

Grußwort der Gastherausgeber zum Thema Fog Computing

Das Internet der Dinge (IoT) besteht bereits heute aus einer Vielzahl verschiedenster Geräte, die Daten produzieren und konsumieren. Die Menge dieser Geräte wird laut Statista bereits im Jahr 2025 bei über 75 Milliarden liegen. Mit dieser zunehmenden Verbreitung von IoT-Geräten geht folglich ein entsprechendes Wachstum an erzeugten Daten einher. Dies ermöglicht es IoT-Anwendungen, von Big Data-Szenarien zu profitieren. Dazu müssen Daten aber äußerst effizient und unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Anforderungen, wie beispielsweise geringer Verzögerung und hoher Bandbreiteneffizienz, verarbeitet und zusammengeführt werden. Fog Computing ist ein neuartiges Paradigma zur Kombination vorhandener IT-Ressourcen am Rande des Netzwerks mit der Cloud, welches es selbst bei hoher Dynamik der kommunizierenden Geräte ermöglicht, passende Ressourcen dynamisch einzubinden. Somit wird verteilten IoT-Anwendungen ermöglicht, durch die effiziente Nutzung der IT-Ressourcen wichtige funktionale und nicht-funktionale Anforderungen zu erfüllen.

In der Vergangenheit wurde häufig argumentiert, dass IoT-Daten ausschließlich in der Cloud verarbeitet und gespeichert werden müssen. Dies ist jedoch nicht zwangsläufig in allen Szenarien ein passender Ansatz. In einer intelligenten Umgebung (z. B. Smart City oder Smart Factory) sind oftmals Tausende von Geräten miteinander vernetzt, die über ein sehr großes Gebiet verteilt sowie durch ihre inhärente Mobilität über wechselnde Zugangspunkte miteinander verbunden sein können. IoT-Szenarien sind strukturell oft hochgradig verteilt und hoch dynamisch. Dem entgegen steht die Cloud, die große zentralisierte Datenzentren verwendet, um Skaleneffekte bei der Bereitstellung von IT-Ressourcen ausnutzen zu können. Dieses traditionelle Cloud-Computing-Paradigma lässt sich im IoT jedoch nur eingeschränkt anwenden, denn damit müssten alle IoT-Daten zunächst in die Cloud gesendet werden, was zu einer sehr großen Netzwerklast führen kann. Die dadurch entstehende Latenz stellt darüber hinaus ein Problem für die zeitkritische Verarbeitung von Daten dar, wie sie z. B. in Anwendungsbereichen wie dem autonomen Fahren zwingend erforderlich ist.

Den Anforderungen performanter und zeitkritischer IoT-Anwendungen kann kaum entsprochen werden, wenn die strikte Trennung in die Cloud als zentralisierter Rechenplattform und dem Netz als Datenkanal aufrechterhalten wird. Stattdessen ist es in vielen Fällen wünschenswert, die Daten „vor Ort“, also nah an den Datenquellen zu aggregieren oder sogar direkt dort zu verarbeiten. Dies wird beispielsweise durch den Aufbau sogenannter Edge-Clouds durch Telekommunikationsanbieter ermöglicht, indem IT-Ressourcen am Rande des Netzes bereitgestellt werden und sich durch Virtualisierung dynamisch für beliebige Dienste und Applikationen nutzen lassen. Fog Computing erweitert diese Edge-Clouds durch die Verbindung von Ressourcen am Rand des Netzwerks mit zentralisierten Cloud-Ressourcen. So können dezentral erhobene und vorverarbeitete Daten langfristig abgespeichert oder sehr große Datenmengen durch Cluster-Frameworks verarbeitet werden. In einigen Fällen erlaubt es Fog Computing sogar, gänzlich auf Cloud-Ressourcen zu verzichten. Das Ergebnis ist eine ganzheitliche virtualisierte IT-Infrastruktur, welche (Cloud-basierte) Datenzentren, Netzwerkknoten (z. B. Router und Gateways) sowie IoT-Geräte umfasst.

Ogleich sich mittlerweile ein grundlegendes Verständnis von Fog Computing in der Industrie und der Forschungs-Community etabliert hat, handelt es sich nach wie vor um ein sehr junges Forschungsgebiet, welches sich mit einer Vielzahl von Fragestellungen auseinandersetzt. Aus diesem Grund haben wir uns entschlossen, dieses Thema im Rahmen eines GI/ITG Fachgesprächs näher zu betrachten, welches im März 2018 an der TU Darmstadt stattgefunden hat. Ausgewählte Beiträge der Veranstaltung, welche verschiedene Aspekte des Fog Computing diskutieren, wurden im Nachgang von ihren Autoren erweitert und bieten der Leserschaft nun interessante Einblicke in dieses Forschungsfeld.

Zoldan Ádám Mann, Andreas Metzger und Klaus Pohl untersuchen in ihrem Beitrag, welche neuen Herausforderungen beim Datenschutz durch das Paradigma des Fog Computing entstehen. Diese Herausforderungen lassen sich zum einen auf die hohe Dynamik von IoT-Szenarien, welche sich somit auch im Fog Computing wiederfinden, und zum anderen auf besondere Charakteristika der verwendeten IoT-Geräte zurückführen. Als Lösungsansatz wird die adaptive Verwendung von Datenschutztechniken vorgeschlagen, so dass basierend auf dem aktuellen Kontext entsprechende Mechanismen automatisch ausgewählt werden.

Gleich in zwei Artikeln wird die Verarbeitung von Daten zur Laufzeit mittels Fog-Ressourcen diskutiert. Manisha Luthra, Boris Koldehofe und Ralf Steinmetz betrachten dabei Fragestellungen im Bereich des Complex Event Processing (CEP) anhand verschiedener Anwendungsszenarien in den Bereichen Smart City und Smart Health. Die Autoren identifizieren, dass sich der Performanzbedarf von CEP-Applikationen basierend auf dem jeweiligen Kontext dynamisch verändern kann. Es wird ein entsprechender Ansatz vorgestellt, um zur Laufzeit zwischen verschiedenen CEP-Mechanismen zu wechseln und damit die Nutzung von Fog-basierten IT-Ressourcen an den jeweiligen Performanzbedarf anzupassen.

Thomas Hießl, Christoph Hochreiner und Stefan Schulte erörtern die Verwendung von Fog Computing zur (Vor-) Verarbeitung von Datenströmen am Rande des Netzwerks. Hierfür diskutieren die Autoren zunächst, welche Vorteile die Verwendung hochgradig verteilter Fog-Ressourcen für die Verarbeitung von Sensordatenströmen hat. Weiterhin werden anhand eines konkreten Szenarios aus dem Bereich Industrie 4.0 Anforderungen an ein Softwareframework zur Datenstromverarbeitung abgeleitet und eine entsprechende Erweiterung der Vienna Platform for Elastic Stream Processing vorgestellt.

Es war das Ziel der Herausgeber, dem Leser Einblicke in aktuelle Fragestellungen des Fog Computing sowie bestehende Lösungen zu geben. Wir wünschen eine spannende Lektüre!

Stefan Schulte, TU Wien

Boris Koldehofe, Technische Universität Darmstadt

Andreas Reinhardt, TU Clausthal

Torsten Braun, Universität Bern