

52. IWK

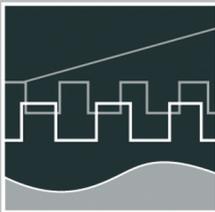
Internationales Wissenschaftliches Kolloquium
International Scientific Colloquium



PROCEEDINGS

10 - 13 September 2007

FACULTY OF COMPUTER SCIENCE AND AUTOMATION



COMPUTER SCIENCE MEETS AUTOMATION

VOLUME I

Session 1 - Systems Engineering and Intelligent Systems

Session 2 - Advances in Control Theory and Control Engineering

**Session 3 - Optimisation and Management of Complex
Systems and Networked Systems**

Session 4 - Intelligent Vehicles and Mobile Systems

Session 5 - Robotics and Motion Systems



Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-939473-17-6

Impressum

- Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
- Redaktion: Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten
Kongressorganisation
Andrea Schneider
Tel.: +49 3677 69-2520
Fax: +49 3677 69-1743
e-mail: kongressorganisation@tu-ilmenau.de
- Redaktionsschluss: Juli 2007
- Verlag: 
Technische Universität Ilmenau/Universitätsbibliothek
Universitätsverlag Ilmenau
Postfach 10 05 65
98684 Ilmenau
www.tu-ilmenau.de/universitaetsverlag
- Herstellung und
Auslieferung: Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG
Am Hawerkamp 31
48155 Münster
www.mv-verlag.de
- Layout Cover: www.cey-x.de
- Bezugsmöglichkeiten: Universitätsbibliothek der TU Ilmenau
Tel.: +49 3677 69-4615
Fax: +49 3677 69-4602

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2007

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung der Redaktion strafbar.

Preface

Dear Participants,

Confronted with the ever-increasing complexity of technical processes and the growing demands on their efficiency, security and flexibility, the scientific world needs to establish new methods of engineering design and new methods of systems operation. The factors likely to affect the design of the smart systems of the future will doubtless include the following:

- As computational costs decrease, it will be possible to apply more complex algorithms, even in real time. These algorithms will take into account system nonlinearities or provide online optimisation of the system's performance.
- New fields of application will be addressed. Interest is now being expressed, beyond that in "classical" technical systems and processes, in environmental systems or medical and bioengineering applications.
- The boundaries between software and hardware design are being eroded. New design methods will include co-design of software and hardware and even of sensor and actuator components.
- Automation will not only replace human operators but will assist, support and supervise humans so that their work is safe and even more effective.
- Networked systems or swarms will be crucial, requiring improvement of the communication within them and study of how their behaviour can be made globally consistent.
- The issues of security and safety, not only during the operation of systems but also in the course of their design, will continue to increase in importance.

The title "Computer Science meets Automation", borne by the 52nd International Scientific Colloquium (IWK) at the Technische Universität Ilmenau, Germany, expresses the desire of scientists and engineers to rise to these challenges, cooperating closely on innovative methods in the two disciplines of computer science and automation.

The IWK has a long tradition going back as far as 1953. In the years before 1989, a major function of the colloquium was to bring together scientists from both sides of the Iron Curtain. Naturally, bonds were also deepened between the countries from the East. Today, the objective of the colloquium is still to bring researchers together. They come from the eastern and western member states of the European Union, and, indeed, from all over the world. All who wish to share their ideas on the points where "Computer Science meets Automation" are addressed by this colloquium at the Technische Universität Ilmenau.

All the University's Faculties have joined forces to ensure that nothing is left out. Control engineering, information science, cybernetics, communication technology and systems engineering – for all of these and their applications (ranging from biological systems to heavy engineering), the issues are being covered.

Together with all the organizers I should like to thank you for your contributions to the conference, ensuring, as they do, a most interesting colloquium programme of an interdisciplinary nature.

I am looking forward to an inspiring colloquium. It promises to be a fine platform for you to present your research, to address new concepts and to meet colleagues in Ilmenau.



Professor Peter Scharff
Rector, TU Ilmenau



Professor Christoph Ament
Head of Organisation

Table of Contents

CONTENTS

	Page
1 Systems Engineering and Intelligent Systems	
A. Yu. Nedelina, W. Fengler DIPLAN: Distributed Planner for Decision Support Systems	3
O. Sokolov, M. Wagenknecht, U. Gocht Multiagent Intelligent Diagnostics of Arising Faults	9
V. Nissen Management Applications of Fuzzy Control	15
O. G. Rudenko, A. A. Bessonov, P. Otto A Method for Information Coding in CMAC Networks	21
Ye. Bodyanskiy, P. Otto, I. Pliss, N. Teslenko Nonlinear process identification and modeling using general regression neuro-fuzzy network	27
Ye. Bodyanskiy, Ye. Gorshkov, V. Kolodyazhniy, P. Otto Evolving Network Based on Double Neo-Fuzzy Neurons	35
Ch. Wachten, Ch. Ament, C. Müller, H. Reinecke Modeling of a Laser Tracker System with Galvanometer Scanner	41
K. Lüttkopf, M. Abel, B. Eylert Statistics of the truck activity on German Motorways	47
K. Meissner, H. Hensel A 3D process information display to visualize complex process conditions in the process industry	53
F.-F. Steege, C. Martin, H.-M. Groß Recent Advances in the Estimation of Pointing Poses on Monocular Images for Human-Robot Interaction	59
A. González, H. Fernlund, J. Ekblad After Action Review by Comparison – an Approach to Automatically Evaluating Trainee Performance in Training Exercise	65
R. Suzuki, N. Fujiki, Y. Taru, N. Kobayashi, E. P. Hofer Internal Model Control for Assistive Devices in Rehabilitation Technology	71
D. Sommer, M. Golz Feature Reduction for Microsleep Detection	77

F. Müller, A. Wenzel, J. Wernstedt A new strategy for on-line Monitoring and Competence Assignment to Driver and Vehicle	83
V. Borikov Linear Parameter-Oriented Model of Microplasma Process in Electrolyte Solutions	89
A. Avshalumov, G. Filaretov Detection and Analysis of Impulse Point Sequences on Correlated Disturbance Phone	95
H. Salzwedel Complex Systems Design Automation in the Presence of Bounded and Statistical Uncertainties	101
G. J. Nalepa, I. Wojnicki Filling the Semantic Gaps in Systems Engineering	107
R. Knauf Compiling Experience into Knowledge	113
R. Knauf, S. Tsuruta, Y. Sakurai Toward Knowledge Engineering with Didactic Knowledge	119
2 Advances in Control Theory and Control Engineering	
U. Konigorski, A. López Output Coupling by Dynamic Output Feedback	129
H. Toossian Shandiz, A. Hajipoor Chaos in the Fractional Order Chua System and its Control	135
O. Katernoga, V. Popov, A. Potapovich, G. Davydau Methods for Stability Analysis of Nonlinear Control Systems with Time Delay for Application in Automatic Devices	141
J. Zimmermann, O. Sawodny Modelling and Control of a X-Y-Fine-Positioning Table	145
A. Winkler, J. Suchý Position Based Force Control of an Industrial Manipulator	151
E. Arnold, J. Neupert, O. Sawodny, K. Schneider Trajectory Tracking for Boom Cranes Based on Nonlinear Control and Optimal Trajectory Generation	157

K. Shaposhnikov, V. Astakhov The method of ortogonal projections in problems of the stationary magnetic field computation	165
J. Naumenko The computing of sinusoidal magnetic fields in presence of the surface with bounded conductivity	167
K. Bayramkulov, V. Astakhov The method of the boundary equations in problems of computing static and stationary fields on the topological graph	169
T. Kochubey, V. Astakhov The computation of magnetic field in the presence of ideal conductors using the Integral-differential equation of the first kind	171
M. Schneider, U. Lehmann, J. Krone, P. Langbein, Ch. Ament, P. Otto, U. Stark, J. Schrickel Artificial neural network for product-accompanied analysis and control	173
I. Jawish The Improvement of Traveling Responses of a Subway Train using Fuzzy Logic Techniques	179
Y. Gu, H. Su, J. Chu An Approach for Transforming Nonlinear System Modeled by the Feedforward Neural Networks to Discrete Uncertain Linear System	185
3 Optimisation and Management of Complex Systems and Networked Systems	
R. Franke, J. Doppelhammer Advanced model based control in the Industrial IT System 800xA	193
H. Gerbracht, P. Li, W. Hong An efficient optimization approach to optimal control of large-scale processes	199
T. N. Pham, B. Wutke Modifying the Bellman's dynamic programming to the solution of the discrete multi-criteria optimization problem under fuzziness in long-term planning	205
S. Ritter, P. Bretschneider Optimale Planung und Betriebsführung der Energieversorgung im liberalisierten Energiemarkt	211
P. Bretschneider, D. Westermann Intelligente Energiesysteme: Chancen und Potentiale von IuK-Technologien	217

Z. Lu, Y. Zhong, Yu. Wu, J. Wu WSReMS: A Novel WSDM-based System Resource Management Scheme	223
M. Heit, E. Jennenchen, V. Kruglyak, D. Westermann Simulation des Strommarktes unter Verwendung von Petrinetzen	229
O. Sauer, M. Ebel Engineering of production monitoring & control systems	237
C. Behn, K. Zimmermann Biologically inspired Locomotion Systems and Adaptive Control	245
J. W. Vervoorst, T. Kopfstedt Mission Planning for UAV Swarms	251
M. Kaufmann, G. Bretthauer Development and composition of control logic networks for distributed mechatronic systems in a heterogeneous architecture	257
T. Kopfstedt, J. W. Vervoorst Formation Control for Groups of Mobile Robots Using a Hierarchical Controller Structure	263
M. Abel, Th. Lohfelder Simulation of the Communication Behaviour of the German Toll System	269
P. Hilgers, Ch. Ament Control in Digital Sensor-Actuator-Networks	275
C. Saul, A. Mitschele-Thiel, A. Diab, M. Abd rabou Kalil A Survey of MAC Protocols in Wireless Sensor Networks	281
T. Rossbach, M. Götze, A. Schreiber, M. Eifart, W. Kattanek Wireless Sensor Networks at their Limits – Design Considerations and Prototype Experiments	287
Y. Zhong, J. Ma Ring Domain-Based Key Management in Wireless Sensor Network	293
V. Nissen Automatic Forecast Model Selection in SAP Business Information Warehouse under Noise Conditions	299
M. Kühn, F. Richter, H. Salzwedel Process simulation for significant efficiency gains in clinical departments – practical example of a cancer clinic	305

D. Westermann, M. Kratz, St. Kümmerling, P. Meyer Architektur eines Simulators für Energie-, Informations- und Kommunikationstechnologien	311
P. Moreno, D. Westermann, P. Müller, F. Büchner Einsatzoptimierung von dezentralen netzgekoppelten Stromerzeugungsanlagen (DEA) in Verteilnetzen durch Erhöhung des Automatisierungsgrades	317
M. Heit, S. Rozhenko, M. Kryvenka, D. Westermann Mathematische Bewertung von Engpass-Situationen in Transportnetzen elektrischer Energie mittels lastflussbasierter Auktion	331
M. Lemmel, M. Schnatmeyer RFID-Technology in Warehouse Logistics	339
V. Krugljak, M. Heit, D. Westermann Approaches for modelling power market: A Comparison.	345
St. Kümmerling, N. Döring, A. Friedemann, M. Kratz, D. Westermann Demand-Side-Management in Privathaushalten – Der eBox-Ansatz	351
 4 Intelligent Vehicles and Mobile Systems	
A. P. Aguiar, R. Ghabchelloo, A. Pascoal, C. Silvestre , F. Vanni Coordinated Path following of Multiple Marine Vehicles: Theoretical Issues and Practical Constraints	359
R. Engel, J. Kalwa Robust Relative Positioning of Multiple Underwater Vehicles	365
M. Jacobi, T. Pfützenreuter, T. Glotzbach, M. Schneider A 3D Simulation and Visualisation Environment for Unmanned Vehicles in Underwater Scenarios	371
M. Schneider, M. Eichhorn, T. Glotzbach, P. Otto A High-Level Simulator for heterogeneous marine vehicle teams under real constraints	377
A. Zangrilli, A. Picini Unmanned Marine Vehicles working in cooperation: market trends and technological requirements	383
T. Glotzbach, P. Otto, M. Schneider, M. Marinov A Concept for Team-Orientated Mission Planning and Formal Language Verification for Heterogeneous Unmanned Vehicles	389

M. A. Arredondo, A. Cormack SeeTrack: Situation Awareness Tool for Heterogeneous Vehicles	395
J. C. Ferreira, P. B. Maia, A. Lucia, A. I. Zapaniotis Virtual Prototyping of an Innovative Urban Vehicle	401
A. Wenzel, A. Gehr, T. Glotzbach, F. Müller Superfour-in: An all-terrain wheelchair with monitoring possibilities to enhance the life quality of people with walking disability	407
Th. Krause, P. Protzel Verteiltes, dynamisches Antriebssystem zur Steuerung eines Luftschiffes	413
T. Behrmann, M. Lemmel Vehicle with pure electric hybrid energy storage system	419
Ch. Schröter, M. Höchemer, H.-M. Groß A Particle Filter for the Dynamic Window Approach to Mobile Robot Control	425
M. Schenderlein, K. Debes, A. Koenig, H.-M. Groß Appearance-based Visual Localisation in Outdoor Environments with an Omnidirectional Camera	431
G. Al Zeer, A. Nabout, B. Tibken Hindernsvermeidung für Mobile Roboter mittels Ausweichecken	437
5 Robotics and Motion Systems	
Ch. Schröter, H.-M. Groß Efficient Gridmaps for SLAM with Rao-Blackwellized Particle Filters	445
St. Müller, A. Scheidig, A. Ober, H.-M. Groß Making Mobile Robots Smarter by Probabilistic User Modeling and Tracking	451
A. Swerdlow, T. Machmer, K. Kroschel, A. Laubenheimer, S. Richter Opto-acoustical Scene Analysis for a Humanoid Robot	457
A. Ahranovich, S. Karpovich, K. Zimmermann Multicoordinate Positioning System Design and Simulation	463
A. Balkovoy, V. Cacenkin, G. Slivinskaia Statical and dynamical accuracy of direct drive servo systems	469
Y. Litvinov, S. Karpovich, A. Ahranovich The 6-DOF Spatial Parallel Mechanism Control System Computer Simulation	477

V. Lysenko, W. Mintchenya, K. Zimmermann 483
Minimization of the number of actuators in legged robots using
biological objects

J. Kroneis, T. Gastauer, S. Liu, B. Sauer 489
Flexible modeling and vibration analysis of a parallel robot with
numerical and analytical methods for the purpose of active vibration damping

A. Amthor, T. Hausotte, G. Jäger, P. Li 495
Friction Modeling on Nanometerscale and Experimental Verification

Paper submitted after copy deadline

2 Advances in Control Theory and Control Engineering

V. Piwek, B. Kuhfuss, S. Allers 503
Feed drivers – Synchronized Motion is leading to a process optimization

Th. Krause

Verteiltes, dynamisches Antriebssystem zur Steuerung eines Luftschiffes

Einleitung

Luftschiffe sind im heutigen Luftfahrtbild eher Exoten. Es gibt jedoch immer mehr Anwendungsbereiche, in denen die Vorteile eines mit Traggas gefüllten, „schwebenden“ Fluggerätes die Nachteile, wie hohe Windanfälligkeit aufwiegen. Bei Messaufgaben ist ein Luftschiff als Messplattform ideal, da es keine Luftverwirbelungen verursacht und so Messergebnisse nicht verfälscht. Für die Überwachung und Suche eignet es sich besonders, weil es sehr leise fliegt und in der Nähe von Menschenmassen operieren kann, ohne diese zu gefährden. Durch seinen geringen Energieverbrauch ist es ideal für längerfristige Überwachungen [1]. Ein sehr interessanter Anwendungsbereich ist das teilautonome und autonome Fliegen, der den Einsatz auch für Sicherheitskräfte wie Technisches Hilfswerk, Feuerwehr oder Polizei für die Überwachung und das Sammeln von Informationen interessant macht. Dies setzt jedoch eine gute Regelung der Fluglage und der Position des Luftschiffes im Raum voraus.

In dieser Veröffentlichung wird bereits beim Design des Antriebskonzeptes der regelungstechnische Aspekt betrachtet. Präsentiert wird ein auf diesen Überlegungen basierendes neues Antriebskonzept für Luftschiffe, welches eine hohe Manövrierbarkeit und ein direktes Reagieren auf Störgrößen ermöglicht. Dabei werden in einem weiteren Schritt Ausblicke auf die dann umzusetzende Regelung betrachtet. Erste Erprobungen einer solchen Regelung wurden bereits in Lissabon an einem kleineren Modell durchgeführt [2]. Das hier vorgestellte System wird auf einem 9 Meter Luftschiff erprobt.

Das Antriebskonzept

Die Regelung von physikalischen Größen vereinfacht sich, wenn man mit Stellgrößen direkt oder indirekt über einfache Modelle auf diese Größen Einfluss nehmen kann. Bei der Steuerung eines Luftschiffes sollen idealer Weise alle sechs Freiheitsgrade geregelt werden. Die Störgrößen sind hier Kräfte, die durch Luftbewegungen und Gravitation entstehen. Von außen wirken Luftbewegungen auf den Ballon. Dadurch wird das Luftschiff aus seiner Lage gebracht. Thermik und Temperaturschwankungen des Traggases durch Sonneneinstrahlung verändern den Auftrieb des Luftschiffes. Bisherige Lösungen weisen zwei am Bauch des Luftschiffes befestigte Antriebe auf, die sich um die Querachse drehen lassen, so dass ein Kräftevektor in Flugrichtung und vertikal aufgebaut werden kann. Die beiden Antriebe werden dabei oft synchron angesteuert [3]. Mit einer solchen Anordnung lassen sich nur die zwei translatorischen Bewegungen Vorwärts und die Höhe regeln. Seitenkräfte und Lageänderungen können damit nicht korrigiert werden. Hinzu kommt, dass die Aktoren an einer anderen Stelle wirken als die Störgrößen, wodurch bei Korrekturen Drehmomente entstehen.

An ein einfach zu regelndes Antriebssystem, welches eine hohe Manövrierbarkeit realisiert, werden daher folgende Anforderungen gestellt:

- Der resultierende Kräftevektor soll dort wirken, wo die Störkräfte wirken
- Der Kräftevektor soll sich in der Richtung so verändern lassen, dass er den Störkräften direkt entgegenwirkt

Wenn man diese Forderungen erfüllt, kann jede Größe einzeln für sich geregelt und das sehr komplexe System einfach entkoppelt werden.

Ordnet man mindestens drei Antriebe unabhängig ansteuerbar um den Ballon an und befestigt diese so, dass der Schubvektor parallel zur Ballonoberfläche wirkt und um die orthogonale Achse zur Ballonoberfläche gedreht werden kann, erreicht man die oben genannten Forderungen (siehe Abbildung 1). Damit lassen sich die Kräftevektoren einzeln drehen und in ihrem Betrag variieren. Dadurch kann der resultierende Kraftvektor in der Fläche, die die Antriebe aufspannen, positioniert und ausgerichtet werden. Gleichzeitig können auch die erforderlichen Drehmomente erzeugt werden um Lageänderungen, etwa durch Trägheiten, auszuregeln. Eine entsprechende Anmeldung finden Sie in der Patentschrift [5].



Abbildung 1: Beispielanordnung für die Antriebe

Durch Vektoraddition und unter Berücksichtigung der Geometrie des Antriebssystems können Kräfte in allen 6 Freiheitsgraden erzeugt werden. Diese orthogonalen Kräfte (3 translatorische Kräfte und 3 Drehmomente) werden im Folgenden als Grundkräfte im Raum beschrieben. Umgekehrt kann man für jede Grundkraft die dazu notwendigen Propellerstellungen und Stärken berechnen. Überlagert man dann diese einzeln ausgerechneten Propellerstellungen und Stärken erhält man die Ansteuerwerte für die Antriebe für die gewünschte Bewegung des Luftschiffes. Das heißt, man entkoppelt zunächst jeden Freiheitsgrad und entwickelt für jeden Freiheitsgrad einen eigenen Regelkreis. Daraus resultieren für jeden Antrieb sechs Kräfte mit sechs Winkeln. Dabei treten als Winkel jeweils nur 0 Grad oder 90 Grad auf. Abbildung 2 zeigt drei Beispiele für die Stellung der Antriebe für die Einzelbewegungen.

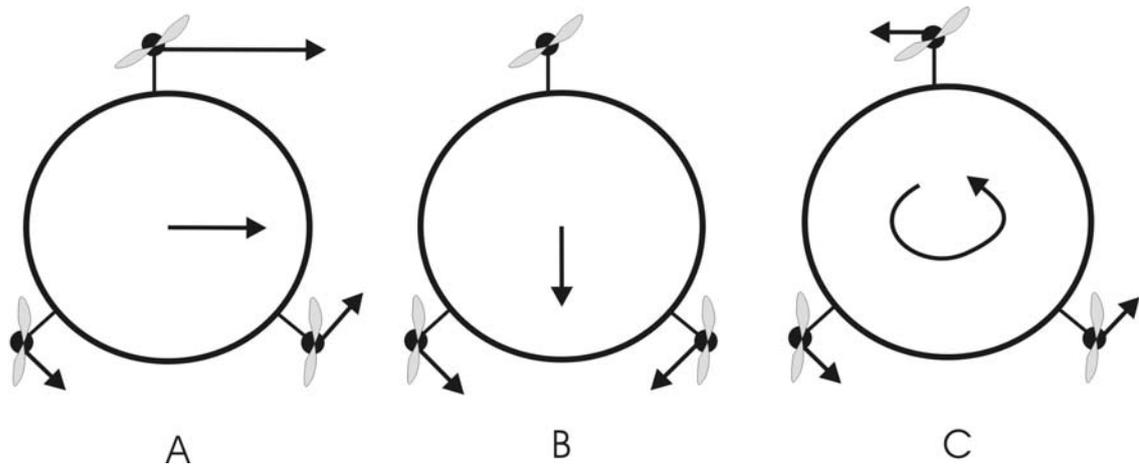


Abbildung 2: Drei Beispielbewegungen und ihre Antriebskonfiguration. A) Bewegung zur Seite B) Bewegung nach unten C) Drehung um die Längsachse

Unter dieser Voraussetzung lassen sich alle sechs Vektoren addieren, wodurch sich ein resultierender Vektor ergibt, mit dem der Antrieb angesteuert werden muss. Die Schwierigkeit liegt hier jedoch in der Endlichkeit der Hardware. Man kann die Stellgrößen für jede einzelne Regelstrecke begrenzen, so dass die Ergebnisse innerhalb der physikalischen Grenzen der Antriebe liegen. Nach der Addition der sechs Ergebnisse kann das Resultat jedoch trotzdem außerhalb dieser Grenzen liegen. Hier ist eine geschickte Synchronisation mit Rückwirkung auf die Führungsgrößen erforderlich. Für spätere autonome Aufgaben ist es vorteilhaft, wenn sich das Luftschiff so genau wie möglich in die vorgegebene Richtung oder auf dem vorgegebenen Pfad bewegt. Die Geschwindigkeit spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Die Synchronisation wird also so durchgeführt, dass das Verhältnis der Kräfte der Antriebe zueinander gleich bleibt. Es wird lediglich der Betrag so weit reduziert, dass alle Antriebe innerhalb ihrer Grenzen bleiben. Rückführend müssen dann die Führungsgrößen reduziert werden, um die Regler wieder in einen Regelbereich zu bringen, in dem die Stellgrößen nicht mehr beschnitten werden und die Führungsgrößen eingehalten werden können.

Ein vereinfachtes Beispiel:

Das Luftschiff soll sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit v und einer Drehrate r bewegen. Die resultierende Bewegung wäre also eine Kurve mit dem Radius x . Bei dieser Bewegung erhöht sich auf einmal der Wind von vorn und der Regelkreis für die Vorwärtsbewegung erhöht die Ansteuerwerte der Antriebe. Nach der Addition der Vektoren stellt sich dabei heraus, dass ein Antrieb die geforderte Kraft nicht bringen kann. Die Synchronisation reduziert die Motorleistung aller Motoren, so dass deren Verhältnis der Kräfte gleich bleibt. Gleichzeitig reduziert die Synchronisation die Führungsgrößen für Drehbewegung und Vorwärtsbewegung. Dabei bleibt das Verhältnis der beiden Führungsgrößen ebenfalls erhalten. Als Ergebnis fliegt das Luftschiff immer noch die Kurve mit dem Radius x aber mit einer geringeren Geschwindigkeit.

Würde man diese Anpassung nicht vornehmen, würde das Luftschiff in diesem Fall eine engere Kurve fliegen.

Das Luftschiff

Der Lehrstuhl Prozessautomatisierung der TU-Chemnitz verfügt über ein 9 Meter langes Luftschiff auf dem eine leicht abgeänderte Antriebskonfiguration aufgebaut wurde. Abbildung 3 zeigt den Versuchsaufbau während des ersten Testfluges.



Abbildung 3: Das Luftschiff mit dem neuen Antriebssystem beim ersten Testflug

Die Antriebe einzeln um den Ballon zu befestigen ist bei unserem Prallluftschiff technisch sehr aufwendig. Deshalb wurde eine etwas geänderte Anordnung gewählt. Am Ballon befindet sich jeweils oben und unten eine Gondel an der links und rechts an einer drehbaren Achse ein Antrieb befestigt ist. Alle vier Achsen und Antriebe lassen sich unabhängig voneinander ansteuern. Abbildung 4 zeigt links die einfache Mechanik zur Aufnahme der Achsen und rechts die Anordnung dieser beiden Mechaniken.

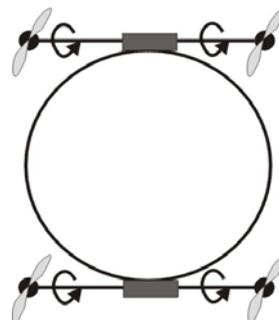
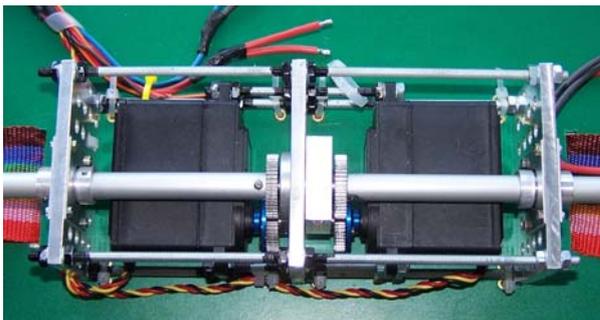


Abbildung 4: links: Mechanik zur Aufnahme und Steuerung der Antriebsachsen; rechts Anordnung der zwei Mechaniken mit den Antrieben.

Durch diese Anordnung werden die oben genannten Forderungen erfüllt. Lediglich eine Bewegung zur Seite kann nicht realisiert werden. Hierfür muss das Luftschiff gedreht werden.

Mit dieser Konstruktion kann die Regelung der Bewegung des Luftschiffes stark vereinfacht werden. So können kaskadierte Regler mit einer modellbasierten Steuerstrecke die Einzelbewegungen (vorwärts, hoch, drehen, neigen, rollen) mit klassischen Reglerstrukturen übernehmen. Die komplexe Bewegung des Luftschiffes

wird dann in einer Ebene darüber über eine Vektorregelung vorgenommen. Dieser Regelungsansatz wurde bereits in Lissabon an einem kleineren Luftschiff erfolgreich getestet [2][4]. Abbildung 5 zeigt die Reglerstruktur für die Einzelbewegungen. Die Bewegungsmodelle können für jede Einzelbewegung individuell angepasst werden.

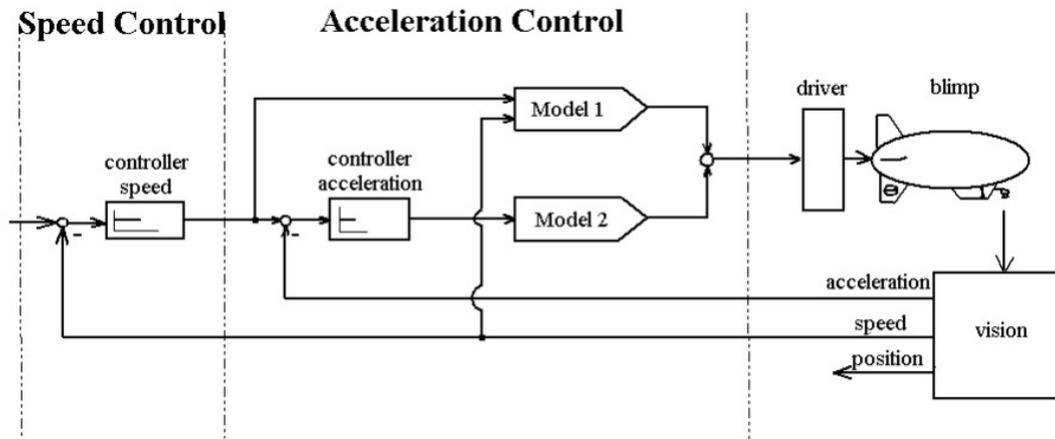


Abbildung 5: Kaskadierte Reglerstruktur zur Regelung der Einzelbewegungen

Abbildung 6 zeigt die globale Reglerstruktur zur Regelung der Lage und Flugbewegung. Da die Bewegungen auf der unteren Ebene bereits geregelt werden und auf dieser Ebene lediglich die Führungsgrößen für die Bewegungen berechnet werden, sind keine Modelle des Systems notwendig. Diese ergeben sich aus den Regelungskreisen der unteren Ebene. Die Level 1 Regler sind auf diesem Schiff 5 Regler. Gezeigt werden aus Platzgründen nur drei Strecken.

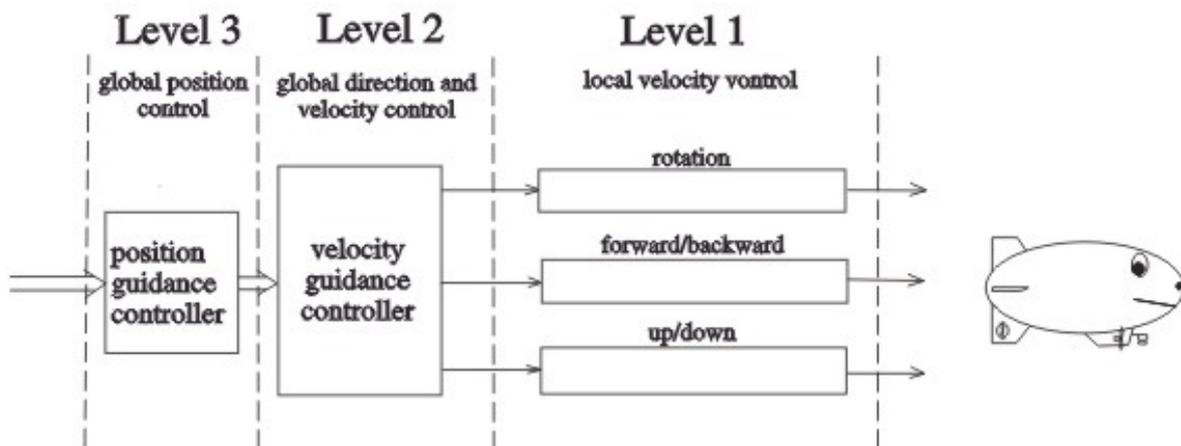


Abbildung 6: Globale Reglerstruktur zur Steuerung der Bewegung des Luftschiffes

Weitere Arbeiten

Nachdem beim ersten Testflug die Funktionalität des neuen Antriebssystems getestet wurde, werden nun die Übertragungsfunktionen der Antriebe zur Linearisierung in der Software integriert. Zum Testflug wurden nur drei Bewegungen (Höhe, Vorwärts und Drehung um die Hochachse) gesteuert. In der nächsten Stufe soll jetzt das Antriebssystem auch in der Software voll ausgebaut werden, so dass alle 5 Bewegungen gesteuert werden können. Zusätzlich zum Mikrokontroller, der die

Ansteuerung der Aktoren übernimmt und die Akkuspannung überwacht, bekommt das Luftschiff ein PC-System mit GPS und Beschleunigungssensoren sowie einem Stereokamerasystem. Auf dem PC wird dann die Regelung implementiert und die Auswertung der Sensoren zur Positionsbestimmung. In der ersten Stufe soll das Luftschiff mit Hilfe der Regelung in der Lage sein, vorgegebene Navigationspunkte abzufliegen. Abbildung 7 zeigt die weiteren Komponenten für das Luftschiff.

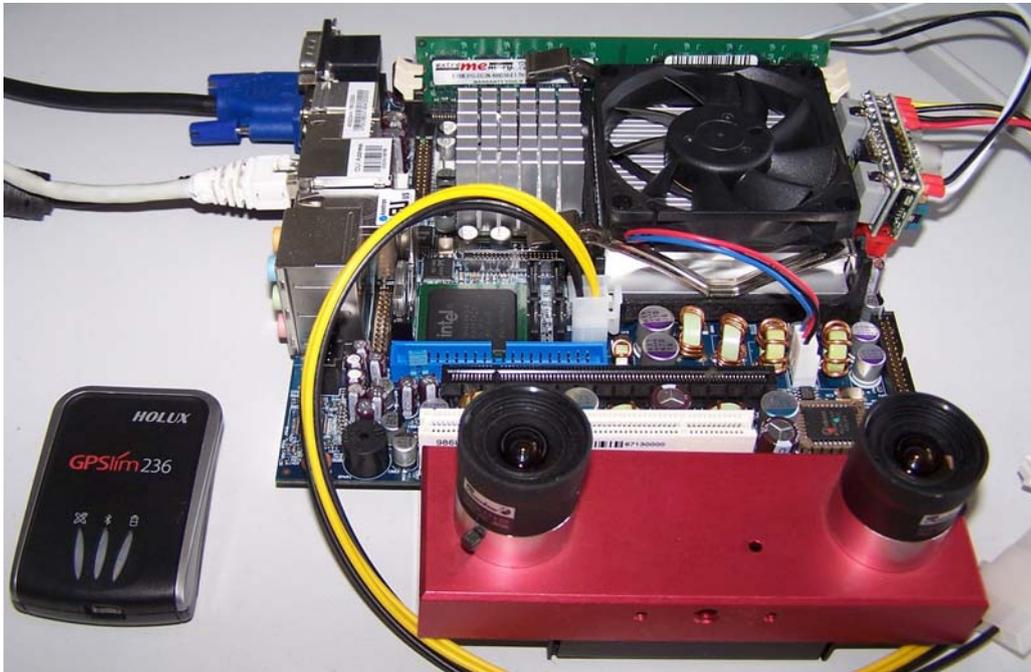


Abbildung 7: GPS Empfänger, Stereokamera und PC-System für das Luftschiff

Technische Daten:

- Länge: 9,50 m
- Breite: 2,20 m
- Antriebsleistung: 6 kg Schub
- Akkuleistung: 22,2 V, 12000 Ah
- Flugdauer: ca. 1 Stunde
- Maximale Geschwindigkeit: 25 km/h
- Maximale Windgeschwindigkeit: 15 km/h
- Gewicht des Luftschiffes inkl. Ausrüstung: ca. 20 kg

References:

- [1] Technikfolgenabschätzung – Leichter-als-Luft-Technologie – Innovations- und Anwendungspotentiale, März 2005
- [2] Krause, Protzel, Flugregler für ein autonomes Luftschiff, Autonome Mobile Systeme 2003, Karlsruhe, Germany
- [3] Gebrauchsmusterschrift, DE20107956 U1
- [4] Lima, Custódio, Ribeiro, The Rescue Projekt – Cooperative navigation for rescue robots, Aser 2003, Italy
- [5] Patentschrift, DE102007013147.1

Authors:

Dipl.-Ing. Thomas Krause
Prof. Dr. Peter Protzel
Technische Universität Chemnitz, Reichenhainer Straße 70
09126 Chemnitz, Germany
Phone: +49 371 531 33357
Fax: +49 371 531 833357
E-mail: thomas.krause@etit.tu-chemnitz.de
peter.protzel@etit.tu-chemnitz.de