

Transparente Architektur-Emulation mit Qemu

Eigenbau

Kompakte Systeme wie der Raspberry Pi bieten preisgünstige Hardware für unzählige Verwendungszwecke. Doch wie entwickelt und portiert man Software auf diese Plattformen? Julian Pawlowski



da diese Geräte keine ausreichenden Ressourcen bieten, um darauf ernsthaft zu entwickeln. Auch geduldige Menschen spüren daher schon bald das Verlangen nach einer Lösung, die möglichst reproduzierbar und automatisiert solche Images generiert.

Draufsicht

Der logische erste Schritt besteht also darin, die eigene Perspektive auf den Prozess zu verändern und einen Schritt zurück zu tun. Um beim Raspberry Pi zu bleiben: Mit Hilfe von Skripten lässt sich etwa das von der Raspberry-Pi-Foundation bereitgestellte Raspbian-Image, das auf Debian basiert, direkt an die eigenen Bedürfnisse anpassen und weiterverteilen. Das spart nicht nur eine Menge Zeit, sondern lässt sich später auch automatisieren und mit einer Continuous-Integration-Umgebung kombinieren, etwa Jenkins CI [1].

Doch auf dem Weg dorthin liegen noch ein paar Stolpersteine. Der gewitzte Entwickler denkt natürlich sofort daran, das Image in eine Chroot-Umgebung einzubinden. So lässt sich darin agieren, als hätte man das System regulär gebootet. Allerdings macht die abweichende Prozessorarchitektur hier einen Strich durch die Rechnung, denn die Intel-CPU kann die binären ARM-Programme nicht ausführen. Besteht also die einzige Lösung darin, einen Raspberry Pi als virtuelle

Maschine zu betreiben, mit all den Nachteilen in Sachen Automatisierung, die das mit sich bringt? Nicht zwangsläufig!

Schnell mal emulieren

Ein Übersetzer muss her, der direkt zur Laufzeit einspringt. Qemu [2], der Quick Emulator, dürfte in Verbindung mit Linux' Virtualisierungslösung KVM ein Begriff sein. Doch das Projekt weist noch deutlich mehr Facetten auf. Zusammen mit dem vom Kernel bereitgestellten »binfmt_misc«-Mechanismus bietet die Qemu-User-Emulation die Möglichkeit, auch plattformfremden Binärcode auszuführen. Einzige Voraussetzung: Die Maschine selbst darf nicht als VM laufen, sonst wird es kompliziert (Stichwort: Nested Virtualization).

Unter Debian genügt für die Installation eine einzige Zeile:

```
sudo apt-get install qemu binfmt-support \
qemu-user-static
```

Im nächsten Schritt startet der Entwickler den Daemon »binfmt-support« und lässt sich über den Befehl »sudo update-binfmts --display« eine Liste aller unterstützten binären Formate anzeigen. Ruft er dabei ein Programm auf, das für eine andere Plattform kompiliert wurde, erkennt der Daemon das Binärformat automatisch und der passende Qemu-CPU-Emulator führt die Datei aus. Er übersetzt dabei simultan die fremden Prozessorbefehle in für die Intel-Plattform ausführbare Kommandos.

Das Ganze ist allerdings sehr rechenintensiv und zudem nicht auf mehrere CPU-Cores verteilbar, weshalb die Taktung eines einzelnen CPU-Kerns entscheidend für die Performance ist. Ein 2-GHz-Kern liegt nur leicht über der Performance des

Die Entwicklung für kleine System-on-a-Chip-Geräte wie den Raspberry Pi stellt eine größere Herausforderung dar, als man zunächst annehmen mag. Diese Geräte sind in erster Linie darauf ausgerichtet, fertige Software auszuführen. Daher hat es sich bewährt, Betriebssystem-Images anzubieten, die ein Anwender lediglich auf den Speicherchip oder das Speichermedium des Geräts kopiert. Im Falle des Raspberry Pi genügt es, ein 1-zu-1-Abbild auf eine SD-Speicherkarte zu schreiben (etwa mit »dd«), von der das Gerät bootet.

Doch wie erstellt man ein solches Image, das die eigenen Dienste oder Frameworks anbieten soll, möglichst effizient? Nahelegend ist, auf dem Gerät selbst die notwendige Software zu installieren und zu kompilieren. Hier ließen sich alle Einstellungen vornehmen, bevor man das Image auf umgekehrtem Wege wieder von der SD-Karte in eine Datei schreibt, um diese weiterzuverteilen. Das Problem: Die beschriebene Prozedur dauert sehr lange,

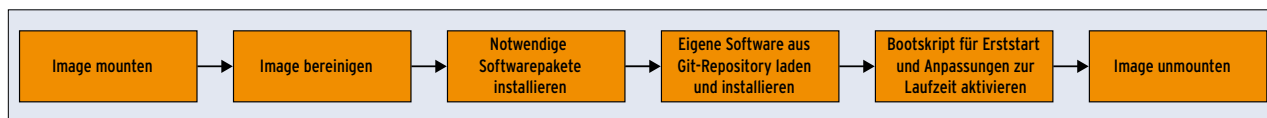


Abbildung 1: In mehreren Schritten erstellt man aus einem Community-betreuten Debian-Image für ARM ein angepasstes Image für den Raspberry Pi.

ARM-Prozessors im Raspberry Pi selbst, die Vorteile dieser Methode liegen also eher in der Flexibilität.

Beeren pflücken

Um das Raspberry-Pi-Image an die eigenen Bedürfnisse anzupassen, mountet der Entwickler es am besten mit einem kleinen Skript [3], das hier im Beispiel aus der Portierung der quelloffenen Telefonanlage Gemeinschaft 5 [4] stammt:

```
mnt-pi-img.sh 2013-02-09-wheezy-raspbian.7
img /mnt
```

Es berücksichtigt die zwei Partitionen, die das Image enthält: Eine FAT-Partition für den Bootbereich und eine Ext-4-Systempartition. Zudem setzt es Loop Mounts für »/dev/pts«, »/sys« und »/proc« und kopiert die Qemu-Emulatordatei an die richtige Stelle im Dateisystem, damit sie innerhalb der Chroot-Umgebung zur Verfügung steht. Man sollte das Skript auch beim finalen Aushängen der Gerätedateien verwenden. Der Befehl

```
sudo chroot /mnt
```

wechselt direkt in die Chroot-Umgebung. Hier nimmt der Entwickler alle notwendigen Änderungen vor, zu denen unter anderem das Installieren und Deinstallieren von Paketen über »apt-get«, das Kompilieren von Software und das Anpassen

der Konfiguration gehören. Es ist in der Tat fast so, als würde man tatsächlich auf einem Raspberry Pi arbeiten. Nur Dienste, die der Entwickler starten muss, um sie zu konfigurieren (etwa MySQL), sind schwieriger zu handhaben. Läuft ein ähnlicher Netzwerkdienst mit gleichem Port bereits auf dem Hostsystem, lässt er sich nicht ein zweites Mal starten.

Das tatsächliche Laufzeitverhalten unterscheidet sich also, abhängig vom Anwendungsfall, von dem auf einem echten Gerät. Im Zweifel behilft sich der Image-Bastler damit, die gewünschten Kommandos in einem Initskript zusammenzufassen, welches das System beim ersten Booten des Image abarbeitet und das sich dann selbst löscht.

Theorie und Praxis

Bereitstellung und Pflege eines Image sind relativ aufwändig, und gewöhnlich will der Entwickler ja in erster Linie, dass die eigene Software läuft. Wer ein von der Community betreutes Image für das Gerät verwendet, muss dieses nicht ständig an neue Entwicklungen auf dem Raspberry Pi selbst anpassen. Gemeinschaft 5 verwendet aus diesem Grund das originale Debian-Image.

Das Erstellen der ISO-Dateien auf dem Gerät übernehmen eigens entwickelte Hook-Skripte, die in Debian Live laufen,

aber unabhängig von der CPU-Architektur funktionieren. Damit diese Hook-Skripte auch auf dem Raspberry Pi laufen, erzeugen wieder andere Skripte eine Systemumgebung, die der von Debian Live entspricht. Später aktualisiert eine dritte Variante von Skripten die Software über Apt-get- oder Git-Repositories.

Lediglich das Bauen eines Image mit neu angepassten Skripten dauert nun noch fünf bis sechs Stunden, was über Nacht passieren kann. Steht das Grundgerüst aber erst mal, sind Anpassungen und Erweiterungen schnell erledigt. Gekoppelt mit einem Git-Repository und Jenkins CI entsteht sogar eine kontinuierliche Integrations- und Buildumgebung. (kki) ■

Infos

[1] Jenkins CI: [<http://jenkins-ci.org>]

[2] Qemu: [<http://wiki.qemu.org>]

[3] Raspberry-Pi-Image mounten:

[<https://github.com/amooma/GPiBE/blob/master/tools/mnt-pi-img.sh>]

[4] Gemeinschaft 5:

[<http://amooma.de/gemeinschaft/g55>]

Der Autor

Julian Pawlowski lebt in München und arbeitet als freiberuflicher IT-Projektmanager im internationalen Umfeld. Er ist seit 2012 im Core-Team der Telefonanlagen-Software Gemeinschaft und dort für den Release-Prozess verantwortlich.

CANHOST e.K. – IHR PARTNER FÜR WEBHOSTING • SERVERHOSTING • DOMAINS • NETZWERKE • WEBDESIGN

NEU. NEU. NEU
Webseiten ab sofort,
RUCK ZUCK und
mit wenigen Klicks
selbst erstellen!!!



CANDAN
THE WEB COMPANY

Mit dem CANDAN Homepage-Baukasten!
Buchbar schon ab 1.50 € monatlich!

Richard-Matthaei-Platz 1 • 59065 Hamm • Tel.: 02381 • 9 73 87 - 0 • Fax: 02381 - 9 73 87 - 79 • support@candan.eu

Weitere Webspace-Angebote • CMS-Systeme • Shop-Systeme • SSL-Certs • Hosted Exchange • Spezial-Angebote u.v.m. auf www.candan.eu

Linux-Magazin eine Publikation der Linux New Media, einem Geschäftsbereich der Medialinx AG

Redaktionsanschrift Putzbrunner Str. 71
81739 München
Tel.: 089/993411-0
Fax: 089/993411-99 oder -96

Internet www.linux-magazin.de

E-Mail redaktion@linux-magazin.de

Geschäftsleitung Brian Osborn (Vorstand), bosborn@medialinx-gruppe.de
Hermann Plank (Vorstand), hplank@medialinx-gruppe.de

Chefredakteur Jan Kleinert (V.i.S.d.P.), jkleinert@linux-magazin.de (jk)

stv. Chefredakteure Markus Feilner, mfeilner@linux-magazin.de (mfe)
Mathias Huber, mhuber@linux-magazin.de (mhu)

Redaktionsltg. Online Mathias Huber, mhuber@linux-magazin.de (mhu)

Print- und Onlineredaktion
Aktuell, Forum, Software, Kristian Kissling, kkissling@linux-magazin.de (kki)
Programmierung Mathias Huber, mhuber@linux-magazin.de (mhu)
Sysadmin, Know-how Markus Feilner, mfeilner@linux-magazin.de (mfe)
Ständige Mitarbeiter Fred Andresen, Zack Brown, Mela Eckenfels, Heike Jurzik (hej),
Anika Kehrler (ake), Peter Kreußel, Charly Kühnast,
Martin Loschwitz, Michael Schilli, Tim Schürmann,
Mark Vogelsberger, Uwe Vollbracht, Arnold Zimprich (azi)

Schlussredaktion Jürgen Manthey

Grafik Mike Gajer, Klaus Manuel Rehfeld, Judith Erb (Art Director)
xhoch4, München (Titel-Illustration)

Bildnachweis 123RF.com, Fotolia.de, Photocase.com, Pixelio.de und andere

DELUG-DVD Thomas Leichtenstern, tleichtenstern@linux-magazin.de (tle)

Chefredaktionen International **Linux Magazine International**
Joe Casad (jcasad@linux-magazine.com)
Linux Magazine Poland
Artur Skura (askura@linux-magazine.pl)
Linux Magazine Spain
Paul C. Brown (pbrown@linux-magazine.es)
Linux Magazine Brasil
Rafael Peregrino (rperegrino@linuxmagazine.com.br)

Produktion Christian Ullrich, cullrich@linux-magazin.de

Onlineshop www.medialinx-shop.de

Abo-Infoseite www.linux-magazin.de/Produkte

Abonnenten-Service Monika Jölly
abo@linux-magazin.de
Tel.: 07131/27 07 274
Fax: 07131/27 07 78 601
CH-Tel: +41 43 816 16 27

Preise Print	Deutschland	Österreich	Schweiz	Ausland EU
No-Media-Ausgabe	€ 6,40	€ 7,05	Sfr 12,80	(siehe Titel)
DELUG-DVD-Ausgabe	€ 8,50	€ 9,35	Sfr 17,-	(siehe Titel)
Jahres-DVD (Einzelpreis)	€ 14,95	€ 14,95	Sfr 18,90	€ 14,95
Jahres-DVD (zum Abo ¹)	€ 6,70	€ 6,70	Sfr 8,50	€ 6,70
Mini-Abo (3 Ausgaben)	€ 3,-	€ 3,-	Sfr 4,50	€ 3,-
Jahresabo No Media	€ 65,20	€ 71,90	Sfr 107,50	€ 84,60
Jahresabo DELUG-DVD	€ 87,90	€ 96,90	Sfr 142,80	€ 99,90
Preise Digital	Deutschland	Österreich	Schweiz	Ausland EU
Heft-PDF Einzelausgabe	€ 6,40	€ 6,40	Sfr 8,30	€ 6,40
DigiSub (12 Ausgaben)	€ 65,20	€ 65,20	Sfr 84,80	€ 65,20
DigiSub (zum Printabo)	€ 12,-	€ 12,-	Sfr 12,-	€ 12,-
HTML-Archiv (zum Abo ¹)	€ 12,-	€ 12,-	Sfr 12,-	€ 12,-
Preise Kombiabos	Deutschland	Österreich	Schweiz	Ausland EU
Mega-Kombi-Abo ²	€ 143,40	€ 163,90	Sfr 199,90	€ 173,90
Profi-Abo ³	€ 136,60	€ 151,70	Sfr 168,90	€ 165,70

¹ nur erhältlich in Verbindung mit einem Jahresabo Print oder Digital
² mit LinuxUser-Abo (DVD) und beiden Jahres-DVDs, inkl. DELUG-Mitgliedschaft (monatli. DELUG-DVD)
³ mit ADMIN-Abo und beiden Jahres-DVDs

Schüler- und Studentenermäßigung: 20 Prozent gegen Vorlage eines Schülerausweises oder einer aktuellen Immatrikulationsbescheinigung. Der aktuelle Nachweis ist bei Verlängerung neu zu erbringen. Andere Abo-Formen, Ermäßigungen im Ausland etc. auf Anfrage.
 Adressänderungen bitte umgehend mitteilen, da Nachsendeaufträge bei der Post nicht für Zeitschriften gelten.

Pressemitteilungen presse-info@linux-magazin.de

Marketing und Vertrieb
 Mediaberatung D, A, CH
 Petra Jaser, pjaser@linux-magazin.de
 Tel.: +49 (0)89 / 99 34 11 - 24
 Fax: +49 (0)89 / 99 34 11 - 99
 Michael Seiter, mseiter@linux-magazin.de
 Tel.: +49 (0)89 / 99 34 11 - 23
 Ann Jesse, ajesse@linux-magazine.com
 Tel.: +1 785 841 8834
 Darrah Buren, dburen@linux-magazine.com
 Tel.: +1 785 856 3082

Es gilt die Anzeigen-Preisliste vom 01.01.2013.

Pressevertrieb MZV Moderner Zeitschriften Vertrieb GmbH & Co. KG
 Ohmstraße 1, 85716 Unterschleißheim
 Tel.: 089/31906-0, Fax: 089/31906-113

Druck Vogel Druck GmbH, 97204 Höchberg

Der Begriff Unix wird in dieser Schreibweise als generelle Bezeichnung für die Unix-ähnlichen Betriebssysteme verschiedener Hersteller benutzt. Linux ist eingetragenes Markenzeichen von Linus Torvalds und wird in unserem Markennamen mit seiner Erlaubnis verwendet.
 Eine Haftung für die Richtigkeit von Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Verlag nicht übernommen werden. Mit der Einsendung von Manuskripten gibt der Verfasser seine Zustimmung zum Abdruck. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.
 Das Exklusiv- und Verfügungsrecht für angenommene Manuskripte liegt beim Verlag. Es darf kein Teil des Inhalts ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form vervielfältigt oder verbreitet werden.

Copyright © 1994 - 2013 Medialinx AG

Krypto-Info

GnuPG-Schlüssel der Linux-Magazin-Redaktion:
 pub 1024D/44F0F2B3 2000-05-08 Redaktion Linux-Magazin
 <redaktion@linux-magazin.de>
 Key fingerprint = C60B IC94 316B 7F38 E8CC EIC1 8EA6 1F22 44F0 F2B3

Public-Key der DFN-PCA:
 pub 2048R/7282B245 2007-12-12,
 DFN-PGP-PCA, CERTIFICATION ONLY KEY (DFN-PGP-Policy: 2008-2009)
 <https://www.pki.dfn.de/pgp>
 Key fingerprint = 39 D9 D7 7F 98 A8 F1 1B 26 6B D8 F2 EE 8F BB 5A

PGP-Zertifikat der DFN-User-CA:
 pub 2048R/6362BE8B (2007-12-12),
 DFN-PGP-User-CA, CERTIFICATION ONLY KEY (DFN-PGP-Policy: 2008-2009)
 <https://www.pki.dfn.de/pgp>
 Key fingerprint = 30 96 47 77 58 48 22 C5 89 2A 85 19 9A D1 D4 06

Root-Zertifikat der CAcert:
 Subject: O=Root CA, OU=http://www.cacert.org, CN=CA Cert Signing Authority/
 Email=support@cacert.org
 SHA1 Fingerprint=13:5C:EC:36:F4:9C:B8:E9:3B:1A:B2:70:CD:80:88:46:76:CE:8F:33
 MD5 Fingerprint=A6:1B:37:5E:39:0D:9C:36:54:EE:BD:20:31:46:1F:6B

GPG-Schlüssel der CAcert:
 pub 1024D/65D0FD58 2003-07-11 [expires: 2033-07-03]
 Key fingerprint = A31D 4F81 EF4E BD07 B456 FA04 D2BB 0D01 65D0 FD58
 uid CA Cert Signing Authority (Root CA) <ggg@cacert.org>

Autoren dieser Ausgabe

Konstantin Agouros	Unhandlicher Suchdienst	58
Fred Andresen	Grund zu klagen	66
Zack Brown	Zacks Kernel-News	18
Anselm Busse	Prima Architekten	22
Mela Eckenfels	Effektiv erinnern	46
Rainer Grimm	Zähl mich	84
Eva-Katharina Kunst	Kern-Technik	76
Charly Kühnast	Auf den Hund gekommen	57
Martin Loschwitz	Planet für Bastler	32
Martin Loschwitz	Der Nachwuchs ist da	40
Julian Pawlowski	Eigenbau	30
Jürgen Quade	Kern-Technik	76
Jan Richling	Eigenbau	22
Benedikt Sauter	Kleinster ARM-Prozessor (Kasten)	21
Benedikt Sauter	Verschlüsselte ARM-Prozessoren (Kasten)	28
Michael Schilli	Magische Fenster	88
Dr. Udo Seidel	Schmalspur?	36
Uwe Vollbracht	Tooltips	54