

Projekt Smart City Duisburg

Eingebettete Systeme der Informatik
Fakultät Ingenieurwissenschaften



UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

Gewinnung von Erkenntnissen aus IoT-Sensordaten

1 Hintergrund des Projekts



Abbildung 1. Smarte Straßenlaterne [1]

Unser Projekt basiert auf dem Projekt Smarte Straßenlaternen des **Smart City Duisburg Innovationszentrums**. Dadurch können wir Daten (z.B. Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, CO₂-Konzentration und Luftdruck usw.) von acht Umweltsensoren erhalten, die sich in verschiedenen Teilen Duisburgs befinden und über **das Internet der Dinge (IoT)** miteinander verbunden sind.

Alle **10 Minuten** sendet jeder Sensor die Messdaten im **JSON-Format** an einen zentralen Broker. Diese Informationen werden kontinuierlich über das **MQTT-Protokoll** gesammelt und in einer **CSV-Datei** auf unserem **Abteilung-Server** gespeichert.



Abbildung 2. Standortkarte der Sensoren

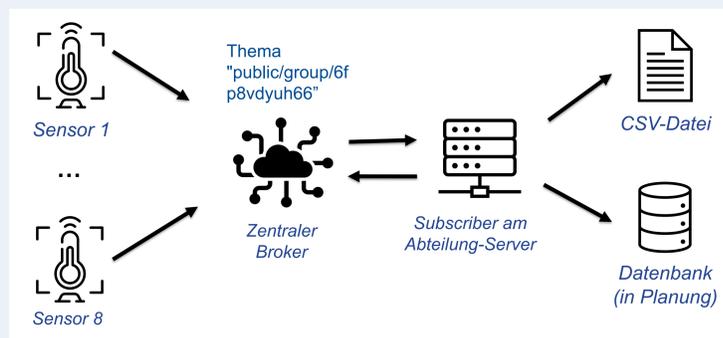


Abbildung 3. Arbeitsablauf der Datenerhebung und -speicherung

2 Effiziente Datenanalyse

Datenaufbereitung

Um Fehler, falsche Ergebnisse und **Biasing-Algorithmen zu verhindern**, lernen die Studierenden, wie die gesammelten Daten aufbereitet werden können, z.B. Duplikate zu entfernen, Einzigartigkeit zu prüfen, Homogenität zu prüfen, Datentypen zu prüfen und Fehlende Wert zu ausfüllen, abschätzen, löschen oder beibehalten.

Explorative Datenanalyse (EDA)

Die **explorative Datenanalyse (EDA)** wird anhand der ursprünglich aufbereiteten Daten vorgestellt. Die Studierenden lernen, Datenanalysen in **geordneter und effizienter Weise** durchzuführen, indem sie den Arbeitsablauf der EDA verwenden (Sehen Sie Abbildung 4.).

Verwendete Werkzeuge

Im Kurs lernen die Studierenden mit **Microsoft Excel** und **R Studio**. Üblicherweise nutzen wir **Python mit verschiedenen Werkzeugen für Datenanalyse**.

- Datenverarbeitung und Data Mining



- Datenvisualisierung



- Statistische Analyse und Maschinelles Lernen

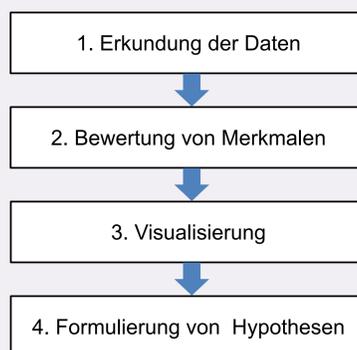


Abbildung 4. Arbeitsablauf der EDA

3 Erledigte Aufgaben

Autokorrelation von Zeitreihendaten

Das klassische statistische **Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)** Modell und das Deep-Learning Modell **Long Short Term Memory (LSTM)** wurden angewandt, um zukünftige Temperaturen auf der Grundlage historischer Temperaturdaten vorherzusagen.

Korrelation zwischen Variablen

Um die Temperatur auf der Grundlage von CO₂ oder Luftfeuchtigkeit zu bestimmen, wurden **multiple lineare Regression** und **einfaches dreischichtiges Fully-Connected Neural Network (FCN)** angewandt.

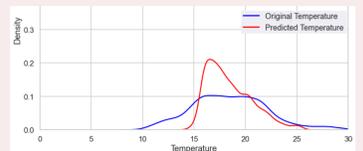


Abbildung 5. Verteilungsdiagramme der tatsächlichen und vorhergesagten Temperatur mit linearer Regression auf der Grundlage der Luftfeuchtigkeit im September 2021

4 Stolpersteine

Während der Datenerhebung stießen wir auf verschiedene Probleme. **Die Folge:** fehlende Daten & verminderte Datenqualität. Studierende müssen gezielte Datenprüfungen, einschließlich Integritäts- und Kontinuitätsprüfungen erlernen.

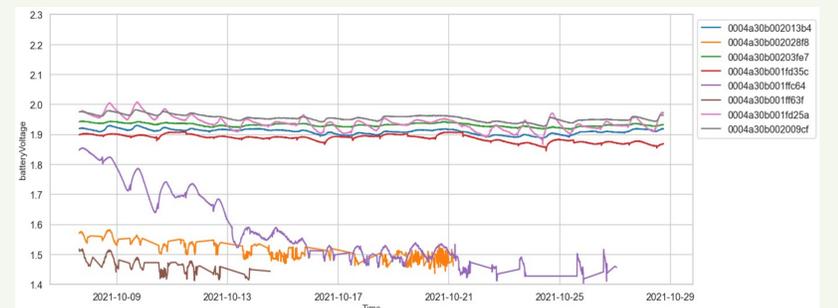


Abbildung 6. Batteriespannung nach Sensor-ID im Oktober 2021

5 Ausblick über Lehre

Im Bachelorstudium

- Sammeln von Daten mittels **echter Sensoren / HW**
- Einsatz **moderner Übertragungsprotokolle**
- Entwurf von **Hardwareschaltungen für Datenanalyse**

Beispiele:

Vorlesung *Eingebettete Systeme*, Seminar *FPGAs für IoT*

Im Masterstudium

- Erweiterte Betrachtung von IoT-Protokollen und -APIs zur Datenverarbeitung
- Analyse der **Qualität** von Sensordaten
- Vor-Ort-Datenanalyse mittels **Embedded AI**

Beispiele:

Praxisprojekt *Eingebettete Systeme - Bio-Signalverarbeitung für Exoskelette*, Vorlesung *das Internet der Dinge*, *CPS-Praktikum*



Eingebettete Systeme der Informatik
Fakultät Ingenieurwissenschaften
Universität Duisburg-Essen
47057 Duisburg
Scannen Sie den QR-Code links, um unsere Homepage zu besuchen

Projektmitglieder
Prof. Dr. Gregor Schiele
Tianheng Ling
Lukas Einhaus
Nils Kruse
Christopher Ringhofer



Scannen Sie den QR-Code links, um mehr über das Projekt *Smarte Laternen von Smart City Duisburg Innovation Center* zu erfahren

