



Reality AI[®]

A Renesas Company



信号処理の
AI-as-a-Service
技術白書

目次

□ 概要	3
□ 分類器と検知器	4
分類器、予測器、検知器を生成	
分類器、予測器、検知器の利用	
□ 信号はいろいろあります	5
信号とは?	
信号はなにが違うのか?	
信号を扱う — 従来のアプローチ	
□ 信号の機械学習	7
従来からの機械学習は信号にうまく機能しません	
それは特徴の話なのです!	
データ・ドリブンな特徴の発見	
□ REALITY AI 対 深層学習	11
得意なことが異なる 13	
より簡単な設定、少なくて済むトレーニングデータ、および組込みの展開	
□ 技術的アーキテクチャ	13
クラウド展開のアーキテクチャ	
クラウド展開のスケーラビリティ	
組込みの展開	
□ セキュリティ	15
標準的なセキュリティ対策	
データセキュリティ	
匿名性とデータの浄化	
□ コンタクト情報	17



Reality AI[®]

A Renesas Company

概要

Reality Analytics社は、センサや信号に関わる課題を解決するために、最適化されたAIツールを提供します。同社は加速度、振動、音、電気、RF、または独自の信号セットについて取り組んでいます。同社のツールは、センサーや信号データの中での実際に起こったイベントのシグネチャや条件を特定し、エッジのアプリケーションやデバイスでそれらの信号を見つけ出すエッジソフトを生成します。それによりユーザーは迅速にアクションを取ることができるようになります。また、画像、LiDAR、レーダーその他、画像ベースのアプリケーションでは、特定のユースケース用として使用できることがあります。

この白書では、同社の機械学習に対するアプローチを技術的側面から説明し、ソリューションのアーキテクチャについて説明します。

分類器と検出器

Reality AI Tools™ は分類器、予測器、異常検出器を生成する機械学習のツールです。— 観測数値を取り込んで、それらの観測数値に基づき実際に何が起こったのかを判断するための実行形式コードです。

分類器、予測器、検出器を生成

分類器と検出器の作成とは、分類/検知の課題に関わる入力信号の特徴を見つけ出すことや、どの特徴の組み合わせがどの結果に対応するかを特定する手段を開発すること、などです。分類器、予測器、および検出器の作成には様々な異なる手段があり、従来からの信号処理、統計的方法、または機械学習の活用、などがあります。Reality AI Tools は、複雑な信号を認識するために最適化された、高度な機械学習技術(後述)を使用します。

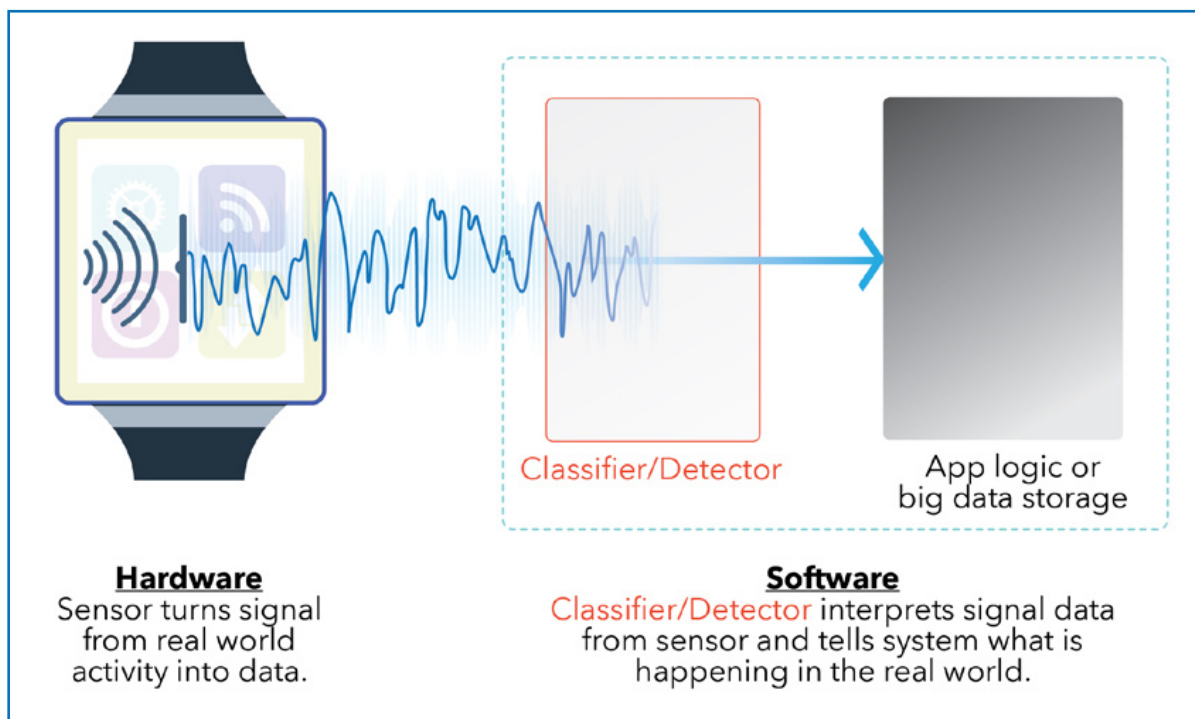


Figure 1 - 分類器の例: スマートウォッチで動作する運動アプリには、加速度計/ジャイロスコープから入ってくるデータを読み取り、運動が終了したことを判断し、それがどの運動だったのかを判断する分類器/検出器コードが含まれています。

分類器、予測器及び検出器の利用

分類器、予測器または検出器のコードが作成されると、新しい観測値を処理し、結果を提供することができます。結果は、それがどのように構成されたかによって、二値判断、タイプ分類、または定量値の予測/推定、といった形になります。

信号はいろいろあります

信号とは？

信号とは実世界から感知される現象です。デジタルでサンプリングすると、マシンログ、離散的な事象データ、位置データなどの時系列データや空間データとは根本的に異なる、多くの特性が信号には含まれます

信号データには、サウンド、画像、加圧度、振動、電気、RFや、広範囲の現象をカバーするその他のセンサからの入力などがあります。

信号は何が違うのか？

信号は以下のものによって特徴付けられる:

高いサンプルレート

イベントログ、離散時系列データ、または地理位置データなど、他のデータと比較して、単位時間/空間あたりのサンプル数が多い。これは非信号ツールにとって難しいものです。なぜなら識別のための重要な特徴が、高次元で数学的に複雑な関係になり、わかりにくくなるからです。

ジッター & 位相シフト

物理現象に起因する、データ内のターゲットシグネチャの不規則な変動と時間軸での偏り。観測されたイベントと測定された信号との間の不正確な関係。

動的ノイズ & 歪み

センサの物理特性に起因する、収集された信号内の不明瞭な要素、および収集環境の差異 または他の自然現象。

一過性のシグネチャ

雑音や他の集約された信号から分離するのが非常に難しい、短く非定常な信号データ内のターゲットが、最も鮮明なシグネチャを含むことはよくあります。局所的または一時的な特徴は、より広範囲の、よりゆっくりした、または永続的な信号の特徴と同様に重要です。両方が同時に考慮されると、最良の結果が得られます。

離散的な時系列データまたは分類データを対象とした統計ツールまたは機械学習ツールを使用して分析しようとする、これらの要素が信号データを非常に難しいものにしてしまいます。

信号を扱う- 従来のアプローチ

しかしながら技術者は、統計分析のために信号データを扱い易くするためのツールを多く開発してきました。信号の周波数および時間領域の異なる部分のエネルギー量を求めるために、信号処理では通常入力信号を高周波フーリエ変換(FFT)、フィルタバンク、または線形システム分析の対象とすることから始まります。これは、1970年代から工学系の学校で教えられてきた信号解析方法です。そして、このアプローチをサポートする多くの堅牢なツールがあります - おそらく最も広く使用されているのが Matlab Signal Processing Toolbox™です。これらのプロセスの出力は、統計的検出手法における特徴として扱うことができます。しかし、検出しようとしているものと信号との関係は、技術者の物理に関する理解に大きく依存します。

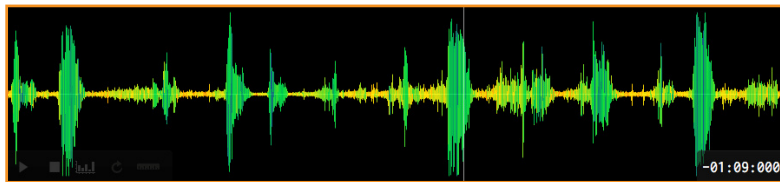


Figure 2 海の波が岩に碎かれる音

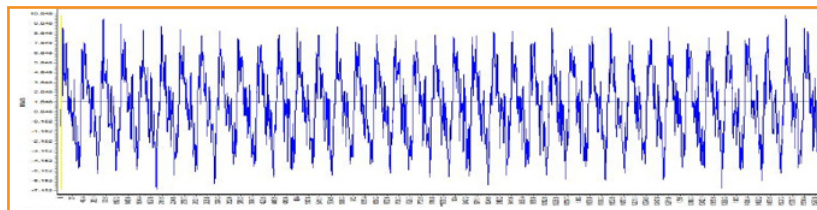


Figure 3 産業用機械のベアリングの振動

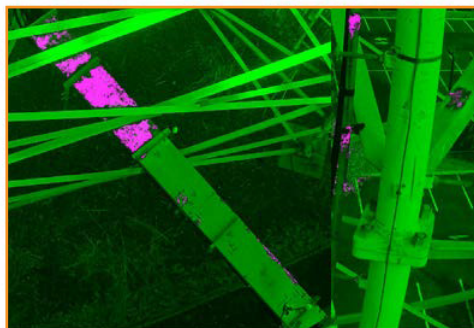


Figure 4 ドローンによって収集されたセルタワーの画像。Reality AIは、さびを紫色で強調しました。

信号の機械学習

従来からの機械学習は信号にうまく機能しません。

ここ何年もの間、信号データを分析する従来の方法に対して、機械学習は明白な代替手段となっています。しかし上記のすべての理由から、信号データはほとんどの機械学習ツールを混乱させます。信号分析の課題が高次元であること、標本値とその基礎となる特徴との数学的関係が複雑であることから、多くの現実世界の問題に対して処理時間が長くなり、精度が低くなります。

それは特徴の話なのです

大切なのは**特徴の発見**です。機械学習用語では、特徴は特定の変数で、アルゴリズムへの入力として使用されます。特徴は、入力データから生の値を選択するか、もしくはそのデータから派生した値かもしれません。適切な特徴を使用すれば、どの機械学習アルゴリズムでも、あなたが求めるものを見つけることができます。良い特徴が無ければどうにもなりません。-これは、データに固有のノイズやばらつきが多く含まれている現実の問題に対して特に当てはまります。

信号が複雑になると、記録された個々の値は特徴として機能しなくなります。そしてほとんどのエンジニアは、従来のRMSエネルギー、ピークツーピーク測定値、またはFFTを使用して特徴を作成します。-平均またはFFT係数をトレーニングにふさわしい特徴として扱います。しかしこれらの特徴は、あなたが最も行いたいと思っている判断に必要なとする多くの情報を捨ててしまいます。確かにRMSはいくつかの条件を識別するのに役立ち、FFTは比較的高い周波数で実行され、時間分解能には価値があります。しかし、細かいイベントや条件を見つけなければならないと言う、そもそもセンサ実装が価値を出す所である本質的なシグニチャ情報を、高度な記述統計は捨ててしまいます。また、他の分野からの良い例ですが、記述統計は最も興味深いものを見ることはできません。:

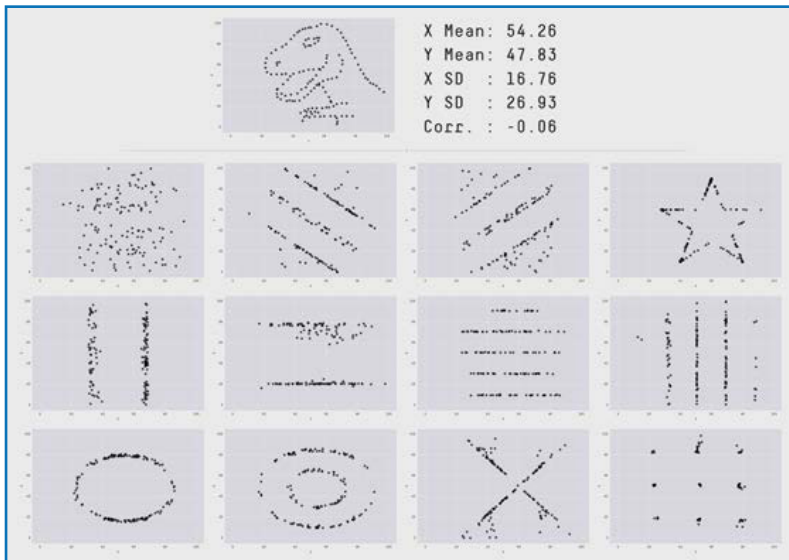


Figure 5 - なぜ基本統計量では十分ではないのか。これらのプロットはすべて、同じXとYの平均値、同じXとYの標準偏差、同じX : Yの相関を持ちます。すべてのソースを詳細に考慮する能力がなければ、あなたのアルゴリズムではこれらのパターンをどれも見ることはなかったでしょう。

出典:

<https://www.autodeskresearch.com/publications/samestats>

従来の信号処理ツールで定義された集約された特徴に頼る代わりに、Reality AIは、直接センサー信号データそのものから、特有のノイズや複雑さの中にある全ての特徴を検出します。このアプローチは、時間と周波数の両領域の情報を考慮することを可能にします。そしてはるかに微妙なシグネチャで、条件の検出を可能にします。

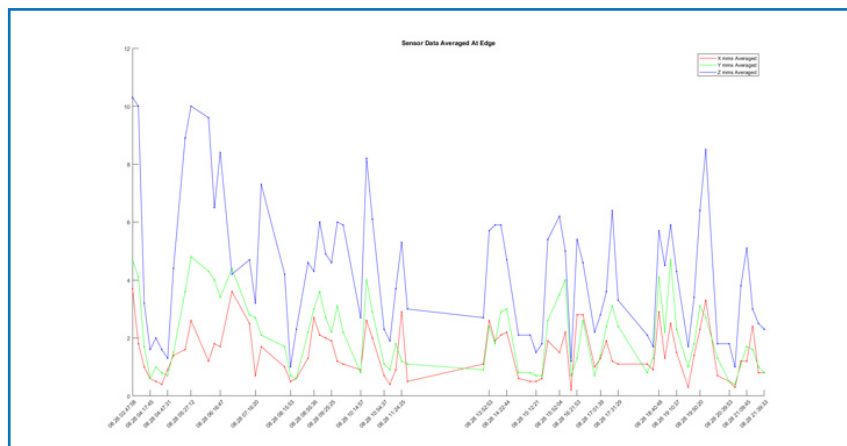


Figure 6 - この例では、製造設備の機械に取り付けられた加速度計からの時系列データを示しています。加速度ベクトルのX、Y、Z成分は1秒間で平均化されています。このデータにはほとんど情報がありません - 実際、重力の方向はどちらか、ということだけがわかります。このデータは、製造設備で実際に実装している顧客から提供されたものです。そして、異常検出、状態監視、または予知保全には基本的に役に立ちません。

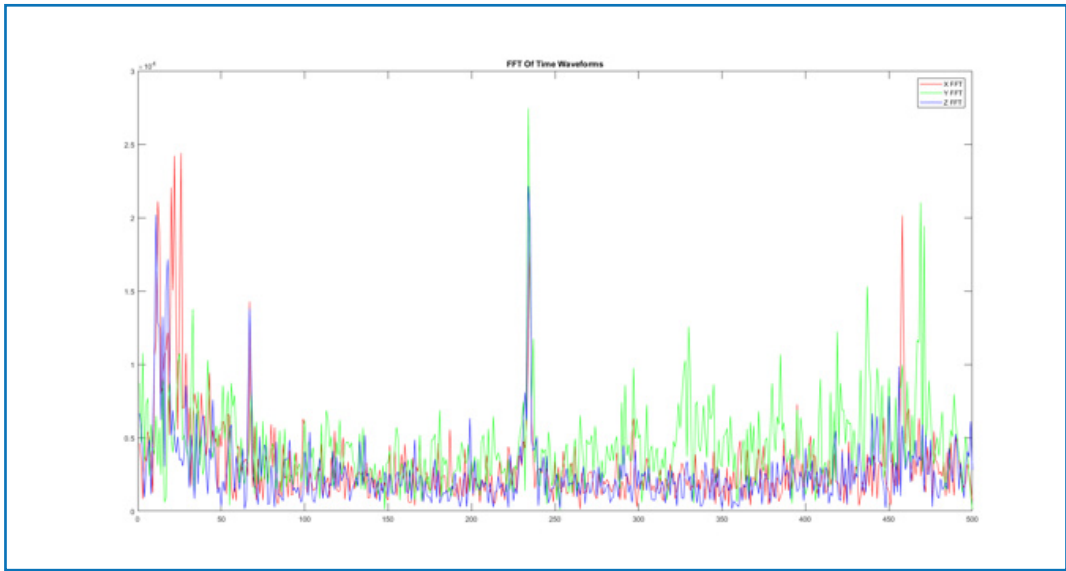


Figure 7 – この例は、高周波分解能で高速フーリエ変換（FFT）によって前処理された振動データを示しています。X軸は周波数、Y軸は強さです。このデータはFigure 6 よりもはるかに有用です。- 装置の基本回転周波数の倍数で発生するスパイクは、機械で何が起きているかについての重要な情報を与え、回転する装置に最も役立ちます。FFTデータは多くのアプリケーションに適しています。しかし、それは時間領域から大量の情報を捨てます。1つのスナップショットのみを示します- このチャート全体は、Figure 6の1つのデータポイントを拡大したものです。

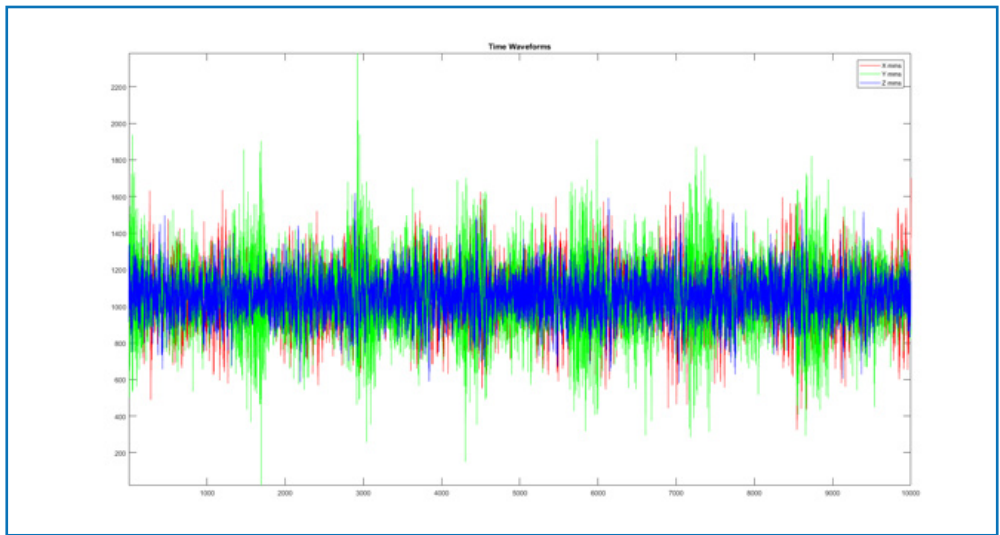


Figure 8 – 加速度計から直接サンプリングされた生の時間波形データ。このデータは情報密度が高いです。Figure 6 の単純平均とFigure 7のFFTの両方を計算した生データです。ここでは、トランジェントや位相などの重要なタイム情報とともに、非常に詳細な周波数情報が得られます。しかし、ノイズも多くあります。そのため、このようなデータを人間のアナリストが直接使用することは非常に困難です。しかし、Reality AIのようなデータドリブンな特徴検出アルゴリズムでは、この種のデータから最大値を抽出して、まさにその信号の部分に焦点を絞リカスタムの変換を作成します。検出問題に関連する信号の部分だけを、です。



データドリブンな特徴の発見

私たちのアルゴリズムは、スパース信号分解やスパースコーディングの文献に記述されている数学を使った特許技術や、他の多数の関連する専有技術に基づいています。これらの技術は教師なし又は半教師ありで動作し、同じクラスの信号間の類似性と異なるクラスの信号間の相違性を特徴付けるために最適な特徴セットを動的に発見します。

Reality AI Tools™を使用する際には、ソースデータは前処理を行っていない最も詳細なフォームをお勧めします。そしてAI Explore™と呼ばれるプロセスを実行します。そしてAI Exploreは、トレーニングクラスを最も適切に区別するため(データにラベルが付いている場合)、または「正常」を最もよく特徴付けるため(ラベルのない異常検出の場合)の特徴を特定しようとします。そして最適な特徴に基づく機械学習モデルを選択します - それらのモデルは、正確さと計算の複雑さによってランク付けされます。これらのモデルを利用可能なデータでトレーニングし、ホールドアウトセットまたはさまざまな統計手法を使用して検証します。

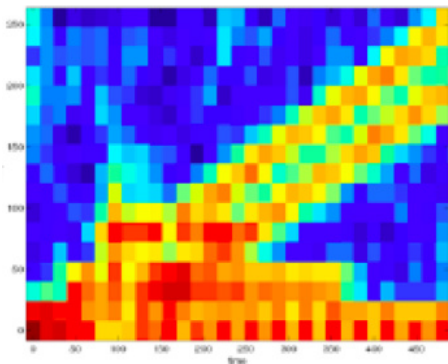


Figure 9 - フーリエ変換を使用して複雑で動的な信号に特徴を定義すると、変換、ノイズ、およびジッタのために情報が失われます。

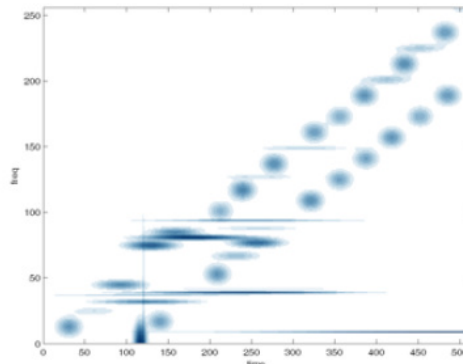


Figure 10 - 私たちの方法では、特徴を集約し、情報を鮮明にします。特徴ははるかに正確で、より簡単にわかります。

適切な特徴が特定されると、分類/検出の問題ははるかに簡単になり、基本的な機械学習アルゴリズムでもはるかに効果的になります - 少ないトレーニングデータでより正確な結果を提供します。

データ・ドリブンな特徴検出のアプローチは、信号データにおけるReality AIのテクノロジーとその独自の効果を高める、中心となる強みです。

REALITY AI 対 深層学習

最近信号関連のさまざまな問題で良い結果を示しているもう一つのタイプの機械学習アプローチは深層学習です。深層学習とは、複雑な構造を持つ複数の処理レイヤ（通常は回帰型または畳み込み型のニューラルネットワークで構成される）を使用して、データを高レベルで抽象化しモデル化しようとする一連のアルゴリズムに基づく、機械学習の分岐技術です。

また深層学習は、データドリブンな特徴発見のためのアプローチを使用します - 基本的には、より低い層の畳み込みニューラルネットワークを使用するか、より高い層がそれから学ぶことができる特徴を見つけるための同様のアルゴリズムを使用します。深層学習は、画像の分類とタグ付け、画像とシーンの解釈、自動音声認識、自然言語処理に効果的に使用されてきました。

得意なことが異なっている

深層学習が適している問題とReality AIが対処できる問題の間には確かに重複がありますが、いくつかの違いもあります。たとえば画像では、深層学習は特にオブジェクトの識別とシーンの特徴付けに適していますが、Reality AIはテクスチャの微妙なところに絡む問題に特に適しています。: 表面を識別し、表面の不連続性や微妙な異常を発見します。この表面分類と不連続性識別は、画像関連データで最も容易にできますが、振動や機械騒音の微妙な変動を識別して複雑な機械のメンテナンス状態を見る場合など、信号についても同様のアプローチが有効です。

適切な仕事には適切なツールを - いくつかの例:

	深層学習	Reality AI
UAV / ドローン	資産調査 - ダンプやトラックやブルドーザーを特定	表面分類 - 微細表面特性を特定
サウンド	スピーチを理解する	機械騒音を理解する 複雑な異常検知
イメージ	オブジェクトの特定 シーンの記述	テクスチャとその関連 微妙なノイズの検知または解像度の限界

より簡単な設定、少なくて済むトレーニングデータ、および組込みの展開

しかし、深層学習とReality AI の両方が優れた結果をもたらすことができる場合でも、Reality AI にはいくつかの重要な利点があります:

	深層学習	Reality AI
設定時間	新しい各問題には新しいモデルが必要で、最初からの設計となり、長いリードタイムと高い初期コストになる	数時間で設定
データ要件	大量のトレーニングデータが必要 複数階層のニューラルネットワーク 多数のノード それぞれが統計的に十分となる トレーニングのために十分なデータが必要	非常に少ないトレーニングデータ 数桁単位で少ないことが多い
トレーニング時間	数週間から数ヶ月	数時間から数日
ハードウェア要件	多くの場合、処理能力の要件を満たすために特別なハードウェアが必要- トレーニングとフィールドに展開するため	特別なハードウェアは不要
組込みの展開	深層学習に最適化された特別なハードウェアが必要な可能性 大きなパワー要件	マイクロコントローラでOK またはDSP環境. サイクル-, メモリ- および パワー-制限のある展開に適する. エッジでリアルタイムに検知するのに適する

技術的アーキテクチャ

顧客は2つの方法でReality AIと対話します:

Reality AI Tools™

データキュレーション, 分類器メンテナンス, 再トレーニング, テストと検証のためのツールへのWebベースのインターフェース, およびAPIダッシュボード監視

Reality AI API

トレーニング済みの分類器にアクセスするためのクラウド API

Reality AI Tools を使用して組込みの分類器を作成しているお客様には、展開のための対応方法もあります。

クラウドの展開アーキテクチャ

Reality AI Tools と Reality AI API はどちらも、すべてのトランザクションを処理する多層サーバー環境のフロントエンドです。

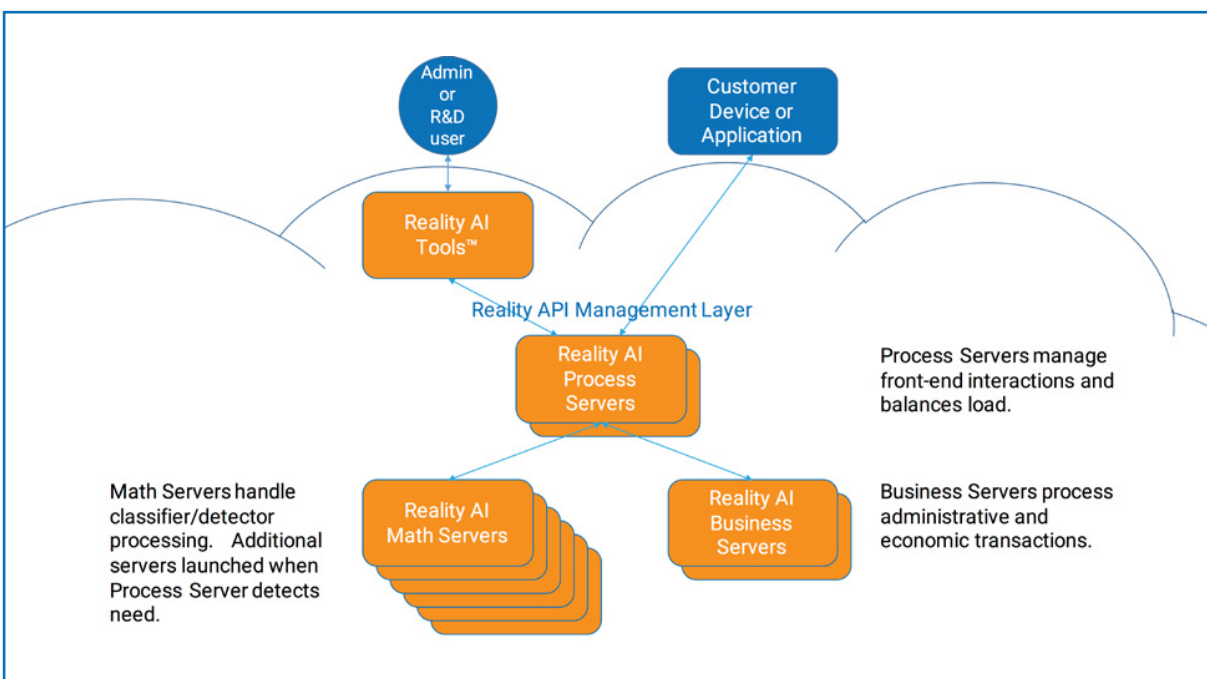


Figure 5クラウド展開のためのReality AIテクニカルアーキテクチャ
スケーラブルな処理と負荷分散のための多層サーバーアーキテクチャ

クラウド展開のスケーラビリティ

Reality AIは、追加のキャパシティがいつ必要になるかを判断してそれを提供する、多層型の負荷検知、負荷分散サーバアーキテクチャを利用しています：

Reality API 管理

APIセキュリティを処理し、入ってくる量を処理するための追加のプロセスサーバの必要性を決定します。私達は顧客のためにスケーラブルで非同期的な処理を可能にするRESTful APIデザインを採用しています。

プロセスサーバ

Reality AI Tools™から、および顧客によるAPIの使用からの着信APIトランザクションを管理します。検証されて入ってくるAPI呼び出しは、必要に応じてMathサーバとビジネスサーバに割り当てられます。結果が返されると、それらは1つの応答にまとめられ、要求元のアプリケーションに返されます。Mathサーバとビジネスサーバを監視し、必要に応じて追加の容量を提供します。

Math サーバー

分類結果を出すために必要な数学的処理を提供します。呼び出したプロセスサーバに結果を返します。

ビジネスサーバー

Reality Analyticsの他のシステムとインターフェースし、管理的なものや、課金用のトランザクションの両方を処理します(使用量の追跡など)。

追加の容量が必要になると、各サービス層は下の層に追加のサーバを調達して回すことができるため、パフォーマンスを低下させることなくサービスをシームレスに拡張できます。

組込みの展開

組込への展開を必要とする顧客の場合、クラウド内のMath Server上で実行されるコードが、代わりに特定の組込ターゲットに適した形式でエクスポートされます。通常、これはコンパイル済みコードの形式ですが、他のオプションも使用可能です。詳細についてはお問い合わせください。

セキュリティ

Reality AIはセキュリティを真剣に捉え、システムは徹底的にプライバシーとセキュリティのために設計されています。

標準的なセキュリティ対策

当社のサーバーは、すべてのIPトラフィックおよびWebトランザクションのSSL暗号化を含む、業界標準のセキュリティ対策によって保護されています。顧客には固有の管理者ログイン認証情報が提供され、APIトランザクションは動的に生成されたセキュリティトークンを使用して処理されます。

さらに、我々のマシンのパブリックアドレスの公開を、監視されたAPIポータルに制限しています。

データセキュリティ

お客様は、継続的なデータ保存として、安全にデータをアップロードし、保存することを選択できます。これはユーザーごとに個別に管理され、データは顧客間で共有されたり、顧客間で集約されたりすることはありません。

顧客は他のデータソースから動的にデータをリンクすることを選択できます。たとえば、Amazon AWSのバケットに固有の認証情報を提供することがあります。これは、処理に必要な場合にのみ一時的にアクセスされます。また、プライベートサーバーへのリンクもサポートしているため、お客様のデータは処理されるまでお客様の管理下に置かれます。お客様のユースケースで特に要求されていない限り、Reality AIは処理されたすべての観察結果を破棄します。

最後に、展開され運用で使われる分類器/検知器に示されるセンサーデータについて。データが機密で秘密にしなければならない、あるいはデータがクラウドを介して送信するには機密が高すぎる(例えば、なにかの録音)場合、分類のために特徴ベクトルのみが送信されるように局所的に前処理を完了するようにシステムを構成することができます。このように、分類と無関係の特徴は観察に利用されず、生の信号はローカルのデバイスから出る必要がない。

匿名性とデータの浄化

当社のアルゴリズムはセンサーにとらわれず、100%データドリブンであるため、お客様はデータに関する詳細を一切開示せず、完全に匿名化されたラベリングで、分類器/検出器を作成することができます。この機能は、個人を特定できる情報を扱う顧客、またはデータ収集方法や前処理の詳細を開示したくない独自のセンサーやセンサー構成を持つ顧客にとって特に魅力的です。

コンタクト情報

REALITY ANALYTICS INC.

☎ +1-347-523-4480

🌐 www.reality.ai

✉ info@reality.ai

🐦 @SensorAI

📍 157 Columbus Avenue, 4th Floor

New York, NY 10023

🌐 www.linkedin.com/company/reality-ai

📘 www.facebook.com/RealityAI



Reality AI[®]

A Renesas Company