

Bahn frei für ein neues Hochschulgebäude



Autonome Helikopter mit neuem Equipment

Das Institut für Unmanned Aerial Systems erweitert seinen Einsatz

Bei den Helikoptern liegen die Schwerpunkte seit ungefähr einem Jahr in verschiedenen Bereichen. Die Flugdynamik des Elekt Institut für Unmanned Aerial Systems rohelikopters von unter fünf Kilogramm Abflugmasse hat sich durch verschiedene Maßnahmen in der Auslegung der Regelungsalgorithmen deutlich verbessert. Bei Einsätzen am Freiburger Münster sind wir auf Flugbereiche gestoßen, in denen überhaupt kein GPS-Empfang mehr möglich war. Daher wurden die Navigations-Algorithmen so überarbeitet, dass der Helikopter auch ohne GPS-Stützung sicher fliegt. Diese Erweiterungen wurden auf unserem Flugfeld mit gezielter Abschaltung des GPS ausgiebig getestet und haben sich bei weiteren Flügen am Münster mit langen GPS-Ausfallzeiten bewährt.

Mehrere Kunden sind an den Helikoptern für Einsätze interessiert. Daher wurde viel Arbeit in die Serienreifmachung der Avionik und der Software und Hardware sowie in die Verbesserung der Software der Bodenstation gesteckt. Einige Schwierigkeiten bereitet uns noch der Benzinhelikopter mit acht Kilogramm Abflugmasse ohne Nutzlast. Die Probleme liegen in der Regelung des Benzinmotors, der sehr

empfindlich auf die Vergasergemisch-einstellung reagiert. Die hohen Vibrationspegel durch den Einzylinder haben wir inzwischen im Griff.

Für den Betrieb unbemannter Flug-systeme sind breitbandige und sichere Funkverbindungen unerlässlich. Wir haben ein fliegbares 5.8-GHz-WLAN-Netzwerk mit 150 Mbit/s-Datenrate sowie entsprechende IP-Kameras entwickelt und in mehreren Einsätzen getestet. Für die Funkverbindung über lange Reichweiten wurde eine sich automatisch nachführende 2-Achs-Antenne für 5.8-GHz-Patchantennen und 2.4-GHz-Parabolantennen aufgebaut. Auf diese Weise können nun an der Bodenstation hochauflösende Videobilder mehrerer Kameras, die sich an Bord des fliegenden Helikopters befinden, verfolgt werden.

Im vergangenen Sommer haben die Vorbereitungsarbeiten für die Europäische Leistungsschau für Robotik in Leuven/Belgien (ELROB) uns sehr viel Arbeit gekostet: Der Hochschulbus musste mit einer Innenausstattung für die Bodenstation versehen und ein Generator angeschafft werden. Leider wurde uns im letzten Moment die Flug-genehmigung in Belgien nicht erteilt,

so dass wir uns die Reise nach Leuven gespart haben. Für eine Onboard-Kamera wurde die Hardware für eine 3-achskreiselstabilisierte Kamerahalterung in kohlefaserverstärktem Material entworfen und gebaut, die Regelungselektronik muss noch entworfen werden.

Schwierige Bedingungen am Freiburger Münster

Verschiedene Flugeinsätze, unter anderen am Freiburger Münster, fanden teilweise unter schwierigen Bedingungen mit Start und Landung in 74 Metern Höhe von einer Plattform am Turm statt. Die Westfront wurde fotografisch abgeflogen. Es fanden zudem viele Vorführungen statt – nicht nur auf unserem Flugfeld. Auch Flüge mit speziellen Nutzlasten gab es. Fotos des Freiburger Münsters wurden teilweise mit einer speziellen kommerziellen Software zu virtuellen, dreidimensionalen Objekten weiterverarbeitet. Allerdings hat sich herausgestellt, dass für hohe Genauigkeit die Rechenzeiten einfach inakzeptabel waren, so dass dieser Weg derzeit nicht weiterverfolgt wird. Auf jeden Fall haben wir nun die Möglichkeit unsere Kameras zu kalibrieren, so dass hochwertige, völlig entzerrte Luftbilder nunmehr möglich sind. Im



Der acht Kilo schwere Benzinhelikopter steigt zu einem Messflug in den nächtlichen Himmel. Untergehängt hat er eine sechs Kilo schwere Box mit einer inertialen Messeinheit eines kommerziellen Herstellers und das GPS-Trägerphasenmesssystem der Hochschule



Automatische 2-Achs-Antennennachführung mit einer 5,8-GHz-Patchantenne und einer 2,4-GHz-Parabolantenne



Eine Klemme an einer Hochspannungsleitung, die zu Inspektionszwecken angeflochten wurde

Rahmen eines Auftrags haben wir auch unsere GPS-Trägerphasentechnologie weiterentwickelt. Nun ist es möglich, mittels dreier Antennen auf dem Helikopter – im Abstand von etwa einem Meter angebracht – die Fluglage und den Nordwinkel laufend mit wenigen Zehntel Grad absoluter Genauigkeit im Flug zu vermessen. Mit dieser Technologie wurde im Flug eine inertielle Messeinheit eines kommerziellen Herstellers testgeflogen und die Messergebnisse dieser Einheit mit unseren Flugdaten verglichen. Aus Gewichtsgründen mussten wir das ganze – ziemlich wertvolle – Messequipment mit dem Benzinhelikopter fliegen, wobei die Nutzlast an der Grenze der Zuladefähigkeit des Benziners war, insgesamt halb vollgetankt etwa 14 Kilogramm in der Luft. Unser Referenzsystem hat sich bei den Einsätzen als langzeitstabil genau erwiesen, der Benziner – bei korrekter Vergasereinstellung – als zuverlässig auch mit einer solchen Zuladung.

Interessant waren Einsätze an 400 kV-Leitungen für ein Elektrizitätswerk mit dem Elektrohelikopter. Um möglichst hochauflösende Bilder zu erhalten, wurde auf Wunsch des Kunden so dicht an die Leitungen bzw. Klemmen herangeflogen, dass schon mal die Landekufen in der Leitung eingehakt sind. Eine Schwierigkeit dabei war, dass der Helikopter mehrere hundert Meter vom Bediener am Boden entfernt flog. Sowohl die elektromagnetischen Störungen durch die Hochspannungsleitungen – die Spannung war nicht abgeschaltet – als auch vereinzelte Leitungsberührungen haben zu keinen Problemen geführt.

Derzeit sind Entwicklungen in Richtung „Wahrnehmung“ in Arbeit: Stereoverfahren für die automatische 3D-Umgebungserfassung mit Videodatenrate sowie akustische Verfahren. Erste Tests in beiden Bereichen sehen recht vielversprechend aus – auch unter dynamischen Bedingungen, wie sie auf dem Helikopter zu erwarten sind.

Selbst geschriebenes Aerodynamik-Rechenprogramm

Als Institut, das sich mit fliegenden Systemen beschäftigt, darf natürlich die Aerodynamik darin nicht fehlen. Da wir Aerodynamik-Rechenprogramme vornehmlich für Entwurfs- und Optimierungsarbeiten benötigen, wurde ein derartiges Programm auf der Basis des Vortex-Panel-Algorithmus selbst geschrieben. Das Programm kann alle Kräfte und Momente auch bei unsteady Luftströmung berechnen, die für die Simulation des dynamischen Verhaltens fliegender Objekte wichtig sind. Fliegen ist eine Sache, stabil geregelt fliegen aber eine andere Angelegenheit (und naturgemäß wichtig!). Das Programm hat eine sehr kurze Rechenzeit, so dass das dynamische Verhalten

eines fliegenden Objekts im Zeitbereich studiert werden kann. Es befindet sich derzeit in der Test- und Optimierungsphase.

Die Technologien für UAV's sind breit gefächert und insbesondere in algorithmischer Hinsicht teilweise recht komplex. Es ist sehr aufwendig, diese Breite zu entwickeln und einzusetzen. Hier ist insbesondere zu vermerken, dass alle Systeme sehr zuverlässig unter Flugbedingungen bei Dynamik, Vibration und möglicherweise schlechtem Wetter funktionieren müssen. Außerdem gilt es, auch mögliche Risiken für Leib und Leben von Personen auszuschalten. Es herrschen andere Bedingungen als im Labor. Der Erfolg



Der Elektrohelikopter mit zwei IP-Kameras und einem 5,8-GHz WLAN Router zur Bildübertragung

autonomer Flugsysteme hängt langfristig sehr von der Zuverlässigkeit und Unfallfreiheit der Einsätze ab. Wir legen darauf größten Wert und haben inzwischen Erfahrungen aus mehr als 500 Flügen, die in die Weiterentwicklung einfließen.

PROF. DR. WERNER SCHRÖDER

Kooperation mit dem Schillergymnasium

Im Frühjahr hat sich eine interessante Kooperation mit dem Offenburger Schillergymnasium ergeben (siehe Seite 13). Wir haben einer Schüler-Lehrermannschaft ein wenig geholfen, Messequipment mit Kameras und anderen Sensoren zu entwickeln, das sie per Wetterballon und Unterstützung der Bundeswehr in Meppen bis in eine Höhe von 22 Kilometern über Grund (Stratosphäre) geflogen haben. Die Landung erfolgte zwar dummerweise im Watt bei aufkommender Flut, aber der Film konnte dank „Amtshilfe“ der Wasserschutzpolizei Emden gerettet werden und auf der 100-Jahr-Feier des Gymnasiums einige Tage später gezeigt werden. Vielleicht ergibt sich auch auf diesem Wege Nachwuchs für die Ingenieurdisziplin, vielleicht auch für das Institut. Jedenfalls soll die Kooperation weitergeführt werden.