Andmestruktuur.
Lineaarne andmestruktuur.
Dünaamiline mäluhaldus.
Ahel. Pinu. Järjekord.

Andmestruktuuri mõiste

Andmestruktuur *(data structure)* on andmete talletamise ja organiseerimise viis arvuti mälus või kõvakettal.

Andmestruktuur on mudel, mis kirjeldab suure hulga andmeelementide organiseerimist ja salvestamist arvutis ning neile efektiivse juurdepääsu tagamist.

Erinevad andmestruktuurid sobivad erinevateks rakendusteks, sh mõned nendest on väga spetsiifilisteks eesmärkideks.

Üldist

Andmestruktuure saab nende kuju järgi jaotada:

- lineaarseteks;
- mittelineaarseteks.

Andmestruktuurid tuginevad arvuti võimele salvestada ja võtta andmeid muutmälust või kõvakettalt **aadressi järgi**.

Andmestruktuuriga seotakse tavaliselt ka funktsionaalsused, mida terve struktuuri või seal olevate elementidega teha saab.

Erinevad vaated

Loogiline vaade: kuidas me andmestruktuuri endale ettekujutame, teatud omadustega struktuur:

- andmete järjestus (eelmine/järgmine, ...);
- operatsioonid (elemendi lisamine, eemaldamine ..).

Realisatsioonivaade: kuidas andmestruktuur tegelikult mälus on, tema füüsiline esitus:

- sama loogilist struktuuri saab tihti realiseerida (valmis teha) mitmel erineval viisil;
- tavaliselt on realisatsioon **staatiline** või **dünaamiline**, eristamine lähtub mäluaadresside kasutamisest;
- mäluaadressid arvutatakse välja või salvestatakes koos andmetega.

Lineaarne loend

Loend (järjend, nimistu, *ingl linear list)* on lõplik järgnevus, mis sisaldab 0 või enam elementi. Loendi elementide vahel on järgnevussuhe. Võib rääkida esimesest ja viimasest, eelmisest ja järgmisest elemendist. Elementide järjestusel võib olla eriline tähendus, aga ei pruugi.

Millised võiksid olla näited sellise struktuuri kasutamisest?

Järjestatud elemendid andmestruktuuri loogiline vaade, mida saab realiseerida staatiliselt või dünaamiliselt.

Loendi omadused ja toimingud

Omadused:

- Loendi elementide arv on ideaalis tõkestamata.
- Kõik elemendid on ühesuguse struktuuriga.

Toimingud loendiga:

- elemendi lisamine ja kustutamine (erinevad variandid);
- loendi läbimine, poolitamine, pööramine, koopia tegemine, elementide arvu leidmine;
- mitme loendi ühendamine;
- otsimine ja sorteerimine.

Realisatsioon: massiiv

Massiiv *(ingl array)* on madala taseme staatiline lineaarne struktuur.

- määratud suurusega (st elementide arvuga), paikneb mälus **järjestikustes mälupesades**;
- kõik elemendid on sama andmetüüpi;
- indeksi järgi otsimine ja väärtuse asendamine on kiired operatsioonid;
- elemendi lisamine vahele ja kustutamine aga aeglased operatsioonid – miks?

Massiivi abil saab ehitada mitmeid struktuure – sh **lineaarset loendit**

Staatiline mäluhaldus

Deklareerides C-s muutujad:

- eraldatakse nendele vajalik kogus muutmälu (vastavalt andmetüübile);
- peetakse meeles mälupesade algusaadress;
- ka kõigile massiivi elementidele eraldatakse mälu;
- muutujate väärtused säiluvad oma pesades kuni programmi töö lõpuni (või ploki lõpuni).

Muutujaga "suhtlemiseks" (omistamine, väärtuse küsimine) on vajalik tema mäluaadress.

- Tavaliselt korraldatakse see automaatselt muutuja nime kaudu.

Dünaamiline mäluhaldus

Andmete salvestamiseks saab mälu eraldada programmi töö käigus vastavate käskudega.

Mälu saab ka vabastada, kui andmeid enam vaja ei lähe – kasulik suurte andmestike korral.

Tavaliselt on võimalus kasutada mäluaadresse **viitade** *(pointer)* abil.

Viit on andmeelement, mis näitab teise andmeelemendi asukohta (ISO/IEC 2382).

Mäluaadress on arvuline väärtus, mida on tavaks esitada kuueteistkümnendsüsteemis.

Viidad C-s.Deklareerimine

Viida tüüpi muutujasse salvestatakse aadresse. Viitmuutujad on soovitavalt tüpiseeritud ehk nad on ettenähtud sisaldama teatud tüüpi väärtuse aadressi.

```
int *ptr;
```

Viidatav väärtus peab eelneva deklaratsiooni kohaselt olema täisarv `int`. Muutuja nimeks on `ptr` ja temasse tohib salvestada aadressi.

Dünaamiline mälu eraldamine:

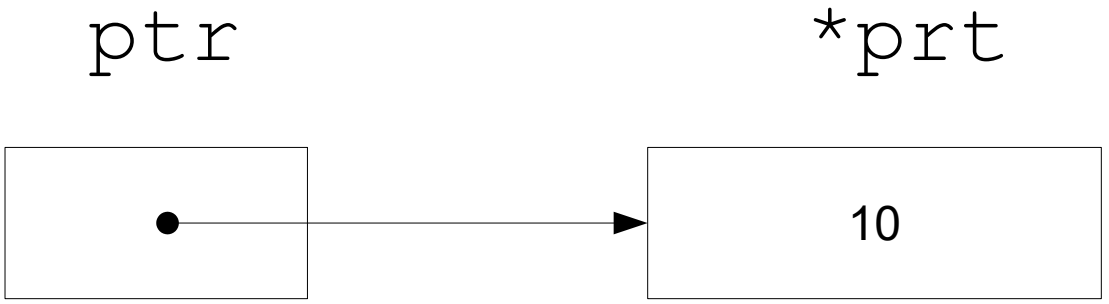
```
ptr = malloc(sizeof *ptr);
```

Eraldatakse mälu ühe `int` jagu. Aadress salvestatakse muutujasse `ptr`.

Viidad C-s.Omistamine

```
*ptr = 10;
```

Funktsiooniga `malloc()` eraldatud mäluvälja kirjutatakse väärtus 10.



Viidad C-s.Aadressi küsimine.

Muutuja aadressi küsimine.

```
int arv;
```

`&arv` – muutuja `arv` mäluaadress

`ptr = &arv;` - muutujasse `ptr` omistatakse muutuja `arv` aadress.

Aadressidega saab arvutada: `ptr++`

Muutuja `ptr` väärtus suureneb 4 baidi võrra ehk aadress "nihkub" 4 baiti "edasi", sest `int`-i suurus on 4 baiti.

Küsimus suurele ringile: Mis on `&ptr` väärtuseks?

Viidad C-s.Massiiv

Massiivist:

`int arvud[10];` - massiiv 10 täisarvu jaoks (mälu eraldatakse deklaratsiooni tulemusena)

`arvud` – massiivi algusaadress

Massiivi saab deklareerida ka dünaamiliselt:

`int *arvud;` - veel ei ole massiivi, mälu on algusaadressi jaoks

```
arvud = malloc(10*sizsof(int));
```

Mälu eraldatakse massiivi 10 `int`-i jaoks alles `malloc`-lause täitmisel.

Milleks ometi on seda vaja?

Viidad on C loomulik koostisosa, võimaldades tegeleda madalama taseme programmeerimisega ja loodetavasti aitavad nad paremini mõista, mis on "karul kõhus".

Viitasid kasutades saab moodustada huvitavaid lineaarseid ja mittelineaarseid andmestruktuure. Seda me ka kursusel katsetame.

C-d (ja tema viitasid) kasutatakse teistes keeltes andmetüüpide realiseerimiseks.

Ahel

Ahel *(*ingl *linked list)* on madala taseme struktuur, mis koosneb viitade abil ühendatud elementidest (sõlmedest).

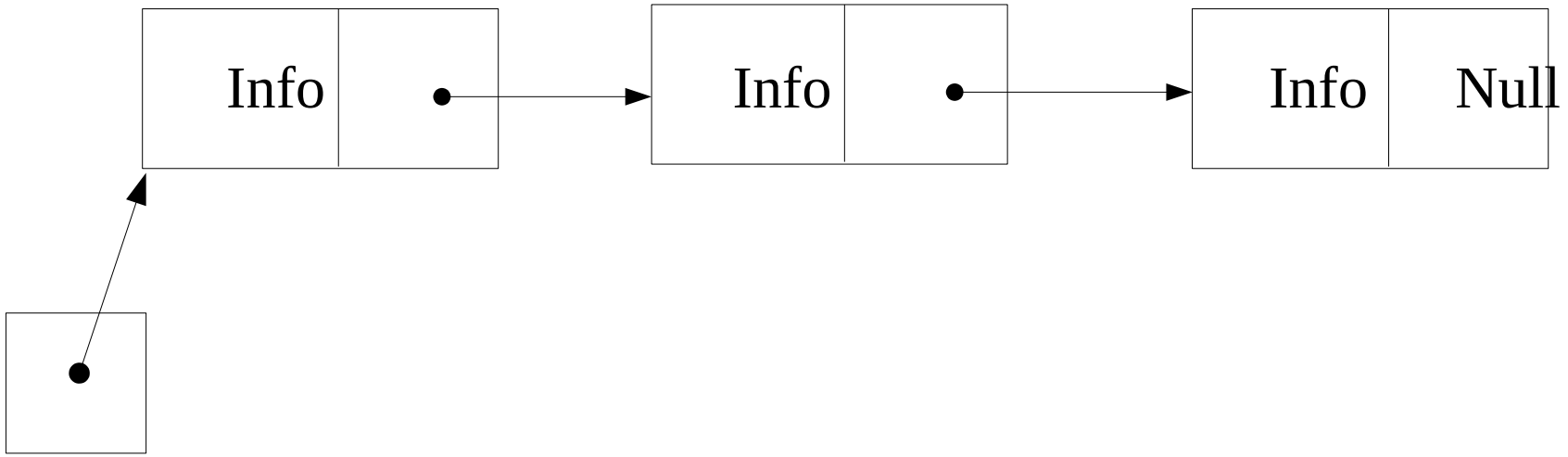
Ahela abil saame ehitada lineaarse loendi dünaamiliselt.

Sõlm *(*ingl *node)* koosneb vähemalt ühest infoväljast ja vähemalt ühest aadressi- ehk viidaväljast.

Viidaväljade abil ühendatakse sõlmed ühte struktuuri: ahelasse.

Ahela ülesehitus

Ettekujutus ühe viidaga ahelast (joonistuskeele idee aastast 1957):



Ristkülikud on ahela sõlmed **info- ja viidaväljaga**.

Viidavälja sisuks saab olla vaid aadress.

Ühest elemendist teise näitav täpiga nool tähistab viidavälja salvestatud järgmise elemendi aadressi. Päris aadressi kirjutades läheks pilt tunduvalt segasemaks.

Ahela ülesehitus

Esimene sõlm: **pea** (ingl *head*)

Viimane sõlm: **saba** (ingl *tail*)

Ahela kohta on teada esimese sõlme aadress (eraldi väike kast).

Järgmised sõlmed on võimalik üles leida esimesest sõlmest lähtudes.

Viimase sõlme viidaväljas on "`null`"-aadress.
Selle järgi saab aru, et ahel lõppes ja rohkem elemente ei ole.

Ahela töötlemine

Ahelas saab teha sarnaseid tegevusi massiiviga (vt nt slaid 7)

- Elemendi (sõlme) lisamine ja kustutamine ahela keskel on kiired toimingud.
- Otsepöördumine vajaliku elemendi (sõlme) poole on aeglane tegevus.

Miks?

Kuidas oli massiivis?

Ahela töötlemine

Nii staatilise (massiiv) kui dünaamilise (ahel) loendiga saab teha mitmesuguseid operatsioone.

Ahelat on vaja läbida iga sõlmeni jõudmiseks.

```
current = head

while current != NULL

      // Tegevus sõlmega, liikumine edasi

       current = current.next
```

Jooniseid vaata jutustavast materjalist. Samuti pseudokoodi täpsemat tähendust.

`head` – esimese elemendi aadress, `next` viidavälja nimetus, `current` – suvaline aadress.

Kuidas toimub sarnane tegevus massiivis?

Elemendi lisamine ahela algusse

Pseudokood:

```
New(node)              // uus sõlm
node.info = X          // info sõlme
node.next = head       // viit uuest sõlmest vanale
head = node            // ahela pea uuele sõlmele
```

Uus sõlm lisatakse ahela algusesse. Selleks kirjutatakse tema viidavälja ahela 1. sõlme aadress.

Kuidas lisada väärtus massiivi algusesse?

Lineaarsed struktuurid massiivi ja ahelat kasutades (nn abstraktsed andmetüübid). Ülesehitus ja funktsioonid.

Järjekord

Järjekord e. **saba** (ingl *queue*) on lineaarloend, kus andmed lisatakse loendi lõppu ja kustutatakse loendi algusest.

Operatsioonid:

- Elemendi lisamine järjekorda *(ingl enqueue)*.
- Elemendi eemaldamine järjekorrast *(ingl dequeue).*
- Uue tühja järjekorra loomine.
- Kontroll, kas järjekord on tühi.
- Kontroll, kas järjekord on täis.

Järjekord

Realisatsioon: massiiviga või ahelaga.

Massiiv – vajalikud kaks indeksit, millega järjekorra algust ja lõppu meeles pidada.

Ahel – vajalikud kaks viita: ahela esimesele ja viimasele sõlmele, et lisamine ja kustutamine oleks kiire ja mugav.

(vt täpsemalt pikas materjalis)

Järjekord

Kasutamine: mitmed reaalelulised olukorrad, kus mitmest allikast lähtuvad päringud tuleb nende saabumise alusel teenindada.

Eriliigid:

- Mitme teenindajaga järjekord *(ingl multiple server queue)*;
- Prioriteetidega järjekord ehk eelistusjärjekord *(ingl priority queue)*;
- Piiratud pikkusega järjekord *(ingl bounded length queue)*.

Pinu

Magasin e. **pinu** *(ingl stack)* on lineaarloend, kus elemendid lisatakse ja kustutatakse samas otsas, nn pinu **tipus** *(ingl top)*. Andmete kättesaasmine toimub reeglina sel teel, et element kustutatakse pinust.

Operatsioonid:

- Sõlme lisamine pinusse *(ingl push);*
- Sõlme eemaldamine pinust *(ingl pop);*
- Uue pinu loomine;
- Kontroll, kas pinu on tühi;
- Kontroll, kas pinu on täis.

Pinu

Realisatsioon: massiiviga ja ahelaga.

Massiiv – vajalik üks indeks, millega pinu tippu meeles pidada.

Ahel – vajalik üks viit ahela esimesele sõlmele, kus elemente lisada ja eemaldada.

(vt täpsemalt pikas materjalis)

Pinu

Kasutamine

Igapäevaelus tavaliselt ei kohta. Kasutusalad peamiselt arvutiteaduses:

- Funktsioonide väljakutsete organiseerimine.
- Avaldiste teisendamine, kontrollimine, arvutamine.
- Abivahend andmete hoidmisel, kus viimati lisatud väärtust tuleb kohe töötlema hakata.