

状態モニタ ソリューション



はじめに

状態基準モニタリング (CbM) と予知保全 (PM) は、機器の効率最適化と、そのライフサイクルにおける点検・整備コストを削減することを目的とする2つの保全戦略です。

状態モニタ (CM) は、調整不良や軸受け破損といった潜在的な問題を特定するために、振動や温度など複数のパラメータをモニタする機能です。例えば、状態モニタ・ツールでは、振動解析で回転する装置部品の高調波周波数に変化が見られた時に機器の劣化を検出することができます。周波数解析は、振動センサとマイクのデータに基づいて実行されます。

また、**MCSA** (モータ電流兆候解析) は、振動解析に対する補完的な手法として使用されます。この手法は、不均衡などの異常を検出する上で有効です。

継続的な状態モニタの手法はコンプレッサ、ポンプ、軸、モータなど、いくつかの装置部品に適用され、部分放電や真空漏れなどを検出するためにも実施されます。

予知保全 は状態モニタ、異常検出、および分類アルゴリズムをベースとし、検出された異常に基づいて機械の残存耐用期間を推定できる予知モデルを組み込むことで実現します。このアプローチでは、統計分析や機械学習など、さまざまな手段を利用します。

状態基準モニタリングの代表的なアプリケーション

ファクトリ オートメーション		 産業用モータの 振動 モニタリング	 軸受けの 超音波 モニタリング	 モータ電流の モニタリング
電力 / エネルギー / 公益事業		 管内流の モニタリング	 温度、 湿度、ガスの モニタリング	 音響 モニタリング
家庭用電気製品 & ビル・オートメーション		 コンプレッサの 振動 モニタリング	 洗濯機、 掃除機の モニタリング	 照明の モニタリング
構造物の健全性 モニタリング		 インフラ ストラクチャの 傾斜モニタリング	 鉄道の モニタリング	 橋梁の 振動 モニタリング

Industry 4.0対応 状態モニタ & 予知保全向け製品ポートフォリオ

ファクトリ
オートメーション



電力 / エネルギー /
公益事業



家庭用電気製品 &
ビル・オートメーション



構造物の健全性
モニタリング



プロセッシング



MEMSセンサ &
アクチュエータ



セキュリティ



コネクティビティ



パワー & エネルギー
管理



シグナル・
コンディショニング
& プロテクション



さまざまな機能を、1つのプラットフォームで、1社で提供可能

状態モニタと予知保全は、Industry 4.0における高度な付加価値アプリケーションです。そのため、STは先進的なICに加え、評価ツール、ソフトウェア、ドキュメント、および遠隔モニタ用オンライン・ダッシュボードのエコシステムを提供し、産業分野のニーズに応じて継続的に更新しています。

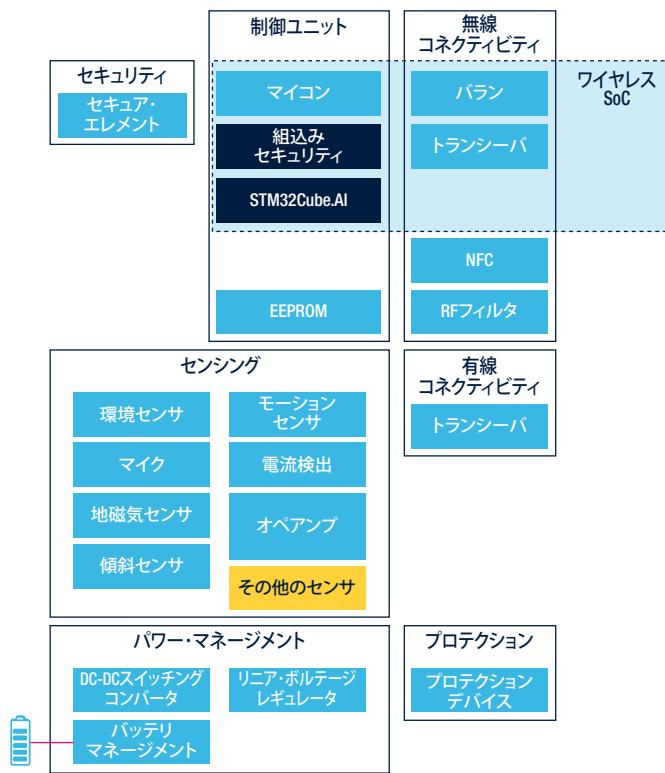
アーキテクチャおよび主要な要素:スマート・センサ・ノードとゲートウェイ

予知保全では、スマート・センサ・ノードの設計、センサ・ノードやゲートウェイ内で動作する組込みソフトウェアの構成、さらにはクラウドまたは企業のERP(エンタープライズ・リソース・プランニング)システムに統合するためのソフトウェアの開発など、さまざまなスキルや能力が求められます。また、異常を早期に検出し、機器の稼働時間を最大化するために、**機械学習**や**人工知能**アルゴリズムを用いる場合もあります。

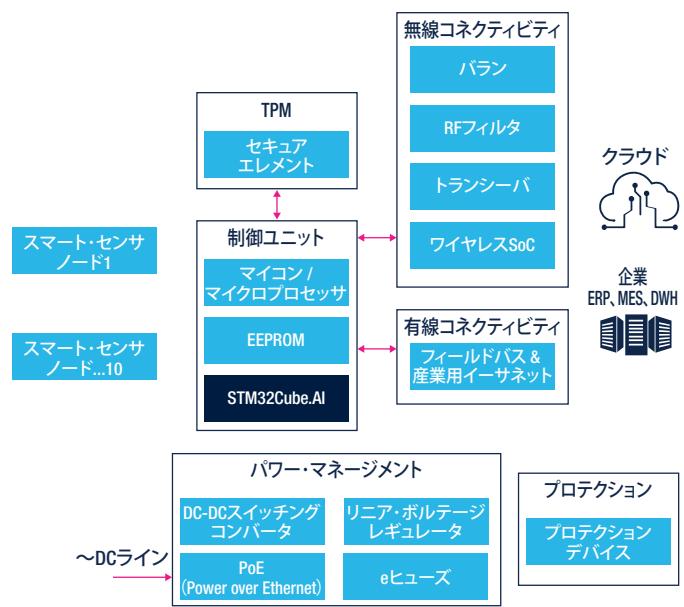
現在の市場は主に次のように分類されます。

- 新規設備(グリーンフィールド):電源および既存センサとの組合せが容易
- 稼働中設備(後付け):バッテリ駆動が必要

スマート・センサ・ノード



ゲートウェイ



スマート・センサ・ノードは予兆分析を実現する鍵となります。このノードでは、前処理されたセキュアなデータを収集、ロギングし、それらを可視化、あるいは別の処理アルゴリズムに掛けます。このスマート・センサ・ノードでデータを処理することで、演算遅延を低減し、異常を検出しやすくなります。例えば、その機器の不具合や長期的な信頼性に関する可能性のある、温度のわずかな、あるいは急激な上昇を検出することができます。

ゲートウェイは、複数のスマート・センサ・ノードからデータを収集して処理したり、イーサネットやWi-Fi、セルラー通信、LPWAN技術などを使用してクラウドへのセキュアな接続を実現します。

エッジ処理は、処理をスマート・センサ・ノードやゲートウェイに分散させ、統合的に運用します。適切なデータを適切なタイミングでエンタープライズ・レベルの統合基幹システムに送ることで、より高度な解析を実行します。エッジにおける処理では、機械学習や人工知能(AI)のアルゴリズムを使用することにより、スマート・センサ・ノードやゲートウェイの異常検出や分類機能を拡張することも可能です。

主要製品

Industry 4.0向けセンサ製品ポートフォリオ

STは、単純なパス/フェイル判定から高精度な周波数解析までを実現する振動センサや超音波アナログ・マイクなど、高性能でコスト競争力のあるセンサおよび慣性計測ユニット(IMU)を、10年間の長期製造保証の下で提供しています。STのポートフォリオには、温湿度センサや大気圧センサを含むさまざまな環境センサや、ステート・マシンや機械学習コアなどの高度なプログラム機能を備えた先進的なMEMSセンサも含まれ、データ収集だけでなく、パターン識別をセンサに実装することが可能です。これにより、メイン・コントローラは演算の負荷から解放され、高レベルの処理に集中することができます。また、より電力効率に優れたアーキテクチャを追求する可能性が生まれ、全体的なシステム・コストを改善します。

振動	
IIS3DWB *	超広帯域幅(最大6kHz)、低ノイズ3軸デジタル振動センサ
ISM330DHGX *	広帯域幅加速度センサ + ジャイロ・センサ、機械学習コア内蔵
IIS2ICLX *	高精度、高分解能、低消費電力の2軸デジタル傾斜計、機械学習コア内蔵
IIS2MDC *	低ノイズ、低消費電力地磁気センサ
ISM330DLC *	iNEMO慣性計測ユニット(IMU):3軸加速度センサ + 3軸ジャイロ・センサ、デジタル出力搭載

音響	
IMP23ABSU *	アナログ・ボトム・ポート・マイク、周波数応答:最大80kHz、超音波解析用
IMP34DT05 *	デジタル・トップ・ポート・マイク

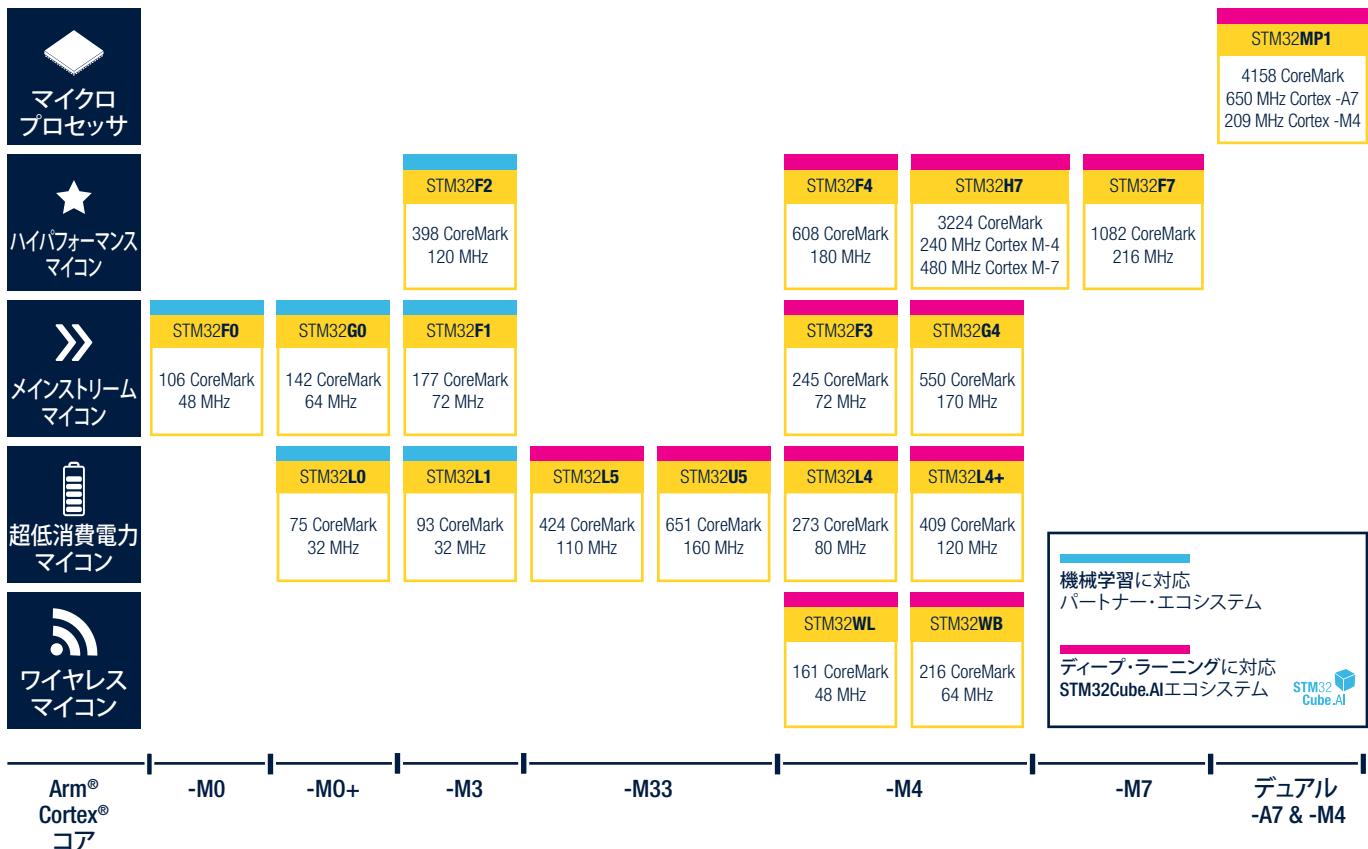
環境	
LPS22HH	高精度・小型サイズ大気圧センサ
LPS27HHW LPS27HHTW LPS33W	防水大気圧センサ
STTS22H *	デジタル温度センサ
STLM20	アナログ温度センサ
HTS221	相対温湿度センサ

注記: * 10年間の長期製造保証プログラム対象製品



STM32:32bit汎用マイクロコントローラ & マイクロプロセッサ

STは、さまざまな市場に対応するSTM32 Arm® Cortex® M0からM7ベースのマイクロコントローラの広範なポートフォリオを提供しています。STM32製品は、STM32Cube.AIフレームワークへの対応に加え、広範なパートナー・エコシステムがマイコンおよびマイクロプロセッサ搭載エッジ・デバイスに対する予知保全アルゴリズムの実装をサポートしているため、組込みAIソリューションの開発に効果的に使用することができます。STM32Cube.AIは複数のディープ・ラーニング・フレームワークをサポートし、広範なSTM32マイクロコントローラ・ポートフォリオ上で学習済みの人工ニューラル・ネットワークのマッピングおよび実行に使用できる最適化されたライブラリを含んでいます。

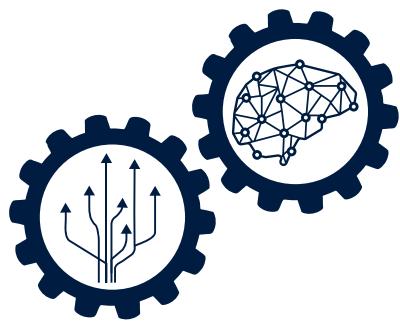


エッジ処理の利点とAIの役割

機器から実用的なデータを収集することで機器の状態を把握できますが、このデータを実際に使用するには、データを分析する必要があります。1つのセンサ・ノードのデータを単独で検討しても、全体像を把握できない可能性があります。すべてのデータを包括的に分析した時に初めて、実際の状態を把握することができます。センサ内の人工知能(AI)によって分析を実行できれば、より簡単に機器の状態を把握することができます。AIを活用すれば、機械の現在の動作を把握するだけでなく、将来の動作を予測することも可能となり、基本的なセンサさえ、状態モニタ環境でより大きな価値を発揮できるようになります。

エッジ処理は、データの演算処理をスマート・センサ・ノード内やゲートウェイで実行することで、消費電力の削減やデータの機密保持を実現します。また、センサ・ノード・レベルで重要情報を分析することにより、異常の検出にかかる時間を短縮することができます。

エッジにおける処理では、機械学習(ML)アルゴリズムなどの人工知能(AI)を使用することにより、スマート・センサ・ノードやゲートウェイの異常検出や分類機能を拡張することも可能です。



STは、モーション・センサに内蔵したデシジョン・ツリーに基づく機械学習アルゴリズムと、**学習済み人工ニューラル・ネットワークをマッピング**するためのSTM32CubeMX用のAI拡張パックを提供しています。



STの開発ハードウェア上でオーディオ、モーション、およびビジョン機能パックの迅速なプロトタイプ作成が可能なサンプル・ソフトウェア



専用ニューラル・ネットワークのトピックに関するSTM32コミュニティ



トレーニング、ハンズオン、MOOC(大規模公開オンライン講座)、およびパートナー向けビデオ



専門AIパートナーが参加するSTパートナー・プログラム



コネクティビティ・ソリューション

データを活用するには処理する必要があるため、コネクティビティは状態モニタにおいてますます重要な要素となっています。ワイヤレス接続技術は、IoTだけでなく、今や状態モニタの主な導入先であるインダストリアルIoT(IIoT)にも後押しされ、近年非常に大きな発展を遂げています。STは、産業用有線通信向けのIO-Link対応デバイスや広範なワイヤレス・テクノロジー(Bluetooth® Low Energy SoCとネットワーク・プロセッサ、およびLoRa®やSigfox™、免許不要のISM / SRD周波数帯に対応したLPWAN SoCとトランシーバなど)を含む、さまざまな有線および無線通信ソリューションを提供しています。

NFC & RFID	
ST25DV-I2C	ダイナミックNFC / RFIDタグ

Bluetooth Low Energy	
BlueNRG-LP	プログラム可能なBluetooth® 5.2準拠ワイヤレスSoC
BlueNRG-2	エネルギー効率に優れたBluetooth 5.2準拠ワイヤレスSoC バラン内蔵
STM32WB	マルチプロトコル(Bluetooth 5.2 / 802.15.4)対応ワイヤレスSoC、 バラン内蔵
BALF-NRG-02D3 MLPF-WB55-0xE3	バラン & フィルタ
BlueNRG-M2	Bluetooth 5.2準拠ワイヤレスSoCモジュール

Sub-1GHz		Sub-GHz
BALF-SPI2-01D3	S2-LP用バラン	
STM32WL	STM32 Sub-GHz SoC LoRa / Sigfox対応	
S2-LP	超低消費電力、 高性能、 Sub-GHzトランシーバ	
S2-LPTX	超低消費電力、 高性能、 Sub-GHzトランスマッタ	

WPAN	
STM32WB	Bluetooth 5、ZigBee、 Thread、独自規格対応 ワイヤレスSoC(バラン内蔵)



有線コネクティビティ	
L6364	Io-Linkデュアル・デバイス・トランシーバ
STR485	低消費電力差動 ライン・トランシーバ、 半二重モードの RS-485データ伝送 アプリケーション向け



セルラー	
セルラー通信	



パワー・マネージメント

STは、モバイル・アプリケーション用のパワー・マネージメントおよびミックスド・シグナルICの主要サプライヤであり、シンプルなパワー・マネージメントICから、パワー・マネージメント・ブロックと高度なアナログおよびデジタル機能を組み合わせた高集積デバイスまで、幅広い製品を提供しています。

DC-DCコンバータ	
	ST1PS0X
400mA Nano-Quiescent™同期整流式ステップダウン・コンバータ	
	L7983
60V 300mA同期整流式ステップダウン・スイッチング・レギュレータ、静止電流:10µA	
	L6983
38V 3A同期整流式ステップダウン・コンバータ、静止電流:17µA	
	L6981
38V 1.5A同期整流式ステップダウン・コンバータ、低静止電流	

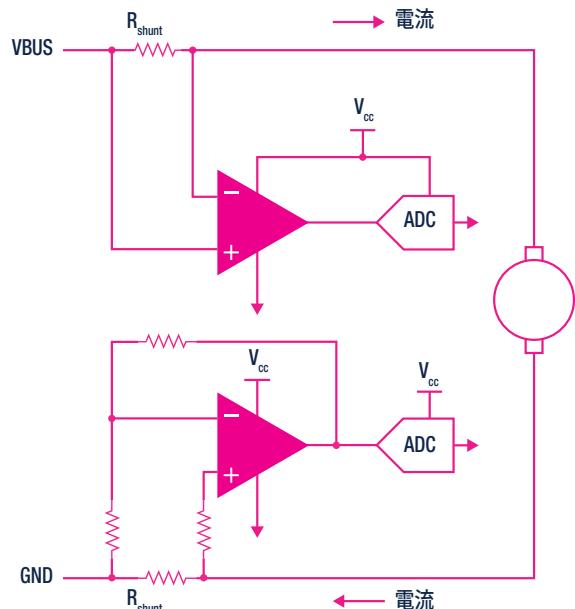
低ドロップアウト(LDO)リニア・レギュレータ	
	STLQ020
200mA超低静止電流LDO	
	LDLN030
300mA超低ノイズLDO、パワー・グッドおよびソフト・スタート内蔵	
	LDLN025
250mA超低ノイズLDO	
	LD59030
300mA超低ドロップアウト電流リニア・レギュレータIC	
	LD39130S
300mA超低静止電流、グリーン・モード対応リニア・レギュレータIC	
	LD57100
1A超低ドロップアウト、バイアス端子内蔵リニア・レギュレータIC	

電流検出

STの電流検出アンプICのポートフォリオは、さまざまな高性能デバイスを提供しています。電流検出ソリューションは、重要な安全機能と保護機能をシステム設計に追加します。これらのソリューションは、電力システム内の電流を制御し、過熱や短絡を防止するための情報を提供し、FFTなどの特定の処理に関するモータ電流兆候解析を可能にします。これは振動解析に対して補完的な利点を提供します。

ハイサイド

- GNDラインを切断できない場合(シャーンによるニュートラル復帰)
- 複数出力の電源の場合(すべての電流がGNDラインを共用)
- アプリケーションがRF外乱の影響を受けやすく、GNDラインの導通を必要とする場合



STソリューション

TSCシリーズ

STEVAL-AETKT1V2:

高電圧双方向電流検出アンプの評価キット



ローサイド

- 高電圧シリコン技術が不要
- より高精度な測定

STソリューション

TSZシリーズ: 超高精度ゼロドリフト5Vオペアンプ

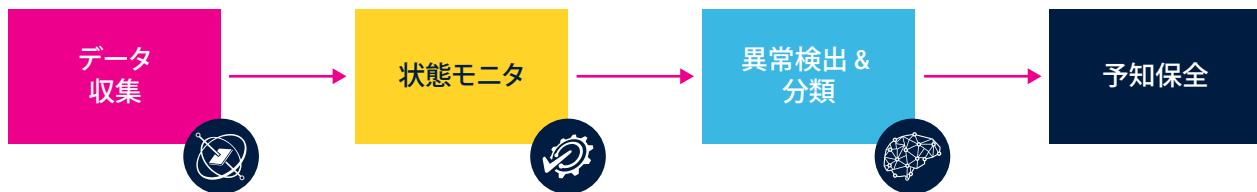
TSV79シリーズ: 50MHz帯域幅5Vオペアンプ

STソリューション

状態モニタと予知保全の導入を強力にサポート

STは、設計に役立つさまざまなハードウェアおよびソフトウェア・ソリューションを提供しています。ST製品の総合的な評価に使用できる製品評価ボードから、ハードウェアおよびソフトウェア・パッケージのセットでアプリケーション機能を実現するために用意されたソリューションまで、幅広いラインアップを取り揃えています。

特に状態モニタリングについては、一連のツールによってステップ・バイ・ステップで開発フローを進めることができます。



- データ収集:
 - センサのセットアップ
 - 有線/無線コネクティビティによるデータ取得
 - データのラベリング
 - データの保存
- 状態モニタ:
 - データのクリーニング/ノイズ除去
 - データの可視化
 - 前処理と特徴抽出
- 異常検出 & 分類:
 - システム動作の機械学習
 - エッジにおける半教師あり学習による異常検出
 - 教師あり学習による異常の分類
- 予知保全:
 - モデルの導入
 - 残存耐用期間の予知モデル
 - 総合的な効率最適化
 - 運用システム統合

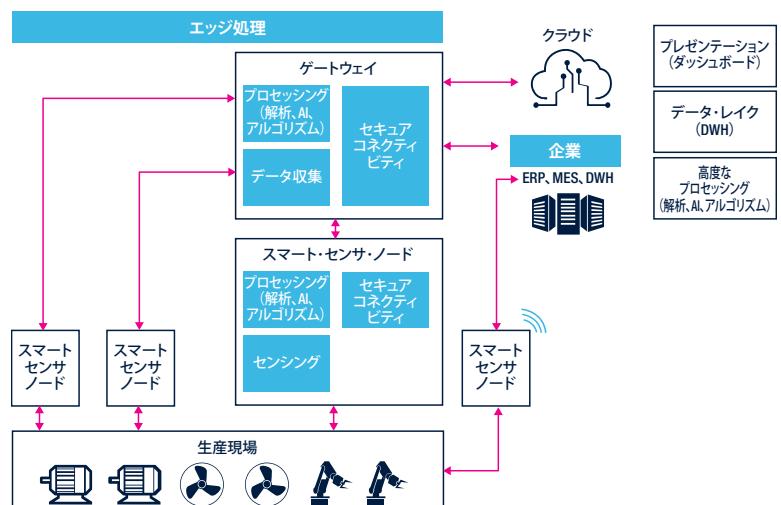
エッジ処理:ファクトリ・レベル(処理済みセンサ・データ)

全社レベル(ERPなど)

設計サポート:ハードウェア・リファレンス 設計と開発キット

STは、標準的なアーキテクチャをエミュレートするスマート・センサ・ノードとソフトウェア・パッケージを開発しています。この評価開発環境では、スマート・センサ・ノードをゲートウェイに接続するか、またはWPANに直接接続して、クラウド・アプリケーション上のデータ・レイクにアクセスすることができます。

具体的には、2つのタイプのスマート・センサ・ノードを開発しています。1つはIO-Linkでセンサとマスタを垂直統合した標準的な構成(STEVAL-BFA001V2B)で、もう1つはBluetooth、Wi-Fi、セルラーといった複数の通信オプションを備えたワイヤレス・ノード(STEVAL-STWINKT1B)です。以下に示すとおり、IO-Linkスタック、振動解析、クラウド・アプリケーションなどに対応する関連ソフトウェアも提供されています。



データ収集

状態モニタ

STは広範なソリューションを提供しています。ソリューションは複数製品のセットとして提供され、最先端の技術によりお客様のアプリケーション分野で最高の性能を実現することができます。それらは、アプリケーションの基本機能からサブシステム全体まで、ニーズに応じてさまざまなレベルで提供されます。

各ソリューションにはソリューション評価キットが付属しています。製品評価を実証済みの設計から迅速に開始することにより、プロトタイプの制作および開発プロセスを加速することができます。



ハードウェア・コンポーネント

STEVAL-BFA001V2B

ソフトウェア・コンポーネント

STSW-BFA001V2

SL-BFA001V2

予知保全および状態モニタ向けのIO-Linkデバイス・スタックを備えたセンサ・ノード



ハードウェア・コンポーネント

STEVAL-STWINKT1B

ソフトウェア・コンポーネント

FP-SNS-DATALOG1
ST BLE SENSOR APP

高速データ・ロギング

STWINワイヤレス産業用ノード開発キットに
高速データ・ロガー・ソフトウェア・パッケージ、BLEモバイル・アプリ、
統合ホスト環境を組み合わせて、センサ・データ取得プロセスを大幅に簡略化



ハードウェア・コンポーネント

STEVAL-STWINKT1B
STEVAL-STWINWVF1

ソフトウェア・コンポーネント

FP-CLD-AWS1
FP-CLD-AZURE

クラウドおよび関連機能デモ

FP-CLD-AZURE1:迅速な実装を実現するクラウド・コネクティビティSDK
およびアプリケーション
FP-CLD-AWS1:セキュリティ機能のサンプルを提供

エンドツーエンドのソリューション

データ収集

状態モニタ



ハードウェア・コンポーネント

STEVAL-STWINKT1B
STEVAL-STWINWVF1
P-L496G-CELL02

ソフトウェア・コンポーネント

DSH-PREDMNT
FP-IND-PREDMNT1
STSW-STWINCELL

SL-PREDMNT-S2C

状態モニタ：Wi-Fiおよびセルラー通信を用いた
センサのクラウド接続による振動解析



ハードウェア・コンポーネント

STM32MP157C-DK2
STEVAL-IDP004V2
STEVAL-BFA001V2

ソフトウェア・コンポーネント

DSH-PREDMNT
X-LINUX-PREDMNT
STSW-BFA001V2 /
STSW-IPD4PREDMNT

SL-PREDMNT-E2C

状態モニタ：Wi-Fiおよびセルラー通信を用いた
センサのクラウド接続による振動解析

異常検出用ソリューション

データ収集

状態モニタ

エッジにおける
異常検出



ハードウェア・コンポーネント

STEVAL-STWINKT1B
STM32L562E-DK

ソフトウェア・コンポーネント

FP-AI-NANOEDG1

Cartesiam NanoEdge Studioによる異常検出

マイコン・レベルで実装したCartesiam NanoEdgeライブラリによる
異常検出

パートナー

予知保全は産業分野において重要な課題となっており、この技術を実装するために必要なスキルの発掘や獲得は容易でない場合があります。そこで、STは信頼性の高い認定パートナーのエコシステムを提供して、予知保全ソリューションのカスタム設計および実装をサポートしています。詳細については、STのパートナー・ページをご覧ください。



Authorized
Partner



MIX
Paper from
responsible sources
FSC® C003379

Order code: BRPREDMAINT0121J

詳細はSTウェブサイトをご覧ください : www.st.com

© STMicroelectronics - April 2021 - Printed in Japan - All rights reserved
STMicroelectronicsのロゴマークは、STMicroelectronics Groupの登録商標です。その他の名称は、それぞれの所有者に帰属します。
STの登録商標についてはSTウェブサイトをご覧ください、www.st.com/trademarks。
STマイクロエレクトロニクス株式会社 ■東京 TEL 03-5783-8200 ■大阪 TEL 06-6397-4130 ■名古屋 TEL 052-259-2725

