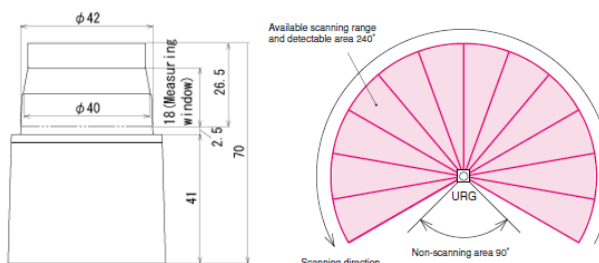


Hokuyo URG-04LX



Què és?

El sensor Hokuyo URG-04LX és un escàner làser d'ús general. El URG-04LX es un sensor òptic del tipus LiDAR, el funcionament del qual es similar al RADAR (*Radio Detection and Ranging*) però utilitzant llum làser en lloc d'ones de radiofreqüència, d'aquí el seu nom: LiDAR, *Light Detection and Ranging*. Els sistemes LiDAR mesuren la distància existent entre el sensor i l'objecte detectat a partir del temps que tarda la llum emesa pel sensor en impactar sobre l'objecte i retornar al sensor, considerant coneguda i constant la velocitat de la llum emesa. Per això, disposen d'una font emissora d'un feix de llum làser i d'un fotodetector. El temps transcorregut entre l'emissió i la recepció pot determinar-se mitjançant diversos mètodes, éssent els més comuns, el mètode del *Temps de Vol (Time of Flight)* i el mètode del *Desplaçament de Fase (Phase Shift)*. El URG-04LX es un LiDAR del tipus Desplaçament de Fase. La denominació d'escàner LiDAR, fa referència als sensors LiDAR en els quals el feix làser s'emet progressivament en diverses direccions, normalment mitjançant un mirall rotatiu, aconseguint-se la mesura de les distàncies d'objectes situats en el pla en que es realitza l'escaneig (escombrada). El URG-04LX es un sistema LiDAR que escaneja en un pla, dins un interval angular màxim de 180°, i que proporciona les distàncies mesurades en coordenades polars, es a dir, indica la distància i l'angle en el que està l'objecte detectat per a cadascuna de les direccions de mesura.

Característiques generals

El sensor LiDAR URG-04LX conté una font de llum làser (la intensitat de la qual es modula segons un senyal sinusoidal d'una freqüència determinada) i





un fotodetector per detectar el feix reflectit de l'objecte d'interès. La distància entre l'objecte i el sensor es determina a partir del desplaçament de fase mesurat entre el feix de llum emès i el feix reflectit de l'objecte detectat pel fotodetector. El sensor filtra les possibles ambigüitats de distància.

El URG-04LX es un sistema LiDAR amb seguretat ocular de classe 1, del tipus Desplaçament de Fase, que emet llum amb una longitud d'ona de 785 nm (infraroig proper, no visible per l'ull humà). Tot i que el fabricant ha dissenyat aquest sensor per a ús en interiors, el seu ús en exterior, en absència de condicions desfavorables (excés de llum, pluja, boira, pols ...) presenta unes prestacions satisfactòries. El sensor proporciona les estimacions en forma polar, proporcionant una distància i el seu angle per a cada punt de mesura. L'interval angular d'escaneig és de $0^\circ - 240^\circ$, amb una resolució angular de $0,36^\circ$, obtenint-se un total de 1024 mesures de distància en cada escaneig. Les dades son transferides a la unitat de control i emmagatzematge mitjançant un port sèrie RS-232C o be un port USB. L'interval de mesura compren entre 0,06 i 4,095 m. amb una precisió de $\pm 10\text{mm}$ per distàncies entre 60 i 1.000 mm i de l'1 % del valor mesurat per distàncies entre 1.000 i 4.095 mm. A la **Taula 1** es recullen les principals característiques de l'escàner làser Hokuyo URG-04LX.

Taula 1. Principals característiques de l'escàner làser Hokuyo URG-04LX

■ Specifications

Kinds	Data output type (serial type)
Model No.	URG-04LX
Power source	5VDC $\pm 5\%$ *1
Current consumption	500mA or less (rush current approx.800mA)
Light source	Semiconductor laser diode $\lambda = 785\text{nm}$ (FDA approval, Laser safety class 1)
Detectable object	70×70mm white sheet
Scanning range	0.06 to 4m
Scanning accuracy	0.06 to 1m: $\pm 10\text{mm}$, 1 to 4m: 1% of measuring distance
Repeatability	0.06 to 1m: $\pm 10\text{mm}$, 1 to 4m: 1% of measuring distance
Scanning angle	240°
Resolution	Approx. 1mm
Angular Resolution	Step angle: approx.0.36° (360° /1,024 steps)
Beam diameter	Approx. $\phi 40\text{mm}$ (at 4m)
Scanning time	100msec/scan
Interface	USB2.0 (Full Speed) RS-232C (19.2k, 57.6k, 115.2k, 250k, 500k, 750kpbs)
Communicating specifications	Exclusive command (SCIP Ver.1.1/Ver.2.0)*2
Output	NPN open-collector output (synchronous output: 1 pce)
Indication lamps	Power lamp (orange)
Connection	Exclusive cable (attached)
Ambient illuminance ^{not*}	Halogen/mercury lamp: 10,000lux or less, incandescent lamp: 6,000lux or less
Ambient temperature	-10 to +50°C (-25 to +75°C when stored)
Ambient humidity	85%RH or less, not icing, not condensing
Insulation resistance	10M Ω 500VDC megger
Vibration resistance	Double amplitude 1.5mm, 10 to 55Hz, each 2 hour in X, Y and Z directions
Impact resistance	196m/s ² , each 3 time in X, Y and Z directions
Protective structure	Optical surface: IP64 (IEC standard), case: IP40 (IEC standard)
Life	5 years (motor life, vary depending on use conditions)
Noise	25dB or less (at 300mm)
Case materials	ABS resin
Weight	Approx. 160g
Accessories	Cable for power/communciation (1.5m) 1 pce, D-sub 9 pins connector 1 pce*3

*1. Sensor will not operate with USB bus power. Prepare power source separately.

*2. Version when shipment is 1.1.

*3. USB cable and fitting metal don't provide.

Note) It may malfunction when receiving strong light like sunlight etc. directly.

Note This sensor is not a safety device/tool.

Note This sensor is designed for indoor use only.

Note This sensor is not for use in military applications.



Aplicacions en AP

L'aplicació dels escàners LiDAR en agricultura de precisió prové, principalment, de la seva capacitat per generar models tridimensionals dels arbres i cultius, permetent extreure'n paràmetres geomètrics (alçada, amplada, profunditat ...) i estructurals (densitat foliar, capacitat de penetració de la llum, estructura i geometria de les plantes ...) que poden ser molt valuosos a l'hora de prendre decisions relatives al maneig de les plantacions. A més, també es pot obtenir el model digital del terreny (MDT) de les parcel·les amb un alta resolució.

El LiDAR URG-04LX es del tipus 2D. Això vol dir que escaneja els objectes en un pla: el sensor estima la distància a diferents punts de l'objecte d'interès modificant la direcció del feix làser emès mitjançant un mirall giratori que desvia el feix en diferents direccions dins del mateix pla. Per tant, el sensor realitza una exploració angular de l'objecte dins d'un pla, obtenint les distàncies d'un conjunt de punts de l'objecte en el pla de mesura. Per obtenir models 3D dels objectes (en aquest cas, de les plantacions) cal moure el sensor en la direcció perpendicular al pla d'escaneig, cobrint tot l'objecte d'interès, obtenint-se distàncies als punts de l'objecte situats en plans adjacents. Finalment, juntant les mesures dels diferents plans escanejats s'obté un model 3D de l'objecte mesurat. Existeixen també sistemes LiDAR que realitzen les mesures directament en 3D.

Els resultats de les mesures corresponents a cada pla escanejat consisteixen en un conjunt de punts, cadascun corresponent a una mesura, d'un punt concret de la superfície de l'objecte. En desplaçar el LiDAR URG-04LX en la direcció perpendicular al pla d'escaneig, s'obté, finalment, el que s'anomena "núvol de punts (point cloud)". Es a dir, el model 3D de l'objecte mesurat (en el nostre cas un arbre o una plantació completa) consisteix en un núvol de punts pertanyents a la superfície de l'objecte. Els sensors LiDAR solen treballar sincronitzats amb un sistema de posicionament global (GNSS, de l'anglès Global Navigation Satellite System) com ara el popular GPS o GALILEU, de manera que cada punt del núvol de punts obtingut té unes coordenades espacials conegudes, i es pot situar amb gran exactitud en mapes, facilitant la seva anàlisi juntament amb altres mapes de la mateixa plantació, en el context de l'Agricultura de Precisió.

Limitacions

Les principals limitacions de l'ús del escàner Hokuyo URG-04LX consisteixen en: i) el grau d'especialització i coneixements del sistema que ha de tenir l'operador d'aquest sensor; ii) en tractar-se d'un sensor que va apareixer ja fa bastants anys, les seves prestacions estan bastant per sota dels models actualment disponibles, si bé, molts d'ells tenen un principi de funcionament similar; iii) En ser un escàner 2D, per poder obtenir models 3D de les





plantacions, cal que aquest sensor treballi alhora i sincronitzadament amb un sistema GNSS, per tal de poder georeferenciar els núvols de punts resultants; iv) en escanejar únicament en un plà, es poden produir ombres i oclusions en les plantes que limiten la penetració dels feixos de llum dins de l'arbre; v) a l'igual que succeeix amb la majoria de sistemes LiDAR actuals, el magatzematge dels resultats de les mesures obtingudes pot donar lloc a arxius molt grans, de l'ordre d'alguns GB.

Tutorials relacionats:

- Tutorial: HOKUYO lidar: <https://www.youtube.com/watch?v=zl62JBwcbio>
- Reconstrucció 3D plantació ETSEA-UdL amb Lidar Hokuyo: <https://www.youtube.com/watch?v=7GjoTjafIMY>

Referències

- <https://www.hokuyo-aut.jp/search/single.php?serial=165>

L'autoria d'aquest document és del **Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió** i ha estat elaborat per Joan Ramón Rosell Polo amb la coordinació d'Àlex Escolà i el suport de Carla Román.



Aquesta obra està sota una llicència de Creative Commons Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Activitat finançada a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022