



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 شبیه سازی 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 شبکه های دوربرد با مصرف توان پایین (Low Power Wide Area Network) در اینترنت اشیاء است. در این تمرین برای پیاده سازی شبکه ارتباطی LoRaWAN و بررسی برخی پارامترهای آن از شبیه ساز OMNET++ استفاده خواهیم کرد. شبیه ساز OMNET++ یک شبیه ساز برای شبکه های بی سیم و سیمی می باشد که با زبان برنامه نویسی C++ پیاده سازی شده است. برای آشنایی بیشتر با این شبیه ساز آموزش های زیادی در اینترنت موجود است که می توانید از آنها بهره ببرید. برای مثال، برای آشنایی مقدماتی با این شبیه ساز می توانید به توضیحات خود سایت OMNET++ مراجعه کنید. برای انجام این تمرین از چارچوب FLoRa [link1] [link2] که شبکه ارتباطی LoRaWAN را به صورت انتها به انتها شبیه سازی کرده است استفاده خواهیم کرد.

مراحل انجام تمرین

بخش اجباری

۱. تأثیر فاکتور گسترش (SF) و پهنای باند (BW) را بر 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 ورودی های لازم داده شود و جدول کامل شده در خروجی نمایش داده شود (پیشنهاد می شود 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. 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).

۶. 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)

۷. 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 پیش فرض به ترتیب ۷ برای فاکتور گسترش، ۱۴ دسی بل میلی وات (dBm) برای توان ارسالی، ۵ برای تعداد گره ها و ۱۲۵ کیلوهرتز (kHz) برای پهنای باند تغییر داده و سناریو را اجرا کرده و نتیجه آن را ذخیره کنید. توجه داشته باشید که به ازای هر تغییر، شبیه سازی باید اجرا و نتایج آن ذخیره شود. در هر شبیه سازی مقدار دیگر پارامترها (به جز فاکتور گسترش، توان ارسالی، تعداد گره و پهنای باند) همان مقدار پیش فرض فایل تست باشد. در مجموع باید ۱۶ شبیه سازی انجام شود (۲ حالت برای تعداد گره ها، 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 شبیه سازی، نمودارهای خواسته شده را ترسیم کنید.

- نرخ بسته های دریافتی (Received packets ratio): عبارت است از تعداد کل بسته های دریافتی در سرور شبکه (totalReceivedPackets) تقسیم بر تعداد کل بسته های ارسال شده توسط همه گره ها (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 گره ها تقسیم بر تعداد بسته های دریافت شده در سرور

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

نمودارهای مورد نظر:

- ✓ نمودار تعداد گره ها (محور X) و نرخ بسته های دریافتی (محور Y)
- ✓ نمودار تعداد گره ها (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 (می توانید نمودارهای خواسته شده را با کد پایتون رسم کنید).

بخش اختیاری

۱. 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).

۲. 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).

۳. در کلاس درس در مورد مازول‌های سخت‌افزاری شبکه LoRaWAN توضیح داده شده است. در این بخش باید یک مدار چاپی به‌عنوان نود LoRa با قابلیت ارسال موقعیت مکانی طراحی کنید (انجام این بخش از تمرین اختیاری

است و نمره اضافه دارد).

۴. 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).

۵. الگوریتم ADR پیشنهاد شده در بخش ۵ را در پلتفرم [chripstack](#) پیاده‌سازی کنید (انجام این بخش از تمرین

اختیاری است و نمره اضافه دارد).

۶. 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).

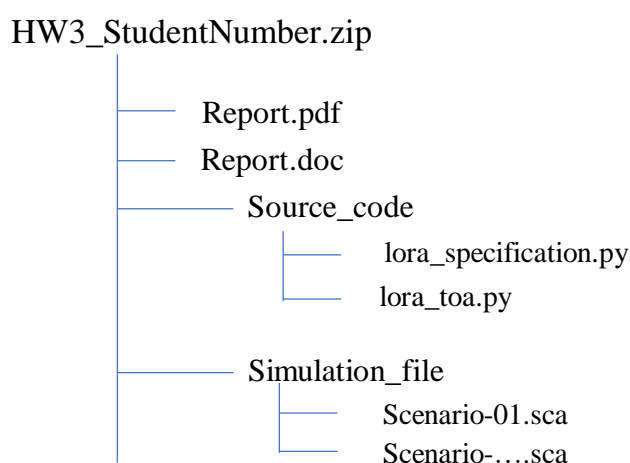
نحوه تحویل تمرین

۱. این تمرین از دو بخش‌های اجباری و اختیاری تشکیل شده است.

۲. بخش ۱، ۲، ۳، ۴، ۶ و ۷ باید در یک گزارش متنی با رعایت کامل قواعد نگارشی و املائی تحویل داده شود. برای بخش ۵ 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 ۶ و ۷ نیز باید فایل شبیه‌سازی (فایل sca) شده وجود داشته باشد.

۴. تمرین در قالب یک فایل zip با رعایت ساختار دایرکتوری و نحوه نام‌گذاری زیر تحویل داده می‌شود. این فایل باید شامل گزارش متنی، ویدئوها، کدها و فایل‌های شبیه‌سازی باشد. نحوه نام‌گذاری فایل zip باید به صورت HW3_StudentNumber.zip باشد که در آن StudentNumber شماره دانشجویی است.



۵. بخش‌های اختیاری این تمرین به صورت آنلاین تحویل گرفته می‌شود، زمان تحویل و قواعد آن متعاقباً اعلام می‌شود.

۶. ویدئو ضبط شده باید قابل پخش با آخرین نسخه نرم‌افزار 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