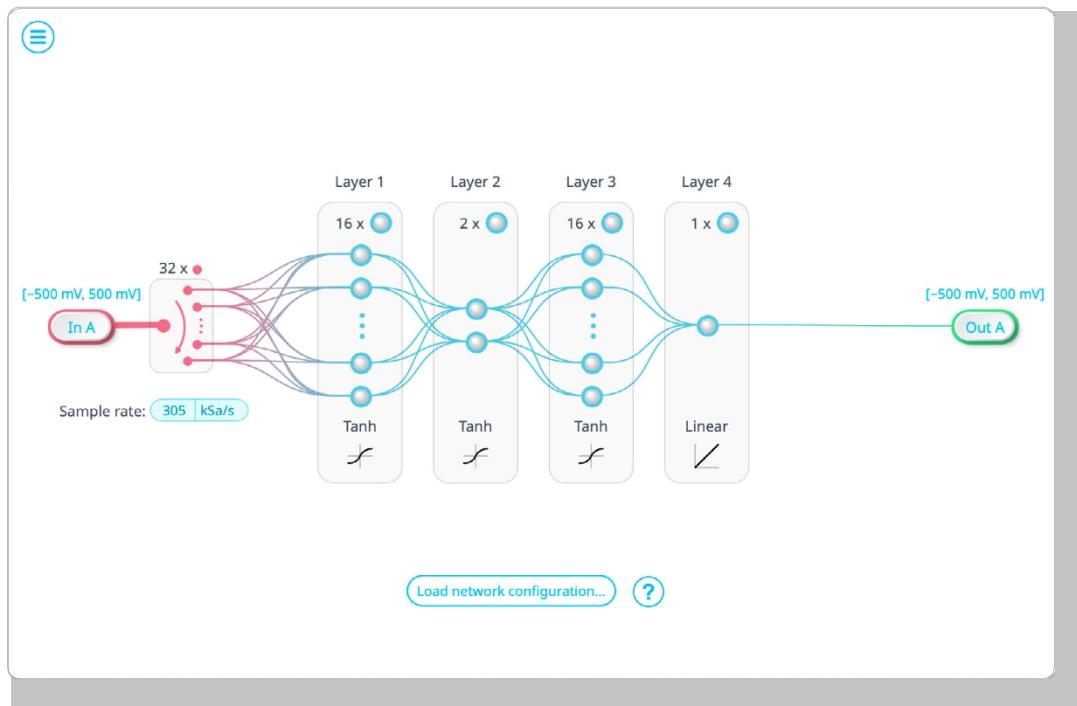




# 신경망



모쿠:델타 신경망은 다중 계측기 모드 내에서 사용자 정의 모델의 실시간 배포를 가능하게 합니다. 신경망은 Python으로 온라인 설계 및 훈련된 후, 정확한 하드웨어 재구성을 위한 가중치, 바이어스 및 활성화 함수를 포함하는 Liquid Instruments 신경망(.linn) 파일로 컴파일됩니다. FPGA에서 실행되는 신경망은 저지연 추론과 결정론적 피드백을 제공하며, 총당 100개 노드와 5가지 활성화 함수를 지원하는 최대 5개의 숨겨진 층을 지원합니다. 다른 계측기와의 통합 운영을 통해 사용자는 신호를 실시간으로 포착, 분석 및 대응할 수 있어 적응 제어 및 양자 실험과 같은 응용 분야에 이상적입니다.



최대 레이어 수  
**5**

레이어당 최대 뉴런  
수 **100**

최대 처리량  
모든 모드 및 네트워크 크기에서 최  
대 **305kHz** 샘플링 속도

입력 수  
병렬 **1~4개**,  
직렬 **1~100개**

출력 수  
병렬 **1~4개**,  
**1~100** 직렬

정밀도  
**18비트** 고정 소수점 표현

## 기능

- 훈련
- 모든 Moku 장치에서 훈련 데이터를 수집하거나 원하는 복잡한 프로세스를 시뮬레이션
- 온라인으로 신경망 훈련
- 네트워크 구성을 Moku:Delta 장치에 업로드하여 실시간 성능 구현
- Moku 데이터 로거, 오실로스코프 또는 기타 계측기로 네트워크 출력 데이터 기록
- 사용자 가이드를 포함한 예제 제공

## 사양

- 활성화 함수:
  - 비선형: ReLU, Softsign, Tanh, 시그모이드
  - 선형 및 (향후) 임의 함수
  - 마이크로초 지연 시간

## 응용 분야

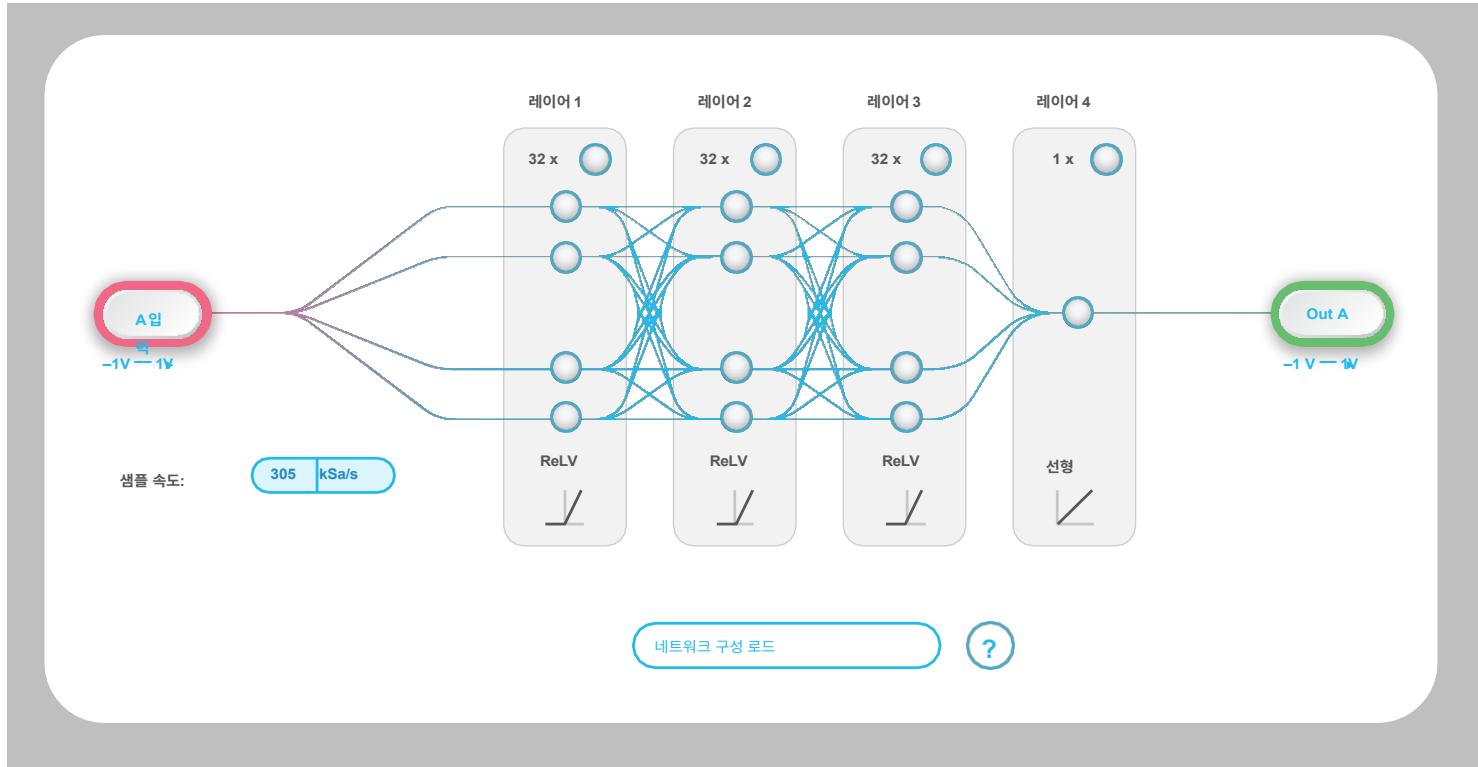
- 제어 시스템
- 센서 컨디셔닝
- 신호 분류
- 신호 노이즈 제거



# 신경망



Moku:Pro 신경망은 Moku:Pro의 다중 기기 모드를 활용하여 사용자 정의 신경망을 빠르고 유연하게 구현 및 평가할 수 있게 합니다. 네트워크 구성을 온라인에서 설계하고 훈련하세요. 그런 다음 Moku 앱에 업로드하여 실시간 신경망 작동을 수행하세요.



최대 레이어 수  
**5**

레이어당 최대 뉴런  
수 **100**

최대 처리량  
모든 모드 및 네트워크 크기에서 최  
대 **305kHz** 샘플 속도

입력 수  
병렬 **1~4개**,  
직렬 **1~100개**

출력 수  
병렬 **1~4개**,  
**1~100** 직렬

정밀도  
**18비트 고정 소수점 표현**

## 기능

- 훈련
  - 모든 Moku 장치에서 훈련 데이터를 수집하거나 원하는 복잡한 프로세스를 시뮬레이션
  - 온라인으로 신경망 훈련
  - 네트워크 구성을 Moku:Pro 장치에 업로드하여 실시간 성능 구현
  - Moku 데이터 로거, 오실로스코프 또는 기타 계측기로 네트워크 출력 데이터 기록
  - 사용자 가이드를 포함한 예시 제공

## 사양

- 활성화 함수:
  - 비선형: ReLU, Softsign, Tanh, 시그모이드
  - 선형 및 (향후) 임의 함수
  - 마이크로초 지연 시간

## 응용 분야

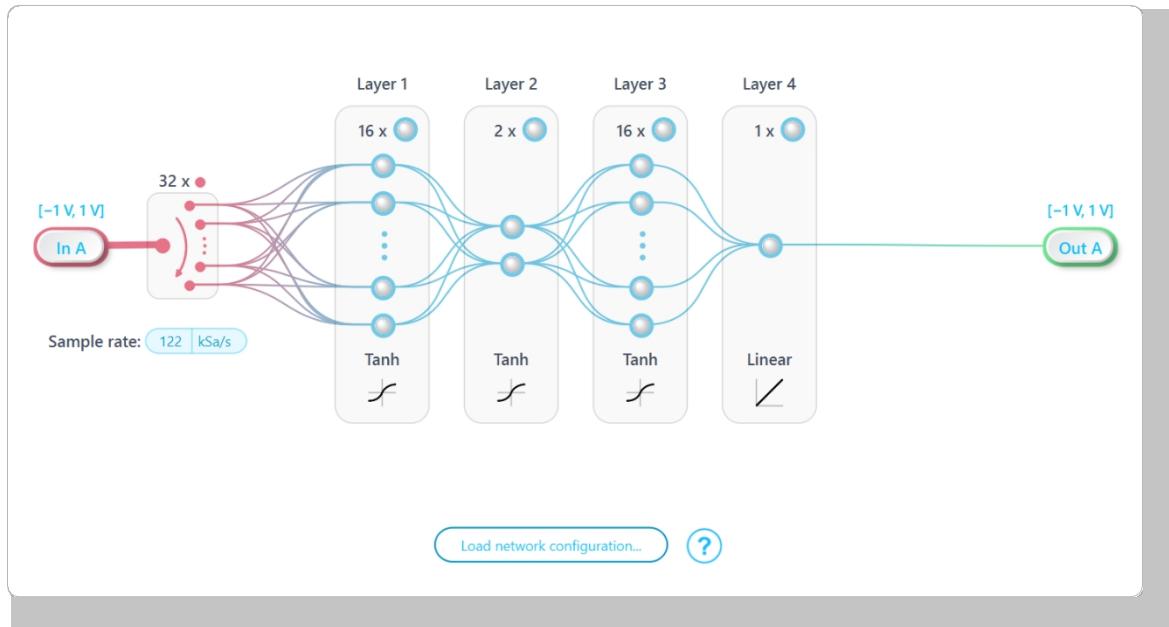
- 제어 시스템
- 센서 컨디셔닝
- 신호 분류
- 신호 노이즈 제거



# 신경망



Moku:Lab 신경망은 100마이크로초 미만의 지연 시간과 18비트 고정 소수점 정밀도로 FPGA에서 직접 추론을 실행하여 실시간 애플리케이션을 위한 결정론적 성능을 제공합니다. 빠른 제어 루프를 구현하거나, 장치 내 센서 컨디셔닝을 수행하거나, 분류 및 노이즈 제거 모델을 실행할 수 있습니다. FPGA는 선택한 활성화 함수를 사용하여 각 레이어를 병렬로 실행하므로, 레이어당 최대 5개 레이어와 80개의 뉴런으로 구성된 소형 네트워크를 일관된 타이밍으로 평가할 수 있습니다. 이 기능을 통해 적응형 필터링부터 예측 또는 상태 추정 작업에 이르기까지 임베디드 추론 워크로드를 통합된 Moku 테스트 설정의 일부로 실용적으로 배포할 수 있습니다.



최대 레이어 수 <b>5</b>	레이어당 최대 뉴런 수 <b>80</b>	최대 처리량 모든 모드 및 네트워크 크기에서 최대 <b>122kHz</b> 샘플링 속도	입력 수 1개 또는 2개 병렬, 직렬로 1~80개	출력 수 병렬 1개 또는 2개, 직렬로 1~80개	정밀도 <b>18비트 고정 소수점 표현</b>
----------------------	---------------------------	--	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------

## 특징

- 모든 Moku 장치에서 훈련 데이터를 수집하거나 원하는 복잡한 프로세스를 시뮬레이션
- 온라인으로 신경망 훈련
- 네트워크 구성을 Moku:Lab 장치에 업로드하여 실시간 성능 구현
- Moku 데이터 로거, 오실로스코프 또는 기타 계측기로 네트워크 출력 데이터 기록

## 사양

- 활성화 함수:
  - 비선형: ReLU, Softsign, Tanh, 시그모이드
  - 선형 및 (향후) 임의
- 레이어당 최대 뉴런 수
  - 2-슬롯 모드: 80개 뉴런
  - 3슬롯 모드: 50개 뉴런
- 입력 샘플링 속도: 최대 122 kSa/s
- 100마이크로초 미만 지연 시간

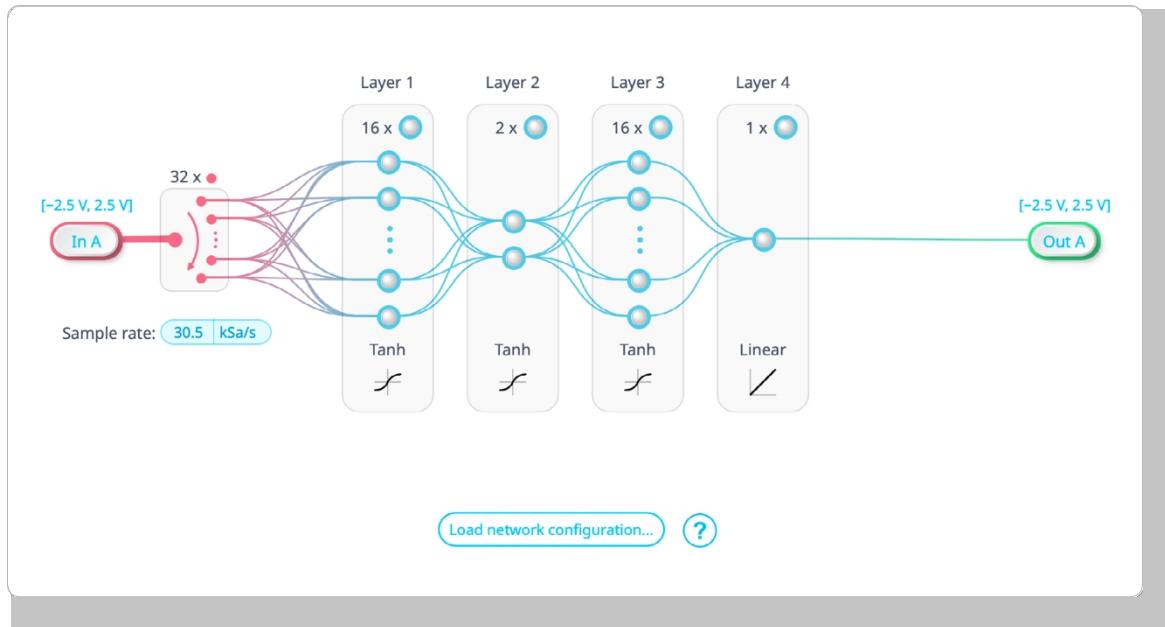
## 응용 분야

- 적응형 필터링
- 이상 감지
- 실시간 제어 시스템
- 센서 컨디셔닝
- 신호 분류
- 신호 노이즈 제거



# 신경망

Moku:Go 신경망은 FPGA에서 직접 추론을 실행함으로써 1밀리초 미만의 지연 시간과 18비트 고정 소수점 정밀도로 실시간 애플리케이션에 결정론적 성능을 제공합니다. 제어 루프 구현, 온디바이스 센서 컨디셔닝 수행, 분류 및 노이즈 제거 모델 실행이 가능합니다. FPGA는 선택한 활성화 함수를 사용하여 각 레이어를 병렬로 실행하므로, 레이어당 최대 5개 레이어와 80개 뉴런으로 구성된 컴팩트 네트워크를 일관된 타이밍으로 평가할 수 있습니다. 이 기능은 적응형 필터링부터 예측 또는 상태 추정 작업에 이르기까지 임베디드 추론 워크로드를 통합된 Moku 테스트 설정의 일부로 실용적으로 배포할 수 있게 합니다.



최대 레이어 수 <b>5</b>	레이어당 최대 뉴런 수 <b>80</b>	최대 처리량 모든 모드 및 네트워크 크기에서 최대 <b>30.5kHz</b> 샘플링 속도	입력 수 1개 또는 2개 병렬, 직렬 1~80개	출력 수 병렬 1개 또는 2개, 직렬로 1~80개	정밀도 <b>18비트 고정 소수점 표현</b>
----------------------	---------------------------	--	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------

## 특징

- 모든 Moku 장치에서 훈련 데이터를 수집하거나 원하는 복잡한 프로세스를 시뮬레이션
- 온라인으로 신경망 훈련
- 네트워크 구성을 Moku:Go 장치에 업로드하여 실시간 성능 구현
- Moku 데이터 로거, 오실로스코프 또는 기타 계측기로 네트워크 출력 데이터 기록

## 사양

- 활성화 함수:
  - 비선형: ReLU, Softsign, Tanh, 시그모이드
  - 선형 및 (향후) 임의 함수
- 레이어당 최대 뉴런 수
  - 2-슬롯 모드: 80개 뉴런
  - 3슬롯 모드: 50개 뉴런
- 입력 샘플링 속도: 최대 30.5 kSa/s
- 1밀리초 미만 지연 시간

## 응용 분야

- 적응형 필터링
- 이상 탐지
- 실시간 제어 시스템
- 센서 컨디셔닝
- 신호 분류
- 신호 노이즈 제거