



# Technical Overview

## 暗部視認性向上技術 “Smart Insight” とその効果について

### CONTENTS

1. はじめに .....	2
2. 暗部視認性向上技術 .....	3
2-1. これまでの暗部視認性向上技術 .....	3
2-2. POWERGAMMA 技術 .....	3
3. SMART INSIGHT 技術 .....	4
3-1. 現実世界とモニター表示における見えの違い .....	4
3-2. 人間の視覚特性を利用した見えの再現 .....	5
3-3. SMART INSIGHT による暗部補正 .....	6
3-4. SMART INSIGHT の効果 .....	7
4. まとめ .....	8

No.12-001 Revision A

作成：2012年7月

株式会社ナナオ 企画部 商品技術課

## 1. はじめに

当社は従来から「映像ソースに忠実なモニター表示」を目指し、高精度のガンマ補正機能や、調光制御回路、デジタルユニフォミティ補正回路など、独自の高画質化技術に取り組んできました。

これらの高画質化に関する概念は、ホーム・エンターテインメント向けモニターである FORIS にも継承されており、映像ソース本来の色調やなめらかさを忠実にナチュラルに表現するというコンセプト“ナチュラルコンフォート”に基づいて開発されています。

しかし、“ナチュラルコンフォート”は映像製作者側の意図を忠実に再現する上で必要不可欠な概念である一方、多様化するユーザーの視聴環境や好み、そして、映像ソースによっては、ソースそのものを忠実に再現することが必ずしもユーザーの満足にはつながらない場合があります。特に、モニター低階調領域の暗い部分は、視聴環境(周囲の明るさ)やモニターの輝度に応じて見え方が大きく変化するため、本来見えていて欲しい部分が見えにくくなる場合があります。

その改善のため、当社は本資料で説明する Smart Insight 機能を開発し、ユーザーが好みに合わせて暗部の視認性を向上させることを可能としました。本機能は、映像ソースが本来持っている質感を保持したまま暗部の視認性を改善させ、現実世界に近い見えを実現できることが特徴です。また、本機能は、“ナチュラルコンフォート”を内包し、更には、現実世界を忠実に再現するというコンセプト“Make Scene Alive”に基づき、新たな付加価値提供を実現するものです。



Smart Insight 搭載モニターFORIS FS2333

## 2. 暗部視認性向上技術

### 2-1. これまでの暗部視認性向上技術

低階調部分の視認性をモニターで向上させる手段として、これまで最も一般的に利用されてきたのが、モニターのガンマ設定値を変更することでした。この機能の本来の目的は、入力側の映像ソースに応じてガンマ設定値を変更し、光学的な入出力関係をリニアにすることです。ところが、ガンマ設定値の変更で低階調部分の出力値を上げることが可能なため、低階調部分を明るくする目的でユーザーが調整を行う場合があります。

しかし、ガンマ値の補正による暗部視認性向上は、暗部が見やすくなる反面、明部が明るくなりすぎると共に階調が飛んでしまうなどの弊害がありました。

### 2-2. PowerGamma 設定

当社では、ゲーム表示における視認性の改善のため、独自のガンマ補正機能として PowerGamma 設定を搭載した FlexScan EV2334W を 2009 年 12 月に、さらに暗部の視認性改善を目指した Power2 設定を搭載した FORIS FS2331 を 2010 年 11 月にリリースしました。Power2 は暗いシーンの多いゲームに適した階調表現で、明部の階調飛びを抑えつつ、暗部の視認性を高めることが可能となりました。

一方で、ガンマ補正は画像全体に一律な階調変換を行う機能であるため、輪郭やテクスチャなどのディテールが持つ局所的コントラストが低下し、画像本来の質感と異なった印象を与える場合もありました。また、映像シーンによってはガンマ補正が相応しくない場合もあり、これらの PowerGamma 設定の用途はゲームのみに限定されていました。



PowerGamma 設定搭載モニターFORIS FS2331

### 3. Smart Insight 技術

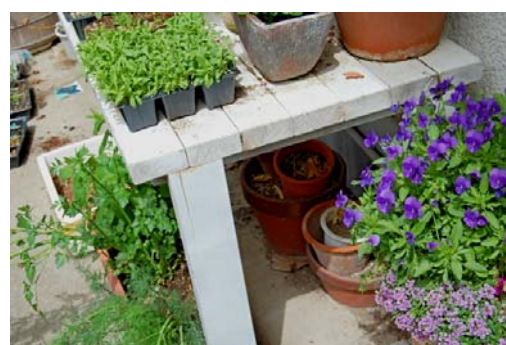
Smart Insight では、画像が持つ局所的なコントラスト情報を画素毎に抽出し、本来の質感を維持したまま明るく補正を行います。加えて、画像全体の明るさや階調の偏りなどをフレーム単位で検出し、シーンに応じたパラメータ調整を動的に行います。本章では、従来のモニターで発生していた現実世界と表示画像の見えの違い、及び、Smart Insight がどのような考え方に基づいて開発された技術なのかについて解説します。

#### 3-1. 現実世界とモニター表示における見えの違い

逆光や影など照度差が激しい被写体の撮影において、撮影時によく見えていたものが、モニター表示時に暗くなり見づらくなる場合があります。このような現象はカメラ側の露光調整によってある程度改善可能ですが、一般に露光調整は画面全体に対して適用されるため、露光時間を長くすることで逆に明部が飽和して見づらくなってしまいます。



カメラで撮影したオリジナル画像  
(机の影が実際撮影したときより暗く見える)



Smart Insight による補正結果  
(実際に撮影時に見えていた映像に近い)

このようなモニター表示時の暗部視認性の低下は、モニターが出力できる明るさが現実世界に比べて非常に低いことが主な要因です。例えば、真夏の日向の照度は約 10 万 lx、日陰は約 1 万 lx あります。それに対し、一般的なモニターの最大輝度は数百 cd/m<sup>2</sup>、最小輝度はほぼゼロに近い値です。光を発する側と照射される側で単位が異なりますが、目に映る明るさが現実世界とモニターでは随分異なるのです。つまり、例え日陰とは言え元々、約 1 万 lx あった(絶対的には明るい)被写体がモニター低階調部分(~数 cd/m<sup>2</sup>)の低輝度に対応付けられてしまいます。

一方、人の目は周囲の明るさに順応することで、実際に知覚する明るさのダイナミックレンジが最適となるようになっていますが、数 cd/m<sup>2</sup> 程度の明るさを認識するには、目が暗い環境に順応していなければ困難です。そのため、写真の低階調部分に相当する暗い領域は実際その場にいた時に比べて見づらくなってしまいます。

### 3-2. 人間の視覚特性を利用した見えの再現

モニターが表示できる輝度が現実世界と比べて低いため、実際の被写体の光学的な量を完全に再現することはできません。しかし、周囲の明るさに順応した人の目の知覚量(知覚的なダイナミックレンジ量)は $10^2$ オーダー程度(100:1~1000:1程度)と言われており、光学的な絶対値は正確でなくとも、知覚的な量であればモニターのダイナミックレンジ(400:1~1000:1階調程度)でもある程度、現実世界に近い見え方の再現が可能です。

下図は、目の錯覚として知られる画像です。この錯覚は錐体(明所視下において色や明るさを識別する視細胞)が視点の中心付近に局所的に集中していることが主な要因となって生じるもので、明るさの恒常性(lightness constancy)として知られています。



左右の四角は実際は同じ明るさ

上記の錯覚画像は、人が感じる明るさや色は絶対的な光学量よりもその周辺からの相対的な変化量に大きく依存している、ということを示唆しています。これを物理学的なモデルで表したのが、Retinex 理論で、Smart Insight もこの理論に基づいて開発されています。Retinex 理論では、目に入る光の強度 $I$ は物体の反射率 $R$ とその物体を照らす照明光 $L$ の積として、次式で表されています。

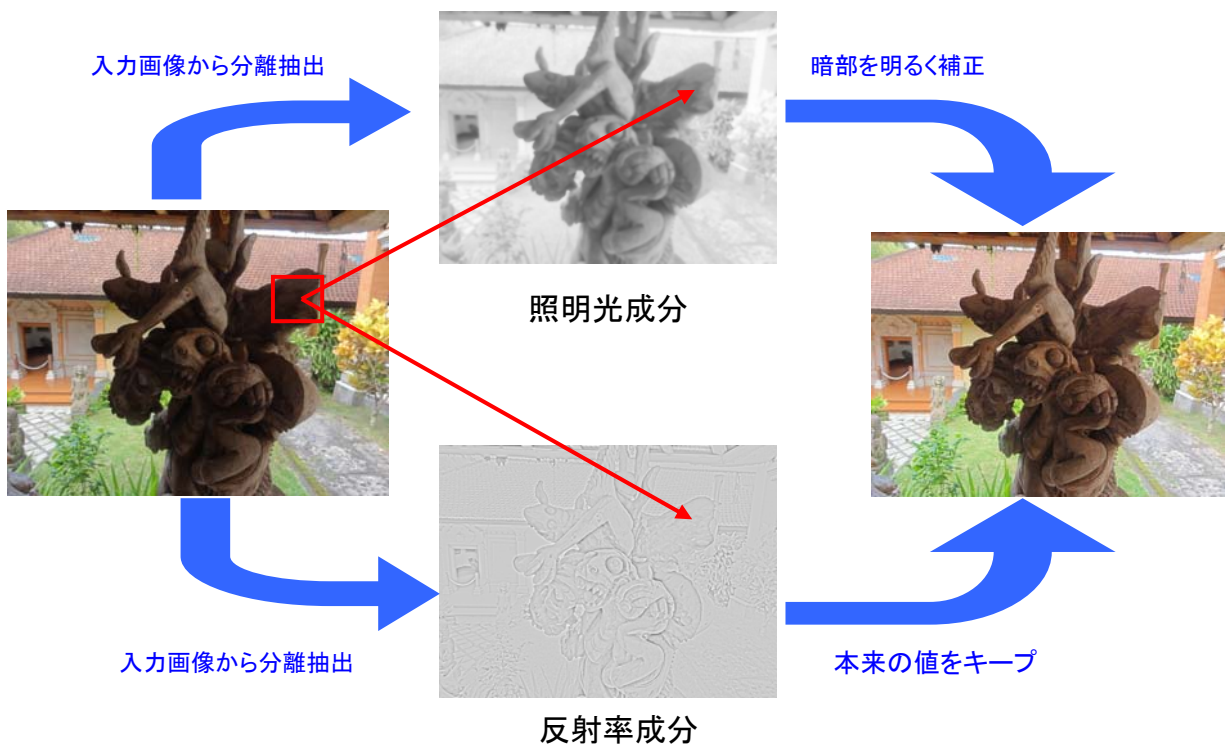
$$I = R \times L$$

画像処理という視点で Retinex 理論を端的に表現すると「注目点(画素)の明るさや色の知覚量はその点の絶対的な光学量よりも、周囲の光学量との相対的な変化量に影響される」になります。ここで、相対的な光学量とは上式の反射率 $R$ であり、画像の輪郭成分やテクスチャ成分などのディテール、すなわち、局所的なコントラスト成分に該当します。

従って、Retinex 理論を用いてモニターの低階調部分の見えを改善するには、入力画像から反射率成分 $R$ を抽出し、その成分が見えるように照明光成分 $L$ を調整すればよいことになります。それにより、現実世界に近い見えの実現が可能になります。

### 3-3. Smart Insight による暗部補正

下図は Smart Insight による画像補正処理の概要を表したものです。まず、入力画像を当社独自の手法により照明光成分と反射率成分に分離します。このとき、反射率成分と照明光成分の値は、ある画素を中心とした局所的な画像領域(赤い四角)を分析して値を抽出します。その後、照明光成分の暗い部分を明るく補正し、反射率成分と再合成します。これにより、本来の反射率成分、すなわち、局所的なコントラストを維持したまま明るく補正された画像が生成されます。



Smart Insight では、このような手法によって従来のモニターでは見づらかった低階調部分を明るく補正し、実際の見えに近い画像に変換しています。加えて、照明光成分の暗い部分の補正も、画像全体の明るさや階調の偏りに応じた当社独自の動的な制御が行われています。具体的には、暗いシーンでは積極的に、明るいシーンでは控えめに補正量を変化するように設計されており、様々な動画に対して常に最適な補正量で映像を観ることが可能となっています。

### 3-4. Smart Insight の効果

下図は、従来手法であるガンマ補正と Smart Insight による補正効果の違いを示したものです。



オリジナル画像



Smart Insight による補正



ガンマ補正( $\gamma=1.6$ )

ガンマ補正でも、暗い部分は確かに見やすくはなります。しかし、全ての階調を一律に変換処理するため局所的なコントラストは低下し、輪郭が鈍った印象を受けます。また、本来画像がもっていた鮮やかさは失われ、画像全体が白っぽくなっています。

それに対し、Smart Insight による補正では、暗くて見づらかったディテールが明るく補正され、かつ、本来の局所コントラストを維持しているため輪郭などのディテールがくっきりと残っています。また、人が感じる色相や彩度を保持したまま明るさのみを補正しているため、色褪せた印象を受けません。むしろ、明るく補正された部分は若干鮮やかに見えます。これは、明るさが増すことにより人が感じる鮮やかさが増すという視覚特性（ハント効果と呼ばれる）に基づくものです。

#### 4. まとめ

今回開発した Smart Insight 技術により、従来のモニターで発生していた低階調部における視認性の低下を視覚的な自然さを保ったまま改善することが可能となりました。本技術は明るい照明環境におけるモニターの見えを改善するだけでなく、コンテンツやユーザーの好みに応じた最適な明るさ調整をバックライトの光量を上げることなく低消費電力で実現することが可能です。

また、本処理は遅延時間も数ライン程度と非常に小さいため、リアルタイム性を要求されるゲーム分野等にも応用できるほか、写真・映画の観賞用途など、様々なシーンで利用可能です。

今後も、当社では映像ソースが持つ本来の情報を引き出すような高画質化を目指すと共に、モニターのあるべき姿を追及し、開発を行っていきます。