

MOZA - Projekt 2CAL-A5

Piotr Miedzik

5 lutego 2014

Todo list

sprawdzić czy f_U dobrze opisane 1

1 Wstęp

Celem tego projektu było dobranie wzorców pewnego przyrządu pomiarowego, działające w szerokim paśmie częstotliwości, za pomocą metody optymalizacji wielokryterialnej. Do oceny doboru wzorców użyto funkcji:

$$D(x, f) = \left| \frac{\det M(x, f)}{n+1} \right|$$

Co można rozpisać jako:

$$D = 1 - 2|q|^2 - |r|^2 + 2 \cdot \operatorname{Re} \{s^2 \cdot r^*\}$$

$$q = \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n e^{j \cdot \varphi_k}$$

$$r = \frac{1}{n+1} \sum_{k=0}^n e^{j \cdot 2 \cdot \varphi_k}$$

$$\varphi_k = \frac{4 \cdot \Pi \cdot f}{c} \cdot x_k$$

$$c = 3 \cdot 10^8$$

Gdzie:

M - Macierz Fishera

x - zbiór n elementów kalibrujących

f - przedział pasma w jakim działa urządzenie

Przebieg funkcji $D(x, f)$ można scharakteryzować następującymi parametrami:

r - wielkość zafalowań przebiegu w paśmie działa urządzenia

f_L - dolna częstotliwość dla której zafalowania nie przekraczają wartości r

f_U - górna częstotliwość dla której zafalowania nie przekraczają wartości r

Założeniem projektu jest znalezienie takiego wektora wzorców x by zminimalizować wielkość zafalowań r dla $f_U = 18GHz$, $f_L = 3.6GHz$. Jednocześnie przyjęto ograniczenie że każdy element wektora $x \in \langle 0.01; 0.2 \rangle$.

Zadanie to rozwiązano dwoma metodami za pomocą programu Matlab i wbudowanego w niego Global Optimization Toolbox, z którego użyto algorytmu wielostartowego oraz algorytmu genetycznego.

sprawdzić
czy f_U do-
brze opi-
sane

1.1 Algorytm genetyczny

Algorytm ten losuje w każdej iteracji (generacji) zbiór kandydatów na rozwiązanie (populację). Następnie każda populacja poddawana jest ocenie a następnie selekcji na rozwiązania które pozostają bez zmian oraz takich które poddawane są albo drobnym losowym zmianom (mutacja) albo są krzyżowane z genotypem rodzica (dobrze ocenionego rozwiązania z poprzedniej populacji). Dzięki tym operacjom powstaje nowa populacja. W ten sposób algorytm przeszukuje przestrzeń rozwiązań i podaje najlepsze jakie znalazł.

1.2 Algorytm wielokartowy

Algorytm ten szuka rozwiązań dokonując na początku losowania wybranej liczby punktów zawierających się w zadanych granicach, a następnie minimalizuje zadaną funkcję celu przyjmując w kolejnych iteracjach każdy z punktów za punkt startowy. Losowe punkty rozłożone są równomiernie. Każdy punkt startowy optymalizuje funkcję, może jednak natrafić na minimum lokalne, dlatego ze zbioru uzyskanych minimów wybierane jest minimum globalne.

1.3 nazwać to jakoś

Jako miary jakości wyniku przyjęto następujące kryteria:

- Wielkość zafalowań
- Różnica między przyjętymi częstotliwościami granicznymi (f_L i f_U) a rzeczywistymi
- Odchylenie standardowe w paśmie $\langle f_L; f_U \rangle$.
- Czas trwania obliczeń

2 Realizacja

2.1 Pliki dostarczone przez prowadzącego

W ramach projektu dostarczone od prowadzącego zostały następujące pliki:

2.1.1 calc_D.m

Funkcja oblicza wartość funkcji $D(x, f)$ oceniającej dobor wzorców która została opisana w poprzednim punkcie.

2.1.2 calc_fLfU.m

Oblicza wartość f_L , f_U oraz najniższą wartość jaką przyjmuje funkcja w tym przedziale z której obliczana jest wielkość zafalowań r .

2.2 Pliki stworzone

Na potrzeby wykonania zadania stworzono 6 plików:

2.2.1 Funkcja_celu.m

Funkcja celu która wykorzystuje funkcje calc_D oraz calc_fLfU by obliczyć wielkość zafalowań dla danego wektora wzorców x w zadanym przedziale częstotliwości f .

2.2.2 Freq_con.m

Funkcja z ograniczeniami nieliniowymi. Ograniczenia te dotyczyły częstotliwości, tzn. $f_U = 18GHz$, $f_L = 3.6GHz$ oraz $D(f_U) = D(f_L)$. Ograniczenia te okazały się sprawić najwięcej problemów w projekcie. Wypróbowano różne zestawy ograniczeń, zarówno równościowych jak i nierównościowych. Ograniczenia równościowe nie dawały żadnych wyników, solver przerywał wykonywanie algorytmu nie znajdując rozwiązania. Ograniczenia nierównościowe dawały również wyniki niestadyfikujące, przeważnie z dużymi zafalowaniami (około 0.45). Dlatego najlepszym rozwiązaniem okazało się dodanie ograniczenia nierównościowego związanego tylko z $D(f_U) = D(f_L)$ oraz dobór odpowiedniego przedział częstotliwości optymalizacji w funkcji celu. Odpowiedni przedział dobrany został metodą prób i błędów.

2.2.3 Genetyczny.m

W tym pliku uruchamiany jest algorytm genetyczny. Po skończeniu obliczeń środowisko jest zapisywane do pliku genetyczny.mat. Parametry algorytmu:

- Liczba zmiennych: 7
- Populacji: 10000
- Ograniczenia na populację początkową: $x \in \langle 0.01; 0.2 \rangle$
- Ograniczenie dolne i górne wyniku: $x \in \langle 0.01; 0.2 \rangle$

2.2.4 Genetyczny_wyniki.m

Plik ładuje wyniki z pliku genetyczny.mat w celu prezentacji wyników

2.2.5 Multi.m

W tym pliku uruchamiany jest algorytm wielostartowy. Po skończeniu obliczeń środowisko jest zapisywane do pliku multi.mat. Parametry algorytmu:

- Ilość punktów startowych: 1000
- Solver: fmincon
- Rozwiązanie początkowe: $x_k = \frac{k \cdot 3^8}{4 \cdot 18 MHz}$
- Ograniczenie dolne i górne wyniku: $x \in \langle 0.01; 0.2 \rangle$

2.2.6 Multi_wyniki.m

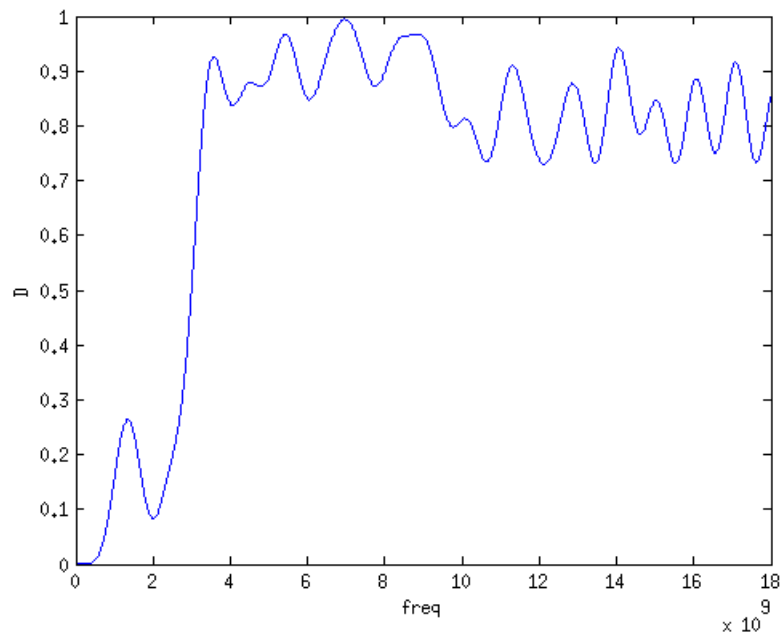
Plik ładuje wyniki z pliku genetyczny.mat w celu prezentacji wyników

3 Wyniki

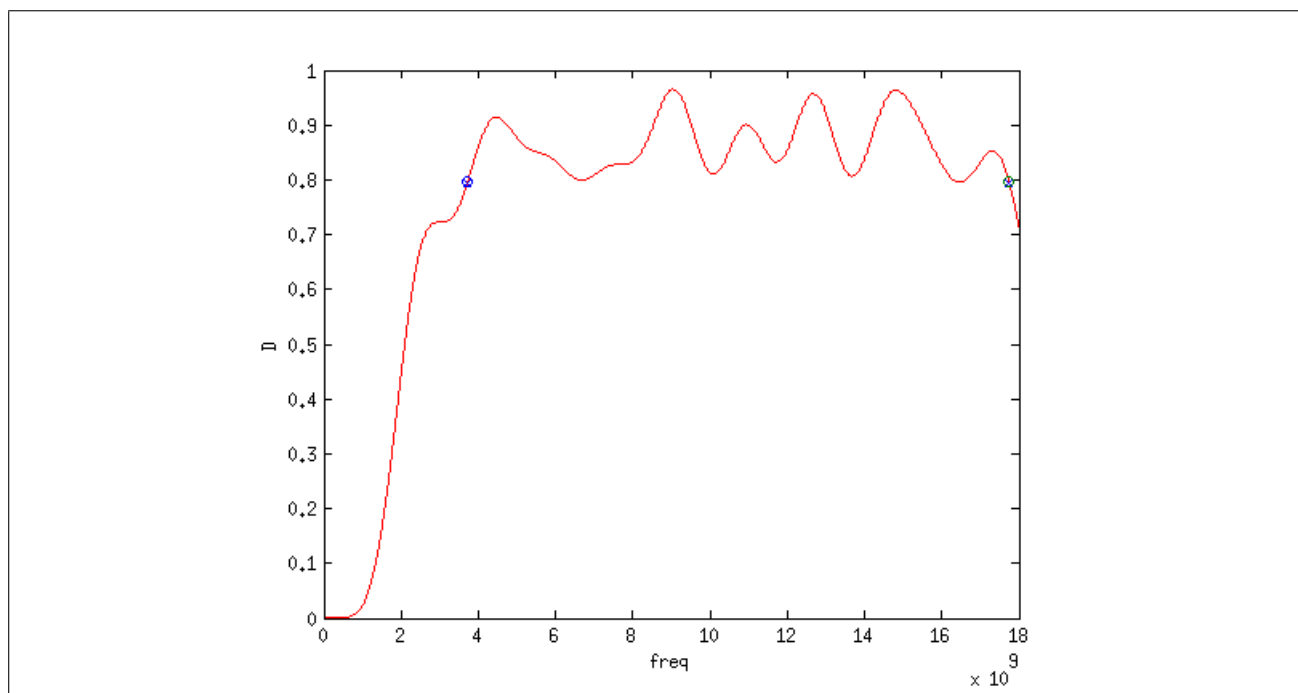
Obliczenia wykonywano na komputerze z procesorem Intel Xeon X5690 @ 3.47GHz, 12GB pamięci RAM z wykorzystaniem pakietu Matlab R2012a w systemie operacyjnym Linux.

najlepsze uzyskane rozwiązania:

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Genetyczny	0.194218	0.188177	0.157007	0.181068	0.093069	0.197461	0.17490
Multistart	0.037525	0.031646	0.024100	0.027561	0.020383	0.016777	0.044596



Rysunek 1: Genetyczny



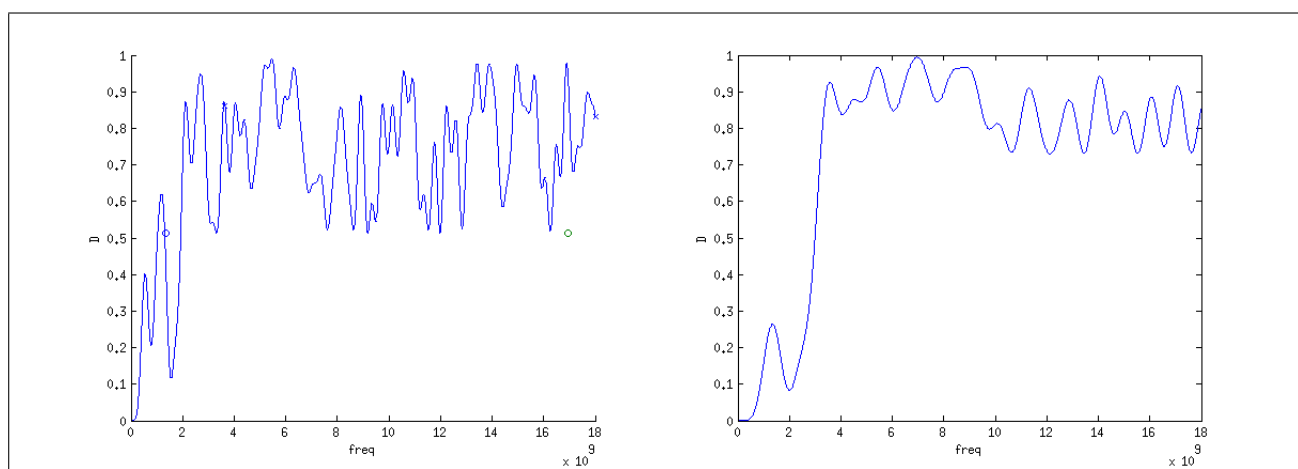
Rysunek 2: Multistart

	Wielkość zafalowań r	Odchylenie od f_L	Odchylenie od f_L	Odchylenie standardowe w paśmie pracy	Czas obliczeń
Genetyczny	0.2693	5289MHz	901MHz	0.0721	102s
Multistart	0.2044	124MHz	251MHz	0.0488	7365s

Optimalizacja przebiegła poprawnie, obydwie algorytmy sprawdziły się.

Algorytm genetyczny wykonywał się szybko w porównaniu do multistartu. Ponieważ algorytm genetyczny polega na losowych zmianach za każdym razem otrzymywany jest inny wynik i trudny do przewidzenia. Wynik dla algorytmu genetycznego przedstawiony w sprawozdaniu został uzyskany dopiero po kilku próbach. Na rysunku 3 zostały przedstawione wyniki uzyskane podczas dwóch prób.

Algorytm multistart dał lepszy wynik. Liczbę iteracji ustawiono na 1000 po wcześniejszych próbach z mniejszymi wartościami. W przeciwieństwie do algorytmu genetycznego algorytm multistartu analizuje dużo więcej możliwych rozwiązań, z których wybiera najlepsze. Dzięki temu wyniki algorytm daje nie tylko dużo lepsze wyniki, ale też wynik pod względem jakości za każdym razem jest porównywalny. Algorytm multistartu musi działać niestety znacznie dłużej.



Rysunek 3: Wyniki działania algorytmu Genetycznego

3.1 Załączniki

- calc_fLfU.m

- calc_D
- Freq_con.m
- Funkcja_celu.m
- Genetyczny.m
- Multi.m
- Genetyczny_wyniki.m
- Multi_wyniki.m