

POVIJEST KODOVA

Povijest koda počinje na Harvardskoj poslovnoj školi gdje je 1932. student Wallace Flint u svom diplomskom radu razradio prednosti korištenja bušenih kartica u trgovini. Kupac bi u prodavaonici iz kataloga uzeo bušenu karticu odgovarajućeg proizvoda i odnio ju do prodavača. Prodavač bi karticu stavio u čitač i time pokrenuo automatiziranu isporuku izabranog artikla iz skladišta prodavaonice do blagajne.

Razvoj koda u današnjem obliku započeo je 1948. u Philadelphiji na fakultetu Drexel Institute of Technology. Lokalni lanac supermarketa inicirao je projekt razvoja sistema za automatsko očitavanje informacija o proizvodima prilikom naplate na blagajni.

Problem je zainteresirao Bernarda Silvera i Normana Josepha Woodlanda, koji su napustili fakultet i u potpunosti se posvetili rješavanju problema. Patentirali su prvi kod poznat kao "bull's eye" (bikovo oko) jer se sastojao od koncentričnih crnih i bijelih krugova. Osnovni nedostatak njihovog izuma ležao je u uređajima za očitavanje koji su bili nesigurni i vrlo skupi. Woodland se zaposlio u IBM-u i pokušao ukazati na potencijal koji leži u razvoju i korištenju kodova, ali IBM u to vrijeme nije bio zainteresiran.

Silver i Woodland svoj patent su prodali korporaciji RCA koja ga je implementirala u supermarketima članova nacionalnog udruženja trgovina prehrambenom robom.

Krajem 60-tih razvijena je tehnologija laserskog očitavanja koja je omogućavala jeftino i precizno očitavanje podataka koda. Nova tehnologija odmah je privukla pozornost IBM-a, koji se sjetio Woodlandovog prijedloga i premjestio ga u odjel razvoja novih kodova. Pod njegovim vodstvom razvijen je novi, linijski kod pogodan za očitavanje laserskim čitačima. "Bull's eye" kod pokazivao je velike poteškoće u radu s novom tehnologijom očitavanja, dok je IBM-ov linijski kod radio besprijekorno. Pokazao se kao najbolji u primjeni i izabran je za američki standardni kod u trgovini. Radilo se o UPC kodu (Universal Product Code).

Masovno korištenje kodova u trgovini započelo je 3. travnja 1973. kada je prodan prvi artikal označen UPC kodom. To je bilo veliko pakiranje Wrigley's Juicy Fruit žvakaćih guma.

Veliku ulogu u uvođenju univerzalnih kodova u trgovinu imao je Wallace Flint, koji je u to vrijeme bio podpredsjednik nacionalnog udruženja trgovina prehrambenom robom.

PODJELA KODOVA



Slika 1.: Prikaz linearnog koda

Prema količini i strukturi podataka kodovi se dijele na jednodimenzionalne i dvodimenzionalne. Jednodimenzionalni kodovi su "klasični" kodovi koji u sebi nose samo jedan podatak – obično šifru proizvoda na koji se kod odnosi. Nakon što čitač očita kod, dobiva se šifra s kojom se pristupa svim podacima očitano proizvoda spremljenima u računalu.

Crtični kod je smisleni niz tamnih linija i svijetlih međuprostora koji omogućavaju elektronskoj opremi očitavanje u njima sadržanih informacija o proizvodu. Formira se prema točno određenim pravilima koja ovise o vrsti koda. Kod se tiska kao simbol direktno na ambalažu ili na naljepnicu. Proizvod označen na takav način odlazi u distribucijsku mrežu sve do krajnjeg prodajnog mjesta u trgovini gdje se skenira ili očitava prikladnom opremom i dekodira iz kodnog oblika u, ljudskom oku, prepoznatljivu informaciju.

Najpoznatiji jednodimenzionalni kodovi su Codabar, Code 128, Code 39, EAN, JAN, Interleaved 2 of 5 i UPC.

Dvodimenzionalni kodovi nisu samo nositelji šifre proizvoda, već u sebi nose čitav niz informacija o samom proizvodu. Jednostavnim očitavanjem iz samoga koda dobivaju se sve informacije o samom proizvodu. Najpoznatiji dvodimenzionalni kodovi su Aztec, Codablock, Code 1, Code 16K, Code 49, DataMatrix, MaxiCode, PDF 417, SuperCode i UltraCode, QR kod.

Dvodimenzionalni kodovi

Naziv je prikladan jer se zapravo simbol ne mora sastojati od crtica i praznina. Postoje dva tipa 2D kodova:

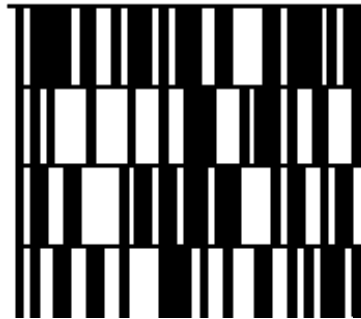
- u obliku stoga (stacked, engl. - kao kolekcija linearnih simbola složenih u određenu strukturu, u više redova) i
- matrice (matrix, engl. - simbol se sastoji od svijetlih i tamnih krugova, kvadrata ili heksagonalnih elemenata)



Slika 2.: Primjer dvodimenzionalnog matričnog koda

Razvoj 2D simbologije potaknut je potrebom da se sve više informacija smjesti na mali prostor. Tradicionalni 1-dimenzionalni, linearni kodovi funkcioniraju kao referenca za informaciju pohranjenu u bazi podataka, a 2D kodovi mogu služiti istoj svrsi na puno manjem prostoru ili mogu služiti kao sama baza podataka, noseći sve potrebne podatke o označenom objektu.

2-dimenzionalni kod može pohraniti puno više podataka od linearnog; individualni simbol može sadržavati do 7000 numeričkih ili 4200 alfa-numeričkih znakova. Neke od njih imaju mogućnost podjele sadržaja na više simbola, tako da je moguće kodirati praktički neograničeno dugu poruku. Nedostatak 2D simbologije je potreba specijalnog čitača; obično skupljeg od standardnog.



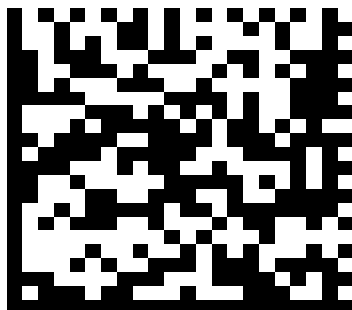
Slika 3.: Primjer dvodimenzionalnog koda u obliku stoga

Složene simbologije nastale su od linearnih kodova. Simboli koda 39 i koda 128, složenih horizontalno "u stog" u više redova daju kod 49 i kod 16K.

Kasnije, 1990 razvijen je i PDF417 s još većim kapacitetom i gustoćom zapisa, s većom čitljivošću. PDF417 dozvoljava puni ASCII set znakova, može kodirati oko 2000 znakova na 4 kvadratna inča. SuperCode je nova varijanta "paketnog" složenog koda gdje su podaci razbijeni u manje pakete i organizirani u simbole različitih oblika.

Matrične simbologije najčešće imaju još veću gustoću zapisa u odnosu na složene simbologije i omogućavaju skeniranje bez obzira na orijentaciju. Matrični kod, odnosno simbol, je sastavljen od uzorka ćelija koji mogu biti kvadratni, heksagonalni ili kružni. Podaci su kodirani putem relativnih pozicija svijetlih i tamnih elemenata, a simbologija sadrži i tehnike za detekciju i korekciju grešaka. To omogućava veću pouzdanost očitavanja i čitanje i djelomično oštećenih simbola.

Data Matrix kod



Slika 4.: Primjer DataMatrix koda

DataMatrix je dvodimenzionalan kod poznat još pod nazivom ECC200. DataMatrix podržava napredno kodiranje provjere pogrešaka i algoritme za provjeru istih. Prema različitim izvorima, ti algoritmi omogućavaju prepoznavanje koda koji su oštećeni čak do 60%.

DataMatrix je kod koji se sastoji od crnih i bijelih tzv. ćelija ili modula posloženih u četvrtastu ili pravokutnu strukturu.. Količina kodirane informacije ovisi o dimenzijama simbola kojeg koristimo. Kodovi za korekciju pogrešaka su dodani kako bi “osnažili” kod; čak i ako su djelomično oštećeni, i dalje se mogu očitati. DataMatrix kod može pohraniti 2335 alfanumeričkih znakova.

DataMatrix kod je pravokutnog oblika ili obično četvrtastog, sačinjen od ćelija, malih elemenata koji označavaju jedan bit. Ovisno kako se gleda, “svijetli” modul je 0, a “tamni” modul je 1, ili obrnuto. Svaki ovaj kod je složen od dva puna susjedna graničnika u obliku slova “L” -nalaznik uzorka (finder pattern, engl.) i dva ostala graničnika koji se sastoji od naizmjeničnih svijetlih i tamnih modula nazvanih vremenski uzorak (timing pattern, engl.). U okvirima tih linija se nalaze redovi i stupci kodiranih informacija. Nalaznici uzorka se koriste kako bi se locirao i orijentirao kod, dok vremenski uzorak određuje sumu brojeva redova i stupaca u kodu. Što je više podataka kodirano u kodu, broj ćelija (redova i stupaca) će se povećati. Može kodirati 3116 znakova od cijelog ASCII seta znakova.

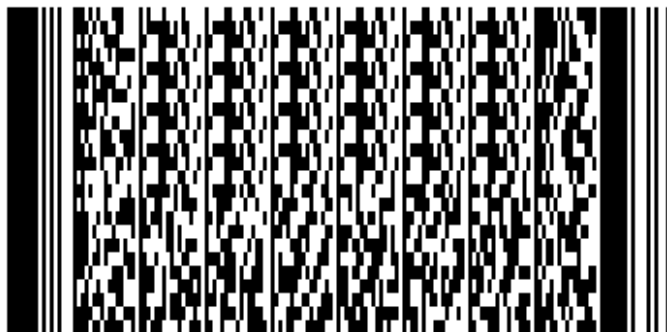
Veliki kodovi sadrže nekoliko područja. Svako podatkovno područje je razgraničeno s nalaznikom uzorka i sve to je okruženo sa svih strana s tihim zonama margina (quiet zone, engl.).



Slika 5.: Primjer velikog DataMatrix koda s nekoliko područja

Svaki kod ima broj redova i broj stupaca. Većina njih su kvadrati veličina od 10x10 pa do 144x144, ali ipak ima nekih pravokutnih veličina od 8x8 do 16x48. Svaki kod koji koristi korekciju pogrešaka može biti prepoznat po modulu u gornjem desnom kutu koji je iste boje kao i boja pozadine.

PDF417 kod



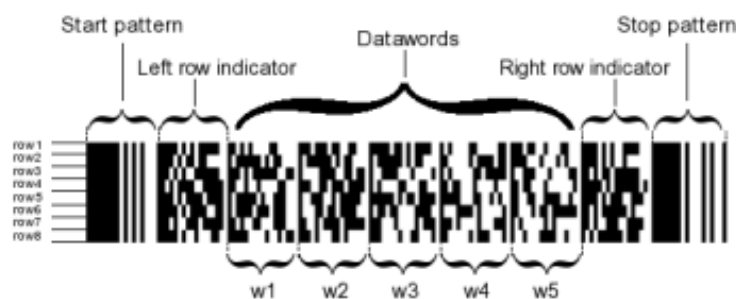
Slika 6.: Prikaz PDF417 koda

PDF417 je dvodimenzionalan kod koji je pravokutnog oblika; sam oblik može biti prilagođen do nekih mjera i to prilagođavajući širinu i visinu omogućivši im da rastu usporedno s porastom količine podataka. Isto tako je moguće podijeliti velike količine podataka u nekoliko PDF417 koda koji su logički povezani. Ne postoje teoretske granice u količinama podataka koje se mogu pohraniti u formatima koda PDF417.

PDF417 se koristi za obilježavanje rizičnih materijala; pohranjivanje tehničkih specifikacija i kalibracija podataka na elektroničkim instrumentima; kodiranje otisaka prstiju, potpisa, brojeva, crteža i fotografija na poledini vozačkih dozvola.

PDF417 je simbologija različite duljine s mnoštvom redova koja nudi visok kapacitet pohrane podataka i mogućnost korekcije pogrešaka. PDF417 može biti skeniran s linearnim PDF417 skenerom, laserskim skenerom, ili dvodimenzionalnim slikovnim uređajem.

Jedan PDF417 može kodirati više od 1100 bajta, 1800 ASCII znakova, te 2700 brojki, ovisno o odabranoj vrsti strukturiranih podataka. Svaki PDF417 kod sastoji se od stoga i redova, od 3 do 90 redova od kojih je svaki jedan mali linearan kod. Svaki red sadrži start i stop strukturu (start and stop pattern, engl.), lijeve i desne pokazivače (left and right row indicators, engl.) i od jedan do trideset znakovnih oznaka podataka. Budući da su i broj redova i njihova duljina odabrani prije tiskanja, omjer širine i visine slike koda PDF417 se može prostorno prilagoditi potrebama printanja.



Slika 9.: Analiza PFD417 koda

PDF417 kod također koristi korekciju grešaka. One omogućavaju čitaču kodova da popuni dijelove podataka koje su eventualno izgubljeni ili pak oštećeni ili nečitljivi. Opseg korekcije grešaka se određuju više-manje u svim programina za tisak koda. Razine korekcija grešaka i dopuna koje postoje kod ovog koda nude se od Razine 1 do Razine 8. Svi programi za tiskanje koda imaju i opciju odabiranja automatskog određivanja korekcije pogrešaka.

Postoje nekoliko podvrsta PDF417 koda: MicroPDF, MacroPDF i TruncatedPDF (skraćén kod PDF417).

QR kod

QR kod je kreiran u japanskoj korporaciji "Denso Wave" 1994. godine. "QR" znači "Qiuck Response" jer ga je kreator namijenio kao kod koji omogućava skupu informacija da se kodiraju pri vrlo velikim brzinama. Također je poznat pod nazivima "Denso Barcode", "JIS X

0510" i "ISO/IEC8004". U Japanu gotovo svaki mobilni uređaj koji ima ugrađenu kameru može čitati ove kodove.



Slika 10.: Primjer QR koda

U početku su korišteni za praćenje dijelova u automobilske industriji, a sada se koriste u puno većem kontekstu, uključujući i komercijalnu upotrebu za reklamiranje te konvencionalne aplikacije za mobilne uređaje poznate pod nazivom "mobilno obilježavanje" (mobile tagging, engl.).



Slika 11.: Shematski prikaz korištenja mobilnim čitačem

QR kodovi koji sadrže adrese i URL se može nalaziti u magazinima, na znakovima, autobusima, poslovnim karticama ili pak na bilo kojem objektu s kojeg bi korisnik eventualno skinuo potrebnu informaciju. Korisnici s integriranim kamerama na mobilnim uređajima koji također imaju ispravan i adekvatan program za čitanje kodova, može skenirati iste naređujući mobilnom uređaju da lansira i preusmjeri na programirani URL. Korisnici isto tako mogu generirati i printati svoje vlastite QR kodove pomoću nekoliko besplatnih stranica za kreiranje kodova.

QR kodovi su "najsnažniji" među današnjim formatima kodova. Imaju veliku primjenu u Aziji i Oceaniji, te brzo napreduju u Europi i Americi. Ono što QR kod čini toliko posebnim je

upravo to da su sposobni kodirati i druge znakove osim ASCII znakova, i to pomoću URL-a; telefonske brojeve, SMS poruke, te čak i binarne podatke, japanski jezik Kanji i Kana.

Moguće je kodirati i binarne znakove.

QR kod se može prepoznati po 3 velika četverokutnika u kutevima. To su registracijske oznake koje pokazuju koja strana ide na vrh. Dobar skener može pročitati taj kod s bilo koje strane i rotirati ga u memoriji tako da te registracijske oznake i ostatak koda budu dobro orijentirani. Crni i bijeli četverokutnici u području između registracijskih oznaka su kodirani podaci i u tim područjima dodane su i provjere grešaka i njihova korekcija. To čini taj kod još više naprednim, te otpornim na eventualne štete elemenata.

S najvećom razinom kodiranja i provjere grešaka, moguće je očitati taj kod kao originalan kod i to čak s 30% oštećenja od ukupnih skupa informacija.

QR kod može šifrirati više podataka od ostalih kodova i to preko 4000 ASCII znakova.

Verzije QR koda se rangiraju od verzije 1 do verzije 40. Svaka od tih verzija ima različite konfiguracije modula ili broj tih modula (modul u ovom slučaju predstavlja crne i bijele elemente koji sačinjavaju QR kod). "Konfiguracija modula" označava broj modula sadržanih u kodu počevši od Verzije 1 (21 x 21 modul) pa sve do Verzije 40 (177 x 177 modula).

QR kod ima sposobnost korekcije grešaka kako bi obnovio podatke ako je kod prljav ili oštećen. Postoje 4 razine korekcije grešaka koje su dostupne korisnicima kako bi ih odabrali prema operativnim potrebama. Povećavajući te razine, poboljšavaju se i kapaciteti korekcija grešaka, ali isto tako se povećavaju količine podataka koda. Razina M (15%) se najčešće upotrebljava.

Tablica 1.: Prikaz korekcije pogrešaka po razinama

KAPACITET KOREKCIJE GREŠAKA	
Razina L	7% kodnih riječi / znakova može biti obnovljeno
Razina M	15% kodnih riječi / znakova može biti obnovljeno
Razina Q	25% kodnih z riječi / nakova može biti obnovljeno
Razina H	30% kodnih riječi / znakova može biti obnovljeno



Slika 12.: Korekcija greške QR koda

TISAK 2D KODA



Slika 13.: Primjer printera za kodove

Otisak koda se može proizvesti na više različitih načina, a najvažnija je pri tome preciznost i kvaliteta otisnutog koda. Uspjeh sustava kodova ovisi upravo o kvaliteti otisnutog koda.

Među prvim kriterijima u izboru sustava za obilježavanje kodovima su količina koju treba otisnuti u određenom vremenu, a nakon toga trajnost koja se želi postići.

Alati za generiranje kodova

Postoji mnogo softvera kao i web stranica za generiranje kodova. Većina ponuđenih programa je shareware ili demo opcija.

RACO Barcode Generator

Program podržava izradu jednodimenzionalnih i dvodimenzionalnih kodova, od čega devet vrsta 2D kodova.

Barcode Properties

Code:

QR Code Version:

QR Code Error Correction Level:

QR Code Encoding:

Module Size (inches):

Quiet Zone Width (inches):

Top Margin (inches):

Bottom Margin (inches):

Image Format:

Slika 14.: Izgled programa RACO Barcode Generator; dostupan na stranici www.racoindustries.com

ČITANJE 2D KODOVA



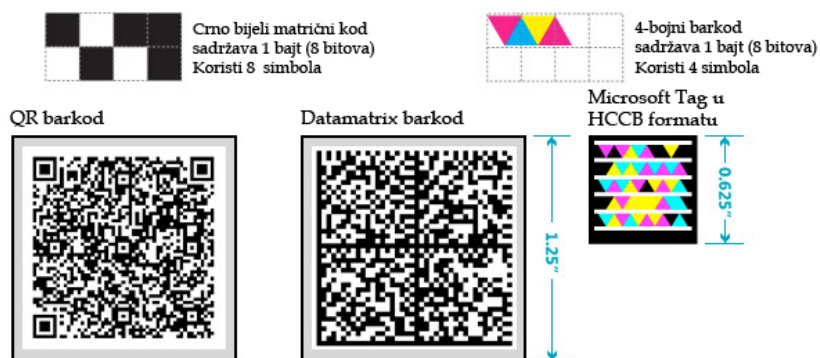
Slika15.: Primjer čitača koda

U osnovi, čitači kodova su elektro-optički uređaji koji osvjetljavaju simbol i mjere reflektirano svjetlo. Podatak se konvertira iz analognog u digitalni koji dekoder može procesirati, a zatim šalje računalu ili POS sustavu. Prema tehnologiji koju koriste, skeneri mogu biti CCD kamere (charge-coupled device) u različitim oblicima izvedbe, ili laserski čitači. Prema obliku, skeneri mogu biti ručni ili fiksirani, prema zahtjevu aplikacije.

NOVA RJEŠENJA

Microsoft Tag

Slično kao i ostale 2D tehnologije kodova, Microsoft Tag omogućuje pohranu podataka kao grafičku bitmapu koristeći pritom oblike i boje. Ovo nije kopija QR koda, nego se Microsoft Tag bazira na sasvim novoj tehnologiji High Capacity Color Barcodes (HCCBs), koji je izumljen od strane Microsofta. Glavna razlika je ta da se ne koriste četverokutni pikseli, već su razvili trokutaste oblike i boje za pohranu podataka.



Slika 16.: Prikaz dijagrama i usporedbe Microsoft Tag-a s drugim kodovima

Za razliku od ostalih tehnologija, Microsoft Tag zapravo ne pohranjuje podatke. Sve ono što zaista pohranjuje je jedinstven ID kojeg šalje u Microsoft server. Na taj način se može očitati više informacija. Microsoft je omogućio skidanje aplikacija za mobilne uređaje uključujući i iPhone, Blackberry, J2ME i druge. Ovaj kod je moguće očitati s puno veće udaljenosti nego konvencionalan 2D kod, ne treba ga očitavati pod pravim kutem, moguće ga je očitati čak i ako je djelomično prikriven.