

Übungsaufgabe 5 (1/7)



Publish/Subscribe binary data mit MQTT (Kurzbeschreibung)

- + Das Sensorsystem SITRANS MS200 misst mit einem Beschleunigungssensor Beschleunigungswerte. Die möglichen Messwerte reichen von -32768 bis 32767 (int16). Der Wert 32767 entspricht einer Beschleunigung von 16 g (Ortsfaktor), der Wert 0 entspricht einer Beschleunigung von 0 g. Der Beschleunigungssensor arbeitet mit einer Samplingrate von 10000 Hz. Das Sensorsystem erfasst jede Sekunde 1024 Messwerte, überträgt die Messwerte und geht für die verbleibende Zeit (in dieser Sekunde) in den Standby.
- + Am Beschleunigungssensor liegt ein sinusförmiges Signal mit einer Amplitude von 10 g und einer Frequenz von 775 Hz an. Das sinusförmige Signal ist leicht verrauscht (Addition einer Pseudo-Zufallszahl mit maximalen Werten von $\pm 0,01$ g).
- + Implementieren Sie einen MQTT-Client, der den Zeitstempel des Starts der Messung und die Messwerte (als binären Stream) über MQTT direkt nach jeder Messung an das Topic sens1/binary als binäres Format veröffentlicht. Dieser Vorgang passiert einmal in der Sekunde
- + Implementieren Sie einen MQTT-Client, der das Topic sens1/binary empfängt.

- + Speichern Sie in einer SQL-Tabelle (1) den Zeitstempel des Starts der Messung, den Zeitstempel des Empfangs der Nachricht im datetime2-Format und die Messwerte im Binärformat.
- + Decodieren Sie die Binärdaten und speichern Sie in einer weiteren SQL-Tabelle (2) jeden einzelnen Messwert mit dem Zeitstempel der Erzeugung des Messwerts, dem Zeitstempel des Starts der Messung, dem Zeitstempel des Nachrichtenempfangs und einem Identifier für das Datenpaket.
- + Führen Sie den Vorgang für ca. 10 min aus.
- + (1) Lesen Sie Datenpakete im Binärformat aus der Tabelle sortiert nach der Zeit der Erzeugung aus und decodieren Sie die Daten. Beschränken Sie den Zeitraum der auszulesenden Messwerte auf die dritte Minute.
- + (2) Lesen Sie die Daten aus der Tabelle sortiert nach der Zeit der Erzeugung gruppiert nach dem Identifier für das Datenpaket aus. Beschränken Sie den Zeitraum der auszulesenden Messwerte auf die dritte Minute.
- + Vergleichen Sie die Ausführungszeit beider Methoden.

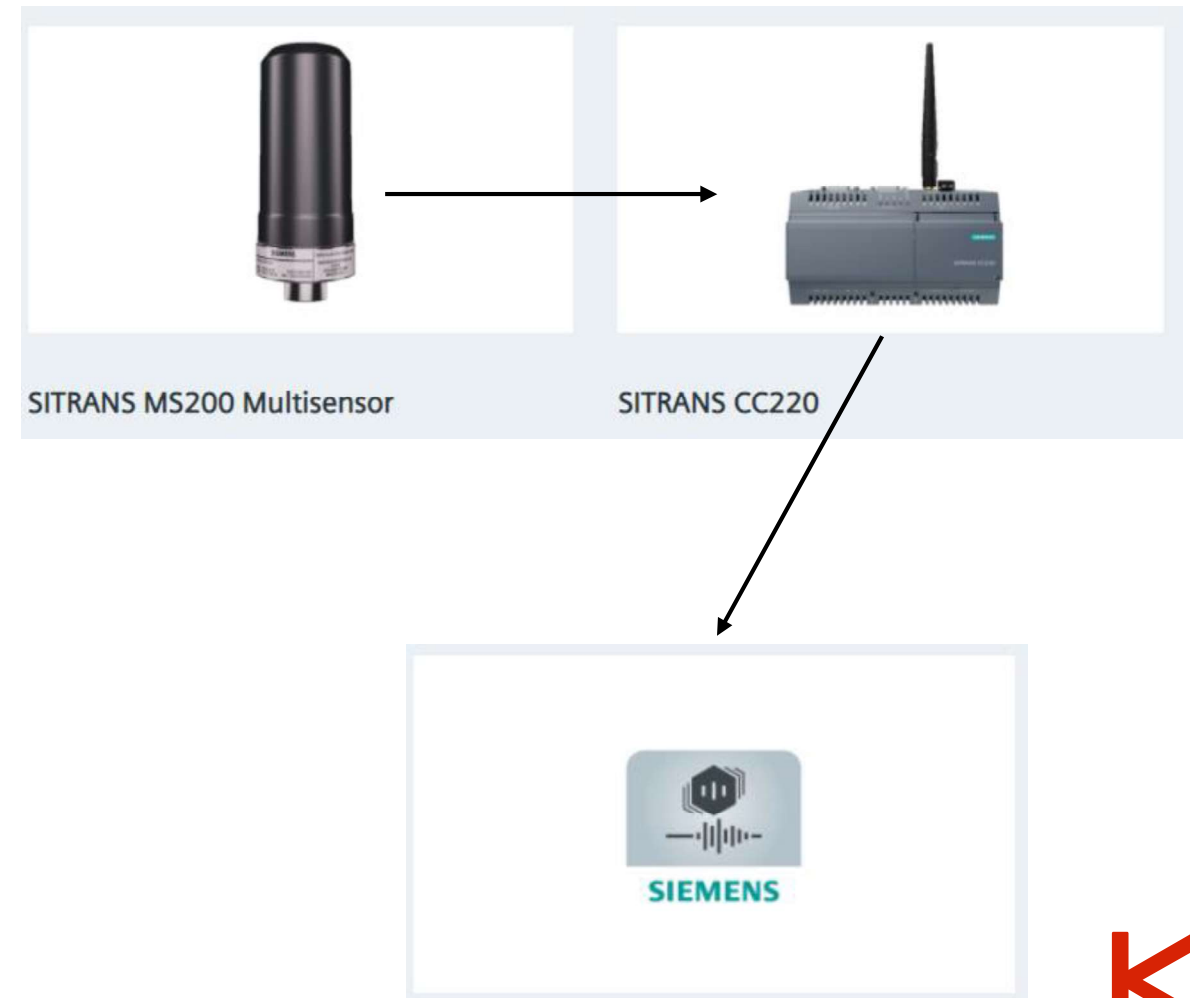


Übungsaufgabe 5 (2/7)



Publish/Subscribe binary data mit MQTT

- + Das Sensorsystem SITRANS MS200 misst mit einem Beschleunigungssensor Beschleunigungswerte. Die möglichen Messwerte reichen von -32768 bis 32767 (int16). Der Wert 32767 entspricht einer Beschleunigung von 16 g (Ortsfaktor), der Wert 0 entspricht einer Beschleunigung von 0 g. Der Beschleunigungssensor arbeitet mit einer Samplingrate von 10000 Hz. Das Sensorsystem erfasst jede Sekunde 1024 Messwerte, überträgt die Messwerte und geht für die verbleibende Zeit (in dieser Sekunde) in den Standby.
- + Beschleunigungssensor: Messbereich -32768 bis 32767
- + Der Messwert 0 entspricht einer Beschleunigung von 0 g
- + Der Messwert 32767 entspricht einer Beschleunigung von 16 g
- + Der Sensor ist batteriebetrieben und soll eine Lebenszeit von 5 Jahren erreichen.
- + Der Microcontroller ist die meiste Zeit im Standby. Jede Sekunde misst der Controller 1024 Messwerte mit einer Samplerate von 10000 Hz und überträgt anschließend die Messwerte an das Gateway. Die Messung und die Übertragung dauern ca. 0,2 s. Anschließend geht der Controller für 0,8 s in den Standby.

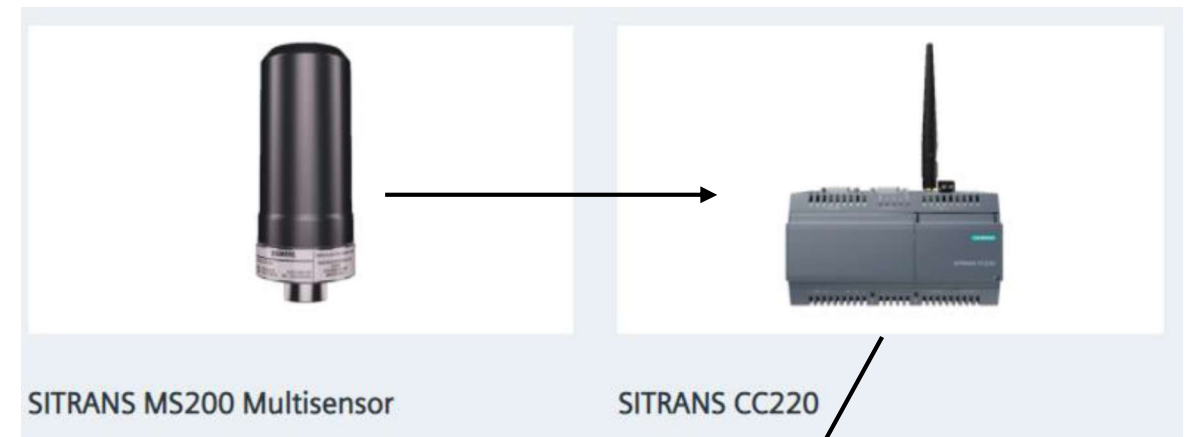


Übungsaufgabe 5 (3/7)



Publish/Subscribe binary data mit MQTT

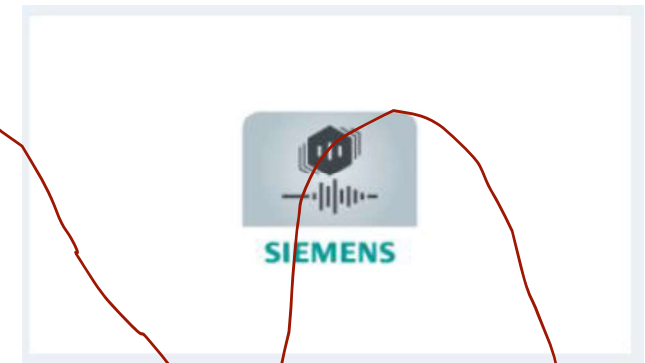
- + Am Beschleunigungssensor liegt ein sinusförmiges Signal mit einer Amplitude von 10 g und einer Frequenz von 775 Hz an. Das sinusförmige Signal ist leicht verrauscht (Addition einer Pseudo-Zufallszahl mit maximalen Werten von $\pm 0,01$ g).
- + Tatsächlich misst der Sensor Ausschnitte aus dem sinusförmigen Signal



Messung Messung

Standby

Zeitpunkt des Starts der Messung



Sinusförmiges Signal

Übungsaufgabe 5 (4/7)



Publish/Subscribe binary data mit MQTT

- + Am Beschleunigungssensor liegt ein sinusförmiges Signal mit einer Amplitude von 10 g und einer Frequenz von 775 Hz an. Das sinusförmige Signal ist leicht verrauscht (Addition einer Pseudo-Zufallszahl mit maximalen Werten von $\pm 0,01$ g).
- + Das Rauschen von $\pm 0,01$ g (R) entspricht im Rohsignal einem Wert von $32767 / (16/0,01) = 32767 / 1600 \approx 20$
- + Die Amplitude (A) von 10 g entspricht im Rohsignal einem Wert von $32767 / 16 * 10 = 20470$
- + Das Signal hat die Form $y = (A + R) * \sin(f * t)$ (Beachten: Zeit z.B. in Sekunden, sin wird in der Regel im Bogenmaß berechnet \rightarrow 775 Hz entsprechend umrechnen)



Übungsaufgabe 5 (5/7)



Publish/Subscribe binary data mit MQTT

- + Implementieren Sie einen MQTT-Client, der den Zeitstempel des Starts der Messung und die Messwerte (als binären Stream) über MQTT direkt nach jeder Messung an das Topic sens1/binary als binäres Format veröffentlicht. Dieser Vorgang passiert einmal in der Sekunde
- + Implementieren Sie einen MQTT-Client, der das Topic sens1/binary empfängt, den Zeitstempel und die binären Messwerte trennt. Speichern Sie den Zeitpunkt des Empfangs der Nachricht in einer Variablen.
- + Speichern Sie in einer SQL-Tabelle (1) den Zeitstempel des Starts der Messung (Spalte StartMessung), den Zeitstempel des Empfangs der Nachricht (Spalte EmpfangNachricht) im datetime2-Format und die Messwerte im Binärformat (Spalte Rohsignal), d.h. im Binärformat werden jeweils 1024 Messwerte gespeichert.

	Spaltenname	Datentyp	NULL-Werte...
	StartMessung	datetime2(7)	<input checked="" type="checkbox"/>
	EmpfangNachricht	datetime2(7)	<input checked="" type="checkbox"/>
►	Rohsignal	varbinary(MAX)	<input checked="" type="checkbox"/>

Übungsaufgabe 5 (6/7)



Publish/Subscribe binary data mit MQTT

- + Decodieren Sie die Binärdaten und speichern Sie in einer weiteren SQL-Tabelle (2) jeden einzelnen Messwert (Spalte Messwert) mit dem Zeitstempel der Erzeugung des Messwerts (Spalte ZeitstempelMesswertErzeugung), dem Zeitstempel des Starts der Messung (Spalte StartMessung), dem Zeitstempel des Nachrichtenempfangs (Spalte EmpfangNachricht) und einem Identifier für das Datenpaket (Spalte IdentifierDesPakets).

Spaltenname	Datentyp	NULL-Werte...
StartMessung	datetime2(7)	<input checked="" type="checkbox"/>
EmpfangNachricht	datetime2(7)	<input checked="" type="checkbox"/>
Messwert	smallint	<input checked="" type="checkbox"/>
ZeitstempelMesswertErzeugung	datetime2(7)	<input checked="" type="checkbox"/>
IdentifierDesPakets	bigint	<input checked="" type="checkbox"/>

	StartMessung	EmpfangNachricht	Messwert	ZeitstempelMesswertErzeugung	IdentifierDesP...
	2021-10-21 08:00:00.0000000	2021-10-21 08:00:01.0000000	32	2021-10-21 08:00:00.0000000	1
▶	2021-10-21 08:00:00.0000000	2021-10-21 08:00:01.0000000	36	2021-10-21 08:00:00.0001000	1

Übungsaufgabe 5 (7/7)



Publish/Subscribe binary data mit MQTT

- + Führen Sie den Vorgang für ca. 10 min aus.
- + (1) Lesen Sie Datenpakete im Binärformat aus der Tabelle sortiert nach der Zeit der Erzeugung aus und decodieren Sie die Daten. Beschränken Sie den Zeitraum der auszulesenden Messwerte auf die dritte Minute.
- + (2) Lesen Sie die Daten aus der Tabelle sortiert nach der Zeit der Erzeugung gruppiert nach dem Identifier für das Datenpaket aus. Beschränken Sie den Zeitraum der auszulesenden Messwerte auf die dritte Minute.
- + Vergleichen Sie die Ausführungszeit beider Methoden.

