Vier Innnovationen und ihre Auswirkungen auf die Radar-Technologie

Folgende Innovationen werden in den nächsten Jahren enorme Auswirkungen auf die Radar-Technologie haben: GaN für Frontends, ultraschnelle Datenwandler, fortschrittliche FPGAs für kognitive Technologien und Datenbusse mit hoher Bandbreite.



In der Luft- und Raumfahrt sowie der Verteidigungsindustrie liegen einige der größten Innovations- und Investitionspotentiale – und zwar im elektromagnetischen Spektrum. Ausgehend von elektronischen Gegenmaßnahmen, entwickeln sich die Technologien für Aufklärungs-, Kontroll- und Aufklärungssysteme extrem schnell weiter.

Das bedeutet, dass sich die Aufgaben von Ingenieuren kontinuierlich ausdehnen und anspruchsvoller denn je werden. Zum einen werden die Systeme immer komplexer, andererseits sind Zeitpläne enger als je zuvor gesteckt, während Budgets im besten Fall nicht reduziert werden. Doch die zugrundeliegenden Technologien sind der Garant für anspruchsvollere Systeme, die sich schneller als jemals zuvor entwickeln und damit auch einsetzen lassen. Die im Folgenden näher beschriebenen Innovationen werden in den nächsten Jahren enorme Auswirkungen auf die Radartechnologie haben.

Gallium-Nitrid für Frontend-Komponenten

Galliumnitrid (GaN) wird häufig als die größte Halbleiterinnovation seit Silizium angesehen. Man verwendet hier eine höhere Betriebsspannung als bei herkömmlichem Halbleitermaterial. Dies bedeutet einen besseren Wirkungsgrad, sodass HF-Leistungsverstärker und Dämpfungsglieder mit GaN weniger Leistung verbrauchen und weniger Wärme erzeugen. Da immer mehr GaN-basierte HF-Komponentenlieferanten mit serienreifen, zuverlässigen Produkten auf den Markt kommen, hat sich der Einsatz von GaNbasierten Verstärkern verstärkt.

Die Technologie ist für die Entwicklung aktiver elektronisch gescannter Array-Radarsysteme (AESA) wichtig. Ein AESA ist ein voll aktives Array mit hunderten oder tausenden von Antennen, von denen jede über eine eigene Phasen- und Verstärkungssteuerung verfügt. Mit einer phasengesteuerten Anordnung von Sendern und Empfängern lassen sich die Strahlen bei diesen Radarsystemen elektronisch steuern, ohne die Antenne physisch zu bewegen. Aufgrund ihrer höheren Leistung, räumlichen Auflösung und verbesserten Robustheit, im Vergleich zu herkömmlichen Radarsystemen, erfreuen sich diese Radarsysteme wachsender Beliebtheit. Fällt beispielsweise ein Element in der Anordnung aus, arbeitet das Radar trotzdem weiter. Der verstärkte Einsatz von GaN-Verstärkern in AESA-Radargeräten soll eine bessere Leistung bieten, eine gleichwertige Ausgangsleistung bei kleineren Formfaktoren erreichen und gleichzeitig eine geringere Kühlung erfordern.

Da Anwendungen und Lösungen mit GaN-Technologie immer fortschrittlicher werden, wird es immer wichtiger, Testergebnisse auf Komponentenebene mit denen auf Systemebene zu korrelieren. Herkömmliche Methoden des Komponententests mit Vektor-Netzwerkanalysatoren bieten eine genaue und schmalbandige Ansicht von Vorwärtsund Rückwärtsverstärkung und Phase. Der Continuous-Wave-Stimulus bei dieser beliebten Methode spiegelt jedoch nicht genau die tatsächliche Signalumgebung wider, in der die Komponente letztendlich verwendet wird. Alternativ lassen sich die Breitbandflexibilität von Vektorsignalanalysatoren

		900	od Better	Best
SPECIFICATIONS		CAMERA	(((◆) RADAR	€ LIDAR
DISTANCE	RANGE	••	•••	•••
	RESOLUTION	• •	•••	• •
ANGLE	RANGE	•••	• •	•••
	RESOLUTION	• • •	•	• •
CLASSIFICATION	VELOCITY RESOLUTION	•	• • •	• •
	OBJECT CATEGORIZATION	•••	•	• •
ENVIRONMENT	NIGHT TIME	•	•••	•••
ENVINONMENT	RAINY/CLOUDY WEATHER	•	•••	• •

NI National Instruments www.ni.com

46 hf-praxis 8/2019



und Vektorsignalgeneratoren nutzen, um Impulse und modulierte Reize zu erzeugen, die für reale Anwendungen und ihre Umgebung repräsentativer sind. Die Kombination dieser Fähigkeit mit der S-Parameteranalyse ist eine immer strategischere Methode zur Prüfung auf Komponentenebene.

Hochgeschwindigkeits-Datenwandler für Senden und Empfangen

Ein weiterer spannender Fortschritt ist die Wandlertechnik. Die neusten ADCs und DACs von großen Halbleiterunternehmen sind mittlerweise extrem schnell. Das ist eine gute Nachricht für das Radar, denn eine größere Bandbreite ermöglicht nicht nur eine bessere räumliche Auflösung, sondern auch die Implementierung einiger ziemlich interessanter Techniken. So kann beispielsweise ein Radar zu verschiedenen Frequenzen springen und vermeidet es so, erkannt zu werden. Es kann auch den gleichen Sensor verwenden, um gleichzeitig sowohl als Kommunikationssystem als auch als Radar zu fungieren.

Die Wandler sind so schnell, dass Direktabtastung (Direct RF Sampling) möglich ist. Dies bedeutet, dass sich HF-Signale direkt und ohne Auf- oder Abwärtskonvertierung erfassen lassen.

So verfügt beispielsweise der neueste FlexRIO-Transceiver über eine Auflösung von 12 Bit bis zu 6,4 GS/s. Bei diesen Geschwindigkeiten ist es möglich, HF-Eingangssignale bis in das C-Band direkt abzutasten, indem ein Großteil der Signalverarbeitung in den digitalen Bereich verschoben wird. Dies ist auch für AESA-Radars wichtig, da sich bei tausenden von Antennen die Größe und die Kosten erheblich reduzieren lassen, indem auf Mixer und lokale Oszillatoren verzichtet wird.

Weiterentwickelte FPGAs für kognitive Technologien

Es überrascht nicht, dass sich auch die FPGA-Technologie von Jahr zu Jahr weiter verbessert. Die Rechenleistung heutiger FPGAs öffnet die Tür für innovative Techniken, die vor fünf Jahren noch nicht möglich waren. So wenden beispielsweise Ingenieure heute Machine-Learning-Techniken an, um Radar-Geräte besser auf ihre Umgebung abzustimmen. Durch den Einsatz von Machine Learning können Radare neue Techniken anwenden. Dazu gehört das automatische Erkennen verschiedener Ziele. Darüber hinaus lässt sich die Betriebsfrequenz oder Wellenform an das Geschehen um sie herum anpassen.

Weiter werden höherwertige FPGA-Programmierwerkzeuge wie das LabVIEW-FPGA-Modul immer leistungsfähiger, was die Portierung von Algorithmen auf FPGAs erleichtert. Dies ist ein entscheidender Schritt für Ingenieure und Wissenschaftler, die über keine oder nur geringe Erfahrung mit Hardware-Beschreibungssprachen (HDL) haben oder über enge Zeitpläne verfügen. Die enge Integration von NI Hardware und Software ermöglicht es LabVIEW FPGA, einen Schritt weiter zu gehen und die Hardware-Infrastruktur wie PCI Express, Speichercontroller und Clocking zu abstrahieren.

Datenbusse mit hoher Bandbreite für Sensorfusion

Eine weitere Schlüsseltechnologie, die Innovationen im Radar-Bereich ermöglicht hat, ist die Entwicklung hin zu Datenbussen mit höherer Bandbreite wie PCI Express Gen 3 und Xilinx Aurora. Die Verwendung dieser Busse ermöglicht Unternehmen, Daten von mehreren Sensoren für eine zentrale Verarbeitung zu sammeln.

So wie autonome Fahrzeuge die Sensorfusion nutzen, um Daten von Sensoren wie Radar und Lidar zu sammeln, lässt sich die Sensorfusion für Flugzeugjäger wie die F-35 nutzen. Die Kombination der Daten, die Radar, elektronischen Gegenmaßnahmen, Kommunikationsgeräte und anderen Sensoren generieren, führt letztendlich zu einer besseren Einschätzung der momentanen Situation der Piloten.

Zusammenfassung

Mit der rasanten Entwicklung dieser zugrunde liegenden Tech-

nologien entwickeln sich auch Radar-Techniken und -Architekturen weiter. Da die Technologieentwicklung immer weiter voranschreitet, müssen sich auch die Systeme weiterentwickeln, sonst können sie nicht mehr Schritt halten. Da intern sowohl die Designer als auch die Expertise vorhanden sind, kann die Entwicklung einer vollständig kundenspezifischen Hardware und Software für Radar-Prototypen und Testsysteme im eigenen Unternehmen als die einzig praktikable Option erscheinen, um die erforderliche Anpassung und Leistung bieten zu können. Andererseits ist diese Lösung aber auch mit langfristiger Wartungsverantwortung und Opportunitätskosten verbunden.

Extrem flexibel und langlebig

Dank der Entwicklung von FPGAs und der schnellen Einführung neuer Konverter- und Streaming-Technologien in modularer Form erfüllen COTS-Lösungen nicht nur die Spezifikationsanforderungen. Sie sind darüber hinaus auch extrem flexibel und können gewährleisten, dass Systeme die für längere Lebenszyklen erforderliche Langlebigkeit erreichen. Die schnelle Integration dieser Technologien in modulare COTS-Formfaktoren ermöglicht es NI-Ingenieuren, die sich wandelnden Anforderungen moderner Radar-Systeme zu erfüllen und gleichzeitig strenge Zeit- und Budgetvorgaben einzuhalten. ◀



hf-praxis 8/2019 47