

Inspekční kamerové systémy

**Strojové vidění
(machine vision)**



Inspekční kamerové systémy



1...Úvod

2...Kamery – vývoj, typy, funkce, hardware, komunikační rozhraní

3...Osvětlení

4...Software

5...Průmyslové aplikace

1...Úvod

Pomocí inspekčních kamerových systémů (dále jen IKS) se přenáší obraz ke kontrole nebo vyhodnocení:

Typické aplikace zpracování obrazu:

- detekce/kontrola přítomnosti
- detekce/kontrola barvy a odstínu
- kontrola přítomnosti popisu
- kontrola rozměrů a tvaru
- kontrola vzhledu resp. detekce vzhled. vad
- měření míry osvětlení
- řízení pohybu a polohy
- kontrola kompletnosti
- další úlohy dle specifikace zákazníka

2...Kamery – snímače - vývoj

- Kamerou je míněn systém skládající se z objektivu, snímacího prvku obrazu (senzoru) a potřebných elektronických obvodů.

- Protože jediným možným způsobem vyhodnocení obrazové informace je počítačem, je potřeba obraz digitalizovat.
- Takto získaná informace je v počítači zpracována vhodnými algoritmy tak, aby byla získána požadovaná informace o objektu. Tu je možno dále předávat prostřednictvím digitálních výstupů nebo rozhraní.
- Typická je výměna získané informace jako zpětné vazby na výrobní proces

2...Kamery – snímače - vývoj

- CCD a CMOS senzory

- **CCD – Charge Coupled Device** (prvek s nábojovou vazbou)
 - skládá se z velkého počtu světlocitlivých pixelů, které se dopadem světla nabijí
 - velikost náboje je úměrná intenzitě dopadajícího světla
- **CMOS – Complementary Metal Oxide Semiconductor** (doplňující se kov-oxid-polovodič)
 - světlocitlivé buňky generují elektrický náboj úměrně energii dopadajících paprsků
 - každá světlocitlivá buňka je doplněna analytickým obvodem, který vyhodnocuje tzv. šum a aktivně ho eliminuje

Srovnání CCD a CMOS technologie

Porovnání technologií CCD a CMOS pro výrobu optických senzorů

Technologie	Výhody	Nevýhody
CCD	■ velmi dobrá citlivost, lze dosáhnout kvalitní obraz ■ při horších světelných podmínkách ■ lepší barevná reprodukce a ostřejší obraz ■ malý rozptyl výrobních parametrů stejného typu senzoru	■ vysoká cena, protože se používá nestandardní výrobní technologie ■ klade vyšší nároky na návrh kamery, potřebuje několik zdrojů napětí a speciální řídicí elektroniku ■ mohou nastávat problémy s antibloomingem u lokálně přesvětlených objektů (reflektory automobilů) ■ vyšší spotřeba
CMOS	■ velmi malý šum ■ nižší cena, používá se standardní technologie výroby integrovaných obvodů CMOS ■ jednodušší řídicí elektronika, umožňující návrh kamer s menšími rozměry ■ nižší spotřeba ■ mohou dosahovat vyšší pracovní frekvence a rozlišení ■ technologie umožňuje integraci A/D převodníku přímo na senzor ■ náhodný přístup k matici obrazových bodů struktury senzoru dovoluje pořídit pouze výřez obrazu	■ malá citlivost, je problém dosáhnout kvalitní obraz za sníženého osvětlení ■ vyšší šum než u snímačů CCD, hlavně za špatného osvětlení ■ horší možnosti řízení elektronické uzávěrky

Typy kamer

Analogové ...obraz z kamery nutno digitalizovat- grabovací karta. Obecně pomalejší s menším rozlišením

Digitální ...stále více vytlačují analogové kamery.

Inteligentní ...v posledních letech se nejvíce prosazují. V podstatě kamera + řídicí systém.

Analogové kamery

- s prokládaným řádkováním (zvlášť sudý a lichý řádek (interlacing))
- progressive scan – v jednom okamžiku dovolují ze snímače odečíst a zaznamenat kompletní snímek s plným počtem řádek

signál se přenáší přes koaxiální kabel 75Ω

Grabovací karta zajišťuje převod obrazového signálu do digitální podoby

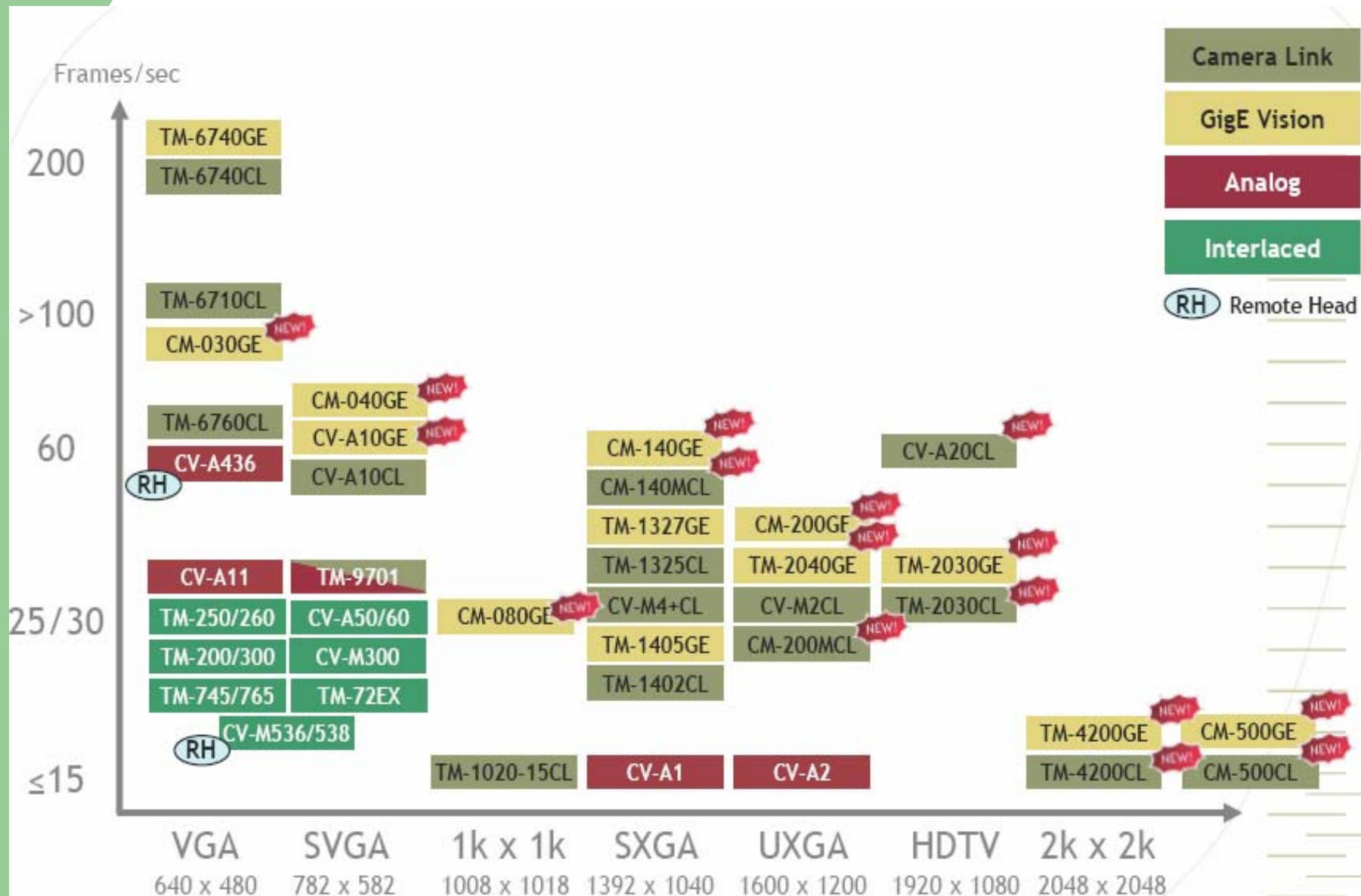
Komunikační rozhraní

Vlastnosti komunikačního rozhraní se určují, v jakém rozsahu a objemu dat lze přenášet data získaná kamerou.

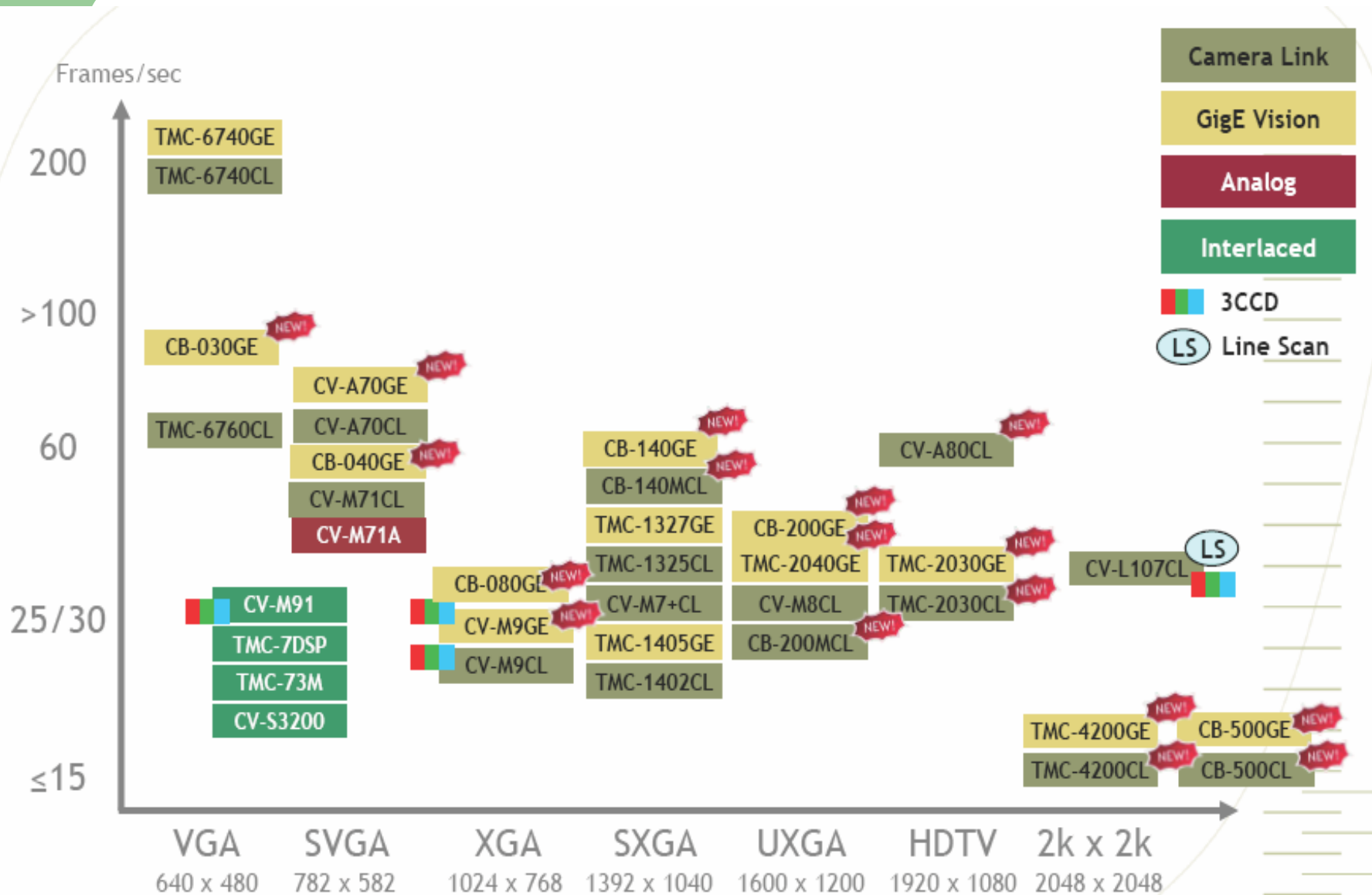
Komunikační rozhraní:

- **RS 232 a RS 485** (starší rozhraní, které se dnes již moc nepoužívá)
- **koaxiální kabel** (analogový signál) nebo **Camera Link** (digitální signál)
- **IEEE1394 Firewire**
- **CAN** (často aplikovaná sběrnice hlavně v průmyslu a automobilismu)
- **Ethernet** (nejrozšířenější a nejpropracovanější rozhraní současnosti – GigE Vision)
...bezproblémové přenášení obrazových i řídicích informací velmi vysokými rychlostmi
...velká škála dostupných a levných prvků pro výstavbu rozsáhlé sítě
- **Bezdrátový přenos** (není potřeba rozvádět kabely, ale mají malý dosah)
...Bluetooth, WiFi, IrDA

Přehled černobílých kamer firmy Jai

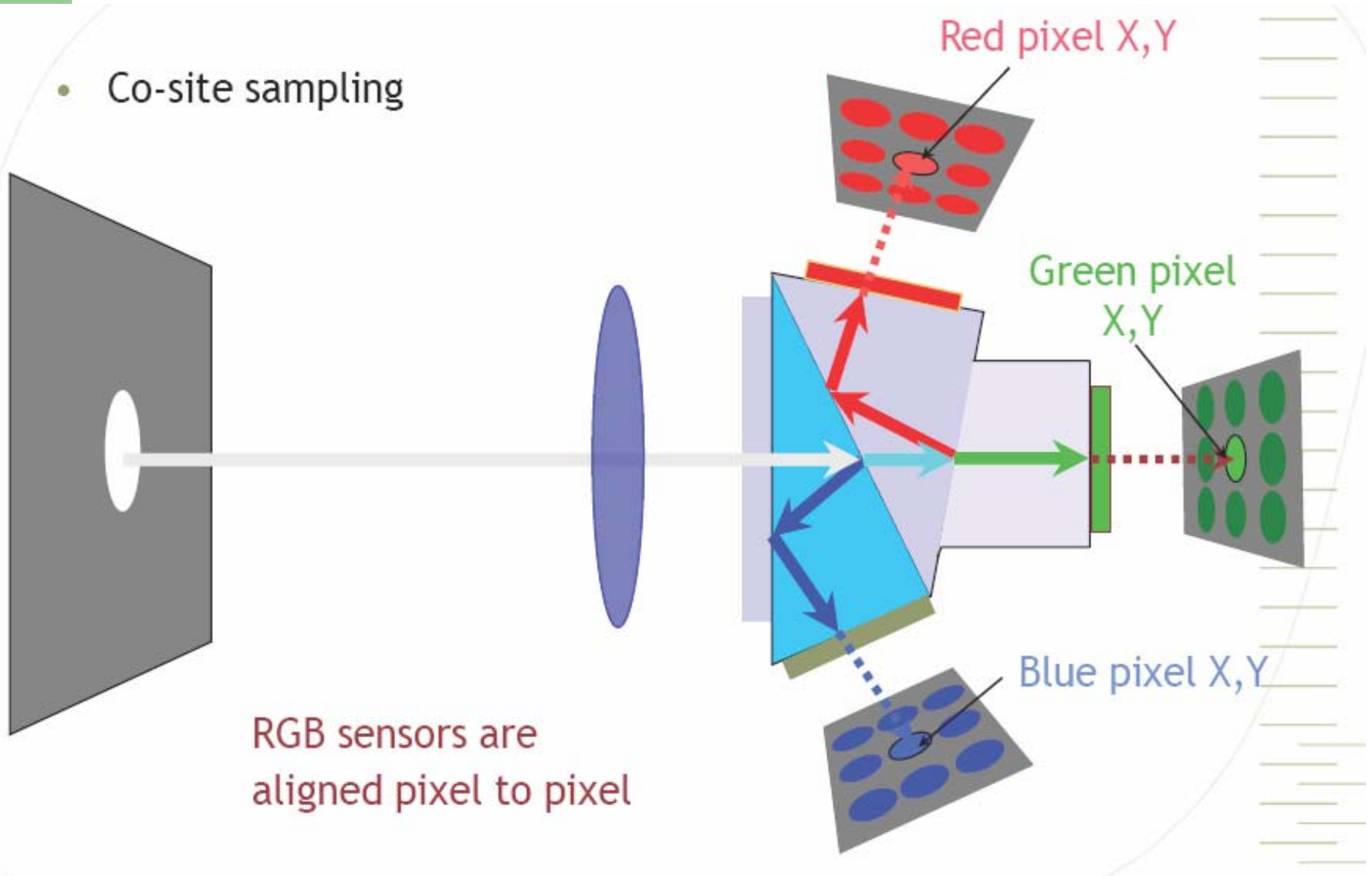


Přehled barevných kamer firmy Jai



3 CCD technologie – zachycuje plné rozlišení v RGB

- Co-site sampling



Kategorie systémů strojového vidění

- **Kamerový senzor** (vision sensor)– celý systém včetně kamery a osvětlení je integrován do jednoho pouzdra. Počet digitálních vstupů a výstupů je omezen, velmi omezené možnosti programování. Prakticky vstupy a výstupy mají jen pevně přidělenou funkci(např. synchronizace pořízení snímku, výstup dobrý/špatný). Vše podřízeno účelu – systém str. vidění pro velmi jednoduché použití

Kamerový senzor



Kategorie systémů strojového vidění

- **Inteligentní kamera** (smart kamera)— jedná se o kompletní systém strojového vidění. Charakteristická je kompaktnost, výkonný mikropočítač. Program uložen obvykle do interní paměti typu flash. Nově i možnost využití externích paměťových karet. Mnohem více digitálních vstupů a výstupů. Široké komunikační možnosti (RS 485, Ethernet atd.). Průmyslové sběrnice (profibus, modbus zatím spíše ojediněle). Široké možnosti využití, vyšší cena

Intelligentní kamera

- ethernet
- 2x RS 232 – výstup dat nebo ovládaní PLC
- výstup na monitor
- možnost připojení dvou kamer současně
- připojení klávesnice pro rychlou změnu konfigurace
- slot pro flash paměťovou kartu



Kategorie systémů strojového vidění

- PC systémy- (pc vision) Charakteristické je použití počítače se standardním operačním systémem na místě vyhodnocovací jednotky. Možnost připojit více kamer. Výkonný hardware, možnost dalšího rozšíření (zásuvné karty), univerzální softwarové nástroje.

PC - systém

- Kamerový vstup – až 4 kamery + vstup Firewire
- digitální vstupy a výstupy
- přídatná paměťová karta
- klávesnice + myš
- Ethernet
- 2x RS 232
- výstup na monitor
- 2x USB
- software Vision P400

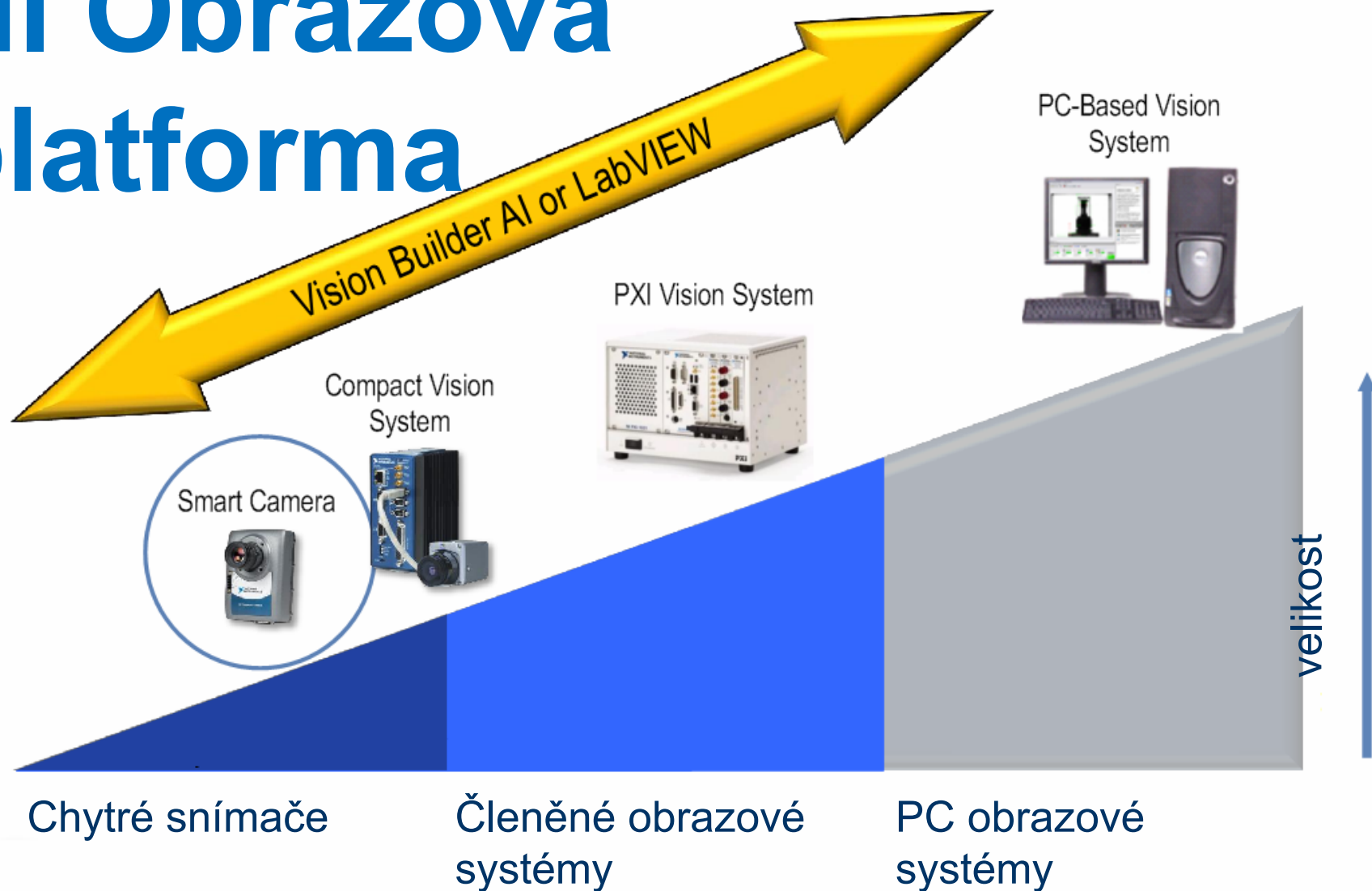


Převodník mezi rozhraním Camera Link a Gigabit Ethernet

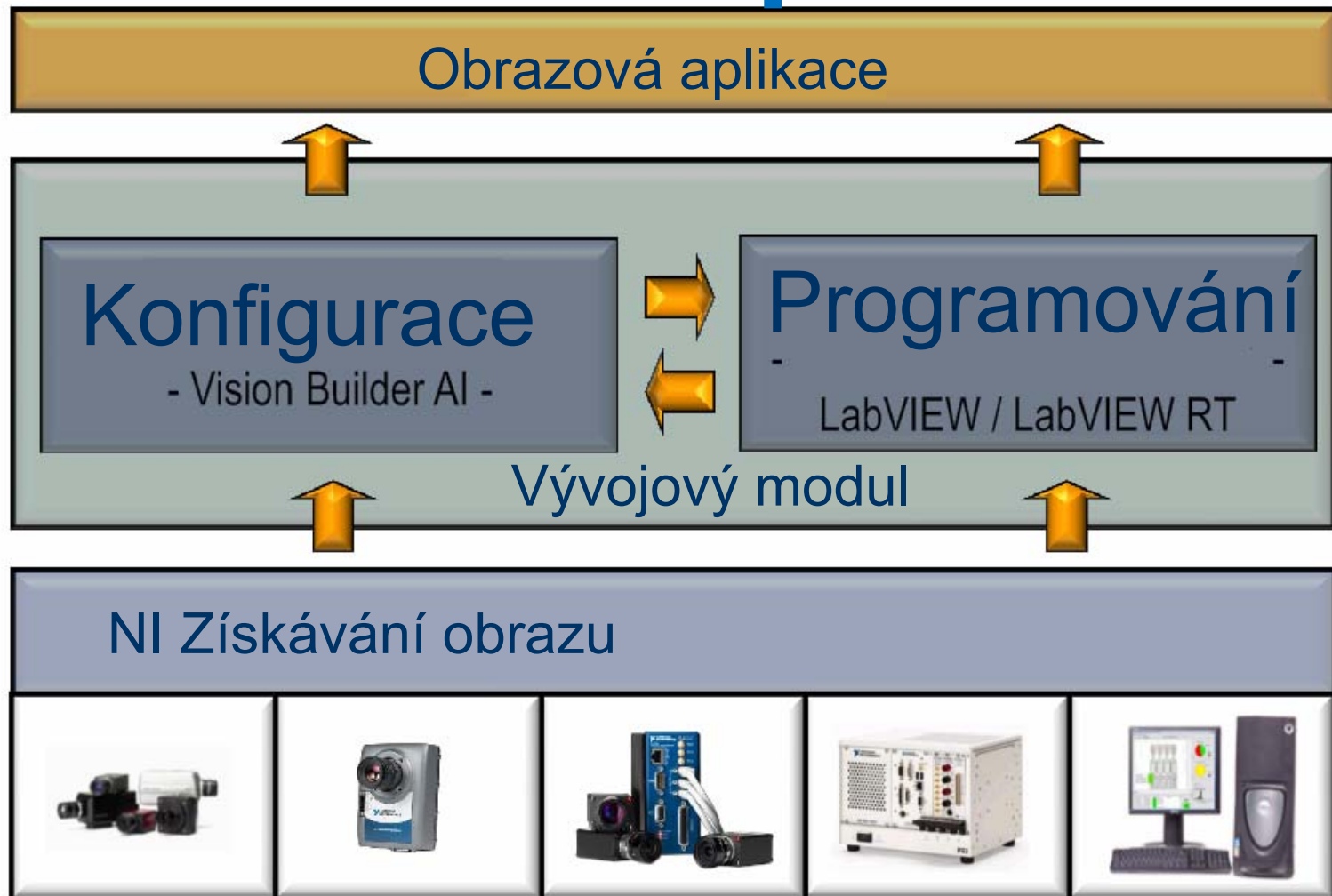
Camera Link to Gigabit Ethernet



NI Obrazová platforma



NI Obrazová platforma



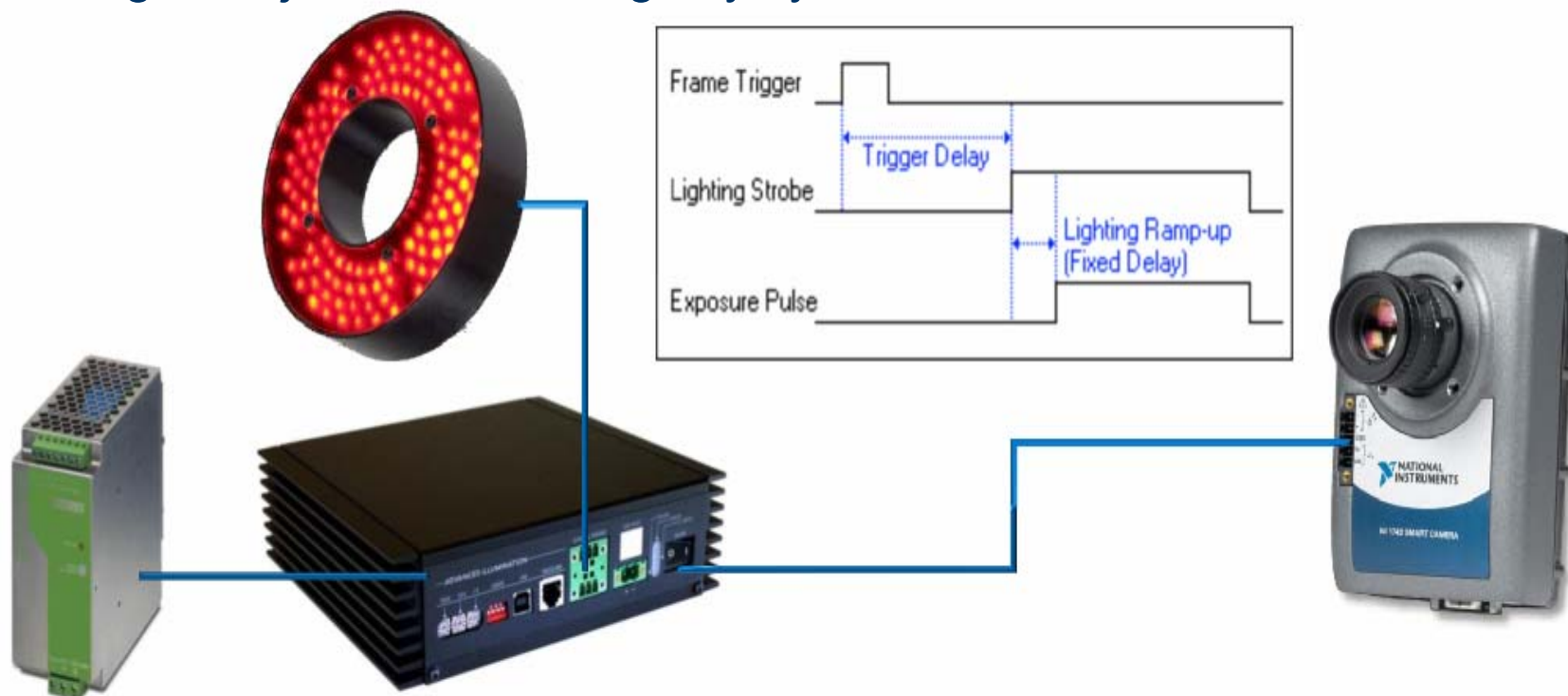
Ekosystém NI smart kamery



Osvětlení

5V TTL a 24V vzorkovací signály

Snímač generuje vzorkovací signály synchronizované se získáváním obrazu



Integrovaný ovladač osvětlení

- Přímé řízení intenzity změnou proudu
- Až 1A ve spojitém režimu řízení

Vstupy/výstupy

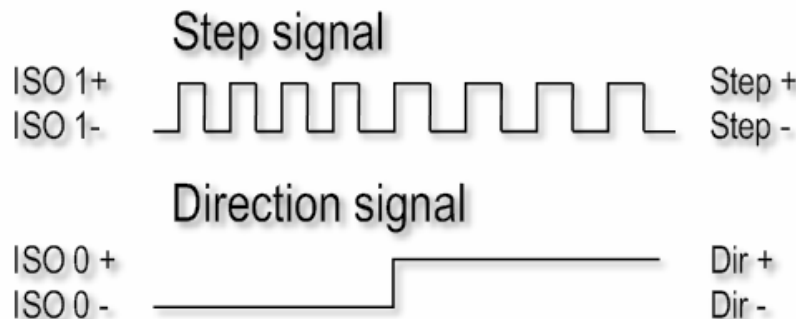
- 2 opto-izolované vstupy
 - 24V
 - Vstup pro trigrování kamery
 - Rozpoznání vstupního signálu
- 2 optoizolované výstupy
 - 24V, 100mA
 - Propojitelné s PLC, pohání Solenoidy, klapky, přenosy, ...



Vstupy/Výstupy



- Generování pulsů na silových výstupech
 - Jednorázový pulz - pohyb vysouvacím mechanismem
 - Sled impulzů – základní krokový motor, PWM výstup
- Vstup pro Quadrature enkordér
 - Zpoždění trigrovacích nebo výstup. pulzů v závislosti na taktech encoderu
 - Načtení absolutní pozice pohybové osy



3 ...Způsoby osvětlení

Sledovaný objekt (obvykle trojrozměrný) je ozařován zdrojem záření.

Objekt musí být schopen toto záření odrazit tak, aby vytvořilo na snímacím prvku senzoru dvojrozměrný obraz ve kterém je obsažena informace, kterou potřebujeme o sledovaném objektu znát.

Podmínka se zda triviální, ale právě na ní ztroskotala řada aplikací

Konstrukce světla:

Určité druhy kontrol potřebují různě nasvícené objekty – různě umístěný zdroj světla

3 ...Způsoby osvětlení

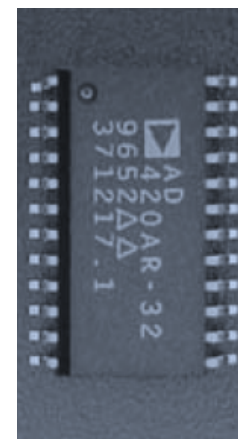
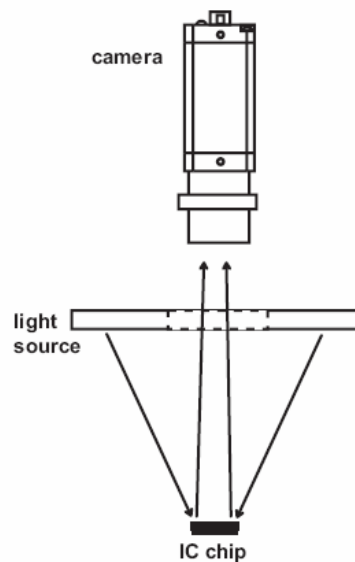
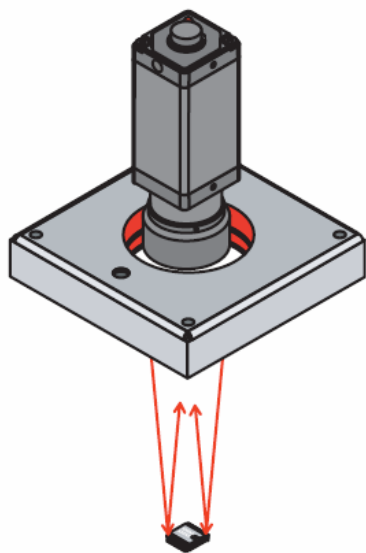
Zdroje světla:

- **LED** ... monochromatické, někdy červené světlo, malá intenzita
... životnost až 100.000 hodin, dobrá regulovatelnost intenzity, nízká spotřeba el.
- **Halogeny** ... bílé světlo, vysoká intenzita
... životnost 200 – 5000 hodin, dobrá regulovatelnost intenzity, velká spotřeba el.
- **Fluorescentní** ... bílé světlo, UV záření, vcelku dobrá intenzita
... životnost 7.000 hodin, špatná regulovatelnost intenzity, průměrná spotřeba el.

Konstrukce světla:

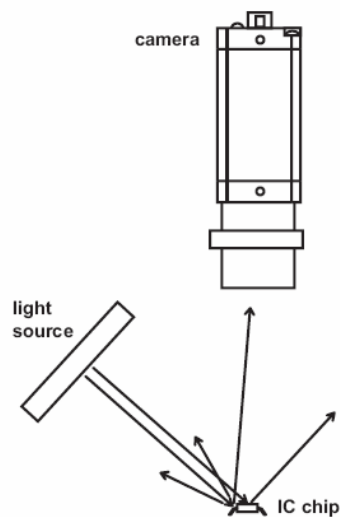
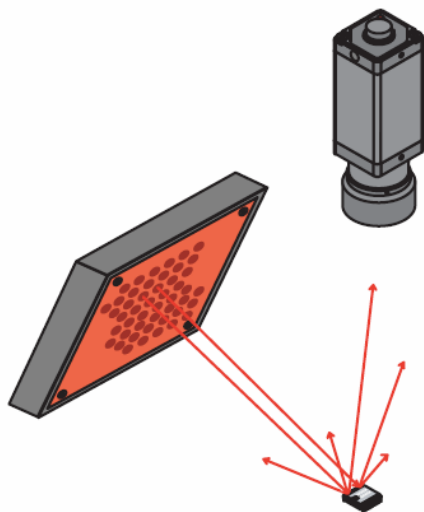
Určité druhy kontrol potřebují různě nasvícené objekty – různě umístěný zdroj světla

Prstencový zdroj světla



Zdroj světla je v prstenci na úrovni objektivu kamery

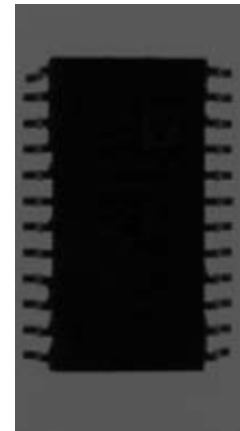
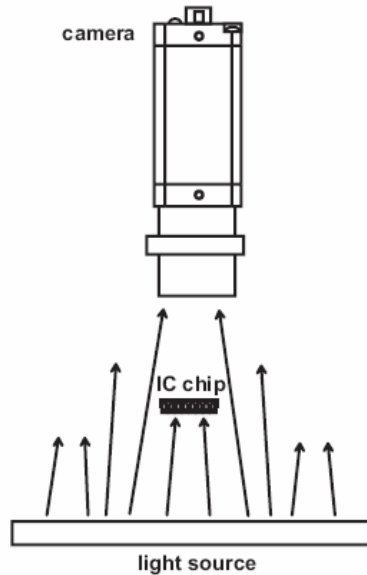
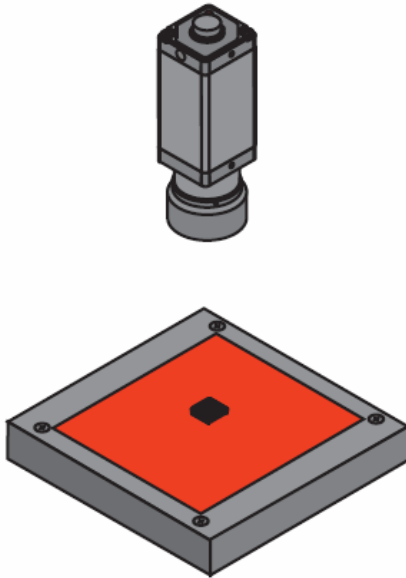
Zdroj světla z určitého směru



Osvícené vývody čipu

Zdroj světla je po určitým úhlem – kontrola vývodů čipu

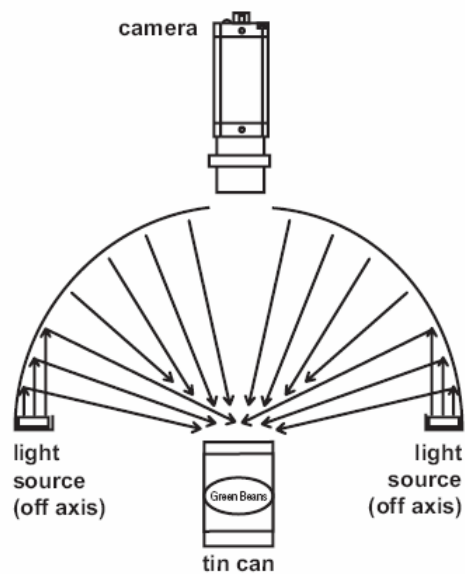
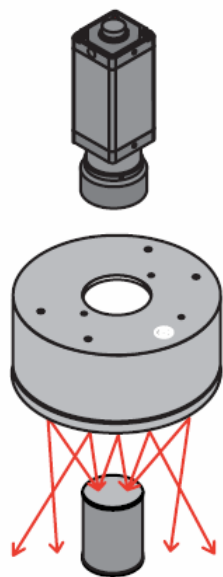
Zpětný zdroj světla



Silueta čipu

Zpětné světlo perfektně zachytí tvar čipu, jeho mechanické chyby

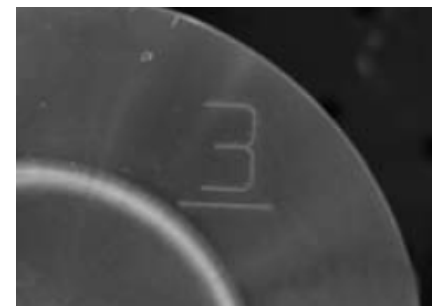
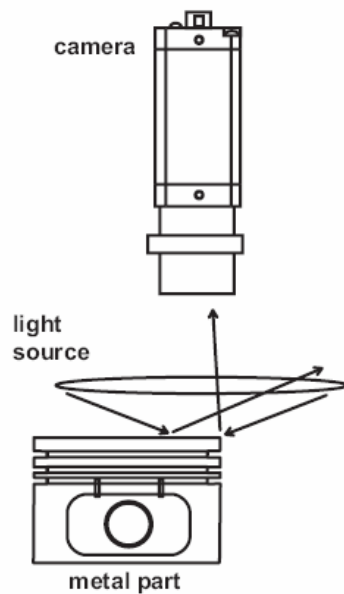
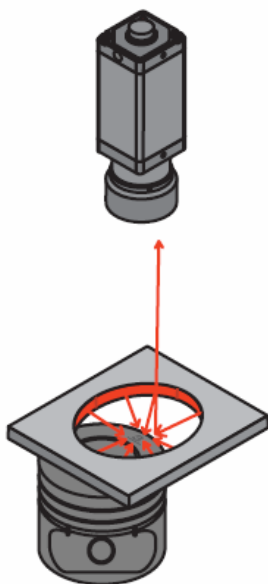
Difuzní světlo



Silně osvětlený předmět

Potřeba koncentrovaného světla na jedno místo

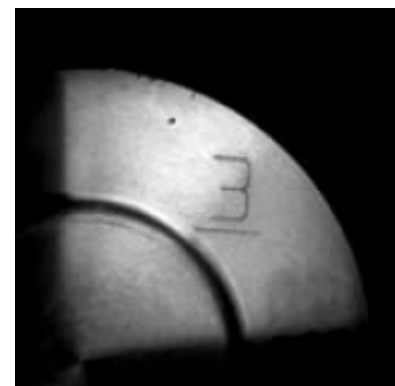
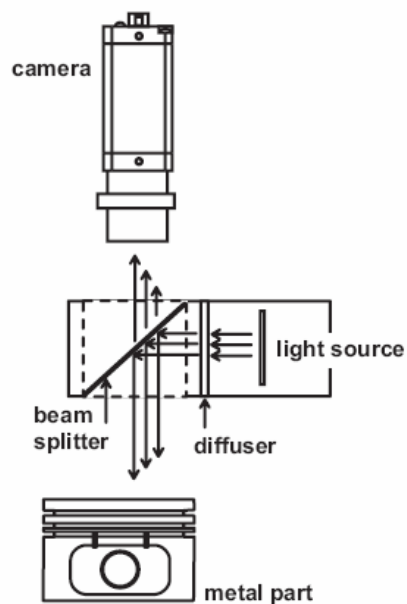
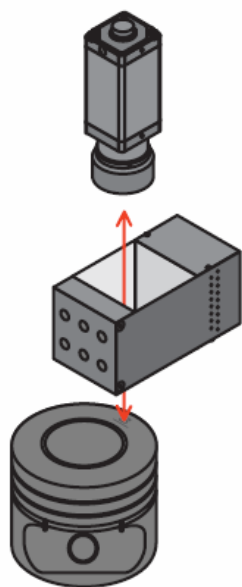
Zdroj světla pod malým úhlem



Dobře čitelná číslice

Při dopadu světla pod malým úhlem se zlepší kontrast kontrolovaného místa

Zdroj světla v ose kamery



Osvětleno pouze malé místo na výrobku

Vhodné pro osvětlení velmi malé plochy, kde kamera snímá malý objekt

4... Software

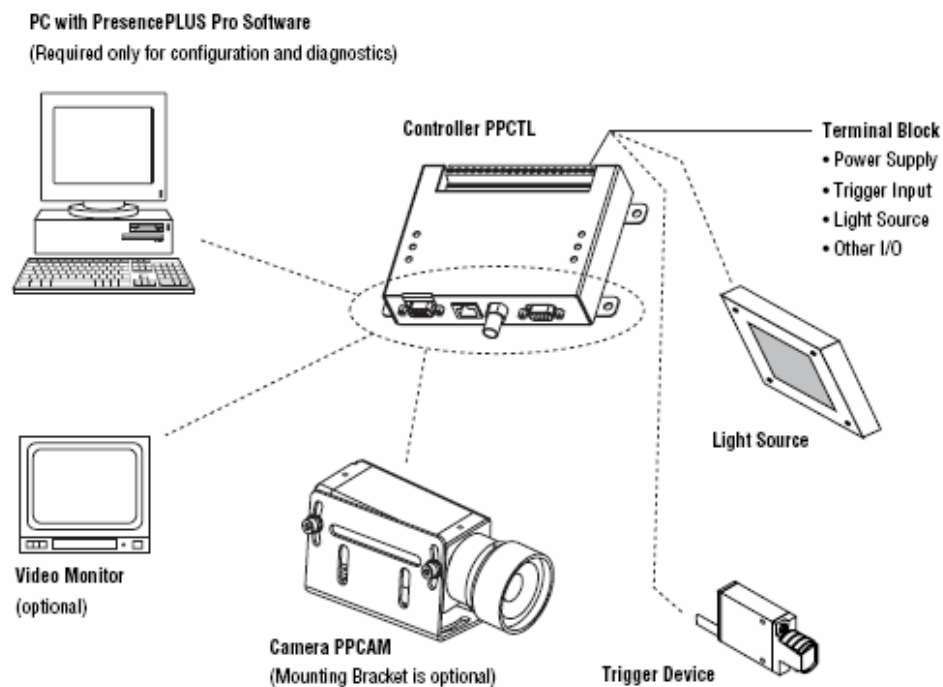
Každá společnost vyrábějící Inspekční kamerový systém dodává svůj software.

Každý software se skládá:

- operační systém (Windows, linux atd.)
- aplikační software (řídící systém IKS – ve formě knihoven, utilit a konfiguračních souborů)
- uživatelský software (vytvářený přímo na „tělo“ uživatele, doplnění nových funkcí a vlastností)

Výrobci IKS se snaží, aby jejich dodávaný software byl k dispozici pro všechny operační systémy

5... *Průmyslová aplikace*



Pracoviště vizuální inspekce sestává z:

- jedné nebo více kamer s optickými prvky a příslušenstvím
 - osvětlovacích těles (projekční komory)
 - měřících převodníků dalších veličin
 - vyhodnocovacího a řídicího systému (PXI, PC, kompaktní systém)
 - akčních členů zasahujících do výrobního procesu (např. manipulace, značení)
 - mechanických a elektrických konstrukčních dílů (rám, akční členy atp.)
-
- **Návrh pracoviště vizuální inspekce vyžaduje znalosti:**
 - optiky a optoelektroniky
 - informatiky a softwarového inženýrství
 - zpracování obrazu
 - elektroniky a elektrotechniky
 - mechaniky



Příklady využití v praxi

Realizované firmou

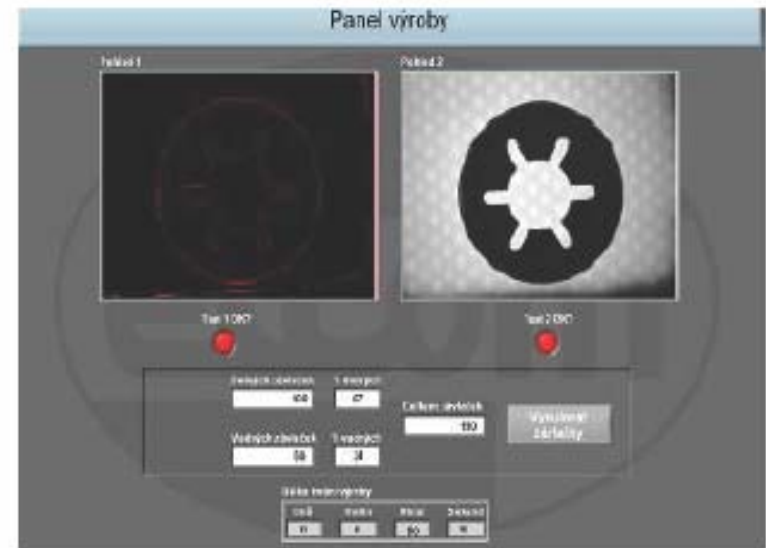
ELCOM, a.s.

Divize Virtuální instrumentace

Průmyslová automatizace a kamerové systémy

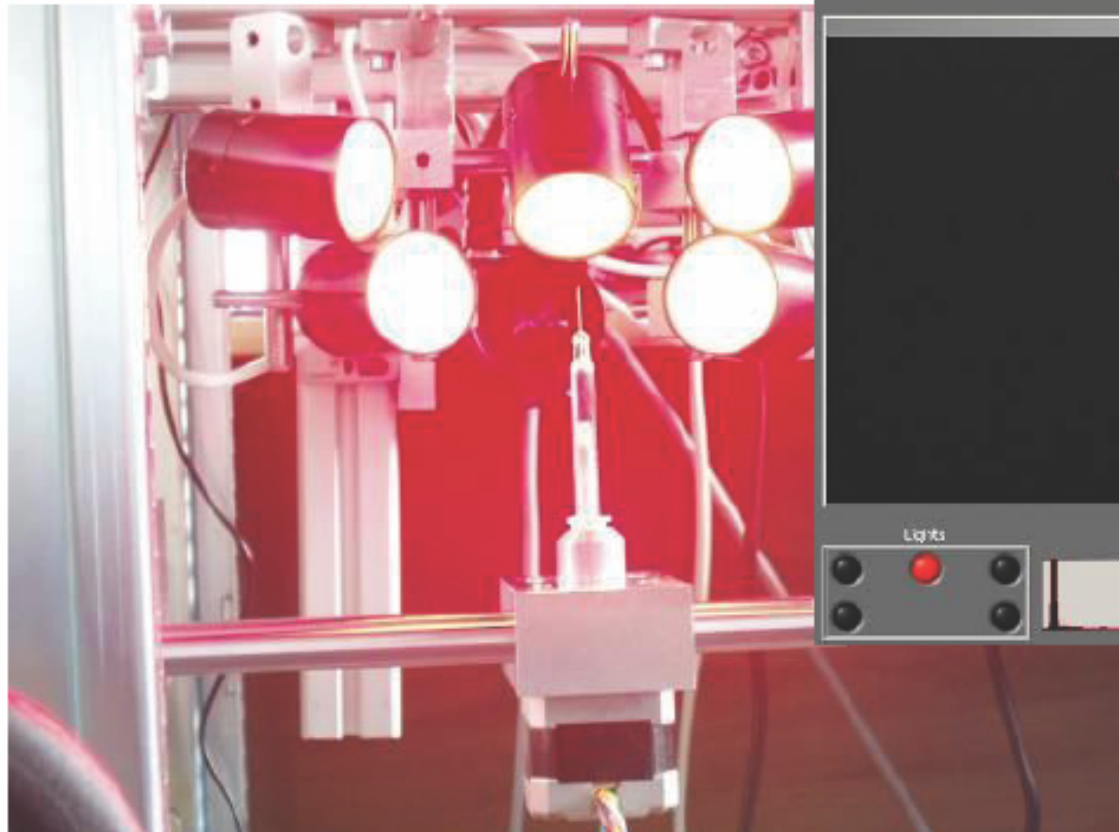
Kontrola tvaru a rozměru

- Tvarová správnost výlisku (pozice otvoru)
- Rozměry výlisku (přesnost měření dána rozlišením kamery)
- Detekce kosmetických vad výlisku (zalisované špony, nežádoucí prolisy atp.)



Kontrola přítomnosti a rozměru

- Detekce přítomnosti brusu
- Kontrola délky a tvaru
- Univerzální použití díky sadě osvětlovacích těles



Kontrola potisku a popisu

- Čtení a ověření správnosti znaků
- OCV/OCR
- Čtení 2D, 3D kódu
- Detekce kosmetických vad
(skvrny, čmouhy, vady podkladu)
- Detekce barevných odchylek



EQ 20mg - 3radky

The software interface displays two images of EQUORAL capsules. The left image shows the front of the capsule with text: EQUORAL™, Cyclosporine Capsule USP, MODIFIED, 25 mg, and a barcode. The right image shows the back of the capsule with text: EQUORAL™, Cyclosporine Capsule USP, MODIFIED, 25 mg, and a barcode. The interface includes various control buttons and data fields.

Skóre Datum úpavy: 2003/12/15 15:13:44
988 Upravil: Vzor
979 Formát: 34
973
985
981 Rozměr bloku: 10 x 160 mm
945
Pevková hradota: 155
Kvalita: 1-5
Obrázek: Rychlost, Ověřit, Uložit obrázek, Zmenšený obrázek
Šarže: Zvořit šarži, Přidat šarži, Odstranit šarži, Uložit šarži

☒ Kontrola postřední drobnosti

Vzor 1 Vzor 2 Vzor 3 Vzor 4

Náhled na vzor

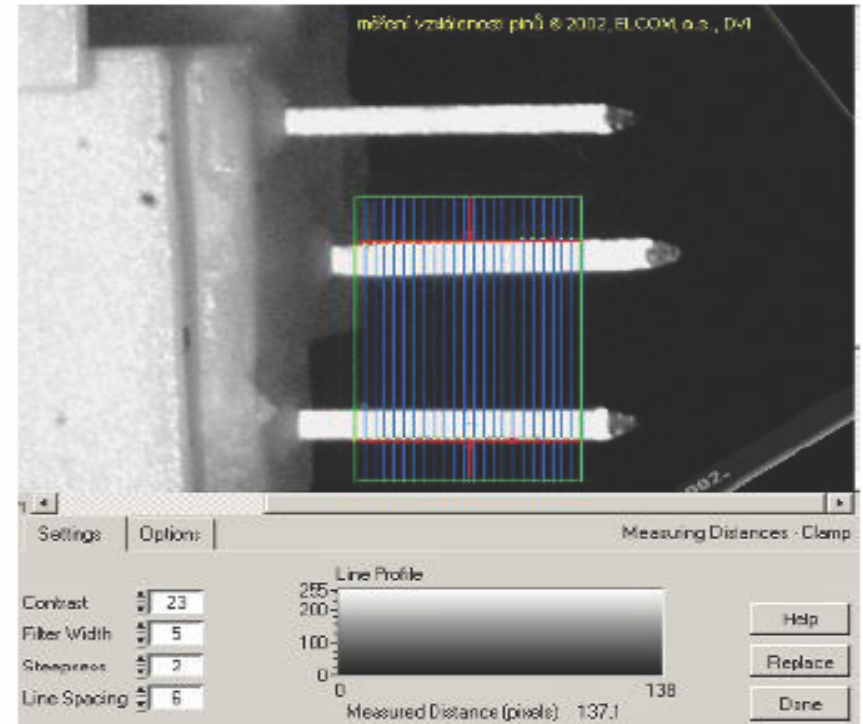
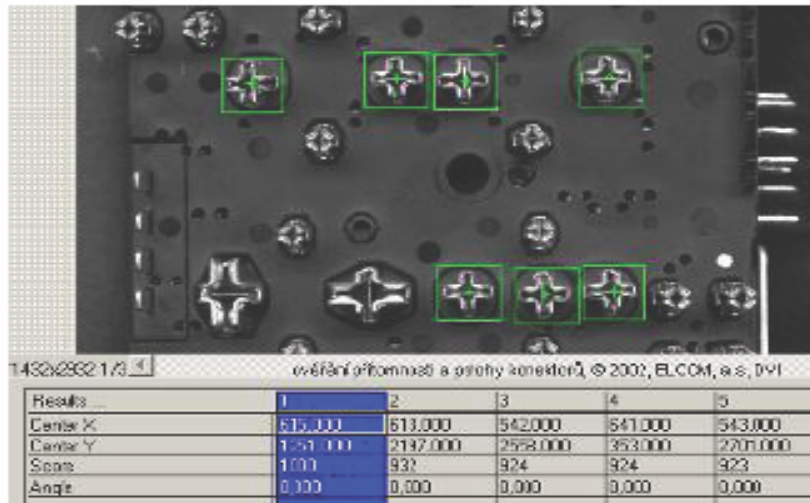
Velikost vzoru: Šířka: 18, Výška: 103
Velikost obléhání: Šířka: 46, Výška: 218

Počít vyšetřil vzorů z obrazu: 1
Minimální skóre: 903
Pocet jisek ve vzoru: 7
Pocet zezelených vzorů v obraze: 1
Pocet chyb: 940

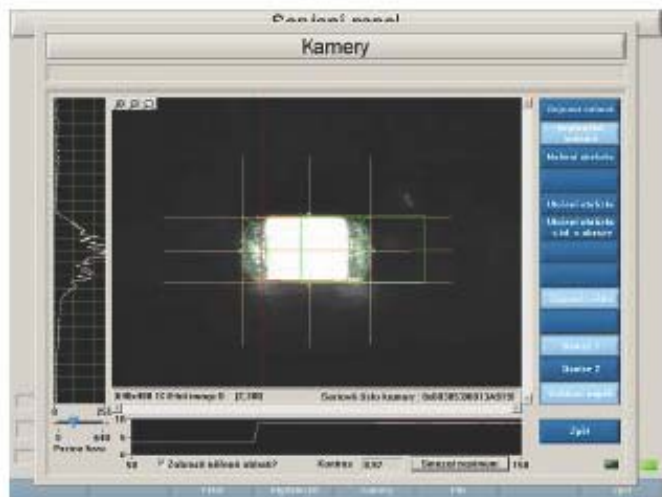
Přidat, Uložit, Odstranit

Kontrola přítomnosti a polohy pinů

- Kontrola pozice hrotů pinů (pozor na optické vady zobrazovací soustavy)
- Řešení problémů s materiálem pinů a opakovatelností měření



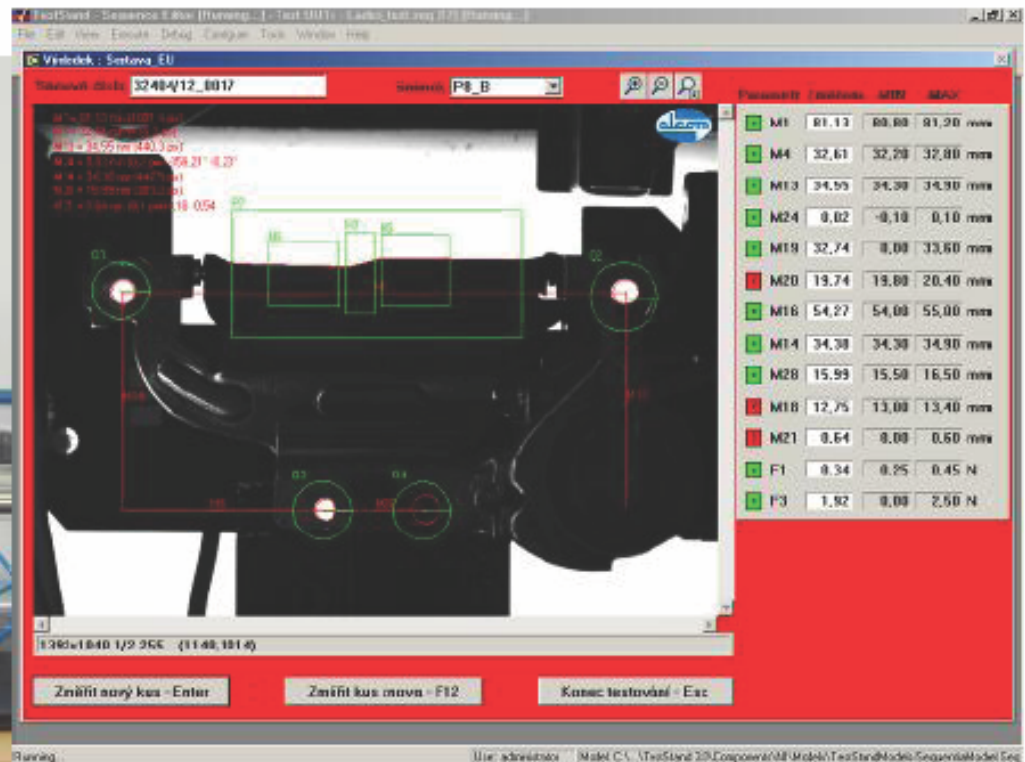
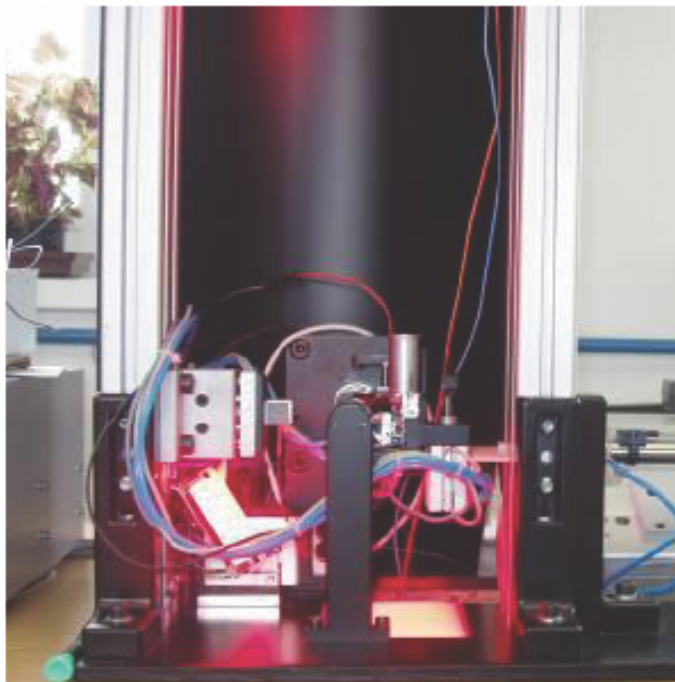
Kontrola rozměrů a přítomnosti povrchové úpravy



- Využití specifických vlastností osvětlení a optické soustavy pro zvýraznění povrchu
- Vysoká rychlost vyhodnocení díky využití programovatelného pole a běhu programu v reálném čase
- Snadná konfigurovatelnost

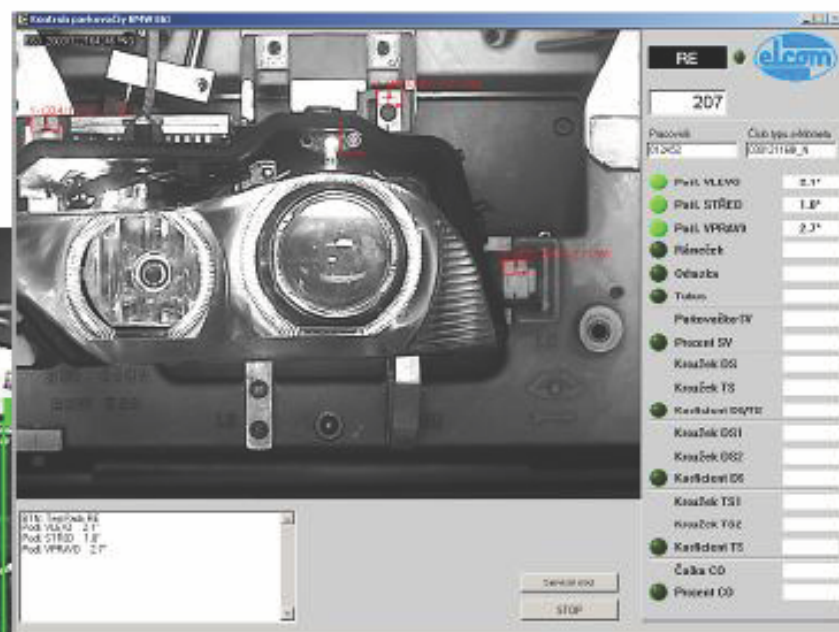
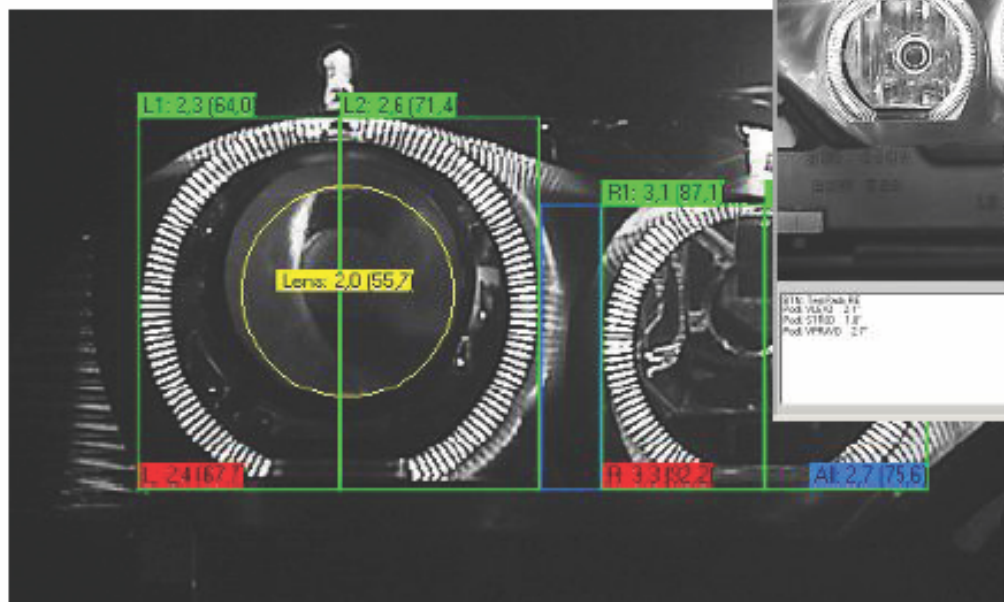
Kontrola rozměrů prostorových dílů

- Bezkontaktní měření složitých mechanických sestav
- Snadná úprava testů díky sekvencéru NI TestStand
- Kombinace vizuálních a elektrických testů
(měření proudu solenoidem a měření síly působící na clonku)



Kontrola svítivosti

- Srovnávací měření rozložení světelné intenzity v definované oblasti
- Kontrola přítomnosti prvků
- Rozlišení dílů podle tvaru a barvy



Kontrola pozice rozhraní světelného svazku a kontrola světlometu



- Automatické nastavení polohy dálkového a potkávacího modulu světlometu
- Měření proudu žárovkami
- Burn-in test (kontrola náběhu výbojky)
- Kontrola stranových a výškových pohybů
- Kontrola přítomnosti svrchního laku krycího skla a kontrola vnitřní vrstvy proti rosení
- Komunikace po LIN/CAN s řídicími jednotkami světlometu

Kontrola kvality displejů



- Detekce vad na maticových displejích (palubní přístroje automobilu)
- Pozitivní a negativní zobrazení
- Vysoké zvětšení a dálkové ovládání parametrů kamery
- Automatický dvouosý pojezd a výměnné základací přípravky



Kontrola tvrdosti optickými metodami

- Uživatelská optická soustava vyvíjená pro konkrétní tvrdoměr
- Různé typy osvětlení (elektroluminiscence, LED, žárovka, atp.)

