

INTRODUCEREA VIZIUNII INTELIGENTE CU AJUTORUL SENZORILOR ULTRASONICI

Daniela URECHE^{1*},
Vlad COJOCARU¹

¹Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică, Departamentul Ingineria Software și Automatică, grupa AI-182, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Daniela Ureche, daniela.ureche@isa.utm.md

Rezumat: *Senzorul reprezintă un dispozitiv de intrare care furnizează un semnal de ieșire cu privire la o cantitate fizică specifică (de intrare). Noțiunea de dispozitiv de intrare din definiția sensorului înseamnă că acesta face parte dintr-un sistem mai mare care furnizează intrarea la un sistem de control principal (cum ar fi un procesor sau microcontroler). În această lucrare ne-am propus să analizăm unghiul de percepție a sensorului ultrasonic pentru ca afla cum el poate fi integrat într-un sistem mai complex, cum ar fi un robot, pentru o eficacitate a acestuia înaltă.*

Cuvinte cheie: *senzor ultrasonic, Arduino, unghi de vizibilitate, instrumentație virtuală.*

Introducere

Senzorul ultrasonic este bazat pe un simplu principiu, fenomenul ecoul sunetului. O membrană emite un sunet ultrasonic și cea de-a doua membrană va prinde signalul acelu ecou reflectat de un obstacol cum e reprezentat în Figura 1.

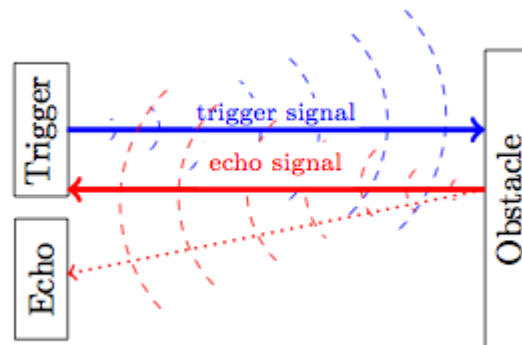


Figura 1. Recepționarea semnalului de la senzor

Formula utilizată este reprezentată în Ec. (1):

$$D = \frac{VT}{2} \quad (1)$$

unde: D – distanța de la obstacol, V – viteza sunetului și T – timpul măsurat pentru semnalul de declanșare de a efectua un drum dus-întors. Divizarea la 2 este utilizată datorită faptului că timpul măsurat este pentru toată deplasarea semnalului.

Sunetul este o undă longitudinală, adică progresa de-a lungul unei linii orizontale. Prin urmare, atunci când obstacolul nu este perfect în fața modulului, sunetele sunt deviate și semnalul ecoului poate să nu ajungă înapoi la senzor sau să ajungă foarte atenuat și chiar poate să nu fie detectat. Atunci când obstacolul este la un unghi de 30° față de direcția propagării semnalului de declanșare, senzorul produce rezultate neregulate. De remarcat faptul că și materialul din care este confecționat obstacolul trebuie de luat în considerație. Într-adevăr, unele materiale pot să absoarbă semnalul de declanșare, și să transmită înapoi rezultate false la ecoul sensorului.

Modulul este un senzor ultrasonic standart de cost mic. El este esențial făcut din doi microfoni identici. Unul este utilizat ca un emițător, iar altul este ca receptor. Pe bord sunt de asemenea electronice minimale pentru generarea semnalului.

Unele caracteristici de bază sunt, iar dimensiunile mecanice în Figura 2:

- Tensiunea de alimentare: +5 DC;
- Curentul static: <2mA;
- Curentul de lucru: 15mA;
- Unghiul real de vizualizare: <15°;
- Distanța: 2cm-400cm;
- Rezoluția: 0,3cm;
- Unghiul de măsurat: 30°;
- Lățimea impulsului de intrare a declanșatorului: 10 μm;
- Frecvența ultrasonică: 40kHz;
- Dimensiunile: 43mm x 20mm x 15mm.

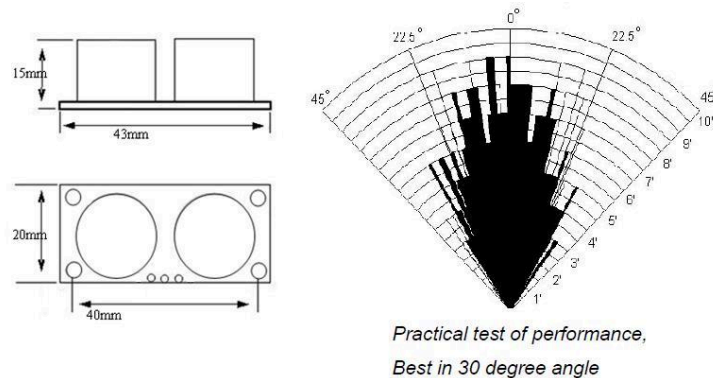


Figura 2. Dimensiunile mecanice

Elaborarea standului pentru ridicarea datelor senzorului

Senzorul ultrasonic HC-SR04 se ridică la o anumită distanță pe un suport, la o înălțime de aproximativ 20 cm. După care se plasează în fața unui perete considerat ca un plan vertical care se folosește pentru determinarea unghiului de vizibilitate conform impulsurilor emise de la senzor. Ultrasonicul se conectează la placa de dezvoltare Arduino UNO prin intermediul pinilor de conexiune. În calitate de obstacol s-a folosit o cutie dreptunghiulară, pentru ca caracteristica obținută să nu aibă pantă, iar acesta se deplasează de-a lungul unui plan orizontal.

De asemenea, pentru o mai bună cercetare a datelor senzorului ultrasonic, acesta se va plasa la distanțe diferite față de perete, considerat ca fiind de referință, și anume distanțe de 50, 40 și 30 cm.

Măsurarea unghiului de vizibilitate a senzorului HC-SR04

Conform datelor catalog prezentate la senzorul HC-SR04 s-a constatat că cea mai bună vizibilitate o prezintă la un unghi de 30°. Dar această valoare a unghiului de vizibilitate poate fi cercetată prin intermediul standului elaborat. Întrucât senzorul este plasat la o distanță anumită, în cazul nostru 50, 40 și 30 cm, în dependență de cum plasăm obiectul (obstacolul) în fața lui, mișcându-l putem vizualiza datele primite de la placa de dezvoltare Arduino UNO care și reprezintă distanța percepută de senzor în conformitate cu semnalul reflectat de obstacol primit de la cele două membrane care interacționează între ele, una emite sunetul ultrasonic și cealaltă îl primește.

Instrumentația virtuală

Pentru a reprezenta datele primite de la senzorul HC-SR04 am utilizat mediul de programare grafic pentru instrumentație virtuală LabVIEW, produs și dezvoltat de firma National Instruments, cu ajutorul căruia valorile au fost introduse în instrumentația virtuală și prelucrate, iar ca rezultat am obținut diagrama care este, de asemenea, prezentată în datele de catalog a senzorului. Instrumentația virtuală face posibil controlul datelor senzorului nu doar manual, ci și prin intermediul calculatorului.

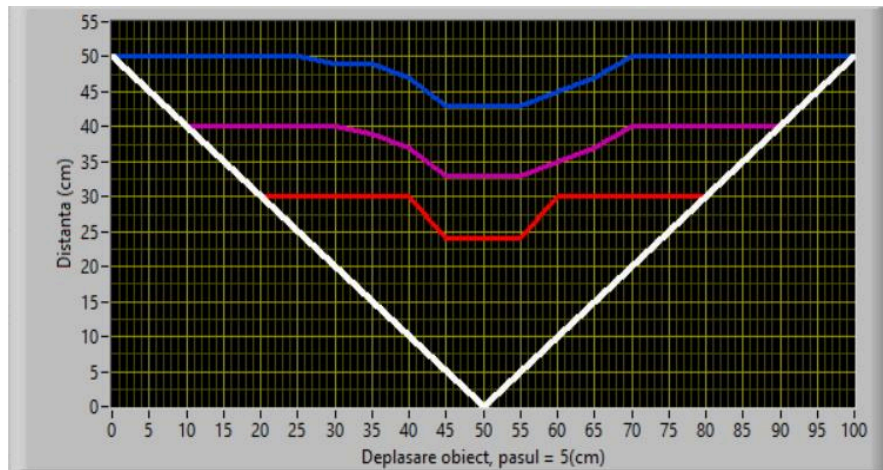


Figura 3. Caracteristica statică a senzorului ultrasonic

Astfel, obținând de la Arduino valorile rezultate, prin programul creat în LabVIEW se simulează funcțiile ultrasonicului, oferind performanțe comparabile cu acesta. Pentru ridicarea caracteristicilor senzorului ultrasonic s-a utilizat programul dezvoltat în LabVIEW. Scopul căruia a fost înregistrarea distanței de percepție a obstacolului, deplasându-l cu un anumit pas. Caracteristica obținută în Figura 3 este folosită pentru a determina unghiul de vizibilitate a senzorului cercetat.

Ca rezultat, pentru măsurarea unghiului de vizibilitate a senzorului pe caracteristica statică obținută se duc două linii drepte din origine până la limita maximă de percepție a lui prezentată în Figura 4.

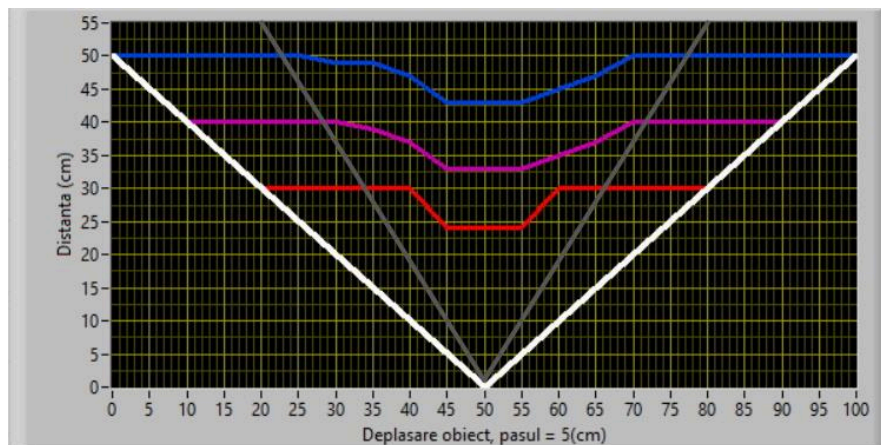


Figura 4. Măsurarea unghiului de vizibilitate

Cunoscând distanța de la senzor la obstacol, fiind 50 cm, putem obține conform caracteristicii statice care este distanța până la dreapta care indică limita maximă de percepție, care este egală cu 27,5 cm. Aplicând relația tangentei într-un triunghi dreptunghic precum în Ec. (2), aflăm care este unghiul cercetat α , care reprezintă jumătate din unghiul de vizibilitate a senzorului.

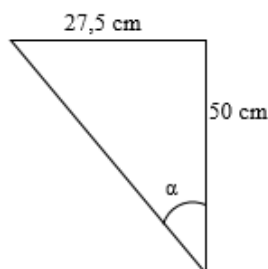


Figura 5. Datele utilizate pentru aflarea unghiului de vizibilitate

$$\tan \alpha = \frac{27.5}{50} = 0,55 \quad (2)$$

$$\alpha = \arctan(0,55) \cong 34^\circ;$$

$$2\alpha \cong 2 \cdot 34^\circ = 68^\circ.$$

Concluzii

În urma cercetării caracteristicii senzorului ultrasonic HC-SR04 s-a dedus faptul că unghiul de vizibilitate a acestuia este de aproximativ 68° . Astfel, putem afirma că acest unghi de percepție depinde de distanța dintre senzor și obstacol, întrucât unda emisă de emitor (trigger) este reflectată prin intermediul obstacolului și percepută de receptorul (echo) ultrasonicului. Pentru a avea o sesizare mai optimă, obstacolul trebuie să fie paralel față de senzor. Conform rezultatelor putem să vizualizăm că unghiul de vizibilitate a HC-SR04 depinde în mod direct de distanța de amplasare a obiectului. Astfel, cu cât distanța este mai mică cu atât unghiul de vizibilitate este mai mic, din cauza că lungimea de undă emisă de la trigger nu este suficient de mare pentru a fi percepută de echo, iar la o distanță relativ mai mare vom avea și un unghi mai mare.

Ca rezultat, putem utiliza acest tip de senzor în calitate de percepție a obstacolelor la construcția roboților pentru a avea o viziune inteligentă a mediului înconjurător. Ca recomandări, pentru a crea viziunea inteligentă e nevoie de utilizat o serie de senzori, iar pentru ca undele emise de senzori să nu concureze sau să nu creeze percepții eronate între ei, este nevoie de îi amplasat la un unghi de 68° unul față de celălalt.

Referințe

Referințe Web:

1. Date informative despre senzorul ultrasonic HC-SR04 [online]. [accesat 29.02.2020]. Disponibil: <https://macduino.blogspot.com/2013/11/HC-SR04-part1.html>
2. Pașaport tehnic [online], [accesat 29.02.2020]. Disponibil: <https://studylib.net/doc/18348287/seeed-ultrasonic-sensor-specifications>
3. Utilizarea senzorului HC-SR04 [online], [accesat 29.02.2020]. Disponibil: <https://www.makerguides.com/hc-sr04-arduino-tutorial/>
4. Introducere în instrumentația virtuală [online], [accesat 29.02.2020]. Disponibil: <https://www.iota.ee.tuiasi.ro/~master/IIV%20curs.pdf>