

Bildverarbeitung im Flug

Intelligente Kamera steuert die automatische Landung einer Flugdrohne

Meike Hummerich

Eine programmierbare Kamera mit Dual-Core-Prozessor und Linux-Betriebssystem übernimmt die Steuerung für die automatische Landung einer Flugdrohne. Dazu wertet ein Tracking-Algorithmus auf der Kamera die Flughöhe der Drohne, ihre relative Position und ihre Ausrichtung zu aktiven LED-Markern am Landeplatz aus. Auf Grundlage dieser Positionsdaten übernimmt die Kamera die Regeltechnik für den Landevorgang.

Meike Hummerich ist zuständig für Public Relations bei der VRmagic GmbH in Mannheim

Die rund 500 g leichte Mikro-Drohne mit vier Rotoren kann per Hand ferngesteuert werden oder fliegt eine Route ab, die ihm zuvor über GPS programmiert wurde. Die Landung musste bisher von einem ausgebildeten Operator per Fernsteuerung durchgeführt werden, da die verwendete GPS-Technik nicht die notwendige Positionsgenauigkeit liefert, um auf einer Fläche von nur 1,5 m² zu landen. Zusätzlich wurde die bei der Landung durchgeführte barometrische Höhenmessung durch den sogenannten Bodeneffekt erschwert: in Bodennähe kommt es unter den Rotorblättern der Drohne von Microdrones zu Luftverwirbelungen und Auftrieben. „Die Automatisierung der Landung durch eine intelligente Kamera von VRmagic ermöglicht nun den vollständig autarken Betrieb des Quadropters. Damit erweitern sich die Einsatzmöglichkeiten bedeutend, z.B. in der Wartung von Anlagen oder der Überwachung von weitläufigen und unzugänglichen Gebieten“, so Thorsten Kanand, Vertriebsleiter bei Microdrones in Kreuztal.

Die Mikro-Drohne misst von Rotorachse bis Rotorachse 70 cm, kann bis zu 250 g Nutzlast tragen und steht auch bei Wind stabil in der Luft. Ausgestattet mit einer Digitalkamera kann sie im Flug gestochen scharfe Bilder machen und eignet sich so

Gehen Sie online

Unter www.vfv1.de/#7875890 finden Sie ein Video der Flugdrohne mit Kamera, das die Funktionsweise anschaulich und kompakt darstellt.



für alle Arten von Überwachungs- und Inspektionsaufgaben aus der Luft.

Vollwertiges Embedded-System

Die unter der Drohne befestigte Kamera VRmDC-12/BW ist mit etwa 50 g und Außenmaßen von 46×46×54 mm leicht und kompakt. Sie verfügt über einen hochintegrierten, parallel arbeitenden DaVinci-Dual-Core-Chip, der in einem System-on-a-Chip (SoC) einen DSP und einen ARM9-Prozessor mit Standard-Debian-Linux-Betriebssystem integriert. Ein Flash-Baustein dient als Massenspeicher. Der Chip enthält standardmäßig einen RAM-, Flash- und USB-Controller, einen Videoeingang zum Sensor, einen analogen und digitalen Videoausgang, GPIOs, frei verwendbare Pins für Digitalsignale, IOs für Trigger und Strobe, bis zu drei serielle Schnittstellen, Ethernet sowie einen SPI-Erweiterungs-Bus. Die Kamera ist damit ein vollwertiges



Die Flugdrohne bei der Vorführung im Application Park der Vereinigten Fachverlage GmbH auf der Messe VISION 2009

Bildquelle: Dirk Schar

Embedded-System und in der Lage, autark auch komplexe Bildverarbeitungs- und Steuerungsaufgaben zu übernehmen.

Linux als Kamera-Betriebssystem

Das Standard-Debian-Linux-Betriebssystem bietet eine offene Plattform, um eigene Applikationen mit C/C++ oder jeder gängigen Skript-Sprache zu programmieren. Algorithmen können mit Standard-Umgebungen wie Visual Studio oder Code Composer Studio entwickelt und über Cross-Compiler auf die Kamera übertragen werden. Host-System und Kamera verfügen über die gleiche API. „Wir konnten die vorhandenen Regelkreis-Algorithmen einfach cross-compileren und dann auf den ARM-Prozessor der Kamera übertragen“, berichtet Tobias Matschke, Entwickler bei Micro-drones, über die Implementierung der Drohnensteuerung auf der Kamera. „Desktop-Debian-Linux bietet viel Komfort für Entwickler. Viele Open-Source-Projekte mit der Zielplattform Linux laufen problemlos auf der Kamera. Entwickler müssen diese frei verwendbaren Projekte nicht einmal cross-compileren, da sie mit dem apt-get-Befehl die Bildverarbeitungspakete samt C-Header und Libraries von dem Debi-

an Server herunterladen können,“ so Thomas Ruf, Leiter Forschung und Entwicklung bei VRmagic Imaging, zu der Entscheidung für Linux als Kamera-Betriebssystem. „Ein weiterer Vorteil ist, dass Linux über Treiber für USB-Geräte verfügt wie USB-, WLAN- oder Bluetooth-Sticks, und genauso für Festplatten und Eingabegeräte wie Maus und Tastatur, die bei Bedarf problemlos in eine Anwendung integriert werden können.“

Positionsbestimmung durch Echtzeit-Tracking

Für das Positions-Tracking der Drohne ist das optische System der Kamera mit einem Schwarzglas so modifiziert, dass nur infrarotes Licht den Sensor erreicht. Dadurch bilden die aktiven Infrarot-Marker der Landeplattform die einzigen hellen Bereiche im Bild. Ihre Positionen lassen sich durch eine Blobsegmentierung bestimmen, die Bereiche mit gleicher Farbe zusammenfasst. Auf dem DSP werden zunächst die eingehenden Bilddaten binarisiert und durch Lauflängencodierung (RLE) komprimiert. Aus dem RLE-kodierten Bild kann der Schwerpunkt eines Blobs mit wenigen Rechenschritten bestimmt werden. Diese Aufgabe übernimmt der ARM9-Core

des DaVinci-SoC, ebenso wie die Positions-berechnung. Die bekannte Anordnung der aktiven Marker auf der Landeplattform wird mit den Positionen der Blobs im Bild verglichen und daraus mit großer Genauigkeit die Lage der Kamera im Raum über der Plattform ermittelt. Ein Regelkreis berechnet dann die Steuerungsbefehle, die über die RS232-Schnittstelle an die Motoren der Flugdrohne gesendet werden.

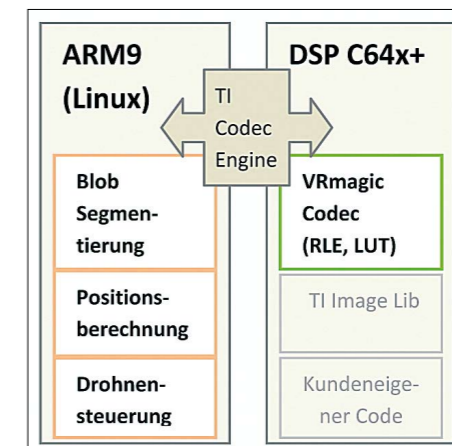
Parallelisierte Bildverarbeitung

Während auf dem ARM9-Prozessor der Kamera das Linux-Betriebssystem, die Positionsbestimmung und die Ansteuerung der Drohne läuft, steht der DSP komplett für Bildverarbeitungsaufgaben zur Verfügung. Durch die Parallelisierung der Bildverarbeitung sind bei dieser Anwendung Updateraten von über 50 Hz erreichbar. Die Kommunikation zwischen DSP und ARM9 und die Verwaltung der gemeinsamen Bild-Zwischenspeicher erfolgt durch die Codec Engine.

„Basierend auf der TI Codec Engine haben wir einen eigenen Codec entwickelt, der die Bilddaten des Sensors in verschiedene Ziel-formate konvertieren kann, wie RGB565, YUV oder eben RLE-kodiert. Gleichzeitig wird die Look-Up-Table (LUT) angewandt, so dass direkt Gamma-Korrekturen vorgenommen werden können. Der VRmagic Codec ist im kostenlosen SDK enthalten und kann für eigene Applikationen verwendet werden“, erläutert Ruf. „Außerdem bietet die TI Image Library für den DSP diverse frei verwendbare Algorithmen für Low-Level-Bild-verarbeitungsfiler, z.B. um Rauschen herauszufiltern, Konvolutionsfilter zum Weich- oder Scharfzeichnen und Korrelationsfilter mit Kernelgrößen von 3×3, 5×5 und 7×7. Kommerzielle Codecs wie MPEG4 H.264 können ebenfalls für die TI Codec Engine erworben werden.“



Die Kamera VRmDC-12/BW ist mit etwa 50 g Gewicht besonders leicht und kompakt



Parallelisierte Bildverarbeitung auf dem Dual-Core-Prozessor (Schemazeichnung)

VRMAGIC