Inhalt

4 Datenstruktur: Verkettete Liste
- Einfach verkettete Liste (EVL)
- EVL - Implementierung
- Durchlauf durch verkettete Listen

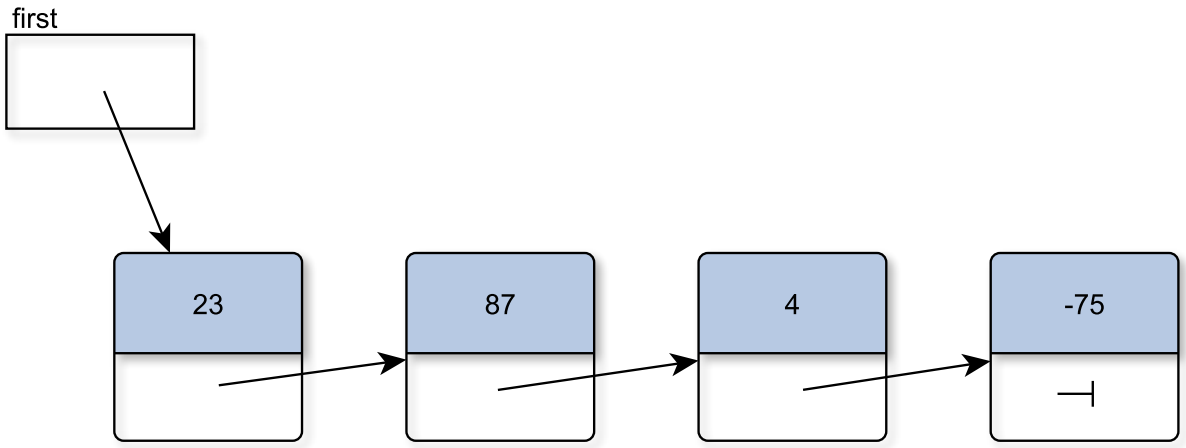
Verkettete Strukturen

Alternativer Ansatz (ohne Verwendung von Arrays):

- Es wird eine „Kette (Liste)“ von Objekten aufgebaut, die jeweils aus zwei Komponenten bestehen:
  - einer Referenz auf den eigentlichen Datensatz
  - einer Referenz auf das nächste Kettenglied (Listenelement)
- Benötige eine innere Klasse, die diese Kettenglieder (Listenelemente) kapselt.
- Die Liste verlängert/verkürzt sich bei jedem Einfügen bzw Entfernen eines Elementes.
- Die Datenstruktur zur Darstellung der „Menge“ benötigt (nur) eine Referenz auf das erste Listenelement.

Schematische Darstellung

häufig hilfreich, manchmal unabdingbar (!)



wichtig: unterscheide zwischen

- Referenz auf Listenelement (first)
- Listenelement: „Doppelpack“ aus (Referenz auf) Datensatz und Referenz auf nächstes Element

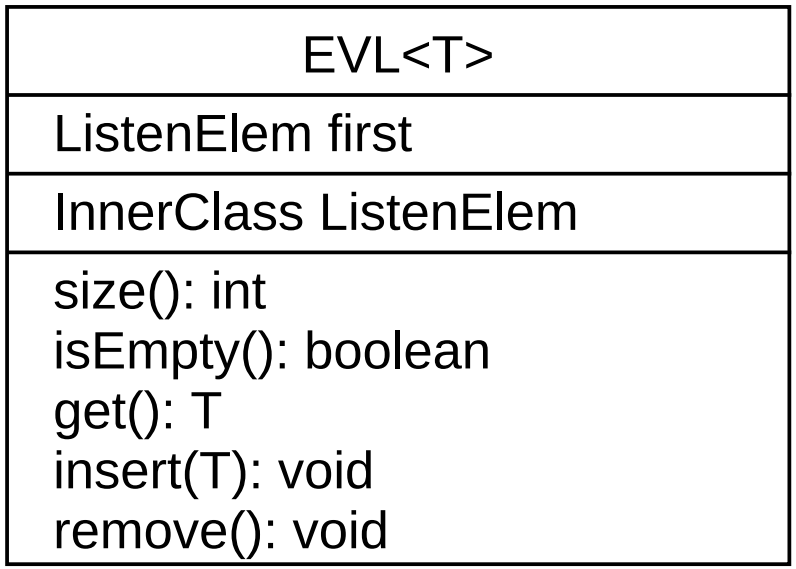
im gezeigten Beispiel: statt Referenzen auf Datensätze sind int-Konstanten eingetragen

Inhalt

4 Datenstruktur: Verkettete Liste
- Einfach verkettete Liste (EVL)
- EVL - Implementierung
- Durchlauf durch verkettete Listen

EVL<T> in „Pseudo-UML“

- definiert eine Referenz auf den Listen„Anfang“
- definiert eine „innere“ Klasse zur Darstellung der Listenelemente
- definiert Methoden zum Einfügen, Entfernen, ... von Elementen in die Liste



Die innere Klasse

- kapselt die Implementierung eines Listenelements mit seinen beiden Attributen value und next
- kann innerhalb der Klasse EVL<T> definiert werden, weil sie nur hier gebraucht wird

```
class ListenElem {
    T value;
    ListenElem next;

    ListenElem (T v) {
        value = v;
        next = null;
    }
}
```

size, isEmpty und get

- size() liefert die Anzahl der Listenelemente
- isEmpty() prüft, ob die Liste leer ist
- get() liefert den Wert des ersten Listenelements, löst eine Exceptions aus, falls die Liste leer ist

```
public int size() { ... }

public boolean isEmpty() { ... }

public T get() throws NoSuchElementException {
    if (first == null)
        throw new NoSuchElementException("Liste leer");
    return first.value;
}
```

Implementierung von insert

- insert (T v) erzeugt ein neues Listenelement mit Wert v und fügt es vorne in die Liste ein
- das bisherige erste Element wird dann das zweite in der Liste (also Nachfolger des neuen Elements)

```
public void insert(T v) {
    ListenElem neu = new ListenElem(v);
    neu.next = first;
    first = neu;
    size++;
}
```

Implementierung von remove

- remove() entfernt das erste Element der Liste
- das bisherige zweite Element wird dann zum ersten
- falls die Liste (vorher) leer ist, hat `remove()` keine Wirkung

```
public void remove() {
    if (first == null)
        return;
    first = first.next;
    size--;
}
```

Beispiel: Implementierung von delete

- delete (T v) entfernt das Element e, dessen Eintrag = *v* ist
  - falls mehrere, dann das erste vorkommende Element mit Eintrag v
  - wenn es kein solches Element gibt, dann keine Wirkung
- dazu notwendig: ein Element mit Eintrag *v* in der Liste finden
- dann: „Umketten“ der next-Referenz im Vorgänger von e auf den Nachfolger von e
- zu überlegen: wann ist Fallunterscheidung erforderlich?
  - Liste leer
  - Liste enthält kein Element mit Eintrag v
  - e ist erstes Element der Liste
  - e ist innerhalb der Liste
  - e ist letztes Element der Liste
  - . . . ?

$\rightsquigarrow$ Code-Beispiel; Speicherbilder malen!

Inhalt

4 Datenstruktur: Verkettete Liste
- Einfach verkettete Liste (EVL)
- EVL - Implementierung
- Durchlauf durch verkettete Listen

Durchlaufen einer verketteten Liste

Durchlauf

- darf die Struktur (Verkettung der Listenelemente) nicht ändern
- benötigt ein Referenzelement, das sukzessive auf die verschiedenen Listenelemente „zeigt“

Beispiel: Iterative Lösung für toString()

```
public String toString() {
    String s = "";

    ListenElem tmp = first;
    while (tmp != null) {
        s += tmp.value + " ";
        tmp = tmp.next;
    }

    return s;
}
```

Rekursion und Verkettung

Rekursion: beliebt bei „Pseudocode“-Darstellung von Algorithmen, die auf verketteten Strukturen arbeiten.

In der Praxis: eher vermeiden, wenn es sich vermeiden lässt ;)

Prinzip:

- Rekursive Methode benötigt ein ListenElement als Eingabeparameter
- ... und wird rekursiv für das nächste ListenElement aufgerufen.
- Definiere zum „Einstieg“ eine (nicht-rekursive) parameterlose Methode, die die rekursive Methode für das `first`-Element aufruft.

Bsp: Rekursives Durchlaufen einer verketteten Liste

Beispiel: Rekursive Lösung für toString()

```
// nicht-rekursive Einstiegsmethode
public String toString() {
    return rekToString(first);
}

// rekursive Methode
private String rekToString(ListenElem e) {
    if (e == null)
        return "";
    else
        return rekToString(e.next) + " "+  e.value;
}
```