

Masterarbeit:

Zustandsrekonstruktion mit wenigen Messungen durch Kombination von Kalman-Filterung und Compressive-Sensing

Das Ziel der Arbeit ist

die verbesserte Signalrekonstruktion bei wenigen Messungen durch Kombination von Kalman-Filterung und Compressive-Sensing.

Wenn ein Signal dünnbesetzt ist, kann man Compressive-Sensing (CS) anwenden, um das Signal durch weniger Messungen zu rekonstruieren, als nach dem Nyquist-Shannon-Theorem gefordert sind. CS ist jedoch nicht für nicht-dünnbesetzte Signale geeignet. Daher muss man ein neues Verfahren aufstellen, um CS anwenden zu können. Mögliche Maßnahmen sind:

1. Betrachtung der Änderung des Signals anstatt des Signals selbst. Wenn die Änderung des Signals dünnbesetzt ist, kann man CS anwenden, um die Änderung der Koeffizienten zu schätzen. Im Vergleich zur Forderung dünnbesetzter Signale ist dies eine schwächere Forderung. Insbesondere bei kleinem zeitlichen Abtastintervall kann sie erfüllt werden.
2. Reduktion der Dimension des zu rekonstruierenden Signals. Eine bestimmte Anzahl von Sensoren wird eingesetzt und für jeden Zeitschritt werden einige Sensoren zufällig aktiviert. Auf diese Weise wird CS nicht auf das ganze Signal, sondern auf alle möglichen Sensorenstellen angewendet. Dadurch kann die Dimension deutlich verringert werden, wodurch die Dünnbesetztheit des Signals erhöht wird.
3. Kombination von CS mit einem Systemmodell (Kalman-Filter). Das rekonstruierte Signal aus CS kann als Pseudo-Messungen in einem Kalman-Filter eingesetzt werden. Gleichzeitig werden die Messunsicherheiten dynamisch bestimmt: Bei den realen Messungen (Messungen aus Sensoren) werden niedrige Messunsicherheiten und bei den Pseudo-Messungen (rekonstruierten Werten aus CS) hohe Messunsicherheiten eingestellt.
4. Sparse Coding Representation (SCR). Mithilfe maschinellen Lernens werden Basisfunktionen, mit denen das Signal dünnbesetzt dargestellt werden kann, gesucht.

Da im obigen Prozess nur die Änderung des Signals geschätzt wird, führt dies zu einer kontinuierlichen Akkumulation von Fehlern. Daher sind einige Methoden erforderlich, um den akkumulierten Fehler zu reduzieren, z.B.

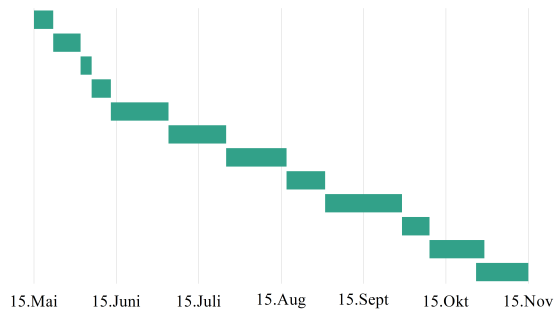
1. Die Basiskoeffizienten des vom Kalman-Filter geschätzten Signals werden im nächsten Zeitschritt für das CS-Verfahren verwendet.
2. Die Prädiktion des Kalman-Filters wird zur Berechnung der Änderung der Koeffizienten genutzt.

Darüber hinaus kann man das CS-Verfahren in jedem Zeitschritt iterativ durchführen. D.h. man berechnet die Änderung der Koeffizienten iterativ, bis eine Endbedingung erreicht ist.

Aufgaben:

- Literaturüberblick über verwandte Ansätze zur Zustandsschätzung
- Erstellen von Testumgebung (Temperaturverteilung)
 - Modalanalyse
 - Finite-Differenzen-Methode
- Grundlagen für Kalman-Filter und Compressive Sensing
- Kalman-Filtered Compressive Sensing
 - zufällige Messungen + Kalman-Filter
 - dünnbesetzte Änderung
 - Dimensionsreduktion
 - Sparse Coding Representation
 - Integration von KF und CS
 - Iteratives Verfahren
- Abschluss
 - Präsentation
 - Verfassen der Masterarbeit

AUFGABEN	Start	Ende	Dauer
Literaturrecherche	15.05	22.05	7
Temperaturverteilung	23.05	03.06	10
Kalman-Filter	04.06	08.06	4
Compressive Sensing	09.06	16.06	7
zufällige Messungen + KF	17.05	07.07	21
sparse Änderung	08.06	29.07	21
Dimension Reduktion	30.06	22.08	21
Sparse Coding Representation	23.07	06.09	14
Integration KF & CS	07.08	04.09	28
iteratives Verfahren	05.09	12.09	7
Präsentationsvorbereitung	13.10	27.09	14
Masterarbeit schreiben	28.10	13.11	14

**Bearbeiter:** B.Sc. Zhao, Haibin**Matrikelnummer:** 2247796**Betr. Mitarbeiter:** Dr.-Ing. Benjamin Noack, M.Sc. Christopher Funk**Referent:** Prof. Dr.-Ing. Uwe D. Hanebeck**Beginn:** 15. Mai 2020**Zwischenvortrag:** ≈15. August 2020**Abgabe:** 15. November 2020

Karlsruhe, den 15. August 2020

Zhao, Haibin

Benjamin Noack, Christopher Funk

Uwe D. Hanebeck