

Bewertung von Software zur Raumakustik

Mit leistungsfähigen Computer-Programmen lässt sich heutzutage die Akustik eines Raumes simulieren. Allerdings sind die erhaltenen Ergebnisse derzeit noch mit einigen Fehlern behaftet. Indem die PTB derartige Software objektiv bewertet und Fehlerquellen aufzeigt, hilft sie einerseits den Software-Entwicklern und schützt andererseits die Anwender, nämlich Architekten und Akustiker, vor unzutreffenden Erwartungen.

Die Qualität von Software zur raumakustischen Simulation stand auf dem Prüfstand eines kürzlich abgeschlossenen, internationalen Vergleichs mit 16 Teilnehmern aus neun Ländern, der von der PTB koordiniert wurde. Die eingesetzten Computerprogramme mussten ihre Leistungsfähigkeit an einem konkreten Objekt unter Beweis stellen: Es galt, die akustischen Eigenschaften eines schwedischen Konzertsaales zu berechnen und mit Messergebnissen zu vergleichen, die von der PTB und zwei anderen Messteams ermittelt wurden.

Für mehrere Kombinationen von Schallsende- und Zuhörerpositionen mussten die Programme neun raumakustische Parameter berechnen, zum Beispiel die Nachhallzeit und das Deutlichkeitsmaß in sechs Oktavbändern. Der Vergleich mit den gemessenen Werten zeigte, dass insbesondere im unteren Frequenzbereich (125-Hz-Oktave) die Abweichungen deutlich höher sind als der subjektiv wahrnehmbare Unterschied. Die großen Fehler bei tiefen Frequenzen basieren auf dem generellen Mangel der Simulationsprogramme, Beugungseffekte derzeit noch nicht berücksichtigen zu können. Somit ist die Einsatzmöglichkeit der Software auf hindernisfreie, große Räume begrenzt. Ein weiterer Umstand, der in alle Computerprogramme eingeht, ist die empfindliche Abhängigkeit der Ergebnisse von den Eingabedaten, etwa den akustischen Absorptionseigenschaften der Oberflächen, für die zumeist nur abgeschätzte Werte bekannt sind.

Von einem derartigen Vergleich profitieren einerseits die Software-Entwickler: Sie können ihre Ergebnisse anderen Simulationen sowie gesicherten Messungen gegenüberstellen, erhalten somit genaue Fehlerbefunde zu ihrer Software und können diese Hinweise in die weitere Entwicklungsarbeit einfließen lassen. Andererseits profitieren die Anwender.

Weitergehende Informationen von I. Bork,
Fax: (05 31) 592-15 09,
E-Mail:
ingolf.bork@ptb.de



Akustiker, Architekten und Bauingenieure können nun die Güte der von ihnen in der Praxis eingesetzten Software besser beurteilen. Auch als Hilfe für die Anwender wird die PTB in den nächsten Monaten das Datenmaterial des simulierten Konzertsaales über ihren Webserver zur Verfügung stellen. Neben den Raumdaten und Messergebnissen sollen auch real aufgenommene Klänge bereitgestellt werden. Diese lassen sich mit einer so genannten Auralisation vergleichen, die die Möglichkeit bietet, in den simulierten Raum hineinzuhören. Dazu werden hallarm aufgenommene Schallsignale an der Raumimpulsantwort gefaltet und für Kopfhörerwiedergabe wie eine Kunstkopfaufnahme aufbereitet werden.

Dieser Konzertsaal in Jönköping, Schweden, diente als Testobjekt für raumakustische Simulationssoftware in einem internationalen Ringvergleich. Der Saal umfasst 1100 Sitzplätze und hat ein Volumen von rund 11000 m³. Für die Rechnungen wurden zwei unterschiedliche Senderpositionen auf der Bühne und sechs Empfängerpositionen im Auditorium gewählt.

EKG-Interpretation mittels Mustererkennung

Was mit Fingerabdrücken gelingt, nämlich der direkte Vergleich der Muster, ist jetzt auch mit Signalen des Herzens möglich. Mit einem neuen Verfahren werden die Signalmuster des Elektrokardiogramms (EKG) eines Patienten mit den in einer Datenbank gespeicherten Mustern anderer Patienten verglichen und daraus wird ein Befund vorgeschlagen.

Die bisherigen Computerprogramme zur automatischen Interpretation von EKG liefern mithilfe komplexer Entscheidungsregeln oder neuronaler Netze einen Diagnosevorschlag. Auch wenn diese Verfahren oft recht aufwendig sind, können sie die Vielzahl biologischer Signale nur begrenzt erfassen. Die Berücksichtigung seltener Spezialfälle oder

Fortsetzung auf Seite 4

Handelserleichterungen für die Waagenindustrie

Ein Abkommen über die gegenseitige Anerkennung der Prüfungen von Waagen zwischen dem japanischen National Research Laboratory of Metrology (NRLM) und der PTB baut bestehende Exporthürden ab.

Wägetechnik und Waagen spielen in der Wirtschaft, im Handel und im täglichen Lebens eine bedeutende Rolle; Beispiele

sind Elektronik-Ladewaagen in Supermärkten und Geschäften, Personen- und Haushaltswaagen, Post- und Fluggepäckwaagen, Analysen- und Präzisionswaagen in medizinischen und pharmazeutischen Laboratorien sowie Waagen zur Steuerung von industriellen Prozessen. Um einen fairen Handel mit korrekten Wägungen und richtigen Abrechnungen zu gewährleisten



T. Sakurai, Direktor des Measurement System Department des NRLM (rechts), und M. Kochsiek, Vizepräsident der PTB, unterzeichneten das Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der Prüfungen von Waagen anlässlich der 34. CIML-Sitzung der OIML im Oktober 1999 in Tunis.

sten und um den Verbraucher vor Fehlmessungen und Betrug weitgehend zu schützen, unterliegen alle Waagen, die im geschäftlichen Verkehr, bei amtlichen Messungen oder für medizinische Zwecke verwendet werden, der Eichpflicht und benötigen als Voraussetzung für die Eichung eine Bauartzulassung, beispielsweise von der PTB.

Die gegenseitige Anerkennung der Prüfergebnisse bei Waagen, die jetzt zwischen Japan und Deutschland vereinbart wurde, ist innerhalb Europas seit Jahren gängige Praxis. Mit der Harmonisierung des europäischen Binnenmarktes wurde die Vielzahl nationaler Anforderungen an Waagen abgebaut. So gibt es nur noch europäische und keine nationalen Zulassungen mehr. Während Europa damit ein wichtiger Schritt zur Harmonisierung gelungen ist, bestehen in anderen bedeutenden Absatzmärkten der Welt, wie z. B. den USA, noch immer Handelsbarrieren aufgrund unterschiedlicher Prüfvorschriften. Das bilaterale japanisch-deutsche Abkommen könnte beispielhaft sein für zukünftige multilaterale Vereinbarungen, die der global tätigen Industrie weitere Handelserleichterungen verschaffen. Weitergehende Informationen von R. Schwartz, Fax: (05 31) 592-11 05, E-Mail: roman.schwartz@ptb.de

Softwareprüfung bei der Bauartzulassung

Im geschäftlichen Verkehr eingesetzte Messgeräte werden zunehmend als vernetzte Systeme entwickelt, deren Funktionen durch komplizierte Software gesteuert werden. Zur Untersuchung der Systemeigenschaften mit ausreichender Prüftiefe und vertretbarem Aufwand wurde ein Softwarewerkzeug entwickelt, das die Analyse und Prüfung komplexer Messsysteme nur auf der Basis der Herstellerdokumentation ermöglicht.

Bei der Bauartprüfung softwaregesteuerter Systeme ist es nicht mehr ausreichend, die Messrichtigkeit im Sinne der Rückführung auf die Normale zu untersuchen. Die Prüfungen müssen in zunehmendem Maße eine Beurteilung des Manipulationsschutzes und der Konformität zwischen Baumuster und dem einzelnen Seriengerät umfassen. Mit dem Softwarewerkzeug erhält der Prüfer bei der Analyse eines unbekanntes Systems eine systematische Anleitung zur Erzeugung eines Modells der Hardwarekomponenten, z. B. Baugruppen, und der Software, wobei ein Gesamtmodell des Messsystems mit Berücksichtigung der engen Verflechtung zwischen Hardware und Software entsteht. Bei dieser Datenflussanalyse wird der Weg der Messwerte zwischen den Gerätekomponenten, innerhalb der Komponenten und im Datenbereich der Software verfolgt und als so genannter Datenpfad dargestellt.

Der Aufbau der Datenpfade geht schrittweise vor sich. Parallel zu jedem inkrementellen Schritt auf dem Datenpfad entnimmt der Prüfer der Herstellerdokumentation die messwertverarbeitende

Teilfunktion, die mit dem inkrementellen Datenfluss verbunden ist. Bei dieser Führung durch die Dokumentation des Messsystems werden nur die für die Prüfung relevanten Informationen selektiert, so dass unterschiedliche herstellereigenspezifische Dokumentationen effektiv analysiert werden.

Die für die Prüfung des Messsystems erforderlichen Anforderungen werden in einer messgerätespezifischen Datenbank gespeichert. Ein Teil der Prüfungen, beispielsweise die für die Messaufgabe geforderten Funktionen, wird automatisch durchgeführt. Die übrigen Prüfungen werden im Dialog mit dem Prüfer anhand von Checklisten erledigt. Schließlich wird ein Prüfbericht automatisch erstellt und mit sämtlichen das Messsystem charakterisierenden Daten gesichert, die somit zur Beurteilung späterer Änderungen des Prüflings kurzfristig zur Verfügung stehen. Die PTB bereitet derzeit den Einsatz des Softwarewerkzeugs bei Bauartprüfungen für nationale und EG-Zulassungen zur Eichung vor.

Weitergehende Informationen von U. Grottker, Fax: (05 31) 592-16 05, E-Mail: ulrich.grottker@ptb.de



Das in der PTB entwickelte Softwarewerkzeug X-Ass wird die Bauartprüfung komplexer Messsysteme erleichtern, die das CE-Kennzeichen erhalten sollen.

Neue Kalibriernormale für Rastersondenmikroskope

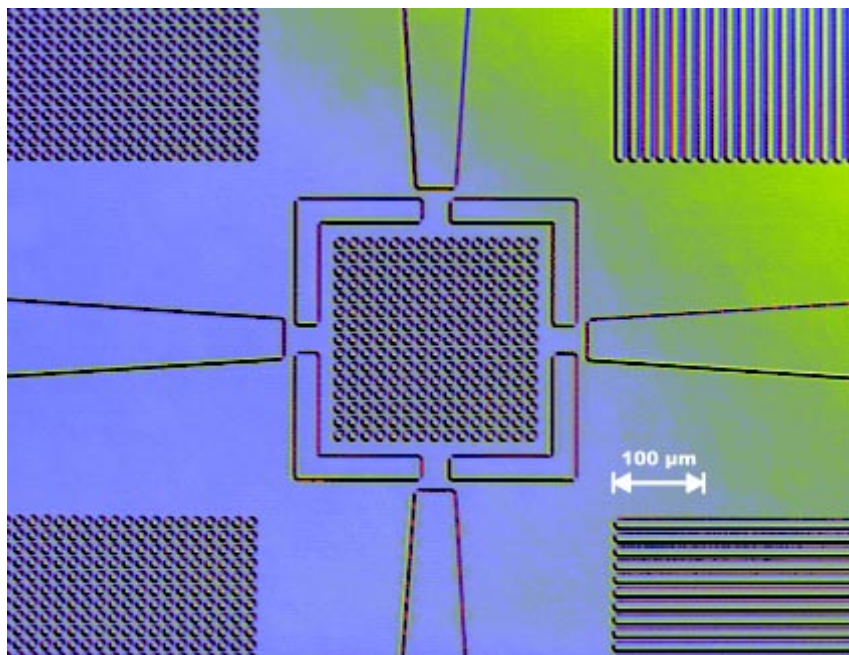
Rastersondenmikroskope geben einzigartige Einblicke in die Mikrowelt der Oberflächen. Wurden sie bisher überwiegend als bildgebende Instrumente eingesetzt, entwickeln sie sich jetzt zu richtigen Messgeräten. Neuartige Kalibriernormale, die selbst kostengünstig kalibrierbar und direkt rückführbar sind, werden diese Entwicklung beschleunigen.

Zur quantitativen Bestimmung mikroskopischer Geometrien verwenden einige Metrologieinstitute speziell konzipierte Rastersondenmikroskope (Scanning Probe Microscopes, SPM), die hierzu meistens mit Laserinterferometern ausgestattet sind. Insbesondere wegen des großen geräte-technischen Aufwandes ist dieser Weg für die industrielle und wissenschaftliche Praxis nicht sinnvoll. Kalibrierungen mithilfe von Normalen, wie sie auch bei anderen Messgeräten der Fertigungsmesstechnik üblich sind, wären die adäquate Lösung.

Es gibt zwar bereits Maßverkörperungen, jedoch wurden diese speziell für Rasterelektronenmikroskope und nicht für SPM entwickelt. Die unbefriedigende Situation konnte mit einem jetzt abgeschlossenen EU-Projekt verbessert werden, in dem die Firmen IBSEN (DK) und NanoSensors (DE) SPM-Kalibriernormale herstellten, die vom NPL (UK) und der PTB kalibriert wurden. Außerdem entwickelte das Dansk Institut for Fundamental Metrologi eine Kalibriersoftware. Durch Anpassung der lateralen Abmessungen und Anordnung der Strukturen sind die Normale mit optischen Methoden messbar. Verglichen mit einer Kalibrierung mittels SPM kann die Messzeit so von etwa zwei Stunden auf nur wenige Minuten drastisch reduziert werden, was zu einer deutlichen Senkung der Kalibrierkosten führt.

Für die Kalibrierung und die Prüfung der Bildqualität von SPM wurden folgende Normale mit geätzten Strukturen hergestellt: ein Ebenheitsnormal, sechs Stufenhöhennormale (8 nm bis 2,4 µm) und fünf laterale zweidimensionale Normale (100 nm bis 10 µm). Die Normale wurden mit Interferenzmikroskopen und Laserdiffraktometern kalibriert.

Damit steht als Ergebnis der Entwicklungsarbeiten ein kompletter Satz von Normalen für die Kalibrierung von SPM kommerziell zur Verfügung, der es Industrie und Wissenschaft erstmalig ermöglicht, den Qualitätssicherungsanforderungen nach DIN ISO 9000 und DIN EN 45 000 auch für solche Messgeräte Rechnung zu tragen.



Ausschnitt aus einem Stufenhöhennormal

Die Referenzstruktur im Zentrum ist eine zweidimensionale Anordnung von »Löchern« nominell gleicher Tiefe auf einer Fläche von etwa 240 µm × 240 µm. Das Lochmuster stellt ein Stufenhöhennormal mit einer kalibrierten mittleren Stufenhöhe dar (Abweichungen vom Mittelwert geringer als 1 nm). In den Ecken sind Teile weiterer ein- und zweidimensionaler Strukturen mit nominell gleicher Stufenhöhe zu sehen, die auch für konventionelle Messgeräte (z. B. mechanische oder optische Profilometer) geeignet sind. Alle Strukturen befinden sich auf einem 5 mm × 7 mm großen Si-Chip, der auf einem Standard-Probenhalter von 12 mm Durchmesser befestigt ist.

Foto: NanoSensors, Wetzlar

Weitergehende Informationen von G. Wilkening,
Fax: (05 31) 592-51 05,
E-Mail:
guenter.wilkening@ptb.de

Veranstaltungen

(Weitere Hinweise und aktuelle Informationen über <http://www.ptb.de> unter „Aktuelles“)

European Meeting on the Technology and Application of SET Devices

PTB Braunschweig, 5. bis 6. Juni 2000

Information und Anmeldung: H. Scherer,

Fax: (0531) 592-22 95, E-Mail: hansjoerg.scherer@ptb.de

Hermann-von-Helmholtz-Symposium 2000 »New Frontiers and Opportunities in Biomagnetism«

PTB Berlin-Charlottenburg, 21. August 2000

Information und Anmeldung: H. Koch,

Fax: (030) 34 81-490, E-Mail: hans.koch@ptb.de

Metrology with Synchrotron Radiation

(Satellite Conference of the 7th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation)

PTB Berlin-Charlottenburg, 26. August 2000

Information und Anmeldung: G. Ullm,

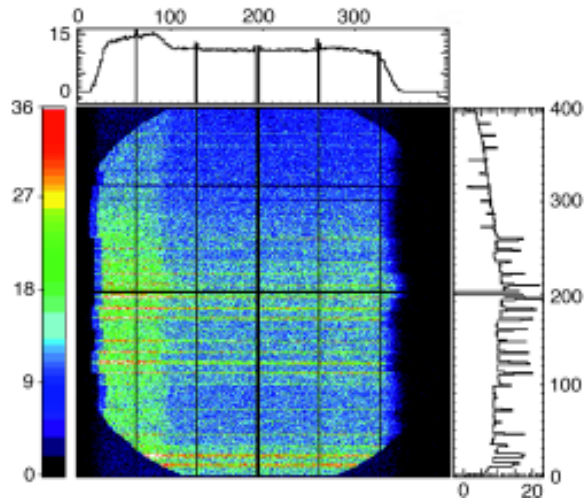
Fax: (030) 34 81-490, E-Mail: gerhard.ullm@ptb.de

Radiometrie für die Röntgenastronomie

Die quantitative Astronomie im Röntgenbereich mit Satellitenobservatorien nutzt genaueste radiometrische Kalibrierungen aus der PTB.

Die Weltraumobservatorien Chandra der NASA und XMM-Newton der ESA, die im letzten Jahr erfolgreich gestartet wurden, lassen neue wissenschaftliche Einsichten durch die Messung kosmischer Röntgenstrahlen erwarten. In einem Projekt soll beispielsweise das Alter des Universums durch die Messung der Röntgenemission weit entfernter Objekte bestimmt werden. Für solche Aufgaben ist die Messung absoluter Photonenströme im Röntgenbereich erforderlich.

In ihrem Laboratorium am Berliner Elektronenspeicherring für Synchrotronstrahlung (BESSY) hat die PTB Methoden und die dazugehörige Instrumentierung entwickelt, um die spektrale Empfindlichkeit von Detektoren zu bestimmen und röntgenoptische Komponenten und Baugruppen zu charakterisieren. Die Kalibrierung der Detektoren basiert



Kalibrierergebnisse der im XMM-Satelliten eingesetzten CCD-Kamera mit einer Fläche von 6 cm x 6 cm, die am 6-T-Wellenlängenschieber bei BESSY gewonnen wurden



In dieser Darstellung von XMM in der Umlaufbahn sind die Öffnungen der drei Teleskope (vorn) und die Plattform für die Fokalinstrumente (hinten) klar erkennbar. Foto: ESA

auf der Nutzung des Speicherrings BESSY als primäres Strahlernormal für den Spektralbereich vom Sichtbaren bis in den Röntgenbereich und von Kryoradiometern als primären Empfängernormalen.

Das Flugmodell der pn-CCD-Kamera des Max-Planck-Instituts für Extraterrestrische Physik, eines der drei Fokalinstrumente von XMM, wurde direkt von der PTB kalibriert. Das Chandra-Teleskop wurde in der Röntgenkalibrierereinrichtung im Marshall-Raumfahrtzentrum der NASA durch den Vergleich mit Transferdetektoren charakterisiert, die mit einer relativen Unsicherheit von 1 % im PTB-Laboratorium bei BESSY kalibriert wurden. Damit ist die Messung kosmischer Röntgenstrahlung direkt auf die radiometrischen Skalen der PTB rückführbar.

Weitergehende Informationen von F. Scholze, Fax: (030) 63 92-50 82, E-Mail: frank.scholze@ptb.de

PTBnews 2000.1
Deutsche Ausgabe
April 2000

Herausgegeben von der
Physikalisch-Technischen
Bundesanstalt (PTB)
Braunschweig und Berlin

Chefredakteur Burkhard Wende
PTB, Abbestr. 2-12
10587 Berlin
Telefon: (030) 34 81-480
Fax: (030) 34 81-503
E-Mail: ptbnews@ptb.de

EKG-Interpretation mittels Mustererkennung

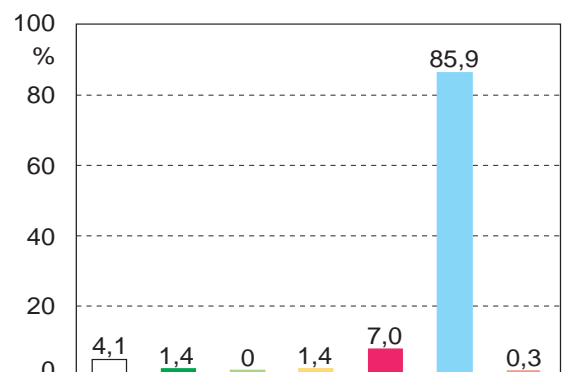
(Fortsetzung von Seite 1)

neue medizinische Erkenntnisse erfordern eine oft kostspielige Änderung der Software.

Ein von der PTB entwickeltes Verfahren vermeidet diese Nachteile. Es geht von der Annahme aus, dass solchen EKG, deren Signalmuster gut übereinstimmen, mit hoher Wahrscheinlichkeit die selbe Diagnose zugeordnet werden kann. Dementsprechend werden zu einem unbekanntem EKG mithilfe modifizierter Korrelationsverfahren diejenigen Vergleichsfälle aus einer EKG-Signaldatenbank gesucht, die am besten mit den Signalmustern des unbekanntem EKG übereinstimmen. Sind ähnliche EKG gefunden, können deren kardiologische Befunde oder Diagnosen zur Interpretation des unbekanntem EKG herangezogen werden. Wichtig für die Treffsicherheit des Verfahrens ist der Umfang der dafür genutzten Datenbank, die das Spektrum der relevanten kardiologischen Erkrankungen widerspiegeln sollte.

Das Verfahren wurde mit 10 000 EKG erprobt. In Abhängigkeit von den untersuchten kardiologischen Erkrankungsgruppen wurden Trefferraten zwischen 75 % und 95 % erreicht.

Weitergehende Informationen von D. Kreiseler, Fax: (030) 34 81-490, E-Mail: dieter.kreiseler@ptb.de



Beispiel für die EKG-Interpretation durch Mustererkennung: Das Balkendiagramm ergibt sich aus den Befunden der Datenbank-EKG, die die größte Ähnlichkeit der Signalmuster mit dem unbekanntem EKG besitzen. 85,9 % (blauer Balken) weisen auf eine Blockierung in der Reizleitung der Herzens hin. Die Hinweise auf andere Herzerkrankungen (restliche Balken) sind deutlich schwächer ausgeprägt.