

Smart Shoe

Energieautarke Fußgängerlokalisierung

In der vernetzten Welt des Internets der Dinge werden cyber-physikalische Sensorsysteme (CPS) zunehmend mobiler und sparsamer im Verbrauch. Dies eröffnet völlig neue Möglichkeiten für Sensorsysteme, die in die Kleidung integriert direkt am Körper mitgeführt werden können.

Insbesondere energieautarke Systeme zur Lokalisierung von Fußgängern adressieren dabei ein zentrales Anwendungsfeld mit großem Potenzial für Navigationsanwendungen im Inneren von Gebäuden, Standortbezogene Informationsdienste und die Koordination von Einsatzkräften im Rahmen von Katastrophenszenarien.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein Schuh entwickelt, der die Position seines Trägers aus der Beschleunigung des Beines während des Gehens bestimmt.

Im Unterschied zu anderen vergleichbaren cyber-physikalischen Systemen erfolgt die Sensorfusion lokal im Schuh und anstelle sensorischer Rohdaten (big data) werden nur die finalen Positionsdaten für Anwendungen bereitgestellt (smart data). Die Privatsphäre des Nutzers wird dadurch inhärent geschützt.

Das CPS besteht aus Sensoren (z.B. Beschleunigungs- und Magnetfeldsensoren), einem ARM M4 Microcontroller für die Datenfusion und einer Bluetooth



Abb. 1: Die inertielle Sensoreinheit sitzt vorne am Schuh, der Harvester seitlich.

Merkmale

- Beschleunigungs- und Magnetfeldsensoren
- Sensordatenfusion (ARM M4 Microcontroller)
- Bluetooth LE
- Energy Harvester zur Energiegewinnung aus menschlicher Bewegung

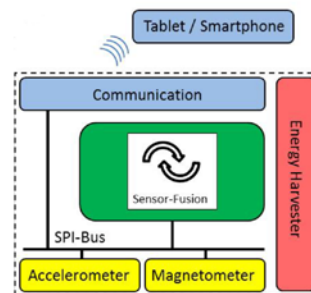


Abb. 2: Systemkonzept des CPS. Für die Systemkomponenten siehe „Merkmale“.

LE Schnittstelle. Zur Energieversorgung wurde das Sensorsystem weiterhin mit einem Energy Harvester kombiniert, der den vollständig energieautarken Betrieb des Gesamtsystems sicherstellt, da das System durch die optimale Nutzung der Sleep-Modi der Hardware bereits im Verbrauch optimiert ist.

Hierbei wird aus der Gehbewegung des Menschen mechanische Energie entnommen und vom Harvester in elektrische Energie umgewandelt, um das Sensorsystem damit batterieles und wartungsfrei zu betreiben. Ein kleiner Energiepuffer kann das System bis zu vier Minuten lang weiter betreiben, wenn der Nutzer stillsteht.

Smart Shoe

Energy Autarkic Pedestrian Localization

Cyber-Physical Sensor Systems (CPS) are becoming increasingly mobile and energy efficient in the interconnected world of the Internet of Things (IoT). This creates new opportunities for body-worn systems which are integrated into clothing.

Energy autarkic system for pedestrian localization address a particularly important field of applications with great potential for navigational applications within buildings, site-specific information services and the coordination of rescue units in the context of disaster management.

In this work a smart shoe was developed, which can track the position of the user based on the acceleration of the leg during walking.

Unlike other comparable cyber-physical systems however, the sensor fusion is performed locally in the shoe and instead of the raw sensor data (big data) only the final positional data is provided for the applications (smart data). This way the privacy of the user is protected inherently.

The CPS consists of sensors, (e.g. an accelerometer and a magnetometer), an ARM M4 microcontroller for the sensor fusion and a Bluetooth LE interface.



Fig. 1: The inertial sensor unit is mounted at the front of the shoe, the harvester at the side.

Properties

- Accelerometer and Magnetometer
- Sensor Data Fusion (ARM M4 microcontroller)
- Bluetooth LE
- Energy Harvester that generates electrical energy from human motion

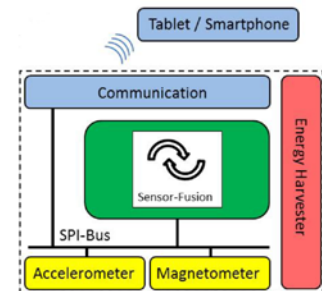


Fig. 2: System concept of the CPS. For the system components see „Properties“.

The power supply for the sensor system is provided by an energy harvesting device which generates electrical energy using the mechanical energy already available in the human motion.

The hardware is designed to be highly energy efficient and the sleep modes are used effectively.

Combined with the energy harvester this allows for an energy autarkic, battery- and maintenance-free operation of the sensor system. A small energy buffer can bridge the power gap to keep the system running for as long as four minutes, as no energy is generated during phases of standstill.