

Thema für Diplomarbeit

Optimale Ressourcenzuweisung für Regelungsapplikationen in drahtlosen Funksystemen

Der Begriff „Industrie 4.0“ ist aktuell in aller Munde. Es geht dabei um eine allzeit vernetzte Fabrik, wo alles mit allem *in Echtzeit* miteinander kommunizieren kann. Dadurch werden Anwendungen möglich, die mit der heutigen Infrastruktur noch nicht möglich sind. In dieser Diplomarbeit geht es um die Realisierung von geschlossenen Regelkreisen per Funk. Das ist eine große Herausforderung, da Funksysteme Größenordnungen schlechter sind bzgl. Zuverlässigkeit und zudem ein *Shared Medium* haben, d.h. alle Ressourcen im Netzwerk müssen zwischen den Teilnehmern geteilt werden, sodass es zu Interferenzen kommen kann. Wenn Pakete in einem Regelkreis verloren gehen, kann die Anwendung instabil werden und großen Schaden verursachen, vielleicht sogar die menschliche Gesundheit gefährden. Daher muss der Funklink sehr zuverlässig dimensioniert werden.

Der Standard-Ansatz, um *Industrie 4.0* umzusetzen, wird unter dem Überbegriff *Ultra-Reliable Low-Latency Communications* (URLLC) zusammengefasst. Es handelt sich dabei um ein Forschungsfeld der Mobilien Nachrichtensysteme, das hochzuverlässigen, niedriglatenten Funk gewährleisten soll. Allerdings wird dabei häufig die Skalierbarkeit vernachlässigt, d.h., es werden so viele drahtlose Ressourcen für eine einzelne Verbindung benötigt, dass keine weiteren Applikationen daneben existieren können.

Deswegen wurde am Vodafone Lehrstuhl ein Ressourcenallokationsschema für drahtlose Funksysteme entwickelt, das *State-Aware Resource Allocation* (SARA) getauft wurde. Dieses Schema nutzt aus, dass es meistens nicht fatal ist, wenn ein einziges Paket verloren geht, d.h., die Regelungsapplikation besitzt inherent eine Toleranz gegen aufeinanderfolgende Paketfehler, wobei K von der Regelungsstrecke (ihrer Bandbreite), dem Regler, der geforderten Regelgüte und der Samplingrate abhängt. In SARA werden abhängig vom Erfolg der Pakete, die in der kürzesten Vergangenheit übertragen wurden, Ressourcen zugewiesen – wenige, wenn die letzten Übertragungen erfolgreich waren, viele, wenn die letzten Pakete verloren gegangen sind (und die Anwendung kurz davor ist zu versagen). Es lässt sich sehr gut zeigen, wie die Ressourcennutzung dadurch erheblich reduziert werden kann. Allerdings ist die optimale Ressourcenzuweisung bisher unbeantwortet. Als Beispiel: Wenn $K = 3$, hat es dann mehr Sinn, die Ressourcen von $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ zu erhöhen oder ist $1 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 4$ besser? Für kleine K -Werte sind diese Optimierungen noch gut von Hand lösbar, aber für Werte $K > 5$ ist dies nicht mehr möglich.

Im Detail beschäftigt sich diese Diplomarbeit mit folgenden Aufgabenteilen (grober Fahrplan):

- (1) Modellierung einer Regelungsapplikation in MATLAB oder Simulink, sodass dort Simulationen durchgeführt werden können und eine theoretische Grundlage existiert.
- (2) Ganz abstrakt gilt es zu untersuchen, welche Arten von Einschränkungen (z.B. Latenz, Zuverlässigkeit) auftreten können und inwiefern sie die Applikation beeinflussen. Dabei geht es ganz zentral um zeitliche Paketverlustkorrelation.
- (3) Abhängig von einem definierten Optimierungsziel ist ein Verfahren zu entwickeln, das „das beste“ SARA Ressourcenallokationsschema auswählt.

Während (1) und (2) eher zu den „vorgegebenen“ Aufgaben zählen, ist (3) eine Aufgabe zur kreativen Problemlösung. Ein Ziel könnte beispielsweise sein, die durchschnittlichen Ressourcen pro betrachteter Regelungsinstanz zu minimieren. Es könnte auch sein, die durchschnittliche Dauer bis zu einem Fehler zu maximieren, wenn die Systemressourcen gegeben sind.

Kontaktinformationen bei Interesse an dem Thema:

Lucas Scheuvs, lucas.scheuvs@tu-dresden.de, Tel.: 0351/463 41046, [Vodafone-Chair-Link](#)