ARBEITSBERICHT

SYNCHRONISIERTES MESSEN MITTELS DCF77 UND GPS

Synchronized measurements using DFC77 and GPS

Oliver Punk & Uwe Heuert*

Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften Hochschule Merseburg (FH) Geusaer Straße 88 D-06217 Merseburg
Eingegangen am 10.07.2012; Überarbeitet eingereicht am 11.07.2012; nicht peer-reviewed

Lektorat: Nikola Wiegeler

Abstract

In modern measurement technology now very high sampling rates are required. The synchronization of the recorded signals have to be guaranteed for evaluation, to thereby make a statement about, for example, the phase position of two signals. Conventional this will be implemented by using a common trigger line. In many application scenarios is a wired synchronization of different measuring points impractical or impossible. To ensure a temporal lower bound within the meaning of the real time of a measurement, a combination of different wireless techniques are used. Real-time measurements generally require a well-defined trigger signal which triggers synchronously in different areas of a measurement. The postponement of the runtime of such a signal, this restriction for longer distances of the different measuring points can not be met. Thus it is necessary to compensate the propagation time differences using the location information of the sender and the receiver or to be taken into account in data analysis. The DCF77 and GPS technologies used are explained in the article. Furthermore a possible measurement setup and an implementation is presented. The procedure is outlined on the basis of a measurement sequence and explained.

keywords: DCF77 | GPS | Realtime-Measurement | Webservices

Zusammenfassung

In der modernen Messtechnik werden heutzutage sehr hohe Abtastraten vorausgesetzt. Dabei muss die Synchronisation der aufgenommenen Signale zur Auswertung gewährleistet werden, um somit eine Aussage über zum Beispiel die Phasenlage zweier Signale treffen zu können. Durch die Verwendung einer gemeinsamen Trigger-Leitung wird dies im Üblichen umgesetzt. In vielen Anwendungsszenarien ist eine drahtgebundene Synchronisation von verschiedenen Messstellen nicht praktikabel bzw. unmöglich. Um dennoch eine zeitliche untere Schranke im Sinne der Echtzeit einer Messung zu gewährleisten, kann eine Kombination von verschiedenen Drahtlostechniken verwendet werden. Echtzeitmessungen bedürfen in der Regel eines wohldefinierten Trigger-Signals, welches synchron an verschiedenen Messpunkten eine Messung auslöst. Durch die Verschiebung der Laufzeit eines solchen Signales kann jedoch diese Restriktion bei größeren Entfernungen der verschiedenen Messstellen nicht eingehalten werden. Dadurch ist es notwendig, die Laufzeitunterschiede mit Hilfe der Ortsinformationen von Sender und Empfänger zu kompensieren bzw.

in der Datenauswertung zu berücksichtigen. Die benutzten Technologien DCF77 und GPS werden im Verlauf des Artikels erläutert. Des Weiteren wird ein möglicher Messaufbau gezeigt und bereits erfolgte Implementierungen vorgestellt. Der Ablauf einer Messung wird anhand einer Sequenz skizziert und erläutert.

Schlüsselwörter: DCF77 | GPS | Echtzeitmessung | Webservices

n der modernen Messtechnik werden heutzutage sehr hohe Abtastraten vorausgesetzt. Dabei muss die Synchronisation der aufgenommenen Signale zur Auswertung, beispielsweise der Phasenlage zweier Signale, gewährleistet werden. Durch die Verwendung einer gemeinsamen Trigger-Leitung wird dies im Üblichen umgesetzt. In vielen Anwendungsszenarien ist eine drahtgebundene Synchronisation von verschiedenen Messstellen nicht praktikabel bzw. unmöglich. Um dennoch eine zeitliche untere Schranke im Sinne der Echtzeit einer Messung zu gewährleisten, kann eine Kombination von verschiedenen Drahtlostechniken verwendet werden. Echtzeitmessungen bedürfen in der Regel eines wohldefinierten Trigger-Signals, welches synchron an verschiedenen Messpunkten eine Messung auslöst. Durch die Verschiebung der Laufzeit eines solchen Signales kann jedoch diese Restriktion bei größeren Entfernungen der verschiedenen Messstellen nicht eingehalten werden. Dadurch ist es notwendig, die Laufzeitunterschiede mit Hilfe der Ortsinformationen von Sender und Empfänger zu kompensieren bzw. in der Datenauswertung zu berücksichtigen (Felderhoff et al., 2006). Die Synchronisation kann auf kürzeren Distanzen durch eine eigene Signalquelle erfolgen. Auf großen bis sehr großen Entfernungen ist jedoch die Nutzung vorhandener Signalquellen die bessere Wahl. Als Möglichkeiten sind hier das Zeitsignal des DCF77 Senders bzw. die Nutzung des Zeitstempels in GPS Satellitendaten zu nennen.

AUFBAU

Der systematische Aufbau einer Messanordnung ist in Abbildung 1 gezeigt. Auf der linken Seite ist der DCF77 Langwellen Sender in Mainflingen mit den Geokoordinaten 50° 0′ 56″ Nord, 9° 0′ 39″ Ost dargestellt. Das mit einer Frequenz von 77.5 kHz generierte Signal beinhaltet die Zeitinformation in

^{*}Kontakt: oliver.punkhs-merseburg.de

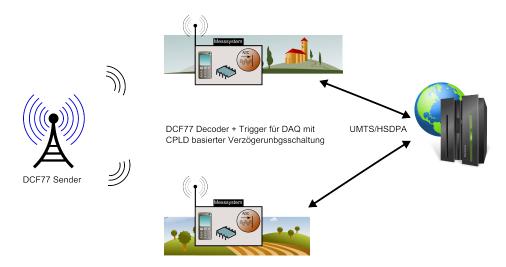


Abb. 1: System Aufbau

digitaler Form und wird von einer bzw. mehreren Atomuhren der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt synchronisiert (Bundesanstalt, 1978). Die Kodierung erfolgt mittels einer Absenkung des Signalpegels auf 15%. Die Empfängersynchronisierung erfolgt mit einer Auslassung der Absenkung innerhalb der 59. Sekunde eines Zyklus.

Im mittleren Bildteil sind zwei Messstellen dargestellt. Jede Messstelle besteht aus einem DCF77 Empfängerchip, einer CPLD basierten Verzögerungsschaltung, einer Messanordnung zur Aufnahme des Messsignals, einer GPS Karte, einem UMTS/HSDPA Modem zur Verbindung zum zentralen Server und einer Rechnergestützten Kontrolleinheit. Diese kann im einfachsten Fall ein vollwertiger PC bzw. ein Laptop sein, Szenarien mit eingebetteten Systemen sind jedoch denkbar und wurden im Vorfeld der Arbeit bereits implementiert. Ebenso kann eine Kombination des GPS Empfängers mit dem UMTS/HSDPA Modem in Form eines üblichen Smartphones genutzt werden. Im rechten Teil der Abbildung ist der zentrale Server dargestellt, der sowohl die Steuerung respektive Vor-Synchronisation als auch das Sammeln der Messdaten implementiert und diese Dienste in Form von XML-Webservices zur Verfügung stellt. Durch die Information über den Ort der Messstelle und des Ortes des DCF77 Langwellensenders kann die Laufzeit des DCF77 Signales bestimmt werden. Abbildung 2 zeigt eine prototypische PC Applikation, die aus den Geokoordinaten eines GPS Empfängers die Laufzeit des DCF77 Signales errechnet. Die Geokoordinaten werden im National Marine Electronics Association (NMEA 0183) Format mit 4800 Baud zur Verfügung gestellt (Kresse & Danko, 2011). Da während der Messung von einem statischen Ort ausgegangen wird, ist die Ortsinformation in der Regel nicht als zeitkritisch zu bewerten, sofern eine genaue Bestimmung erfolgte. Die Qualität der Ortsinformation kann ebenfalls aus dem NMEA Code entnommen werden und in die Bewertung der Messung einfließen. In der derzeitigen Implementierung wird die Entfernung nur planar geometrisch betrachtet, wobei ebenfalls die Höheninformation geliefert wird und zu einer exakteren Laufzeit des Signals beitragen kann. Die Server/Client Architektur wurde mit Hilfe des Microsoft .NET Frameworks

realisiert und Client-seitig auf verschiedenen Plattformen, so zum Beispiel als x86 Applikation oder als MONO basierte Android App, getestet (Künneth, 2011). Durch die Verwendung von XML-Webservices ist eine Plattform-unabhängigkeit der zugrunde liegenden Server und Client Architektur erreicht worden. Im Sinne der Webservice-Security kann hier auch von einer sicheren Verbindung ausgegangen werden (Melzer, 2010).

MESSABLAUF

Im Nachfolgenden soll ein Messablauf am Beispiel einer PC-basierten Lösung beschrieben werden. Als Hardware kommen ein Laptop, eine National Instruments USB DAQ Karte und eine Mikrocontroller-Lösung zum Einsatz, wobei letztere die Auswertung des DCF77 Signals vornimmt und in Zusammenspiel mit einem CPLD harte Echtzeit garantiert. Die eigentliche Messung unterteilt sich dabei in 3 Phasen:

In der ersten Phase wird der DCF77 Empfänger mit dem Signal synchronisiert. Weiterhin wird per GPS die Ortsinformation abgerufen und die Laufzeit zum Langwellensender bestimmt. Die Messapplikation meldet sich am Server per UMTS an und übermittelt seine Ortskoordinaten bzw. signalisiert Messbereitschaft. Die Trigger-Leitung der Messkarte, welche die Datenaufnahme steuert, ist dabei mit dem Mikrocontroller verbunden. Nachdem sich alle Messstationen am Server angemeldet und ihre Messbereitschaft signalisiert haben, errechnet der Server den genauen Messzeitpunkt und teilt diesen den Messstellen per Webservices mit. Dabei werden die unterschiedlichen Signallaufzeiten berücksichtigt, so dass die längste Laufzeit das bestimmende Glied ist. Die Messstellen übertragen den Startpunkt zum Mikrocontroller, welcher sich in den Messmodus begibt. Dieser gesamte Prozess ist nicht zeitkritisch, da die Herstellung der Aktivierung der Messung bidirektional mit dem Server erfolgt und erst bei Bereitschaft aller Module der Server die Messung freigibt. In der zweiten Phase aktiviert der Mikrocontroller den Trigger zur Messdatenaufnahme in der 59. Sekunde des DCF77 Signals. Durch die entsprechenden Vorlaufstrecken ist der Laufzeitunterschied

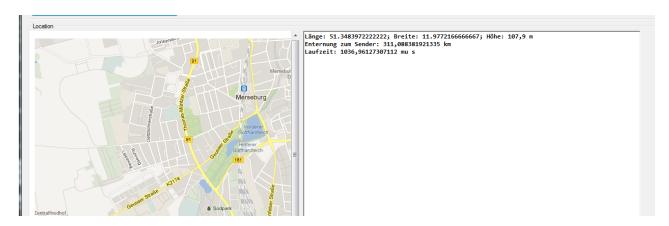


Abb. 2: Prototypische PC Applikation

berücksichtigt. Durch die geringe Laufzeitdivergenz der baugleichen Microcontroller der verschiedenen Messknoten kann von einer geringen unteren zeitlichen Schranke ausgegangen werden. In der dritten Phase überträgt der Messknoten die aufgenommenen Werte an den Server. Diese Phase ist ebenfalls nicht zeitkritisch. Auf dem Server erfolgt die Weiterverarbeitung der Daten bzw. die Vorbereitung zur nächsten Messsequenz.

AUSBLICK

Das hier vorgestellte Konzept ist in weitesten Teilen bereits umgesetzt worden. Die Implementierung des Clients bzw. der Signalabnahme des DCF77 Zeitsignals erfolgte dabei sowohl auf Basis eines ARM7 Microcontroller Boards als auch mithilfe einer PCIe Messkarte. Im letzteren Fall konnte ein Jitter der Synchronisation der einzelnen Knoten von < 100 ns gemessen werden. Die serverseitige Anbindung erfolgt auf Basis eines Microsoft-Serverbetriebssystems, welches die entsprechenden Webservices als Active Server Page bereitstellt. In nachfolgenden Schritten wird das System im Feld getestet, wobei in erster Linie eine Schallemissionsmessung Verwendung finden wird.

LITERATUR

Bundesanstalt P.-T (1978): PTB Mitteilungen. Bd. 88, Die Anstalt.

Felderhoff R, Mettke M & Freyer U (2006): Elektrische und elektronische Messtechnik: Grundlagen, Verfahren, Geräte und Systeme. Lernbücher der Technik, Hanser.

Kresse W & Danko D (2011): Springer Handbook of Geographic Information. Springer Verlag.

Künneth T (2011): Android 3 – Apps entwickeln mit dem Android SDK. Galileo Press.

Melzer I (2010): Service-orientierte Architekturen mit Web Services: Konzepte- Standards- Praxis. Spektrum Akademischer Verlag.

Zu zitieren als: Punk O & Heuert U (2012): Synchronisiertes Messen mittels DCF77 und GPS. Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler 2012/1

Please cite as: **Punk O & Heuert U (2012):** Synchronized measurements using DFC77 and GPS. *German Journal for Young Researchers* 2012/1

URL: http://www.nachwuchswissenschaftler.org/2012/1/90
URN: urn:nbn:de:0253-2012-1-905