

Proprietäre Systeme mit Open-Source-Software

Mikrocontroller-Programmierung unter μ CLinux

Open-Source-Software kostet keine Lizenzgebühren. Jedoch zwingt die Lizenz den Entwickler dazu, Veränderungen an dieser Software ebenfalls als Open Source freizugeben. Ein besonderes Merkmal von Mikrocontrollern ist die hardwarenahe Programmierung. Sind hierzu spezielle Treiber notwendig, so müssten diese als Erweiterung eines Open-Source-Betriebssystems auch jedermann offen zugänglich sein.

Von Leonardo Aleman

Eingebettete Systeme finden zunehmende Verbreitung in allen Bereichen wie z.B. der Steuerungstechnik und der Sensorik, Automotive und Telekommunikation. Dazu beigetragen hat neben der rapid steigenden Leistungsfähigkeit der Prozessoren auch das umfangreiche Angebot an Betriebssystemen und Treibern, Bibliotheken und Entwicklungswerkzeugen.

Unter den Embedded-Betriebssystemen hat Linux – ganz gleich, in welchem Derivat – rasch einen hohen Marktanteil erreicht. Eine ganz wesentliche Rolle bei der Entscheidung für Linux spielen dabei sicherlich die Kosten. Mikrocontroller-Systeme werden oft in sehr großen Stückzahlen produziert, so dass selbst geringe Lizenzgebühren sich zu einem großen Betrag summieren können. Eingebaut in andere Systeme, Steuerungen oder Anlagen müssen solche Mikrocontroller über viele Jahre zuverlässig ihren Dienst tun. Ein Ausfall einer Maschinensteuerung zum Beispiel kann in einer Fertigungsanlage sehr schnell sehr teuer werden. Fehler im Betriebssystem, die sich erst im Betrieb bemerkbar machen, lassen sich vom Entwickler bzw. Programmierer rasch selbst beheben, da der vollständige Quellcode offen zur Verfügung steht. Linux zählt nicht nur zu den stabilsten und zuverlässigsten Betriebssystemen auf dem Markt, sondern zeichnet sich auch

durch eine hohe Flexibilität aus bei der Portierung auf ein anderes System. Dass Linux außerdem sehr sparsam mit den Ressourcen der Hardware umgehen kann, ist ein weiteres wichtiges Ar-

gument für den Einsatz in Mikrocontroller-Systemen.

Allerdings unterliegt die freie Verfügbarkeit des Linux-Betriebssystems der GNU/GPL (GNU – is not UNIX/ General Public License, [1]), die den Programmierer auch in die Pflicht nimmt: Er muss Veränderungen, Erweiterungen und Ergänzungen offenlegen – also ebenfalls unter der General Public License vertreiben. Davon betroffen sind zwar nicht die Anwendungsprogramme: Die zu schützen ist erlaubt. Aber spezielle Hardware-Treiber zum Beispiel stellen eine Erweiterung des ursprünglichen Betriebssystems dar und zählen entsprechend der GPL automatisch auch zur so genannten Open-Source-Software. Die Offenlegung des eigenen Know-hows liegt nicht unbedingt im Interesse eines an wirtschaftlichem Handeln orientierten Unternehmens. Denn schließlich könnte dann jeder – also auch die Konkurrenz – nicht nur den Quellcode einsehen, sondern auch in eigenen Produkten verwenden. Dadurch könnten die

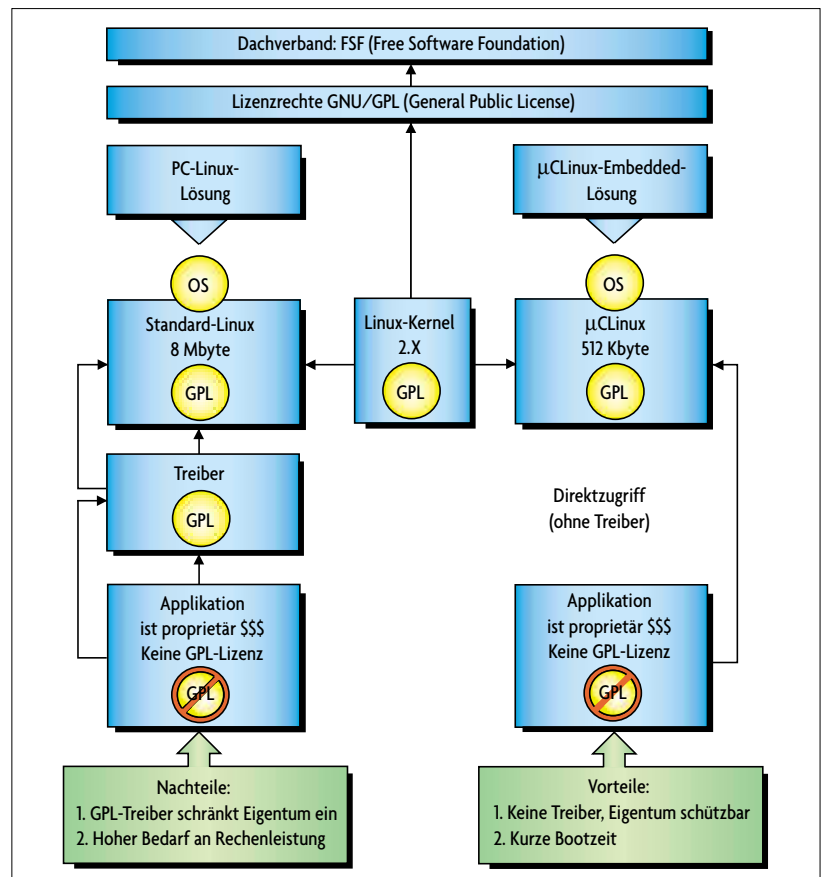


Bild 1. Der Vergleich zwischen Linux und μ CLinux zeigt die Unterschiede bei der Lizenzierung: Müssen keine Treiber programmiert werden, dann ist jede Programmzeile reine Anwendungssoftware.

(Quelle: Feith)

Wettbewerber zum Teil erhebliche Entwicklungskosten sparen und ihr Produkt zu deutlich günstigeren Preisen vermarkten.

Soll also spezielles, im Betrieb vorhandenes Fachwissen bewahrt und geschützt sein, dann verletzt man in diesem Fall die Lizenzbedingungen [2]. Ob dies wissentlich oder unwissentlich geschieht, spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle. Zwar entspricht die GPL nicht dem deutschen Urheber- und Vertragsrecht [3], aber das allein schließt das Risiko eines Rechtsstreites nicht aus. Als Alternative bietet sich dann eigentlich nur die Wahl eines proprietären Betriebssystems an.

► **Freies Betriebssystem für proprietäre Systeme**

Ein Linux-Ableger, speziell für eingebettete Systeme entwickelt, ist das μ Clinux. Es läuft auf Mikrocontrollern ohne Memory Management Unit (MMU) und entstand aus Linux 2.0 mit dem Ziel, einen möglichst kleinen Kernel zu erhalten. Deshalb musste auf die Multitasking-Fähigkeit verzichtet werden – was bei Mikrocontrollern auch eher selten genutzt wird. Solche Minimal-Systeme passen in einen 80-Kbyte-Speicher und begnügen sich mit 256 Kbyte RAM. Zu den wichtigsten Grundeigenschaften von μ Clinux zählt die Unterstützung von Netzwerkprotokollen wie z.B. TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) und zahlreicher Dateisysteme wie NFS (Network File System), ext2 (Second Extended File System), MS-DOS und FAT16/32 (File Allocation Table, 16 bit/32 bit).

Der Clou an diesem Betriebssystem ist nun, dass es ohne Treiber arbeitet (*Bild 1*). Damit startet und arbeitet ein Mikrocontrollersystem nicht nur schneller, sondern die hierfür entwickelte Software ist stets ein Anwendungsprogramm. Das komplette darin verarbeitete Know-how kann und darf Eigentum des Entwicklers bleiben, ohne die Lizenzbestimmungen für das genutzte Betriebssystem zu verletzen. Denn der Code des μ Clinux wird lediglich kopiert, was die GNU/GPL erlaubt. Der Entwickler programmiert ausschließlich Anwenderprogramme, und die sind nicht vom Zwang zur automatischen Freigabe per GNU/GPL betroffen.

► **Bildverarbeitung unter μ Clinux**

Gerade Software für Bildverarbeitungssysteme beruht auf dem speziellen Wissen über die Messaufgabe, dem Erkennen und Behandeln der Merkmale sowie dem Umgang mit großen Datenströmen. Die hohen Datenraten der Bildsignale und die Ankopplung von Framegrabber bzw. Kameras zwingen den Entwickler zu sehr effizienter, hardwarenaher Programmierung. Nur durch ihr Know-how – die Bildverarbeitungs-Software – können sich die Anbieter solcher Systeme vom Wettbewerber unterscheiden. Der Einsatz eines Open-Source-Betriebssystems kann hier bedeuten, dass ein Teil des Fachwissens freigegeben werden muss – dass Betriebskapital quasi verschenkt wird.

Dass sich dennoch ein lizenzgebührenfreies Betriebssystem auch für den Einsatz im Bereich der Bildverarbeitung eignet, zeigt das μ Cleopatra (*Bild 2*) genannte Mikrocontroller-Board der Firma Feith Sensor to Image GmbH (www.feith.de) – dank μ Clinux.

Die Rechenleistung des verwendeten Motorola-ColdFire-Prozessors MCF 5407 entspricht der eines PC mit einem Intel-Pentium-Prozessor bei 500 MHz. Das μ Clinux-Betriebssystem selbst belastet die CPU nur zu 3 %. Gegenüber einem PC hat ein der-

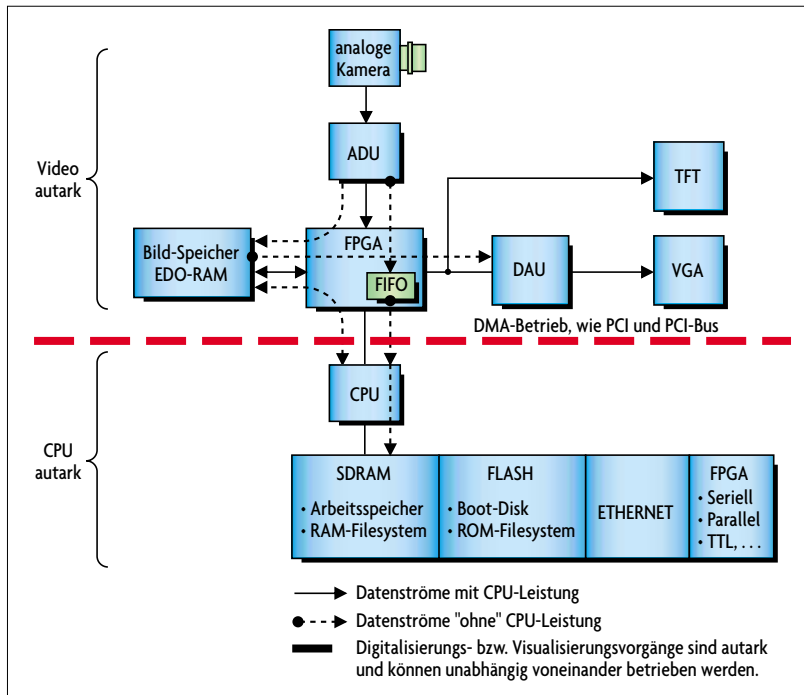


Bild 2. Die zweigeteilte Struktur des Embedded-Bildverarbeitungssystem μ Cleopatra entlastet die CPU. Die Digitalisierung des Videosignals und die Darstellung des Bildes aus der Anzeige sind unabhängig voneinander. (ADU: Analog/Digital-Umsetzer; DAU: Digital/Analog-Umsetzer; DMA: Direct Memory Access; EDO: Extended Data Output; FIFO: First In First Out; FPGA: Field Programmable Gate Array; PCI: Peripheral Component Interconnect; SD-RAM: Synchronous Dynamic Random Access Memory; TFT: Thin Film Transistor; VGA: Video Graphics Array) (Quelle: Feith)

Software (Betriebssystem und Anwenderprogramme) zur Verfügung. Die Programmentwicklung kann am PC erfolgen, z.B. mit dem GNU-C/C++-Crosscompiler. 8 oder 16 Mbyte umfasst der Arbeitsspeicher auf der Platine. Alle wichtigen Standard-Anschlüsse wie Maus, Tastatur, Monitor (TFT-Touchscreen/VGA), serielle und parallele Schnittstelle, Ethernet sind ebenso integriert wie die Videosignalverarbeitungsstufen. Zwei Videoeingänge (BNC, Sub-D) sind für den di-

art kompaktes System deutliche Vorteile: Innerhalb von fünf Sekunden nach dem Einschalten ist es betriebsbereit;

eine Leistungsaufnahme von 5 W macht Lüfter überflüssig. Wahlweise stehen 2 oder 4 Mbyte Flash-ROM für

rekten Anschluss von analogen Kameras (PAL/NTSC, progressive Scan oder Zeilenkamera) vorgesehen. Der Digital-/Analog-Umsetzer verarbeitet die analogen Kamerasignale mit einem Pixeltakt von bis zu 25 MHz zu 8 bit breiten Worten. Ein separater Videospeicher mit einer Größe von 2 Mbyte kann die Daten von 2048×1048 Bildpunkten fassen.

Das kleine Controller-Board verfügt über digitale Ein-/Ausgänge (TTL und Optokoppler) zur direkten Ansteuerung. Entstanden ist es für Inspektions- und Messaufgaben in Fertigungsanlagen, deren Umgebungsbedingungen (Temperatur, Vibrationen, Schmutz) den Einsatz von PCs behindern. Die erste Installation erfolgte in einer Fertigungsstraße (Galvanik). Ein Dutzend Mikrocontroller-Systeme ersetzen dort die gleiche Zahl von PCs. Die für die ursprünglichen PCs erforderliche zusätzliche Kühlung konnte wegfallen, so dass allein der geringere Energieverbrauch zu einer merklichen Kostensenkung führte. *hs*

Literatur

- [1] www.gnu.de/gpl-ger.html
- [2] www.ifross.de/ifross_html/art18.html
- [3] www.ifross.de/Fremdartikel/Festschriftbeitrag.pdf



Leonardo Aleman

ist argentinischer Rechtsanwalt und betreut freiberuflich als Projektmanager Firmen aus dem IT-Bereich (Hard- und Software). Zu seinen Spezialgebieten gehören auch die Themen Umweltschutz, Recycling und Qualitätssicherung.
► E-Mail: la@feith.de

Embedded-Vision-Systeme

Teilt man die Bildverarbeitungssysteme in Leistungsklassen ein, so stehen am oberen Ende zweifellos PC-basierte Systeme mit Signalprozessorboards. Das untere Leistungsende kennzeichnen intelligente Sensoren bzw. intelligente Kameras. In den Bereich dazwischen könnten sich eingebettete Systeme etablieren – als dritte Sparte. Sie werden in Zukunft sicherlich auch den PC-Systemen kräftig Konkurrenz machen. Möglich wird dies durch eine mit PC-Prozessoren vergleichbare Rechenleistung moderner Mikrocontroller und den Einsatz von äußerst zuverlässigen und komfortablen Betriebssystemen. Damit stehen dem Entwickler dieselben Hochsprachen wie am PC zur Verfügung. Die Bildverarbeitungsbranche kann nun endlich auch von den Vorteilen der kompakten Mikrocontroller-Systeme profitieren: Sie sind wesentlich schneller betriebsbereit, brauchen deutlich weniger Platz und Energie und sind robuster, also besser für den Einsatz im industriellen Umfeld geeignet.

Eingebettete Systeme sind vor allem aber auch sicherer. Dies betrifft zum einen den Betrieb: Hier lassen sich z.B. Manipulationen und Fehler, verursacht durch das Bedienpersonal, ohne großen Aufwand ausschließen. Aber auch die im System eingebaute Software ist sicherer – im ROM, geschützt vor Manipulation und vor Vervielfältigung. Natürlich lassen sich auch ROMs auslesen und der Inhalt kopieren, doch erfordert dies wesentlich mehr Aufwand als ein Kopiervorgang am PC. Das in der Software verarbeitete Know-how ist stets fest mit der Hardware gekoppelt. Erst die Kombination von leistungsfähiger, kompakter Hardware mit einem äußerst zuverlässigen, lizenzgebührenfreien Betriebssystem, welches zugleich den Schutz der eigenen Programme uneingeschränkt zulässt, macht diese Embedded-Vision-Systeme zu einem außerordentlich attraktiven Produkt – sowohl für die Hersteller, als auch für die Anwender. *hs*