

CHARLES PETZOLD

K



Ó



D

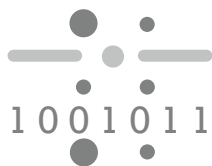


Skrytý jazyk počítačového
hardwaru a softwaru

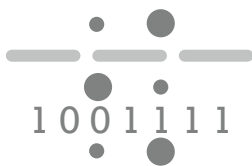
 GRADA

CHARLES PETZOLD

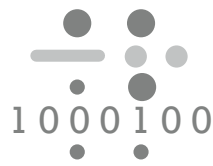
K



Ó



D



Skrytý jazyk počítačového
hardwaru a softwaru

Grada Publishing

CHARLES PETZOLD

KÓD

Skrytý jazyk počítačového hardwaru a softwaru

Z anglického originálu *Code: The Hidden Language of Computer Hardware and Software, 2nd Edition*, vydaného nakladatelstvím *Microsoft Press / Pearson Education* v roce 2023 přeložil Jan Voves

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, Praha 7
obchod@grada.cz, www.grada.cz
tel.: +420 234 264 401
jako svou 9963. publikaci

Odpovědná redaktorka Dana Šťastná Flídrová
Sazba Eva Hradiláková
Počet stran 456
První vydání, Praha 2025
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod a.s.

Copyright © 2023 by Charles Petzold
Authorized translation from the English language edition, entitled CODE: The Hidden Language of Computer Hardware and Software 2nd Edition by Charles Petzold, published by Pearson Education, Inc., publishing as Microsoft Press.

Czech language edition Copyright © Grada Publishing, a.s., 2025

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy
Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.
Automatizovaná analýza textů nebo dat ve smyslu čl. 4 směrnice 2019/790/EU a použití této knihy k trénování AI jsou bez souhlasu nositele práv zakázány.
Na obrázcích, schématech či v tabulkách jsou použity jak české, tak anglické výrazy, které jsou však i pro české uživatele běžné nebo které jsou autorem či překladatelem vysvětleny v textu.

ISBN 978-80-271-7872-8 (pdf)
ISBN 978-80-271-5169-1 (print)

Obsah

Předmluva k druhému vydání	7
O autorovi	11
Kapitola 1 Nejlepší kamarádi	13
Kapitola 2 Kódy a kombinace	19
Kapitola 3 Braillovo písmo a dvojkové kódy	24
Kapitola 4 Anatomie svítilny	32
Kapitola 5 Komunikace za roh	40
Kapitola 6 Logika s přepínači	49
Kapitola 7 Telegrafy a relé	65
Kapitola 8 Relé a hradla	71
Kapitola 9 Našich deset číslic	95
Kapitola 10 Alternativní desítky	102
Kapitola 11 Bit po bitu	120
Kapitola 12 Bajty a šestnáctková soustava	141
Kapitola 13 Od ASCII k Unicode	151
Kapitola 14 Sčítání pomocí logických hradel	170
Kapitola 15 Je to realizovatelné?	184
Kapitola 16 Ale co s tím odčítáním?	197
Kapitola 17 Zpětná vazba a klopné obvody	212
Kapitola 18 Postavme hodiny!	239
Kapitola 19 Sestavení paměti	262
Kapitola 20 Automatizace aritmetiky	283
Kapitola 21 Aritmeticko-logická jednotka	306

Kapitola 22	Registry a sběrnice	324
Kapitola 23	Řídicí signály CPU	342
Kapitola 24	Smyčky, skoky a volání	364
Kapitola 25	Periferní zařízení	388
Kapitola 26	Operační systém	398
Kapitola 27	Kódování	410
Kapitola 28	Světový mozek	432
Rejstřík		445

Předmluva k druhému vydání

První vydání této knihy vyšlo v září 1999. S velkou radostí jsem si uvědomil, že jsem konečně napsal knihu, kterou už nikdy nebude třeba přepracovávat! To bylo v příkrém rozporu s mou první knihou, která se zabývala programováním aplikací pro Microsoft Windows. Ta se za pouhých deset let dočkala již pěti vydání. Moje druhá kniha *Správce prezentací v operačním systému O2/2* zastarala mnohem rychleji. Ale *Kód*, tím jsem si byl jistý, vydrží navždy.

Mým původním záměrem bylo začít s velmi jednoduchými koncepty, ale postupně se dopracovat k velmi hlubokému pochopení fungování digitálních počítačů. Při tomto postupném zvyšování znalostí jsem chtěl používat co nejméně metafor, analogií a hloupých ilustrací a místo toho používat jazyk a symboly skutečných inženýrů, kteří navrhují a staví počítače. Měl jsem také v rukávu velmi chytrý trik: používal jsem starobylé technologie k demonstraci univerzálních principů za předpokladu, že tyto starobylé technologie jsou již dostatečně staré a už více nezestárnou. Bylo to, jako bych psal knihu o spalovacím motoru, ale na základě Fordu Model T.

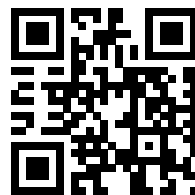
Stále si myslím, že můj přístup byl správný, ale v některých detailech jsem se mýlil. S přibývajícimi lety se na knize začalo projevovat její stáří. Některé kulturní odkazy začaly být zastaralé. Telefony a prsty nahradily klávesnice a myši. Internet v roce 1999 jistě existoval, ale nebyl ani zdaleka takový, jakým se nakonec stal. Unicode – kódování textu, které umožňuje jednotnou reprezentaci všech světových jazyků i emoji – dostal v prvním vydání méně než stránku. A o JavaScriptu, programovacím jazyku, který se stal na webu všudypřítomným, nebyla zmínka vůbec.

Tyto problémy by se pravděpodobně daly snadno odstranit, ale v prvním vydání existoval ještě jeden aspekt, který mi stále vadil. Chtěl jsem ukázat fungování skutečného procesoru – centrální procesorové jednotky, která tvoří mozek, srdce a duši počítače –, ale v prvním vydání se mi to úplně nepovedlo. Měl jsem pocit, že jsem se tomuto zásadnímu průlommu přiblížil, ale pak jsem to vzdal. Čtenáři si zřejmě nestěžovali, ale pro mě to byl do očí bijící nedostatek.

Tento nedostatek byl v tomto druhém vydání odstraněn. Proto je o 70 stran delší. Ano, je to delší cesta, ale pokud se mnou budete procházet stránky tohoto druhého vydání, ponoříme se mnohem hlouběji do vnitřností procesoru. Jestli to pro vás bude příjemnější zážitek, nebo ne, to nevím. Pokud budete mít pocit, že se utopíte, vylezte prosím na vzduch. Pokud však zvládnete kapitulu 24, měli byste se cítit docela pyšně a jistě vás potěší, že zbytek knihy už bude hračka.

Doprovodné webové stránky

První vydání *Kódu* používalo červenou barvu v obvodových schématech pro označení toku elektřiny. Ve druhém vydání je to také tak, ale fungování těchto obvodů je nyní znázorněno i graficky interaktivnějším způsobem na nové webové stránce CodeHiddenLanguage.com.



Tuto webovou stránku vám občas připomeneme na stránkách této knihy, ale používáme také speciální ikonu, kterou vidíte na okraji tohoto odstavce. Kdykoli se tato ikona objeví – obvykle v doprovodu schématu obvodu – můžete si na webových stránkách prohlédnout fungování obvodu. (Pro ty, kteří touží po technickém zázemí, uvádím, že jsem tuto webovou grafiku naprogramoval v jazyce JavaScript pomocí prvku HTML5 canvas.)



Webové stránky CodeHiddenLanguage.com jsou zcela zdarma. Není zde žádný obsah, jenž by byl přístupný až po zaplacení a jediná reklama, kterou uvidíte, je na samotnou knihu. V několika příkladech web používá soubory cookie, ale pouze proto, aby umožnil uložení některých informací do vašeho počítače. Webové stránky vás nesledují ani nedělají nic špatného. Webové stránky budu používat také pro upřesnění nebo opravy materiálů v knize.

Odpovědní lidé

Jméno jednoho z lidí, kteří jsou za tuto knihu zodpovědní, je uvedeno na obálce; někteří další jsou neméně nepostradatelní, ale objevují se až v tiráži na samém konci této knihy.

Zejména bych chtěl vyzdvihnout výkonnou redaktorku Haze Humbertovou, která mě oslovila ohledně možnosti druhého vydání přesně ve chvíli, kdy jsem na to byl připraven. Práci jsem zahájil v lednu 2021 a ona nás obrátně provedla celým utrpením, i když kniha měla několik měsíců po uzávěrce a já potřeboval ujištění, že jsem úplně nepřešlápl.

Redaktorkou prvního vydání byla Kathleen Atkinsová, která také pochopila, o co se snažím, a poskytla mi mnoho příjemných hodin spolupráce. Mou tehdejší agentkou byla Claudette Mooreová, která také viděla hodnotu takové knihy a přesvědčila nakladatelství Microsoft Press, aby ji vydalo.

Technickým redaktorem prvního vydání byl Jim Fuchs, který, jak si vzpomínám, vychytil spoustu trapných chyb. Při druhém vydání techničtí recenzenti Mark Seemann a Larry O'Brien také zachytili několik nedopatření a pomohli mi, aby tyto stránky byly lepší než bez jejich pomoci.

Myslel jsem si, že jsem už před desetiletími pochopil rozdíl mezi slovy „skládat“ a „tvořit“, ale zřejmě tomu tak není. Oprava takových chyb byla neocenitelným přínosem editora Scouta Festy. Vždy jsem se spoléhal na laskavost editorů, kteří příliš často zůstávají anonymními cizinci, ale neúnavně bojují proti nepřesnostem a zneužívání jazyka. Za všechny chyby, které v této knize zůstaly, nesu výhradně odpovědnost já.

Chtěl bych znovu poděkovat svým beta čtenářům prvního vydání: Sheryl Cantorové, Janu Eastlundovi, zesnulému Peteru Goldemanovi, Lynn Magalské a Deirdre Sinnottové (která se později stala mou ženou).

Četné ilustrace v prvním vydání jsou dílem zesnulého Joela Panchota, který, jak jsem pochopil, byl na svou práci na této knize po zásluze hrdý. Mnohé z jeho ilustrací zůstaly zachovány, ale potřeba dalších schémat obvodů mě přiměla k tomu, abych v zájmu jednotnosti všechna zapojení přepracoval.

(Další technické informace: Tyto ilustrace byly vygenerovány programem, který jsem napsal v jazyce C# pomocí grafické knihovny SkiaSharp pro generování souborů Scalable Vector Graphics. Pod vedením hlavní produkční obsahu Tracey Cromové byly soubory SVG převedeny do zapouzdřeného PostScriptu pro nastavení stránek pomocí Adobe InDesign.)

A nakonec

Tuto knihu chci věnovat dvěma nejdůležitějším ženám v mém životě. Moje matka bojovala s nepřízní osudu, která by slabšího člověka zničila. Dala mému životu pevný směr, aniž by mě kdy brzdila. Během psaní této knihy jsme oslavili její 95. (a poslední) narozeniny.

Moje žena Deirdre Sinnottová je pro mne zásadním člověkem a stále jsem na ni hrdý pro její úspěchy, podporu a lásku.

A také děkuji čtenářům prvního vydání, jejichž laskavá zpětná vazba byla mimořádně potěšující.

Charles Petzold
9. května 2022

Závazek společnosti Pearson

Diverzita, rovnost a začleňování

Společnost Pearson se snaží vytvářet obsah bez předsudků, který odráží různost všech studentů. Bereme v úvahu mnoho rozmanitostí, mimo jiné včetně rasy, etnického původu, pohlaví, socioekonomického statusu, schopností, věku, sexuální orientace a náboženského či politického přesvědčení.

Vzdělání je mocnou silou, která v našem světě přispívá k rovnosti a změně. Má potenciál poskytovat příležitosti, které zlepšují život a umožňují ekonomickou mobilitu. Při spolupráci s autory na tvorbě obsahu pro každý produkt a službu si uvědomujeme svou odpovědnost za to, abychom prokázali inkluzivitu a zahrnuli různorodé vzdělání, aby každý mohl prostřednictvím vzdělávání využít svůj potenciál. Jako přední světová vzdělávací společnost máme povinnost pomáhat prosazovat změny a naplňovat náš záměr pomáhat více lidem vytvářet pro sebe lepší život a vytvářet lepší svět. Naší ambicí je cílevědomě přispívat ke světu, ve kterém:

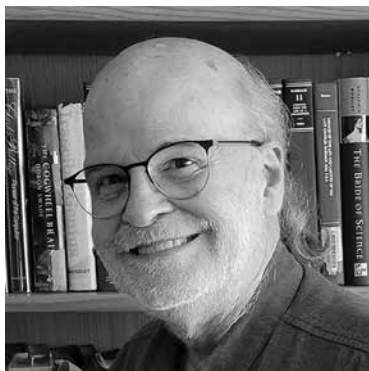
- každý má rovnou a celoživotní příležitost uspět prostřednictvím učení;
- naše vzdělávací produkty a služby jsou inkluzivní a reprezentují bohatou rozmanitost studentů;
- náš vzdělávací obsah přesně reflektuje historii a zkušenosti studentů, kterým sloužíme;
- náš vzdělávací obsah podněcuje hlubší diskuse se studenty a motivuje je k rozšíření vlastního vzdělání (a pohledu na svět).

Přestože se snažíme prezentovat objektivní obsah, rádi vyslechneme jakékoli vaše otázky nebo potřeby týkající se tohoto produktu společnosti Pearson, abychom je mohli prozkoumat a řešit.

V případě obav z možné podjatosti nás prosím kontaktujte na adrese

<https://www.pearson.com/report-bias.html>.

O autorovi



Charles Petzold je také autorem knihy *The Annotated Turing: A Guided Tour through Alan Turing's Historic Paper on Computability and the Turing Machine* česky *Okomentovaný Touring: Průvodce historickým článkem Alana Turinga o počítatelnosti a Turingově stroji* (Wiley, 2008). Napsal řadu dalších knih, které se většinou týkají programování aplikací pro Microsoft Windows, a jsou proto nyní již zastaralé. Žije v New Yorku se svou ženou, historičkou a spisovatelkou Deirdre Sinnottovou a se

svou rodinou, tvořenou dvěma kočkami Honey a Heidi. Jeho webové stránky jsou www.charlespetzold.com.

Nejlepší kamarádi

Je vám deset. Váš nejlepší kamarád bydlí přes ulici. Navzájem vidíte do oken svých pokojů. Každou noc, jakmile vás rodiče (jako vždy nehorázně brzy) poslali do postele, máte ještě chuť sdílet různé myšlenky, postřehy, tajemství, drby, vtipy a sny. Nikdo vám to nemůže mít za zlé. Chuť ke komunikaci je koneckonců jedna z nejlidštějších vlastností.

Zatímco světla ve vašich pokojích stále svítí, vy a váš kamarád na sebe můžete mávat z oken a pomocí různých gest a primitivní řeči těla si sdílet jednu nebo dvě myšlenky. Sofistikovanější výměny názorů jsou ale obtížné. Jakmile rodiče zavěsí „zhasnout!“, jsou zapotřebí méně nápadná řešení.

Jak komunikovat? Pokud máte to štěstí, že máte ve věku deseti let mobilní telefon, mohl by možná fungovat tajný hovor nebo nenápadné textové zprávy. Ale co když vaši rodiče mají ve zvyku mobilní telefony před spaním zabavovat, nebo dokonce vypínat Wi-Fi? Ložnice bez elektronické komunikace je opravdu velmi izolovaná místnost.

Co když ale vy a váš nejlepší přítel vlastníte kapesní svítilny neboli baterky? Každý ví, že baterky byly vynalezeny, aby umožnily dětem číst knihy pod peřinou. Baterky se také perfektně hodí pro komunikaci po setmění. Jsou dostatečně tiché a jejich světlo je vysoce směrové, takže pravděpodobně nepronikne pod dveře ložnice, aby upozornilo vaše podezřívavé blízké.

Je možné baterky přimět k tomu, aby mluvily? Určitě to stojí za pokus. V první třídě jste se naučili psát na papír písmena a slova, takže využití této znalosti pomocí baterky vypadá jako rozumný nápad. Jediné, co musíte udělat, je stát u okna a nakreslit písmena pomocí světla. Pro O zapněte baterku, udělejte ve vzduchu kruh a baterku zase vypněte. Pro písmeno I provedete svislý tah. Rychle ale zjistíte, že tato metoda je k ničemu. Když sledujete, jak baterka vašeho kamaráda opisuje ve vzduchu kruhy a čáry, uvidíte, že je příliš těžké sestavit ve vaší hlavě více tahů dohromady. Světelné kruhy a čáry prostě nejsou dostatečně přesné.

Možná jste kdysi viděli film, ve kterém si námořníci přes moře signalizovali pomocí blikajících světél. V jiném filmu si špión nastavoval zrcadlo tak, aby odrazilo

sluneční světlo do místnosti, kde ležel zajatý další špión. Možná je to řešení. Nejprve tedy vymyslíte jednoduchou metodu: Každé písmeno abecedy odpovídá sérii bliknutí baterky. Písmeno A je 1 bliknutí, B jsou 2 bliknutí, C jsou 3 bliknutí a tak dále, až do 26 bliknutí pro Z. Například anglické slovo „bad“ (česky „špatný, špatně“) jsou 2 bliknutí, 1 bliknutí a 4 bliknutí s malými pauzami mezi písmeny, takže si slovo nespletete se 7 bliknutími odpovídajícími písmenu G. Mezi slovy vždy uděláte delší pauzu.

Vypadá to slibně. Dobrou zprávou je, že už nemusíte mávat baterkou ve vzduchu. Vše, co musíte udělat, je blikat. Špatná zpráva je to, že jedna z prvních zpráv, kterou se pokusíte poslat („*Jak se máš?*“) bude v angličtině („*How are you?*“) vyžadovat 131 záblesků světla! Navíc jste zapoměli na interpunkci, takže není jasné, kolik bliknutí odpovídá otazníku.

Jste ale blízko. Určitě si říkáte, že se tento problém musel někdo snažit vyřešit už dříve, a máte naprostou pravdu. Při návštěvě knihovny nebo při hledání na internetu objevíte úžasný vynález známý jako Morseova abeceda (morseovka). Je to přesně to, co jste hledali, i když se teď musíte znovu naučit „psát“ všechna písmena abecedy.

Je tu ale jeden rozdíl: V systému, který jste vynalezli, každému písmenu abecedy odpovídá určitý počet bliknutí, od 1 bliknutí pro A po 26 bliknutí pro Z. V Morseově abecedě máte dva druhy bliknutí – krátké a dlouhé. To samozřejmě činí Morseovu abecedu komplikovanější, ale ve skutečnosti se ukazuje, že její použití je mnohem efektivnější. Věta „*Jak se máš?*“ („*How are you?*“) nyní vyžaduje 32 bliknutí (některá krátká, některá dlouhá) místo 131, a to včetně kódu pro otazník. Když se lidé baví o tom, jak Morseova abeceda funguje, nemluví o „krátkých a dlouhých bliknutích“. Místo toho používají označení „tečky“ a „čárky“ (v angličtině „*dots*“ a „*dash*“, což znamená spíše pomlčku než čárku, jak se tradičně – ale vlastně nepřesně – v češtině u morseovky používá. Budeme tedy v této knize častěji místo označení čárka, vyhrazeném pro diakritiku a interpunkci, používat v tomto smyslu slovo pomlčka. Pozn. red.). Je to příhodný způsob, jak zobrazit kódy v písemné formě. V Morseově abecedě odpovídá každé písmeno abecedy krátké řadě teček a čárek (pomlček), jak můžete vidět v tabulce na protější straně.

Přestože Morseova abeceda nemá s počítači absolutně nic společného, seznámení se s povahou kódů je nezbytným předpokladem pro dosažení hlubokého porozumění skrytým jazykům a vnitřním strukturám počítačového hardwaru a softwaru.

V této knize slovo „kód“ obvykle znamená systém pro přenos informace mezi lidmi, mezi lidmi a počítači, nebo uvnitř samotných počítačů. Kód nám umožňuje komunikovat. Některé kódy jsou tajné, ale většina z nich ne. Ve skutečnosti musí být většina kódů dobře pochopitelná, protože jsou základem lidské komunikace.

Zvuky, které vydáváme ústy, abychom vytvořili slova, tvoří kód. Ten je běžně

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	• — •		

srozumitelný každému, kdo slyší náš hlas a rozumí jazyku, kterým mluvíme. Tento kód nazýváme „mluvené slovo“ nebo „řeč“.

V komunitách neslyšících existují různé znakové jazyky, v nichž se pomocí rukou a paží vytvářejí pohyby a gesta, která vyjadřují jednotlivá písmena, slova nebo pojmy. V Severní Americe jsou běžné dva systémy: americký znakový jazyk (ASL), který vyvinuli na počátku 19. století v Americké škole pro neslyšící, a Langue des signes Québécoise (LSQ), což je varianta francouzského znakového jazyka.

Pro slova psaná na papíře nebo jiných médiích používáme jiný kód, který se nazývá „psané slovo“ nebo „text“. Text lze psát nebo z jednotlivých písmen (liter) sestavovat ručně a poté tisknout v novinách, časopisech a knihách, nebo zobrazit digitálně na řadě zařízení. V mnoha jazycích existuje silná shoda mezi řečí a textem. Například v češtině nebo angličtině písmena a skupiny písmen odpovídají (více či méně) zvukům řeči.

U osob se zrakovým postižením lze psané slovo nahradit Braillovým písmem, které používá systém vystouplých bodů odpovídající písmenům, skupinám písmen a celým slovům. (Podrobněji se Braillovým písmem budu zabývat v kapitole 3.)

Pokud je třeba řeč velmi rychle přepsat do textu, hodí se těsnopis. U soudů nebo při generování skrytých titulků pro televizní zpravodajství nebo pro sportovní pořady v reálném čase používají stenografové stenotypový stroj se zjednodušenou klávesnicí s vlastními kódy odpovídajícími textu.

Pro komunikaci mezi sebou používáme celou řadu různých kódů, protože některé jsou pohodlnější než jiné. Kód řeči nelze uložit na papír, proto se místo toho použije kód psaného slova. Tichá výměna informací na dálku ve tmě pomocí řeči nebo psaného slova není možná. Vhodnou alternativou je právě například Morseova abeceda. Kód je užitečný, pokud slouží účelu, který jiný kód nesplní.

Jak uvidíme, k ukládání a předávání textu, čísel, zvuků, obrázku a videí v počítačích se používají také různé typy kódů. Kódy se používají i pro instrukce v samotném počítači. Počítače si příliš neumí poradit s lidskými kódy, protože nedokážou

přesně napodobit způsob, jak lidé využívají své oči, uši, ústa a prsty. Naučit počítače mluvit je obtížné, a přesvědčit je, aby rozuměly promluvě, je ještě těžší.

Dosáhli jsme však značného pokroku. Počítače nyní dokážou mnoho typů informací používaných v lidské komunikaci zachycovat, ukládat, vykreslovat a manipulovat s nimi, včetně informací vizuálních (text a obrázky), sluchových (mluvené slovo, zvuky a hudba) nebo kombinace obojího (animace a videa). Všechny tyto typy informací vyžadují své vlastní kódy.

Dokonce i tabulka Morseovy abecedy, kterou jste právě viděli, je sama o sobě kódem svého druhu. Tabulka ukazuje, že každé písmeno reprezentuje řada teček a pomlček (či chcete-li čárek). Jenže ve skutečnosti nemůžeme posílat tečky a pomlčky. Při komunikaci Morseovy abecedy pomocí baterky tečky a pomlčky odpovídají blikání.

Vysílání Morseovy abecedy pomocí baterky vyžaduje její zapnutí a rychlé vypnutí pro tečku, pro pomlčku bude interval mezi zapnutím a vypnutím delší. K odeslání například písmene A baterku nejdříve rychle zapnete a vypnete, pak ji zase zapnete, vypnete o něco později, a pak uděláte pauzu před dalším znakem. Podle konvence by pomlčka měla být asi třikrát delší než tečka. Když osoba na přijímající straně vidí krátké bliknutí a dlouhé bliknutí, tak ví, že je to písmeno A.

Pauzy mezi tečkami a čárkami Morseovy abecedy jsou klíčové. Když například pošlete A, baterka by měla být mezi tečkou a pomlčkou zhasnutá po dobu rovnající se přibližně jedné tečce. Písmena ve slovech jsou oddělena delšími pauzami, které se rovnají přibližně délce jedné pomlčky. Zde je například Morseova abeceda pro anglický pozdrav „hello“ („ahoj“), která ilustruje pauzy mezi písmeny:

●●●● ● ●■■■■ ●■■■■ ■■■■■

Slova jsou oddělena mezerou o délce dvou pomlček. Zde je kód pro anglický pozdrav „hi there“:

●●●● ●● ■■■ ●●●● ● ●■■■■ ●

Doba, během níž je svítilna zapnutá a vypnutá, není pevně stanovena. Všechny časy jsou relativní k délce tečky, která závisí na tom, jak rychle pracuje spínač svítilny, a také na tom, jak rychle si odesílatel Morseovy abecedy dokáže zapamatovat kód pro konkrétní písmeno. Pomlčka u rychlého odesílatele může mít stejnou délku jako tečka u odesílatele pomalého. Tento malý problém by mohl způsobit, že čtení zprávy v morseovce bude obtížné, ale po jednom nebo dvou písmenech osoba na přijímací straně obvykle dokáže určit, co je tečka a co je pomlčka.

Definice Morseovy abecedy – a *definicí* myslím to, že různé sekvence teček a pomlček odpovídají jednotlivým písmenům – vypadá stejně náhodná jako rozložení písmen na klávesnici počítače. Při bližším zkoumání tomu tak ale úplně není.

Jednodušší a kratší kódy jsou přiřazeny k častěji používaným písmenům abecedy, jako jsou E a T. Hráči *Scrabblu* a fanoušci *Wheel of Fortune* by si toho mohli všimnout hned. Méně obvyklá písmena, jako je Q a Z (za která dostanete 10 bodů ve hře *Scrabble* a v hádankách *Wheel of Fortune*, se objevují zřídka), mají delší kódy.

Téměř každý něco z morseovky ovládá. Tři tečky, tři pomlčky a tři tečky znamenají SOS, mezinárodní tísňový signál. SOS není zkratka pro cokoli – je to prostě snadno zapamatovatelná posloupnost Morseovy abecedy. Během druhé světové války se některé rozhlasové stanice BBC zahajovaly vysílání prvními tóny Beethovenovy páté symfonie: TA DA DA DÁÁÁÁÁÁ. V době, kdy ji Beethoven skládal, netušil, že tato hudba bude jednoho dne Morseovým kódem pro písmeno V, tedy „vítězství“, anglicky „victory“.

Jednou z nevýhod Morseovy abecedy je, že nerozlišuje mezi velkými a malými písmeny. Ale kromě toho, že reprezentuje písmena, nabízí Morseova abeceda pomocí řady pěti teček a pomlček také kódy pro čísla:

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

Tyto kódy pro čísla jsou alespoň o něco uspořádanější než kódy pro písmena. Většina interpunkčních znamének používá pět, šest nebo sedm teček a pomlček:

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

Pro písmena s diakritikou z některých evropských jazyků (a také pro těsnopisné sekvence ke speciálním účelům) jsou definovány další kódy. Jednou z takových zkratkových sekvencí je například SOS kód: předpokládá se, že se bude posílat nepřetržitě, pouze s jednotečkovou pauzou mezi třemi písmeny.

Zjistíte také, že vysílat morseovku bude pro vás a vašeho kamaráda mnohem snazší, pokud použijete baterku vyrobenou speciálně pro tento účel. Kromě normálního

posuvného vypínače tyto svítilny obsahují také spínací tlačítko, které jednoduše stisknete a uvolníte, abyste svítilnu zapnuli a vypnuli. S trochou cviku můžete být schopni dosáhnout odesílání a přijímání rychlostí 5 až 10 slov za minutu – i když je to stále mnohem pomalejší než promluva (kde se pohybujeme kolem 100 slov za minutu).

Když se konečně vy a váš nejlepší kamarád naučíte nazpaměť morseovku (protože to je jediný způsob, jak se můžete zdokonalit v jejím odesílání a přijímání), můžete ji použít také vokálně jako náhradu normální řeči. Pro maximální rychlost tečku vyslovíte jako *TA* (nebo *DA* pro poslední tečku písmene) a pomlčku jako *TÁ*, např. *TA-TA-TA-TÁ* pro písmeno *V*. Morseova abeceda redukuje psaný jazyk na tečky a pomlčky, mluvená verze kódu redukuje řeč na pouhé dvě slabiky.

Klíčové je zde slovo *dvě*. Dva typy bliknutí, dvě slabiky, dvě různá cokoliv mohou ve vhodných kombinacích zprostředkovat opravdu všechny typy informací.

Kódy a kombinace

Morseovu abecedu vynalezl kolem roku 1837 **Samuel Finley Breese Morse** (1791–1872), s nímž se podrobněji setkáme v této knize později. Dále byla rozvíjena jinými lidmi, zejména **Alfredem Vailem** (1807–1859) a vyvinula se do několika různých verzí.

Systém popsany v této publikaci má formální název *mezinárodní Morseova abeceda*. Vynález Morseovy abecedy jde ruku v ruce s vynálezem telegrafu, který v této knize také podrobněji prozkoumám později. Stejně jako Morseova abeceda poskytuje dobrý úvod do povahy kódů, telegraf obsahuje hardware, který dokáže napodobit fungování počítače.

Pro většinu lidí je snazší Morseovu abecedu odeslat než přijmout. I když neznáte Morseovu abecedu nazpaměť, můžete jednoduše použít tuto tabulku, kterou jste viděli v předchozí kapitole, uspořádanou znovu v abecedním pořadí:

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

Přijmout Morseovu abecedu a přeložit ji zpět do slov je těžší a časově náročnější než její odesílání, protože musíte pracovat zpětně, abyste zjistili písmeno, které odpovídá konkrétní kódové posloupnosti teček a čárek. Pokud si kódy nepamatujete a obdržíte pomlčku – tečku – pomlčku – pomlčku, musíte prohledat tabulky písmen, než konečně zjistíte, že je to písmeno Y.

Problém je v tom, že máme tabulku, která poskytuje tento překlad:

Písmena abecedy → tečky a pomlčky v Morseově abecedě

Nemáme ale tabulku, která by nám umožňovala vrátit se zpět:

Tečky a pomlčky → písmena abecedy

V raných fázích učení Morseovy abecedy by taková tabulka byla jistě užitečná. Ale není vůbec zřejmé, jak bychom ji mohli zkonstruovat. V těch tečkách a čárkách, není nic, co bychom mohli seřadit podle abecedy.

Zapomeňme tedy na abecední pořadí. Lepší přístup k uspořádání kódů může možná spočívat v jejich seskupení podle toho, kolik teček a pomlček mají. Například sekvence Morseovy abecedy, která obsahuje jednu tečku nebo jednu pomlčku, může představovat pouze dvě písmena, kterými jsou E a T:

•	E
-	T

Kombinace přesně dvou teček nebo pomlček poskytuje další čtyři písmena I, A, N a M:

••	I	-•	N
•-	A	--	M

Vzor tří teček nebo pomlček nám dává osm dalších písmen:

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

A nakonec, pokud chceme toto cvičení ukončit, než se budeme zabývat čísly a interpunkčními znaménky, je tu sekvence čtyř teček a pomlček umožňující dalších 16 znaků:

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

Dohromady tyto čtyři tabulky obsahují 2 plus 4 plus 8 plus 16 kódů pro celkem 30 písmen. To je o 4 více, než je potřeba pro 26 písmen latinské abecedy. Z tohoto důvodu si všimněte, že čtyři kódy v poslední tabulce jsou pro písmena s diakritikou: tři s přehláskami (Û, Ä, Ö) a jedno se cedillou (§).

Když vám někdo posílá zprávu morseovkou, mohou vám tyto čtyři tabulky jistě pomoci. Poté, co obdržíte kód pro konkrétní písmeno, víte, kolik má teček a pomlček a můžete se na něj alespoň podívat ve správné tabulce. Každá tabulka je uspořádána metodicky. Začíná kódem se všemi tečkami vlevo nahoře a končí kódem se všemi pomlčkami v pravém dolním rohu.

Vidíte nějakou pravidelnost ve velikosti čtyř tabulek? Každá tabulka má dvakrát tolik kódů než tabulka před ní. To dává smysl: Každá tabulka má všechny kódy v předchozí tabulce následované tečkou a všechny kódy v poli předchozí tabulky následované pomlčkou. Tento zajímavý trend můžeme shrnout takto:

Počet teček a pomlček	Počet kódů
1	2
2	4
3	8
4	16

Každá ze čtyř tabulek má dvakrát více kódů než tabulka před ní, takže pokud má první tabulka 2 kódy, druhá tabulka má 2×2 kódy a třetí tabulka má $2 \times 2 \times 2$ kódy. Zde je další způsob, jak to ukázat:

Počet teček a pomlček	Počet kódů
1	2
2	2×2
3	$2 \times 2 \times 2$
4	$2 \times 2 \times 2 \times 2$

Jakmile máme co do činění s číslem vynásobeným sebou samým, můžeme začít používat exponenty pro zobrazení mocnin. Například $2 \times 2 \times 2 \times 2$ lze zapsat jako 2^4 (2 na 4. mocninu). Čísla 2, 4, 8 a 16 jsou všechna mocniny 2, protože je můžete vypočítat vynásobením 2 samou sebou. Je to možné zobrazit také takto:

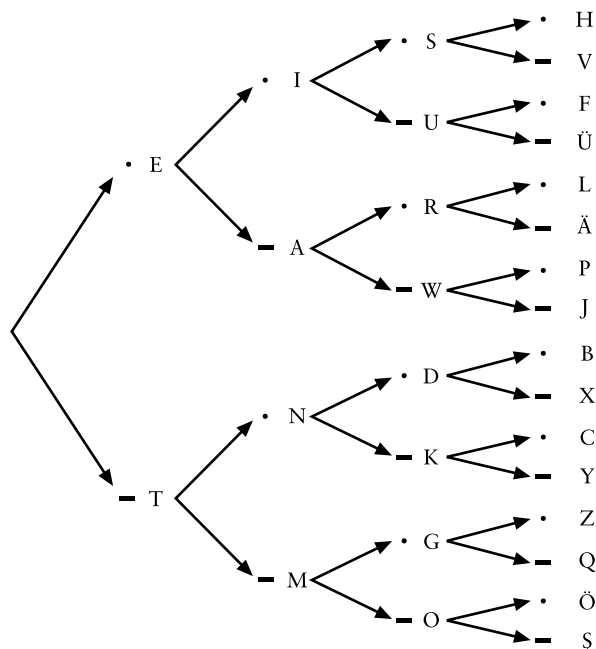
Počet teček a pomlček	Počet kódů
1	2^1
2	2^2
3	2^3
4	2^4

Tato tabulka je velmi jednoduchá. Počet kódů je jednoduše mocnina 2 odpovídající počtu teček a pomlček:

$$\text{počet kódů} = 2^{\text{počet teček a pomlček}}$$

Mocniny 2 mají tendenci se v kódech hojně objevovat a zvláště v této knize. Další příklad uvidíte v příští kapitole.

Chcete-li proces dekódování Morseovy abecedy ještě více usnadnit, můžete nakreslit něco jako zde zobrazený velký stromový diagram.



Tento diagram znázorňuje písmena, která vyplývají z každé konkrétní po sobě jdoucí posloupnosti teček a pomlček. Chcete-li dekódovat konkrétní sekvenci, sledujte šipky zleva doprava. Předpokládejme například, že chcete vědět, které písmeno odpovídá kódu tečka-pomlčka-tečka. Začněte vlevo a vyberte tečku; pak pokračujte v pohybu doprava podél šipek a vyberte pomlčku a pak další tečku. Je to písmeno R, zobrazené vedle třetí tečky.

Když se nad tím zamyslíte, konstrukce takové tabulky byla pravděpodobně nutná pro definování Morseovy abecedy. Zprvée zajišťuje, že neuděláte hloupou chybu a nepoužijte stejný kód pro dvě různá písmena! Zadržte si jistotu, že použijete všechny možné kódy, aniž byste museli použít sekvence teček a pomlček zbytečně dlouhé.

S rizikem, že tato tabulka přesáhne hranice tištěné stránky, bychom v tom mohli pokračovat pro kódy s pěti tečkami a pomlčkami. Sekvence pěti teček a pomlček

nám dává 32 ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ nebo 2^5) dalších kódů. Normálně by to stačilo na symboly deseti číslic a 16 interpunkčních znamének definovaných v Morseově abecedě. Čísla jsou skutečně zakódována pomocí pěti teček a pomlček. Ale mnoho dalších kódů, které používají sekvenci pěti teček a pomlček představuje písmena s diakritikou, nikoli interpunkční znaménka.

Chcete-li zahrnout všechna interpunkční znaménka, musí být systém rozšířen na šest teček a pomlček, což nám dává 64 ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ nebo 2^6) dalších kódů pro celkový součet $2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 64$, tedy 126 znaků. To je pro Morseovu abecedu přehnané, protože mnoho z těchto delších kódů ponechává *nedefinovaných* – v tomto kontextu odkazují na kód, který nic nezastupuje. Pokud jste dostávali Morseovu abecedu a přijali jste nedefinovaný kód, můžete si být docela jisti, že někdo udělal chybu.

Protože jsme byli dost chytrí na to, abychom vyvinuli tento malý vzorec,

$$\text{počet kódů} = 2^{\text{počet teček a pomlček}}$$

mohli bychom pokračovat ve zjišťování, kolik kódů získáme z delšího používání sekvence:

Počet teček a čárek	Počet kódů
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	$2^{10} = 1024$

Naštěstí nemusíme vypisovat všechny možné kódy, aby se zjistilo, kolik jich bude. Jediné, co musíme udělat, je vynásobit 2 samu sebou, znovu a znovu.

Říká se, že Morseova abeceda je dvojková, protože součásti kódu se skládají pouze ze dvou věcí – tečky a pomlčky. Je to podobné jako u mince, která může přistát pouze na panně nebo na orlu. Mince, které jsou hozeny desetkrát, mohou mít 1024 různých sekvencí panna a orel.

Kombinace dvojkových objektů (např. mincí) a dvojkových kódů (např. Morseova abeceda) jsou vždy popsány mocninami dvou. Dvojka je v této knize velmi důležitým číslem.

Vážený čtenáři, právě jste dočetli ukázkou z knihy **Kód**.

Pokud se Vám ukázka líbila, na našem webu si můžete zakoupit celou knihu.