

12. 画像認識を利用した自動監視システムの開発

大成建設㈱：松本 三千緒

1.はじめに

画像技術の応用は様々な分野・領域で急速に進んでいる。例えば、警備会社でのセキュリティーシステム、医療関係の様々なシステム、ロボットの目としての特徴抽出や認識、犯罪捜査におけるモニタージュシステム、インタークエンジにおけるナンバープレート自動読取り、斜面崩壊の自動監視、道路・鉄道トンネルでの路線自動監視など実用化から開発段階のものまで色々な分野に応用が広がっている。

また、近年においてはコンピュータ処理の高速度化・記憶メディアの大容量化・低コスト化などに伴い、以前では実現が難しいとされていた内容を低成本で短期間に実現できる可能性がでてきた。さらに、ネットワークなどデータ伝送におけるインフラ整備にも大きな進歩が見られ、光通信・I S D N・A D S Lをはじめ、大容量・高速通信に対応した携帯電話、病院などローカルな用途に向けた無線L A NやB I u e t o o t hなど、情報のユビキタス的な利用を目指し、開発・実用化が進んでいる。

このような背景の中で、動画像を利用し、指定した領域の変状を捉え、安全確認や異常警報を行うシステムの開発を行った。本システムは時間差分方式を中心に、監視で必要とされる対象物や異常の感度調整ソフト、あるいは異常警報表示ソフトなどで構成されており、多用途に対応できる柔軟なシステムの開発を目指した。

2.システム概要

時間差分法による画像からの情報抽出、各種フィルター、検出エリアの設定操作など画像による自動監視に必要となる各ソフトウェアおよびシステム概要について述べる。(図-1 参照)

2-1.各ソフトウェアの内容

① マンマシンインターフェイスソフト

各処理ソフトを操作するためのメイン画面になる部分で、

- ・ 画像入力設定（サンプリング時間、サイズ、形式など）
- ・ フィルターの選択・指定
- ・ 抽出を行うためのパラメータ設定
- ・ 実行状態の表示、抽出結果の表示

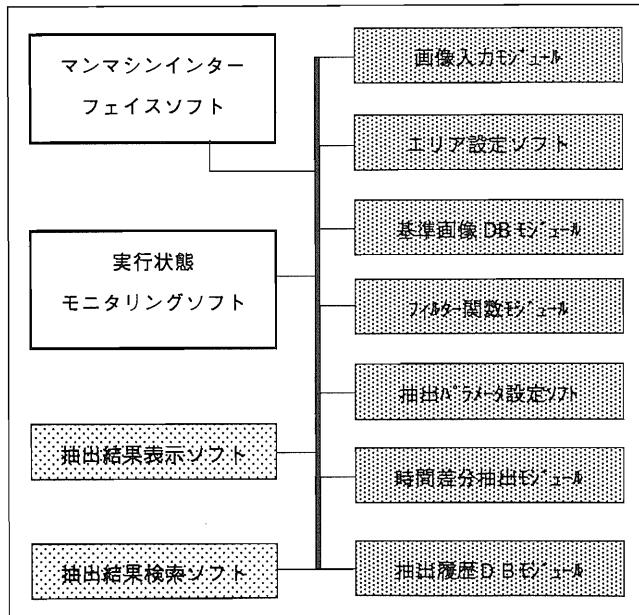


図-1 監視ソフトの構成

・画像D Bの操作

などを行うためのソフトウェア。

(図-2 参照)

② 実行状態モニタリングソフト

画像入力、抽出、D B保存など現在の実行状況をモニタリングするソフトであり、①のソフトによりON/OFFされる。図-1での画像部分にあたる。

③ 抽出結果表示ソフト

抽出履歴D Bから、抽出結果を選択的に表示するソフトであり、④と関連して動作する。

④ 抽出結果検索ソフト

複数のカメラ画像の抽出結果が記憶

されたD Bから、目的のカメラ画像・時間に相当する結果を検索するソフト。③から制御出来ると同時に、監視対象に応じたアプリケーションソフトからも制御できる構造となっている。

⑤ 画像入力モジュール

標準的には、使用するコンピュータに組込のキャプチャーボードから画像取込を行うソフトであるが、M P E Gファイル、モーションJ P E Gファイルあるいはネットワークを介した遠隔からの画像収集にも対応できるよう設計した。

⑥ エリア設定ソフト

対象画像の中の監視・検出エリアを指定するためのソフト。マウス操作でエリアを指定できるようになっている。一つの画面に設定できるエリアの数には制限はなく、すべてエリア番号付きで整理される。①のマンマシンインターフェイスソフトにて操作される。

⑦ 基準画像D Bモジュール

画像を比較する上で基準となる画像（侵入物や移動物体がない正常（安全）な画像）を整理・記憶する部分であり、D B内にはカメラ（画像）番号別に整理され、基準画像毎に設定されている監視・検出エリア情報、フィルター情報も関連して記憶するモジュールである。

⑧ フィルター処理モジュール

前述のフィルター処理（関数）を集合したものであり、ノイズ除去など抽出処理時に呼び出され実行される。

⑨ 抽出パラメータ設定ソフト

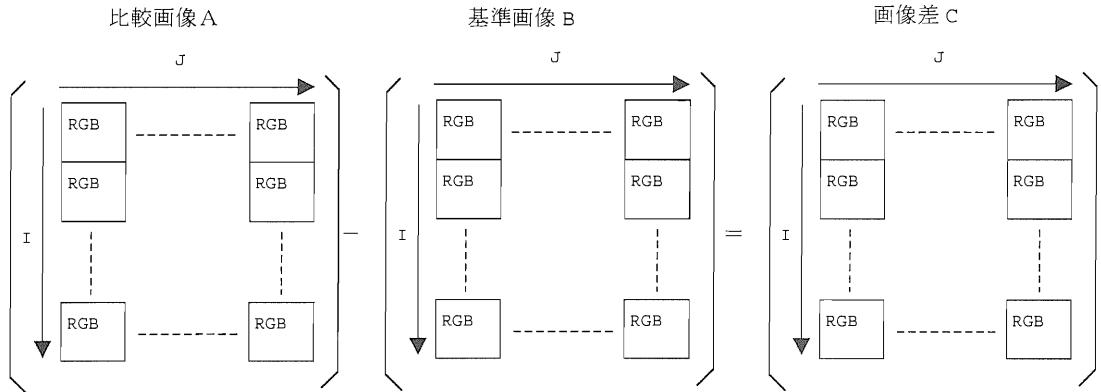
各画像に対する、時間差分処理で必要となる設定値（輝度差しきい値、R G Bしきい値、検出最小サイズ等）、使用フィルター情報を設定するソフト。①のマンマシンインターフェイスソフトにて操作される。

⑩ 時間差分抽出モジュール

比較画像と基準画像の差をとり、変化の有無および変化内容を抽出するソフトである。ここで基本概念を図-3に示す。また、ノイズの影響を回避する場合などを考慮し、しきい値の下限(min)と上限(max)を設定し、判



図-2 マンマシンインターフェイス画面



上記画像の各画素のR G B成分に対して、

$(n=1 \text{to} i, m=1 \text{to} j : [A_{nm}] - [B_{nm}] = [C_{nm}]) = 0$ ならば 変化無し

$(n=1 \text{to} i, m=1 \text{to} j : [A_{nm}] - [B_{nm}] = [C_{nm}]) \neq 0$ ならば 変化有り

但し、しきい値 min, max を設けた場合、

$\min < (n=1 \text{to} i, m=1 \text{to} j : [C_{nm}]) < \max$ ならば $C = 0$ と見做し、変化無しとする

図-3 時間差分による変化抽出方法

定にある幅を持たせられるようにしている。

⑪ 抽出履歴 DB モジュール

⑩の時間差分抽出モジュールにより検出された情報は、このDBに蓄積される。また、このDBの参照方法は、前述の④抽出結果検索ソフトを通して行うことで、画像番号や時間情報別に引き出すことができる。但し、DBファイル自体はJPG情報および付属情報で成り立つため、独立して扱うことが可能な構成となっている。

2-2.開発ソフトによる情報抽出の検証

施工現場の監視画像を利用し、本システムの核となる、時間差分による情報抽出機能の検証を行った。

2-2-1.侵入車両検出および方向・速度演算（図-4 参照）

この例では、時間差分により変化領域（ダンプ画像）のみを抽出し、2つの時間差を持った画像を比較したものである。そして、比較画像1、2からダンプの走行方向が、またダンプのサイズ（あらかじめ設定）および比較画像1、2の時間差より、走行速度を算出したものである。なお、外乱（目的外の情報）除去のためダンプ走行エリアのみを監視・検出エリアとして設定している。

2-2-2.車両検出および荷降ろし確認の例（図-5 参照）

この例では、2-2-1と同様の手順で目的物の抽出処理をし、その画像の変化の追尾を行なったものである。方法としては、①荷降ろし場所でのダンプ停止の確認→②抽出画像の形状変化の追尾（ダンプ抽出画像の重心位置の変化を見る）→④重心位置の移動（相対的）が規定量に達した状態の確認→⑤荷降ろしの完了というフローで

認識処理を行なっている。この場合、荷降ろし場所や荷降ろし位置が一定とは限らないため、あらかじめ記憶されたパターンと比較する方法は採用できない。従って、侵入物体の抽出（検出）→追尾→停止の確認→形状変化（特に上下方向）の追尾という手順により、リアルタイムで連続的なターゲット追尾が必要とされる。また、画

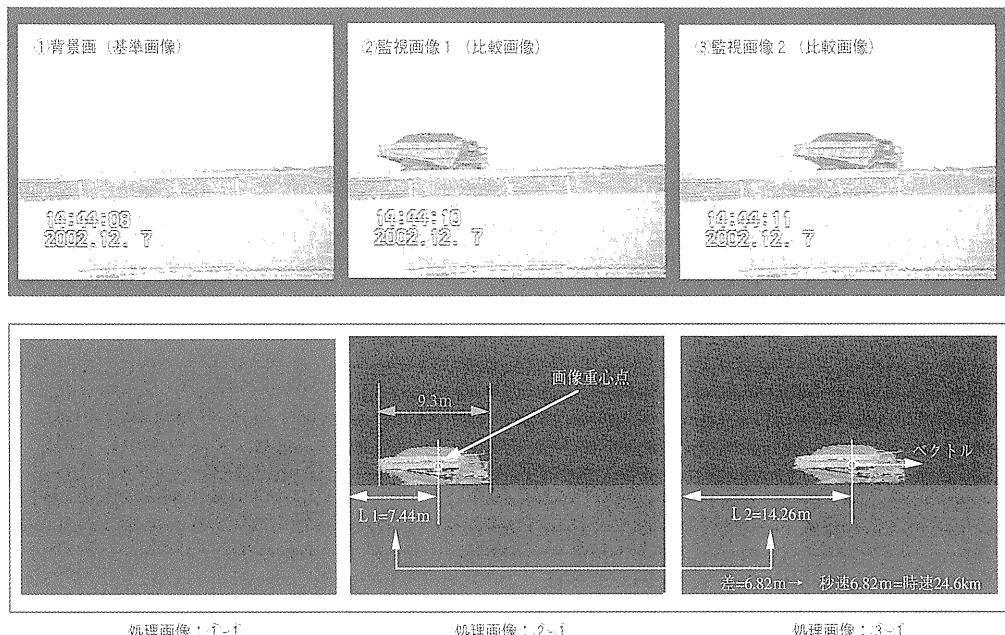


図-4 侵入車両検出および方向・速度演算

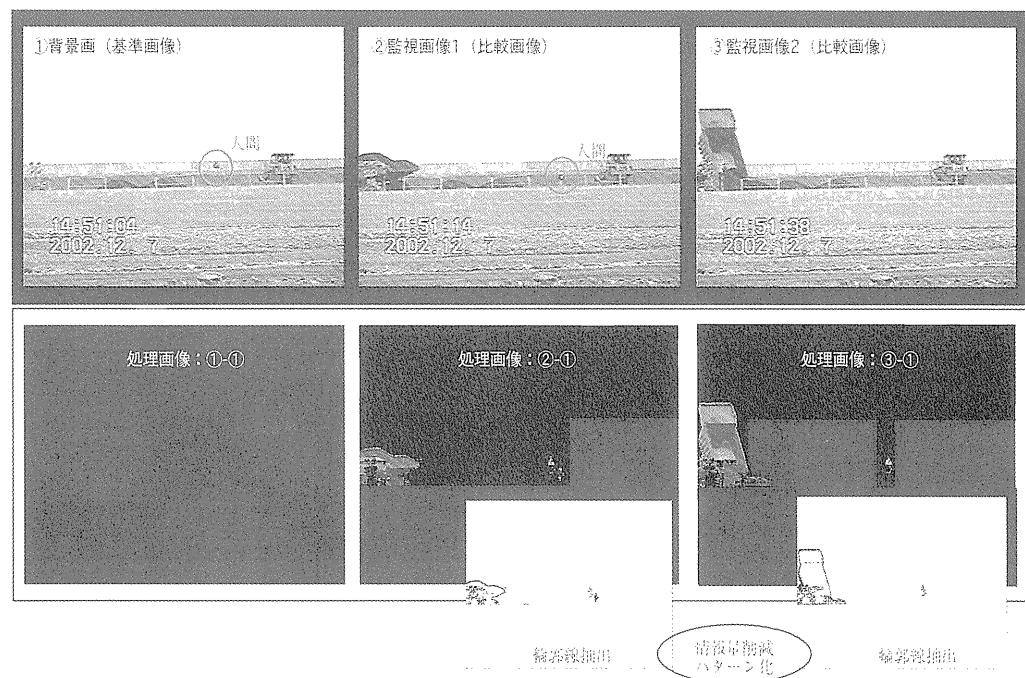


図-5 車両検出および荷降ろし確認

像上には人間の移動も抽出されているが、画像解析のエリアを区分することで、画像処理上の混乱を避けている。

図-5 には輪郭線抽出画像も加えられているが、これは荷降ろし記録として保存する際の見やすさ、情報量削減を考慮したものである。但し、上記は荷降ろし場所が特定できる場合の方法であり、荷降ろし場所が特定できないケースでは、適用が難しいものと思われる。

3. その他の適用例

本システムをトンネル坑内の落下物や側壁部の剥落検知などに適用した例を示す。このシステムを導入したトンネルでは、既に坑内に赤外線カメラが配置され、人間による監視が行なわれていた。また、監視画像は光通信で配信され、事務所のサーバーに JPEG 形式で蓄積される方式であったため、キャプチャーボードによる取込

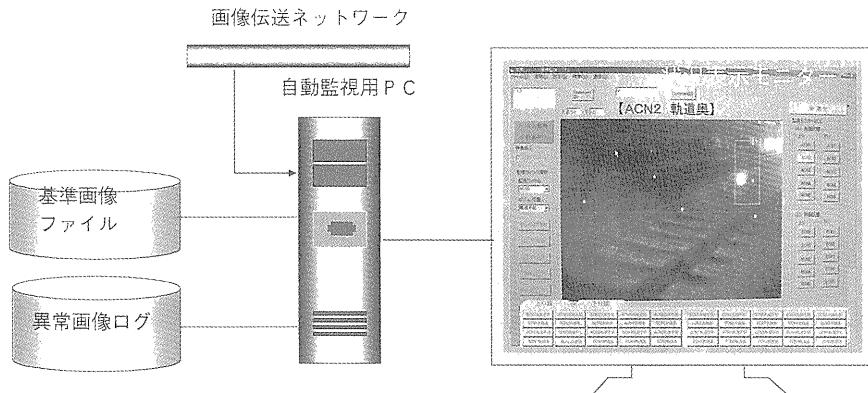


図-6 坑内自動監視システム構成図

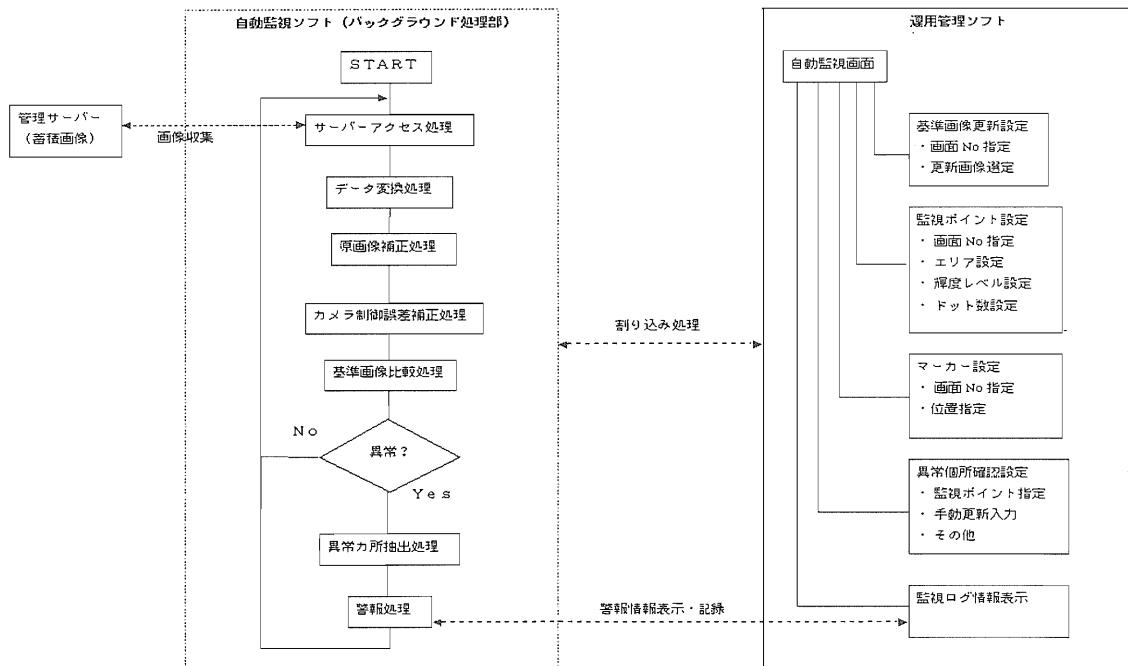


図-7 坑内自動監視システム ソフトウェア構成図

を行なわず、ネットワーク経由で最新画像をサーバーに取りにいく方式とした。従って、本システムは、①サーバーアクセスによる最新画像入手→②JPEG・PICT 変換→③ノイズ処理→④正常画像（基準画像）との比較→⑤警報判断の手順で動作しており、24時間の連続監視を行なっている。

システム構成を図-6に、ソフトウェア構成を図-7に示す。ここでは、トンネル内を列車が走行した場合にカメラが振動し、画像にズレが生じるため、画像内の特定の点を不動点（マーカー）として登録し、基準画像との比較時に位置合わせを行なう方式をとった。また、列車通過時には坑内が列車で隠されて正常な判断が出来なくなるため、マーカーの位置合わせ量がある設定値を越えた場合、列車接近（または通過）による振動と見做し、さらに列車の前方照明（ヘッドライト）による画面の特定領域の平均輝度上昇を検知することで列車接近の判断情報としている。

ここでの留意点としては列車運転手への配慮から、赤外線照明とそれに対応したカメラを使用した結果、色識別の手法が利用できず、画像の濃淡のみによる判断方式となった点である。また、屋外と違い、全体に暗い環境での監視画像となっているため、カメラのCCDの熱雑音の影響が懸念され、これによるノイズを如何に除去するかが課題となった。図-8にノイズを含んだ画像の例（小さな黒点がノイズによる影響）を、また図-9には基準画像から比較画像を引く時の輝度差（しきい値）とノイズの影響度を示したグラフを示す。このケースでは、基準画像と比較画像との差を取るときに、ノイズの影響を除去しつつ感度に支障がない輝度差（しきい値）として±5以下の変化は無視する（変化と判断しない）事とした。この設定値は、現地に様々なサンプルを設置し、実用上で支障が無いかどうかの確認試験を繰り返した結果から決定したものである。なお、このシステムは、24時間体制で現在も稼働中である。



図-8 ノイズを含んだ画像の例

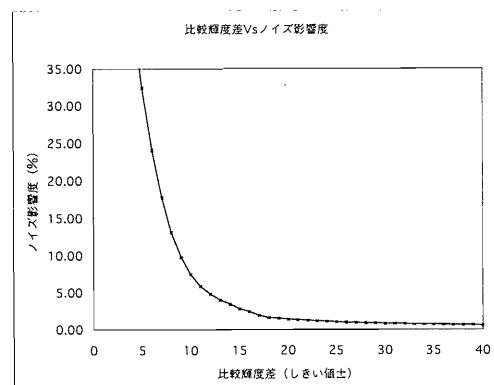


図-9 輝度差（しきい値）とノイズ影響度

4.今後の課題

以上、画像認識を利用した自動監視システムについて報告を行った。フィールドでの自動監視（情報抽出）を目的に開発を進めてきたが、フィールド特有の天候の影響や目的外の物体（鳥獣、陰、風による草木の揺れなど）の影響除去など、解決すべき課題は多く残されているのが現状である。また、現場への導入に際しては、現場の特性（環境）・運用目的・要求レベルなどに対して様々な工夫と対応が必要とされる。今後は、自動監視を行なう上での技術的課題や現場への対応を考慮し、認識ソフト・アプリケーションソフトの充実を図りながら現場への展開を図っていく予定である。