Obiektowe Języki Programowania

Kolekcje

Łukasz Rybka · Gdańsk 2016/17

Co to są tablice?

> *(…) są tworem, który się konstruuje i wypenia elementami (…)*
>
> — Bruce Eckel

Tablice - podstawowe informacje

Tablice - podstawowe informacje

Tablice odróżniają dwie kwestie: wydajność i typ

Tablice - podstawowe informacje

Tablice odróżniają dwie kwestie: wydajność i typ

Tablica jest prostą sekwencją liniową, która pozwala na szybki dostęp do elementów

Tablice - podstawowe informacje

Tablice odróżniają dwie kwestie: wydajność i typ

Tablica jest prostą sekwencją liniową, która pozwala na szybki dostęp do elementów

Kiedy tworzymy tablicę, jej rozmiar jest ustalony i nie może zostać zmieniony

Tablice - podstawowe informacje

Tablice - podstawowe informacje

Poszczególne elementy wybieramy za pomocą indeksu typu int

Tablice - podstawowe informacje

Poszczególne elementy wybieramy za pomocą indeksu typu int

Tablica przetrzymuje referencje do obiektów, nie same obiekty (!)

Tablice - podstawowe informacje

Poszczególne elementy wybieramy za pomocą indeksu typu int

Tablica przetrzymuje referencje do obiektów, nie same obiekty (!)

Dostęp do elementów tablicy jest kontrolowany w runtime - RuntimeExpeption

Co to są tablice?

> *Tablica jest (…) najbardziej wydajnym sposobem zapisu i (…) dostępu do sekwencji obiektów (…)*
>
> — Bruce Eckel

Polimorficzne struktury danych

> *(…) struktury danych, zawierające obiekty różnych typów są nazywane* ***polimorficznymi strukturami danych*****.**
>
> — Bertrand Meyer

Tablice - podstawowe informacje

Tablice - podstawowe informacje

W tablicach przetrzymujemy obiekty danego typu

Tablice - podstawowe informacje

W tablicach przetrzymujemy obiekty danego typu

Tablica jest pełnoprawnym obiektem - identyfikator tablicy jest rzeczywistym odwołaniem do prawdziwego obiektu, którhy został stworzony na stercie

Przykład tworzenia tablicy

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        String[] arr = new String[5];

        arr[0] = "Element 0";
        arr[1] = "Element 1";
        arr[2] = "Element 2";
        arr[3] = "Element 3";
        arr[4] = "Element 4";

        System.out.println(arr); // ???
    }
}
```

Wyświetlanie składników tablicy

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        String[] arr = new String[5];

        arr[0] = "Element 0";
        arr[1] = "Element 1";
        arr[2] = "Element 2";
        arr[3] = "Element 3";
        arr[4] = "Element 4";

        System.out.println(Arrays.deepToString(arr));
    }
}
```

Uzupełnianie tablicy elementami

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        String[] arr = new String[10];
        Random rand = new Random();

        for (int i = 0; i < 5; i++) {
            arr[rand.nextInt(10)] = String.valueOf(rand.nextInt());
        }

        System.out.println(Arrays.deepToString(arr));
        System.out.println("Ilość elementów: " + arr.length); // ???
    }
}
```

Pole .length tablicy

Pole .length tablicy

Zawiera informację o ilości elementów w tablicy

Pole .length tablicy

Zawiera informację o ilości elementów w tablicy

Przy tworzeniu tablicy wszystkie jej elementy są uzupełniane null'ami

Pole .length tablicy

Zawiera informację o ilości elementów w tablicy

Przy tworzeniu tablicy wszystkie jej elementy są uzupełniane null'ami

Nie ma prostej (i szybkiej) metody sprawdzenia ilości wypełnionych elementów tablicy

Statyczna inicjalizacja tablicy

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        String[] arr = {
            "Element 0",
            "Element 1",
            "Element 2",
            "Element 3",
            "Element 4"
        }

        System.out.println(Arrays.deepToString(arr));
    }
}
```

Tablice typów prostych

Tablice typów prostych

Tablica nie musi składać się tylko ze złożonych typów

Tablice typów prostych

Tablica nie musi składać się tylko ze złożonych typów

Istnieje możliwość tworzenia tablicy obiektów prostych

Tablice typów prostych

Tablica nie musi składać się tylko ze złożonych typów

Istnieje możliwość tworzenia tablicy obiektów prostych

Kiedy typem tablicy jest obiekt, a dodajemy do niego odpowiadający obiekt typu prostego - następuje zjawisko autoboxingu

Statyczna inicjalizacja tablicy

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[] ints = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};
        double[] doubles = {1.1, 2.2, 3.3, 4.4, 5.5};

        Integer autoboxed = new Integer[10];
        for (int i = 0; i < 10; i++) {
            autoboxed[i] = i * i;
        }

        System.out.println(Arrays.deepToString(ints));
        System.out.println(Arrays.deepToString(doubles));
        System.out.println(Arrays.deepToString(autoboxed));
    }
}
```

Tablice wielowymiarowe

Tablice wielowymiarowe

Istnieje możliwość tworzenia tablic o więcej niż jednym wymiarze

Tablice wielowymiarowe

Istnieje możliwość tworzenia tablic o więcej niż jednym wymiarze

Tworzenie tablic wielowymiarowych może być statyczne lub dynamiczne (słówko kluczowe new)

Tablice wielowymiarowe

Istnieje możliwość tworzenia tablic o więcej niż jednym wymiarze

Tworzenie tablic wielowymiarowych może być statyczne lub dynamiczne (słówko kluczowe new)

Każda para zagnieżdżonych nawiasów klamrowych to osobny wymiar tablicy

Przykład prostej tablicy dwuwymiarowej

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[][] ints = {
            {1, 2, 3, 4, 5},
            {6, 7, 8, 9, 10}
        };

        System.out.println(Arrays.deepToString(ints));

        for (int i = 0; i < ints.length; i++) {
            for (int j = 0; j < ints[0].length; j++) {
                System.out.println("Element: " + ints[i][j]);
            }
        }
    }
}
```

Ragged arrays

Ragged arrays

Każdy wymiar tablicy może być inicjalizowany dynamicznie z dowolnym rozmiarem

Ragged arrays

Każdy wymiar tablicy może być inicjalizowany dynamicznie z dowolnym rozmiarem

Tablica o różnej ilości elementów w tzw. wektorze (wierszu) nazywana jest regged (poszarpana)

Przykład tablicy poszarpanej

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Random rand = new Random(47);
        int[][][] arr = new int[rand.nextInt(7)][][];

        for(int i = 0; i < arr.length; i++) {
            arr[i] = new int[rand.nextInt(5)][];

            for (int j = 0; j < arr[i].length; j++) {
                arr[i][j] = new int[rand.nextInt(5)];
            }
        }

        System.out.println(Arrays.deepToString(arr));
    }
}
```

Po co nam kontenery danych?

> *Program obejmujący wyłącznie ustaloną liczbę obiektów, których czas życia jest znany, jest to program dosyć prosty.*
>
> — Bertrand Meyer

Zbiory klas kontenerowych

Zbiory klas kontenerowych

Wprowadzone (dopracowane) w Java SE 5 do java.util.*

Zbiory klas kontenerowych

Wprowadzone (dopracowane) w Java SE 5 do java.util.*

Najważniejsze zbiory:

- List
- Set
- Queue
- Map

Kolekcja Collection

Kolekcja Collection

Grupa odrębnych elementów, podlegających jakimś regułom

Kolekcja Collection

Grupa odrębnych elementów, podlegających jakimś regułom

W jej skład wchodzą typu List, Set czy też Queue

Kolekcja Collection

Grupa odrębnych elementów, podlegających jakimś regułom

W jej skład wchodzą typu List, Set czy też Queue

Wszystkie implementacje (jak ArrayList) podlegają jednemu interfejsowi

Kolekcja Map

Kolekcja Map

Grupa par obiektów typu klucz-wartość

Kolekcja Map

Grupa par obiektów typu klucz-wartość

Pozwala na wydobywanie wartości dla znanego klucza

Kolekcja Map

Grupa par obiektów typu klucz-wartość

Pozwala na wydobywanie wartości dla znanego klucza

Kluczem jest obiekt (analogicznie jak w liście indeks numeryczny)

Kolekcja Map

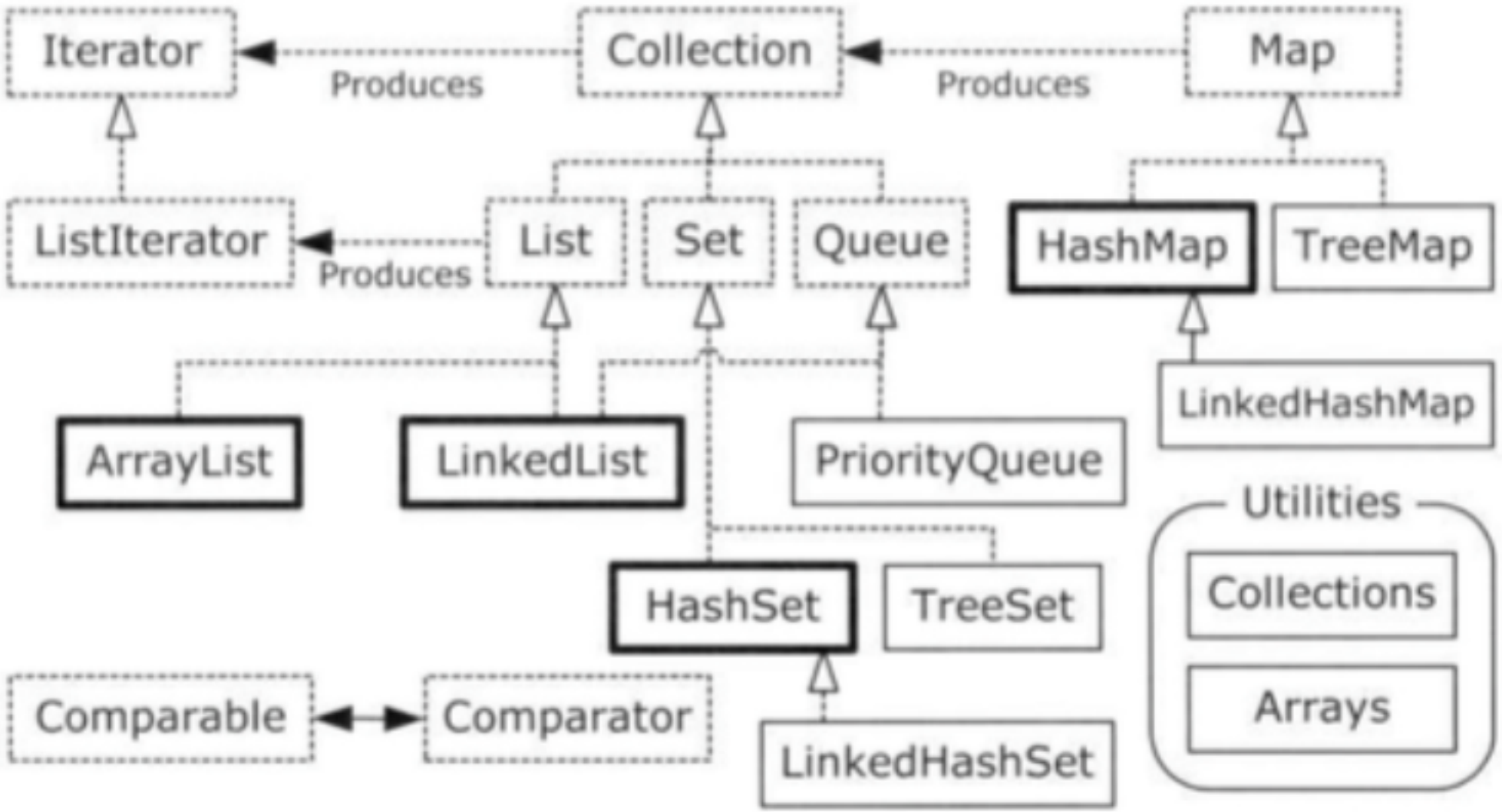
Grupa par obiektów typu klucz-wartość

Pozwala na wydobywanie wartości dla znanego klucza

Kluczem jest obiekt (analogicznie jak w liście indeks numeryczny)

Inaczej nazywany tablicą asocjacyjną lub słownikiem

Taksonomia kontenerów



Interfejs List

Interfejs List

Obiecuje zachowanie kolejności elementów

Interfejs List

Obiecuje zachowanie kolejności elementów

Uzupełnia interfejs Collections o zestaw metod pozwalający na wstawianie i usuwanie elementów do i ze środka kolekcji

Interfejs List

Obiecuje zachowanie kolejności elementów

Uzupełnia interfejs Collections o zestaw metod pozwalający na wstawianie i usuwanie elementów do i ze środka kolekcji

Posiada dwa podtypy: ArrayList oraz LinkedList

Interfejs ArrayList

Interfejs ArrayList

Podstawowy typ kolekcji w Javie

Interfejs ArrayList

Podstawowy typ kolekcji w Javie

Daje swobodny (i "tani") dostęp do elementów w dowolnym miejscu kolekcji

Interfejs ArrayList

Podstawowy typ kolekcji w Javie

Daje swobodny (i "tani") dostęp do elementów w dowolnym miejscu kolekcji

Niższa wydajność przy wstawianiu i usuwaniu elementów z listy

Dawne podejście do kolekcji ArrayList

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        List strings = new ArrayList();

        strings.add("A");
        strings.add("B");
        strings.add("C");

        strings.add(0, "F");

        System.out.println("Size: " + strings.size());
        System.out.println(strings);

        strings.add(0, new Date()); // ???
        System.out.println((String) strings.get(0)); // ???
    }
}
```

Listy typizowane

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        List<String> strings = new ArrayList<String>();

        strings.add("A");
        strings.add("B");
        strings.add("C");

        strings.add(0, "F");

        System.out.println("Size: " + strings.size());
        System.out.println(strings);

        strings.add(0, new Date()); // Compilation Error!!
        System.out.println((String) strings.get(0)); // Zbędne!
    }
}
```

Interfejs LinkedList

Interfejs LinkedList

Optymalny typ kolekcji z dostępem sekwencyjnym

Interfejs LinkedList

Optymalny typ kolekcji z dostępem sekwencyjnym

Zoptymalizowany pod kątem operacji wstawiania i usuwania elementów ze środka

Interfejs LinkedList

Optymalny typ kolekcji z dostępem sekwencyjnym

Zoptymalizowany pod kątem operacji wstawiania i usuwania elementów ze środka

Wolne operacje swobodnego dostępu (np. pobrania elementu o wskazanym indeksie)

Przykład kolekcji LinkedList

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        LinkedList<String> strings = new LinkedList<>(); // !

        strings.add("A");
        strings.add("B");
        strings.add("C");

        strings.addFirst("F");
        strings.addLast("E");

        strings.add("G");
        strings.removeFirst();
        strings.removeLst();

        System.out.println(strings);
    }
}
```

Iteratory

Iteratory

Wprowadzają dodatkowy poziom abstrakcji dla podstawowych operacji na kolekcjach

Iteratory

Wprowadzają dodatkowy poziom abstrakcji dla podstawowych operacji na kolekcjach

Jednakowe API dla dowolnej kolekcji (czy to Collection czy też Map!)

Iteratory

Wprowadzają dodatkowy poziom abstrakcji dla podstawowych operacji na kolekcjach

Jednakowe API dla dowolnej kolekcji (czy to Collection czy też Map!)

Bardzo tanie w stworzeniu

Iteratory

Wprowadzają dodatkowy poziom abstrakcji dla podstawowych operacji na kolekcjach

Jednakowe API dla dowolnej kolekcji (czy to Collection czy też Map!)

Bardzo tanie w stworzeniu

Ograniczony zestaw operacji

Iteratory

Wprowadzają dodatkowy poziom abstrakcji dla podstawowych operacji na kolekcjach

Jednakowe API dla dowolnej kolekcji (czy to Collection czy też Map!)

Bardzo tanie w stworzeniu

Ograniczony zestaw operacji

Iteracja wyłącznie w jednym kierunku - od początku do końca

Możliwości iteratorów

Możliwości iteratorów

Wywołując metodę iterator() obiektu Collection otrzymujemy iterator z gotowym pierwszym elementem

Możliwości iteratorów

Wywołując metodę iterator() obiektu Collection otrzymujemy iterator z gotowym pierwszym elementem

Uzyskanie dostępu do kolejnego obiektu dzięki metodzie next()

Możliwości iteratorów

Możliwości iteratorów

Sprawdzenie, czy kolekcja posiada kolejny element - metoda hasNext()

Możliwości iteratorów

Sprawdzenie, czy kolekcja posiada kolejny element - metoda hasNext()

Usunięcie ostatnio zwróconego elementu metodą remove()

Przykład wykorzystania iteratora

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        List<String> strings = new ArrayList<String>() {{
            add("A");
            add("B");
            add("C");
        }};

        Iterator<String> iterator = strings.iterator();
        while(iterator.hasNext()) {
            System.out.println("Element: " + iterator.next());
        }

        for (String str : strings) {
            System.out.println("For each: " + str);
        }
    }
}
```

Interfejs Queue

Interfejs Queue

Kontener FIFO - first-in, first-out

Interfejs Queue

Kontener FIFO - first-in, first-out

Typowa implementacja Queue - LinkedList

Interfejs Queue

Kontener FIFO - first-in, first-out

Typowa implementacja Queue - LinkedList

Interfejs ten zawiera dodatkowe metody dostępne za pomocą rzutowania w górę

Przykład zastosowania kolejki Queue

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Queue<Integer> queue = new LinkedList<Integer>();
        Random rand = new Random(47);

        for (int i = 0; i < 10; i++) {
            queue.offer(rand.nextInt(i + 10));
        }

        System.out.print(queue);

        while (queue.peek() != null) {
            System.out.print(queue.remove() + " - ");
        }

        System.out.print(queue);
    }
}
```

Metody interfejsu Queue

Metody interfejsu Queue

offer() - wstawia element na koniec kolejki (jeśli to możliwe)

Metody interfejsu Queue

offer() - wstawia element na koniec kolejki (jeśli to możliwe)

peek() - zwraca element z przodu bez usuwania lub false

Metody interfejsu Queue

offer() - wstawia element na koniec kolejki (jeśli to możliwe)

peek() - zwraca element z przodu bez usuwania lub **false**

element() - zwraca element z przodu bez usuwania lub rzuca NoSuchElementException

Metody interfejsu Queue

offer() - wstawia element na koniec kolejki (jeśli to możliwe)

peek() - zwraca element z przodu bez usuwania lub false

element() - zwraca element z przodu bez usuwania lub rzuca NoSuchElementException

pool() - usuwa i zwraca element z czoła kolejki lub false

Metody interfejsu Queue

offer() - wstawia element na koniec kolejki (jeśli to możliwe)

peek() - zwraca element z przodu bez usuwania lub **false**

element() - zwraca element z przodu bez usuwania lub rzuca NoSuchElementException

pool() - usuwa i zwraca element z czoła kolejki lub **false**

remove() - usuwa i zwraca element z czoła

Interfejs Set

Interfejs Set

Kolekcja, która nie może zawierać więcej niż jednego egzemplarza danej wartości

Interfejs Set

Kolekcja, która nie może zawierać więcej niż jednego egzemplarza danej wartości

Kolekcje typu Set zostały zoptymalizowane pod kątem szybkości wyszukiwania elementu

Interfejs Set

Kolekcja, która nie może zawierać więcej niż jednego egzemplarza danej wartości

Kolekcje typu Set zostały zoptymalizowane pod kątem szybkości wyszukiwania elementu

Posiada dokładnie ten sam interfejs co Collection

Interfejs Set

Kolekcja, która nie może zawierać więcej niż jednego egzemplarza danej wartości

Kolekcje typu Set zostały zoptymalizowane pod kątem szybkości wyszukiwania elementu

Posiada dokładnie ten sam interfejs co Collection

Dodanie kolejnego identycznego elementu jest ignorowane

Przykład zastosowania kolekcji Set

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Random rand = new Random(47);
        Set<Integer> intset = new HashSet<Integer>();

        for (int i = 0; i < 10000; i++) {
            intset.add(rand.nextInt(30));
        }

        System.out.println(intset);
    }
}
```

Przykład posortowanej kolekcji TreeSet

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Random rand = new Random(47);
        Set<Integer> intset = new TreeSet<Integer>();

        for (int i = 0; i < 10000; i++) {
            intset.add(rand.nextInt(30));
        }

        System.out.println(intset);
    }
}
```

Interfejs Map

Interfejs Map

Daje możliwość odwzorowania obiektów na inne obiekty

Interfejs Map

Daje możliwość odwzorowania obiektów na inne obiekty

Pozwala na przeszukiwanie zadanego klucza (metoda containsKey()) oraz wartości (metoda containsValue())

Interfejs Map

Daje możliwość odwzorowania obiektów na inne obiekty

Pozwala na przeszukiwanie zadanego klucza (metoda containsKey()) oraz wartości (metoda containsValue())

Istnieje wiele implementacji - do różnych zastosowań i optymalizacji

Przykład wykorzystania interfejsu Map

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Random rand = new Random(47);
        Map<Integer, Integer> map = new HashMap<Integer, Integer>();

        for (int i = 0; i < 10000; i++) {
            int r = rand.nextInt(20);
            Integer freq = map.get(r);

            map.put(r, freq == null ? 1 : freq + 1);
        }

        System.out.println(map);

        for (int i = 0; i < 20; i++) {
            System.out.println(i + " -> " + map.containsKey(i));
        }
    }
}
```

Interfejs Map - dodatkowe informacje

Interfejs Map - dodatkowe informacje

Kluczami mogą być tylko obiekty, nie typy proste

Interfejs Map - dodatkowe informacje

Kluczami mogą być tylko obiekty, nie typy proste

Wszystkie klucze pobieramy za pomocą metody keySet() (Set)

Interfejs Map - dodatkowe informacje

Kluczami mogą być tylko obiekty, nie typy proste

Wszystkie klucze pobieramy za pomocą metody keySet() (Set)

Wszystkie wartości pobieramy za pomocą metody values() (Collection)

Własna klasa klucza mapy

```
public class CustomKey {
    private int num;

    public CustomKey(int num) {
        this.num = num;
    }

    public void setNum(int num) {
        this.num = num;
    }

    public int getNum() {
        return num;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return "CustomKey{" + "num=" + num + '}';
    }
}
```

Wykorzystanie klasy CustomKey

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Map<CustomKey, Integer> map = new HashMap<>();

        CustomKey key1 = new CustomKey(1);
        map.put(key1, 1);

        CustomKey key2 = new CustomKey(2);
        map.put(key2, 2);

        key1 = new CustomKey(1);
        map.put(key1, -1);

        System.out.println(map); // ???
    }
}
```

Metody hashCode() i equals() klasy CustomKey

```
public class CustomKey {
    // ...

    @Override
    public boolean equals(Object o) {
        if (this == o) return true;
        if (o == null || getClass() != o.getClass()) return false;

        CustomKey customKey = (CustomKey) o;

        return num == customKey.num;
    }

    @Override
    public int hashCode() {
        return num;
    }
}
```

Metoda equals

Metoda equals

Musi być zwrotna: dla każdego x, x.equals(x) ma zwracać wartość true

Metoda equals

Musi być zwrotna: dla każdego x, x.equals(x) ma zwracać wartość true

Musi być symetryczna: dla dowolnego x i y, x.equals(y) ma zwracać wartość true wtedy i tylko wtedy, gdy y.equals(x) zwraca true

Metoda equals

Metoda equals

Musi być przechodnia: dla dowolnych x, y i z, jeśli x.equals(y) zwraca true oraz y.equals(z) zwraca truem to także x.equals(z) powinna zwracać true

Metoda equals

Musi być przechodnia: dla dowolnych x, y i z, jeśli x.equals(y) zwraca true oraz y.equals(z) zwraca truem to także x.equals(z) powinna zwracać true

Dla dowolnego x różnego od null wywołanie x.equals(null) powinno zwracać false

Metoda equals

Musi być spójna: dla dowolnych x i y wieloktrone wywołania x.equals(y) spójnie zwracają wartość true lub false, zakładając że żadne informacje używane przy porównywaniu obiektów nie zostały zmienione

Metoda hashCode

Metoda hashCode

Przetrzymujemy jej wartość w zmiennej wstępnie uzupełnianej stała numeryczną (np. 31)

Metoda hashCode

Przetrzymujemy jej wartość w zmiennej wstępnie uzupełnianej stała numeryczną (np. 31)

Dla każdego znaczącego pola wyliczamy osobny hashCode i dodajemy (według wzoru, np. result = 31 * result + c) do wyniku

Metoda hashCode

Przetrzymujemy jej wartość w zmiennej wstępnie uzupełnianej stała numeryczną (np. 31)

Dla każdego znaczącego pola wyliczamy osobny hashCode i dodajemy (według wzoru, np. result = 31 * result + c) do wyniku

Pola nieznaczące to takie, których wartość możemy uzyskać z kombinacji innych pól

Metoda hashCode

Metoda hashCode

Pole boolean: f ? 1: 0

Metoda hashCode

Pole boolean: f ? 1: 0

Pole byte, char, short lub int: (int) f

Metoda hashCode

Pole boolean: f ? 1: 0

Pole byte, char, short lub int: (int) f

Pole long: (int) (f ^ (f >>> 32))

Metoda hashCode

Pole boolean: f ? 1: 0

Pole byte, char, short lub int: (int) f

Pole long: (int) (f ^ (f >>> 32))

Pole float: Float.floatToIntBites(f)

Metoda hashCode

Metoda hashCode

Pole double: Double.doubleToLongBits(f) + zasada dla long

Metoda hashCode

Pole double: Double.doubleToLongBits(f)
+ zasada dla long

Pole obiektowe: dla null: 0, w przeciwnym wypadku wartość f.hashCode()

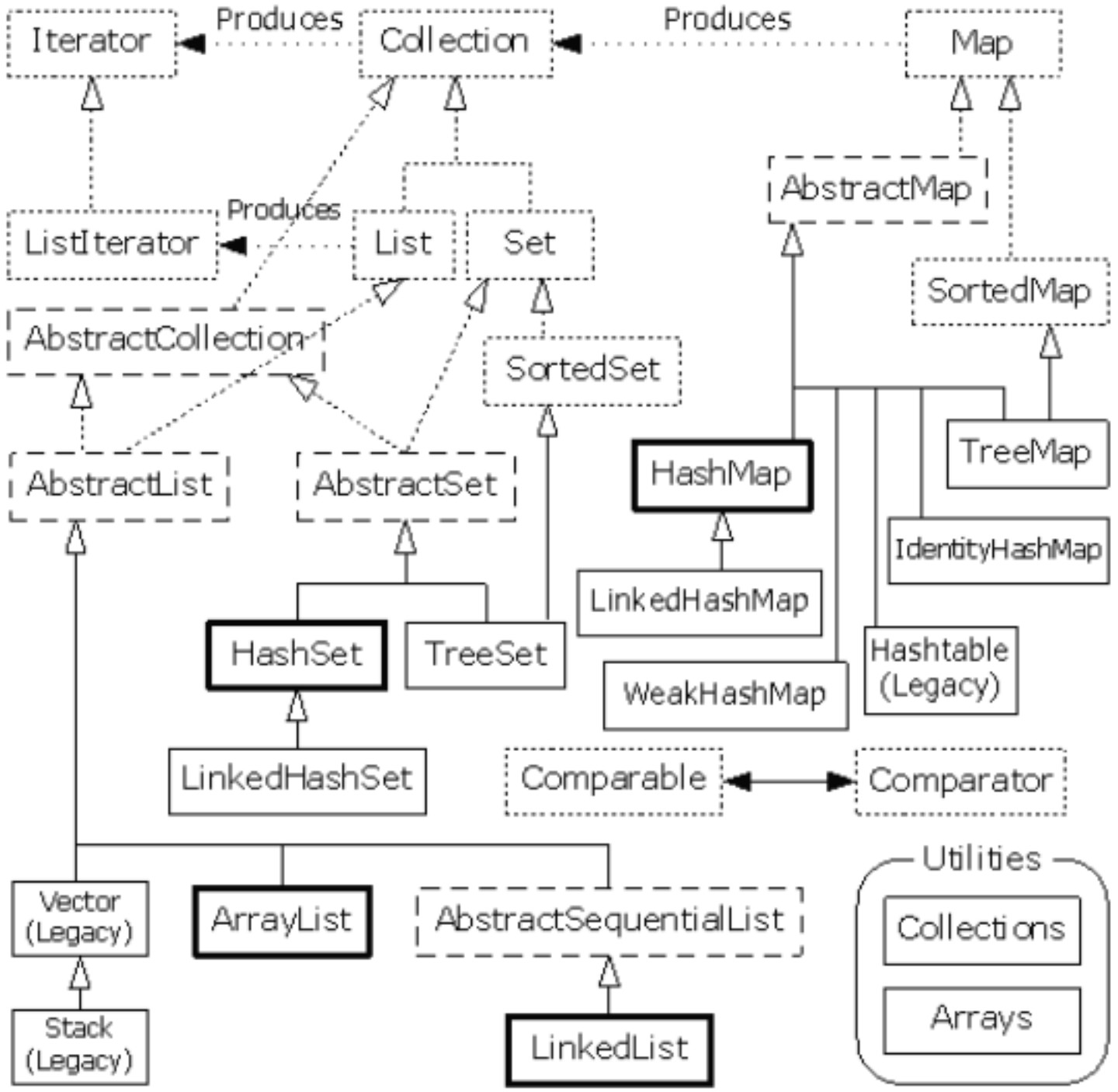
Metoda hashCode

Pole double: Double.doubleToLongBits(f)
+ zasada dla long

Pole obiektowe: dla null: 0, w przeciwnym wypadku wartość f.hashCode()

Pole tablicowe: każdy element traktujemy jak osobne pole obiektu

Pełna taksonomia kontenerów



ANY QUESTIONS?