

Radványi Tibor
Eszterházy Károly Főiskola
dream@aries.ektf.hu

ÉRZÉKENYSÉG ÉS HATÉKONYSÁG AZ RFID ESZKÖZÖKBEN

Abstract

Az automatikus azonosítási rendszerek (Auto-ID) az élet minden területén egyre inkább kiváltják a manuális megoldásokat. Ennek egyik fő oka, hogy az egyre növekvő személy, jármű, termék, áru, adat és egyéb forgalmat egy adott rendszeren belül már nem lehet manuálisan azonosítani, ellenőrizni, nyilvántartani és visszakeresni.

Az RFID (Radio Frequency IDentification) technológia olyan megoldások fogalma, amely egy azonosítót továbbít vezeték nélkül, rádióhullámok segítségével. A legtöbb Auto-ID rendszer alkalmazásához emberi beavatkozás szükséges, ezzel ellentétben az RFID alkalmazásával lehetővé válik az adatok teljesen automatikus beolvasása és továbbítása – mégpedig emberi beavatkozás nélkül.

Az RFID technológia alkalmazása több évtizedes múltra tekint vissza, azonban most várható a robbanásszerű elterjedése.

Nagyon fontos annak a vizsgálata, hogy ez a technológia milyen körülmények között és milyen megoldásokra használható igazán hatékonyan. Ehhez az érzékenység és hatékonyság vizsgálatok elengedhetetlenül szükségesek.

Más követelményeket állít egy fémipari környezet, a magas hőmérséklet, és mást egy tiszta és rendezett könyvtár.

Az RFID rendszerek hatékonyságát többféle szempontból vizsgálhatjuk, tesztelhetjük. A következő szempontok azok, amelyek véleményem szerint a leggyakrabban felmerülő kérdésekkel foglalkoznak.

- A címkék tesztelésének automatizálása – a hatékonyság javulása
- A fémlemez méretének hatása a címkékre
- A hatékonyság romlása a tag-ek torzulása miatt
- Passzív UHF RFID rendszerek teljesítmény-korlátozásai
- A hőmérsékletváltozás hatásai a tag-ekre

Az Auto ID rendszerek

Auto ID rendszer kialakításakor a megfelelő eszköz kiválasztásához fontos ismerünk a lehetséges megoldások előnyeit és korlátait. Legtöbbször felmerülő két Auto ID eljárás a vonalkód technika és a rádiófrekvenciás azonosítás.

A legtöbb nyomon követési rendszerekkel foglalkozó, illetve csomagolástechnikában jártas szakember véleménye szerint a vonalkód és a rádiófrekvenciás azonosítás egymás mellett létezhet még az elkövetkező évtizedekben is. Ennek oka, hogy a vonalkód rendkívül olcsó, az RFID viszont nagyságrendekkel több információt képes tárolni.

Optikai azonosítás (VONALKÓD)

Vonalkód alapú rendszer elemei

- *Adathordozó:* Vonalkóddal ellátott címke, csomagolás, vagy termék
- *Adatírás:* címkenyomtató, nyomda
- *Olvasás:* Vonalkód olvasó
- *Interfész* elemek
- *Eszközkezelő és kommunikációs segédsoftver*
- *Felhasználói rendszer*
- *Kapcsolódó rendszerek*

Ennek a rendszernek az **előnyei** főként az alacsonyabb költségek, a kiforrottság, valamint, hogy többféle technikával előállítható nagyon sokféle területre.

Korlátok, hátrányok:

- az olvashatóság nagyban függ a jelkép és az olvasó minőségétől;
- alacsony kapacitás az 1D jelképeknél: átl. 15–50 karakternyi adattároló képesség a jelképtípustól függően, 2D jelképek kapacitása már 3–4000 karakter is lehet;
- egyszerre egy kód olvasható le;
- egyszer „írható”, később nem módosítható.

Rádiófrekvenciás azonosítás

RFID rendszer elemei

- *Adathordozó:* RFID-tag (antenna és microchip)
- *Adatfelírás:* Gyártótól vásárolt szabványos RFID-tag, előre megírva, RFID nyomtatóval nyomtatva és megírva
- *Olvasás/Írás:* Olvasó/Író berendezések (antenna, író/olvasó elektronika)
- *Interfész* elemek
- *Eszközkezelő és kommunikációs segédsoftver* (Eszköz és Felhasználói rendszer közötti kommunikáció, ha szükséges)
- *Felhasználói rendszer*
- *Kapcsolódó rendszerek*

A rendszer előnyei

- Hatékonyabb, mint az optikai rendszerek, mivel nem kell „látni” a címkét.
- Az adathordozó gyártása speciális üzemekben történik, így minősége mindig megfelel a szabvány előírásoknak nem úgy, mint a vonalkód esetében.
- Több információ tárolható, továbbítható vele.
- Nagy távolságból is „olvasható”.
- Olyan területen is alkalmazható, ahol az optikai megoldások nem.
- Strapabíró: működhet magas, alacsony hőmérsékleten, bepiszkolódva stb.

- Kisebb a hibalehetőség.
- Egy időben több címke leolvasása is lehetséges.
- Olvasható / Írható adathordozó.

Korlátok, hátrányok:

- Az adathordozó költségei magasabbak, mint az 1D vagy akár a 2D vonalkódnál, az olvasó író berendezések árai az alsó kategória kivételével közel hasonlóak.
- Rádióhullámok használatának szabályozása nem egységes, így az adathordozók többsége globálisan használható, de olvasó/író berendezésből eltérő verziókra van szükség.

A különböző anyagok eltérően hatnak a rádióhullámokra ezzel esetenként rontva az olvashatóságot.

Az RFID rendszerek hatékonysága

Az RFID rendszerek hatékonyságát többféle szempontból vizsgálhatjuk, tesztelhetjük. Az öt legfontosabb témakör, amit vizsgálni kell:

- A címkék tesztelésének automatizálása – a hatékonyság javulása
- A fémlemez méretének hatása a címkékre
- A hatékonyság romlása a tag-ek torzulása miatt
- Passzív UHF RFID rendszerek teljesítmény-korlátozásai
- A hőmérsékletváltozás hatásai a tag-ekre

A témák kifejtése helyszűke miatt nem lehetséges, így inkább figyelemfelkeltő megállapítások és a legszűkebb lényegi megjegyzések kerülhettek ebbe a cikkbe.

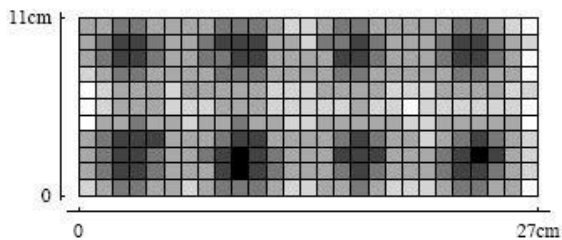
Teljesítményvizsgálat, a címkék tesztelésének automatizálása – a hatékonyság javulása

A címkék teljesítményét kísérletek és tesztek igazolják. A tesztelés abból áll, hogy a címkéket különböző helyekre rakják a termékeken, ez által megtalálják a címkék optimális helyét az árun. Ez a folyamat nagyon hatékony, de időigényes, ezért fontos az automatizálás. Így a vizsgálat elvégzéséhez jól használható a robottechnika.

Ha a tag kisebb energiát tud csak felvenni, akkor az olvasót közelebb kell tenni az olvasandó tag-hez. Az olvasó által kibocsátott energia sűrűsége a távolság négyzetével arányosan csökken. Az UHF RFID tag-ek (amelyek nem tartalmaznak elemet), nagyon kis energiával adnak. A tag-ek által visszavert energia a távolság negyedik hatványával csökken. Más szavakkal, az olvasó által kibocsátott energia sűrűsége a távolsággal csökken, a tag-ek által visszavert energia ennél sokkal gyorsabb mértékben csökken. Sok olvasó külső antennát (vagy antennákat) használ, amelyek koaxiális kábellel vannak az olvasóhoz csatlakoztatva. Ha az antennák nagy távolságban vannak (pl. fix olvasók, kapuolvasók), a jel csillapodik és gyenge teljesítményt érhetünk el.

A vizsgálat során a szerző vizes palackokon tesztelte az érzékenységet a hely függvényében. [1]

Látható, hogy mennyire függ az olvasás hatékonysága a címke elhelyezkedésétől az áru csomagon belül.



A fémtárgyak nagy hatással vannak az ultra magas frekvenciájú (UHF) rádiófrekvenciás azonosítású rendszerek teljesítményére, a tag antenna vezető anyagai miatt. Ebben a részben elemzem a fémlamezek hatását a pach-típusú címkékre.

A passzív UHF RFID rendszer használata és fejlesztése előírja, hogy a tag antennákra újszerű megoldásokat kell kifejleszteni az olyan kihívást jelentő anyagokkal kapcsolatban, mint például a fém.

A tag egy antennát és egy IC chip-et tartalmaz, amelyen az azonosító adatok vannak. A passzív RFID címkék nem rendelkeznek semmilyen energiaforrással. Az összes szükséges energiát elektromágneses hullámok által kapják, amelyeket az olvasó továbbít. Az olvasó és a tag közötti kommunikáció az elektromágneses hullám alapján történik: az olvasó energiát küld, hogy aktiválja a tag-et, aztán parancsokat küld neki, és a címke adatokkal válaszol az olvasónak.

A hagyományos, általában dipól típusú tag-ek nem működnek fémhez csatolva, mert az antenna rövidre van zárva a fém felületén, és az IC chip nem kap energiát, ez által nem tud adatokat küldeni az olvasónak. Például számos kiskereskedelmi termék, és csomag is tartalmaz fémeket, ezért fontos az, hogy megvizsgáljuk a fémek címkékre gyakorolt hatását.

Széles körű kutatási munkákat végeztek [2] már azzal kapcsolatban, hogy javítsák a tag antenna teljesítményét a fémtárgyakon.

A fém hatása a címkékre:

Az elektromágneses hullám teljesen visszatükröződik a fémes felületről. Ezáltal, ha fémes felszín vagy tárgy van az antenna szomszédságában, akkor az megváltoztatja a

sugárzás mintáját, és lefokozza a sugárzási hatékonyságát. Ezek a változások függenek a fémtárgy alakjától és antenna és a felcímkézett objektum távolságától.

EBG PATCH[7,8] antenna:

A patch antennák előnyei, hogy könnyűek és a gyártásuk egyszerű. Alkalmask passzív RFID címkéknek, mert szükségük van egy fém alapra, hogy működjenek. A fém alap csökkenti a fémtárgyak negatív hatásait az antennákra.

A hátrányok leküzdésére és a teljesítmény növelésére EBG struktúrát lehet használni. Az EBG struktúrák olyan periodikus struktúrák, ahol az egyes sávok frekvenciáinak terjedését letiltják.

Az RFID rendszerek teljesítményének és hatékonyságának csökkenése a tag-antenna torzulása miatt

Néhány rádiófrekvenciás azonosítású alkalmazás esetében az RFID címkék rugalmas felületekre is nyomtathatók. Miután felragasztották ezeket különböző tárgyra, lehetséges, hogy az antenna eltorzul – például ragasztás közben a hajlítás miatt. Szimulációs eredmények azt mutatják, hogy a passzív RFID rendszerek teljesítményét ronthatja a jelentős mértékű torzulás. [3,4,5]

Az a tapasztalat, hogy a rendszer jelentős veszteséget szenved a hatékonyságából, ha a tag-ben lévő antenna meghajlik, akár a csomagolás, akár más fizikai behatás miatt.

Passzív UHF RFID rendszerek teljesítmény-korlátozásai

Ebben a részben szót kell még ejtenem a passzív UHF RFID rendszerek teljesítmény-korlátozásairól, hiszen ez is hozzá tartozik az RFID hatékonyságához.

A teljesítmény hatókörének meghatározásához hozzátartoznak a címke jellemzői, terjedési környezet és az olvasó paraméterei is.

A passzív RFID rendszerek úgy működnek, hogy az olvasó egy modulált jelet küld a tag-nek. A tag chip-je áramot kap az antennától, majd modulálja a visszaszört jelet. Az RFID rendszerekben gyakran használt moduláció típus az ASK (Amplitude Shift Keying).

Az RFID rendszer teljesítményének legfontosabb jellemzője a címke tartomány. Ez az a maximális távolság, aminél az RFID olvasó írni is tud a címkére és olvasni is róla. A címke olvasási tartományát az írási/olvasási arány (a sikeres írás/olvasás százalékaránya) határozza meg.

Az olvasási és írási tartományok általában különbözőek. Ideálisan egy RFID rendszer írási/olvasási tartománya egy bizonyos távolságon belül 100%, azon kívül 0%.

Hőmérséklet változások

Az RFID tag-ek előnyei közé sorolható, hogy jól alkalmazkodnak az olyan környezeti változásokhoz, mint például a hőmérséklet. A különböző fajtájú címkék eltérően reagálnak a hőmérséklet módosulására, ez a tag-ek gyártási módjától függ. A most következő táblázatban általánosságban szeretném felvázolni az eltérő frekvenciájú tag-ek tárolási és működési hőmérsékletét.

	e	Magas frekvencia (HF)	Ultra magas frekvencia (UHF)
Tárolási hőmérséklet	-25 – 130C°	-25 – 220C°	15 – 25C°
Működési hőmérséklet	-25 – 70C°	-25 – 90C°	-40 – 65C°

Látható, hogy az már alacsony frekvenciájú tag-ek is igen jó eredményeket mutatnak mind tárolási és működési hőmérséklet szempontjából is, ugyanígy a HF tag-ek is. Igazán nem is a működési hőmérsékletben van eltérés, hanem inkább a tárolási hőfoknál, ott már láthatóan hatékonyabbak a magas frekvenciájú címkék. Az UHF tag-ek viszont már érdekesebbek, mert a tárolási temperaturájuk meglehetősen korlátos és 40-60%-os páratartalom mellett legfeljebb két évig tárolható. Működési hőmérsékletükről elmondható, hogy jobban bírják a hideget, a meleget viszont kevésbé, mint a másik kétfajta tag.

Összességében megállapíthatjuk, hogy akármelyik tag-típust is választjuk, mindháromnak megvan a maga előnye és hátránya. Attól függ, mire használjuk, hiszen mindegyik más és más környezeti változásokra van felkészítve.

Összefoglalás

Az áruazonosító rendszerek területén rohamosan terjed az RFID technológia. Nem tartom valószínűnek, hogy pár év múlva teljesen leváltja a vonalkódot, de az tény, hogy kevés ilyen rendszer van, ami ilyen gyorsan ilyen nagy fejlődési utat jár be.

A címkék teljesítményének tesztelése során láthattuk, hogy a tag-ek különböző felületeken is megállják a helyüket, legyen az akár szabálytalan, akár téglatest formájú felszín. Ez főleg kiskereskedelmi alkalmazásoknál jelent előnyt, de egyéb felhasználási területeken is fontos.

A fémlemezekkel tesztelt címkéknél kiderült, hogy hatékonyan lehet olvasni a tag-eket akkor is, ha fém van a közelükben, kisebb-nagyobb változtatásokkal. Tehát a fém sincs nagy hatással a teljesítményre és a hatékonyságra.

A tag-ek torzulása esetében már láthatóan romlik a hatékonyság. Látható a az RFID rendszer teljesítményének csökkenése. Ezzel kapcsolatban még további kísérletek és fejlesztések szükségesek.

A passzív UHF RFID rendszerek teljesítményének elemzésénél ki lettek emelve a rendszer elemeinek korlátozásai. Láthattuk azt, hogy a tag és az olvasó miben gátolja a rendszer hatékonyságát. Végeredményben azonban megfigyelhettük, hogy ki lehet küszöbölni a tag olvasásának teljesítmény-korlátozásait.

A hőmérséklet címkékre gyakorolt hatásai során kifejtettem a különböző tag-típusok előnyeit és hátrányait, ebből következik, hogy felhasználásuktól és alkalmazásuktól függően igen hatékonyan reagálnak a hőmérsékletváltozásra.

Irodalom

- [1] Hugo Mallinson, Steve Hodges, Alan Thorne: A System to Test the Performance of RFID-Tagged Objects, Computer Society, 2007, SAINTW'07

- [2] Leena Ukkonen, Lauri Sydänheimo, Markku Kivikoski: Effects of Metallic Plate Size on the Performance of Microstrip Patch-Type Tag Antennas for Passive Rfid, *Ieee Antennas And Wireless Propagation Letters*, VOL. 4, 2005
- [3] J. Sidén, P. Jonsson, T. Olsson, G. Wang: Performance Degradation of RFID System Duo to the Distortion in RFID Tag Antenna
- [4] G. Prophet, "RFID and the smart label; bye-bye bar code?", *EDN-Europe*, pp.26-36, June 2000.
- [5] P.R. Foster, Burberry R.A., "Antenna problems in RFID systems", *IEE Colloquium on RFID Technology*, London, UK, 1999, 56 pp. p.3/1-5.
- [6] Pavel V. Nikitin, K. V. S. Rao: Performance Limitations of Passive UHF RFID Systems
- [7] L. Ukkonen, M. Soini, D. Engels, L. Sydänheimo, and M. Kivikoski, "Effect of conductive material in objects on identification with passive RFID technology: a case study of cigarette cartons," in *Proc. 5th Int. Conf. Machine Automation*, Osaka, Japan, 2004, pp. 569–572.
- [8] M. Hirvonen, P. Pursula, K. Jaakkola, and K. Laukkanen, "Planar inverted-F antenna for radio frequency identification," *IEE Electron. Lett.*, vol. 40, no. 14, pp. 848–850, 2004.