

## AUFGABE 6: ABSTRAKTE INTERPRETATION

In dieser Aufgabe werden Sie ein digitales  $\alpha$ - $\beta$ -Filter implementieren und mit Hilfe von Astrée versuchen dessen Korrektheit nachzuweisen.

Dieses Filter findet unter anderem Verwendung bei der Vorverarbeitung von Sensormesswerten in Flugzeugen, Automobilen etc. Im Allgemeinen ist jeder Messwert aus physikalischen Gründen durch ein Rauschen gestört, das sich als Messunsicherheit charakterisieren lässt. Sensorhardware ist jedoch in vielen Fällen fähig, häufiger zu messen, als Messwerte für die Anwendung benötigt werden. Diese zusätzlichen Sensorwerte liefern weitere Informationen über die Messgröße und können deswegen verwendet werden, um die Messunsicherheit zu reduzieren, indem aus mehreren Sensorwerten ein Schätzwert für die physikalische Größe berechnet wird.

Wenden Sie auch in dieser Aufgabe wieder die objektbasierte Entwurfsmethode an und verpacken Sie konzeptionell unabhängige Elemente in separate Module. Insbesondere für die Gleit- und die Festkommavariante sollten Sie jeweils ein separates Modul anlegen.

Wenn Sie möchten, können Sie die in der Datei `sensor.dat` enthaltenen Messwerte verwenden um Ihre Implementierung zu testen. Um das Ergebnis zu visualisieren, können Sie z. B. `gnuplot` oder `qtplot` benutzen.

\* man 3p fscanf

### Aufgabenstellung

1. *Sensor-Stub*: Implementieren Sie einen Stub für einen Sensor. Dieser soll bei jedem Aufruf einen simulierten Messwert vom Datentyp `float` liefern. Sorgen Sie dabei dafür, dass für Astrée klar ist, dass es von den auf den Übungsfolien angegebenen einschränkenden Annahmen bezüglich des konkreten Messwerts ausgehen darf.

\* volatile

2. *Ringpuffer*: Moderne Mikrocontroller stellen häufig eine DMA-Einheit zur Verfügung, die Peripheriedaten *asynchron* zum Prozessor beschaffen kann. Deswegen sollen in dieser Aufgabe die von der Sensorhardware gelieferten Daten in Schüben verarbeitet werden. Implementieren Sie hierzu einen *Ringpuffer*, der diese Datenschübe aufnimmt und weisen Sie dessen Korrektheit in Astrée nach. Pro Ver-

arbeitungsrunde soll jeweils ein Messwert beim Sensor-Stub abgefragt und in den Ringpuffer geschrieben werden.

3. *Filterprototyp*: Implementieren Sie das in der Tafelübung vorgestellte  $\alpha$ - $\beta$ -Filter für den Datentyp `float` und weisen Sie seine Korrektheit in Astrée nach. Das Filter soll immer dann auf allen im Ringpuffer befindlichen Werten ausgeführt werden, wenn dieser voll ist. Anschliessend soll der Ringpuffer zurückgesetzt und mit neuen Sensorwerten gefüllt werden.

Prinzipiell ist es ja möglich, dass das Filter sich im laufenden Betrieb in einen ungültigen Zustand begibt – *wann kann dies passieren?* Sehen Sie für diesen Fall bzw. diese Fälle eine Neuinitialisierung des Filters vor. Das Filter gilt als korrekt, wenn es kein nicht-definiertes Verhalten hat, nicht dauerhaft in einem ungültigen Zustand verbleibt und stabil ist.

**Hinweis:** Die Berechnung der Filterparameter für den eingeschwungenen Zustand sollten Sie mit Hilfe des Datentyps `double` vornehmen. *Wieso ist dies sinnvoll?*

4. *Festkommabibliothek*: Für die Massenproduktion wird aus Kostengründen in der Regel der billigste Mikrocontroller ausgewählt, der einer gegebenen Aufgabe gewachsen ist. Dieser verfügt dann häufig nicht über eine Gleitkommaeinheit und muss für Filterung und Regelung auf Festkommazahlen zurückgreifen. In den folgenden beiden Teilaufgaben werden Sie deswegen Ihren Filterprototyp auf einen 8 Bit-Mikrocontroller portieren. Implementieren Sie hierzu zunächst eine C-Bibliothek, die die Festkommaoperationen kapselt. Die Wahl eines geeigneten Q-Formats ist Ihnen überlassen.

5. *Filter für die Massenproduktion*: Verwenden Sie nun Ihre Festkommabibliothek, um das Filter, den Ringpuffer und den Sensor-Stub auf einen 8 Bit-Mikrocontroller zu portieren. Weisen Sie die Korrektheit der portierten Implementierung nach und konfigurieren Sie hierzu Astrée entsprechend. Die dafür notwendigen Informationen können Sie sich, wie in der Tafelübung beschrieben, mit Hilfe des `avr-gcc` beschaffen. Auch hier dürfen Sie wieder Gleitkommazahlen für die Berechnung der eingeschwungenen Filterparameter verwenden.

*Hinweise*

- Bearbeitung: Gruppe mit je zwei bis drei Teilnehmern.
- Abgabezeit: 10.07.2014
- Fragen bitte an [i4ezs@lists.informatik.uni-erlangen.de](mailto:i4ezs@lists.informatik.uni-erlangen.de)