



Christian Doppler Labor für Nichtlineare Signalverarbeitung erfolgreich evaluiert

Successful Evaluation of the CD Laboratory for Nonlinear Signal Processing

Das Christian Doppler Laboratorium für Nichtlineare Signalverarbeitung wurde im Rahmen der begleitenden wissenschaftlichen Kontrolle am 5. März 2004 in einem Hearing mit Vertretern der Christian Doppler Forschungsgesellschaft (CDG) und Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Mathis von der Universität Hannover evaluiert. Aufgrund des ohne Einschränkung positiven Evaluierungsergebnisses beschloss das Kuratorium der CDG die planmäßige Weiterführung bis März 2009.

Dieser Erfolg gründet auf die in den ersten beiden Jahren geleistete Aufbauarbeit. Das Labor wurde etwa ein Jahr nach meiner Berufung an die TU Graz gemeinsam mit unserem Industriepartner Infineon Technologies, Microelectronic Design Centers Austria GmbH, beantragt und nahm seine Tätigkeit mit 1. April 2002 auf. Der wissenschaftliche Kern der Arbeiten liegt zum einen in der Signalverarbeitung, also in der Erfassung, Speicherung, Analyse, Darstellung, Interpretation, Manipulation, Erzeugung, Übertragung und Wiedergabe von Information, die entweder als Zahlenfolge oder als physikalisches Signal vorliegt. Zum anderen ist Nichtlinearität eine in natürlichen wie technischen Systemen häufig anzutreffende Eigenschaft, bei der die gemeinsame Wirkung zweier Ursachen nicht

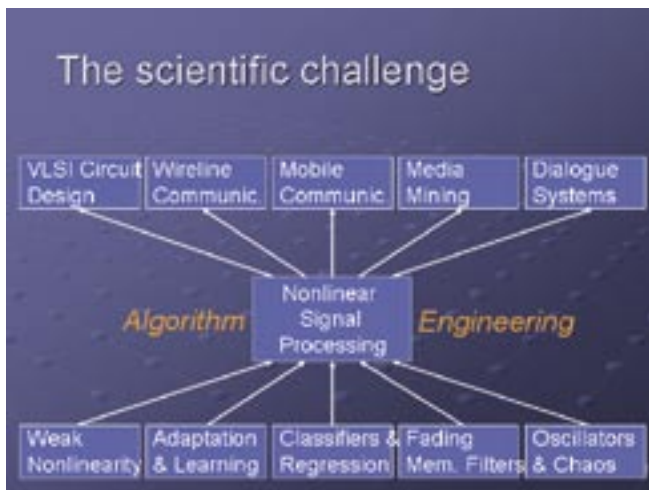


Abb.1. Algorithm Engineering als zentrale Aufgabe der Nichtlinearen Signalverarbeitung

der Summe der Einzelwirkungen entspricht, und deren Modellierung zum Erfassen realer Zusammenhänge oft entscheidend ist. Wir greifen Methoden aus den mathematischen Grundlagen auf, wie sie in Abb.1 beispielsweise als Adaptionen- und Lernverfahren, nichtlineare Filter oder Oszillatoren dargestellt sind, und begleiten sie bis in die verschiedenen Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnik, z.B. das Chip Design im Mixed-Signal Bereich, die leitungsgebundene und mobile Telekommunikation, und interaktive Dienste in der Sprachkommunikation. Dabei steht letztlich die für die Problemlösung maßgeschneiderte Rechenvorschrift oder das Algorithm Engineering im Mittelpunkt. Die Leitziele des CD Labors sind dabei

- Exzellenz in der Verknüpfung mathematischer Grundlagen mit informationstechnischen Anwendungen
- „One-stop shopping“ von theoretischer Analyse über Synthese

von Algorithmen bis zur optimierten Realisierung

- Bidirektionaler Wissenstransfer zwischen industrieller und akademischer Forschung

Derzeit arbeiten vier Dissertanten und mehrere Studienassistentinnen in drei Projektmodulen an folgenden Themen:

- Identifikation und Kompensation von Nichtlinearitäten in xDSL Systemen (Digital Subscriber Lines, ADSL bzw. VDSL)
- Digitale Korrektur von analogen Signalverarbeitungsfehlern in schnellen Analog-Digital-Wandlern
- Digitale Vorentzerrung für Mobilfunk-Basisstationen (UMTS)

Als ein Beispiel aus der Grundlagenarbeit ist in Abb.2 ein Volterra Kern zweiter Ordnung für eine nichtlineare Differentialgleichung dargestellt, der mit von uns entwickelten Algorithmen identifiziert wurde.

Weitere Projektmodule zur Modellierung von neuartigen Funkübertragungssystemen insbesondere für Ultra WideBand Communications (UWB) sind in Vorbereitung, wobei eine Ausweitung des CD Labors auf weitere Kooperationspartner geplant ist. Das Labor betreibt auch internationale Kooperationen und ein Gastforscher-Programm (bisher Prof. Dr. Martin Hasler von der EPFL in Lausanne und derzeit Dr. Claudia Lainscsek von der UCSD in San Diego).

Als Ergebnis unserer bisherigen Tätigkeit seien abschließend folgende Punkte hervorgehoben:

- 14 Publikationen mit internationalem Peer Review, davon zwei in Special Issues von führenden Fachzeitschriften
- Wissenstransfer belegt durch Beteiligung von Koautoren aus der Industrie in sechs der genannten Publikationen, durch gemeinsame Nutzung von Hardware- und Softwarewerkzeugen und durch gemischte Anstellung von Dissertanten (z.B. 50 % TU Graz, 50 % Industriepartner)
- 20 Erfindungsmeldungen an den Industriepartner, davon 12 bereits zum Patent angemeldet

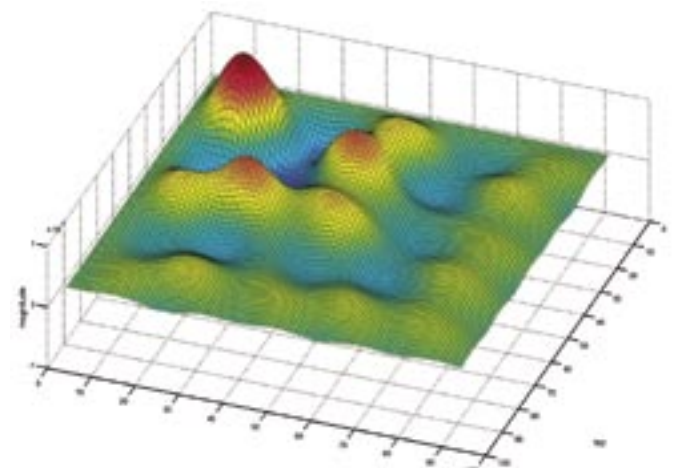


Abb.2. Zweidimensionaler Volterra Kern mit Gedächtnislänge 100 für eine nichtlineare Differentialgleichung

Zusammenfassend möchte ich betonen, dass die Aktivitäten im CD Labor eine hervorragende Ergänzung des wissenschaftlichen Spektrums des Betreiberinstituts an der TU Graz darstellen und in enger Verzahnung mit anderen Formen unserer kooperativen Forschung gesehen werden müssen, insbesondere dem TU Graz Forschungsschwerpunkt Smart Systems for a Mobile Society, dem Forschungszentrum Telekommunikation Wien im K+ Programm, sowie zwei gerade anlaufenden Projekten im 6. Rahmenprogramm der EU.

Successful Evaluation of the Christian Doppler Laboratory for Nonlinear Signal Processing

The Christian Doppler Laboratory for Nonlinear Signal Processing underwent its first two-year evaluation by representatives of the Christian Doppler Society (CDG) and Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Mathis (University of Hannover) on March 5, 2004. Based on the fully positive evaluation result, the CDG controlling board has endorsed the planned continuation of the lab until March 2009.

This success is rooted in a two-years' build-up phase. One year after my appointment at TU Graz, the proposal for the lab was submitted together with our industrial cooperation partner Infineon Technologies, Microelectronic Design Centers, Austria, and the lab started operation on April 1, 2002. The scientific core lies in signal processing and nonlinearity which often plays a decisive role when modeling real-world systems. The vision of the lab is to combine excellence in linking mathematical foundations to information engineering applications, with one-stop shopping from theoretical analysis through synthesis of algorithms to optimized realizations, and bi-directional knowledge transfer between industry and academia. Current and future project work concentrates on nonlinear methods for digital subscriber line circuits (ADSL, VDSL), fast analog-to-digital converters, mobile-radio base stations for UMTS, and ultra-wide band communications (UWB). The output of our research can be characterized by its strong publication record, the demonstrated knowledge transfer through joint authorship, joint use of hardware/software tools, and joint employment models, as well as by 20 invention reports which led to 12 patent applications so far.

In conclusion, the lab constitutes an outstanding enhancement of the scientific spectrum of its host institute at TU Graz, in close connection with our further cooperative research endeavors such as the TU Graz research focus Smart Systems for a Mobile Society, the Vienna Telecommunications Research Center ftw. in the K+ program, and two new projects in the 6th Framework Program of the EU.