

Tietokoneen toiminnan jatkokurssi, kesä 2020

Harri Kähkönen

Viikkotehtävä 4

Palauta vastauksesi tähän viikkotehtävään kurssin Moodle-oppimisympäristössä tiistaina 25.8.2020 kello 13.59 mennessä pdf-tiedostona. Huomioithan, että sinun on oltava ilmoittautunut viimeistään edellisenä päivänä, jotta pääset Moodleen. Tehtävien ratkaisut käydään läpi ohjatusti Zoomissa tiistaina 25.8.2020 kello 14.15 – 16.00 ja 16.15 – 18.00. Voit osallistua niistä kumpaankin halutessasi. Zoom-linkki on saatavana tietoturvasyistä vain Moodlessa. Muistatthän vastatessa, että yliopistossa niin kokeissa kuin harjoitustehtävissä on plagiointi kielletty, eli esimerkiksi kurssimateriaalista tai muualta suoraan kopioitu tai vähäisesti muunneltu vastaus ei ole sallittu. Opiskeluun yhdessä kannustetaan, mutta kunkin tulee palauttaa itsenäinen tuotos, ei kopiota toisen vastauksista.

Itse- ja vertaisarvioinnit

Itse- ja vertaisarvioinnit on tehtävä tämän tehtävän osalta tiistaina 1.9. kello 23.59 mennessä.

Kurssikoe ke 2.9.2020 klo 16.00 – 19.00

Tämän tiedoston lopussa on lisätietoa kokeesta.

Viikon 4 tehtävien sisällöstä

Tässä viikkotehtävässä käydään läpi erityisesti Tietokoneen toiminnan jatkokurssin mooc-sivuston lukujen 8 – 10 asioita.

1. Muistihierarkia, virtuaalimuisti ja ulkoisen muistin käyttö

*Tässä tehtävässä pyydetään selittämään **lyhyesti ja ytimekkäästi** eri asioita. Tarkoitus ei ole kirjoittaa esseevastausta, vaan ennemminkin tehdä **omat muistiinpanot**. Käytä siis mieluummin väliotsikoita, ranskalaisia viivoja, paksunnoksia tärkeisiin kohtiin ynnä muita havainnollistuksia. Tarvittaessa selitä asiaa lauseillakin, jos se on luontevaa tai tarpeen.*

(a) Muistihierarkia

Selitä lyhyesti ja ytimekkäästi muistihierarkia ja sen eri tasot sekä tasojen sisältö. Vertaile näiden käytön nopeuseroja. (Katso <https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luku-8/1-muistihierarkia>)

(b) Rekisterit ja välimuisti

Todellisissa järjestelmissä (siis muissa kuin simulaattorisuoritin ttk-91:ssä) on runsaasti rekistereitä ja välimuisti. Selitä lyhyesti mitä ovat välimuisti ja välimuistin eri tasot sekä mitä hyötyä välimuistin olemassaolosta on.

(c) Tiedonsiirto suorittimien ja laitteiden avulla

Selitä lyhyesti ja ytimekkäästi (kopioimatta vastausta materiaalista) kukin järjestelmän väylähierarkian osa perustuen jatkokurssin mooc-sivulla olevaan kuvaan väylähierarkiasta. (<https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luku-8/1-muistihierarkia>)

(d) Virtuaalimuisti

Mikä on virtuaalimuisti ja miten se on toteutettu? Vastaa kysymykseen tekemällä kooste otsikon Virtuaalimuisti mukaisen kohdan sisällöstä (<https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luku-8/1-muistihierarkia#heading-virtuaalimuisti>). Sisällytä

vastaukseesi myös mitä yhteistä ja eroa on virtuaalimuistin tukimuistilla ja tiedostojärjestelmällä (<https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luku-8/2-tiedostot-massamuisti>).

2. Kovalevy

Tässä tehtävässä pyydetään selittämään **lyhyesti ja ytimekkäästi** eri asioita. Tarkoitus ei ole kirjoittaa esseevastausta, vaan ennemminkin tehdä **omat muistiinpanot**. Käytä siis mieluummin väliotsikoita, ranskalaisia viivoja, paksunnoksia tärkeisiin kohtiin ynnä muita havainnollistuksia. Tarvittaessa selitä asiaa lauseillakin, jos se on luontevaa tai tarpeen.

(a) Tiedon tallennus kovalevylle

Selitä lyhyesti, miten tavanomainen tiedosto (kuvatiedosto, tekstitiedosto, ...) on talletettu kovalevylle lohkoittain, mikä lohko on ja miten saadaan selville missä kohdassa levyä tiedoston osat sijaitsevat. (<https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luku-8/2-tiedostot-massamuisti>)

(b) Kovalevyn rakenne

Selitä lyhyesti mooc-materiaalissa kohdassa Kovalevyn rakenne olevan kuvan mukaisesti kovalevyn rakenne. Selitä siis kaikki kuvassa mainitut käsitteet lyhyesti ja ytimekkäästi. Kuva on tällä sivulla:

<https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luku-8/2-tiedostot-massamuisti>

(c) Virtuaalimuisti ja tiedostojärjestelmä

Kovalevyn kapasiteetti on jaettu nykyisissä käyttöjärjestelmissä (mm. Linux, MacOS ja Linux) virtuaalimuistin tukimuistiksi ja tiedostojärjestelmää varten. Selitä mooc-sivuston materiaalin avulla lyhyesti mitä yhteistä ja mitä eroa näillä on. (<https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luku-8/2-tiedostot-massamuisti>)

3. Levymuistiin talletetun tiedon saantiaika

Tässä tehtävässä kerrannaisyksiköt ovat kuten yleensäkin kovalevyistä puhuttaessa seuraavat: kilo tarkoittaa 1024 -kertaista (eli 2^{10}) ja mega tarkoittaa $1024 \cdot 1024$ -kertaista (eli 2^{20}).

Oletetaan, että kovalevyn

- pyörimisnopeus on 7200 rpm,
- siinä on 8 levyä (4 kaksipuoleista levyä),
- yksi luku- ja kirjoituspää kutakin levyä kohden,
- 1500 sylinteriä,
- jokaisella uralla on 100 sektoria,
- kunkin sektorin koko on 512 tavua ja
- hakuvarren siirtoon kuluu ylitettävien urien määrästä riippumatta $0,02$ ms / ura (Luku- ja kirjoituspäätä tai siis hakuvarren siirrettäessä hakuvarsi ensin kiihdyttää täyteen vauhtiin ja sitten hidastaa pysähtymistä varten, mutta käytetään tässä tehtävässä estimaattia, että hakuvarren siirtoon kuluu ylitettävien urien määrästä riippumatta $0,02$ ms / ura.)
- Kussakin alakohdassa oletetaan, että kovalevyn levy on satunnaisen luettavasta sektorista riippumattoman sektorin kohdalla pyörimässä kun uusi lukupyynnö tulee laitteelle. Yksinkertaisella todennäköisyyslaskennalla siis levy joutuu pyörimään keskimäärin puoli kierrosta päästäkseen luettavan sektorin kohdalle.

(a) Levymuistiin talletetun sektorin saantiaika

Luku- ja kirjoituspää on uran 100 päällä kun kovalevy aloittaa toimenpiteet lukeakseen erään sektorin erään levyypinnan uralta 500. Kauanko sektorin lukemiseen menee aikaa kunnes kovalevy on saanut luettua sektorin? Lopputuloksen lisäksi selitä välivaiheet.

(b) Levymuistiin talletetun lohkon saantiaika

Oletetaan, että 4 kB levylohkot muodostuvat vierekkäisistä sektoreista ja kaikki lohkot sijaitsevat uralta vierekkäin. Kovalevy on saanut DMA-ohjaimelta käskyn lukea yhden levylohkon erään levyypinnan uralta 1000. Kun kovalevy alkaa suorittamaan kyseistä toimeksiantoa, luku- ja kirjoituspää on uran 500 päällä. Kauanko kestää aikaa lukea tuo lohko? Lopputuloksen lisäksi selitä välivaiheet.

(c) Levymuistiin talletetun tiedoston saantiaika (jatkoa edelliseen)

Oletetaan, että 4 kB levylohkot muodostuvat vierekkäisistä sektoreista ja kaikki lohkot sijaitsevat uralta vierekkäin. Oletetaan, että 1 MB tiedosto on talletettu (ikävästi ja epärealistisesti) satunnaisiin levylohkoihin satunnaisilla uralilla. Huomioi, että kun luku- ja kirjoituspää siirretään satunnaisesti valitulle uralle, joudutaan sitä keskimäärin siirtämään 500 uran yli (todennäköisyyslaskennan perusteella kolmasosa levyn uralta). Kauanko kovalevy käyttää tiedoston lukemiseen aikaa? Lopputuloksen lisäksi selitä välivaiheet.

4. I/O:n eli siirränän toteutus

Tässä tehtävässä pyydetään selittämään **lyhyesti ja ytimekkäästi** eri asioita. Tarkoitus ei ole kirjoittaa esseevastausta, vaan ennemminkin tehdä **omat muistiinpanot**. Käytä siis mieluummin väliotsikoita, ranskalaisia viivoja, paksunnoksia tärkeisiin kohtiin ynnä muita havainnollistuksia. Tarvittaessa selitä asiaa lauseillakin, jos se on luontevaa tai tarpeen.

(a) Laiteajuri ja laiteohjainprosessi

Mitä ovat laiteajuri ja laiteohjainprosessi? Missä niitä suoritetaan?

(b) Laiteohjain

Jatkokurssin luvussa 8 osassa 3 (<https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luke-8/3-io-toteutus>) on kuva Laiteohjain (I/O moduuli). Selitä kuvan avulla, mitä osia laiteohjaimessa on, mikä niiden rooli on sekä miten muut kuvassa mainitut järjestelmän osat liittyvät siirränän (I/O:n) toteuttamiseen.

(c) Muistiinkuvattu I/O ja I/O-konekäskyillä toteutettu I/O

Selitä kummankin tavan peruserätykset.

(d) I/O:n käytön kolme eri tyyppiä

Esitä kolme I/O-tyyppiä ja vertaile niitä. Muista myös mainita kustakin tyyppistä mikä niiden etu on, mitä haittaa tai huonoa niissä on ja mihin käyttötarkoitukseen ne sopivat.

5. Tiedoston tallennus

Tässä tehtävässä tarkastellaan yhtä I/O-tyyppiä, muistiinkuvattua DMA-siirrantaa. Huolehdi, että osaat vastaavat asiat muista I/O-tyypeistä.

Käyttäjätason prosessi P haluaa kirjoittaa 40 kB datasegmentin levymuistiin. Levymuistin siirränän eli I/O:n toteuttavat laiteajuriprosessi D ja laiteohjainprosessi C. Prosessit P ja D suoritetaan normaalilla suorittimella ja prosessi C on suorituksessa laiteohjaimella. Levylohkon koko on 4 kB. Käytössä on muistiinkuvattu DMA I/O.

- (a) **Miten ja milloin laiteajuri D tietää, mitä sen pitää tehdä? Kuka antaa D:lle I/O-tehtäviä ja miten?**
- (b) **Miten ja milloin laiteohjainprosessi C tietää, mitä sen pitää tehdä? Kuka antaa C:lle ohjeita ja miten?**
- (c) **Miten paljon dataa laiteohjain kirjoittaa kerrallaan levyille ja miten se saa datan haltuunsa?**
- (d) **Miten ja milloin laiteajuri D tietää, että tieto on kirjoitettu levyille? Kuka kertoo sen D:lle ja miten?**
- (e) **Miten ja milloin sovellus P tietää, että tieto on kirjoitettu levyille? Kuka kertoo sen P:lle ja miten?**
- (f) **Miten tilanne muuttuu, jos kyseinen levy onkin SSD-levy (tai NVMe-levy)?**
- (g) **Anna prosessien P ja D prosessien elinkaarimallin mukaiset tilasiirtymät alkaen siitä, kun P haluaa kirjoittaa levyille, ja päättyen siihen, kun P voi jatkaa suoritusta levykirjoituksen päätyttyä. Perustele jokainen edellä mainittu tilasiirtymä: mikä tapahtuma aiheutti sen, mitä tilasiirtymän yhteydessä tapahtui, mitä sen jälkeen tapahtuu?**

6. Kääntäminen ja linkitys

Vastaa selitystehtäviin lyhyesti ja ytimekkäästi.

(a) Symbolisen konekielen kääntämisen vaiheet.

Selitä symbolisen konekielen kääntämisen vaiheet. Käytä esimerkkinä seuraavaa koodia. Sisällytä vastaukseen myös symbolitaulu tästä koodista. Anna myös vastauksessasi esimerkkinä käännöksen lopputuloksesta tämän ohjelman konekäskyt jneg r1, AnnaKohta ja store r2, Taulu(r1) käännettynä numeeriseen esitysmuotoon 32-bittisenä kokonaislukuna (ei siis tarvitse kääntää koko koodia).

```
Taulu      DS 50
koko      EQU 50
tuhat     DC 1000
AnnaKohta in r1, =kbd
          jneg r1, AnnaKohta
          comp r1, =koko
          jnles AnnaKohta
          load r2, r1
          mul r2, tuhat
          store r2, Taulu(r1)
          jump AnnaKohta
          svc sp, =halt
```

(b) Makrot

Mitä ovat makrot? Miksi käyttäisit makroja ohjelmoidessasi konekieltä? Milloin käyttäisit makroja aliohjelmien sijasta? Entä aliohjelmiä makrojen sijasta?

(c) Literaalit

Mitä ovat literaalit? Miten ne eroavat muuttujista?

(d) Linkitys

MOOC-luvun 9 osassa 3 (Linkitys) osoitteessa <https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luku-9/3-linkitys> on esimerkkikuva pelin GameX staattisesti linkitetystä latausmoduulista, kun moduulit on linkitetty järjestyksessä GameX, Stats ja Math.

Ajatellaan tilannetta, jossa moduulit onkin linkitetty järjestyksessä GameX, Math ja Stats. Mitkä ovat nyt latausmoduulissa sen uudelleensijoitustaulussa moduulien Math ja Stats uudelleensijoitusvakioiden arvot?

(e) Linkitys, jatkoa edelliseen

Entä symbolien Math.Aver ja Stats.Report arvot?

(f) Linkitys, jatkoa edelliseen

Entä symbolien x, a, ja sum arvot ja viitekohdat symbolitaulussa?

(g) Dynaaminen vs staattinen linkitys

Mitä etua on dynaamisesta linkityksestä verrattuna staattiseen linkitykseen? Entä haittaa? Anna esimerkki käyttötarkoituksesta.

(h) Staattinen vs dynaaminen linkitys

Mitä etua staattisella linkityksellä on verrattuna suoritusajakaaseen dynaamiseen linkitykseen? Entä haittaa? Anna esimerkki käyttötarkoituksesta.

(i) Latausaikainen vs suoritusajakaaseen dynaaminen linkitys

Mitä etua latausaikaisella dynaamisella linkityksellä on verrattuna suoritusajakaaseen dynaamiseen linkitykseen?

(j) Suoritusajakaaseen vs latausaikainen dynaaminen linkitys

Mitä etua suoritusajakaaseen dynaamisella linkityksellä on verrattuna latausaikaiseen dynaamiseen linkitykseen?

(k) Prosessin luonti latausmoduulista

Miten käyttöjärjestelmä luo latausmoduulista prosessin?

7. Java

Käytä vastatessasi luvun 10 osion Java-ohjelmien suoritustavat tietoja ja kuvia (<https://tietokoneen-toiminnan-jatkokurssi.mooc.fi/luku-10/3-java-ohjelmien-suoritustavat>).

(a) Java-ohjelmien suoritus tulkitsemalla

Anna on kirjoittanut Javalla upean mökkivarausjärjestelmän Ohjelmistotekniikan harjoitustyönä ja esittelee sitä Exactumin kolmoskerroksessa ylpeänä kaverilleen. Kaveri pitää kovasti ohjelmasta, mutta jälleen kerran tämä eskaloituu Tietokoneen toiminta -

kurssin aiheisiin ja kaveri kysyy Annalta muistaako tämä vielä, mitä täytyy tehdä ennen kuin Javalla kirjoitetun ohjelman voi ajaa Javatulkilla ja miten tulkki pääpiirteittäin toimii? Annalle tällaiset asiat ovat itsestäänselviä ja hän kirjoittaa lyhyesti ja ytimekkäästi vaiheet ja tulkin toiminnan valkotaulupöydälle. Mitähän Anna vastasi?

(b) Java-ohjelmien suoritus Ahead-Of-Time (AOT) eli tavallisena käännöksenä?

Tietorakenteet ja algoritmit -harjoitustyötä tehdessään Anna huomasi, että hänen tekemänsä sovellus *AnnaReitti* kyllä löytää nopeimmat reitit HSL:n julkisessa liikenteessä ja vieläpä paljon laadukkaammin kuin muut aiemmin tehdyt reittioppaat, mutta kaikesta optimoinnista huolimatta hän kaipasi vielä hieman nopeutusta ohjelman toimintaan. Koska ohjelman suoritusympäristö on kuitenkin palvelimella, eikä ohjelmasta siten tarvitse tehdä useisiin järjestelmiin sopivia käännöksiä, hän päätti kääntää ohjelman konekielelle. Mitä vaiheita kääntämisessä on, että Annan kirjoittama *AnnaReitti* -ohjelma saadaan suorituskelpoiseksi latausmoduuliksi valittuun suoritusympäristöön?

(c) Java-ohjelmien suoritus Just-In-Time -käännöksenä (JIT)?

Anna saa paljon pyyntöjä mennä tekemään matematiikan opettajan sijaisuuksia. Tällä kertaa kyse oli jälleen matematiikan opettajan sijaisuudesta. Opettajalta ei kuitenkaan tullut mitään viestiä tunnin sisällöstä, joten Anna meni paikalle valmistautumatta. Kun Anna saapui koululle, hän hoksasi katsoa roskapostin (Helsingin yliopiston roskapostisuodatin on tunnetusti yli-innokas) ja sai tietää opettajan lähettämästä viestistä, että matematiikan tunnilla ei tänään olekaan matematiikkaa vaan tietotekniikkaa, yhtenä aiheena Java-ohjelmien suorittaminen JIT-käännöksellä. Onneksi hän on toiminut kuten kunnan opiskelijan pitääkin ja tehnyt runsaasti muistiinpanoja käymistään kurseista, joten materiaali oli valmiiksi sopivasti pureskellussa muodossa. Tee samoin ja valmistaudu yllättäviin tilanteisiin: kirjoita lyhyesti ja ytimekkäästi, mitä on tehtävä, että Javalla kirjoitettu ohjelma saadaan JIT-käännöksenä suoritettavaan muotoon ja miten JIT-käännös pääpiirteittäin toimii.

(d) Entä Java-suorittimella?

Selitä lyhyesti materiaalin kuvan avulla, mitä vaiheita on ohjelmakoodin kirjoittamisen jälkeen, jotta ohjelma voidaan suorittaa Java-natiivisuorittimella.

Lopuksi vielä tietoa kurssikokeesta:

Kurssikoe ke 2.9.2020 klo 16.00 – 19.00

Kurssikokeessa tentitään Tietokoneen toiminta 5 op kurssin sisältö, joten siinä tentitään myös Tietokoneen toiminnan perusteet -kurssin sisältö. Kurssialueena on siten Tietokoneen toiminnan perusteet -kurssin ja Tietokoneen toiminnan jatkokurssin mooc-sivustojen asiat ja viikkotehtävät. Koska kyse on verkkotentistä, kaikki mahdollinen materiaali mihin pääset kokeen aikana käsiksi on käytössä. Sinulla on siis oikeus katsoa esimerkiksi mooc-sivuilta tietoa jos ne vain ovat toiminnassa. Koetehtävässä saattaa olla tausta-aineiston saamiseksi linkkejä myös muuhun kuin kurssimateriaaliin.

Kokeessa on huomioitava yliopiston säännöt plagioinnista ja kielletystä yhteistyöstä. Esimerkiksi suoraan kurssimateriaalista tai mistä vain muualta suoraan kopioidut tai vähäisesti muunnellut vastaukset yhteenkin tehtävään ovat plagiointia ja johtavat kurssisuorituksen hylkäämiseen sekä muihin jatkotoimenpiteisiin. Älä siis kopioi mitään suoraan vastauskenttään edes tarkoituksenasikin muokata sitä kunnolla, sillä jos sinne jääkin kopioitua tekstiä, se käsitellään plagiointina.

Luonnollisesti kaikki yhteistyö kokeen aikana on kielletty koskien jokaista yhteistyön osapuolta. Jos kokeen tarkastajalla herää epäily yhteistyöstä, on yliopiston sääntöjen mukaisesti kokeen tarkastajan laitettava asia eteenpäin selvitettäväksi.

Koe tehdään Moodlessa verkkotenttinä. Verkkotentin kesto on 2 tuntia ja 30 minuuttia. Voit aloittaa kokeen klo 16.00 – 19.00 välisenä aikana, mutta tentti sulkeutuu 19.00. Siis: jotta ehdit käyttää koko 2 tuntia 30 minuuttia, aloita viimeistään 16.30. Verkkotenttiin ei ilmoitauduta erikseen, vaan siihen pääsee jokainen kurssille ilmoittautunut. Huomioikaa, että Moodleen pääsee aikaisintaan ilmoittautumista seuraavana päivänä. Kokeen voi uusia verkkotenteissä ke 18.11.2020 klo 16.00 – 19.00 ja to 10.12.2020 klo 16.00 – 19.00.

Tsemppiä kokeeseen!

T. Harri