

پروتکل بلوتوث کم مصرف (BLE)



مدرس : جناب دکتر فصحتی
ارائه دهنده : ثنا بابایان ونستان

چرایی توسعه پروتکل BLE

هزینه پایین

هزینه تولید و پیاده سازی BLE به طور قابل توجهی کمتر از بلوتوث کلاسیک است.

مصرف انرژی پایین

BLE برای استفاده از باتری های کوچک در مدت زمان طولانی (ماه ها یا سال ها) طراحی شده است.

سازگاری گسترده

BLE با اکثر گوشی های هوشمند، تبلت ها و رایانه های مدرن سازگار است.





کاربردهای پروتکل BLE

پوشیدنی‌ها

خانه‌های هوشمند

بهداشت و درمان

اینترنت اشیا



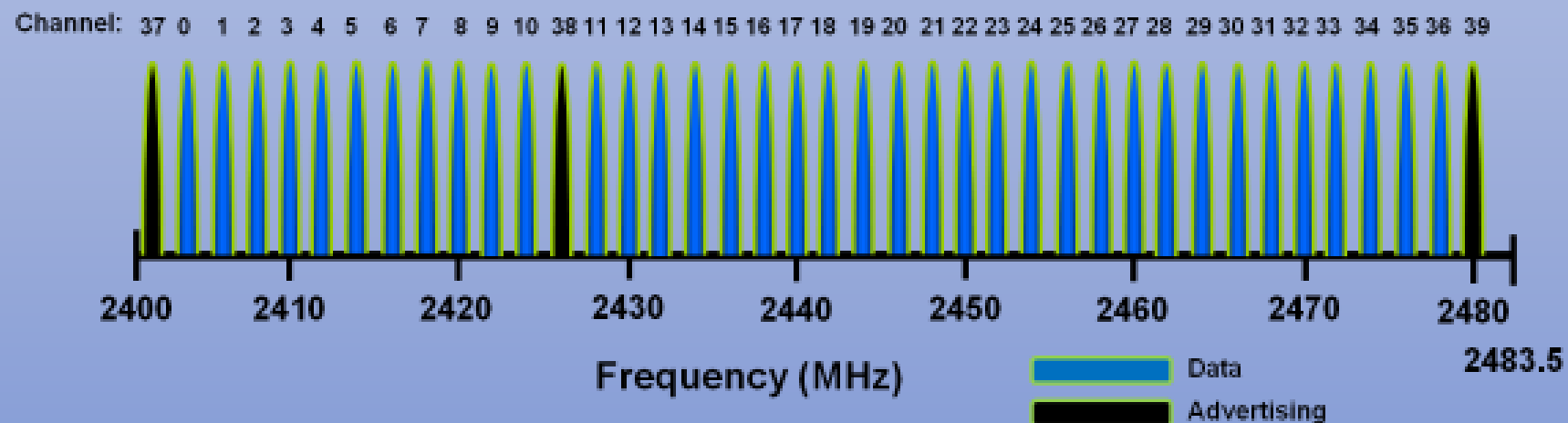
لایه فیزیکی (PHY) در BLE

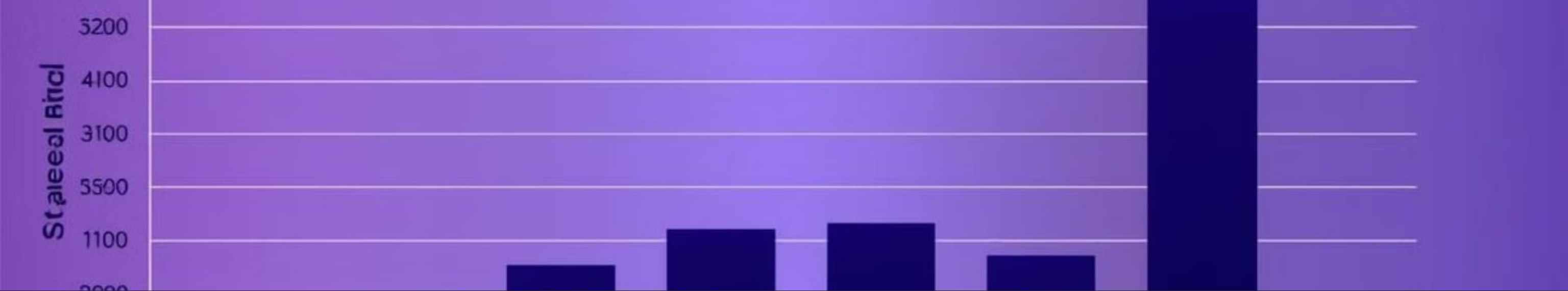
چیدمان کانال ها

کانال های BLE به دو دسته کانال های تبلیغات و کانال های داده تقسیم می شوند.

باند فرکانس

BLE از باند 2.4 گیگاهرتز ISM استفاده می کند که به 40 کانال با فاصله 2 مگاهرتز تقسیم شده است.





انواع لایه های PHY

1

PHY M1 LE

این حالت با نرخ سمبل 1 مگا سمبل بر ثانیه، داده ها را با نرخ 1 مگابیت بر ثانیه ارسال می کند.

2

PHY M2 LE

این حالت نرخ داده را به 2 مگابیت بر ثانیه افزایش می دهد و برای کاربردهایی با سرعت بالا مناسب است.

3

PHY Coded LE

در این حالت، برد سیگنال تا 4 برابر افزایش می یابد، اما نرخ داده کاهش یافته و مصرف انرژی بیشتر می شود.

اتصال چند دستگاه در BLE



محیطی

هر دستگاه محیطی تنها می تواند به یک دستگاه مرکزی متصل باشد.



مرکزی

یک دستگاه مرکزی می تواند به حداکثر 20 دستگاه محیطی متصل شود.



آدرس دهی و مسیریابی در BLE

مسیریابی

مسیریابی در BLE در سناریوهای معمول ضروری نیست، اما در شبکه های مش، مسیریابی ساده ای مورد استفاده قرار می گیرد.

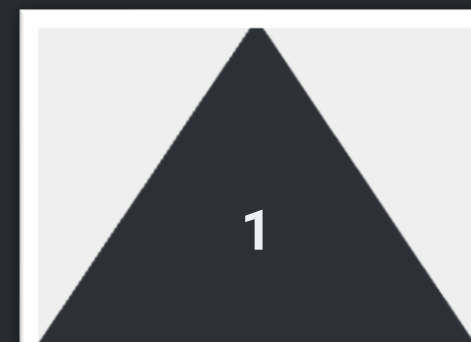
آدرس دهی

BLE از آدرس بلوتوث برای شناسایی دستگاه ها استفاده می کند که شامل آدرس عمومی و آدرس تصادفی است.

مدیریت جریان داده در BLE

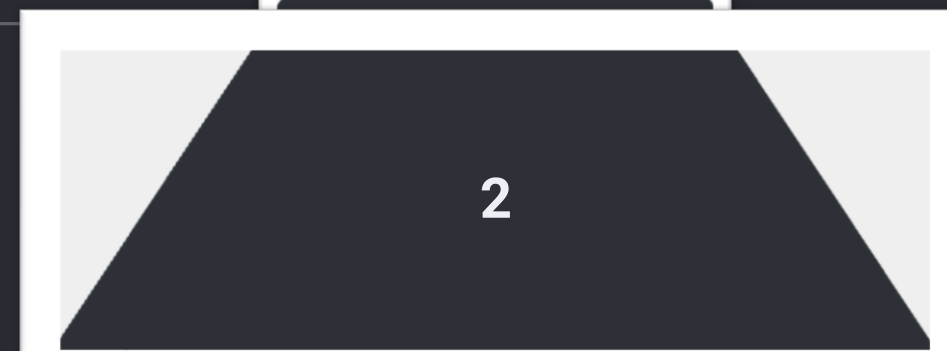
پیام های کنترل

دستگاه ها از پیام های ACK و NAK برای تأیید یا درخواست ارسال مجدد داده ها استفاده می کنند.



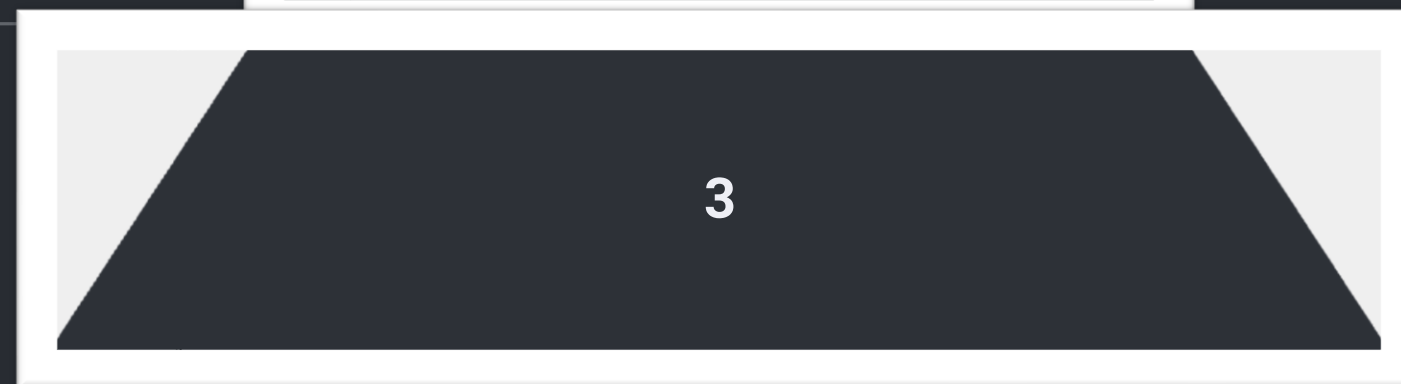
بافر ها و زمان بندی

هر دستگاه دارای بافرهایی برای ذخیره موقت داده ها است که انتقال و پردازش آن ها بر اساس زمان بندی انجام می شود.



محدودیت نرخ داده ها

از زمان بندی دقیق برای ارسال داده ها بدون تداخل استفاده می BLE کند.



تشخیص و تصحیح خطا در BLE

لایه فیزیکی

تشخیص خطا از طریق روش هایی مانند بررسی قدرت سیگنال دریافت شده (RSSI) و استفاده از کدگذاری های خاص انجام میشود.

1

لایه پیوند داده

این لایه از کدهای CRC برای شناسایی بسته های خطا دار استفاده می کند.

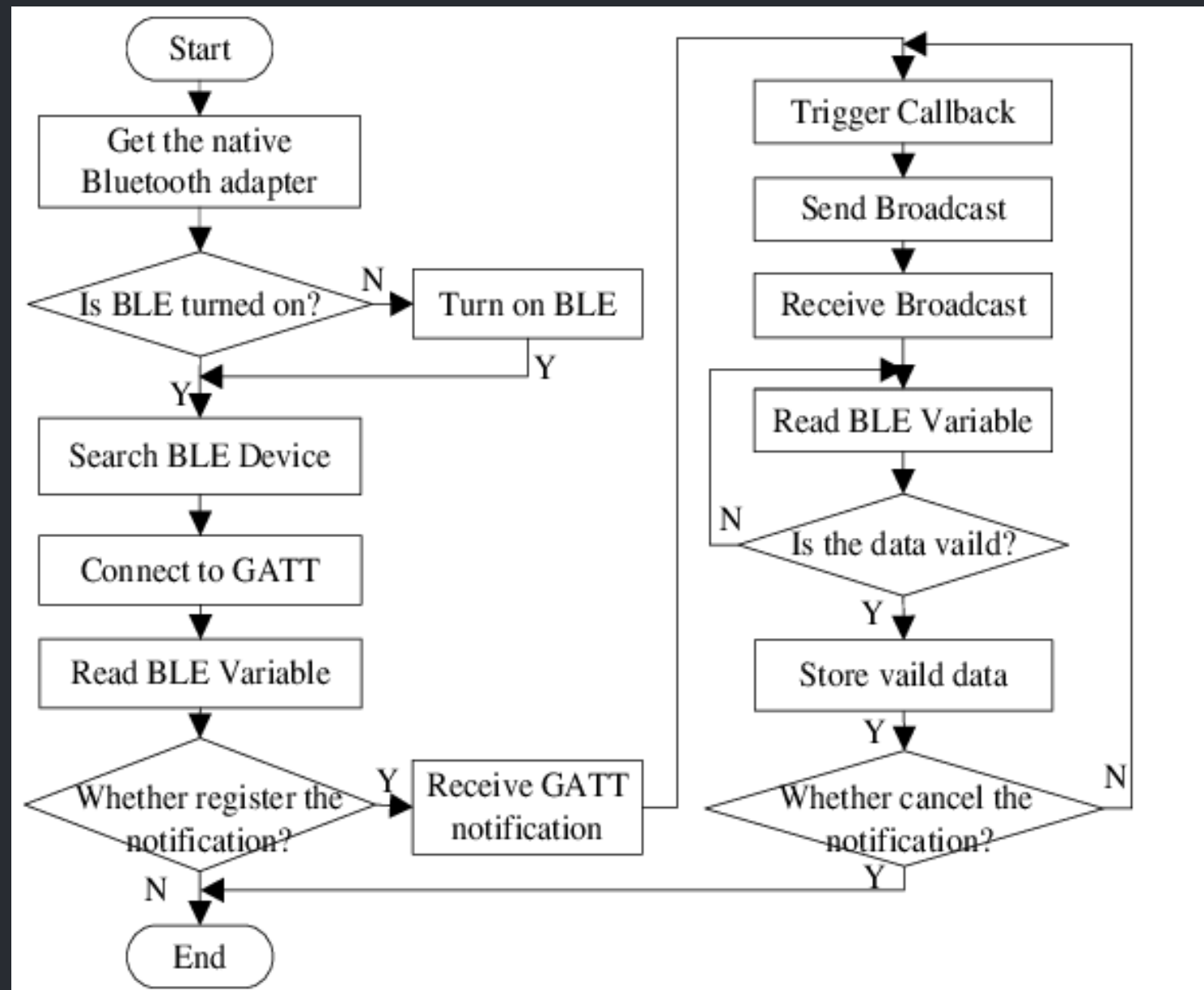
2

لایه های بالاتر

در لایه های شبکه و کاربرد، روش هایی نظیر بررسی صحت مسیر و داده ها به کار گرفته می شود.

3

BLE در پروتکل Data Flow



مراجع

- <https://developerhelp.microchip.com/xwiki/bin/view/applications/ble/introduction/bluetooth-architecture/bluetooth-controller-layer/physical/>
- [https://software-dl.ti.com/simplelink/esd/simplelink_cc26x2_sdk/2.20.00.36/exports/docs/ble5stack/ble_user_guide/html/ble-stack-5.x/phy.html#:~:text=The%20physical%20layer%20\(PHY\)%20is,the%20RF%20signal%20is%20changed](https://software-dl.ti.com/simplelink/esd/simplelink_cc26x2_sdk/2.20.00.36/exports/docs/ble5stack/ble_user_guide/html/ble-stack-5.x/phy.html#:~:text=The%20physical%20layer%20(PHY)%20is,the%20RF%20signal%20is%20changed)
- <https://www.networkcomputing.com/network-security/iot-security-using-ble-encryption>
- <https://www.argenox.com/library/bluetooth-low-energy/ble-faq/#:~:text=How%20many%20devices%20can%20I,20%20peripherals%20to%20one%20Central>.
- **[Bluetooth Low Energy Interference Awareness Scheme and Improved Channel Selection Algorithm for Connection Robustness](#)**
- [Dynamic Congestion Control through backup relay in Bluetooth scatternet](#)
- [Congestion control of bluetooth radio system by piconet restructuring](#)
- [Implementing Associated Routing Protocol for Bluetooth Low Energy Devices](#)
- [Fix It, Don't Bin It! - CRC Error Correction in Bluetooth Low Energy](#)