

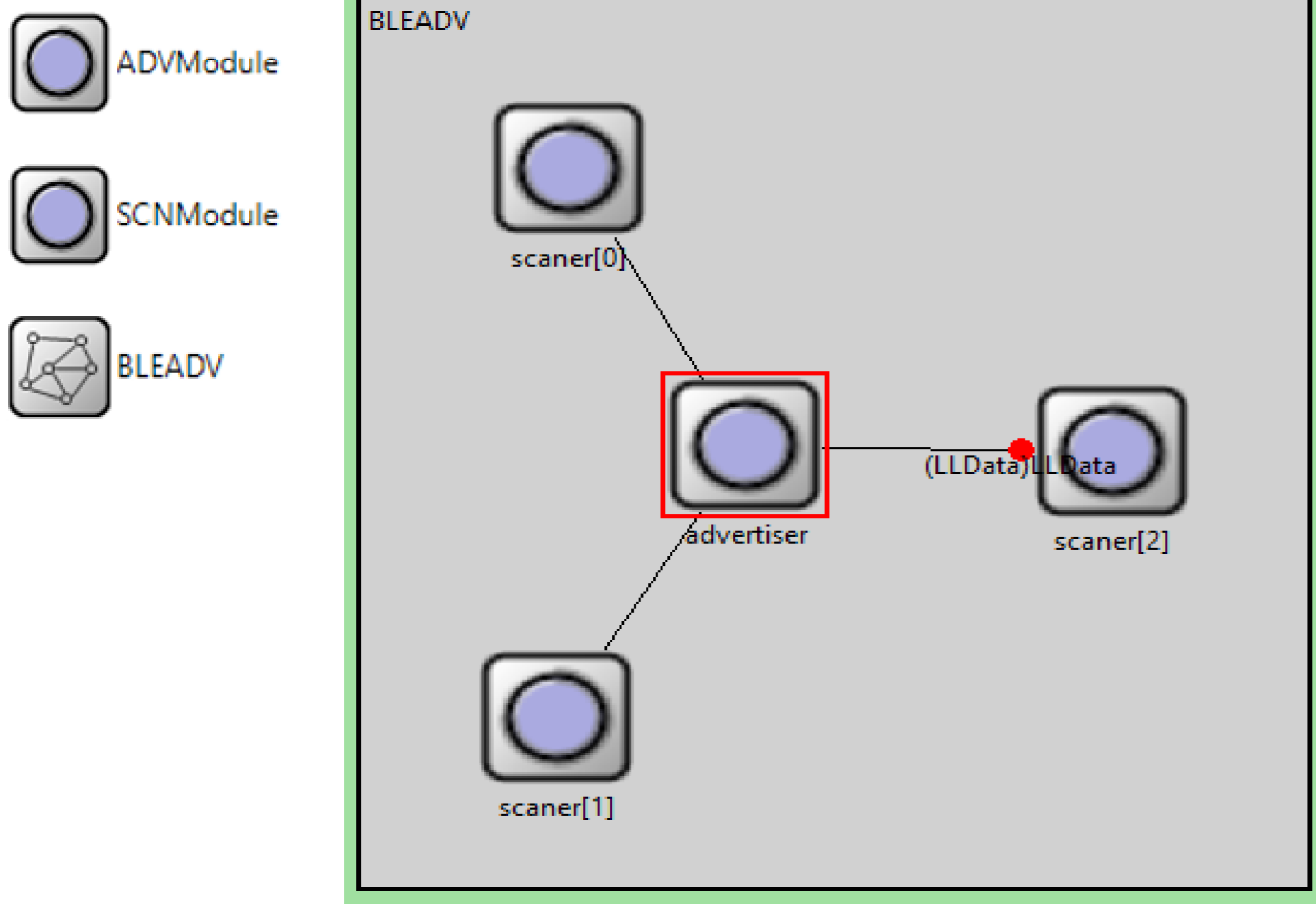
شبیه سازی لایه کنترلر پروتکل ساده شده بلوتوث کم توان (BLE) در محیط نرم افزاری



دانشجو: هانیه کیانی امیری
استاد راهنما: دکتر صمد شیخایی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

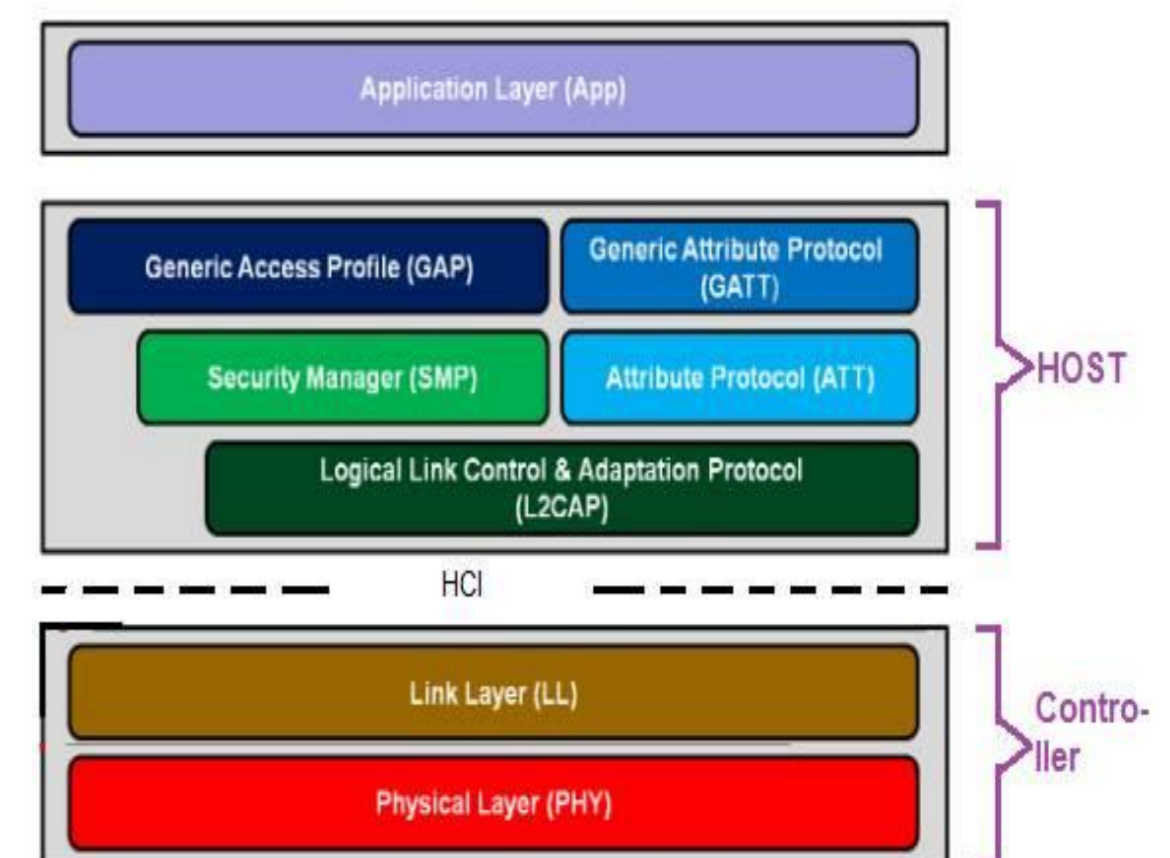
نتایج

برای تایید صحت کارکرد این ماژول ها چند سناریو منطبق بر استاندارد این پروتکل طراحی و اجرا شد. انتخاب سناریوها به گونه ای انجام گرفت که تمام حالات و کارکردهای مختلف پروتکل در بر گرفته شود تا صحت عملکرد کلی پروتکل قابل تایید باشد. در نهایت مشاهده کردیم که محیط شبیه سازی شده با چند ماژول Advertiser و Scanner، رویدادهای تعریف شده با حمل بسته های پیام منطبق بر استاندارد BLE به درستی صورت گرفته و پروتکل به درستی اجرا شد.



مقدمه

بلوتوث اسمارت یا بلوتوث کم مصرف نسخه جدیدی از بلوتوث است که هم همانند بلوتوث کلاسیک با فرکانس رادیویی 2.4GHz کار می کند ولی از مصرف انرژی پایینی برخوردار است تا بتواند مدت ها با یک باتری کوچک کار کند. از این رو BLE برای برقراری ارتباط بین دستگاه هایی که نیاز به برقراری ارتباط دائمی ندارند و نیز داده های زیادی هم رد و بدل نمی شود، می تواند مورد استفاده واقع شود. با وجود کاربردهای گسترده بلوتوث کم مصرف در انواع دستگاه های پوشیدنی رایج و اینترنت اشیا، کمبود یک فضای نرم افزاری منسجم برای شبیه سازی این پروتکل به وضوح احساس می شود. در این پروژه سعی شده است تا با برنامه نویسی یک فضای نرم افزاری در زبان C امکان شبیه سازی عملکرد دو لایه زیرین پروتکل بلوتوث کم مصرف، یعنی لایه های کنترل کننده، مهیا شود. برای شبیه سازی این ارتباطات و اجرای کد برنامه از نرم افزار شبیه ساز OMNeT استفاده شده است. OMNeT که بر پایه رویدادهای گسسته عمل می کند، یکی از معروف ترین ابزارهای شبیه سازی شبکه های کامپیوتری با قابلیت توسعه و کدباز، دارای ماژول های مختلف و چارچوب های متنوع برپایه زبان ++C است. استفاده از این نرم افزار امکان نمایش و بررسی جزئیات ارتباطات پروتکل BLE از جمله بسته های ارسالی و دریافتی، زمان بندی ها و محتویات هر بسته در محیط گرافیکی را فراهم می آورد.



جمع بندی

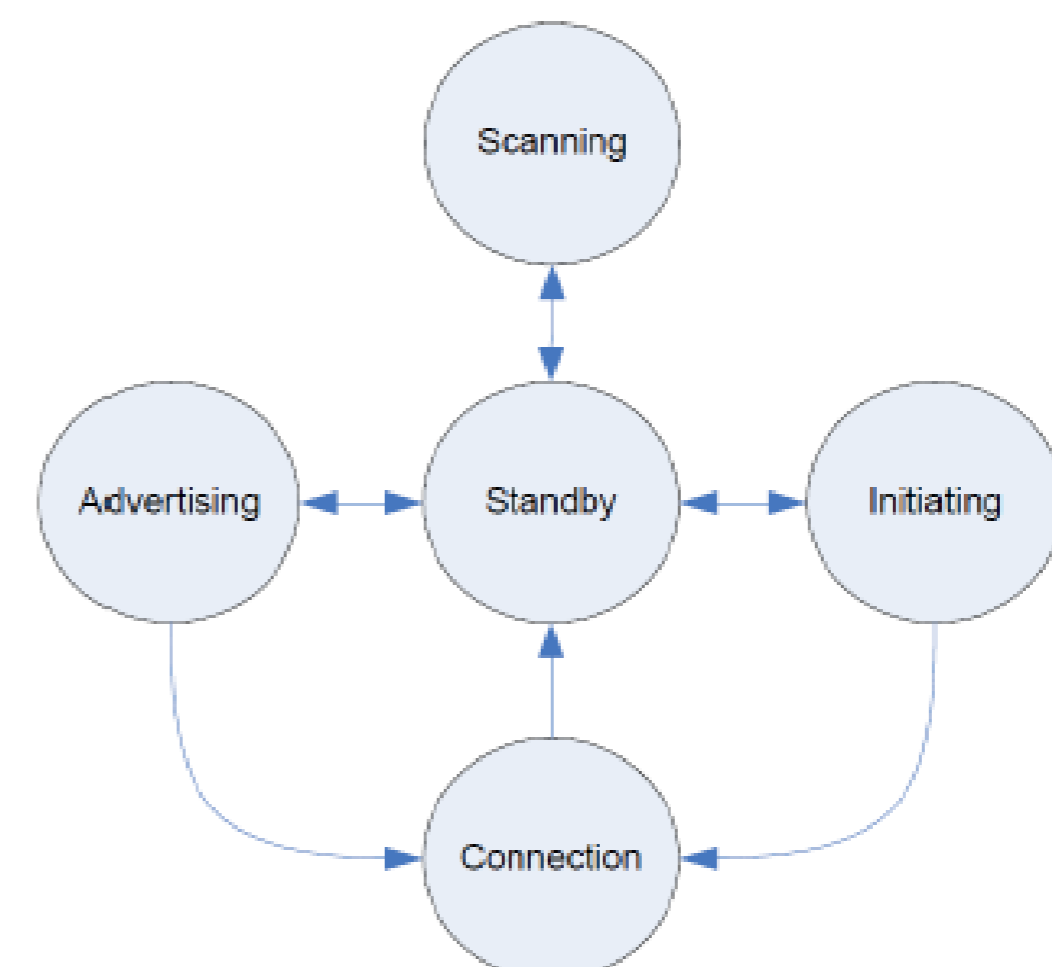
در این پایان نامه، سعی شده اسن که پروتکل ارتباطی بلوتوث کم توان، که ایده آل ترین پروتکل ارتباطی در زمینه اینترنت اشیا می باشد، به دقت مورد بررسی قرار گرفته و دو لایه زیرین این پروتکل در محیط نرم افزاری شبیه سازی شوند. ابزارهای شبیه سازی رویداد گسسته که در دسترس هستند با توجه به قابلیت استفاده آن برای طراحی مدل شبیه سازی شده BLE مورد مطالعه قرار گرفت در نهایت مدل شبیه سازی در OMNeT با کمک چارچوب MiXiM پیاده سازی شد. نتایج حاصل از مدل شبیه سازی با نتایج مورد انتظار طبق استاندارد پروتکل مقایسه شده است و صحت عملکرد مدل تایید شده است.

کاربرد های صنعتی:

توسعه این ماژول با زبان های توصیف سخت افزار مانند VHDL به ما این اجازه را می دهد تا تایید عملکرد و اشکال زدایی سطح بالا و همچنین شبیه سازی سیستم های جزئی را در طول فرآیند انجام دهیم. پیاده سازی HDL این پروتکل، طراحی و ساخت سخت افزاری و Layout آن را ممکن می سازد.

مدل پیشنهادی

بلوتوث کم توان مانند همتای کلاسیک خود ساختاری لایه ای دارد. این ساختار که از لایه های متفاوت با عملکرد مختص به خود تشکیل شده است به پشته بلوتوث شهرت دارد. ساختار یک دستگاه با پروتکل بلوتوث کم مصرف نیز مانند دیگر فناوری های بی سیم از چند لایه تشکیل شده است. بلوک کنترلر که ما در این پروژه قصد پیاده سازی آن را داریم، شامل دو لایه ارتباط و لایه فیزیکی می باشد. وظیفه لایه فیزیکی انتقال بسته های شبکه در مبدا و دریافت آن در مقصد در قالب سیگنال های دیجیتال است. لایه پیوند مسئول پیگیری حالت عملکرد فعلی لایه میزبان BLE و اعمال مجاز در هر حالت می باشد. ماشین حالت لایه پیوند دارای پنج حالت زیر است:



BLE در هر یک از این پنج حالت، نقش مشخصی ایفا می کند و ساختار پیام و نحوه ارتباط مشخصی دارد. برای شبیه سازی پروتکل بلوتوث کم توان در نرم افزار OMNeT ابتدا فایل NED. در صورت شبکه ای از چند ماژول BLE که در نقش های Advertiser و Scanner قرار دارند ایجاد شد. در ادامه رویدادهای تعریف شده در استاندارد و ساختارهای پیام مربوط به آن ها در نرم افزار تعریف شد.

مراجع اصلی

1. IEEE 802,15, "Bluetooth Core Specification", v.05, vol. 6, " Low Energy Controller volume ", 2016.
2. Pawel Wiecha, Marek Cieplucha, Patryk Kloczko, Witold A. Pleskacz. "Architecture and Design of a Bluetooth Low Energy Controller", Warsaw University of Technology, 2016
3. Francine Mäkelä, Johan Lindskog, " Defining a minimal BLE stack, A Bluetooth Low Energy implementation in Rust", UNIVERSITY OF GOTHENBURG, Gothenburg, Sweden 2018
4. Hariharan Mari, "Simulation Models for the Performance Analysis of Bluetooth Low Energy In Multi-device Environment", University of Stuttgart, 2017