Laboratorium MATLA/MTL

Ćwiczenie 5

Opracowali:

- dr inż. Beata Leśniak-Plewińska
- dr inż. Jakub Żmigrodzki

Zakład Inżynierii Biomedycznej,
Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej,
Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej.

Warszawa, 2016

1. Cel ćwiczenia

W ramach ćwiczenia studenci zapoznają się z projektowaniem graficznego interfejsu użytkownika w MATLAB'ie. W instrukcji do ćwiczenia zamieszczono opis modułu GUIDE (Graphical User Interface Design Enviroment) – narzędzia służącego do interaktywnego tworzenia GUI (ang. Graphical User Interface, GUI).

2. Wymagane wiadomości

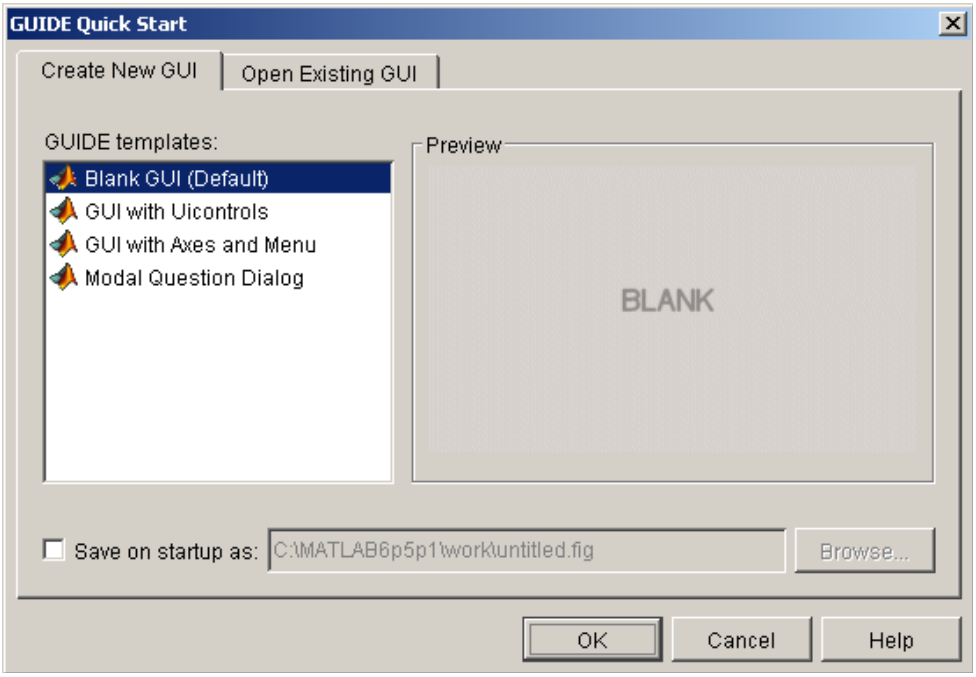
Informacje zawarte w niniejszej instrukcji.

3. Informacje podstawowe

Graficzny interfejs użytkownika to ogólne określenie sposobu prezentacji informacji przez komputer polegającego na rysowaniu elementów (widżetów, zwanych często kontrolkami, takich jak: okna, przyciski, pola wyboru, pola radiowe, pola edycyjne, paski menu, ikony, listy, zakładki, okna dialogowe, suwaki, paski narzędzi, etykiety) z dokładnością do piksela, w odróżnieniu od interfejsu tekstowego, gdzie najmniejszą jednostką rysowaną jest znak.

4. GUIDE

W MATLAB'ie do interaktywnego projektowania GUI służy narzędzie ***GUIDE***. ***GUIDE*** wspomaga rozmieszczanie elementów GUI oraz generuje szkielet programu (m-plik) obsługującego te elementy (obiekty).



*Rysunek 1: Okno **GUIDE Quick Start***

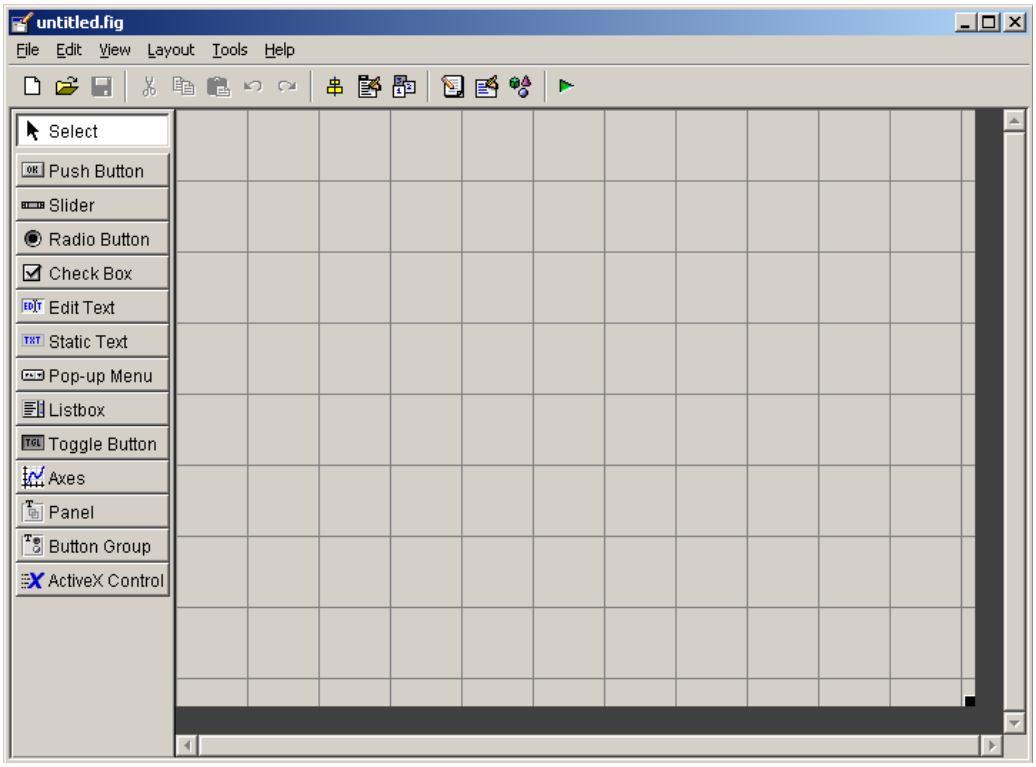
Aplikację ***GUIDE*** możemy wywoływać następująco:

- wpisując w oknie poleceń komendy `>>guide` lub `>>guide('nazwa_pliku.fig')`;
- wybierając z menu ***Start MATLAB → GUIDE (GUI Builder)***;

- wybierając z menu ***MATLAB File New → GUI***;
- klikając na pasku narzędzi MATLABa przycisku  .

Aplikacje tworzone w ***GUIDE*** są zapisywane jako pliki graficzne z rozszerzeniem *.fig* i w formie m-pliku. Polecenie `guide` otwiera okno ***GUIDE Quick Strat*** (Rysunek 1). Użytkownik uzyskuje możliwość wyboru pustego edytora GUI, wyboru spośród kilku typowych wzorców rozmieszczenia elementów interfejsu oraz otworzenia istniejącego GUI w celu jego modyfikacji.

W celu stworzenia nowego GUI należy wybrać opcję ***Blank GUI*** *(Default)* i kliknąć OK otwierając okno edytora ***Layout*** – *untitled.fig* (Rysunek 2).



Rysunek 2: Okno edytora Layout – untitled.fig

W centralnej części okna edytora ***Layout Editor*** (część zakratkowana) znajduje się obszar wyświetlany po uruchomieniu aplikacji, dla której tworzony jest interfejs graficzny. W tym obszarze wstawiane są elementy/obiekty GUI. Z lewej strony okna **GUIDE** znajduje się menu pozwalające wybrać obiekty używane w GUI. Są to kolejno:

Push Button  - przycisk polecenia; generuje określona akcję wtedy, kiedy jest naciśnięty (wykonywane jest wówczas wywołanie wsteczne – *callback*).

Slider - suwak; akceptuje liczbowe parametry wejściowe mieszczące się w określonym zakresie; położenie suwaka wskazuje procent całego zakresu przemieszczania.

Radio Button  - przycisk wyboru jednej z opcji; wybranie jednego z nich anuluje wybór pozostałych.

Checkbox		pole wyboru; generuje akcję, kiedy jest wybrane; jeśli jest w grupie, to wybranie jednego z nich nie anuluje wyboru pozostałych.
Edit Text		pole tekstowe umożliwiające wprowadzanie i edycję tekstu; wywołanie wsteczne jest wykonywane po naciśnięciu klawisza ENTER.
Static Text		etykieta opisująca inne obiekty graficzne w GUI lub pole obliczeniowe; użytkownik nie może interaktywnie wpływać na ten obiekt; nie posiada on wywołania wstecznego.
Popup Menu		pole listy rozwijanej umożliwiające wybór jednego z jej elementów.
Listbox		pole listy umożliwiające wybór jednego lub więcej elementów z listy.
Toggle Button		przycisk przełącznika bistabilnego – wciśnięty pozostaje w tym stanie aż zostanie wyciśnięty; wywołanie wsteczne jest wykonywane po zwolnieniu naciśniętego przycisku myszki wskazującej ten przycisk.
Table		tabela
Axes		osie współrzędnych
Panel		panel/ramka; może zawierać grupę dowolnych elementów; zgrupowanie podobnych elementów ułatwia korzystanie z interfejsu; panel ma tytuł, obramowanie oraz może zawierać inne panele, grupę opcji, osie współrzędnych i kontrolki; położenie każdego elementu wewnątrz panelu jest interpretowane jako względne do panelu.
Button Group		grupa przycisków opcji (*radio buttons*) lub przyciski przełącznika (***Toggle Buttons***).
Toolbar		pasek narzędzi.
ActiveX Control		kotrolki ActiveX.

Właściwe działanie GUI gwarantują wywołania wsteczne (***Callbacks***). Są to funkcje wykonywane wtedy, gdy wystąpi określona akcja na ekranie, np. kliknięcie przycisku. Wybrane rodzaje i własności wywołań wstecznych podaje Tabela 1.

Pobranie elementu możliwe jest za pomocą myszy. Każdy obiekt GUI można dopasowywać do aktualnych potrzeb zmieniając jego położenie, rozmiar i inne atrybuty.

Korzystając w **GUIDE** z myszy należy używać obu jej przycisków przy czym:

- lewy przycisk służy do wyboru obiektu graficznego, zmiany jego wymiarów oraz do jego przesuwania; bardziej precyzyjne pozycjonowanie obiektów, po ich wskazaniu myszką, możliwe jest dzięki klawiszom kierunkowym: ←↓↑→;

- prawy przycisk myszy otwiera lokalne menu kontekstowe umożliwiające między innymi:
  - duplikowanie elementu (***Duplicate***);
  - zmianę warstwy: przesuń na wierzch/pod spód (***Bring to Front***/***Send to Back***);
  - określenie i modyfikację właściwości obiektu (***Property Inspector***);
  - przeglądanie zdefiniowanych obiektów (***Object Browser***);
  - definiowanie wywołań zwrotnych (***View Callbacks***).

Tabela 1

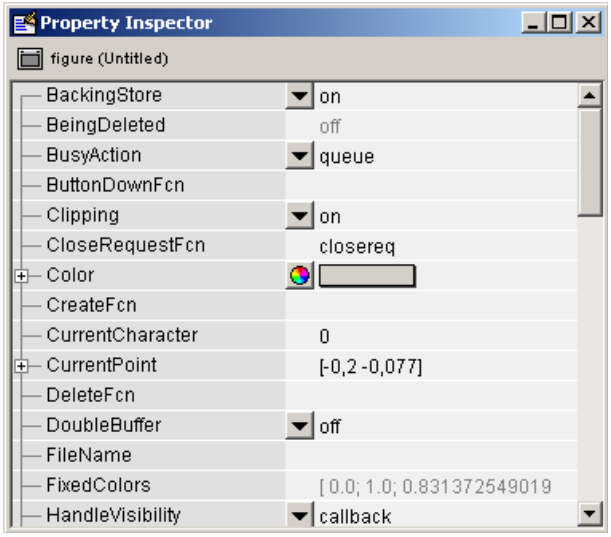
Własność wywołania wstecznego	**Opis**
`ButtonDownFcn`	Jest wykonywane wtedy, gdy użytkownik naciśnie przycisk myszki, a jej kursor wskazuje dany komponent
`CreateFcn`	Inicjalizuje komponent podczas jego tworzenia, ale przed pojawieniem się na ekranie
`Callback`	Wykonuje podstawowe zadania w odpowiedzi na akcję użytkownika.
`DeleteFcn`	Jest wykonywane przed usuwaniem obiektu, tj. gdy uruchomione zostanie polecenie delete albo close w stosunku do okna aplikacji zawierającego dany element (nie ma zastosowania do obiektu root).
`KeyPressFcn`	Jest wykonywane wtedy, gdy użytkownik naciśnie klawisz na klawiaturze a wywołanie wsteczne komponentu jest aktywne.
`ResizeFcn`	Jest wykonywane wtedy, gdy użytkownik zmienia rozmiar obiektu ***Panel*** lub ***Button Group***.
`SelectionChangeFcn`	Jest wykonywane wtedy, gdy użytkownik wybierze inny przycisk opcji (***Radio Button***) lub przełącznika (***Toggle Button***)

Programowanie interfejsu graficznego rozpoczyna się od określenia właściwości jego obiektów. W pierwszej kolejności należy definiować wartości własności ***Tag*** użytych obiektów GUI. Wartość własności ***Tag*** jet bowiem wykorzystywana do automatycznego tworzenia funkcji związanych z wywołaniami wstecznymi dla danego obiektu (np. ***wartość_Tag_Callback***) oraz do aktualizacji struktury `handles` (dodanie elementu/pola struktury dla każdego nowo utworzonego obiektu wg schematu `handles.`*`wartość_Tag`*) co pozwala na łatwe pobieranie/modyfikowanie wartości własności użytych obiektów za pomocą funkcji `get` i `set`.

Określanie i modyfikację wartości własności obiektów inspektor właściwości (***Property Inspector***) (Rysunek 3).

W celu uruchomienia inspektora właściwości dla danego obiektu można:

- kliknąć obiekt dwukrotnie,
- kliknąć przycisk  na pasku narzędzi ***GUIDE Layout Editor***
- z menu ***View*** wybrać opcję ***Property Inspector***,
- z lokalnego menu kontekstowego wywołanego prawym przyciskiem myszy wybrać opcję ***Property Inspector.***



*Rysunek 3: Okno inspektora właściwości obiektu (**Property Inspector**)*

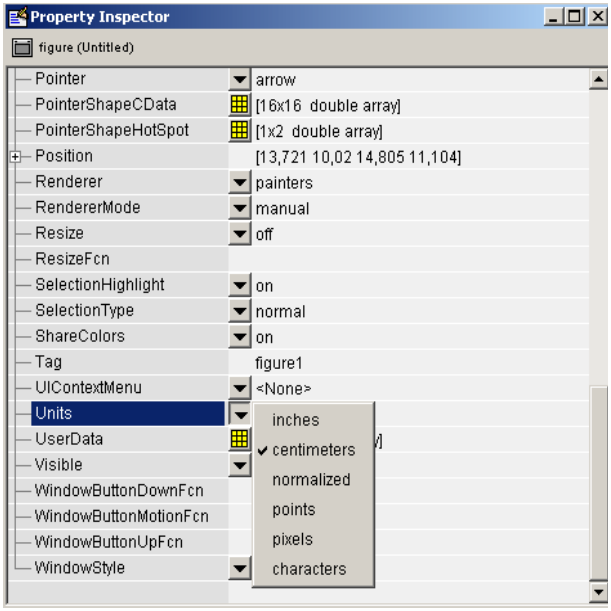
Uruchomienia wykonanego projektu można dokonać albo wybierając opcję ***Run*** z menu ***Tools***, albo naciskając przycisk na pasku narzędzi ***GUIDE Layout Editor***.

5. Wykonanie ćwiczenia

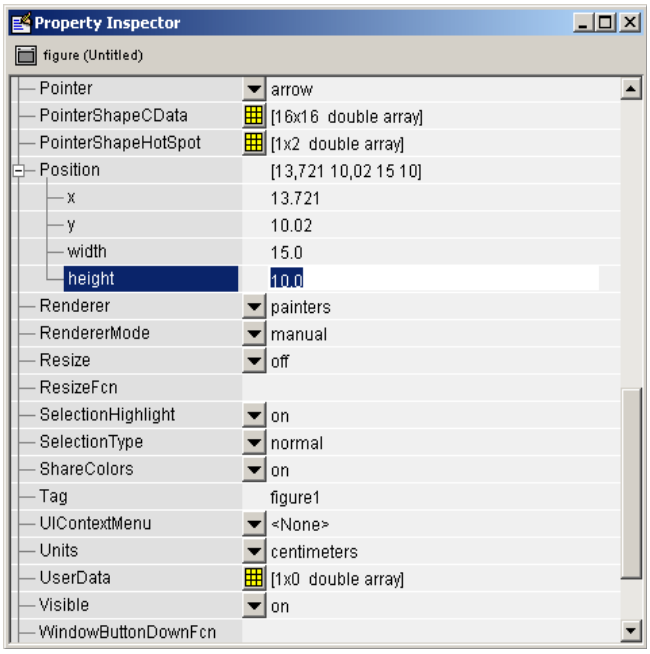
Zadanie 1

1. Uruchom aplikację **GUIDE** wybierając „puste” GUI (***Blank GUI (Default)***)

2. Ustal wielkość otwieranego okna na 10 × 15 cm. W tym celu najpierw określ nową wartość dla właściwości ***Units*** na centymetry - ***centimeters*** (Rysunek 4).



*Rysunek 4: Ustalenie wartości właściwości **Units***



Rysunek 5: Ustalenie wartości właściwości ***Position***

Następnie naciskając znak „+” przy zakładce właściwości ***Position*** ustal wartości pól: ***width*** na ***15*** oraz ***height*** na ***10***. (Zatwierdzamy klawiszem *ENTER*) (Rysunek 5). Zamknij okno inspektora właściwości.

3. Wstaw osie układu współrzędnych (***Axes***) i przycisk polecenia (***Push button***) (Rysunek 6)

4. Otwórz ***Property Inspector*** obiektu ***Axes***.

5. Zmień wartości własności: ***Tag*** na ***'Osie'***, ***Units*** na centymetry oraz własności ***Position***: wielkość wykresu na ***10***x***6*** (jak w p. 2) i pozycje jego lewego dolnego rogu na: ***x=1, y=3*** (w stosunku do lewego dolnego rogu obszaru tworzonego interfejsu) (Rysunek 7)

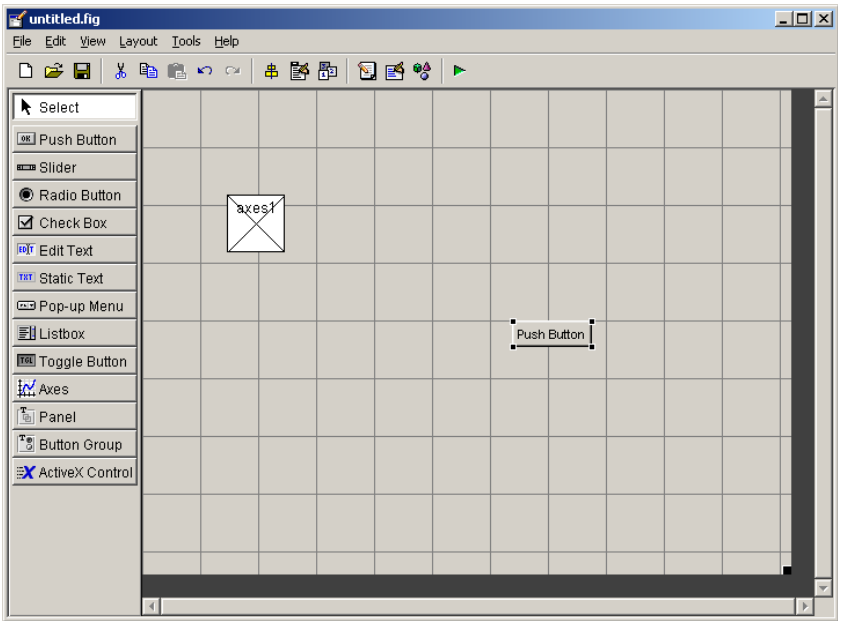
6. Otwórz ***Property Inspector*** obiektu ***Push Button***.

7. Zmień wartości właściwość: ***Tag*** na ***'Push_Rysuj'***, a ***String*** na ***'Rysuj'***. Dzięki temu po włączeniu GUI nasz przycisk będzie miał etykietę 'Rysuj'.

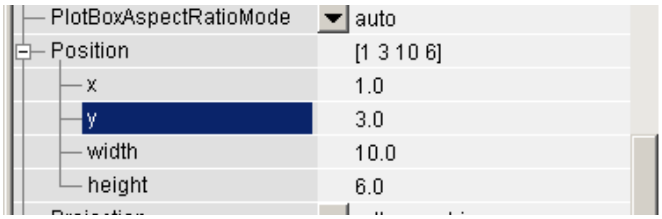
8. Jeśli to potrzebne, przesuń obiekt ***Push Button*** tak aby nie kolidował on z obiektem ***Axes***. (Rysunek 8)

9. Uruchom aplikację.

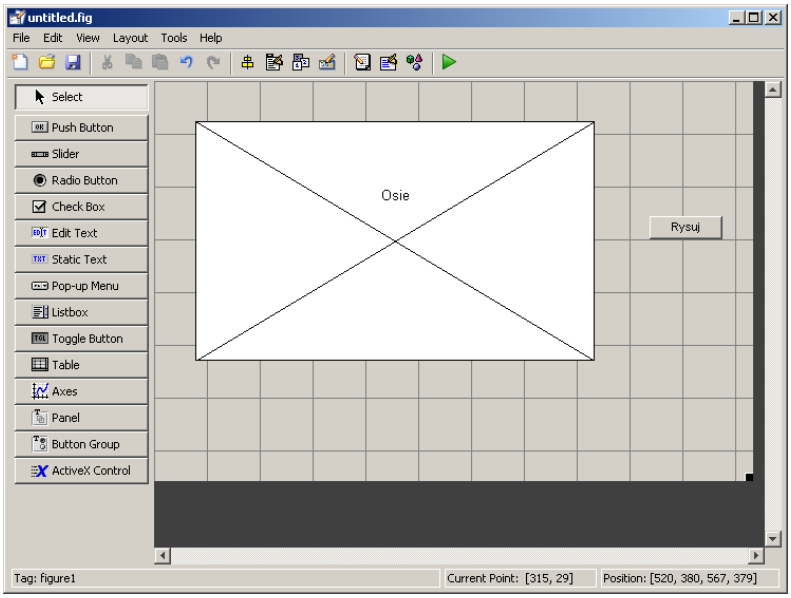
   MATLAB zada pytanie, czy chcemy zapisać zmiany. (Rysunek 9) Bez zapisania zmian nie da się uruchomić GUI.



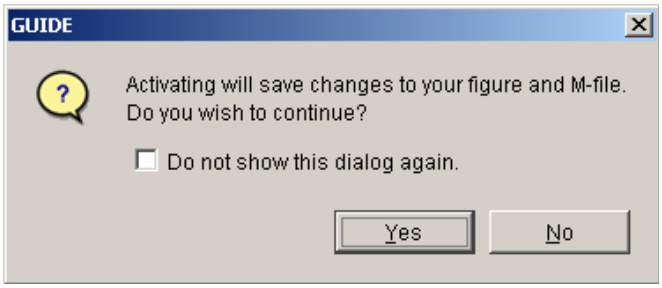
*Rysunek 6: Wstawienie osi układu współrzędnych (**Axes**) i przycisku polecenia (**Push Button**)*



Rysunek 7: Określenie pozycji lewego górnego rogu obiektu



*Rysunek 8: Przykładowe rozmieszczenie obiektów w **Layout Editor***



Rysunek 9: Pytanie MATLAB'a o zapisanie zmiany

Po potwierdzeniu (kliknięciu przycisku ***Yes***) nastąpi przejście do domyślnego katalogu roboczego (Rysunek 10).

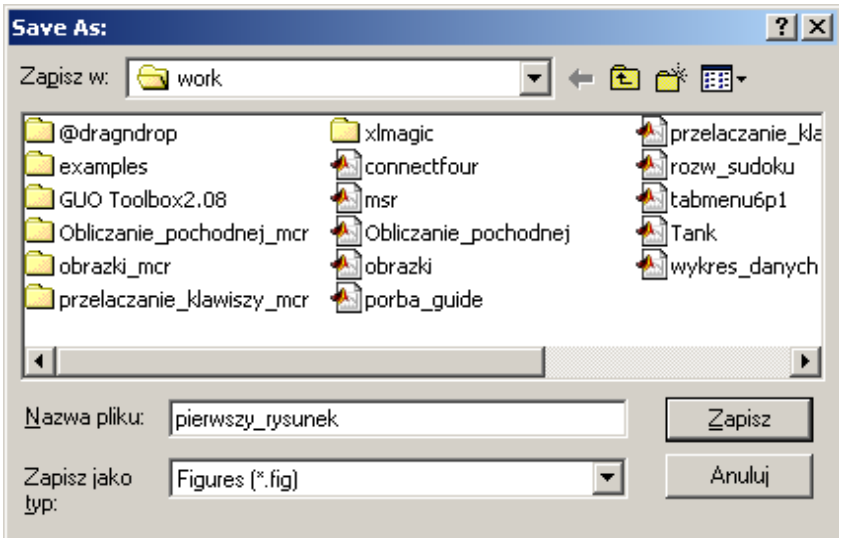
10. Zapisz plik pod nazwą „pierwsze_gui.fig”. Po zapisaniu automatycznie zostanie wygenerowany m-file, o tej samej nazwie co nazwa plik *.fig*. Wspólnie tworzą one informacje dla MATLAB'a jak ma wyglądać GUI (Rysunek 11). GUI już „działa” – można przyciskać przycisk 'Rysuj'. Co się stało?

    Przyciśnięcie przycisku 'Rysuj' nie powoduje żadnej reakcji, ponieważ nie została określona akcja dla wywołania wstecznego (rysowanie obiektu `peaks(12)`).

11. Zamknij okno uruchomionego GUI i przejdź do m-pliku.

12. Dzięki określeniu wartości właściwości ***Tag*** specyficznej dla każdego z użytych obiektów można łatwo odnaleźć funkcję, w której zdefiniujemy akcję wykonywaną jako wywołanie wsteczne (***Callback***). Nazwa funkcji tworzona jest automatycznie z wykorzystaniem wartości właściwości ***Tag*** wg schematu: ***wartość_Tag_Callback***.

13. Kliknięcie przycisku ***Show function*** na pasku narzędzi ***Edytora/Debuggera*** powoduje rozwinięcie listy nazw funkcji zawartych w danym m-pliku.



Rysunek 10: Okno zapisywanie pliku GUI

14. Wybierz z listy funkcję o nazwie ***Push_Rysuj_Callback*** (Rysunek 12).

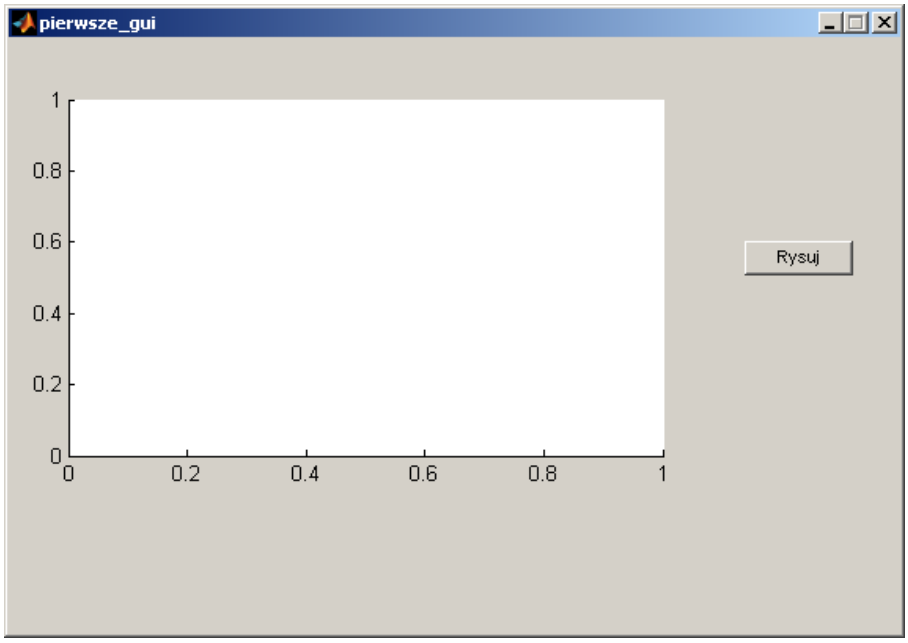
15. Ustaw kursor pod linia definicji funkcji i jej komentarzami (Rysunek 13).

16. Wpisz polecenie: `peaks(12)`. Zwróć uwagę, że wpisanie polecenia bez średnika spowoduje wyświetlenie zwracanych wartości w głównym oknie MATLAB.

17. Zapisz m-plik.

18. Ponownie uruchom projektowane GUI. Przyciśnij przycisk 'Rysuj'. Co się stało?

19. Zamknij okno uruchomionego GUI i przejdź do okna ***Layout Editor***.



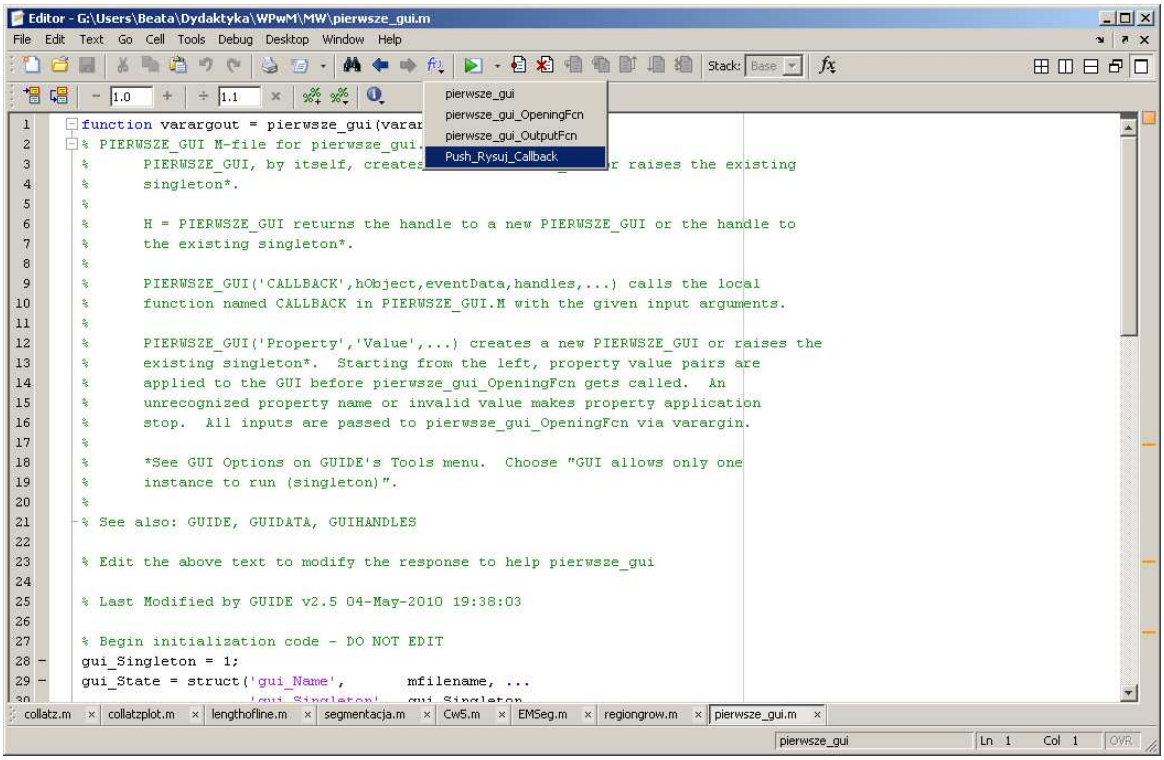
Rysunek 11: Wygląd GUI

20. Dodaj suwak, który umożliwi ustalenie wartości parametru wejściowego `n` dla polecenia `peaks(n)` (Rysunek 14).

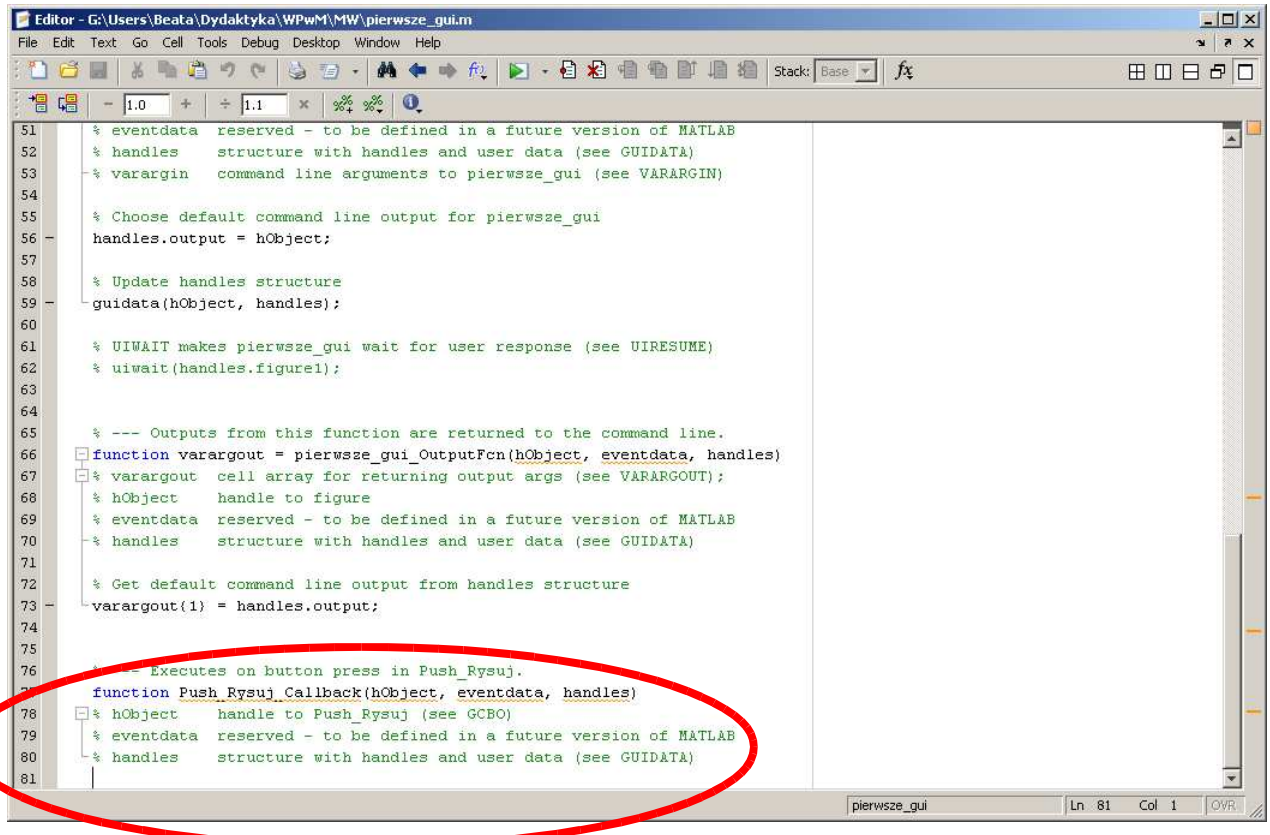
21. Najpierw wstaw obiekt ***Slider***.

22. Ustal wielkość suwaka na: ***height*** = ***0.45*** i ***width*** = ***10*** cm (pamiętaj o zmianie jednostek - ***Units*** - na centymetry).

23. Ustaw teraz w jednej linii wykres i obiekt ***Slider***. W tym celu z menu ***Tools*** wybierz ***Grid and Rulers*** (Rysunek 14).

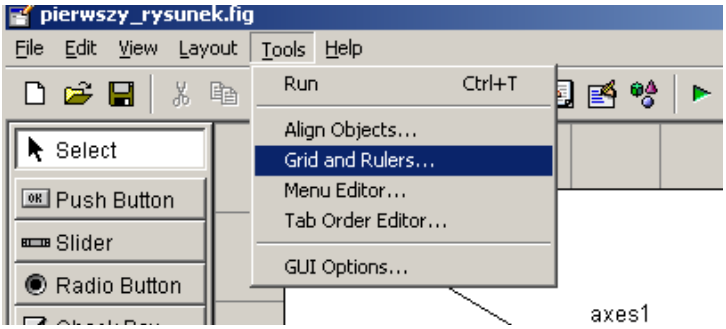


Rysunek 12: Wybór funkcji wywołania wstecznego

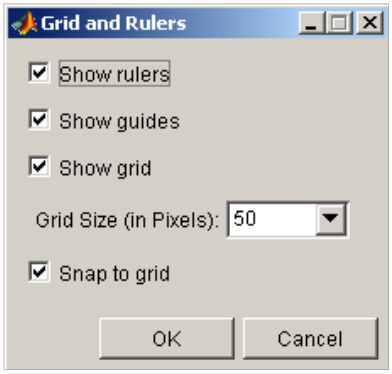


*Rysunek 13: Funkcja **Push_Rysuj_Callback***

24. W otwartym oknie zaznacz opcję ***Show rulers***.(Rysunek 15)



Rysunek 14: Wybór opcji ***Grid and rulers***



Rysunek 15: Zaznaczenie opcji linijek

25. Z lewej krawędzi okna ***Layout Editor*** wyciągnij linię. Dociągnij ją do lewego boku osi układu współrzędnych wykresu, tworząc prowadnice, do której można wyrównywać obiekty (Rysunek 16).

Dociągnij obiekt ***Slider*** do utworzonej (niebieskiej) linii.

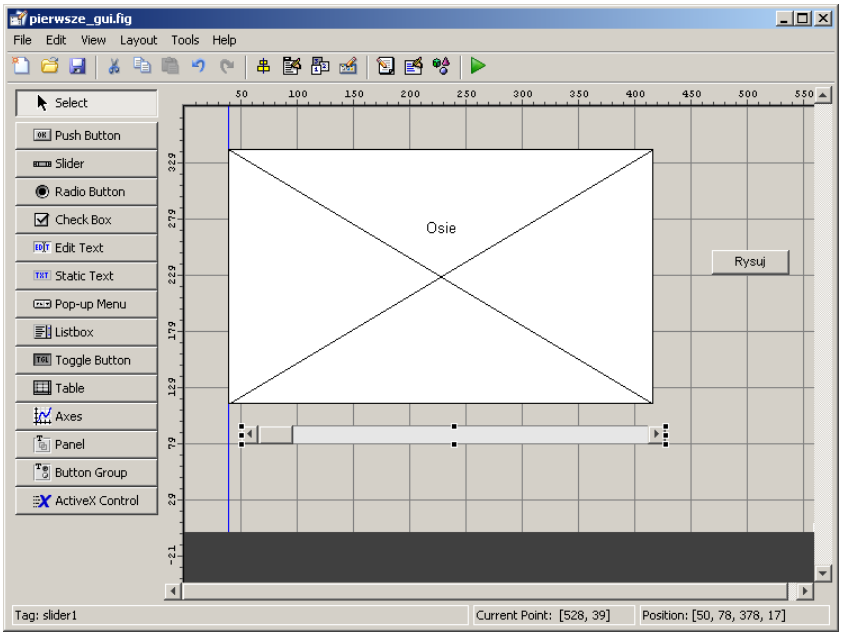
26. Zmień w ***Property Inspector*** właściwość ***Tag*** obiektu ***Slider*** na '***Suwak***'.

27. Zmień właściwości ***Min*** i ***Max*** na 2 i 50. Dzięki temu wartości odpowiadające położeniu suwaka będą się zawierały w podanym zakresie (pomiędzy ***Min*** i ***Max***). Domyślnie są to wartości od 0 do 1.

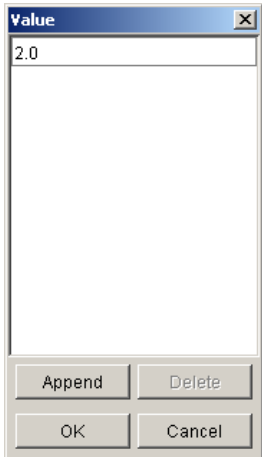
28. Zmień wartość właściwości ***Value***. Jest to wartość, którą przyjmuje suwak po uruchomieniu GUI. Domyślnie jest to 0. Ponieważ zero jest poza zakresem wartości naszego suwaka, musimy zmienić wartość właściwości ***Value***. Ustaw najmniejszą możliwą wartość, tzn. 2 (Rysunek 17).

29. Zamknij okno ***Property Inspector***.

30. Zapisz GUI (w oknie ***Layout Editor***)



Rysunek 16: Linia wyrównywania



*Rysunek 17: Zmiana wartości **Value***

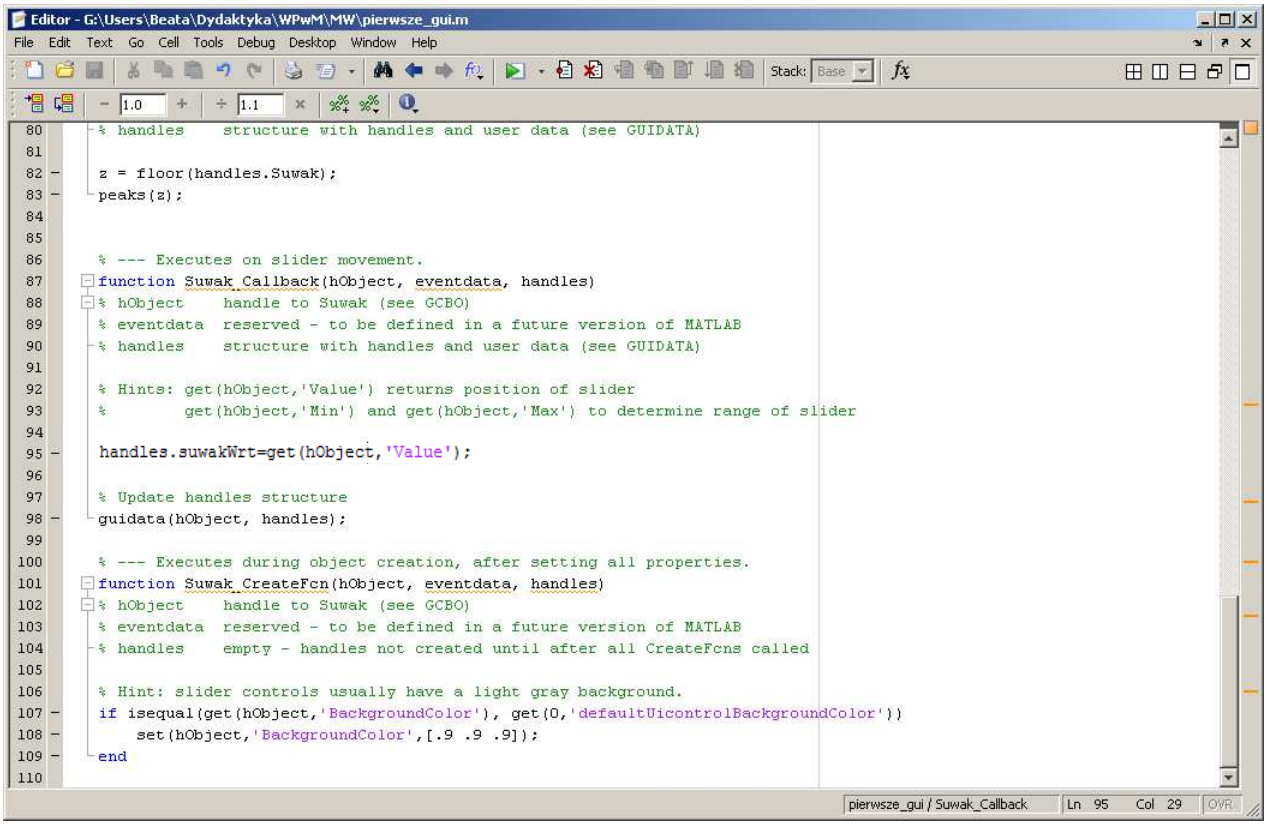
31. Przejdź w m-pliku, do funkcji ***Suwak_Callback***.

    Funkcja `get(hObject,'Value')`zwraca aktualną wartość suwaka (w formacie double). Wartość tę należy zapamiętać w strukturze `handles`, tak aby można ją było wykorzystać w momencie przyciśnięcia przycisku ***Rysuj*** jako parametr wejściowy dla polecenia `peaks(n)`.

    W ciele funkcji ***Suwak_callback*** wpisz `handles.suwakWrt=get(hObject,'Value')`. Dzięki temu w strukturze `handles` w polu o nazwie `suwakWrt` będzie zapisana wartość odpowiadająca aktualnej pozycji suwaka. Następnie musimy zapisać (odświeżyć) strukturę

`handles`. Odbywa się to za pomocą komendy `guidata(hObject, handles)` (Rysunek 18)

Uwaga: WSZELKIE ZMIANY WARTOŚCI ZMIENNYCH POWINNY BYĆ ZAPISYWANE JAKO HANDLES I ODŚWIEŻANE KOMENDĄ `guidata(hObject, handles)`; !!!!!!!



*Rysunek 18: Kod funkcji **Suwak_Callback***

32. Odczytaj wartość właściwości ***Value*** obiektu ***Suwak*** w funkcji ***Push_Rysuj_Callback***. Odczytanie odbywa się przez przypisanie zmiennej **z** wartości pola ***handles.suwak***. Ogranicz wartość zmiennej **z** do wartości całkowitych korzystając z polecenia `floor`: `z=floor(handles.suwakWrt)`. Zmodyfikuj teraz funkcję ***Push_Rysuj_Callback*** tak, aby rysowała `peaks(z)`zamiast `peaks(12)`(Rysunek 19).

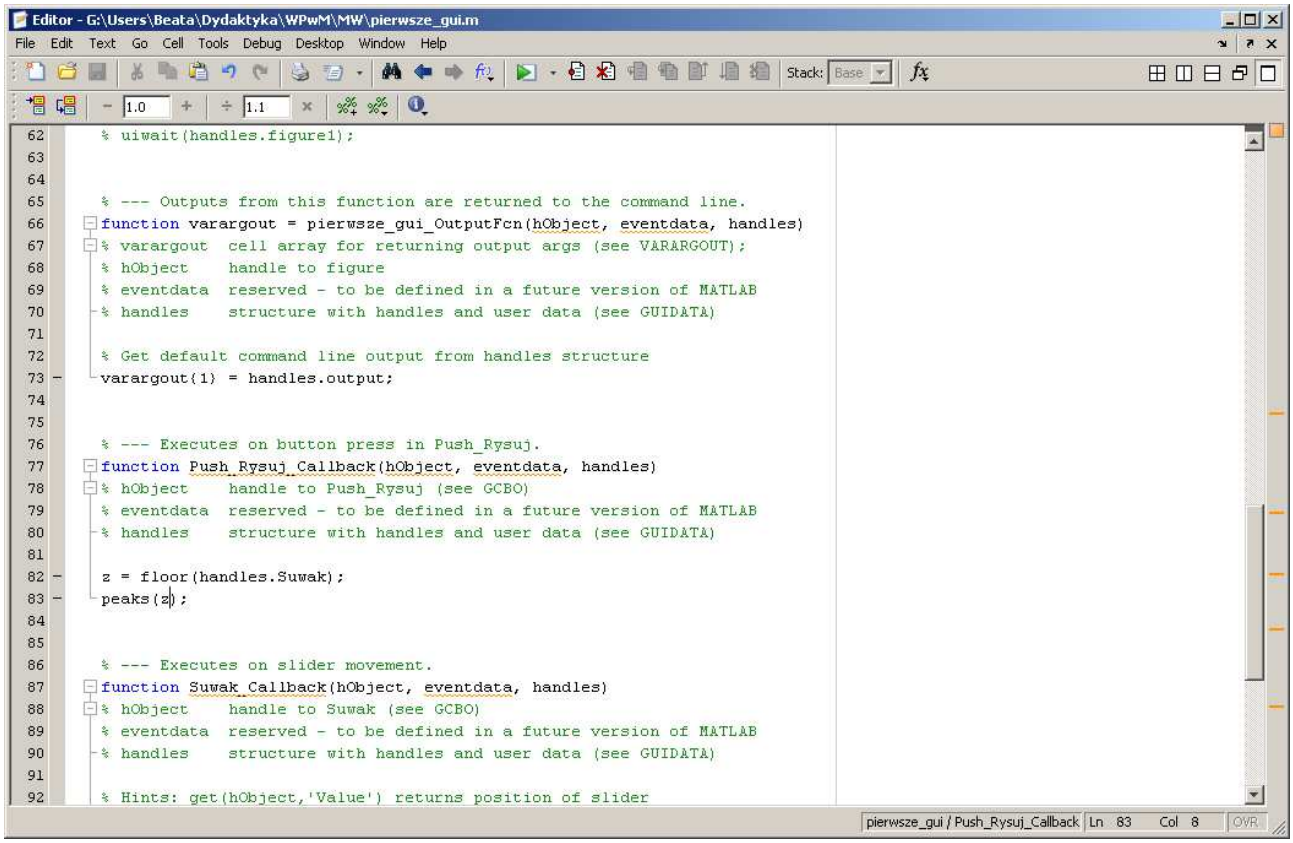
33. Zapisz m-plik.

34. Uruchommy GUI. Przestawiając suwak, a następnie naciskając przycisk 'Rysuj' uzyskaj różne wykresy funkcji `peaks`.

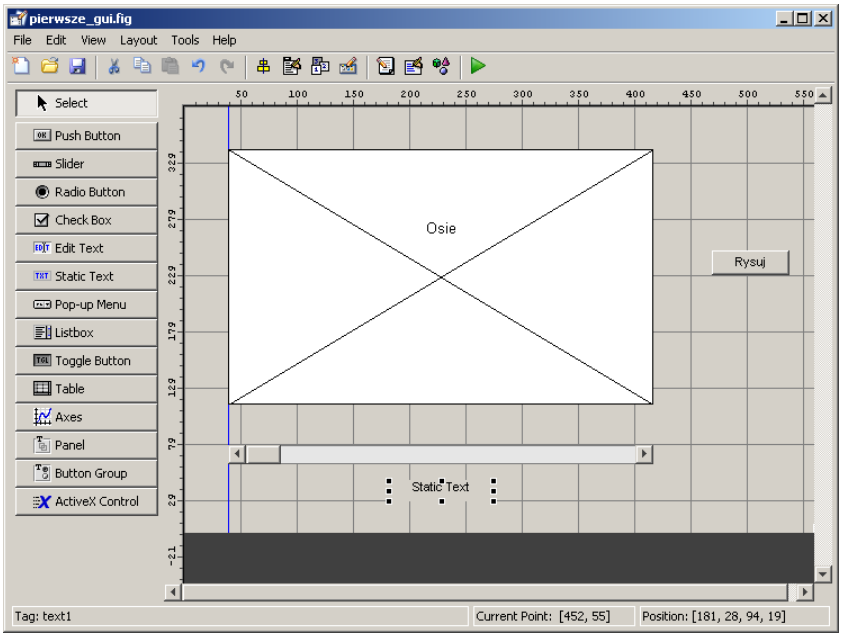
35. Zamknij GUI.

36. W oknie ***Layout Editor*** dodaj pole tekstowe, które będzie zawierało wartość suwaka. Niech będzie to ***Static Text***, wstawiony mniej więcej w połowie długości suwaka pod nim (Rysunek 20).

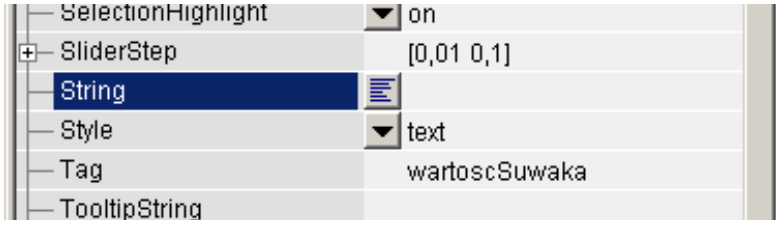
37. Zmień właściwość ***Tag*** obiektu ***Static Text*** na ***wartosc_Suwaka*** i usuń wpis we właściwości ***String*** (Rysunek 21).



*Rysunek 19: Kod funkcji **Push_Rysuj_Callback***



*Rysunek 20: Dodanie obiektu **Static Text***



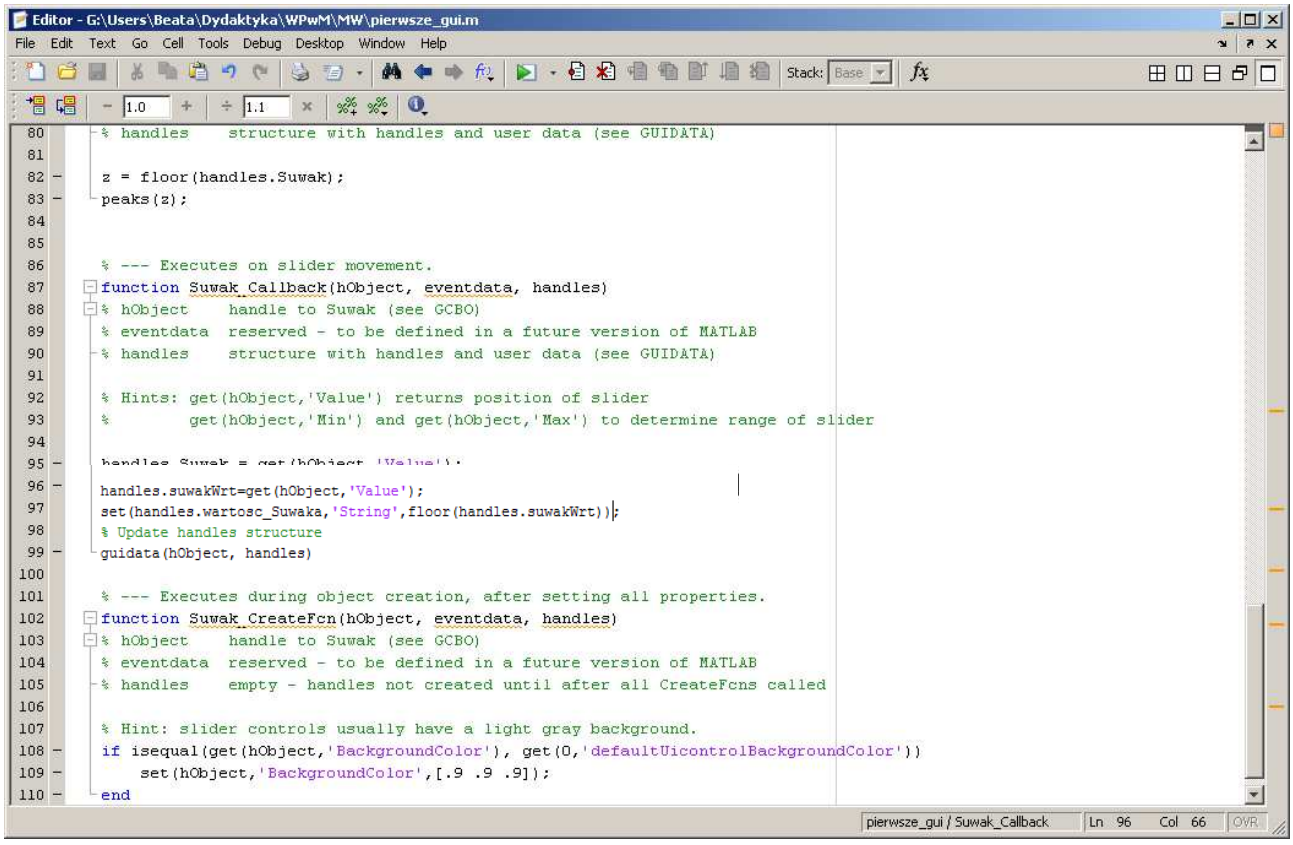
*Rysunek 21: Usunięcie wartości właściwości **String***

38. Zamknij okno ***Property Inspector***.

39. Zapisz GUI (w oknie ***Layout Editor***)

40. Przejdź do m-pliku do funkcji ***Suwak_Callback.*** Przed zapisaniem zmian do struktury `handles` dopisz komendę zmieniająca wartość pola ***wartosc_Suwaka*** *na łańcuch znakowy stanowiący wartość właściwości* ***String*** *obiektu* ***Static Text*** *i*: `set(handles.wartosc_Suwaka,'String',floor(get(hObject,'Value')))` (Rysunek 22).

    Przy pomocy polecenia `set` możemy zmieniać wszystkie właściwości dostępne w ***Property Inspector***. Wystarczy identyfikator obiektu zapisanego w strukturze handles (`handles.Tag`), nazwa właściwości (w pojedynczym cudzysłowie) i wartość końcowa dla tej właściwości.

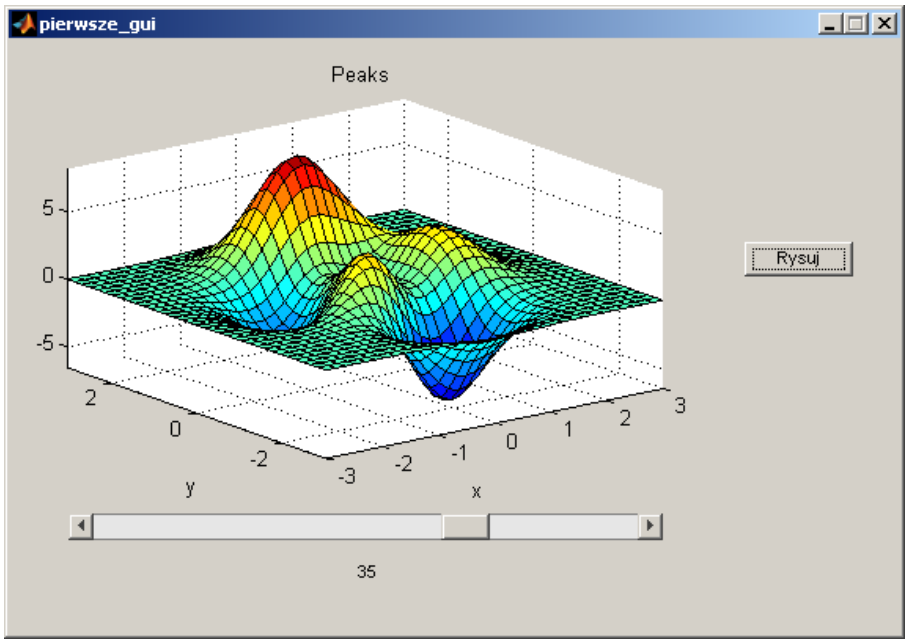


*Rysunek 22: Kod zmodyfikowanej funkcji **Suwak_Callback***

41. Zapisz m-plik.

42. Uruchom zmodyfikowane GUI. Po przesunięciu suwaka (i puszczeniu go), pod suwakiem powinna pojawić się liczba całkowita, której wartość odpowiada wartość parametru wejściowego funkcji `peaks` (Rysunek 23).

43. Bezpośrednio po uruchomieniu GUI, zanim suwak zostanie przesunięty, wartość zmiennej `z` (lub `handles.suwakWrt`) jest nieokreślona. Przyciśnięcie przycisku 'Rysuj' powoduje wówczas narysowanie wykresu `peaks(z)` dla przypadkowej wartości zmiennej `z`. Zmień to.



Rysunek 23: Widok uruchomionej aplikacji dla wartości suwaka równej 35

44. W momencie uruchamiania GUI uruchamiana jest funkcja ***nazwaProgramu_OpeningFcn***.

    Dodaj w funkcji ***pierwsze_gui_OpeningFcn*** (przed `guidata(hObject, handles);`) następujący wiersz `handles.suwakWrt=2;` (Rysunek 24).

45. Zapisz m-plik.

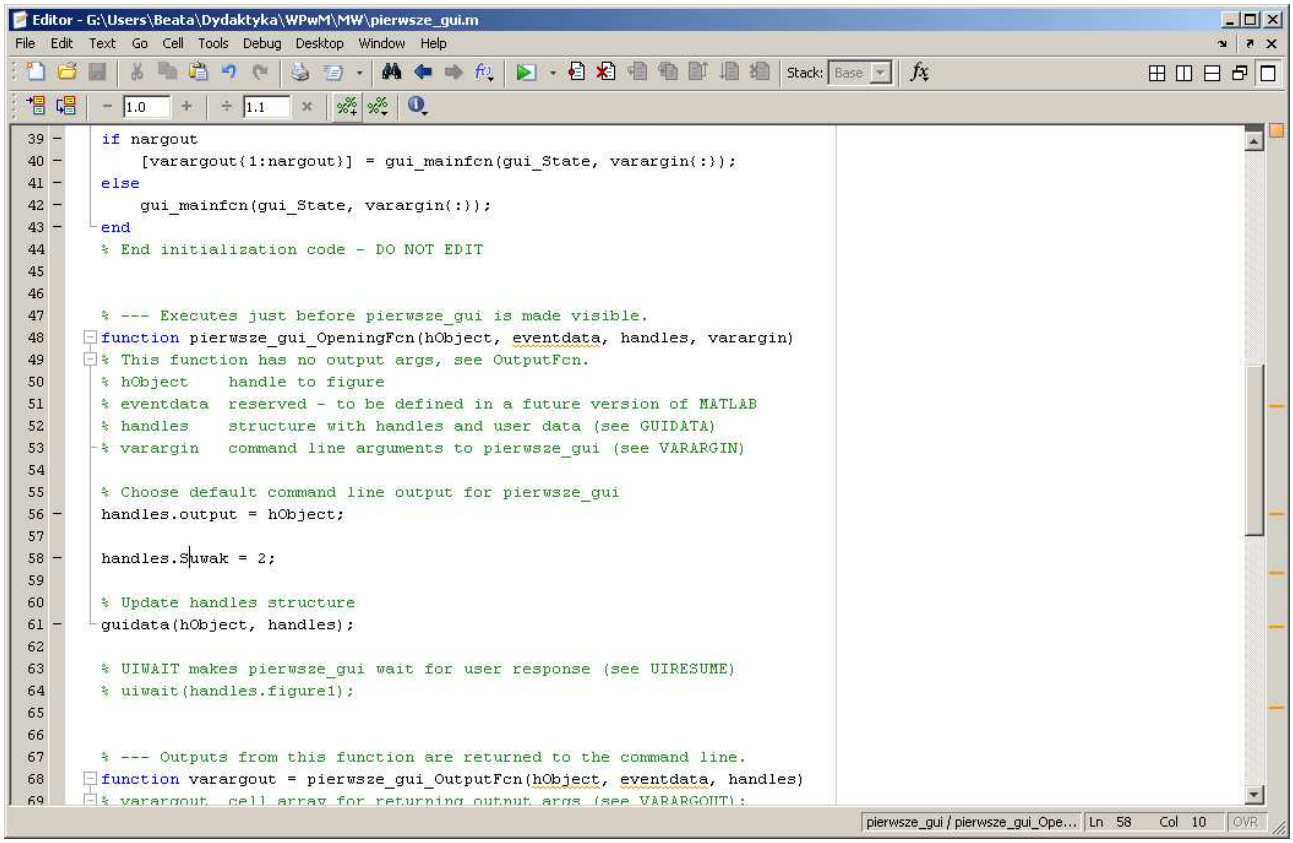
46. W oknie okno ***Property Inspector*** zmień wartość właściwości ***String*** obiektu ***wartosc_Suwaka*** na **2**. Dzięki temu w momencie włączenia programu od początku widoczna będzie wartość suwaka.

47. Zamknij okno ***Property Inspector*** i zapisz GUI.

48. Ponownie uruchom GUI i przetestuj jego działanie.

Zadanie 2

Wstaw nowy przycisk (dobierz właściwy element), który będzie aktywował i dezaktywował możliwość obracania wykresu. Nazwij go 'Rotacja' i zmień jego właściwość ***Tag*** (np. na ***Button_Rotacja)***. Kolejne użycia przycisku 'Rotacja' powinny przełączać (włączać/wyłączać) możliwość obracania wykresu (wbudowana funkcja MATLAB'a `rotate3d`). W m-pliku wpisz odpowiedni kod.



*Rysunek 24: Kod zmodyfikowanej funkcji **pierwsze_gui_OpeningFcn***

Sprawozdanie

Ćwiczenie nr 5

L.p.	Imię i nazwisko	Grupa	Data

Punkt ćw./ L. punktów	Wynik	Uwagi prowadzącego
1/4		
2/1		