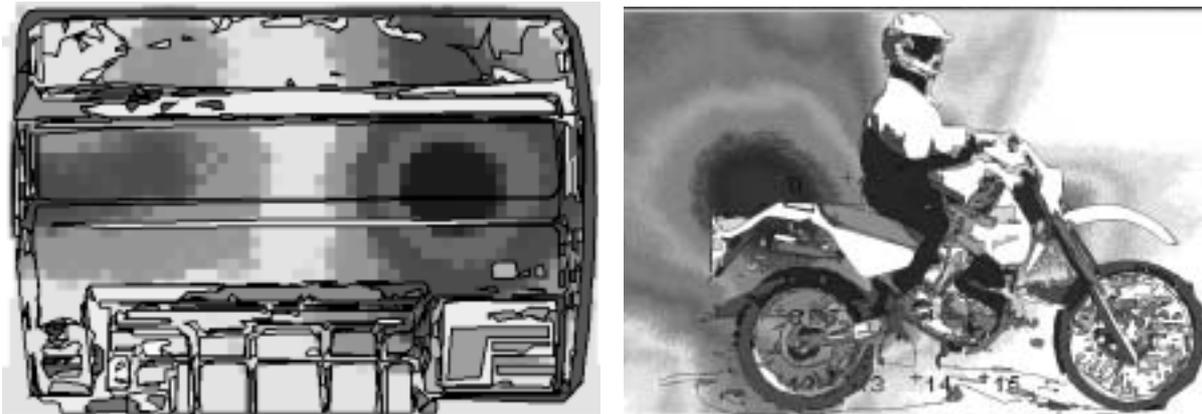


4.7.1 **3D-Visualisierung und Komponenten für intelligentes, computerbasiertes Signalprocessing (COSIP)¹**

(Projektlaufzeit: 01.04. 1997 - 31.3.1998)

Gerd K. Heinz, Thanh Tan Nguyen, Carsten Busch, Mark Zöllner

Werden mehrere Mikrofone an verschiedenen Stellen eines Raumes aufgestellt, so empfängt jedes Mikrofon die Summe der verzögerten Schallwellen aller elementaren Quellen im Raum. Mitnichten sind empfangene Signale identisch. Jede winzige Änderung der Raumgeometrie verändert das Muster der Zeitfunktionen sämtlicher Mikrofone. Der Gedanke liegt nahe, daß die Raumgeometrie in den Mikrofonsignalen enthalten sein muß. Das scheinbare Rauschen empfangener Signale repräsentiert genau diese Rauminformation. Leider aber ist die Herauslösung der Rauminformation problematisch. Mathematisch finden wir ein extrem unterkonditioniertes Gleichungssystem vor, welches nicht nach den Zeitfunktionen der Raumpunkte auflösbar ist. Die Tatsache aber, daß wir sehen können beweist, daß es dennoch Methoden gibt, aus dem Wellenäther des Raumes zu Erregungskartierungen zu kommen.



Bilder: Beispiele akustischer Bilder mit überlagerter Vektorgrafik. Bereiche hoher Intensität sind dunkel gefärbt. Links: Auszug aus einem Hochgeschwindigkeitsmovie zur Fahrt eines Ink-Jet-Druckkopfes, rechts: Motocrossmaschine mit hochgelegtem Auspuff [8]

An der GFaI wurde 1993/94 die Interferenztransformation entwickelt [10] mit dem Ziel, den optischen Lösungsansatz auf den Computer zu übertragen. Dabei gehen wir über die Optik hinaus: Während die Optik auf Linsen angewiesen ist, kann der Computer ohne Linsen auskommen - er benutzt anstelle der Linsen invertierte Zeitfunktionen der Mikrofonsignale, und kommt zu Erregungskarten, die nicht mit den Problemen optischer Linsenabbildungen, wie axiale Nähe, Kissenverzerrungen etc. belastet sind.

Es wird möglich, akustische Wellenfelder, die durch hochkanalige Sensor-Anordnungen empfangen werden, in Erregungskarten umzurechnen. Der Computer spielt dabei die Rolle eines physikalischen Laufzeitraumes. Ein punktuell mit Mikrofonen aufgenommenes Wellenfeld wird im PC in einen virtuellen Laufzeitraum zeitlich zurückpropagiert, der physisch die Koordinaten des abgelauchten Raumes besitzt. Projektionen (vorwärtslaufende Zeit) sind ebenso berechenbar wie Rekonstruktionen bei rückwärtslaufender Zeit.

¹ Gefördert mit Unterstützung des BMWi, Projekt COSIP, Reg.-Nr. 647/97.

Zielstellung

Im Projekt sind Methoden zu untersuchen, hochkanalige Datenströme aus Laufzeiträumen besser kartieren zu können. Schwerpunkt der Arbeiten sind akustische Kartierungen. Gegenstand des Projekts sind Methoden sowie Software-Komponenten zu einer intuitiv bedienbaren 3D-Visualisierung, zur Signalkonvertierung, -filterung und zur Hardwareansteuerung.

Untersuchungen zur Anwendbarkeit interferenzieller Methoden in weiteren Laufzeiträumen sollten Möglichkeiten neuer Techniken in anderen Technikbereichen erschließen. Insbesondere interessieren verbesserte Tomographieverfahren in den Bereichen EEG, EKG, Ultraschall und NMR. Interferenzielle Möglichkeiten im Bereich Radar-Tomographie sind abzuschätzen.

Gleichzeitig sind Voraussetzungen für die industrielle Nutzbarmachung akustischer Kartierungen interessant. Industrieforderung ist ein Übergang von akustischer Photographie zur Photometrie. Für Vergleichbarkeit sind dB-Skalen erforderlich. Insbesondere sind industriennahe Einsatztests zu absolvieren. Das Projekt baut auf die im Projekt PSI gewonnenen Erfahrungen auf, siehe GFaI-Jahresbericht '96.

Ergebnisse

Zur Realisierung des Überganges von einfacher photographischer Quellortvisualisierung auf photometrische Bildamplituden wurden Kern- und Auswertalgorithmen zur Interferenztransformation neu entwickelt. U.a. konnte ein Algorithmus für ein spezielles dB(A)-Filter als IIR-Filter mit 12 Taps und einer Genauigkeit im Frequenzgang von 1% entwickelt werden. Im Gegensatz zu gewöhnlichen IIR oder FIR-Filtern ist dieses Filter auf unterschiedliche Kanalsamplerraten anwendbar.

In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Herzzentrum/Charité (Dr. Krenzke) wurden interferenzielle Rekonstruktionen der Herztätigkeit an 45 bis 75-Kanal EKG untersucht [17].

Grundlagen für Ultraschallanwendungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Klinikum Berlin-Buch (Herr Gaßmann) untersucht. Eine Softwareoberfläche für ein hauseigenes 16-Kanal Ultraschall-Aufnahmesystem [18] entstand.

In Zusammenarbeit mit dem Berliner Ferdinand-Braun-Institut für Höchsthfrequenztechnik (Dr. Heymann) sowie mit dem Klinikum Berlin-Buch, Zentrum für Lungenheilkunde (Prof. Lichey) wurde eine Literaturstudie [14] erstellt über Grundlagen interferenzieller Radar-Systeme NMR-Verfahren für Lungentomographie im Frequenzbereich 100 MHz bis 5 GHz.

Im Bereich EEG konnten an einem 30-Kanal ECoG stehende Projektionen (mit kontinuierlicher Zeit) beobachtet werden [5]. Die Idee dazu entstand aus der Motivation heraus, daß Rekonstruktionen (mit inverser Zeit) nur richtig kartieren, wenn sämtliche Laufzeiten im virtuellen Raum mit dem inhomogenen Originalraum übereinstimmen. Dies kann bei EEG-Aufnahmen a priori nie vorausgesetzt werden. Als Maßstab zur Beurteilung der Qualität genügen stehende Umrisse in Movies: bei Rekonstruktionen werden diese nicht erreicht. Bei Projektionen hingegen können stehende Konturen erreicht werden.

Die Technik interferentieller Kartierung akustischer Objekte wurde zur CeBit'97 der Öffentlichkeit präsentiert. Die Resonanz bei Wissenschaftsredakteuren äußert sich in zahlreichen Beiträgen überregionaler Medien. Pressebeiträge erschienen u.a. in der Berliner Zeitung [2], in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung [3], in GEO Deutschland [4] und GEO Korea, in der Berliner Morgenpost [6] sowie in Bild der Wissenschaft [7]. Ein Fernsehbeitrag für N3-Prisma konnte für den Norddeutschen Rundfunk [8] gestaltet werden.

1997 wurde zum bislang erfolgreichsten Jahr. Nach Schwierigkeiten bei der Beschaffung von Fördermitteln für interferentielle Techniken kommt es erstmals zu einer allgemeinen Anerkennung, ohne daß die Arbeitsgruppe durch deutsche Wissenschaftsfördermechanismen (BMBF, DFG oder AiF) bislang Zuwendungen erhalten konnte.

Ausgehend von einer Anregung des Wissenschaftsredakteurs der Berliner Zeitung, Herrn Dr. Ochel, der einen ersten Pressebeitrag [2] zu dieser Technologie verfaßte, entstand ein neuer Begriff 'Akustische Kamera' [9] im Mai 1997.

An einem Videorecorder kann gezeigt werden, daß mit der HIT-Technologie unter Vermeidung schalltoter Räume innerhalb kurzer Zeit relevante Ergebnisse zur Quellenortung an einem Untersuchungsobjekt unter verschiedenen Betriebsmoden zu erhalten [16] sind. Ein Blindvergleich mit einem etablierten Spitzenverfahren [12] zeigt am gleichen Gerät die spezifischen Vorzüge unseres Verfahrens.

Literatur

- [1] Heinz, G.: Neuronale Interferenzen. Manuskript, 300 Seiten, 1993-1994. Auszüge in PS-Files unter URL: http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/veroef/veroeff.htm
- [2] Ochel, M.: Bilder aus der Welt des Schalls. Berliner Zeitung vom 4.6.1997, siehe [15]
- [3] Frankfurter Allgemeine Zeitung 27.6.1997: Akustische Kamera entwickelt. siehe [15]
- [4] Eine Kamera sieht Krach. GEO, Heft 9/97, Seiten 147-148. Nachdruck in GEO-Korea, Heft 11/97, S. 172-173. siehe [15]
- [5] siehe http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/eeg/ghmovies.htm
- [6] de Weert, O.: Eine Kamera sieht Lärm. Berliner Morgenpost 24.11.1997, S.30. [15]
- [7] Bäsecke, J.: Sichtbarer Lärm. Bild der Wiss., Heft 11/1997, S. 107-108, siehe [15]
- [8] Johe, A.: Berliner Wissenschaftler entwickelten Kamera, die Lärm sieht. N3-Prisma vom 25.11.1997, 22.15 Uhr siehe [15]
- [9] Akustische Kamera: http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/akustik/camera.htm
- [10] Heinz, G., Höfs, S., Busch, C., Zöllner, M.: Time Pattern, Data Addressing, Coding, Projections and Topographic Maps... BioNet'96, GFaI Berlin, ISBN 3-00-001107-2 siehe URL http://www.gfai.de/www_open/perspg/bionet/papers/bionet96.ps
- [11] Fink, M.: Time reversal in acoustics. Contemporary Physics, 1996, vol. 37, p. 95-109
- [12] Hald, J. Use of Spatial Transformation of Sound Fields (STSF) techniques in the automotive industry. Brüel & Kjaer, Techn. Review No. 1-1995, p.1-23
- [13] Michel, U.: On the usability of signal processing in the frequency domain for the mapping of sound sources with microphone arrays. DLR-IB 92517-97/B3
- [14] Su, B.: Interferencial approaches to Radar- and NMR-Tomography. GFaI-Studie 11/97
- [15] Homepage-URL http://www.gfai.de/www_open/perspg/heinz.htm (enthält alle Papers)
- [16] siehe http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/akustik/videorec/videorec.htm
- [17] siehe http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/kardio/45kstat.htm
- [18] siehe http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/produkte/mess5mhz.htm