

1. Różniczkowanie sygnału (1,5 pkt)

Plik pozycje.txt zawiera zapis położenia zarejestrowany za pomocą urządzenia GPS. Dane ułożone są w pięciu kolumnach:

1. czas w milisekundach¹, w którym dokonywany był zapis pozycji,
2. szerokość geograficzna, podana w stopniach,
3. długość geograficzna, podana w stopniach,
4. wysokość nad poziomem morza,
5. dokładność pomiaru, podana w metrach.

1) Na podstawie zapisu pozycji oraz czasu wyznacz wartość chwilową wektora prędkości poruszania się urządzenia GPS w punktach, w których określona została pozycja. Prędkość chwilowa V_t jest pochodną położenia x po czasie t ; dana jest wzorem:

$$V_t = \frac{dx}{dt}$$

Przyjmij, że urządzenie GPS podaje bezbłędną pozycję.

2) Na podstawie zapisu pozycji oraz czasu wyznacz chwilową wartość wektora przyspieszenia a_t , korzystając z równania:

$$a_t = \frac{d^2x}{dt^2}$$

3) Oblicz całkowity przebyty dystans od pierwszego do ostatniego punktu. Załącz, że pozycja przekazywana przez urządzenie GPS jest dokładna (tzn. nie jest obarczona błędem) i że urządzenie GPS poruszało się po krzywej łamanej łączącej wskazane punkty.

Odległość pomiędzy dwoma punktami o szerokości ϕ i długości geograficznej λ można wyznaczyć ze wzoru:

$$d = Rc$$

gdzie $R = 6371\text{km}$ oznacza promień Ziemi, z kolei c dane jest równaniem:

$$c = 2\arctan2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

gdzie

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) + \cos(\phi_1)\cos(\phi_2)\sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)$$

Dla pracowitych (+1 pkt) – sam wygeneruj sobie plik z pozycjami (z wykorzystaniem telefonu). Nagraj ciekawą trasę.

2. Filtr różniczkujący FIR (opcjonalne 1 pkt)

Punkty 1) oraz 2) z zadania 1 wykonaj z wykorzystaniem filtra różniczkującego. Możesz wykorzystać któryś z filtrów różniczkujących przedstawionych na stronie 10. wykładu.

3. Różniczkowanie zaszumionego sygnału (1 + 2 pkt opcjonalne)

1) Wykonaj różniczkowanie dyskretnej funkcji sinus w przedziale $(0, 2\pi)$

metodami ilorazów różnicowych centralnych i wstecz i filtrem różniczkującym FIR z zadania 2 (opcjonalne). Przyjmij częstotliwość próbkowania funkcji sinus 100 próbek na okres.

$x = 0:(2\pi)/100:2\pi;$
 $y1 = \sin(x); y2 = \cos(x);$

¹Jest to czas POSIX podany w milisekundach (rozszerzony o 3 dodatkowe cyfry)

Porównaj wyniki otrzymane za pośrednictwem wspomnianych metod z rzeczywistymi wartościami pochodnej funkcji sinus ($\sin'(x) = \cos(x)$).

2) Następnie do wartości próbek funkcji sinus dodaj szum biały wykorzystując funkcję `awgn()`. Przetestuj działania układów różniczkujących z następującymi wartościami SNR (*Signal to Noise Ratio* – stosunek mocy sygnału do mocy szumu): 20, 35 oraz 50 [dB]. Jakie wnioski można wyciągnąć z osiągniętych wyników?

3) (opcjonalne) Dokonaj teraz filtracji sygnału sinusoidalnego cyfrowym filtrem różniczkującym o odpowiedzi impulsowej $h(m)$:

$$h(m) = \cos\frac{(\pi m)}{m}, \text{ gdzie } m=-M, \dots, 0, \dots, M, \quad M=10$$

```
M=10; m=-M:1:M; h = cos(pi*m)./m; h(M+1)=0; % odp. impulsowa filtru różnicz.  
% w = blackman(2*M+1); h = h .* w; % opcjonalne wygładzenie brzegów  
y2e = conv(y1, h); % operacja splotu (filtracji)
```

Odrzuć $2M$ pierwszych i $2M$ ostatnich próbek sygnału $y2e(n)$. Odrzuć M pierwszych i M ostatnich próbek sygnału $y2(n)$. Sprawdź dokładność różniczkowania: po modyfikacji porównaj sygnały $y2(n)$ i $y2e(n)$ na pierwszym rysunku, natomiast na drugim narysuj sygnał błędu. Powtórz eksperyment usuwając znak komentarza w drugiej linii powyższego kodu. Powtórz eksperyment dla $M=50$ i 100 . Powtórz eksperyment w przypadku występowania szumu.

4. Całkowanie numeryczne (1,5 pkt)

Na podstawie logów z czujnika przyspieszenia smartphona (akcelerometru) napisz samodzielnie (bez używania funkcji matlaba, w szczególności `trapz()`) dwie funkcje, które:

1. zwracają wartość prędkości chwilowej telefonu
2. zwraca przebyty dystans w czasie od t_0 do t_1 . Zależność drogi s od prędkości chwilowej $v(t)$ dana jest wzorem:

Funkcje Możesz samodzielnie wygenerować logi z akcelerometru lub też wykorzystać załączony plik (`accel_logs.csv`). Wykorzystaj napisaną funkcję do obliczenia całkowitego przebytego dystansu od pierwszego do ostatniego punktu