

1. Invent Yourself

Take a box (e.g. a matchbox), filled with identical objects (e.g. matches, balls, ...). Find a method to determine the number of objects in the box solely by the sound produced while shaking the box. How does the accuracy depend on the properties of the objects, the box, and the packing density?

1. Vynalezněte sami

Veźměte krabici (např. krabičku od sirek) naplněnou identickými předměty (např. sirkami, kuličkami,...). Navrhněte metodu ke zjištění počtu objektů v krabičce pouze podle zvuku při třepání krabicí. Jak závisí přesnost zvolené metody na vlastnostech předmětů a krabice a na míře naplnění?

Základní pohledy

- Deterministický („Newtonova mechanika“)
 - Popis pohybu každého jednotlivého objektu a nárazu do stěny krabice
 - Vhodné pro nízký počet objektů
- Stochastický („Statistická fyzika“)
 - Popis pomocí pravděpodobnostních rozdělení
 - Vhodné pro vysoký počet objektů

Deterministický přístup

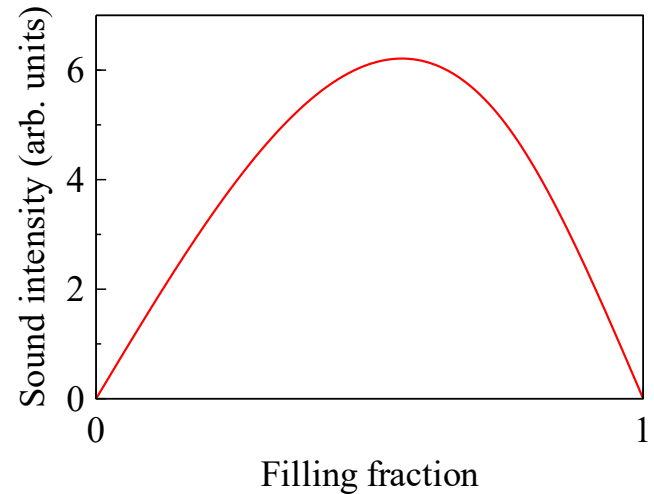
- Měření časového průběhu intenzity zvuku
 - Identifikace píků odpovídajících dopadu objektu na stěnu krabice
- Možné problémy
 - Na stěnu dopadne současně více objektů
 - Srážka objektů také vyvolá zvuk
- Jak řešit tyto problémy
 - Upravit způsob nebo parametry třepání
 - Pokročilejší analýza (např. sledování i intenzit píků, opakování měření, spektrální rozklad)
- Co očekávat
 - Vysokou spolehlivost pro menší počet objektů
 - Selhávání pro vyšší počet objektů

Stochastický přístup

- Co lze měřit
 - Rozdělení intenzit zvuku
 - Průběh intenzity zvuku v čase
 - ...
- Jak analyzovat data
 - Připomíná něco z toho nějaké známé pravděpodobnostní rozdělení?
 - Fitovat parametry rozdělení, proměřit, jak závisejí na podstatných parametrech (počet objektů, tvar, ...)

Stochastický přístup

- Co očekávat
 - Chování rozdělení intensity zvuku
 - Žádný objekt → žádný zvuk
 - Zcela naplněná krabice → žádný zvuk (resp. pouze zvuk vydávaný vzájemnými srážkami objektů)
 - Hrozí dvojznačnost řešení
 - Pro jednoznačnost/upřesnění může být potřeba další charakteristika
- Pravděpodobný výstup
 - Kalibrační křivka nebo křivky
 - Vysvětlení tvaru
- Pro pokročilé: Simulace rozdělení
 - Srážka objektů s povrchem a mezi sebou



Vlastnosti objektů

- Tvar známý/neznámý
- Pokud tvar známý, jaká jsou specifika?
 - Koule
 - Spojené koule
 - Tyčka
 - Spojené tyčky
 - ...
 - ...
 - Složitý drátek vyplňující téměř celou krabici
- Interagující / neinteragující objekty
 - Např. nabitě částice, přitahující se nebo odpuzující se magnetky, propletence
 - Interakce s krabicí

Další parametry

- Nádoba
 - Tvar, velikost
 - Usazení objektů v minimu potenciálu
 - Rozmítání rozdělení
 - Akustické vlastnosti
- Třepání
 - Jak zajistit reprodukovatelnost?
 - Translační a rotační stupně volnosti
 - Periodický / neperiodický pohyb
 - Rozmítání rozdělení
 - Kontrolované třepání = informace navíc
 - Kolik třepání je potřeba? Dá se výsledek zpřesňovat?

Obecné tipy

- Jak souvisí intenzita (příp. spektrum, ...) zvuku na pohybu objektů?
 - Hybnost mv
 - Kinetická energie $mv^2/2$
- Při vyšší míře zaplnění se spolu objekty mohou srážet. Jak se toto projeví na zvuku?

1. Invent Yourself

Take a box (e.g. a matchbox), filled with identical objects (e.g. matches, balls, ...). Find a method to *determine the number* of objects in the box *solely by the sound* produced while **shaking** the box. How does the *accuracy* depend on the properties of the objects, the box, and the **packing density**?

1. Vynalezněte sami

Veźměte krabici (např. krabičku od sirek) naplněnou identickými předměty (např. sirkami, kuličkami,...). Navrhněte metodu ke *zjištění počtu* objektů v krabičce *pouze podle zvuku* při **třepání** krabicí. Jak závisí *přesnost* zvolené metody na vlastnostech předmětů a krabice a na **míře naplnění**?

Důležité body v zadání

- Shaking/třepání
 - O co přesně se jedná?
 - Náhodný nebo řízený pohyb?
 - Máme sice měřit zvuk, nicméně v kontrolovaných podmínkách ... máme informaci navíc.
 - Soulad se zadáním? Využití – měření např. fázového posunu zvuku?
- Accuracy/přesnost
 - Polovina výsledku úlohy
- Packing density/míra naplnění
 - Zadání je nevhodné
 - Míra naplnění není dobrým parametrem
 - Úloha není invariantní vůči současnému škálování velikost + počtu objektů
 - Výsledek velmi závisí na tvaru objektů, krabice, ...

Fyzikální souboj

- Referát
 - Zvolit a vymežit řešenou úlohu, vysvětlit, proč a čím je právě tato úloha zajímavá
 - Vysvětlit, pro jaké kategorie objektů/třepání/krabic/..., metoda funguje, a pro které naopak selže. Uvědomit si, jaké chování nastává v limitních případech.
 - Kalibrační křivka, ověření
- Oponentura
 - Těžiště by mělo být kladené na metodu vyvinutou referujícím
 - Nepostihnuté situace kritizovat s mírou
 - Snažit se poukázat, co dalšího by šlo z metody vytěžit

Vybavení k zapůjčení

- Rychlý AD a DA převodník 16 bitů, 16/8 kanálů, až 1 MS/s
- Hlukoměr 30 – 130 dB ± 1.4 dB

