

建物用IT強震計システムデモンストレーション

東京大学地震研究所 鷹野澄助教授の開発した建物用IT強震計システムの体感デモンストレーションセットです。台車の上に置いた簡易柔建物模型の上にITK-Sensorを設置し、台車を揺らす(地震波)ことによって模型(建築物)がどう揺れるかを、簡易ITKサーバに接続したPCのWebブラウザ上のアプリでリアルタイム(2~3秒遅れ)描画します。



ITK-Sensor



LAN接続型のデジタル強震センサー。時刻同期はNTPにより行い、タイムスタンプのついた観測データパケットをサーバに送出する。AD変換器はTI社製ADS1255を用いており、加速度センサモジュールとして内外ゴム株式会社製の静電容量型3軸加速度センサ(OYOSI製AN315のセンサモジュール)を搭載している。

標準タイプに搭載されるセンサである静電容量型センサはコストパフォーマンスが非常によいために採用された。有感地震の波形を記録するには十分な性能を持つものの、建物の常時振動をとらえるにはやや能力が不足する。AD変換器の能力には余裕があるため、より高精度なセンサを搭載したものや、センサを外部接続できるようにした製品も開発中であり、それらを用いれば建造物の常時の変形のリアルタイムモニタも可能となる。

ITKサーバ

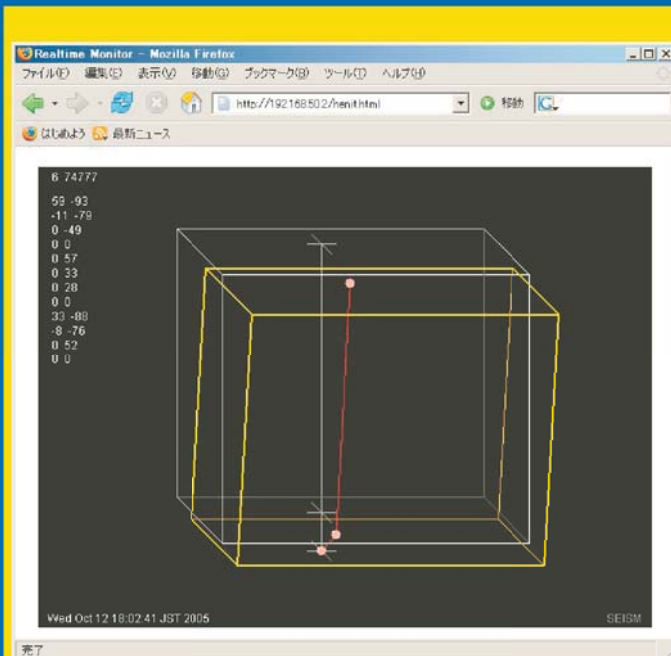
複数のITK-Sensorからのデータパケットを集約し、ファイルとして波形データを保存するとともに、Webを通じて利用者に各種のリアルタイム情報・蓄積情報を提供する。また、外部のサーバとの情報交換も行う。

今回のデモシステムでは、MORB (Multi-Operating Research Box: 開発中) 上に構築され、各センサから集めた加速度データを積分して変位を求め、それを表示用PC上のJavaアプリでリアルタイム表示させている。

積分処理

今回のものは、精度を上げることよりも遅延を少なくする実装とした。得られた100Hzの加速度サンプルデータについて、簡単なオフセット除去を行った後、サンプル一つ一つについて各加速度データを前のサンプルに対応する速度に加算して速度、さらにその速度を前のサンプルに対応する変位量に加算して変位量を求める。得られた変位量データを10Hzにリサンプリング、FIRローカットフィルタをかけて表示に適したデータとする。

ITKサーバ上のプログラムは、この1秒分の変位データをタイムスタンプ付きで全チャンネル分保持し、表示アプリからの問い合わせ(1秒間隔)に対して返答として送り返す。



変位表示アプリ

積分処理によって作られた、10Hz1秒分の変位データを問い合わせで取り込む、この変位データに従い、各点の描画位置を計算し、画面上に描画するというのを0.1秒間隔で10回繰り返す。10回の描画が終わると、再度サーバにデータを問い合わせる(1秒経過しているためサーバのデータは更新されている)。この繰り返しにより、10fpsのリアルタイムのアニメーションが実現される。



MORB(Multi-Operating Research Box)

UPS機能を持った小型のAT互換機。OSとしてFreeBSDを搭載し、ウォッチドッグタイマも持ち、安定した観測・制御を行うことができる。IT強震計として利用する以外に、地震計以外の各種観測装置の制御やアナログモデム用ルータとして利用可能。

問い合わせは、伊藤(応用地震計測)又は鷹野(東大地震研)まで

IT強震計でみた建物の揺れ

東京大学地震研究所の2号館(本館・別館), 3号館(テレメータ棟)の揺れの比較

東京大学地震研究所 鷹野澄助教授の提唱するIT強震計システムの技術的検討の一環として、地震研究所の本館、別館、テレメータ棟の3つの建物に、合計7台のITK-Sensorを設置して建物用IT強震計システムのを構築し、地震時のそれぞれの建物の揺れを観測し、そのデータを使って、3つの建物の揺れをJavaを使ったアニメーションで再現してみました。

オリジナルデータは、東京大学地震研究所地震予知情報センターのIT強震計のページ(<http://www.eic.eri.u-tokyo.ac.jp/ITKyoshin/>)にて公開されています。今回は、コピーしたデータを応用地震計測ブースにて再生可能としています。

ITK-Sensor

LAN接続型のデジタル強震センサー。時刻同期はNTPにより行い、タイムスタンプのついた観測データパケットをサーバに送出する。AD変換器はTI社製ADS1255を用いており、加速度センサモジュールとして内外ゴム株式会社製の静電容量型3軸加速度センサ(OYOSI製AN315のセンサモジュール)を搭載している。

標準タイプに搭載されるセンサである静電容量型センサはコストパフォーマンスが非常によいために採用された。有感地震の波形を記録するには十分な性能を持つものの、建物の常時振動をとらえるにはやや能力が不足する。AD変換器の能力には余裕があるため、より高精度なセンサを搭載したものや、センサを外部接続できるようにした製品も開発中であり、それらを用いれば構造物の常時の変形のリアルタイムモニタも可能となる。

ITKサーバ

複数のITK-Sensorからのデータパケットを集約し、ファイルとして波形データを保存するとともに、Webを通じて利用者に各種のリアルタイム情報・蓄積情報を提供する。また、外部のサーバとの情報交換も行う。

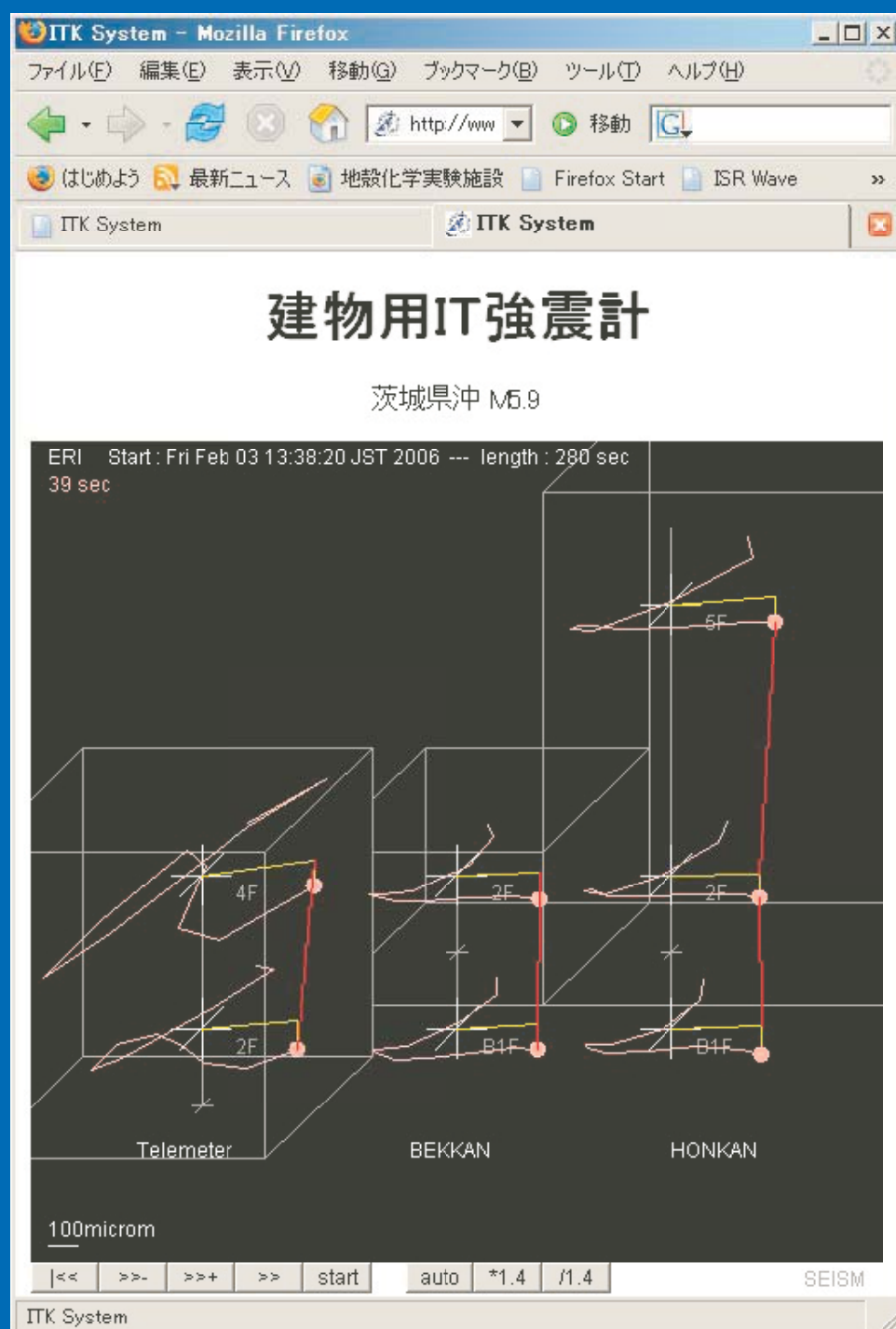
試作した建物IT強震計システムでは、CONTEC製のBOX-PCを使用し、複数センサを連動させたトリガ判定を実装している。トリガ情報に基づき、連続記録している波形から該当する時間のものを切り出しイベント波形としている。

積分処理

積分処理は、イベントデータの原サンプルを逐次加算することにより行っている。連続波形からトリガ波形を切り出すというIT強震計の実装により、トリガ検知よりも充分前の時刻データからの切り出しが行えるため、イベントデータの先頭1秒をオフセット値として処理している。わずかなオフセット値によっても2回積分すると値が発散するため、充分な時定数を持つように減衰をかけている。それでも、変位の値にはかなり大きなオフセットがのるため、時定数に比べて充分短いカットオフ周波数のローカットフィルタを積分前後にかけている。

変位表示アプレット

積分処理を表示アプレットで行うこともできるが、その場合フィルタ設定の柔軟性が増すなどの利点もある反面、アニメーション表示は10fpsで充分なのに対して、100spsの原データを転送する必要があり、通信上の効率が悪くなる。そのため、ITKサーバ上で積分と同時に変位波形を10spsにリサンプリングしwin波形として保存している。表示アプレットは、この変位win波形をサーバからダウンロードし、配列上に展開、先頭データから100ms間隔で描画を繰り返すことにより、10fpsのアニメーション表示を実現している。



問い合わせは、伊藤(応用地震計測)又は鷹野(東大地震研)まで