

Diskrétní veličiny

Diskrétní veličina nabývá jen *konečně mnoha* různých hodnot.

Případně může nabývat i nekonečně mnoha hodnot, ale jen *spočetně mnoha*, tedy tolik, kolik je přirozených čísel.

Každé dvě různé hodnoty lze od sebe jednoznačně odlišit.

Přechod mezi dvěma hodnotami není plynulý, ale je *skokový*.

Hodnoty, jichž nabývá diskrétní veličina, můžeme *očíslovat* přirozenými čísly.

Diskrétní veličiny jsou spojeny s *počítáním*.

Příklady:

- kapacity vozů MHD vyjádřené počtem osob,
- počty prodaných výrobků,
- body získané na sportovním turnaji,

Cvičení: Uvedte další příklady diskrétních veličin.

Diskrétní veličiny

Jde-li o závislost jedné veličiny na jiné veličině, bývá to zase závislost diskrétní veličiny na diskrétní veličině a tato závislost je vyjádřena *zobrazením*.

Příklady:

- Zobrazení, které ke každému evidenčnímu číslu vozu MHD přiřazuje kapacitu tohoto vozu v osobách.
- Zobrazení, které každému modelu flash-paměti přiřazuje kapacitu v B.
- Zobrazení, které každé nemocnici v Brně přiřazuje počet pacientů.

Cvičení: Uvedte další příklad diskrétní veličiny závislé na jiné veličině.

Spojité veličiny

Spojitá veličina je vyjádřena reálným číslem a může nabývat libovolné hodnoty z nějakého intervalu.

V intervalu je *nespočetně mnoho* reálných čísel, tedy mnohem víc, než je všech přirozených čísel.

Mezi dvěma hodnotami spojitě veličiny bývá *plynulý* přechod, v němž se nachází *nespočetně mnoho* jiných, mezilehlých hodnot.

Spojitě veličiny jsou spojeny s *měřením*.

Příklady:

- atmosférický tlak,
- napětí v elektrickém obvodu,
- rychlost auta.

Cvičení: Uvedte další příklady spojitých veličin.

Spojité veličiny

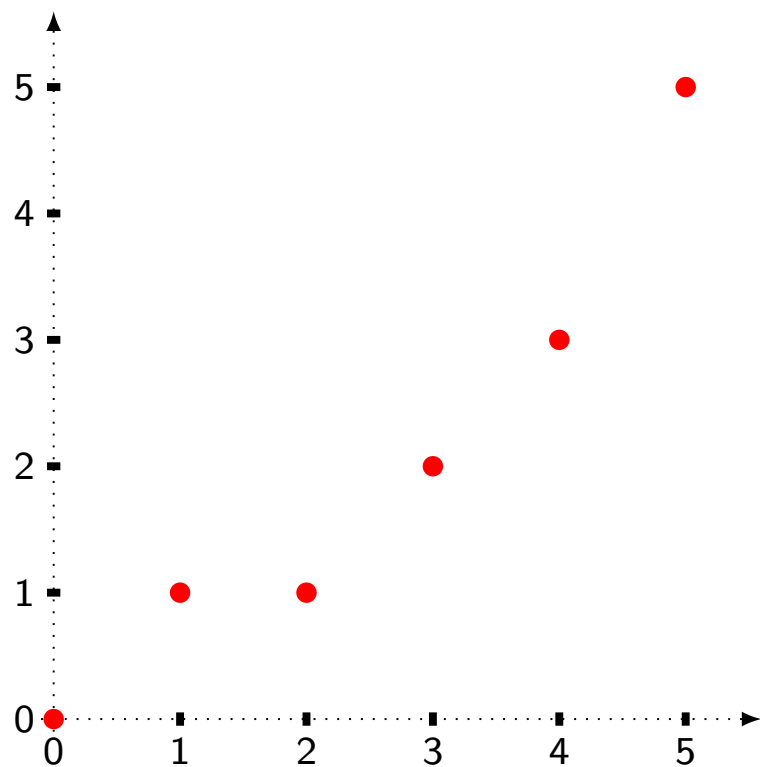
Spojitá veličina může být *závislá* na jiné spojité veličině.
Je vyjádřena *funkcí* z reálných čísel do reálných čísel.

Tato závislost (funkce) může být sama *spojitá*.

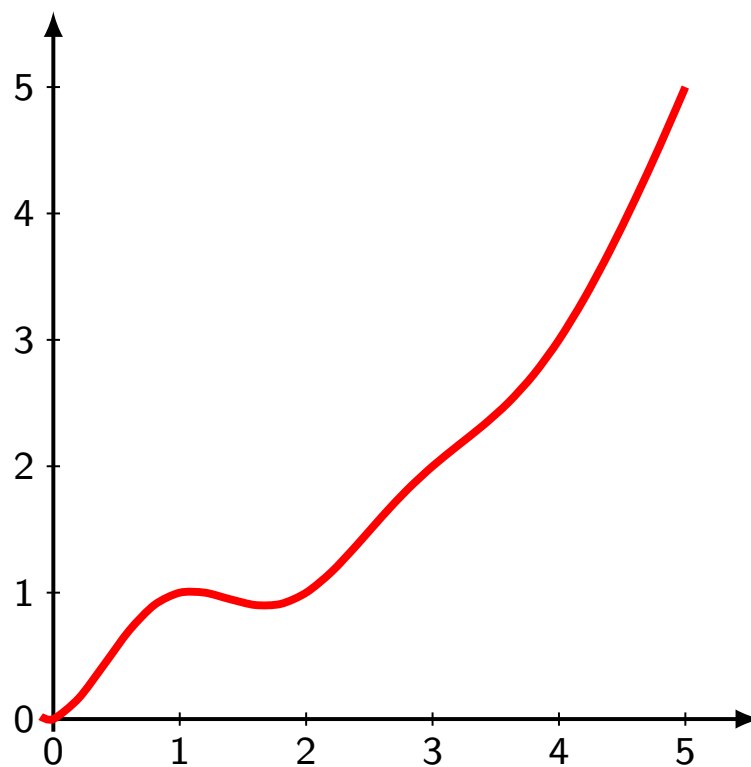
Spojitost funkce znamená, že *malá* změna nezávislé veličiny způsobí jen *malou* změnu závislé veličiny.

Příklady:

- Zvuková stopa: funkce, která časovým okamžikům přiřazuje akustický tlak v daném bodě.
- Průběh teploty: funkce, která časovým okamžikům přiřazuje teplotu.
- Záznam trasy: funkce, která časovým okamžikům přiřazuje zeměpisné souřadnice.
- Změna tlaku s výškou: funkce přiřazující nadmořské výšce atmosférický tlak.



Graf diskrétní veličiny



Graf spojité veličiny

Analogový záznam spojitě veličiny

Na *analogových zařízeních* lze spojitou veličinu ukládat přímo, pomocí jiné spojitě veličiny. Jde o tzv. *analogově* uloženou informaci.

Příklady:

- Zvuk uložený na gramofonové desce,
- obraz na chemicky vyvolávané fotografii,
- průběh teploty zapsaný mechanickým termografem.

Analogově-digitální převod

V *počítačích* jsou všechny hodnoty, tedy i hodnoty spojitých veličin, uloženy *digitálně*.

Přesněji: V dnešních *digitálních* počítačích jsou informace uloženy a zpracovávány digitálně.

Existují totiž i zařízení zvaná *analogové počítače*. Ty zpracovávají spojitě veličiny analogovou metodou.

Převod spojitě veličiny do digitálního tvaru se nazývá *analogově-digitální převod* neboli *převod AD*.

Spočívá v rozdělení intervalu na konečný počet malých podintervalů.

Každý z těchto podintervalů (obvykle označený celým číslem) tvoří jednu diskrétní hodnotu, která reprezentuje celý interval.

Analogově-digitální převod

Příklad: Délka lidského chodidla je spojitá veličina.

Výrobce obuvi rozdělí všechny možné délky do několika intervalů, každý označí *číslem nohy* a boty pak vyrábí jen v těchto diskrétních velikostech.

Příklad: Rozměr lidského trupu je spojitá veličina.

Všechny možné velikosti se rozdělí do skupin označených XS, S, M, L, XL, XXL a trička se pak vyrábějí jen v těchto diskrétních velikostech.

Analogově-digitální převod

Spojité veličiny měříme jen s omezenou přesností, a proto je stačí převádět na digitální jen s přesností měření, nebo s takovou přesností, kterou je schopen rozlišit příjemce informace.

Cvičení: Zjišťujeme a ukládáme reálné číslo x z intervalu $\langle 0, 8 \rangle$ s přesností $\varepsilon = 0,125$. Interval $\langle 0, 8 \rangle$ rozdělíme na podintervaly délky ε a uložíme informaci o tom, ve kterém podintervalu se číslo x nachází.

- Na kolik intervalů jsme původní interval rozdělili?
- Kolik bitů má informace o hodnotě čísla x (s přesností ε)?

Vzorkování a bitová hloubka

Musíme zvolit, ve *kterých* bodech nebo okamžicích hodnotu měříme a ukládáme.

Výběr časových okamžiků (nebo bodů v rovině) se nazývá *vzorkování*.

Vzorkování bývá pravidelné, tj. po stejných časových úsecích nebo po stejných vzdálenostech na obraze.

Podle použití mluvíme buď o *vzorkovací frekvenci* záznamu nebo o *rozlišení* snímku.

Počet bitů, do nichž se ukládá hodnota každého vzorku, je tzv. *bitová hloubka* vzorku.

Příklad: Zvuk snímaný mikrofonem v jednom bodě (tj. jeden zvukový kanál) je průběh akustického tlaku v čase. U čistého tónu je to funkce sinus, ale třeba u sborového zpěvu je to složitá funkce vzniklá součtem akustických tlaků ze směsi mnoha tónů a zvuků.

Vzorky jsou časové okamžiky vybrané ze spojitě běžícího času. Při digitalizaci zvuku to bývá 44 100 vzorků za sekundu, tj. jeden vzorek za každých $\frac{1}{44100}$ s $\doteq 22,676 \mu\text{s}$.

Vzorkovací frekvence je 44 100 Hz.

Hodnota x v každém vzorku je reálné číslo z intervalu $\langle 0, 1 \rangle$ (0 % až 100 % maximální hlasitosti).

Interval $\langle 0, 1 \rangle$ rozdělíme na $2^{16} = 65\,536$ částí a přesné číslo x nahradíme číslem od 0 do 65 535, které označuje příslušný podinterval.

Bitová hloubka vzorku je 16 b.

Poznámka: 44 100 Hz je dvojnásobek maximální frekvence, již je schopno slyšet ucho průměrného člověka.

Rozsah člověkem slyšitelných frekvencí bývá od 16 Hz (tón C'' subkontra) do 20 kHz (tón sedmičárkované dis).

Cvičení: Na CD je uložena hudba digitálně (a bez komprese) ve dvou zvukových kanálech, vzorkovaná frekvencí 44 100 Hz a s bitovou hloubkou 16 b. Celá nahrávka má 70 minut. Jaké je to množství paměti v MB?

Aby byly převody DA i AD *věrné*, tj. aby neutrpěla kvalita, musí být dostatečně velká vzorkovací frekvence i bitová hloubka.

Při volbě vzorkovací frekvence i bitové hloubky vzorků však musíme uvážit také omezenou přesnost měření i přesnost, kterou je schopen uživatel rozlišit.

Cvičení: Co všechno je nesprávné nebo nepřesné na následujícím prohlášení?

Brno má GPS souřadnice $N 49^{\circ} 11' 58,6438''$, $E 016^{\circ} 35' 18,8373''$.

Opravte tuto větu, aby dávala fyzikální a věcný smysl.

Digitálně-analogový převod

Digitálně uložený signál lze převést zpět na analogový, v němž bude odpovídající veličina (např. akustický tlak) zase spojitá. Zařízení se nazývá *digitálně-analogový převodník* neboli *převodník DA*.

Příklady:

- Výstup zvuku do sluchátek nebo reproduktorů — zvukové karty,
- Přenos dat po analogové telefonní lince — modemy,
- Modulace radiových vln — wifi