

Kurzfassung

Für eine Bewertung der thermischen Behaglichkeit in Innenräumen sind Messungen von Hauttemperaturen in Probandenversuchen erforderlich. Bei Probandenversuchen sind kabelgebundene Lösungen meist sehr unhandlich und unpraktikabel. Aus diesem Grund entstand der Bedarf an einem drahtlosen Messsystem zur Erfassung der Hauttemperatur für Komfortmessungen. Ziel dieser Arbeit ist es ein Prototypensystem zu entwickeln, bei dem die Messwerte aus den einzelnen Temperatursensoren über eine Funkverbindung gesammelt werden. Das System besteht aus einer Gruppe drahtloser Temperatursensormodule, die direkt an der Haut der Testperson angebracht werden können, und einer Host-Sektion, die die Temperaturmessungen aller Temperatursensormodule sammelt und auf einer SD-Karte speichert, bevor sie an eine IoT Cloud gesendet werden. Jedes Temperatursensormodul besteht aus einem drahtlosen Multiprotokoll-Mikrocontroller, einem Temperatursensor und einer Batterie. Um das System so energieeffizient wie möglich zu machen, wurden Komponenten mit geringem Stromverbrauch wie der STM32WB5MMG Mikrocontroller und der hochpräzise digitale Temperatursensor TMP117 verwendet. Um das passende Kommunikationsprotokoll für das System zu finden, wurden verschiedene Funkstandards und Protokolle wie BLE MESH, ZigBee und ESP-NOW untersucht und verglichen. Das ZigBee-Protokoll wurde aufgrund seiner Energieeffizienz und seines fortschrittlichen Routings ausgewählt. Nach Auswahl der Hardwarekomponenten und des Kommunikationsprotokolls wurde die Leiterplatte für das Temperatursensormodul konstruiert, bestückt und programmiert. Danach wurde das System erfolgreich getestet und mit anderen bestehenden Messsystemen wie Pt100-Detektoren und iButtons verglichen. Der Vergleich zeigt, dass das neue System die guten Eigenschaften des iButton-Systems und des Pt100-Systems in einem System vereint und damit eine deutliche Verbesserung für die Messung der Hauttemperatur darstellt.

Stichwörter: Temperatur, Drahtlos, Komfort, ZigBee

Abstract

Measurements of skin temperatures on test persons are required to assess thermal comfort indoors. Wired solutions are usually very unwieldy and impractical. For this reason, the need for a wireless measurement system to record skin temperatures for comfort measurements arose. The aim of this work is to develop a prototype system in which the measured values from the individual temperature sensors are collected via a radio link. The system consists of a group of wireless temperature sensor modules that can be directly attached to the test persons' skin and a host section that collects the temperature measurements from all temperature sensor modules and stores them on a SD-Card before sending them to an IoT cloud. Each temperature sensor module consists of a multi-protocol wireless microcontroller, a temperature sensor and a battery. To make the system as energy-efficient as possible, low power components such as the STM32WB5MMG microcontroller and the high-precision TMP117 digital temperature sensor were used. In order to find the suitable communication protocol for the system various radio standards and protocols such as BLE MESH, ZigBee and ESP-NOW were examined and compared. The ZigBee protocol was picked due to its energy efficiency and advanced routing. After the hardware components and the communication protocol were selected the printed circuit board for the temperature sensor module was designed, assembled and programmed. After that the system was successfully tested and compared to other existing measurement systems such as Pt100 detectors and iButtons. The comparison shows that the new system combines the good features of the iButton system and the Pt100 system into one system, making it a significant improvement for measuring skin temperature.

Keywords: Temperature, Wireless, Comfort, ZigBee