

Bachelorarbeit
Niels Fliedner

**Entwicklung eines Verfahrens zur korrelativen
Vermessung industrieller Funkkanäle mit schneller
Zeitvarianz**

Kurzfassung

Der Fortschritt der vierten industriellen Revolution, genannt Industrie 4.0, und der damit einhergehende Bedarf an drahtloser Kommunikation in industriellen Umgebungen erfordert die Entwicklung neuer, leistungsfähiger Funksysteme. Diese Entwicklung benötigt Messdaten zur Evaluation industrieller Funkkanäle in Bezug auf zeit- und frequenzvariantes Verhalten. Aktuelle Messsysteme sind meist sehr teuer, wenig flexibel und je nach Messmethode nicht in der Lage, schnelle Zeitvarianzen unterhalb von 1 ms zu erfassen. Gerade diese schnelle Zeitvarianz ist jedoch eine Größe, gegenüber der neuartige Funksysteme robust sein müssen, um die Anforderungen von Industrie 4.0 zu erfüllen. Daher steigt der Bedarf an flexiblen und kostengünstigen Messmethoden zur Erfassung schneller Zeitvarianz.

In dieser Bachelorarbeit wird ein Messsystem auf Basis von *Software Defined Radios* und GNU Radio zur korrelativen Vermessung industrieller Funkkanäle mit Frank-Zadoff-Chu-Sequenzen entworfen, implementiert und getestet. Gegenüber den in korrelativen Funkkanalvermessungen fast ausschließlich eingesetzten *Maximum Length Sequences* bieten Frank-Zadoff-Chu-Sequenzen einige Vorteile, die in dieser Arbeit anhand eines mathematischen Modells erläutert werden. Der Einsatz kompakter *Software Defined Radios* erlaubt flexible Messaufbauten in industriellen Umgebungen. Da die Software-Plattform auf GNU Radio basiert, ist sie lizenzfrei und quelloffen, was sie einerseits attraktiv für Forschung und Entwicklung macht, und andererseits durch Community-basierte aktive Weiterentwicklung zukunftsfähig bleibt. Im Vergleich erreicht ein nicht optimiertes Messsystem bereits eine Steigerung der Messgeschwindigkeit um den Faktor 225 gegenüber einem herkömmlichen Netzwerkanalysator. Die Funktion des implementierten Messsystems wird anhand zweier Szenarien getestet, und die Messergebnisse werden diskutiert. Abschließend wird ein Ausblick auf die Weiterentwicklung und Skalierung des in dieser Arbeit entworfenen Messsystems gegeben. Die Anwendung des vorgestellten Messsystems soll Forschern und Entwicklern die Möglichkeit geben, industrielle Funkkanäle mit schneller Zeitvarianz auf Basis einer kostengünstigen und flexiblen Plattform zu vermessen. Mit den aus diesen Messungen gewonnenen Erkenntnissen lassen sich leistungsfähige Funksysteme für aktuelle und zukünftige Anwendungen in herausfordernden industriellen Umgebungen entwickeln.

Abstract

Advancements in the current fourth industrial revolution — referred to as Industry 4.0 — demands development of new capable wireless communication systems due to increasing use of said systems in industrial applications. This development requires measurement data to evaluate industrial radio channels with regard to time and frequency variant behavior. Current measurement systems are mostly rather expensive, lack flexibility and, depending on the measurement method, not capable of acquiring

fast time variant channel behavior under 1 ms. However, this fast time variant channel behavior in particular demands new wireless communication systems to match Industry 4.0 requirements. Therefore, the demand for flexible and cost-effective measurement methods addressing fast time variant channels is increasing.

This Bachelor's thesis presents design, implementation and assessment of a Software-Defined Radio and GNU Radio based measurement system addressing industrial radio channels, using Frank Zadoff Chu sequences for correlative measurements. Said Frank Zadoff Chu sequences offer advantages compared to the almost exclusively used maximum length sequences in correlative radio channel measurements. These advantages are explained in this thesis using a mathematical model. Using compact software defined radios allows flexible measurement setups in industrial environments. Also, with the software platform based on GNU Radio, it is license free and open source. This makes said software platform appealing to research and development, and offers sustainability through active community-based development. In comparison to a conventional network analyzer, a non-optimized measurement system shows an increase in the measurement speed by a factor of 225. The functionality of the implemented measurement system is tested with two scenarios, and results are discussed afterwards. Finally, a look towards future development and scaling of the proposed measurement system is given. Application of the proposed measurement system shall give researchers and developers the opportunity to measure fast time variant industrial radio channels, based on a cost-effective and flexible platform. Insights taken from these measurements allow the development of high-performance communication systems, addressing current and future applications in challenging industrial environments.

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Uwe Meier

2. Prüfer: M. Sc. Dimitri Block