

Thomas Göres, Thorsten Lang und Hans-Heinrich Harms

Datenkompressionsmethoden für Telematikanwendungen bei mobilen Maschinen

Mobilen Maschinen werden zunehmend in Telematiksysteme eingebunden. Dadurch wird der drahtlose Informationsaustausch von und zur Maschine ermöglicht und es ergeben sich zahlreiche neue Möglichkeiten z. B. zur Prozessüberwachung oder zur automatisierten Dokumentation. Da für die drahtlose Kommunikation der Maschine über die Mobilfunknetze, insbesondere in ländlichen Gebieten, oft nur begrenzte Bandbreiten zur Datenübertragung zur Verfügung stehen, wurden am ILF für diesen Anwendungsfall verschiedene Datenkompressionsverfahren entwickelt und erprobt. Damit können die Daten auf der Maschine, vor der Kommunikation, maßgeblich komprimiert werden, ohne dass wesentliche Teile der ursprünglichen Information verloren gehen.

Schlüsselwörter

Datenkompression, Telematik, Relevanzkriterien, Speicherplatzbedarf

Keywords

Data compression, telematics, relevance criteria, storage space

Abstract

Göres, Thomas; Lang, Thorsten; Harms, Hans-Heinrich

Methods for data compression in telematics applications on mobile machines

Landtechnik 64(2009), no. 1, pp. 40-42, 3 figures, 1 reference

Nowadays self propelled agricultural machines get more and more often integrated in telematics systems. So a wireless exchange of information with a central database or other machines that are involved in the actual working process is enabled. To reduce the amount of data that has to be transferred, suitable compression methods had to be developed because especially in rural areas, where the operation of agricultural machines usually takes place, the infrastructure for wireless communication is often not that powerful and still very expensive as well. The compression results that can be achieved with the developed algorithms show that in most cases savings from more than 90 % can be realised without losing significant information from the original data.

Am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik (ILF) der Technischen Universität Braunschweig laufen zurzeit Forschungen zur Entwicklung eines Datenmanagementsystems für den Teleservice bei mobilen Arbeitsmaschinen. Diese Forschungsarbeiten finden im Rahmen eines so genannten Verbundforschungsprojektes statt, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziell unterstützt wird und bei dem die Firmen Claas, Grimme und Eck*cellent IT als Industriepartner beteiligt sind.

Zielsetzung

Verschiedene mobile Maschinen (wie z. B. Landmaschinen)

können dabei über eine Internetverbindung mit einem zentralen Backend-Server Daten austauschen. Auf diesen Backend-Server können wiederum verschiedene Beteiligte (wie z. B. der Maschinenbetreiber, der Instandhalter oder der Hersteller) per Internet zugreifen. Es handelt sich also um ein Telematiksystem, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass mehrere Rechner mit Hilfe eines Kommunikationssystems vernetzt und so zu einem Rechnersystem zusammengefasst sind.

Als Bestandteil dieses Datenmanagementsystems werden am ILF Methoden entwickelt, die es ermöglichen, das Datenaufkommen auf der Maschine vor der Kommunikation zu reduzieren, ohne dabei wichtige Informationen zu verlieren. Die

Notwendigkeit hierfür ist gegeben, da die Kommunikation auf Grund des mobilen Einsatzes der Maschinen nur über drahtlose Medien (meist über die Mobilfunknetze) erfolgen kann, die bisweilen, zumindest in den ländlichen Regionen, über eher kleine nutzbare Bandbreiten verfügen und zudem noch relativ teuer sind.

Grundlagen zur Datenkompression

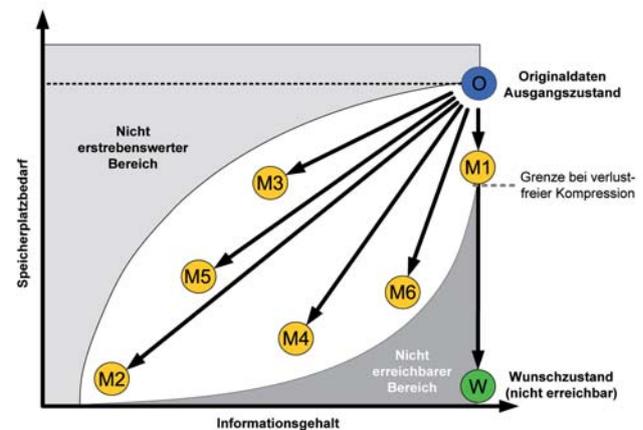
Datenkompression (auch Datenkomprimierung) ist definiert als die Veränderung der digitalen Darstellungsform einer gegebenen Datenmenge mit dem Ziel der Verringerung des Bedarfs an Speicherplatz und/oder der Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit. Darüber hinaus ist die Datenkompressionsrate definiert als der Quotient aus der Größe der ursprünglichen Datenmenge und der Größe der komprimierten Datenmenge [1]. Die Datenkompressionsrate wird also umso größer, je stärker die Datenmenge komprimiert wird. Falls sich durch ein ungünstig gewähltes Kompressionsverfahren die Datenmenge im Zuge der Kompression vergrößert, sind auch Datenkompressionsraten kleiner als eins möglich. Die eingesparte Datenmenge wird häufig als Kompressionsgewinn bezeichnet. Wird die Größe dieser, durch die Kompression eingesparten Datenmenge, ins Verhältnis zur Größe der ursprünglichen Datenmenge gesetzt und mit 100 multipliziert, so ergibt sich ein prozentualer Wert für die Einsparung.

Bei der Datenkompression kann grundsätzlich zwischen zwei verschiedenen Arten, der verlustfreien und der verlustbehafteten Kompression unterschieden werden.

Die verlustfreien Methoden zur Datenkompression zeichnen sich dadurch aus, dass sich alle Informationen der Ausgangsdaten aus dem Kompressionsergebnis fehlerfrei rekonstruieren lassen. Bei der verlustfreien Kompression werden also nur Redundanzen eliminiert, die in einer gegebenen Datenmenge stecken. In dieser Tatsache liegt jedoch auch der Grund dafür, dass der erzielbare Kompressionsgewinn bei den verlustfreien Methoden begrenzt ist. Diese Art der Kompression findet insbesondere dort Anwendung, wo ein Informationsverlust nicht tolerierbar ist, also z. B. bei der Übertragung von Buchungsdaten im Bankbereich oder generell bei der Kompression von Textdaten.

Bei verlustbehafteten Datenkompressionsmethoden ist eine fehlerfreie Rekonstruktion der Ausgangsdaten nicht mehr möglich. Das liegt daran, dass bei den verlustbehafteten Methoden, neben den in der Ausgangsdatenmenge enthaltenen Redundanzen, auch Irrelevanzen eliminiert werden. Im Gegensatz zur verlustfreien Kompression ist bei der verlustbehafteten Kompression der erreichbare Kompressionsgewinn nicht begrenzt, allerdings sind hohe Kompressionsraten und damit hohe Kompressionsgewinne nur auf Kosten des Informationsgehaltes zu erzielen. **Bild 1** veranschaulicht den Vergleich zwischen Ausgangsdaten und Kompressionsergebnis in Bezug auf Informationsgehalt und Speicherplatzbedarf für verschiedene Kompressionsmethoden und zeigt zudem die prinzipiellen Grenzen von Datenkompressionsmethoden

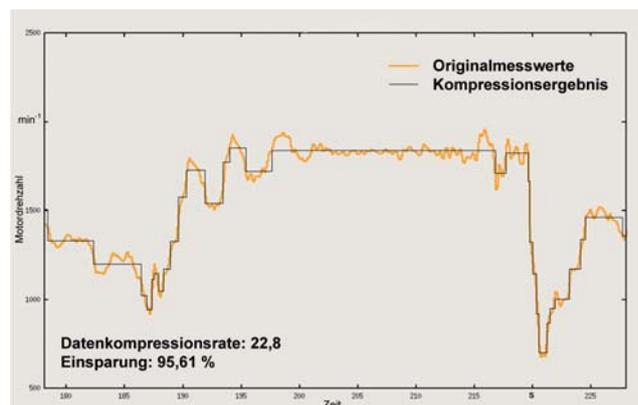
Bild 1



Qualitativer Vergleich verschiedener Kompressionsmethoden

Fig. 1: Qualitative comparison of different compression methods

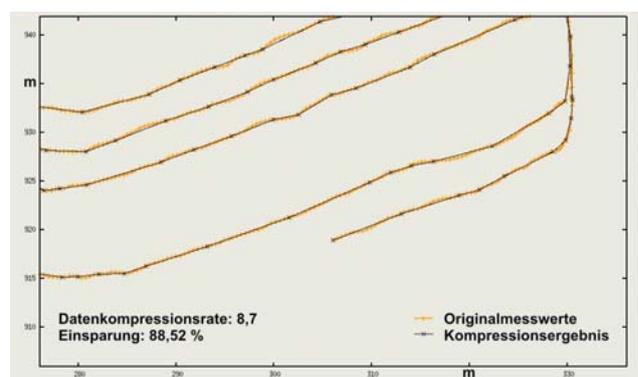
Bild 2



Kompression von Motordrehzahlzeiten eines Traktors im Feldeinsatz

Fig. 2: Compression of engine speed data of a tractor

Bild 3



Kompression von Positionsdaten eines Traktors im Feldeinsatz

Fig. 3: Compression of position data of a tractor while working in the field

auf. Ein sehr bekanntes Verfahren für verlustbehaftete Datenkompression ist die Umwandlung von Audiodaten in das MP3-Format. Bei der Kompression werden dabei aus der ursprünglichen Datenmenge die Anteile herausgefiltert, die vom menschlichen Ohr ohnehin nicht wahrgenommen werden können, also irrelevant für den menschlichen Hörer sind.

Zwei Anwendungsbeispiele

Am ILF wurden verschiedene Datenkompressionsmethoden entwickelt und in praktischen Versuchen an einem Versuchstraktor im Feldeinsatz erprobt. An zwei Beispielen sollen die Funktionsweisen dieser Methoden erläutert werden. Eine erste Methode ermöglicht die Kompression von Messgrößen, die sich über die Zeit hinweg dynamisch verändern können. Diese Methode wurde beispielhaft auf die Motordrehzahl des Versuchstraktors angewendet. **Bild 2** zeigt einen Ausschnitt aus dem dabei gemessenen originalen Signalverlauf und dem zugehörigen Kompressionsergebnis. Es handelt sich hierbei um eine verlustbehaftete Kompression, also um die Reduzierung von Irrelevanzen aus der Eingangsdatenmenge.

Um Irrelevanzen rechnergestützt zu eliminieren, müssen zunächst mathematisch eindeutige Kriterien für die Irrelevanz bzw. die Relevanz gefunden werden, um diese anschließend in einem Algorithmus hinterlegen zu können. Für die Kompression einer zeitlich veränderlichen Messgröße, wie z. B. der Motordrehzahl, hat sich in Vorversuchen die Mindestabweichung des ursprünglichen Signalverlaufs vom aktuell neu errechneten Mittelwert als geeignetes Relevanzkriterium erwiesen. D. h. die aktuell einlaufenden Messwerte werden so lange gemittelt, bis der neu berechnete Mittelwert an einer Stelle mindestens um ein zuvor definiertes Maß vom Verlauf der Messgröße abweicht. Tritt dieser Fall ein, liegt eine relevante Information vor und der vorherige Mittelwert wird zu dem Zeitpunkt abgespeichert, an dem die Mittelung begonnen hat. Anschließend beginnt die Mittelwertberechnung zum aktuellen Zeitpunkt mit dem aktuellen Messwert von neuem.

Als weiteres Beispiel wurde eine Methode entwickelt, die der Kompression von Positionsinformationen dient, die vom GPS-Empfänger des Versuchstraktors während eines Feldeinsatzes ermittelt wurden. Auch hier soll das Kompressionsergebnis nur noch relevante Informationen enthalten. Die dazu nötigen Relevanzkriterien sind jedoch vielfältiger als beim ersten Beispiel. **Bild 3** zeigt das Ergebnis der Positionsdatenkompression.

Neu hinzukommende Positionen werden dabei so lange außer Acht gelassen, bis das Weglassen eines Positionswertes zu einer zu großen Abweichung des Kompressionsergebnisses von den Originalmesswerten führen würde. Das Kompressionsergebnis ist die lineare Verbindung von allen aufeinander folgend, als relevant eingestuften Positionswerten. Als Relevanzkriterien werden dem Algorithmus eine maximal zulässige Querabweichung, eine maximal zulässige Richtungsänderung sowie eine maximal zulässige Längsabweichung vorgegeben. Außerdem werden aufeinander folgende Punkte,

die nicht einen definierten Mindestabstand zueinander haben, als irrelevant eingestuft und verworfen. Dadurch werden aufeinander folgende Positionswerte nicht mehrfach aufgezeichnet, die beim Verharren der Maschine auf einer Stelle aufgezeichnet werden.

Beide vorgestellten Methoden kommen ohne die Zwischenspeicherung von ganzen Messwertfolgen aus und beanspruchen deswegen nur sehr wenig Speicher auf dem mobilen Rechner. Die Daten können in der Reihenfolge verarbeitet werden, wie sie vom CAN-Bus einlaufen. Außerdem ist eine Übertragbarkeit der entwickelten Kompressionsmethoden auf andere Messwerte und auf andere Maschinen möglich. Durch die Konfigurierbarkeit kann das Kompressionsergebnis durch Variation der Parameter sehr leicht an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. So ist z. B. während der Straßenfahrt eine höhere Kompressionsrate und im Feldbetrieb eine höhere Genauigkeit bei der Kompression der Positionsinformationen einstellbar.

Zusammenfassung

Es konnte gezeigt werden, dass durch die Verwendung von geeigneten Datenkompressionsverfahren bei Telematikanwendungen eine Einsparung von z. T. über 90 % bei der zu übertragenden Datenmenge erzielt werden kann, ohne dabei signifikante Informationen zu verlieren. Die entwickelten Kompressionsmethoden sind online-lauffähig und stellen nur sehr geringe Anforderungen an Rechenleistung und Speicherplatz der informationsverarbeitenden Einheit auf der Maschine. Durch Variation von wenigen Parametern kann die Wirkungsweise der Kompressionsmethoden und damit die Qualität des Kompressionsergebnisses beeinflusst werden. Ein Einsatz solcher Methoden ist insbesondere bei Landmaschinen interessant, weil in ländlichen Gebieten die Mobilfunknetze oft die einzige Möglichkeit zur drahtlosen Kommunikation darstellen. Diese Netze verfügen dort oft nur über geringe nutzbare Bandbreiten und die Datenübertragung ist zudem bislang noch sehr teuer. Insgesamt betrachtet stellt die Datenkompression bei Telematikanwendungen einen wichtigen Baustein innerhalb des Datenmanagements dar.

Literatur

Bücher sind mit ● gekennzeichnet

- [1.] ● Brockhaus Naturwissenschaft und Technik, Definition Datenkompression

Autoren

Dipl.-Ing. Thomas Göres ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und **Dr.-Ing. Thorsten Lang** ist akademischer Oberrat am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik (ILF) der TU Braunschweig (Leitung Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. H.-H. Harms), Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig, E-Mail: t.gores@tu-braunschweig.de – <http://www.tu-braunschweig.de/ilf>