

Syllabus

Course description

Course title	Ubiquitous sensing and computing
Course code	42432
Scientific sector	IINF-01/A + IINF-05/A
Degree	Bachelor in Electronic and Information Engineering (L-8)
Semester and academic year	2
Year	1
Credits	9
Modular	yes

Total lecturing hours	60
Total lab hours	30
Total exercise hours	none
Attendance	Attendance is not compulsory, but highly recommended as many labs require adequate software and hardware infrastructure; non-attending students may contact the lecturer at the start of the course to get support on the modalities of the independent study.
Prerequisites	None
Course page	https://www.unibz.it/it/faculties/engineering/bachelor-electronic-information-engineering/

Specific educational objectives	By building an idea, designers are challenged to "build to think" and thus gain deeper insights. The integration of sensors and wireless communication technologies gives devices the ability to interact with each other and their environment, extending the possibilities of mobile applications further. This course will go beyond early physical prototyping and show how to implement smart sensing devices that can communicate together—from design to implementation. Participants will begin by learning basic electronics, microcontroller programming, and physical prototyping using the Arduino/ESP32 platform. An important part of this foundation is an introduction to sensors and measurement principles, where students will understand what sensors are, how they work, and their essential role in converting physical phenomena (e.g., temperature, light, or force) into electrical signals that digital systems can process. The course explores different types of sensors and their applications, including temperature, humidity, light, and magnetic field sensors. Students will examine the underlying working principles of each sensor type, along with their practical uses in real-world systems—from smart homes and wearables to environmental monitoring and interactive installations. Through hands-on implementation of sensor systems, students will gain experience using digital and analog sensors, LED lights, and motors to build, program, and customize smart prototypes. Moreover, students will be equipped with the theoretical
--	--

	background necessary to design and develop their own physical prototypes that can communicate with each other wirelessly. As a result, they will gain a profound understanding of wireless network technologies and the fundamentals of sensor technology—preparing them to create responsive, connected systems that bridge the digital and physical worlds.
--	---

Module 1	
Lecturer	Prof. Luisa Petti B1.3.19, luisa.petti@unibz.it , https://www.unibz.it/it/faculties/engineering/academic-staff/person/39580-luisa-petti
Scientific sector of the lecturer	IINF/01-A
Teaching language	German
Office hours	Please refer to the lecturer's web page
Lecturing assistant	tbd
Teaching assistant	tbd
Office hours	9
List of topics covered	• Introduction to sensors and measurement principles: understanding what sensors are, how they work, and their role in converting physical phenomena (e.g., temperature, light, force) into electrical signals. • Types of sensors and their applications: exploring different sensor types (e.g., temperature, humidity, light, and magnetic field sensors), their working principles, and common real-world uses. • Practical implementation of sensor systems.
Teaching format	Frontal lectures & labs

Module 2	
Lecturer	Prof. Michael Haller B1.3.15, michael.haller@unibz.it https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/11217-michael-haller
Scientific sector of the lecturer	IINF-05/A
Teaching language	German
Office hours	please refer to the lecturer's web page
Lecturing assistant	tbd
Teaching assistant	tbd
Office hours	18
List of topics covered	• Arduino Output (with a strong focus on programming, digital, analog, PWM, ADC) • Arduino Input: Switches, Debouncing, Playing with sensors • AdvancedIO: FSR, stretch sensors, sensitivity, offset, accuracy, dynamic range, linearity and noise, filtering the signals (moving mean filter, EMA, WEMA etc.) • Motors: ERM/LRA, Interrupts, Memory Handling • Serial Communication (Sensors to Microcontroller, Microcontrollers to Computer, etc.), i2C, Series Peripheral Interface (SPI)

	• Wireless Sensor Networks (e.g. communication architecture, protocols, sensor nodes etc.), WLAN/IEEE 802.11, Bluetooth/IEEE) • MIDI/OSC communication • ESP32 architecture & How to render widgets on a ESP32-Display • Design Guidelines & Prototyping Skills for the design & development of interconnected sensing devices • Technology Trends
Teaching format	Frontal lectures & labs (workshops)
Learning outcomes	At the end of this course, students will have a sound knowledge of Arduino programming and will be able to work with and understand the operating principles of various digital and analogue sensors. In addition, students will gain expertise in the integration and use of different sensors such as FSRs and strain sensors, understanding their sensitivity, accuracy and noise characteristics, and applying filtering techniques such as averaging filters, EMA and WEMA to improve signal quality. Students will also learn to control motors, including ERM and LRA types, using interrupts. They will be trained in the implementation of serial communication systems and protocols such as I2C and SPI to enable effective interaction between sensors, microcontrollers and computers. The course also prepares them to design wireless sensor networks and explore communication architectures, protocols and technologies such as WLAN (IEEE 802.11) and Bluetooth. Students are immersed in ESP32 programming and learn to display graphical widgets on ESP32 displays. Finally, they develop key design and prototyping skills for creating networked sensor systems and stay informed about the latest technological trends in this area.
Assessment	The major activity of the class is centered around a group project (typically in pairs of two), but there will be individual assignments early in the semester. The goal of these assignments is to ensure everyone in the class gains experience and understanding of the design and implementation of connected sensing devices, without which creating an interesting and sophisticated project will be difficult. At the end of the semester, students must present their projects individually in the examination. In addition, questions on the entire subject matter will be asked in the examination.
Assessment language	German
Evaluation criteria and criteria for awarding marks	• Each student group is provided with a physical computing kit including an Arduino/ESP32 compatible board as well as everything needed to learn how to use sensors, displays, and actuators. Through hands-on experiences during class periods, students acquire basic skills and learn to build a range of typical circuits that will communicate to each other. Along with basic skill

	acquisition, students are involved in a semester-long group assignment in which they develop a complex project from start to finish. Students are encouraged to quickly arrive at a working prototype at which point they can fine-tune their project through testing. At the end of the semester, the projects are presented to the rest of the students.
Required readings	• Steffen Wendze; IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke: Grundlagen, Konzepte, Protokolle, Härtung; ISBN: 3658334223 • Walter Trojan; Das MQTT-Praxisbuch: Mit ESP8266 und Node-RED; ISBN: 3895763241 • Pradeeka Seneviratne; Beginning LoRa Radio Networks with Arduino: Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks; ISBN: 1484243560 • Ayhan Polat; Das Internet of Things. Ein Literatur Review zum aktuellen Forschungsstand; ISBN: 3668536503 The Official Raspberry PI Projects Bool; WEB: https://magpi.raspberrypi.org/books/projects-1 Suggested reading: • Measurement, instrumentation, and sensors handbook: electromagnetic, optical, radiation, chemical, and biomedical measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014. • Measurement, instrumentation, and sensors handbook: spatial, mechanical, thermal, and radiation measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014.
Supplementary readings	
Software	Different microcontrollers and microelectronics kits, as well as sensors are used. Only participant students, who attend classes, can use them during class time. Moreover, we will mainly use ProtoPie, Visual Studio Code, Arduino IDE, PlatformIO, and Unity, all of which are available for the students. Further information is provided are on TEAMS.

Syllabus

Beschreibung der Lehrveranstaltung

Titel der Lehrveranstaltung	Ubiquitous sensing and computing
Code der Lehrveranstaltung	42432
Wissenschaftlich-disziplinärer Bereich der Lehrveranstaltung	IINF-01/A + IINF-05/A
Studiengang	Bachelor in Elektro- und Informationstechnik (L-8)
Semester und akademisches Jahr	2
Studienjahr	1
Kreditpunkte	9
Modular	Ja

Gesamtanzahl der Vorlesungsstunden	60
Gesamtzahl der Laboratoriumsstunden	30
Gesamtzahl der Übungsstunden	Nicht vorgesehen
Anwesenheit	Die Teilnahme ist nicht verpflichtend, wird jedoch dringend empfohlen, da viele Laborarbeiten eine entsprechend Software- und Hardware-Infrastruktur erfordern. Nicht anwesende Studierende müssen zu Beginn des Kurses den Dozenten kontaktieren, um Unterstützung zu den Modalitäten des eigenständigen Studiums zu erhalten.
Voraussetzungen	nicht vorgesehen
Link zur Lehrveranstaltung	https://www.unibz.it/de/faculties/engineering/bachelor-electronic-information-engineering/

Spezifische Bildungsziele	In diesem Kurs werden Gestalter*innen dazu angeregt, durch das Prinzip „build to think“ ihre Ideen aktiv umzusetzen und dadurch ein tieferes Verständnis für interaktive Systeme zu entwickeln. Die Integration von Sensoren und drahtlosen Kommunikationstechnologien verleiht Geräten die Fähigkeit, miteinander und mit ihrer Umgebung zu interagieren – und erweitert so das Potenzial mobiler und vernetzter Anwendungen erheblich. Der Kurs geht über frühe physische Prototypen hinaus und zeigt, wie intelligente Sensoreinheiten von der Konzeption bis zur Umsetzung realisiert werden können. Die Teilnehmenden erlernen zunächst die Grundlagen der Elektronik, der Mikrocontroller-Programmierung und des physischen Prototypings mithilfe der Arduino-/ESP32-Plattform. Ein besonderer Fokus liegt auf den Messprinzipien und der Funktionsweise von Sensoren: Was sind Sensoren, wie funktionieren sie, und welche Rolle spielen sie bei der Umwandlung physikalischer Größen wie Temperatur, Licht oder Kraft in elektrische Signale, die von digitalen Systemen verarbeitet werden können? Der Kurs behandelt verschiedene Sensortypen und deren Anwendungskontexte – darunter Temperatur-, Feuchtigkeits-, Licht- und Magnetfeldsensoren. Die Studierenden analysieren die
----------------------------------	---

	zugrunde liegenden Funktionsprinzipien und lernen deren Einsatz in realen Systemen kennen, z. B. in Smart Homes, Wearables, Umweltmonitoring oder interaktiven Installationen. Durch praktische Übungen zur Umsetzung von Sensorsystemen sammeln die Teilnehmenden Erfahrung im Einsatz digitaler und analoger Sensoren, LEDs und Motoren, um smarte Prototypen zu entwickeln, zu programmieren und individuell anzupassen. Ergänzend erwerben sie das theoretische Wissen, um eigene physische Prototypen zu gestalten, die drahtlos miteinander kommunizieren können. So entsteht ein ganzheitliches Verständnis für drahtlose Netzwerktechnologien und die Grundlagen moderner Sensortechnik – als Basis für die Entwicklung responsiver, vernetzter Systeme an der Schnittstelle zwischen digitaler und physischer Welt.
--	--

Modul 1	
Dozent	Prof. Luisa Petti B1.3.19, luisa.petti@unibz.it , https://www.unibz.it/it/faculties/engineering/academic-staff/person/39580-luisa-petti
Wissenschaftlich-disziplinärer Bereich des Dozenten	IINF/01-A
Unterrichtssprache	Deutsch
Sprechzeiten	siehe Webseite des Dozenten
Beauftragter Übungsstunden für	tbd
Didaktischer Mitarbeiter	tbd
Sprechzeiten	9
Auflistung der behandelten Themen	- Einführung in Sensoren und Messprinzipien: Verstehen, was Sensoren sind, wie sie funktionieren und welche Rolle sie bei der Umwandlung physikalischer Phänomene (z. B. Temperatur, Licht, Kraft) in elektrische Signale spielen. - Sensortypen und ihre Anwendungen: Erkundung verschiedener Sensortypen (z. B. Temperatur-, Feuchtigkeits-, Licht- und Magnetfeldsensoren), ihrer Funktionsprinzipien und der häufigsten Anwendungen in der Praxis. - Praktische Umsetzung von Sensorsystemen.
Unterrichtsform	Vorlesungen und Laboratorien

Modul 2	
Dozent	Prof. Michael Haller B1.3.15, michael.haller@unibz.it https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/11217-michael-haller
Wissenschaftlich disziplinärer Bereich des Dozenten	IINF-05/A
Unterrichtssprache	Deutsch
Sprechzeiten	siehe Webseite des Dozenten
Beauftragter Übungsstunden für	tbd
Didaktischer Mitarbeiter	tbd
Sprechzeiten	18
Auflistung der behandelten Themen	• Arduino Output (mit einem starken Fokus auf Programmierung, Digital, Analog, PWM, ADC)

	• Arduino Input: Schalter, Arbeiten mit Sensoren • AdvancedIO: FSR, Dehnungssensoren, Empfindlichkeit, Offset, Genauigkeit, Dynamikbereich, Linearität und Rauschen, Signalfilterung (Mittelwertfilter, EMA, WEMA etc.) • Motoren: ERM/LRA, Interrupts, Speicherverwaltung • Serielle Kommunikation (Sensoren zu Mikrocontroller, Mikrocontroller zu Computer, etc.), I2C, Serielles Peripherie-Interface (SPI) • Drahtlose Sensornetzwerke (z. B. Kommunikationsarchitektur, Protokolle, Sensorknoten etc.), WLAN/IEEE 802.11, Bluetooth/IEEE • MIDI/OSC-Kommunikation • ESP32-Architektur & Graphik am ESP32-Display • Designrichtlinien & Prototyping-Fähigkeiten für die Gestaltung und Entwicklung vernetzter Sensoreinheiten • Technologietrends
Unterrichtsform	Frontalunterricht und Laborarbeiten (Workshops)

Erwartete Lernergebnisse	Am Ende dieses Kurses verfügen die Studierenden über fundierte Kenntnisse in der Arduino-Programmierung und sind in der Lage, mit digitalen und analogen Sensoren zu arbeiten und deren Funktionsprinzipien zu verstehen. Sie erwerben zudem Fachwissen in der Integration und Anwendung unterschiedlicher Sensortypen wie Kraftsensoren (FSR) und Dehnungssensoren. Dabei lernen sie, deren Empfindlichkeit, Genauigkeit und Störanfälligkeit einzuschätzen sowie geeignete Filtertechniken – wie gleitende Mittelwerte, exponentielle gleitende Mittelwerte (EMA) und gewichtete exponentielle Mittelwerte (WEMA) – zur Verbesserung der Signalqualität anzuwenden. Darüber hinaus lernen die Studierenden, Motoren – einschließlich ERM- und LRA-Typen – mithilfe von Interrupts anzusteuern. Sie werden in der Nutzung serieller Kommunikationssysteme wie I2C und SPI geschult, um eine effiziente Datenübertragung zwischen Sensoren, Mikrocontrollern und Computern zu ermöglichen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Entwurf drahtloser Sensornetzwerke. Die Studierenden setzen sich mit Kommunikationsarchitekturen, Protokollen und Technologien wie WLAN (IEEE 802.11) und Bluetooth auseinander und lernen deren Einsatz in vernetzten Systemen kennen. Im Bereich ESP32-Programmierung vertiefen sie ihr Wissen, indem sie grafische Benutzeroberflächen und interaktive Widgets auf ESP32-Displays entwickeln. Abschließend stärken die Studierenden ihre Fähigkeiten im Design und Prototyping vernetzter Sensorsysteme und erhalten Einblicke in aktuelle technologische Entwicklungen und Trends in diesem dynamischen Feld.
Art der Prüfung	Die zentrale Aktivität des Kurses ist ein Projekt, das in der Regel in Zweierteams bearbeitet wird. Zu Beginn des Semesters absolvieren die Studierenden jedoch auch individuelle Aufgaben.

	Diese frühen Aufgaben dienen dazu, allen Teilnehmenden die nötige praktische Erfahrung sowie ein grundlegendes Verständnis für die Konzeption und Umsetzung vernetzter Sensorsysteme zu vermitteln – eine Voraussetzung, um im weiteren Verlauf ein anspruchsvolles und interessantes Projekt realisieren zu können. Am Ende des Semesters präsentieren die Studierenden ihre Projekte im Rahmen der Prüfung individuell. Zusätzlich werden in der Prüfung Fragen zum gesamten im Kurs behandelten Stoff gestellt.
Prüfungssprache Bewertungskriterien und die Kriterien für die Notenermittlung	Deutsch Jede Projektgruppe erhält ein Physical-Computing-Kit mit einem Arduino-/ESP32-kompatiblen Board sowie allen Komponenten, die nötig sind, um den Umgang mit Sensoren, Displays und Aktuatoren zu erlernen. Durch praxisorientierte Übungen während der Lehrveranstaltungen erwerben die Studierenden grundlegende Fähigkeiten im Aufbau typischer Schaltungen, die miteinander kommunizieren können. Parallel dazu arbeiten sie im Rahmen eines semesterbegleitenden Gruppenprojekts an der Entwicklung eines komplexen Systems – von der ersten Idee bis zur vollständigen Umsetzung. Die Studierenden werden dazu ermutigt, möglichst frühzeitig einen funktionierenden Prototyp zu entwickeln, der im weiteren Verlauf durch gezielte Tests weiter verbessert werden kann. Am Ende des Semesters präsentieren die Gruppen ihre Projekte den übrigen Teilnehmenden.
Pflichtliteratur	- Steffen Wendze; IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke: Grundlagen, Konzepte, Protokolle, Härtung; ISBN: 3658334223 - Walter Trojan; Das MQTT-Praxisbuch: Mit ESP8266 und Node-RED; ISBN: 3895763241 - Pradeeka Seneviratne; Beginning LoRa Radio Networks with Arduino: Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks; ISBN: 1484243560 - Ayhan Polat; Das Internet of Things. Ein Literatur Review zum aktuellen Forschungsstand; ISBN: 3668536503 The Official Raspberry PI Projects Bool; WEB: https://magpi.raspberrypi.org/books/projects-1 Weitere Literatur: - Measurement, instrumentation, and sensors handbook: electromagnetic, optical, radiation, chemical, and biomedical measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014. - Measurement, instrumentation, and sensors handbook: spatial, mechanical, thermal, and radiation measurement ed. by John G. Webster; Halit Eren 2014.

Weiterführende Literatur	
Software	Verschiedene Mikrocontroller, Kits und Sensoren werden verwendet. Nur teilnehmende Studierende, die am Unterricht teilnehmen, können diese während der Unterrichtszeit nutzen. Außerdem werden wir hauptsächlich ProtoPie, Visual Studio Code, Arduino IDE, PlatformIO und Unity verwenden, die den Studierenden zur Verfügung stehen. Weitere Informationen sind ausschließlich auf TEAMS verfügbar.