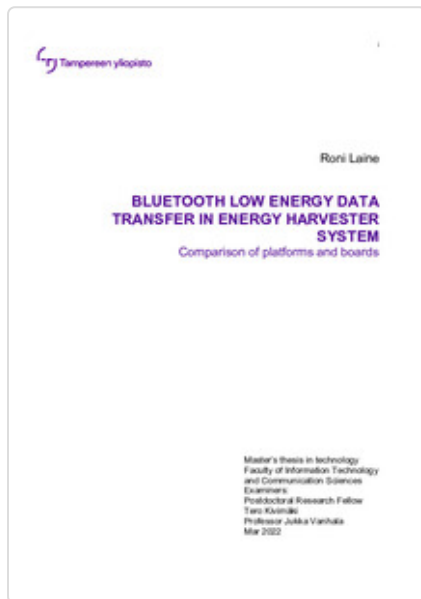


Bluetooth Low Energy data transfer in energy harvester system : Comparison of platforms and boards

Laine, Roni (2022)



View/Open

 LaineRoni.pdf (1.629Mb)

Downloads: 141

Laine, Roni

2022

Sähkötekniikan DI-ohjelma - Master's Programme in Electrical Engineering

Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta - Faculty of Information Technology and Communication Sciences

This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use. Commercial use is prohibited.

Hyväksymispäivämäärä

2022-03-28

Show full item record

The permanent address of the publication is

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202203032339>

Abstract

Energy harvesting is a widely known concept when used on a larger scale such as solar panels, wind turbines, and hydro plants, but tiny-scale energy harvesters are less utilized. Energy harvesters are applied to tiny-scale devices to build an autonomous system, to get longer operation time than devices powered by batteries, and

to enable new applications. Bluetooth is also an extensively used technology in consumer products as it is found in the majority of mobile devices. In contrast, Bluetooth Low Energy (BLE) is a new technology and more challenging to familiarize with. The thesis will present the reasons to use energy harvesting and BLE. Another essential topic is examining development environments for BLE microcontroller boards and combining boards in a system containing an energy harvester and a sensor. The system is located in an isolated area that is difficult to reach and must have an energy source available for the energy harvester. Finally, the thesis explains the steps for software development.

A prototype was built in a research group and this thesis examines research knowledge and technologies related to the prototype. The prototype system includes an electromagnetic induction-based energy harvester. As the energy harvester is one of the main parts of the thesis, it requires further examination. Other project members tested and constructed the energy harvester, and this thesis includes a cursory overview of its use and operation. The implementation phase of the thesis focuses on developing software for BLE devices. After studying BLE theory, the next step is comparing and testing development environments and boards using data transferring programs. Ampiq Apollo3 SDK, Mbed Studio, and Arduino IDE are compared with SparkFun Artemis and Arduino BLE boards. The intended prototype testing environment will be the inner circle of a car tire, influencing the choice of the optimal BLE board which limits the case size and install area of the prototype.

As a result, a program developed in the Mbed Studio could not make a BLE connection, setting the comparison to a new perspective, focusing more on theory rather than development. The unexpected outcome showed that extensive background research does not ensure functionality. The unsuccessful result did not prevent continuing development with other environments. Implications and ideas regarding future work are documented for the next developer. The other two environments were functional and allowed a meaningful comparison. The differences between boards are most significant when use cases and development environment are taken into account. For example, boards differ by size, shape, and energy consumption. The Bluetooth features are similarly available on all boards, but taking advantage of them varies by board. The thesis concludes with a discussion about future progression paths in energy harvesting and Bluetooth Low Energy applications.

Energian harvesterointi on laajasti tunnettu käsite, kun sitä käytetään isommassa mittakaavassa kuten aurinkopaneelit, tuuliturbiinit ja vesivoimalat mutta pienen mittakaavan energia harvesterit ovat vähemmän hyödynnettyjä. Energia harvesteria käytetään pienen mittakaavan laitteissa, jotta saadaan itsenäinen systeemi, pidempi toiminta aika kuin paristoilla toimivilla laitteilla ja mahdollistaa uusia sovelluksia. Bluetooth on myös laajasti tiedetty teknologia kuluttajalaitteista kuten suurimmassa osassa mobiililaitteista löytyy Bluetooth. Kun taas Bluetooth Low Energy (BLE) on uusi teknologia ja haastavampi perehtyä. Tutkielmassa esitellään syyt käyttää energian harvesterointi ja BLE teknologioita. Toinen tärkeä aihe, jota käydään läpi tutkielmassa, on kehitys ympäristöt Bluetooth Low Energy mikrokontrolleri laudoille ja lautojen yhdistäminen systeemiin, joka sisältää energia harvesterin ja sensorin. Systeemi on sijoitettu eristettyyn kohtaan, joka on vaikea saavuttaa ja kohteessa täytyy olla energia lähde saatavilla energia harvesterille. Lopuksi ohjelmiston kehitysvaiheet on selitetty.

Prototyyppi rakennettiin tutkimusryhmässä ja tämä tutkielma tarkastelee tutkimustietoa ja teknologioita liittyen prototyyppiin. Prototyyppi systeemi sisältää elektromagneettiseen induktioon perustuvan energia harvesterin. Harvesteri on yksi tutkielman pääosista, joten se vaatii tarkempaa tutkintaa. Muut projektin jäsenet tekivät testauksen ja rakensivat energia harvesterin ja tutkielma sisältää pintapuolisen katsauksen energia harvesterin käytöstä ja toiminnasta. Tutkielman toteutus vaihe keskittyy kehittämään ohjelmistoa Bluetooth Low Energy laitteille. Sen jälkeen, kun BLE teoria on opiskeltu seuraava vaihe on verrata ja testata kehitysympäristöjä ja lautoja käyttäen datansiirto ohjelmia. Ampiq Apollo3 SDK, Mbed Studio ja Arduino IDE:ä vertaillaan SparkFun Artemis laudoilla ja Arduino BLE laudoilla. Prototyypin tarkoitettu testausympäristö tulee olemaan auton renkaan sisäkehä, vaikuttaen optimaalisen BLE laudan valintaan joka rajoittaa kotelon kokoa ja prototyypin asennus aluetta.

Seurauksena saatiin Mbed Studiossa kehitetty ohjelma, joka ei pystynyt luomaan BLE yhteyttä asettaen vertailun uuteen näkökulmaan. Tulos oli odottamaton ja näytti että vahvakaan taustatutkimus ei varmista toiminnallisuutta. Tämä ei estänyt käyttämästä sitä tuloksena ja jatkamaan kehitystä muilla ympäristöillä.

Tulevaa työtä koskevat vaikutukset ja ideat dokumentoidaan seuraavaa kehittäjää varten. Kaksi muuta ympäristöä olivat toimivia ja mahdollistivat merkityksekkään vertailun. Erot lautojen välillä ovat kaikkein merkittävimmät, kun laudan käyttötarkoitus ja käytetty ympäristö otetaan huomioon. Esimerkiksi lautojen koot, muodot ja energiankulutus vaihtelevat. Bluetooth ominaisuudet ovat samalla tapaa saatavilla kaikissa laudoissa mutta niiden hyödyntäminen myös vaihteli laudoittain. Päättäen tutkielman ajatuksilla tulevaisuuden kehitys poluista energia harvesteri ja Bluetooth Low Energy sovelluksissa.

Collections

Master's theses [37338]

Kalevantie 5

PL 617

33014 Tampereen yliopisto