

ANC-System mit dem JACK Audio Connection Kit

Ralf Kiran Schulz, Markus Glugla, Lukas Lindemann-Sperfeld

Technische Universität Berlin, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, Email: markus.glugla@tu-berlin.de

Einleitung

Ein Mess-, Steuer- und Regelsystem (MSR-System) im Forschungs- und Entwicklungsbereich (FuE-Bereich) bedingt die konzeptionelle Ausrichtung der Forschung. Die rasante Entwicklung der *Computer*-Technik hin zu schnellen und leistungsfähigen *Personal Computers* (PCs) und hochwertiger PC-Peripherie verstärkt die Überlegung, *Consumer*-Technik auch im FuE-Bereich einzusetzen. Professionelle *Sound*-Karten beinhalten leistungsstarke *Analog Digital Converter* (ADC) bzw. *Digital Analog Converter* (DAC), die kombiniert mit modernen PCs hervorragend im Bereich der Akustik einsetzbar sind.

Allgemeine Anforderungen an ein MSR-System, wie Stabilität, Flexibilität, Wirtschaftlichkeit, Integrierbarkeit und Benutzerfreundlichkeit können mit der Kombination aus PC und *Sound*-Karte gleichermaßen erfüllt werden. Die Kommunikation des PCs mit der *Sound*-Karte kann mit dem *JACK Audio Connection Kit* (JACK) realisiert werden, da es eine Vielzahl notwendiger Aufgaben automatisch erledigt. Das JACK ermöglicht als erweiterbare Software die Bearbeitung detaillierter Fragestellungen aus unserem Forschungsbereich.

Forschungsthema

Untersucht wird die Nutzbarkeit des magnetoelastischen Effekts bzw. der Magnetostriktion zur aktiven Schall- und Schwingungsminderung. Beim magnetoelastischen Effekt zeigen ferromagnetische Materialien durch Einwirkung einer mechanischen Spannung σ eine Änderung der magnetischen Flussdichte B , wobei $\sigma \propto B$ gilt. Der umgekehrte Effekt - eine Änderung der magnetischen Flussdichte führt zu einer Änderung der mechanischen Spannung im ferromagnetischen Material - ist als Magnetostriktion bekannt. Anders als bei Sensoren bzw. Aktuatoren, die den magnetoelastischen Effekt bzw. die Magnetostriktion im Kernbereich des Sensors bzw. Aktuators anwenden, nutzen die von uns entwickelten *Magneto-Adaptronic Transducers* (MATs) die magnetischen Eigenschaften des schwingungsbelasteten Objekts selbst aus. Die sich aus diesem Konzept ergebenden Sensoren bzw. Aktuatoren zeichnen sich durch eine einfache Bauweise aus (siehe Abb. 1) und sind dadurch an das Testobjekt besser anpassbar. MATs tangieren stark den Bereich der Adaptronik.

Der Einsatzbereich von MATs zur *Active Noise Control* (ANC) kann dabei auf Bereiche ausgeweitet werden, die mit klassischen Sensor-Aktuator-Konzepten, bspw. piezobasierten, gar nicht oder nur schwer zugänglich sind, wie rotierende schwingungsbehaftete Objekte. Aus diesem Grunde erfasst unsere Arbeitsgruppe die Effizi-



Abbildung 1: MATs in verschiedene Formen und Größen, Material Vacoperm

enz derartiger Sensoren im praktischen Einsatz. Hierbei konnten zwei Vorgehensweisen formuliert werden: Einerseits müssen vorhandene Regelalgorithmen an die neuen Bedingungen angepasst werden, andererseits erfordert die Bearbeitung großer Parameterfelder eine automatisierte Messung.

JACK Audio Connection Kit

Der Name JACK ist ein rekursives Akronym. Es stammt aus dem Audio- und Musikbereich im Linux-Umfeld und arbeitet mit der *Advanced Linux Sound Architecture* (ALSA) zusammen. Gängige Distributionen enthalten das JACK gut vorkonfiguriert und den graphischen Konfigurationshelfer *QjackCtl*, so dass eine sofortige Nutzung erfolgen kann. Das JACK ist konsequent auf geringe Latenz und Echtzeit ausgelegt. Das gut dokumentierte *Application Programming Interface* (API) ermöglicht das zügige Erstellen eigener *JACK-Clients*. Neben den realen *Hardware-Ports* können virtuelle *Ports* beliebig erzeugt werden, die als Ein- und Ausgänge für das zu erzeugende Modul zur Verfügung stehen [2].

Um das JACK-Projekt sind etwa 170 offizielle Applikationen entstanden, die teilweise starken Bezug zum FuE-Bereich aufweisen. Andere Arbeitsgruppen verwenden das JACK ebenfalls zum *Signal Processing* und artverwandter Themenbereiche [3, 4, 5]. Unsere Nutzung des JACKs ist stark an die konkrete Sachlage angepasst, und eröffnet einen Einblick in dessen Leistungsfähigkeit.

Testobjekte, Algorithmen und Simulation

Der experimentelle Aufbau ermöglicht den Austausch des ferromagnetischen Testobjekts gegen einen akustischen Kanal, um schnell auf etwaige Fragestellungen reagieren zu können. Der akustische Kanal ist als gut dokumentiertes Untersuchungsobjekt perfekt dazu geeignet, vergleichende Messungen zur Effizienz der Regelalgorithmen durchzuführen, was durch ein einfaches Umstecken der

Verkabelung erreichbar ist [6].

Andererseits kann das Verhalten des Testobjekts durch den zügigen Austausch des Regelalgorithmus verglichen werden. Dies wird durch das JACK wesentlich erleichtert: Vorab individuell angepasste einkompilierte Algorithmen können nach Belieben per Tastendruck aktiviert werden.

Selbst das reale Testobjekt kann wie jegliche Peripherie, bspw. die Lärmquelle, durch JACK-Clients nachgebildet werden. Daraus ergibt sich eine Simulationsumgebung, die sich mit wenigen Handgriffen an der Realität verifizieren lässt. Weiterhin können mehrere JACK-Server auf separaten PCs auf virtuelle Ressourcen in Form von JACK-Clients zugreifen und so weitere Konfigurationen bearbeiten und neue Algorithmen erproben.

Messautomatisierung

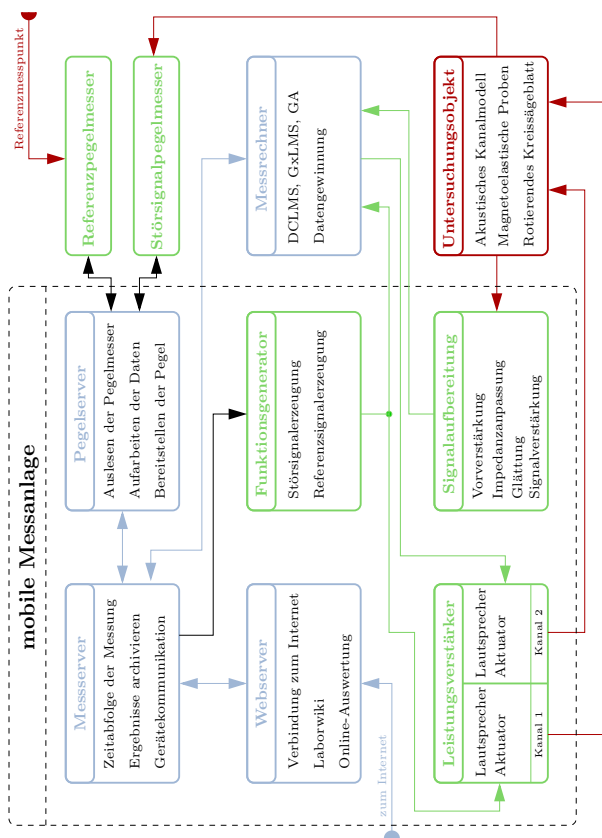


Abbildung 2: Konzeption der Messautomatisierung

Wesentliche Bereiche der Messungen müssen automatisiert sein, um den maximal möglichen Rahmen der Messzeit auszuschöpfen. Der JACK-Client wurde über Libraries netzwerkfähig ausgestaltet, sodass dieser mit einem Messserver, der alle Messeinstellungen veranlasst, kommuniziert. Der Messserver steuert Start und Ende einer Teilmessung, nimmt Messwerte entgegen und speichert diese ab (siehe Abb. 2). Manuell müssen lediglich die Messkonfiguration - konkret mittels Extensible Markup Language (XML), da diese extern validierbar ist - und die Messauswertung vorgenommen werden. Auf diese Weise ließen sich mehrere hintereinander folgende Messsequenzen von mehreren Tagen mit jeweils mehreren tausend Teilmessungen durchführen. Kennzeichnend ist dabei die

hohe Reproduzierbarkeit der Messungen, deren Ursache auch in der Stabilität des JACKs begründet liegt.

Ausblick

Die modulare Erweiterbarkeit des JACKs ist eine seiner Stärken auch im Hinblick auf ein ANC-System. Sehr interessant sind die Programme Netjack und BruteFIR.

Netjack transportiert synchronisierte akustische Signale über ein Netzwerk in Echtzeit (via User Datagram Protocol (UDP)). Mehrere JACK-Clients oder Sound-Karten, die in beliebig großen Netzwerken verteilt sind, lassen sich auf einen JACK-Server zusammenführen. Netjack ist hervorragend in JACK integriert, sodass dadurch die Möglichkeit geboten wird, vernetzte ANC-Systeme mit einem Master-PC in Echtzeit zu synchronisieren und anzusteuern.

Ebenfalls in Echtzeit wendet BruteFIR lange Finite Impulse Response Filter (FIR-Filter) auf digitale Audiosignale an. Der benutzte Algorithmus des FIR-Filters ist für das Arbeiten im Frequenzraum bestimmt und dort optimiert. Typischerweise können 10 Kanäle mit je bis zu 60000 Filterstellen bearbeitet werden. BruteFIR benutzt dabei die quelloffene, frei verfügbare und performante FFTW Library. In Kombination mit JACK eignet sich BruteFIR zur Generierung komplexer adaptiver Filter [1].

Literatur

- [1] JACK Audio Connection Kit, Applications using JACK. : JACK Audio Connection Kit, Applications using JACK, <http://jackaudio.org/applications>
- [2] JACK Audio Connection Kit, JACK Documentation. : JACK Audio Connection Kit, JACK Documentation, <http://jackaudio.org/documentation>
- [3] BECK, S. D. ; WILLKIE, B. ; PATRICK, J. : ICAST: Trials and Tribulations of Deploying Large Scale Computer-Controlled Speaker Arrays. In: 2007 International Computer Music Conference. Copenhagen, Denmark, 2007
- [4] GEIER, M. ; AHRENS, J. ; MÖHL, A. ; SPORS, S. ; LOH, J. ; BREDIES, K. : The Soundscape renderer: a versatile software framework for spatial audio reproduction. In: Proceedings of 1st DEGA Symposium on Wave Field Synthesis. Ilmenau, Germany, 2007
- [5] GERHARDT, A. ; SCHIEBERLE, C. ; WISELKA, M. : Verfahren zur Geräuschpegelanalyse zur Situationserkennung / Institut für Parallele und Verteilte Systeme, Abteilung Bildverstehen, Universität Stuttgart. 2008. – Forschungsbericht
- [6] GLUGLA, M. ; SCHULZ, R. K.: Active Vibration Control Using Delay Compensated LMS Algorithm by Modified Gradients. In: Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control 27 (2008), Nr. 1, S. 65-74