



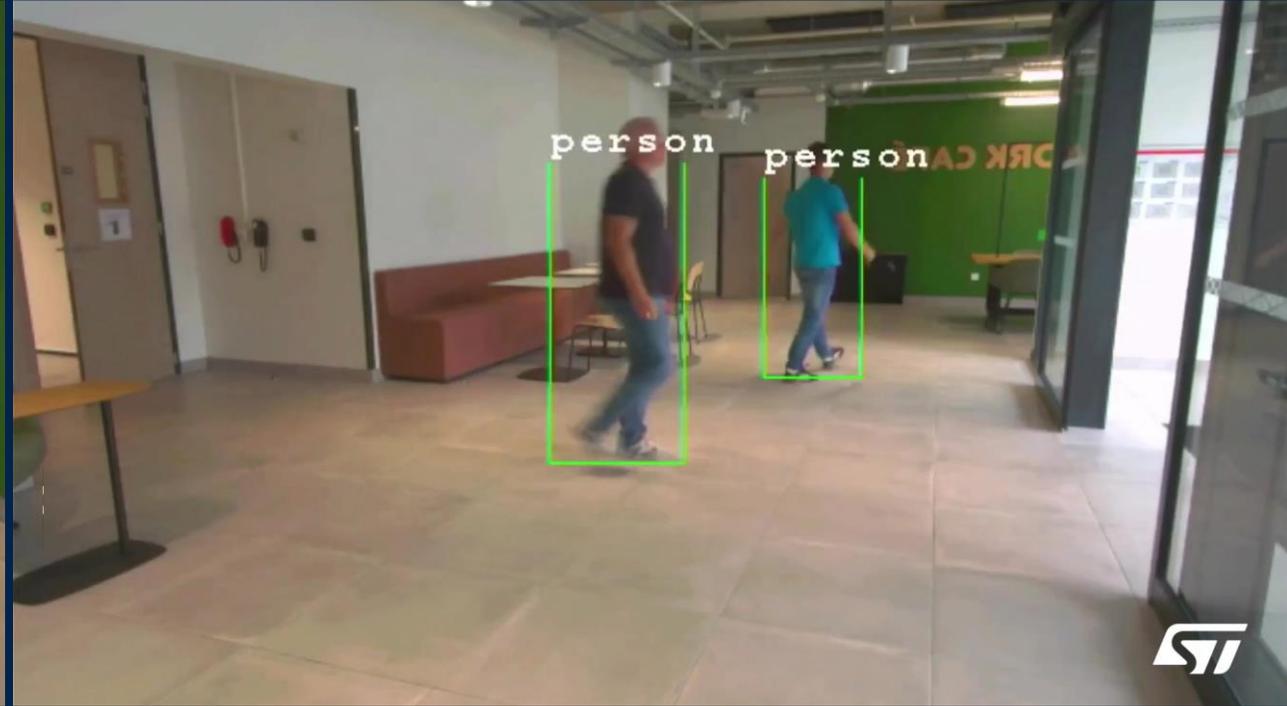
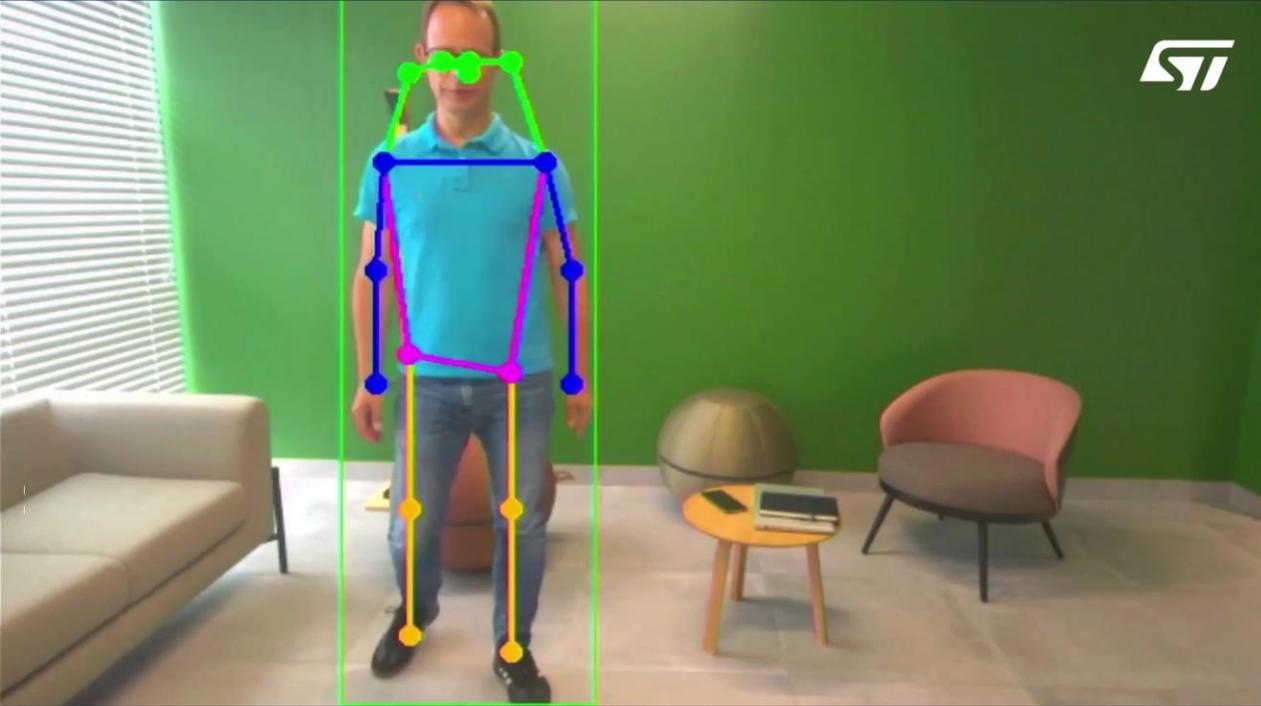
life.augmented



超高性能マイコンSTM32N6と 開発環境のご紹介

STマイクロエレクトロニクス
マイクロコントローラ・デジタルIC・RF製品グループ
マイクロコントローラ製品マーケティング部

木村 崇志

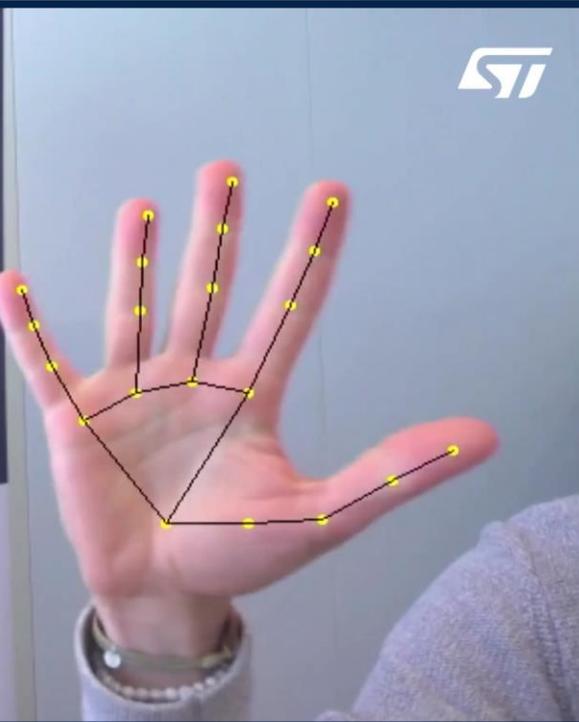


ST

Advance your product offering with edge AI

Start your journey now

ST Edge AI Suite



ハードウェアAIアクセラレータ 初搭載STM32マイコン



STM32N6



STM32ポートフォリオ

5つの製品カテゴリ



ワイヤレス
SoC

短距離 / 長距離無線通信



超低消費電力
マイコン

32-bit汎用マイコン: 75~3,360 CoreMarkの幅広いラインアップ



メインストリーム
マイコン



ハイパフォーマンス
マイコン



マイクロ
プロセッサ

32 / 64-bitマイクロプロセッサ



全製品組み込みAI対応



スケーラブルなセキュリティ機能



MPUポートフォリオ
MCUポートフォリオ

新しい性能レベルを実現する STM32N6マイコン

高性能な組み込みAIマイコン

- ST独自のニューラルネットワーク処理ユニット”ST Neural-ARTアクセラレータ”内蔵
- STM32マイコン史上最高の動作周波数 最大800 MHz動作のArm® Cortex®-M55搭載

進化したグラフィックとマルチ・メディア体験

- コンピュータ・ビジョン用パイプライン
- 複数のグラフィック・アクセラレータ

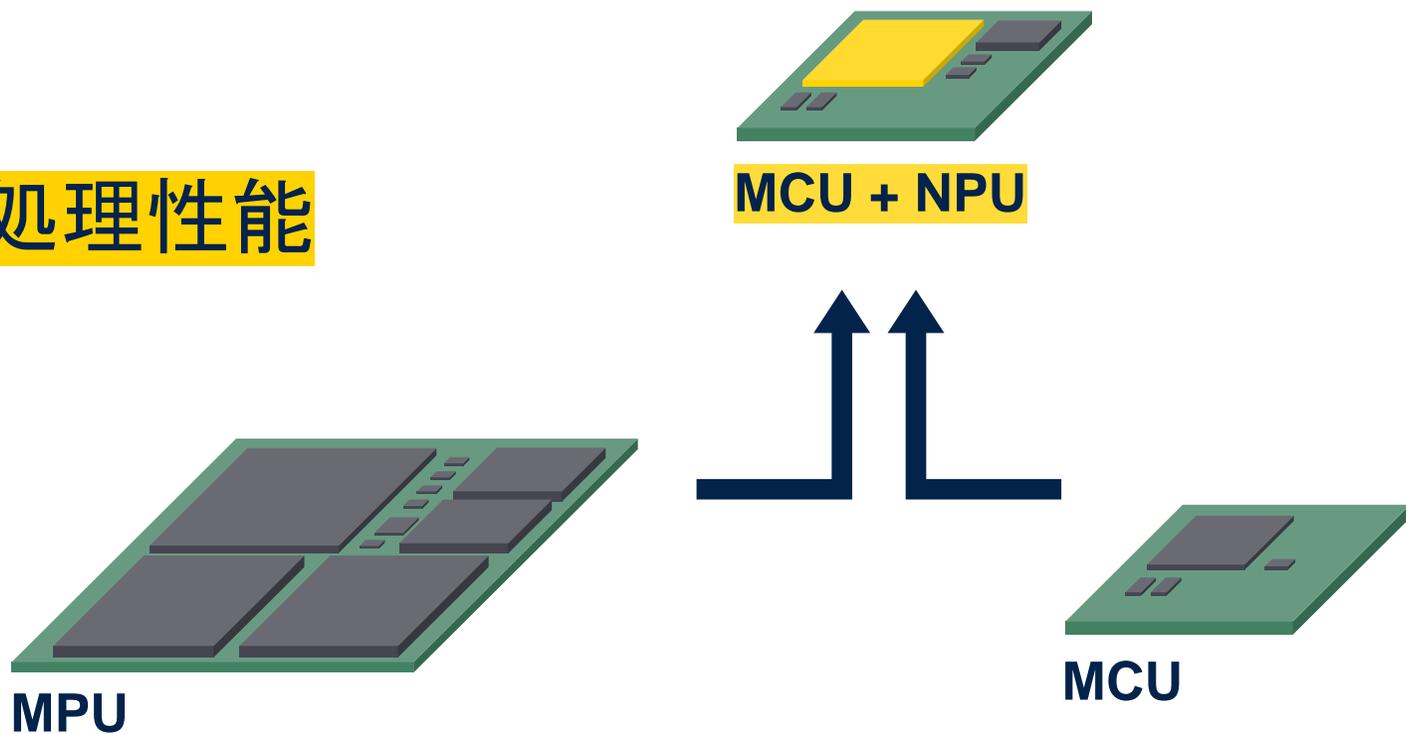
既存STM32エコシステムとシームレスに統合

- ST Edge AI Suite、リソース、組み込みAI使用例を活用可能
- 組み込みグラフィック TouchGFXでサポート

マイコンに組み込みAI処理性能を統合

マイコンとしてのメリットを備えつつ
ニューラル・ネットワーク(NN)を処理するための最適な構成

高いNN処理性能



小実装面積

低消費電力

低コスト

少ないBOM

高速ブート/起動

パラダイム・シフト: DMIPSからTOPSへ 新次元の組み込みアプリケーション



- 物体のセグメンテーション / ローカライズ
- 姿勢推定
- 物体分類
- 音声認識
- 音響解析
- 顔 / 人物検出
- ウェイクワード
- 時系列信号分類
- 異常検出

STM32N6マイコンの特徴機能

AIアクセラレータ内蔵

- 性能: 600 GOPS NPU(ニューラルネットワーク処理ユニット)
- 消費電力効率: 3 TOPS/W

Arm® Cortex®- M55

- 1280 DMIPS / 3360 CoreMark
- 新しいDSP拡張命令をサポート (MVE)

大容量内蔵RAM

- 4.2 MBのRAM内蔵でリアルタイムなデータ処理やマルチ・タスクをサポート

コンピュータ・ビジョン用パイプライン

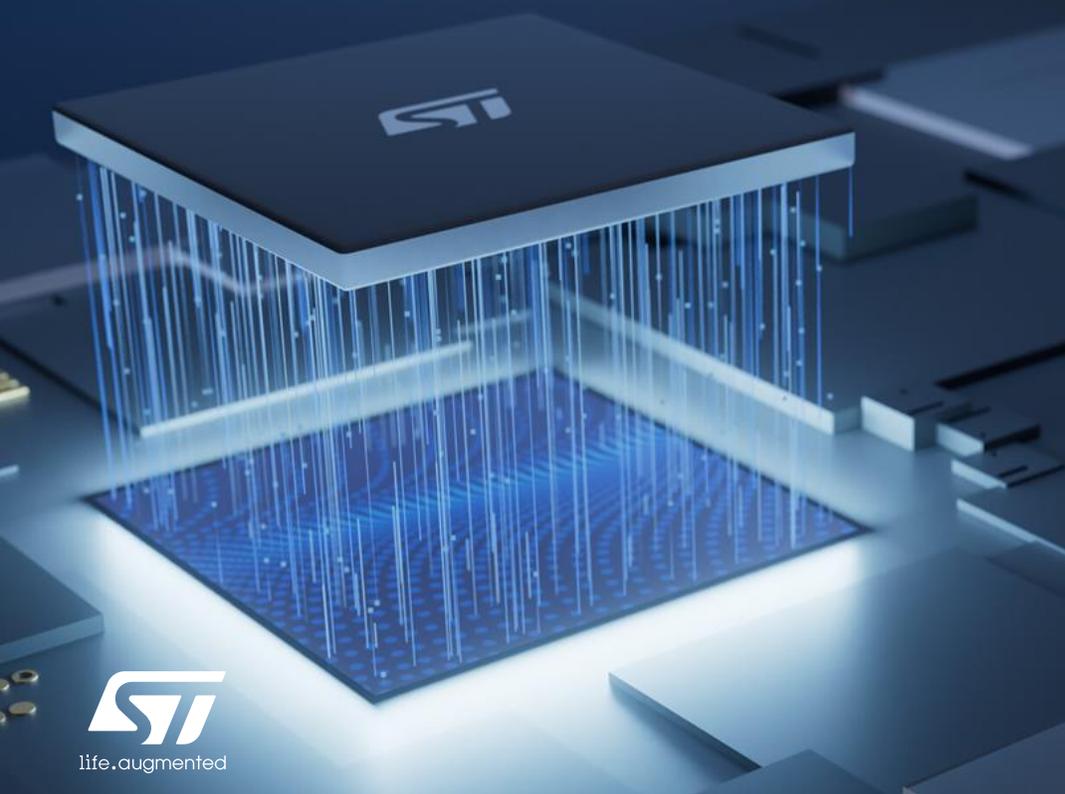
- 従来のパラレルに加えてシリアルのカメラI/F搭載 (MIPI-CSI)
- イメージ・シグナル・プロセッサ (ISP) 搭載

拡張されたマルチ・メディア機能

- 2.5Dグラフィック・アクセラレータ
- H264エンコーダ、JPEGエンコーダ/デコーダ

充実した組み込みセキュリティ

- Arm® TrustZone®でコア、ペリフェラル、NPUを保護
- SESIPレベル3、PSAレベル3認証をターゲット



多様なアプリケーションにイノベーションを提供



ドローン
飛行 & 着陸



スマート産業機器
異常検出



スマート・ホーム
イベント検出



スマート農場
動植物のウェルビーイング



ヘルスケア
健康状態モニタリング



家電製品
スマートな操作



スマート・ビルディング
制御の自動化



ロボティクス
衝突検出 / 物体検出



パーソナル機器
ウェアラブル



車載アフター・マーケット
高度道路交通システム

スマートかつ効率的なソリューション

Edge
AI



超低遅延
リアルタイム処理



プライバシー&セキュリティ
ネットワークへの生データの流出を防止



精度向上
各デバイスの環境に最適化



サステナビリティ
低消費電力



データ通信量削減
高データ濃度 / 高付加価値の情報へ変換



かつてないユーザー体験
新しいサービスを創出

強力なマイコン向けArm®コア



STM32N6

Arm® Cortex®-M55

800 MHz

32 KB
命令キャッシュ

32 KB
データ・キャッシュ

64 KB I-TCM
256 KB D-TCM (ECC付き)

高性能なArm®コア

- 1280 DMIPS / 3360 CoreMark

高電力効率なデジタル信号処理

- Heliumテクノロジー:
Mプロファイル・ベクトル拡張 (MVE)
- 前処理 / 後処理に最適な性能

TrustZone®対応の堅牢なセキュリティ機能

- Armコア内部から処理をアイソレーション
- NPUのアイソレーションによるAIモデル保護

ST Neural-ARTアクセラレータ

600x

AI処理性能向上*

ニューラルネットワーク処理ユニット

- 性能: 600 GOPS
- 消費電力効率: 3 TOPS/W
- 外部メモリ・アクセス最適化用キャッシュ

データ・ストリーム処理エンジンにより
マイコンのメモリ・スループット要件と
消費電力を削減

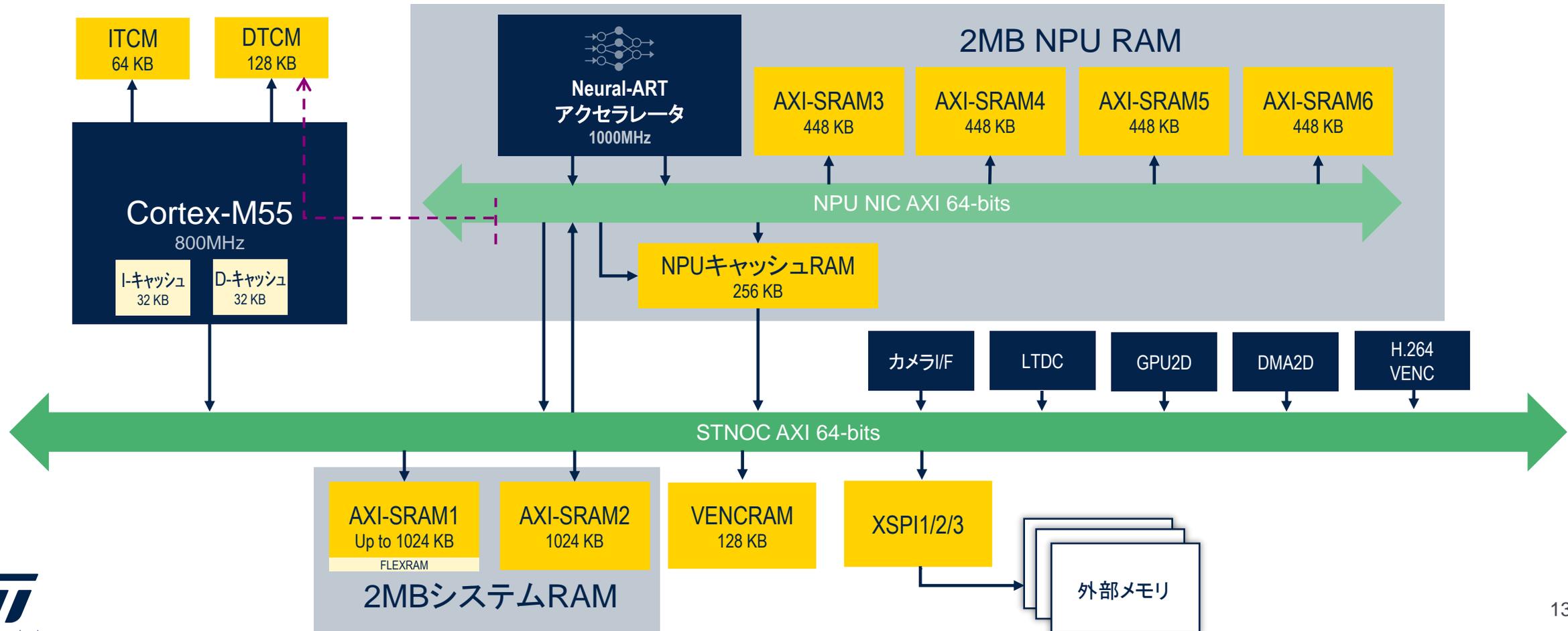
NPU

MCU core

System
Memory

STM32N6内部バス・アーキテクチャ

AIアクセラレータの性能を最大化するチップ設計



大容量内蔵メモリによりアプリケーションを最適化

大容量内蔵RAM

4.2 Mbytes



高速外部メモリI/F

Hexa-SPI

最大800 Mbytes/s

Octo-SPI

最大400 Mbytes/s

パラレルI/F

最大664 Mbytes/s

大容量内蔵連続RAM

- NNモデル用やグラフィック用に大容量を内蔵
- オプションで外部RAM拡張も可能

外部メモリ用高速シリアルI/F (XSPI)

- 高速かつ低コストなメモリ使用が可能
- Hexa-SPIで高速RAMアクセス (HyperBus™対応)
- Octo-SPIでセキュアFLASHへアクセス

ROMレス構成

- メモリサイズ非依存で幅広いアプリケーション要求に対応
- 高いコスト柔軟性

パラレル外部バスI/F

- PSRAM, SDRAM, NOR, NAND

On-the-Fly復号によりセキュリティを確保

- 全てのメモリI/FにHW暗号化エンジンが対応

コンピュータ・ビジョン向けに設計された機能

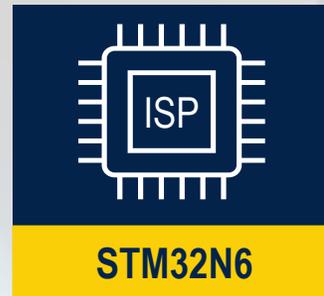
複数のカメラI/Fと内蔵ISPにより
高速 & 高効率な画像取得と画像処理が可能

カメラ・パイプライン

高解像度イメージセンサ
(ST BrightSense等)



MIPI CSI-2
パラレル・カメラI/F



組み込みファームウェア
2Aアルゴリズム

イメージ・シグナル・プロセッサ (ISP)

- 5 Mpixelカメラ画像を30 FPSで処理可能
- 1つの入力画像から3つの異なる出力画像を生成可能(マルチメディア用、AI処理用、アップロード用など)
- ISP IQTuneソフトウェア・ツールにより開発コストを抑えながら開発の柔軟性を持ったISPチューニングが可能

Arm® Cortex®コア向け組み込みファームウェア

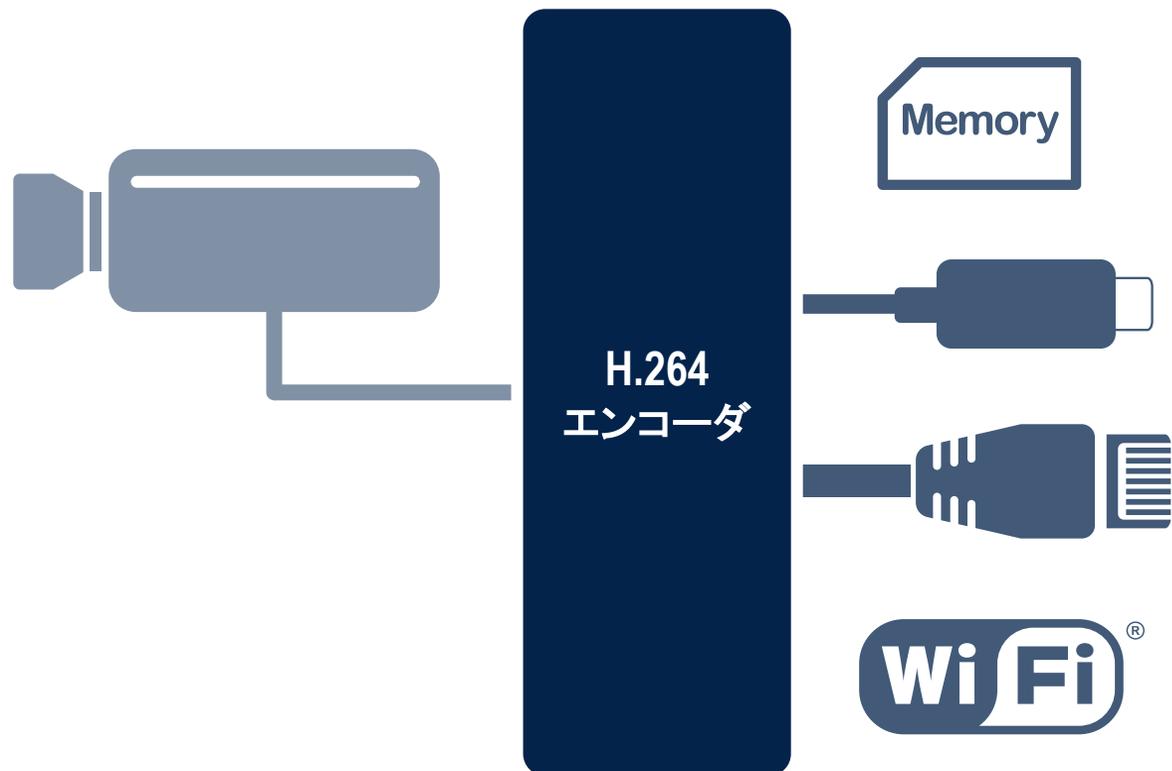
- 2A(AE: 自動露出、AWB: 自動ホワイト・バランス)対応
- イメージ処理ライブラリ

マルチ・メディア・ユーザー体験の向上

マルチ・メディア・ユニット

H.264
エンコーダ

- 1080p (15 FPS) / 720p (30 FPS)
- USB / Ethernet / Wi-Fiなどを介したり
アルタイム・ストリーミング



グラフィック性能の大幅向上

グラフィック・アクセラレータ

NeoChrom
GPU

- 2.5D GUIアクセラレータ
- 遠近感補正テクスチャ・マッピング（拡大 / 縮小、回転、反転）

Chrom-ART
グラフィック・
アクセラレータ

高効率な2Dグラフィック並列処理

JPEG
コーデック

MJPEG動画のコーディング & デコーディング

Chrom-GRC

ディスプレイ形状に合わせた
フレーム・バッファの最適化



NeoChrom GPUでスムーズかつリッチなUIを実現

NeoChrom GPUが画像処理からCPUリソースをオフロード
メモリ使用量と性能を最適化

TouchGFXおよびパートナーGUIソフトウェアによる完全サポート



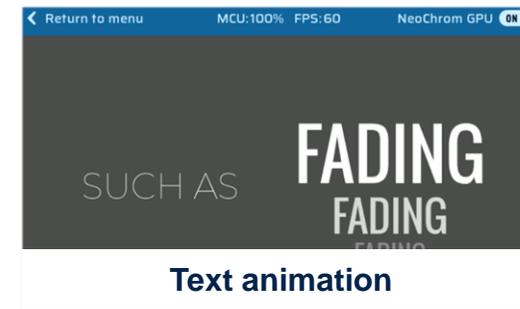
Scale/animate bitmaps



Full screen transitions



360° Bitmap rotations



Text animation



Vector graphics (software)



Perspective correct texture mapping

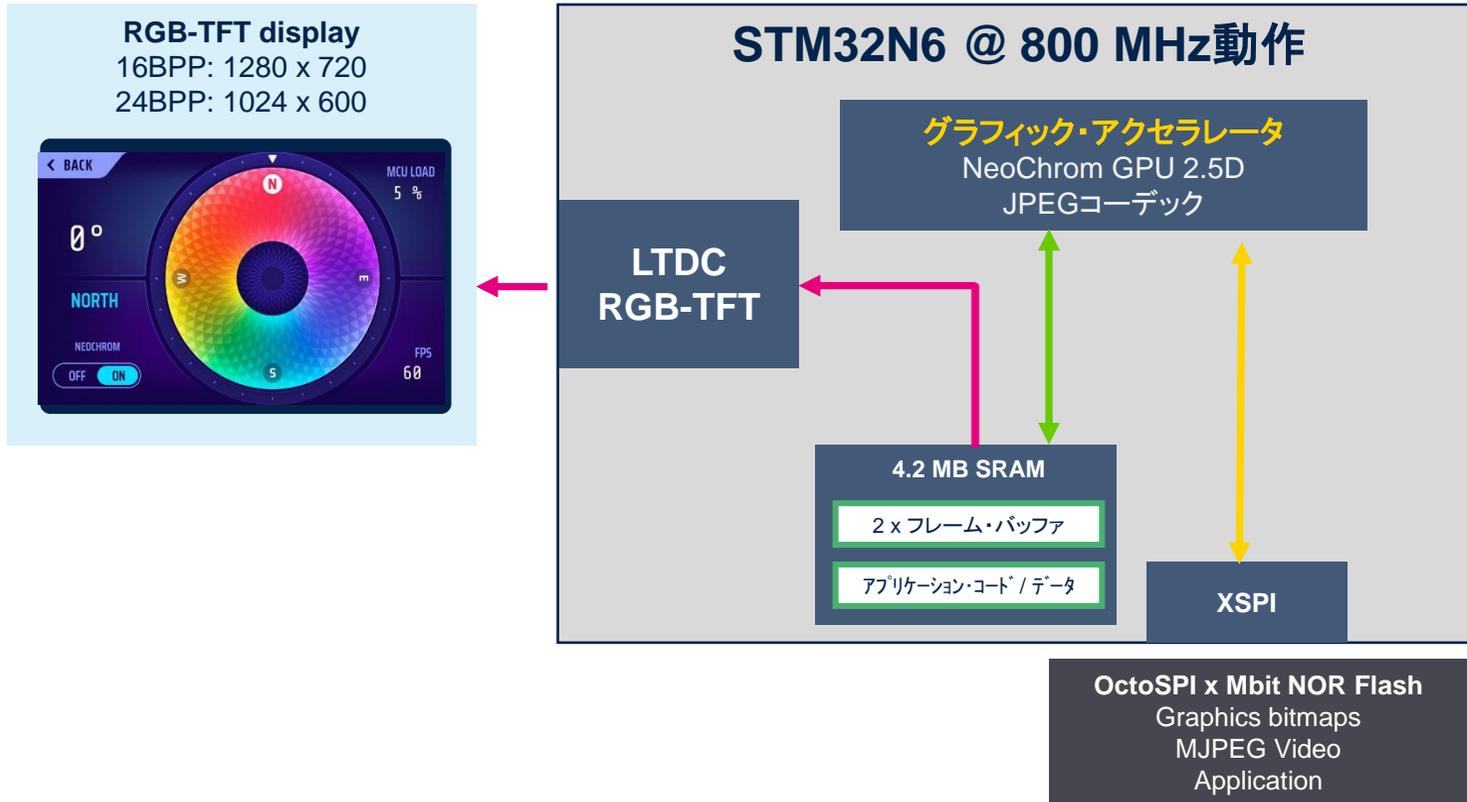


Fast 2D bitmap copy color format conversion



MJPEG videos

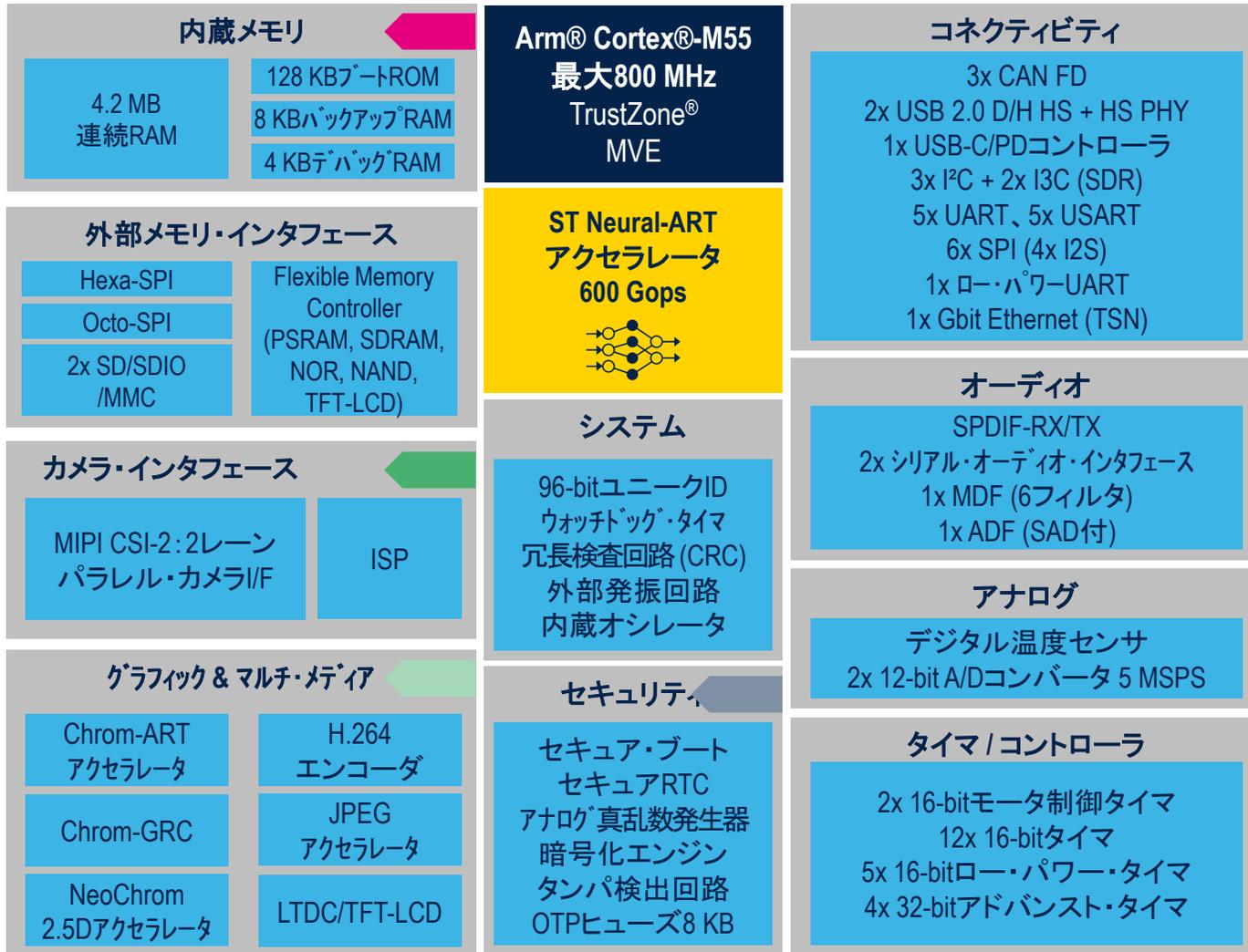
1280 x 720解像度のグラフィックを 内蔵SRAMのみで実現



- 外付けSRAM不要
- STM32史上最速のフレーム・バッファ
- 高解像度の2.5D GUI
- CPU占有率を2-3%まで低減

- Step 1: NeoChrom call back to get the assets from external flash.
- Step 2: NeoChrom processes the image. The image is stored into dedicated memory in internal RAM.
- Step 3: The framebuffer is transferred to the display.

STM32N6ブロック図



最新世代のCPUコア

ニューラルネットワーク処理ユニット
(STM32N6x7ラインのみ)

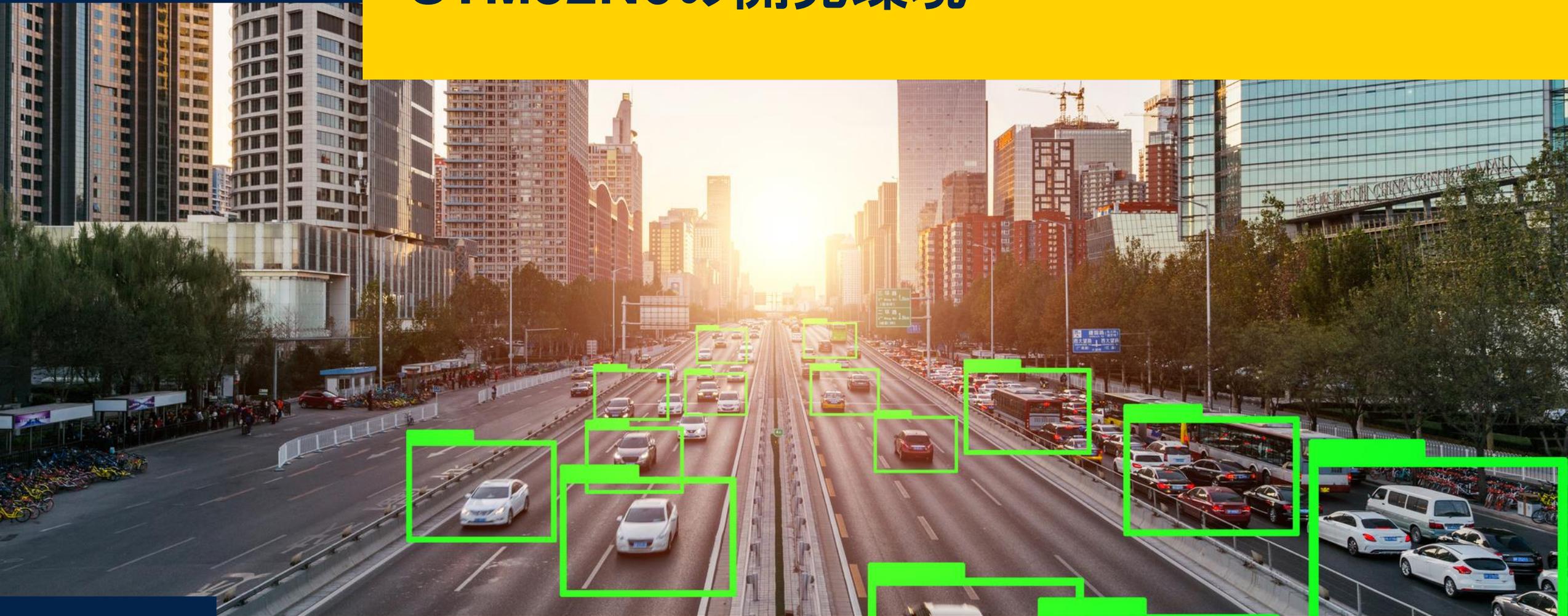
大容量内蔵メモリ + 高速外部メモリI/F

進化したカメラ・パイプライン

拡張されたマルチ・メディア機能

クラス最高の認証済みセキュリティ

STM32N6の開発環境



STM32Cubeソフトウェア・エコシステムでサポート

開発ツール



組み込みソフトウェア



AIサポート

STM32
CubeMX

初期化コード生成

STM32
CubeIDE

開発

STM32
CubeProgrammer

プログラム書込み

STM32
CubeMonitor

モニタリング



STM32
CubeMCU Packages

基本ライブラリ

Github

ユーザー
アプリケーション

ミドルウェア

ドライバ

拡張ライブラリ

STM32
CubeExpansion

STM32
Cube.AI

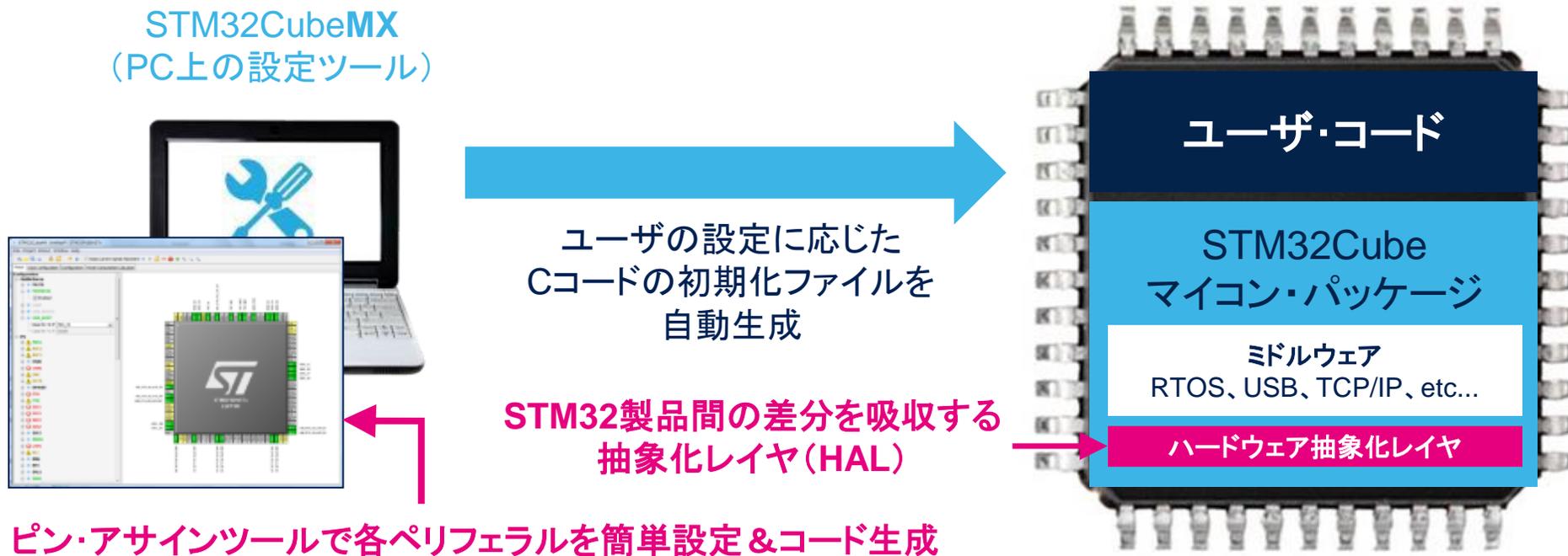
NANOEDGE AI
STUDIO





組み込みソフトウェア開発支援ツール STM32CubeMX と STM32Cubeマイコン・パッケージ

STM32CubeMXを使用した開発形態



- ペリフェラル、クロック、割り込み、DMA等の設定コードを自動生成するツール
- ユーザーの開発負荷を削減すると共にSTM32間のソフトウェア移植性を実現

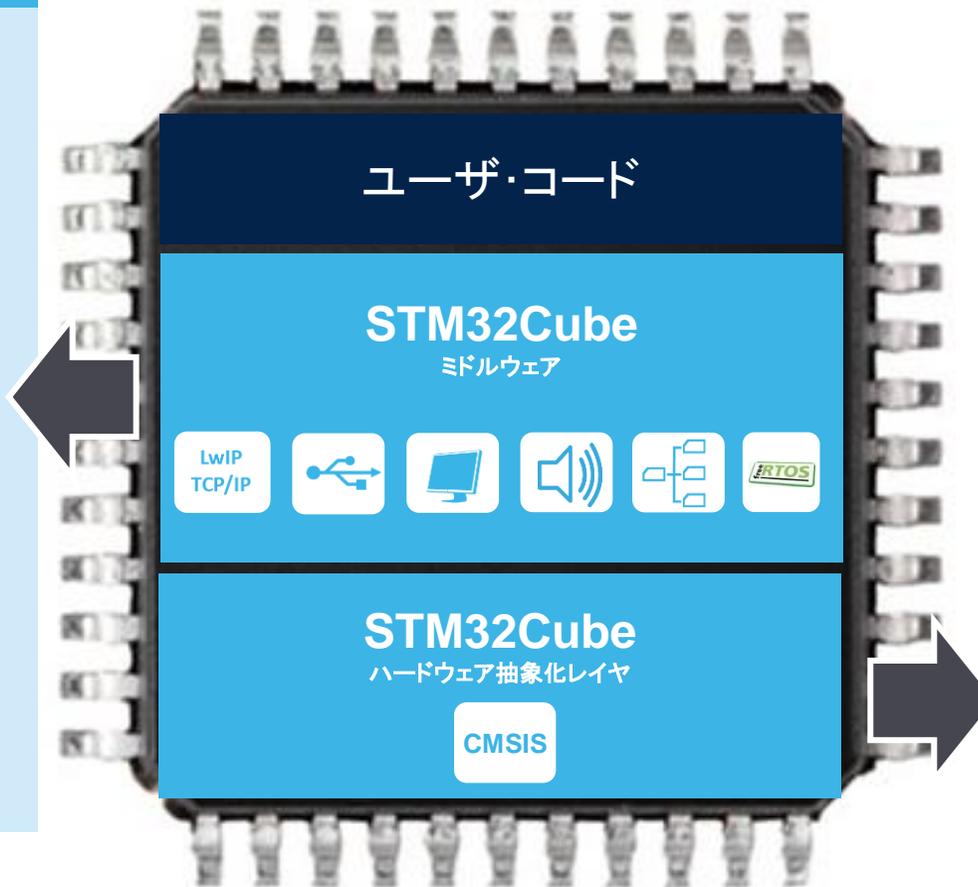


STM32Cubeマイコン・ファームウェア・パッケージ

STM32Cube ミドルウェア

- TCP/IPスタック**
 - LwIP オープン・ソース規格
- USBライブラリ**
 - ホスト、デバイス・ライブラリ (ST)
- グラフィックス**
 - TouchGFX (ST)
 - SEmWin (ST及びSEGGER)
- オーディオ・ライブラリ**
 - PDM-PCM変換ライブラリ (ST)
- ファイル・システム**
 - FatFS オープン・ソース規格
- リアルタイムOS**
 - FreeRTOS オープン・ソース規格 (CMSIS-RTOSに準拠)
- TLSライブラリ**
 - mbedTLSオープン・ソース規格
- JPEGライブラリ**
 - LibJPEGオープン・ソース規格
- サンプル・プログラム**

注: ●はオープン・ソフトウェア



STM32Cube ハードウェア抽象化レイヤ

- STM32の抽象化**
 - 移植が容易なAPI
- すべてのSTM32に対応**
 - 全てのペリフェラルを網羅
- 量産対応**
 - 品質: CodeSonar™ (高精度バグ検出ツール)
- サンプルプログラム**
- 自由なライセンス形態**
 - オープン・ソースBSDライセンス

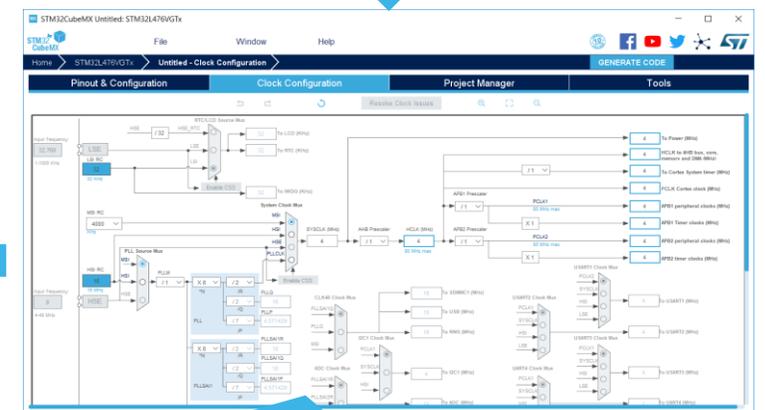
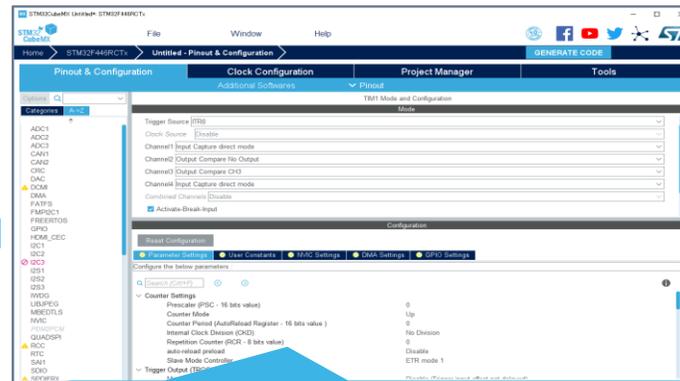
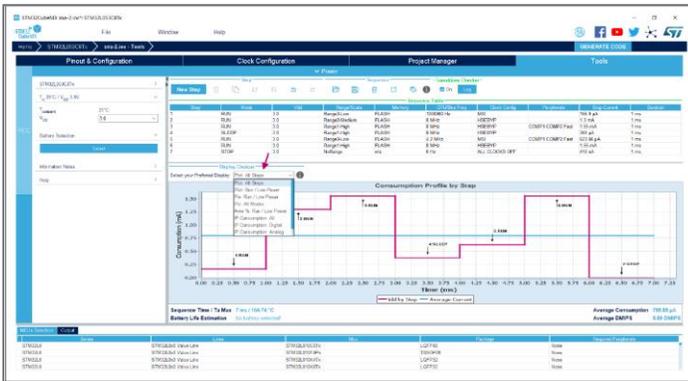
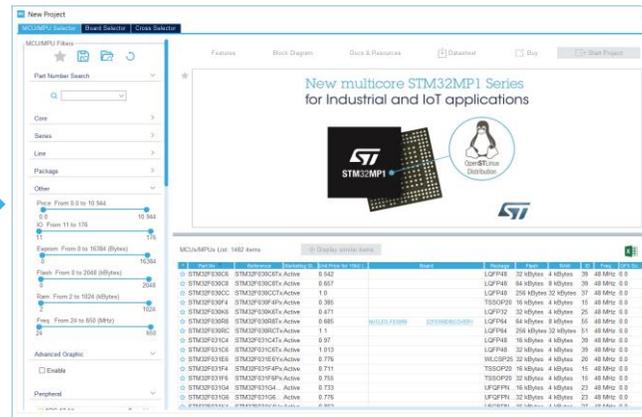
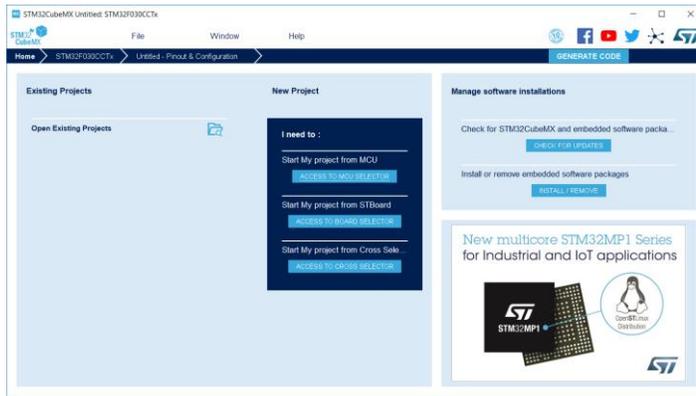
※ ハードウェア抽象化レイヤ (HAL: Hardware Abstraction Layer)

STM32CubeMXによる初期化コード生成

初期設定のコードを
GUIで簡単に設定できます！

使用する周辺機能を選
択し製品を絞り込み

周辺機能リストでの選択で
もしくはピン毎のドロップ
ダウンリストからの機能選択で
視覚的にピンアサイン



消費電力を計算ウィザード

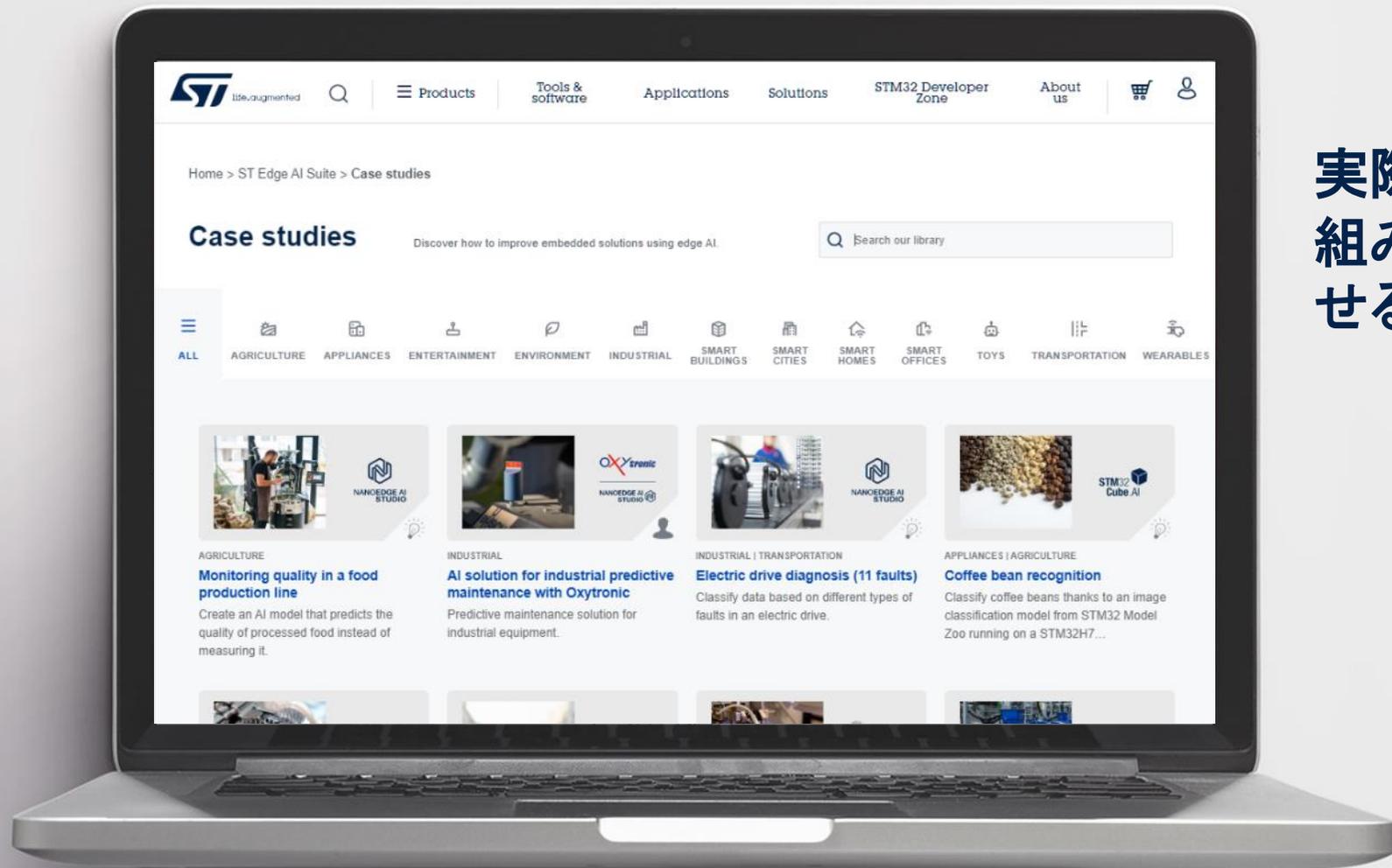
ピンアサインで選択した機能の詳細を
GUIにて設定後、設定に応じたレジスタ設定
プロジェクトを作成

クロックツリーで
発振源、逡倍、分周を視覚的に設定

STM32N6向けAI開発環境



開発アイデアのために組み込みAI使用例を検索



実際の組み込みAI使用例から
組み込みアプリケーションを進化させる
開発アイデアをゲット！



[Edge AI case studies](#)

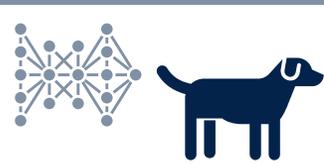
STM32向けに開発されたアプリケーション・モデル・ライブラリ

アクティビティ認識



モーション・センシング

画像分類



コンピュータ・ビジョン

オーディオ検知



オーディオ分類

物体検知



コンピュータ・ビジョン



Githubでホスティング



モデルの学習スクリプト

- 生成 & 検証のスクリプト



すぐに始められるアプリケーション・パッケージ

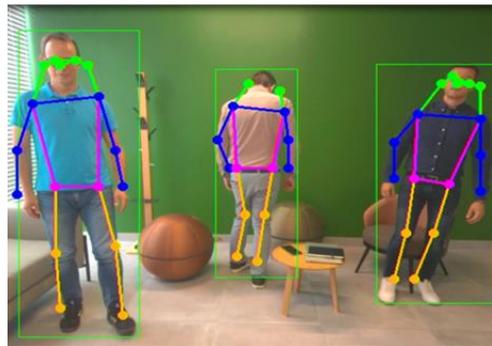
- 準備済みのAIモデルから自動的にコード生成
- エンド・ツー・エンド評価を簡単に実現

すぐに始められるAIサンプル・コード



人物検出

- 人物検出用途のアプリケーション・サンプル
- コード内容: カメラ入力、前処理、AI処理、後処理を含む一般的なコンピュータ・ビジョン処理
- RTOSで動作



人の姿勢推定

- 複数人物の姿勢推定用途のアプリケーション・サンプル
- コード内容: カメラ入力、前処理、AI処理、後処理を含む一般的なコンピュータ・ビジョン処理
- RTOSで動作



手のランドマーク検出

- 手のランドマーク検出用途のアプリケーション・サンプル
- コード内容: 一般的なコンピュータ・ビジョン処理に加えて、2つのNNモデルを連続処理するサンプル・コード
- RTOSで動作



H.264エンコード / USB UVCストリーミング

- より実アプリケーションに近いアプリケーション・サンプル
- コード内容: 一般的なコンピュータ・ビジョン処理に加えて、H264エンコーダとUSB UVCビデオ・デバイス・クラスのストリーミング出力でPCへデータ転送
- RTOSで動作



消費電力測定

- 消費電力の最適化デモ
- STM32N6 Discovery Kit上で簡単に消費電力測定
- OSレスで動作



ソースコードのダウンロードは[こちら](#)

STM32ベースの組み込みAI向け開発ツール



ディープ・ラーニング / 機械学習による
学習済みニューラル・ネットワークを
C言語コードへ変換

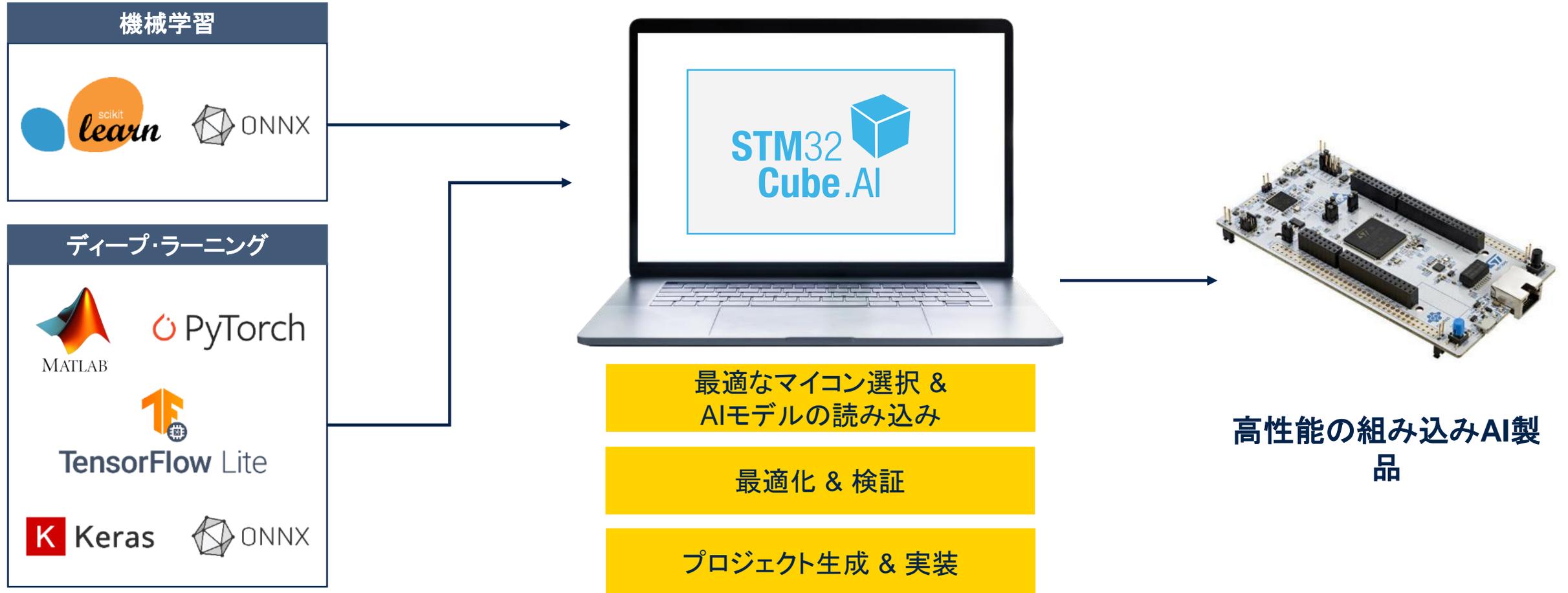
学習済みモデルが
すでにあることが前提



ユーザのデータ・セットから
マイコン向け機械学習コードを生成

データ・セットから
機械学習モデルを生成

独自のAIモデルをSTM32向けに最適化

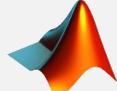


STM32にニューラルネットワークと機械学習を簡単に実装

一般的なAIフレームワークで
NNを学習



TensorFlow Lite



MATLAB



ONNX



PyTorch

など...

SciKit Learnで
機械学習モデルを学習



scikit
learn

エクスポート=>



ONNX

NNをSTM32に最適化された
コードへ変換

STM32
Cube.AI

- 最適なMCU選択
- NNの各レイヤ毎の処理量やメモリ使用量を自動計算

最適化されたランタイムで
実行



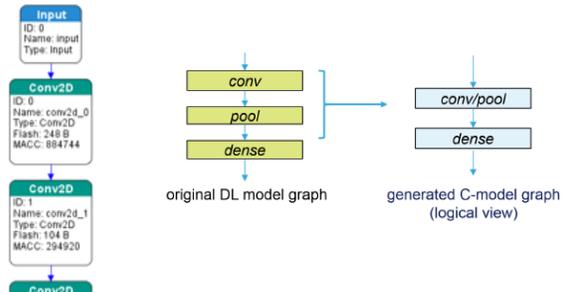
ランタイム

- ターゲット・デバイス上でコード検証
- 精度と推論時間を確認
- メモリ使用量の最適化

STM32Cube.AI 主なメリット

グラフ最適化

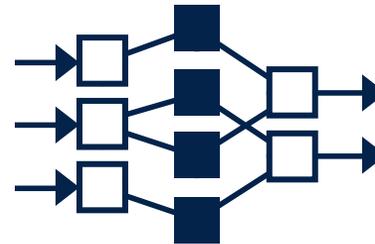
STM32のハードウェア・アーキテクチャを踏まえたグラフ簡略化 / 最適化機能により自動で性能を向上



- グラフ自動書換え
- ノード / オペレータ・フュージョン
- レイアウト最適化
- 定数畳込み
- オペレータ情報に基づくメモリ使用量 & 計算量の微調整

量子化モデルの対応

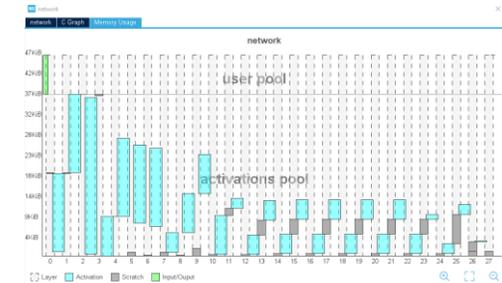
既存の量子化ニューラル・ネットワークを読み込みSTM32のアーキテクチャに適したコードを生成



- 浮動小数点32bitから整数8bitへ
- 精度損失を最小化
- ターゲットにおけるコード検証
 - 遅延
 - 精度
 - メモリ使用量

メモリ最適化

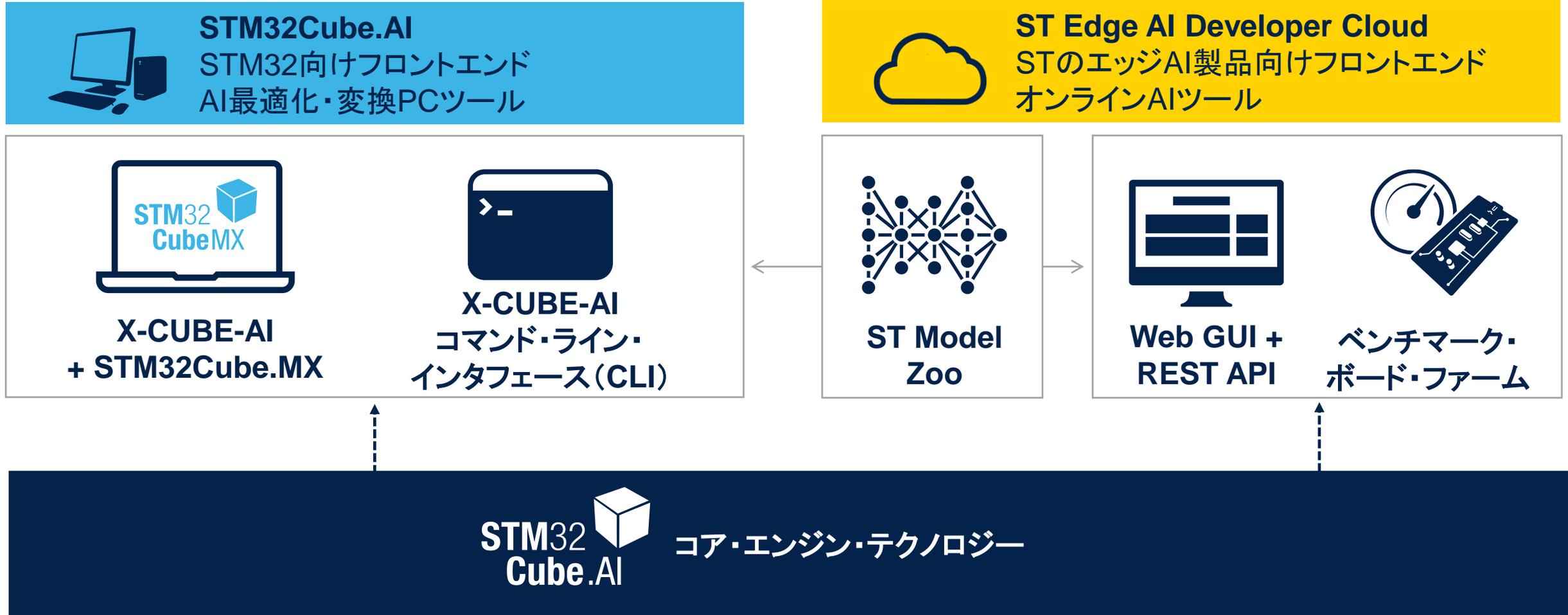
メモリ配置の最適化により、組み込みシステムにおける限られたリソースの中で最高性能を実現



- メモリ配置
- 内部 / 外部メモリ割り当て
- 機械学習モデルのみの更新

STM32マイコン上でディープ・ラーニング・ベースのアプリケーションを実現

STM32Cube.AI機能の提供形態



NanoEdge AI Studio

自動機械学習ライブラリ開発ソリューション NanoEdge AI Studio

NANOEDGE AI
STUDIO 

STM32マイコンに最適化された
軽量の機械学習ライブラリ生成

機械学習ライブラリのベンチマーク機能で
開発期間を大幅短縮

常に最新の機械学習ライブラリを使用可能
AIの専門知識不要

NanoEdge™ AI Studioによる組み込みAI開発フロー

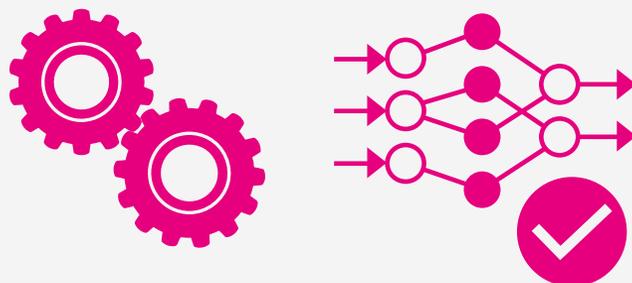
1. データ準備



データ取得

データ処理

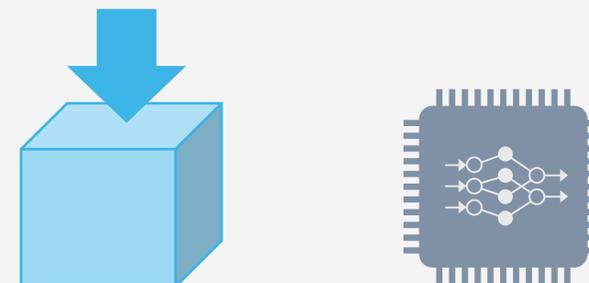
2. モデル開発



モデルの
選択と学習

モデルのテスト

3. モデル実装



モデルの
ライブラリ生成

モデルの推論

自動組み込みAIライブラリ生成

データロガー
機能

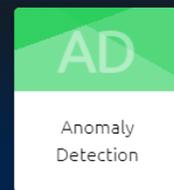
NANOEDGE AI
STUDIO 



NanoEdge AI Studioの機能紹介



異常検出 1-class分類 n-class分類 外挿(回帰)



マイコン上で
正常データを動的に学習



状態・振るまい・挙動の分類



外れ値検出

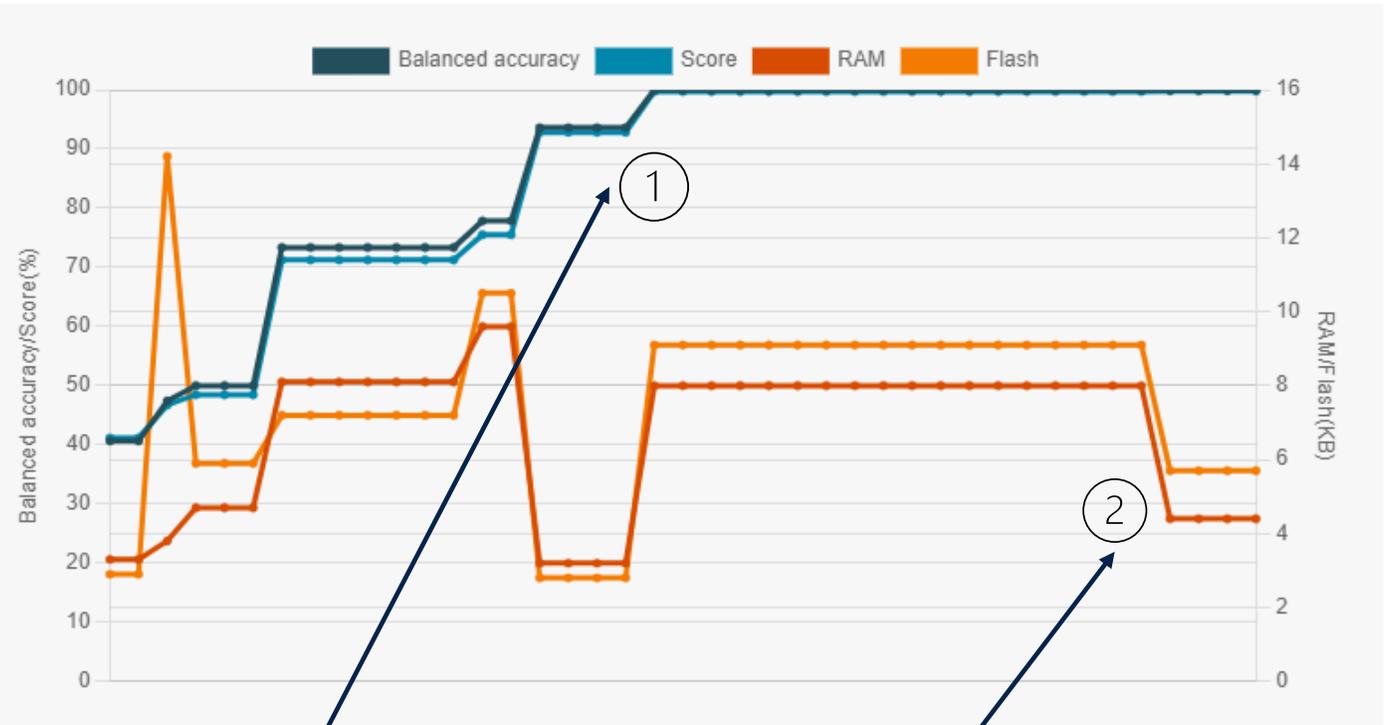
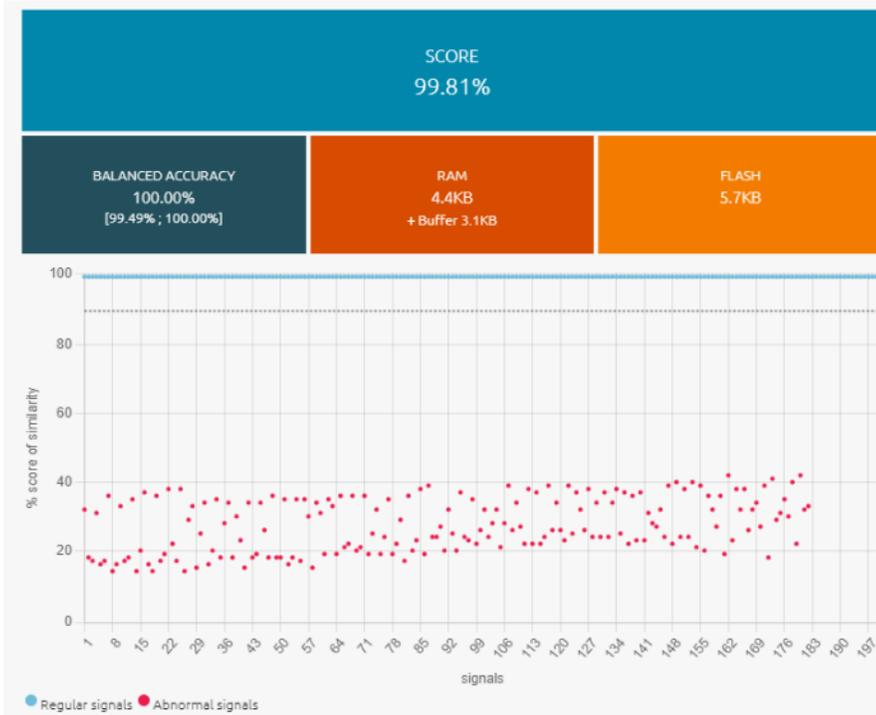


数学的なモデリングに
基づく予測

NANOEDGE AI
STUDIO 

アプリケーションごとに 最適な機械学習ライブラリを選択

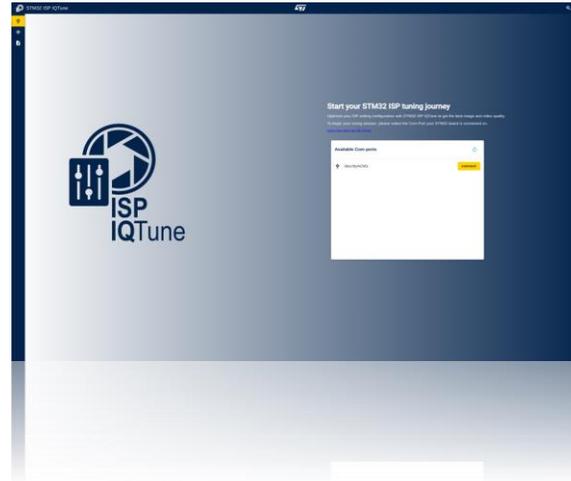
入力されたデータに対して最適な機械学習アルゴリズムを
ツール内の自動ベンチマーク機能が選出



NanoEdge AI Studio が
バランス正解率の高い
モデルを探索

さらに使用メモリ・サイズと
推論実行時間の最適解を探索

ISPチューニング期間の短縮、開発費の低減



マイコン/マイクロプロセッサ向け
ISPチューニング・ツール

半導体メーカー提供のツール
使いやすいGUI

無償ツール

通常、チューニング・コストはセン
サあたり100+k\$

複数種類のOS環境で使用可能

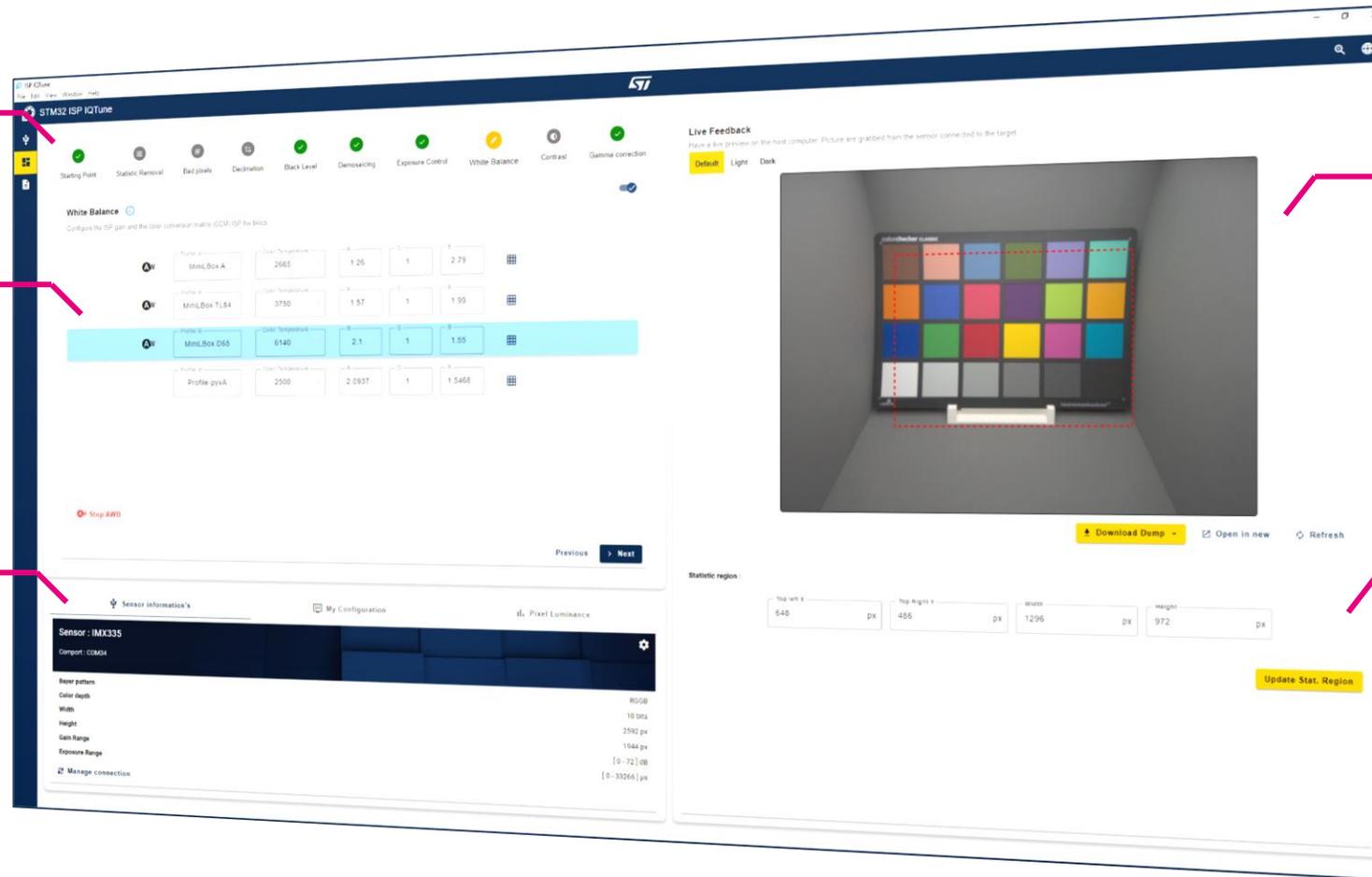
Linux、Windows、Mac OS

STM32 ISP IQTune PC向けアプリケーション

各ステップ毎に開発

設定タブ

イメージセンサ情報



プレビュー

抽出領域の情報

組み込みGUI開発ツール「TouchGFX」

汎用マイコンで、スマートフォンのような滑らかなタッチ・インタフェース操作を実現

ドラッグ・アンド・ドロップ操作で簡単にGUI設計が可能

STM32マイコンと使用すれば無償に



TouchGFX Designerの各種機能



ドラッグ・アンド・ドロップ操作

ウィジェット

インタラクション

ソースコード自動生成

テキスト・ハンドリング

TouchGFX

TouchGFX Designer画面イメージ

「Screens」
タブ



ウィジェット・メニュー

「Interactions」
タブ

「Properties」
タブ

作業エリア

Run Simulator

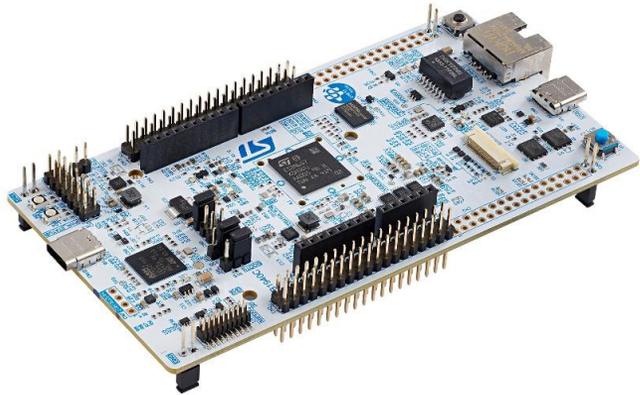
Generate Code

Run Target



STM32N6シリーズ開発キット

Jump-start your evaluation, prototyping, and design



NUCLEO-N657X0-Q

Affordable prototyping

STLINK v3, ST morpho, ARDUINO®, MIPI CSI-2 connector, USB 2.0, 1GB Ethernet
Camera connector compatible with Raspberry.



STM32N6570-DK

Advanced prototyping including AI

STLINK v3, ST morpho, Arduino®, MIPI connector, USB 2.0, 1 Gbyte Ethernet, 32 Mbytes HexaRAM, Audio Jack, SD card



B-CAMS-IMX expansion board

Rolling shutter camera, M12 removable lens, multizone direct Time-of-Flight sensor, inertial motion unit, Raspberry Pi compatible 22-pin connector.

Included in discovery kit.

参考リンク

- STM32N6マイコン製品ページ: <https://www.stmcu.jp/stm32/stm32n6/>
- 統合開発環境STM32CubeIDE: <https://www.st.com/ja/development-tools/stm32cubeide.html>
- 初期化コード自動生成ツールSTM32CubeMX: https://www.stmcu.jp/design/sw_dev/pc_soft/52798/
- NNモデル最適化ツールSTM32Cube.AI: https://www.st.com/content/st_com/ja/st-edge-ai-suite/tools.html#tools=stm32cube-ai
- STM32N6 AIサンプルコード: <https://www.st.com/ja/development-tools/stm32n6-ai.html>
- オンラインAIツールST Edge AI Developer Cloud: https://www.st.com/content/st_com/ja/st-edge-ai-suite/tools.html#tools=st-edge-ai-developer-cloud
- ST Model Zoo: <https://github.com/STMicroelectronics/stm32ai-modelzoo/>
- STM32Cube.AI Wiki: <https://wiki.st.com/stm32mcu/wiki/Category:STM32Cube.AI>
- 機械学習コード自動生成ツールNanoEdge AI Studio: https://www.st.com/content/st_com/ja/st-edge-ai-suite/tools.html#tools=nanoedge-ai-studio
- ST Edge AI Suite: https://www.st.com/content/st_com/ja/st-edge-ai-suite.html
- ISPチューニング・ツールISP IQTune: <https://www.st.com/ja/development-tools/stm32-isp-iqtune.html>
- グラフィック開発ツールTouchGFX: https://www.stmcu.jp/design/sw_dev/pc_soft/63338/
- 開発ボードSTM32N6570-DK: <https://www.stmcu.jp/design/hwdevelop/discovery/112317/>



Thank you



Find out more at www.st.com/stm32