

ネットワークカメラ向け霧補正処理の開発

Development of Fog Image Correction Process for Network Cameras

田中 哲夫*
Tetsuo Tanaka

池田 淳*
Jun Ikeda

従来、ネットワークカメラから出力された映像に対して専用のアプリケーションを利用して霧補正処理を行う方法があった。しかし映像を見る地点の数だけ専用のアプリケーションが必要になるだけでなく、リアルタイムなライブ映像と録画映像が異なるという課題があった。そこで、カメラ内部の制御で霧補正処理を実現するために高速かつ高精度な処理を開発した。

There is a method of correcting foggy images that uses a dedicated application on the image outputted from a network camera. However, it requires many dedicated applications because there are many places where these videos are watched, and also there is the problem that the live image is different from the recorded image. Therefore, we developed a fast and highly accurate process to correct foggy images by controlling the parts inside a camera.

1. ネットワークカメラと霧補正処理

ネットワークカメラ（以下、カメラ）は、インターネット回線などを利用し複数の地点から同時に見ることができ、どこに居ても監視作業ができることから、屋外監視などのセキュリティ分野に広く使われている。本分野では天候のいかんにかかわらず被写体を確実に認識できることが重要であるが、特に霧が発生したシーンでは画面全体が白っぽくなりコントラスト低下が著しく被写体認識が最も困難になるという課題があった。

これを解決するため、カメラから出力された映像に対して霧補正処理を行う専用のアプリケーションなどが存在する。しかしカメラに対して霧補正処理された映像を見ようとすると、映像を見る地点ごとに、ビューワやレコーダーなどそれぞれ異なる装置に適合した霧補正処理を行う専用のアプリケーションを用意する必要がある。また第1図のカメラ内部に挿入されたSDカードへの録画時やレコーダー装置での録画時には霧補正処理が行われず、第2図のようにPCモニタ上でリアルタイムに監視した映像と録画した映像が異なるという課題があった。

第1図の（※1）では専用アプリケーションにより霧補正され、第1図の（※2）では霧補正されない映像が表示される。第2図は、霧発生時における専用アプリケーションによる映像と録画された映像の違いである。

そこで、専用のアプリケーションなどがなくても霧補正処理された映像を見ることができ、霧補正処理が録画機器にも反映される、カメラ内部での霧補正処理を開発



第1図 ネットワーク構成図

Fig. 1 Network block diagram



第2図 ライブ映像と録画映像の違い

Fig. 2 Difference between a live image and a recorded image

した。

カメラ内部では、露光制御やホワイトバランス制御、オートフォーカス制御などの一般的なカメラ制御のほか、映像をMPEG-4やH.264などの画像フォーマットに圧縮する処理や圧縮した画像をネットワークに配信する処理など、さまざまな制御が行われている。またカメラの動画性能としてフルHD（1920画素×1080画素）サイズの画像をフレームレート30 fps（frames per second）以上で動作させることなどが要求されているものもある。

* パナソニック システムネットワークス（株）
セキュリティシステム事業部
Security Systems Business Div.,
Panasonic System Networks Co., Ltd

このようなカメラ内部の制御に対して霧補正処理を追加するためには、処理の高速化が必須になる。そこで処理の高速化を実現しながら、専用のアプリケーションのような霧補正効果を実現する処理を検討した。

2. 自動コントラスト調整による霧補正処理

霧補正処理とは、霧が発生した場合に、小さな粒状の水滴によりすべての波長の光が散乱することにより、画像の輝度ヒストグラムが中間階調に集中してしまい、暗い部分が白浮きし、画面全体のコントラストが大きく低下したものを調整する処理である。従来の専用のアプリケーションにおいてはコントラストを調整するために、ヒストグラムイコライゼーション法を用い、入力画像の輝度情報に基づいて出力データの頻度を均等化する変換テーブルを作成し、作成したテーブルに基づいてRGB (Red-Green-Blue) 各色に対して処理が行われるのが一般的であった。

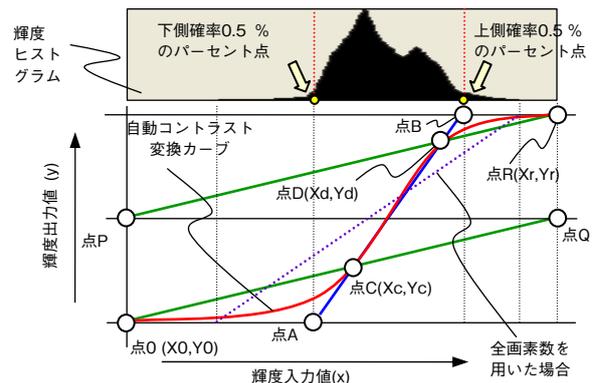
しかし、ヒストグラムイコライゼーション法による階調変換では、出現頻度が大きい平坦な部分のコントラスト拡大に処理が集中してしまい見たい部分のコントラスト改善効果が不足したり、輝度の最大値や最小値付近の頻度が低いと白や黒のつぶれが生じたりする課題があった。また現行のカメラ内部でのリアルタイム処理を実現するには、処理を簡素化して高速化を図る必要もあった。そこでこれら課題について以下の対策を行った。

2.1 補正効果不足の対策

まず、ヒストグラムイコライゼーション法により平坦な部分などに処理が集中することによる補正効果不足に対応するため、画像中の中間階調の頻度99%を主要被写体とし、下側0.5%および上側0.5%を除いた範囲のコントラストを均等に拡大する補正処理とした。

また、最大値や最小値付近のつぶれを防ぐため第3図のような3次曲線によるコントラスト変換カーブを用いた。

同カーブは第3図において、点A（下側確率0.5%となるパーセント点、 Y_0 ）と点B（上側確率0.5%となるパーセント点、出力最大値）を結んだ直線に対して、点O (X_0, Y_0) = (0,0) と点Q（入力最大値、18%グレー標準反射板撮影時の出力値）を結んだ直線との交点C、および点P (X_0 , 前記標準反射板撮影時の出力値) と点R（入力最大値、出力最大値）を結んだ直線との交点Dを求め、点O、点C、点D、点Rを通る3次曲線により求めた。



第3図 輝度ヒストグラムと補正パラメータの関係

Fig. 3 Relation between a histogram and parameters

2.2 補正処理の高速化対策

このように、最大値と最小値に基づきコントラストを均等に拡大する処理としたことで、ヒストグラムイコライゼーション法と比較して簡素な処理となり高速化が実現できた。

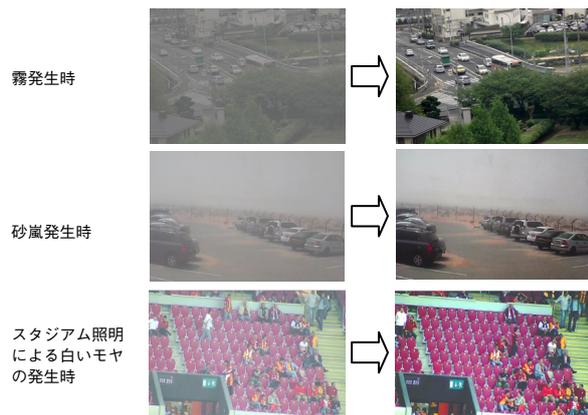
また、さらなる高速化のため、画素単位ではなく、ブロック単位で輝度ヒストグラムを求めることで処理のさらなる簡素化を図った。このとき、下側確率0.5%および上側確率0.5%の検出を確保するため、1画面を約200のブロックに分割した。これにより、フルHD (1920画素×1080画素) サイズの画像の場合、1ブロックの画素数は約10,000画素となり頻度の計算量は約1/10,000に削減された。

さらに、霧補正処理の実際の映像信号変換についても、制御パラメータの導出と変換テーブルの書き込みおよびテーブル変換による映像信号変換を、既にカメラ内部で実施していた露光制御に連動した動的ガンマ制御と共用のプロセスで行うことで、処理負荷の増加を回避している。

以上により、補正効果の不足や高輝度低輝度付近でのつぶれない、カメラ内部でのリアルタイム処理可能な霧補正処理を実現することができた。

3. 技術の応用例

本手法による補正は、霧発生時のみならず、小雨や黄砂、砂嵐発生時、さらに野球場やサッカースタジアムなどで強い照明が空中の水分や塵（ちり）に乱反射し白いモヤがかかったように見える場合でも効果があることを確認した。（第4図）



第4図 霧補正処理結果

Fig. 4 Result of network camera's foggy compensation

4. 動向と展望

同一画面内に近景から遠景までの映像が含まれる場合、霧の濃さが一様でなく、本処理では補正効果が弱い領域が存在することがある。今後、このような霧の濃さが一様でない場合にも対応した補正処理にも取り組んでいく予定である。