



Digital Detail Enhancement (DDE)

Die Leistung eines Wärmebildsystems wird häufig anhand seiner Erfassungsreichweite klassifiziert. Bei Sicherheits- und Überwachungssystemen ist dies natürlich sehr sinnvoll, da der Anwender wissen möchte, wie weit er denn „sehen“ oder ein Objekt wie einen Menschen oder ein Fahrzeug erkennen kann. In der Praxis kann es jedoch äußerst schwierig sein, Ziele zu entdecken, sogar wenn sie noch innerhalb der theoretischen Grenzen des Systems liegen. Ein oft vernachlässigter Faktor ist das Problem, das durch Szenen mit hohem Dynamikbereich entsteht. Sogar wenn das System das Ziel auflösen kann, wird es dem Anwender möglicherweise nicht angezeigt, außer wenn er exakt weiß, in welchem Teil des Signalbereichs das Ziel sich versteckt. Dadurch steigt die für eine Erkennung notwendige Zeit deutlich an oder noch schlimmer: bestimmte Ereignisse bleiben unerkannt.

Was ist DDE?

FLIR Systems hat einen leistungsstarken Algorithmus entwickelt, mit dem der Anwender das Problem der Erkennung von Zielen mit niedrigem Kontrast in Szenen mit hohem Dynamikbereich überwinden kann. Dieser Algorithmus trägt die Bezeichnung Digital Detail Enhancement (DDE). DDE ist ein hochentwickelter nichtlinearer Bildverarbeitungsalgorithmus, der Details in Bildern mit hohem Dynamikbereich bewahrt. Dieses detaillierte Bild wird verbessert, so dass es zu dem gesamten Dynamikbereich des Originalbildes passt, und dadurch werden Details sogar in Szenen mit extremer Temperaturdynamik für den Bediener sichtbar.

Warum stellt ein hoher Dynamikbereich ein Problem dar?

Die Antwort liegt in den Grenzen des menschlichen Sehvermögens und typischer Videoschnittstellen begründet. Ein menschlicher Beobachter kann nur etwa 128 Graustufen (7 Bit) in einem Bild unterscheiden. Die Herausforderung für jede Infrarotkamera besteht in der Abbildung der in einem 14-Bit-Signal (über 15000 Graustufen) versteckten Informationen auf ein 7-Bit-Signal, dessen Graustufen ein Beobachter unterscheiden kann. Außerdem erfordern viele analoge und digitale Videoschnittstellen 8-Bit-Werte, und dies begrenzt effektiv den Dynamikbereich auf 256 Graustufen, selbst wenn der Endanwender kein Mensch ist (z. B. Target tracker).

Ist DDE nicht dasselbe wie Histogramm-Ausgleich?

Nein. Der Histogramm-Ausgleich (HE) und die vielen Varianten dieses Verfahrens arbeiten nach dem Paradigma „Mehr Dynamikbereich (Kontrast) für den vorherrschenden Temperaturbereich und weniger Dynamikbereich für Bildanteile im nicht vorherrschenden Temperaturbereich.“ DDE jedoch verbessert einfach alle Details gleichmäßig, unabhängig vom Temperaturbereich, in dem sie sich befinden. Dies bedeutet, dass ein kleiner heißer Gegenstand vor einem kalten Hintergrund ebenso klare Details hat wie der Hintergrund, den den vorherrschenden Temperaturbereich darstellt.

Theoretisches Beispiel: Vergleich von linearem AGC, HE und DDE mit Hilfe eines theoretischen Bildes mit fünf Zielen ($\Delta T \approx 200 \text{ mK}$): In diesen drei Bildern sind fünf Gruppen mit Zielen in Form von Streifen versteckt. Jedes Ziel hat eine etwa 200 mK höhere Temperatur als der Hintergrund.

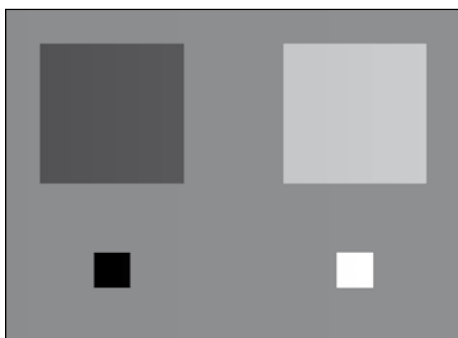


Bild 1: standardmäßiges AGC – Ziele bleiben verborgen

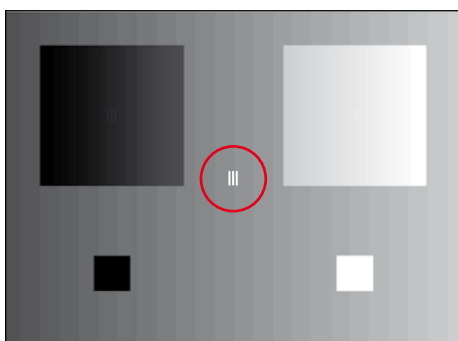


Bild 2: HE – nur ein Ziel wird sichtbar

Ein standardmäßiger AGC-Algorithmus würde das Bild nicht verbessern (Bild 1). Die in Bild 2 gezeigte Abbildung wurde mit Hilfe des Histogramm-Ausgleichs verbessert. Wie oben beschrieben ist nur das Ziel in der Bildmitte erkennbar, da es sich im vorherrschenden Dynamikbereich dieser Szene befindet.

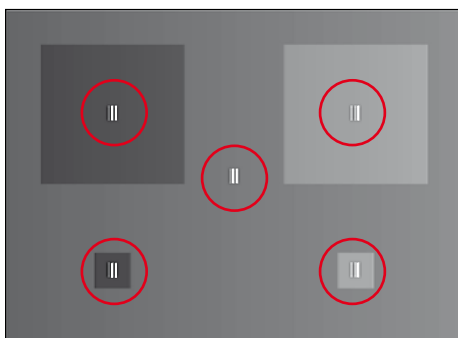


Bild 3: DDE – alle Ziele werden sichtbar

Bei Verwendung des DDE-Algorithmus von FLIR Systems (Bild 3) können alle fünf Ziele gleichzeitig beobachtet werden. Alle fünf Ziele haben zudem denselben Kontrast, unabhängig davon, wie viele Pixel in diesem Teil des Dynamikbereichs vorhanden sind. Dadurch ist DDE effektiv und berechenbar, unabhängig davon, wie sich die Szene verändert.

Herkömmliche AGC-Algorithmen entfernen extreme Werte und bilden den Dynamikbereich linear auf einen 8-Bit-Bereich ab. Dies stellt bei Videosignalen mit hohem Dynamikbereich nur eine geringe Verbesserung dar. Der Histogramm-Ausgleich verstärkt den Kontrast im vorherrschenden Temperatur-/Strahlungsbereich. Was aber, wenn sich das Ziel nicht in diesem vorherrschenden Bereich befindet? DDE weist den Details einen vorab festgelegten Anteil des verfügbaren Kontrasts zu. Die Wahrscheinlichkeit der Erkennung von Objekten mit niedrigem Kontrast ist über das gesamte Bild konstant.

Ein Beispiel aus der Praxis: Wie können wir Ziele mit niedrigem Kontrast in einem Bild mit hohem Dynamikbereich entdecken?

Die Videosequenz der Bilder 4 bis 7 zeigt eine Szene mit ziemlich hohem Kontrast. Die Verstärkung* (Gain) und der Pegel** (Level) wurden in Bild 5 und 6 manuell eingestellt, um spezielle Ziele mit niedrigem Kontrast hervorzuheben.



Bild 4: Szene mit hohem Kontrast bei Anwendung des standardmäßigen AGC-Algorithmus

Bild 4 zeigt das Videosignal, nachdem ein standardmäßiger AGC-Algorithmus angewendet wurde. Dieser Algorithmus beschneidet das Signal, indem extreme Pixelwerte weggelassen werden. Dadurch erhält der mittlere Teil des Histogramms mehr Kontrast. Ein bewegliches Ziel kann problemlos beobachtet werden.





Bild 5: Unteres Ende des Signalbereichs, das die Erkennung eines Hubschraubers ermöglicht

Bild 5 zeigt das untere Ende des Signalbereichs, und wir können jetzt einen Hubschrauber entdecken, der in der oberen linken Bildecke schwebt. Dies könnte das potentielle Ziel sein. Beachten Sie, dass der Hubschrauber auf Bild 4 nicht sichtbar ist.



Bild 6: Schmalen Bereich in der Mitte des Dynamikbereichs, der Ziele in Pixelgröße im Waldgebiet zeigt – Menschen?

Bild 6 zeigt jetzt einen schmalen Bereich in der Mitte des Dynamikbereichs. Wir können jetzt Ziele in Pixelgröße im Waldgebiet jenseits der Wasseroberfläche sehen. Was wäre, wenn diese Leute hier die Ziele darstellen würden?

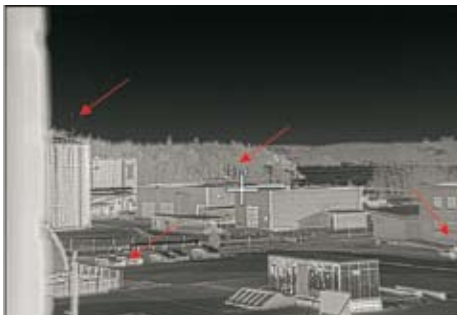


Bild 7: Anwendung von DDE – alle Ziele lassen sich gleichzeitig beobachten

Bild 7 zeigt schließlich die mit dem DDE-Algorithmus von FLIR gefilterte Bildfolge. Jetzt lassen sich alle drei Ziele gleichzeitig beobachten. Wie Sie sehen, sind nur sehr wenige Artefakte im Bild vorhanden.

* Die Pegelinstellung (Level) justiert die mittlere Temperatur des Anzeigebereichs. LEVEL steuert die mittlere Temperatureinstellung einer Szene, die auf einem Display angezeigt wird. Eine niedrige Einstellung des Pegels hat die Darstellung der kalten Temperaturen der Szene in unterschiedlichen Graustufen zur Folge, während alle heißen Temperaturen der Szene mit vollem Skalenwert angezeigt werden (d. h. weiß bei weiß = heiß). Eine hohe Einstellung des Pegels hat die Darstellung der heißen Temperaturen in Graustufen zur Folge, während alle kalten Temperaturen schwarz angezeigt werden (wieder bei weiß = heiß).

** Die Einstellung der Verstärkung (Gain) bestimmt, wie weit ein Temperaturbereich in der Graustufenskala des Videodisplays abgebildet wird. GAIN steuert den Bereich der Temperaturen einer Szene, der von der Kamera angezeigt werden kann, und lässt sich von Low bis High einstellen. Eine niedrige Einstellung dieser Verstärkung hat die Anzeige eines großen Temperaturbereichs (hohen Dynamikbereichs) zur Folge. Sehr geringe Temperaturunterschiede in einer Szene können jedoch nicht unterschieden werden (niedrige Auflösung). Durch eine hohe Einstellung der Verstärkung lassen sich sehr geringe Temperaturunterschiede in einer Szene anzeigen (hohe Auflösung), jedoch nur über einen kleineren Temperaturbereich.

Beispiel 2 aus der Praxis

Die meisten Sicherheits- und Überwachungsanwendungen erfordern eine schnelle Erkennung von Zielen, ohne dass der Bediener dazu manuelle Einstellungen vornehmen muss. Die Minimierung der für die Erkennung eines Ziels erforderlichen Zeit bedeutet die gleichzeitige Anzeige aller möglichen Ziele - auch der Ziele mit niedrigem Kontrast - ohne dass Gain und Level manuell nachgestellt werden müssen.



Bild 8: AGC linear – versuchen Sie, fünf Fadenkreuze mit niedrigem Kontrast im Bild zu finden

Die Videosequenz in Bild 8 wurde mit einem hochauflösenden Detektor mit 640 x 480 Pixeln aufgenommen und zeigt eine Szene mit hohem Kontrast. Die Verstärkung* (Gain) und der Pegel** (Level) wurden in Bild 9 manuell eingestellt, um

spezielle Fadenkreuze mit niedrigem Kontrast hervorzuheben. Die Kamera kann das Ziel auflösen, aber es kann dem Anwender nicht angezeigt werden, außer wenn er exakt weiß, in welchem Teil des Signalbereichs sich das Ziel versteckt. Dadurch verlängert sich die für die Erkennung notwendige Zeit deutlich. Bild 10 zeigt die Darstellung, bei der DDE angewendet wurde.

Anders als viele andere Verfahren zur besseren Darstellung von Details ist DDE bei sich verändernden Bedingungen extrem robust. In der Praxis liefert die Kamera bei Verwendung von DDE fast perfekte Videobilder bei allen denkbaren Bedingungen, und der Anwender kann sich auf das Bild und nicht auf die Einstellungen konzentrieren.



Bild 10: DDE – Ziele mit hohem und niedrigem Kontrast können gleichzeitig beobachtet werden

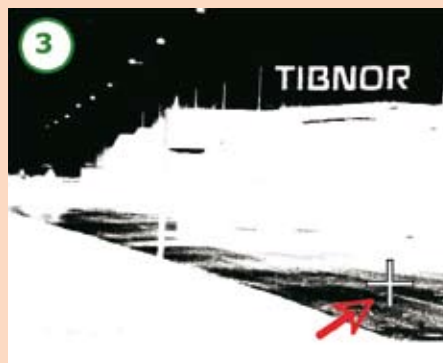
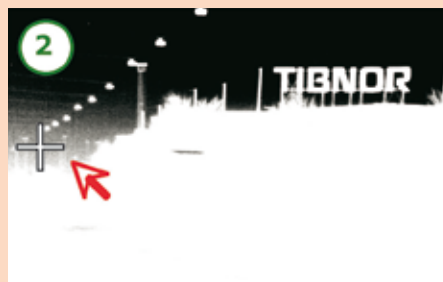
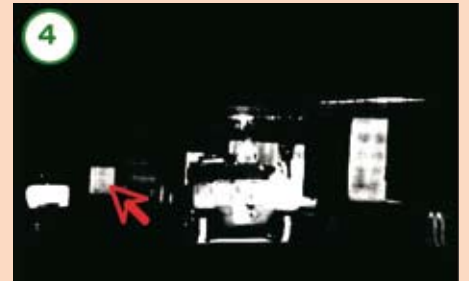


Bild 9: AGC linear – manuelle Einstellung von Gain und Level, um die Fadenkreuze mit niedrigem Kontrast hervorzuheben.



Dank an Nicholas Högasten und Rene Lindner für ihre Mitarbeit bei diesem Artikel.

Weiterführende Informationen erhalten Sie von:

FLIR Commercial Vision Systems B.V.
 Charles Petitweg 21
 4847 NW Teteringen - Breda
 Netherlands
 Phone : +31 (0) 765 79 41 94
 Fax : +31 (0) 765 79 41 99
 e-mail : flir@flir.com
 www.flir.com