

Messunsicherheit und ihre Auswirkungen auf die Datenanalyse

Anwendungen in imc FAMOS

Verbesserungen des Algorithmus

Dieses Dokument beschreibt, wie Sie Ihren Auswertealgorithmus verbessern können. Gegeben ist eine Temperaturmessung über der Zeit (siehe Abbildung 1). Die Messdauer betrug ca. 50 sec und es ist ein Temperaturanstieg von ca. 24°C auf ca. 36°C zu erkennen. Man möchte nun die Anstiegszeit und die bei der Analyse auftretende Messunsicherheit bestimmen.

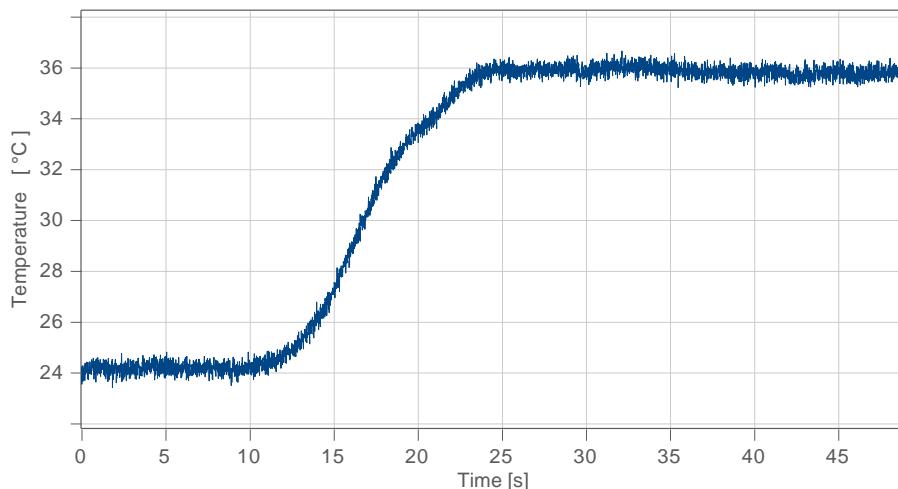


Abbildung 1

Die Anstiegszeit kann in imc FAMOS mit dem folgenden Algorithmus berechnet werden:

```
_Temperature = Temperature
L1 = mean(cut(_Temperature,5,10))
L2 = mean(cut(_Temperature,30,35))
RiseTime = pos(_Temperature, L1+(L2-L1)*0.9) - pos(_Temperature, L1+(L2-L1)*0.1)
```

Das Ergebnis für die Anstiegszeit ist:

RiseTime = 8.6s

Erklärung des Codes:

Berechnung von L1 = 24,1°C: Es wird der Mittelwert aus den Temperaturwerten zwischen der 5ten und 10ten Sekunde der Messung bestimmt.

Berechnung von L2 = 36,0°C: Es wird der Mittelwert aus den Temperaturwerten zwischen der 30ten und der 35ten Sekunde bestimmt.

Berechnung RiseTime: Es wird die Anstiegszeit berechnet. Dabei wird der Temperatur-Start und Endwert mit einem

Faktor multipliziert (0,1 bzw. 0,9)

Doch wie genau ist das Ergebnis? Die Messunsicherheit wird aus dem sichtbaren Rauschband geschätzt. Abbildung 2 zeigt das Rauschband um Bereich von Sekunde 6-8 (die Breite des Rauschbandes ist über die Messdauer konstant). Die Peak to Peak Spitzen liegen zwischen 23,7°C und 24,5°C der Temperaturmessung. Aus den vorliegenden Daten erscheint die Annahme für die Messunsicherheit von 0,25°C durchaus sinnvoll.

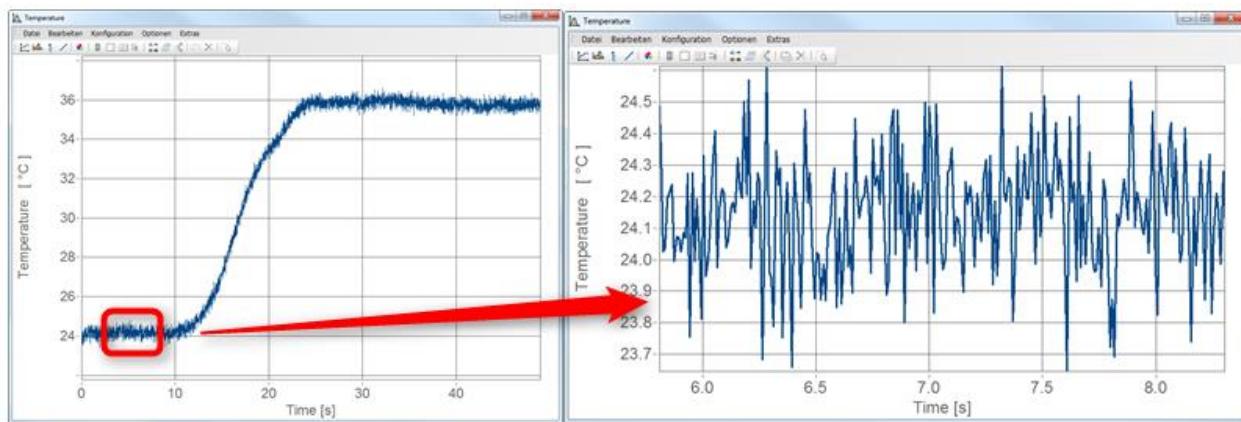


Abbildung 2

Mit einem leicht erweiterten Algorithmus lässt sich die Messunsicherheit der Anstiegszeit ermitteln:

```

UncertaintySet( Temperature, "Uncertainty", 0.25)
UNCERTAINTY_LOOP 1000
    _Temperature = UncertaintyModify (Temperature)
    L1 = mean(cut(_Temperature,5,10))
    L2 = mean(cut(_Temperature,30,35))
    RiseTime = pos(_Temperature, L1+(L2-L1)*0.9) - pos(_Temperature, L1+(L2-L1)*0.1)
    UncertaintyCalc (RiseTime )
End
uc = UncertaintyGet( RiseTime, "Uncertainty")

```

Es ergibt sich die Messunsicherheit der Anstiegszeit zu

$$uc = 2.6s.$$

Erklärung des Codes:

UncertaintySet(): Den Messdaten wird die geschätzte Messunsicherheit zugewiesen (0,25).

Uncertainty_Loop: Es werden 1000 Monte Carlo Versuche durchgeführt, bei denen die Eingangsdaten über UncertaintyModify() jedes Mal ein wenig variiert (verrauscht) werden. Äquivalent zur ersten Sequenz wird ein Mittelwert für den unteren Grenzwert und für den oberen Grenzwert berechnet. Danach wird die Anstiegszeit RiseTime und die Unsicherheit der Anstiegszeit (uc) berechnet.

Bei einem Wert von 8.6s bedeutet eine Messunsicherheit von 2,6s eine relative Messunsicherheit von 30%. Es sei angemerkt, dass die korrekte Deutung ist: „Würden wir die Messung mehrere Male wiederholen, streut der

errechnete Wert der Anstiegszeit um 2.6s!“. Das Ergebnis ist in dieser Form nicht befriedigend.

Was ist die Ursache für die große Messunsicherheit? Ist nun die Messunsicherheit der Eingangsdaten zu groß? Oder ist der Algorithmus schlecht? Beides trifft zu! Die Messunsicherheit des Eingangssignals kann jedoch nur schwer geändert werden: Die Messung ist unter Umständen nicht mehr wiederholbar. Selbst wenn, wäre das sehr teuer (besserer Versuchsaufbau, hochwertiger Verstärker, ...). Den Algorithmus hingegen kann man mit viel weniger Aufwand verbessern. Dazu wird in den Algorithmus eine Glättung eingefügt:

```
UncertaintySet( Temperature, "Uncertainty", 0.25)
UNCERTAINTY_LOOP 100 1
    _Temperature = UncertaintyModify (Temperature)
    _Temperature = smo(_Temperature,1)
    L1 = mean(cut(_Temperature,5,10))
    L2 = mean(cut(_Temperature,30,35))
    RiseTime = pos(_Temperature, L1+(L2-L1)*0.9) - pos(_Temperature, L1+(L2-L1)*0.1)
    UncertaintyCalc (RiseTime )
End
uc = UncertaintyGet( RiseTime, "Uncertainty")
```

Nun ergibt sich eine Messunsicherheit von 0.07s, was bei einem Wert von 8.6s zu einer relativen Messunsicherheit von 0.8% führt. Das sei für die Aufgabenstellung ausreichend.

Das Beispiel zeigt, wie sich mit imc FAMOS leicht die Messunsicherheit der Ergebnisse abschätzen lässt. Mit der Bestimmung der Messunsicherheit der Analyseergebnisse lassen sich nun Änderungen am Algorithmus quantitativ beurteilen und damit die Algorithmen robust gestalten und optimieren.

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

imc Meßsysteme GmbH

Voltastr. 5
D-13355 Berlin

Telefon: +49 (0)30-46 7090-0
Fax: +49 (0)30-46 31 576
E-Mail: hotline@imc-berlin.de
Internet: www.imc-berlin.de

Seit über 25 Jahren entwickelt, fertigt und vertreibt die imc Meßsysteme GmbH weltweit Hard- und Softwarelösungen im Bereich der physikalischen Messtechnik. Ob im Fahrzeug, an Prüfständen oder beim Überwachen von Anlagen und Maschinen – Messdatenerfassung mit imc-Systemen gilt als produktiv, leicht ausführbar und rentabel. Dabei kommen in Entwicklung, Forschung, Versuch und Inbetriebnahme sowohl schlüsselfertige imc-Messsystemlösungen als auch standardisierte Messgeräte und Softwareprodukte zum Einsatz. imc-Geräte arbeiten in mechanischen und mechatronischen Anwendungen bis 100kHz pro Kanal mit nahezu allen gängigen Sensoren zur Erfassung physikalischer Messgrößen wie z.B. Drücke, Kräfte, Drehzahlen, Vibrationen, Geräusche, Temperaturen, Spannungen oder Ströme. Das Spektrum der imc-Messtechnik reicht von der einfachen Messdatenaufzeichnung über integrierte Echtzeitberechnungen bis hin zur Einbindung von Modellen und vollständigen Automatisierung von Prüfständen. Am Hauptsitz Berlin beschäftigt das 1988 gegründete Unternehmen rund 160 Mitarbeiter, die das Produktpotential stetig weiterentwickeln. International werden imc-Produkte durch rund 25 Partnerunternehmen vertrieben.

Nutzungshinweise:

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Dieser Bericht darf ohne Genehmigung weder bearbeitet, abgewandelt noch in anderer Weise verändert werden. Ausdrücklich gestattet ist das Veröffentlichen und Vervielfältigen des Dokuments. Bei Veröffentlichung bitten wir darum, dass der Name des Autors, des Unternehmens und eine Verlinkung zur Homepage www.imc-berlin.de genannt werden.

Trotz inhaltlicher sorgfältiger Ausarbeitung, kann dieser Bericht Fehler enthalten. Sollten Ihnen unzutreffende Informationen auffallen, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis an: marketing@imc-berlin.de. Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird grundsätzlich ausgeschlossen.

imc Test & Measurement GmbH

Max-Planck-Str. 22 b
D-61381 Friedrichsdorf/Ts.

Telefon: +49 (0)6172 59672-0
Fax: +49 (0)6172-5962-222
E-Mail: hotline@imc-frankfurt.de
Internet: www.imc-frankfurt.de

Die imc Test & Measurement GmbH ist ein Systemhaus, das Produkte und Dienstleistungen für messtechnische Anwendungen anbietet. Unser Team besteht aus ca. 40 praxiserprobten Experten mit überwiegend ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Abschlüssen realisiert produktive, kundenorientierte und anwendungsspezifische Lösungen rund um das Thema „elektrisches Messen physikalischer Größen“.

Die imc Test & Measurement GmbH vermarktet die anerkannt innovativen und leistungsstarken Hard- und Softwareprodukte unseres strategischen Partners imc Meßsysteme GmbH, Berlin. Wir ergänzen diese Produkte mit umfangreichen Ingenieurdienstleistungen. Diese reichen von der Konzeption über die Beratung und den Verkauf mit Pre- und After-Sales-Service bis zu kunden- und anwendungsspezifischen Erweiterungen, Systemintegration, Inbetriebnahme, Schulung sowie Vermietung von Messsystemen und Personal u.v.m.