

NTT DATA Technology Foresight 2012

ビッグデータ実証実験 ～橋りょうモニタリング・システム～

ビッグデータの特徴の一つとして、データが中断なく生成される状態が挙げられる。センサーで生成されるストリーミング・データはこのビッグデータの特徴を有しており、ヒトやモノの状態の細やかな把握を可能にしている。NTT データでは、橋りょうモニタリング・システム「BRIMOS®」において、CEP (Complex Event Processing) を活用した大規模リアルタイム・データ分析に基づく実証実験を行い、複数センサーの分析に基づくリアルタイムでの総合的な橋りょう異常検知が可能であること、CEP が十分な処理性能を発揮できることを確認した。

橋りょうモニタリング・システム「BRIMOS」

2007 年夏に起きたアメリカ・ミネソタ州の橋りょう崩落事故では、巨大な橋りょうが、車両 100 台余りを巻き込んで、ほんの数秒で崩落する様子がテレビで放映され、世界中に衝撃を与えた。原因は地震ではない。建設後数十年経過して劣化した橋が、日常的に通行する車両の重みに耐えきれなくなった結果起きた事故であった。

日本でも、1960～70 年代の高度経済成長期に、高速道路や橋りょう、水道・ガスといったインフラが集中的に整備された。それから半世紀近く経過した現在、多くのインフラで時々刻々と老朽化が進んでいるが、保持・運用を担う国や自治体が、財政難や人手不足により、十分なメンテナンスを行えない事態となっている。国内でも、例えば、2007 年 11 月、香川県と徳島県の県境付近を流れる大影谷川にかかる橋が崩落するという事故が起きているように、「インフラ・クライシス」の問題が顕在化している。

NTT データは、橋りょうのインフラ・クライシスに対するソリューションとして、橋りょうモニタリング・システム「BRIMOS」を展開している。橋りょうに設置した各種センサーを用いて、リアルタイムかつ継続的に橋の状態を監視し、災害時のリアルタイム異常検知や、平常時の早期異常把握、また車両通行状況の解析による点検・補修の優先度検討等を支援するソリューションだ。

BRIMOS では、ひとつの橋りょうに、変位・

傾斜・ひずみ等を計測する数十個ものセンサーを取り付け、常時データを収集し、自社データセンタにて、異常値のリアルタイム検出や、通過車両の車重推定等の分析処理を行っている。また、通過車両の重量・台数のデータをもとに、経年劣化分析を行っている (図 1)。

我々は上記の分析機能に追加する形で、CEP を用いた異常検知機能を開発し、実証実験を行った。

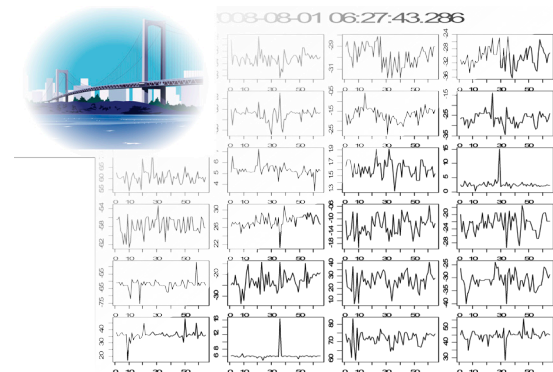


図 1 多数のセンサーで橋りょうをモニタリング

ビッグデータ実証実験

NTT データでは、BRIMOS で生成されるビッグデータを対象として、リアルタイム異常検知の実証実験を行った。

先に述べたように、BRIMOS では、複数の橋りょうに設置された数十個～数百個のセンサーから、毎秒数千件～数万件のストリーミング・データが収集される。これらのデータを、CEP によりリアルタイムに分析することにより、データ発生のタイミングでの異常検知を可能にした。

異常検出ロジックの開発

ここでは、センサーの蓄積データのマイニングにより、橋りょうの異常状態を識別するロジックを構築した。このロジックは、単独のセンサーだけではなく、橋りょうの様々な箇所に設置された複数のセンサーデータを組み合わせることで総合的に分析するところに特徴がある。単独のセンサーからのデータだけでは、情報として得られるのは、例えば、「橋りょうのある1点で、変位の上振れが観測された」といった、局所的かつ一時的なものにすぎない。複数センサーを総合的にみて、単独のセンサーで発生した異常データが他のセンサーでも発生しているか、どれくらいの遅延があるかなどをリアルタイムに分析することにより、単なるセンサー異常なのか、橋りょう全体が揺れているのかを識別し、橋りょうの一部に局所的に異常が生じている状態を抽出できる。

具体的には、まず、振動データのスペクトル分解によって定常的な振動を除外し、個々のセンサーが通常と外れた値を出力しているかを統計的検定により検出している。さらに、その外れ値の発生が、他のセンサーでも生じているか、生じている場合はどれくらいの時間のズレがあるかを遅延相関分析により検出している（図2）。

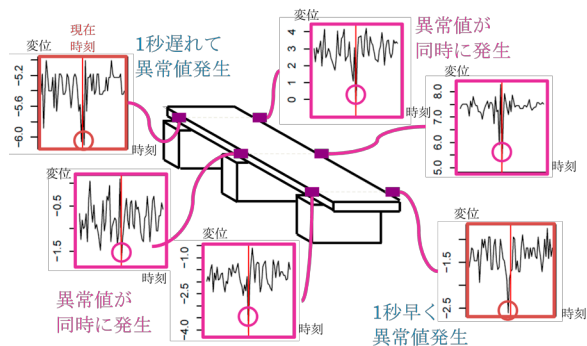


図2 異常検出イメージ

CEPによる実装

CEPは、メモリ上でストリーミング・データ

を高速処理するエンジンと、入出力アダプター、開発環境を備えた基盤製品である。欧米を中心に金融業界におけるアルゴリズム・トレードなどで普及しており、多数のソースから発生するデータをミリ秒レベルの高速で処理できることから、金融以外のさまざまな業務システムへの適用領域拡大が期待されている。

CEP製品で用意されているプログラミング言語は、データの到着時間や順序に合わせた処理の記述を得意としている。また、到着したデータを1点1点処理するだけでなく、直近10秒間に到着したデータや、直近100番目までのデータを指定して、それらをメモリ上に保持し、次に到着するデータと突き合わせて処理することも可能である。先に述べた異常検出ロジックでは、これらの機能を使い、直近数十秒間のデータをセンサー間で突き合わせて分析する機能を実装している。

開発した異常検知機能を実際の橋りょうに適用した結果、データ計測から異常検知までの処理時間は約0.1秒であり、データの発生間隔である1秒と比較して十分な処理速度であることが確認できた。さらに、疑似的にストリーミング・データを増幅させて行った検証において、一台のサーバで、約200橋りょう分に該当する10,000センサーものデータに該当するデータ（スループット～約60万件/秒）を遅延なく処理できることを確認できた。

今後の展開

橋りょう以外にも、ガス・水道管、建物など、モニタリングを必要としている社会インフラは数多く存在している。社会インフラは巨大なものも多く、そのモニタリングには数多くのセンサーを必要とするため、そのデータは必然的にビッグデータとなるだろう。今後は、今回の実証実験で培った異常検出技術、ストリーミング・データ処理基盤をそれらのインフラにも展開していく。