ini قرار دارد که شبکه ارتباطی LoRaWAN را با ۱۰ گره (Node)، یک دروازه (Gateway) و یک سرور شبکه شبیه‌سازی کرده است. سناریو پیش‌فرض را اجرا کنید. با اجرای شبیه‌سازی، نتایج آن در دایرکتوری simulations/results با نام پیش‌فرض General-avg-#0 قرار می‌گیرد. با انتخاب این فایل، آمار هر یک از موارد زیر را در جدولی توضیح دهید:

❖ آخرین توان ارسال شده توسط هر گره (finalTP)

❖ آخرین فاکتور گسترش ارسال شده توسط هر گره (finalSP)

❖ تعداد بسته‌های ارسالی هر گره (sentPackets)

❖ انرژی مصرفی هر گره (totalEnergyConsumed)

❖ مجموع تعداد بسته‌های دریافت شده در دروازه (LoRa_GWPacketReceived:count)

❖ مجموع تعداد بسته‌های دریافت شده در سرور شبکه (totalReceivedPackets)

۱۰. در این بخش باید با تغییر پارامترهای شبیه‌سازی سناریوهای مختلفی را اجرا کرده و نتایج آن‌ها را ذخیره و بر اساس این نتایج نمودارهای خواسته شده در قسمت (ب) را رسم کنید.

الف) پارامترهای که باید تغییر دهید، شامل فاکتور گسترش گره، توان ارسالی گره، پهنای باند مورد استفاده گره و تعداد گره‌های انتهایی است. پارامترهای ذکر شده در سناریو پیش‌فرض به ترتیب با نام‌های initialLoRaSF، initialLoRaTP، initialLoRaBW و numberOfNodes قابل مشاهده هستند. برای مثال، یک حالت این است که مقادیر ذکر شده را در سناریو پیش‌فرض به ترتیب ۷ برای فاکتور گسترش، ۱۴ دسی‌بل میلی‌وات (dBm) برای توان ارسالی، ۵ برای تعداد گره‌ها و ۱۲۵ کیلوهرتز (kHz) برای پهنای باند تغییر داده و سناریو را اجرا کرده و نتیجه آن را ذخیره کنید. توجه داشته باشید که به‌ازای هر تغییر، شبیه‌سازی باید اجرا و نتایج آن ذخیره شود. در هر شبیه‌سازی مقدار دیگر پارامترها (به جز فاکتور گسترش، توان ارسالی، تعداد گره و پهنای باند) همان مقدار پیش‌فرض فایل تست باشد. در مجموع باید ۱۶ شبیه‌سازی انجام شود (۲ حالت برای تعداد گره‌ها، ۲ حالت برای فاکتور گسترش، ۲ حالت برای توان ارسالی و ۲ حالت برای پهنای باند). پارامترهای ذکر شده را طبق مقادیر زیر تغییر دهید:

- numberOfNodes { 15, 30 }
- InitialLoRaSF { 7, 12 }
- initialLoRaTP { 3 dBm, 14 dBm }
- initialLoRaBW { 125 KHz, 250 KHz }

ب) بر اساس معیارهای زیر و نتایج شبیه‌سازی، نمودارهای خواسته شده را ترسیم کنید.

- نرخ بسته‌های دریافتی (Received packets ratio): عبارت است از تعداد کل بسته‌های دریافتی در سرور شبکه (totalReceivedPackets) تقسیم بر تعداد کل بسته‌های ارسال شده توسط همه گره‌ها (sentPackets).

$$\text{Received Packets Ratio} = \frac{\text{totalReceivedPackets}}{\sum_{n=1}^{\text{number of nodes}} \text{sentPackets}(n)}$$

- میزان مصرف انرژی (mJ): مجموع انرژی مصرفی تمام گره‌ها تقسیم بر تعداد بسته‌های دریافت شده در سرور

$$\text{Energy Consumption} = \frac{\sum_{n=1}^{\text{number of nodes}} \text{totalEnergyConsumed}(n)}{\text{totalReceivedPackets}}$$

نمودارهای موردنظر:

✓ نمودار تعداد گره‌ها (محور X) و نرخ بسته‌های دریافتی (محور Y)

✓ نمودار تعداد گره‌ها (محور X) و میزان مصرف انرژی (محور Y)

در کل ۱۶ نمودار با احتساب ۸ نمودار برای معیار اول و ۸ نمودار برای معیار دوم باید رسم شود (می‌توانید نمودارهای خواسته شده را با کد پایتون رسم کنید).

۱۱. الگوریتم ADR پیشنهاد شده در بخش ۵ را در فریم‌ورک FLoRa پیاده‌سازی کنید و نشان دهید الگوریتم ارائه شده نسبت به الگوریتم پیش‌فرض و الگوریتم ارائه شده در این [مقاله](#) عملکرد بهتری دارد (انجام این بخش از تمرین اختیاری است و نمره اضافه دارد).

۱۲. الگوریتم ADR پیشنهاد شده در بخش ۵ را در پلتفرم [chripstack](#) پیاده‌سازی کنید (انجام این بخش از تمرین اختیاری است و نمره اضافه دارد).

۱۳. بر اساس تحلیلی که در بخش ۶ از Slotted-ALOHA انجام دادید، این پروتکل را در فریم‌ورک FloRa پیاده‌سازی کنید و نشان دهید کارایی این الگوریتم نسبت به پروتکل ALOHA بهتر است (انجام این بخش از تمرین اختیاری است و نمره اضافه دارد).

نحوه تحویل تمرین

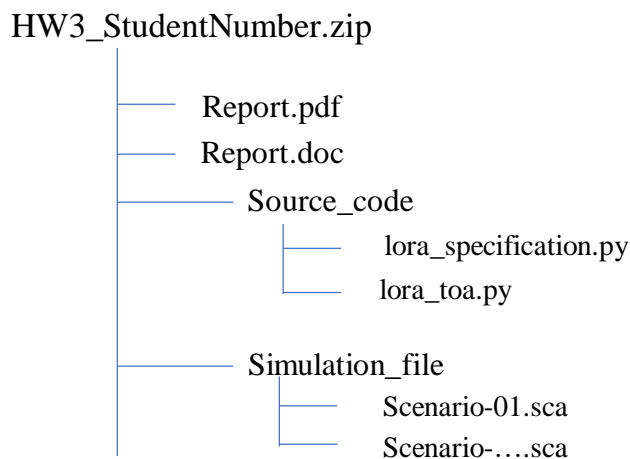
۱. بخش‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۸، ۹ و ۱۰ این تمرین به صورت اجباری است و بخش‌های ۵، ۶، ۷، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ به صورت اختیاری است و انجام این بخش‌ها نمره اضافه دارد.

۲. بخش ۱، ۲، ۳، ۴، ۹ و ۱۰ باید در یک گزارش متنی با رعایت کامل قواعد نگارشی و املای تحویل داده شود. برای بخش ۸ باید فیلم ویدئویی حداکثر ۲ دقیقه‌ای تهیه شود و محیط شبیه‌سازی و فریم‌ورک‌ها نشان داده شود. در

ویدئوها باید مشخص شده باشد که این فایل متعلق به شما است. برای مثال قبل از توضیح نام و شماره دانشجویی خودتان و بخشی که در حال انجام آن هستید را نمایش دهید.

۳. برای بخش ۲ و ۳ باید کدهای اجرا شده و برای بخش ۹ و ۱۰ نیز باید فایل شبیه سازی (فایل sca) شده وجود داشته باشد.

۴. تمرین در قالب یک فایل zip با رعایت ساختار دایرکتوری و نحوه نام گذاری زیر تحویل داده می شود. این فایل باید شامل گزارش متنی، ویدئوها، کدها و فایل های شبیه سازی باشد. نحوه نام گذاری فایل zip باید به صورت HW3_StudentNumber.zip باشد که در آن StudentNumber شماره دانشجویی است.



۵. بخش های اختیاری این تمرین به صورت آنلاین تحویل گرفته می شود، زمان تحویل و قواعد آن متعاقباً اعلام می شود.

۶. ویدئو ضبط شده باید قابل پخش با آخرین نسخه نرم افزار KMPlayer باشد.

۷. این تمرین باید به صورت انفرادی انجام شود.

۸. مهلت تحویل تمرین، تا ۹ خردادماه ۱۳۹۹ خواهد بود.

۹. به ازای هر روز تأخیر ۵ درصد جریمه در نظر گرفته خواهد شد.

۱۰. در صورت عدم رعایت موارد ذکر شده، نمره مربوط به بخش خوانایی کسر خواهد شد.

موفق باشید