

# MOZGÁSÉRZÉKELÉS A GYAKORLATBAN

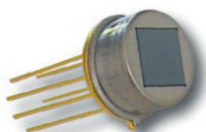
## WAVEEYE DOPPLERSZENZOR A NEW JAPAN RADIO CORPORATIONTÓL

A világítástechnikai rendszerek tervezői kompakt, intelligens és energiatakarékos megoldások létrehozására töreksenek, melyet általában mozgásérzékelős automatikus kapcsolásvezérlés integrálásával biztosítanak. Manapság erre a feladatra a passzív infra (PIR)-technológia terjedt el a legjobban, ami tökéletesen alkalmas az emberi test nagy amplitúdójú mozgásának érzékelésére, azonban nem képes például irodában ülő és nyugodtan dolgozó vagy otthon tévénéző ember érzékelésére. A radarszenzor az az eszköz, ami a PIR-technológia említett hiányosságait kiküszöböli, alkalmas kis mozgások, mint a gépelés, a beszéd vagy akár a légzés érzékelésére is. Ezek az érzékelők már korántsem elérhetetlen árúak, és így kiválóan alkalmazhatók jelenlét érzékelésre és a PIR-technológia hiányosságainak áthidalására

### PIR-szenzorok

A passzív infravörös szenzor (PIR) valójában a mozgó emberi test által kibocsátott hőnek a környezet hőmérsékletére való hatását érzékeli. Ez a sugárzás a  $9,4 \mu\text{m}$  hullámhossz körüli csúcstértekkel az infravörös tartományba esik, melyet a PIR-szenzor piroelektrómos anyaga érzékel. Ami a detektor felépítését illeti, általában két vagy négy érzékelőelemet tartalmaz a környezeti hőmérséklet változásának kiküszöbölésére, valamint Fresnel-lencsét a sugárzás fókuszálására. A PIR-szenzor horizontálisan jól érzékel, azonban egyes kialakításoknál a vertikális érzékeléssel problémák lehetnek. A szenzor kapható speciális kivitelben is, mint például a Nicera digitális kimenettel rendelkező eszköze, melyhez nem feltétlenül szükséges mikrokontrolleres kommunikáció sem, mert a mozgás érzékelésekor a kimeneti lábon – egy előre beállított „ON” időre – logikai '1' értéket reprezentáló ( $V_{\text{dd}} - 1 \text{ V}$ ) feszültség jelenik meg, különben alacsony ( $< 1 \text{ V}$ ) a feszültség.

A bekapcsolási idő beállítása a SENS és ON\_Time pinekre kapcsolt, előre definiált feszültség rákapcsolásával lehetséges. Ezzel az eszközzel néhány külső alkatrész felhasználásával komplett mozgásérzékelő alakítható ki egyszerűen. A PIR-technológia hátránya, hogy drága Fresnel-lencsére van szükség és az, hogy csak tangenciális mozgás érzékelésére használható biztonságosan. Előnye viszont az olcsóság és az érzéketlenség a környezetben mozgó zavaró objektumokra.



### Radarszenzorok

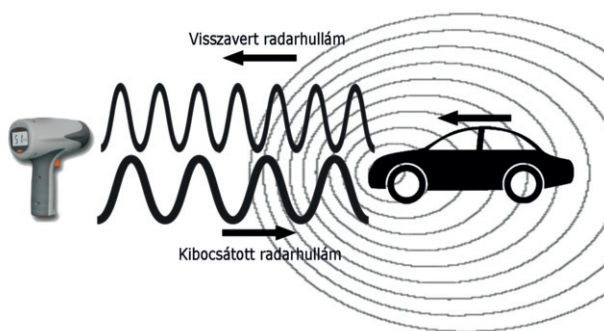
A radarszenzorok az emberi test kis mozgásaira is érzékenyek, és intelligens rendszerek érzékelőiként ki tudják küszöbölni a passzív infratechnológia korábban ismertett hiányosságait. Ám ahhoz, hogy érdemes legyen PIR-szenzort kiváltani mikrohullámú eszközzel, annak olcsónak, kompaktnak, kisméretűnek és kis fogyasztásúnak kell lennie. Korábban a radarrendszerek meglehetősen drága és nagyméretű alkotóelemekből, például nehéz hullámvezetőkkel és drága Gunn-diódákból épültek fel, mely nehézség – esetenként lehetetlenné – tette a technológia hétköznapi használatát. Ma a planáritechnológia elterjedésével robusztus, költséghatékony és kisméretű szenzorok készíthetők.

### Működési elv

A radarmodulok rádiófrekvenciás elektromágneses hullámokat bocsátanak ki, ezek frekvenciája a  $18 \dots 27 \text{ GHz}$ -es, ún. K-Bandsávba esik. A K-Band egy része a  $24 \dots 24,250 \text{ GHz}$ -es tartomány, az ISM (Industrial, Science and Medical / ipari, tudományos és orvosi) sáv, mely a világon majdnem minden-

hol szabadon használható, itt működnek a radarszenzorok is. A radarsugárzás a szilárd tárgyról visszaverődik, és ez a reflexió adja az érzékelés lehetőségét. A radar-vevőmodul által detektált visszavert sugárzás nagysága nemcsak a tárgy távolságától, hanem annak anyagától és méretétől is függ. A fémfelületek általában nagyon jó radar-céltárgyak, de az emberi test is tökéletesen detektálható a nagy  $\epsilon_r$ -érték miatt, melyet a jelen lévő nagy mennyiségű víz okoz. Az emberi test a legkisebb kapható modulokkal is már kb. 10 méterről jól érzékelhető. A műanyagok nagy része a radarsugarak számára láthatatlan, ezért kiválóan burkolható velük a modulok a környezet káros hatásai elleni védekezés során, míg például a PIR-modulok esetén Fresnel-lencsék és kültéri házak használatára van szükség.

A tárgyalt radarszenzorok működési alapelve a Doppler-effektus, melynek segítségével bizonyos távolságra lévő tárgyak sebessége mérhető. A radar által kibocsátott elektromágneses hullám a mozgó tárgyról visszaverődve eltérő frekvenciával érkezik a vevőre, ennek a különbségnek a detektálásával a tárgy radarhoz viszonyított radiális sebességkomponensének direkt és nagy pontosságú mérése van lehetőség. A Doppler-effektus lényege a kibocsátott és a mozgó tárgyról visszaverődő detektált hullám frekvenciájának különbsége, mely jellemző a mozgó tárgy sebességére. A Doppler-effektus nap, mint nap tapasztalható, ha egy álló megfigyelő felé rögzített frekvenciájú hanghullámokat kibocsátó tárgy közeledik, majd távolodik. Ilyenkor folyamatosan változó magasságú hangot hallunk, mely egyre magasabb a mozgó objektum érkezésekor, áthaladáskor valós frekvenciát érzékelünk, majd elhaladáskor a hang mélyülni fog. A kibocsátott és a visszaverődő (érezelt) frekvencia különbsége a megfigyelő és a kibocsátó egymáshoz viszonyított sebességével arányos. Az előbbi példában a kibocsátó objektum mozgott és a megfigyelő állt, radarszenzorok esetén a kibocsátó és az érzékelő is áll, viszont a visszaverődő objektum az, ami mozog és okozza a Doppler-effektust. A



Doppler-radar tehát objektumok mozgásának detektálására és azok sebességének mérésére használható. A visszaverő tárgy a szenzor hatókörébe érve annak kimenetén alacsony frekvenciájú szinuszhullámot generál, melynek frekvenciája arányos az objektum sebességével.

A frekvencia-transzformáció az alábbi képlettel írható le:

$$F_{\text{visszavert}} = F_{\text{kibocsátott}} (1+v/c) / (1-v/c)$$
  
 Ahol  $v$  az objektum sebessége,  $c$  a fénysebesség (az elektromágneses sugarak haladási sebessége). A Doppler-frekvencia számítása a következőképpen történik:

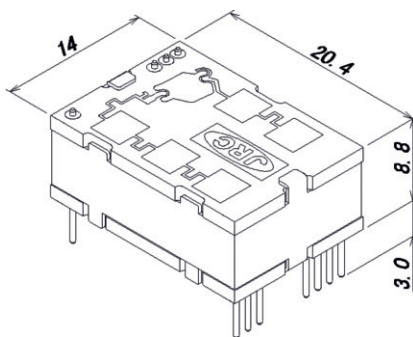
$$F_d = F_{\text{visszavert}} - F_{\text{kibocsátott}} = 2vF_{\text{kibocsátott}} / c,$$

tehát arányos a mozgó objektum sebességével. Az amplitúdó a mozgó tárgy távolságától, és annak visszaverő képességétől függ.

A sebesség pontos mérhetősége sokszor igencsak hasznos, és az általunk kínált RfBeam mikrohullámú radarszenzorok erre alkalmasak, még nagyobb sebességek esetén is. Ha azonban az ember jelenlétének érzékelése a feladat, elég a max. 1 m/s (3,6 km/h) sebességgel mozgó test detektálhatósága, így kis, olcsó és egyszerűen használható szenzor szükséges.

## WaveEye K-Band Dopplerszenzor a New Japan Radio Corporation-től

Míg a hagyományos mikrohullámú szenzorok köré bonyolult áramkörök építése szükséges ahhoz, hogy a például intelligens világítástechnikai berendezések vezérlésére lehessen használni őket, addig léteznek egyszerűbb, teljesen integrált, Doppler-technológián alapuló, 24 GHz-es mikrohullámú mozgásérzékelő modulok is. Egy ilyen

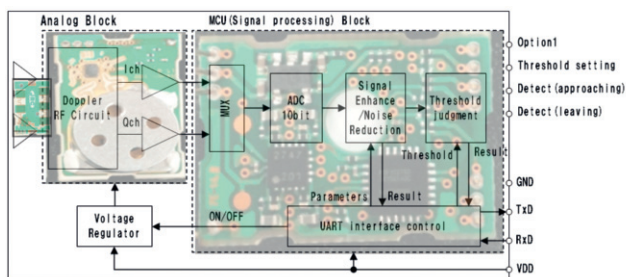


kör is egy 14×20,4×8.8 mm méretű tokban együtt került elhelyezésre.

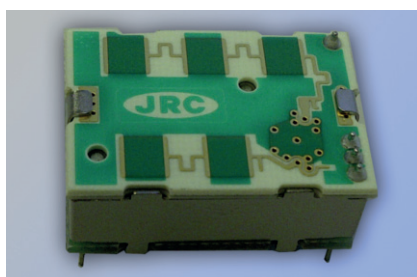
Az NJR4265 J1 kis sebességű közeli tárgy, például egy járókelő detektálására alkalmazható. A mozgó tárgy biztonságos érzékelését a beágyazott szoftver segítségével valósították meg a tervezők, ez a program felel a véletlen mozgások és a szomszédos szenzorok áthallásának kiküszöböléséért, valamint a mozgás irányának (közeledés vagy távolodás) meghatározásáért is.

Az eszközre jellemző még az alacsony működési feszültség (3,3–5 V) és a kis fogyasztás is, érzékelés közben az áramfelvétellel 60 mA, míg nyugalmi állapotban mindössze 4 mA.

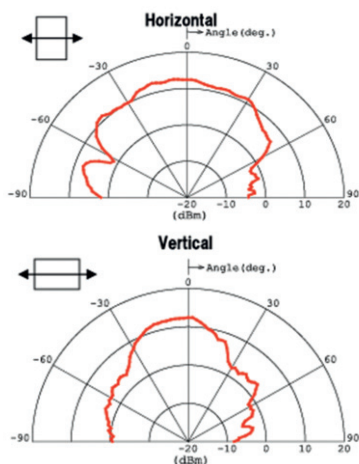
A blokkdiagramon látszik, hogy a patch-antenna és az RF-áramkörök az analóg szűrőkkel és a jelfeldolgozó áramkörrel egybeépülnek.



A sugárzási ábrán látszik, hogy mind tangenciális, mind vertikális irányban képes moz-

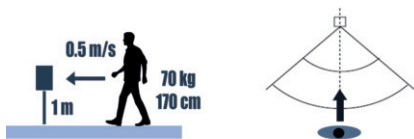


eszköz a cikkben bemutatott NJR4265 modul a New Japan Radio Corporation-től, melyben az antenna, az RF-áramkör, az erősítők, szűrők, feszültség szabályozók és a digitális áram-

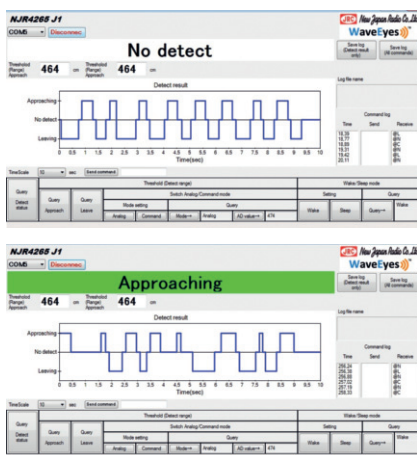


gást érzékelni a modul, ezzel lényegesen előnyösebb a használata a PIR-technológiával szemben.

Az érzékelés maximális távolsága 10 m, ±35°-os szögben és a mozgó tárgy sebessége 0,25–1 m/s között lehet. Ezeket az adatokat az ábrán látható elrendezésben mérték.



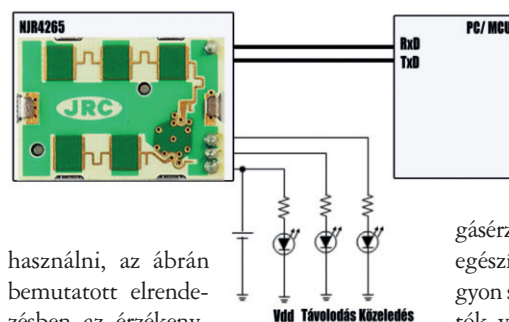
A modul kipróbálásához a NJR kifejlesztett egy próbapanelt, ami szintén rendelhető, ez a kit felel az UART-USB interfész átalakításért, és teszi lehetővé az eszköz PC-hez



való egyszerű csatlakoztatását. A mellékelt szoftver a bemutatott képernyőfotók szerint alkalmas a mozgás irányának kijelzésére is.

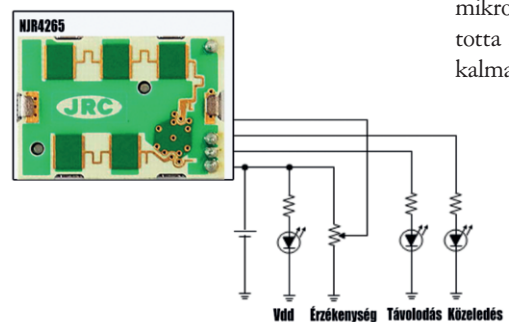
A modul alkalmazható MCU/PC-vel való együttműködésre, ez esetben az érzékenység beállítása a processzor feladata.

Amennyiben a modult önállóan kívánjuk



használni, az ábrán bemutatott elrendezésben az érzékenység egy potenciométerrel lehetséges.

Mindkét esetben használhatunk a kijelző-LED-ek helyett egy-egy vezérlő áramkört,



ami a kívánt beavatkozást a rendszer számára biztosítja. (Pl. lámpa bekapcsolása közeledkor ill. kikapcsolása távolodáskor.)

## Felhasználási terület

Mivel az NJR4265 kicsi, nincs szükség külső elemekre (pl. Fresnel-lencse) és működése mikrohullámú radar-technológián alapul, könnyedén beépíthető a vezérelni kívánt rendszer, például utcaillámpa házába. Az elfogadható árszint és a könnyű használhatóság ideális kiváltójává teszi a problémás PIR-alapú mozgásérzékelő rendszereknek, vagy azok kiegészíthető vele. Alkalmazhatósága nagyon sokrétű, kiváló automatikusan nyíló ajtók, vagy energiatakarékos megfontolásokból használt automatikus világításkapcsolók, automatikusan kikapcsolódó klímák, tv-képernyők vagy számítástechnikai berendezések mozgásérzékelőjeként. Készíthető vele légzés- vagy szívverésetektor is. A mikrohullámú Doppler-technológia biztosította sebességmérés révén speciális sportalkalmazásokban is hasznos lehet, megvalósított felhasználás például a golfütők lendítési sebességének mérése.

**KISS ZOLTÁN SALES MANAGER**  
 — KELET-EURÓPA, ENDRICH  
 BAUELEMENTE VERTRIEBS GMBH  
 WWW.ENDRICH.HU