

Eine Übersicht über verschiedene Embedded-Wireless-Technologien – Beitrag 4/6

Bluetooth Smart – kostengünstig und energieeffizient

Bluetooth Low Energy hat in kurzer Zeit eine hohe Verbreitung und Akzeptanz als günstige und energieeffiziente Wireless-Technologie gefunden. In den letzten Monaten sind diverse Produkte in den Bereichen Heim- und Gebäudeautomation, Fitness und Gesundheit, Messtechnik und anderen auf den Markt gekommen.

» Andreas Rüst

Im Jahr 2010 veröffentlichte die «Bluetooth Special Interest Group» (Bluetooth SIG) die Spezifikation von Bluetooth Low Energy (BLE). Vermarktet wird die Technologie unter dem Namen Bluetooth Smart. Im Unterschied zur klassischen Bluetooth-Technologie fokussiert BLE auf Low-Cost-Anwendungen mit eher tiefen Datenraten und tiefem Energieverbrauch. Sie eignet sich für die drahtlose Kommunikation zwischen einfachen und kostengünstigen Peripheriegeräten wie Sensoren, Beacons etc. und einem leistungsfähigen zentralen Knoten.

In der Regel sind in den Peripheriegeräten die Ressourcen bezüglich Prozessorleistung, Speicherplatz und vorhandener Energie eingeschränkt. Da es sich beim zentralen Knoten meist um ein Smartphone oder einen PC handelt, stehen dort bedeutend mehr Ressourcen zur Verfügung. BLE ist gezielt für diesen asymmetrischen Anwendungsfall optimiert.

Starke Verbreitung in Smartphones

Ein zentraler Vorteil von BLE ist die aktuell grosse Verbreitung in mobilen Geräten. Obwohl sich BLE klar von der bewährten, klassischen Bluetooth-Technologie unterscheidet, verfügen praktisch alle modernen Mobilgeräte über die Hardware, um beide Technologien



Der Funk-Datenlogger MSR 145 WD erfasst und speichert den Verlauf von Feuchtigkeit, Temperatur, Druck, Beschleunigung, Licht und weiteren Parametern

zu unterstützen. In den letzten zwei Jahren ist auch die Softwareunterstützung durch alle wesentlichen Betriebssysteme dazugekommen. Dadurch stehen Millionen von Smartphones als generische Gateways zur Verfügung.

Verbindungslos oder verbindungsorientiert?

BLE unterscheidet zwei Einsatzszenarien mit unterschiedlichen Topologien:

Im Fall a) versenden verschiedene Broadcaster-Knoten ihre Daten als Advertising-Pakete. Mehrere Observer-Knoten im Empfangsbereich können diese empfangen. Der

Broadcaster kann dabei ausschliesslich Daten senden und der Observer diese ausschliesslich empfangen. Die Knoten bauen keine Verbindung zueinander auf. Dieses Szenario wird oft für Beacons verwendet. Diese informieren beispielsweise in einem Verkaufsgeschäft einen vorbeigehenden Kunden über dessen Smartphone gezielt über spezielle Angebote. Oder ein Sensor übermittelt seine Messdaten an alle nahegelegenen Smartphones.

Im Gegensatz dazu werden im Fall b), ausgehend von einem leistungsfähigen Central-Knoten, mehrere bidirektionale Verbindungen zu einfachen Peripheral-Knoten aufgebaut. →

Autor

Andreas Rüst ist Dozent für angewandte Computertechnik am Institute of Embedded Systems der ZHAW in Winterthur



AUTOMATION-PC KOMPLETTLÖSUNG



Die Automation-PC der NIFE-Serie vereinen in einem Gerät:

- lüfterloser Mini-PC mit frontseitigen E/As
- Feldbus-Interface (PROFIBUS, ProfiNet, EtherNet/IP, EtherCAT, DeviceNet)
- CODESYS Control RTE Runtime (optional)

NIFE 4000P2

- 3. Generation Intel® Core™ i3/i5
- 2 PCI, 4 USB, 4 GLAN, 1 DVI-I, 1 VGA

NIFE 2310

- Intel® Atom™ Dual Core D2550, 1.86GHz
- 1 PCI, 6 USB, 4 GLAN, 1 DVI-I, 4/4 GPIO

Spectra – Exklusiv-Distributor für "Automation-PC" von



www.spectra.ch/NIFE



Wir sehen uns in Halle 2.0, Stand B08

Spectra (Schweiz) AG

Gewerbestr. 12a
CH-8132 Egg/ZH

Telefon +41 (0) 43 - 277 10 50
E-Mail info@spectra.ch
Internet www.spectra.ch

D: www.spectra.de
A: www.spectra-austria.at

Dies entspricht einer Sterntopologie. Die Peripheral-Knoten unterstützen dabei nur eine einzelne Verbindung.

Architektur des BLE-Stacks

Die Protokollschichten des BLE-Stacks unterteilt man in drei Gruppen:

Controller: Typischerweise handelt es sich dabei um den Hardwarebaustein, den Bluetooth-Chip. Er sorgt für die Verarbeitung der über die Antenne gesendeten und empfangenen Radiosignale und für die Bereitstellung und Interpretation der übertragenen Datenpakete.

Host: Er umfasst die Schichten, die man oft als Software-Stack bezeichnet. Er kontrolliert, wie zwei Geräte miteinander kommunizieren und wie verschiedene Services über die gleiche Verbindung angeboten werden können.

Application: Diese oberste Schicht verwenden den Host, und damit indirekt den Controller, um einen Anwendungsfall umzusetzen.

Controller mit Übertragungsraten im Bereich bis 50 kBit/s

Der Physical-Layer nutzt das weltweit verfügbare ISM-Band bei 2,4 GHz. Dieses nutzen auch viele andere Technologien, wie WLAN und IEEE 802.15.4. Dies macht eine zuverlässige Übertragung anspruchsvoll. Das Band ist in 40 einzelne RF-Kanäle unterteilt. Davon sind 3 Kanäle ausschliesslich für das Versenden von Advertising-Paketen reserviert. Ein Peripheral kann diese nutzen, um einen Central-Knoten auf sich aufmerksam zu machen – oder ein Broadcaster kann darüber seine Daten versenden.

Die verbleibenden 37 Kanäle übertragen Applikationsdaten innerhalb einer zuvor vom Central-Knoten aufgebauten Verbindung. Die eingesetzte GFSK-Modulation erreicht mit einer maximalen Sendeleistung von +10 dBm (10mW) eine Reichweite von etwa 50 m (line-

of-sight). Die nominale Bitrate der Übertragung liegt bei 1 MBit/s. Unter Berücksichtigung des Overheads für die Protokolle und einigen implementationsbedingten Einschränkungen erreicht eine Anwendung in der Praxis damit Übertragungsraten im Bereich von 50 kBit/s.

Der «Link Layer» sorgt für eine sichere und fehlerfreie Übertragung von Daten. Er verpackt die über das Host-Controller-Interface (HCI) erhaltenen Daten in Pakete und versendet diese über den Physical-Layer. In der anderen Richtung entpackt er die empfangenen Pakete und gibt die Daten an das HCI weiter. Um den Speicherbedarf sowie den Aufwand für die Synchronisation in einfachen Geräten zu minimieren, verwendet er kurze Pakete mit maximal 29 Octets Nutzdaten und 8 Octets Overhead für Preamble, Adresse und CRC.

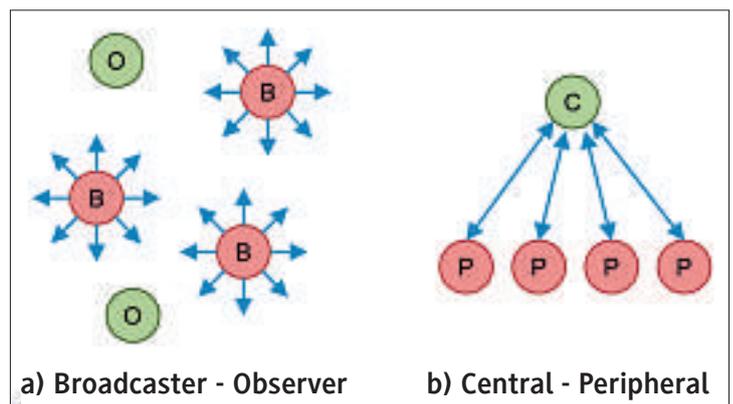
Host mit Link Control und Security Manager

Das von Bluetooth Classic übernommene «Logical Link Control and Adaptation Protocol» (L2CAP) bildet die unterste Schicht des Hosts. BLE nutzt es für das Multiplexing von verschiedenen Protokollen. Der Security Manager sorgt mit einem 128-Bit-AES-Verschlüsselungsverfahren für die gegenseitige Authentifikation von BLE-Geräten.

Datenaustausch erfolgt über Attribute

Über das «Attribute Protocol» im Host kann ein Server – beispielsweise auf dem Peripheral – anderen Knoten den Zugriff auf seine Attribute ermöglichen. Jedes Attribut verfügt zusätzlich zu seinem Wert über einen Typ, einen Handle zur eindeutigen Identifikation und eine Definition der Zugriffsrechte. Bluetooth SIG stellt standardisierte Typen und zugehörige «Universally Unique Identifiers» (UUID) zur Verfügung. Anwender können auch pro-

Die Einsatzszenarien mit unterschiedlichen Topologien





Es gibt verschiedene Verbindungsoptionen, um die aufgezeichneten Daten des Loggers auszulesen

prietäre Typen definieren. Abhängig von den definierten Zugriffsrechten kann ein Client ein Attribut lesen und schreiben. Zusätzlich kann ein Server einen Client über Änderungen eines Attributes informieren.

Zu Services gruppierte Attribute

Das «Generic Attribute Profile» (GATT) im Host erlaubt eine standardisierte Strukturierung der einzelnen Attribute auf einem Server. Eine «Characteristic» ist eine Gruppe von Attributen, wobei eines der Attribute den eigentlichen Wert enthält und die anderen Attribute zusätzliche Informationen bezüglich Art, Zugriff und Darstellung dieses Wertes enthalten.

Ein Service umfasst eine oder mehrere Characteristics sowie das zugehörige Verhalten. Mithilfe der «GATT Discovery Procedure» erkennt ein Client, welche Services ein Server anbietet. Der Client kann verschiedene Kombinationen der angebotenen Services für seine Anwendung nutzen. Diese strukturierte Darstellung von standardisierten und proprietären Services ist eine grosse Stärke von BLE. Das «Generic Access Profile» (GAP) schliesslich definiert die schichtübergreifenden Abläufe. Dazu gehört beispielsweise das Verfahren, wie sich zwei Knoten finden und eine Verbindung zueinander aufbauen.

BLE in der Praxis – Funk-Datenlogger

Den Funk-Datenlogger MSR 145 WD hat das Institute of Embedded Systems der ZHAW in Zusammenarbeit mit der Firma MSR Electronics GmbH entwickelt. Er erfasst und speichert den Verlauf von Feuchtigkeit, Temperatur, Druck, Beschleunigung, Licht und

weiteren Parametern. Typische Anwendungen liegen im Gesundheitsbereich, in der Überwachung von Transportgütern oder von rotierenden Maschinenteilen.

BLE erlaubt ein kabelloses Überwachen und Auslesen dieser Messdaten an schwer zugänglichen Stellen. Der Anwender kann ein Smartphone, einen Laptop oder einen Embedded-PC als BLE-Central-Device verwenden und gleichzeitige Verbindungen zu mehreren Datenloggern, den BLE-Peripherals, aufbauen. Das Central-Device kann die Messdaten anzeigen und/oder diese als Gateway ins Internet weiterleiten.

Fazit

Bluetooth Low Energy ist eine attraktive Technologie, um drahtlose Verbindungen zu einfachen Knoten mit limitierten Ressourcen zu realisieren. Die Stärken liegen in der Energieeffizienz, den tiefen Kosten und in der grossen Verbreitung von Smartphones mit BLE-Unterstützung. Für die Realisierung von Produkten können Systementwickler auf zertifizierte Module von diversen Herstellern zurückgreifen. <<



Datenblatt MSR145WD: 15_14.55.pdf

Infoservice

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Institute of Embedded Systems
Technikumstrasse 9, 8401 Winterthur
Tel. 058 934 75 25, Fax 058 935 75 25
info.ines@zhaw.ch, www.ines.zhaw.ch



Halle 2.0, Stand D08-08
Halle 2.1, Stand A101

Effizienz neu erleben.

Die neuen PowerXL™
Frequenzumrichter bis 250
kW.



Entdecken Sie die PowerXL Reihe an der

2. – 4.
SEPTEMBER
2014
BERN **SINDEX**
MASSGEBEND IN TECHNOLOGIE

am Stand C04, Halle 3.0



Die neuen Reihen DC1 und DA1

Unter dem Namen PowerXL™ führt Eaton die Frequenzumrichter auf ein neues Level.

- Einfache Basisparametrierung sowie eine Infocard für schnelle Inbetriebnahme.
- Klonen von Gerät zu Gerät per Kommunikationsstick ohne PC.
- Robuste Performance: Kein Derating bei 50 °C, 200 % Drehmoment bei 0 Umdrehungen.

EATON

Powering Business Worldwide

www.eaton.ch