

# PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 24 (1996/1997)

Številka 1

Strani 20-24

Bojan Mohar:

## O ČRTNIH KODAH

Ključne besede: računalništvo.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/24/1284-Mohar.pdf>

© 1996 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

## O ČRTNIH KODAH

Marsikateri bralec Preseka se je gotovo že vprašal, kaj pomenijo črte naslednjih oblik



ki jih vidimo na večini izdelkov na policah trgovin. Takim črtam pravimo *črtna koda*, ker je z njimi zakodiran določen podatek o izdelku. V modernejših trgovinah opazimo, da prodajalka pri blagajni s posebno napravo "osvetli" črtno kodo. Na ta način blagajna, ki je nekakšen računalnik, ugotovi, za kateri izdelek gre in kakšna je njegova cena. V nadaljevanju bomo opisali, na kakšen način je v taki črtni kodi zapisana informacija o izdelku.

Črtno kodo so prvič množično uporabili pri ameriških železnicah. Leta 1967 so na železniške vagono namestili 13-mestno črtno kodo. Z njeno pomočjo in z uporabo posebnih optičnih čitalcev ob najprometnejših progah so lahko sledili, kje potujejo in kje se nahajajo posamezni vagoni. Da je takšno avtomatično sledenje prometa smiselno, nam pove že podatek, da danes po ameriških tirih potuje okrog 1.800.000 vagonov. V trgovine pa so črtno kodo prišle okrog leta 1973 – najprej v ZDA, kasneje pa tudi drugod po svetu.

Črtna koda je sestavljena iz zaporedja (navpičnih) črt in vmesnih presledkov. Črte in presledki so različnih širin in tako jih lahko razumemo kot različne številke ali črke, odvisno od dogovora. Recimo, da takšno kodo preberemo s svetlobnim peresom. Žarek peresa pomaknemo preko črtno kodo, pero preko odbitega žarka razbere vzorec ožjih in širših črt ter vmesnih presledkov in ga pošlje procesorju, ki ta vzorec spremeni v zaporedje števk. Pri tem je pomembno, da svetlobno pero pomaknemo preko črtno kodo kar se da enakomerno hitro, saj bi na primer krajša upočasnitev za prejeti signal v peresu pomenila isto, kot da je trenutno osvetljena črta ali presledek malo širši, kot je v resnici. Zaradi možnosti napake pri branju črtno kodo so danes na voljo vse boljše in boljše, a tudi

dražje, priprave za branje. Na primer pri laserski pripravi s pomičnim žarkom laserski žarek večkrat (tudi po stokrat v eni sekundi) prečeše črtno kodo in tako lahko s primerjavo rezultatov dosežemo večjo natančnost in manjšo možnost napake.

Drugi način, ki tudi zmanjšuje možnost napake pri branju, pa je skrit v sami kodi. Pravimo, da je koda sestavljena tako, da je možno zaznati napake pri branju, ki se najpogosteje ponavljajo.<sup>1</sup>

Zgradbo črtno kode si bomo ogledali na primeru, ki je najbolj razširjen. To je koda EAN13 (European Article Number), ki ji v ZDA iz razumljivih razlogov pravijo UPC (Universal Product Code). Ta koda se uporablja za živila, revije in drugo potrošno blago. Sestavljena je iz trinajstih števk  $s_1, s_2, \dots, s_{13}$ , kjer je  $s_i \in \{0, 1, \dots, 9\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 13$ . Števki  $s_1$  in  $s_2$  navadno določata državo (ali skupino držav), kjer je bil izdelek napravljen. Števke  $s_3, \dots, s_7$  določajo proizvajalca. Kode proizvajalcev določi državna agencija, ki skrbi za standardizacijo kod. Kode za  $s_8, \dots, s_{12}$  določi proizvajalec sam in jih le posreduje agenciji za kode. Z njimi opiše, za kateri izdelek gre. Zadnja števka  $s_{13}$  pa skrbi za zaznavanje napak. Izbrana je tako, da je število

$$s = s_1 + 3s_2 + s_3 + 3s_4 + s_5 + \dots + 3s_{12} + s_{13} \quad (1)$$

deljivo z 10. Kot je razvidno iz zgledov črtnih kod, prva števka nima črtnega ekvivalenta. Tako trinajsta števka pravzaprav služi identifikaciji prve.

Kot zgled si oglejmo črtno kodo, ki jo najdemo na škatli z Alpskim mlekom Ljubljanskih mlekarn



<sup>1</sup> Tudi to lahko opazimo v trgovini, kjer mora prodajalka včasih tudi dvakrat ali trikrat prebrati isto kodo.

Takoj opazimo, da je koda Slovenije 38. Bralca vabim, da pogleda v domači hladilnik ali na polico s hrano in ugotovi, kakšna je koda Republike Hrvaške. Da razočaranje ne bo preveliko, se spomnimo, da so bile kode državam dodeljene že mnogo pred obstojem naše države ter da je možno ločevanje držav tudi preko izbire kod proizvajalcev, ki se za slovenske začnejo s števkjo 3, za hrvaške pa drugače.

Najpogostejša napaka pri branju črtne kode je, ko pride do napake pri branju natanko ene izmed števk. Koda EAN13 odkrije takšne napake, v kar se bo bralec zlahka prepričal. Druga najpogostejša napaka pri branju je, da se dve sosednji števki, recimo  $s_i$  in  $s_{i+1}$ , zamenjata. Recimo, da je prava koda  $s_1, \dots, s_{13}$ , prebrana pa  $s'_1, \dots, s'_{13}$ . Naj bosta  $s$  in  $s'$  ustrezní kontrolni vsoti, določeni z (1). Tedaj je:

$$s - s' = s_i + 3s_{i+1} - s_{i+1} - 3s_i = 2s_{i+1} - 2s_i,$$

kadar je  $i$  lih. Če pa je  $i$  sod, je

$$s - s' = 2s_i - 2s_{i+1}.$$

To pomeni, da koda odkrije takšno zamenjavo natanko tedaj, ko je

$$|s_i - s_{i+1}| \neq 5.$$

Obstaja še mnogo drugih načinov zapisovanja in dekodiranja črtnih kod. Pri prehrambenih in drugih drobnih izdelkih je precej razširjena tudi krajša oblika kode EAN, ki ima le osem števk. Na hitro si oglejmo še standard kode ISBN (International Standard Book Number), ki ga najdemo na vseh novejših knjigah. Ta koda je sestavljena iz desetih števk in jo določi založnik knjige. Prva številka ustreza jeziku, v katerem je knjiga napisana. Naslednjih nekaj števk določa založnika, sledi pa številka knjige pri tem založniku. Kode velikih založnikov so krajše, da jim ostane več mest za številko knjige. Zadnja številka kode ISBN je zopet namenjena zaznavanju napak. Izbrana je tako, da je število

$$s_1 + 2s_2 + 3s_3 + \dots + 10s_{10}$$

deljivo z 11. Pri tem se lahko zgodi, da mora biti  $s_{10} = 10$ . V numeričnem zapisu pod črtno kodo je ta možnost označena z 'X'. Bralec se bo hitro lahko prepričal, da je koda ISBN sestavljena tako, da opazi vsako napako na enem samem mestu in vsako napako, ki je posledica zamenjave dveh sosednjih števk.

Za konec pa si oglejmo še, kako iz črt in vmesnih presledkov določimo, za katero zaporedje števk gre. Ogljedali si bomo le kodiranje pri EAN13. Za določitev začetka, konca in sredine črtne kode imamo tri pare (nekoliko daljših) navpičnih črt, ki služijo le kontroli pri branju. Širina presledka med črtama v vsakem od teh parov določa osnovno širino  $h$  kode. Isto širino  $h$  imata tudi obe črti. Vmesni prostor je razdeljen na ustrezno število intervalov širine  $7h$ , vsak tak interval pa na 7 pasov širine  $h$ . Če je tak pas bel, to pomeni bit 0, črn pas pa ustreza bitu 1. Vsaka številka ima 7-bitno kodo, ki je odvisna od tega, na katerem mestu se nahaja. Številke iz prve polovice so kodirane tako, kot kažeta prvi in drugi stolpec v tabeli 1,

Številka	Levi del – koda A	Levi del – koda B	Desna polovica
0	0001101	0100111	1110010
1	0011001	0110011	1100110
2	0010011	0011011	1101100
3	0111101	0100001	1000010
4	0100011	0011101	1011100
5	0110001	0111001	1001110
6	0101111	0000101	1010000
7	0111011	0010001	1000100
8	0110111	0001001	1001000
9	0001011	0010111	1110100

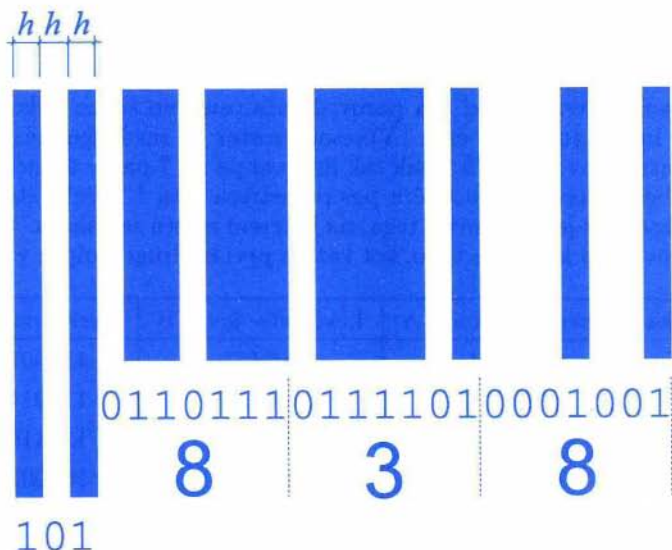
Tabela 1. Bitno kodiranje števk v kodi EAN13.

števke iz druge polovice črtne kode pa tako, kot prikazuje tretji stolpec tabele. Za števke iz prve polovice ni natanko določeno, kdaj uporabimo kodo A in kdaj kodo B. Podroben pregled črtne kode alpskega mleka, katere začetni del je močno povečan na sliki 1, pokaže, da črtna koda ustreza zaporedju bitov:

$$\underbrace{101}_A \underbrace{0110111}_8 \underbrace{0111101}_3 \underbrace{0001001}_8 \underbrace{0001001}_8 \underbrace{0100111}_0 \underbrace{0001101}_0 \underbrace{01010}_B$$

$$\underbrace{1110010}_0 \underbrace{1110010}_0 \underbrace{1110010}_0 \underbrace{1000100}_7 \underbrace{1001110}_5 \underbrace{1010000}_6 \underbrace{101}_C$$

Pri tem zaporedja bitov A, B in C ustrezajo levemu robu, sredini in desnemu robu.



Slika 1. Povečava začetka črtne kode.

Ker iz sedmih bitov lahko sestavimo kar 128 različnih kod, v EAN13 pa je porabljenih le deset izmed njih, nam takšno kodiranje omogoča dodatno preverjanje napak. Bralec sam lahko razmisli, ali koda EAN13 omogoča, da čitalnik črtne kode ugotovi, ali bere z leve proti desni ali z desne proti levi.

*Bojan Mohar*

## NEKAJ ZANIMIVIH NALOG ZA NAJMLAJŠE BRALCE

### Bankovci

Maja je imela pri sebi samo bankovce v vrednosti 200 in 500 tolarjev. Sedmino denarja je potrošila za kruh in mleko, kar je plačala z dvema bankovcema. Polovico ostalega denarja je dala za darilo, namenjeno prijateljici za rojstni dan. To je plačala s tremi bankovci. Koliko denarja je imela Maja na začetku?