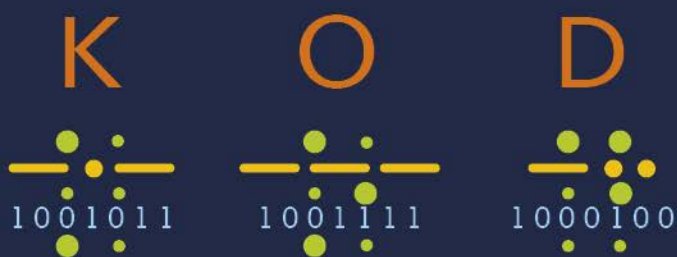


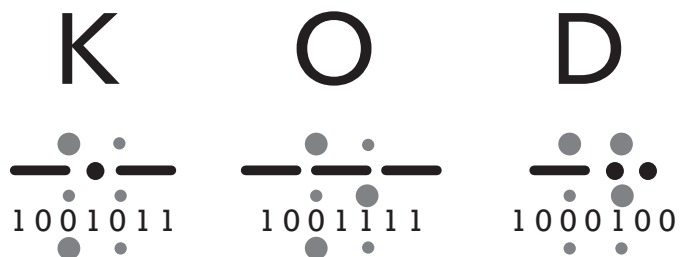
Skriveni jezik kompjuterskog hardvera i softvera



PREVOD DRUGOG IZDANJA

CHARLES PETZOLD

Skriveni jezik
kompjuterskog hardvera i softvera



PREVOD DRUGOG IZDANJA

CHARLES PETZOLD

Izdavač:



Obalskih radnika 4a, Beograd

Tel: 011/2520272

e-mail: kombib@gmail.com

internet: www.kombib.rs

Urednik: Mihailo J. Šolajić

Za izdavača, direktor:

Mihailo J. Šolajić

Autor: Charles Petzold

Prevod: Slavica Prudkov

Lektura: Nemanja Lukić

Slog: Zvonko Aleksić

Znak Kompjuter biblioteke:

Miloš Milosavljević

Štampa: „Pekograf“, Zemun

Tiraž: 500

Godina izdanja: 2022.

Broj knjige: 559

Izdanje: Prvo

ISBN: 978-86-7310-582-6

Code: The Hidden Language of Computer Hardware and Software: Second Edition

Charles Petzold

ISBN: 978-0-13-790910-0

Copyright © 2023 by Charles Petzold.

All right reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Pearson Education Global Rights & Permissions Department.

Autorizovani prevod sa engleskog jezika edicije u izdanju „Pearson Education Global“, Copyright © 2023.

Sva prava zadržana. Nije dozvoljeno da nijedan deo ove knjige bude reprodukovan ili snimljen na bilo koji način ili bilo kojim sredstvom, elektronskim ili mehaničkim, uključujući fotokopiranje, snimanje ili drugi sistem presnimavanja informacija, bez dozvole izdavača.

Zaštitni znaci

Kompjuter Biblioteka i „Pearson Education Global“ su pokušali da u ovoj knjizi razgraniče sve zaštitne oznake od opisnih termina, prateći stil isticanja oznaka velikim slovima.

Autor i izdavač su učinili velike napore u pripremi ove knjige, čiji je sadržaj zasnovan na poslednjem (dostupnom) izdanju softvera.

Delovi rukopisa su možda zasnovani na predizdanju softvera dobijenog od strane proizvođača. Autor i izdavač ne daju nikakve garancije u pogledu kompletnosti ili tačnosti navoda iz ove knjige, niti prihvataju ikakvu odgovornost za performanse ili gubitke, odnosno oštećenja nastala kao direktna ili indirektna posledica korišćenja informacija iz ove knjige.

Predgovor drugom izdanju

Prvo izdanje ove knjige objavljeno je u septembru 1999. godine. Sa velikim oduševljenjem shvatio sam da sam konačno napisao knjigu koju nikada neće biti potrebno revidirati! To je bila potpuna suprotnost mojoj prvoj knjizi, o programiranju aplikacija za Microsoft Windows. Ta knjiga je, za samo deset godina, prošla pet izdanja. Moja druga knjiga OS/2 Presentation Manager (šta?) je mnogo brže zastarela. Ali, bio sam siguran da će Kod trajati zauvek.

Moja originalna ideja je bila da knjiga Kod počne vrlo jednostavnim konceptima, pa da je polako nadograđujem do, veoma dubokog, razumevanja rada digitalnih računara. Tokom konstantnog napretka koristio sam minimum metafora, analogija i glupih ilustracija i, umesto toga, služio sam se jezikom i simbolima inženjera koji dizajniraju i grade računare. Takođe sam imao veoma pametan trik u rukavu: koristio sam drevne tehnologije da demonstriram univerzalne principe, pod pretpostavkom da su te drevne tehnologije već prilično stare i da nikada neće zastareti. Bilo je kao da sam pisao knjigu o motoru sa unutrašnjim sagorevanjem, a zasnovanu na Fordovom modelu T.

I dalje mislim da je moj pristup bio dobar, ali sam pogrešio u nekim detaljima. Kako su godine prolazile, knjiga je počela da pokazuje svoje godine. Neke od kulturnih referenci su zastarele. Telefoni i prsti su stali uz tastature i miševe. Internet je postojao 1999. godine, ali nije bio ništa nalik ovome što je do sada postao. Unicode - kodiranje teksta koje omogućava ujednačenu reprezentaciju svih svetskih jezika, kao i emotikona - je u prvom izdanju dobilo manje od jedne stranice. A JavaScript, programski jezik koji je postao sveprisutan na webu, uopšte nije pomenut.

Te probleme bi verovatno bilo lako rešiti, ali postojao je još jedan aspekt prvog izdanja koji me je i dalje mučio. Želeo sam da pokažem rad stvarnog CPU-a — centralne procesorske jedinice, koja čini mozak, srce i dušu računara - ali prvo izdanje nije u tome uspelo. Osećao sam da sam se približio ovom ključnom otkriću, ali sam onda odustao. Čini se da se čitaoci nisu žalili, ali meni je to bila očigledna mana.

Taj nedostatak je ispravljen u ovom drugom izdanju. Zbog toga je duže nekih 70 stranica. Da, ovo je duže putovanje, ali ako počete sa mnom stranicama ovog drugog izdanja, zaronićemo mnogo dublje u unutrašnjost CPU-a. Da li će vam to biti prijatnije iskustvo ili ne, ne znam. Ako se osećate kao da ćete se udaviti, molim vas izađite i udahnite. Ali, ako pročete poglavlje 24, trebalo bi da se osećate prilično ponosno i biće vam drago da znate da je ostatak knjige lak.

Prateći veb sajt

U prvom izdanju knjige *Kod* koristio sam crvenu boju u dijagramima strujnog kola za označavanje protoka električne energije. U drugom izdanju takođe to primenjujem, ali je rad ovih kola sada ilustrovan na interaktivan način na novoj veb stranici pod nazivom CodeHiddenLanguage.com.

Povremeno ću vas podsećati na ovu veb stranicu sa stranica ove knjige i, takođe, koristimo posebnu ikonicu, koju ćete videti na margini ovog pasusa. U nastavku, kad god vidite tu ikonu - obično uz dijagram kola - istražite funkcionisanje kola na veb sajtu. (Informacija za one koji žude za tehničkom pozadinom: programirao sam ovu veb grafiku u JavaScript-u pomoću HTML5canvas elementa.)

Veb sajt CodeHiddenLanguage.com je potpuno besplatan za korišćenje. Ne postoji paywall, a jedina reklama koju ćete videti je reklama za ovu knjigu. U nekoliko primera, veb sajt koristi kolačiće, ali samo da bi omogućio da sačuvate neke informacije na svom računaru. Veb sajt vas neće pratiti, niti činiti kakvo zlo.

Takođe, koristiću veb stranicu za pojašnjenja ili ispravke materijala u knjizi.

Odgovorni ljudi

Na koricama je ime jednog od ljudi odgovornih za ovu knjigu; ostali nisu ništa manje neophodni, ali se njihova imena pojavljuju unutra, na stranicama o autorskim pravima i kolofonu.

Posebno želim da zahvalim izvršnoj urednici Haze Humbert, koja mi se obratila u vezi sa drugim izdanjem nesvesno u pravom trenutku kada sam bio spreman da to uradim. Počeo sam da radim u januaru 2021. godine i ona je vešto vodila posao, čak i kada je rok za knjigu prošao nekoliko meseci i kada mi je trebala doza uveravanja da sam i dalje na pravom putu.

Urednik projekta za prvo izdanje bila je Ketlin Etkins koja je, takođe, razumela šta pokušavam da uradim i pružila mnogo prijatnih sati saradnje. Moj agent u to vreme bila je Klodet Mur koja je, takođe, uvidela vrednost takve knjige i ubedila Microsoft Press da je objavi.

Tehnički urednik za prvo izdanje bio je Jim Fuchs koji je, sećam se, otkrio mnogo sramotnih grešaka. Tehnički recenzenti drugog izdanja Mark Seemann i Larri O'Brien su, takođe, otkrili nekoliko grešaka i pomogli mi da učinim ove stranice boljim nego što bi inače bile.

Mislio sam da sam pre nekoliko decenija shvatio razliku između „sastaviti (eng. compose)“ i „obuhvatiti (eng. comprise)“, ali očigledno nisam. Ispravljanje ovakvih grešaka bio je neprocenjiv doprinos urednika copyja Scouta Festa. Uvek sam se oslanjao na ljubaznost urednika copyja, koji prečesto ostaju anonimni stranci, ali koji se neumorno bore protiv nepreciznosti i zloupotrebe jezika.

Sve greške koje su ostale u ovoj knjizi su isključivo moja odgovornost.

Želim ponovo da se zahvalim svojim beta čitaocima prvog izdanja: Šeril Kanter, Janu Istlundu, pokojnom Piteru Goldemanu, Lin Magalskoj i Deirdre Sinot (koja je kasnije postala moja supruga).

Brojne ilustracije u prvom izdanju bile su delo pokojnog Džoela Pančota, za koga sam shvatio da je zaslužen ponosan na svoj rad na ovoj knjizi. Ostale su mnoge njegove ilustracije, ali potreba za dodatnim dijagramima kola me je navela da ponovim sva kola radi doslednosti. (Tehnička pozadina: ove ilustracije je generisao program koji sam napisao u jeziku C# pomoću SkiaSharp grafičke biblioteke za generisanje skalabilnih vektorskih grafičkih fajlova. Po uputstvima višeg proizvođača sadržaja Trejsi Krum, SVG fajlovi su konvertovani u Encapsulated PostScript za podešavanje stranica pomoću Adobe InDesigna.)

I konačno

Ovu knjigu želim da posvetim dvema najvažnijim ženama u mom životu.

Moja majka se borila sa nedaćama koje mogu da unište osobu. Usmeravala me je kroz život a da me nikada nije sputavala. Proslavili smo njen 95. (i poslednji) rođendan tokom pisanja ove knjige.

Moja supruga Deirdre Sinnott ima suštinski značaj i ponosim se njenim dostignućima, njenom podrškom i ljubavlju.

I čitaocima prvog izdanja, čije su ljubazne povratne informacije bile izuzetno zahvalne.

Charles Petzold

9. maja 2022. Godine

Pearsonova posvećenost različitosti, jednakosti i inkluziji

Pearson je posvećen stvaranju sadržaja bez predrasuda koji odražava raznolikost svih učenika. Mi prihvatamo mnoge dimenzije različitosti, uključujući, ali ne ograničavajući se na rasu, etničku pripadnost, pol, socioekonomski status, sposobnosti, godine, seksualnu orijentaciju i verska ili politička uverenja.

Obrazovanje je moćna sila jednakosti i promena u našem svetu. Ima potencijal da pruži mogućnosti koje poboljšavaju živote i omogućavaju ekonomsku mobilnost. Dok radimo sa autorima na stvaranju sadržaja za svaki proizvod i uslugu, prepoznajemo svoju odgovornost da pokažemo inkluzivnost i uključimo različite stipendije da bi svako mogao da ostvari svoj potencijal kroz učenje. Kao vodeća svetska kompanija za učenje, dužni smo da pomognemo pokretanje promena i ostvarimo svoju svrhu da pomognemo većem broju ljudi da kreira bolji život za sebe i da stvori bolji svet.

Naša ambicija je da namerno doprinesemo svetu u kom:

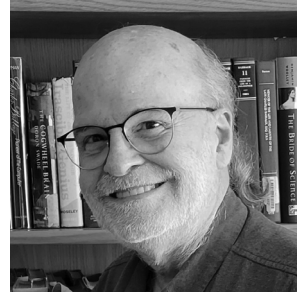
- svako ima pravičnu i doživotnu priliku da uspe kroz učenje
- su naši obrazovni proizvodi i usluge inkluzivni i predstavljaju bogatu raznolikost učenika
- naš obrazovni sadržaj tačno odražava istoriju i iskustva učenika kojima služimo
- naš obrazovni sadržaj podstiče šire diskusije sa učenicima i motiviše ih da nadograđuju naučeno (i šire pogled na svet).

Iako naporno radimo na predstavljanju nepristrasnog sadržaja, želimo da čujemo od vas o svim nedoumicama ili potrebama u vezi sa ovim Pearson proizvodom da bismo mogli da ih istražimo i rešimo.

- Ako imate pitanja u vezi sa potencijalnom pristrasnošću pišite nam na adresu <https://www.pearson.com/report-bias.html>.

O autoru

Čarls Petzold je, takođe, autor knjige *The Annotated Turing: A Guided Tour through Alan Turing's Historic Paper on Computability and the Turing Machine* (Wiley, 2008). Napisao je i gomilu drugih knjiga, ali one su uglavnom o programiranju aplikacija za Microsoft Windows i sve su zastarele. Živi u Njujorku sa suprugom, istoričarkom i spisateljicom Deirdre Sinnott, i dve mačke Honey i Heidi. Njegovu veb stranicu možete posetiti na adresi www.charlespetzold.com.





Postanite član Kompjuter biblioteke

Kupovinom jedne naše knjige stekli ste pravo da postanete član Kompjuter biblioteke. Kao član možete da kupujete knjige u pretplati sa 40% popustai učestvujete u akcijama kada ostvarujete popuste na sva naša izdanja. Potrebno je samo da se prijavite preko formulara na našem sajtu.

Link za prijavu: <http://bit.ly/2TxeK5a>

Skenirajte QR kod
registrujte knjigu
i osvojite nagradu



Poglavlje 1

Najbolji prijatelji

Imaš 10 godina. Tvoj najbolji prijatelj živi preko puta. Prozori vaših spavaćih soba su zapravo okrenuti jedan prema drugom. Svake noći, nakon što su vaši roditelji proglasili vreme za spavanje veoma rano, još uvek želite da razmenjujete misli, zapažanja, tajne, tračeve, šale i snove. Niko vas za to ne krivi. Impuls za komunikacijom je, na kraju krajeva, jedna od najljudskih osobina.

Dok su svetla još uvek upaljena u vašim spavaćim sobama, vi i vaš najbolji prijatelj možete da mahnete jedan drugome sa prozora i, koristeći široke gestove i rudimentarni govor tela, razmenite misao ili dve. Ali sofisticiranije razmene su teške, a kada roditelji donesu odluku „Ugasi svetla!“, neophodna su tiša rešenja.

Kako komunicirati? Ako ste dovoljno srećni da imate mobilni telefon sa 10 godina, možda bi tajni poziv ili tiho slanje SMS poruka mogli da funkcionišu. Ali šta ako vaši roditelji imaju naviku da oduzimaju mobilne telefone pre spavanja, ili čak da isključuju Wi-Fi? Spavaća soba bez elektronske komunikacije je zaista veoma izolovana soba.

Međutim, ono što vi i vaš najbolji prijatelj *imate* su baterijske lampe. Svi znaju da su baterijske lampe izmišljene da bi deca mogla da čitaju knjige ispod pokrivača; baterijske lampe su takođe savršene za komunikaciju u mraku. One su dovoljno tihe, a svetlo je veoma usmereno i verovatno neće prodreti ispod vrata spavaće sobe da upozori vaše sumnjičave roditelje.

Da li baterijske lampe mogu da govore? Svakako вреди pokušati. Naučili ste da pišete slova i reči na papiru u prvom razredu, pa prenos tog znanja na baterijsku lampu čini se razumnim. Sve što je potrebno da uradite je da stojite pored svog prozora i crtate slova svetlom. Za O, upalite baterijsku lampu, iscrtajte krug u vazduhu i isključite prekidač. Za I napravite vertikalni potez. Ali, kao što ćete brzo otkriti, ovaj metod je katastrofa. Dok gledate baterijsku lampu vašeg prijatelja kako se okreće i

iscrtava linije u vazduhu, otkrićete da je previše teško sastaviti više poteza u svojoj glavi. Ovi vrtlozi i crtice svetlosti jednostavno nisu dovoljno *precizni*.

Možda ste gledali film u kom je nekoliko mornara signaliziralo jedan drugom preko mora trepćućim svetlima. U drugom filmu, špijun je pomerao ogledalo kako bi reflektovao sunčevu svetlost u prostoriju u kojoj je drugi špijun ležao zarobljen. Možda je to rešenje. Dakle, prvo osmislite jednostavnu tehniku: svako slovo abecede odgovara nizu treptaja baterijske lampe. A je 1 treptanje, B je 2 treptaja, C je 3 treptaja, i tako dalje do 26 treptaja za Z. Reč BAD je 2 treptaja, 1 treptanje i 4 treptanja sa malim pauzama između slova tako da ne pogrešite i zamenite 7 treptaja sa G. Pauzirajte malo duže između reči.

Ovo izgleda obećavajuće. Dobra vest je da više ne morate da mašete baterijskom lampom; sve što je potrebno da uradite je da usmerite i kliknete. Loša vest je da jedna od prvih poruka koju pokušate da pošaljete („Kako ste?“) zahteva ukupno 131 treptaj svetla! Štaviše, zaboravili ste na interpunkciju, pa ne znate koliko treptaja odgovara znaku pitanja.

Ali blizu ste. Sigurno mislite da se neko već sigurno suočio sa ovim problemom ranije i potpuno ste u pravu. Odlaskom u biblioteku ili pretraživanjem interneta otkrićete čudesan pronalazak poznat kao Morzeov kod. To je *upravo* ono što ste tražili, iako sada morate ponovo da naučite kako da „pišete“ sva slova abecede.

Evo razlike: u sistemu koji ste izmislili, svako slovo abecede je određeni broj treptaja, od 1 treptaja za A do 26 treptaja za Z. U Morzeovom kodu imate dve vrste treptaja – kratke i duge treptaje. To naravno čini Morzeovu azbuku komplikovanijom, ali se u stvarnoj upotrebi ispostavi da je mnogo efikasnija. Rečenica „Kako si?“ sada zahteva samo 32 treptaja (neki kratki, neki dugi) umesto 131, i to *uključuje* kod za upitnik.

Kada se raspravlja o tome kako funkcioniše Morzeov kod, ljudi ne govore o „kratkim treptajima“ i „dugim treptajima“. Umesto toga, oni referenciraju „tačke“ i „crtice“ jer je to zgodan način prikazivanja kodova na odštampanoj stranici. U Morzeovom kodu, svako slovo abecede odgovara kratkom nizu tačaka i crtica, kao što vidite u sledećoj tabeli.

A	•—	J	•— — —	S	•••
B	—•••	K	—•—	T	—
C	—•—•	L	•—••	U	••—
D	—••	M	— —	V	•••—
E	•	N	—•	W	•— —
F	••—•	O	— — —	X	—••—
G	— — •	P	•— — •	Y	—•— —
H	••••	Q	— — — —	Z	— — ••
I	••	R	•—•		

Iako Morzeov kod nema apsolutno nikakve veze sa računarima, upoznavanje sa prirodom kodova je suštinski preliminarno za postizanje dubokog razumevanja skrivenih jezika i unutrašnjih struktura računarskog hardvera i softvera.

U ovoj knjizi reč *cod* obično označava sistem za prenos informacija između ljudi, između ljudi i računara, ili unutar samih računara.

Kod vam omogućava da komunicirate. Ponekad su kodovi tajni, ali većina kodova nije. Zaista, većina kodova mora biti dobro shvaćena, jer su osnova ljudske komunikacije.

Zvuci koje proizvodimo ustima da bismo formirali reči čine kod koji je razumljiv svakome ko može da čuje naše glasove i razume jezik kojim govorimo. Ovaj kod nazivamo „izgovorena reč“ ili „govor“.

U zajednicama gluвих, za različite znakovne jezike koriste se šake i ruke za formiranje pokreta i gestova koji prenose pojedinačna slova reči ili cele reči i koncepte. Dva najčešća sistema u Severnoj Americi su američki znakovni jezik (American Sign Language - ASL) koji je razvijen početkom 19. veka u American School for the Deaf, i *Langue des signes Quebecoise (LSQ)*, koji je varijacija francuskog znakovnog jezika.

Koristimo drugi kod za reči na papiru ili drugom mediju, koji nazivamo „pisana reč“ ili „tekst“. Tekst može da bude napisan ili unet ručno, a zatim odštampan u novinama, časopisima i knjigama ili prikazan digitalno na različitim uređajima. U mnogim jezicima postoji jaka korespondencija između govora i teksta. Na primer, u engleskom jeziku slova i grupe slova odgovaraju (manje ili više) izgovorenim zvucima.

Za osobe sa oštećenim vidom, pisana reč može da bude zamenjena Brajevom azbukom, koja koristi sistem izdignutih tačaka koje odgovaraju slovima, grupama slova i celim rečima. (O Brajevom pismu ćemo govoriti detaljnije u poglavlju 3.)

Kada izgovorene reči moraju da budu vrlo brzo transkribovane u tekst, korisna je stenografija. Na sudovima ili za generisanje titlova u realnom vremenu za televizijske vesti ili sportske programe, stenografi koriste mašinu za stenografiju sa pojednostavljenom tastaturom koja uključuje sopstvene kodove koji odgovaraju tekstu.

Koristimo niz različitih kodova za međusobnu komunikaciju jer su neki kodovi pogodniji od drugih. Kod izgovorene reči se ne može sačuvati na papiru, pa se umesto toga koristi kod pisane reči. Tiha razmena informacija na daljinu u mraku nije moguća pomoću govora ili papira. Dakle, Morzeov kod je pogodna alternativa. Kod je koristan ako služi svrsi kojoj nijedan drugi kod ne može.

Kao što ćemo videti, različite vrste kodova takođe koristimo u računarima za skladištenje i razmenu teksta, brojeva, zvukova, muzike, slika i filmova, kao i instrukcija u samom računaru. Računari se ne mogu lako nositi sa ljudskim kodovima jer računari ne mogu precizno da dupliraju načine na koje ljudska bića koriste oči, uši, usta i prste. Učiti računare govoru je veoma teško, a još teže naučiti ih da razumeju govor.

Ali postignut je veliki napredak. Računarima je sada omogućeno da hvataju, čuvaju, manipuliraju i prikazuju mnoge vrste informacija koje se koriste u ljudskoj komunikaciji, uključujući vizuelne (tekst i slike), zvučne (izgovorene reči, zvuci i muzika) ili kombinaciju oba (animacije i filmovi). Sve ove vrste informacija zahtevaju sopstvene kodove.

Čak je i tabela Morzeove azbuke koju ste upravo videli sama po sebi neka vrsta koda. U tabeli je prikazano da je svako slovo predstavljeno nizom tačaka i crtica. Međutim, ne možemo da šaljemo tačke i crtice. Kada šaljete Morzeovu azbuku sa baterijskom lampom, tačke i crtice odgovaraju treptajima.

Slanje Morzeove azbuke pomoću baterijske lampe zahteva brzo uključivanje i isključivanje prekidača lampe za tačku, a nešto duže za crticu. Na primer, da biste poslali A, brzo uključite i isključite baterijsku lampu, a zatim uključite i isključite ne tako brzo, nakon čega sledi pauza pre sledećeg znaka. Po konvenciji, dužina crtice bi trebalo da bude oko tri puta veća od dužine tačke. Osoba na prijemnoj strani vidi kratko i dugo treptanje i zna da je to slovo A.

Pauze između tačaka i crtica Morzeove azbuke su ključne. Na primer, kada pošaljete A, baterijska lampica bi trebalo da bude isključena između tačke i crtice na period koji je jednak otprilike jednoj tački. Slova u istoj reči razdvojena su dužim pauzama dužine otprilike jedne crtice. Na primer, sledi prikaz Morzeovog koda za reč „hello“, gde su ilustrovane pauze između slova:

●●●● ● ●■■■■ ●■■■■● ■■■■■■■■

Reči su razdvojene tačkom isključenja od oko dve crtice. Sledi kod za „hi there“:

●●●● ●● ■■■■■ ●●●●● ● ●■■■■● ●

Dužina vremena u kojoj lampica ostaje uključena i isključena nije fiksna. Sve je u vezi sa dužinom tačke, što zavisi od toga koliko brzo prekidač lampe može da bude aktiviran i koliko brzo pošiljalac Morzeovog koda može da zapamti kod za određeno slovo. Crtica brzog pošiljaoca može da bude iste dužine kao i tačka sporog pošiljaoca. Ovaj mali problem mogao bi da oteža čitanje poruke Morzeovog koda, ali nakon slova ili dva, osoba na prijemnoj strani obično može da shvati šta je tačka, a šta crtica.

Prvo, definicija Morzeovog koda - a po *definiciji* mislim na korespondenciju različitih nizova tačaka i crtica za slova abecede - pojavljuje se nasumično kao i raspored računarske tastature. Međutim, kada bolje pogledamo, to nije sasvim tako. Jednostavniji i kraći kodovi se dodeljuju češće korišćenim slovima abecede, kao što su E i T. Scrabble igrači i *Wheel of Fortune* obožavaoci bi to mogli odmah primetiti. Manje uobičajena slova, kao što su Q i Z (koja vam donose 10 poena u Scrabble igri i retko se pojavljuju u zagonetkama *Wheel of Fortune*), imaju duže kodove.

Morzeovu azbuku zna relativno malo ljudi. Tri tačke, tri crtice i tri tačke predstavljaju SOS, međunarodni signal za pomoć. SOS nije skraćenica za bilo šta – to je jednostavno niz Morzeovog koda koji se lako pamti. Tokom Drugog svetskog rata, Britanska radio-difuzna korporacija (British Broadcasting Corporation) je pokretala neke radio emisije početkom Betovenove Pete simfonije – BAH, BAH, BAH, BAHMMMMM – za koju Betoven nije znao u vreme kada je komponovao muziku da će jednog dana biti Morzeov kod za V, za pobedu (eng. Victory).

Jedan nedostatak Morzeovog koda je taj što ne pravi razliku između velikih i malih slova. Ali pored predstavljanja slova, Morzeov kod uključuje i kodove za brojeve pomoću niza od pet tačaka i crtica:

1	•------	6	---••••
2	••------	7	---••••
3	•••------	8	---••••
4	••••---	9	---••••
5	•••••	0	---••••

Ovi kodovi brojeva su, barem, malo uredniji od kodova slova.

Većina znakova interpunkcije koristi pet, šest ili sedam tačaka i crtica:

.	•---••---	'	•---••••
,	---••••---	(---••••
?	••---••••)	---••••---
:	---••••••	=	---••••---
;	---••---••	+	••---•••
-	---••••---	\$	••••---••
/	---•••••	¶	••---••••
"	••---••••	_	••---••---

Definisani su dodatni kodovi za akcentovana slova nekih evropskih jezika i kao stegnografske sekvence za posebne svrhe. SOS kod je jedna takva skraćena sekvenca: trebalo bi da se šalje kontinuirano sa samo pauzom od jedne tačke između tri slova.

Uvidećete da je vama i vašem prijatelju mnogo lakše da pošaljete Morzeov kod ako imate baterijsku lampu napravljenu specijalno za ovu svrhu. Pored normalnog kliznog prekidača za uključivanje-isključivanje, ove baterijske lampe takođe uključuju prekidač sa dugmetom koji jednostavno pritisnete i otpustite da biste uključili i isključili baterijsku lampu. Uz malo vežbe, možda ćete moći da postignete brzinu slanja i primanja od 5 ili 10 reči u minuti - i dalje mnogo sporije od govora (što je negde u opsegu od 100 reči u minuti), ali je sigurno adekvatno.

Kada konačno vi i vaš najbolji prijatelj naučite Morzeovu azbuku (jer je to jedini način da postanete vešti u slanju i primanju), možete je koristiti i vokalno kao zame-nu za normalan govor. Za maksimalnu brzinu, izgovarate tačku kao *dih* (ili *dit* za poslednju tačku slova) a crticu kao *dah*, na primer, *dih-dih-dih-dah* za V. Na isti način na koji Morzeov kod svodi pisani jezik na tačke i crtice, govorna verzija koda svodi govor na samo dva samoglasnika.

Ključna reč ovde je *dva*. Dve vrste treptaja, dva samoglasnika, dva različita bilo čega, zaista, uz odgovarajuće kombinacije mogu da prenesu sve vrste informacija.

Poglavlje 2

Kodovi i kombinacije

Morzeovu azbuku je oko 1837. godine izmislio Semjuel Finli Briz Morz (1791–1872), koga ćemo detaljnije upoznati kasnije u ovoj knjizi. Drugi su je dalje razvili, pre svega Alfred Vejl (1807–1859), i evoluirao je u nekoliko različitih verzija. Sistem opisan u ovoj knjizi je formalnije poznat kao Međunarodni morzeov kod.

Pronalazak Morzeove azbuke ide ruku pod ruku sa pronalaskom telegrafa, koji ću takođe detaljnije ispitati kasnije u ovoj knjizi. Kao što Morzeov kod daje dobar uvod u prirodu kodova, telegraf uključuje hardver koji može da oponaša rad računara.

Većina ljudi smatra da je Morzeov kod lakše poslati nego primiti. Čak i ako ne znate napamet Morzeovu azbuku, možete jednostavno koristiti ovu tabelu, koju ste videli u prethodnom poglavlju, prikladno raspoređenu po abecednom redosledu:

A	•-	J	•---	S	•••
B	--••	K	--•-	T	-
C	--•••	L	••••	U	••-
D	--••	M	--	V	•••-
E	•	N	--•	W	•---
F	••••	O	----	X	--••-
G	--••	P	•••••	Y	--•••-
H	••••	Q	---•-	Z	---••
I	••	R	•••		

Primanje Morzeovog koda i njegovo prevođenje u reči je znatno teže i oduzima više vremena od slanja jer morate da radite unazad da biste otkrili slovo koje odgovara određenom kodiranom nizu tačaka i crtica. Ako nemate memorisane kodove i dobijete crticu-tačku-crticu-crticu, potrebno je da skenirate tabelu, slovo po slovo, pre nego što konačno otkrijete da je to slovo Y.

Problem je to što imamo tabelu koja pruža ovaj prevod:

Slovo abecede → *Tačke i crtice Morzeove azbuke*

Ali nemamo tabelu koja nam omogućava da se vratimo unazad:

Tačke i crtice Morzeove azbuke → *Slovo abecede*

U ranim fazama učenja Morzeove azbuke, takva tabela bi svakako bila korisna. Ali uopšte nije očigledno kako bismo mogli da je konstruišemo. U tim tačkama i crtica-ma ne postoji ništa što bismo mogli da poređamo po abecednom redosledu.

Zato zaboravimo na abecedni redosled. Možda bi bolji pristup organizovanju koda-va mogao biti da ih grupišete na osnovu toga koliko tačaka i crtica sadrže. Na primer, sekvenca Morzeovog koda koja sadrži samo jednu tačku ili jednu crticu može predstavljati samo dva slova, a to su E i T:

•	E
-	T

Kombinacija tačno dve tačke ili crtice daje još četiri slova - I, A, N i M:

••	I	-•	N
•-	A	--	M

A obrazac od tri tačke ili crtice nam daje još osam slova:

•••	S	--•	D
••-	U	-•-	K
•-•	R	---•	G
•--	W	----	O

I na kraju (ako želimo da prekinemo ovu vežbu pre nego što se pozabavimo brojevima i znakovima interpunkcije), nizovi od četiri tačke i crtice dozvoljavaju još 16 karaktera:

••••	H	----	B
•••-	V	---•	X
••-•	F	--••	C
••--	Ü	-•••	Y
•-••	L	----•	Z
•-•-	Ä	---•-	Q
•--•	P	----•	Ö
•---	J	-----	Ş

Zajedno, ove četiri tabele sadrže 2 plus 4 plus 8 plus 16 kodova za ukupno 30 slova, 4 više nego što je potrebno za 26 slova Latinske abecede. Iz tog razloga, primetićete da su 4 koda u poslednjoj tabeli za akcentovana slova: tri sa umlautima i jedan sa sedilom.

Ove četiri tabele svakako mogu pomoći kada vam neko šalje Morzeov kod. Nakon što primite kod za određeno slovo, znate koliko tačaka i crtica ima i možete barem otići do prave tabele da biste ga potražili. Svaka tabela je organizovana metodički počevši od koda sa svim tačkama u gornjem levom uglu i završavajući kodom sa svim crticama u donjem desnom uglu.

Možete li videti obrazac u *veličini* ove četiri tabele? Svaka tabela ima dvostruko više kodova od tabele ispred nje. To ima smisla: svaka tabela ima sve kodove iz prethodne tabele praćene tačkom, i sve kodove iz prethodne tabele praćene crticom.

Ovaj zanimljiv trend možemo da rezimiramo na sledeći način:

BROJ TAČAKA I CRTICA	BROJ KODOVA
1	2
2	4
3	8
4	16

Svaka od četiri tabele ima duplo više kodova od tabele ispred nje, tako da ako prva tabela ima 2 koda, druga tabela ima 2×2 koda, a treća tabela ima $2 \times 2 \times 2$ koda. Evo još jedan način na koji to možemo da prikazemo:

BROJ TAČAKA I CRTICA	BROJ KODOVA
1	2
2	2×2
3	$2 \times 2 \times 2$
4	$2 \times 2 \times 2 \times 2$

Kada imamo posla sa brojem pomnoženim samim sobom, možemo početi da koristimo eksponente da pokažemo stepene. Na primer, $2 \times 2 \times 2 \times 2$ možemo da napišemo kao 2^4 (*2 na 4. stepen*). Svi brojevi, 2, 4, 8 i 16, su stepen dvojke jer ih možete izračunati množenjem 2 samim sobom. Rezime takođe možemo da prikažemo ovako:

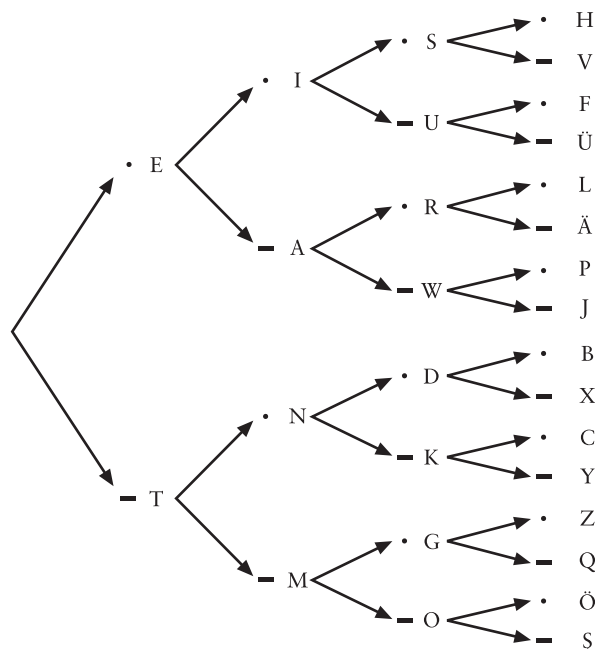
BROJ TAČAKA I CRTICA	BROJ KODOVA
1	21
2	22
3	23
4	24

Ova tabela je postala veoma jednostavna. Broj kodova je jednostavno 2 na stepen broja tačaka i crtica:

$$\text{broj kodova} = 2^{\text{broj tačaka i crtica}}$$

Stepen dvojke često se pojavljuju u kodovima, a posebno u ovoj knjizi. Videćete još jedan primer u sledećem poglavlju.

Da biste još više olakšali proces dekodiranja Morzeovog koda, možda biste želeli da nacrtate nešto poput ovog velikog dijagrama u obliku stabla prikazanog na sledećoj slici.



Ovaj dijagram prikazuje slova koja proizilaze iz svakog određenog uzastopnog niza tačaka i crtica. Da biste dekodirali određeni niz, pratite strelice s leva na desno. Na

primer, pretpostavimo da želite da znate koje slovo odgovara kodu tačka-crta-tačka. Počnite sa leve strane i izaberite tačku; zatim nastavite da se krećete desno duž strelica i izaberite crticu, a zatim još jednu tačku. Slovo je R, prikazano pored treće tačke.

Ako razmislite o tome, konstruisanje takve tabele je verovatno bilo neophodno za definisanje Morzeovog koda. Prvo, to osigurava da ne napravite glupu grešku koristeći isti kod za dva različita slova! Drugo, sigurni ste da ćete koristiti sve moguće kodove bez nepotrebno dugačkog niza tačaka i crtica.

Rizikujući da proširimo ovu tabelu izvan granica štampane stranice, mogli bismo da je nastavimo za kodove od pet tačaka i crtica. Sekvenca od tačno pet tačaka i crtica daje nam 32 ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$, ili 2^5) dodatna koda. Obično bi to bilo dovoljno za deset brojeva i 16 znakova interpunkcije definisanih u Morzeovom kodu, i zaista, brojevi su kodirani sa pet tačaka i crtica. Međutim, mnogi drugi kodovi koji koriste niz od pet tačaka i crtica predstavljaju akcentovana slova, a ne znakove interpunkcije.

Da bismo uključili sve znakove interpunkcije, sistem mora da bude proširen na šest tačaka i crtica, što nam daje 64 ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$, ili 2^6) dodatna koda za ukupno $2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 64$ ili 126 karaktera. To je previše za Morzeov kod, koji ostavlja mnoge od ovih dužih kodova *nedefinisanim*, a koji se, upotrebljen u ovom kontekstu, odnosi na kod koji ništa ne znači. Ako ste primili Morzeov kod i dobili ste nedefinisan kod, mogli biste biti prilično sigurni da je neko pogrešio.

Pošto smo bili dovoljno pametni da razvijemo ovu malu formulu,

$$\text{broj kodova} = 2^{\text{broj tačaka i crtica}}$$

mogli bismo da nastavimo da otkrivamo koliko kodova dobijamo korišćenjem dužih sekvenci:

BROJ TAČAKA I CRTICA	BROJ KODOVA
1	2 ¹ = 2
2	2 ² = 4
3	2 ³ = 8
4	2 ⁴ = 16
5	2 ⁵ = 32
6	2 ⁶ = 64
7	2 ⁷ = 128
8	2 ⁸ = 256
9	2 ⁹ = 512
10	2 ¹⁰ = 1024

Srećom, ne moramo zapravo da napišemo sve moguće kodove da bismo utvrdili koliko će ih biti. Sve što je potrebno da uradimo je da množimo 2 samim sobom, iznova i iznova.

Za Morzeov kod se kaže da je *binaran* (bukvalno značenje *dva po dva*) jer se komponente koda sastoje od samo dve stvari — tačke i crtice. To je slično novčiću, koji može pasti samo na stranu glave ili pisma. Novčići koji se bacaju deset puta mogu imati 1024 različita niza glave i pisma.

Kombinacije binarnih objekata (kao što su novčići) i binarnih kodova (kao što je Morzeov kod) su uvek opisane stepenom dvojke. Dva je veoma važan broj u ovoj knjizi.