

Weiterentwicklung der Signalverarbeitung in einem Ultraschall-Fliessgeschwindigkeitsmessgerät

Studiengang: BSc in Elektro- und Kommunikationstechnik | Vertiefung: Embedded Systems

Betreuer: Dr. Torsten Mähne, Thomas Schott

Experte: Roman Held (CI Tech Components AG)

Die Fließgeschwindigkeit von Flüssen lässt sich durch Laufzeitmessungen von Ultraschallimpulsen bestimmen. Die dabei eingesetzten Signalformen und Algorithmen zur Datenauswertung unterscheiden sich in ihrer Zuverlässigkeit und Genauigkeit. In dieser Diplomarbeit wurde die Signalauswertung eines bestehenden Messgeräts untersucht und es wurden mögliche Verbesserungen aufgezeigt. Die nötigen Rohdaten wurden durch Messungen im Mülibach und in der Aare bei Ringgenberg erhoben.

Messprinzip

Um die Fließgeschwindigkeit eines Gewässers zu bestimmen werden zwei piezoelektrische Schallwandler eingesetzt, welche diagonal entlang der Fließrichtung des Gewässers platziert werden. Bei der Messung wird eine Impulsfolge flussaufwärts und -abwärts gesandt. Durch die Bewegung des Wassers wird die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals in Fließrichtung beschleunigt und in der entgegengesetzten Richtung verzögert. Aus dieser Laufzeitdifferenz lässt sich die Fließgeschwindigkeit berechnen.

Signalauswertung

Zur Bestimmung der Laufzeit des Signals ist es nötig die ausgesandten Impulsfolgen in den empfangenen Messdaten zu erkennen. Dies ist eine nicht triviale Aufgabe, da das Signal auf seinem Weg gestört, gedämpft und an der Oberfläche reflektiert wird (Abb. 1). Ziel dieser Arbeit war es die Digitale Signalverarbeitung (DSV) des Messgeräts zu optimieren. Dazu wurde in MATLAB eine interaktive Benutzeroberfläche implementiert, welche die Analyse der durch das Messgerät gewonnenen Rohdaten und die Anwendung verschiedener DSV-Algorithmen ermöglicht. Durch Korrelation des gesendeten Signals mit dem Empfangenen entsteht ein optimales Filter. Aus dem Resultat des Filters (Abb. 2) muss anschliessend pro

Richtung ein lokales Maximum bestimmt werden. Die Auswahl eines falschen Maximums führt zu erheblichen Fehlern in der Berechnung der Fließgeschwindigkeit. Erschwerend ist dabei der Umstand, dass das reflektierte Signal – im Gegensatz zum Rauschen – ein Maximum mit einer grossen Amplitude besitzt. Im dargestellten Messdatensatz besitzt die Reflexion sogar eine grössere Amplitude als das direkte Signal. Durch eine statistische Analyse konnten die in Frage kommenden Maxima eingegrenzt werden. Anschliessend wurde jeweils das erste Maximum gewählt, da das Signal unter den gegebenen Umgebungsbedingungen in jedem Fall vor der Reflexion ankommen muss. Durch die Berechnung der Hüllkurve konnte auf eine synchrone Demodulation verzichtet und das Maximum konnte trotz stark schwankenden Sampling-Punkten relativ genau bestimmt werden.



Timo Lang

Resultate

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das bestehende Messsystem im Detail analysiert. Die Daten mehrerer Messkampagnen konnten ausgewertet und interpretiert werden. Es wurde ein Prototyp zur automatisierten Signalauswertung implementiert und Ideen für die Verbesserung der Mess-Hardware in der nächsten Version entworfen.



Abb. 1: Modell der Messsituation

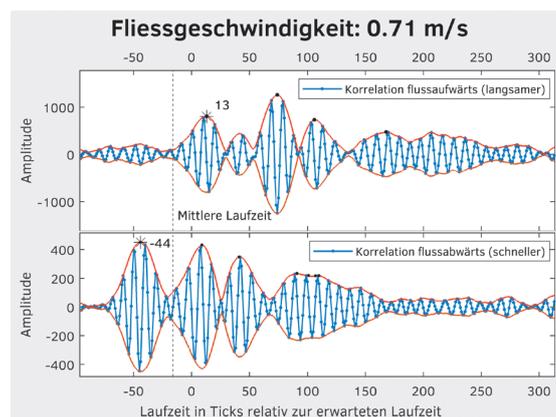


Abb. 2: Messdatenauswertung in entwickelter MATLAB-Umgebung