

Základní pojmy, historie počítačů, jednotky a převody, dvojková soustava

Obsah

OBSAH	1
1 ZÁKLADNÍ POJMY	1
2 HISTORIE POČÍTAČŮ	2
2.1 GENERACE POČÍTAČŮ	3
2.2 KATEGORIE POČÍTAČŮ	3
3 KONCEPCE JOHNA VON NEUMANNA	3
4 ČÍSELNÉ SOUSTAVY – OBECNÝ ÚVOD	4
4.1 POLYADICKÉ SOUSTAVY	4
4.2 PŘEVODY MEZI POLYADICKÝMI SOUSTAVAMI	5
4.3 SOUSTAVY UŽÍVANÉ V POČÍTAČOVÉ PRAXI	6
4.3.1 Zobrazení celého čísla v počítači v binárním tvaru	7
4.3.2 Aritmetika ve dvojkových kódech	7

1 Základní pojmy

Technické vybavení počítače – Hardware – HW – souhrnný název pro veškerá fyzická zřízení, kterými je počítač vybaven (např. základní deska, HDD, FDD, zvuková, grafická, síťová karta, CD-ROM, ...)

Programové vybavení počítače – Software – SW (např. operační systém, kancelářské programy, grafické programy apod.)

Firmware – programy tvořící součást technického vybavení počítače (např. BIOS základní desky)

1 bit (z anglického BInary digiT) **1 b** – základní jednotka informace. Nabývá dvou hodnot – v informatice nula a jedna (0, 1), 0 považována za nepravda (lež, false), 1 za pravda (true). Toto lze využít k vyjádření dvou různých stavů – zapnutý/vypnutý či pozitivní/negativní.

1 slabika = 1 byte, zkratka **1 B** – skupina 8 bitů.

1 slovo = 1 word – několik (2, 4, 6, 8) slabik.

Informace – je výsledek vyhodnocování smyslových vjemů, zpracování nebo organizace dat. Přestože mnozí lidé hovoří o „informačním věku“, „informační společnosti“ a „informačních technologiích“, neexistuje jednotná definice tohoto termínu. Jeho význam se totiž může měnit podle kontextu a úzce souvisí s dalšími tématy jako je znalost, návod, komunikace nebo poznání.

Metadata – (z řeckého *meta* = mezi, a latinského *data* = to, co je dáno) jsou strukturovaná data o datech. Příkladem je katalogový lístek v knihovně, obsahující data o původu a umístění knihy: jsou to data o datech v knize uložené na lístku. Metadata mohou sloužit např. k snadnému vyhledávání.

Paměť (Memory) – zařízení pro uchovávání informace (konkrétně binárně kódovaných dat).

Adresa v paměti – číselné označení místa v paměti.

Nejmenší adresovatelná jednotka – kapacita místa v paměti, které má vlastní adresu (slabika, slovo).

Kapacita paměti (dle nejnovější normy ČSN IEC 60027-2)

1 kB = 1.000 B (kB = malé kilo)

1 MB = 1.000.000 B

1 GB = 1.000.000.000 B

1 TB

Kibibyte	KiB	1 024	2^{10} (KB = velké kilo)
Mebibyte	MiB	1 048 576	2^{20}
Gibibyte	GiB	1 073 741 824	2^{30}
Tebibyte	TiB	1 099 511 627 776	2^{40}
Pebibyte	PiB	1 125 899 906 842 624	2^{50}
Exbibyte	EiB	1 152 921 504 606 846 976	2^{60}
Zebibyte	ZiB	1 180 591 620 717 411 303 424	2^{70}
Yobibyte	YiB	1 208 925 819 614 629 174 706 176	2^{80}

RAM – paměť pro čtení i zápis (operační paměť počítače)

ROM – paměť pouze pro čtení

Paměť s přímým přístupem (např. operační paměť)

Paměť se sekvenčním přístupem (např. magnetická páska)

Vnitřní (operační) paměť

Vnější (periferní) paměť (např. HDD, FDD, CD-ROM, ...)

Registr – paměť velice malé kapacity (např. 32 b), velice rychlá, v procesoru

V/V zařízení (I/O Equipment) – např. klávesnice, myš, monitor, skener, tiskárna apod.

Řadič (Controler) – zařízení převádějící příkazy v symbolické formě (instrukce) na posloupnost signálů ovládajících připojené zařízení.

2 Historie počítačů

Novodobá historie počítačů se datuje od roku 1938, kdy německý stavební inženýr Konrád Zuse sestrojil první mechanický počítač Z1. Dříve již v roce 1801 řídí Francouz Maria Jacquard tkalcovský stav pomocí děrné pásky a v roce 1833 vyvíjí Angličan Charles Babage tzv. "Analytical Engine" pracující s děrnými štítky.

Počítač **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Computer) sestrojený v r. 1946 na University of Pennsylvania byl prvním všeobecně použitelným počítačem na světě. Vážil 30 tun, zabíral 15 m² a měl příkon 174 kW pro 17460 elektronek, 1500 relé, 70 000 odporů a 10 000 kondenzátorů. Pracoval na frekvenci 100 kHz a pro násobení potřeboval 2,8 mikrosekundy. Stroj nepracoval binárně, nýbrž dekadicky.

Ideu řízení počítače programem publikoval v roce 1945 pan John von Neumann (koncepte viz dále). Další vývoj v oblasti počítačů byl velmi prudký. Byl uveden do provozu počítač IAS (1952), který se stal vzorem pro první velkosériově vyráběný počítač IBM 701. V Československu byl uveden do provozu první reléový počítač SAPO už v roce 1958. V roce 1948 byl poprvé předveden tranzistor; komerčně byl využit teprve v roce 1952. Integrovaný obvod s více tranzistory byl vyroben koncem 50.let. Složitost integrovaných obvodů se hodnotí podle počtu logických členů (hradel) realizovaných na jedné křemíkové základně.

2.1 Generace počítačů

Pokusíme-li se charakterizovat vývoj počítačů, můžeme pro zařazení do generací použít několik rysů. Nejvhodnější bude asi seřazení podle použitých součástek. Shrňme si jej v tabulce. Počítače 5. generace jsou charakterizovány kvalitativně odlišnými prostředky komunikace s uživatelem, operační rychlostí a prvky umělé inteligence.

Generace	Rok	Použité součástky
0.	1940	relé
1.	1950	elektronky
2.	1958	tranzistory
3.	1964	integrované obvody
3.,5.	1972	LSI (Large Scale Integration), stupeň integrace integrovaných obvodů
4.	1981	VLSI (Very Large Scale Integration, někdy také XLSI - eXtra Large Scale Integration)

2.2 Kategorie počítačů

Další typ klasifikace počítačů vychází z výkonu počítačů a z jejich aplikačního nasazení. Definujme si tyto čtyři kategorie počítačů:

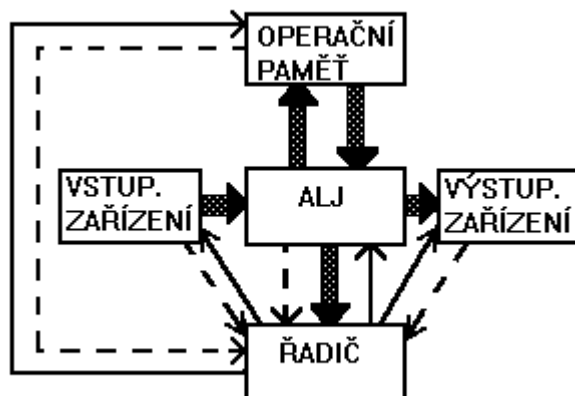
mikropočítače
minipočítače
střediskové počítače
superpočítače

Všechny tyto kategorie existují v jednom čase (současné době) vedle sebe. Mikropočítače jsou určeny pro každodenní používání jednému uživateli. Někdy se tato kategorie nazývá také "osobní počítače". Mikropočítače existují díky mikroprocesorům, jejichž nízká cena dovoluje široké použití. Minipočítač sdílí většinou více uživatelů prostřednictvím více terminálů, nebo slouží jako komunikační uzel počítačové sítě apod. Střediskový počítač (Mainframe) svým vysokým výkonem slouží k vědeckotechnickým výpočtům a velkým počtem V/V zařízení pro zpracovávání hromadných dat. Typickými aplikacemi superpočítačů jsou vojenství, meteorologie, seismologie, naftový průmysl, atomová fyzika apod.

3 Koncepce Johna von Neumanna

V roce 1946 pan John von Neumann a jeho kolegové z Princeton Institute for Advanced Studies vyprojetovali nový počítač postavený na těchto pravidlech:

1. Počítač obsahuje operační paměť, ALJ, řadič, V/V zařízení.
2. Předpis pro řešení úlohy je převeden do posloupnosti instrukcí – viz předmět programování ve vyšším ročníku
3. Údaje a instrukce jsou vyjádřeny binárně.
4. Údaje a instrukce se uchovávají v paměti na místech označených adresami.
5. Ke změně pořadí provádění instrukcí se používají instrukce podmíněného a nepodmíněného skoku – viz předmět programování ve vyšším ročníku
6. Programem řízené zpracování dat probíhá v počítači samočinně.



Struktura von Neumannova IAS počítače je na obrázku. V centru počítače je aritmeticko-logická jednotka (ALJ). Činnost celého počítače řídí řadič. Řadič předává povely operační paměti, ALJ a V/V zařízením a zpět od nich dostává stavová hlášení. Řadič čte z operační paměti instrukce, tyto dekóduje a převádí na posloupnost signálů. Data čte procesor z operační paměti nebo ze vstupního zařízení; rovněž tak je odkládá do paměti nebo zapisuje na výstupní zařízení. Von Neumannův počítač IAS je významný proto, že až na malé výjimky je jeho schéma platné dodnes.

4 Číselné soustavy – obecný úvod

V dobách, kdy byly počítače pomalé, bylo pro hodnocení číselných soustav důležité, jak pracně se získávají číselné obrazy (tj. převod do číselné soustavy) a jak pracně se číselné obrazy zpracovávají (tj. náročnost základních početních operací). U počítačů **pro vědecko-technické výpočty** převládaly výpočty nad prováděním V/V operací. Výpočty jsou charakterizovány velkým množstvím základních početních operací, V/V operace naopak velkým množstvím převodů mezi číselnými soustavami. Proto pro počítače pro vědecko-technické výpočty bylo vhodnější použít takovou číselnou soustavu, ve které se jednodušeji zpracovávají početní operace. U počítačů pro **hromadné zpracování dat** (volby, statistika apod.) tomu bylo obráceně. Dnes jsou rozdíly setřeny.

4.1 Polyadické soustavy

Nejznámější polyadickou soustavou je **soustava desítková**. Číslo se v ní vyjadřuje jako součet mocnin deseti vynásobených jednoduchými součiniteli. Součinitelé mohou nabýt některé z hodnot 0,1,...,9 a nazývají se číslice. Číslo A lze tedy napsat

$$A = a_n \cdot 10^n + a_{n-1} \cdot 10^{n-1} + \dots + a_i \cdot 10^i + \dots + a_1 \cdot 10^1 + a_0 \cdot 10^0$$

Běžná je zhuštěná forma zápisu.

$$A = a_n a_{n-1} \dots a_i \dots a_1 a_0$$

Takto lze vyjádřit všechna čísla celá nezáporná. Potřebujeme-li zobecnit na **racionální čísla**, zavedeme záporné mocniny až do řádu m . Vyjádření pak změňme na

$$A = a_n \cdot 10^n + \dots + a_1 \cdot 10^1 + a_0 \cdot 10^0 + a_{-1} \cdot 10^{-1} + a_{-2} \cdot 10^{-2} + \dots + a_{-m} \cdot 10^{-m}$$

a číslo pak zapisujeme stručně.

Zobecnění na záporná čísla zařazením znaménka před číslo je vhodné pro lidské chápání, nikoli však pro počítač. Při **zobecnění pro jiný základ** získáme např. při $z = 2$ **dvojkovou – binární soustavu** (vhodná pro vědecko-technické výpočty), při $z = 8$ **osmičkovou – oktálovou soustavu**, při $z = 16$ **šestnáctkovou – hexadecimální soustavu**. Číslice v těchto soustavách nabývají určitých hodnot. V šestnáctkové soustavě se číslice 10 až 15 pro přehlednost nahrazují znaky A až F.

4.2 Převody mezi polyadickými soustavami

Číslo v soustavě o základu z^k (kde z a k jsou přirozená čísla) lze převést do soustavy o základu z jednoduše tak, že každou k -tici číslic nižší soustavy nahradíme číslicí soustavy vyšší.

Jednoduše lze převádět mezi soustavou dvojkovou a osmičkovou nebo mezi dvojkovou a šestnáctkovou; jednoduše **nelze** převádět např. mezi dvojkovou a desítkovou. Uveďme příklad převodu čísla z dvojkové soustavy do šestnáctkové:

$$0011\ 1011\ 0100_2 = 3B4_{16}$$

$$\begin{aligned} 2 <=> 8 & \text{ ale ne } 8 <=> 16 \\ 2 <=> 16 & \text{ ale ne } 2 <=> 10 \end{aligned}$$

Zpětný převod do dvojkové soustavy probíhá tak, že každou číslici šestnáctkové soustavy převedeme na čtveřici číslic dvojkové soustavy. Nelze-li uplatnit jednoduchý převod, použijeme **obecný algoritmus převodu** (popis algoritmu viz předmět Programování).

Příklad převodu:

- 1) převed' číslo $5,125_{10}$ z desítkové do dvojkové soustavy

Nejprve celá část:

Budeme číslo 5 dělit 2 celočíselně (chceme je převést do **dvojkové** soustavy), budeme si pamatovat zbytky po dělení – to bude náš dílčí mezivýsledek.

$$\begin{array}{l} 5 : 2 = 2 \text{ zbytek } 1 \\ \swarrow \\ 2 : 2 = 1 \text{ zbytek } 0 \\ \swarrow \\ 1 : 2 = 0 \text{ zbytek } 1 \end{array}$$

Jsme na nule – končíme s dělením!

Dílčím výsledkem bude posloupnost zbytků po dělení (jdeme podle $--\blacktriangleright$), tedy $101_2 = 5_{10}$.

Poté desetinná část:

Budeme číslo 0,125 násobit 2 (chceme je převést do **dvojkové** soustavy), budeme si pamatovat celá čísla po násobení – to bude náš dílčí mezivýsledek.

$$\begin{array}{l} 0,125 \cdot 2 = \underline{0,25} \text{ celá část je } 0 \\ \swarrow \quad \searrow \\ 0,25 \cdot 2 = \underline{0,5} \text{ celá část je } 0 \\ \swarrow \quad \searrow \\ 0,5 \cdot 2 = \underline{1,0} \text{ celá část je } 1 \end{array}$$

Jsme na 0 – končíme s násobením.

Dílčím výsledkem bude posloupnost celých částí po násobení (jdeme podle \rightarrow), tedy $0,001_2 = 0,125_{10}$.

Výsledkem tedy je $101,001_2 = 5,125_{10}$

2) převed' číslo $11\ 101_2$ ze soustavy dvojkové do desítkové

Již víme, že každé přirozené číslo A ve dvojkové soustavě lze vyjádřit právě jedním způsobem ve tvaru

$$A = a_n \cdot 2^n + a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + a_i \cdot 2^i + \dots + a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0$$

Takže můžeme naše číslo zapsat ve tvaru:

$$11\ 101_2 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 29_{10}$$

4.3 Soustavy užívané v počítačové praxi

$z = 2$	$z = 8$	$z = 16$
dvojková binární	osmičková oktalová	šestnáctková hexadecimální
0, 1	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

desítkově	dvojkově	osmičkově	šestnáctkově
0	00 00 00	0	0
1	00 00 01	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	1 00	4	4
5	1 01	5	5
6	1 10	6	6
7	1 11	7	7
8	10 00	10	8
9	10 01	11	9
10	10 10	12	A
11	10 11	13	B
12	11 00	14	C
13	11 01	15	D
14	11 10	16	E
15	11 11	17	F
16	1 00 00	20	10
17	1 00 01	21	11
.			
.			
.			
32	100000	40	20

4.3.1 Zobrazení celého čísla v počítači v binárním tvaru

7	6	5	4	3	2	1	0
znaménkový bit							

Zobrazení kladných čísel:

- rozsah zobrazení pro n-bitů $\langle 0, 2^{n-1}-1 \rangle$
pro n=8 $\langle 0, 127 \rangle$

Zobrazení záporných čísel:

- přímý kód** : rozsah zobrazení $\langle -2^{n-1}+1, -0 \rangle$
pro n=8 $\langle -127, -0 \rangle, \langle +0, +127 \rangle$
- inverzní kód** : inverze bitů (jedničkový doplněk)
- doplňkový kód** - operace dvojkový doplněk = inverze bitů a přičtení jedničky
rozsah zobrazení $\langle -2^{n-1}, 2^{n-1}-1 \rangle$
pro n=8 $\langle -128, 127 \rangle$

4.3.2 Aritmetika ve dvojkových kódech

Základní operace – **součet**

Přetečení = výsledek operace spadá mimo rozsah zobrazení

Součet v doplňkovém kódu

- všechny bity se sčítají stejně (včetně znaménkového)
- vznikne-li přenos ze znaménkového bitu, tak se ignoruje
- přetečení nastane, pokud se přenos do znaménkového bitu nerovná přenosu ze znaménkového bitu

Příklad:

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cccc}
 0 & \blacksquare & 1 & 1 & 0 \\
 0 & \blacksquare & 1 & 0 & 1 \\
 \hline
 {}^0 1 & \blacksquare & {}^1 0 & 1 & 1
 \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{cccc}
 1 & \blacksquare & 0 & 1 & 0 \\
 1 & \blacksquare & 0 & 1 & 1 \\
 \hline
 {}^1 0 & \blacksquare & {}^0 1 & 0 & 1
 \end{array}
 \end{array}$$

Součet v inverzním kódu

problém dvou nul

nutnost provádět tzv. kruhový přenos = přičtení přenosu z nejvyššího řádu k výsledku

Příklad: $-0 + 1$

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cccc}
 1 & \blacksquare & 1 & 1 & 1 \\
 1 & \blacksquare & 0 & 0 & 1 \\
 \hline
 0 & \blacksquare & 0 & 0 & 0 \\
 & & & + & 1 \\
 \hline
 0 & \blacksquare & 0 & 0 & 1
 \end{array}
 \end{array}$$