

**Hans Weibel**

Büro: TW 219

Telefon: 058 / 934 75 52

E-Mail: [hans.weibel@zhaw.ch](mailto:hans.weibel@zhaw.ch)

WWW: <http://www.zhaw.ch/~wlan/>

## **PA14\_wlan\_1: Projektarbeit im Fachgebiet Kommunikation**

# **Performance-Evaluation Ethernet für Echtzeit-Datenerfassung**

Bearbeitung durch: Mauro Guadagnini und Prosper Sebastian Leibundgut

Betreuung durch: Prof. Hans Weibel

Partner: Institute of Embedded Systems der ZHAW

Ausgabe: Montag, 15. September 2014 / Abgabe: 19. Dezember 2014

### **1 Ausgangslage**

In Anlagen für die Automatisierung der elektrischen Energieversorgung hat sich Ethernet gut etabliert. Ein Anwendungsfeld ist jedoch noch mit Unsicherheiten behaftet: der Prozessbus von Unterstationen. Bei dieser Anwendung werden extrem viele Messdaten erfasst und übertragen. Gleichzeitig soll das Netzwerk Steuerbefehle (z.B. für Notabschaltung) mit sehr geringer Verzögerung übertragen können.

Um höchste Verfügbarkeit zu garantieren wird das Ethernet in einer Ringtopologie betrieben. Das Redundanzverfahren heisst HSR (High-availability Seamless Redundancy) und arbeitet verlustfrei, d.h. es übersteht den Ausfall einer Komponente oder eines Links, ohne dass Frames verloren gehen.

Es gibt verschiedene Ansätze, die Verzögerung kritischer Frames zu garantieren.

- a) Die Erhöhung der Datenrate (in diesem Fall von 100 MBit/s auf 1 GBit/s) ist naheliegend. Damit kann das Problem aber nicht prinzipiell gelöst, sondern lediglich auf ein anderes Niveau verschoben werden. Diesen "Brute Force"-Ansatz möchte man wegen den damit verbundenen sehr viel höheren Anforderungen an die Hardware wenn möglich vermeiden und stattdessen lieber einen effizienten Algorithmus verwenden.
- b) Wenn es um sehr zeitsensitive Anwendungen geht, hat Ethernet generell das Problem, dass ein langes Frame, dessen Aussendung schon begonnen hat, die Aussendung eines hoch priorisierten Frames verzögert. Das Zeitverhalten könnte mit einem Pre-Emption-Mechanismus verzögert werden, welcher es erlaubt, das Versenden eines langen Frames zu unterbrechen und später wieder aufzunehmen. In der Standardisierung gibt es Bestrebungen, einen solchen Mechanismus einzuführen.
- c) Durch ein zeitgesteuertes Scheduling kann man Zeitfenster für kritische Kommunikation reservieren und somit Verzögerungszeiten garantieren.

## **2 Aufgabenstellung**

In der Arbeit soll untersucht werden, welchen Effekt die zur Diskussion stehenden Massnahmen für einen konkreten Anwendungsfall bringen. Das umfasst folgende Tätigkeiten:

### **2.1 Modell für HSR-Knoten erweitern**

Das betrachtete Netzwerk ist ein HSR-Ring. Die bestehende Simulationsumgebung soll so erweitert bzw. angepasst werden, dass folgende Funktionen/Mechanismen simuliert werden können:

- a) Der Knoten soll zwei Prioritäten unterstützen, d.h. zwei Warteschlangen pro Interface bewirtschaften.
- b) Der Knoten soll Interspersing Express Traffic (IET) unterstützen, d.h. Express Frames können die aktuell ablaufende Übertragung eines Frames unterbrechen.
- c) Der in den Ring einfließende Traffic kann limitiert werden.
- d) Die Vortrittsregeln bezüglich der im Ring zirkulierenden Frames und den Frames, die in den Ring einfließen, können variiert werden (z.B. „zirkulierende Frames haben immer Vortritt“ oder „minimaler Zufluss wird garantiert“).
- e) Der Knoten implementiert ein Zeitschlitzverfahren, welches dem zeitkritischen Traffic und dem Bulk Traffic je eine Phase zuordnet.

### **2.2 Lastmodell beschreiben und implementieren**

Das durch die Anwendung generierte Verkehrsaufkommen ist zu studieren und zu beschreiben. Lastgeneratoren sollen implementiert werden, die das Verkehrsauf-

kommen für die Simulation generieren durch die Überlagerung von Strömen mit folgender Charakteristik:

- a) konstante Framerate
- b) zufällige zeitliche Verteilung der Frames
- c) spontane Einzelmeldungen

### **2.3 Simulationen durchführen und Resultate interpretieren**

Das Zeitverhalten der verschiedenen Weiterleitungsvarianten soll durch entsprechende Simulationsläufe ermittelt werden. Die Resultate sind zu vergleichen und zu interpretieren.

## **3 Ziele**

- **Es liegt eine lauffähige und ausreichend dokumentierte Simulationsumgebung vor, welche**
  - **die verschiedenen Weiterleitungsvarianten implementiert,**
  - **Traffic unterschiedlicher Charakteristik generieren kann,**
  - **die Laufzeit der einzelnen Frames misst und geeignet visualisiert.**
- **Das zeitliche Verhalten einiger Konfigurationen ist für verschiedene Lastprofile simuliert. Die Resultate sind visualisiert, interpretiert und kommentiert.**