

# マシンビジョン規格の手引き

～ GUIDE TO UNDERSTANDING ～



# 目次

カメラインターフェース標準規格 .....	4
ハードウェアインターフェース標準規格	
Camera Link .....	5
Camera Link HS .....	6
CoaXPress .....	7
GigE Vision .....	8
USB3 Vision .....	9
比較表 .....	10
ソフトウェア標準規格	
IIDC2 .....	12
GenICam .....	13
比較表 .....	14

カメラ性能標準規格	
EMVA 1288 .....	15

レンズマウント標準規格 .....	16
-------------------	----

照明標準規格 .....	17
--------------	----

インダストリー 4.0 標準規格 .....	18
------------------------	----

システムインテグレーター標準規格 .....	19
------------------------	----



各国・地域の標準化団体は、メンバーの支援を受けながらマシンビジョン規格の標準化を推進しています。規格の標準化は業界が成長する原動力となっており、標準化団体は標準規格の開発及び維持管理とその費用を支援しています。2009年に世界3地域のそれぞれの標準化団体であるAIA、EMVA及びJIIAが協力して世界標準の制定を始めました。

2014年にはVDMA Machine Vision、2016年にはCMVUが加わりました。この冊子の出版は、このグローバルな協力による成果の一つです。

Copyright 2019, AIA, EMVA and JIIA. All rights reserved.

この冊子にあるデータは情報提供を目的としたものであり使用について保証するものではありません。

Camera Link、Camera Link HS、GigE Vision 及び USB3 Vision は AIA の商標です。

GenICam は EMVA の商標です。

CoaXPress 及び IIDC2 は JIIA の商標です。

USB は USB Implementers Forum, Inc. の商標です。その他の名称は、それぞれの会社の商標、あるいは商品名です。

2019年12月発行



LIGHTING  
STANDARDSLENS MOUNT  
STANDARDSCAMERA PERFORMANCE  
STANDARDS1288  
EMVA Standard CompliantCAMERA INTERFACE  
STANDARDSGIGE<sup>®</sup> VISION US3<sup>®</sup> VISION

CAMERA Link CAMERA Link HS

CoaxPress<sup>®</sup>

GEN&lt;i&gt;CAM

iIX II

INDUSTRIE 4.0  
STANDARDS

OPC UA

## マシンビジョンシステム標準規格

この冊子は、マシンビジョン技術をより安価で、より使いやすくするための様々なワールドワイドなマシンビジョン標準規格を網羅しています。この一冊に、現在規格化され、推奨されている多くのインターフェース、レンズマウント、照明及びシステムインテグレーターの標準規格が収められています。

デジタル技術により、可視光も非可視光も高速で撮像、分析、利用する性能が大幅に向上しました。

拡大し続けるビジョンテクノロジーを応用することで、生産の自動化、プロセスの効率化及び最適化、自然環境の調査などが可能になっています。

1990年代の終わりのこれらの新しいテクノロジーの出現により、ビジョンシステムのより多くの共通の要素を標準化することで、大きな恩恵を得ることができるようになりました。

このことが、コストダウンやシステムデザイン・実装の簡素化及び部品の互換性を保証するカメラインターフェースの標準化の推進力となっています。

また、レンズ及び照明規格の開発は、ビジョンテクノロジーの拡大にもつながっています。この冊子は、現在のオペレーションをより効率的にしたり、また将来の応用に展開されるビジョンテクノロジーを理解する一助になることを目的としています。

## カメラインターフェース標準規格

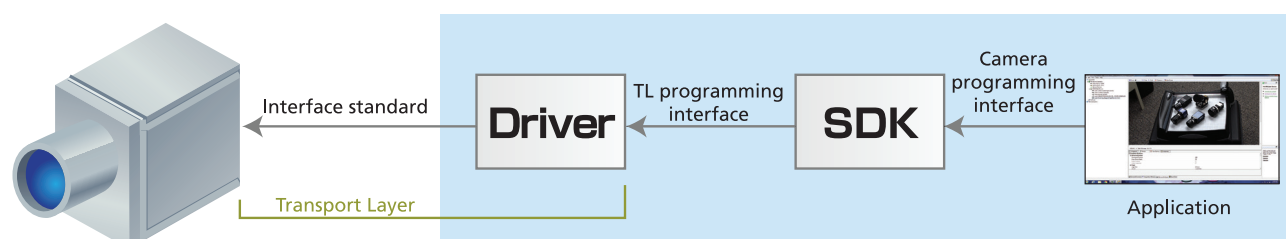
カメラインターフェース標準規格は、カメラとPCがどのように接続されるかを定義しており、撮像技術を簡単かつ有効に利用できるようにすることを目的としています。

画像処理システムは、多様なカメラ、フレームグラバ、画像ライブラリなど、さまざまな機器により構成されています。それらは、複数のメーカーによるものが混在している場合もあります。インターフェース標準規格は、準拠した機器間のシームレスな相互運用を保証します。

カメラインターフェース標準規格は、ハードウェアとソフトウェアの2つのグループに分類されます。

画像処理ソフトウェアは、4つの基本動作、すなわち、カメラの認識と通信の確立、カメラの設定、カメラからの画像データの取得、カメラとホスト間の非同期イベントの処理をします。

### カメラインターフェース標準規格で提供される主要な機能



これら4つの機能は、2つのソフトウェアレイヤで行われます。

第1は、トランスポートレイヤ(TL)です。カメラの認識、低レベルでのカメラレジスタのアクセス、カメラからの画像データの取得、イベントの通知を扱います。トランスポートレイヤは、ハードウェアインターフェース規格と密接に関連します。また、インターフェースの種類により、それぞれ固有のフレームグラバ(Camera Link, CoaXPress, Camera Link HS)もしくは、バスアダプタ(GigE Vision, USB3 Vision, IEEE1394)が必要となります。

第2は、ソフトウェア開発キット(SDK)の一部である画像取得ライブラリです。SDKは、単体で、あるいはフレームグラバや画像処理ライブラリに含まれて提供され、トランスポートレイヤを使用してカメラを制御し、画像データを取得します。

カメラインターフェース標準規格には、5つのハードウェアインターフェース標準規格 (Camera Link, Camera Link HS, CoaXPress, GigE Vision, USB3 Vision) と、2つのソフトウェアインターフェース標準規格 (GenICam, IIDC2) があります。

ハードウェアインターフェース標準規格は、カメラがいかなるドライバやフレームグラバとも接続できることを保証します。ソフトウェア標準規格のプログラミングインターフェースにより、異なるビジョンライブラリや、独自開発のドライバ・SDKが、使用可能になります。このことにより、開発者は標準規格ベースのSDKを使用することで、ソフトウェアの大幅な変更なしに、カメラや、ドライバ、そしてインターフェースまでも更新することが可能になります。



Camera Linkは、2000年に規格化されました。カメラとフレームグラバ間の送受信信号を規定し、信頼性が高く、広く使用されている規格です。画像データ伝送、カメラタイミング、シリアル通信、リアルタイムトリガを定義しています。Camera Linkは、パケット通信ではなく、カメラとフレームグラバ間の接続を定義した最もシンプルなインターフェース規格です。最新のバージョンは2.1となっています。最新版は、ミニカメラリンクコネクタ、PoCL、PoCL-Lite、ケーブルの性能仕様が追加されています。

## 伝送速度

リアルタイム高速伝送用として、ケーブル1本で255 Mbytes/s、2本で850 Mbytes/sの画像データを遅延なく伝送。

## 受信デバイス

フレームグラバ

## ケーブル

専用のケーブルを使用。最大長は、カメラクロック速度に依存し、およそ4~15 m。機器の小型化が要求される場合はミニカメラリンクコネクタも選択可能。

## コネクタ

26ピンのMDR、SDR・HDR (Mini Camera Link)、14ピンのHDR (PoCL-Lite)

## カメラ給電

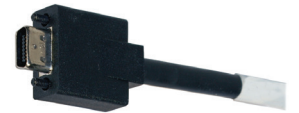
PoCL対応であれば、Camera Linkケーブル経由の給電が可能。

## その他の特徴

オプションとして、GenICamに対応すればプラグアンドプレイが可能です。カメラ一台に対して、ケーブル2本使用可能。

初版リリース	2000年10月		
最新バージョン	2.1		
出力構成	コンフィギュレーション	画像データ転送速度	ケーブル数
	Lite	100 Mbytes/s	1本
	Base	255 Mbytes/s	1本
	Medium	510 Mbytes/s	2本
	Full	680 Mbytes/s	2本
	72-bit	765 Mbytes/s	2本
カメラ制御	Uplink	非同期シリアル通信	
	Downlink	非同期シリアル通信	
	外部トリガ入力	フレームグラバからの4つの直接信号	
データ受信デバイス	フレームグラバ		
接続形態	1対1		
ケーブル	種類	最大長 (typical at 85MHz)	給電能力
	Lite	10 m	4 W
	Base	10 m	4 W (オプション)
	Medium	10 m	8 W (オプション)
	Full	5 m	8 W (オプション)
	72-bit	4 m	8 W (オプション)
80-bit	4 m	8 W (オプション)	

HDR 14-pin connector (PoCL-Lite)



SDR, HDR 26-pin connector (Mini Camera Link)



MDR 26-pin connector



最新情報は  
<http://bit.ly/camelink>



Camera Link HS (CLHS) は、2012年5月にリリースされ、既存のケーブルを使用して、Camera Link規格のケーブル長や伝送帯域を改善したものとなっています。1ビットのエラー訂正プロトコル、16系統の双方向GPIO、同期した並列処理フレームグラバ、フレーム単位でのカメラ制御が可能です。1レーンあたり3.125 Gbits/s及び5.0 Gbits/sの伝送 (Mプロトコル) と、1レーンあたり10.3 Gbits/sの伝送 (Xプロトコル) の伝送速度を使用します。相互接続の問題、開発リスクを低減させるため、非暗号化のVHDL-IPが用意されています。イベント通知はパケット転送を使用しており、IPを使用した場合、ジッタ3.2 ns、遅延時間150 ns(typ)を実現しています。GPIO信号も、遅延時間、ジッタ共に300 ns程度となっています。低コストの銅線ケーブルでデータフォワーディングも実現します。

## 伝送速度

並列処理のためにはケーブル8本まで同時接続が可能。ケーブル1本当たりの実効帯域は、1,200 Mbytes/s(F2:光ファイバ)、2,100・3,300 Mbytes/s (C2:銅線)、8,400 Mbytes/s(C3:銅線・光ファイバ)

## 受信デバイス

フレームグラバ

## ケーブル

C2銅線ケーブルで15 m、C3銅線ケーブルで2 m、AOCケーブルで100 m。  
SFP+(銅線)で5 m、SFP+(光ファイバ)で300 m。

## コネクタ

SFF-8470(InfiniBandまたはCX4)。  
光ファイバケーブル。  
AOCまたはSFP+コネクタ。

## カメラ給電

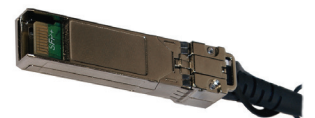
別コネクタ

## その他の特徴

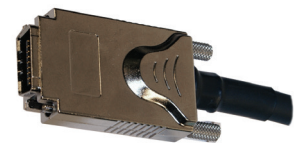
FPGA内蔵のSerDesへの直接接続が可能。

初版リリース	2012年5月		
最新バージョン	1.0		
出力構成	コンフィギュレーション	画像データ転送速度	ケーブル数
	C2 - (CX4 ケーブル)	2,100・3,300 Mbytes/s	1本
	C3 - (CX4 ケーブル)	8,400 Mbytes/s	1本
カメラ制御	F2- (SFP+ コネクタ)	1,200 Mbytes/s	1本
	Uplink	300 Mbytes/s (C2)。1,200 Mbytes/s (F2,C3)	
	Downlink	画像データ共用	
データ受信デバイス	フレームグラバ		
接続形態	1対1, データ分割・データフォワーディングが可能		
ケーブル	種類	最大長	給電能力
	C2・C3 (銅線)	15 m・2 m	なし
	C2・C3 Active Optical Cable	100 m	なし
	F2 マルチモードファイバ	300 m	なし
F2 シングルモードファイバ	5,000 m	なし	

SFP or SFP+ connector



SFF-8470 connector (InfiniBand or CX4)



Fiber optic cable



最新情報は  
<http://bit.ly/camelhs>





CoaxPress(CXP)は2010年12月にリリースされました。カメラとフレームグラバを高速かつ、長いケーブル長での接続を可能にするインターフェースです。1本の同軸ケーブルというシンプルな形態で、カメラからフレームグラバへの最大12.5 Gbits/sのデータ転送、トリガ信号などフレームグラバからカメラへの最大41.7 Mbits/sの制御信号、13 Wの電源供給を実現しています。より高速のデータ転送が必要とされる場合、リンクアグリゲーションにより、2本以上のケーブルでデータを分散して転送することができます。

Version 2.0では10・12.5 Gbits/sの追加とプロトコルの強化が行われています。

## 動作速度

高速ラインスキャンカメラを含むリアルタイムトリガーをサポート。41.7 Mbits/sのアップリンクでは遅延 1.7  $\mu$ s。オプションの高速アップリンク使用で遅延150 ns。

現在もっとも高速のカメラに対して十分余裕のある7.2 Gbytes/sを6リンクで実現。

## 受信デバイス

フレームグラバ

## ケーブル

リンク速度1.25 Gbits/s(CXP-1)において100 m以上のケーブル長。3.125 Gbits/s(CXP-3)にて最高85 m。最高速の12.5 Gbits/s(CXP-6)においても7 mm径のケーブルで25 mが可能。より太いケーブルにて、より長いケーブル長が可能。

## コネクタ

小型のMicor-BNC及び、広く使われているBNCコネクタでは12.5 Gbits/sまで。より小型のDIN1.0/ 2.3コネクタでは6.25 Gbits/sまで可能。DINコネクタは多リンクをまとめたコネクタでの使用も可能。

## カメラ給電

CoaxPressケーブル経由の給電が可能。

## その他の特徴

GenApi、SFNC及GenTL(イメージストリームを含む)を含んだGenICamのサポート、IIDC2はオプションサポート。

初版リリース	2010年12月		
最新バージョン	2.0		
出力構成	構成	画像データ転送速度	ケーブル数
	CXP-3	300 Mbytes/s	1本
	CXP-6	600 Mbytes/s	1本
	CXP-12	1,200 Mbytes/s	1本
	4x CXP-6	2,400 Mbytes/s	4本 (または複合ケーブル)
カメラ制御	Uplink	20.8 または 41.7 Mbits/s, オプション: 12.5 Gbits/s専用線	
	Downlink	画像データ共用	
	外部トリガ	フレームグラバ経由、カメラへの直接出力	
受信デバイス	フレームグラバ		
接続形態	1対1	カメラからの複数フレームグラバへの出力可能	
ケーブル	種類	最大長	給電能力
	CXP-3	85 m	13 W
	CXP-6	35 m	13 W
	CXP-12	25 m	13 W
	4x CXP-6	35 m	52 W
6x CXP-12	25 m	78 W	

注) ここでの値は直径6 mmの場合であり、より太いケーブルを使用することで最大長を延ばすことができる。

Micro-BNC Connector



Multiway DIN connector



BNC connector



DIN 1.0/2.3 connector



最新情報は  
<http://bit.ly/coaxps>



GigE Visionはイーサネット通信規格(IEEE802.3)を用いたカメラインターフェース規格です。2006年5月にリリースされ、2018年にVersion 2.1が発行されました。複数ストリームチャンネルをサポートし、標準のイーサネットケーブルを用いて非常に長い距離を高速でエラー無しでの画像データ転送を可能にしています。異なるメーカーのハードウェアとソフトウェアが様々なデータレートでイーサネット接続を通して切れ目なく相互運用することができます。IEEE1588規格を用いて正確なトリガリングを行うこともできます。

## 伝送速度

現時点では1、2.5、5、10 Gbits/sが可能。

## 受信デバイス

PC直接。ほとんどのPC・組み込みシステムにギガビットイーサネットが実装されており、フレームグラバなどの追加インターフェースカードは多くの場合不要。

## ケーブル

ケーブルとカメラの台数による。ケーブル長はカメラ1台に対して100 m(銅線) または5,000 m (光ファイバ) まで可能。

## コネクタ

銅線イーサネット、ねじ固定付き銅線イーサネット、ラッチロック付きイーサネット、シールド付きイーサネット。10ギガビットイーサネットダイレクトアタッチ、イーサネット光ファイバケーブル。

## カメラ給電

イーサネットケーブル (POE) 経由または外部から給電が可能。

## その他の特徴

マルチカメラが可能。各カメラはそれぞれのIPアドレスを持つため、同一ネットワーク内で動作するカメラの数に制限はない。

初版リリース	2006年5月		
最新バージョン	2.1		
出力構成	コンフィギュレーション	画像データ転送速度	ケーブル数
	1 GigE	115 Mbyte/sec	1本
	2.5 GigE	280 Mbyte/sec	1本
	5 GigE	570 Mbyte/sec	1本
	10 GigE	1,100 Mbytes/s	1本
	WiFi	25 Mbyte/sec	N/A
カメラ制御	Uplink	downlink と対称	
	Downlink	画像データ共用	
	外部トリガ入力	カメラへの直接接続、ソフトウェアトリガ、IEEE1588による高精度同期 (オプション)	
データ受信デバイス	ネットワークインターフェースカード (NIC) をマザーボードに搭載あるいはアドインのカードとして挿入可能。GigE Vision フレームグラバを使うことも可能。		
接続形態	1対1、1対多	ネットワークカードに直接接続あるいはイーサネットスイッチ経由での接続が可能。マルチキャストとブロードキャストをサポート	
ケーブル	種類	最大長	給電能力
	CAT-5e/CAT-6a/CAT-7	100 m	13 W (IEEE802.3af) (オプション) 25 W (IEEE802.3at) (オプション)
	マルチモードファイバ	500 m	なし
	シングルモードファイバ	5,000 m	なし
	SFP+ダイレクトアタッチ	100 m	なし

Copper Ethernet cable



Copper Ethernet with vision



IX Connector, Copper Ethernet



M12 Connector, Copper Ethernet with environmental seal



10 Gigabit Ethernet direct



Ethernet fiber optic cable



最新情報は  
<http://bit.ly/gigev>





USB3 Visionは、2013年1月にリリースされた新しい規格です。2019年にはVersion 1.1が発行されました。USBは、プラグアンドプレイや高い機能性などで、広く一般に知られています。このUSB3 Visionの規格化により、ごく普通のUSBホストやほとんどのOSにおいて、カメラからの画像データのユーザーバッファへの転送において、DMAを利用した直接転送を実現することができました。GenICam規格の採用により、既存システムへの実装が容易です。USBの規格化団体であるUSB-IFによる伝送速度の向上や機能追加といったUSB規格の改良（USB 3.2では20 Gbits/sの転送が可能）に伴って、USB3 Visionの改良も期待されています。

## 伝送速度

USB 3.0規格に則った400 Mbytes/s 以上のデータ転送の信頼性。USB 3.1・USB 3.2規格において10 Gbits/s・20 Gbits/sに高速化された。

## 受信デバイス

PC直接。ほとんどのPC・組み込みシステムにUSBが実装されており、フレームグラバなどの追加インターフェースカードは多くの場合不要。

## ケーブル長

標準パッシブ銅線で3~5 m、アクティブ銅線で8 m以上、マルチモード光ファイバで100 m。

## コネクタ

USB3 Visionタイプ。ホスト側(ロック付きstandard A)、デバイス側(ロック付きmicro-B)。ロック付きType-CもUSB規格として定義され、ホスト側、デバイス側ともにオプションとして使用可能。

## 電源供給

標準パッシブケーブルで 最大4.5W (5 V,900 mA)。アクティブケーブルは 場合により変動。

## その他の特徴

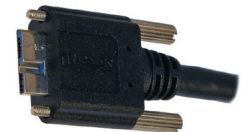
フレームグラバに近い画像データ転送性能。

初版リリース	2013年1月		
最新バージョン	1.1		
出力構成	コンフィギュレーション	画像データ転送速度	ケーブル数
	SuperSpeed	400 Mbytes/s	1本
	SuperSpeedPlus Gen2x1	10 Gbits/s	1本
	SuperSpeedPlus Gen2x2	20 Gbits/s	1本
カメラ制御	Uplink	downlink と対称	
	Downlink	画像データ共用	
	外部トリガ入力	カメラへの直接接続、ソフトウェアトリガ	
データ受信デバイス	PCに実装済み、アドインカード		
接続形態	1対1、1対多	ハブを使用したスター構成 1つのバスに最大127デバイス	
ケーブル	種類	最大長	給電能力
	標準パッシブ銅線	3~5 m	4.5 W
	アクティブ銅線	8 m以上	変動
	マルチモード光ファイバ	100 m (typ)	なし

Host side (standard A locking)



Device side (micro-B locking)



Type-C Locking (vertical)



Type-C Locking (horizontal)



最新情報は  
<http://bit.ly/usb3vi>



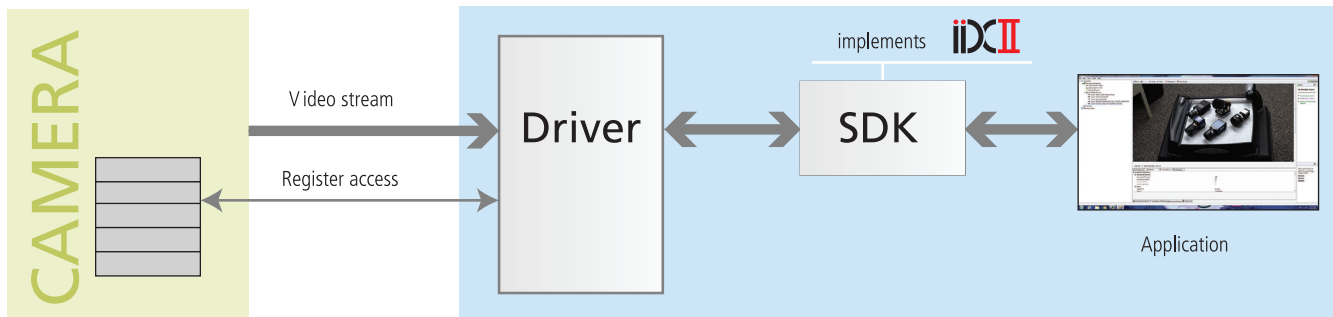
# ハードウェアインターフェース標準規格比較表

規格名	IEEE1394 + IIDC		Camera Link			Camera Link HS		
接続形態	デージーチェーン		1対1			1対1、データ分割		
データ伝送形式	パケット		パラレル			パケット		
画像データの信頼性	エラー検出のみ		なし			再送機能/誤り訂正機能		
標準ソフトウェア	必須: IIDC		オプション GenICam、CLProtocol、 GenCP			必須: GenICam GenAPI, GenCP, SFNC		
						オプション: GenICam GenTL		
認証	自己認証		登録制、自己認証			登録制、認証試験		
出力構成	IEEE1394a (S400) IEEE1394b (S800)	IEEE1394b (S1600)	BASE	MEDIUM/ FULL	72-bit/ 80-bit	C2	C3	F2
画像データ転送速度	★ ≤ 100 Mbytes/s	★★ ≤ 200 Mbytes/s	★★★ ≤ 500 Mbytes/s	★★★★ ≤ 1,000 Mbytes/s	★★★★★ ≤ 1,000 Mbytes/s	★★★★★ ≤ 5,000 Mbytes/s	★★★★★★ > 5,000 Mbytes/s	★★★★★★ ≤ 5,000 Mbytes/s
制御系統	画像データ共有		独立シリアル			独立uplink, 画像データ共用		
ケーブル形態	IEEE 1394		Camera Link			CX4	CX4	Fiber
ケーブル長 (パッシブケーブル)	★ ≤ 10 meters		★ ≤ 10 meters			★★ ≤ 20 meters ★★★★ AOC ≤ 120 meters	★ ≤ 10 meters ★★★★ AOC ≤ 120 meters	★★★★★ ≤ 120 meters
給電機能	必須		オプション			なし		
給電容量	45 W max (depends on PC)		4 W	8 W	8 W	N/A		
フレームグラバの必要性	不要		必要			必要		
外部トリガ入力	カメラへの直接接続		カメラへの直接接続、 フレームグラバから			カメラへの直接接続、 フレームグラバから		
トリガレイテンシ: フレームグラバから カメラ(リンクのレイテンシ、 プロトコルのオーバーヘッドのみ)	N/A		★★★★★ < 100 ns			★★★★★ ≥ 100 ns		



CoaXPress				GigE Vision				USB3 Vision	
1対1				1対1、ネットワーク				1対1、階層状	
パケット				パケット				パケット	
エラー検出のみ				再送機能				再送機能	
必須: GenICam GenAPI, GenCP, SFNC				必須: GenICam GenAPI, SFNC				必須: GenICam GenAPI, GenCP, SFNC	
オプション: IIDC2				オプション: GenICam GenTL				オプション: GenICam GenTL、IIDC2	
登録制、電気・プロトコル適合試験、プラグフェスト				登録制、認証試験、プラグフェスト				登録制、電気適合試験、プロトコル試験、プラグフェスト	
CXP-6	CXP-12	4x CXP-6	6X CXP-12	1 GigE	2.5 GigE	5 GigE	10 GigE	SuperSpeed 5 Gbits/s	
★★★★★ ≤ 1,000 Mbytes/s	★★★★★ ≤ 5,000 Mbytes/s	★★★★★ ≤ 5,000 Mbytes/s	★★★★★ > 5,000 Mbytes/s	★★ ≤ 125 Mbytes/s	★★★ ≤ 300 Mbytes/s	★★★ ≤ 600 Mbytes/s	★★★★★ ≤ 1,000 Mbytes/s	★★★ ≤ 500 Mbytes/s	
独立uplink, 画像データ共有				全二重、画像データ共有				全二重、画像データ共有	
Coaxial				CAT-5e/6a/7, Fiber		CAT-6a/7, Fiber	SuperSpeed USB (Copper)	SuperSpeed USB (Fiber Adapter)	
★★★ ≤ 50 meters	★★★ ≤ 50 meters	★★★ ≤ 50 meters	★★★ ≤ 50 meters	★★★★★ ≤ 120 meters		★★★★★ > 120 meters	★ ≤ 10 meters	★★★★★ ≤ 120 meters	
必須				オプション				必須	
13 W		52 W	78 W	13 W (IEEE802.3af) 25 W (IEEE802.3at)				4.5 W	
必要				不要				不要	
カメラへの直接接続、フレームグラバから				カメラへの直接接続				カメラへの直接接続	
★★★★★ ≥ 100 ns				N/A				N/A	

IIDC2は、カメラコントロールレジスタ配置を定義します。IEEE1394カメラにおけるIIDCの後継規格として、IEEE1394だけでなく幅広いインターフェースに適用できる規格として新たに制定されました。露光時間などの各機能の詳細が定義され、レジスタ空間に配置されています。このことにより、非常に簡単なカメラ制御方式を提供します。



#### IIDC2の利点：

- ・ 容易な実装と使い易さ
- ・ カメラコントロールレジスタのアクセス性
- ・ ベンダ固有機能への拡張性
- ・ 全てのカメラに対する共通の制御方式
- ・ 多種インターフェースへの対応
- ・ GenICamへの容易な対応

IIDC2規格は、カメラ内部のレジスタを直接読み書きすることでカメラをコントロールするという簡便な方式を使用しています。

全てのカメラの機能に関する情報はカメラ内部にあるため、ユーザはこれらのレジスタを読むことにより、カメラの機能に関する全ての情報を得ることができます。

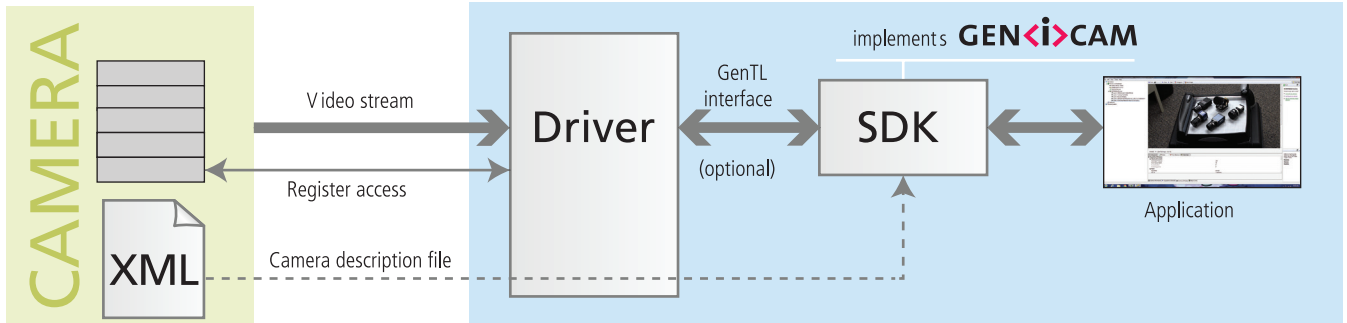
レジスタの配置は、半固定方式によって行われています。容易なアクセス性を実現する固定方式と、拡張性を実現する非固定方式の組み合わせです。

カメラの機能は基本機能と拡張機能に分類されています。基本機能は、レジスタ配置と機能が規格書で規定されています。拡張機能は、ベンダが自由に追加することができます。レジスタ配置を規格書にあるリストから選択し、その機能についてはベンダ独自のものとすることができます。IIDC2レジスタをGenICamとセットで使用する場合、カメラ記述ファイルは全てのカメラに対して共通となり、利便性が高くなります。これは、IIDC2レジスタ配置が規格書で規定されていることによる特徴です。

最新情報は  
<http://bit.ly/iidc2>



GenICam (Generic Interface for Cameras) は全てのデバイス（主にカメラ）に対して、インターフェースや実装されている機能に関わらず、汎用的なプログラミングインターフェースを提供します。その結果、アプリケーションプログラミングインターフェース（API）は、インターフェースに関係なく同一になります。



GenICam規格は様々なモジュールで構成されています。

- **SFNC (Standard Feature Naming Convention) :**  
GenICamの中でも最も参照されるモジュールです。機能名、レジスタの型、使い方を規定することで、異なるベンダのカメラであっても、同じ機能は同じ機能名で制御できるようになります。これらの機能は、アプリケーションによって、通常はツリー状に構成され、あるいは、直接制御されます。これに関連して、PFNC (Pixel Format Naming Convention) があり、これは、画素の構成の名称とそのデータ構成を規定します。
  - **GenApi (Generic Application Programming Interface) :**  
デバイス内の自己記述XMLファイルを介して汎用APIを提供するために使用されるメカニズムを定義します。また、GenICamパッケージの一部として提供されるGenICamのリファレンスインプリメンテーションの実行コードの名称でもあります。XMLファイルの形式を定義するスキーマもGenApiの一部です。
  - **GenTL (Generic Transport Layer) :**  
トランスポートレイヤプログラミングインターフェースを規定します。(フレームグラバの有無に関係なく) トランスポートレイヤに依らない標準のインターフェースを提供する低レベルのAPIです。カメラの認識、カメラレジスタのアクセス、画像データの転送、非同期イベントの通知を可能にします。GenTLには、独自のSFNCがあります。
  - **GenCP (Generic Control Protocol) :**  
デバイス制御の packets 構造を規定する低レベルの規格です。標準インターフェースとして使用されるため、新しい規格ごとに制御プロトコルを再開発する必要がありません。
  - **GenDC (Generic Data Container) :**  
デバイスからホストへ転送するデータ形式を規定する低レベルの規格です。標準インターフェースとして使用されるため、新しいデータフォーマットの追加の際にもインターフェース規格ごとに行うという二重の作業が不要となります。
- GenICam委員会メンバーは、カメラの記述ファイルを解析するパーサーサンプルコードを維持管理しています。実行コードはC++で書かれており、無償で使用することができます。一連のOSやコンパイラで幅広く相互利用可能です。利用可能なSDKの多くは、このサンプルコードを利用して実装されているため、高い相互運用性が保証されています。

最新情報は  
<http://bit.ly/geica>





# ソフトウェア標準規格比較表

	 GenICam	 IIIC2
基本データ		
初版リリース	2006年9月	2012年1月
最新バージョン	3.1.0	1.2.0
規格化Host協会	EMVA	JIIA
規格書website	www.genicam.org	jiia.org
トランスポートレイヤプログラミングインターフェース 対応 (GenTLモジュールによる)		対応対応なし
カメラ検出	あり	-
カメラレジスタアクセス	あり	-
ビデオデータあり	あり	-
非同期イベント通知	あり	-
対応ハードウェアインターフェース標準規格		-
必須	CXP	-
オプション	1394, CL, CLHS, GEV, U3V	-
カメラプログラミングインターフェース	対応 (GenApi + SFNCモジュール)	対応
規定方法	カメラ記述ファイル	規定されたレジスタ構成
規格化された機能数	500以上	95
カスタム機能対応	あり	あり
イベント通知	あり	あり
チャンクデータ操作	あり	-
対応ハードウェアインターフェース標準規格		
必須	CXP, CLHS, GEV, U3V	-
オプション	1394, CL	1394, CXP, U3V
リファレンスコード	あり (GenApi module)	なし
使用料	無償	-
実行コード	あり	-
プログラミング言語	C++	-
サポートOS	Windows (32/64), Linux, (32/64/ARM), MacOS	-
サポートコンパイラ	Visual Studio, GCC	-

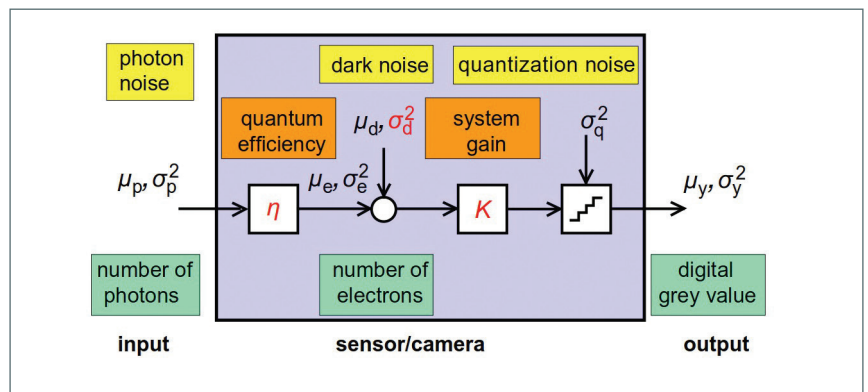
EMVA 1288はイメージセンサとカメラの性能測定と仕様の表示に関する標準規格です。この規格を使用することにより、メーカーだけでなく、ユーザーにとってもメリットがあります。

特定のマシンビジョンアプリケーションに適したカメラを選択することは難しい作業です。メーカーが提供するデータシートで性能の比較をするのは困難です。多くの場合、重要な情報が入手できないため、ユーザーは、カメラの性能比較のためのテストに多くの労力をかけなければなりません。このようなカメラの性能比較を標準化するために、EMVA 1288が制定されました。EMVA 1288により、信頼性の高い正確な測定手順とデータ表示のガイドラインが定義されたことで、透明性が実現し、カメラとイメージセンサの性能比較をはるかに簡単にすることができます。

この標準規格はマシンビジョン業界のセンサおよびカメラのメーカー、販売会社及びコンポーネントのユーザーによって検討が行われ、2005年に白黒カメラに対する規格としてVersion 1.0がリリースされました。その後、改良が加えられ、簡単なカメラ性能比較用の標準サマリーデータシートが導入され、2016年にVersion 3.1が発行されました。

## Linear Camera Model

The 1288 standard is based on a linear camera model. All noise sources except for photon noise and quantization noise can be included into a single parameter, the variance of the dark noise. Thus the model contains only three basic unknowns: the quantum efficiency, the dark noise and the system gain.



## The Standardized Summary Datasheet

This page contains three major elements.

### 1. Operating point

Contains a complete description of the settings of the operating point at which the EMVA 1288 measurements have been acquired. Settings not specified are assumed to be in the factory default mode. This ensures that the measurements can be repeated anytime under the same conditions.

### 2. Photon Transfer Curve and SNR Curve

The photon transfer curve shows the variance of the image sensor noise versus the mean value. The double-logarithmic SNR curve is a nice overall graphical representation of the camera performance parameters except for the dark current. The absolute sensitivity threshold is marked as well as the saturation capacity. The total SNR is plotted as a dashed line. It includes both the variances from the temporal noise and the non-uniformities.

### 3. EMVA 1288 Performance Parameters

This column lists all EMVA 1288 performance parameters.

## EMVA 1288 Compliance

If EMVA standard 1288 compliant data is published or provided to a customer or any third party then the full datasheet must be provided. An EMVA 1288 compliant data sheet must contain all mandatory measurements and graphs as specified in the standard document for release 3.1 on [www.standard1288.org](http://www.standard1288.org)

## Future Work

Ongoing work includes:

- Software and hardware certification
- Shutter efficiency
- Sensor/lens interface including sensor MTF
- Trigger delay and jitter
- Extension to UV, SWIR, polarization and hyperspectral imaging
- HDR sensors and cameras
- More detailed analysis of dark current

最新情報は  
<http://bit.ly/em1288>



マシンビジョン用カメラの撮像素子は、Cマウントカメラに代表される対角16 mm以下のイメージサイズだけではなく、35 mmフィルムサイズから、7 μm×12 k画素のラインセンサー等、幅広いイメージサイズのもので使用されます。これらの広範なイメージサイズをもつ撮像素子に対し、適応する撮像レンズも多岐に亘るはずで、カメラとレンズとを結合するレンズマウントの形状、及び寸法が、各社あるいは機種ごとに異なることが危惧されます。そこで私たちは、各撮像素子のイメージサイズに対し、使用するレンズマウントが一義的に決まるようにすることで、ユーザーがさまざまな機器を組み合わせて、簡便に使用する環境を整えることを目的とし、標準化を進めてきました。

## 1. レンズマウント標準規格比較表

マシンビジョン用レンズ・マウント標準規格の比較表を示します。

レンズマウント規格名称	JIIA規格					参考規格	
	S	NF	NF-J	TFL	TFL-II	CS	C
規格化ホスト協会	JIIA	JIIA	JIIA	JIIA	JIIA	JEITA	JEITA
規格書番号	LE-005	LE-003	LE-006	LE-004	LE-004	TT-4506	TT-4506
初版発行時期	2012年8月	2008年12月	2016年1月	2011年7月	2011年7月	1998年7月	1998年7月
最新バージョン	2018	2014	2016	2017	2017	B	B
最新バージョン発行時期	2018年2月	2014年3月	2016年1月	2017年3月	2017年3月	2014年1月	2014年1月
イメージサイズ区分	II	II	II	III	III	II	II
イメージサイズ (mm)	4-16	4-16	4-16	16-31.5	16-31.5	4-16	4-16
取付けねじ (呼び×ピッチ)	M12 x 0.5	M17 x 0.75	M17 x 0.75	M35 x 0.75	M48 x 0.75	1-32UN	1-32UN
外径の基準寸法 (mm)	12	17	17	35	48	25.4	25.4
座面からねじ部端面までの長さ (mm)	-	4.1以下	4.1以下	4.1以下	5.1以下	4.06以下	4.06以下
フランジバック (mm)	-	12	12	カメラ: 17.526 レンズ: 23.000 (アダプター使用)	17.5	12.500	17.526
座面の直径 (mm)	-	20.0以下	20.0以下	40.0以下	60.0以下	30.15以下	30.15以下
嵌め合い部直径 (mm), 公差域クラス	-	-	φ15.5 H6/f6	-	φ50 H7/g6	-	-

## 2. 各イメージサイズ区分に対する推奨のメカニカルインターフェース

マシンビジョン用カメラは、使用される撮像素子のサイズに対し多種のメカニカルインターフェース（レンズマウント）が使用されています。そこでJIIAレンズ分科会では、各クラスのイメージサイズによって使用するメカニカルインターフェースを一義的に決まるようにすることでユーザーが様々な機器を組み合わせて、簡便に使用する環境を整える事を目的とし、標準化を進めてきました。本指針（JIIA LER-004）は、既にJIIA LE-001で規格化した“撮像素子のイメージサイズ区分”に対し、使用すべきものとして推奨するメカニカルインターフェースを示したものです。

イメージサイズ区分	最小イメージサイズ [mm]	最大イメージサイズ [mm]	対象イメージサイズ [型]	Mount Size [mm]	推奨レンズマウント	
					第一優先	第二優先
I	0	4	≈ 1/4	6.3	-	M6.3x0.5
				8	-	M8x0.3
II	4	8	≈ 1/2	10.5	-	M10.5x0.5
				12	S	-
				15.5	-	M15.5
				17	NF	-
III	16	31.5	≈ 2	25.4	C, CS	-
				35	-	TFL
				42	M42x1	-
				48	48 mm Ring	-
					TFL-II	-
F	-					
IV	31.5	50	≈ 3	52	-	M52
				56	M58x0.75	-
V	50	63	≈ 4	64	-	-
				72	M72x0.75	-
VI	63	80	≈ 5	80	-	-
				90	M95x1	-
VII	80	100	≈ 6	100	M105x1	-
				125	-	-

最新情報は  
<http://bit.ly/lensstd>

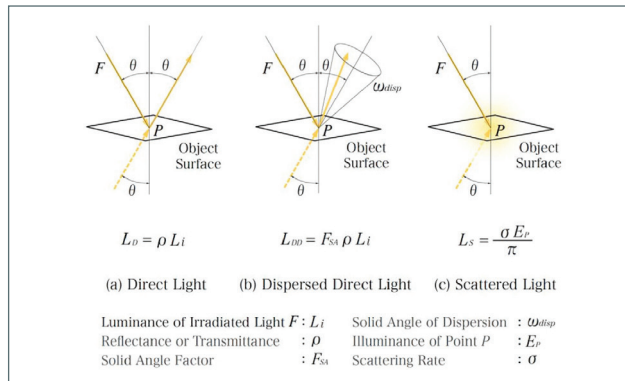


照明は、画像処理システムにおいてイメージセンサーが対象物の十分なコントラストを得るための重要な役割を果たしています。

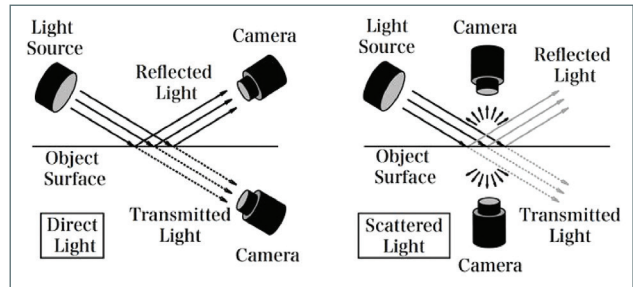
### 1. LI-001-2018

#### マシンビジョン・画像処理システム用照明設計の基礎事項と照射光の明るさに関する仕様

この規格は、照明システムの設計と照射光の明るさに関する基本的な項目を特定しています。



物体光の分類とその輝度

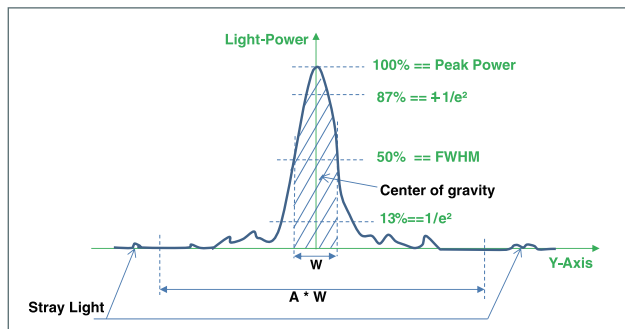


明視野照明法と暗視野照明法

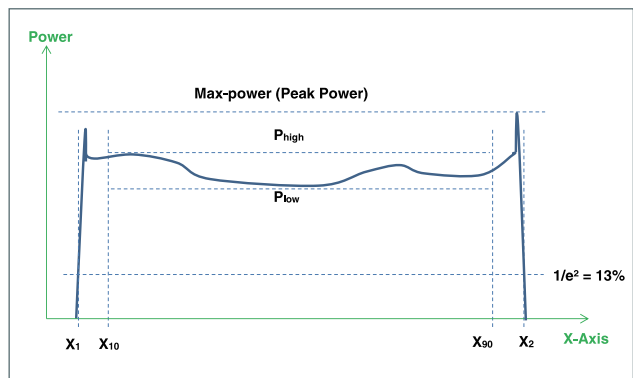
### 2. LIR-001-2017

#### マシンビジョンと計測のためのラインレーザー測定基準

このガイドラインは、ビジョンレーザーの性能測定基準の測定と記述の一貫したフレームワークを提供します。



(センサー解像度と雑音の効果を排除するためにガウスフィットした) 線の断面

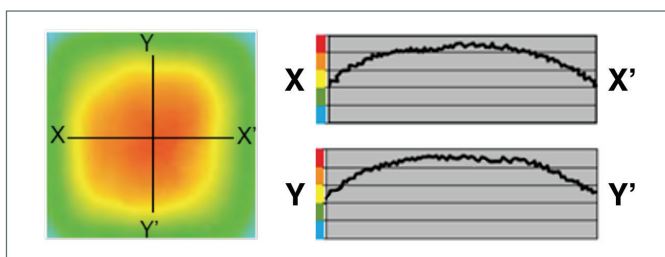


強度分布

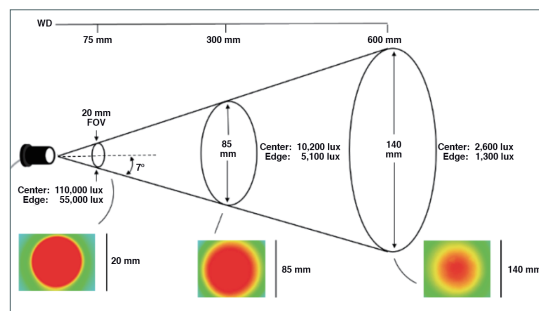
### 3 LIR-002-2017

#### 照明性能測定仕様

このガイドラインは、マシンビジョン照明性能の測定仕様と付随する仕様の記述に関する一貫したフレームワークを提供します。



Light Pattern Uniformity, FOV/Shape



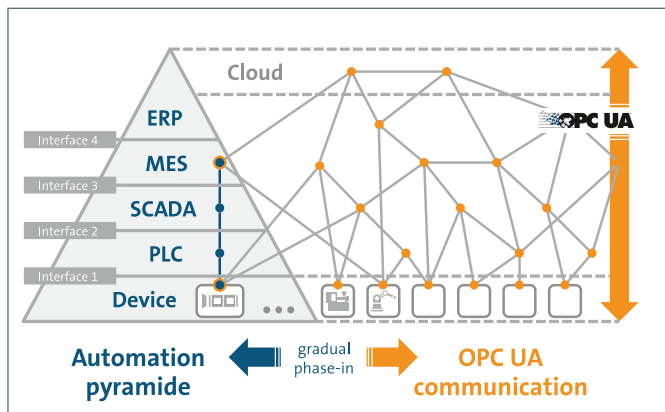
(適応可能な部分における) 光源からの投影光ビーム

最新情報は  
<http://bit.ly/lightstd>





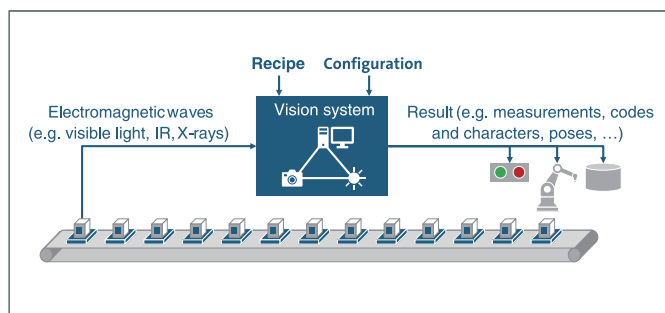
The OPC UA Companion Specification Vision (in short OPC Vision) provides a generic information model for all vision systems - from simple vision sensors to complex inspection systems. Put simply, it defines the essence of any vision system that does not necessarily have to be a "machine" vision system. OPC Vision is the accepted and officially supported OPC UA Companion Specification for vision systems by the OPC Foundation.



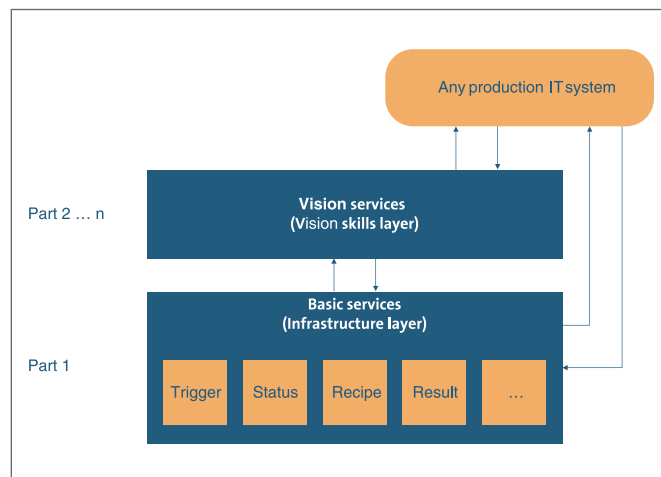
The scope is not only to complement or substitute existing interfaces between a vision system and its process environment by using OPC UA, but rather to create non-existing horizontal and vertical integration abilities to communicate relevant data to other authorized process participants, e.g. right up to the IT enterprise level. It is possible to have a gradual phase-in of OPC Vision with coexisting other interfaces. The benefits are a shorter time to market by a simplified integration, a generic applicability and scalability and an improved customer perception due to defined and consistent semantics. Specific example: OPC Vision enables Machine Vision to speak to the whole factory and beyond.

## Fundamentals

A vision system is any system that has the capability to record and process digital images or video streams, typically with the aim of extracting information from this data. The output of a vision system can be any image-based information like measurements, inspection results, process control data, robot guidance data, etc.

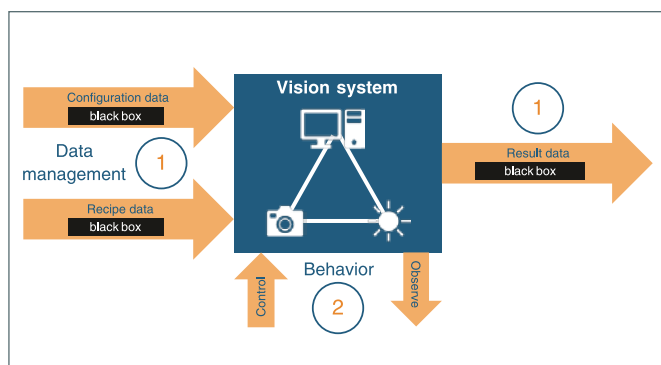


The basic concept of OPC Vision is a subdivision into several parts. Part 1 includes the basis specification and describes an infrastructure layer which provides basic services in a generic way. From part 2, a vision skill layer is addressed which provides more specific vision services.



## OPC Vision, part 1

Part 1 describes an abstraction of the generic vision system, i.e. the representation of the so called "digital twin" of the system. It handles the management of recipes, configurations and results in a standardized way, whereas the contents stay vendor-specific and are treated as black boxes (1). It allows the control of a vision system in a generalized way, abstracting the necessary behavior via a state machine concept (2).



## Future parts

In future parts, the generic basic information model will shift to a more specific "skill-based" information model. Vision skills could include presence detection, completeness inspection, pose detection, etc. For this purpose, the proprietary input and output data black boxes will be broken down and substituted with standardized information structures and semantics.

最新情報は  
<http://bit.ly/indstd>

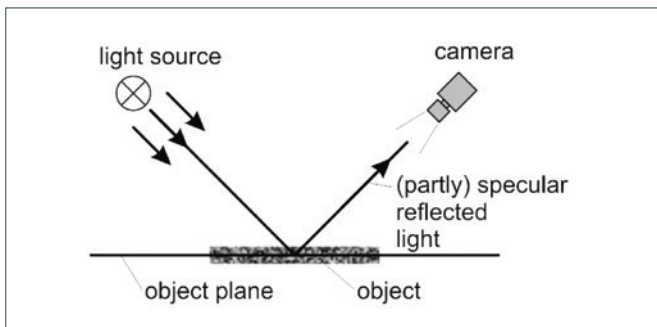


The VDI/VDE/VDMA 2632 series of standards structures the communication between supplier and user. The standards help to avoid misunderstandings and to handle projects efficiently and successfully. The general objectives are:

- Support the communication between users and providers of machine vision systems.
- Help users and providers to specify the task and the solution.
- Avoid communication problems during planning, implementation, acceptance test etc.
- Strengthen the confidence in machine vision systems and open new applications for machine vision systems.

## VDI/VDE 2632 Part 1: Basics, terms, and definitions

Knowing what you are talking about is the start of every successful project. The standard describes the principles and defines the terms necessary for the use of image processing systems. It defines a consistent terminology for all cooperation partners, e. g. illumination types. Part 1 was issued in April 2010 (German/English) and confirmed in 2015.

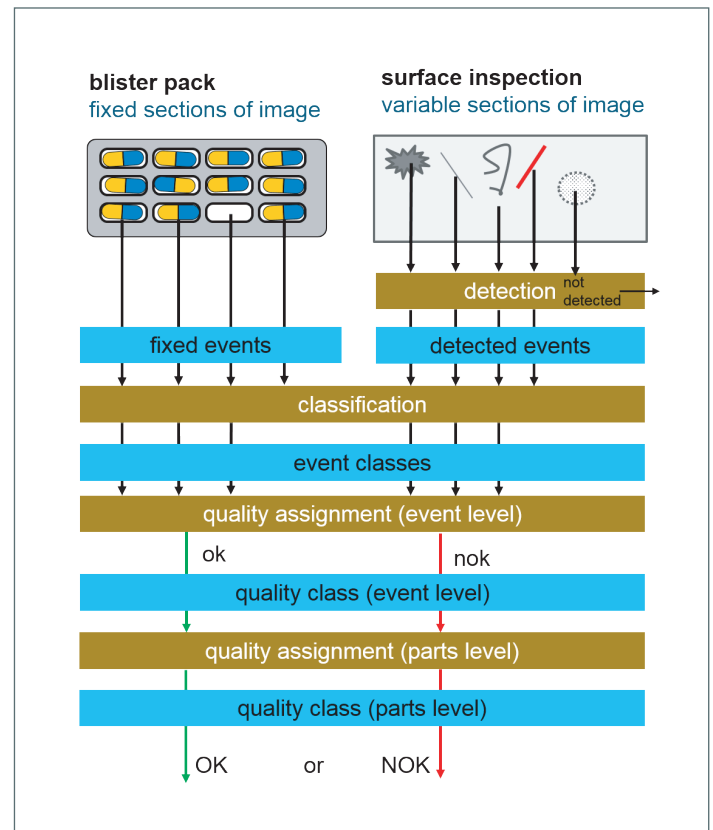


## G3 Standard: VDI/VDE/VDMA 2632 Part 2: Guideline for the preparation of a requirement specification and a system specification

The standard aids in the preparation of specifications for industrial machine vision systems. Emphasis was placed on the representation and description of influencing factors as well as on their effects. The project partners are thus able to identify influences at an early stage during planning and to find optimized solutions. Part 2 was issued in October 2015 (German/English, since April 2017 also in an English/Chinese edition) and is an accepted G3 Standard.

## VDI/VDE/VDMA 2632 Part 3: Acceptance test of classifying machine vision systems

For measuring (non-classifying) machine vision systems, quantitative capability analysis is already well established. Measurement uncertainty is usually employed as an indicator. Until now, on the other hand, there have been no corresponding and accepted qualification indicators for classifying machine vision systems whose results are attributive variables. Part 3 closes this gap and introduces indicators describing the classification capability of a machine vision system. Part 3 was issued in October 2017 (German/English).



## Future parts

Future parts will cover further topics:

- VDI/VDE/VDMA 2632 Part 3.1: Acceptance tests of classifying machine vision systems – tests of the classification performance
- VDI/VDE/VDMA 2632 Part 4.1 Surface inspection systems in flat steel production - Stability testing

## Source of supply

The VDI/VDE/VDMA 2632 series of standards can be purchased at Beuth Verlag ([www.beuth.de/en](http://www.beuth.de/en)) in print or as PDF files.

最新情報は  
<http://bit.ly/sistd>



