

Programowanie obiektowe

Lista 1.

Zaprogramuj dwa z poniższych zadań w języku w C, Pascalu czy w Pythonie, jednak **bez** deklarowania własnych klas i nie wykorzystując klas dostępnych w C++ czy w Pythonie. W przypadku Pythona, gdzie jedynym sposobem definiowania typu jest deklaracja klasy, można poniższe zadania zaimplementować wykorzystując krotki bądź listy, które będą przekazywane do funkcji jako argumenty.

Za każde zadanie na tej liście można otrzymać do 2 punktów.

Zadanie 1. Zadeklaruj typ *Kolekcja*, który może implementować albo *zbiór* przechowując elementy bez powtórzeń, albo *torbę*, przechowując elementy z powtórzeniami. Przyjmujemy, że przechowywane elementy są zadeklarowane deklaracją `typedef ... Elem` (*Elem* może być dowolnym typem). Zaimplementuj

- procedurę `void wstaw(Kolekcja **k, Elem e)`;
- funkcję `int rozmiar(Kolekcja **k)` zwracającą długość listy;
- funkcję `int szukaj(Kolekcja *k, Elem e)` zwracającą liczbę znalezionych elementów.

Przyjmujemy, że argumenty *e* są zmiennymi automatycznymi. Zmienna typu *Kolekcja* powinna być inicjowana tylko za pomocą dwóch procedur: `zbiór(Kolekcja **k)` albo `torba(Kolekcja **k)`. Sposób inicjacji determinuje działanie funkcji `wstaw` i `szukaj`.

Zadanie 2. Zadeklaruj typ `typedef Figura ...`, który może reprezentować figury geometryczne: punkt, koło lub kwadrat¹, wraz z ich położeniem w dwuwymiarowym układzie współrzędnych. Przyjmij, że pole `typfig` typu wyliczeniowego wyznacza rodzaj reprezentowanej figury geometrycznej. Zdefiniuj trzy procedury:

- `narysuj(Figura *f)` (wystarczy, że wypisze odpowiedni komunikat w trybie tekstowym);
- `przesuń(Figura *f, float x, float y)` (przesuwa figurę o zadany wektor);
- `int zawiera(Figura *f, float x, float y)` sprawdzającą, czy figura zawiera punkt o zadanych współrzędnych.

Podczas oceny programu wskaż miejsca, które wymagają modyfikacji, jeśli rozszerzymy typ *Figura* o możliwość reprezentacji trójkątów. Zadeklaruj również odpowiednie procedury inicjujące zmienne typu *Figura*.

Zadanie 3. Zaprojektuj własny typ *Zespolone*, tj. podaj odpowiednie struktury danych służące do przechowywania wartości tego typu, oraz nagłówki funkcji odpowiadających czterem standardowym operacjom arytmetycznym na liczbach zespolonych. Zaimplementuj dwie możliwe realizacje takich funkcji: w pierwszej funkcja zwraca wskaźnik do nowoutworzonego elementu tego typu; w drugiej funkcja modyfikuje drugi z argumentów.

Sposób reprezentacji liczb zespolonych jest dowolny; mogą być pamiętane w *postaci algebraicznej*, w *postaci trygonometrycznej* czy też w *postaci biegunowej*.

Zadanie 4. Zdefiniuj własny typ *DrzewoBinarne* reprezentujące drzewo binarnych poszukiwań. *DrzewoBinarne* przechowujące w węzłach struktury ustalonego typu `str` wraz z procedurami wstawiania i wyszukiwania elementów w drzewie. Zaprogramuj również funkcję `int rozmiar` zwracającą liczbę elementów drzewa.

¹można przyjąć, że boki kwadratu są równoległe do osi układu współrzędnych

Powyższe zadania powinny być zaimplementowane w postaci modułu bądź biblioteki. Częścią rozwiązania powinien być krótki przykład (w odrębnym pliku) korzystający z zaimplementowanego modułu. Oceniane i punktowane są jedynie dwa zadania.

Przypomnienie: Rozwiązanie proszę wrzucić do serwisu SKOS do najbliższej środy do godz. 8:00

Marcin Młotkowski

Programowanie obiektowe

Lista 2.

Poniższe zadania należy zaimplementować w C#. Za każde zadanie można otrzymać do 4 pkt, jednak można oddać nie więcej niż 2 zadania. Proszę do każdego ocenianego zadania dołączyć króciutki program ilustrujący możliwości zaprogramowanych klas.

Zadanie 1. Zadeklaruj klasę *IntStream* implementującą strumień liczb naturalnych, która implementuje metody:

```
int next();
bool eos();
void reset();
```

gdzie kolejne wywołania metody `next()` zwracają kolejne liczby naturalne począwszy od zera, wartość metody `eos()` oznacza koniec strumienia, a `reset()` inicjuje na nowo strumień. Zadeklaruj dwie podklasy

- *PrimeStream* implementującą strumień liczb pierwszych, tj. wartościami kolejnych wywołań metody `next()` są kolejne liczby pierwsze. Oczywiście ze względu na ograniczony rozmiar typu `int` możliwe jest jedynie zwrócenie liczb pierwszych mniejszych niż rozmiar typu. Gdy nie jest możliwe obliczenie kolejnej liczby pierwszej, wartość `eos()` powinna być `true`. Przykład:

```
PrimeStream ps = new PrimeStream();
ps.next(); // zwraca 2
ps.next(); // zwraca 3
```

- klasę *RandomStream*, w której metoda `next()` zwraca liczby losowe. W takim wypadku `eos()` jest zawsze fałszywe.

Wykorzystaj te klasy do implementacji klasy *RandomWordStream* realizującej strumień losowych stringów o długościach równych kolejnym liczbom pierwszym. Przykład:

```
RandomWordStream rws = new RandomWordStream();
rws.next(); // zwraca losowy string o dł 2
rws.next(); // zwraca losowy string o dł 3
```

Zadanie 2. Zadeklaruj w C# klasę *Array* implementującą jednowymiarowe tablice typu `int` za pomocą list dwukierunkowych o początkowych granicach indeksów wskazywanych przez parametry konstruktora. Przyjmij, że rozmiar tablicy i jej granice indeksowania mogą być zmieniane podczas działania programu za pomocą odpowiednich metod. W implementacji zwróć uwagę na to, aby typowa operacja przeglądania tablicy taka jak

```
Array a1 = new Array(0,100);
Array a2 = new Array(0,100);
Array a3 = new Array(0,100);
...
for (int i = 0; i < 100; i++)
    a3.set(i, a1.get(i) + a2.get(i));
```

była wykonywane efektywnie, tj. bez przeglądania tablicy za każdym razem.

Zadanie 3. Zaprogramuj klasę *BigNum*, której obiekty pamiętają duże liczby całkowite (ich maksymalny rozmiar może być zadany stałą) wraz z operacjami dodawania, odejmowania,

mnożenia i dzielenia całkowitego. Zaprogramuj również metodę wypisującą takie liczby na ekranie.

Wartością początkową obiektu powinna być wartość typu `int` podana jako argument w konstruktorze.

Zadanie 4. Zdefiniuj klasę ***ListaLeniwa*** implementującą leniwą listę kolejnych liczb całkowitych wraz z metodami

```
int element(int i);
```

zwracającą i -ty element listy oraz metodą

```
int size();
```

która zwraca liczbę elementów aktualnie przechowywanych w liście. Elementami tej listy są losowe liczby całkowite. "Leniwość" takiej listy polega na tym, że na początku jest ona pusta, jednak w trakcie wywołania metody `element(100)` budowanych jest pierwszych sto elementów. Gdy dla takiej listy wywołamy metodę `element(102)` do listy dopisywane są brakujące dwa elementy. Natomiast jeśli teraz zostanie wywołana metoda `element(40)`, to ten element już jest na liście i wystarczy go odszukać i zwrócić jako wynik. Przykład:

```
lista = new ListaLeniwa();
lista.size() == 0
Console.WriteLine(lista.element(40));
lista.size() == 40
Console.WriteLine(lista.element(38));
lista.size() == 40
```

Oczywiście, `lista.element(40)` powinna zwrócić tę samą wartość.

Zaimplementuj klasę ***Pierwsze*** jako podklasę ***ListaLeniwa*** reprezentującą listę liczb pierwszych, tj. `element(i)` zwraca i -tą liczbę pierwszą².

Można korzystać z list ze standardowych bibliotek.

Przypomnienie: Rozwiązanie proszę wrzucić do serwisu SKOS do najbliższej środy do godz. 8:00

Marcin Młotkowski

²Nie jest wymagana żadna zaawansowana implementacja sprawdzania pierwszości liczby.

Programowanie obiektowe

Lista 3.

Zadanie 1. Zaprogramuj klasę **Lista** $\langle T \rangle$ implementującą metody dodawania i usuwania elementów z początku i końca listy, oraz metodę sprawdzania jej niepustości. Istotne jest, aby elementy listy nie były obiektami klasy **Lista**, lecz elementami innej klasy, której polami są: pole zawierające wartość typu T , oraz odnośniki do innych elementów listy. Przyjmij taką implementację klasy **Lista**, aby działała ona efektywnie zarówno gdy jest wykorzystywana jako kolejka, jak i stos, tj. aby operacje dodawania i usuwania elementów na początek i koniec działały w czasie stałym. Operacja (metoda) usuwania elementu powinna zwracać jako wartość usuwany element.

Zadanie 2. Zaimplementuj klasę **Słownik** $\langle K, V \rangle$ przechowującą pary elementów, gdzie pierwszym elementem pary jest klucz, a drugim wartość. Klasa powinna implementować metodę dodawania, wyszukiwania i usuwania elementu wskazywanego przez klucz.

Zadanie 3. Na wykładzie został omówiony wzorzec **Singleton**, który pozwala na utworzenie tylko jednej instancji klasy. Zaprogramuj klasę **TimeNTon**, która będzie działała w następujący sposób:

- w godzinach pracowni tworzy co najwyżej N instancji klasy, N jest ustaloną w kodzie źródłowym stałą. Przyjmij, że jeżeli zostanie utworzonych N instancji, to kolejne żądania obiektu zwrócą kolejne istniejące już instancje klasy;
- poza godzinami pracowni zawsze zwracany jest ten sam obiekt. Wcześniej "wydanych" obiektów nie trzeba usuwać.

Zaprogramuj klasę w wersji leniwej.

Zadanie 4. Zaprogramuj klasę **Wektor** implementującą wektory swobodne. Przyjmij, że współrzędne wektora są pamiętane za pomocą liczb typu `float`. Zaprogramuj operatory dodawania wektorów oraz iloczynu skalarnego wektorów i iloczynu wektora przez liczbę.

Korzystając z tej klasy zaprogramuj klasę **Macierz** jako tablicę wektorów z operacjami dodawania macierzy, mnożenia i mnożenia przez wektor.

Zastanów się, czy jest możliwa implementacja tych klas jako klas generycznych, tak aby np. można było łatwo implementować wektory lub macierze liczb zespolonych.

Dodatkowe informacje

- Implementacje klas skompiluj w postaci modułów dll. Do każdego zadania dołącz też krótki przykładowy program ilustrujący wykorzystanie zbudowanej biblioteki. Odpowiednie informacje jak to zrobić można znaleźć np. w dokumentacji polecenia `csc` (Windows) lub `mcs` (Mono).
- Powyższe zadania należy wykonać nie wykorzystując klas bibliotecznych.

Za każde zadanie można otrzymać do 4 pkt, jednak można oddać nie więcej niż 2 zadania. Proszę do każdego ocenianego zadania dołączyć króciutki program ilustrujący możliwości zaprogramowanych klas. Zadania należy zaprogramować w C#.

Przypomnienie: Rozwiązanie proszę wrzucić do serwisu SKOS do najbliższej środy do godz. 8:00

Programowanie obiektowe

Lista 4.

Za każde zadanie można otrzymać do 4 pkt, jednak można oddać nie więcej niż 2 zadania. Zadania wykonaj w C#. Tradycyjnie do każdego zadania powinien być dołączony krótki program ilustrujący wykorzystanie zaimplementowanych klas i metod.

Uwaga Powyższe zadania należy wykonać nie wykorzystując klas bibliotecznych. Można jednak korzystać z tablic.

Zadanie 1. Wybierz zaprogramowane wcześniej przez Ciebie dwie kolekcje. Zastanów się, jakie są wspólne operacje w tych kolekcjach. Zaprogramuj interfejs zawierający nagłówki tych operacji i przebuduj tak implementacje tych kolekcji, aby klasy implementowały ten interfejs. Dodatkowo zaimplementuj w jednej z tych kolekcji interfejs `IEnumerable`, metodę `ToString()`, dostęp indeksowany i właściwość `int Length`.

Zadanie 2. Zaprogramuj klasę ***PrimeCollection*** implementującą interfejs `IEnumerable` (bądź `IEnumerable<T>`) omówiony na wykładzie. Obiekty tej klasy powinny być kolekcją liczb pierwszych. Jednak kolekcja ta nie powinna budować prawdziwej kolekcji, tylko "w locie" obliczać kolejną liczbę pierwszą. Przykładowo poniższy program

```
PrimeCollection pc = new PrimeCollection();
foreach(int p in pc)
    Console.WriteLine(p);
```

powinien wypisać kolejne liczby pierwsze aż do momentu przekroczenia zakresu typu `int`.

Zadanie 3. Zaimplementuj dwie klasy implementujące różne sposoby reprezentacji grafu nieskierowanego; może to być np. reprezentacja macierzowa oraz reprezentacja za pomocą list sąsiedztwa (ale muszą być różne). Przyjmij, że węzły są etykietowane wartościami typu `string`. W każdej klasie zdefiniuj metodę generowania losowego grafu o zadanej liczbie węzłów i krawędzi. Zadeklaruj interfejs zawierający podstawowe metody i własności potrzebne do obsługi grafu. Interfejs ten powinien być implementowany przez obydwie klasy.

Następnie zaprogramuj dowolny algorytm wyszukiwania najkrótszej drogi między dwoma węzłami grafu wskazanymi za pomocą etykiet. Zadbaj o to, aby w algorytmie odwoływać się tylko do metod zadeklarowanych w interfejsie. Zmierz czasy wykonania tego algorytmu dla różnych reprezentacji grafu.

Zamiast przeszukiwania możesz też zaimplementować w obydwu klasach odpowiednie metody, dzięki którym grafy staną się prawdziwymi kolekcjami wierzchołków lub krawędzi, które można przetwarzać instrukcją `foreach`. Wybór, czy graf jest kolekcją wierzchołków czy krawędzi należy uzasadnić przy oddawaniu programu.

Zadanie 4. Zaprojektuj i zaimplementuj odpowiedni zbiór klas do reprezentowania produkcji gramatyk bezkontekstowych. Zaimplementuj metodę generowania losowych słów wyprodukowanych w tej gramatyce.

Przypomnienie: Rozwiązanie proszę wrzucić do serwisu SKOS do najbliższej środy do godz. 8:00

Marcin Młotkowski

Programowanie obiektowe

Lista 5.

Poniższe zadania mają być zaimplementowane w Javie. Dla każdego z zadań proszę podać krótki program ilustrujący możliwości zaimplementowanych klas.

Zadanie 1. Zaimplementuj kolekcję przechowującą elementy w kolejności *rosnącej* wraz z metodami (lub właściwościami) dodania elementu, pobrania elementu (z jego usunięciem) oraz wypisania wszystkich elementów. Przyjmij, że przy pobieraniu elementu pobierany jest zawsze najmniejszy. Załóż, że elementy przechowywane w tej kolekcji muszą implementować interfejs umożliwiający porównywanie elementów (może to być standardowy interfejs `Comparable<T>`).

Zaimplementuj również dowolną hierarchię klas implementującą interfejs `Comparable<T>` (lub inny zaproponowaną przez Ciebie), zawierającą przynajmniej cztery klasy. Może to być np. hierarchia klas reprezentująca stopnie wojskowe bądź klasy reprezentujące figury geometryczne (interpretacja porównania: figura f_1 jest mniejsza od figury f_2 jeśli f_1 jest wewnątrz f_2).

Zwróć uwagę, aby implementacja tej hierarchii klas przestrzegała omówionej na wykładzie zasady otwarte–zamknięte, tj. aby można było dodać klasę (np. reprezentującą nowy stopień wojskowy) implementującą `Comparable<T>` bez konieczności zmiany implementacji w pozostałych klasach.

Zadanie 2. Wyrażenia arytmetyczne można reprezentować jako drzewa, gdzie w liściach pamiętane są liczby, a w węzłach symbole operacji arytmetycznych. Zaimplementuj w Javie odpowiednie klasy reprezentujące węzły i liście takiego drzewa jako podklasy klasy **Wyrażenie**. W każdej klasie zdefiniuj metodę

```
public int oblicz();
```

obliczającą wartość wyrażenia reprezentowanego przez obiekt. Zdefiniuj odpowiednie konstruktory. Przyjmij, że w liściach mogą być zarówno stałe liczbowe jak i zmienne. Przyjmij, że wartości zmiennych są przechowywane np. tablicy haszującej (możesz wykorzystać tu klasy biblioteczne).

Uwaga: nie jest konieczne parsowanie wyrażeń, wyrażenia można budować np. tak:

```
wyrazenie = new Dodaj(new Stala(4), new Zmienna("x"))
```

Zaprogramuj w każdej klasie metodę `String toString()` zwracającą wyrażenie w postaci napisu.

Zadanie 3. *Zadanie to jest rozszerzeniem poprzedniego zadania.* Podobnie jak wyrażenia możemy też w postaci drzew reprezentować programy. Zaproponuj odpowiednią hierarchię klas, które będą reprezentowały

- instrukcję przypisania
- instrukcję warunkową
- instrukcję pętli
- wypisanie komunikatu (stringa) na konsolę.

Możesz przyjąć, że wyrażenia arytmetyczne można interpretować jako wyrażenia logiczne tak jak np. w języku C.

Jako przykład podaj jakiś niebanalny program, np. obliczenie silni.

Zadanie 4. *Zadanie to jest rozszerzeniem zadania 2.* Wyrażenia z jedną zmienną możemy traktować jak funkcje; możemy więc np. obliczać pochodne. Zaprogramuj algorytm, który dla

danego drzewa wyrażeń (będącego funkcją) zbuduje nowe drzewo reprezentujące pochodną tej funkcji. Możesz przyjąć, że algorytm nie musi sprawdzać, czy drzewo jest faktycznie funkcją.

Za każde zadanie można otrzymać do 4 pkt, jednak można oddać nie więcej niż 2 zadania. Proszę do każdego ocenianego zadania dołączyć króciutki program ilustrujący możliwości zaprogramowanych klas.

Marcin Młotkowski

Programowanie obiektowe

Lista 6.

Poniższe zadania mają być zaimplementowane w Javie. Dla każdego zadania proszę podać krótki program ilustrujący możliwości zaimplementowanych klas.

Zadanie 1. Wybierz dowolne zadanie z poprzednich list dot. kolekcji (listy, grafy itp) i zaprogramuj je w Javie. Wymuś, aby implementowana kolekcja implementowała interfejs ***Serializable*** (z pakietu `java.io`) tak, aby można było zapisywać i odczytywać kolekcję z pliku dyskowego.

Jako ilustrację programu podaj program który zapisuje kolekcję na dysku a następnie ją odczytuje.

Można skorzystać z dostępnych w internecie artykułów opisujących jak implementować ten interfejs.

Zadanie 2. Podobnie jak w poprzednim zadaniu, ale kolekcja winna implementować interfejs ***Collection<E>*** z pakietu `java.util`.

Poszukaj informacji, jakie korzyści daje implementacja tego interfejsu i zaprezentuj te korzyści w przykładach.

Zadanie 3. Zaprogramuj klasę implementującą dostęp do bufora o stałym rozmiarze przechowującym elementy typu generycznego `T`. Rozmiar bufora jest zadawany w konstruktorze. Implementacja powinna umożliwić działanie takiego bufora w środowisku wielowątkowym. Kolejność elementów pobieranych z bufora powinna być taka sama jak kolejność ich wkładania do bufora.

Korzystając z tej klasy zaimplementuj problem *producenta–konsumenta*: producent produkuje wyniki (napisy) i wkłada je do bufora. Jeśli bufor jest pełny, to producent zasypia czekając aż zwolni się miejsce w buforze. Konsument, jeśli w buforze jest jakiś element (napis), to go pobiera i "konsumuje". Zaimplementuj producenta i konsumenta jako dwa odrębne wątki.

Przed implementacją tego zadania warto zapoznać się z metodami `wait()` i `notify()` klasy ***Thread***.

Zadanie 4. Wiele zadań programistycznych ma swoje naturalne rozwiązania w postaci *potoku* procesów, gdzie każdy proces wykonuje pewien fragment zadania i wynik przekazuje do następnego procesu wykorzystując np. taki bufor jak w zadaniu poprzednim. Przykładem takiego zadania jest problem odfiltrowania (wg. wskazanego kryterium) i posortowania alfabetycznie listy nazwisk: jeden proces pracuje w cyklu: pobierz wiersz, filtruj, wyślij do bufora; zaś drugi pobiera kolejne wiersze z bufora i wstawia je w odpowiednie miejsce i na końcu wypisuje je na konsolę. Zaimplementuj za pomocą wątków takie zadanie wykorzystując jako kanał komunikacyjny implementację bufora z poprzedniego zadania.

Zadanie 5. Algorytm sortowania tablicy elementów przez *scalanie* działa następująco: najpierw tablica jest dzielona na pół. Następnie każda z tych mniejszych tablic jest porządkowana. Na końcu obydwie posortowane tablice są scalane. Zaprogramuj sortowanie przez scalanie tablic elementów `int` tak, aby operacje sortowania podtablic były odrębnymi wątkami.

Za każde zadanie można otrzymać do 4 pkt, jednak można oddać nie więcej niż 2 zadania. Proszę do każdego ocenianego zadania dołączyć króciutki program ilustrujący możliwości zaprogramowanych klas.

Marcin Młotkowski

Przypomnienie: Rozwiązanie proszę wrzucić do serwisu SKOS do najbliższej środy do godz. 8:00

Programowanie obiektowe

Lista 7.

Zadanie polega na implementacji edytora obiektów. Na początek proszę o zadeklarowanie w Javie prostej klasy oraz jej dwóch podklas. Mogą to być (do wyboru):

- klasa ***Książka*** wraz z podklasami ***WydawnictwoCiągłe*** i ***Czasopismo***;
- klasa ***Figura*** wraz z podklasami ***Okrąg*** i ***Trójkąt***;
- klasa ***Pojazd*** wraz z podklasami ***Samochód*** i ***Tramwaj***.

Każda klasa powinna implementować przynajmniej 3 pola; wystarczy tylko jedna metoda, np. `toString()`.

Zaimplementuj dla każdej zadeklarowanej klasy:

interfejs do edycji (6 pkt) taki interfejs wygodnie jest zaimplementować jako kontrolkę Swinga, tj. podklasę jednej z podklas `JComponent` (lub pochodnej³); wtedy taką własną kontrolkę można w przyszłości umieszczać w oknie wraz z innymi kontrolkami;

interfejs Serializable (2 pkt) implementacja tego interfejsu umożliwia zapis i odczyt obiektu do pliku. Zaprogramuj też metody odczytu/zapisu obiektu z/do pliku dyskowego.

Jako ilustrację napisz krótki program uruchamiający z linii poleceń edycję obiektów zapisanych w plikach. Argumentami wywołania programu są: nazwa pliku w którym przechowywany jest pojedynczy obiekt, zaś drugim argumentem jest nazwa klasy obiektu. Jeśli plik nie istnieje, to tworzony jest nowy obiekt.

Przypomnienie: Rozwiązanie proszę wrzucić do serwisu SKOS do najbliższej środy do godz. 8:00

Marcin Młotkowski

³dobrym kandydatem może być np. ***JPanel***

Programowanie obiektowe

Lista 8.

Poniższa lista zadań jest do zrobienia w języku Ruby. Każde zadanie to 4 punkty. Wybierz 2 zadania.

Zadanie 1. Rozszerz standardową klasę *Fixnum* o metody:

- zeroargumentową metodę *czynniki* zwracającą tablicę wszystkich dzielników liczby włącznie z jedyneką i nią samą (kolejność nie jest ważna). Przykładowo *6.czynniki* powinno zwrócić tablicę *[1, 2, 3, 6]*;
- jednoargumentową metodę *ack(y)* obliczającą funkcję Ackermanna zdefiniowaną następująco:

$$Ack(n, m) = \begin{cases} m + 1 & \text{gdy } n = 0 \\ Ack(n - 1, 1) & \text{gdy } m = 0 \\ Ack(n - 1, Ack(n, m - 1)) & \text{w pozostałych przypadkach} \end{cases}$$

Na przykład *2.ack(1)* powinno dać 5. Uwaga: funkcja ta bardzo długo liczy, nawet dla niedużych argumentów, więc nie testujcie jej na dużych (> 2) liczbach;

- zeroargumentowa metoda *doskonała*, która zwraca *true* gdy liczba jest doskonała⁴;
- zeroargumentową metodę zamieniającą liczbę na jej postać słowną. Można przyjąć, że postać słowna jest uproszczona, np. *123.slownie* powinno zwrócić "jeden dwa trzy".

Zadanie 2. Zaimplementuj dwie klasy: *ImageBW* i *ImageC* implementujące odpowiednio bitmapowe obrazy czarno-białe i kolorowe. Rozmiary obrazów są ustalane przy tworzeniu obiektów jako parametry konstruktora. Zaprogramuj w tych klasach metody *+(arg)*, **(arg)*, które zwracają nowy obiekt klasy *ImageBW* bądź *ImageC*. Metoda *+(arg)* tworzy nowy obraz, którego każdy piksel jest alternatywą bitową odpowiednich piksli obiektu i argumentu; odpowiednio **(arg)* oznacza utworzenie nowego obiektu z koniunkcji bitów piksli. Takie operacje mają sens, gdy operacje wykonujemy na obrazkach o tych samych rozmiarach i tym samym typie (tj. tylko kolorowe z kolorowymi albo czarno-białe z czarno-białymi). Można przyjąć, że zawsze wykonujemy metody na poprawnych danych. Dodaj też do tych klas metodę *narysuj* rysującą obrazy w postaci ascii-artu.

Zadanie 3. Jedną z najprostszych metod szyfrowania jest szyfr podstawieniowy, w którym za literę podstawia się inną literę. Zaprogramuj dwie klasy:

- klasę *Jawna* przechowującą napis w postaci jawnej i implementującą metodę *zaszyfruj(klucz)* zwracającą obiekt klasy *Zaszyfrowane*;
- klasę *Zaszyfrowane* przechowującą napis zaszyfrowany i implementującą metodę *odszyfruj(klucz)* zwracającą obiekt klasy *Jawna*.

Obydwie klasy winne implementować metodę *to_s*. Argument *klucz* to słownik postaci

```
{ 'a' => 'b',
  'b' => 'r',
  ...
  'r' => 'y',
  'y' => 'u',
  'u' => 'a'
}
```

⁴definicję można znaleźć m. in. w Wikipedii

Dla takiego klucza napis *'ruby'* zostanie zamieniony na *'yaru'*. Można założyć, że będziemy używać tylko małych liter. Nie jest też konieczne sprawdzanie czy klucz (słownik) jest poprawny.

Termin oddania w SKOSie: poniedziałek 24 kwietnia.

Marcin Młotkowski