

Porovnanie rýchlosti čítania čiarových kódov a RFID

Hricová Romana · Elektrotechnika, Informačné technológie

25.11.2013



Rýchla a ľahká identifikácia je dnes na poprednom mieste záujmu výrobcov, prepravcov, predávajúcich ale aj ďalších subjektov, ktorí potrebujú v reálnom čase čo najrýchlejšie spracovať väčšie množstvo informácií. Preto sa neustále venuje zvýšená pozornosť automatickej identifikácii objektov (AIO). AIO je pomerne široký pojem, ktorý označuje technológie umožňujúce strojom identifikovať reálne objekty.

AI je tiež spájaná s automatickým získavaním dát. Dané technológie majú následne zvýšiť efektívnosť, zredukovať chyby pri zaznamenávaní dát a tým vlastne uvoľniť personál pre výkon úloh s vyššou pridanou hodnotou. Článok sa zameriava na porovnanie rýchlosti čítania dát z „klasických čiarových kódov“ a dát zaznamenaných prostredníctvom rádio frekvenčnej identifikácie (RFID).

Úvod

RFID je skratka označenia Radio Frequency IDentification, čo sa prekladá ako identifikácia na základe rádiových vln. Samotný systém RFID sa skladá z dvoch častí: čítacieho zariadenia a značiek alebo transpondérov (vysielačov). Z technologického hľadiska je RFID identifikačný prvok (tag), ktorý pracuje vo vysokofrekvenčnom pásme. RFID tag sa skladá z elektronických čipov, pripevnených k malej anténe. Čítacie zariadenie vysiela rádiové vlny, prostredníctvom ktorých cez anténu komunikuje s RFID čipom a následne získané informácie uloží. Výhodou je, že RFID tagy používajú na komunikáciu rádiové vlny, čo umožňuje čítať viaceré tagy naraz a z čoho vyplýva aj zásadný rozdiel medzi RFID a čiarovým kódom. Okrem uvedeného je možné tiež RFID tagy prepisovať, čo znamená že v nich uložené dáta je možné kedykoľvek meniť a aktualizovať.

Merania

Merania boli vykonané v Laboratóriu identifikačných technológií na Fakulte výrobných technológií na Bayerovej ulici 1 v Prešove (č.d.207) v dňoch 11.02. až 19.02.2013. Úlohou merania bolo zistiť, aký čas je potrebný na vykonanie vstupu a vyhodnotenie fixovanej značky na identifikovanej jednotke. Fixované značky boli umiestnené na rôznych povrchoch a čítané boli ako označenia s čiarovým kódom tak aj s RFID štítkom. Vzhľadom na to, že meranie vykonával subjekt, pri meraniach sa očakávali chyby resp. odchýlky, ktoré následne mali byť v ďalšom pomocou Grubbsového testu odstránené, aby sa preukázalo, ktoré meranie je presnejšie, menej náchylné na

odchýlky spôsobené subjektom, ktorý meranie vykonáva a teda vhodnejšie pre identifikáciu.

Čítanie čiarových kódov bolo realizované bezdotykovým, bezdrôtovým snímačom typu CipherLab 1266. Ten môže byť pripojený na ľubovoľný osobný počítač s operačným systémom Windows, a v laboratóriu vytvorenou aplikáciou v programovacom prostredí Delphi. Aplikácia zaznamenávala každú udalosť vstupu ID a aktuálny čas. Na snímanie RFID štítku bol použitý snímač firmy Stronglink SL040 (obr. 1). Každý registrovaný vstup je registrovaný ako udalosť s rovnakou aplikáciou.



Obr. 1. MIFARE Reader SL040A, ISO14443A

Rámcový popis merania

Meranie položiek označených RFID transpondér Mifare 13.56 MHz, ISO14443A: 12 položiek meraných technológiu RFID. Vykonalo sa viacero sérii meraní viacerými osobami. Meranie čiarového kódu Interleaved 2 of 5: 11 položiek označených štítkom čiarového kódu. Bolo vykonaných viacero sérii meraní viacerými osobami. Meranie čiarového kódu dvoma subjektmi: 13 položiek označených štítkom čiarového kódu. Bolo vykonaných viacero sérii meraní viacerými osobami. Zaznamenané údaje boli primárne archivované vo forme štruktúrovaných textových súborov.

Podmienky merania

- Teplota miestnosti: 22 °C
- Vlhkosť: 63 %
- Tlak vzduchu: 997 hPa
- Osvetlenie prirodzené: 470 lux

Tab. 1. Základné technické údaje RFID čítačky

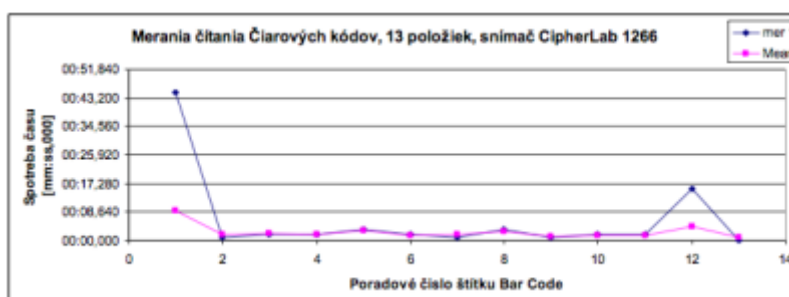
Model	MIFARE Reader SL040A
Frekvencia	13.56MHz
Protokol	ISO14443A
Podpora tagov	Ultralight, NTAG203, MIFARE Mini, MIFARE™ Classic 1K, MIFARE™ Classic 4K, FM11RF08, *MIFARE Plus, *DESFire, *MIFARE_ProX, * only UID readable

prepojenie	USB
Prívod napätia	4.5 - 5.5 VDC
Rozmery	72 × 57 × 15 mm
Množstvo	Cena za jednotku (USD)
1 - 9	\$24.00
10 - 99	\$21.60
100 - 499	\$19.50
500 - 999	\$18.40
> 1,000	\$17.30

Primárny textový záznam bol prepracovaný do združených tabuliek meraní, ktoré boli rozčlenené ako samostatné úlohy merania. Uvedené bolo nevyhnutné vzhľadom na štruktúru záznamu. (Príklad primárneho textového záznamu:

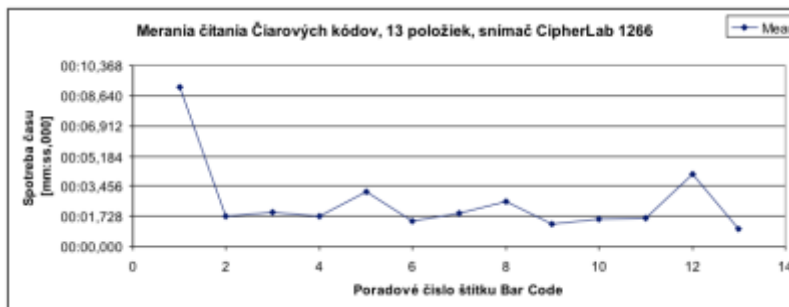
```
3062585069 1 -1 41323.45996 18.2.2013 11:02:20
3062585069 1 -1 41323.45999 18.2.2013 11:02:23
3065095085 1 -1 41323.46001 18.2.2013 11:02:24
```

Takto zaznamenaných primárnych súborov je z uvedeného merania štvorica. Z nich bola zostavená prvotným vyhodnotením trojica tabuliek s vybranými meraniami a vybranými označenými zložkami, roztriedené podľa druhu štítku do skupiny čiarových kódov a do skupiny RFID štítkov. Namerané hodnoty ukázali časové spotreby približne rovnakých hodnôt. Avšak v niektorých prípadoch sa vyskytujú hodnoty, ktoré nekorešpondujú s „očakávanou“ veľkosťou a to preto, že sú alebo mimoriadne vysoké alebo nulové. Tieto anomálie vznikajú, ak sa údaj na štítku nedá prečítať na prvýkrát alebo ani po opakovanom pokuse nie je prečítaný. Potom je čas potrebný na prečítanie tiež dlhý. Pre nezaťažené vyhodnotenie je potrebné tieto odchýlky podrobiť testom odľahlosti, to znamená že tieto hodnoty celkový výsledok svojou chybou neprípustne zaťažujú. Namerané veličiny sú znázornené graficky.



Obr. 2 Príklad zobrazenie neupravených údajov prvého merania porovnané so strednou hodnotou [s]

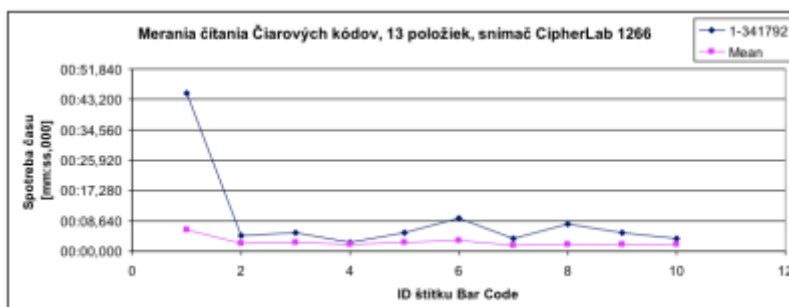
Následne vyhodnotenie všetkých meraní a ich prevedenie do stredných hodnôt je zobrazené na obr.3. Toto vyhodnotenie poukazuje na skutočnosť, že všetky prvé merania tento operátor zaťažil svojím prístupom tak, že prvé merania a tiež niektoré vnútorné merania sú dlhšie.



Obr. 3 Zobrazenie stredných hodnôt za všetky merania [s]

Prvé merania sú dlhšie pravdepodobne z dôvodu rozptýlenia operátora pred prvým meraním a zrejme tiež neschopnosťou podávať rovnaký výkon celý čas. V priebehu merania piata položka je priemerne aj individuálne dlhšia, to isté možno pozorovať aj u položky dvanástej. Tento jav by mohol naznačovať zníženú schopnosť udržať pozornosť a tiež neschopnosť vykonávať svoju činnosť rovnomerne.

Prvotná grafická analýza dáva odôvodnený podnet očistiť merania od odľahlých hodnôt. Na očistenie odľahlých hodnôt možno použiť štandardizované postupy, napr. Grubbsov test, alebo Dixonov test. Obidva testy možno vykonať na hladine významnosti $\alpha = 0,01$ alebo $\alpha = 0,05$. Takisto možno použiť pri vylučovaní neštandardizované percentuálne hodnotenie a stanoviť veľkosť percenta, ktoré analyzovaný údaj označí na vyradenie. Skôr, než budú vylúčené jednotlivé odľahlé údaje, zobrazíme vlastnosti jednotlivých položiek vzhľadom na ich vlastnosti čítania.



Obr. 4 Zobrazenie meraní položky 1-3417921 merania porovnané so strednou hodnotou [s]

Analogicky sa vypracovali aj nasledovné merania. Z nasledovných porovnaní vyplynuli tieto skutočnosti:

1. Meranie položky 3417921 v šiestom meraní je zaťažené mimoriadnou chybou.
2. Meranie položky 8595126 v druhom a treťom meraní je zaťažené mimoriadnou chybou, u šiesteho merania je chyba menšia.
3. Meranie položky 218 v piatom meraní je zaťažené mimoriadnou chybou.
4. Odchýlka na prvom meraní medzi mediánom a strednou hodnotou naznačuje, že operátor ovplyvňuje, že prvé merania sú zošikmené k väčším hodnotám. To isté sa prejavuje aj pri porovnaní strednej hodnoty a štandardnej odchýlky. Tieto skutočnosti by bolo potrebné potvrdiť štandardným štatistickým skúmaním.

Preto ako ďalší nevyhnutý krok je potrebné pre danú skupinu meraní podrobiť tieto údaje analýze šikmosti a špicatosti a následne vylúčiť merania, ktoré významne zhoršujú meranú vlastnosť.



Obr. 5 Zobrazenie meraní položiek šikmosť



Obr. 6 Zobrazenie meraní položiek špicatosť

Grubbsov test extrémnych odchýlok

Grubbsov test sa používa pre objektívne vylučovanie extrémnych hodnôt na základe vypočítaného testovacieho kritéria u súborov dát, ktoré odpovedajú Gaussovmu normálnemu rozdeleniu sledovanej náhodnej veličiny.

Vypočítame testovacie kritérium pre prvú (prípadne poslednú n -tú) hodnotu variačného radu:

$$T_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{s} \quad T_n = \frac{\bar{x} - x_n}{s}$$

Zoradíme hodnoty výberového súboru do vzostupného variačného radu.

Vypočítame aritmetický priemer $\bar{x}$ a smerodajnú odchýlku s zo všetkých hodnôt súboru.

Vypočítané testovacie kritérium porovnáme s tabulkovou kritickou hodnotou pre príslušné n výberového súboru a zvolenú α pre Grubbsov test (pozri Tabuľky: Kritické hodnoty $T_{n;\alpha}$ - $T_{1;\alpha}$ pre Grubbsov test):

Pokiaľ $T_{1(n,\alpha)} > T_{krit.}$ → prvú (prípadne poslednú) hodnotu variačného radu vylúčime zo súboru a musíme vypočítať nový priemer a smerodajnú odchýlku s už bez tejto extrémnej hodnoty. Pokiaľ $T_{1(n,\alpha)} \leq T_{krit.}$ → prvá (posledná) hodnota variačného radu patrí do súboru a vylúčiť ju nemôžeme (nie je extrémnou hodnotou).

Tab. 2 Vyhodnotenie meraní podľa jednotlivých čiarových kódov, (10meraní a 13 položiek), snímač CipherLab 1266 [s]

Poradie/ID	Počet	Mean	Median	MAX	MIN	Modus	Šikmosť	Špicatosť
1/1-341792	9	4,6656	5,184	9,504	2,592	5,184	1,0474	0,6272
2/3417921	9	0,9504	0,864	1,728	0,864	0,864	1,6198	0,7347
3/8590077	10	1,9872	1,728	4,32	0,864	1,728	1,0588	0,4578
4/9005426	10	1,728	1,728	2,592	0,864	1,728	6E-0,7	0,0804

5/8595126	8	1,4688	1,296	3,456	0,864	3,456	0,6228	-1,686
6/6924598	10	1,4688	1,728	1,728	0,864	1,728	-1,035	-1,224
7/8595041	10	1,9008	1,728	3,456	0,864	1,728	0,6606	-0,709
8/1-218	6	2,592	2,592	3,456	1,728	2,592	9E-0,7	2,5
9/3	10	1,296	1,296	1,728	0,864	1,728	-6E-13	-2,571
10/8141747	10	1,5552	1,728	1,728	0,864	1,728	1,779	1,4063
11/218	9	1,2096	0,864	2,592	0,864	0,864	1,0143	0,1852
12/1-9001906	9	2,592	3,456	3,456	1,728	3,456	-0,825	-1,079
13/901906	9	0,6134	0,864	0,864	0	0,864	-1,635	0,8387

Tab. 3 Vyhodnotenie podľa jednotlivých meraní čiarových kódov (13 čiarových kódov a položiek), snímač CipherLab 1266 [s]

Meranie	Počet	Mean	Median	MAX	MIN	Modus	Šikmosť	Špicatosť
1	11	1,402	1,728	3,456	0,086	1,728	0,678	0,226
2	11	1,656	1,728	4,32	0,864	1,728	1,466	1,641
3	11	1,584	0,864	5,184	0,864	0,864	1,924	3,373
4	12	1,8	1,728	2,592	0,864	1,728	-0,161	-1,261
5	11	1,927	1,728	5,184	0,864	1,728	1,005	-0,007
6	12	2,459	1,728	9,504	0,864	1,728	2,158	7,038
7	13	1,662	1,728	3,456	0,864	1,728	0,854	0,221
8	13	1,861	1,728	7,776	0,864	1,728	3,076	10,21
9	12	1,944	1,728	5,184	0	1,728	0,97	0,591
10	13	1,927	1,728	3,456	0,864	0,864	0,373	-1,034

Ako je vidieť z tabuliek 2 a 3, ku chybám pri meraní čiarových kódov dochádzalo pomerne často. Napr. pri ID 1-218 dokonca 4 merania boli vylúčené. Pre porovnanie boli vykonané merania RFID, opäť prebehlo 10 meraní ale na 15-tich položkách. Hodnoty sú zhrnuté v tabuľkách 4 a 5.

Tab.4 Vyhodnotenie meraní RFID SL 040 podľa jednotlivých položiek [s]

Poradie	Počet	Mean	Median	MAX	MIN	Modus	Šikmosť	Špicatosť
1	10	100,48	1,728	940,9	0,864	0,864	3,147	9,9263
2	9	0,96	0,864	1,728	0,864	0,864	3	9
3	10	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	-1,779	1,4063
4	10	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	1,0351	-1,224
5	10	0,9504	0,864	0,864	0,864	0,864	3,1623	10
6	10	0,9504	0,864	0,864	0	0,864	0,0911	1,4982
7	10	0,9504	0,864	0,864	0,864	0,864	3,1623	10
8	10	1,0368	0,864	0,864	0,864	0,864	1,7788	1,4062
9	10	0,7776	0,864	0,864	0	0,864	-3,162	10
10	10	1,1232	0,864	0,864	0,864	0,864	1,0351	-1,224

11	10	0,864	0,864	0,864	0	0,864	0	4,5
12	10	1,0368	0,864	0,864	0,864	0,864	1,7788	1,4062
13	10	0,864	0,864	0,864	0	0,864	-6E-07	4,5
14	10	0,9604	0,864	0,864	0	0,864	0,0911	1,4982
15	10	1,0368	0,864	0,864	0	0,864	1,2904	2,9847

Tab.5 Vyhodnotenie meraní RFID SL 040 podľa jednotlivých meraní [s]

Meranie	Počet	Mean	Median	MAX	MIN	Modus	Šikmosť	Špicatosť
1	15	63,59	0,864	940,9	0,864	0,864	3,873	15
2	15	1,094	0,864	4,32	0,864	0,864	3,873	15
3	15	1,173	0,864	2,591	0	0,864	0,487	-0,23
4	15	4,32	0,864	50,11	0,864	0,864	3,868	14,97
5	15	0,979	0,864	1,728	0,864	0,864	2,405	4,349
6	15	0,922	0,864	1,728	0,864	0,864	3,873	15
7	15	0,979	0,864	1,728	0,864	0,864	3,873	15
8	15	0,922	0,864	1,728	0,864	0,864	2,405	4,349
9	15	0,922	0,864	1,728	0	0,864	0,004	0,537
10	15	7,5808	0,864	1,728	0	0,864	0,004	0,537

Na základe vyhodnotených výsledkov z meraní RFID, ktoré sú v tabuľke 4 a 5, je evidentné, že pri načítavaní RFID, hneď prvé meranie bolo veľmi dlhé, oveľa dlhšie ako prvé merania čiarových kódov. Dlhé prvé načítavanie je spôsobené charakterom RFID. Na druhej strane všetky ďalšie merania boli rýchlejšie, kvalitnejšie a zbavené subjektívnych chýb v priebehu merania a na jeho konci, ako to bolo pri čiarových kódoch.

Záver

Ako ukázali merania, pri snímaní čiarových kódov sa aj po vylúčení extrémnych odchýlok naďalej prejavujú odchýlky. Tie sú spôsobené na jednej strane pomalosťou subjektu, ktorý meria a to hlavne pri prvom meraní, kedy subjekt nie je alebo dostatočne pripravený alebo robí chyby. Ďalšie odchýlky sa prejavili uprostred merania, kedy subjekt zrejme pociťoval únavu a dopúšťal sa nepozorností.

Na druhej strane čítanie RFID štítkov ukázalo, že aj keď sa rovnako ako pri čiarových kódoch vyskytli odľahlé odchýlky, tie nemali taký významný charakter ako pri snímaní čiarových kódov. Čítanie prebehlo oveľa rýchlejšie, rozdiely medzi najkratším a najdlhším časom merania boli oveľa menšie a tak sa ukázalo meranie RFID štítkov rýchlejšie a presnejšie. Čo dokazujú aj hodnoty mediánu a modusu (porovnanie výsledkov v tab.2 a 3 za čiarové kódy a 4 a 5 za RFID). Avšak pomerne veľkým nedostatkom pri RFID bola skutočnosť, že úplne prvé meranie bolo oveľa dlhšie ako nielen všetky ostatné merania ale aj ako merania čiarových kódov. Uvedené nedostatky pri čítaní čiarových kódov sa dajú odstrániť alebo zvýšenou pozornosťou subjektu alebo výmenou čiarových kódov za RFID štítky samozrejme len tam, kde by to bolo rentabilné, výhodné a kde by boli rýchlosť a presnosť merania dôležitými

faktormi.

Literatúra

1. ŠEBEJ, Peter ,: Prístupy k hodnoteniu kvality výrobkov štatistickými metódami / Peter Šebei – 1999. In: Aplikácie informatiky v systéme riadenia výroby a vzdelávania. – Košice : Informatech, 1999 S. 263-268. – ISBN 8088941091
2. ŠEBEJ, Peter,: MATLAB – programový systém matematikov, inžinierov a používateľov / Peter Šebei – 1999. In: Aplikácie informatiky v systéme riadenia výroby a vzdelávania. – Košice : Informatech, 1999 S. 274-279. – ISBN 8088941091
3. http://www.km.fpv.ukf.sk/upload_publikacie/20120125_143707__1.pdf
4. http://kdmt.uniza.sk/files/podklady/VMKV/F_64.pdf
5. Knuth P., a kol.: Strata efektívnosti identifikačných a evidenčných technológií, In: DoNT 2010 : Day of New Technologies : zborník príspevkov, Žilina : EDIS Vydavateľstvo ŽU, S. 88 – 95. – ISBN 978-80-554-0279-6
6. Matisková Darina, Gašpar Štefan, Mura Ladislav: Thermal Factors of Die Casting and Their Impact on the Service Life of Moulds and the Quality of Castings, In: Acta Polytechnica Hungarica. Vol. 10, no. 3 (2013), p. 65-78. – ISSN 1785-8860

Spoluautorom článku je Juraj Šebei, Ústav informatiky PF UPJŠ, Šrobárova 2, 041 54 Košice, Slovenská republika
