

3. 最新のカメラ仕様表示規格EMVA1288

(正会員) 名雲文男[†]

キーワード ■ カメラ, マシンビジョン, 規格, 仕様, 感度, EMVA (European Machine Vision Association)

1 ま え が き

産業用のマシンビジョン(MV)カメラと、撮像素子の性能表示に関する新しい世界規格EMVA1288¹⁾が登場した。欧州のマシンビジョン規格標準化団体EMVA (European Machine Vision Association)が新たに開発した成果である。この新規格は、MVカメラに対する既存のカメラ規格の矛盾を解決し、かつ撮像技術の進歩に対応しているので、撮像素子の性能表示にも効果的である。

本稿では、同規格中の主要部分モジュール1“画質と感度に関する規定”を紹介する。そこでは、赤外線カメラの最低被写体照度が0 [lx]という心理物理量基準の矛盾対策として、光子数単位の感度表示を用いるなど、物理量の絶対値表示を徹底する。さらに、光ショットノイズや空間ノイズなど五つのノイズ分析、全ノイズの評価尺度の統一、そして、SNRダイアグラムなど、各種新機軸を導入して既存規格の不足を補い、撮像素子の技術進歩に対応可能な規格を実現している。

モジュール1は、数学モデルに基づいて論理的かつ、精密に構成されているが、既存規格とは不連続であり、変数定義が煩雑で少々難解である。そこで本稿ではその理解を容易にするために、まず第3項“仕様書を読む”で、新規格の全体像を紹介する。次いで第4項“規格書を読む”で、独自の図表を用いるなどして、技術的背景の解説を試みる。

2 新規格EMVA1288の概要

2.1 対象

当規格は、マシンビジョン(以下MVと記す)用デジタルカメラと撮像素子を対象とする。アナログカメラはフレームグラバを通して取り扱い、撮像素子はカメラの一部として取り扱う。

*1 §マークに続く数字は、規格書原典中の節番号に対応する。

[†]株式会社シーアイエス/日本インダストリアルイメージング協会(JIIA) "Latest News on EMVA Standard 1288 for Characterization and Presentation of Specification Data for Sensor and Camera" by Fumio Nagumo (CIS Corporation, Tokyo/Japan Industrial Imaging Association, Tokyo)

2.2 規格書の構成 (§4*1)

(1) モジュール単位の構成

新しい規格は、複数のモジュール(以下Mod.と記す)単位で構成される。各モジュールが扱う領域は以下の通りである。

【Mod.1】画質と感度

【Mod.2】リニアリティ(07年10月公開)

【Mod.3】カラー(開発中)

(2) モジュールの構成

各モジュールの構成は以下の通り統一されている。

「数学モデル」(規格の理論基盤)

「測定法」「データ処理法」(測定の実行手法の規定)

「仕様値表記法」(測定結果の公表方法の規定)

(3) 各モジュールで記載するデータ (§7.4)

仕様表に記載すべきデータの規定は以下の通りである。

「仕様値」(計測値から算出された仕様データ)

「計測値」(Raw Data; 計測結果のグラフ表示)

(4) データのタイプ (§7.4)

「仕様値」、「計測値」の表示では、そのデータのタイプ(代表値か機器の固有値か保証値かなど)に制限を設けない。ただし、表示したタイプの明示を要求する。したがって、実際に代表値のみの4ページの仕様書もあれば、多数の計測値を掲載した40ページにおよぶ仕様書も存在する。

3 新仕様書を読む

3.1 変数(Symbol)の命名法 (§7.1)

まず準備として、Mod.1で使用する変数の命名法をご覧ください(表1)。測定は均一の白画面および遮光状態で

表1 変数の命名法

変数名	定義	添字名	添字の物理的意味	観測点	
n_x	事象Xの量 (確率量)	信号 (瞬時値)	p	入射光子	X
μ_x	n_x の 平均値	信号 (平均値)	e	電子	Y
σ_x	n_x の 標準偏差値	ノイズ (実効値)	d	暗電荷	Y
σ_x^2	n_x の 分散値	ノイズ (電力)	y	デジタル信号 出力値	Z

その他の略字の添字: temp = 時間, spat = 空間, sat = 飽和

うこととし、変数はその撮像データの瞬時値、平均値、標準偏差、分散として定義する。添字の定義もご覧の通りであるが、それぞれは異なる観測点(図4中のX, Y, Z)の値である。

Mod.1にはこの他に多数の変数が用いられる(表4)。

3.2 新仕様書の仕様項目(表2, 表3, 図1)

(1) 仕様書の実物を見る(表2, 図1)

次に実物を一瞥して頂き、仕様書の全体像を掴んで頂く。表2は実際のカメラ仕様書²⁾中の「重要仕様データ一覧表」、図1は「重要グラフ表示」(EMVA提供仕様書のテンプレ-

ト¹⁾より抜粋)、両者を合わせて新仕様書の主要部分になる。

“Item”: 表2のこの列には新規格の重要用語が並ぶ。“仕様項目”(表3 列A)はその和訳である。表2“Symbol”と共通の“変数”(表3 列C)を介して両者を比べて頂きたい。

表2 仕様書の実例*1 (最重要仕様値一覧)
(データ提供: Basler社, モデルA102f, CCD130万画素)

Basler A102f					
Item	Symbol	Typ. ¹	Std. dev. ²	Unit	Remarks
Temporal Noise Parameters					
Total quantum efficiency (QE)	η	54	TBD	%	$\lambda = 545 \text{ nm}$
Inverse of overall system gain	$\frac{1}{K}$	4.7	0.08	$\frac{e^-}{\text{DN}}$	
Temporal dark noise	σ_{d0}	9	0.4	e^-	
Saturation capacity	$\mu_{e, \text{sat}}$	19000	300	e^-	
Spatial Noise Parameters					
Spatial offset noise, DSNU ₁₂₈₈	σ_o	1.6	0.1	e^-	
Spatial gain noise, PRNU ₁₂₈₈	S_g	0.7	0.2	%	
Derived Parameters					
Absolute sensitivity threshold	$\mu_{p, \text{min}}$	17	TBD	p^-	$\lambda = 545 \text{ nm}$
Dynamic range	$\text{DYN}_{\text{out, bit}}$	10.9	0.06	bit	

Table 1: Most important specification data

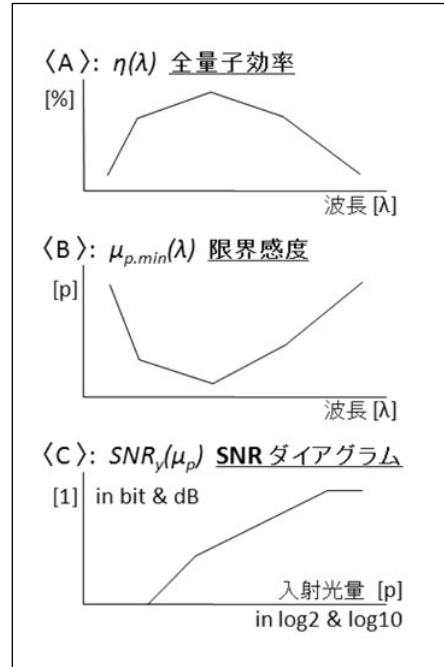


図1 重要グラフの例

表3 Model 1: 新仕様項目一覧と既存規格との比較

行	列	A	B	C	D	E					
		EMVA1288仕様項目	評価方法	変数	単位	既存テレビカメラ仕様項目					
1	ノイズ関連項目	(ダークノイズ)	標準偏差 } (個別測定)	N_{d30}	$[e^- / \text{sec}]$	(ダークノイズ)					
2		暗電流(筐体温度=30℃)				} (一括測定)	k_d	$[^\circ\text{C}]$	DSNU(波高値表示)		
3		暗電流倍化温度					標準偏差	σ_{d0}		$[e^-]$	
4		読み出しノイズ						標準偏差		σ_o	$[e^-]$
5		空間オフセットノイズ								(光量依存性ノイズ)	
6		(光ショットノイズ)	標準偏差	$\sqrt{\eta \mu_p}$	$[e^-]$	(非評価)					
7		空間ゲインノイズ	標準偏差	$S_g \mu_p$	$[e^-]$	PRNU(波高値表示)					
8		SNRダイアグラム		$\text{SNR}_y(\mu_p)$	[1]	SNR					
9		(Graph: 光量依存性表示)				(標準撮像状態のSNR値)					
10		ノイズスペクトル図(Graph)			$[p^-]$	(非表示)					
11	感度関連項目	全量子効率	光電子数 $[e^-]$ /入射光子数 $[p]$	$\eta(\lambda)$	[%]	相対分光感度特性					
12		(評価関数)				標準感度	$(\mu_{p, \text{ref}}) *$	$[p^-]$	(出力電圧/入射光量 $[W]$) (分光特性表示)		
13		(Graph: 分光特性表示)	入射光子数	SNR _{ref} (指定するSNR参照値)	(標準出力レベル時)						
14		(参照感度)				単色光	(白色光(2,000ルクス))				
15		(表示単位)	入射光子数	$\mu_{p, \text{min}}(\lambda)$	$[p^-]$			最低被写体照度			
16		(評価基準)				SNR=1	(被写体照度)				
17		(照明光)	単色光	(定義無し)							
18		限界感度			(白色光(2,000ルクス))	(表示せず)					
19	(表示単位)	飽和容量	$\mu_{p, \text{sat}}$	$[p^-]$			表示せず				
20	(評価基準)				ダイナミックレンジ	[1]					
21	(照明光)	総システムゲイン	(カメラ出力/電子数)	$[\text{DN}/e^-]$			表示せず				
22	(Graph: 分光特性表示)										

$[p^-]$: 光子数, $[e^-]$: 電子数, $[\text{DN}]$: カメラ出力(デジタル値), * $(\mu_{p, \text{ref}})$: SNRが参照値SNR_{ref}となる入射光子数

“Unit” (“単位”表3 列D)：ここには例えば、ノイズ量の評価単位が電子数 [e⁻] (表3 行4~7)、感度の単位が光子数 [p⁻] (表3 行16, 21) と、いずれも物理量表示という新規格の特徴が示されている。

“Typ.” (代表値), “Std. dev.” (標準偏差)：データのタイプの表示例である。サンプル数も別途記載されており、新規格の厳密なデータタイプの表示要求を満たしている。

“Remarks”：λは最も全量子効率の高い波長を示す。

(2) 仕様項目の全容を知る (§ 7.4)

表3に新規格の仕様全項目を示し、既存規格と対比した。この表は当稿の最重要事項でありゴールであるから、項目毎にじっくりと目を通して頂きたい。

さてその注目点であるが、まず、7つのノイズ関連項目が目を引く。うち5つのノイズ測定は当規格の目玉である。暗電流の影響の評価に用いる倍化温度 (Dark Current Doubling Temperature) やノイズのスペクトル図の表示要求からはこの規格の表記のち密さが伺える。

感度関連項目中の分光特性 (グラフ表示) は、既存規格の矛盾対策として重要である。図1の全量子効率 (図1 (A)), 限界感度 (図1 (B)) がそれにあたる。

SNRダイアグラム (図1 (C)) も、感度とSNRを詳細に表示できる重要なグラフ表示である。これについては3.4項で詳細に説明する。

3.3 新規格と既存規格の比較 (表3)

両者を項目毎に比較しながら新規格の特徴を紹介する。ダイナミックレンジは両者ほぼ同等であるから省略する。

3.3.1 ノイズ

(1) 5種類のノイズ (表4)

既存規格のノイズ測定は実質的にダークノイズに限られるが、新規格では5種類のノイズを扱う。これらのノイズすべての評価尺度は電子数 [e⁻] の標準偏差値で統一される。

ノイズの分類を表4に示す。同表中ノイズの成分表示 (列C, D, E) は後述の数学モデル (4.1項) の主要部分に相当する。

(2) 時間ノイズ (表4 行2 列C, D, E)

時間ノイズとは、同一画素信号の複数画面間のゆらぎをいう。光ショットノイズ、暗電荷ショットノイズ、読出しノイズはその成分である。うち読出しノイズ (蓄積時間に依存しない成分) には、システム起因のノイズを含める。

(3) 空間ノイズ (表4 行3 列C, E)

これは画面内の画素信号の不均一性をいう。空間ゲインノイズは、画素間のゲイン (感度) のばらつきとして定義する。空間オフセットノイズを含め、空間ノイズの単位も電子数の標準偏差である。なお、既存の撮像素子の仕様表示では、これらを感度不均一性 (PRNU: Photo Response Non Uniformity, 感度むら) と暗時出力不均一性 (DSNU: Dark Signal Non Uniformity, 黒むら) とに定義するが、その評価法には波高値が用いられる。

(4) 光量依存性ノイズ (表4 行2, 3 列C)

光ショットノイズレベルは光子数の平方根、空間ゲインノイズは光子数に比例する。前者は最近のCCDの低ノイズ化で、後者はCMOS撮像素子で顕在化している。なお、既存規格では、これらは実質的にノイズ測定の対象外であった。

3.3.2 感度表示 (表3 行12~24)

(1) 全量子効率

定義は光電子数/入射光子数 ($\eta = \mu_e / \mu_p$) であり、その分光特性表示が要求される。一方、既存規格でこれに対応する分光感度は分母が放射照度 ($\Phi_p a \mu_p / \lambda$) であるから、これは量子効率に波長を乗じた値に比例する*2。

(2) 参照感度

新規格の感度はユーザが指定するSNR参照値 (SNR_{ref}) を得るに必要な入射光子数で定義する。これを仮に参照感度と呼ぶ。一方、既存規格の標準感度とは、標準撮像条件下で標準出力を得るための絞り値で定義する。ただし、同時にSNR値を表示する。

(3) 限界感度

“Absolute Sensitivity Threshold” を仮に限界感度と訳す。

*2 量子効率 $\eta = \mu_e / \mu_p$; 分光感度 $\propto \mu_e / (\mu_p / \lambda) = \eta \times \lambda$

表4 信号とノイズの分類

撮像出力 (観測点Z) (Gray Value)		信号とノイズの成分分析			§ 7.1 式番号
		露出時間 (T _{exp}) 比例成分		(T _{exp} = 0)	
		光起因成分	熱起因成分	固定成分	
1	① 出力信号	光信号 $K\mu_e = K\eta\mu_p$	暗時出力信号 $\mu_{y,dark} = K\mu_d$		(3) (11)
	② μ_y		暗電荷信号 $KN_d T_{exp}$	仮想暗電荷信号 $K\mu_{d0}$	
2	③ 時間ノイズ $\sigma_{y,temp}$	光ショットノイズ $K\sqrt{\eta\mu_p}$	時間ダークノイズ $\sigma_{y,temp,dark} = K\sigma_d$		(6)
			④ 暗電荷ショットノイズ $K\sqrt{N_d T_{exp}}$	読み出しノイズ $K\sigma_{d0}$	
3	⑤ 空間ノイズ $\sigma_{y,spat}$	空間ゲインノイズ $KS_o \eta \mu_p$	空間ダークノイズ $\sigma_{y,temp,dark}$		(7)
			⑥ 全ノイズ	オフセットノイズ $K\sigma_o$	
A B (=C+D+E)		C	D	E	

T_{exp} = 露出時間, N_d = 暗電流値

表5 SNRダイアグラムとノイズ表示(X軸交点とはノイズ直線のSNRが1となる点(光子数))

行	ノイズの種類	N	S	SNR(S/N)	傾き	X 軸交点	ダイアグラムと《仕様項目》の関係	
1	(ノイズ表記例)	(観測点Y, 単位[e ⁻])		$(b \mu_p)^a$	a	1/b		
2	光ショットノイズ	$(\eta \mu_p)^{1/2}$	$\eta \mu_p$	$(\eta \mu_p)^{1/2}$	1/2	1/η	X 軸交点 A は《1/全量子効率》を表す	
3	ダークノイズ	σ_d		$\eta \mu_p / \sigma_d$	1	σ_d / η	X 軸交点 B は《限界感度》を表す	
4	空間ゲインノイズ	$S_g \eta \mu_p$		1/S _g	0		1/S _g は《SNRの上限値》を表す	
列	A	B	C	D	E	F	G	H

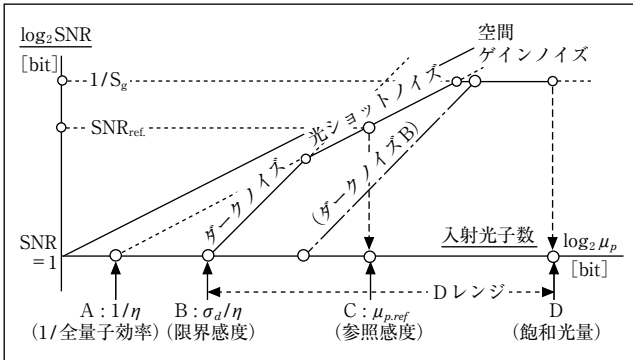


図2 SNRダイアグラムと仕様諸項目

これは既存規格の最低被写体照度に代わる仕様値で、SNR=1を得るに必要な入射光子数として定義する。限界感度にも、その分光特性表示が要求される(図1(B))。これは量子効率(図1(A))の逆数に相当する。一方、既存規格では、最低被写体照度に関する統一した定義は存在しない。

(4) 感度表示の単位

参照感度も限界感度も、ともに所定のSNRを得るための入射光子数“p”として定義される。

(5) 測定用光源

新規格では単色光とする。全量子効率ではその波長を変えて分光特性を測定する。光量の単位は物理量の入射光子数である。これによって、赤外線照明なら0 [lx] で高感度という既存規格の心理物理量表示の矛盾から解放される。

3.4 SNRダイアグラム

(1) SNRダイアグラムとノイズ

既存規格のSNRは実質的に標準撮像信号とダークノイズの比であって、ノイズの光量依存性は表示されないが、新規格ではこれを明示する目的でSNRダイアグラムの表示を要求する。これは入射光子数をX軸、SNR値をY軸とし、底を2とする両対数グラフである。X、Y軸とも“bit”と同等であるから、デジタルカメラに好適な表示法といえる。

あるノイズのSNRを $(b \times \mu_p)^2$ とすると、これはダイアグラム上で傾きa、X軸交点(SNR=1)が1/bの直線を描く(表5行1)。図2は各ノイズ(表5行2~4)の表記例である。

(2) 感度仕様諸項目の表示(図2)

SNRダイアグラムは、感度に係わる仕様諸項目の値をその線図上に表示できる(図2)。全量子効率の逆数(点A、表

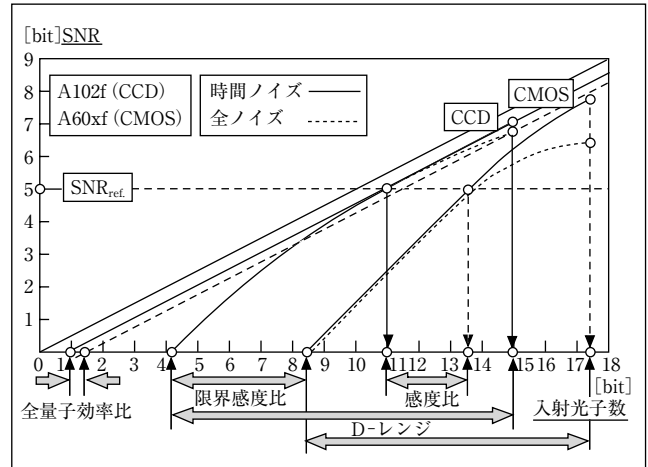


図3 SNRダイアグラム実測例とカメラ比較

5行2)、限界感度(点B、表5行3)は、それぞれ光ショットノイズ、ダークノイズがSNR=1となる入射光子数(X軸交点)である。参照感度は、SNR参照値(SNR_{ref})を得るに必要な入射光子数として(点C)で表わされる。Dレンジは、限界感度(点B)と飽和光量(点D)の比である。

(3) カメラ間の比較とSNRダイアグラム実測例

SNRダイアグラムを利用すれば、感度関連仕様値のカメラ間比較を容易に、しかも明快に表示できる。一例として、CCD、CMOS両カメラ*3のSNR実測例(図3)上に感度仕様諸項目のカメラ間比較を記入した。同図上には撮像素子の違いがよく表れている。CCDカメラでは、光ショットノイズ領域(傾き1/2)が明瞭に示されているが、一方のCMOSカメラでは、限界感度が高く、ダークノイズによってマスクされている。また、CMOSカメラでは、空間ゲインノイズのSNR上限値への影響がCCDカメラに比べ顕著である。このように、SNRダイアグラムは、カメラの感度に関する撮像特性を詳細かつ定量的に図示できる効果的な図表である。

4 規格書(Mod.1)を読む

Mod.1の数学モデルとこれをベースにして規定される測定法、データ処理法を簡潔に紹介する。紙面の都合上図表中心の解説をする。図表は図4→表6→表4→表7の順にご覧

*3 データ提供: Basler社 モデルA102f (CCD, 1.3M画素, SXGA), モデルA60xf (CMOS, VGA).

頂く。なお規格書原典の節番号 (§) や式番号を参照用に併記する。変数表記も原典と同一である。

4.1 数学モデル (§ 7.1)

(1) 物理モデルと伝達特性 (図4, 表6)

Mod.1の物理モデルを図4に示す。観測点Xへ入射する光子は光電子(観測点Y), デジタル信号出力(観測点Z)と順次変換される。ダークノイズは, 読出しノイズを含めすべてを観測点Yに混入する仮想的な暗電荷数として定義する。

物理モデルの伝達特性を表6に示す。YZ間の伝達特性, 全量子効率 η には開口率効果などを含める (行3 列C)。光電変換はランダム現象であるから, 励起された光電子 ($\eta \mu_p$) には光ショットノイズ ($\sqrt{\eta \mu_p}$) が伴う (行4 列D)。

空間ゲインノイズは, 光電子数 ($\eta \mu_p$) と画素毎の感度とゲインの不均一性 (S_g) に比例する成分として定義する ($S_g \eta \mu_p$)。

YZ間の伝達特性は, 全システムゲイン K で定義する (表6

列E)。 K は線形演算であるため, 信号とノイズは K 倍に, ノイズ電力は K^2 倍に増幅される。したがって, 観測点Zで次式が成り立つ (行3 列F, 行5 列F)。

$$\text{光ショットノイズ電力/光信号値} = K$$

当式は全システムゲイン K を算出するのに利用される(4.3)。

(2) 数学モデル (表4) (§ 7.1, 式 (1) ~ 式 (12))

Mod.1の数学モデルの主要部分とは, 信号とノイズの成分分析であるが, 表4にこれらを整理して示す。ここには, 表6観測点Zの値と空間ゲインノイズが併せて示されている。なお, 表4左端の式番号とは原典の式番号を表す。

4.2 測定 (表4) (§ 7.2, § 7.3)

Mod.1の規定では, カメラ出力 (図4観測点Z) を下記の手順で測定する。その計測値が表4 (列B) であり, その成分分析が (列C~E) にあたる。

(1) 遮光下測定 (Dark Run)

ダークノイズを蓄積時間 (T_{exp}) を変えて測定する。その計測値中, (T_{exp}) に比例する成分が熱起因成分 (表4 列D), ($T_{exp}=0$) 時の計測値が (列E) の成分である。

(2) 照明下測定 (Bright Run)

光信号値と光量依存性ノイズ (表4 列C) を測定する。まず, 下記の撮像条件下で蓄積時間 (T_{exp}) を変えて測定する。次に, その計測値 (列B) から遮光下測定の計測値 (列D+E) を差し引いて光起因成分 (列C) を算出する。

(3) 照明下測定の撮像条件

- (a) 被写体 = 均一な拡散光源 (直径D), 光量は既知とする。
- (b) 測定用光源 = 単色光。全量子効率では波長 (λ) を変えて測定を繰り返し, 分光特性を求める。その他の測定には最も全量子効率の高い波長光を用いる。

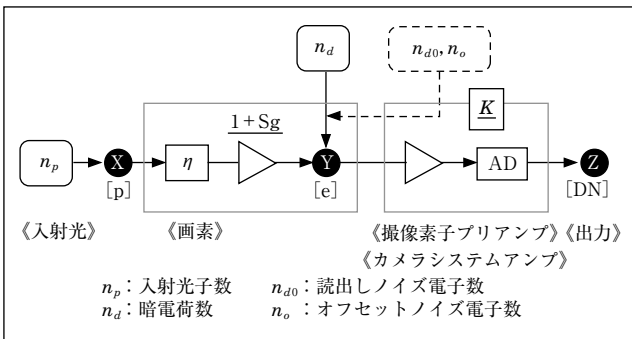


図4 物理モデル

表6 信号と時間ノイズの伝達特性

列	A	B	C	D	E	F	G	H	I
行	観測点	X	光電変換 量子効率	Y	システム ゲイン	Z	Y	システム ゲイン	Z
1	観測対象 [単位]	入力光子 [p]		光電子 [e]		光信号 [DN]	(仮想) 暗電荷 [e]		暗時信号 [DN]
2	信号瞬時値	n_p		n_o		Kn_o	n_d		Kn_d
3	信号値 (平均値)	μ_p	η	$\mu_o = \eta \mu_p$	K	$K \mu_o$	$\mu_d = N_d T_{exp} + \mu_{d0}$	K	$K \mu_d$
4	ノイズ値	$\sigma_p = \sqrt{\mu_p}$		$\sigma_o = \sqrt{\eta \mu_p}$		$K \sigma_o$	$\sigma_d = \sqrt{N_d T_{exp}} + \sigma_{d0}$		$K \sigma_d$
5	ノイズ電力	$\sigma_p^2 = \mu_p$		$\sigma_o^2 = \eta \mu_p$	K^2	$K^2 \sigma_o^2 = K^2 \mu_o$	$\sigma_d^2 = N_d T_{exp} + \sigma_{d0}^2$	K^2	$K^2 \sigma_d^2$

表7 計測値グラフから仕様値を算出する

算出データ	計測結果 (Raw Data)		データ線の傾き	表4対応	数学モデル	
	Y軸 計測値	X軸 計測値			§ 7.3.1	§ 7.1
総システムゲイン	$\sigma_{y,temp}^2 - \sigma_{y,temp,dark}^2 = K^2 \eta \mu_p$	$\mu_y - \mu_{y,dark} = K \eta \mu_p$	$= K$	行③	(25)	(6) (3)
暗電流値 (30℃)	$\mu_{y,dark} = KN_{d30} T_{exp} + K^2 \mu_{d0}$	T_{exp}	$= KN_{d30}$	行1	(27)	(11)
暗電流値 (30℃)	$\sigma_{y,temp,dark}^2 = K^2 N_{d30} T_{exp} + K^2 \sigma_{d0}^2$	T_{exp}	$= K^2 N_{d30}$	行2	(28)	(12)
全量子効率	$\mu_y - \mu_{y,dark} = K \eta \mu_p$	μ_p	$= K \eta$	行①	(26)	

(表6, 表7)

N_d : 暗電流値
 T_{exp} : 蓄積時間
 μ_d : (仮想) 暗電荷数
 σ_{d0} : 読み出しノイズ

(c) 設置条件=被写体と撮像素子間の距離 d .

$$d = Df_{\#} \quad \text{ただし, } f_{\#} = d/D = 8$$

(d) レンズ=装着しない.

4.3 データ処理 (§7.3)

(1) 時間ノイズ用前処理 (表4 行2) (§7.3.1, 式(24))

データ処理に先立って, 同一画素の撮像出力信号値の2画面間の差を取る. これですべて空間ノイズ成分(行3)を除去する. その上で時間ノイズ成分を画素間の信号値の標準偏差として算出する.

(2) 空間ノイズ用前処理 (表4 行3) (§7.3.2)

同一画素の撮像出力信号値の多数の画面間の平均値を取る(同期加算). これですべて時間ノイズ成分(行2)を除去し, 画素間の信号値の標準偏差として空間ノイズ成分を算出する. (§7.3.1, 式(24))

(3) 仕様値の算出

時間ノイズ関連仕様値の多くは計測値をグラフ化し, そのデータ線の傾きを計ることで算出する. その根拠(データ処理法)を表7に示す.

空間ノイズ算出では, 同期加算結果の高速フーリエ変換処理による同期性ノイズの周波数分析も要求されている

(表3 行11) (Spectrogram Method).

4.4 仕様値表記法 (§7.4)

当規格書は最後に何のデータをどのように公表するかを規定する. その主要部が2.4項と表3と図1である. そこで改めてこれをご覧れば当新規規格書の通読が完結する.

5 むすび

MVカメラと撮像素子を対象にした仕様表示規格EMVA1288は, 物理単位化の徹底で既存規格の矛盾を解決でき, 詳細なノイズ分析やSNRダイアグラムの採用などで, 撮像技術の進歩に対応できる効果的な新世界規格となった.

この規格の構成は論理的でち密である. 一方で測定と表記が少々煩雑である. 国内での実績不足で不確かであるが,

実用上冗長と思われる規格要求事項もあり得る. また既存規格との不連続性も気になる. JIIAはこの新規規格の長所を生かし, 過不足を補う方策の模索を始めた. 目指すところは実用性と簡素化, そして既存規格との連続性の実現である.

当規格書原典¹⁾であるが, 仕様書を書くにはこれに準拠することが義務付けられており, その読解が不可欠である. また撮像技術にかかわる方にも一読をお勧めする. その独自の切り口からは相当の刺激が得られるはずである. こうした読解には, 本稿とともにEMVA¹⁾, Basler社³⁾, JIIA⁴⁾および弊社⁵⁾が提供する参考資料が役立つであろう.

最後に, 本稿を作成するにあたり資料をご提供頂いたEMVAおよびBasler社の皆様, ご助言を頂いた奈良先端大太田先生, JIIAカメラ仕様表示分科会の皆様に深謝いたします.

(2007年11月30日受付)

〔文 献〕

- 1) EMVA 1288 Download (EMVA Standard 1288 Release A2.01: 規格書原典), (Tutorial for Data Presentation Module 1 and 2: 仕様書テンプレート), (Comparing Cameras Using 1288: 技術解説), <http://emva.org/home/content/view/526/>
- 2) Basler, EMVA1288 Data, A102f (カメラ仕様書実例), http://www.baslerweb.com/downloads/17006/Basler_A102f_EMVA_Standard_1288.pdf
- 3) Basler, Technologies, EMVA1288 (Sensitivity and Image Quality of Digital Cameras: 技術解説論文), http://www.baslerweb.com/beitraege/beitrag_fr_43929.html
- 4) JIIA, 技術報告 (EMVA規格 Mod.1技術解説), http://www.jiia.org/jp/frm/frm_doc04.html
- 5) シーアイエス, 技術情報, EMVA 1288関連コーナー (EMVA規格 Mod.1技術解説), http://www.ciscorp.co.jp/technique/emva1288_11.pdf



名雲 文男 1969年, 東京工業大学電子工学科修士課程修了. ソニー(株)中央研究所および半導体部門にて, CCD研究開発プロジェクトに参加. 機器事業部門にて, 業務用カメラの開発, 設計, 事業運営に従事. 現在, (株)シーアイエス常務取締役CTO, JIIA副代表理事, 技術士, 正会員.