

1 高速時空間データ管理基盤技術 Axispot®

NTTドコモのジオフェンシング・プラットフォームに“Axispot®”を適用

NTT人間情報研究所（以下、人間研）は「時空間データ」の格納、検索を高速に行うための技術“Axispot®”の研究開発に取り組んできた。本稿では成果提供の例として、NTTドコモが提供する位置情報を活用した“ジオフェンシング・プラットフォーム”にAxispot®を適用した事例を紹介する。

動くIoT機器の増加に伴い重要性が高まる時空間データ

NTTのIOWN構想における重要な技術要素の1つ、デジタルツインコンピューティング（以下、DTC）では、さまざまなIoT機器からデータを収集し、蓄積、分析することが想定されている。近年増加しているウェアラブル端末やコネクティッドカーのような「動くIoT機器」もDTCの対象となる。これらは時間に応じて位置が変化するため、時間と緯度、経度を含む「時空間データ」の管理が必要となる。

RDB（Relational Database：関係データベース）や分散KVS（キーバリューストア：Key Value Store）を用いて空間情報を管理する「空間データベース」を実現し、さらに時間情報を扱えるよう拡張することで、「時空間データベース」を実現することは可能だ。

時空間データを高速に格納／検索するための課題

しかし既存の方式では、膨大な時空間データをリアルタイムに格納



NTT人間情報研究所
デジタルツインコンピューティング研究プロジェクト
（左）主幹研究員 飯田 恭弘氏
（右）主任研究員 荒川 豊氏

し、目的の情報を高速に検索することは難しい。たとえばRDBの場合、時空間データでは時系列データと空間データ、それぞれのカラムに対し検索を行う必要があり、効率が良くない。2次元データで検索を高速に行う技術も考案されているが、動くIoT機器の時空間データは位置や時刻に応じて頻繁な更新が必要であり、検索インデックスの更新が頻繁に発生し、データの格納に時間がかかる。

一方で分散KVSの場合は、複数のサーバー

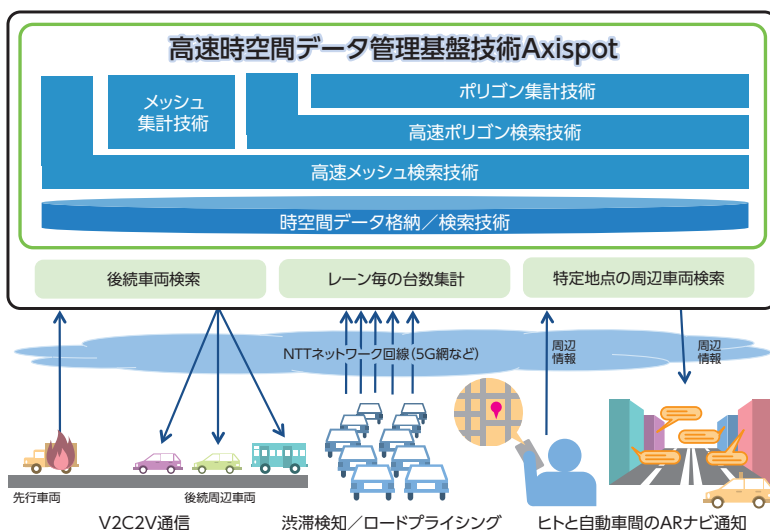
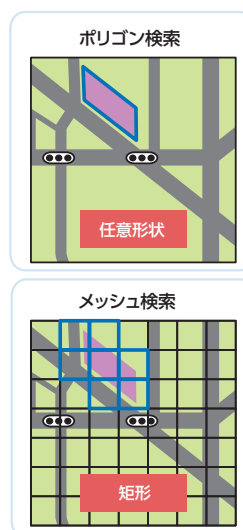


図1 Axispot®の概要



に分散してデータを書き込むことにより高速な処理を実現しやすい。しかし多次元データをそのまま格納できないため、空間データを1次元データに変換して格納する必要がある。この方式では完全一致検索しかできないため、検索の柔軟性という点で問題があった。

高速時空間データ管理基盤技術 “Axispot®” の開発

人間研が開発した高速時空間データ管理基盤技術 Axispot® (図1) は、こうした課題を解決する。Axispot® には人間研が考案した時空間データの管理に関する独自技術が活かされている。データベースには分散KVSを利用するが、時刻、緯度、経度から生成する「時空間コード」を検索インデックスとすることで、完全一致検索に加え前方一致検索を可能にした。またデータ発生量の時間的・空間的な偏りに影響を受けることなくデータ格納の負荷を分散できる「限定的ノード選択技術」や、時空間データの集計を行う際の負荷を均等に分散するための「時空間データ高速集計技術」、後述する「ポリゴン検索」を高速に行うための「高速ポリゴン検索技術」が大きな特徴となっている。

任意の範囲へのIoT機器の進入をリアルタイムに検知可能

「ファーストターゲットとして自動車分野を想定し、研究開発を進めてきました。現在は数千万台の自動車が一斉送信する車両データをリアルタイムに格納、検索、分析することが可能です。また、ある時点で自動車がどの範囲にあるのかを検索す

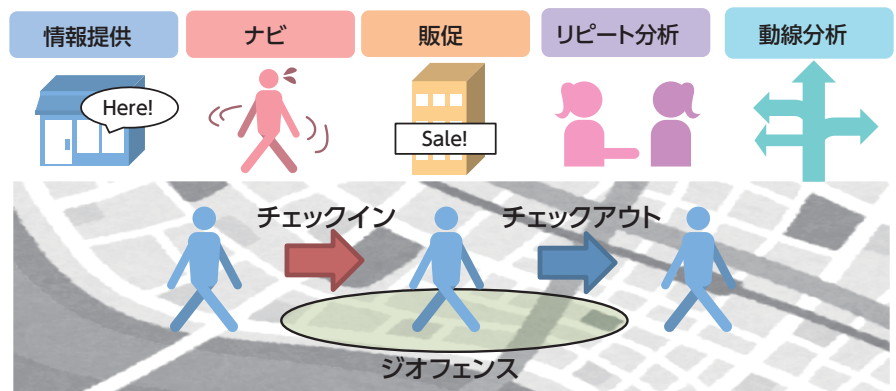


図2 ジオフェンシング・プラットフォームの適用分野

る際、矩形のメッシュで分割された地図情報の中から検索することに加え、任意の形状の範囲内にあるかどうかを知るための『ポリゴン検索』も高速に処理することが可能です。リアルタイムなポリゴン検索を実現している例は世界的にも珍しいのではないのでしょうか。先行車両が交通障害を検知した後、即座に後続車両へ通知する、またレーン毎の交通量を集計する、特定地点の周辺にある車両を検索するなど、さまざまなユースケースを考えています。」(荒川氏)

これまでに、道路の落下物を検知し、リアルタイムで後続車にその情報を通知するといった実証実験も実施されており、すでに成果提供も行われている。

NTTドコモ提供の位置情報を活用した“ジオフェンシング・プラットフォーム”に適用

Axispot® を自動車以外の分野に適用した事例も登場している。適用先はNTTドコモの“ジオフェンシング・プラットフォーム”であった。

NTTドコモは、モバイル端末の位置情報の活用同意したユーザーを対象に、位置情報を活用した情報

提供など、各種サービスを提供している。また、そうしたサービス提供を支える基盤“ジオフェンシング・プラットフォーム”の開発も、同社が自ら行っている。この基盤が提供する重要な価値の1つが、GPSやWi-Fi、ビーコンを利用し、地図上の仮定の境界線(以下、ジオフェンス)内にユーザーが入ったこと(以下、チェックイン)を検知する仕組みだ。

この仕組みを活用すると、たとえば特定のエリアに入ったらクーポンを配信する、地域イベントなどに関する情報を配信する、といったように、送客や街の賑わい創出に役立つ情報配信を行う、といった施策を実現しやすい。ほかにも、現在位置を基準にしたナビゲーション、レポート客の行動分析、店舗や施設内の導線分析など、さまざまなユースケースが考えられる。

この基盤にAxispot®の技術が採用された経緯について、NTTドコモの佐々木氏は次のように述べている。

「初期開発では設定可能なジオフェンスの形状が円形のみでした。そのため商店街や商業施設などの来訪者を対象に精度良くチェックインを検知したいというお客さまの要望に応

えることが困難でした。そこで任意形状のジオフェンスを設定可能にするための機能拡張に取り組みました。チェックインしたユーザーへのクーポン配信のようなユースケースでは、配信をタイムリーに行えることが重要です。そのためリアルタイム性を担保する必要があります。トータルコストやリアルタイム性能などを考慮し、総合的に見て Axispot® がマッチすると判断しました。]

実フィールドでリアルタイム性能を検証

NTT ドコモは 2021 年 4 月頃より、Axispot® の技術を活用して任意形状のジオフェンスで位置情報サービスを提供するための技術検証を行った。膨大な時空間データをリアルタイムに処理できることを確認しており、すでに商用環境で任意形状のジオフェンスを利用するための準備が整っている。

この技術検証には人間研も協力しており、Axispot® そのもののブラッシュアップに役立ったという。

「自動車関連のユースケースと比較すると、ジオフェンシング・ブラッ

トフォームのような用途ではジオフェンスの形状が異なり、また発生するイベントの数も膨大です。当時はまだそのようなユースケースでのリアルタイム性能は検証していませんでした。今回実フィールドで検証を行えたことは、Axispot® のリアルタイム性能をブラッシュアップする上でも役立ちました。NTT ドコモの協力がなければできなかったことです。今後も『もっとこんなことができれば良い』といった要望などを聞けると、より研究に役立つと期待しています。』(飯田氏)

「高度」に対応し時空間データの拡張に取り組む

今後の Axispot® の活用について、佐々木氏は次のように述べている。

「任意の形状のジオフェンスが可能になったので、まずはサービス提供に活かしたいと考えています。現在はチェックインのみ検知する仕様ですが、チェックアウトの検知に対応することも考えています。また、Axispot® の機能拡張にも期待してい



NTT ドコモ
R&D イノベーション本部 クロステック開発部
(左) 担当課長 佐々木 一也氏
(右) 主査 岡峰 正氏

ます。]

佐々木氏が言及した「機能拡張」にも関係する、Axispot® の今後の研究開発について、荒川氏は次のように述べている。

「現在サポートする空間データは 2 次元ですが、『高度』を加えて 3 次元に拡張することを考えています。どのような単位で空間を切り取るか、高さ方向におけるデータ発生量の空間的な強い偏りをどう扱うか、など、2 次元とは違う問題があるだろうと予想しています。こうした問題を解決し、3 次元への拡張を実現するための方式検討を進めています。]

研究の出口

さらに他のユースケースとしては、たとえば自然災害により孤立したエリアに人が居るかどうかを検知する、といった活用法があるのでは、と考えています。孤立した人への情報提供も可能でしょうし、把握した孤立者の数を自治体などに通知することも考えられます。また将来的に 3 次元の空間データに対応できるようになれば、浸水により水位が上がっていく状況への対応にも役立て

ることができるのでは、と考えています。

3 次元の空間データに対応できれば、ドローンの時空間データも管理し活用しやすくなります。人が建物の何階に居るかといったように、建物内での移動を詳細に把握するといった活用法も考えられます。

少し発想を変え、現在の経度、緯度から住所や地名を知ることができる、いわば逆ジオコーディングのようなサービスに活用するのも面白いかもしれません。

(飯田氏、荒川氏 談)