

Was das Internet der Dinge voranbringt

Rahman Jamal
National Instruments Germany GmbH, München

Kurzfassung

Ein Begriff, der heutzutage in aller Munde ist, ist das „Internet der Dinge“ oder „Internet of Things“. Darunter wird oft Unterschiedliches verstanden – je nachdem, mit wem man darüber spricht. Hier einige Erläuterungen dazu – erweitert um die Perspektiven, die bei der Entwicklung kommunikationstechnischer Systeme in diesem Zusammenhang wichtig sind. Im Wesentlichen lassen sich im „Internet of Things“ – oder auch bei dem in diesem Zusammenhang ebenfalls oft genannten Begriff der „Cyber-Physical Systems“ – fünf Haupttechnologien identifizieren, die das Internet der Dinge vorantreiben: das Moore'sche Gesetz, das Metcalfe'sche Gesetz, die Batterietechnologie, die drahtlose Kommunikation (also „Wireless“) und die Sensorik.

Abstract

A term on everyone's tongues today is the „Internet of Things“. Often, this term evokes different connotations among people – depending on whom you are talking to. In the following you will find some explanations, including the perspectives important for the development of communication systems in this context. Essentially, there are five main technologies driving the Internet of Things – or Cyber-Physical Systems that are often mentioned in this context: Moore's Law, Metcalfe's Law, battery technology, wireless communication, and sensors.

Einleitung

Die treibenden Faktoren für das Internet of Things

Das Moore'sche Gesetz hat die Elektronik-Technologie in den letzten Jahrzehnten stets begleitet: Prozessoren wurden kleiner, schneller und günstiger, und mittlerweile befinden sich Unmengen an Transistoren auf nur einem Bruchteil eines Quadratzentimeters. In den kommenden Jahrzehnten, so schätzen Fachleute, werden Prozessoren sogar mehr Rechenleistung aufweisen als das menschliche Gehirn.

Das Metcalfe'sche Gesetz wiederum hat uns gezeigt, dass der Wert eines Netzwerks jedes Mal dann, wenn ein neuer Knotenpunkt hinzugefügt wird, im Quadrat der Anzahl der Knotenpunkte steigt ($N^2/2$, wobei N die Anzahl der Teilnehmer bzw. Knotenpunkte ist). Das bringt uns dazu, Dinge immer mehr miteinander zu vernetzen. Auf der Erde wird es bald mehr Geräte geben, die miteinander verbunden sind, als es überhaupt Menschen gibt. Möglicherweise haben wir diese Schwelle sogar schon erreicht – je nachdem, welche Quelle man heranzieht.

Was die Batterietechnologie anbelangt, so wird auch sie immer weiter optimiert. So kann der Anwender heute beispielsweise längere Zeit vom Stromnetz abgekoppelt arbeiten.

Mobile Plattformen sind nun weit über 12 Stunden voll einsatzfähig, bis sie erneut aufgeladen werden müssen.

Eine weitere der Haupttechnologien sind die Sensoren, die quasi die Sinnesorgane des Internets der Dinge sind. Mehr noch – ohne Sensoren gibt es kein Internet der Dinge. Hier hat sich in den letzten Jahren eine Menge getan in puncto Größe, Kosten und Verbreitung. Sensoren finden sich heutzutage in Autos und Telefonen, aber auch in Thermostaten, Sprinkleranlagen, Haushaltsgeräten und Maschinen und bieten außergewöhnliche Möglichkeiten, unsere Umwelt zu verbessern. Dazu zählt, Sprinkler so zu konzipieren, dass sie den Wetterbericht kennen und so weniger Wasser verbrauchen. Die Intelligenz dieser Systeme und ihre Fähigkeit, miteinander zu kommunizieren, verändert buchstäblich die Welt. Eine Arbeitsgruppe des Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquiums, in der auch National Instruments vertreten ist, beschäftigt sich mit neuen Stoßrichtungen vor allem in der Produktion wie Sensorfusion, Lab-on-Chip, Multisensorsystemen und Ähnlichem. Ein entsprechendes Positionspapier wurde im letzten Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (AWK 2014) vorgestellt.

Beim Thema „drahtlose Kommunikation“ stellt man schnell fest, dass unsere Gesellschaft mehr und mehr von einer drahtgebundenen auf eine drahtlose Infrastruktur umsteigt. So können wir auch von dort auf Netzwerke und das Web zuzugreifen, wo eine drahtgebundene Kommunikation gar nicht möglich ist. Dadurch wird nicht nur die Netzabdeckung verbessert, sondern auch die Kommunikation beschleunigt. Experten zufolge werden die meisten Länder der Welt in Kürze für 90% ihrer Bevölkerung Mobilfunk-Netzabdeckung bereitstellen.

Die Kombination all dieser Technologien ist das, was man als „Internet der Dinge“ oder eben „Internet of Things“ bezeichnet.

Es gibt zwei „Internet of Things“

Beim Begriff „Internet of Things“ muss unbedingt zwischen dem Teil für Verbraucher und dem Teil für die Industrie unterschieden werden (Bild 1). Hört man den Begriff „Internet der Dinge“, so denkt man meist nur an die gerade erwähnten alltäglichen Dinge, vor allem auch aus der Unterhaltungselektronik. Dies ist jedoch zu kurz gegriffen.

Weitere praktische Beispiele aus Sicht des Verbrauchers sind z.B. die Reduzierung des Energieverbrauchs für das Heizen oder Kühlen seines Hauses, indem er seine Heizung oder Klimaanlage abhängig davon regelt, ob er zu Hause ist oder nicht. Oder er erhält praktische Einblicke, wie z.B. durch intelligente Parkuhren, die miteinander verbunden sind. Eine App, die auf die GPS-Daten des Mobiltelefons zugreift, kann dann anzeigen, wenn ein Parkplatz in der Nähe frei ist.

Weniger häufig denkt man allerdings an das „Industrial Internet of Things“. National Instruments beispielsweise ist kürzlich dem „Industrial Internet Consortium“ beigetreten, in dem Großunternehmen wie Bosch, Cisco, General Electric, IBM und Intel vertreten sind. Hier geht es mehr um intelligente industrielle Systeme. Kennzeichen solcher Systeme ist der Begriff „Smart“. „Smart Grids“ für die intelligente Energieversorgung wäre etwa ein Beispiel. Oder „Smart Health“ für die Telemedizin und Ferndiagnose, ebenso „Smart Mobility“ oder „Smart Factory“. Letzteres ist in Deutschland auch als „Industrie 4.0“ oder vierte industrielle Revolution bekannt. Treffen all diese Szenarien aufeinander und treten in Beziehungen zueinander, führt dies wiederum zu sogenannten Smart Cities, also intelligenten Städten. Ein anderer Ausdruck für solche „smartten Systeme“ ist „Cyber-Physical Systems“, was durchaus solche Systeme besser charakterisiert.

Letztendlich geht es darum, dass die wahre Produktivität aus der Kollaboration zwischen dem Internet der Dinge, Business Analytics (also ERP-Systemen), dem Internet of Services sowie dem Social Web (also Social Media) entsteht (Bild 2). Und erst dann, wenn all diese Bereiche nahtlos zusammenarbeiten, haben wir eine echte vierte industrielle Revolution. Meines Erachtens geht diese noch viel weiter als „Smart Factories“, auf die die Industrie 4.0 in Deutschland beschränkt wird.

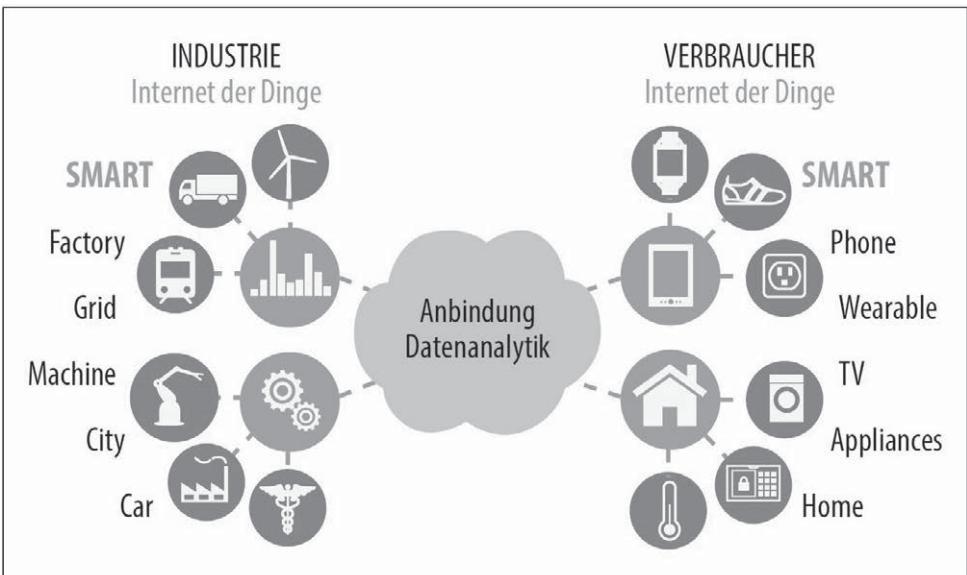


Bild 1: Beim Begriff „Internet of Things“ darf man nicht nur an den Teil für Verbraucher denken, mindestens ebenso wichtig ist der Teil für die Industrie: Hier führt es letztlich zu einer 4. industriellen Revolution (siehe auch Bild 2).

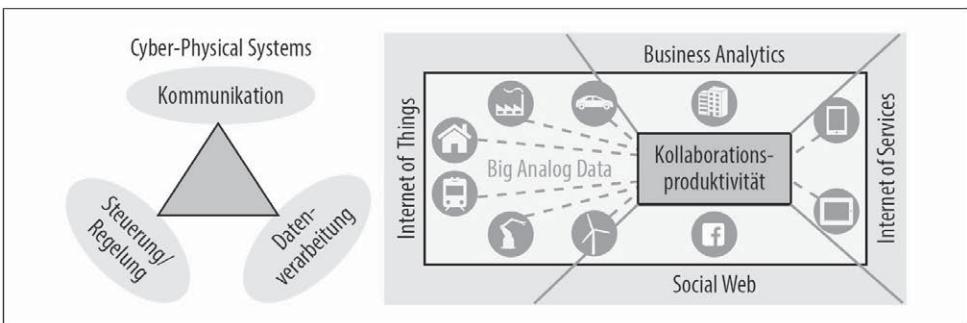


Bild 2: Die wahre Produktivität der Zukunft – also die 4. industrielle Revolution – entsteht aus der Kollaboration zwischen dem Internet der Dinge, Business Analytics (also ERP-Systemen, Enterprise Resource Planning), dem Internet of Services sowie dem Social Web (also Social Media).

Der Plattformgedanke

Für die Entwicklung dieser unterschiedlichen intelligenten Systeme von heute und morgen ist ein plattformbasierter Ansatz erforderlich, wie etwa NIIs Graphical System Design. Denn Plattformen sind notwendig, um Innovationen aufbauend zu ermöglichen. Der Plattform-

gedanke begleitet uns schon länger – man denke etwa an den PC. Mit ihm wurde eine Standardrechnerplattform geschaffen, die eine Vielzahl von Anwendungen verdrängte, die zuvor mit benutzerdefinierten Systemen umgesetzt wurden. Mit dem Web war es nicht anders: Es schaffte eine standardisierte Möglichkeit des Informationsaustauschs und eröffnete eine völlig neue Welt der Verknüpfung von Informationen. Heute wiederum erleben wir das Aufkommen neuer Plattformen im Bereich der mobilen Geräte. iOS und Android brachten eindrucksvolle Plattformen hervor, die sich nicht nur als disruptive Technologien für Smartphones erwiesen, sondern buchstäblich hunderte anderer Märkte massiv beeinflusst haben. Mittlerweile wird im Bereich mobiler Geräte entweder eine neue Plattform entwickelt oder auf einer bereits existierenden Plattform aufgebaut – benutzerdefiniertes Hardware-Design gibt es nicht mehr. So ist es beispielsweise schwer, mit benutzerdefinierter Hardware für ein GPS viel Geld zu machen – denn dies gibt es nun als App auf einer Standardplattform. Sogar Märkte, von deren Existenz wir nicht einmal wussten, wurden durch diese Plattformen massiv durcheinandergebracht. Der gleiche Trend zum plattformzentrierten Systemdesign zeichnet sich ebenfalls bei Mess-, Steuer- und Regelsystemen ab. Der Plattformansatz bei NI erlaubt es, mit einer einheitlichen Softwareumgebung und modularer rekonfigurierbarer Hardware unzählige Anwendungen umzusetzen. Hiermit ist der Anwender in der Lage, sehr unterschiedliche technische Herausforderungen zu bewältigen. Natürlich hat jeder eine andere Sichtweise, was die Funktionalität anbelangt – abhängig von der Anwendung, die er damit entwickeln möchte. Viele sehen diesen plattformbasierten Ansatz als Konzept für schnelle Messungen mit jedem Sensortyp – und genau das ist er auch. Für andere dient er zur Entwicklung leistungsstarker Testsysteme – und auch dies ist korrekt. Und wiederum andere betrachten ihn als Ansatz zur schnelleren Entwicklung von Embedded-Systemen als es mit benutzerdefiniertem Design möglich ist. Auch dies ist richtig. Zudem entwickelt sich dieses Konzept weiter und lässt sich skalieren, sodass sich damit sogar noch vielfältigere Anwendungen umsetzen lassen, angefangen bei der Prototypenerstellung von Kommunikationsstandards der nächsten Generation bis hin zur Entwicklung von Messsystemen, mit denen sich wissenschaftliche Forschungen voranbringen lassen.

Die Drahtlos-Kommunikation für das „IoT“ optimal konzipieren

Wie eingangs erwähnt, ist die drahtlose Kommunikation eine der Haupttechnologien, die das Internet der Dinge vorantreiben. Im Folgenden soll exemplarisch auf diesen Bereich genauer eingegangen werden.

Heutzutage besteht ein extrem hoher Bedarf an Plattformen, die Systementwicklern die Entwicklung von Geräten und Verteilung von Daten über Netzwerken in dem Maße ermöglichen, in dem sich unsere Gesellschaft mehr und mehr vernetzt. Zwar definieren Entwickler in den Bereichen Signalverarbeitungs- und Kommunikationstechnik bereits Algorithmen, die den existierenden Herausforderungen bezüglich Bandbreite, Sicherheit, Leistungseffizienz und Koexistenz entsprechen, jedoch gibt es nicht annähernd ausreichend Anwender, die sich tatsächlich mit der Erstellung von Prototypen für Lösungen mit realen Signalen befassen.¹

Zur Evaluierung neuer kommunikationstechnischer Ideen mit realen Signalen sowie Anforderungen bedienen sich Entwickler in den unterschiedlichsten Labors – seien sie aus dem Industrie- bzw. Hochschulbereich oder staatlich – so genannter Software-Defined Radios (SDR). Jedoch ist der Prozess der Erstellung von solchen Prototypen bislang nicht gerade effizient. Nicht selten sind die existierenden Software-Tools ein Hindernis bei der Umsetzung technischer Innovationen, weil die Entwicklung mit diesen Werkzeugen zusammenhanglos und indirekt geschieht. Sprich: Diejenigen Werkzeuge, die bei der Algorithmusent-

wicklung zum Einsatz kommen sowie diejenigen, die für die Programmierung der Hardwarekomponenten eines SDR erforderlich werden, sind voneinander abgekoppelt. Eine auf diese Belange zugeschnittene Plattform hat das Potenzial, diese Diskontinuität aufzuheben, da sie vom Algorithmus bis zur Hardware einen durchgängigen Entwicklungsprozess zur Verfügung stellen kann.

Das Unkoordinierte koordinieren

Durch ihre Flexibilität und die damit einhergehenden Vorteile für das Rapid Prototyping erfreuen sich Software-Defined-Radio-Konzepte großer Beliebtheit bei Entwicklern. Die Vorteile ergeben sich insbesondere durch Berechnungselemente, die das Verhalten des generischen RF-Frontends mit hoher Bandbreite auf modernen SDRs vorgibt: Multicore-Prozessoren sowie große FPGAs, die sich vom Anwender programmieren lassen. Doch leider sind die meisten Tools für die Programmierung von Prozessor und FPGAs auf SDRs nicht für echtes Rapid Prototyping konzipiert. Auch hier sind unterschiedliches Fachwissen sowie verschiedene Werkzeuge für die Entwicklung des Algorithmus und dessen Implementierung auf dem Prozessor und FPGA voneinander. Das wiederum führt zu großen, voneinander unabhängigen Design-Teams, die allesamt unterschiedliche Entwicklungswerkzeuge einsetzen, sowie zeit- und kostenaufwändigen Entwicklungszyklen; von einem innovationsfördernden reibungslosen und effektiven iterativen Prozess kann nicht die Rede sein.

Diese Vorgehensweise kann jedoch nicht den Anforderungen der Endanwender von mobilen 5G-Geräten gerecht werden. Denn: Wir alle wollen unsere 3-D-Filme auf unseren Tablet-PCs sehen, wir möchten Bildbibliotheken auf unseren Mobiltelefonen haben und bestehen auf Echtzeitvisualisierung unserer am Körper getragenen Geräte („Wearables“). Die Erwartungen von 5G-Systemen zu erfüllen, erfordert einen neuen und andersartigen Ansatz bei der Entwicklung solcher Kommunikationssysteme. Die nächste Mobilfunk-Generation 5G ist viel zu komplex, als dass man deren Weiterentwicklung mit einem veralteten Ansatz angehen könnte [2].

Zusammenfassung

Genau hier greift NI's neue Plattform LabVIEW Communications System Design Suite (Bild 3), denn sie bietet eine einzige durchgängige Entwicklungsumgebung für die Prototypenerstellung von Kommunikationssystemen, die sowohl für den Prozessor als auch den FPGA geeignet ist. Somit können die Algorithmusentwicklung, die Systemanpassung und letztendlich auch die Systemimplementierung mit ein und demselben Werkzeug realisiert werden. Die LabVIEW Communications Design Suite erkennt die angeschlossene Hardware, und der ebenfalls enthaltene System Designer gestattet dem Anwender die Überprüfung seines Systems, den Zugriff auf die Systemdokumentation, Beschreibung der Systemarchitektur, die Konfiguration der Systemkomponenten sowie die Aufteilung und den Einsatz der Algorithmen auf Hardware. Zudem ermöglicht diese einzigartige Hardware-Software-Integration den Zugriff auf I/O sowie Ressourcen, sodass weder Middleware noch die Entwicklung von Treibern mehr erforderlich sind.

Nicht zuletzt beinhaltet LabVIEW Communications Anwendungs-Frameworks für WiFi und LTE, die es Entwicklern von Prototypen drahtloser Systeme ermöglichen, sich auf die Weiterentwicklung spezifischer Komponenten existierender Standards zu konzentrieren, statt einen Algorithmus ganz von vorne zu erstellen. Einige Forscher im Bildungs- und Industriebereich, die an dem zugeordneten „Lead User Program“ teilnehmen, konnten mithilfe dieses Ansatzes die Entwicklungszeit bis zu einem validierten Prototypen auf die Hälfte reduzieren.

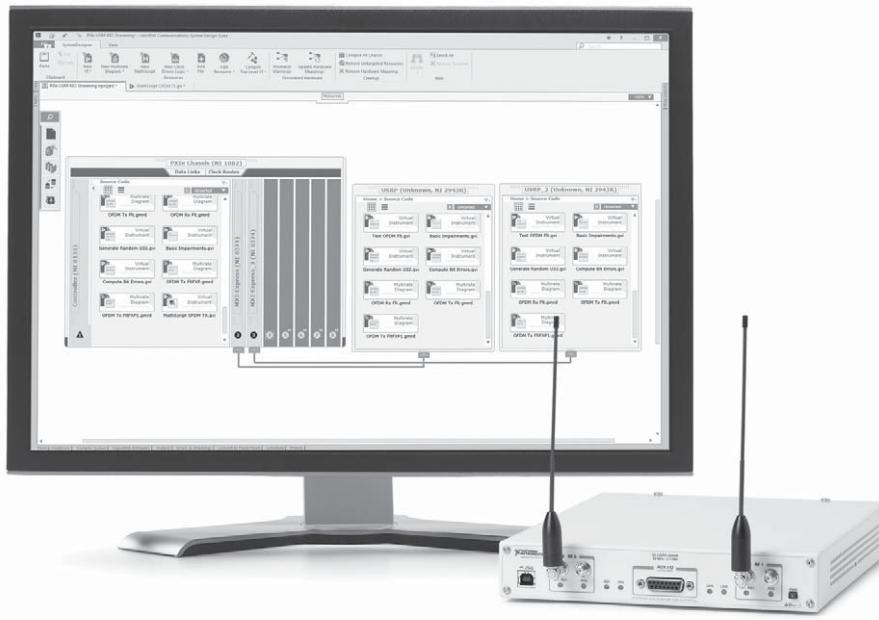


Bild 3: Mit der Plattform LabVIEW Communications Design Suite verfügt der Anwender über eine Entwicklungsumgebung, die angeschlossene Hardware erkennt und komplettiert wird durch Werkzeuge zur Validierung von Systemeinstellungen sowie Implementierung von Algorithmen auf die Hardware.

Die Prototypen-Entwicklung muss optimiert werden

Laut Patrick Moorhead (President & Principal Analyst of Moor Insights & Strategy) stehen Entwickler neuer High-Tech-Produkte schon heute großen Herausforderungen gegenüber, um das Ökosystem des Internets der Dinge, wie es heute bekannt ist, zu realisieren. Künftige Ökosysteme werden uns mit neuen Aufgaben konfrontieren, die wir noch nicht einmal voraussagen können. Plattformen der Zukunft für Test-, Mess-, Steuer-, Regel- und Embedded-Systeme müssen so entwickelt werden, dass sie die Schwierigkeiten mit Dingen, die wir noch gar nicht verstehen, Technologien, die noch nicht einmal fertig entwickelt wurden, und Kommunikationsprotokollen, deren Zulassung erst noch aussteht, bewältigen können. Nach Moorheads Einschätzung nutzen diejenigen Test-, Mess-, Steuer-, Regel- und Embedded-Systeme, die diese Probleme lösen können, einen „software-designten“ Ansatz: Nämlich eine Software, die sich intuitiv bedienen lässt und auf verschiedenen Hardwareplattformen eingesetzt werden kann, so dass der Anwender die Plattform wählen kann, die seinen speziellen Anforderungen am besten entspricht. Moorhead zufolge zählt u.a. LabVIEW zu den Lösungen der nächsten Generation, die genau diesen Ansprüchen genügen können.

Der Systementwickler von heute benötigt nämlich beim Rapid Prototyping einen Entwicklungsprozess, der das wahre Potenzial von SDRs (Software-Defined-Radios) ausschöpft. Mit LabVIEW Communications gestaltet sich der Übergang von der Algorithmen- zur Prototypenerstellung nahtlos, wodurch der Entwickler sich auf seine Innovationen konzentrieren und diese somit schneller umsetzen kann. Forscher wiederum können auf intuitive High-Level-Sprachen zugreifen, was wiederum die Effizienz bei der Algorithmenentwicklung und

Systemabstraktion steigert. Durch die Hardwaresähe der Software sowie die SDR-Hardware lassen sich reale Signale präzise integrieren. Letztlich haben Entwickler gegenüber ihren Mitbewerbern Vorteile bezüglich der Definition von Standards, die als Grundlage für 5G und andere Kommunikationssysteme der Zukunft fungieren.

Literatur

- [1] <http://www.elektroniknet.de/messen-testen/pc-messtechnik/artikel/114054/1/>
- [2] <http://www.forbes.com/sites/patrickmoorhead/2014/11/06/national-instruments-to-enable-next-generation-design-and-test-tools-for-the-internet-of-things/>
- [3] <http://www.forbes.com/sites/patrickmoorhead/2014/06/30/national-instruments-stepping-ahead-of-agilent-technologies-with-new-5g-wireless-design-tools/>
- [4] Truchard, Dr. James: Next-Generation Tools for Next-Generation Wireless Research, Keynote auf der IEEE Globecom, Dezember 2014