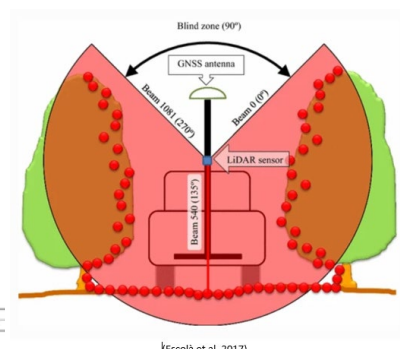
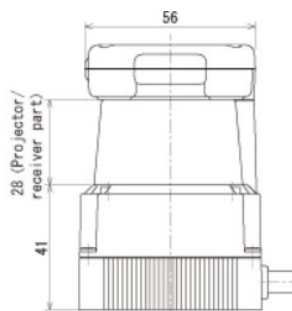


Hokuyo UTM30-LX-EW



Què és?

El sensor Hokuyo UTM30-LX-EW és un escàner làser d'ús general. El UTM30-LX-EW 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 UTM30-LX-EW es un LiDAR del tipus Temps de Vol. 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 UTM30-LX-EW es un sistema LiDAR que escaneja en un pla, dins d'un interval angular de 270°, 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 UTM30-LX-EW conté una font de llum làser i un fotodetector per detectar el feix reflectit a l'objecte d'interès. La distància entre l'objecte i el sensor es determina a partir del temps transcorregut entre l'emissió d'un pols de llum làser de molt curta durada i la detecció del retorn en el sensor de part de la llum reflectida en l'objecte detectat, segons el principi del temps de vol o time of flight. El UTM30-LX-EW es un sistema LiDAR amb seguretat ocular de classe 1, que emet llum amb una longitud d'ona de 905 nm (infraroig proper, no visible per l'ull humà). El fabricant ha dissenyat aquest sensor per a ús tant en interiors com per al seu ús a l'exterior, presentant, en absència de condicions desfavorables (condicions extremes de llum, pluja, boira, pols ...) unes prestacions satisfactòries. Després de processar cada senyal de retorn rebut, el sensor determina la distància a la qual es troba l'objecte afectat pel pols de llum incident. El sensor realitza les estimacions en forma polar, proporcionant una distància i el seu angle per a cada punt de mesura, prenent el centre del sensor LiDAR com a origen de les coordenades. Destacar que té funcions de retorn múltiple, que proporcionen fins a 3 mesures de distància associades a impactes parcials del mateix pols làser emès sobre diferents objectes. El UTM30-LX-EW té un abast garantit de 30 m, una finestra d'escaneig de 270 ° amb una resolució angular de 0,25°, proporcionant 1081 mesures de senyal per cada escaneig per a cada retorn, a una freqüència d'escaneig de 40 Hz, el que resulta en més de 43.000 punts s⁻¹ per cadascun dels tres retorns (pel primer i, en cas que n'hi hagi, per al segon i tercer). Les dades corresponents a les mesures son transferides a la unitat de control i emmagatzematge mitjançant una interfície Ethernet 100BASE-TX. L'interval de mesura compren entre 0,1 i 30 m (que pot arribar fins a 60 m en alguns casos), amb una precisió de ±30mm per distàncies entre 0,1 i 10 m (±50mm en el cas d'elevades il.luminàncies, al voltant de 100.000 lux) i de ±50mm per distàncies entre 10 i 30 m; la precisió pot empitjorar en el cas de forta radiació solar o similar incidint directament en el sensor. A la **Taula 1** es recullen les principals característiques de l'escàner làser Hokuyo UTM30-LX-EW.



Taula 1. Principals característiques de l'escàner làser Hokuyo UTM30-LX-EW.

Product Name	Scanning Laser Range Finder
Model	UTM-30LX-EW
Light Source	Laser Semiconductor $\lambda = 905\text{nm}$ Laser Class 1
Supply Voltage	12VDC $\pm 10\%$
Supply Current	Max: 1A, Normal : 0.7A
Power Consumption	Less than 8W
Detection Range and Detection Object	Guaranteed Range: 0.1 ~ 30m (White Kent Sheet) * ² Maximum Range : 0.1 ~ 60m Minimum detectable width at 10m : 130mm (Vary with distance)
Accuracy	0.1 ~ 10m : $\pm 30\text{mm}$, 10 ~ 30m : $\pm 50\text{mm}$ (White Kent Sheet) * ² Under 3000lx : White Kent Sheet: $\pm 30\text{mm}^{*1}$ (0.1m to 10m) Under 100000lx : White Kent Sheet: $\pm 50\text{mm}^{*1}$ (0.1m to 10m)
Measurement Resolution and Repeated Accuracy	1mm 0.1 ~ 10m : $\sigma < 10\text{mm}$, 10 ~ 30m : $\sigma < 30\text{mm}$ (White Kent Sheet) * ² Under 3000lx : $\sigma = 10\text{mm}^{*1}$ (White Kent Sheet up to 10m) Under 100000lx : $\sigma = 30\text{mm}^{*1}$ (White Kent Sheet up to 10m)
Scan Angle	270°
Angular Resolution	0.25° (360°/1440)
Scan Speed	25ms (Motor speed : 2400rpm)
Interface	Ethernet 100BASE-TX(Auto-negotiation)
Output	Synchronous Output 1- Point
LED Display	Green: Power supply. Red: Normal Operation (Continuous), Malfunction (Blink)
Ambient Condition (Temperature, Humidity)	-10°C ~ +50°C Less than 85%RH (Without Dew, Frost)
Storage Temperature	-25~75°C
Environmental Effect	Measured distance will be shorter than the actual distance under rain, snow and direct sunlight* ² .
Vibration Resistance	10 ~ 55Hz Double amplitude 1.5mm in each X, Y, Z axis for 2hrs. 55 ~ 200Hz 98m/s ² sweep of 2min in each X, Y, Z axis for 1hrs.
Impact Resistance	196m/s ² In each X, Y, Z axis 10 times.
Protective Structure	Optics: IP67 (Except Ethernet connector)
Insulation Resistance	10M Ω DC500V Megger
Weight	210g (Without cable)
Case	Polycarbonate
External Dimension (W×D×H)	62mm×62mm×87.5mm  MC-40-3240

*¹ Under Standard Test Condition (Accuracy can not be guaranteed under direct sunlight.)

*² Indoor environment with less than 1000Lx.

Please perform necessary tests with the actual device in the working environment.

Use data filtering techniques to reduce the effect of water droplets when detecting objects under the rain.

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 UTM30-LX-EW 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

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



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 plà 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 UTM30-LX-EW 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 UTM30-LX-EW 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 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; iii) en escanejar únicament en un pla, es poden produir ombres i oclusions en les plantes que limiten la penetració dels feixos de llum dins de l'arbre; iv) 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=zl6zJBwcbio>
- 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=169>

https://hokuyo-usa.com/application/files/9615/8947/8333/UTM-30LX-EW_Specification.pdf

Alexandre Escolà, José A. Martínez-Casasnovas, Josep Rufat, Jaume Arnó, Amadeu Arbonés, Francesc Sebé, Miquel Pascual, Eduard Gregorio, Joan R. Rosell-Polo. 2017. Mobile terrestrial laser scanner applications in precision fruticulture/horticulture and tools to extract information from canopy point clouds. Precision Agriculture 18(1), 111-132. DOI: 10.1007/s11119-016-9474-5

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

