

Akcelerometry

Podobně jako u CPU, i v oblasti senzorů dochází k neustálému vývoji a vylepšování. Typickým příkladem mohou být nové 3D akcelerometry Freescale. Výsledkem jsou vylepšené dynamické vlastnosti při zmenšení rozměrů pouzdra.

Princip

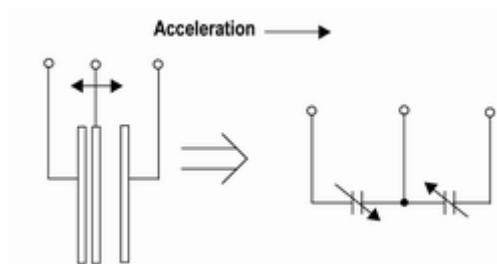
Co jsou to akcelerometry?

Akcelerometr je přístroj, který měří vibrace nebo zrychlení při pohybu struktur (konstrukcí, části strojů a pod.). Síla způsobující vibrace nebo změnu pohybu (akceleraci) působí na hmotu snímače.

Možnosti použití 3D MEMS akcelerometrů

- Měření sklonu či naklonění ploch a předmětů
- Monitorování pohybu předmětů při přepravě
- Zabezpečovací zařízení
- Detekce a monitorování nárazů a vibrací
- Měření zrychlení - akcelerace
- Měření brždění
- Detekce a měření pádu
- Měření otřesů
- HMI rozhraní, ovládání multimediálních systémů
- Měření a předpovídání seismické aktivity
- Trakční a bezpečnostní systémy automobilů
- Inerciální navigační systémy
- apod.

Struktura a funkce MEMS akcelerometru je založena na proměnné kapacitě třielektrodového vzduchového kondenzátoru. Využívá se zde známé nelineární závislosti kapacity C na vzdálenosti elektrod kondenzátoru d (velikosti vzduchové mezery) dle vzorce $C = \varepsilon \cdot S / d$ (ε = konstanta, S = plocha elektrod). Pokud tedy jednu elektrodu uděláme pohyblivou a její pohyb bude závislý na působícím zrychlení, získáme kapacitní akcelerometr. A protože taková struktura pohyblivých nosičků (elektrod) je snadno realizovatelná MEMS technologií, vznikne nám MEMS akcelerometr.



Úkol: Rekonstrukce dráhy předmětu pomocí měření zrychlení.

Pomůcky: Kit s akcelerometrem.

Postup: Kit připojíme k počítači a spustíme senzor toolbox, u nabídky vybereme evaluation, objeví se nám okno s grafem, ve kterém se nám vykreslují hodnoty zrychlení v jednotlivých osách a demo objekt který se snaží natáčet podle natočení senzoru. Pomocí aplikace zkuste odhadnout, která osa senzoru odpovídá které hodnotě vykreslované v grafu.

Pokud máte zrekonstruovat pohyb desky s akcelerometrem, budete potřebovat zaznamenat a kalibrovat hodnoty z akcelerometru. Záznam dat se provádí stisknutím tlačítka START DATALOG, a ukončuje se potvrzením dialogového okna. Zaznamenaná data se dají uložit stisknutím tlačítka DOWNLOAD, data se uloží do CSV souboru a dají se dále zpracovat pomocí excelu nebo matlabu.

Kalibrace – Senzor umístíme tak aby jednou osou směřoval přesně kolmo povrchu země (zbylé dvě vodorovně) a provedeme krátký záznam. V záznamu by dvě osy měli ukazovat 0, a jedna osa by měla ukazovat hodnotu odpovídající $9,81\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ (1g). Postup je dobré opakovat pro všechny osy, ale měli by vyjít stejně.

Určení nejistoty – nechte akcelerometr v klidu (bez pohybu) zaznamenávat, ze zaznamenaných dat vyhodnoťte nejistotu měření. Body proložte přímkou a zkuste výsledek komentovat v závěru.

Měření – S deskou akcelerometru provedeme libovolný pohyb (nejlépe kruhový), ale za dodržení několika podmínek, za prvé nesmíme zapomenout, že měříme pouze zrychlení posuvné, neumíme určit změnu úhlu, tudíž **nesmí během pohybu dojít ke změně natočení podle žádné z os!** Dále nesmíme zapomenout, že krom dynamického zrychlení, nám senzor ještě zaznamenává silové působení gravitačního pole, které ale na pohyb nemá žádný vliv a musí se ve výpočtu odečíst, proto je výhodné, aby senzor byl natočen tak aby gravitace působila ve směru jedné osy.

Tvar pohybu může být libovolný, je výhodné volit jednoduchou trajektorii s možností ji několikrát opakovat (např. kružnice) a začít z 0 rychlosti a záznam ukončit v bodě kde jste jej začali. Měření nejdříve proveďte na nečisto a zkontrolujte rozsah hodnot zrychlení v aplikaci, jestli není mimo rozsah nebo naopak příliš malý, Následně pokus opakujte se zapnutým záznamem.

Zpracování: Zaznamenaná data z jednotlivých os přepočtete na zrychlení v $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ přepočet by měl být podle kalibračního měření $a=(\text{aktuální}) / (\text{hodnota odpovídající gravitačnímu zrychlení})\cdot 9,81$.

Pomocí numerické integrace vypočteme průběh rychlosti, a integrací rychlosti vypočteme trajektorii.

Do protokolu vyneseme závislosti a_y na a_x , v_y na v_x a s_y na s_x , přičemž pokud závislost vyneseme jako x-y graf ve formě vyhlazované čáry, měla by poslední zmiňovaná odpovídat malovanému obrázci, rychlost jeho derivaci a první druhé derivaci vašeho obrázku.

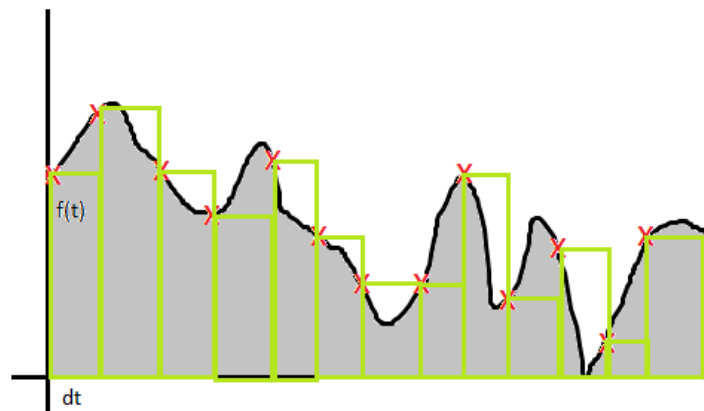
V závěru uveďte, o kolik se liší počáteční a koncový bod oproti skutečnosti.

Numerická integrace

Jelikož nemáme danou funkci zrychlení, ale pouze diskrétní záznam hodnot zrychlení v čase, nemůžeme použít pro výpočet určitého integrálu analytické metody, ale musíme přistoupit k numerické integraci.

Princip numerické integrace vychází z významu integrálu jako plochy pod křivkou.

Protože neznáme funkci křivky, ale ve skutečnosti neznáme ani celý průběh křivky, ale pouze hodnoty po nějakém časovém intervalu, můžeme plochu pod křivkou s přijatelnou přesností aproximovat jako plochu tvořenou součtem obdélníků tvořených funkční hodnotou (zrychlením) a trváním jednoho intervalu vzorkování.



Tedy každý obdélník má obsah $a(v \text{ čase } t) * dt$ (vzorkovací interval)

	A	B	C	D
1	t(sec)	a(m/s ²)	v(m/s)	s(m)
2	0	1	=B2*1	=C2*1
3	1	1	=B3*1+C2	=C3*1+D2
4	2	5	=B4*1+C3	=C4*1+D3
5	3	1	=B5*1+C4	=C5*1+D4

Počáteční hodnota rychlosti se změřit nedá stejně jako počáteční poloha, měřením zrychlení se dá měřit pouze změna, nikoliv absolutní velikost. Proto začínáme z 0 rychlosti. Počáteční rychlost se nedá vypočítat, proto předpokládáme, že jsme začali pohyb z rychlosti 0 a pro dráhu bereme jako nulový bod ten, kde jsme pohyb začali. Příklad výpočtu rychlosti a dráhy viz obrázek výše. Interval vzorkování je zde 1 sekunda.