

Remote-gestütztes Programmieren, Debuggen und Testen eines autonomen Modellfahrzeugs

Virtueller Zugriff auf verteilte ARM Cortex-basierte Versuchsaufbauten

Jakob Czekansky ¹, Clemens Haefke², Moritz Schauer ³ und Diethelm Bienhaus ⁴

Abstract: Für verschiedene praktische Lehrmodule im Kontext der Technischen Informatik und der Ingenieurwissenschaften ist das Programmieren, Debuggen und Testen von Mikrocontrollersystemen unersetzlich. In Zeiten von Online-Lehre und Distanz-Unterricht ist der Zugang zu hardwareseitigen Laboraufbauten aber nicht immer gegeben. Folgend wird ein System präsentiert, welches beispielhaft den Fernzugriff auf ARM Cortex-basierte Versuchsaufbauten ermöglicht. Realisiert wird dies mit einem webbasierten Interface, welches direkt an die einzelnen Testsysteme gekoppelt ist und visuelles Feedback für die Studierenden ermöglicht.

Keywords: Mikrocontroller, Debugging, Fernzugriff, Online-Lehre, Virtuelles Labor

1 Motivation

Durch die 2020 von SARS-CoV-2 herbeigeführte Pandemie wurde der Universitäts- und Hochschulzugang für Studierende stark eingeschränkt. Praxisnahe Lehrmodule, welche normalerweise die Programmierung von Mikrocontrollersystemen im Labor voraussetzen, können ohne den Zugang zu selbigen nicht wie gewohnt durchgeführt werden. Mit Hilfe von einer breiten Ausleihe von Hardwarekomponenten können Studierende zwar mit Entwicklungssystemen für Zuhause ausgestattet werden, eine Verifikation der individuellen Testaufbauten der Studierenden fehlt jedoch. Zusätzlich sind Fehler in studentischen Versuchsaufbauten für Dozierende per Fernzugriff nur mühsam auffindbar. Große, komplexe Versuchsaufbauten, wie das cITICar [Cz22] können nur schwer soweit heruntergebrochen werden, dass diese als Teilprojekte an die Studierenden verliehen werden können.

¹ Technische Hochschule Mittelhessen, Institut für Technik und Informatik, Wiesenstraße 14, 35390 Gießen, jakob.czekansky@mni.thm.de, <https://orcid.org/0000-0001-8432-0092>

² Technische Hochschule Mittelhessen, Institut für Technik und Informatik, Wiesenstraße 14, 35390 Gießen, clemens.haefke@mni.thm.de

³ Technische Hochschule Mittelhessen, Institut für Technik und Informatik, Wiesenstraße 14, 35390 Gießen, moritz.schauer@mni.thm.de, <https://orcid.org/0000-0001-8058-7304>

⁴ Technische Hochschule Mittelhessen, Institut für Technik und Informatik, Wiesenstraße 14, 35390 Gießen, diethelm.bienhaus@mni.thm.de, <https://orcid.org/0000-0002-9207-3412>

2 Konzeption & Umsetzung

Grundlage des Systems bildet ein Einplatinencomputer (Raspberry Pi), welcher software- und hardwareseitig die Verwaltungsstruktur für das angeschlossene eingebettete System liefert. Der komplette Systemaufbau befindet sich vor Ort im virtuellen privaten Netzwerk (VPN) der Technischen Hochschule Mittelhessen und bietet mit Hilfe dreier verschiedener, angeschlossener Programmieradapter eine Schnittstelle zum klassischen Versuchsaufbau des autonomen Modellfahrzeugs (cITCar). Ähnlich wie bei verwandten Remote Entwicklungssystemen [An18] laufen auf dem Testsystem drei getrennte On-Chip-Debugger Server, welche auf die jeweils zugeordneten Programmieradapter zugreifen. Da die Server das GNU Debugger Remote Serial Protocol unterstützen, kann sich mithilfe des GNU Debuggers direkt auf die Mikroprozessoren verbunden werden. Auf diese Art wird das Remote-Debugging und -Programmieren des eingebetteten Systems möglich. Für ein visuelles Feedback sind zusätzlich Kameras am Einplatinencomputer angeschlossen, welche einen Livestream über ein separates Webinterface bereitstellen.

3 Probleme, Lösungen & Ausblick

Der Einsatz des beschriebenen Remote Debugging Systems in der Lehre ermöglicht das praktische, dezentrale Arbeiten aus der Ferne, bringt aber neben den Schwierigkeiten der Remote Betreuung einige neue Rahmenbedingungen mit sich. Zum einen erhöht sich der Einrichtungsaufwand, da die Systeme initial aufgebaut und zukünftig gewartet werden müssen. Zum anderen müssen, je nach Anzahl der Versuchsaufbauten und Anzahl der Studierenden, die Zugriffe der Studierenden durch Nutzungs- bzw. Zeitfenster geplant und koordiniert werden. Die Auswirkungen der Remote Lehre im Bereich der eingebetteten Systeme kann zum aktuellen Zeitpunkt nur abgeschätzt werden. In künftigen Lehrveranstaltungen soll der Einsatz der Remote Programmierung weiter evaluiert und mit dem klassischen Vorgehen im Labor verglichen werden. Auch eine hybride Umsetzung von klassischem Laborbetrieb, ergänzt durch den Remote Zugriff auf die Laborversuche steht im Fokus der weiteren Untersuchungen.

Literaturverzeichnis

- [Cz22] Czekansky, J. et.al.: Das Projekt cITCar. In (Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, Hrsg.): Tagungsband AALE 2022, Leipzig, S. 331 - 340, 2022.
- [An18] Angulo, I. et.al.: Scaling up the Lab: An Adaptable and Scalable Architecture for Embedded Systems Remote Labs. In IEEE Access, vol. 6, S. 16887-16900, 2018.