

EM LABOR 3

MESSUNG VON BESCHLEUNIGUNG UND DREHRATE

Prof. Dr.-Ing. J. Dahlkemper
Fabian Schwartau
Patrick Voigt



Anwendungsbeispiel ESP
Foto: Bosch

ZIELSETZUNG

Für die Automobilindustrie wurden die ursprünglich nur in Flugzeugen und Schiffen eingesetzten Sensoren zur Erfassung der Drehrate und Beschleunigung dank moderner Produktionstechnologien (MEMS) so kostengünstig, dass diese nicht nur im Airbag oder ESP zur Anwendung kommen. Inzwischen sind diese Sensoren fester Bestandteil von Produkten im Konsumgüterbereich, beispielsweise Mobiltelefonen, Spielekonsolen, Fotoapparaten und Laptops.

Ziel dieses Laborversuches ist, die Funktionsweise von Kraft- und Beschleunigungssensoren zu verstehen und die Eigenschaften dieser kostengünstigen Sensoren zu evaluieren.

VORBEREITUNG

Für diesen Versuch werden die Kenntnis und das Verständnis der folgenden Unterlagen vorausgesetzt:

1. Lerneinheit 5 – Rechnergestützte Messdatenerfassung
2. Lerneinheit 6 – Sensoren für Weg, Winkel und Geschwindigkeit
3. Lerneinheit 7 – Sensoren für mechanische Größen
4. Dokument Einführung NXT/EV3

PRAKTIKUMSORGANISATION

Um den begrenzten Zeitrahmen im Praktikum optimal nutzen zu können, ist im vornherein eine kurze Planung des Projektes zu erstellen und insbesondere eine Aufteilung der Verantwortlichkeiten festzulegen.

Hierbei ist zu gewährleisten, dass jedes Gruppenmitglied im Rahmen der drei Versuche eigene Erfahrungen in der graphischen Programmierung sammelt und dazu einen Teil der Messsoftware eigenständig und mit Unterstützung der anderen Gruppenmitglieder erstellt.

VERSUCH 1 – BESCHLEUNIGUNGSSENSOR

Dauer: ca. 60 min

Zielsetzung

Untersuchen Sie die Funktion des Beschleunigungssensors in der x-Achse und erstellen Sie auf dieser Grundlage ein Programm, das die Beschleunigung des Sensors in der Einheit m/s^2 anzeigt.

Versuchsaufbau

Material: Baukasten Lego Mindstorms NXT/EV3 und PC

1. NXT/EV3 mit Ladegerät verbinden
2. NXT/EV3 über USB mit PC verbinden
3. Beschleunigungssensor (Acceleration Sensor) mit Port 1 des NXT/EV3 verbinden
4. LabVIEW starten
5. Beschleunigungssensor an Motor anbauen, so dass dieser möglichst ohne Behinderung durch das Kabel eine vollständige Drehung durchführen kann. Als Neigungssensor verwenden Sie den integrierten Inkrementalgeber des Motors.

Versuchsdurchführung

Erstellen Sie ein Messprogramm, das den Sensorwert einer ausgewählten Achse als Kennlinie über den Neigungswinkel anzeigt. Der Neigungswinkel wird über die Motorposition gemessen.

Zum Start des Programms wird die aktuelle Motorposition zu 0 gesetzt (horizontal) und der Motor gestartet.

Nach einer vollen Umdrehung oder dem Drücken einer Stopp-Taste soll der Motor anhalten. Der Wert der Beschleunigung ist in Abhängigkeit des Winkels in einem XY-Diagramm darzustellen und es ist der theoretisch zu erwartende Verlauf in demselben Diagramm zu Vergleichszwecken anzuzeigen.

Hinweis zu dem Laborbericht

Gehen Sie bei den theoretischen Vorüberlegungen auf den Zusammenhang zwischen Neigungswinkel der zugehörigen Komponente der Erdbeschleunigung ein und analysieren Sie mögliche Gründe für Abweichungen zwischen Messung und theoretischem Verlauf.

VERSUCH 2 – DREHRATENSENSOR (GYRO)

Dauer: ca. 60 min

Zielsetzung

Berechnung des Drehwinkels über die Auswertung eines Drehratensensors und Untersuchung der daraus resultierenden Messfehler.

Versuchsaufbau

Material: Baukasten Lego Mindstorms NXT/EV3 und PC

1. NXT/EV3 mit Ladegerät verbinden
2. NXT/EV3 über USB mit PC verbinden
3. Drehratensensor (Gyro) mit Port 2 des NXT/EV3 verbinden
4. LabVIEW starten
5. Halterung aus Versuch 1 so umbauen, dass der Drehratensensor um 360° in Verbindung mit dem Motor zur Positionserfassung gedreht werden kann.

Versuchsdurchführung

1. Erstellen Sie ein Messprogramm, das aus der Drehrate über Integration eine Winkelinformation gewinnt. Der durch den Gyro gemessene Drehwinkel ist als Kennlinie über den tatsächlichen Drehwinkel aufzuzeigen. Die Drehrate ist dabei durch Einsatz einer Zeitschleife in Zeitintervallen von 100 ms zu erfassen. Bei Start des Programms werden der tatsächliche Winkel und der gemessene Winkel auf null zurückgesetzt und der Motor gestartet. Der tatsächliche Drehwinkel wird über die Motorposition gemessen. Es ist eine einfache Integration über ein Shift-Register zu implementieren. Stellen Sie die gemessenen Werte des Winkels in Abhängigkeit des tatsächlichen Winkels in einem xy-Diagramm dar. Nach Drücken einer Stoptaste oder nach einer vollen Drehung ist der Motor anzuhalten. Ermitteln Sie aus den gemessenen Werten einen geeigneten Kalibrationsfaktor und ergänzen Sie das Programm entsprechend, so dass der Winkel in Grad ausgegeben wird.
2. Kopieren Sie das Programm und erstellen Sie daraus ein möglichst einfaches Programm, das alle 100ms die Drehrate in °/s und rad/s und den Winkel anzeigt und die Möglichkeit zur Eingabe einer Driftkompensation bietet.

Hinweis zu dem Laborbericht

Gehen Sie bei den Versuchsergebnissen und der Auswertung der Winkelmessung insbesondere auch auf das Phänomen der Drift ein.

VERSUCH 3 – PENDEL

Dauer: ca. 30 min

Zielsetzung

Kombination der Messung eines Drehratensensors und Beschleunigungssensors und Überprüfung der grundlegenden mechanischen Zusammenhänge zwischen Winkelbeschleunigung und Drehrate.

Versuchsaufbau

Material: Baukasten Lego Mindstorms NXT/EV3 und PC

1. NXT/EV3 mit Ladegerät verbinden
2. NXT/EV3 über USB mit PC verbinden
3. Aufbau eines ca. 30 cm langen Pendels aus Lego-Stangen
4. Drehratensensor (Gyro) nahe bei Pendelachse montieren und mit Port 2 des NXT/EV3 verbinden
5. Beschleunigungssensor (Acceleration Sensor) am Ende des Pendels montieren und mit zusätzlichem Gewicht versehen (z.B. 2 große Räder + Beschleunigungssensor, Gesamtgewicht 50 g)
6. LabVIEW starten

Versuchsdurchführung

Ergänzen Sie das vereinfachte Messprogramm aus Versuch 2 um die Messung der Beschleunigung aus Versuch 1 und stellen Sie den Verlauf der Umfangsbeschleunigung und Drehrate in einem Diagramm über die Zeit dar. Ermitteln Sie die Eigenfrequenz des Systems und die Dämpfung. Untersuchen Sie für das Ausschlagen bei geringen Winkeln den Zusammenhang zwischen der mit dem Beschleunigungssensor gemessenen Horizontalbeschleunigung und der gemessenen Drehrate in Abhängigkeit des Winkels bei kleinen Auslenkungen.

Hinweis zu dem Laborbericht

Gehen Sie bei der Theorie insbesondere auf die zu erwartende Eigenfrequenz (nicht auf die Dämpfung) des Systems auf der Grundlage der gegebenen Abmessungen ein. Betrachten Sie auch den theoretischen Zusammenhang zwischen Winkel, Winkelgeschwindigkeit und Beschleunigung und vergleichen Sie diesen auch quantitativ mit den gemessenen Verläufen.