

DISSERTATION



Marc-André Jung

Contributions to Wideband Hands-free Systems and their Evaluation



Technische
Universität
Braunschweig



Institut für Nachrichtentechnik

Mitteilungen aus dem Institut für Nachrichtentechnik der
Technischen Universität Braunschweig

Band 55

Marc-André Jung

**Contributions to Wideband Hands-free Systems
and their Evaluation**

Shaker Verlag
Aachen 2018

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 2017

Editor of this volume:

Prof. Dr.-Ing. Tim Fingscheidt
Institute of Communications Technology
Technische Universität Braunschweig
Schleinitzstraße 22
38106 Braunschweig
Germany
e-mail: fingscheidt@ifn.ing.tu-bs.de
phone: +49 (0)531 391-2485
fax: +49 (0)531 391-8218

Copyright Shaker Verlag 2018

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-6000-3

ISSN 1865-2484

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Weiterentwicklung breitbandiger (Frequenzbereich 150 Hz bis 7 kHz) Freisprechsysteme für mono- und stereophone Anwendungsfälle und liefert innovative Beiträge zu deren Qualitätsmessung. Die vorgestellten Verfahren basieren auf im Frequenzbereich adaptierenden Algorithmen zur Systemidentifikation gemäß der Kalman-Theorie in einer Zustandsraumdarstellung. Bei der Entwicklung von Systemen zur Sprachsignalverbesserung muss darauf geachtet werden, verschiedenen unabhängigen Qualitätsanforderungen gleichzeitig zu genügen. Daher werden in dieser Arbeit funktionale Erweiterungsmodule dahingehend entwickelt, dass mindestens eine dieser Qualitätsanforderungen verbessert wird, ohne andere eklatant zu verletzen. Diese nach Anforderung flexibel kombinierbaren algorithmischen Erweiterungen werden gemäß international anerkannter Empfehlungen des Standardisierungssektors der International Telecommunication Union (ITU-T Rec. P.1110/P.1130) in vorwiegend automotiven Testszenarien getestet und somit deren zielgerichtete Wirksamkeit bestätigt. Des Weiteren wird eine Methodensammlung und darauf aufbauend ein technisches System zur verbesserten Prototypentwicklung und Evaluation von automotiven Freisprech- und Innenraumkommunikationssystemen vorgestellt und beispielhaft mit dem monophonen Freisprechsystem in diversen Ausbaustufen zur Anwendung gebracht. Daraus entstehende Vorteile im Entwicklungs- und Testprozess von Systemen zur Sprachverbesserung werden dargelegt und messtechnisch verifiziert.

Bestehende Messverfahren zum Verhalten von Freisprechsystemen in zeitvarianten Umgebungen zeigten bisher oft nur ein unzureichendes Maß an Flexibilität, Reproduzierbarkeit und Genauigkeit. In dieser Arbeit wird daher das “Car in a Box”-Verfahren entwickelt und vorgestellt, mit dem zeitvariante elektro-akustische Systeme, wie zum Beispiel Fahrerbewegungen im Fahrzeug während der Freisprechtelefonie, technisch identifiziert werden können. Daraufhin können die so gewonnenen dynamischen Impulsantworten im Labor in einer Syntheseoperation auf beliebige Eingangssignale angewandt werden, um realistische Testsignale unter dynamischen Bedingungen zu erzeugen. Bei diesem Vorgehen wird ein hohes Maß an Flexibilität bei garantierter Reproduzierbarkeit erlangt. Es wird gezeigt, dass die Genauigkeit von darauf basierenden Evaluationsverfahren zudem deutlich gesteigert werden kann, da mit dem Vorliegen von exakten, realen Impulsantworten zu jedem Zeitpunkt der Messung eine sogenannte “ground truth” als Referenz zur Verfügung steht, welche unter regulären Bedingungen nicht verfügbar wäre. Bei der Einbindung des “Car in a Box”-Systems in einen Messaufbau für automotive Freisprechsysteme ist es bedeutsam, dass zu diesem Zeitpunkt das eigentliche Fahrzeug, das ohnehin zum Entwicklungszeitpunkt neuartiger Freisprechsysteme oft nur als Prototyp existiert und somit nur selten, und daher kostspielig, zur Verfügung steht, nicht mehr benötigt wird. Es wird gezeigt, dass eine dynamische Fahrzeugakustikumgebung, wie sie im Entwicklungsprozess von automotiven Sprachverbesserungsalgorithmen benötigt wird, in beliebiger Anzahl vollständig und mindestens gleichwertig durch das “Car in a Box”-System ersetzt werden kann.