



Projekt-Labor: Automatisierungssysteme

SS2021

vorgelegt von

Emile Schons 903606

EDV.Nr.:123 456

dem Fachbereich VII – Elektrotechnik –
der Beuth Hochschule für Technik Berlin vorgelegte Projektarbeit
zum Abschliessen des Projekt-Labors
Master of Engineering (M.Eng.)
im Studiengang
Elektronik und Kommunikationssysteme

Tag der Abgabe 20. August 2021

Gutachter

Gutachter1 Beuth Hochschule für Technik

Inhaltsverzeichnis

1	Introduction	3
1.1	why Kalman, why EKF????	3
2	Implementation	5
2.1	Hardware Setup for validation	5
2.2	EKF Implementation	5
2.2.1	Definition Mathematics Equations	5
2.3	Kalman-SOC	6
3	Validation	7
A	Angehängtes: Die Dateien des Pakets	9
	Literatur- und Quellenverzeichnis	11

Abbildungsverzeichnis

Kapitel 1

Introduction

(4d) (mostly offline)

1.1 why Kalman, why EKF????

Kapitel 2

Implementation

2.1 Hardware Setup for validation

2.2 EKF Implementation

date: (4d)

2.2.1 Definition Mathematics Equations

TODO Make a diagram where you can see the input output and steps

Most general form of state observer equations:

$$x_{k+1} = Ax_k + Bu_k \text{ (state observer equation)}$$

$$y_k = Cx_k + Du_k \text{ (output equation)}$$

$u_k \equiv i_k$ a control vector (input), defined as the measurement of current through the battery at time k .

$y_k \equiv v_k$ an observation (or measurement), defined as a voltage measurement of the battery at time k .

$$A = I \text{ identity matrix f.i } I_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{\Delta t}{Q_C} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ is the control-input model, deduced from } f(x_k, i_k, \Delta t) = x_k - \frac{1}{Q_C} \int_0^{\Delta t} i_k dk$$

Most general form of Kalman Filter equations:

$$x_{k+1} = f(x_k, u_k) + w_k \text{ (State Space equation)}$$

$$z_k = h(x_k) + v_k \text{ (Output equation)}$$

$$\hat{x}_{k+1} = (A - BK) \hat{x}_k + L(y_k - \hat{y}_k) \text{ (here } u_k \text{ seems missing)}$$

Predicted variables \hat{y}_k and \hat{x}_k are commonly denoted by a "hat" to distinguish them from y_k and $x(k)$ of the physical system. As the state of charge (SOC) denoted as $\hat{x}_k = SOC_k$ cannot be measured directly it is always a predicted variable, opposed to $y(k)$, which is the measured circuit voltage. Consequently $\hat{y}_k = v_k$ is the predicted circuit voltage also known as measurable output:

$$\hat{y}_k = (C - DK) \hat{x}_k$$

Input to the extend kalman filter (EKF) is current and voltage measurement and the period of time between these measurements. The initialization of the EKF outputs the initial estimate state of charge $x_{k|k=0}$ another input to the EKF.

System's dynamic model

The $f()$ function is defined as the $f(\mathbf{x}_k, \mathbf{i}_k, t) = \mathbf{x}_k - \frac{1}{Q_C} \int_0^t \mathbf{i}_k dk$, thus current measurement i_k . The $h(\mathbf{x}_k)$ function is defined as the OCV lookup table. A general OCV lookup table for the battery chemistry can be used or for better results a specific OCV lookup established by offline measurements for the given battery should be used. To further improve the OCV prediction a correction of it can be performed by a equivalent circuit model (ECM) of the battery feeded by the current measurement used to predict the SOC: $v_k = D \text{OCV}(z_k) + Cx_k + Di_k$ with $C = [0, -R_1, -R_2, \dots, M]$ and $D = R_0$

-Measurement equation, input (measured voltage, OCV lookup table, current if the correction with a Enhanced Self-Correcting (ESC) Cell Model /ECM) -> output SOC) equation should be use standard letters: filterpy, wikipedia, gregoryPlett, Step by Step Guide

2.3 Kalman-SOC

A Fork of Okra-Solar Algorithm.

Features:

-Works without the input of a Equivalent Circuit Model (ECM) specific to the physical battery, which would need to be parameterized doing advanced measurements during charging and discharging of the battery.

-Inputs: Current and Voltage Measurements and OCV Lookup Table

-Outputs: SOC in %Wh

TODO Discuss the Code Snippets? But Some Code in Appendix or reference Github Repo only?

Kapitel 3

Validation

Integrated matplotlib inline with pythontex
Discuss results. (4d)

Anhang A

Angehängtes: Die Dateien des Pakets

Stylefile

Die Styledatei für diese Abschlussarbeit ist `bhtThesis.sty`, die in der Archivdatei vorliegt. Diese muss von \LaTeX auffindbar sein, muss also in einem \LaTeX bekannten Ordner liegen:

- Ubuntu-Linux: `$HOME/texmf/tex/latex/bhtThesis/bhtThesis.sty`
- MikTeX: `c:\localtexmf\tex\latex\bhtThesis\bhtThesis.sty`

Beispieldokument

Dieses Dokument befindet sich im Unterordner `tryout` des zip-files. Sie können diese Dateien in einen Ordner kopieren, in dem Sie schliesslich arbeiten werden. Die Dateien sind die folgenden

- `abstract_de.tex` Kurzfassung in deutscher Sprache
 - `abstract_en.tex` Kurzfassung in englischer Sprache
 - `anhang.tex` der Anhang
 - `bhtThesis.bib` beinhaltet die zu zitierenden Literaturstellen und wird von $\text{bib}\text{\TeX}$ ausgewertet
 - `main.pdf` ist die Ausgabendatei mit der Druckvorlage
 - `main.tex` beinhaltet das Hauptdokument
 - `makefile` realisiert das automatische mehrfache Übersetzen, hierfür muss `make` auf dem System installiert sein.
 - `myapalike.bst` beinhaltet die Formatierung für das Literaturverzeichnis
 - `personalMacros.tex` kann einzelne, persönliche Macros beinhalten, die das Schreiben erleichtern
 - `titelseiten.tex` realisiert alle Seiten bis zum Beginn des ersten Abschnittes
 - Ordner `pictures`
 - `BHT-Logo-Basis.eps`
 - `BHT-Logo-Basis.pdf`
 - Ordner `kapitel1`
 - `ch1.tex` Quelltext des Kapitel 1
-

- Ordner `pictures`
 - * `schaltbild.pdf`
- Ordner `kapitel2`
 - `ch2.tex` Quelltext des Kapitel 2
 - Ordner `pictures`
 - * `leer`

Literaturverzeichnis