AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

KATEDRA AUTOMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ

Raport na temat:

Opracowanie wymagań sprzętowych dla systemu inspekcji optycznej leków cytostatycznych i analiza rozwiązań aktualnie dostępnych na rynku

Wykonał zespół badawczy: **dr inż. Paweł Rotter**
dr inż. Marcin Nowak
prof. dr hab. inż. Witold Byrski
Piotr Lizończyk

Kraków, 2013

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Praca wykonana w ramach projektu CYTOROBOT finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w latach 2012-2015. Umowa nr PBS1/A9/1/2012 w ramach Programu Badań Stosowanych w ścieżce A

PBS Program Badań Stosowanych

1 Wprowadzenie

W niniejszym raporcie przedstawiono wyniki badań wykonywanych w ramach projektu „Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych wykorzystujących sterowanie ze sprzężeniem wizyjnym”, mających na celu opracowanie wymagań sprzętowych dla systemu inspekcji leków cytostatycznych oraz przedstawienie rozwiązań aktualnie dostępnych na rynku.
Analizę sprzętu wykonano mając na uwadze dwa główne cele systemu wizyjnego:

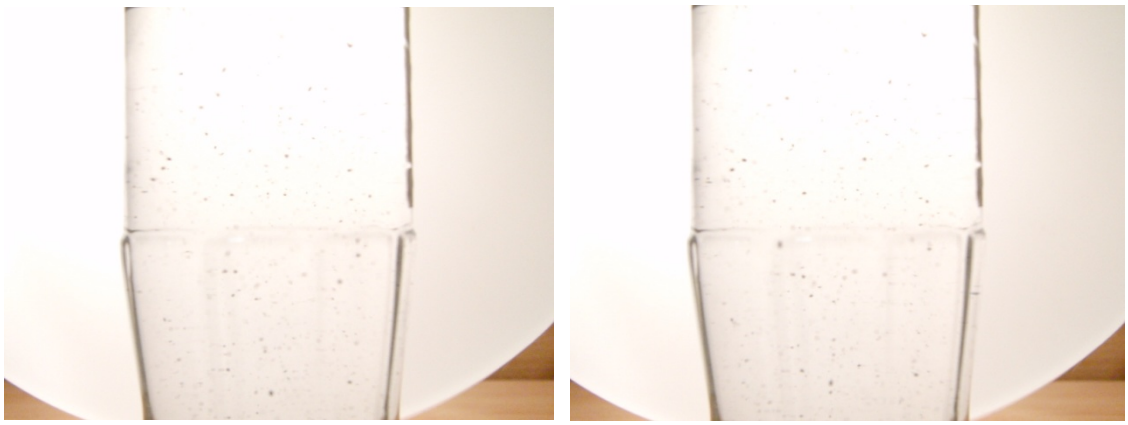
a) Automatyczne wykrywanie zanieczyszczeń w postaci drobnych ciał stałych zawartych w roztworze. W szczególności zdarza się niekiedy, że podczas wprowadzania igły kawałek korka zostaje ułamany i dostaje się do fiolki z preparatem. W ramach obecnie obowiązujących procedur pracownik apteki sprawdza przygotowany preparat pod tym kątem.
b) Automatyczne wykrywanie nierozpuszczonego proszku w roztworze. Potrzeba wizyjnej kontroli procesu rozpuszczania wynika z faktu, że proces rozpuszczania niektórych cytostatyków jest powolny i mieszanie roztworu przez określony czas nie gwarantuje rozpuszczenia całości preparatu.

Eksperymenty dotyczące metod przetwarzania i analizy obrazu pod kątem przydatności do celów projektu przedstawione w raporcie (Rotter, Byrski, Muroń 2013) wskazały jednoznacznie, że zanieczyszczenia, zarówno w postaci drobnych ciał stałych jak proszku, mogą być skutecznie wykrywanie wyłącznie podczas ruchu, gdyż w innym przypadku zanieczyszczenia znajdujące się w roztworze są praktycznie nie do odróżnienia od obiektów występujących na powierzchni naczynia – por. nadruki na worku na Rys. 1. Stąd więc opracowano projekt konstrukcji mechanicznej, która odwraca naczynie (worek lub fiolkę) z roztworem. Zanieczyszczenia są analizowane w momencie gdy naczynie jest już nieruchome a obiekty znajdujące się w roztworze są wciąż w ruchu.

Rys. 1 Kontrolowany obszar worka z roztworem leku. Po prawej zdjęcie wraz z portami

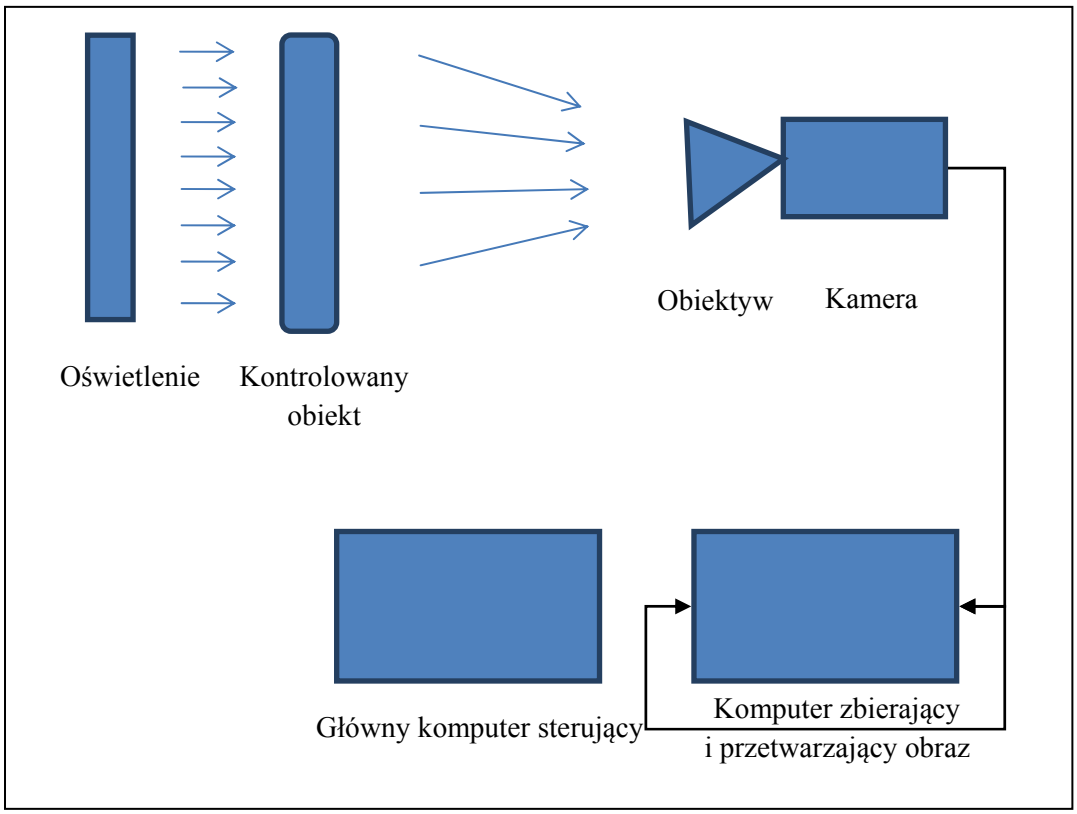
Opisane powyżej podejście implikuje wysokie wymogi dotyczące szybkości kamery. Na podstawie zdjęć roztworu robionych z częstotliwością 60fps ustalono, że obiekty znajdujące się w roztworze po odwróceniu mogą się poruszać z szybkościami rzędu 30 cm / sek. Oznacza to, że obrazy tego samego obiekt na dwóch kolejnych klatkach (przy 60fps) są oddalone o 5 mm (por Rys. 2). Jest to odległość zbyt duża np. do skutecznego stosowania algorytmów przepływu optycznego, zważywszy na niewielką średnicę samych obiektów. Ustaliliśmy, że minimalna szybkość kamery, która zostanie zakupiona do celów projektu powinna wynosić 200fps.

Powyższy wniosek nie oznacza, że szybkość 200fps będzie konieczna w przyszłym rozwiązaniu komercyjnym, gdyż oparcie analizy na metodach statystycznych (a więc bez stosowania algorytmów przepływu optycznego) być może pozwoli na zastosowania kamery o nieco mniejszej szybkości, wymaga to jednak dalszych badań.



Rys. 2 Dwie kolejne klatki zebrane z szybkością 60fps

Zakładamy, że kamera powinna obserwować obszar ok. 20x10 cm, takie pole widzenia wystarczy aby większość worków do przygotowywania leków była w całości lub prawie w całości widziana przez kamerę. Przykładowo rozmiar worka z Rys. 1 wynosi 20x10 cm i jest to jeden z największych worków stosowanych do przygotowywania cytostatyków. Ogólny schemat systemu wizyjnego przedstawiony jest na Rys. 3.



Rys. 3 Schemat poglądowy inspekcyjnego systemu wizyjnego

Przedstawione w Tab. 1 wartości zostały zebrane w trakcie studium procesu produkcji leków cytostatycznych (wizyta w Akademickim Szpitalu Klinicznym we Wrocławiu oraz w Krakowskim Szpitalu Specjalistycznym im. Jana Pawła II). Maksymalną odległość obiektu

od kamery 50cm przyjęto ze względu na ograniczone gabaryty pomieszczenia typu clean room.

Parametr	Wielkość
Maksymalny rozmiar obiektu	200mm x 100mm x 50 mm
Odległość obiektu od kamery	500mm
Minimalny rozmiar zanieczyszczenia	0.5mm
Głębia ostrości	50mm
Kąt widzenia	22° x 12°
Wielkość piksela	0.1mm
Minimalna liczba fps	200fps

Tab. 1 Specyfikacja zadania detekcji zanieczyszczeń

2 Wymagania dla systemu wizyjnego

Na podstawie wstępnych wymagań (Tab. 1) oraz przeprowadzonych prób i eksperymentów z dostępnym w laboratorium systemem wizyjnym sporządzono wymagania dla kamery, obiektywu i oświetlenia będących przyszłymi składowymi systemu inspekcyjnego.

2.1 Parametry kamery

Jak ustalono w trakcie eksperymentów, minimalna szybkość kamery to ok. 200fps. Minimalne pole widzenia to 20x10 cm. Zatem aby zapewnić wielkość piksela nie przekraczającą 0,1 mm rozdzielczość kamery powinna wynosić przynajmniej 2000x1000 pikseli. Zapewnienie tak wysokiej rozdzielczości wymaga użycia kamery monochromatycznej, gdyż efektywna rozdzielczość kamer kolorowych jest znacznie niższa od rozdzielczości matrycy ze względu na stosownie filtru (jeden piksel kolorowy powstaje zwykle z obszaru obejmującego 3x3 elementy matrycy). Z drugiej strony informacja o kolorze jest istotna ze względu na planowane zastosowania algorytmów wykrywania anomalii koloru: niektóre leki cytostatyczne posiadają charakterystyczną barwę i nietypowy kolor powinien być automatycznie wykrywany przez system.
Proponujemy zatem zakup dwóch szybkich kamer o wysokiej rozdzielczości:

a) kamera monochromatyczna
b) kamera kolorowa

Dodatkowo potrzebna będzie trzecia kamera do szacowania poziomu koncentratu w fiolce oraz wykrywania momentu przebicia korka przez igłę. W przypadku tej kamery nie ma wymagania dotyczącego szybkości (w zupełności wystarczy standardowe 30fps lub nawet mniej), istotna jest natomiast niska cena. Przewidujemy bowiem, że taka kamera będzie umieszczana w każdym pojemniku do pobierania koncentratu cytostatyków. Jeśli dalsze badania potwierdzą słuszność tej koncepcji, komercyjna wersja stanowiska zrobotyzowanego do produkcji leków zawierałaby nawet kilkadziesiąt kamer tego typu.

2.2 Parametry obiektywów

Dla rozdzielczości kamery 2000x1000 przybliżony format obrazu to 16:9.
W formacie obrazu 16:9 i 200fps mamy do dyspozycji kamery z rozmiarem sensora 1/2”, 2/3” i 1”. Zależność teoretyczną kąta widzenia od ogniskowej obiektywu i rozmiaru sensora przedstawiono w Tab. 2.

	Ogniskowa	
Rozmiar sensora	25 mm	35mm
1" sensor 16:9	31.16° x 17.82°	22.53° x 12.78°
2/3" sensor 16:9	21.74° x 12.33°	15.62° x 8.82°
1/2" sensor 16:9	15.87° x 8.97°	11.37° x 6.41°

Tab. 2 Teoretyczny kąt widzenia w zależności od wielkości sensora i ogniskowej obiektywu (FujiFilm Calculation of object size*)*

Dla obiektywu o ogniskowej 35mm i odległości od obiektu 500mm rozmiary widzianego obiektu to 200mm na 110mm.

2.3 Parametry oświetlaczy

Przy szybkości 200fps należy zwrócić uwagę na stabilność oświetlenia. Wykorzystane w eksperymentach oświetlenie lampy żarowej i lampy fluorescencyjnej mrugało częstotliwością sieci 60Hz. Takie miganie wprowadza do obrazu zmienność, która pogarsza jakość obrazu a przez co utrudnia jego dalsze przetwarzanie. Najlepszym światłem będzie oświetlenie wykorzystujące LED zasilane ze stabilizowanego zasilacza. Innym rozwiązaniem jest zasilenie oświetlenia z impulsowego zasilacza, którego częstotliwość pracy będzie znacznie przekraczać częstotliwość 300 Hz.

2.4 Dodatkowe elementy i akcesoria

W przypadku akwizycji obrazu o rozdzielczości powyżej 2 MPix i szybkości 200fps wymagane są dedykowane kable łączące kamerę z komputerem PC oraz karty frame grabber instalowane w PC.

2.5 Wymagania dla komputera PC

Aby podłączyć 3 zestawy wizyjne do jednego PC, musi być to porządna stacja robocza z min. 4 kanałami PCIe o szerokości 8x i dużą ilością pamięci RAM. Jeżeli nie chce Pan samodzielnie pisać akwizycji, to polecam gotowe rozwiązanie, Norpix Streampix 5 Multicamera.

3 Przegląd rozwiązań dostępnych na rynku

Poniżej zostanie przedstawiony przegląd dostępnych rozwiązań kamer, obiektywów i oświetlenie pod kątem zastosowania w inspekcji leków cytostatycznych.
Na podstawie wstępnych wymagań został wysłany e-mail (treść 5.2) z zapytaniem do MPL Tech Group Sp. z o.o., AVICON Advanced Vision Control, Parameter AB Sp.z.o.o., SICK Sp.z o.o., Introl Sp. z o.o. i OptiNav Sp. z o.o. Informacje o firmach zostały pozyskane z portalu branżowego systemywizyjne.pl. Dodatkowo odwiedzono stoiska firm dostarczających systemy wizyjne na targach Automaticon 2013 (szczegóły w 5.6).

3.1 Przegląd modeli kamer dostępnych na rynku

Ze względu na rodzaj czujnika i moc przetwarzania komputera wyróżniamy następujące typy systemów wizyjnych:

- czujnik wizyjny (ang. *soft sensor*); w jednej obudowie zmontowany czujnik i procesor sygnałowy, zwykle do przetwarzania prostych jak czytanie kodów kreskowych
- kamera inteligentna (ang. *smart camera*); wspólne umiejscowienie sensora i wydajnego procesora sygnałowego, znajdują zastosowanie w detekcji ubytków, wymiarowanie obiektów itp.
- kamera – zewnętrzy komputer (zwykle PC); znajdują zastosowanie w zaawansowanych problemach analizy obrazu.

Podział kamer pod względem pole widzenia:

- liniowe (ang. *line scan*)
- macierzowe (ang. *area scan*)

Podział ze względu na wielkość sensora:

- 1”
- 2/3”
- 1/2”

Podział ten jest istotny ze względu na dobór obiektywu.

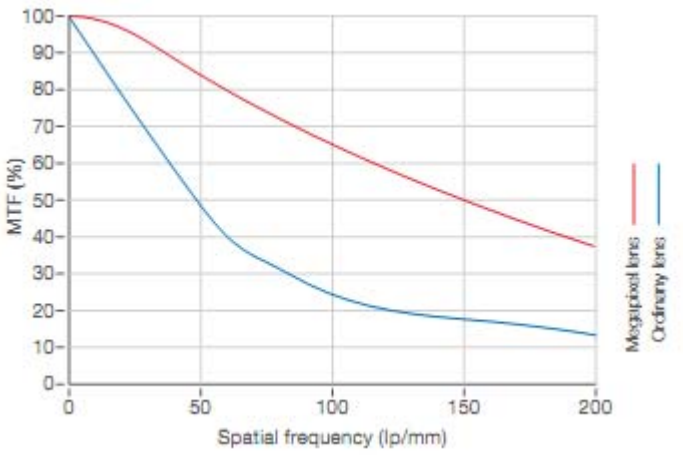
Inne podziały to pod względem rozdzielczości, szybkości zbierania klatek (fps), rodzaju interfejsu cyfrowego (USB, FireWire, Gigabit Ethernet, dedykowane), kolorowe/czarnobiałe, rodzaju czujnika CMOS/CCD oraz sposobu montowania obiektywu (C-mount lens adapter).

Ze względu na charakter badawczo-rozwojowy projektu oraz ograniczenia inteligentnych kamer nie zdecydowano się na wykorzystanie w projekcie inteligentnych kamer. Zdecydowano się na bardziej elastyczne rozwiązanie kamery współpracującej z komputerem PC. Kamera liniowa znajduje zastosowanie tam, gdzie badany obszar przesuwa się ze znaną prędkością np. nadruki na wstędze papieru w drukarniach gazet. Zadanie inspekcji cytostatyków wybrano kamerę z sensorem macierzowym.

3.2 Przegląd modeli obiektywów dostępnych na rynku

Producenci obiektywów do kamer dostarczają je w dwóch kategoriach dla telewizji przemysłowej (ang. *closed-circuit television*, CCTV) i systemów wizyjnych (ang. *machine vision*). Obiektywy dla telewizji przemysłowej zwykle wyposażone są w systemy automatycznego ustawiania ostrości (autofocus), mają zmienną ogniskową oraz wyposażone są w system korekcji optycznej dla światła dziennego i nocnego (bliska podczerwień). Ze względu na charakterystykę zadania inspekcji leków cytostatycznych w dalszych rozważaniach ograniczono się do wyboru obiektywu o stałej ogniskowej bez systemu autofocus.

Na Rys. 16, Rys. 18, Rys. 19 i Rys. 20 przedstawiono główne parametry obiektywów o ogniskowej 25mm i 35mm. Główna różnica wynika z przeznaczenia do współpracy z kamerami 1.5MPix (dystorsja 0.15%) oraz 5MPix (dystorsja 0.07%). Na Rys. 4 porównano rozdzielczość optyczną obiektywów o standardowej rozdzielczość telewizyjnej oraz obiektywów dla kamer megapikselowych.



Rys. 4 Rozdzielczość optyczna obiektywu

3.3 Przegląd modeli oświetlenia back light

W systemach wizyjnych oświetlenie ze względu na rodzaj źródła światła możemy podzielić na:

- LED
- lampy fluorescencyjne
- stroboskopowe
- inne specjalistyczne.

Kolejnym podziałem źródeł światła w systemach wizyjnych to umieszczenie źródła światła w stosunku do obiektu i obiektywu:

- z przodu obiektu (ang. *front-light*)
- z tyłu obiektu (ang. *back-light*).

Ze względu na charakterystykę zadania inspekcji leków (Rys. 3) cytostatycznych wybrano oświetlenie typu back-light z LED jako źródło światła.

4 Propozycja wyboru rozwiązania

Przykładowe zestawienie sprzętu w ramach przewidzianego budżetu i wymagań sprzętowych przedstawiono w Tab. 3.

Ze względu na interpolację pikseli przez kamery kolorowe, to kamera o najwyższej rozdzielczości 4MPix (przedstawiona w Zestawie I) będzie monochromatyczna. W zestawie I wybrano lepszy obiektyw przeznaczony do współpracy z kamerami 5MPix. Kamera w zestawie I ma możliwość podniesienie szybkości akwizycji obrazu do 200fps kosztem zmniejszenia rozdzielczości do 2046x1800.

	Część	Model	Cena	Szt.	Wartość
Zestaw I	Kamera I	Basler ace acA2040-180mc	8505,59	1	8505,59
	Frame grabber	Grablink Full XR	5019,26	1	5019,26
	Kable PC - FG	Kabel CL Full	793,35	2	1 586,70
	Zasilacz	Zasilacz 12VDC	185,11	1	185,11
	Obiektyw	Fujinon HF25SA-1	3000,00	1	3 000,00
	Oświetlacz	LATAB SAH7 3206	11759,21	1	11759,21
	Kontroler światła	PAD2 1135/3	5230,82	1	5230,82
Zestaw II	Kamera II	Basler ace acA2000-340kc	5864,10	1	5 864,10
	Frame grabber	Grablink Full XR	5019,26	1	5019,26
	Kable PC - FG	Kabel CL Full	793,35	2	1 586,70
	Obiektyw	Fujinon CF25HA-1	2432,94	1	2432,94
	Zasilacz	Zasilacz 12VDC	185,11	1	185,11
Zestaw III	Zwykła kamera, IP albo USB		2000,00	1	2 000,00
	Oświetlenie		2000,00	1	2 000,00
	Zasilacz	Zasilacz 12VDC	185,11	1	185,11
	Frame grabber		1000,00	1	1 000,00
				Razem:	55 559,91

Tab. 3 Przykładowe zestawienie sprzętu wraz z cenami

5 Dodatek

5.1 Słownik pojęć

FPS	Frame Per Second (liczba ramek obrazu na sekundę)
FG	Frame Grabber – karta do PC umożliwiająca współpracę z kamerą
MTF	Modulation Transfer Function

5.2 Przygotowanie zapytania na zakup systemu wizyjnego na potrzeby projektu

Zwracam się z prośbą o przedstawienie dostępności i orientacyjnych ceny w PLN następujących komponentów: kamera, obiektyw i oświetlenie na potrzeby projektu, którego celem będzie wykrywanie małych zanieczyszczeń do 1mm i nierozpuszczonych elementów w roztworze wodnym.

Jako kamerę rozumie się cyfrowa kamerę kolorową do rejestracji obrazów z szybkością 60 klatek na sekundę i dużej rozdzielczości wraz z oprogramowaniem (sterowniki). Kamera powinna posiadać interfejs cyfrowy umożliwiający podnieście do komputera PC. Surowy obraz. Nie powinny być wbudowane w kamerę algorytmy przetwarzania obrazów.
Obiektyw do powyższej kamery umożliwiający zbieranie obrazu z odległości około 20-30 cm.

Oświetlenie powinno współpracować z powyższym systemem kamera-obiektyw.
Oświetlanym obiektem będzie worek z cieszą. Worek wykonany będzie z półprzeźroczystego tworzywa sztucznego. Ciecz będzie zarówno przezroczystą jak i kolorową.
Dodatkowo prosimy o przedstawienie oferty na zakup inteligentnej kamery dla opisanego powyżej celu. Inteligentna kamera powinna współpracować z tym samym obiektywem i oświetleniem.
W przypadku pytań służę pomocą.

5.3 Propozycja OptiNav

Założenia:
- pole widzenia 250x180, szczegół od 0,5x0,5mm:
  Minimalne wartości, które w praktyce sprawdzają się jeszcze przy detekcji obiektu to 2 pix (niektóre algorytmy dla pewności działania wymagają min 5..6 pix - np. Blob):
- potrzebna rozdzielczość kamery mono 0,25x0,25mm (1/2 szczegółu) - 1024x768 pixeli
- potrzebna rozdzielczość kamery kolorowej 0,08x0,08mm (1/6 szczegółu) - 3xmniejsza wielkość piksela bo składa się on z 3 kolorów (chyba, że zastosujemy kamerę kolorową 3xCCD) - 2400x1800

Zgodnie z kryteriami kamera kolorowa 5 MegaPixeli lub więcej:
- VieWorks VC-4MC-C 80 , interfejs CameraLink - 2048x2048 pix,. 80 kl/s - cena netto 2250 EUR (karta katalogowa w załączniku)

- Kamera najbardziej zbliżona do wymagań z dwukablowym GigE Vision (2-kablowy GigE Vision (LAG = Link Aggregation Group) teoretycznie powinien przenieść 200 MB/s, czyli 40 kl/s mono lub kolor RAW Bayer 5 MPixeli, ale praktycznie jest wolniejszy) - kamera AVT GX-2300 - kolor, 4 Mpixele 2336 x 1752, 32 kl/s, w cenie 4950 EUR netto (mono i kolor w tej samej cenie).
  (karta katalogowa w załączniku)

- GigE Vision przenosi max 100-110 MB/s (zależnie od wydajności komputera), więc dla 5 Mpixeli Mono lub Kolor Raw Bayer (8 bit/pixel) przeniesie max 20 klatek/s, a dla 5 Mpixeli kolor odkodowany w kamerze (RGB24) przeniesie ok 6,6 kl/s.
  Kamery 5 Mpix, 2450x2050, kolor, GigE ale max. 15 kl/s. wahają się w cenie 2300-2800 EUR

- Kamera 3CCD - największa rozdzielczość to 2 M Pix - 1600x1200, ale one wysyłają obraz RGB24 czyli na GigE VIsion otrzymamy tylko 15 kl/s. JAI AT-200 GE - kosztuje 5340 EUR netto.

Obiektyw do zakładanej kamery powinien być obiektywem z serii 5 megapixel , i o ogniskowej 6mm. Niestety najmniejsza ogniskowa w grupie obiektywów 5megapixel np. u Fujinon'a to 12,5mm, co wymagałoby odległości ponad 600mm od obiektu. Cena takiego obiektywu to 350-400 EUR.
Fujnon ma obiektyw 6mm, ale w serii 1,5megapixel.
Dla zwykłych kamer kolorowych (1CCD, a nie 3CCD), obraz i tak jest interpolowany na 3x3 pixelach. W takim układzie można zastosować obiektywy z niższej serii 1,5megapixel w cenie ok 150-200 EUR.

SmartCamera Cognex In-Sight 5MPix - 16kl/s, mono - 9995 EUR
Cognex w ofercie ma SmartCamery kolorowe 60kl/s o rozdzielczości tylko 640x480, w cenie od 5175EUR
Cognex SmartCamera o rozdzielczości 1280x1024, 60kl/s, mono - 7025EUR

SmartCamera National Instruments 5MPix, 15kl/s, mono - 30,699zł
SmartCamera National Instruments 640x480, 65kl/s, kolor - 14,349zł
SmartCamera National Instruments 1600x1200, 10kl/s, kolor - 20,099zł
SmartCamera National Instruments 1280x960, 17kl/s, kolor - 20,099zł

Niestety nie jestem w stanie zaproponować oświetlenia, z uwagi na brak wystarczającej wiedzy, jaki jest to obiekt, w jakim jest środowisku i jakich cech charakterystycznych w nim szukamy. Te cechy determinują rodzaj i kolor oświetlenia. Kolorów oświetlenia i jego rodzajów (sposób padania światła) jest naprawdę sporo, a ceny kształtują się od 0 (światło naturalne) do cen znacznie przewyższających ceny kamer.
Czasami warto jest zrobić testy przy różnych rodzajach i kolorach oświetlenia, sprawdzając, które cechy obiektu dadzą nam w danych warunkach oświetleniowych najwięcej informacji.

Description

4 Megapixel CCD camera with high frame rate - Dual port GigE

The 4 Megapixel Prosilica GX2300 is a very high-resolution CCD camera with Gigabit Ethernet output (GigE Vision®). The GX2300 features the high-quality Truesense KAI-04050 image sensor that provides superior image quality, excellent sensitivity and low noise. The GX2300 has two screw-captivated Gigabit Ethernet ports configured as a Link Aggregation Group (LAG) to provide a sustained maximum data rate of 240 MBytes per second. The Prosilica GX2300 can also work at half the bandwidth (120 MB/s) using a single cable.

- 3-axis Motorized lens controls
- Video auto-iris
- Single or dual Ethernet port operation
- Thermal management enclosure

- **Models:**
  - GX2300, 2336x1752, 32 fps (dual port) - 28 fps (single port), CCD, mono
  - GX2300C, 2336x1752, 32 fps (dual port) - 28 fps (single port), CCD, color

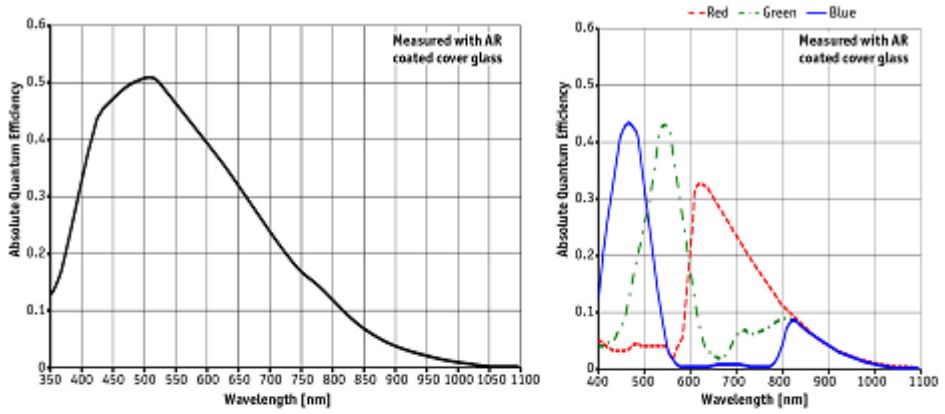
- **Modular Options:**
  - Nikon F-mount (Factory conversion)
  - Canon EF Lens Mount (Factory conversion via RS232 I/O)
  - IRC Filter on Monochrome cameras (Factory installation)
  - Taped glass and microlens (Factory built)
  - Taped glass No microlens (Factory built)

Rys. 5 OptiNav - Prosilica GX2300 – opis (źródło: katalogi firmowe)

Specifications

Prosilica GX	2300
Interface	IEEE 802.3 1000baseT
Resolution	2336 x 1752
Sensor	Truesense KAI-04050
Sensor type	CCD Progressive
Sensor size	Type 1
Cell size	5.5 µm
Lens mount	C/F
Max frame rate at full resolution	32 fps
A/D	14 bit
On-board FIFO	128 MB
	Output
Bit depth	8/14 (mono) - 8/12 (color) bit
Mono modes	Mono8, Mono12Packed, Mono16
Color modes YUV	YUV411, YUV422, YUV444
Color modes RGB	RGB24, BGR24, RGBA32, BGRA32
Raw modes	Bayer8, Bayer12Packed, Bayer16
	General purpose inputs/outputs (GPIOs)
Opto-coupled I/Os	2 inputs, 4 outputs
RS-232	1
	Operating conditions/Dimensions
Operating temperature	0°C ... +50°C
Power requirements (DC)	5V - 24V
Power consumption (12 V)	5.8W (1 port) - 6.9W (2 ports)
Mass	269 g
Body Dimensions (L x W x H in mm)	107.2 x 53.3 x 33 (including connectors, w/o tripod and lens)
Regulations	CE, FCC, Class A, RoHS

Rys. 6 OptiNav - Prosilica GX2300 – parametry techniczne (źródło: katalogi firmowe)



Smart features

The Prosilica GX2300 features include:

- Auto Exposure
- Auto Gain
- Auto White balance
- Flexible Binning
- Region of Interest readout (AOI partial scan)
- StreamBytesPerSecond (easy bandwidth control)
- Stream hold
- Asynchronous external trigger and sync I/O
- Global shutter (digital shutter)
- Recorder and Multiframe Acquisition Modes
- 3-axis motorized lens control
- Video-type autoiris

Rys. 7 OptiNav - Prosilica GX2300 – charakterystyka (źródło: katalogi firmowe)

vieworks

VC-2MC-M/C 150/340, VC-3MC-M/C 280
VC-4MC-M/C 80/180, VC-4MC-M 110/160
VC-12MC-M/C 60, VC-12MX-M/C 240

Preliminary Preliminary

UP TO 12 MEGAPIXELS RESOLUTIONS, GLOBAL ELECTRONIC SHUTTER, HIGH-SPEED CMOS DIGITAL CAMERA

VC Series cameras are ultra high-speed industrial digital cameras with frame rates up to 340 frames per second. Equipped with the latest global shutter CMOS image sensor technology available today, these cameras provide flexible selection in resolution and frame rate which meets the requirements of many industrial and scientific applications.

Main Features

* 2M/3M/4M/12M Megapixel Resolution
* High-Speed Progressive Scan CMOS Image Sensor
* Full Camera Link Interface with 8 bit or 10 bit Data Output
* CoaXpress Interface up to Quadruple Digital Output Ports (Preliminary)
* Fixed Pattern Noise Correction
* Field Upgradable Firmware
* Pixel Defect Correction

Applications

* Machine Vision Inspection
* Research and Scientific Imaging
* Microscopy and Metrology

Rys. 8 OptiNav - Viewworks VC-xMx – opis (źródło: katalogi firmowe)

Specifications

Model	VC-2MC-M/C 150	VC-2MC-M/C 340	VC-4MC-M/C 80	VC-4MC-M/C 180	Preliminary VC-12MC-M/C 60	Preliminary VC-12MX-M/C 240
Resolution (H × V)	2048 × 1088		2048 × 2048		4096 × 3072	
Sensor (CMOSIS)	CMV 2000		CMV 4000		CMV 12000	
Sensor Size (Optical Format)	11.26 mm × 5.98 mm (2/3")		11.26 mm × 11.26 mm (1")		22.5 mm × 16.9 mm	
Sensor Type	High Speed CMOS Image Sensor					
Pixel Size	5.5 μm × 5.5 μm					
Interface	Camera Link					CoaXpress
Max. Frame Rate	2 Tap: 74.4 fps 4 Tap: 148.5 fps 8 Tap: N/A 10 Tap: N/A	8 Tap: 295.4 fps 10 Tap: 337.6 fps	2 Tap: 39.6 fps 4 Tap: 78.9 fps 8 Tap: N/A 10 Tap: N/A	8 Tap: 157.1 fps 10 Tap: 179.5 fps	2 Tap: 13 fps 4 Tap: 25 fps 8 Tap: 51 fps 10 Tap: 64 fps	CXP ×1: 60 CXP ×2: 120 CXP ×4: 240 (Based on 6.25 Gbps for each channel)
Transfer Time	2 Tap: 13.44 ms 4 Tap: 6.73 ms 8 Tap: N/A 10 Tap: N/A	8 Tap: 3.38 ms 10 Tap: 2.96 ms	2 Tap: 25.3 ms 4 Tap: 12.67 ms 8 Tap: N/A 10 Tap: N/A	8 Tap: 6.37 ms 10 Tap: 5.58 ms	2 Tap: 77 ms 4 Tap: 40 ms 8 Tap: 21 ms 10 Tap: 16 ms	CXP ×1: 17 ms CXP ×2: 8 ms CXP ×4: 4 ms
Pixel Data Format	8 bit (2/4 Tap) 10 bit (2/4 Tap)	8bit(2/4/8/10Tap) 10 bit (2/4/8 Tap)	8 bit (2/4 Tap) 10 bit (2/4 Tap)	8bit(2/4/8/10Tap) 10 bit (2/4/8 Tap)	8bit(2/4/8/10Tap) 10 bit (2/4 Tap)	8 bit or 10 bit
Electronic Shutter	Global Shutter					
Data Output Pixel Clock Speed	85 MHz					TBD
Trigger Mode	Free-Run, Trigger Programmable Exposure Time and Trigger Polarity					
Dynamic Range	60 dB					
Dimension / Weight	68 mm × 68 mm × 54 mm, 420 g					TBD
Temperature	Operating: 0°C ~ 40°C, Storage: -30°C ~ 65°C					
Lens Mount	C or F-mount					
Power	10 ~ 14 V DC, MAX. 6 W					
Configuration Software	Configurator					

Rys. 9 OptiNav - Viewworks VC-xMx – parametry techniczne (źródło: katalogi firmowe)

Specifications

Model	VC-3MC-M/C 280	VC-4MC-M 110	VC-4MC-M 160
Resolution (H x V)	1696 x 1710	2352 x 1728	2352 x 1728
Sensor	On Semiconductor LUPA 3000	Aptina MT9M440	Aptina MT9M440
Sensor Size (Optical Format)	13.57 mm x 13.68 mm (1")	16.46 mm x 12.10 mm (1")	16.46 mm x 12.10 mm (1")
Sensor Type		High Speed CMOS Image Sensor	
Pixel Size	8.0 µm x 8.0 µm	7.0 µm x 7.0 µm	7.0 µm x 7.0 µm
Interface		Camera Link	
Max. Frame Rate	8 Tap: 227 fps (Full) 10 Tap: 285 fps (Full)	2 Tap: 27 fps (Base) 4 Tap: 57 fps (Medium) 8 Tap: 114 fps (Full)	8 Tap: 162 fps (Full)
Transfer Time	8 Tap: 4.41 ms (Full) 10 Tap: 3.51 ms (Full)	2 Tap: 34 ms (Base) 4 Tap: 17 ms (Medium) 8 Tap: 8.5 ms (Full)	8 Tap: 6.19 ms (Full)
Pixel Data Format		8 bit	
Electronic Shutter	Global Shutter	Rolling Shutter	
Dynamic Range	60 dB	54 dB	56 dB
Dimension / Weight	68 mm x 68 mm x 54 mm, 420 g	53.8 mm x 90 mm x 90 mm, 460 g	53.8 mm x 90 mm x 90 mm, 500 g
Temperature	Case: 0°C ~ 50°C, Inner: 0°C ~ 70°C	Case: 0°C ~ 50°C, Inner: 0°C ~ 60°C	
Lens Mount	C or F-mount	M42 or F-mount	
Power	12 VDC ± 20%, MAX. 6.0 W @ 12V DC	12 VDC ± 20%, MAX. 5.0 W @ 12V DC	
Configuration Software		Configurator	

Rys. 10 OptiNav - Viewworks VC-xMx – parametry techniczne c.d. (źródło: katalogi firmowe)

5.4 Propozycja firmy Avicon

Obiektywy dobrane do odległości roboczej 500mm i pola roboczego 200x200. Inne pola i odległości robocze są również dostępne, ceny obiektywów kształtują się podobnie do bazowego modelu zaproponowanego w wyliczeniu. Oświetlacz jest dosyć drogi gdyż bazuje na ok. 3000 diód SMD wysokiej jasności.

Dla pewności poniższe wyliczenie:
jeden pełny system kamerowy składa się z:
- 1 kamera
- 2 kable CL
- 1 zasilacz kamery
- 1 framegrabber
- 1 oświetlacz
- 1 kontroler oświetlacza
- 1 obiektyw

Aby podłączyć 3 zestawy do jednego PC, musi być to porządna stacja robocza z min. 4 kanałami PCIe o szerokości 8x i dużą ilością pamięci RAM. Jeżeli nie chce Pan samodzielnie pisać akwizycji, to polecam gotowe rozwiązanie, Norpix Streampix 5 Multicamera.

KAMERY

#1
Basler ace acA2000-340kc
Camera Link, CMOS, 2046x1086, 340fps
http://www.baslerweb.com/products/ace.html?model=339
5 864,10 PLN brutto

#2
Basler ace acA2040-180kc
Camera Link, CMOS, 2046x2086, 180fps

http://www.baslerweb.com/products/ace.html?model=341
8 505,59 PLN brutto

#3
Basler aviator avA1000-100gc
GigE, CCD, 1024x1024, 100fps
http://www.baslerweb.com/products/aviator.html?model=202
8 664,07 PLN brutto

#4
Basler aviator avA1600-65kc
Camera Link, CCD, 1600x1200, 65fps
http://www.baslerweb.com/products/aviator.html?model=241
10 777,26 PLN brutto

#5
Basler aviator avA1900-60kc
Camera Link, CCD, 1920x1080, 60fps
http://www.baslerweb.com/products/aviator.html?model=241
10 777,26 PLN brutto

#6
Basler pilot piA1000-60gc
GigE, CCD, 1000x1000, 60fps
11 305,56 PLN brutto

FRAMEGRABBERY I AKCESORIA

#7
Grablink Full XR
Framegrabber, Camera Link, Full configuration
5 019,26 PLN brutto

#8
Kabel CL Full, 3m
793,35 PLN

#9
Zasilacz 12VDC, wszystkie kamery
185,11 PLN brutto

OBIEKTYWY

#10
Fujinon CF25HA-1
f'=25mm, pole widzenia 200x200, odległość 500mm dla kamery acA2040-180km/kc
2 432,94 PLN brutto

OŚWIETLACZE

#11
LATAB SAH7 3206
Oświetlacz backlight, aktywny obszar świecenia 195x216mm, czerwony
11 759,21 PLN brutto

#12
PAD2 1135/3
Kontroler światła typu ciągłego dla oświetlacza
5 230,82 PLN brutto

OPROGRAMOWANIE

#13

```
Norpix Streampix 5 Multicamera
Oprogramowanie nagrywające synchroniczne sekwencje z wielu kamer
http://norpix.com/products/streampix5/streampix5.php
6 884,06 PLN brutto
```

Rys. 11 Avicon - Besler – ACE – dostępne złącza (źródło: katalogi firmowe)

Specifications

Basler ace	Resolution (H x V pixels)	Sensor	Sensor Technology	Sensor Size (optical)	Pixel Size (µm)	Frame Rate	Power Consumption (typical)	Weight (typical)
acA2000-340km/kc	2048 x 1088	CMOSIS CMV2000	CMOS, global shutter	2/3"	5.5 x 5.5	340	<3.0 W	<90 g
acA2000-340km NIR*	2048 x 1088	CMV2000 NIR-enhanced	CMOS, global shutter	2/3"	5.5 x 5.5	340	<3.0 W	<90 g
acA2040-180km/kc	2048 x 2048	CMOSIS CMV4000	CMOS, global shutter	1"	5.5 x 5.5	180	<3.0 W	<90 g
acA2040-180km NIR*	2048 x 2048	CMV4000 NIR-enhanced	CMOS, global shutter	1"	5.5 x 5.5	180	<3.0 W	<90 g

*Available Q1/2013

Specifications Applicable For All ace Camera Link Models:

Mono / Color	Mono/Color (NIR models: Mono only)
Interface	Camera Link (base, medium, or full)
Synchronization	Via external trigger or free run
Exposure Control	Trigger width or timed
Housing Size (L x W x H)	43.5 mm x 29 mm x 29 mm
Housing Temperature	Up to 50 °C
Lens Mount	C-mount
Digital I/O	1 opto-isolated input or output
Power Requirements	12VDC (±10%), Power over Camera Link (PoCL) or via IO connector
Conformity	CE, FCC, RoHS, GenICam, Camera Link, UL (in preparation)
Driver	Basler pylon driver package
API Configuration	Register API for C and VB6 or Basler pylon C++ API

Rys. 12 Avicon - Besler – ACE - parametry techniczne (źródło: katalogi firmowe)

Specifications

Basler aviator	avA1000-100gm/gc	avA1600-50gm/gc	avA1900-50gm/gc	avA2300-25gm/gc
Camera				
Resolution (H x V pixels)	1024 x 1024	1600 x 1200	1920 x 1080	2330 x 1750
Sensor	Kodak KAI-01050	Kodak KAI-02050	Kodak KAI-02150	Kodak KAI-04050
Sensor Size (optical)	1/2"	2/3"	2/3"	1"
Sensor Technology	Progressive Scan CCD, global shutter			
Pixel Size	5.5 µm x 5.5 µm			
Frame Rate	101 fps	55 fps	51 fps	26 fps
Mono / Color	Mono / Color			
Video Output Format	Mono 8, Mono 12, Mono 12 Packed, YUV 4:2:2 Packed, YUV (4:2:2 (YUYV) Packed, Bayer GB 8, Bayer GB 12, Bayer GB 12 Packed			
Interface	Gigabit Ethernet (1000 Mbit/s)			
Synchronization	Via external trigger, via the Ethernet connection, or free-run			
Exposure Control	Via external trigger signal or programmable via the camera API			
Mechanical / Electrical				
Housing Size (L x W x H)	40.7 mm x 62 mm x 62 mm			
Housing Temperature	Up to 50 °C			
Lens Mount	C-mount			
Digital I/O	2 opto-isolated input / 4 opto-isolated output			
Power Requirements	12 VDC (±10%) via 12-pin Hirose connector			
Power Consumption (typical)	5.6 W	5.8 W	5.8 W	6.3 W
Weight (typical)	<300 g			
Conformity	CE, FCC, IP30, RoHS			
Software / Driver				
Driver	Basler pylon driver package			
Operating System	Windows, Linux - 32 bit and 64 bit			
Conformity	GigE Vision, GenICam			

Specifications are subject to change without prior notice.
For detailed technical information, see the camera User's Manual that can be found at www.baslerweb.com/manuals

Rys. 13 Avicon - Besler – Aviator - parametry techniczne (źródło: katalogi firmowe)

Specifications

Basler aviator	avA1000-120km/kc	avA1600-65km/kc	avA1900-60km/kc	avA2300-30km/kc
Camera				
Resolution (H x V pixels)	1024 x 1024	1600 x 1200	1920 x 1080	2330 x 1750
Sensor	Kodak KAI-01050	Kodak KAI-02050	Kodak KAI-02150	Kodak KAI-04050
Sensor Size (optical)	1/2"	2/3"	2/3"	1"
Sensor Technology	Progressive Scan CCD, global shutter			
Pixel Size	5.5 µm x 5.5 µm			
Frame Rate	120 fps	67 fps	62 fps	31 fps
Mono / Color	Mono / Color			
Pixel Format	Mono 8, Mono 10, Mono 12, Bayer GR 8, Bayer GR10, Bayer GR12			
Interface	Camera Link (base), single 26-pin MDR connector			
CL Pixel Clock	32.5, 40, 48, or 65 MHz (selectable via software)			
CL Tap Geometry	1X2-1Y or 1X-2YE			
Synchronization	Via external trigger or free-run			
Exposure Control	Trigger width or timed			
Mechanical / Electrical				
Housing Size (L x W x H)	41.2 mm x 62 mm x 62 mm			
Housing Temperature	Up to 50 °C			
Lens Mount	C-mount			
I/O Ports	2 opto-isolated input / 1 opto-isolated output			
Power Requirements	12 VDC (±10%) via 6-pin Hirose connector			
Power Consumption (typical)	5.0 W	5.5 W	5.5 W	6.0 W
Weight (typical)	<300 g			
Conformity	CE, FCC, IP30, RoHS			
Software Environment				
Configuration Software	Basler pylon release 2.2 or higher			
API for Configuration	Register API for C and VB6 or Basler pylon C++ API			
Conformity	Camera Link, GenICam			

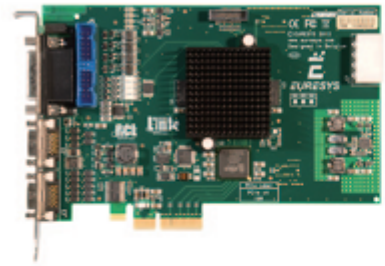
Specifications are subject to change without prior notice.
For detailed technical information, see the camera User's Manual that can be found at www.baslerweb.com/manuals

Rys. 14 Avicon - Besler – Aviator - parametry techniczne c.d. (źródło: katalogi firmowe)

Grablink Full XR

Full-Featured 80-bit, Full, Medium or Base Camera Link Frame Grabber

EURESYS



Grayscale Camera | Color Camera | PCI Express | Camera Link | Digital

Features

- Support for one 80-bit, Full, Medium or Base configuration camera
- Onboard processing- LUTs operators, Bayer CFA decoder, pixel formatting, and image reconstruction
- 128 MB on-board memory
- Effective delivery bandwidth: up to 850 MB/s*
- 10 digital I/O lines compatible with a wide range of sensors and encoders
- PCI Express x4, full-height, half-length

Applications

- Quality control
- Semiconductor inspection
- PCB inspections
- FPD inspections
- On-the-fly image acquisition
- High frame rate image acquisition

Software Support

- Windows® Platform
- Available for Windows® 7 SP1/Vista SP2 (32-bit/64-bit)
- Available for Windows® XP SP2 (64-bit)/SP3 (32-bit)
- Available for Windows® server 2008 SP2 (32-bit/64-bit)
- Available for Windows® server 2008 R2 SP1 (64-bit)

Ordering Information

- **Grablink Full XR**
  Full-Featured 80-bit, full, medium or base Camera Link frame grabber

Introduction

The Grablink Full XR (eXtended Reach) is a Camera Link frame grabber for single Camera Link applications featuring ECCO+. In most cases, ECCO+ allows Grablink Full XR users to double the maximum length of Camera Link cables, eliminating the need for a repeater. In addition, the Grablink Full XR supports 80-bit, Full, Medium and Base Camera Link configurations, is compliant with PoCL SafePower, and features a comprehensive set of robust I/O lines.

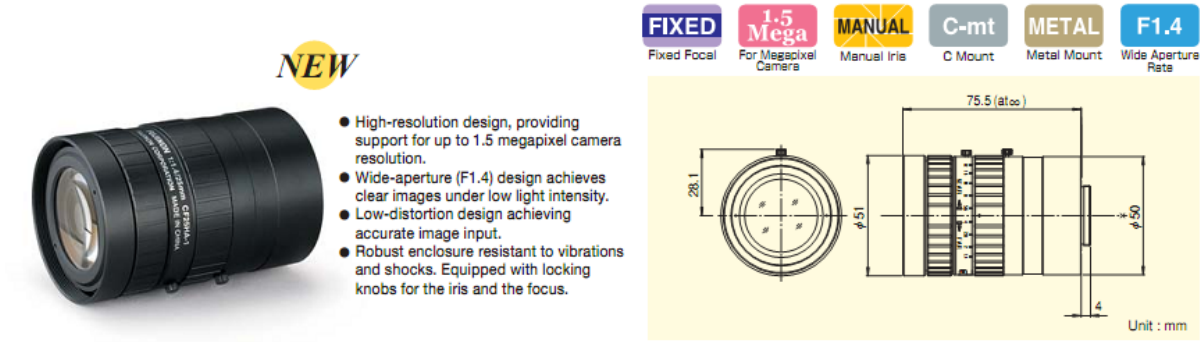
ECCO+: Extended Camera Link Cable Operation

ECCO+ allows the Grablink Full XR to far exceed the Camera Link limit in terms of cable length and speed performance using standard Camera Link cables and standard Camera Link cameras. Depending on clock frequency and cable quality, which can drastically vary from one cable to another, ECCO+ allows the Grablink Full XR to work with cable lengths as much as twice those specified by the Camera Link standard as well as those acceptable by other boards, with a "conventional" implementation of the standard. Other ways to take advantage of ECCO+ include maintaining conventional cable length but achieve 100% higher speeds, or even simply using less costly cables. The increase in performance from ECCO+ is dependant on configuration of the standard used, and it is possible to achieve even more than a 100% performance improvement when using Base and Medium Camera Link. ECCO+ achieves impressive results in simply doubling effective cable lengths over those accepted as standard.

On-Board Pre-Processing

- 3 Look-up table (LUT) operators
  - Monochrome operation with selectable output bit depth: 8 bits, 10 bits, 12 bits or 16 bits
  - RGB and Bayer color operations with selectable output bit depth:
  - 3 x 8 bits, 3 x 10 bits, 3 x 12 bits or 3 x 16 bits
- Bayer CFA decoder computes the R, G and B components of the image
- Pixel formatting in the following formats: The monochrome video acquisition is compatible with CCIR and EIA (RS-170).
  - Monochrome formats: Y8, Y10, Y12, Y14 and Y16
  - Bayer CFA formats: BAYER8, BAYER10, BAYER12, BAYER14 and BAYER16
  - Three packed RGB components format: RGB24
  - Three planar RGB components formats: RGB24PL, RGB30PL, RGB36PL, RGB42PL and RGB48PL
  - Four packed RGB plus alpha components format: RGB32 and ARGB32
- Image reconstruction: tap re-ordering, H/V flipping
- High-performance DMA transfers into user allocated memory with 64-bit addressing capability with image cropping capability

Rys. 15 Avicon - Besler – Karta PC (źródło: katalogi firmowe)



Focal Length (mm)		25
Iris Range		F1.4 ~ F22
Operation	Focus	Manual
	Iris	Manual
Angle Of View (H×V)	1"	28°43′ × 21°44′
	2/3"	19°58′ × 15°02′
	1/2"	14°35′ × 10°58′
Focusing Range (From Front Of The Lens) (m)		∞ ~ 0.1
Object Dimensions at M.O.D. (H×V) (mm)	1"	65 × 48
	2/3"	44 × 33
	1/2"	32 × 24
Back Focal Distance (In air) (mm)		22.32
Exit Pupil Position (From Image Plane) (mm)		−140
Filter Thread (mm)		M49 × 0.75
Mount		C
Mass (g)		310

Remarks
- With Metal Mount
- With Locking Knob for Iris and Focus

Rys. 16 Avicon - Fujinon obiektyw CF35HA-1 (FujiFilm CCTV and Machine Vision CF25HA-1 i CF35HA-1)

Front / back lights

Due to its high intensive LEDs this light series can be used either as front light or as back light. For a front light application the diffuser is replaced by a clear glass cover.

Size options range from 51 x 84 to 207 x 336 mm respectively 147 x 516 mm. Other sizes on request.

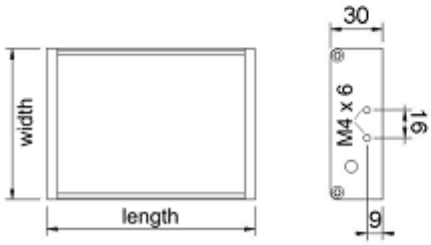
Order information

(for red and IR lights, other light colors on request)

mm	84	120	156	192	228	264	300	336	372	444	516
51	SA X 7 0602	SA X 7 0603	SA X 7 0604	SA X 7 0605	SA X 7 0606	SA X 7 0607	SA X 7 0608	SA X 7 0609	SA X 7 0610	SA X 7 0612	SA X 7 0614
63	SA X 7 0802	SA X 7 0803	SA X 7 0804	SA X 7 0805	SA X 7 0806	SA X 7 0807	SA X 7 0808	SA X 7 0809	SA X 7 0810	SA X 7 0812	SA X 7 0814
75	SA X 7 1002	SA X 7 1003	SA X 7 1004	SA X 7 1005	SA X 7 1006	SA X 7 1007	SA X 7 1008	SA X 7 1009	SA X 7 1010	SA X 7 1012	SA X 7 1014
87	SA X 7 1202	SA X 7 1203	SA X 7 1204	SA X 7 1205	SA X 7 1206	SA X 7 1207	SA X 7 1208	SA X 7 1209	SA X 7 1210	SA X 7 1212	SA X 7 1214
99	SA X 7 1402	SA X 7 1403	SA X 7 1404	SA X 7 1405	SA X 7 1406	SA X 7 1407	SA X 7 1408	SA X 7 1409	SA X 7 1410	SA X 7 1412	SA X 7 1414
111	SA X 7 1602	SA X 7 1603	SA X 7 1604	SA X 7 1605	SA X 7 1606	SA X 7 1607	SA X 7 1608	SA X 7 1609	SA X 7 1610	SA X 7 1612	SA X 7 1614
123	SA X 7 1802	SA X 7 1803	SA X 7 1804	SA X 7 1805	SA X 7 1806	SA X 7 1807	SA X 7 1808	SA X 7 1809	SA X 7 1810	SA X 7 1812	SA X 7 1814
135	SA X 7 2002	SA X 7 2003	SA X 7 2004	SA X 7 2005	SA X 7 2006	SA X 7 2007	SA X 7 2008	SA X 7 2009	SA X 7 2010	SA X 7 2012	SA X 7 2014
147			SA X 7 2204	SA X 7 2205	SA X 7 2206	SA X 7 2207	SA X 7 2208	SA X 7 2209	SA X 7 2210	SA X 7 2212	SA X 7 2214
159			SA X 7 2404	SA X 7 2405	SA X 7 2406	SA X 7 2407	SA X 7 2408	SA X 7 2409	SA X 7 2410	SA X 7 2412	
171			SA X 7 2604	SA X 7 2605	SA X 7 2606	SA X 7 2607	SA X 7 2608	SA X 7 2609	SA X 7 2610		
183				SA X 7 2805	SA X 7 2906	SA X 7 2807	SA X 7 2808	SA X 7 2809	SA X 7 2810		
195					SA X 7 3006	SA X 7 3007	SA X 7 3008	SA X 7 3009	SA X 7 3010		
207					SA X 7 3206	SA X 7 3207	SA X 7 3208	SA X 7 3209			

Required controller:	1 A controller for continuous mode and 8 A controller for strobe mode, see "Controller selection"
Required controller:	3 A controller for continuous mode and 24 A controller for strobe mode, see "Controller selection"
Required controller:	Two 3 A controllers for continuous mode and two 24 A controllers for strobe mode, see "Controller selection"

Mechanical dimensions



The table above states length (columns) and width (rows) of the outer dimension. The effective light area is reduced by 12 mm in length and width.

Color information

Replace "X" in order number by one character[1]	Color	Wavelength
H	Red	617 nm
W	White	
R	IR	880 nm
B	Blue	465 nm
G	Green	520 nm
U	UV	395 nm

[1] Example for red back light: SAH7 0602

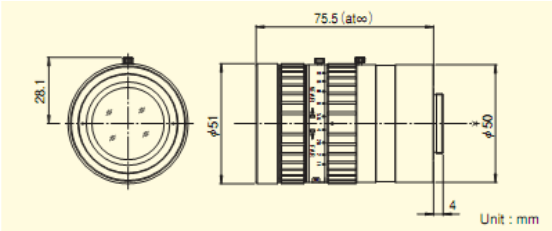
Options

- Cable length and type see "Order options"
- Bracket options see "Brackets"
- Clear glass for front light application add "C" to order code, i.e. SAH7 0602C

Rys. 17 Avicon - Latab SAH7 3206 – oświetlacz

5.5 Inne modele obiektywów

- High-resolution design, providing support for up to 5 megapixel camera resolution.
- Wide-aperture (F1.4) design achieves clear images under low light intensity.
- Enhanced image recognition accuracy achieved by reduction of distortion and improvement of illumination uniformity.
- Robust enclosure resistant to vibrations and shocks. Equipped with locking knobs for the iris and the focus.

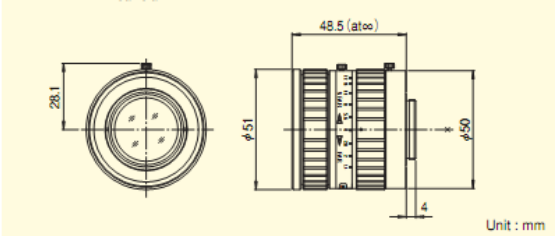


Focal Length (mm)		25
Iris Range		F1.4 ~ F22
Operation	Focus	Manual
	Iris	Manual
Angle Of View (H×V)	2/3"	19°58′ × 15°02′
	1/2"	14°35′ × 10°58′
	1/3"	10°58′ × 8°14′
Focusing Range (From Front Of The Lens) (m)		∞ ~ 0.1
Object Dimensions at M.O.D. (H×V) (mm)	2/3"	44 × 33
	1/2"	32 × 24
	1/3"	24 × 18
Back Focal Distance (in air) (mm)		22.32
Exit Pupil Position (From Image Plane) (mm)		−140
Filter Thread (mm)		M49 × 0.75
Mount		C
Mass (g)		315

Remarks
- With Metal Mount
- With Locking Knob for Iris and Focus

Rys. 18 Fujinon HF25SA-1 (FujiFilm CCTV and Machine Vision)

- High-resolution design, providing support for up to 5 megapixel camera resolution.
- Wide-aperture (F1.4) design achieves clear images under low light intensity.
- Enhanced image recognition accuracy achieved by reduction of distortion and improvement of illumination uniformity.
- Robust enclosure resistant to vibrations and shocks. Equipped with locking knobs for the iris and the focus.



Focal Length (mm)		35
Iris Range		F1.4 ~ F22
Operation	Focus	Manual
	Iris	Manual
Angle Of View (H×V)	2/3"	14°20′ × 10°46′
	1/2"	10°27′ × 7°51′
	1/3"	7°51′ × 5°53′
Focusing Range (From Front Of The Lens) (m)		∞ ~ 0.2
Object Dimensions at M.O.D. (H×V) (mm)	2/3"	50 × 38
	1/2"	37 × 27
	1/3"	27 × 21
Back Focal Distance (in air) (mm)		14.99
Exit Pupil Position (From Image Plane) (mm)		−37
Filter Thread (mm)		M49 × 0.75
Mount		C
Mass (g)		185

Remarks
- With Metal Mount
- With Locking Knob for Iris and Focus

Rys. 19 Fujinon HF35SA-1 (FujiFilm CCTV and Machine Vision)

Part No.	Designation	Format size	Mount	Focal length	Iris range	M. O. D.	Horizontal angle of view	Filter size in mm	Specials
HIGH-RESOLUTION, FOR STANDARD, IP AND MEGAPIXEL CAMERAS									
C60636KP	H614-MQ (KP)	1/2"	C	6.0mm	1.4 - 16	0.20m	57.4°	30.5	compact, 32.0mm Ø
C61232KP	H1214-M (KP)	1/2"	C	12.0mm	1.4 - 16	0.25m	28.9°	27.0	compact, 29.5mm Ø
C31634KP	C1614-M (KP)	2/3"	C	16.0mm	1.4 - 16	0.25m	31.0°	27.0	compact, 29.5mm Ø
C32500KP	C2514-M (KP)	2/3"	C	25.0mm	1.4 - 16	0.25m	20.0°	27.0	compact, 29.5mm Ø
C33500KP	C3516-M (KP)	2/3"	C	35.0mm	1.6 - 16	0.40m	14.8°	27.0	compact, 29.5mm Ø
C35001KP	C5028-M (KP)	2/3"	C	50.0mm	2.8 - 22	0.90m	10.1°	27.0	compact, 29.5mm Ø
C37500KP	C7528-M (KP)	2/3"	C	75.0mm	2.8 - 32	0.70m	6.9°	30.5	compact, 34.0mm Ø

Rys. 20 Rodzina obiektywów o stałej ogniskowej firmy Pentax (Pentax)

5.6 Automaticon 2013

W dniu 20 marca 2013 odwiedzono targi Automaticon 2013 w Warszawie. Głównym celem było zapoznanie się z nowinkami w systemach wizyjnych pod kątem zastosowania w niniejszym projekcie. W śród odwiedzonych stoisk wystawców można wymienić Turck Industrial Automation, Parameter AB Sp. z o.o., Conrad Electronic Sp. z o.o. Altram Dariusz Perzyna, AVICON Advanced Vision Control, CRI JOLANTA oraz IMACO M. Kania sp. k..

Rys. 21 Uczestnicy projektu w trakcie targów Automaticon 2013 w Warszawie

6 Literatura

Rotter, P., Byrski W., Muroń W. (2013) *Analiza możliwości optycznej identyfikacji zanieczyszczeń w roztworach leków cytostatycznych pod kątem określenia wymagań dla stanowiska zrobotyzowanego.* Raport techniczny, AGH, Kraków, 2013.

FujiFilm *Calculation of object size*, http://www.fujifilm.eu/eu/products/optical-devices/cctv-and-machine-vision/lens-calculator/

FujiFilm CCTV and Machine Vision HF25SA1 i HF35SA1 Brochure http://www.fujifilm.eu/uploads/tx_ffproducts/files/files/HF25_35SA-1_09.pdf

FujiFilm CCTV and Machine Vision CF25HA-1 i CF35HA-1 Brochure http://www.fujifilm.eu/uploads/tx_ffproducts/files/files/CF25_35HA-1_14.pdf

Pentax http://security-systems.pentax.de/en/product/C32500KP