

複合センサを用いた遠隔監視装置の開発

機械システム科 専門研究員 田口 喜 祥

機械装置、移動ロボット、農業用ロボットなどの動作異常を離れた場所で把握したいという要望がある。従来、このような要望に対して、TVカメラの映像による異常判別や、センサでの計測値を基にした異常判別が行なわれていた。一方、人間が機械装置の異常を調べる場合は、目視による観察と同時に、作動音や振動などにも気を配り、総合的に判断して異常診断を行っている。そこで本研究では、画像情報と複数のセンサ信号の情報を複合して処理することで異常を検出することを特徴とする遠隔監視装置の開発を行うことを目的とする。平成23年度には、画像情報と距離情報を複合処理し異常を検出する装置を試作したので報告する。

1. 緒 言

NC工作機械、天井クレーン、移動ロボット、農業用ロボットなど常時人間が監視することが難しい機械装置が正常に動作しているかを把握したいという要望がある。このような要望を実現する手段としてTVカメラによる映像を用いる手法や、特定のセンサを用いて現象を観察する方法が取られている。画像から異常を検出する手法としては、大津により提案された高次自己相関(Higher order local autocorrelation: HLAC)特徴^[1]やこれを動画像に対応できるように拡張した立体高次局所自己相関特徴(Cubic higher order local autocorrelation: CHLAC)特徴^[2]と部分空間法を組み合わせた異常行動検出法が多く使用され、成果を上げている。一方、人間が機械装置の異常を調べる場合、目視による映像情報の監視と同時に、機械の作動音や振動などを観察し、総合的に判断することで正常に動いているか異常状態にあるかを評価している。

そこで、本研究では画像情報と同時に複数のセンサ信号からの情報を取得し、コンピュータにより複合して処理を行うことで異常を検出し、無線LANや携帯電話による通信を用いて遠隔地に異常通知を行う遠隔監視装置の開発を行うことを目的とする。

平成23年度は、各種センサを複合して処理する装置を開発するため、複合処理プログラムの開発を行った。平成22年11月にマイクロソフト社から発売されたKinectセンサ^[3]は、もともとはゲーム機用のモーションセンサであるが、リアルタイムで画像情報と距離画像情報を取得可能であるうえ、安価に入手できるため、認識用センサやロボット用センサとして使用するための研究が数多くなされている^{[4]-[6]}。そこで、本研究では、開発した複合処理プログラムを、画像情報と距離画像情報を同時に取得できるKinectセンサに適用した遠隔監視装置を試作したので報告する。

2. システム構成

試作したKinectセンサを用いた遠隔監視装置のシステム構成を図1に示す。遠隔監視装置はKinectセンサとパソコン(Windows7 Ultimate 32bit, Intel Core i7 930)で構成されている。Kinectセンサで取得した画像データ(解像度:640×480)および距離画像データ(解像度:640×480)は、USB2.0でパソコンに送られる。パソコンでは画像データおよび距離画像データを複合処理し、異常と判断したらその時点での画像を記録し、あらかじめ設定しておいた携帯電話やスマートフォンなどへ通知を行う。なお、遠隔監視装置のプログラム開発はマイクロソフト社のVisual C# 2010で行い、Kinectセンサの制御はOpenNIライブラリを使用した。

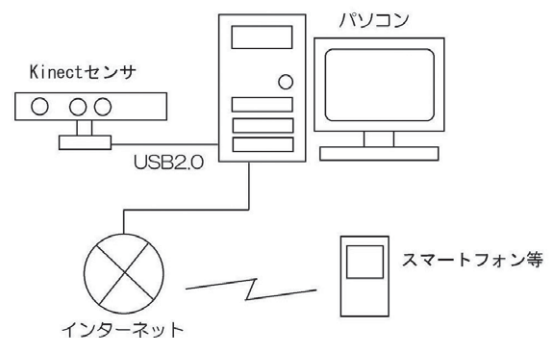


図1 システム構成

3. 監視アルゴリズム

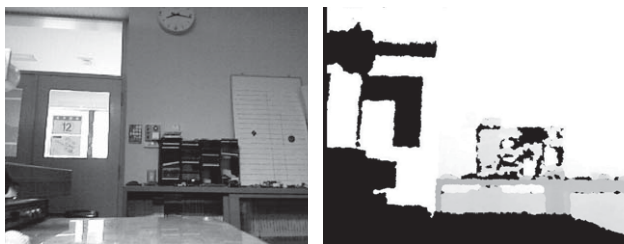
画像データを用いて異常を検出する場合、背景画像の影響や明るさの変化による影響を受ける可能性が高い。距離画像データを用いれば、これらの影響を受けずに対象物を抽出することが可能になると考えられる。しかし、距離画像データのみでは監視対象の形状情報の取得は可能であるが、表面のテクスチャ情報を取得することができない。そこで、本研究では画像データと距離画像データの双方から特徴を抽出し、異常を

監視する複合処理プログラムを作成することとした。

開発当初、画像データ、距離画像データ双方からCHLACを用いてそれぞれ251次元の特徴ベクトルを抽出し、合計502次元の特徴ベクトルから異常の監視を行えないか試みた。しかし、502次元の特徴ベクトル処理の計算量が膨大になり、リアルタイムでの監視を実現するには至らなかった。そこで、動作に関連する情報は距離画像のみからでも取得可能であると考え、距離画像データからCHLACを用いて251次元の特徴ベクトルを抽出し、画像は静止画として処理しHLACを用いて25次元の特徴ベクトルを抽出して解析を行った。まず、Kinectセンサから取得した画像データ、距離画像データを縮小処理した後、それぞれ差分を取り、2値化し、その後、CHLAC特徴とHLAC特徴に基づく276 (251+25)次元の特徴ベクトルを求める。取得した特徴ベクトルを用いて通常動作の部分空間を求めるために主成分分析を行い、直交補空間への射影成分の距離を算出し異常であるかどうかの指標に用いた^[2]。

4. 実験

開発した装置の有効性を確認するために入室管理を対象とした実験を実施した。部屋のドア部分の画像データおよび距離画像データをKinectセンサを用いた監視装置で取得し、入退出の監視を行わせた。ほとんど人の入退出がない状態で装置を動かすことで入退出がない状態を正常値として記憶させた。監視中の画像および距離画像データの例を図2に示す。



(a)画像データ (b)距離画像データ

図2 監視データの例

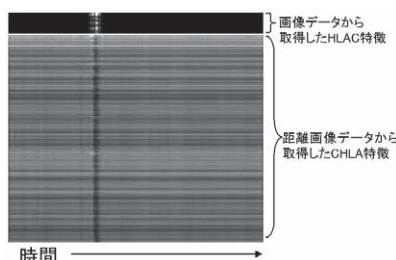


図3 特徴ベクトルのヒストグラム

また、監視中に取得した特徴ベクトルのヒストグラムを図3に示す。なお、この図では縦軸に特徴ベクトル、横軸に時間、濃度で頻度を表している。距離画像データから取得したCHLACヒストグラムの変動が大きいのは対象物の境界で発生するノイズ成分の影響であると考えられる。これらの特徴ベクトルをもとに異常の検出を行った結果を図4に示す。

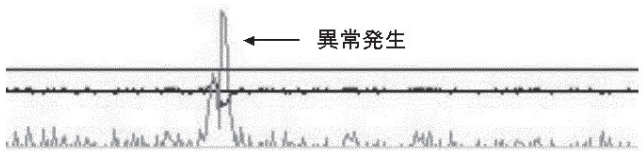


図4 異常検出結果

明るさの変化が激しいと考えられる日没1時間前から日没後の間で連続3時間の監視を行わせた結果、入退出の回数を間違いなく監視可能であった。

5. 結言

機械装置やロボットを監視するために、Kinectセンサを用いた監視装置を試作した。試作した監視装置では、異常を判別するために距離画像データからCHLAC特徴、画像データからHLAC特徴を抽出して異常の検出を行った。距離画像データも併せて評価することで明るさの変化がある場合も、開発した装置が有効に働くことを確認できた。今後、開発した装置を用いて、実際に機械装置などの監視を行わせる予定である。

参考文献

- [1] 大津, "パターン認識における特徴抽出に関する数理的研究", 電子技術総合研究所研究報告, pp.31-45, 1998.
- [2] 南里, 大津, "複数人動画からの異常動作検出", 情報処論, 46(SIG_15(CVIM_12)), pp.43-50, 2005.
- [3] 川西, "Kinect for Windows SDK beta 概要", http://download.microsoft.com/download/0/7/5/07571244-F612-4936-8D0F-E6EE2839C7AE/20110711TF_UX_hiroyuk.PDF, Accessed 2011.
- [4] 栗原, 岡部, 尾内, "Kinectセンサを用いた物探し支援システムの試作", Proceedings of WISS2011, 2011.
- [5] L. Xia, C.-C. Chen, and J. K. Aggarwal, "Human Detection Using Depth Information by Kinect", Proceedings of HAU3D, pp.15-22, 2011.
- [6] 鄭, 石橋, 倉爪, 岩下, 長谷川, "4台のKinectを搭載した全方向計測ロボットによる環境計測", Proceedings of RSJ2011, 103-4, 2011