



NI is now part of Emerson.



제품 브로슈어

# NI Ettus USRP 소프트웨어 정의 라디오

# 목차

- 03 NI Ettus USRP 소프트웨어 정의 라디오
- 04 NI Ettus Research SDR 하드웨어
- 06 NI USRP X440 상세 보기
- 07 주요 기능
- 09 소프트웨어 개요
- 11 지원 문서
- 12 NI 하드웨어 서비스



# NI Ettus USRP 소프트웨어 정의 라디오

USRP X4xx, USRP-2974, USRP-295X, USRP-294X, USRP-293X, USRP-292X, USRP-290X



그림 1

NI Ettus USRP 제품군

- 1MHz~7.2GHz 주파수 범위(최대 8GHz까지 조정 가능)
- 최대 1.6GHz/채널 대역폭
- 라디오당 최대 8개의 전송 및 8개의 수신 채널
- 로컬 발진기 가져오기/내보내기 동기화
- GPS 기반 발진기(GPSDO)
- NI LabVIEW™, 오픈 소스 UHD, GNU Radio, MathWorks® MATLAB® 소프트웨어와 같은 개발 도구
- Windows, Linux 및 Mac OS에서 OS 지원
- LabVIEW FPGA 및 RFNoC(RF Network on Chip) 프레임워크를 사용한 FPGA 개발
- 온보드 ARM 및 x86 프로세서(일부 모델에서 지원)
- USB, 기가비트 이더넷 및 PCI Express와 같은 통신 인터페이스

## 모든 사용 사례에 적합한 소프트웨어 정의 라디오

NI USRP는 완전한 사용자 프로그래밍이 가능한 소프트웨어 정의 라디오(SDR) 제품군으로 범용 프로세서, FPGA(Field Programmable Gate Arrays) 및 RF 프런트엔드가 결합되어 무선 시스템을 빠르게 디자인하고, 프로토타이핑하고, 배포할 수 있습니다. 보급형부터 고성능, 견고한 배포, 멀티채널에 이르기까지 NI USRP는 현재 출시된 제품 중에서 가장 인기 있는 다목적 SDR입니다.

SDR의 핵심은 소프트웨어에 있으며, NI USRP 제품 라인도 2010년부터 NI 브랜드로 합류한 Ettus Research의 디자인에 뿌리를 두고 있습니다. 오랜 기간 LabVIEW를 사용한 프로그래머든, 혹은 오픈 소스 개발 도구를 선호하든 상관없이 NI USRP 제품 라인은 빠르게 사용자 정의 무선 어플리케이션을 개발하는 데 효과적입니다. NI USRP는 오픈 소스 드라이버인 USRP 하드웨어 드라이버(UHD)를 사용해 인기 있는 GNU 라디오 프레임워크를 지원하기 때문입니다.

소프트웨어 유연성 외에도 NI USRP 제품 라인을 사용하면 시뮬레이션을 마친 인라인 디지털 신호 프로세서(DSP) 코드를 리얼타임 처리를 위한 FPGA에 구현할 수 있습니다. LabVIEW FPGA 및 널리 사용되는 오픈 소스 작업 흐름과 호환되는 강력한 RFNoC 프레임워크를 사용하는 사전 빌드된 디지털 인프라에서 이를 수행할 수 있습니다.

# NI Ettus Research SDR 하드웨어

DC~7.2GHz, 최대 1.6GHz의 리얼타임 대역폭, 강력한 DSP 중심 FPGA, 휴대용 디바이스에서 높은 채널 카운트 시스템에 이르는 폼 팩터 등 NI SDR은 디자인부터 배포에 이르기까지 다양한 고객 수요를 충족할 수 있습니다. Ettus Research는 [ettus.com](http://ettus.com)에서 B 시리즈, N 시리즈, E 시리즈 및 X 시리즈 디바이스에 대한 자세한 제품 정보를 제공합니다.



## NI Ettus USRP X440

X4 시리즈 제품군의 최신 성능 제품인 USRP X440은 Zynq UltraScale+ RFSoc, 8x8 MIMO 및 채널당 최대 1.6GHz의 대역폭을 포함합니다. 이는 오픈 소스 소프트웨어만 지원합니다.



## NI Ettus USRP X410

고성능 USRP X410은 1MHz~7.2GHz의 넓은 주파수 범위와 400MHz의 대역폭을 제공합니다. 4x4 MIMO가 가능하고 강력한 Zynq UltraScale+ RFSoc를 포함하는 USRP X410은 LabVIEW와 오픈 소스 소프트웨어를 모두 지원합니다.



## NI X310 시리즈/USRP RIO

이러한 고성능 PCI Express, 10기가비트 이더넷 디바이스는 강력한 Kintex-7 FPGA, 2x2 MIMO 트랜시버, 최대 160MHz의 대역폭을 제공합니다. 이들은 LabVIEW 및 오픈 소스 소프트웨어를 모두 지원합니다.



## NI B 시리즈/USRP 290x

넓은 주파수 범위를 제공하는 비용 효율적인 USB SDR인 이 컴팩트한 폼 팩터 디바이스는 최대 15MHz의 스트리밍 대역폭을 제공하며 LabVIEW 및 오픈 소스 소프트웨어를 모두 지원합니다.



## NI E 시리즈

전도 냉각 방식의 휴대용, 독립형 SDR은 Zynq System-on-Chip(SoC), 2x2 MIMO 트랜시버 및 56MHz 대역폭을 포함합니다. 오픈 소스 소프트웨어와만 호환됩니다.



## NI N 시리즈

이 고성능 독립형 SDR에는 Zynq SoC, 2x2 MIMO 및 최대 128x128 위상 동기화 시스템이 포함되어 있습니다. 200MHz의 대역폭을 제공하며 오픈 소스 소프트웨어와만 호환됩니다.



## 독립형 SDR

독립형 어플리케이션을 위한 온보드 프로세서 및 FPGA를 탑재한 고성능 SDR로, 최대 160MHz의 대역폭과 MIMO 기능을 제공합니다. 이들은 LabVIEW 및 오픈 소스 소프트웨어를 모두 지원합니다.

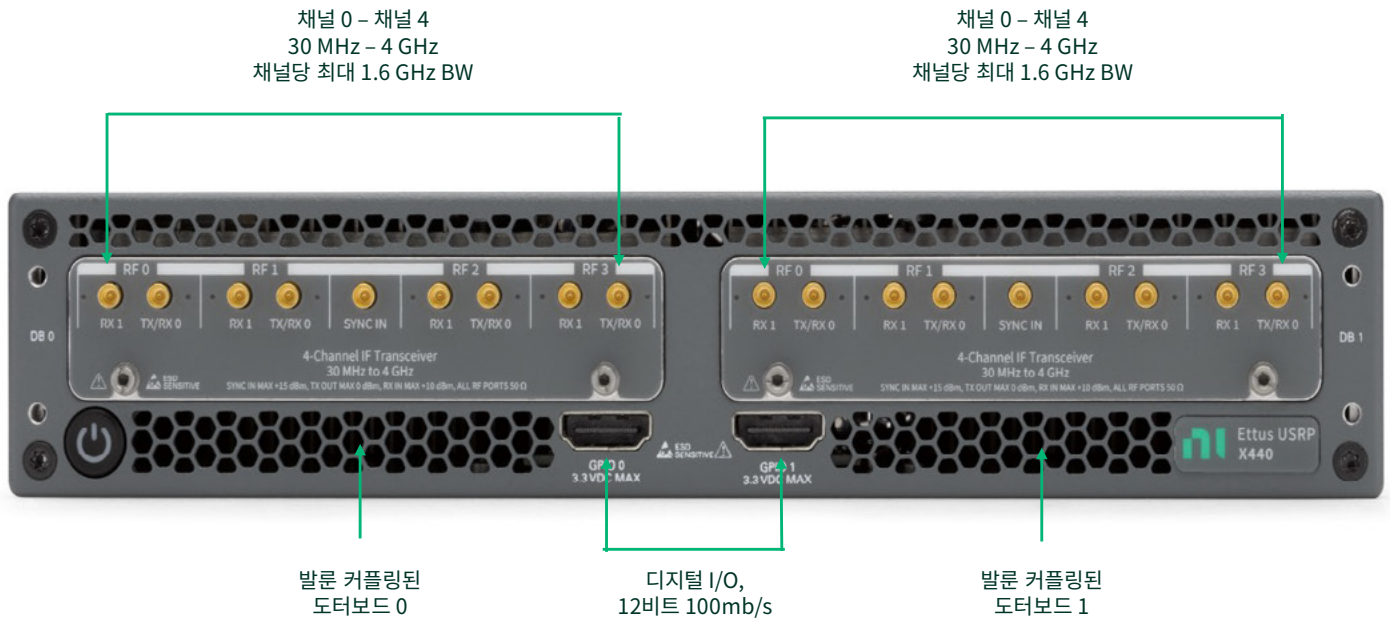
NI USRP 모델	Ettus Research 모델	주파수 범위	대역폭	송신기/수신기 채널	특징
	USRP X440	30MHz~4GHz	최대 1.6GHz	8 TX/8 RX	RFSoc 기반, 광대역, 멀티채널
	USRP X410	1MHz~7.2GHz	400MHz	4 TX/4 RX	
NI USRP-2974	—	10MHz~6GHz	160MHz	2 TX/2 RX	독립형, Intel Core i7 프로세서
NI USRP-2955	X310 + TwinRX + GPSDO	10MHz~6GHz	80MHz	0 TX/4 RX	설정 가능한 RF 프런트엔드 프로그래밍 가능 FPGA
NI USRP-2954	X310 + UBX + GPSDO	30MHz~6GHz	160MHz	2 TX/2 RX	
NI USRP-2945	X310 + TwinRX	10MHz~6GHz	80MHz	0 TX/4 RX	
NI USRP-2944	X310 + UBX	10MHz~6GHz	160MHz	2 TX/2 RX	
—	N321/N320	3MHz~6GHz	200MHz	2 TX/2 RX	
—	N310	10MHz~6GHz	100MHz	4 TX/4 RX	독립형, 광대역폭, 멀티채널 동기화 지원 (N32x)
—	N300	10MHz~6GHz	100MHz	2 TX/2 RX	
NI USRP-2921	N210 + XCVR2450	2.4GHz~2.5GHz, 4.9GHz~5.9GHz	20MHz	1 TX/1 RX	
NI USRP-2901	B210	70MHz~6GHz	56MHz	2 TX/2 RX	낮은 SWaP-C, 높은 휴대성
NI USRP-2900	B200	70MHz~6GHz	56MHz	1 TX/1 RX	
—	E310/E313/E320	70MHz~6GHz	56MHz	2 TX/2 RX	독립형, 낮은 SWaP, 임베디드 배포 가능

표 1

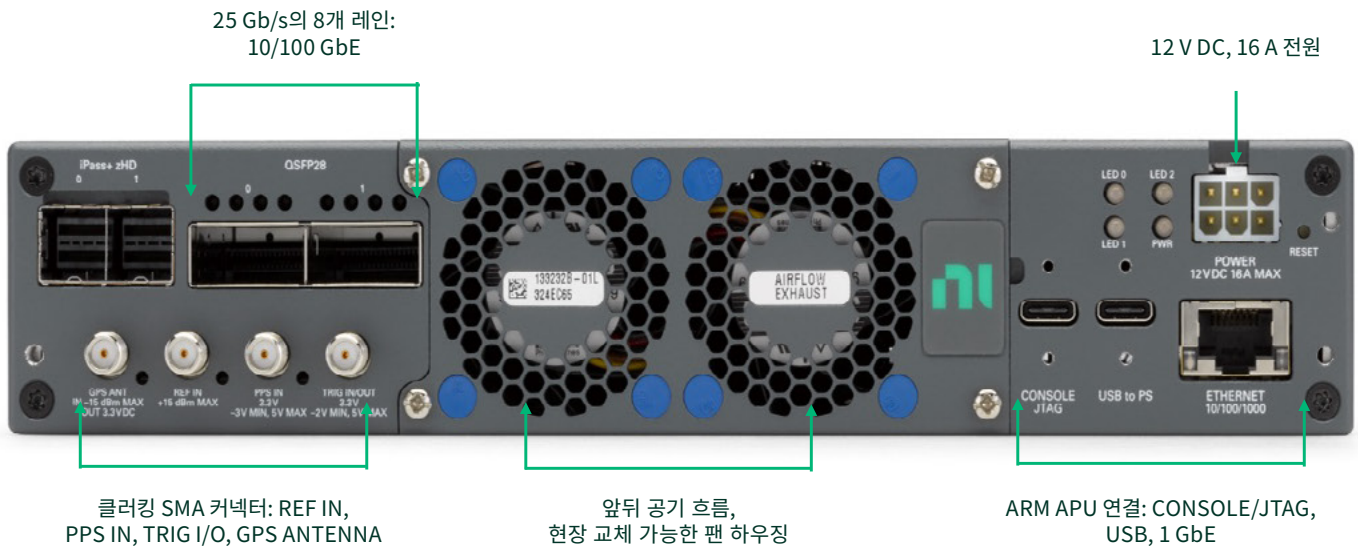
NI 및 Ettus Research USRP 제품군

# NI USRP X440 상세 보기

## USRP X440 전면 패널



## USRP X440 후면 패널



# 주요 기능

## 확장 가능한 멀티채널 동기화 시스템

NI USRP 동기화 기능을 사용하여 위상 동기화 및 Massive MIMO(Multiple-Input, Multiple-Output) 어플리케이션의 RF 채널 카운트를 확장할 수 있습니다. 여러 유닛에서 사용 가능한 GPSDO를 사용해 멀티채널 시스템을 공유 참조 클럭, 트리거 및 GPS 동기화로 설정하십시오. 다수의 모델에는 'White Rabbit' 표준을 사용하는 이더넷 기반 동기화 옵션도 포함되어 있습니다. 그 밖에 USRP N320/N321 로컬 발진기 내보내기, 배포 및 가져오기 기능을 사용해 위상 응집 작동이 가능한 고급 시스템을 디자인하는 것도 가능합니다.

정밀한 여러 디바이스 동기화를 위해, 8-채널 클럭 분배 액세스리 또는 NI CDA-2990을 사용하여 최대 8개의 클럭을 공유할 수 있습니다. 이 디바이스는 외부 10MHz 클럭과 초당 펄스(PPS) 입력 신호를 받은 후, 각각을 증폭시켜 8개의 출력 포트에 분배하므로 여러 모듈을 공통 타이밍 소스에 동기화할 수 있습니다. 채널 수가 더 많은 시스템의 경우, 여러 개의 CDA-2990 디바이스를 직렬로 연결할 수 있습니다. USRP 사용자는 이 방법을 사용하여 최대 128개의 채널이 있는 위상 응집 시스템을 구축했습니다.

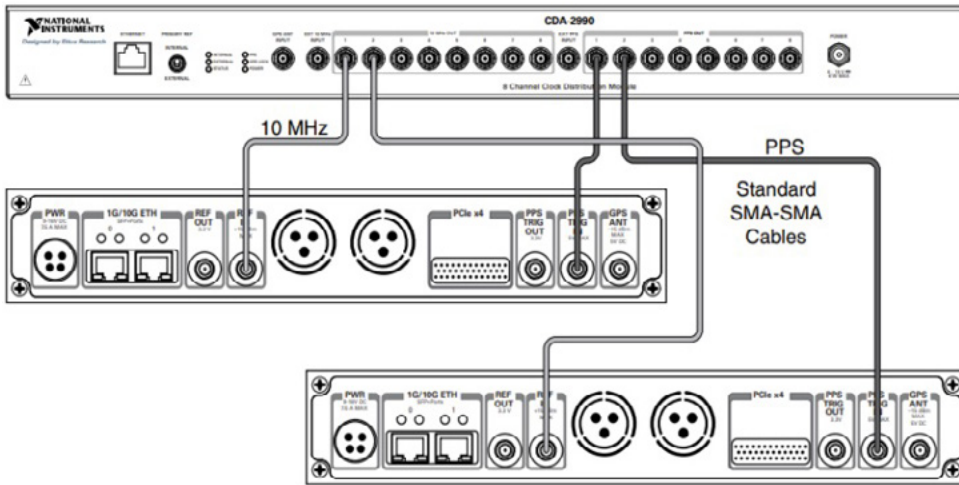


그림 2  
여러 USRP 디바이스를 CDA-2990과 동기화



그림 3  
브리스톨 대학교와 룬드 대학교는 NI 상용 하드웨어와 LabVIEW 소프트웨어를 조합하여 세계 최초로 128-안테나, 리얼타임 Massive MIMO 테스트베드를 구현했습니다. 이 솔루션에 대한 더 자세한 정보는 [ni.com/Massive-MIMO](http://ni.com/Massive-MIMO)를 참조하십시오.

## 높은 이동성, 높은 배포성

NI USRP SDR은 높은 수준의 성능을 제공하는 동시에 소형 폼 팩터로 높은 수준의 휴대성과 배포성을 유지합니다. NI USRP 드라이버를 GNU Radio와 같은 오픈 소스 소프트웨어와 LabVIEW 또는 UHD와 결합하고 RFNoC와 같은 유연한 FPGA 프레임워크에 프로그래밍 가능한 기능을 통해 사용자는 이러한 SDR이 제공하는 전체 RF 및 디지털 신호 처리(DSP) 성능에 액세스할 수 있습니다. NI USRP가 제공하는 이점과 유연성은 드론 방어와 같은 새로운 방어 어플리케이션에 이상적입니다.



그림 4

SkySafe는 증가하는 보급형 드론의 위협에 대응하는 시스템을 개발했습니다. SkySafe가 NI Ettus X310을 사용하여 개발한 시스템에 대한 더 자세한 정보는 [ni.com/SkySafe-Defeats-Commercial-Drone-Threats](https://ni.com/SkySafe-Defeats-Commercial-Drone-Threats)를 방문하십시오.

## 더 많은 어플리케이션을 위한 넓은 주파수 범위 및 대역폭

장거리에서의 넓은 대역폭과 더 빠른 전송 속도에 대한 요구가 증가하고 있습니다. 광대역 작업은 감시, 레이더 및 EW 프로토타이핑의 군사용부터 셀룰러 통신, Wi-Fi 및 네비게이션 등 상업적 사용에 이르기까지 많은 어플리케이션에서 보편화되었습니다. NI USRP SDR은 USRP N210의 20MHz부터 USRP X440의 1.6GHz까지 다양한 대역폭 옵션을 제공합니다.

USRP X440은 총 8개 채널(TX/RX)에서 30MHz~4GHz 범위에서 작동하면서 증가하는 더 넓은 대역폭에 대한 요구를 충족시킵니다. 온보드 FPGA를 프로그래밍하기 위해 RFNoC와 UHD를 활용하면 인라인 신호 처리로 리얼타임 스펙트럼 스트리밍을 수행할 수 있습니다. 각 채널을 독립적으로 설정할 수 있기 때문에 채널을 서로 다른 주파수로 설정하여 스펙트럼의 더 많은 부분을 모니터링하거나 위상 응집 수집 또는 생성을 위해 동일한 주파수를 모니터링할 수 있습니다.

USRP X440의 넓은 대역폭이라는 것은 신호 지능 또는 스펙트럼 모니터링 시스템을 수행할 때 더 넓은 스펙트럼을 캡처할 수 있음을 의미합니다. 연구원들은 각각 더 높은 해상도 또는 더 높은 데이터 속도를 위해 넓은 대역을 활용하는 새로운 레이더 또는 5G NR 알고리즘을 실험할 수 있습니다. 또한, 직접 샘플링 아키텍처는 외부 RF 프런트엔드와의 통합을 위해 준비되어 있기 때문에, 연구원들은 무선 mmWave 통신 또는 레이더 및 EW 테스트베드를 위해 더 높은 주파수로 확장할 수 있습니다.



# 소프트웨어 개요

## 원하는 개발 소프트웨어 선택

개발 도구 환경에 관계없이 USRP SDR은 시장에서 가장 광범위한 소프트웨어 작업 흐름과 함께 작동합니다. 선호하는 개발 도구에 따라 NI-USRP 또는 UHD, 두 가지 드라이버 중에서 선택할 수 있습니다.

**NI-USRP**를 사용하면 NI의 대표적인 직관적 개발 환경인 LabVIEW로 USRP SDR을 프로그래밍하여 측정 시스템을 신속하게 개발할 수 있습니다. LabVIEW 데이터 흐름 프로그래밍 스타일을 사용하여 단일 개발 환경에서 호스트와 FPGA를 모두 프로그래밍할 수 있습니다. 추상화된 디자인 환경은 무선 시스템의 디자인을 가속화하고 HDL 디자인 전문 지식이 없는 사용자도 FPGA 프로그래밍에 접근할 수 있도록 지원합니다. MathWorks® MATLAB® 소프트웨어 또는 VHDL 코드와 같이 통합하려는 타사 IP가 있는 경우 이 IP를 LabVIEW에서 직접 반입할 수 있습니다. NI는 보다 높은 수준의 시작을 위해 LTE, 802.11 및 MIMO용 LabVIEW Communications 어플리케이션 프레임워크를 제공하여 어플리케이션 디자인을 가속화합니다.

**UHD**는 모든 USRP SDR과 호환되며, NI의 R&D 조직은 이를 오픈 소스 라이선스로 공개했습니다. C/C++의 USRP SDR에서 어플리케이션 개발을 용이하게 하고 **RFNoC**, GNU Radio, Python, MathWorks® MATLAB® 소프트웨어 및 Simulink® 소프트웨어와 같은 여러 업계 표준 개발 환경 및 프레임워크에 대한 교차 플랫폼 지원을 제공합니다. GNU Radio Foundation과 같은 오픈 소스 SDR 커뮤니티의 적극적인 리더로서 NI는 오픈 소스 에코시스템을 통해 무선 통신 연구를 더욱 발전시키기 위해 지속적으로 노력하고 있습니다.

	NI-USRP	UHD
운영 체제	Windows NI Linux Real-Time	Windows Linux Mac OS
호스트	LabVIEW 20XX	GNU Radio C/C++ MathWorks® MATLAB®/Simulink®/Wireless Testbench™ Python
FPGA	LabVIEW FPGA Module	VHDL Verilog HDL Coder RFNoC(오픈 소스 FPGA 프레임워크)

표 2 NI-USRP 드라이버 및 Ettus Research UHD 개요

## 호스트 프로그래밍

NI USRP 제품군은 업계에서 가장 폭넓은 소프트웨어 워크플로와 호환됩니다. LabVIEW 또는 유연한 오픈 소스 도구에 따라 NI-USRP 드라이버와 USRP RIO 드라이버 중에서 선택할 수 있습니다. 특히 오픈 소스 도구는 GNU Radio, Python 및 C++를 지원하는 UHD가 포함됩니다.

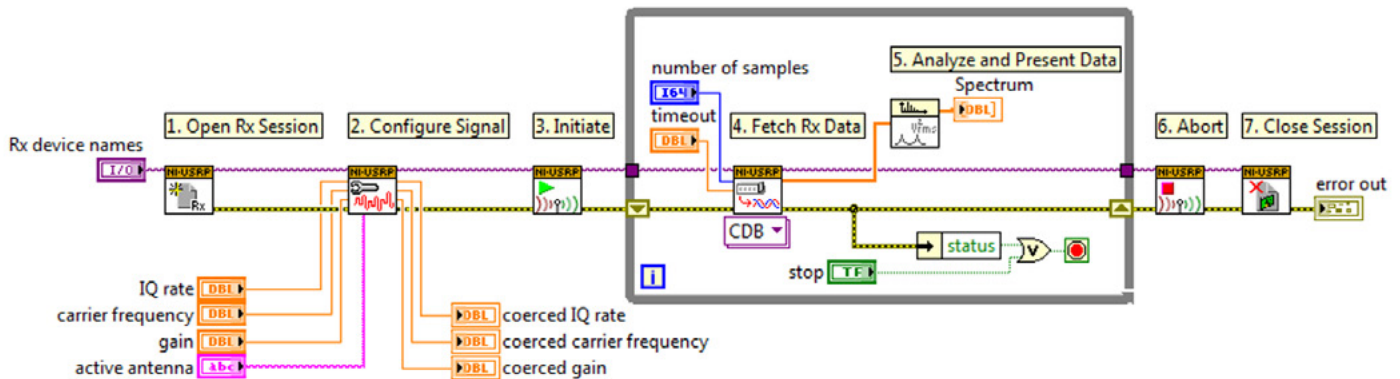


그림 5 LabVIEW용 NI-USRP API

## FPGA의 장점 활용

대역폭이 넓어지고 지연 요구사항이 더욱 엄격해짐에 따라, 고속 디지털 신호 처리를 실시간으로 구현하는 기능이 필수가 되었습니다. 대부분의 NI USRP 모델은 사용자 프로그래밍이 가능한 FPGA가 탑재되어 고성능 SDR이 필요한 무선 어플리케이션에 적합합니다. NI USRP는 인라인 빠른 푸리에 변환(FFT), 유한 임펄스 응답 필터 등 FPGA 프로그래밍을 고속 신호 처리에 이용할 수 있는 옵션을 다양하게 제공합니다. LabVIEW FPGA로 USRP를 프로그래밍하고 LabVIEW를 사용하는 특정 모델용 USRP RIO 드라이버를 프로그래밍합니다.

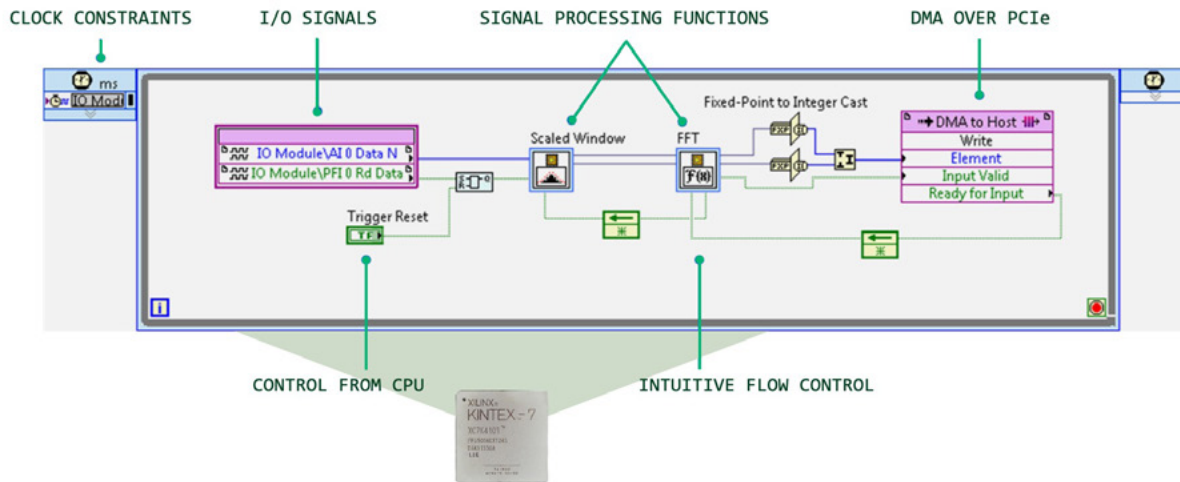


그림 6  
FPGA IP 통합 기능의 LabVIEW FPGA 그래픽 추상화

RFNoC 프레임워크로 USRP를 최대한 활용하십시오. 프레임워크가 이미 구축되어 있어서 디지털 인프라를 따로 개발할 필요 없이 FPGA를 사용해 SDR 어플리케이션을 개발하는 데 필요한 인프라를 제공하며, 모든 것이 GNU Radio 플러그인과 함께 VHSIC 하드웨어 기술 언어와 Verilog 하드웨어 기술 언어로 프로그래밍됩니다.

## User Application – GNU Radio

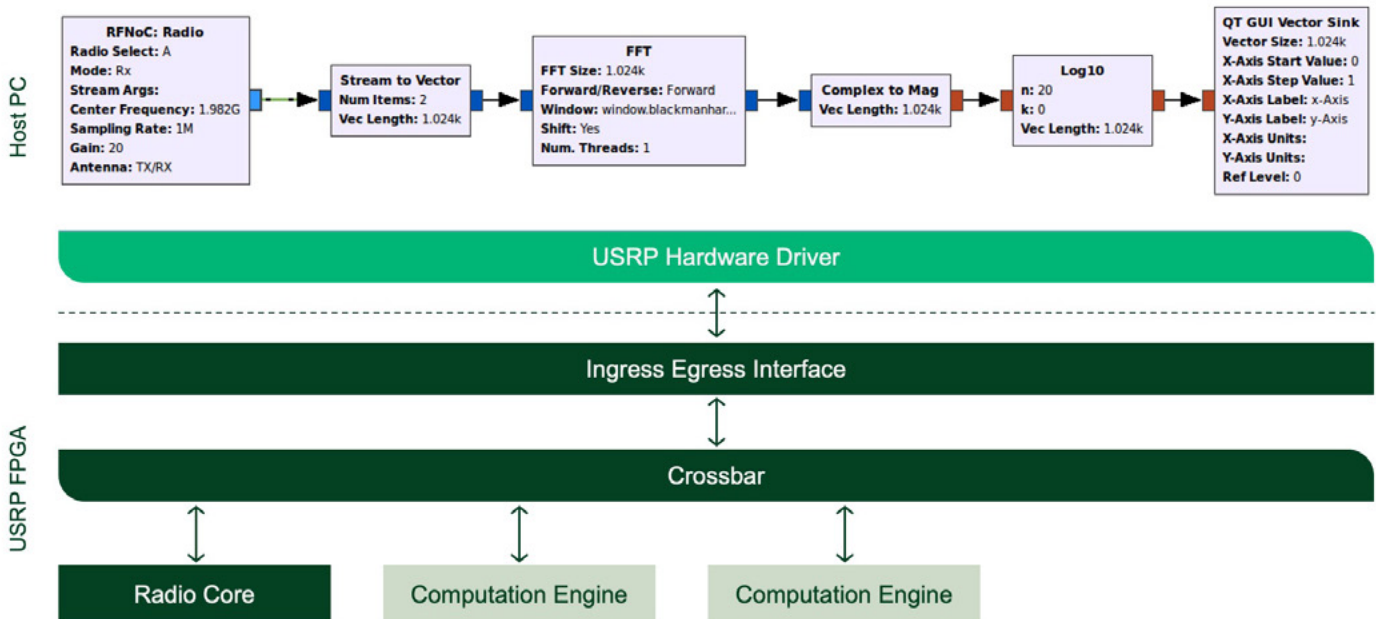


그림 7  
NI USRP RFNoC 프레임워크

# 지원 문서

문서 유형	모델 번호
시작하기 가이드	USRP X440, USRP X410, USRP-2974, USRP-295X, USRP-294X, USRP-290X
스펙	USRP X440, USRP X410, USRP-2974, USRP-2955, USRP-2954, USRP-2945, USRP-2944, USRP-2901, USRP-2900

## 표 3

NI Ettus USRP 문서

# NI 하드웨어 서비스

모든 NI 하드웨어에는 기본 수리에 대한 1년 보증이 포함되며, 출고 전에 NI 스펙에 따라 교정됩니다. 또한 PXI 시스템에는 기본 조립 및 기능 테스트 지원이 포함되어 있습니다. NI는 하드웨어용 서비스 프로그램을 통해 가동 중단 시간을 줄이고 유지보수 비용을 낮출 수 있도록 추가적인 서비스를 제공합니다. [ni.com/services/hardware](http://ni.com/services/hardware)에서 자세히 알아보십시오.

	하드웨어	표준	프리미엄	설명
판매 시점부터의 지속기간	1년, 포함	3년, 선택 사항	3년, 선택 사항	NI는 하드웨어 서비스 프로그램과 함께 제공되는 추가 서비스 혜택으로 보증 범위를 강화합니다.
갱신 시 최대 지속기간	서비스 프로그램이 있는 경우 3년 미만	3년 미만	3년 미만	NI는 하드웨어 서비스 프로그램을 통해 최대 3년간 하드웨어의 높은 성능과 가용성을 유지합니다.
수리 서비스 연장	•	•	•	NI는 영업일 기준 10일 미만 + 표준 배송 시간 <sup>4</sup> 이내에 디바이스의 기능을 복구하고 펌웨어 업데이트 및 공장 교정을 포함합니다.
시스템 설정, 조립 및 테스트 <sup>1</sup>		•	•	NI 기술자가 시스템을 조립하고 소프트웨어를 설치한 후 고객의 요구사항에 맞는 설정으로 테스트까지 완료하여 배송합니다.
고급 교체 서비스 <sup>2</sup>			•	NI는 수리가 필요할 경우 즉시 배송할 수 있도록 예비 부품을 마련해두고 있습니다.
시스템 RMA(반환 승인) <sup>1</sup>			•	NI는 수리 서비스를 진행할 때 완전히 조립된 시스템을 접수합니다.
기술 지원	•	•	•	NI는 하드웨어 지원 리소스에 대한 액세스 서비스를 제공합니다.
추가 교정 플랜(선택 사항)		표준	빠른 교정 <sup>3</sup>	NI는 서비스 프로그램 기간에 지정된 교정 주기에 따라 교정을 수행합니다.

- 1 이 옵션은 PXI, CompactRIO, CompactDAQ 시스템에서만 가능합니다.
- 2 이 옵션은 모든 국가에서 판매되는 모든 제품에 적용되지는 않습니다. 적용 여부를 확인하려면 현지 NI 영업 엔지니어에게 문의하십시오.
- 3 빠른 교정 서비스는 추적 가능한 교정 수준에만 구매 가능합니다.
- 4 이는 RF 제품이 아닌 경우에만 적용됩니다. RF 제품의 표준 연장 수리 범위는 영업일 기준 15일 미만 + 표준 배송 시간입니다.

## 프리미엄 플러스 서비스 프로그램(PPSP)

NI는 **프리미엄 플러스 서비스 프로그램(PPSP)**을 통해 앞서 나열된 혜택을 사용자 정의하거나 현장 교정, 맞춤형 스페어링, 수명 주기 서비스와 같은 추가 자격을 제공할 수 있습니다. 자세한 내용은 NI 영업 담당자에게 문의하십시오.

## 기술 지원

NI 하드웨어 서비스 프로그램 및 보증에는 NI 지원 상담원이 현지 업무 시간에 제공하는 기술 지원이 포함됩니다. 서비스 요청은 온라인으로 관리할 수 있습니다. 또한 업계에서 인정받고 있는 NI의 **온라인 리소스**와 **커뮤니티**를 활용할 수 있습니다.

Emerson, Emerson Automation Solutions 또는 그 계열사는 제품의 선택, 사용 또는 유지보수에 대해 책임을 지지 않습니다. 제품의 적절한 선택, 사용 및 유지보수에 대한 책임은 전적으로 구매자와 최종 사용자에게 있습니다.

National Instruments, NI, NI.com, Ettus Research, LabVIEW는 Emerson Electric Co.의 Test & Measurement 사업부 소속 회사 중 하나가 소유한 상표입니다. Emerson 및 Emerson 로고는 Emerson Electric Co.의 상표 및 서비스표입니다. MathWorks®, MATLAB® 및 Simulink®는 The MathWorks, Inc.의 등록 상표입니다. Linux® 등록 상표는 전 세계에 상표권을 보유하고 있는 Linus Torvalds와 독점 라이선스 계약을 맺고 있는 LMI의 2차 라이선스에 따라 사용되었습니다. 다른 모든 상표는 해당 소유자의 자산입니다.

이 출판물의 내용은 정보 제공의 목적으로만 제공되며, 모든 정보는 정확성을 최대한 보장할 수 있도록 쓰였지만 이 정보가 설명된 제품이나 서비스 또는 그 사용, 적용성에 대한 명시적, 묵시적 지불 보증 또는 판매 보증으로 해석되어서는 안 됩니다. 모든 판매에는 당사의 이용 약관이 적용되며, 요청 시 제공됩니다. 당사는 사전 통보 없이 언제든지 해당 제품의 설계 또는 사양을 수정하거나 개선할 권리가 있습니다.

NI

11500 N Mopac Expwy

Austin, TX 78759-3504

© 2024 National Instruments. 판권 소유.