**Metody Optymalizacji Oprogramowania**

**Zadanie 1**  
Zad 6 - Sprawozdanie

Nikodem Kirsz (259267)

Jakub Tomaszewski (259320)

1. **Treść zadania**

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, linia, Czcionka

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.

1. **Logika rozwiązania**

Podejście matematyczne do rozwiązania problemu optymalizacji

Definicja zmiennych decyzyjnych: Załóżmy, że mamy dwie zmienne decyzyjne x₁ i x₂, które reprezentują ilości dwóch substratów (S₁ i S₂) do wyprodukowania. Celem jest optymalizacja funkcji celu, która zależy od tych zmiennych.

Funkcje ograniczeń: Ograniczenia problemu są zapisane w formie nierówności, które wyrażają zużycie zasobów, takich jak substancje H i C. Te nierówności możemy zapisać jako funkcje liniowe, które tworzą proste w układzie współrzędnych:

h₁⋅x₁ + h₂⋅x₂ ≤ Hₘₐₓ

c₁⋅x₁ + c₂⋅x₂ ≤ Cₘₐₓ

Gdzie:

h₁, h₂, c₁, c₂ to współczynniki związane z wykorzystaniem zasobów H i C,

Hₘₐₓ i Cₘₐₓ to maksymalne dostępne ilości zasobów.

Reprezentacja prostych w układzie współrzędnych: Każde z powyższych ograniczeń możemy przedstawić jako prostą w układzie współrzędnych. Dla każdego ograniczenia obliczamy punkty przecięcia prostych z osiami x₁ (gdzie x₂ = 0) i x₂ (gdzie x₁ = 0), ponieważ będą one stanowiły granice dopuszczalnego obszaru.

Dla pierwszego ograniczenia:

x₁ = Hₘₐₓ / h₁,

x₂ = Hₘₐₓ / h₂

Dla drugiego ograniczenia:

x₁ = Cₘₐₓ / c₁,

x₂ = Cₘₐₓ / c₂

Obliczanie punktów przecięcia prostych: Punkty przecięcia dwóch prostych (reprezentujących różne ograniczenia) wyznaczamy przez rozwiązanie układu równań:

h₁⋅x₁ + h₂⋅x₂ = Hₘₐₓ

c₁⋅x₁ + c₂⋅x₂ = Cₘₐₓ

Rozwiązanie tego układu daje punkt przecięcia prostych, który jest istotnym punktem w przestrzeni zmiennych x₁ i x₂.

Wykreślenie obszaru dopuszczalnego: Po obliczeniu punktów przecięcia prostych z osiami oraz punktów przecięcia prostych ze sobą, możemy wykreślić obszar dopuszczalny, który spełnia wszystkie ograniczenia. Ten obszar będzie tworzył wielokąt (np. trójkąt lub czworokąt) w przestrzeni zmiennych x₁ i x₂, gdzie każda funkcja ograniczenia jest spełniona.

Wykreślenie funkcji celu: Funkcję celu wyrażamy w postaci:

Z = zₛ₁⋅x₁ + zₛ₂⋅x₂

Celem jest zmaksymalizowanie tej funkcji, tzn. znalezienie wartości x₁ i x₂, które maksymalizują Z. Funkcję celu również możemy przedstawić jako prostą w układzie współrzędnych. Aby znaleźć punkt optymalny, rysujemy tę prostą tak, aby była jak najdalej od początku układu współrzędnych, ale wciąż przecinała obszar dopuszczalny.

Wybór optymalnego punktu: Punkty, które spełniają wszystkie ograniczenia (leżą w obszarze dopuszczalnym), są punktami możliwymi do rozważenia. Następnie dla każdego z tych punktów obliczamy wartość funkcji celu Z i wybieramy ten punkt, który daje największą wartość Z. Ten punkt jest optymalnym rozwiązaniem problemu optymalizacji.

Podsumowanie: Podstawową metodą rozwiązywania problemu jest analiza geometryczna. Wyznaczamy wszystkie punkty przecięcia prostych, tworzymy obszar dopuszczalny, a następnie maksymalizujemy funkcję celu. Dzięki temu możemy znaleźć optymalne rozwiązanie, które pozwala na uzyskanie jak największego zysku lub wartości funkcji celu, przy zachowaniu wszystkich ograniczeń zasobów.

1. **Implementacja**

Funkcje matematyczne

Funkcja **find\_all\_notable\_points** odpowiada za znalezienie punktów przecięcia funkcji z osiami układu współrzędnych oraz punktów przecięcia dwóch funkcji liniowych. Wykorzystuje ona metodę obliczania punktów przecięcia dla każdej funkcji i innych funkcji w zbiorze. Dla każdej funkcji wyznaczone są punkty, w których funkcje przecinają osie X i Y. W przypadku przecięcia funkcji ze sobą obliczany jest punkt, w którym obie funkcje mają tę samą wartość.

Kolejną funkcją jest **filter\_invalid\_points**, która służy do filtrowania punktów, które nie spełniają określonych ograniczeń. Ograniczenia są reprezentowane za pomocą obiektów typu `Limitation`, które mogą być typu `LESS\_OR\_EQUAL`, `GREATER\_OR\_EQUAL` lub `EQUAL`. Funkcja ta iteruje po punktach i dla każdego z nich sprawdza czy spełnia on warunki dla funkcji ograniczeń. Jeśli punkt nie spełnia warunku dla którejkolwiek z funkcji, jest uznawany za niepoprawny i odrzucany.

Funkcja **find\_optimal** jest odpowiedzialna za znalezienie punktów optymalnych w zadaniu. Dla każdego punktu obliczana jest wartość funkcji celu, a następnie wybierane są te punkty, które maksymalizują tę funkcję. Funkcja celu jest obliczana na podstawie wprowadzonych przez użytkownika zysków dla poszczególnych zasobów (np. `S1\_zysk`, `S2\_zysk`). Program wybiera te punkty, które dają najwyższą wartość funkcji celu, traktując je jako rozwiązania optymalne.

Funkcja **calculate** jest centralną funkcją obliczeniową programu. Tworzy ona funkcje liniowe dla ograniczeń, definiuje funkcję celu oraz wykonuje całą logikę obliczeniową, wykorzystując poprzednie funkcje. Funkcja ta zbiera wszystkie istotne punkty, przetwarza je, filtruje niepoprawne i na końcu wyznacza punkty optymalne. Ponadto generuje wykresy, na których wyświetlane są funkcje liniowe, obszary dopuszczalne oraz punkty optymalne.

Interfejs użytkownika GUI

Interfejs użytkownika w tym programie pozwala na interakcję z aplikacją. Funkcja **initialize\_app** est odpowiedzialna za stworzenie okna aplikacji oraz elementów interfejsu, takich jak pola do wprowadzania danych. Użytkownik wprowadza wartości dla różnych parametrów, takich jak zużycie zasobów, zyski czy maksymalne limity zasobów. Wszystkie pola wejściowe mają przypisane etykiety, które wyjaśniają, jakie dane należy wprowadzić.

Wartości wprowadzane przez użytkownika są walidowane za pomocą klasy **ValidatedEntry**, która jest specjalnym typem pola tekstowego, umożliwiającym wprowadzanie danych w odpowiednim formacie (np. liczby całkowite, zmiennoprzecinkowe lub tekst). Klasa ta zapewnia, że dane są poprawne, a w przypadku niepoprawnego formatu wartość wprowadzanego pola jest resetowana do wartości domyślnej. Po wprowadzeniu danych użytkownik klika przycisk "Oblicz", który wywołuje funkcję **calculate**, uruchamiając proces obliczeniowy.

Rysowanie wykresu

Po obliczeniu wyników, program generuje wykresy, które pomagają w wizualizacji rozwiązania. Funkcja **plot\_func** jest odpowiedzialna za rysowanie funkcji liniowych na wykresie. Funkcja ta oblicza wartości funkcji w określonych punktach, a następnie rysuje linie reprezentujące funkcje ograniczeń. Dodatkowo, obszary dopuszczalne są wypełniane na wykresie, aby pokazać, które części wykresu są dozwolone w kontekście zadanych ograniczeń.

Funkcja **get\_range\_to\_display** służy do określenia zakresu wartości na osi X, które mają być wyświetlane na wykresie. Oblicza ona minimalną i maksymalną wartość dla osi X na podstawie punktów przecięcia funkcji, a następnie dodaje niewielki margines, aby wykres był bardziej czytelny.

Po wyznaczeniu punktów optymalnych, program rysuje je na wykresie jako czerwone punkty, a obok nich wyświetlane są ich współrzędne. Funkcja **plt.scatter** rysuje punkty optymalne na wykresie, natomiast **plt.text** dodaje etykiety obok tych punktów, aby wskazać ich dokładne współrzędne.

1. **Prezentacja wyników**

Poniżej wykres przedstawiający optymalne rozwiązanie dla wartości z zadania:  
Obraz zawierający linia, diagram, Wykres

Zawartość wygenerowana przez sztuczną inteligencję może być niepoprawna.  
