

MOZGÁSÉRZÉKELÉS A GYAKORLATBAN

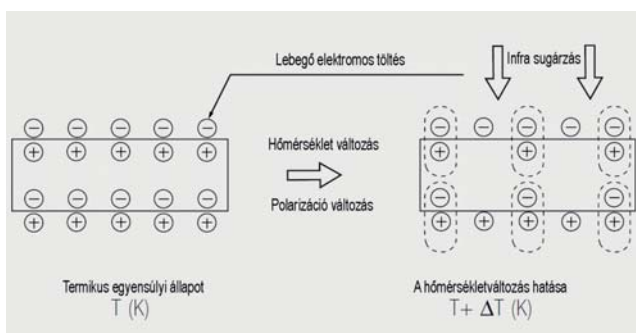
– PANASONIC GRID EYE SZENZOR

Az emberi jelenlét esetén működtetendő rendszerek – például a világítástechnikai eszközök – tervezői kompakt, intelligens és energia-takarékos megoldás létrehozására töreksenek, melyet általában mozgásérzékelés, 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 nyugalomban dolgozó vagy otthon tévéző ember érzékelésére, illetve nehézkes vele a közeledés és a távolodás, a mozgás irányának érzékelése is. A radarszenzor-technológia alkalmas a PIR technológia említett hiányosságai egy részének kiküszöbölésére, mint például kis mozgások, illetve a közeledés és a távolodás szétválasztása, ezzel kapcsolatban jelent meg írásunk a NJRC WaveEye szenzoráról korábban. Ezek az érzékelők már korántsem elérhetetlen árúak, és így kiválóan alkalmazhatók a PIR technológia hiányosságainak áthidalására, azonban nem adnak megfelelő megoldást a teljesen nyugalomban lévő személyek jelenlétének érzékelésére, irányérzékelésük is elsősorban mélységi (közeledés/távolodás), és mivel több személy elkülönült detektálása sem megoldott, nem kivitelezhető például a helyiségbe be- és kilépő emberek számlálása sem. A Panasonic fejlesztette GridEye szenzor a fenti célokra tökéletesen megfelel. Termoelemek mátrixos elhelyezésével az érzékelt objektum hőterképe vehető fel, aminek kiértékelésével sokkal részletesebb információ nyerhető a mozgásról, mint akár a különálló termoelem, vagy a fent említett technológiák valamelyikének használatával. Ennek az új és kiváló szenzornak a működését tekintjük át és hasonlítjuk össze a többi mozgásérzékelési technológiával

PIR szenzorok

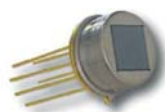
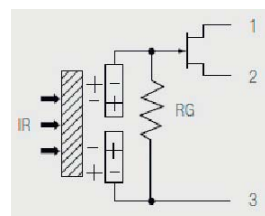
A passzív infravörös szenzor (PIR) valójában a mozgó emberi test által kibocsátott hőnek a környezet hőmérsékletére való hatását érzékeli. Ez a sugárzás a $9,4 \mu\text{m}$ hullámhossz körüli csúcsértékekkel az infravörös tartományba esik, melyet a PIR szenzor piroelektromos anyaga érzékel.

A PIR elemek ferroelektromos tulajdonsággal bírnak, nyugalmi helyzetben egyenletes a felületi töltéselosztás, melyet azonban nem



is lehet detektálni, mert a környezet ionjai-nak ellentétes töltése ezeket a felületi töltéseket kompenzálja. Amennyiben az elemeket infravörös sugárzás éri, ezek kis mértékben felmelegednek, és a kristály szerkezetének megváltozása (hőtágulás) a felületi töltésgyensúly felborulásához, polarizációváltozáshoz vezet, melyet aztán elektromos úton érzékelhetünk. Ehhez a beépített FET-es erősítő kimenetén megjelenő feszültségjel nyújt segítséget. Mivel a hőmérsékletváltozás okozta polarizációváltozásnak kellően gyorsnak kell lenni, ezzel a szenzortípussal csak mozgó (infratartományban sugárzó) objektumot lehet detektálni.

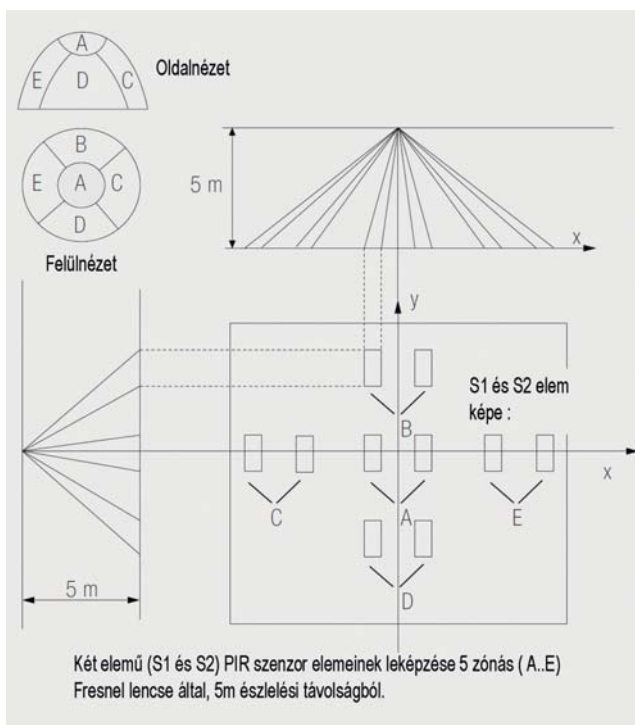
Ami a detektor felépítését illeti, általában két vagy négy érzekelőelemet tartalmaz a környezeti hőmérséklet változásának kiküszöbölésére, valamint Fresnel-lencsét a sugárzás fókuszálására. A sokzónás Fresnel-lencse a mozgó sugárzó testről több képet is alkot, és ezeket a képeket különböző módon vetíti a piroelektromos érzekelőelemekre.



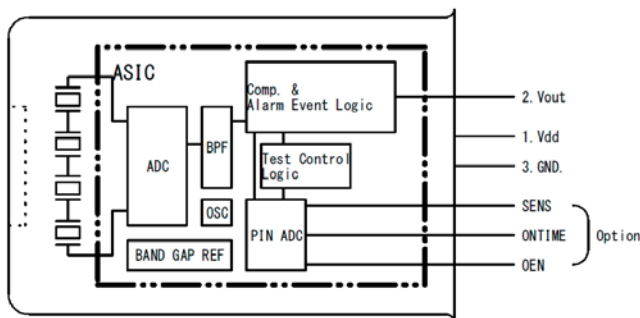
A PIR szenzor horizontálisan jól érzékel, azonban a vertikális érzékeléssel egyes kialakításoknál problémák lehetnek. A PIR szenzor kapható speciális kivitelben is, mint például a Nicera digitális kimenettel

rendelkező eszköze, melyhez nem feltétlenül szükséges mikrokontrolleres kommunikáció sem, mert a mozgás érzékelésekor a kimeneti lábón – 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 egyszerűen – néhány külső alkatrész felhasználásával – komplett mozgásérzékelő alakítható ki.



A PIR technológia hátránya, hogy drága Fresnel-lencsére van szükség, és csak tangenciális mozgás érzékelésére használható biztonságosan. Előnye az olcsóság és a környezetben mozgó zavaró objektumok iránti érzéketlenség.

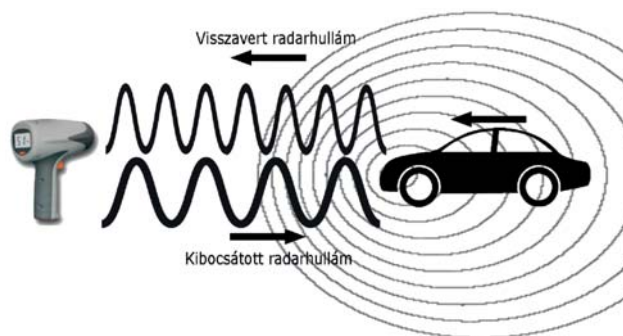
Radarszenzorok

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, kis méretűnek és kis fogyasztásúnak kell lennie. Korábban a radarrendszerek meglehetősen drága és nagy méretű alkotóelemekből, például nehéz hullámvezetőkölből és drága Gunn-diódákból épültek fel, mely nehézkessé – esetenként lehetetlenné – tette a technológia hétköznapi használatát. Ma a planártechnológia elterjedésével robusztus, költséghatékony és kis méretű szenzorok készíthetők.

A radarmodulok rádiófrekvenciás elektromágneses hullámokat bocsátanak ki, ezek frekvenciája a 18,27 GHz-es, úgynevezett K-Band-sávba esik. A K-Band egy része a 24 .. 24,250 GHz-es tartomány, az ISM (Industrial, Science and Medical / ipari, tudományos

és orvosi) sáv, mely a világon majd' mindenhol szabadon használható, itt működnek a radarszenzorok is. A radarsugárzás a szilárd tárgyakról visszaverődik, és ez a reflexió adja az érzékelés lehetőségét. A radar-vevőmodul detektálta visszavert sugárzás nagysága nemcsak a tárgy távolságától, hanem annak anyagától és méretétől is függ. A fémfelületek általában nagyon jó radarcéltárgyak, de az emberi test is tökéletesen detektálható a nagy ϵ_r -érték miatt, melyet a jelen lévő nagy mennyiségű víz okoz. Az emberi test a legkisebb kapható modulokkal is már kb. 10 m-ről jól érzékelhető. A műanyagok nagy része a radarsugarak számára láthatatlan, ezért kiválóan burkolhatók velük a modulok a környezet káros hatásai elleni védekezés során, míg pl. a PIR modulok esetén Fresnel-lencsék és kültéri házak használatára van szükség.

A 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 mérésére van lehetőség. A Doppler-effektus lényege a kibocsátott és a mozgó tárgyról visszaverődő detektált hullám frekvenciájának különbsége, mely jellemző a mozgó tárgy sebességére.



A kibocsátott és a visszaverődő (érezelt) frekvencia különbsége a megfigyelő és a kibocsátó egymáshoz viszonyított sebességével arányos. 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 frekvenciatranszformáció az alábbi képlettel írható le:

$$F_{visszavert} = F_{kibocsátott} (1 + v/c) / (1 - v/c).$$

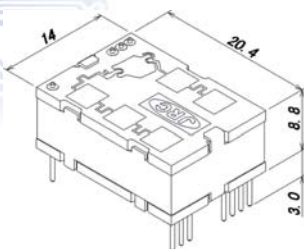
Ahol v az objektum sebessége, c a fénysebesség (az elektromágneses sugarak haladási sebessége), a Doppler-frekvencia számítása a következőképpen történik:

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

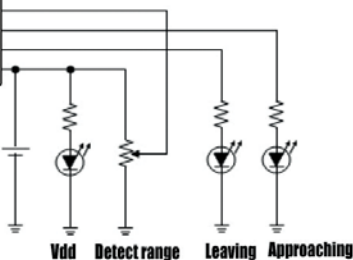
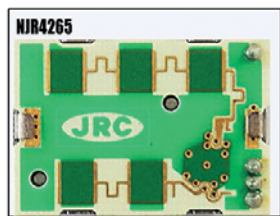
tehát arányos a mozgó objektum sebességével. Az amplitúdó a mozgó tárgy távolságától, és annak visszaverő képességétől függ.

A sebesség pontos mérhetősege gyakorta 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 maximum 1 m/s (3,6 km/h) sebességgel mozgó test detektálhatósága, viszont kis, olcsó és egyszerűen használható szenzor szükséges.

Erre jó példa volt a korábban bemutatott New Japan Radio gyártmányú WaveEye radarszenzormodul, amit ugyan nem a sebesség abszolút



nagyságának mérésére, annál inkább megléteinek és irányának detektálására fejlesztett a gyártó. Rendkívüli népszerűsége méretének, kedvező árának és egyszerű alkalmazhatóságának köszönhető, az ábrán látható módon alig szükséges néhány kiegészítő a működéséhez, a közeledés és távolodás jelzésére használt LED valamilyen kapcsolószközzel (tranzistor, SSR) való helyettesítése esetén pedig a vezérlés közvetlenül megvalósítható.



A Doppler-frekvencia fenti számítása a szenzor síkjára merőlegesen haladó objektum esetén érvényes, emiatt érdemes figyelembe venni a mozgó objektum haladásának és a kibocsátott radarjel nyalábjának egymással bezárt szögét is. A szokásos 24 GHz radarfrekvencia és 3×10^8 m/s fénysebesség mellett a Doppler-frekvencia számítása az alábbi módon történik:

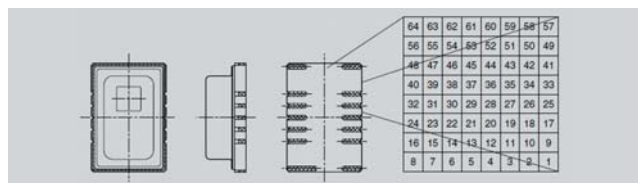
$$f_d = \frac{2 \cdot f_{Tx} \cdot v}{c_0} \cdot \cos \alpha = v \cdot \frac{44 \text{ Hz}}{\text{km/h}} \cdot \cos \alpha.$$

A képletből látszik, hogy a radarnyaláb irányára merőlegesen mozgó objektum érzékelése problémás lehet. Bár a radarszenzorokkal – a PIR szenzorokkal ellentétben – relatív kis mozgás is érzékelhető, nyugalomban lévő tárgyak érzékelése terén nem a legjobb megoldást választjuk, ha ilyen szenzort alkalmazunk. (Gondoljunk például szállodai fürdőszobák, nyilvános illemhelyek megvilágításának „jelenlét”-érzékelős kapcsolására, ahol sem a radarszenzor nem lesz alkalmazható. Továbbá adott területre belépő, illetve onnan távozó személyek érzékelésével operáló számlálási feladatok sem kivitelezhetők, mert ezek a szenzorok nem képesek detektálni a mozgó objektumok számát, csak jelenlétüket.)



GRIDEYE termoszenzor

A Panasonic új GRIDEYE eszköze tulajdonképpen egy 8×8-as hőelemmátrix, azaz 64 különálló szenzorral képes abszolút hőmérsékletet detektálni az objektum által kibocsátott infravörös sugárzás érzékelésével.



A GridEYE képes a hőmérséklet és a hőmérsékleti gradiens észlelésére és egyszerű, kis felbontású (64 pixeles) hőkép felvételére is. Könnyedén felismerhető több személy egyidejű jelenléte, mozgásuk iránya, pozíciójuk, amellett, hogy a hőfénykép nem alkalmas a személy azonosítására, tehát a személyiségi jogok sem sérülnek.

Költséghatékony, kompakt alkalmazások készíthetők vele pontos, érintésmentes hőmérsékletmérés útján a teljes lefedni kívánt területre. A beépített szilíciumlencse 60°-os látószöget biztosít, és a mérési eredmények I²C interfészen keresztül 1 vagy 10 fps sebességgel olvashatók ki. A kimeneti interruptjel alkalmas olyan kritikus beavatkozások indítására, melyeket érzékeléskor késlekedés nélkül végre kell hajtani, ezáltal nagy szabadságot ad a rendszerek tervezőinek. A különálló termoelemekről és piroszenzorokról eltérően a mátrixos elrendezés lehetővé teszi az alakfelismerésen alapuló érzékelést, az SMD kivitel pedig a késztermék elektronikájának korszerű gyárthatóságát biztosítja.

	Mozgó objektum	Álló objektum	Mozgás iránya	Hőmérsékletmérés	Sebességmérés	Hőkép
PIR	Igen	X	X	X	X	X
Radar	Igen	X	Korlátozott (közeledés-távolodás)	X	Igen	X
Termoelem	Igen	Igen	X	Igen	X	X
GridEYE mátrix	Igen	Igen	Igen	Igen	Kalkulálható	Igen

A táblázatban – összehasonlítva a korábban bemutatott mozgásérzékelőkkel – a GRID-EYE előnye jól értelmezhetőek.

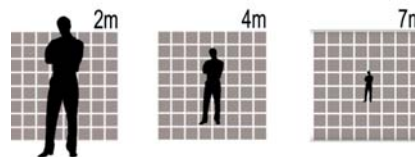
Az ábrán látható, hogy az emberalak érzékelése érintkezésmentes hőmérsékletmérés útján történik. Az eltérő színű pixelek különböző hőmérsékleteket jelentenek.

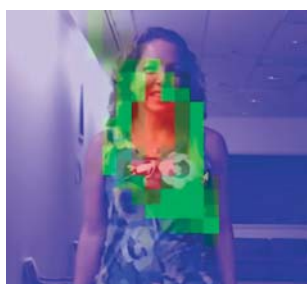
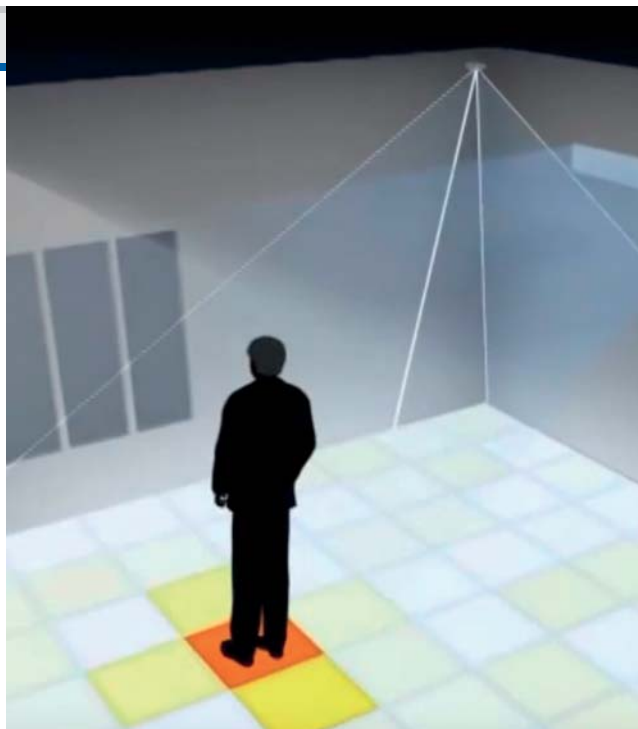


Az egyes termoelemek a tér felosztott részeinek hőmérsékletét mérik, ezáltal feltérképezhető a megfigyelt területen fellelhető összes hőforrás és az általuk sugárzott hő eloszlása. Az adatok a mikroprocesszor által az I²C interfészen keresztül pixelenként kiolvashatók és kiértékelhetők.

A detektálási távolság növelésével az objektum képének mérete összemérhetővé válik a szenzorelem kiterjedésével, ez kihasználható például több objektum egyszerre történő megfigyelésére, követésére, esetleg megszámlálására.

Adott területen mozgó vagy álló objektum hőképe a szenzor kiolvasásával előállítható.





Közeli érzékeléskor az objektum vagy személy hotspotjai kiemelhetők.

Amennyiben távolabbi detektálást választunk, akár több objektum egyidejű megfigyelésére is lehetőség van, illetve a mintázat változásának követésével a haladás iránya is monitorozható.



Közeli érzékeléskor a szenzor felhasználható gesztusvezérlésre, ilyen lehet például az autóban egyes funkciók kézmozdulattal történő aktiválása.

A GRIDEYE szenzorok felhasználási területe rendkívül széles.

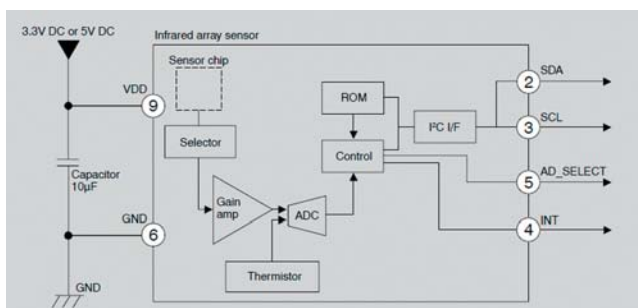
Biztonságtechnika

- Foglaltságérzékelés.
- Emberek számolása, több ember mozgásának egyidejű monitorozása.



Háztartás

- Sütőkben/mikrohullámú sütőkben az étel hőmérsékletének követése.
- Klímaberendezések kapcsolása.
- Fűtés kapcsolása.



Orvoselektronika

- Páciens követés.
- Mozgásérzékelés.
- Hőterképezés.
- Pozícióérzékelés.

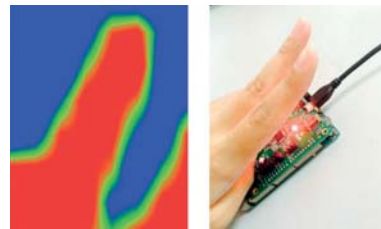
Világítástechnika

- Energiamegtakarítás.
- Mozgásérzékelés nélküli jelenlétérzékelés.

Ipari hőmérsékletmérés

- Ipari folyamatirányítás.
- Érintésmentes hőmérsékletmérés.

A végtermékfejlesztés megkönnyítésére és a gyors piacra kerülés biztosítása érdekében a GRIDEYE



szenzorokhoz kapható egy kiértékelőkit is. Ez a panel a szenzoron kívül kommunikációs interfészt is tartalmaz, mellyel USB porton keresztül számítógéphez, a beépített PAN1470 Bluetooth Smart modulon keresztül pedig akár okostelefonhoz is kapcsolható ez az Arduino-kompatibilis, ATMEL mikroprocesszorral működő áramköri kártya. A letölthető kiértékelőszoftver segítségével gyors prototípus-fejlesztés valósítható meg. Akár önállóan, a fent említett kommunikációs protokollokat nem használva, akár egy Arduino miniszámítógép kiegészítőjeként üzemeltetve ez a panel nagyban segít a fejlesztésben.

KISS ZOLTÁN ÉRTÉKESÍTÉSI VEZETŐ, ENDRICH BAUELEMENTE VERTRIEBS GMBH
WWW.ENDRICH.HU