

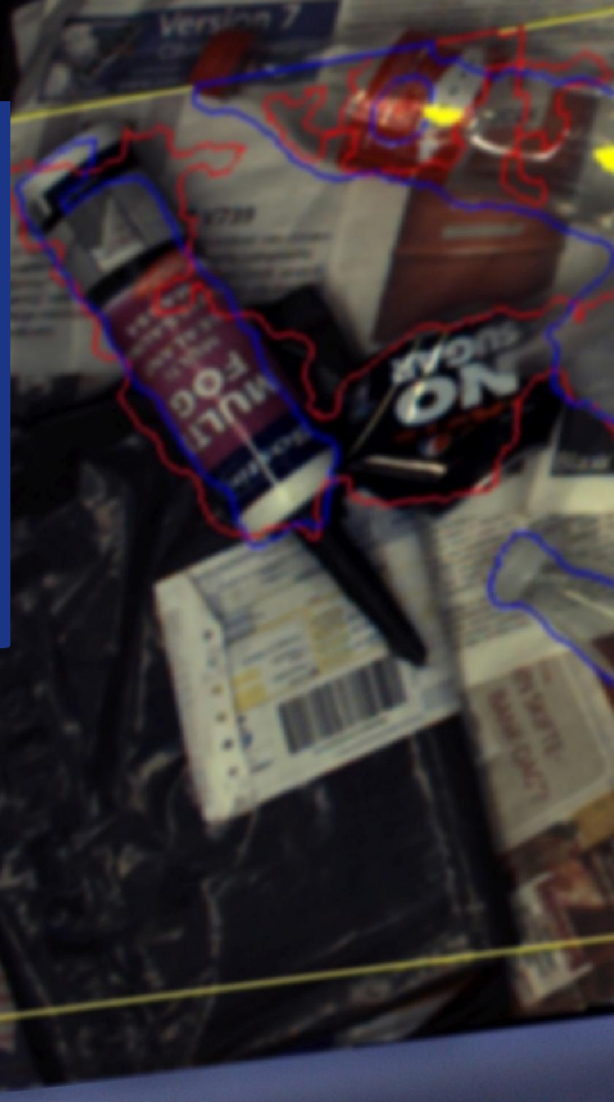
Forsøgssopstilling for analyse af affaldsstrømme

ScanLab



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Image: 2 Objects: 3
Color Image



Titel:

ScanLab

Udarbejdet for:

INNOSORT

<http://innosort.teknologisk.dk>

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut

Forskerparken 10F

5230 Odense

Robotteknologi

www.teknologisk.dk/robot

September 2014

Forfatter: Mikkel Viager

ISBN-nummer:



Uddannelses- og
Forskningsministeriet

INNOSORT gennemføres med støtte fra Uddannelses- og Forskningsministeriet

Indholdsfortegnelse

1. Introduktion	5
1.1. Formål	5
1.2. Anvendelse	5
2. Forsøgsopstillingen	6
3. Teknologier i ScanLab	7
3.1. Dual CCD NIR+RBG stereo vision	7
3.2. Termografisk kamera	8
3.3. Laser-baseret scanner og opmåler	9
3.4. DTI VisionBox	10
4. Transportabelt ScanLab.....	11
5. Formidlingsaktiviteter	12
6. Konklusion.....	15
Bilag	16

Resumé

Igennem de første 24 måneder af INNOSORT har der været fokus på opbygning af en forsøgsopstilling for forskning og udvikling inden for ny og optimeret anvendelse af vision i multisensorsystemer; ScanLab. Som oplagt facilitet for sideløbende forskningsopgaver relateret til INNOSORT, har ScanLab potentiale som omdrejningspunkt for løsning af en lang række af de udfordringer og problemstillinger der behandles i INNOSORT.

Konstruktionen af ScanLab, samt udstyring med en bred vifte af avancerede sensorteknologier, er forløbet som forventet og planlagt. I takt med at nye opdagelser og konklusioner løbende er blevet opsamlet i forskningsprojekterne i INNOSORT, har det være muligt at målrette den videre udvikling af ScanLab, igennem introduktion af yderligere teknologier og forberedelse af udstyret til efterfølgende forsøgsopgaver.

Ved opbygning af et komplet ScanLab, bestående af en stationær hovedopstilling samt en kompakt og transportabel demonstrator, er der opnået en god og tilfredsstillende platform for såvel forskning og udviklingsopgaver som formidlingsaktiviteter i INNOSORT.

Denne rapport er udarbejdet for opfyldelse af milepæl MPTP4.1 i INNOSORT samarbejdsaftalen.

1. Introduktion

INNOSORT er et konsortium, som samler teknologileverandører, forsknings- og vidensinstitutioner og aftagere af affaldssorteringsteknikker og udsorterede materialer. Alle parter brænder for at øge genanvendelsen af værdifulde materialer, bl.a. ved udvikling af ny fremtidssikret sensorbaseret sorteringsteknologi.

Den teknologiske udvikling inden for relevante sensorteknologier gør det i dag muligt at kombinere forskellige sensorer i multisensorsystemer, der langt bedre end tidligere kan skelne mellem forskellige materialetyper. Disse sensorteknologier konvergerer med en meget stærk udvikling inden for robot- og automatiseringsteknologi. Der er således teknologisk grundlag for at udvikle en langt mere sofistikeret automatisk sortering, end det kendes i dag.

1.1. Formål

Ideen til projektet udspringer af konkrete problemstillinger og efterspørgsel hos virksomheder i indsamlings-, sorterings- og afsætningsled for affald og genvundne materialer. De primære fokusområder i INNOSORT er:

- højværdimaterialer fra husholdninger og erhverv, som i dag ikke udnyttes optimalt, fx plast.
- produkter indeholdende kritiske råstoffer som 1: metaller (fx kobber og platin), 2: halvledermaterialer (fx germanium, gallium, indium), 3: sjældne jordarter (fx neodymium, der indgår i bl.a. elektriske og elektroniske produkter)
- produkter indeholdende sundheds- og miljøskadelige stoffer, som skal frasorteres for at opnå en acceptabel materialekvalitet.

Igennem opbygning af ScanLab ønskes det at skabe mulighed for at eksperimentere med anvendelse af state-of-the-art sensorteknologier inden for disse fokusområder.

1.2. Anvendelse

Opbygning og udvikling af ScanLab foregår sideløbende med andre aktiviteter i INNOSORT, og har primært til formål at tilvejebringe faciliteter for udførelse af eksperimenter i de parallelle forskningsprojekter.

En stor del af målet med INNOSORT er at fremme forskning og udvikling af algoritmer og metoder der kan føre til optimeret affaldssortering. Udstyret primært med state-of-the-art billeddannende sensorer som i dag er kommercielt tilgængelige, giver ScanLab mulighed for at afprøve nye forskningsteorier i praksis, og hjælper dermed til at føre forskningsresultaterne i retning af reel integration, og dermed implementerbare løsninger i industrien.

2. Forsøgsopstillingen

ScanLab består bl.a. af et industrielt transportbånd til fremføring af emner og affaldsstrømme der ønskes analyseret, som vist på Figur 2.1. Analyseområdet er delvist afskærmet, med mulighed for at variere graden af eksternt lys, for at give mulighed for eksperimenter med forstyrrelser. Over den ene ende af transportbåndet er monteret en række sensorer samt lyskilder og en varmekilde (Figur 2.2). Den indbyrdes varierende højde for placering af sensorerne skyldes at hver enkelt sensor er positioneret netop så hele transportbåndets bredde observeres.

Det er muligt at udføre forsøg med de enkelte sensorer separat, eller at optage data fra flere sensorer og kombinere informationerne igennem sensor-fusion algoritmer. For at give mulighed for at opnå tilstrækkelig præcision i dataopsamlingspunkter, er monteret en encoder på fremføringen af transportbåndet. Denne gør det muligt at måle og holde styr på fremføringsafstande under kørsel. I første halvdel af projektperioden for INNOSORT er det valgt at fokusere på statiske tests, som skal danne grundlag for senere forsøg hvor der også skal tages forbehold for dynamiske egenskaber.

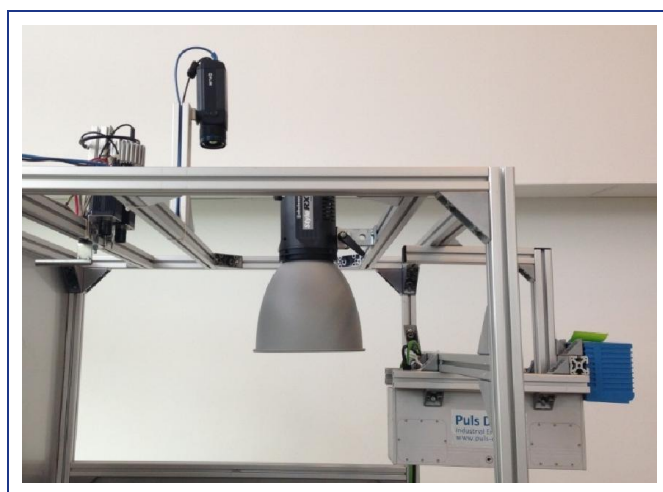
I forbindelse med de dynamiske forsøg ønskes det samtidig at introducere en robot til håndtering af fx detekterede objekter som skal fjernes fra en affaldsstrøm. Der er under

Figur 2.1: Anvendelse af ScanLab



Kilde: Teknologisk Institut

Figur 2.2: Primære ScanLab Teknologier



Kilde: Teknologisk Institut

opbygningen af ScanLab klargjort til dette, og flere robotter har været opstillet ved transportbåndet for at have et udgangspunkt for en endelig opstilling. I 24. måned af INNOSORT er monteret en robotarm fra ABB direkte over transportbåndet, som ønskes anvendt til integration med det nuværende sensorsystem, med henblik på at teste gribeteknikker, præcision, hastighed og robusthed.

ScanLab tilbyder altså faciliteter til forsøg inden for en række interesseområder, og kan løbende tilpasses til fortsat at opfylde skiftende behov.

3. Teknologier i ScanLab

Med en bred vifte af sensortyper tilbyder ScanLab forsøgsfaciliteter inden for et tilsvarende bredt udvalg af applikationsmuligheder og analyse af affaldsstrømme. Det er valgt at fokusere primært på billeddannende sensorer i ScanLab, og derudfra undersøge mulighederne for at kombinere resultaterne fra disse til robust detektering af emner.

I takt med at der opnås resultater i de sideløbende forskningsprojekter, er det nødvendigt at tilpasse og videreudvikle ScanLab på baggrund af disse, for hele tiden at understøtte yderligere forsøg og forskning i netop de retninger der viser sig mest lovende.

Følgende teknologier er monterede og anvendelige i ScanLab i projektmåned 24:

3.1. Dual CCD NIR+RGB stereo vision

Det første "sæt" af sensorer (Figur 3.1) består af to kameraer og en nyudviklet pattern-projector prototype. Kameraerne er af typen jAi AD-130 GE, og har multi-spektrale kapaciteter idet hvert kamera indeholder to CCD chips til optagelse af hhv. synligt og nær-infrarødt lys. I mange tilfælde er det en væsentlig fordel at optagelser i begge spektre kan foretages fra samme synsvinkel og med fælles linse, idet efterfølgende udregninger af relativ positionering ikke er nødvendige før data kan bruges i sensor fusion sammenhæng.

Figur 3.1: NIR projektor og to jAi kameraer i stereo setup



Kilde: jAi & Teknologisk Institut

Til optagelser i det synlige spektrum anvendes ScanLab's normale ovenlys, og til optagelser i det nær-infrarøde spektrum anvendes en projektor prototype. For at opnå den ønskede kvalitet af afstandsmålinger fra stereo konfigurationen, kræves det at der er en høj mængde af tydelige features på de observerede emner. Dette opnås ved hjælp af projektoren. Med en kraftig nær-infrarød LED der strobes synkront med billedoptagelsen, projekteres et mønster ned over emnerne i observeringsområdet. Fokusering foretages med den påmonterede linse.

Med dette sæt af kameraer og projektor kan således optages:

- i synligt spektrum med ét eller begge kameraer for stereo
- i nær-infrarødt spektrum med ét eller begge kameraer
- i nær-infrarødt spektrum med mønster-projektering for stereo

Herudover kan de opsamlede data umiddelbart anvendes til sensor-fusion formål indbyrdes pga. anvendelsen af kameraer med mere end én CCD chip.

3.2. Termografisk kamera

Én primær sensorteknologi i ScanLab er det termografiske kamera (Figur 3.2). Modellen A615 fra FLIR har høj opløsning og målepræcision, med automatisk rekalkibrering under anvendelse. Muligheden for at anvende kameraets fulde opløsning tillader eksperimenter med formål der kræver høj præcision, og efterfølgende kan så undersøges om forringelse af præcision, ved potentielt at anvende lavere opløsning, er acceptabel i individuelle cases. På denne måde kan det sikres at der til implementering af endelige løsninger i fremtiden anvendes netop den kameraopløsning der er påkrævet til hver enkelt opgave, og dermed forhindre spildte omkostninger på unødvendigt avancerede sensorer.

Figur 3.2: Termografisk kamera og blitz varmekilde



Kilde: FLIR og elinchrom

Da de observerede emner, i langt de fleste tilfælde, vil være af varierende og ukendt starttemperatur, er det nødvendigt at observere relative temperaturændringer i stedet for absolute. Til at introducere denne temperaturændring anvendes i ScanLab en høj-effekt blitz påmonteret en reflektor dimensioneret således at varmen koncentrerer og retningsbestemmes med formålet at dække hele transportbåndet.

Da det termografiske kamera kan optage med op til 120Hz er det muligt at optage en sekvens af billeder der indeholder nok detaljer til at analysere hele opvarmningsprocessen. Med et termografisk billede af emner før og efter opvarmning med blitzen, er det muligt at se hvor meget varme hvert enkelt emner har modtaget i alt. Det har dog vist sig at forskellige emner og materialer kan have ens total varmeoptagelse, selv om spontaniteten af optagelse og evt. afgivelse af varme ikke er ens. I ScanLab er det således muligt at eksperimentere med dybere analyse af både opvarmnings- og afkølingsproces.

3.3. Laser-baseret scanner og opmåler

For at kunne eksperimentere med et bredt udvalg af emnetyper og materialer i ScanLab, er det valgt at inkludere et tilsvarende bredt udvalg af sensorer, som er baseret på forskellige principper. Til opmåling af emner på et transportbånd i bevægelse, er anvendelsen af 2D laser sensorer en oplagt mulighed. Med to laser-sensorer (Figur 3.3) der tager udgangspunkt i forskellige estimeringsprincipper monteret i ScanLab, kan fordele og ulemper af disse undersøges både indbyrdes og i kombination med de andre sensor-typer.

Figur 3.3: Laser scanner og opmåler



Kilde: SICK

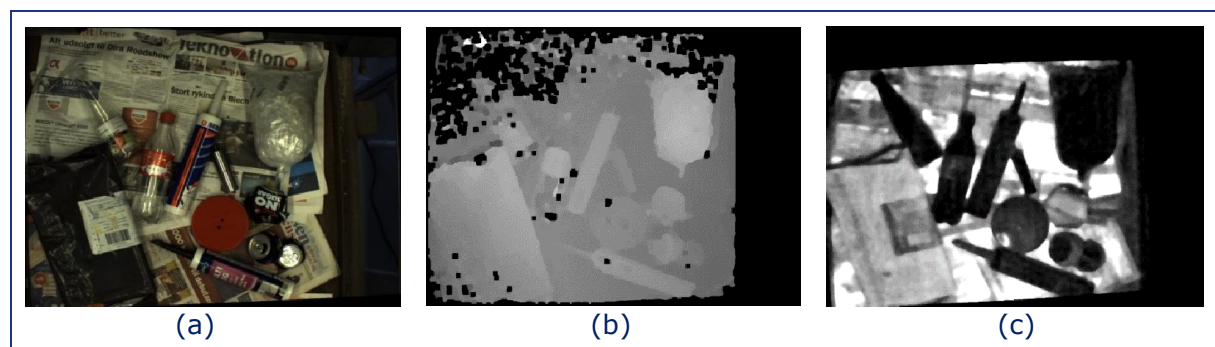
Den blå sensor er en SICK LMS400 laser-scanner som fungerer som en enkelt-punkt afstands måler hvor måleretningen ændres løbende med et roterende spejl. Den hvide "Ruler" E1200 er ligeledes fra SICK, men er udgaven hvor en komplet linje projekteres ned på tværs af båndet, og observeres af et kamera indbygget i samme enhed. Afstandsmålingen udføres da på baggrund af evt. deformation af linjen når objekter blokerer denne i varierende højde.

Disse sensorer er primært tiltænkt anvendelse i dynamiske eksperimenter hvor emner til detektering er i bevægelse på transportbåndet, hvilket giver mulighed for at sammensætte 2D data til punktskyer af 3D data. Ved at sammenholde 3D data fra laser-baserede sensorer med 3D data fra stereo vision, kan det vurderes i hvilke tilfælde det kan være en fordel at anvende hvilken af disse sensortyper, eller hvilke fordele kan opnås ved at kombinere resultaterne.

3.4. DTI VisionBox

I form af en industrielt godkendt højtydende computer med specialudviklet software til håndtering af avancerede vision opgaver i højvolumen produktionsmiljøer, er DTI VisionBox et oplagt valg til at binde de mange sensorer sammen. Over en gigabit LAN forbindelse opnås forbindelse til sensorerne, og timing af optagelse styres internt i softwaren på DTI VisionBox. På Figur 3.4 kan ses eksempler på resultater af data fra tre sensortyper: et normalt farvebillede, dybde-billede med afstande fra stereo, og den termiske forskel før og efter opvarmning med blitzen (hvide områder modtog mest varme).

Figur 3.4: Farvebillede (a), stereo dybdebillede (b) og varmeoptagelse (c)



Kilde: Teknologisk Institut

Med disse supplerende data til at beskrive samme udsnit af emner på transportbåndet, er det muligt at anvende sensor fusion algoritmer til videre analyse. Et simpelt eksempel på anvendeligheden heraf er hvis der på farvebilledet optræder fx en flaske, som i princippet lige så godt kunne være trykt på en reklame, som at være en fysisk genstand der skal fjernes fra affaldsstrømmen af aviser.

Figur 3.5: Resultater efter analyse foretaget af VisionBox.



Kilde: Teknologisk Institut

Ved hjælp af information fra dybde-billedet kan det bestemmes om emnet har form som en flaske, og fra varmeoptagelsen kan det vurderes om materialet er fx plast, metal, glas eller avis-papir. På denne måde kan opnås en stor robusthed i systemet. På Figur 3.5 kan ses en visualisering af de forskellige resultater der anvendes i sensor fusion analysen (Rød: dybde, blå: farvebillede, gul: refleksion).

4. Transportabelt ScanLab

For at imødekomme en høj efterspørgsel på demonstration og fremvisning af ScanLab i forbindelse med præsentationer af INNOSORT, er det valgt at udvikle en mindre, og dermed mere transportabel, version af ScanLab. Størstedelen af de monterede sensorer bygger på de samme koncepter som anvendes i det store ScanLab. Udover stereo vision, termisk kamera og blitz, er det lille ScanLab udstyret med et transportbånd samt optiske sensorer og er opbygget med central styring fra en PLC-enhed som kan betjenes fra en touchscreen brugerflade. Udover at gøre betjening af anlægget nemt og intuitivt, demon-

Figur 4.1: Det lille ScanLab. Her på AUTOMATICA 2014



Kilde: Teknologisk Institut

føre forsøg på flere opstillinger samtidig, hvilket har givet anledning til at påbegynde dynamiske tests uden at interferere med igangværende parallelle forsøg udført i det store ScanLab. Erfaringer opnået herfra kan efterfølgende overføres til igangsættelsen af efterfølgende dynamiske tests i fuld skala på det store ScanLab.

streres herved også et eksempel på hvordan teknologierne kan bindes sammen i en integreret løsning. Det lille ScanLab er yderligere udstyret med en motoriseret mekanisme der kan sortere emner i to fraktioner, baseret på konklusionen der opnås igennem analysen af disse.

Til processing anvendes også her en DTI VisionBox, som opsamler af data fra de billeddannende sensorer, samt databehandler og analyserer resultater.

Udbredelse af kendskabet til INNOSORT, i Danmark såvel som i resten af Europa, er ved adskillige lejligheder blevet hjulpet godt på vej af ScanLab demonstrationer og fremvisninger, såsom ved deltagelsen på AUTOMATICA 2014 (Figur 4.1).

Igennem første del af INNOSORT har der primært været fokus på statiske tests, hvilket har bestemt udviklingsretningen for ScanLab efter den oprindelige etablering. Med den lille version af ScanLab er det muligt at ud-

5. Formidlingsaktiviteter

ScanLab har i adskillige tilfælde været direkte årsag til mediedækning og givet anledning til formidlingsaktiviteter af forskellig art. Følgende er en opsummering af de mest fremtrædende sådanne aktiviteter:

Figur 5.1: DR interview, RoboCluster leder Bjarke Nielsen



Kilde: Teknologisk Institut

I forbindelse med at Google for nylig begyndte at opkøbe teknologivirksomheder i december 2013, ønskede DR at interviewe den daværende leder for RoboCluster, Bjarke Nielsen. Formålet var at sætte fokus på nogle af de danske teknologier der har potentiale for at have væsentlig effekt i fremtiden. Det blev derfor valgt at interviewet skulle foretages hos Teknologisk Institut, Center for Robotteknologi i Odense, hvor bl.a. ScanLab blev fremhævet (Figur 5.1).

Med opbygningen af det lille ScanLab blev det muligt at udbrede kendskabet til INNOSORT og ScanLab teknologierne i langt højere grad.

ScanLab og INNOSORT kunne således repræsenteres ved Teknologisk Instituts deltagelse på Europas største automatiseringsmesse, AUTOMATICA, d. 3.-6. juni 2014 i München. Med 34.500 deltagere fra mere end 100 lande var der rig mulighed for at præsentere projektet for besøgende med forskellige baggrunde og interesseområder.

Det lille ScanLab blev godt modtaget af messens besøgende, og gav anledning til gode samtaler og diskussioner af de anvendte teknologier samt metoder til optimeret sortering og genanvendelse af affaldsfraktioner (Figur 4.1).

Figur 5.2: ScanLab på AUTOMATICA 2014



Kilde: Teknologisk Institut

Figur 5.3: Oplæg for studerende ved ESDA 2014 i Kbh.



Kilde: ASME

selv udvikle koncepter og konstruere prototyper af simple sorteringsanlæg. Ved gennemgang af INNOSORT projektets visioner (Figur 5.3) samt fremvisning af ScanLab, fik alle deltagere en god forståelse for koncepterne bag affaldssortering, og inspiration til deres egen konceptudvikling.

I forbindelse med at ASME (American Society of Mechanical Engineers) afholdt den årlige konference ESDA (Engineering Systems Design Analysis) i samarbejde med Ingeniørforeningen IDA i København, blev der udtrykt ønske om at INNOSORT og ScanLab skulle præsenteres og fremvises ved flere events. Ved række workshops under konferencen d. 25.-27. juni 2014, var målet at de deltagende europæiske universitetsstuderende skulle forstå behovet for bedre affaldssortering, og

Figur 5.4: Præsentation af ScanLab ved ESDA 2014 i Kbh.

Det blev også muligt at præsentere INNOSORT ved et foredrag til hovedkonferencen på Tivoli hotel (Figur 5.4). Der blev her fokuseret på de mange aspekter der skal overvejes og optimeres i kæden fra udsmidning hos forbrugeren til udsortering for genanvendelse i et sorteringsanlæg. Selv om der i ScanLab primært er fokus på sensorteknologier, er nytænkende og innovativ mekanisk konstruktion af anlæg og gribeværktøjer også en vigtig del af fremtidens sorteringsanlæg.



Kilde: ASME

Figur 5.5: ScanLab demonstreres ved OpenLab MADE event



Foreningen MADE (Manufacturing Academy of Denmark) arbejder for at fremme produktion i Danmark igennem Forskning, Innovation og Uddannelse. I forbindelse med et "Open Lab" arrangement afholdt hos Teknologisk Institut, Robotteknologi, i september 2014, udviste de besøgende stor interesse for ScanLab (Figur 5.5).

Kilde: Teknologisk Institut

I lige årstal afholdes "Automatik" messe i Brøndbyhallen, da dette er år hvor der ikke afholdes industrimesse i Herning. På messen samles besøgende og udstillere med interesse for automatisering i dansk industri, og har mulighed for at se det bedste og nyeste inden for kommercielt tilgængelig teknologi til automatiseringsopgaver.

Teknologisk Institut deltog som udstiller ved messen, og det blev valgt at fremvise eksempler på anvendelse af flere af vision teknologierne fra ScanLab til løsning af en industrielt relateret opgave til kvalitetsinspektion (Figur 5.6).

Figur 5.6: Fremvisning af ScanLab ved Automatik 2014 i Brøndbyhallen



Kilde: Teknologisk Institut

6. Konklusion

Igennem de første 24 måneder af INNOSORT har der været fokus på opbygning af en forsøgsopstilling for forskning og udvikling inden for ny og optimeret anvendelse af vision i multisensorsystemer; ScanLab. Som oplagt facilitet for sideløbende forskningsopgaver relateret til INNOSORT, har ScanLab potentiale som omdrejningspunkt for løsning af en lang række af de udfordringer og problemstillinger der behandles i INNOSORT.

Konstruktionen af ScanLab, samt udstyring med en bred vifte af avancerede sensorteknologier, er forløbet som forventet og planlagt. I takt med at nye opdagelser og konklusioner løbende er blevet opsamlet i forskningsprojekterne i INNOSORT, har det være muligt at målrette den videre udvikling af ScanLab, igennem introduktion af yderligere teknologier og forberedelse af udstyret til efterfølgende forsøgsopgaver.

Ved opbygning af et komplet ScanLab, bestående af en stationær hovedopstilling samt en kompakt og transportabel demonstrator, er der opnået en god og tilfredsstillende platform for såvel forskning og udviklingsopgaver som formidlingsaktiviteter i INNOSORT.

Bilag

Som bilag til denne rapport er vedlagt datablade på de sensorer der er monteret i ScanLab.

1. jAi stereo kameraer: JAI AD-130GE
2. Termografisk kamera: FLIR A615
3. Laser scanner: SICK LMS400-1000
4. Laser linescanner: SICK Ruler E1200

❖ AD-130 GE

2 CCD Multi-spectral camera

C₃ Camera Suite
Unlimited
Digital
Switchability



- Multi-spectral prism camera with two 1/3" CCDs
- Simultaneously captures visible and near-IR through the same optical path
- 1296 (h) x 966 (v) active pixels per channel
- 3.75 μm square pixels
- 31 frames per second with full resolution
- Increased frame rate with partial scanning
- Programmable exposure from 11.49 μs to 31.761ms
- GenICam Exposure Time Abs, pulse controlled, and auto shutter modes
- Sequence trigger mode for on-the-fly change of gain, exposure and ROI
- LVAL synchronous/asynchronous operation (auto-detect)
- RGB 24-bit/30-bit or raw Bayer 8-bit, 10-bit or 12-bit output for color channel
- 8-bit, 10-bit or 12-bit monochrome output for near-IR channel
- Separate AGC (automatic gain control) for each channel
- Programmable GPIO with opto-isolated inputs and outputs
- Comprehensive control tool and SDK for Windows XP/Vista

GiGE™
VISION



Specifications for AD-130 GE

Specifications		AD-130 GE
Sensor	Visible Near-IR	1/3" color Bayer mosaic IT CCD (ICX447) 1/3" Monochrome IT CCD (ICX447)
Pixel Clock		51.324 MHz
Frame rate full frame		31 frames/sec.
Active area		4.86 (h) x 3.63 (v) mm
Cell size		3.75 (h) x 3.75 (v) μ m
Active pixels		1296 (h) x 966 (v)
Read-out modes	Full Variable partial scan	1296 (h) x 966 (v) 31.484 fps Programmable start line: 0 to 962 Programmable height: 8 to 966 lines
Sensitivity	Visible	0.4 Lux (max. gain, shutter off, 50% video)
Sensitivity	Near-IR	0.02 μ W/cm ² at 800nm (max. gain, shutter off, 50% video, f/2.2)
S/N ratio	Visible	>52dB (Green ch., 0 dB gain, 10-bit)
S/N ratio	Near-IR	>54 dB (0 dB gain, 10-bit)
Video output	Visible Near-IR	30/24-bits RGB or 8, 10 or 12-bit raw Bayer 8, 10, or 12-bit monochrome
Auto-iris lens video		0.7 Vp-p, w/o sync
Gain	Master gain R/B gain AGC	0 dB to +21 dB (visible) -3 dB to +21 dB (NIR) -7 dB to +10 dB (visible only) 0 dB to +21 dB
Synchronization		Int. X-tal
GPIO Module	Input/output switch Clock generator (one) Pulse generator (four)	Configurable 14-in/32-out switch 12-bit counter based on pixel clock 20-bit counters with programmable length, start point, stop point, repeat
Hardware trigger modes		Edge Pre-select, Pulse Width Control, Reset Continuous, Frame Delay, Sequence
Electronic shutter	Exposure time Abs	0.4L (11.49 μ s) to 982L (31.761 ms) in 1L steps (28.725 μ s)
	Pulse Width Control	1/13,000 sec. (2.4L) to 2 sec.
	GPIO plus Pulse Width	Fine adjustment via GPIO
	Auto shutter	1/31 to 1/366 sec. (982L to 95L)
White balance		Visible (color channel) only Gain range: -7 dB to +10 dB 2800K to 9000K
LUT/Gamma		1.0/0.6/0.45/LUT
Functions controlled via GigE Vision interface		Shutter, gain, black level, trigger mode, read-out mode, GPIO setup, ROI (GenlCam mandatory functions)
GigE streaming protocol		Packet size (1476 to 16020 bytes), delayed (frame) read-out, inter-packet delay
Indicators on rear panel		Power/hardware trigger, GigE link / activity
Operating Temperature		-5°C to +45°C
Humidity (operation)		20 - 80% non-condensing
Storage temp./humidity		-25°C to +60°C / 20 to 80% non-condensing
Vibration		3 G (15Hz to 200 Hz XYZ)
Shock		50G
Regulations		CE (EN 61000-6-2, EN-61000-6-3), FCC part 15 class B, RoHS
Power		12-24V DC $\pm$ 10%. 8.0 W typical (full frame @ 12V)
Lens mount		C-mount (Max 4.0 mm thread)*
Dimensions (H x W x L)		55(H) x 55(W) x 98.3(D) mm
Weight		340 g

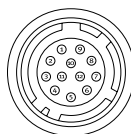
* Use 3CCD-type lens without IR filter

Ordering Information

AD-130GE Digital 2CCD Progressive Scan Multi-Spectral Camera

Connector pin-out

DC In / GPIO



HIROSE HR10A-10R-12PB-01

- Pin 1 Ground
2 +12V DC input
3 OPT In 2 (-)/GND (*)
4 OPT In 2 (+)
5 Auto Iris video out (*)
6 OPT In 1 (-)
7 OPT In 1 (+)
8 OPT Out 1 (-)
9 OPT Out 1 (+)
10 OPT Out 2 (-)
11 OPT Out 2 (+)
12 +12V DC input
Ground

* Select by SW700

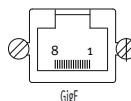
GPIO



HIROSE 6-pin

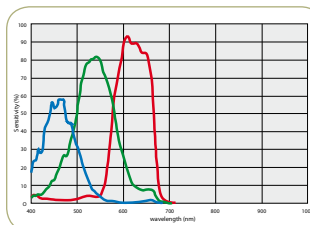
- Pin 1 LVDS In 1 (-)
2 LVDS In 1 (+)
3 TTL In 1
4 TTL Out 1
5 TTL In 2
6 GND

GigE Vision Interface RJ-45 with locking screws

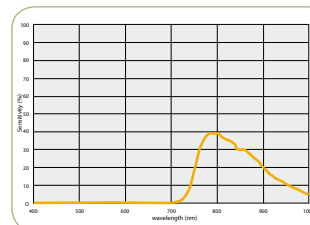


- | Pin | Pin | Pin | Pin |
|-----|---------|-----|---------|
| 1 | TRD+(0) | 5 | TRD-(2) |
| 2 | TRD-(0) | 6 | TRD-(1) |
| 3 | TRD+(1) | 7 | TRD+(3) |
| 4 | TRD+(2) | 8 | TRD-(3) |

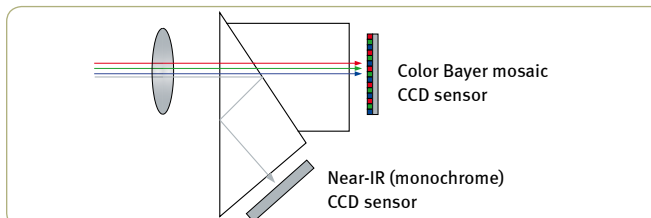
Visible Response AD-130 GE



Near-IR Response AD-130 GE



2CCD Prism



Europe, Middle East & Africa
Phone +45 4457 8888
Fax +45 4491 3252

Asia Pacific
Phone +81 45 440 0154
Fax +81 45 440 0166

Americas
Phone (Toll-Free) 1 800 445 5444
Phone +1 408 383 0300

Visit our web site on www.jai.com

See the possibilities



FLIR A615

Automation: speed up your design cycle with infrared

The FLIR A615 camera has features and functions that make it the natural choice for anyone who uses PC software to solve problems and needs 640 × 480 pixel resolution. Among its main features are GigE Vision™ and GenICam™ compliance, which makes it plug-and-play when used with software packages such as IMAQ Vision and Halcon.

Key Features:

- Affordable
- GigE compliant
- GenICam compliant
- Trigg/synchronization/GPIO
- 16-bit 640 × 480 images @ 50 Hz, signal, temperature linear, and radiometric
- Windowing mode: 640 × 240 @ 100 Hz or 640 × 120 @ 200 Hz
- Compliant with any software that supports GenICam, including National Instruments IMAQ Vision and Stemmers Common Vision Blox
- Open and well described TCP/IP protocol for control and set-up

Typical applications:

- High-end infrared machine vision that needs temperature measurement
- Slag detection
- Food processing
- Electronics testing
- Power resistor testing
- Automotive

IR Automation in Automobile Industry

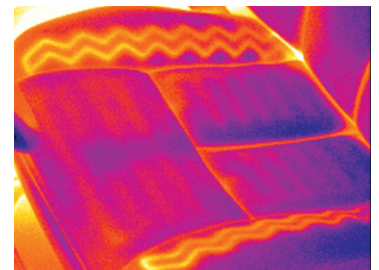
Cars and commercial vehicles, engine manufacturing and subcontractors serving the industry:

- Soldering and welding
- Car seat heating
- Verification of window defrosting
- Heating, air conditioning functions
- Casting of plastic or metallic parts
- Quality checking of laminated parts such as dashboards
- Quality checking of leather upholstery
- Friction control of tires

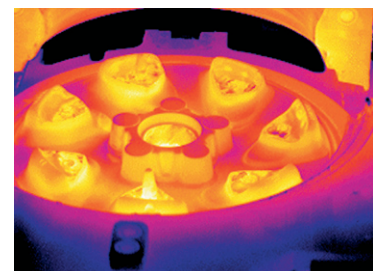
IR Automation in Electronics

Electronics design, PCB and component manufacture and electronics assembly:

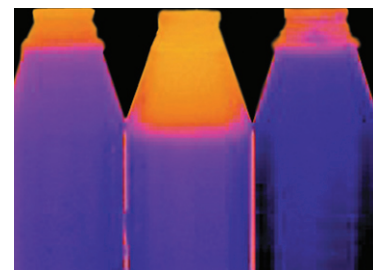
- PCB testing, validation and verification
- Power electronics design
- Fault tracing in board assemblies



Automotive - car seat heating



Engines manufacturing



Food processing

FLIR A615 Technical Specifications

Imaging and optical data	
Field of view (FOV)	25° x 18.8°
Minimum focus distance	0.4m
Focal Length	24.5mm
Spatial resolution	0.69mrad
Lens identification	Automation
F-number	1.0
Thermal sensitivity/ NETD	<0.05°C @ + 30°C/ 50mK
Image frequency	50Hz (100/200 Hz with windowing)
Focus	Automatic or manual (built in motor)
Detector data	
Detector type	Focal Plane Array (FPA), uncooled microbolometer
Spectral range	7.5-13µm
IR resolution	640 x 480pixels
Detector pitch	17µm
Detector time constant	Typical 8ms
Measurement	
Object temperature range	-20°C to + 150°C 0 to +650°C 300 to +2000°C
Accuracy	±2°C or ±2% of reading
Measurement analysis	
Atmosphere transmission correction	Automatic, based on inputs for distance, atmospheric temperature and relative humidity
Optics transmission correction	Automatic, based on signals from internal sensors
Emissivity correction	Variable from 0.01 to 1.0
Reflected apparent temperature correction	Automatic, based on input of reflected temperature
External optics/ windows correction	Automatic, based on input of optics/ window transmission and temperature
Measurement corrections	Global object parameters
USB	
USB	Control and image
USB, standard	USB 2 HS
USB, connector type	USB Mini-B
USB, communication	TCP/IP socket-based FLIR proprietary
USB, image streaming	16-bit 640 x 480 pixels @ 25Hz 16-bit 640 x 240 pixels @ 50Hz 16-bit 640 x 120 pixels @ 100Hz - Signal linear - Temperature linear - Radiometric
USB, protocols	TCP, UDP, SNTP, RTSP, RTP, HTTP, ICMP, IGMP, ftp, SMTP, SMB (CIFS), DHCP, MDNS (Bonjour), nPnP
Ethernet	
Ethernet	Control and image
Ethernet, type	Gigabit Ethernet
Ethernet, standard	IEEE 802.3
Ethernet, connector type	RJ-45
Ethernet, communication	TCP/IP socket-based FLIR proprietary and GenICam protocol
Ethernet, image streaming	16-bit 640 x 480 pixels @ 50 Hz 16-bit 640 x 240 pixels @ 100 Hz 16-bit 640 x 120 pixels @ 200 Hz - Signal linear - Temperature linear - Radiometric GigE Vision and GenICam compatible
Ethernet, protocols	TCP, UDP, SNTP, RTSP, RTP, HTTP, ICMP, IGMP, ftp, SMTP, SMB (CIFS), DHCP, MDNS (Bonjour), uPnP
Digital input/ output	
Digital input, purpose	Image tag (start/ stop/ general), Input ext. device (programmatically read)
Digital input	2 opto-isolated, 10-30 VDC
Digital output, purpose	Output to ext. device (programmatically set)
Digital output	2 opto-isolated, 10-30 VDC, max 100mA
Digital I/O, isolation voltage	500VRMS
Digital I/O, supply voltage	12/24 VDC, max 200 mA
Digital I/O, connector type	6-pole jackable screw terminal

Power system	
External power operation	12/24 VDC, 24W absolute max
External power, connector type	2-pole jackable screw terminal
Voltage	Allowed range 10-30 VDC
Environmental data	
Operating temperature range	-15°C to +50°C
Storage temperature range	-40°C to +70°C
Humidity (operating and storage)	IEC 60068-2-30/24 h 95% relative humidity +25°C to +40°C
EMC	- EN 61000-6-2:2001 (Immunity) - EN 61000-6-3:2001 (Emission) - FCC 47 CFR Part 15 Class B (Emission)
Encapsulation	IP 40 (IEC 60529)
Bump	25g (IEC 60068-2-29)
Vibration	2g (IEC 60068-2-6)
Physical data	
Weight	0.7kg
Camera size (L x W x H)	216 x 73 x 75mm
Tripod mounting	UNC1/4"-20 (on three sides)
Base mounting	2 x M4 thread mounting holes (on three sides)
Housing material	Aluminium

Scope of delivery	
Packaging, contents	Hard transport case or cardboard box Infrared camera with lens Calibration certificate Ethernet™ cable Mains cable Power cable, pig-tailed Power supply Printed Getting Started Guide Printed Important Information Guide USB cable User documentation CD-ROM Utility CD-ROM Warranty extension card or Registration card

Supplies & Accessories	
Power supply for A/SC3XX and A/SC6XX	
Power cord EU	
Power cord US	
Power cord UK	
USB cable Std A <-> Mini-B, 2 m/6.6 ft.	
Ethernet cable CAT-6, 2m/6.6 ft.	
Power cable, pigtailed	
Hard transport case for A/SC3XX and A/SC6XX series	
ThermoVision™ System Developers Kit Ver. 2.6	
ITC Advanced General Thermography Course - attendance, 1 pers.	
ITC Advanced General Thermography Course- group of 10 pers.	
IITC Level 1 Thermography Course - attendance, 1 pers.	
ITC Level 1 Thermography Course – group of 10 pers.	
ITC Level 2 Thermography Course - attendance, 1 pers.	
ITC Level 2 Thermography Course – group of 10 pers.	



Accessories

Specifications and prices subject to change without notice. Copyright © 2010 FLIR Systems. All right reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form.

**Asia Pacific Headquarter
Hong Kong**
FLIR Systems Co Ltd.
Room 1613 – 16, Tower 2
Grand Central Plaza
138 Shatin Rural Committee
Road, N.T, Hong Kong
Tel: +852 2792 8955
Fax: +852 2792 8952
Email: flir@flir.com.hk

China Head Office - Shanghai
FLIR Systems (Shanghai) Co., Ltd
Tel: +86 21 5169 7628
Fax: +86 21 5466 0289
e-mail: info@flir.cn

Japan Office - Tokyo
FLIR Systems Japan K.K.
Tel: +81 3 6277 5681
Fax: +81 3 6277 5682
e-mail: info@flir.jp

Korea Office - Seoul
FLIR Systems Korea Co., Ltd
Tel: +82 2 565 2714
Fax: +82 2 565 2718
e-mail: sales@flirkorea.com

Taiwan Representative Office
Tel: +886 2 27579662
Fax: +886 2 27576723
e-Mail: flir@flir.com.hk

India Representative Office
Tel: +91 11 4606 7100
Fax: +91 11 4606 7110
e-mail: flir@flir.com.hk

FLIR®
www.flir.com/thg



Laser scanners LMS4xx / LMS400 / Indoor / Short Range

LMS400-1000



Model Name > [LMS400-1000](#)
Part No. > [1027897](#)

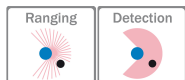


At a glance

- The Level Control feature, which is integrated into the sensor, features a gap-free scanning surface that can detect objects in containers, without any impairment from a shadow. Smaller objects, regardless of color, are detected at any place in the container.
- Large dynamic measurement range of 0.7 m to 3 m
- High ambient light immunity
- Rugged design
- High angular resolution
- Ideal for vision applications on pallets

Your benefits

- The integrated Level Control feature replaces a number of sensors and drastically reduces the effort required for wiring and programming
- Reliable detection at high conveyor speeds
- Neither shading nor artificial lighting is necessary
- Simple, flexible installation at positions beyond the robot collision area
- High accuracy detection and positioning measurements in real-time provide rapid data capture



Features

Field of application:	Indoor
Version:	Short Range
Reading field:	Front
Light source:	Visible red light (650 nm)
Laser class:	2, in standby mode laser class 1 according to IEC60825-1:2007
Field of view:	70 °
Scanning frequency:	180 Hz ... 500 Hz
Angular resolution:	0.1° ... 1.0°
Operating range:	0.7 m ... 3 m
Max. range with 10 % reflectivity:	3 m

Performance

Response time:	≥ 2 ms
Detectable object shape:	Almost any
Systematic error ¹⁾ :	± 4 mm

Statistical error ²⁾ :	± 10 mm ± 3 mm
Integrated application:	Level Control

^{1) 2)} Typical value; actual value depends on environmental conditions.

Interfaces

Serial (RS-232, RS-422):	✓
Function (Serial (RS-232, RS-422)):	Host, AUX
Ethernet:	✓
Function (Ethernet):	Host
Data transmission rate (Ethernet):	10 Mbit, half-duplex
Protocol (Ethernet):	TCP/IP
CAN bus:	-
PROFIBUS DP:	-
PROFINET:	-
DeviceNet:	-
Switching inputs:	4
Switching outputs:	5 (4 x PNP/analog 1 x 4 mA ... 20 mA)
Optical indicators:	6 LEDs

Mechanics/electronics

Operating voltage:	≤ 24 V DC ± 15 %
Power consumption:	25 W
Housing:	Die-cast aluminum
Housing color:	Light blue (RAL 5012)
Enclosure rating:	IP 20 (DIN 40 050) ¹⁾
Weight:	2.3 kg
Dimensions:	179 mm x 107 mm x 130 mm

¹⁾ With plug cover IP 65

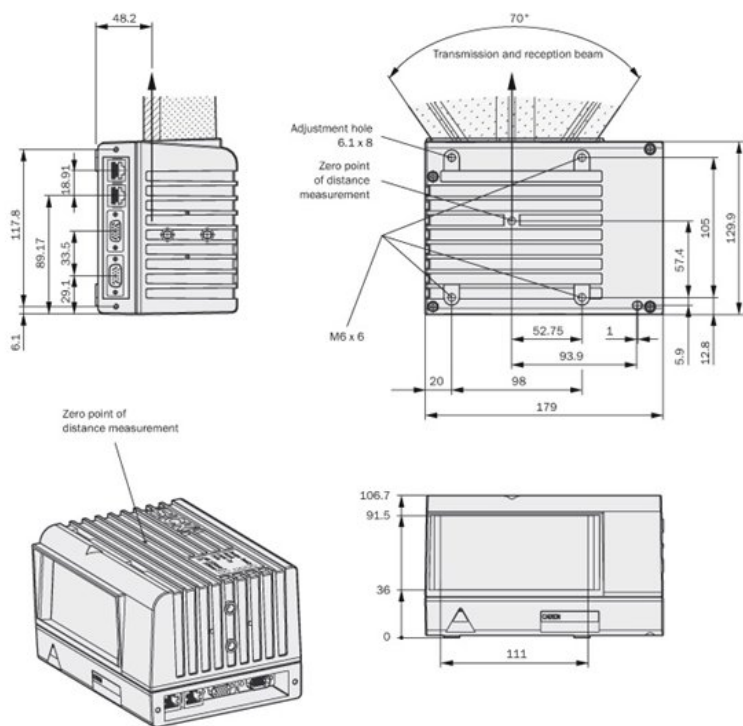
Ambient data

Object remission:	6.5 % ... 200 %
Electromagnetic compatibility (EMC):	(EN 61000G6G2:2001) (EN 61000G6G4:2001)
Vibration resistance:	(EN 60068G2G6, G27, G29, G64)
Shock resistance:	(EN 60068G2G6, G27, G29, G64)
Ambient operating temperature:	0 °C ... 40 °C
Storage temperature:	-20 °C ... 70 °C

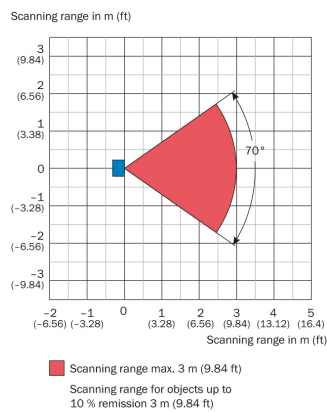
General notes

Selectable region of interest (ROI):	From 50 mm x 3,000 mm to 1,000 mm x 1,750 mm
Number of columns:	Up to 50 equidistant or 30 freely positionable
Minimum column width:	50 mm
Minimum detectable object:	30 mm x 30 mm
Smallest height threshold above the container floor:	20 mm
Switching threshold output:	Telegram, switch outputs or analog output
Output of height values in the columns:	Analog output, Telegram
Note on use:	Not suitable for personnel protection

Dimensional drawing



Operating range diagram



Australia

Phone +61 3 9457 0600
1800 334 802 – tollfree
E-Mail sales@sick.com.au

Belgium/Luxembourg

Phone +32 (0)2 466 55 66
E-Mail info@sick.be

Brasil

Phone +55 11 3215-4900
E-Mail sac@sick.com.br

Canada

Phone +1 905 771 14 44
E-Mail information@sick.com

Ceská Republika

Phone +420 2 57 91 18 50
E-Mail sick@sick.cz

China

Phone +86 4000 121 000
E-Mail info.china@sick.net.cn
Phone +852-2153 6300
E-Mail ghk@sick.com.hk

Danmark

Phone +45 45 82 64 00
E-Mail sick@sick.dk

Deutschland

Phone +49 211 5301-301
E-Mail kundenservice@sick.de

España

Phone +34 93 480 31 00
E-Mail info@sick.es

France

Phone +33 1 64 62 35 00
E-Mail info@sick.fr

Great Britain

Phone +44 (0)1727 831121
E-Mail info@sick.co.uk

India

Phone +91-22-4033 8333
E-Mail info@sick-india.com

Israel

Phone +972-4-6801000
E-Mail info@sick-sensors.com

Italia

Phone +39 02 27 43 41
E-Mail info@sick.it

Japan

Phone +81 (0)3 3358 1341
E-Mail support@sick.jp

Magyarország

Phone +36 1 371 2680
E-Mail office@sick.hu

Nederlands

Phone +31 (0)30 229 25 44
E-Mail info@sick.nl

Norge

Phone +47 67 81 50 00
E-Mail austefjord@sick.no

Österreich

Phone +43 (0)22 36 62 28 8-0
E-Mail office@sick.at

Polska

Phone +48 22 837 40 50
E-Mail info@sick.pl

România

Phone +40 356 171 120
E-Mail office@sick.ro

Russia

Phone +7-495-775-05-30
E-Mail info@sick.ru

Schweiz

Phone +41 41 619 29 39
E-Mail contact@sick.ch

Singapore

Phone +65 6744 3732
E-Mail admin@sicksgp.com.sg

Slovenija

Phone +386 (0)1-47 69 990
E-Mail office@sick.si

South Africa

Phone +27 11 472 3733
E-Mail info@sickautomation.co.za

South Korea

Phone +82 2 786 6321/4
E-Mail info@sickkorea.net

Suomi

Phone +358-9-25 15 800
E-Mail sick@sick.fi

Sverige

Phone +46 10 110 10 00
E-Mail info@sick.se

Taiwan

Phone +886-2-2375-6288
E-Mail sales@sick.com.tw

Türkiye

Phone +90 (216) 528 50 00
E-Mail info@sick.com.tr

United Arab Emirates

Phone +971 (0) 4 8865 878
E-Mail info@sick.ae

USA/México

Phone +1(952) 941-6780
1 800-325-7425 – tollfree
E-Mail info@sickusa.com

More representatives and agencies
at www.sick.com

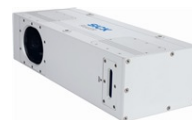


3D vision
Gigabit Ethernet , Ruler, Ruler E1200, Ruler
E1200

Ruler-E1111



Model Name > [Ruler-E1111](#)
Part No. > [1028041](#)



At a glance

- Factory calibrated 3D in millimeters at full production speed
- High accuracy 3D for measurement widths from 100 mm up to 1.5 m
- Capture 3D, grayscale, and scatter at the same time
- Easy to integrate without need for external lights
- Rugged housing for tough environments and operation down to -30 °C
- Remote operation over long cable distances with Gigabit Ethernet

Your benefits

- High-speed measurement allows you to increase production throughput and still ensure product quality
- Accurate size and position measurement in 3D, regardless of an object's height or color, creating reliable solutions
- Simultaneously capturing 3D, scatter, and grayscale, allows for more reliable quality control and inspection
- Factory calibrated 3D with built-in lighting instantly provides results in millimeters, which makes integration easy
- Designed for tough industrial environments to ensure a long and problem-free life time



Features

Task:	Inspection, Measuring, Positioning
Description:	Ruler E1200 -2M Laser, up to 10 k profiles/second. Gigabit Ethernet interface, 1,024 px x 512 px.
Technology:	3D LineScan
Example field of view (H x W):	250 mm x 1,200 mm
Field of view width:	500 mm ... 1,550 mm
Sensing distance:	280 mm ... 1,280 mm
Maximum height range:	1,000 mm
Data synchronization:	Encoder triggered External trigger Free running
Grayscale measurements:	✓
Scatter measurement:	-
Spectral range:	Ca. 630 nm ... 690 nm
Heating element:	-
Light source:	Visible red light (laser, 660 nm, ± 15 nm)

Laser class:	2M (IEC 60825-1 : 2008-01)
Factory calibrated:	✓

Performance

Image sensor:	CMOS
Maximum performance:	10,000 3D profiles/s
Sensor resolution:	1,024 px x 512 px
3D profile resolution:	1,024 px
Typical height resolution:	0.4 mm
Gray line resolution:	1,024 px

Interfaces

Configuration software:	Ranger Studio
Communication interfaces:	Gigabit Ethernet
Operating system:	Windows 7, Windows XP Pro
Development environment:	C, C++ (VS 2005/2008/2010)
Programming interface:	iCon API
Digital inputs:	3 x HIGH = 10 V ... 28.8 V
Digital outputs:	2 x B-type, < 100 mA in total
Maximum encoder frequency:	2 MHz
Encoder interface:	RS-422

Mechanics/electronics

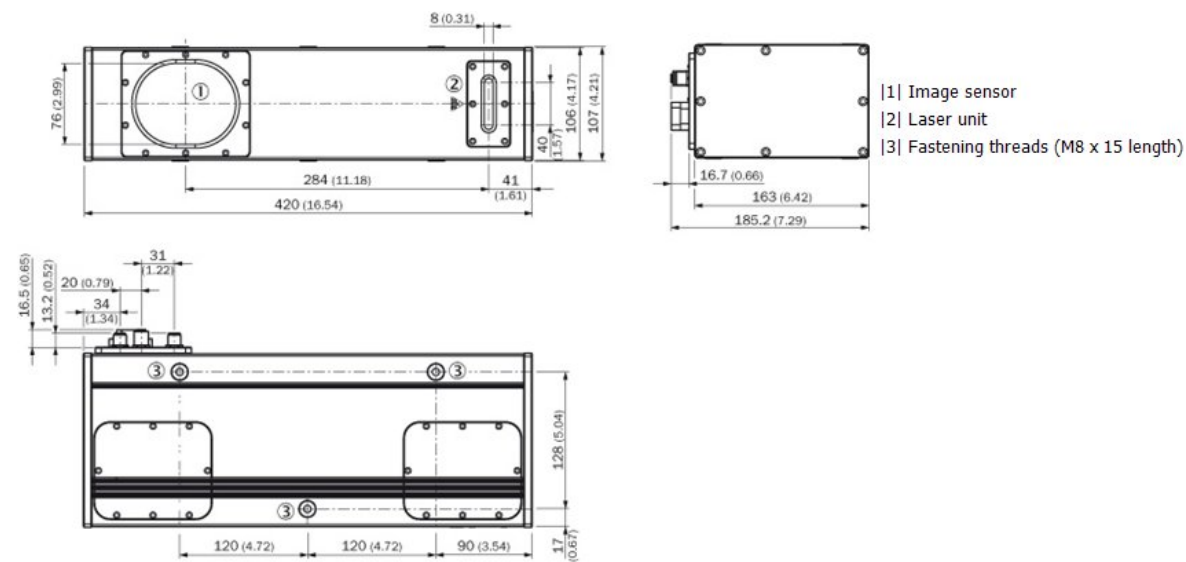
Connection types:	Harting Push Pull (Ethernet) M12, 8-pin socket (encoder) M12, 8-pin male connector (power I/O)
Connector material:	Ethernet: thermoplast/anodized aluminum, M12: nickel-plated brass
Power consumption:	7 W
Power consumption:	< 1 A
Ripple:	< 5 Vpp
Enclosure rating:	IP 65
Housing material:	Aluminum
Housing color:	Gray, varnished
Window material:	Float glass, AR-coated
Weight:	7 kg
Dimensions (L x W x H):	420 mm x 107 mm x 163 mm

Ambient data

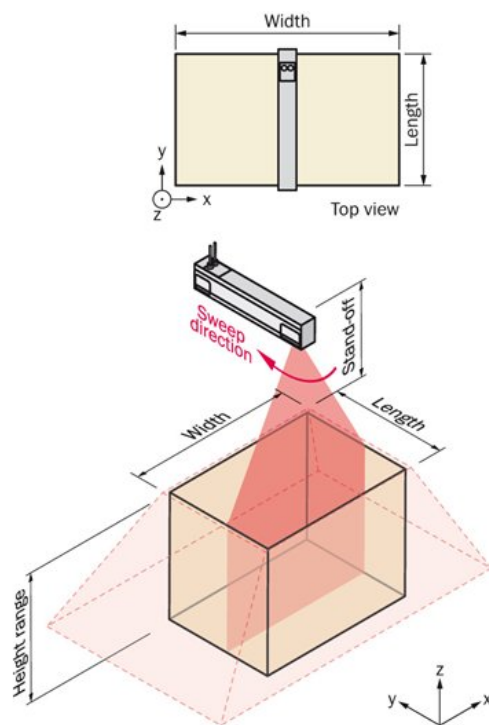
Shock load:	15 g, 3 x 6 directions
Vibration load:	5 g, 58 Hz ... 150 Hz
Ambient operating temperature:	0 °C ... +40 °C ¹⁾
Ambient storage temperature:	-30 °C ... +70 °C ²⁾

1) 2)
Non-condensing

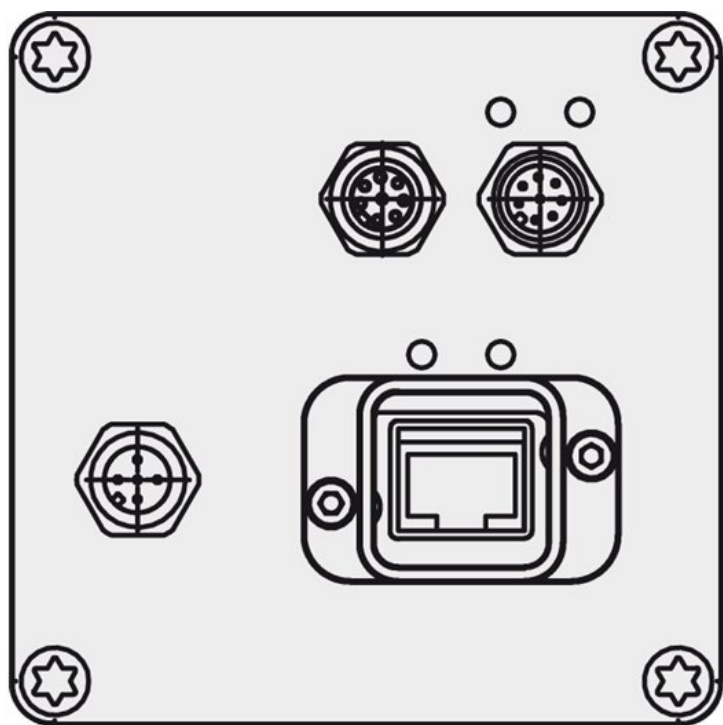
Dimensional drawing



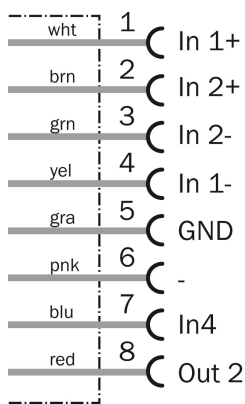
Measuring details



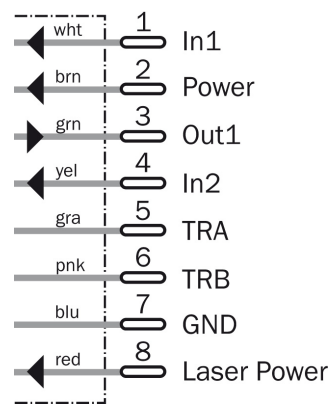
Connection type



Connection diagram, Encoder connection



Connection diagram Power I/O



Australia

Phone +61 3 9457 0600
1800 33 48 02 – tollfree
E-Mail sales@sick.com.au

Belgium/Luxembourg

Phone +32 (0)2 466 55 66
E-Mail info@sick.be

Brasil

Phone +55 11 3215-4900
E-Mail marketing@sick.com.br

Canada

Phone +1 905 771 14 44
E-Mail information@sick.com

Česká republika

Phone +420 2 57 91 18 50
E-Mail sick@sick.cz

China

Phone +86 4000 121 000
E-Mail info.china@sick.net.cn
Phone +852-2153 6300
E-Mail ghk@sick.com.hk

Danmark

Phone +45 45 82 64 00
E-Mail sick@sick.dk

Deutschland

Phone +49 211 5301-301
E-Mail info@sick.de

España

Phone +34 93 480 31 00
E-Mail info@sick.es

France

Phone +33 1 64 62 35 00
E-Mail info@sick.fr

Great Britain

Phone +44 (0)1727 831121
E-Mail info@sick.co.uk

India

Phone +91-22-4033 8333
E-Mail info@sick-india.com

Israel

Phone +972-4-6881000
E-Mail info@sick-sensors.com

Italia

Phone +39 02 27 43 41
E-Mail info@sick.it

Japan

Phone +81 (0)3 5309 2112
E-Mail support@sick.jp

Magyarország

Phone +36 1 371 2680
E-Mail office@sick.hu

Nederland

Phone +31 (0)30 229 25 44
E-Mail info@sick.nl

Norge

Phone +47 67 81 50 00
E-Mail sick@sick.no

Österreich

Phone +43 (0)22 36 62 28 8-0
E-Mail office@sick.at

Polska

Phone +48 22 837 40 50
E-Mail info@sick.pl

România

Phone +40 356 171 120
E-Mail office@sick.ro

Russia

Phone +7-495-775-05-30
E-Mail info@sick.ru

Schweiz

Phone +41 41 619 29 39
E-Mail contact@sick.ch

Singapore

Phone +65 6744 3732
E-Mail sales.gsg@sick.com

Slovenija

Phone +386 (0)1-47 69 990
E-Mail office@sick.si

South Africa

Phone +27 11 472 3733
E-Mail info@sickautomation.co.za

South Korea

Phone +82 2 786 6321/4
E-Mail info@sickkorea.net

Suomi

Phone +358-9-25 15 800
E-Mail sick@sick.fi

Sverige

Phone +46 10 110 10 00
E-Mail info@sick.se

Taiwan

Phone +886 2 2375-6288
E-Mail sales@sick.com.tw

Türkiye

Phone +90 (216) 528 50 00
E-Mail info@sick.com.tr

United Arab Emirates

Phone +971 (0) 4 88 65 878
E-Mail info@sick.ae

USA/México

Phone +1(952) 941-6780
1 (800) 325-7425 – tollfree
E-Mail info@sickusa.com

More representatives and agencies
at www.sick.com