

PRODUKTY TRENDY TECHNOLOGIE

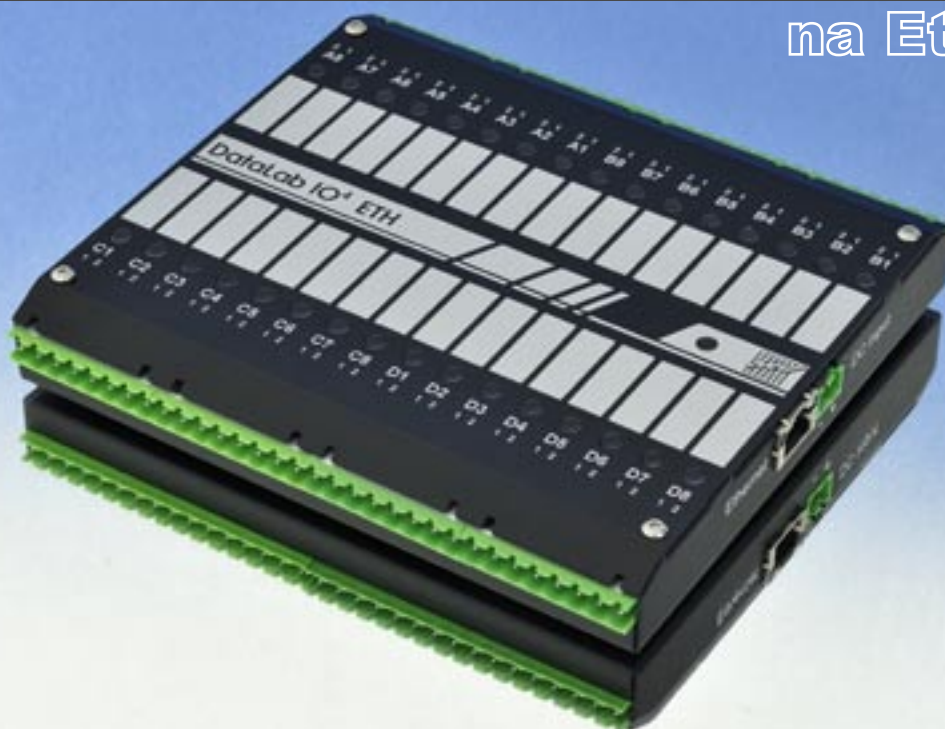


vizuální inspekce a strojové vidění
digitální kamery a osvětlovací jednotky
průmyslové počítače a jednotky vstupů a výstupů

Strojové vidění



Průmyslové vstupy a výstupy s připojením na Ethernet

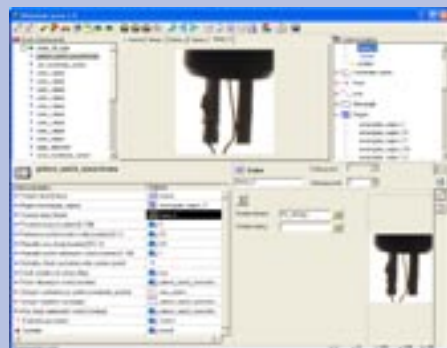


Strojové vidění

několik úskalí návrhu systémů

Systémy strojového vidění v současnosti rychle ztrácejí svou dřívější pověst složitých, nespolehlivých a drahých technologií.

Rozvoj v oblasti obrazových senzorů a především výkon dnešních procesorů přiblížil možnosti strojového vidění požadavkům uživatelů. Počet aplikací tak rychle roste. Růst počtu nasazení je do značné míry vyvoláván také rostoucími požadavky na tzv. totální kvalitu výroby, které je možno dosáhnout jen kontrolou každého vyrobeného kusu. Z takové kontroly je nutno vyloučit lidský faktor, neboť pro lidi platí, že „nikdo není dokonalý“. Často je pak strojové vidění nejen nejlepším, ale také jediným možným způsobem, jak požadovanou kontrolu realizovat.



Systémy vizuální inspekce nalézají uplatnění v průmyslové automatizaci ve stále větším rozsahu. Přinášejí nové možnosti a umožňují řešit úkoly, které se ještě nedávno zdály neřešitelné. Kamery, programové vybavení i dostatečně výkonné počítače jsou stále dostupnější a řešení úloh strojového vidění navrhuje do svých aplikací stále vyšší počet lidí. Přibývá zde řešení navrhovaných lidmi, kteří mají s tímto oborem velmi malé zkušenosti.

Přes všechny současné technologický pokrok má obor strojového vidění svá specifika, kterými se dosti od ostatních oblastí průmyslové automatizace liší. Již první principiální návrh koncepce totiž vyžaduje značnou zkušenost a invenci. Ne všechno lze předem exaktně spočítat a nesprávný počáteční odhad může způsobit nezdar celého řešení.

Proto jsme se do tohoto informačního magazínu snažili zařadit co nejvíce užitečných informací o principech a dostupných technologiích.

Již déle než rok se volně prodává a používá programový systém pro strojové vidění **VisionLab**. Nebyl to pro nás sice krok do nové neznámé oblasti, zpracováním obrazu a strojovým viděním jsme se zabývali již řadu let před uvedením tohoto produktu, ale i tak nás těší, že se systém **VisionLab** osvědčuje a naplňuje tak naše očekávání.

Jako potvrzení správnosti námi zvolené koncepce je pro nás podstatné, že se podařilo vyřešit několik aplikací, které se, snad vinou právě těch zmiňovaných počátečních špatných odhadů, nepodařilo svým řešitelům úspěšně zvládnout s jinými prostředky. Kromě schopností a otevřenosti systému **VisionLab** zde ke zdárnému výsledku velmi přispěla i kvalita a čistota obrazu kamer **DataCam**.

RC, za vývojový tým společnosti Moravské přístroje



Digitální průmyslová CCD kamera **DataCam**

Technické a programové prostředky zpracování obrazových dat

Zde máme na výběr mezi dvěma koncepcemi:

- Využití tzv. inteligentních kamer a zpracování obrazu v rámci schopností těchto kamer
- Připojení kamer k počítači a zpracování obrazových dat standardním počítačem

Podstatným kritériem zde kupodivu není cena výsledného řešení – obě koncepce jsou přibližně stejně nákladné. Důležitý je především požadavek na výpočetní výkon, pružnost a variabilnost programového vybavení. Inteligentní kamery samy zpracovávají obrazová data a navenek bývají vybaveny binárními výstupy, umožňujícími signalizovat výsledek procesu. Většinou neumožňují volné programování, lze je pouze zkonfigurovat prostřednictvím sériové linky nebo Ethernetového připojení. Jsou obvykle vybaveny specializovanými signálovými procesory nebo nízkospotřebnými RISC procesory s taktem v řádu stovek MHz a jednoduchými operačními systémy reálného času. Již tato fakta ukazují

Ta nejdůležitější rozhodnutí musíme učinit jako první. Problematika je dosti rozsáhlá a tento článek může postihnout jen její maličký zlomek.

Celkové uspořádání úlohy

Volbou prostorového uspořádání již do jisté míry předurčíme typ a počet kamer a osvětlovacích jednotek a požadavky na ohniskové vzdálenosti objektivů. Musíme mít jasno, z jakého směru a vzdálenosti bude kamera scénu snímat, přitom musíme stanovit i dostatečné rozlišení kamery, případně nutnost použití více kamer. Rozhodnout musíme současně o způsobu osvětlení a jeho barvě – toto souvisí i s eliminací rušivého světla a tedy s návrhem zastínění a s případnou nutností použití barevných či polarizačních filtrů v kameře.

Vision
Lab

na jejich omezení. Inteligentní kamery jsou vybaveny jen několika základními prostředky pro zpracování obrazu a hodí se jen pro jednoduché úlohy. Na druhé straně velké množství úloh je obvykle řešeno překvapivě prostými prostředky, a tedy tyto integrované kamery vyhoví.

Odhadnout situaci předem vyžaduje hodně znalostí, citu a zkušeností. Jakmile je totiž nutno např. si poradit s proměnlivou scénou, reagovat na změny pozic, počtu a tvarů objektů, změny osvětlení nebo řešit složité a výkonově náročné algoritmy, rychle narazíme na limity, které jsou pevné a nepřekonatelné. Snaha řešit inteligentními kamerami úlohy přesahující jejich možnosti stojí za mnoha neúspěšnými projekty.

Připojení kamer ke standardnímu počítači je nutnou volbou pro složitější aplikace, ale i u jednodušších aplikací nám ponechává větší prostor pro korekce případné počáteční nepřesnosti odhadu požadavků. Výkon moderních procesorů dramaticky převyšuje i ty nejlepší chytré kamery a vestavný počítač již také nemusí mít podobu velké krabice s několika ventilátory. Navíc mnoho typických operací s obrazovými daty lze zrychlit paralelním zpracováním na více jádrech současně. Některé programové systémy, a průkopníkem těchto technologií je např. systém strojového vidění VisionLab, dokáží využívat mohutného masivně paralelního výkonu současných grafických procesorů. Zatímco dnešní CPU disponují až čtyřmi jádry, GPU rozdělí výpočet např. na 240 jader. Takový systém pak dokáže v reálném čase s obrazem provádět ještě nedávno nemyslitelné operace.

I u sebelepšího programového prostředí můžeme někdy narazit na absenci požadované funkce nebo na její nedostatečnou výkonnost. Klidu nám může dodat otevřená možnost doplňování vlastního kódu. A kdyby ani to nepomohlo naše požadavky splnit, přinejhorším můžeme změnit celý programový systém pro strojové vidění a vyhnout se tak neúspěchu při řešení zakázky. Větší manévrovací prostor se vždy hodí.

V mnoha případech ještě postačí, když jediným výstupem systému vizuální inspekce je binární výstup, signalizující vadný výrobek, stále častěji již systémy strojového vidění nepracují odděleně od zbytku světa, ale bývá vyžadována jejich integrace do informačních systémů podniku. Programové prostředí by mělo umožňovat zařazení vizuální inspekce do širšího kontextu řídicího a vizualizačního systému, mělo by přenášet veškerá, tedy i obrazová, data v síti, komunikovat s PLC, spolupracovat s SQL servery, HTTP servery atd. atp.

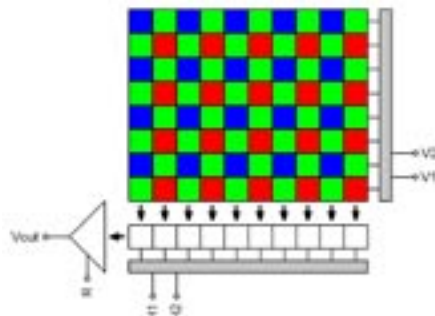
Dále předpokládáme, že navrhujeme

systém, kde jsou kamery připojeny ke standardnímu počítači. Zbývá vybrat vhodnou kameru, objektiv a osvětlení.

Kamera

Kritérií pro výběr kamery je velmi mnoho, můžeme zvažovat CCD nebo CMOS detektor, velikost a rozlišení čipu, černobílý či barevný snímač. V případě barevného snímače se může jednat o jednočipové provedení, tříčipové provedení nebo sekvenční snímání s černobílým senzorem a barevnými filtry. Připojení kamery může být analogové nebo digitální. V případě digitálního rozhraní máme na výběr z Ethernet/IP, USB nebo Firewire. Digitální kamery mohou běžet buď s pevnou snímkovou frekvencí, mohou být externě spouštěny, mohou běžet volně s akumulací osvětlení, mohou poskytovat různě komprimovaný proud dat nebo mohou poskytovat nezkrácená syrová data atd. – při výběru kamery hraje roli opravdu nepřehledné množství kritérií.

Pro účely strojového vidění si výběr zjednodušíme. Především musíme zvolit potřebné bodové rozlišení – pro účely měření v obraze nám rozlišení určuje velikost měřeného předmětu a požadavek na přesnost jeho měření. Jeden obrazový bod musí teoreticky odpovídat přesnosti měření. Tato teoretická přesnost a reprodukovatelnost měření je snižována mimo jiné vlivem šumu v obraze a nežádoucími artefakty, nutně provázejícími ztrátovou kompresi obrazových dat. Někdy dokonce můžeme využitím statistických metod dosáhnout i subpixelové přesnosti měření, obecně a bez znalosti věci ale takto navrhovat systém nelze. V případě jednočipové barevné kamery musíme brát v potaz přibližně poloviční lineární rozlišovací schopnost. Barevná mozaika má obvykle ze čtveřice obrazových bodů dva body zelené a po jednom bodu červeném a modrém. To přináší nejen nižší rozlišovací schopnost, ale také např. vzájemný posun obrazu v jednotlivých barevných kanálech.



Uspořádání barevné mozaiky na CCD čipu

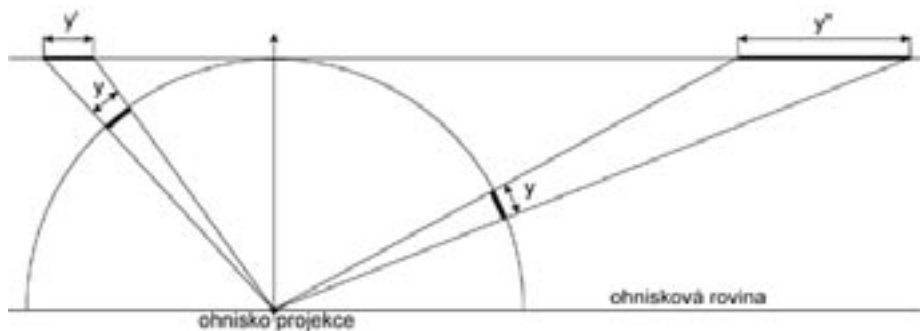
Kromě rozlišení ještě musíme zvolit připojení a druh kamery. Analogovou kameru pro potřeby strojového vidění pravděpodobně odmítneme. Digitální kamery bývají obvykle připojovány na větší vzdálenost pomocí Ethernetu a na krátkou vzdálenost prostřednictvím USB. Samotný princip digitálního připojení kamer zdaleka není zárukou kvality obrazu. Kamery jsou si vesměs svou konstrukcí velice podobné – naprostá většina digitálních CCD kamer obsahuje podobný integrovaný kamerový řadič, který digitalizuje data z CCD čipu, vyvažuje barevnost, interpoluje barvy z Bayerovy mozaiky a ztrátově komprimuje data do MJPEG nebo do MPEG4 datového proudu. Kvalita těchto operací je vzhledem ke kompromisně omezeným vlastnostem integrovaného obrazového procesoru vždy viditelně limitována a výsledný obraz je tak zatížen výraznými nežádoucími artefakty. Proto již ve stádiu koncepčního návrhu systému strojového vidění musíme velmi přesně tušit, jak kvalitní obraz budeme potřebovat. Čistota, stabilita a přesnost obrazu určitě není podstatná pro všechny typy aplikací, někdy je až s podivem, že vizuální inspekce funguje na základě přítomnosti či absence několika rozmazaných skvrn na předem definovaných pozicích. U složitějších aplikací ale právě kvalita obrazu bývá pro stabilní a tedy úspěšný provoz inspekčního systému rozhodující. Nejlepší dosažitelnou kvalitou obrazu přinášejí kamery, které poskytují syrová (tzv. RAW) obrazová data. Obraz není těmito kamerami nijak transformován, barevně vyvažován, interpolován ani není nijak komprimován. To přináší bezkonkurenční přesnost obrazu, který je k dispozici v připojeném počítači a zde může být zpracován bez jakýchkoliv kompromisů omezujících jeho kvalitu. Někdy může být na překážku vysoký datový tok mezi kamerou a počítačem. Na krátkou vzdálenost připojení tyto požadavky výborně řeší rozhraní USB 2.0 s datovým tokem až 480 Mb/s (jedním kabelem na 5m, při využití aktivních prodloužení a hubu až na 30m).

Objektiv

Volba typu objektivu a jeho zorného úhlu patří k nejdůležitějším rozhodnutím při návrhu systému strojového vidění. Běžné typy objektivů promítají obraz do plochy s tzv. perspektivní projekcí. To nás nutí zabývat se při návrhu vlastnostmi projektivního zobrazování třírozměrné scény do dvourozměrné plochy povrchu snímacího senzoru.

Zorné pole objektivu je v tomto prípade tvořeno pohľadovým komolým kužeľom. Obdĺniková plocha obrazového senzoru pak tento kužeľ ďalej zredukuje na pohľadový jehlan. Jeho vrchol nazývame ohniskom projekcie. Pri prevođu obrazu scény uvnitř pohľadového jehlanu do obrazovej plochy dochádza ke značnej ztráte informácie. Každá polopřímka prochádzajúca ohniskom projekcie je v obrazovej ploche reprezentovaná jediným bodom.

I za teoretického predpokladu dokonalého objektivu s lineárnym prevoďom úhlu na pozíciu a snímání rovinné dvourozměrné předlohy se musíme vyrovnat se zkreslením geometrie obrazu vlivem perspektivní chyby. Představme si obraz tmavých teček na světlém pozadí s konstantním rozestupem teček v osách x i y . Abychom dosáhli konstantního odstavu teček za předpokladu přesné perspektivní projekce i v promítnutém obraze, musí být předloha snímána z vnitřního povrchu kulové plochy. Při rovinné předloze se tečky v promítnutém obraze budou od sebe vzdalovat v závislosti na jejich vzdálenosti od optické osy.



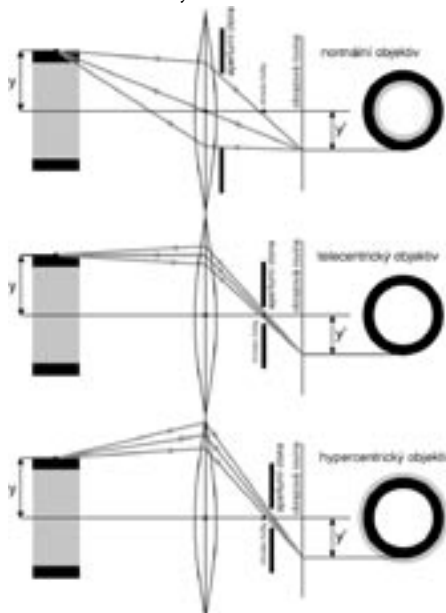
Zkreslení geometrie rovinného obrazu projektivní transformací

Ztráta prostorové informace při perspektivní projekci nám velmi komplikuje např. přesná měření rozměrů třírozměrných těles. Bez předchozí znalosti tvarů snímáných předmětů nejsme schopni tyto chyby dodatečně korigovat. I při znalosti tvarů předmětů vyžaduje



Obvyklá geometrická zkreslení obrazového pole korekce projektivních chyb identifikaci objektů programovým vybavením pro strojové vidění, je tedy vyžadována vysoká úroveň porozumění obrazu. Kromě normálních objektívů s perspektivní projekcí existují i speciální objektivy s orthografickou projekcí. Tyto objektivy nezobrazují scénu s ohniskovou perspek-

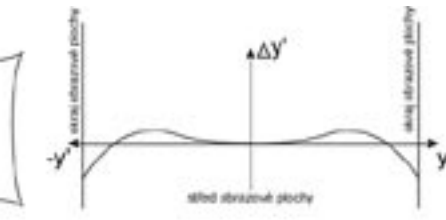
tivou, ale s kolmou paralelní projekcí. Tedy velikosti zobrazovaných předmětů jsou vždy stejné, nezávisle na jejich vzdálenosti. To zní jako dobré řešení všech



Princip projekce normálního, telecentrického a hypercentrického objektivu

problémů s přesnými měřeními v obraze, jenže má to jeden háček. Při tomto typu projekce musí být velikost vstupní

plochy objektivu shodná s plochou snímané scény. Tyto tzv. telecentrické objektivy jsou pak velmi rozměrné a drahé. Princip telecentrických objektívů je celkem prostý. Pomocí aperturní clony umístěné v rovině obrazového hlavního bodu (tj. ohniska čočky) se odstíní veš-



keré paprsky, přicházející z jiných směrů než rovnoběžně s optickou osou.

Aby nebyl všem potížím konec, významná omezení přesnosti měření v obraze nám mohou způsobit geometrická zkreslení obrazového pole objektívů, a ty se vyskytují i u telecentrických objektívů. Zkreslením zde miníme rozdíl mezi teo-

retickou pozicí obrazového bodu, která plyne z principu projekce a skutečnou pozicí bodu zobrazeného reálným objektivem. U skutečných objektívů není nikdy převod mezi úhlem pozice (nebo vzdáleností) zobrazovaného objektu od optické osy a mezi vzdáleností obrazu tohoto objektu v ploše obrazu zcela lineární. Transformace úhlu na vzdálenost má charakter kvadratického, častěji však kubického polynomu. I velmi dobré objektivy mají při použití s několikamegapixelovými kamerami obvykle radiální zkreslení v rozsahu jednotek až desítek pixelů. V některých aplikacích, kdy např. čteme texty, kódy nebo počítáme součástky, to vadit nemusí. V aplikacích, kdy jsou vyžadována přesná měření rozměrů, se kvalita objektívů stává zásadním kritériem.

Zatímco s principy projekce nic nenaděláme, zkreslení obrazového pole můžeme softwarově korigovat a dosáhnout vynikající subpixelové přesnosti i s běžnými objektivy. Problémem může být výpočetní náročnost korekčních algoritmů. Např. systém **VisionLab** provádí tyto korekce pomocí grafického procesoru se zcela minimálním vlivem na zatížení počítače.

Osvětlení

Zatímco v předchozích bodech lze správné řešení předem rozumově velmi dobře odhadnout, často i přesně spočítat, volba správného osvětlení vyžaduje značné zkušenosti a často i hodně experimentování. Zvláště, je-li scéna tvořena transparentními, lesklými nebo reliéfně nevýraznými objekty, je návrh osvětlení pro celkový úspěch klíčový. Musíme zvolit druh, počet a pozice osvětlovacích jednotek a barvu jejich světla. Často je nutno vyřešit odstínění nežádoucího světla z okolí pomocí zastínění a barevných filtrů v kameře. K významné redukci nežádoucích odlesků mohou přispět polarizační filtry.

Levné osvětlení lze řešit např. pomocí zářivkových trubíc, případně i bez elektronických předřadníků, pak ale kamera musí být schopna dostatečně dlouhých expozičních časů. Kvalitnější a lépe parametrizovatelné osvětlení poskytují diodové osvětlovací jednotky, jejichž cena se již natolik snížila, že nebývá překážkou jejich nasazení. Je-li potřeba osvětlení během činnosti řídit, např. nastavovat jas, barvy nebo spouštět záblesky, je velkou výhodou možnost řízení osvětlovacích jednotek přímo z kamer.

Na závěr

Jestliže jsme v předchozích krocích nic podstatného nepřehlédli, pak zbývá zvolit jen vhodné programové vybavení pro zpracování obrazu a jeho porozumění (a samozřejmě vše zkonfigurovat a naprogramovat) a úspěch zakázky by již nemělo nic ohrozit.

Zajímavé vlastnosti pro použití v systémech strojového vidění nabízejí digitální průmyslové kamery **DataCam**. Jedná se o nízkošumové CCD kamery, které poskytují čistá syrová obrazová data s šestnáctibitovou dynamikou jasů pixelů. Jsou připojeny k počítači prostřednictvím USB kabelu, kterým jsou současně napájeny. Kamery vynikají kvalitou a čistotou obrazu.

Digitální kamery DataCam

Každá z těchto kamer dokáže přímo ovládat až čtyři osvětlovací jednotky **DataLight**, které jsou k dispozici v podobě kruhových osvětlovačů, plošných osvětlovačů, zábleskových osvětlovačů i prosvětlovacích panelů. U jednotek **DataLight** si můžeme vybrat barvu a vyzářovací úhel diod a případně i přítomnost a druh difuzoru.



Digitální kamery **DataCam** jsou připojené prostřednictvím USB2.0 a vynikají kvalitou obrazu



Osvětlovací jednotky **DataLight** s kamerou **DataCam**

Na vrcholu pyramidy komponent systému strojového vidění stojí programové vybavení schopné porozumět obrazům. Bohatě vybavený systém **VisionLab** si dává za cíl maximálně usnadnit tvorbu aplikace strojového vidění a snadnou integraci této aplikace do struktury informačních systémů. Mezi jeho přednosti patří:

- snadná integrace digitálních obrazů a vizuální inspekce do aplikací v průmyslové automatizaci

- intuitivní editace kroků řetězce strojového vidění
- podpora plně paralelního zpracování na více jádrech a více procesorech
- podpora masivně paralelního zpracování obrazu grafickým procesorem
- pokročilé úpravy obrazu prováděné grafickým procesorem
- morfologické transformace obrazu mohou být pomocí GPU prováděny na proudu dat z kamery v reálném čase



Morfologické transformace obrazu

- přenos obrazových dat v počítačových sítích
- archivace obrazových dat v podobě snímků i videosouborů
- otevřené rozhraní pro doplňování kroků strojového vidění
- sdílení dat s aplikacemi systému **Control Web**

Zájemce o popis dalších úskalí a principů návrhů systémů strojového vidění si může z webu www.mii.cz stáhnout systém **VisionLab**, kde celý první díl příložené dokumentace je věnován obecným principům snímání a zpracování digitálních obrazů.

DataLab IO ETH



Modulární systém průmyslových vstupů a výstupů DataLab IO dovoluje uživateli zkonfigurovat počty, typy a směry měřených a nastavovaných signálů přesně na míru dané aplikaci. Všechny jednotky DataLab IO obsahují univerzální CPU jednotku, ke které lze připojit vstupně/výstupní moduly podle typu signálů (analogové vstupy a výstupy, digitální vstupy a výstupy, čítačové vstupy, reléové moduly, moduly pro platinové teploměry atd.). K dispozici jsou CPU jednotky pro jeden, dva nebo čtyři I/O moduly. CPU jednotky s USB rozhraním nabízejí velmi snadné použití (Plug-and-Play), jednoduché připojení standardním kabelem s možností napájení ze stejného

kabelu a zcela automatickou konfiguraci. Nevýhodou USB je ale omezení délky připojení na 5 m. Tuto nevýhodu odstraňuje nová CPU jednotka pro 4 I/O moduly s 10/100 Mbit Ethernet rozhraním.

CPU jednotka DataLab IO/ETH s rozhraním Ethernet je plně kompatibilní se všemi I/O moduly systému DataLab IO. Pouze USB rozhraní je nahrazeno 10/100 Mbit rozhraním Ethernet a jednotka komunikuje prostřednictvím protokolu TCP/IP.

Osazení I/O moduly je volitelné stejně jako u jednotek s USB rozhraním



Jednotka **DataLab IO** s rozhraním Ethernet

Rozhraní Ethernet přináší oproti USB sběrnici několik výhod:

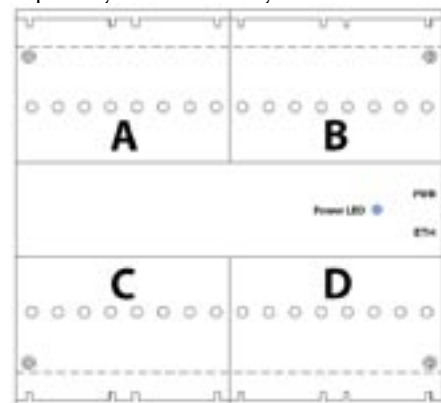
- Vzdálenost mezi řídicím počítačem a jednotkou není omezena na 5 m, jako je tomu u USB (pomocí aktivních prodloužení lze jedno USB spojení prodloužit na větší vzdálenost, ale trasa musí být složena z jednotlivých segmentů max. délky 5 m). Jeden kabel sítě Ethernet může být dlouhý až 200 m. Protože Ethernet může být velmi snadno přenášen i jinými prostředky než je kroucený pár vodičů (např. rádiový spoj), skutečná délka spojení může být výrazně delší.
- Protože jednotka komunikuje protokolem TCP/IP, který je možné směřovat a přenášet prostřednictvím různých počítačových sítí, není fyzická vzdálenost jednotky od počítače prakticky limitována.

Na druhé straně je nutné počítat s některými nevýhodami oproti USB jednotkám:

- Zatímco USB rozhraní je již navrženo s ohledem na bezproblémové připojení k PC bez nutnosti konfigurace (tzv. Plug-and-Play), u jednotek komunikujících protokolem TCP/IP je nezbytné konfigurovat síťové rozhraní (IP adresu, masku sítě, adresu výchozí brány).

Poznámka: Protože jednotka **DataLab IO/ETH** pracuje v roli „síťového serveru“ (řídicí počítač se na DataLab IO obrací s dotazy na měřené hodnoty, případně s příkazy k zápisu), je nezbytné, aby IP adresa této jednotky byla pevně přidělena. Není možné nechat jednotce dynamicky přidělit IP adresu protokolem DHCP, řídicí počítač by poté nevěděl, na jakou IP adresu posílat požadavky.

- Jednotka s Ethernet rozhraním vždy vyžaduje externí napájení. Existuje možnost napájení přes Ethernet (PoE — Power over Ethernet), ale pak je nutné použít externí rozdělovač signálové a napájecí části.
- **DataLab IO/ETH** s Ethernet rozhraním je k dispozici pouze ve variantě pro čtyři I/O moduly. Menší varianty



Řazení modulů jednotky **DataLab IO ETH**

pro dva a jeden modul zůstávají pouze ve variantě s USB rozhraním.

Poznámka: Skutečnost, že DataLab IO/ETH obsahuje 4 sloty pro I/O moduly, neznamená, že všechny 4 pozice musí být obsazeny. Stejně jako u jednotek s USB rozhraním je možno osadit pouze jeden, dva, tři nebo všechny čtyři moduly v závislosti na požadavcích aplikace.

Z hlediska programového opět není mezi USB a Ethernet jednotkami rozdíl. Stačí v parametrickém souboru zvolit způsob komunikace a nastavit patřičné adresy. Pro zbytek aplikace pak není mezi jednotkami rozdíl:

```
[device]
type = ethernet
ip_address = 192.168.0.3
remote_port = 10250
local_port = 40230
ip_timeout = 500
con_timeout = 500
password = 12345
```

Pro nastavení konfigurace nabízí jednotka DataLab IO/ETH s Ethernet rozhraním HTTP server. Ke konfiguraci tedy není zapotřebí žádný speciální programový nástroj, stačí libovolný WWW prohlížeč.

Protože provoz na WWW serveru je z hlediska zpracování poměrně náročný a také z důvodu zabezpečení (není vhodné, aby konfiguraci kdokoliv mění), je konfigurační HTTP server povolen pouze pokud je jednotka zapnuta se



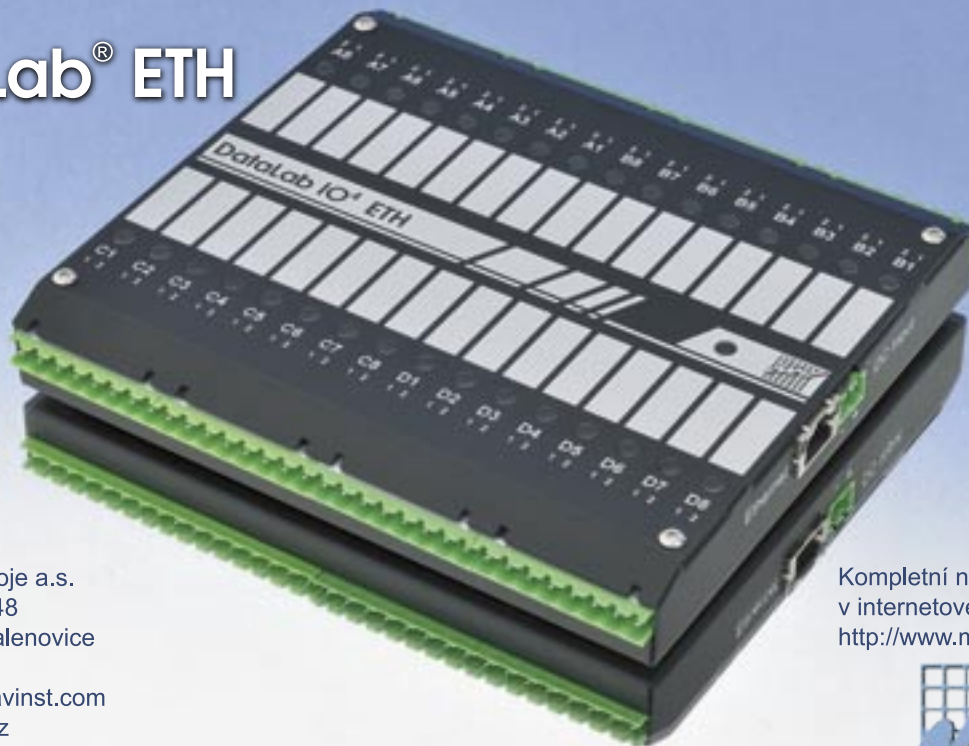
Konfigurace jednotky **DataLab IO** prostřednictvím WWW prohlížeče

sepnutým Reset tlačítkem. Pouze tehdy lze nastavit parametry prostřednictvím WWW prohlížeče. Po normálním zapnutí jednotky není HTTP server aktivován a jednotka reaguje jen na požadavky na čtení a zápis technologických dat.

Jedním z konfiguračních parametrů je heslo (password). Komunikace mezi počítačem a jednotkou DataLab IO/ETH je kryptována a tím je zabráněno neoprávněným zásahům do technologie či zjišťování technologických dat pro jiné počítače v počítačové síti. ■

Jednotky průmyslových vstupů a výstupů pro Ethernet

DataLab[®] ETH



Moravské přístroje a.s.
Masarykova 1148
763 02 Zlín - Malenovice

<http://www.moravinst.com>
<http://www.mii.cz>
<http://www.controlweb.eu>
<http://www.controlweb.cz>

e-mail: info@mii.cz
technická podpora: support@mii.cz

Kompletní nabídku naleznete v internetovém obchodě na <http://www.mii.cz>

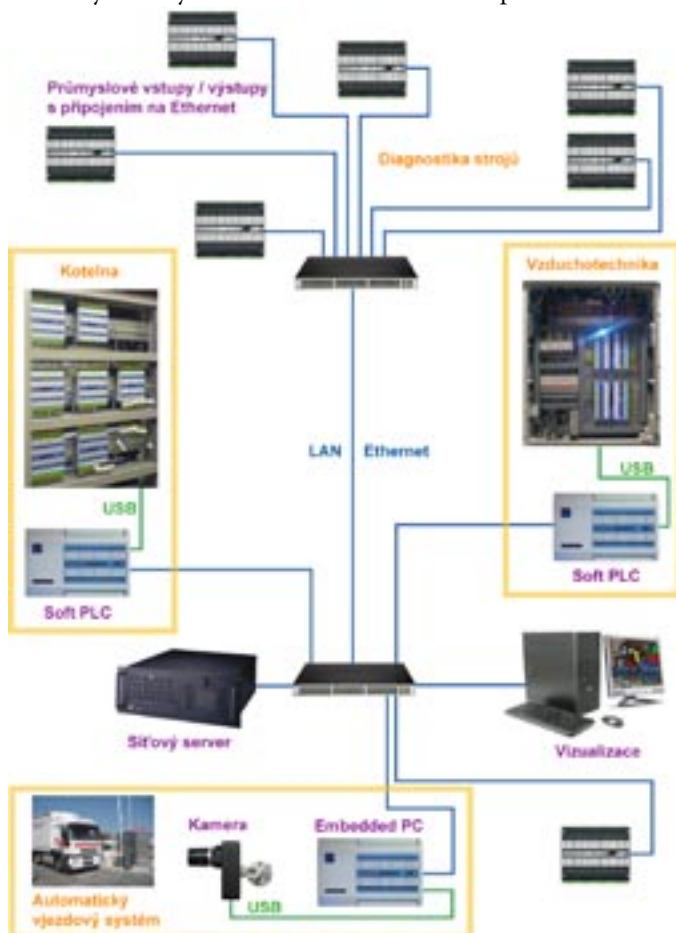


Ethernet a USB v automatizačních systémech

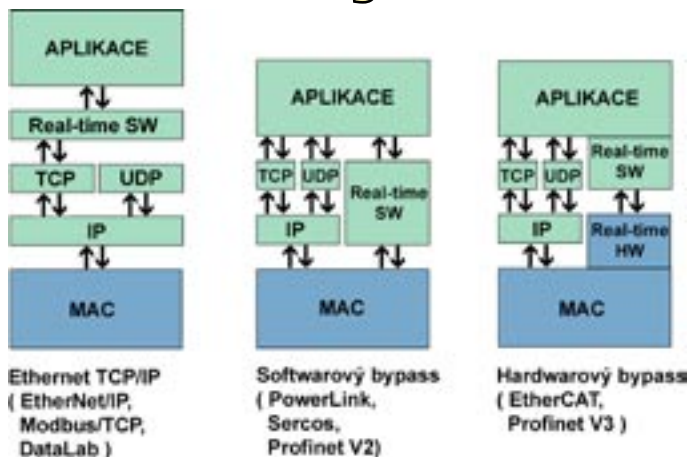
Ethernet je tu s námi již docela dlouho. V letošním roce tomu již bude dvacet let od vzniku standardu 10Base-T s rychlostí 10 Mbit/s, který přinesl komunikaci prostřednictvím nestíněných kroucených párů (UTP - Unshielded Twisted Pair) a topologii propojení do hvězdy. Již v roce 1990 byla tedy cesta Ethernetu do průmyslových aplikací otevřena. I když je již dávno Ethernet nejúspěšnějším a nejrozšířenějším typem spojení v počítačových sítích, v systémech průmyslové automatizace se prosazoval dlouho a složitě.

V myslích techniků byl nadlouho Ethernet spojen se sdíleným přenosovým médiem v podobě tlustého a tenkého koaxiálního kabelu nebo i v podobě kroucených dvojlinek s rozbočovači (hub), s rozsáhlými kolizními doménami a především s neterministickým principem řešení kolizí metodou CSMA/CD (Carrier Sense with Multiple Access and Collision Detection). V kolizní doméně mohou současně přijímat všechny stanice, ale vysílat může pouze jedna. Vznikla-li vysláním více stanic současně kolize, všechny stanice se na náhodně dlouhou dobu odmlčely, než to některá zkusila znovu. Tato metoda, při nízkém zatížení sítě velmi efektivní, způsobovala při růstu zatížení exponenciální nárůst počtu kolizí.

Tyto potíže ale vymizely s používáním přepínačů (switch). Kolizní doména dnes obvykle obsahuje jen dva účastníky, a to jedno koncové zařízení a přepínač. Kabely obsahují až čtyři kroucené páry a vysílání probíhá současně s příjmem v režimu tzv. plného duplexu (full duplex). Přenosové médium není sdíleno a nevznikají na něm kolize. Přenosová rychlost pak může stabilně dosahovat nejvyšší možné úrovně. Takováto síť pak může být dobrým základem komunikace i pro velmi složitě



Příklad architektury automatizačních aplikací postavené na kombinaci Ethernetu a USB



Tři principy řešení komunikace v reálném čase v ethernetových sítích a rozsáhlé automatizační systémy.

Stejně jak Ethernet představuje nejlepší variantu pro rozsáhlé sítě, v případě připojování periferních jednotek k počítačům je nejlepší volbou USB propojení. Tento standard univerzální sériové sběrnice vznikl již v roce 1995 a jeho rychlejší varianta USB 2.0 s datovým tokem až 480 Mbit/s existuje již také déle než deset let. USB představuje výrazný kvalitativní skok proti všem dříve používaným sériovým i paralelním rozhraním. Její spolehlivost, odolnost, přenosová kapacita i rychlost odezvy ji předurčuje pro velkou většinu připojených periferních jednotek v úlohách sběru dat a řízení v průmyslové automatizaci.

Ethernet ani USB nejsou žádnými novými a neprověřenými technologiemi. Cestu do oboru průmyslové automatizace tyto standardy neměly jednoduchou, jejich dominance je zřejmá a jejich kvality nezpochybnitelné. Vybudování ethernetové sítě je totiž neobyčejně snadné, levné a rychlé a tento úkol bez potíží zvládnou všichni systémoví integrátoři. A vybudování sítě periferií komunikujících přes USB je ještě výrazně snadnější.

Podstatným požadavkem kladeným na komunikaci v automatizačních systémech je práce v reálném čase. Práce v reálném čase nevyžaduje pouze krátké odezvy a vysoké přenosové rychlosti, ale především determinističnost. To znamená, že systém musí zaručit odezvu v předepsaném čase - a požadavky na dobu odezvy se liší případ od případu. Se zaručenou dobou odezvy souvisí také stabilita doby odezvy. Požadavky na toleranci doby odezvy se také v jednotlivých aplikacích značně liší.

Podle nároků na dobu a stabilitu doby odezvy komunikační sítě můžeme přibližně rozlišit tři typy průmyslových ethernetových sítí:

Reálný čas je řešen prostřednictvím software nad standardními vrstvami IP, UDP a TCP. Toto uspořádání funguje ve veškerých standardních sítích a při správné segmentaci sítě dosahuje časů odezvy v jednotkách milisekund. Tato standardní architektura je nejlevnější, nejsnáze realizovatelná a vyhoví ve většině průmyslových sítí. Příkladem takovýchto řešení je např. Modbus/TCP nebo DataLab.

Reálný čas je řešen prostřednictvím software nahrazujícím standardní vrstvu IP, UDP a TCP. Tyto sítě pracují se standardními síťovými adaptéry, komunikační software pracuje v reál-

ném čase přímo nad ethernetovými pakety a ve vyhrazených segmentech sítě dosahuje odezvy a přesnosti vhodných i pro náročné aplikace např. v oblasti pohonů a robotiky.

Nejvyšší požadavky na reálný čas jsou řešeny kombinací speciálního hardware a software. Zde již nelze použít standardní síťové adaptéry a tyto sítě často pracují s vlastní identifikací jednotlivých uzlů bez nutnosti přidělování IP adres. Komunikační pakety nebývají čteny, interpretovány a následně dále odesílány, ale jednotlivými uzly procházejí s minimálním zpožděním v řádu jednotek nanosekund k dalšímu zařízení. Data jsou vkládána na vyhrazená místa v datovém telegramu, který obíhá po síti. Pakety komunikace reálného času mají v síti prioritu před pakety standardních síťových vrstev IP, UDP a TCP.

V různých řešeních sítí průmyslového Ethernetu se pro dodržení požadavků na včasnost doručení zpráv může využívat :

- hvězdicová struktura s prepínači (switch) a nikoliv rozbočovači (hub)
- komunikační modely publisher / subscriber a producer / consumer namísto modelu klient / server
- prioritní ethernetové pakety
- vysokorychlostní varianty Ethernetu
- segmentace sítě
- synchronizace na principu distribuovaných hodin reálného času

Ethernetová síť je důležitým médiem při propojení a integraci mnoha automatizačních aplikací do jednoho rámce s možností centrální správy a dohledu. Jednotlivé aplikace v rámci podniku mohou pracovat samostatně bez nutnosti komunikovat s jinými systémy v reálném čase a přesto mohou být součástí jednoho centrálně spravovaného celku. Samostatné aplikace nemusí mít vlastní zobrazovače nebo jiné rozhraní člověk - stroj, mohou mít zálohované napájení a mohou trvale běžet i bez ohledu na stav podnikové počítačové sítě.

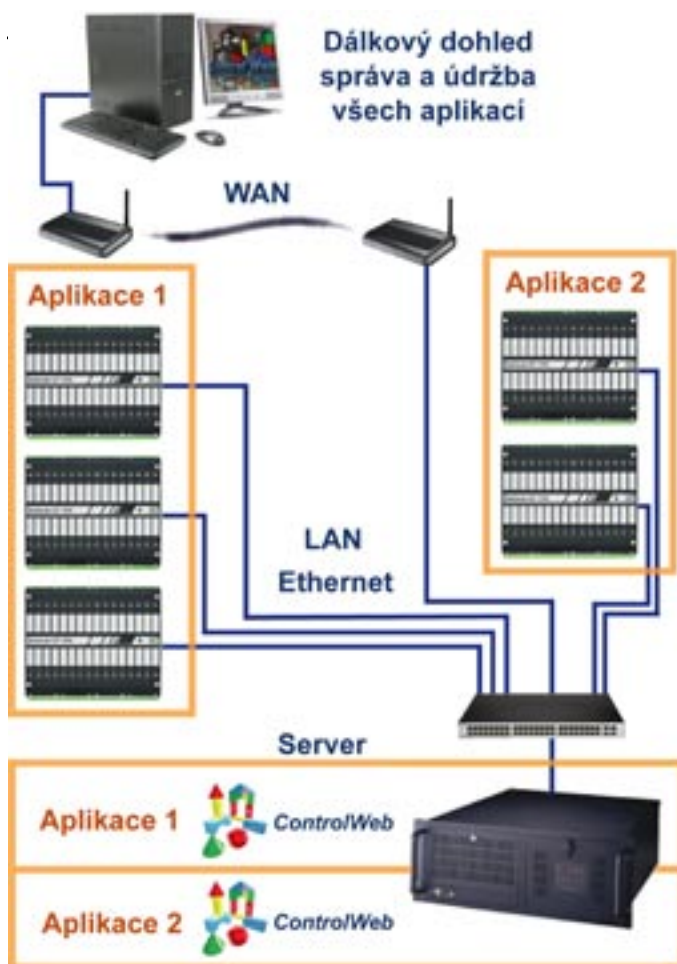
V prostředí ethernetové sítě mohou být provozovány i aplikace, které nejen že nemají vlastní zobrazovače, ale nemají dokonce ani vlastní počítače. Řada samostatných aplikací může běžet na jediném vyhrazeném serveru. Správa a údržba systému se tak ještě dále zjednoduší a rovněž lze ušetřit značné prostředky na pořízení a modernizaci počítačů a řídicích jednotek. Spolehlivost síťové infrastruktury je zde podstatná, ale to dnes již obvykle není problémem.

Propojení přes Ethernet:

- + prakticky neomezená vzdálenost připojení (vyhrazený segment s kroucenou dvojlinkou do cca 200 m)
- + doba odezvy v řádu jednotek milisekund
- napájení není vždy součástí komunikačního standardu (standard Power over Ethernet definuje možnost napájení ethernetových zařízení prostřednictvím datových vodičů stávající kabeláže CAT5, používá se napětí 44 – 57V při max. proudu 550 mA)
- je nutno přiřadit pevnou IP adresu
- před prvním použitím je nutno zařízení zkonfigurovat prostřednictvím vestavěného HTTP serveru



Jednotka průmyslových vstupů a výstupů **DataLab** s připojením na Ethernet



V síťovém prostředí jednotlivé aplikace sdílejí společný server, nemají vlastní počítače ani zobrazovače

Propojení přes USB:

- + doba odezvy v řádu stovek mikrosekund
- + vysoká přenosová rychlost 480MB / sec, dostačující přenosová kapacita i pro digitální kamery s vysokým rozlišením
- + napájení součástí sběrnice
- + plug-and-play bez nutnosti konfigurace
- vzdálenost připojení do 5m (s aktivním prodloužením do cca 30m)

Jednotky **DataLab IO ETH** s Ethernet rozhraním jsou plně kompatibilní se všemi I/O moduly systému **DataLab IO**. Pouze USB rozhraní je nahrazeno 10/100 Mbit Full Duplex rozhraním Ethernet a jednotka komunikuje prostřednictvím protokolu TCP/IP. Protokol TCP/IP je možno směřovat a přenášet prostřednictvím různých počítačových sítí, fyzická vzdálenost jednotky od počítače tak prakticky není limitována. Z hlediska aplikačního programového vybavení není mezi USB a Ethernet jednotkami rozdíl. Stačí v parametrickém souboru shodného ovladače zvolit způsob komunikace a nastavit patřičné adresy. Aplikace pak s jednotlivými jednotkami komunikují shodně. Komunikace s ethernetovými jednotkami je kryptována a tím je zabráněno neoprávněným zásahům do technologie.

Komponenty pro průmyslovou automatizaci s možností ethernetového a USB připojení usnadňují integraci aplikací do jednotného centrálně spravovatelného prostředí a významně zlevňují budování moderních integrovaných systémů.

Osvětlovací jednotky pro strojové

vidění



Volba správného osvětlení může být v některých případech důležitější než volba správné kamery. Užitečným doplňkem ke kamerám **DataCam** mohou být osvětlovací jednotky **DataLight**, které je možno prostřednictvím těchto kamer přímo ovládat. Osvětlovače používají svítící diody a vyznačují se dlouhou životností a nízkou spotřebou elektrické energie.

Některé úlohy strojového vidění mohou být velmi nenáročné na kvalitu osvětlení scény. Zvláště při použití kamer, které dokáží při slabém osvětlení dostatečně prodloužit expoziční dobu bez podstatného nárůstu šumu v obraze, si můžeme vystačit i s běžným osvětlením místnosti či stolní lampou. Často lze levné osvětlení řešit pomocí zářivkových trubec, které poskytují intenzivní a barevně stabilní světlo. U velkorozměrových osvětlovačů mohou být zářivkové trubice dokonce jediným rozumným řešením.

V praxi ale převažují takové aplikace, kde správné parametry osvětlení, jako je intenzita, barva a směřování, jsou rozhodujícím faktorem pro viditelnost

sledovaných objektů ve scéně. Zde nalézají uplatnění osvětlovače se svítivými diodami. Tyto osvětlovače se vyznačují nízkým příkonem a dlouhodobou stabilitou parametrů.

Vysoké nároky splňují diodové osvětlovače řady **DataLight**. Při velmi příznivé ceně lze s nimi snadno řešit i náročné aplikace, ve kterých je nutno automaticky pořízovat snímky s proměnlivým směrem, intenzitou a barvou světla. Osvětlovače **DataLight** lze totiž mimo jiné řídit přímo prostřednictvím kamery. Trvale svítící osvětlovače mohou pracovat i bez kamery, po připojení napájecího napětí se rozsvítí svým maximálním jasem.



Kruhový osvětlovač **DataLight LT-41S** v kompletu s digitální kamerou **DataCam**

K přednostem těchto osvětlovačů patří:

Přímé řízení prostřednictvím kamer **DataCam**. K jedné kameře lze připojit až čtyři osvětlovací jednotky. U trvale svítících jednotek může kamera osvět-



Plošná diodová osvětlovací jednotka **DataLight LT-40S**



Čirý difuzor s povrchovou strukturou má jen minimální světelné ztráty

lovač zapínat a vypínat a nastavovat intenzitu svítu, u zábleskových jednotek může kamera spouštět záblesky během doby expozice snímku. Pomocí řízení jasu a několika osvětlovacích jednotek lze např. vyrovnat osvětlení různě vzdálených povrchů nebo zvýrazňovat jednotlivé objekty ve scéně. Lze automaticky sekvenčně kombinovat několik druhů osvětlení jedné scény.

Osvětlovací jednotky mají pevné tělo z hliníkové slitiny a mohou být vybaveny difuzorem volitelného typu:

- čirý difuzor s povrchovou strukturou
- opálový difuzor
- čirý čelní štítek bez difuzoru

Lze volit barvu světla, která může být:

- bílá
- červená
- modrá
- infračervená

Volbou barvy světla je účinně možno řešit např. potlačení nežádoucího osvětlení z okolí. Kameru lze vybavit barevným filtrem, propouštějícím právě světlo osvětlovací jednotky a potlačující zbytek barevného spektra. Toto opatření může



Samostatný plošný osvětlovač LT-40S

rozhodujícím způsobem zvýšit odolnost aplikace proti nežádoucímu osvětlení.

Vybrat si lze i mezi úzkým, středně širokým a širokým vyzařovacím úhlem. Zvláště u reflektorů bez difuzoru lze osvětlovač přizpůsobit velikosti a vzdálenosti scény.

Jednotky mohou být určeny pro trvalý svit nebo mohou generovat záblesky řízené expozicí kamery. Pomocí záblesků můžeme osvětlovat např. pohybující se předměty. Silným zábleskovým světlem lze také do značné míry potlačit vliv ne-



Prosvětlovací panel s bílým světlem LT-81

žádoucího osvětlení scény, neboť kamera pak může pracovat s kratší expoziční dobou.

Jednotky jsou napájeny spínanými zdroji 12VDC a vyznačují se velmi malým příkonem cca 4W. Napájení lze mezi jednotlivými osvětlovači smyčkovat a jedním zdrojem tak může být napájeno několik osvětlovacích jednotek.

Diodové osvětlovací jednotky **DataLight** existují v několika typových provedeních:

- Kruhové souosé osvětlovače montované na kamery **DataCam** se svítícím mezikružím o vnitřním průměru 45mm a vnějším průměru 65mm
- Plošné osvětlovače s obdélníkovou maticí diod a svítící plochou 60 * 40 mm

- Velkoplošné osvětlovače s obdélníkovou maticí diod a svítící plochou 130 * 200 mm
- Prosvětlovací panely pro zadní osvětlení. U těchto jednotek lze volit pouze barvu světla, osvětlovače jsou vždy vybaveny takovými difuzory, které zajišťují rovnoměrné rozložení jasu na svém povrchu.
- Speciální osvětlovače, jako jsou např. lineární nebo kruhové světlovače v temném poli.

Pro téměř každý typ osvětlovače můžeme specifikovat trvale svítící nebo zábleskovou variantu, typ difuzoru a barvu a vyzařovací úhel LED.

Osvětlovací jednotky si můžete pohodlně vybrat a zkonfigurovat podle vašich potřeb v internetovém obchodě na adrese <http://www.mii.cz>

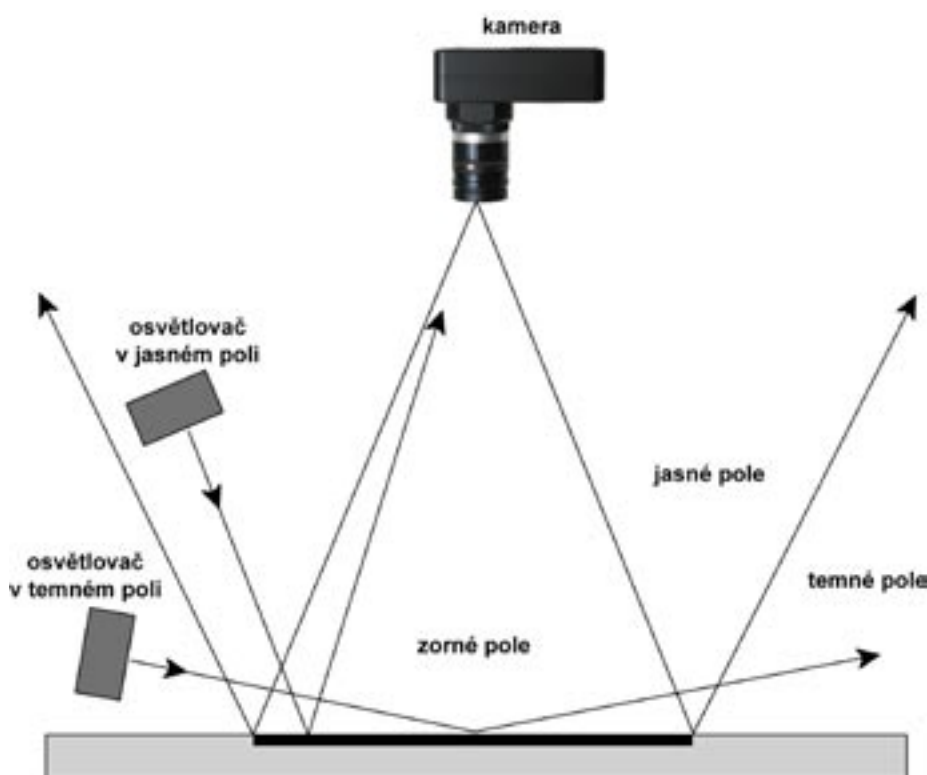


Osvětlovače **DataLight** jsou přizpůsobeny ke spolupráci s kamerami **DataCam**

Osvětlovače DataLight pro osvětlení v temném poli

O úspěšnosti řešení úloh strojového vidění a vizuální inspekce do značné míry rozhoduje volba správného způsobu osvětlení scény. Osvětlovací jednotky **DataLight DF15** nám mohou pomoci vyřešit překvapivě mnoho problémů s osvětlením průhledných, lesklých a reliéfně nevýrazných objektů. Tyto osvětlovače dokáží např. zvýraznit nezřetelné potisky integrovaných obvodů a dokon-

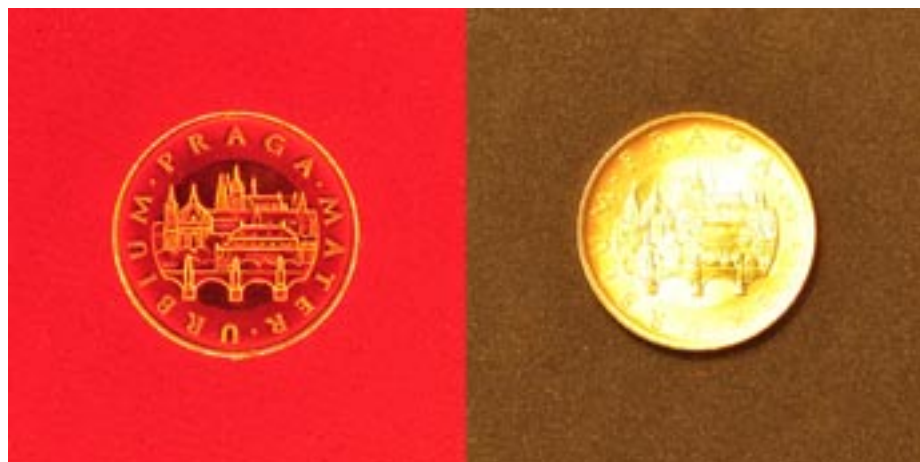
Často musíme při osvětlování lesklých předmětů řešit problémy s nežádoucími odlesky, ve kterých se nám zcela ztrácí kresba obrazu. Obvykle se řídíme intuící a po chvilce experimentování umístíme a nasměrujeme osvětlovací jednotku tak, aby největší odlesky směřovaly mimo zorné pole kamery. Takto osvětlovač umístíme do tzv. temného pole.



Princip osvětlování v temném poli — odlesky od ploch kolmých o ose objektivu směřují mimo zorné pole kamery

ce i prach na zrcadle. Pojďme se podívat, jaký je princip osvětlení v temném poli a jak nám mohou být tyto osvětlovače užitečné.

Osvětlovač v temném poli osvětluje scénu ze směru téměř kolmého k ose objektivu



Mince, osvětlená osvětlovačem **DataLight DF15** s červeným světlem a pokus osvětlit tuto minci běžným plochým osvětlovačem



Použití běžných osvětlovačů má ale své limity, pro zviditelnění velmi jemných reliéfů potřebujeme osvětlovač, který směřuje světlo jen s malým rozptylem kolem zvolené roviny. Také je většinou nutno osvětlit objekt v jedné rovině ze všech stran současně. Při osvětlení jen z jedné strany mohou důležité části reliéfu v obraze zaniknout. Nejlepší službu nám zde udělá kruhový osvětlovač v temném poli. Užitečná také bývá možnost volby barvy světla - použitím barevného filtru stejné barvy v kamere můžeme významně potlačit vliv nežádoucího okolního osvětlení a získat tak velmi detailní a kontrastní obraz sledovaného reliéfu. Takový osvětlovač typu **DataLight DF15** je na následujících obrázcích. Vnitřní průměr prstence tohoto osvětlovače je 15 cm, můžeme tak osvětlovat i poměrně velké objekty.

DF15 má stejné připojení a stejné možnosti řízení jako ostatní osvětlovače **DataLight**

Také umístění čtyř upevňovacích závitů v hliníkovém těle se shoduje s ostatními osvětlovači

Malou ukázkou možností osvětlovače je zobrazení raženého reliéfu na rubu lesklé mince.

Získaný obraz má vysokou čistotu a kvalitu podání detailů. Pomocí virtuálního přístroje kamery v prostředí systému **Control Web**, již obraz můžeme velmi snadno dále zpracovat. Několik ukázek výsledků vestavěných filtrů je zde uvedeno.

Osvětlovač je napájený dodávaným zdrojem 12VCD. Z jednoho zdroje je možno napájet několik stabilně svítících i zábleskových osvětlovačů současně. Upevňovací závitů jsou na těle osvětlovače umístěny shodně s ostatními osvětlovacími jednotkami. Spotřeba osvětlovače dosahuje při plném nastaveném jasu asi 4W.

Osvětlení v temném poli je vynikajícím řešením pro zobrazování hran a okrajů



digitální průmyslové kamery

DataCam®



osvětlovací jednotky

DataLight™



Digitální kamery:

DC-0316	640 x 480 bodů	10 370 Kč
DC-0316C	640 x 480 bodů	10 370 Kč
DC-0816	1024 x 768 bodů	14 550 Kč
DC-0816C	1024 x 768 bodů	14 550 Kč
DC-2016	1600 x 1200 bodů	21 730 Kč
DC-2016C	1600 x 1200 bodů	21 730 Kč
DC-1416	1392 x 1040 bodů	26 190 Kč
DC-1416C	1392 x 1040 bodů	26 190 Kč

Osvětlovače:

LT-81	prosvětlovací panel	9 370 Kč
LT-41S	kruhový reflektor	4 750 Kč
LT-40S	plošný reflektor	4 750 Kč
LT-80	velkoplošný reflektor	9 370 Kč
LT-41F	kruhový záblesk	4 750 Kč
LT-40F	plošný záblesk	4 750 Kč

Kompletní nabídku naleznete v internetovém obchodě na <http://www.mii.cz>



Moravské přístroje a.s.
Masarykova 1148
763 02 Zlín - Malenovice

<http://www.moravinst.com>
<http://www.mii.cz>
<http://www.controlweb.eu>
<http://www.controlweb.cz>

mailto:info@mii.cz
technická podpora: support@mii.cz





Vizualizace ražby na povrchu mince po detekci hran



Kostra lomů v ražbě



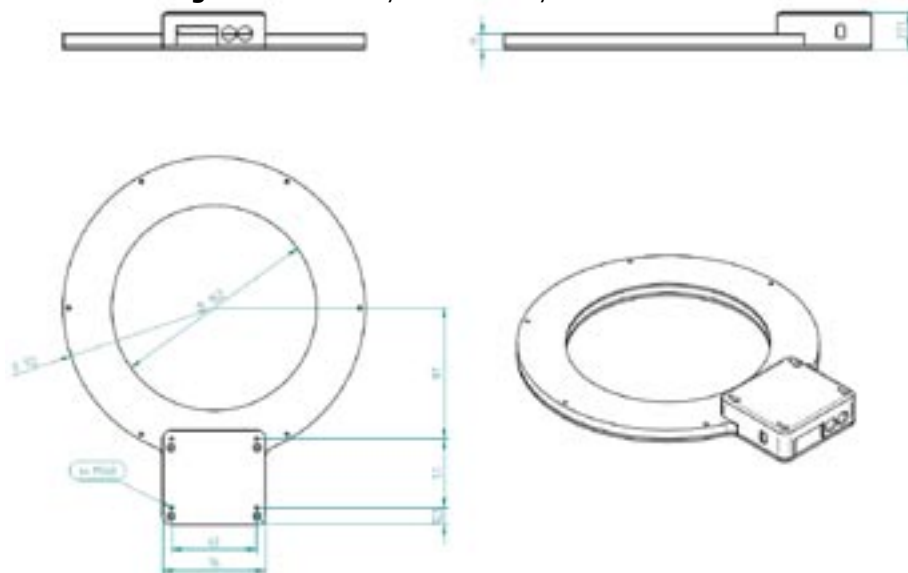
Ukázka detekce kontrastních rozdílů



Příklad dilatace kresby do obalujících regionů



Osvětlovač **DataLight DF15** s červeným světlem a zvýrazněná mince ležící na zrcadle



Rozměrový a montážní výkres osvětlovací jednotky **DataLight DF15**

objektů i jemných textur na plochách objektů. Tak jako ostatní osvětlovače **DataLight**, je i DF15 plně říditelný prostřednictvím kamer **DataCam**. Je tedy snadné vytvořit kombinované osvětlení

s přepínáním světelných scén nebo s přisvětlováním scény z jednotlivých osvětlovačů podle potřeby a vyřešit tak i velmi komplikované úlohy vizuální inspekce s minimálními náklady.



Osvětlovač **DataLight DF15** má shodné přípojné konektory jako ostatní osvětlovací jednotky

Control Web

6.1

Express



Control Web se během dlouhých let rozšiřování a zdokonalování stal velmi mocným a mohutným aplikačním prostředím. V řadě případů může být výhodnější použít odlehčenou a zjednodušenou verzi tohoto systému. Při ceně cca 1000,- za licenci je výhodné použít **Control Web** i pro nejmenší aplikace. Verze **Express** také může neomezené funkčnosti kamerových a obrazových komponent dobře posloužit jako prostředí pro aplikace z oblasti vizuální inspekce a strojového vidění

Control Web Express je ideální pro nenáročné a jednoúčelové aplikace s malými nároky na počet datových elementů. **Control Web Express** nemá, kromě omezeného počtu vybraných objektů, žádná další omezení funkčnosti systému. **Control Web Express** je dostupný jako vývojová verze a i jako runtime verze. Pro **Control Web Express** existují i ovladače řady **Express**, které jsou dostupné za nižší cenu. Ovladače řady **Express**, nabízené naší společností, nelze používat v základních verzích systému **Control Web**.

Přehled rozdílů mezi verzemi systému **Control Web Express** a **Control Web**

Vlastnost	Control Web Express	Control Web
Počet panelů	1	neomezeně
Počet virtuálních přístrojů včetně panelů	32	neomezeně
Počet kanálů	32 včetně prvků polí	neomezeně
Počet všech datových elementů	64 včetně prvků polí	neomezeně
Počet ovladačů	1	neomezeně
Přímé kanály	ne	ano
Statické proměnné v přístrojích	ne	ano
Sekce archive	ne	ano
Sekce alarm	ne	ano
Sekce alarm_and_archive	ne	ano
Dovoz a vývoz sekcí (scope)	ne	ano
Vývoz modulu (scope)	ne	ano
Dovoz modulu (import)	ne	ano
Modulární aplikace	ne	ano
Síťové aplikace	ne	ano
Knihovny	ne	ano
Počet instancí runtime na jednom PC	1	neomezeně
Nedostupné přístroje	active_x, alarm_viewer, draw, httpd, library, sql, table, 3D přístroje, přístroje pro statistické řízení procesů	—
Možnost použití ovladačů řady Express	ano	ne

Produkty řady **Express** jsou dodávány pouze v elektronické podobě.

Kód	Produkt	Cena pro integrátory	Koncová cena
-----	---------	----------------------	--------------

Control Web 6

CW6-DEV	Control Web 6.1 Vývojová verze	19 700 Kč	21 700 Kč
CW6-UCW5	Control Web 6.1 Vývojová verze zvýhodněná cena pro majitele licence na Control Web 5	12 900 Kč	14 200 Kč
CW6-XDEV	Control Web 6.1 Express vývojová verze	1 970 Kč	2 150 Kč
CW6-SRUN	Control Web 6.1 Runtime	5 900 Kč	6 500 Kč
CW6-NRUN	Control Web 6.1 Runtime Network Edition, pro síťové distribuované aplikace	9 700 Kč	10 700 Kč
CW6-XRUN	Control Web 6.1 Express runtime	970 Kč	1050 Kč
CW6-DEMO	Control Web 6.1 Demonstrační verze na CD-ROM, lze zdarma stáhnout z http://www.mii.cz		250 Kč

Systém strojového vidění VisionLab

SW-VL1	VisionLab	19 700 Kč	21 700 Kč
SW-VL1D	VisionLab - Demonstrační verze na CD-ROM, lze zdarma stáhnout z http://www.mii.cz	250 Kč	300 Kč

Digitální kamery DataCam

DC-0316	černobílá CCD kamera s čipem Sony ICX424AL 1/3" progressive scan CCD 640 x 480 bodů, adaptér pro CS objektivu	10 370 Kč	11 400 Kč
DC-0316C	barevná CCD kamera s čipem Sony ICX424AQ 1/3" progressive scan CCD 640 x 480 bodů, adaptér pro CS objektivu	10 370 Kč	11 400 Kč
DC-0816	černobílá CCD kamera s čipem Sony ICX204AL 1/3" progressive scan CCD 1024 x 768 bodů, adaptér pro CS objektivu	14 550 Kč	16 000 Kč
DC-0816C	barevná CCD kamera s čipem Sony ICX204AK 1/3" progressive scan CCD 1024 x 768 bodů, adaptér pro CS objektivu	14 550 Kč	16 000 Kč
DC-2016	černobílá CCD kamera s čipem Sony ICX274AL progressive scan CCD 1600 x 1200 bodů, adaptér pro CS objektivu	21 730 Kč	23 900 Kč
DC-2016C	barevná CCD kamera s čipem Sony ICX274AQ 1/2" progressive scan CCD 1600 x 1200 bodů, adaptér pro CS objektivu	21 730 Kč	23 900 Kč
DC-1416	černobílá CCD kamera s čipem Sony ICX285AL 2/3" progressive scan CCD 1392 x 1040 bodů, adaptér pro CS objektivu	26 190 Kč	28 800 Kč
DC-1416C	barevná CCD kamera s čipem Sony ICX285AQ 2/3" progressive scan CCD 1392 x 1040 bodů, adaptér pro CS objektivu	26 190 Kč	28 800 Kč

DataLab IO

DL-ETH4	skříňka s CPU pro 4 vstupně/výstupní moduly (Ethernet rozhraní)	3 350 Kč	3 700 Kč
DL-CPU4	skříňka s CPU pro 4 vstupně/výstupní moduly (USB rozhraní)	2 970 Kč	3 250 Kč
DL-CPU2	skříňka s CPU pro 2 vstupně/výstupní moduly (USB rozhraní)	2450 Kč	2700 Kč
DL-CPU1	skříňka s CPU pro 1 vstupně/výstupní modul (USB rozhraní)	1 930 Kč	2 100 Kč
DL-DI1	Modul 8 digitálních izolovaných vstupů	1 350 Kč	1 500 Kč
DL-DI2	Modul 8 digitálních izolovaných vstupů se společnou zemí	1 350 Kč	1 500 Kč
DL-DO1	Modul 8 reléových výstupů se spinacími kontakty	1 500 Kč	1 650 Kč
DL-DO2	Modul 8 digitálních izolovaných výstupů s otevřeným kolektorem	1 350 Kč	1 500 Kč
DL-DO3	Modul 8 digitálních galvanicky oddělených výstupů se společným pólem	1 350 Kč	1 500 Kč
DL-AI3	Modul 8 analogových vstupů, 16 bitů	2 690 Kč	2 950 Kč
DL-AD1	Modul 4 oddělených analogových vstupů a 4 oddělených digitálních vstupů/výstupů	2 690 Kč	2 950 Kč
DL-AO1	Modul 8 analogových napěťových a proudových výstupů, 12 bitů	2 890 Kč	3 200 Kč
DL-CNT1	Modul 4 digitálních galvanicky oddělených čítačů, 24 bitů	1 550 Kč	1 700 Kč
DL-CNT2	Modul inkrementálního čítače s dekodérem kvadraturní modulace a s možností čítání nahoru/dolů nebo krok/směr, 32 bitů	1 550 Kč	1 700 Kč

Pohodlné nakupování nebo sestavování nabídek vám umožní internetový obchod na adrese www.mii.cz

Moravské přístroje a.s.
Masarykova 1148
763 02 Zlín-Malenovice
<mailto:info@mii.cz>

<http://www.moravinst.com> tel./fax 577 107 171
<http://www.mii.cz> tel. 603 498 498
<http://www.controlweb.cz> tel. 603 228 976
<http://www.controlweb.eu>

