

Opetuskokeilu: Tietokonegrafiikan peruskurssin uudistaminen

Yliopistopedagogisten opintojen (YPE10) opetuskokeilu, kevät 2017.

Paavo Nieminen, FT, yliopistonopettaja

Informaatioteknologian tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

paavo.j.nieminen@jyu.fi

+358 40 576 8507

Sisälllys

1	Pikayhteenveto	2
2	Suunnitelma	3
2.1	Taustaa	3
2.2	Uudet kokeilut ja vastuunopettajan "epämukavuusalueet"	4
2.3	Tavoitteet kurssin suunnittelussa	5
2.4	Käytännön toteutussuunnitelma	6
2.5	Riskit	6
3	Toteuman arviointi	8
3.1	Uudet kokeilut	8
3.2	Kurssin tavoitteet	10
4	Reflektointi YPE10:ssä opittua vasten	13
4.1	Oppimiskäsityksestäni	13
4.2	Nykyisistä menettelytavoistani	14
4.3	Muutoksia tulevaisuutta ajatellen	15
5	LIITTEET	18
5.1	Viimeisen luennon loppukeskustelu	18
5.1.1	Keskustelun ohjeistus ja aikataulu	18
5.1.2	Keskustelun yhteenveto	18
5.2	Palaute YPE10-kurssiparilta	20
5.3	Kurssipalaute	22

Tämä versio on ladottu 05.02.2019. Uusin versio löytyy seuraavan linkin takaa: <https://yousource.it.jyu.fi/tiea311-kurssimateriaalikehitys/tiea311-kurssimateriaali-avoin/trees/master/finnish>

1 Pikayhteenvedo

Tässä dokumentissa raportoin Jyväskylän yliopiston informaatioteknologian tiedekunnan aineopinnotasoisin kurssin "TIEA311 Tietokonegrafikan perusteet" uudistamisen keväällä 2017 yliopistopedagogisten opintojen (kurssikokonaisuus YPE10) opetuskokeiluraportin muodossa. Kiireistä lukijaa varten kerään tälle sivulle listamuotoon tärkeimmiksi katsomani seikat itse kurssi uudistuksesta:

- Sisältö sama kuin aiemmin: *"Kaksi- ja kolmiulotteisten kappaleiden muodon, sijainnin, orientaation ja materiaalin mallintaminen grafiikkasovelluksia varten matemaattisesti ja tietokoneohjelmassa. Virtuaalisen maailman kuvaaminen primitiivikappaleiden hierarkkisena mallina. Homogeeniset koordinaatit ja geometriamuunnokset. Projektiokuvan ja peräkkäisistä kuvista muodostuvan animaation muodostaminen simuloidun kameran näkökulmasta perspektiivi- ja yhdensuuntaisprojektiolla. Värien aistiminen ja kuvaaminen RGB-kolmikkona rasterinäytöissä. Yksinkertaiset valaistus- ja heijastusmallit, säteenseurannan alkeet. Säteen ja pinnan/kolmion/pallon leikkauskohtien määrittäminen. Johdanto grafiikkarajapintoihin, laitteisiin ja tiedostomuotoihin. Suomen- ja englanninkielinen sanasto grafiikka-aihepiiristä."*
- Oppimateriaalin pohjana noin 50% Massachusetts Institute of Technologyn kurssin "6-837 Principles of Computer Graphics" syksyn 2012 toteumasta:
 - noin 1000 englanninkielistä luentokalvoa
 - noin 5000 riviä C++ -esimerkkikoodia
 - noin 35 sivua yksityiskohtaisia tehtävöitä.
- Lisämateriaalia kevään 2017 kurssilla:
 - täsmennyksiä paikallisiin tarpeisiin, selkeämmin ladottuja kaavoja
 - suomenkieliset luentovideot.
- Arvostelu asteittain vaikeutuvien ohjelmointitehtävien määrän perusteella.
- Opiskelijamäärä:
 - Ilmoittautui 58. Ensimmäistä demoa palautti 47, toista 35, kolmatta 30, neljättä toistaiseksi 19. Läpi täten 19 (ts. 32% ilmoittautuneista, 40% tosiasiallisesti aloittaneista), oletettavasti myöhässä tulee lopulta kolmannen demon mukainen suoritusmäärä (olisi 52% ilmoittautuneista, 64% aloittaneista).
- Arvosanjakauma kurssin ajallaan suorittaneilla 5:8(42%) 4:2(11%) 3:5(26%) 2:4(21%) 1:0(0%). Myöhässä suorittavat painottuvat oletettavasti arvosanoihin 1 ja 2 täydentäen tyypillisen kaksihuippuisen jakauman.
- Kurssipalautetta antoi 13 opiskelijaa (22% ilmoittautuneista). Palautekohtien keskiarvot yli 4.0 paitsi kohta "Saavutin osaamistavoitteet" 3.9. Erittely tämän raportin liitteenä.

Luvussa [Suunnitelma](#) kuvaan tarkemmin uudistuksen taustat, tarpeen ja tavoitteet. Luvussa [Toiteuman arviointi](#) esitän näkemykseni tavoitteiden toteutumisesta. Luvussa [Reflektointi YPE10:ssä opittua vasten](#) pohdin otsikon mukaisesti omaa opettajuuttani suhteessa YPE10-koulutuksen antiin. [LIITTEET](#) sisältävät kolme kurssiin ja opetuskokeiluun liittyvää palautetta.

2 Suunnitelma

2.1 Taustaa

Tietotekniikan oppiaineen kurssi "TIEA311 Tietokonegrafiikan perusteet" nimensä mukaisesti johdattelee noin toisen tai kolmannen vuoden opiskelijaa ymmärtämään alkeet kolmiulotteisen maailman mallintamisesta tietokoneella kaksiulotteisten projektiokuvien piirtämistä, visualisointia ja animaatioita varten. Aihepiiri on osin ohjelmointi- ja algoritmitekkinen, mutta osin se on myös alkeis(yliopisto)matemaattisten tekniikoiden soveltamista. Se kuuluu kansainvälisesti tunnustettuihin laskennallisen oppiaineen osaamistavoitteisiin kandidaattitason tutkinnoissa (engl. computing curriculum): <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>

Ennen kevättä 2017 oma kurssimme on ollut tauolla lähes kolme vuotta. Noin 10 vuoden ajan sitä on pidetty yhteisvastuullisesti 3-4 opettajan voimin enemmän tai vähemmän ylimääräisenä toimena, eikä kurssimateriaalia ole ehditty järjestelmällisesti ja keskitetysti päivittämään. Tällä välin grafiikkaan liittyvä teknologia, sovellukset ja menetelmät ovat kehittyneet merkittävästi mm. älypuhelinien yleistyessä ja pelialan noustessa entistään suuremmaksi liiketoiminnaksi maailmanlaajuisesti. Meillä tietotekniikan oppiaineessa käynnistettiin vuonna 2014 Pelit ja pelillisyyttä -maisteriohjelma, jonka teknisemmät osa-alueet (pelikoneistojen kehittäminen, virtuaalimallit ym.) edellyttäisivät panostusta mm. grafiikan perusteiden opetukseen. Syventävän tasoista, uusien ja edistyneempien tekniikoiden käsittelyyn tähtäävää, kurssia "Reaaliaikainen renderöinti" pidettäessä on havaittu, että liian paljon aikaa kurssin alussa kuluu alkeistason omaksumiseen ennen kuin on mahdollista päästä itse asiaan. Perusteellisen alkeiskurssin palauttamiselle opetusohjelmaan sekä sen ajanmukaistamiselle on täten tilausta monestakin syystä.

Vastikään tohtoriksi valmistuneena yliopistonopettajana sain pyynnöstäni luvan järjestää kurssin keväällä 2017 ja uudistaa sen näkemykseni mukaisesti. Samaan aikaan tapahtuviin omiin Yliopistopedagogisiin opintoihini (YPE10) kurssin kokonaisuudistus sovittiin niin sanotuksi "opetuskokeiluksi", jonka täten raportoin YPE10-kurssityönäni. Toisen YPE10-opiskelijan (Sanna Kuoppamäki) suorittama havainnointi sovittiin tapahtuvaksi ikään kuin "näytepalana" yhdestä 2 tunnin mittaisesta pätkästä kurssin lähiovetusta.

Grafiikan peruskurssin aiempi lähestymistapa on perustunut paljolti matemaattisten kaavojen johtamiseen sekä kynällä ja paperilla tehtäviin laskutehtäviin, joita on tarkasteltu matematiikan ja fysiikan oppiaineista tutuissa "demotilaisuuksissa" liitutaulukkojen avulla. Ohjelmointi ja käytännön grafiikan tekeminen on ollut soveltavan harjoitustyön roolissa. Ohjelmointi on aloitettu kurssin alussa tyhjältä pöydältä siten, että ensin on toteutettu matemaattisia kaavoja ja algoritmeja, ja vasta lopputulemana kurssin viime hetkillä on päästy konkreettisesti näkemään oman ohjelman piirtämiä kuvia. Interaktiivisissa sovelluksissa (esim. pelit, visualisointi) tyypilliseen grafiikkaohjelmointiin (esim. OpenGL-rajapinta) on päästy käsiksi vasta aivan kurssin viimeisillä luennoilla. Animaatioita on käsitelty hyvin vähän. Suurin päämääräni uudistuksessa oli tuoda kurssia käytännönläheisemmäksi ja siirtää toteutustapaa suuntaan, jossa nykypäivän opiskelijajoukko kokisi kaikilla käsitellyillä aiheilla olevan relevanssia heidän tulevan työuransa vaatimassa osaamisessa.

Uudistuksen muodon henkisenä taustana ovat informaatioteknologian tiedekunnassa tehdyt kartoitukset ulkopuolisten verkkokurssien käyttämisestä omatoimisen, ajasta ja paikasta riippumattoman, opiskelun mahdollistamiseksi. Edellisen kurssikerran alla (2014) silloinen opettajakolmikko kävi läpi tiedekunnan kartoituksessa löytyneitä grafiikkaan liittyviä verkkokursseja ja arvioi niiden soveltuvuutta paikalliseen opetukseen. Käytännössä lisenssiehdoiltaan ainoa soveltuva (ilman tarvetta maksaa materiaalia tuottavien verkko-oppilaitosten omia sertifikaatteja) oli Massachusetts's Institute of Technologyn Open CourseWare (MIT OCW) vapaasti akateemiseen käyttöön jakama kurssi "6-837 Principles of Computer Graphics". Täyteen itseopiskeluun tällaisella kurssilla materiaali ei olisi sel-

laisenaan kelvannut, lähinnä siksi, että materiaalin mukana ei ole kalvosarjojen ja tehtävien lisäksi videoita tai muita havainnollistuksia. Lisäksi MIT:n kurssi on mitoitettu noin kaksi kertaa pidemmälle aikajänteelle ("lukukausi"/"term") kuin omat lyhyet periodimme. Se on mahdollisesti myös suunnattu esitiedoiltaan edistyneemmille opiskelijoille kuin mitä omamme LuK-tutkinnon puolivälissä ovat.

Vuoden 2014 kurssiversio oli lopulta omanlaisensa opetuskokeilu, jonka lähtökohtana oli joukkouttaa paikallista sähköistä kurssimateriaalikehitystä kurssilaisille minimaalisella ohjauspanoksella. Mieli-kuvani mukaan idea saattoi olla kehityskelpoinen, mutta osaamistavoitteiden saavuttaminen olisi vaatinut merkittävästi suurempaa panostusta ohjaukseen kuin silloin oli käytettävissä.

Kevään 2017 kurssin varmistuessa palasin aiempiin ajatuksiin mm. MIT OCW:n grafiikkakurssin materiaalien suhteen. Väitöskirjani ollessa tarkastajien käsissä kävin kalvosarjat aiempaa tarkemmin läpi. Vaikka kalvojen ilmiasu etenkin matemaattisten kaavojen typografiassa jättää paljon toivomisen varaa ja asettaa jopa välttämättömiä korjaustarpeita, vakuutuin, että kurssi on sisältöasettelunsa osalta kiinni nykypäivässä ja että siinä on vuosikymmenten aktiivisen kehittämisen tuloksena niin moni syvällinen asia pedagogisesti kohdillaan, että mikä tahansa oma yritys kehittää aiempaa omaa kurssiamme tai täysin uutta versiota tyhjältä pöydältä jäisi kevään 2017 aikana vajaammaksi. Syntyi idea tšekäläisen kurssin rakentelusta 6-837:n pohjalta.

2.2 Uudet kokeilut ja vastuuopettajan "epämukavuusalueet"

Kurssin uudistaminen sinänsä ei ole itselleni uutta, eikä siten vastaisi YPE10-kurssin opetuskokeilun tavoitteita, joiden mukaan täytyy kokeilla jotakin itselle uutta lähestymistapaa tai menetelmää ja mennä omalle "epämukavuusalueelle". Tällä kertaa uudistuksessa oli kuitenkin mukana useita seikkoja, joita en ole itse aiemmin kokeillut, ja joista olin vähintäänkin sanan "epämukavuusalue" kuvailemassa toimintatilassa. Kokeilun avainpiirteitä olivat seuraavat:

1. **Ulkopuolisen, avoimesti lisensoidun kurssimateriaalin hyödyntäminen** - ei siis vain muutamien kalvojen, tehtävien tai osuuksien, vaan kokonaisen, tiettyyn ympäristöön räätälöidyn ja siellä tapahtuneen kurssin niveltäminen opetuskäyttöön aivan eri ympäristössä.

Lisätaustoitusta: Olen lisensoinut kaikki omat alkuperäiset luentomateriaalini avoimesti, jotta halukkaat voisivat käyttää niitä omassa opetuksessaan tehden tarvittaessa korjauksia, muutoksia ja versiointeja. Ideologisesti olen jyrkästi sitä mieltä, että vapaan Internetin aikana maksullinen oppimateriaali on liiketoimintamallina kuollut, tai sen pitäisi olla. Haluan nyt saada kokemuksia toisessa oppilaitoksessa tuotetun, avoimella lisenssillä julkaistun, eikä siis kustantajan viimeistelemän tai "tukeman", kurssin käyttöönotosta ja paikallisesta adaptaatiosta. Kiinnostavaa on "toisen opettajan" näkökulman hahmottaminen omakohtaisesti, ja mitä siitä mahdollisesti voisi ammentaa omien avointen kurssimateriaalien kehitykseen jatkossa.

2. **Englanninkielisen kurssimateriaalin käyttö suomenkielisten opiskelijoiden aineopintotasoisella kurssilla.**

Lisätaustoitusta: Aiemmat omat materiaalini olen kirjoittanut suomeksi. Tarpeen silloin tällöin ilmetessä on sitten ollut hankalaa raapia vaihto-opiskelijoille kasaan suomalaisen kurssin sisältöä vastaavaa englanninkielistä materiaalia, etenkin laajoja harjoitustehtäväkokonaisuuksia, jotka on räätälöity paikalliseen tarpeeseen ilman englanninkielisistä oppikirjoista löytyviä vastineita. Lisäksi ideologinen tavoite kaikille avoimesta oppimateriaalista yliopistotasolla ei ole oikein linjassa suomalaisen kielialueen pienuuden kanssa. Tietotekniikan alan tiede ja suuri osa töistä tehdään käytännössä englanniksi, joten opiskelijoidemme pitäisi ryhtyä harjaantumaan ohjelmointikielten lisäksi myös englantia pian aivan ensimmäisten kurssien jälkeen.

Näiden ongelmien korjaamiseksi kokeilen nyt käyttää täysin englanninkielistä kirjallista materiaalia (mukaanlukien kaikki omat lisäykseni), jonka voisi sellaisenaan antaa itsenäisesti opiskeltavaksi vaihto-opiskelijoille sekä jakaa maailmanlaajuisesti eteenpäin muille oppilaitoksille, joille muokkaamani kurssiversio sattuisi soveltumaan jostakin syystä suoraviivaisemmin kuin MIT:n alkuperäinen, esimerkiksi kurssin puolta lyhyemmän aikaskaalan mielessä.

3. Soveltava lähestymistapa.

Muilla kursseilla olen pitkään käyttänyt "sormet saveen" -tyyppistä käytännön lähestymistapaa. Tämän tietokonegrafiikan kurssin olen kuitenkin aikoinaan itse opiskellut teoreettisemmasta kulmasta, samalla aihepiirin kautta suuresti innostuen siihen liittyvästä matematiikasta. Samaa lähestymistapaa ja kurssimuotoa olen sittemmin toistanut grafiikkakurssin opettajan roolissa neljä kertaa, joten merkittävä lähestymistavan muutos vaatii irrottautumista totutusta kaavasta sekä myös tarkkaavaista arviointia siitä, kuinka lähestymistapa vaikuttaa osaamistavoitteiden saavuttamiseen. Geneeristä sisältöä ja osaamistavoitteita ei nimittäin ole tarkoitus muuttaa lainkaan niin paljon kuin lähestymistapaa, joilla niihin on tarkoitus päätyä.

4. Ohjelmointitehtäviin pohjautuva arvostelu.

Kurssisuoritusten arvostelussa olen aina käyttänyt tenttikysymyksiä, mutta tällä kertaa asetun ulos tästäkin kaavasta ja arvioin opiskelijoiden suoriutumisen ainoastaan ohjelmointitehtävissä saavutetun tason mukaan. Tämäkin on itselleni uusi menettely, johon suhtaudun epäluuloisesti, kunnes näen, kuinka siinä käy.

5. Mukana on opettajalle ennalta vieraita aihepiirejä.

Laajasta grafiikka-aihepiiristä voidaan valita peruskurssille vain tietty osajoukko käsiteltäviä asioita tietyssä esitysjärjestyksessä, ja MIT:n alkuperäiskurssin valinnat poikkeavat monelta osin oman aiemman kurssimme sisällöstä. Koska oma polkuni ei aiemmin ole vienyt kaikkien MIT-kurssin asioiden äärelle, joudun itse opiskelemaan samalla useampia hivenen teoreettisia asioita aivan uutena.

2.3 Tavoitteet kurssin suunnittelussa

Yleisiä tavoiteasetteluja kevään 2017 uudistuksesta:

- Kurssi on alusta lähtien käytännönläheinen: grafiikkaa tehdään ohjelmoimalla alusta asti, ja itse ohjelmoidun koodin tulos näkyy ruudulla ensimmäisestä kurssiviikosta alkaen (MIT:n harjoitustehtäväsetti takaa tämän).
- Käsitellyt aiheet linkitetään jatkuvasti uuteen tutkimukseen ja maailmanlaajuisesti tunnetuihin tuotteisiin, esim. peleihin ja elokuvaan (MIT:n kalvosarjojen kuvitus ja artikkeliviitteet antavat hyvän pohjan).
- Aiheet linkitetään Jyväskylän yliopiston ja erityisesti informaatioteknologian tiedekunnan päivittäiseen tutkimukseen (paikallisen opettajan haaste ulkopuolista materiaalia käytettäessä).
- Kurssilla pyritään luomaan alaan liittyviä metataitoja mallioppimisen ja palautteenannon kautta. (Näen, että kyseisiä taitoja ovat ainakin: vieraaseen koodiin ja ympäristöön rohkeasti tutustuminen, lisätietojen aktiivinen etsiminen, WWW-hakukoneen ahkera käyttö ohjelmoidessa, ohjeiden/spesifikaation tarkka lukeminen, ohjelmointiongelman hahmottelu ennen näppäimistöön tarttumista, kynän ja paperin käyttö algoritmikehittelyn apuna, matemaattisten kaavojen lukemistapa [välivaiheiden täydentäminen, ymmärryksen hakeminen kaikessa rauhassa], oman ajankäytön seuraaminen, avun kysyminen ja jakaminen sähköisillä vertaistukikanavilla).

- Sisällön yleiskuva pysyisi suurelta osin samana kuin aiempina vuosina.
- Osaamistavoitteissa ja -tuloksissa korostuisivat käytännön taidot matemaattisen osuuden keventämisen kautta.
- Matematiikan opinnot ovat nyt vain *suositeltava, ei pakollinen* esitieto. Kurssilla tulisi olla mahdollista oppia riittävästi matematiikkaa aihepiirin seuraamiseksi ja vaadituissa tehtävissä selviytymiseksi ("valmiina annettujen kaavojen käsitteellinen ymmärtäminen, jotta voi koodata graffaa").
- Kurssi toimisi (edelleen) opiskelijoille "sisäänheittokurssina" tai "porttina" matematiikan lisäopintoihin. Toiveena on siis saada motivoitua syvällisemmän ymmärryksen hakeminen varsinaisista matematiikan sivuainekursseista - näyttämällä yksi mahdollisesti kiinnostava sovellusalue ja konkreettisia, visualisoitavissa olevia, käytännön esimerkkejä abstraktien määritelmien ymmärtämisen tueksi.
- Itseopiskelumateriaalin kasaaminen ympärivuotisen itsenäisen suoritusmahdollisuuden avaamiseksi (videot, harjoitustehtävät, opiskelu- ja oppimisvinkit itsenäiselle grafiikan perusteiden puurtajalle). Opiskelun riippumattomuus ajasta ja paikasta on tiedekunnan johdon asettama tavoitetilanne.
- Kurssin paikasta riippumaton etäopiskelu tulee olla mahdollista jo keväällä 2017.

2.4 Käytännön toteutus suunnitelma

- Asiat käydään läpi perinteisen luennoinnin keinoin, englanninkieliset kalvot suomeksi selostuen sekä paikalliseen kontekstiin (esitiedot, jatkokurssit, tutkimus) esimerkkien kautta sitoen. Kurssin opiskelijat voivat halutessaan katsoa luennot myös videolta haluamanaan ajankohtana. Perinteinen luennointi on nyt riskienhallintaa: Kurssissa muuttuu kerralla niin monta muuta osaa, että opettajana koen vastuullisimmaksi olla kokeilematta tällä kurssilla itselleni aiemmin tuntemattomia opetusmuotoja. Varsinkin pakan sekoittaminen yksittäisellä luennolla erityistä "opetuskokeilua" varten tuntuu tarpeettomalta ja opiskelijan kannalta mahdollisesti hämmennyttä aiheuttavalta. Luennot ja luennon mittaiset videot ovat hyvine ja huonoine puolineen tuttu ja turvallinen opetusmuoto, jossa suurimmalla varmuudella kertyy tasalaatuinen lopputulos.
- Lähiohjaus mikroluokissa 3x2 tuntia viikossa kevään 1. periodin ajan. Ohjauksissa apuna on toinen opettaja, joka pitää suoraan kurssin jälkeen syventävän jatkokurssin aihepiiristä. Esi- ja jatkokurssien sisällöt synkronoidaan yhteistyössä kevään 2017 aikana.
- Moderoidut vertaistukikanavat kevään 1. periodin ajan (sähköpostilista, IRC-kanava).
- Julkinen lähdekoodirepositorio omaa kurssiadaptaatiota ja sen jatkojakelua varten: <https://yousource.it.jyu.fi/tiea311-kurssimateriaalikehitys/tiea311-kurssimateriaali-avoin>
- Nettisivu kevään kurssin kiinteitä tiedotteita varten: <http://users.jyu.fi/~nieminen/tgp17/>

2.5 Riskit

- Opettajien aikaresurssi ennen kurssia:
Syksyllä väitöksen valmistelu vei enemmän aikaa kuin optimisti oli arvioinut, eikä ollut alkuperäisen haaveen mukaisesti aikaa valmistella kurssia loppuun asti tai koeponnistaa itse läpi

harjoitustehtäviä. Vaikutus ei ollut kriittinen, koska keväällä oli mahdollisuus venyttää päiviä ja hoitaa tarvittava "raivaustyö" reaaliajassa aina ennen seuraavaa luentoa tai harjoitusta.

Havainto: jotta ulkopuolista luentomateriaalia voi käyttää, täytyy kuitenkin ensin tietyllä tapaa "tulla sen omistajaksi", eli ymmärtää alkuperäisen opettajan ajatuksenjuoksu sisältörajausten, esitysjärjestyksen ja valittujen muotoseikkojen suhteen. Pedagoginen ajatustenluku on hauskaa, mutta työlästä. Avoimen kurssimateriaalin mukana toivoisi olevan opettajalle suunnattuja vinkkejä avuksi alkuperäisen juonen ja tavoitteen ymmärtämiseen.

- Opettajien aikaresurssi kurssin aikana:

Riskirajoilla. Toiveissa oli alunperin ehkä vähän enemmän apuja toiselta opettajalta erityisesti tehtävien tarkastuksiin, mutta niillä resursseilla nyt mentiin, mitä lopulta oli käytettävissä. Omalta puoleltani edellä mainittu "raivaustyö" kurssin sisällön suhteen oli priorisoitava reaaliaikaisen palautteenannon edelle, mikä varmasti heikensi kurssikokemusta opiskelijan näkökulmasta.

- Opiskelijoiden aikaresurssi kurssin aikana:

Kuviteltuja havaintoja: Opiskelijat ovat kuormitettuja kuten aina. Usean kurssin deadlinet pakkautuvat ja 55 op vuodessa teknismatemaattisella alalla on paha rasti, joka näyttää saavan jotkut opiskelijat ahmimaan kerralla enemmän kursseja kuin on mahdollista oppia kunnolla. Laatu laskee, hälytyskellot soivat.

Sikäli kuin tämän riskin toteumana ajatellaan opiskelijan epäonnistumista kurssin suorittamisessa kovasta yrityksestä huolimatta, se oli nyt täysin kontrolloitavissa, koska kurssin läpäisyn minimivaatimus määritettiin sen mukaan, mitä tarmokkaasti töitä tekevät ja esitietokurssit läpäisseet opiskelijat näyttivät pystyvän saavuttamaan käytettävissä olevien tuntien puitteissa. Aktiivisessa ohjauskontaktissa olleet (ja sitä kautta uskottavasti "kovaa yritystä" näyttäneet) opiskelijat pääsivät nyt määrittämään ennakkotapauksen siitä, mitä voidaan vaatia.

- Esitietojen riittävyys? Meneekö matematiikan tai uuden ohjelmointikielen (C++) opiskeluun liikaa aikaa suhteessa itse grafiikka-asiaan?

- Matemaattiset esitiedot:

Kurssipalautteessa ei kommentoitu kurssin matemattisuutta suuntaan eikä toiseen. Mikroluokkaohjauksissa suurin osa ajasta käytettiin kuitenkin nimenomaisesti matematiikan ymmärtämiseen. Kaavojen ymmärtäminen oli silminnähden haastavaa, mutta yhtälailla silminnähden mahdollista. Mikroluokkahavaintojen, vertaistukikanavien sekä käytäväkeskustelujen perusteella matematiikka toi haasteita, mutta myös toivottua alustavaa ymmärrystä kurssin mittaan. Viimeisen luennon loppukeskustelussa matematiikka (erit. lineaarialgebra) tai sen soveltaminen nousi esiin yhtenä tärkeimmistä kursilla opituista asioista.

- Uusi ohjelmointikieli:

Kurssipalautteessa yksittäinen vastaus sisälsi lauseen "välillä ohjelmointikielen läpikäynti tuntui menevän edelle grafiikka-aiheita, jotka olivat kurssin päätavoite oppimisen suhteen". Tässä ja myös toisessa yksittäisessä palautteessa toivottiin lisäkurssia C++ -kielestä nykyään tarjolla olevan Ohjelmointi 2 -kurssin lisäosan lisäksi.

C++ -kielen opetteluun tarvitseman ajankäytön pohdinta riskinä kurssin onnistumisen suhteen johtui alunperin ylipäättään siitä, etten ollut ehtinyt itse kokeilla, kuinka paljon kielen nyansseista täytyy ymmärtää harjoitustehtävien tekemiseksi eli grafiikka-algoritmien toteuttamiseksi. Loppujen lopuksi ilmeni, että annettujen esimerkkien oivaltava matkiminen ja ajoittainen faktojen tarkistelu Internetin avulla tai vertaistukikanavalla kysymällä riitti varmasti (ja molemmat näistä ovat nähdäkseni mitä tärkeimpiä työelämätaitoja, joita on erittäin mielekästä opetella sovellusalueisiin liitettyinä). Kieli ei siis ollut kynnyskysymys, enkä näe alunperin pelkäämääni riskiä ohjelmointikielen osalta lainkaan toteutuneena.

Näkemykseni on, että pidemmän päälle kielellä ei saisi olla kovin suurta väliä, vaan uusi ohjelmointikieli tulisi *oppia oppimaan* minkä tahansa aihepiirin tai käyttöön otettavan alustan ohella. Tässä tapauksessa "käyttöön otettavaa alustaa" mallintaa erittäin yksinkertaiseksi ja rajapinnaltaan ymmärrettäväksi tehty matematiikkakirjasto ja valmiit käyttöliittymäkoodit. Näen C++:n käytön osana grafiikkakurssia yhtä luonnollisena kuin esim. Matlabin käytön numeriikkakurssilla tai Haskellin funktio-ohjelmointikurssilla. Erilliset ohjelmointikielikurssit eivät ole tarkoituksenmukaisia, koska syvälinen opittava taito on uuden kielen käyttöönotto tilanteen mukaan.

3 Toteuman arviointi

3.1 Uudet kokeilut

1. Ulkopuolisen, avoimesti lisensoidun kurssimateriaalin hyödyntäminen

Hyviä puolia:

- MIT:n alkuperäiskurssin eli 6-837:n harjoitustehtävät ovat todella hyviä. Mallikoodin selkeyteen ja tehtäväohjeiden muotoon on satsattu, oletettavasti useiden vuosien kehityksen kautta. Tämä nousee esiin myös kurssipalautteesta. Vastavaan tehtäväsetin luominen olisi tuskin mitenkään ollut mahdollista yhden opettajan voimin yhtä kurssikertaa varten. Muutaman vuoden kehitystyöllä pääsisi ehkä alkuun.

Havainto: Ainakin mallikoodiin perustuvissa ohjelmointitöissä *"tehtävien laatu on kopioitavissa"* kurssista toiseen nollakustannuksin alkuperäisen lisenssin salliessa.

Havainto: *Ohjelmointitehtävien jakautuminen erillisiin, parhaimmillaan toisistaan riippumattomiin, osioihin* helpottaa kurssin sisällöllistä ja aikataulullista mitoittamista sekä ohjelmointisuoritteeseen pohjautuvaa arvostelua.

- Myös aiheiden esitysjärjestys ja sisältörajaukset ovat omasta mielestäni erityisen mielekkäitä. Tämä oli itselleni alunperin merkittävin syy valita 6-837 pohjaksi omalle kurssilleni, vaikka lopulta tehtäväsetti osoittautui ehkä jopa tätä suuremmaksi meriitiksi. Kurssipalautteessa ilmenee kahta vastakkaista näkemystä materiaalista. Negatiivisia kokemuksia herättäneet kohteet vaikuttavat mahdollisilta korjata tulevia kurssikertoja varten tasapainottamalla luentokalvojen poimintaa ja tarkentamalla epäselvästi esitettyjä kohtia lisämateriaalilla.
- Onneksi (joko suunnitelmallisesti tai sattumalta) 6-837:n materiaali rakentuu osin modulaarisesti siten, että lyhyemmällä kurssilla oli mahdollista jättää osia välistä pois ilman vaikutusta muihin osiin. Ei siis muodostu katkeamatonta ketjua esitiedosta aina seuraavaan.

Havainto: Avoimen kurssimateriaalin rakenteeseen on syytä panostaa - erityisesti *osioiden riippumattomuus toisistaan* on tärkeää kurssin aikataulullisen versioinnin mahdollistamiseksi.

- Mm. kurssipalautteesta voidaan aistia, että MIT:ssä opetetun kurssin seuraamisessa on tiettyä eksotiikkaa, joka saattaa sinänsä motivoida täkäläisiä opiskelijoita.

Vaikeuksia:

- Kalvosarjoista on jaettu vain PDF:t, joten vaikka niiden muokkaaminen on lisenssin osalta mahdollista, se on käytännössä erittäin vaikeaa.

Havainto: Avoin kurssimateriaali tulisi jakaa alkuperäisessä, editoitavassa, muodossa.

- Erityisen kivuliasta on, että matemaattiset kaavat ovat suurelta osin rikki (ala- ja yläindeksit siirtyneet normaalifontiksi), ja lukijan täytyy tulkita niitä aktiivisesti. Tilannetta helpottaa kuitenkin hieman se, että harjoitustehtävien ohjeissa teoriaa syvennetään ehjällä ja muutenkin selkeämmällä notaatiolla. Pahimmissa paikoissa lisäksi väliin oikeellisesti ladotut kaavat. Jatkossa voisi olla hyödyllistä kirjoittaa osa kalvoista täysin uudelleen, mutta tähän joutuisi teemmään kovasti töitä, jos haluaisi säilyttää muutoin erinomaisen sisällön havainnekuvineen ja varmistaa, ettei mukaan pujahda uusia huolimattomuusvirheitä.
- Kalvosarjat ovat oletettavasti käyneet läpi lakimiesten käsittelyn, jossa useita kuvia on tekijänoikeudellisista syistä poistettu ja osa jätetyistä kuvista on erikseen merkitty oman lisenssin ulkopuolelle "reiluun käyttöön" vedoten ("fair use intent").

Havainto: Avoimen kurssimateriaalin kuvat, kun vain mitenkään mahdollista, olisi hyvä sisällyttää jo lähtökohtaisesti saman avoimen lisenssin alle kuin muunkin materiaali, mieluiten muokattavassa alkuperäisformaattissa. (Nimenomaisesti grafiikkakurssilla tämä ei kuitenkaan ole kaikilta osin tarkoituksenmukaista, koska elokuva- ja peliteollisuuden tuotteiden kuvat ovat varsin oleellisia aihepiiriin kärkisovellusten esittelyn ja opiskelijan motivoinnin kannalta.)

2. Englanninkielisen kurssimateriaalin käyttö suomenkielisten opiskelijoiden aineopintotasoisella kurssilla.

Tämä ei oikeastaan herättänyt juuri minkäänlaista keskustelua tai palautetta opiskelijoiden suunnasta. Tehtävöhdjeiden tekstin tulkinnassa täytyi ajoittain avustaa opiskelijoita, mutta tarve syntyi nähdäkseni kompaktista esitystavasta eikä niinkään kielestä.

Havainto: Ainakin grafiikkaan liittyvällä tietotekniikan aineopintokurssilla kirjallinen kurssimateriaali voi nähtävästi aivan hyvin olla kokonaisuudessaan englanninkielinen.

3. Soveltava lähestymistapa.

Opiskelijapalautteen kysymyksessä "mikä oli parasta" lähes kaikki vastaukset korostivat ohjelmointitehtäviä. Olen tästä itse aivan samaa mieltä.

Se jäi vähän kaivelemaan, että loppujen lopuksi koodiriveinä mitattuna tarvitsi nyt ohjelmoida hyvin vähän. Uskoisinkin, että myöhemmillä kurssikerroilla aikataulun hienosäädön ja tehostetun ohjauksen kautta voidaan päästä ohjelmoinnissa hieman pidemmälle kuin nyt.

4. Ohjelmointitehtäviin pohjautuva arvostelu.

Kurssi arvosteltiin keskiarvona neljän ohjelmointitehtävän pistemääristä 1-5. Jokainen tehtävä rakentui osioittain siten, että ensimmäiset toteutettavat ominaisuudet olivat helpompia ja myöhemmät asteittain vaativampia. Koska aiempaa kokemusta omien kandiopiskelijoiden kyvyistä aihepiiriin osalta ei ollut, päätin nyt muodostaa pisteskaalan kevään 2017 kurssipopulaation toteutuneen etenemisen mukaan. Parhaimmisto sai tehtyä tehtävät täysin MIT:n vaatimustason mukaisesti, mikä määräitti arvosanatavoitteen 5 sisällön. Mahdollisesti heikommin esitiedoin tai muuten heikommilla valmiuksilla liikkeellä olleet puolestaan määrittivät arvosanatavoitteen 1. Tehtävien modulaarisuus mahdollisti toteutettavien osioiden jakamisen tasaisesti arvosanatavoitteiden 2-4 vaatimuksiksi.

Opiskelijat tunnetusti pitävät harjoituksiin painottuvasta arvostelusta, jossa ei ole erillistä tenttitilaisuutta. Itsekin olen sitä mieltä, että tentti on keinotekoinen ja huono tapa arvioida tietotekniikan osaamista - itselläni ainoa syy tentin käyttöön arvioinnissa on, että se tehdään valvoituissa olosuhteissa, jolloin voin luottaa opiskelijan vastauksen olevan itse tehty. Tällä nimen-

omaisella kurssilla muodostui kuitenkin vahva luottamus opiskelijoiden omaan haluun oppia ja tehdä itse harjoitukset. Mitään epäilyksiä plagioinnista tai vilpistä ei syntynyt.

Alkuperäinen tarkoitukseni oli vaatia harjoitustöiden lisäksi käsitteiden ymmärrystä mittavaan hyväksytyt/hylätty -tenttiin osallistumista, mutta jätin tämän lopulta pois, koska aikaa oli rajallisesti ja priorisoin itse kurssisisältöä lopulta paranoidilta vaikuttavan varmistustentin sijaan. Varmuuden vuoksi pyrin kuitenkin lisäämään tentin tuleviin kurssikertoihin. Paras hetki tentille olisi mielestäni "välikoetyyppisesti" kurssin loppuneljänneksen kohdilla.

Kurssipalautteesta nousee oikeutetusti ja ennako-odotustenikin mukaisesti kritiikki siitä, että kunkin tehtävän arvosteluperusteet ilmoitettiin vasta aivan deadline alla ja että sisältö muutenkin "eli" kurssin ajan. Palautteessa kuitenkin suopeasti ymmärretään kurssikerran olleen "alpha"-versio (eli suomeksi jotakuinkin "prototyypin" tai testiajo).

5. Mukana on opettajalle ennalta vieraita aihepiirejä.

Kurssin lopussa uskalsin sanoa opiskelijoillekin, että opin itse ison osan asioista kurssin ollessa jo käynnissä. Yllättyneistä hymyistä päättelin, että siihen asti salaisuus oli säilynyt.

3.2 Kurssin tavoitteet

Nähdäkseni luvussa [Tavoitteet kurssin suunnittelussa](#) suunnitellut kohteet toteutuivat täysin. Mukana kuitenkin huomioita mahdollista jatkokehitystä varten:

- Käytännönläheisyys: Harjoitustehtävät alkavat heti kurssin aluksi "lämmittelyllä", jossa opiskelija jo ensimmäisellä viikolla toteuttaa C++ -mallikoodiin:
 - Yleisesti käytössä olevaan .OBJ-muotoon tallennetun kolmioverkon lataamisen `std::cin` -syöttövirrasta kärkipistelistoihin
 - yksinkertaisia tapahtumankäsittelijöitä valmiiksi annettuun, GLUT-kirjaston päälle tehtyyn, käyttöliittymään
 - ajoituskäsittelijään perustuvan parametrisoidun animaation.

Mallikoodi piirtää joka hetki jotakin ja siihen aktiivisesti tutustumalla voi jo nähdä yhden selkeän esimerkin perinteisen OpenGL-kirjaston ja callback-tapahtumankäsittelijöihin perustuvan graafisen käyttöliittymäkirjaston käytöstä.

Myöhemmissä harjoituksissa parhaimpaan arvosanaan tähtäävä opiskelija toteuttaa vastaavien, koko ajan jotakin piirtävien, mallikoodien päälle seuraavat ominaisuudet:

- kuutiollisen Bezier-käyrän ja kuutiollisen B-splinen muodostamisen käyräparametrin suhteen tasavälisesti sijoittuvina paikallisina koordinaatistoina.
- generoidun "yleisen sylinteripinnan" ts. kolmioverkon, joka muodostuu pyyhkäisemällä xy-tason 2D-profilikäyrää yleisen 3D-avaruuteen upotetun pyyhkäisykäyrän läpi.
- luurankomallin (Eulerin kulmilla parametrisoiduista nivelpisteistä muodostuva puu) lukeamisen annetusta tiedostoformaattista
- 4x4 -matriiseista muodostuvan pinorakenteen mainitun luurankomallin visualisoimiseksi ilman OpenGL:n rajoitteita
- luiden ja nivelten visualisoinnin tikkujen yhdistäminä palloina OpenGL:n `glLoadMatrix()` -funktion ja GLUT:n perusprimitiiviobjektien avulla.
- FLTK-käyttöliittymäkirjaston mukaisen tapahtumankäsittelijän Eulerin kulmien interaktiiviseen säätöön nivelpisteissä

- Säteen heittäminen kameran keskipisteestä katselu- ja yläsuunnan sekä kuvakulman mukaan parametrisoitua virtuaalista näkymää kohti.
- Leikkauspisteen määrittämisen säteen ja pallon, säteen ja pinnan, säteen ja kolmion kanssa. Kolmion osalta lisäksi kärkipistearvojen interpolointi sisäpisteissä.
- Kameran näkemän leikkauspisteen määrittämisen palloista, pinnoista ja kolmioista muodostuvassa, epäortonormaaleja muunnoksia sisältävässä, näkymägraafissa (jonka tietorakenne ja lataus tiedostosta on kuitenkin annettu valmiina)
- Suunnatun ja pistemäisen valonlähteen mukainen varjostaminen Phongin valaistusmallilla, kolmioiden osalta diffuusi väri tekstuurikuvan ja kärkipisteittäisten tekstuurikoordinaattien mukaisesti.

Alkuperäisestä 6-837:n materiaalista jätettiin pois noin puolet tehtävistä, ml. "lihas ja nahka" luurankomallin ylle, animoidut partikkeli- ja kangasmallit, rekursiivinen säteenseuranta varjojen, peiliheijastusten ja taittumisilmiön mallintamiseksi.

Kehityskohteita tulevia kursseja varten:

- Lämmittelytehtävään on käytettävä paljon vähemmän aikaa, jotta mielenkiintoisempiin tehtäviin ehditään paneutua paremmin.
 - Itsenäistä opiskelua ja tulevia kurssikertoja varten olisi hyvä kerätä yhteen kevään 2017 kurssin yleisimmät kysymykset / ongelmakohdat ratkaisuvinkkeineen. Toisaalta valmiiksi pureskellut ratkaisut voisivat viedä pohjaa metataitojen (mm. vertaistuki, aktiivinen ongelmanratkaisu) oppimiselta. Tätä pitää siis miettiä. Ehkä jokin välimallin kompromissi -vaikkapa vinkit pahimpiin tai turhauttavampiin ongelmiin, mutta ei kaikkiin...
- Aiheet linkitettiin tutkimukseen ja maailmanlaajuisesti tunnettuihin tuotteisiin, esim. peleihin ja elokuviin
 - Tämän osalta alkuperäisen 6-837:n kalvosarjat riittivät mainiosti.
 - Aiheet linkitettiin Jyväskylän yliopiston ja erityisesti informaatioteknologian tiedekunnan päivittäiseen tutkimukseen, mm:
 - Käyrien ja pintojen diskretoinnin sekä numeerisen integroinnin osalta toin esiin, että samat menettelyt ovat IT-tiedekunnan perinteisen tieteellisen laskennan ytimessä.
 - Värien ja näkemisen käsittelyn kohdalla oli helppo viitata paikallisiin, medianäkyvyyttäkin saaneisiin, hyperspektrikameratutkimuksiin.
 - Lineaarialgebran käsittelyssä poikkesin välillä kertomaan, kuinka samat menettelyt ovat ilmenneet päivittäin omassa koneoppimiseen ja keinotekoisiiin hermoverkkoihin liittyvässä tutkimuksessa.
 - Näytteistyksen ja aliasoitumisen kohdalla viittasin signaalinkäsittelyyn ja tietoliikenteeseen tutkimusaloina.
 - Alaan liittyviä metataitoja oli tarkoitus tuoda esiin mallioppimisen ja palautteenannon kautta. Toteutui mm. seuraavaa:
 - vieraaseen koodiin ja ympäristöön rohkeasti tutustuminen: noudatin kolmea ajallisesti toisiaan seuraavaa vaihetta jokaisen harjoitustehtävän kohdalla, (i) aluksi rohkaisua ja innostamista omatoimiseen yrittämiseen ilman valmiiksi annettuja esimerkkejä, (ii) netti-foorumeilta, erit. StackOverflow, valmiiksi etsittyjä sivuja, joilta ratkaisu olisi löydettävissä itsenäisesti, (iii) luennolla nopeasti koodattu kokonainen tai puolittainen arvosanatavoitteeseen 1 riittävä mallivastaus, jonka viime hädässä sai kopioida omaan koodiin esim.

luentovideota kelaamalla ja pausettelemalla. Näillä vaiheilla aktiivinen opiskelija pidettiin pinnalla loppuun asti, ja toivottu metataito "mitä matkalla pitäisi tapahtua" näytettiin toistuvasti esimerkkinä, "ääneen ajateltuna prosessina".

- lisätietojen aktiivinen etsiminen, WWW-hakukoneen ahkera käyttö ohjelmoimassa: luen-
nolla livenä tehtyjä Google-hakuja, joilla esimerkinomaisesti haettiin vastaus johonkin
erityiskohteeseen tai etsittiin tutoriaaleja / havainnollistuksia teoreettisiin aihealueisiin.
 - ohjeiden/spesifikaation tarkka lukeminen: Tämän taidon syntymisen olen yleisesti ottaen
kokenut isona haasteena. Vaatii toistuvaa hieromista uudelleen ja uudelleen, että opiskelija
irtautuu siitä, että vastaus annettaisiin lähes valmiiksi pureskeltuna tai että tehtävänan-
nosta tai spesifikaatiosta linkitettäisiin suoraan silmien eteen se kohta, jossa vastaus on...
Keinoja: etsitään opiskelijan kanssa yhdessä, kädestä pitäen, tehtäväohjeesta kohta, jossa
ratkaiseva vinkki on, palastellaan vaikeaselkoinen ohjepätkä pienempiin osiin, suhteute-
taan kalvosarjaan, laitetaan Googleen hakusana ja todetaan, että seuraavaksi tarvitta-
va tiedonpala löytyy... Helpointa tämä on henkilökohtaisessa kontaktissa mikroluokassa.
Haaste ja mietinnän paikka on, kuinka tätä voisi ehkä tukea itsenäisessä suoritustavassa,
jossa ohjauksia ei ole tarjolla.
 - ohjelmointiongelman hahmottelu ennen näppäimistöön tarttumista, kynän ja paperin
käyttö algoritmikehittelyn apuna: etenkin kurssin alkupuolella lisäsin luentokalvojen väliin
esimerkinomaisesti aukilaskettuja kaavoja ja paperiin piirrettyjä konkreettisia esimerkke-
jä. Mikroluokassa piirsin esimerkinomaisesti havainnekuvia ja jätin laput opiskelijoiden
mukaan. Toteuman kannalta iloitsin kurssin loppupuolella, kun osalle opiskelijoita alkoi
omatoimisesti ilmaantua mikroluokkaan mukaan paperia ja oikeaan suuntaan lähteviä raa-
pustuksia hankalammista ratkaisurakenteista.
 - matemaattisten kaavojen lukemistapa [välivaiheiden täydentäminen, ymmärryksen hake-
minen kaikessa rauhassa]: Edellisessä kohdassa mainitut luento-esimerkit, mikroluokkaoh-
jauksissa "henkisiä hengitysharjoituksia", jotta hetkellisesti unohtuisi tämän ja muidenkin
kurssien stressiä aiheuttavat deadlinet, mieli tyhjäntyisi ja tulisi mahdolliseksi keskittää
ajatukset kaikessa rauhassa silmien edessä olevaan ongelmaan.
 - oman ajankäytön seuraaminen: Esimerkinomaisesti tein itse "opintopisteen laajuisen lisä-
tehtävän", jossa toteutin kurssin harjoitustehtäviä sekä demoscene-harrastukseen liittyviä
lisähaasteita aiemmin itselleni tuntemattomalla ohjelmointikielellä (JavaScript) kirjaten
työskentely- ja oppimisprosessin vaiheet minuutintarkasti opintopisteen eli 27 tunnin ajal-
ta.
 - avun kysyminen ja jakaminen vertaistukikanavilla: yritin lietsoa keskustelua vertaistukea
varten perustetulla sähköpostilistalla sekä epävirallisella IRC-kanavalla. Luennolla lupa-
sin tietäväni todennäköisiä esiin tulevia kysymyksiä, joihin "piruuttanikaan" en kertoisi
vastausta ennen kuin niitä on kysytty erikseen ja yritetty vastata vertaistukiperiaatteel-
la. Opiskelijoiden onnistumisia niin kysymisen kuin vinkkien antamisen osalta "juhlistin"
ylisanaisin kiitoksien ja kannustuksien. Kurssin loppua kohden autonominen vertaistuki joi-
denkin osalta vaikutti käynnistyvän. Aina voisi kuitenkin toivoa vilkkaampaa osallistu-
mista. Tulevaisuudessa vertaistukeen osallistuminen voisi olla yksi arvosteluun vaikuttava
tekijä.
- Sisällön yleiskuva pysyi suurelta osin samana kuin aiempina vuosina:
 - Geneerisesti sanoitettua sisältökuvausta ei tarvinnut muuttaa oikeastaan ollenkaan.
 - Osaamistavoitteissa ja -tuloksissa korostuisivat käytännön taidot matemaattisen osuuden ke-
ventämisen kautta:

- Tämä toteutui ehkä vain osittain. Osoittautui, että monella meni paljon energiaa matriisien ja vektorien laskutoimitusten ymmärtämiseen, ennen kuin harjoitustehtävien koodin kirjoittaminen tuli mahdolliseksi.
- Tavoitteeseen voitaneen päästä jatkossa, mutta kurssin alkuvaiheeseen tarvittaneen erillinen lineaarialgebran intro-osuus.
- Matematiikan opinnot ovat nyt vain *suositeltava, ei pakollinen* esitieto. Kurssilla tulisi olla mahdollista oppia riittävästi matematiikkaa aihepiirin seuraamiseksi ja vaadituissa tehtävissä selviytymiseksi ("annettujen kaavojen käsitteellinen ymmärtäminen, jotta voi koodata grafaa"):
 - Toteutui osittain (ks. edellinen kohta).
- Kurssi toimisi (edelleen) opiskelijoille "sisäänheittokurssina" matematiikan lisäopintoihin:
 - Luulen tämän toteutuneen. Evidenssiä tähän suuntaan on mm. kurssin viimeisen luennon ryhmäkeskustelussa (ks. liite).
- Itseopiskelumateriaalin kasaaminen ympärivuotisen itsenäisen suoritusmahdollisuuden avaamiseksi (videot, harjoitustehtävät, opiskelu- ja oppimisvinkit itsenäiselle grafiikan perusteiden puurtajalle):
 - kevään kurssi on opiskeltavissa itsenäisesti kesällä 2017.
 - Tavoitteessa mainitut opiskelu- ja oppimisvinkit ovat kuitenkin vielä kasaamatta yhtenäiseksi paketiksi.

4 Reflektointi YPE10:ssä opittua vasten

YPE10:n raportointiohjeiden mukaisesti pohdin tässä luvussa opetuskokeilua ja opettajuuttani oppimisteorioiden ja muiden koulutuksessa esiintyneiden teemojen näkökulmasta. Koetan myös kirjata ylös muutostarpeita, joihin YPE10:n aikainen kokemus tuntuu antavan syytä. Pedagogiikan teoria alkaa jäsentyä päässäni oikeastaan vasta tässä ensimmäisessä yrityksessäni piirtää opettajuuttani ja sen suuntaa teorioiden mukaiselle kartalle. Kunnan aloittelijan tavoin käsitteelen asiaa alkeellisesti Yliopisto-opettajan käsikirjan (toim. Nevgi & Lindblom-Ylänne, 2011) luvun 9 sisältöön tukeutuen.

4.1 Oppimiskäsityksestäni

Oma oppimiskäsitykseni kiteytyy seuraaviin suuntaviivoihin, joihin olen ajan mittaan päätenyt omien kokemusteni ja arkihavaintojen (tai "maalaisjärjen") kautta ilman kosketusta oppimisen teorioihin kuulopuheita tai yleistietoa syvällisemmin:

- Aikuisen, itsenäisen, ihmisen oppimista *tapahtumana itsessään* ei ole mahdollista tuottaa oppijan ulkopuolelta, vaan se syntyy oppijan oman toiminnan tuloksena. Käsitteyksessäni olen niinkin jyrkkä, että sanoisin jonkin asian oppimisen olevan *mahdollista vain, kun ihminen haluaa oppia sen*. Haluamisen tapahtuessa oppiminen on *itseohjautuva*, yksilöllinen prosessi.

- Opettajana minulla pitäisi olla kaksi tehtävää: (1) tukea tai tarvittaessa sytyttää oppijan motivaatiota eli halua sellaisten asioiden oppimiseen, joiden osaamisesta tälle on oletettavasti hyötyä, sekä (2) auttaa motivoitunutta oppijaa saavuttamaan tavoitteensa. Vähintään tehtäväni on *olla estämättä* motivaatiota tai oppimista syntymästä.

Ensimmäisessä tehtävässä olennainen fraasi on "oletettava hyöty": minulla mielestäni on alan asiantuntijana vastuu pyrkiä kohdentamaan motivaation kohteita opiskelijan itsensä, mutta osittain myös oppilaitoksen ja ympäröivän yhteiskunnan, tarpeiden mukaisesti.

- Nykyisessä järjestelmässä joudun osittain vastentahtoisesti suorittamaan kolmannen tehtävän: (3) opiskelijan kurssisuoritus on arvostettava ja täten suhteutettava muiden suorituksiin joillakin kriteereillä.

YPE10 ei suuremmin muuttanut tai kyseenalaistanut näitä peruspilareita. Arvioinnista käyty keskustelu saattoi ehkä hivenen lieventää asennettani arvostelukysymykseen ja saada pohtimaan sitä laajemmasta näkökulmasta, mm. käyttökelpoisena välineenä opiskelijan ja oppilaitoksen kannalta.

Oppimisen teorioiden osalta näkisin, että löydän omat tausta-ajatukseni muodossa tai toisessa melkein pä kaikista Yliopisto-opettajan käsikirjan esittelemistä teorioista. YPE10:n ryhmäkeskustelut vahvistivat käsikirjassakin suositeltua käsitystä, että käytännön opetustyön kannalta teorioita on syytä käyttää näkökulmina ja suuntaviivoina, eikä mikään yksittäinen vahvasti painotetuista lähtökohdista rakennettu teoria anna suoraan toimintamalleja, jotka toimisivat kaikissa tilanteissa (esim. ikäryhmä, oppiaine, aihealue, oppijan persoona ja kehitysvaihe, ...). Avaan käsityksiäni tarkemmin seuraavassa aliluvussa.

4.2 Nykyisistä menettelytavoistani

Keinoja, joilla pyrin opiskelijan motivaation kasvamiseen:

- Reaalimaailman esimerkit ("siistejä juttuja" tai hyödyllisiä sovelluksia, tutkimuskohteita, "tähtäyspisteitä"; ohjelmointivirheiden vuoksi tapahtuneita mokia tai katastrofeja).
- Tarinat työelämästä (piirteitä, joita arvostetaan työtehtävissä tai työhaastatteluissa).
- Välähdykset todellisten tuotteiden toteutuksista, joista alkupään taidoilla ei vielä pysty ymmärtämään kuin pieniä osasia - tarkoitus on kuitenkin nähdä, että nimenomaan alussa opittavat yksityiskohdat ovat mukana myös oikeissa tuotteissa ja ne on syytä ymmärtää alusta loppuun asti.

Keinoja, joilla pyrin auttamaan oppimista:

- Avustan pyydetessä ja vastaan kysymyksiin. Tärkeimpänä keinona pidän sellaisen *asetelman ja ilmapiirin ylläpitämistä, jossa apua on helppo pyytää ilman kynnystä*.
- Yllytän pyytämään ja antamaan vertaistukea sähköisillä kanavilla.
- Esimerkkejä teknisistä työtavoista, jotka olen itse kokenut hyödyllisiksi tai tehokkaiksi.
- Reaalimaailman analogiat abstraktien asioiden käsitteellistämiseksi; "rautalankaesimerkit".
- Muistutan opiskelijaa iloitsemaan uusista taidoistaan, vaikka opittavaa on edessäkin paljon.

Keinoja, joihin pyrin arvostelussa:

- Ihanteeni on tähän asti ollut osaamistavoitteiden pilkkominen ja täsmennys yksityiskohtiin, joista kunkin toteutumista voi mitata käytännön esimerkkiin perustuva monivalintakysymys.

Oppimisteorioiden valossa löydän käyttämistäni keinoista sekä kuvittelemistani vaikutusmekanismeista selkeitä yhtäläisyyksiä behaviorististen ja kognitiivisten teorioiden kanssa. YPE10-kokemus johtaa ensinnäkin pohtimaan, ovatko omat menetelmäni kovin vanhanaikaisia - behaviorismi ei ole tainnut olla kovin suuressa huudossa 1960-luvun jälkeen.

Tietotekniikan oppiaineeseen ja pitämiini aineopintotasoihin kursseihin yhdeksi läheisesti soveltuvaksi nykyteoriaksi nousee sosiokonstruktivistiseen lähestymistapaan luettu situationaalinen oppimisen teoria. Tietotekniikan opiskelu tapahtuu joka tapauksessa alusta lähtien luontevimmin todellisten ohjelmointi- ym. työkalujen äärellä. Todellisuudesta täysin irrallista opetusta ei nähdäkseni missään vaiheessa tarvittaisi. Sosiokonstruktivismiin kokonaistematiikka antaa kuitenkin mielestäni enemmän hieman myöhempään kursseihin (kuten projektit, tutkimusmenetelmäkurssit, opinnäytteen, syventävät maisteriopinnot) kuin niihin, joita itse tällä hetkellä opetan.

Intuitiivisesti olen päätenyt toteuttamaan kursseillani runsaasti behaviorismin ja sosiaalisen sekä mallioppimisen teorioiden tukemia menettelyjä. Teorioiden kirjossa näen nämä "historialliset" näkemykset tänäkin päivänä aivan soveltuvina ja ehkä jopa optimaalisina varhaisempiin kursseihimme, joissa vasta täytetään opiskelijan työkalupakkia selkeillä ja erillisillä, hyvin määritellyillä tekniikoilla. Yksi huomionarvoinen haaste voikin olla jouhevan välivaiheen luominen ensimmäisten kurssien ja myöhempien soveltavien kurssien opetustapojen välille. Näillä näkymin saankin seuraavan OPS-kauden ajan olla tekemisissä juuri tämän välivaiheen parissa.

4.3 Muutoksia tulevaisuutta ajatellen

Opettajuuden kehittäminen:

- Mielenkiintoinen pohdinnan paikka on se, kuinka itse olen oppinut opettamaan. YPE10:llä opin sanan "intuitiivinen opettaminen", joka kuvaa tilannetta hyvin. Oppimisteorioiden käsittely tuo asiaan kuitenkin selkeämmän näkökulman. Intuition lähtökohtana on ollut omien opettajieni (lukio-opettajat, armeijakouluttajat, fysiikka, matematiikka, tietotekniikka, kilpatanssi) hyviä ja huonoja käytänteitä, joista kriittisesti tarkastellen parhaita olen pyrkinyt jäljittelemään. Tätä selkeyttää tarkastelu mallioppimisen ja kokemuksellisen oppimisen teorioiden kautta. Viimeistään YPE10 toi prosessin transformatiivisen oppimisen kenttään, jossa mukana oli monipuolista keskustelua ja ajatuksenvaihtoa vertaisten kanssa. Mukana on jatkuvasti myös puhtaan behavioristinen elementti: jokainen opiskelijapalaute (ja kurssin jälkeinen tenttivastaus) vahvistaa tiettyjä toimintamalleja ja heikentää toisia.
- YPE10:n keskustelut ja teoreettiset tarkastelut saivat itse asiassa ajattelemaan opiskelijapalautetta uusista näkökulmista. Aion olla aiempaa herkempi ainakin sen suhteen, tietävätkö opiskelijat kehitysehdotuksia antaessaan oman parhaansa. Palautteiden sokea seuraaminen ei tunnu tarkoituksenmukaiselta, vaan opettajan vastuu on palautteisiinkin reagoidessa tarkastella kokonaisuutta ja kasvatustehtävää.

Opetusmenetelmät / kurssimuodot:

- Mieleni tekisi toki päivittää opetustani nykyajan trendiin, jossa suosittua vaikuttaisivat olevan aktivointitehtävät, käänteinen luokkahuone -tyyppiset kurssijärjestelyt, "blended learning" ja ryhmätyöt. Koen näiden toimintamallien tuonnin tietotekniikan aineopintotason teknisiin kursseihin kuitenkin aikamoisena haasteena muutamasta syystä:
 - Osaamistavoitteet ovat vielä suurelta osin yksilötaitoja ja osittain tunnetun ja staattisen tietomassan omaksumista, enemmän kuin pohdintaa tai luovaa rakentamista. Miten niitä siis olisi tehokasta tai hyödyllistä oppia ryhmissä?
 - IT-tiedekunta on eturintamassa ajasta ja paikasta riippumattoman opiskelun mahdollistamisessa. Hyvine ja huonoine puolineen "monologimaiset" luentovideot ja yksilötehtävät mahdollistavat saman kokonaisuuden käytön läsnäolokurssilla ja itseopiskeluna. Aivan resurssisyistäkään muutokset eivät saisi johtaa rinnakkaisten kurssiversioiden syntymiseen eri toteutustavoin.
 - Kurssit on jo muutenkin pakattu äärimmilleen välttämätöntä sisältöä, joten suunnitelmalliset aktivointitehtävät luennoilla vaatisivat aikataulun mielessä mahdollisesti sisällön karsimista, mikä johtaa pohtimaan tarkoituksenmukaista kompromissia aktiivoinnin ja luentomaisen esityksen välillä.

Kokemuksellinen oppiminen (mm. YPE10-parin raportissa esitetty):

- Havainnointiparini esitti pohtimisen arvoiseksi myös kokemuksellisen oppimisen tuonnin tietotekniikan kursseille. Käsittäakseni ideana olisi lähteä liikkeelle opiskelijan omakohtaisista arjen havainnoista tai kokemuksista, joiden kautta opitaan osaamistavoitteena olevaa teoreettista käsitteilyä. Tällainen idea voisi johtaa aivan mielenkiintoisiin toteutustapoihin, joissa lähdetäisiin liikkeelle vaikkapa jonkin ohjelmiston käyttäjäkokemuksesta, josta edettäisiin pohtimaan, miten ohjelma on tehty "konepellin alla" - millaisia osioita tai ratkaisuja siinä mahdollisesti on käytetty. Avoimen lähdekoodin ohjelmistoissa voitaisiin sitten edetä lukemaan todellista toteutusta, etsiä sieltä havainnoitu käyttöliittymäkohta ja verrata itse tuotettua toteutusideaa todellisten tekijöiden ratkaisuihin. Lopuksi voisi pohtia, miksi toteutus on juuri sellainen kuin se on, mitä hyviä ja huonoja puolia siinä on... Voisi olla opettavaista ja linjassa nykypäivän opetusmenetelmien kanssa. Haasteena tässäkin olisi tavoitteiltaan vastaavan tehtävän tarjoaminen kurssia itsenäisesti, omassa aikataulussa, suorittaville. Tietyllä tapaa myös näen, että tällaisetkin pohdinnat olisivat hedelmällisempiä vasta edistyneemmillä kursseilla.
- Täytyy ottaa huomioon, että *tietotekniikan oppiminen on aina kokemuksellista*, koska se tapahtuu toteuttamalla ohjelmia itse. Voidaan olettaa, että ensimmäisestä yliopistoviikosta asti opiskelijalle kertyy alakohtaista kokemusta todellisesta tekemisestä. Kokemuksellisen oppimisen systemaattisemmassa integroinnissa on varmistettava, ettei menettely tai oppimistehtävät tunnu päälleliimatulta tai tarpeettomalta. Huolella toteutettuna etenkin myöhemmillä kursseilla aiempien kurssien harjoitustehtäväkokemuksiin palaaminen voisi olla hyvinkin mielekästä.

Arviointi/arvostelu:

- Aion ottaa aktiivisuuden (vertaistuen pyytäminen ja antaminen) mukaan yhdeksi arviointikriteeriksi tulevilla kursseillani. Vaikka idealisti toivoisi motivaation syyn olevan jokin ylevämpi, realismia on, että kurssin läpäisyyn varmuus ja odotettavissa oleva arvosana motivoivat opiskelijaa voimakkaasti. Näin ollen on luontevaa, että toivottuna lopputulemana syntyvään vertaistukseen kannustetaan myös tällä teknisemmällä keinolla. Ajatuksessa on vahvasti behavioristinen klangi.

- Tentti on itselleni ollut vain paranoidi varmistus vastaajan henkilöllisyydestä. Täydellisessä maailmassa arvosteltaisiin suoriutumista reaali maailman kaltaisten tehtävien äärellä, kuten tällä kurssikerralla teinkin. Teorioiden mielessä näkisin tämän olevan niin kurssijärjestelyn kuin arvostelun mielessä jo lähellä situationaalista, todellisenkaltaiseen tehtävään sidottua, oppimista. Autenttista se ei ole, koska työelämän kaltainen ryhmätyö ja aikataulutusta puuttuu. Katson kuitenkin edelleen, että autenttisuuden aika on myöhemmillä, syventävillä, kursseilla.

Tämän kurssin suhteen:

- Opiskelijapalautteen ja tässä raportissa dokumentoitujen havaintojen mukainen kehittäminen ajankäytön asettamien rajoittein.

5 LIITTEET

5.1 Viimeisen luennon loppukeskustelu

TIEA311 loppukeskustelu, "(katkaistu) pyramidikeskustelu"

5.1.1 Keskustelun ohjeistus ja aikataulu

1. Henkilökohtaisesti mietityt kysymykset, 10 minuuttia:

- Mikä oli tärkein kurssilla oppimasi asia?
- Mitä olisit halunnut oppia, mutta jostain syystä ei (vielä) onnistunut?

2. Parikeskustelu, 3 minuuttia (near plane):

- vaihtakaa ajatukset em. vastauksista
- kirjatkaa ylös

3. Ryhmäkeskustelu, 6 minuuttia (far plane):

- tavoitteena kiteyttää neljä kokemusta kurssista

4. Purku (perspective projection):

- jokainen ryhmä kiteyttää kokemuksensa, ja kirjoitan ne ylös tähän alle

5.1.2 Keskustelun yhteenveto

Ryhmä 1:

Oleellisin mieleen jäänyt asia oli, miten lineaarialgebraa voi soveltaa "vähän kaikkialle". Näkymäpuu.

Käytettiin paljon valmiita koodeja, joten avoimeksi jäi työrutiini ja prosessi siitä, miten vastaavaa aloitettaisiin tyhjältä pöydältä.

Jätettiin pois Assignment 5 (ja 3). Ray tracingistä olisi ollut kiva tietää enemmän.

Ryhmä 2:

Opittiin paljon teoriaa. Sen käyttäminen käytännössä koodin tasolla jäi ehkä vajaammaksi.

C++:sta opittiin noin "30 päivää" (Abstruse goose)

Matriisien käyttöä ja niiden käyttötarkoituksia opittiin.

Periaatteessa tietää, miten 3D-kappale rakentuu esim. Blenderin konepellin alla.

Ray casting ja ray tracing (ja skinnaus) olisivat olleet kiva oppia. -> toimenpide: sallitaan +1op lisätyönä myös Assignment 5 (ks. kurssin nettisivu)

Jokaisesta aiheesta oli niin paljon tavaraa, että varsinaista "syväoppimista" ei ehtinyt tapahtua, vaan jäi pintapuolisen ymmärryksen tasolle.

Ryhmä 3:

Tärkeimpiä asioita: C++ oli monelle uutta, kiva päästä tekemään. Tuntui relevantilta työelämän suhteen. Lineaarialgebran soveltaminen. Kiva löytää yhtäläisyyksiä matematiikan kursseihin.

Reaaliaikaisesta renderöinnistä olisi ollut kiva tietää jo tällä kurssilla. DirectX:stä olisi ollut kiva tietää. Fotorealistista menetelmistä olisi haluttu tietää enemmän.

5.2 Palaute YPE10-kurssiparilta

[ladotussa versiossa liite alkaa seuraavalta sivulta]

Opetuskokeilun arviointi (Paavo Nieminen)

Havainnottaja: Sanna Kuoppamäki

Tietokonegrafiikan perusteet

Aika: 2.3.

Paikka: Mattilanniemi, MAA211

Opetuskokeilun tavoitteet: kokonaisen kurssin uudistus videomateriaalin luomisella ja itseopiskelumateriaalin kehittämisellä

Opetuskokeilu: luentojen videointi

Opetuskokeilu vaikutti ulkopuolisen näkökulmasta hyvin suunnitellulta ja loogisesti etenevältä. Opiskelijat olivat innostuneita kuuntelemaan ja vaikuttivat seuraavan luennon etenemistä tarkasti.

Opetuskokeilun toteutuksessa erityisen hyvin onnistui:

- + Kontaktin luominen oppilaisiin
- + Käytännönläheinen opetustyyli, paljon havainnollistavia esimerkkejä
- + Tavoitteiden määrittely onnistui hyvin: omatoimisen opiskelun kehittäminen
- + Luentokalvot monipuolisia ja virikkeellisiä
- + Paljon havainnollistavia kuvia
- + Selkeä, rauhallinen ja loogisesti etenevä puhetyyli
- + Teoreettisen asioiden havainnollistaminen käytännön esimerkein
- + Keskustelu oppilaiden kanssa säännöllistä ja opettaja reagoi opiskelijoiden kysymyksiin hyvin
- + Opettaja vaikutti asian osaavalta ja asiasta innostuneelta
- + Opiskelijat vaikuttivat asiasta kiinnostuneilta erityisesti, jos olivat tutustuneet aihepiiriin käytännön harjoitusten kautta

Opetuskokeilun toteutuksessa mietityttämään jäi:

- Ulkopuolisen näkökulmasta aiheet vaikuttivat hieman hyppivän teemasta toiseen
- Luentokalvoja oli paljon – ulkopuoliselle jäi hieman epäselväksi luennon rakenne ja miten kalvot suhteutuvat toisiinsa
- Jonkinlaiset ”virikkeet” tai ”katkokset” havainnollistavien kalvojen väliin olisivat voineet tehdä asiasta vielä mielenkiintoisemman

Pohdittavaa:

- Voisivatko ryhmäkeskustelut toimia osana tietokonegrafiikan luentoa?
- Voisiko luento tarjota mahdollisuuksia opiskelijoiden itsenäisen työskentelyn tukemiseen?
- Miten kokemuksellisen oppimisen voisi ottaa mukaan luennon aiheeseen? Onko opiskelijan omalla kokemuksella merkitystä asian oppimisessa?

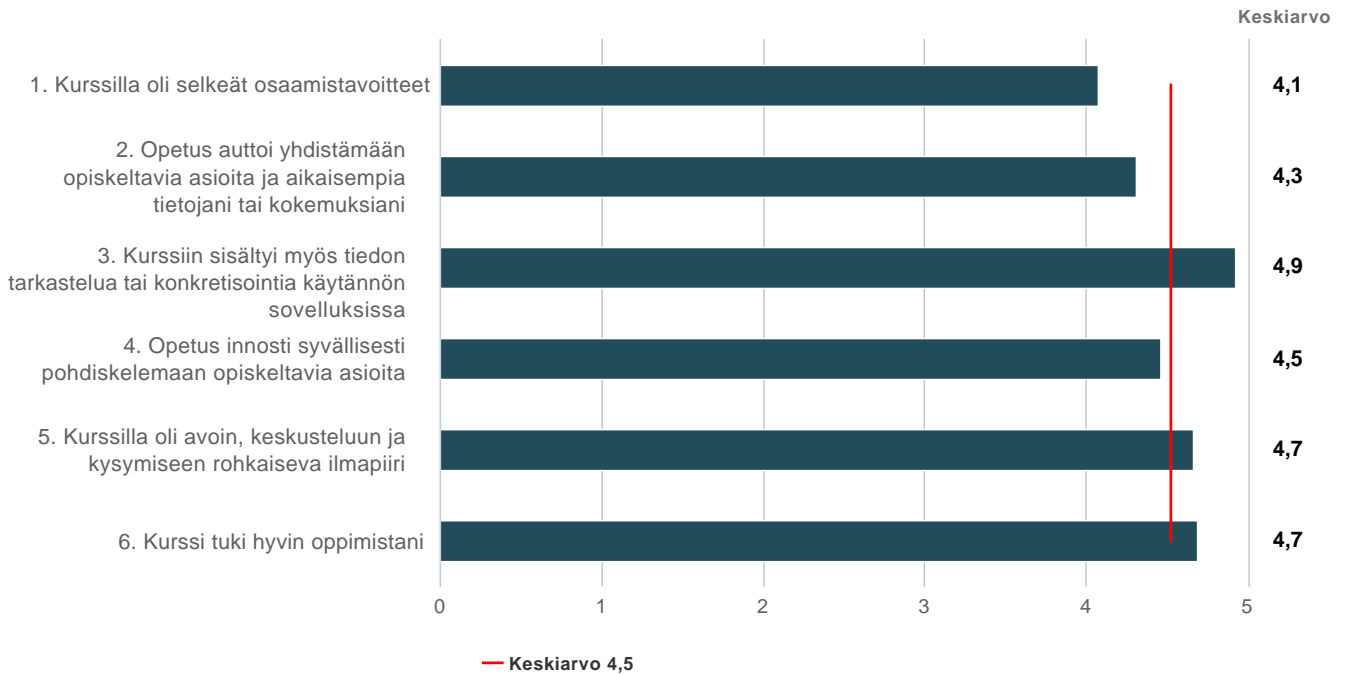
5.3 Kurssipalaute

[ladotussa versiossa liite alkaa seuraavalta sivulta]

TIEA311 Tietokonegrafiikan perusteet (15.01.2017 - 13.03.2017)

1. OPETUS JA TYÖSKENTELYTAVAT Vastaa seuraaviin väittämiin asteikolla 1-5: 1=täysin eri mieltä, 2=jokseenkin eri mieltä, 3=en samaa enkä eri mieltä, 4=jokseenkin samaa mieltä, 5=täysin samaa mieltä

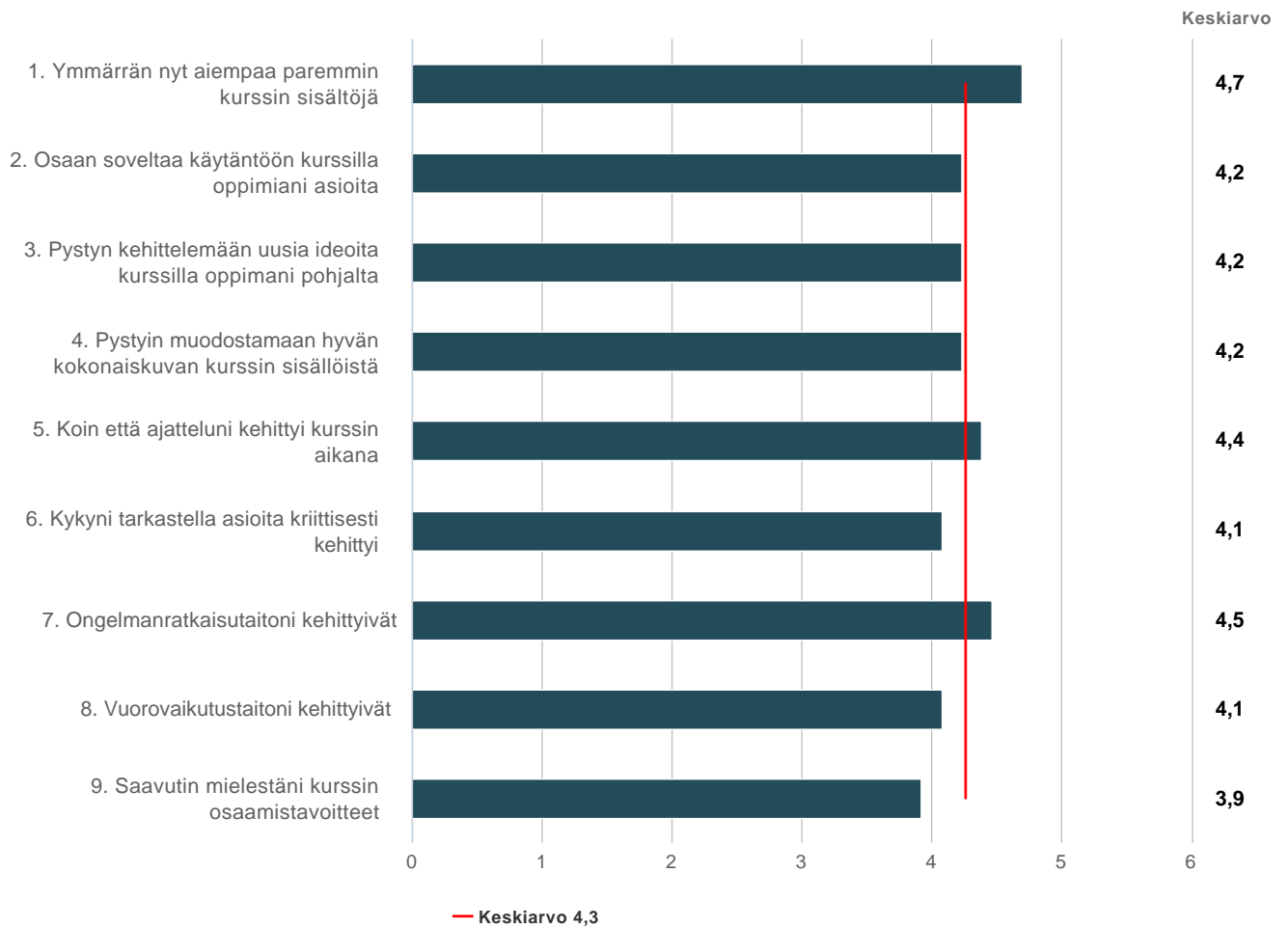
Vastaajien määrä: 13



	1	2	3	4	5	Yhteensä	Keskiarvo
1. Kurssilla oli selkeät osaamistavoitteet	0	1	1	7	4	13	4,08
	0%	7,69%	7,69%	53,85%	30,77%		
2. Opetus auttoi yhdistämään opiskeltavia asioita ja aikaisempia tietojani tai kokemuksiani	0	1	0	6	6	13	4,31
	0%	7,69%	0%	46,15%	46,15%		
3. Kurssiin sisältyi myös tiedon tarkastelua tai konkretisointia käytännön sovelluksissa	0	0	0	1	12	13	4,92
	0%	0%	0%	7,69%	92,31%		
4. Opetus innosti syvällisesti pohdiskelemaan opiskeltavia asioita	0	0	0	7	6	13	4,46
	0%	0%	0%	53,85%	46,15%		
5. Kurssilla oli avoin, keskusteluun ja kysymiseen rohkaiseva ilmapiiri	0	0	0	4	8	12	4,67
	0%	0%	0%	33,33%	66,67%		
6. Kurssi tuki hyvin oppimistani	0	0	0	4	9	13	4,69
	0%	0%	0%	30,77%	69,23%		
Yhteensä	0	2	1	29	45	77	4,52

2. OPPIMISTULOKSET Vastaa seuraaviin väittämiin asteikolla 1-6: 1=täysin eri mieltä, 2=jokseenkin eri mieltä, 3=en samaa enkä eri mieltä, 4=jokseenkin samaa mieltä, 5=täysin samaa mieltä, sekä 6=ei relevantti tällä kurssilla

Vastaajien määrä: 13



	1	2	3	4	5	6 ei relevantti	Yhteensä	Keskiarvo
1. Ymmärrän nyt aiempaa paremmin kurssin sisältöjä	0 0%	0 0%	0 0%	4 30,77%	9 69,23%	0 0%	13	4,69
2. Osaan soveltaa käytäntöön kurssilla oppimiani asioita	0 0%	1 7,69%	0 0%	7 53,85%	5 38,46%	0 0%	13	4,23
3. Pystyn kehittämään uusia ideoita kurssilla oppimani pohjalta	0 0%	0 0%	2 15,38%	6 46,15%	5 38,46%	0 0%	13	4,23
4. Pystyin muodostamaan hyvän kokonaiskuvan kurssin sisällöistä	0 0%	0 0%	2 15,38%	6 46,15%	5 38,46%	0 0%	13	4,23
5. Koin että ajatteluni kehittyi kurssin aikana	0 0%	1 7,69%	0 0%	6 46,15%	5 38,46%	1 7,69%	13	4,38
6. Kykyni tarkastella asioita kriittisesti kehittyi	1 7,69%	1 7,69%	0 0%	7 53,85%	2 15,38%	2 15,38%	13	4,08
7. Ongelmanratkaisutaitoni kehittyivät	0 0%	0 0%	0 0%	8 61,54%	4 30,77%	1 7,69%	13	4,46
8. Vuorovaikutustaitoni kehittyivät	1 7,69%	1 7,69%	2 15,38%	5 38,46%	0 0%	4 30,77%	13	4,08
9. Saavutin mielestäni kurssin osaamistavoitteet	0 0%	1 7,69%	2 15,38%	7 53,85%	3 23,08%	0 0%	13	3,92
Yhteensä	2	5	8	56	38	8	117	4,26

3. Mikä oli parasta tällä kurssilla? Mikä kurssilla auttoi sinua oppimaan tai toimi hyvin?

Vastaaajien määrä: 11

Vastaukset
Rento ilmapiiri.
Kurssimateriaali ja tehtävät oli hyvin, suorastaan loistavasti, suunniteltu. Apuja niihin oli annettu riittävästi mutta ei liikaa; paljon joutui / pääsi pähkäilemään myös itse. Hyvä opettaja: luennot lisäävasivat kurssin materiaalia. Luennoitsijalle pisteet myös kriittisyyden ja analyttisyyden herättelystä opiskelijoissa.
Harjoitustehtävissä oli hyvä, kun oli aina nuo starter koodit. Pääsi heti itse asiaan eikä tarvinnut miettiä esim miten saa ikkunan luotua tms. Irkkikanavalla oli hyvää keskustelua ja sieltä tarttui omiin toteutuksiin ideoita. Kurssin "deadline" oli omasta mielestä hyvät. Tuli aloitettua tehtävien teko tarpeeksi ajoissa ja ei tarvinnut kuumatella, jos ei ollutkaan ihan vielä valmista palautuspäivänä, vaan pystyi vielä vaikka yhden päivän hiomaan vastausta. Ja luentojen videointi on aina plussaa, jos ei satu pääsemään paikalle.
Lineaari algebran soveltaminen ohjelmoinnissa.
Teoria yhdistyi käytäntöön ja omat tuotokset pääsi kirjaimellisesti näkemään.
Oikeasti pääsi tekemään grafiikkaa selkeillä tehtävillä.
Luennot ja ohjelmointitehtävät. Ohjelmointitehtävät olivat sopivan haastavia itselleni.
Luennot olivat hyviä ja demoja tekemällä todella näki kehittymisen.
Tietokonealuokassa olleet ohjaukset auttoivat minua eniten. Ohjaajat olivat erittäin innostuneita aiheesta ja motivoituneita auttamaan, mikä paistoi heidän lävitseen kuin Naantalın aurinko, ja siksi neuvojen & vinkkien kuunteleminen oli todella hienoa. Tuli myös tunne siitä, että ohjaaja ja luennoitsija oikeasti(!) kiinnosti, että miten meillä menee kurssin kanssa ja että pääsemmekö kurssista läpi. Kurssiin käytetty materiaalia auttoi myös merkittävästi oppimista. Luentokalvot olivat selkeät ja välillä pysähdyttiin miettimään, että mitä äsken käytiinkään läpi. Demotehtävät olivat myös hyvin selkeät tarkkoine ohjeistuksineen, jotka palkitsivat huolelliset lukijansa. Haluan vielä erikseen mainita luennoitsijan innokkuuden ja innostavuuden kurssin aiheita kohtaan. Harvalla minun suorittamalla kurssilla on ollut yhtä paljon kurssin aiheiden sovelluskohteiden esittelyä kuin tällä kurssilla. Tämä on suuri sääli, sillä itseäni ainakin motivoi nähdä mihin kaikkeen kurssilla opittavia taitoja pystyy käyttämään. Uskon, että Paavo onnistui kylvämään jokaiseen luentoja seuranneeseen opiskelijaan uusia "tähtäyspisteitä" ja ideoita tietotekniikan opiskeluun.
Kurssin selkeä rakenne auttoi oppimaan. Tärkeintä oli kuitenkin assignmentit, jotta pääsi itse hyödyntämään opittuja asioita. Itse tein kurssin täysin etänä ja luentovideot sekä assignmenttien löyhät deadline'et mahdollistivat oppimisen omaan tahtiin.
Paavo. Hyvä luennoitsija ja erittäin läsnä, lähes aina kun itse apua tarvitsi.

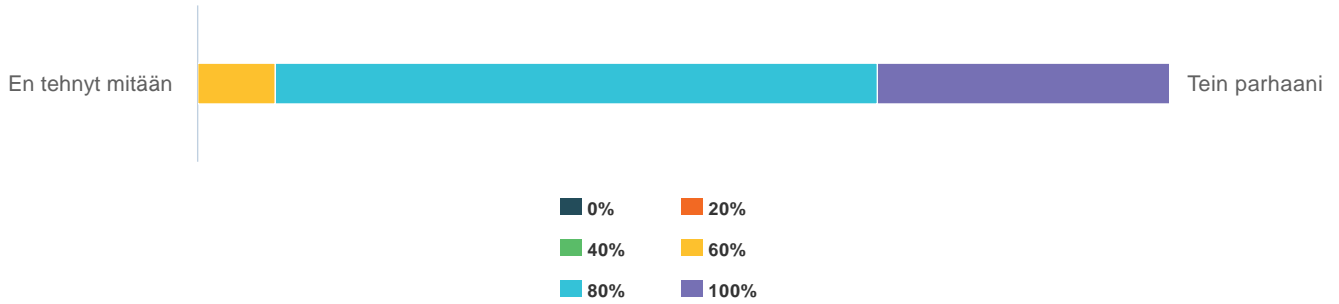
4. Mitkä seikat eivät edistäneet oppimista? Miten kurssia voisi mielestäsi kehittää?

Vastaaajien määrä: 7

Vastaukset
Ajankäyttöä oli vaikea suunnitella, koska kurssi ns. "eli" koko ajan. Sisältö muuttui tai osia jätettiin pois. Syyt ymmärrän, mutta toteutus jätti hieman toivomisen varaa.
Viimeiseen tehtävään (a4) olisin kaivannut kuvia / tuloksia myös välivaiheista, siis siitä vaiheesta lähtien, kun jotain pitäisi alkaa ruudulla näkymään. Se olisi auttanut vertailemaan, onko omassa koodissa tässä vaiheessa jotain pielessä. Jatkossa tehtävien täsmälliset vaatimukset tulevat varmaan aiemmin opiskelijoiden saataville. En ole vielä ehtinyt tehdä kuudetta lisä-op:tä, jonka kautta saisi varmaan lisää kokonaiskuvaa koko prosessista, miten grafiikkaa tuotetaan. Perusosa-alueethan kurssilla tulivat aika lailla läpikäydyiksi, mutta ehkä niitä olisi voinut vieläkin paremmin vetää yhteen. Siltä osin ainakin oma oppimisprosessi on vielä kesken.
Iso määrä asiaa tuli välillä sekavasti. Johtuu varmaan siitä, että kurssi oli alpha versio.
Luentokalvojen kaavojen ala- ja ylä-indeksit olivat välillä sekaisin.
Tämä oli ensimmäinen kurssi, jolla tarvitsin C++ kieltä. En tiedä olisiko parempi, jos olisi olemassa jokin pieni ohjelmointi kurssi C++:lle vai pitäisikö kurssin aluksi käydä enemmän koodia läpi. Kurssilla käytiin välillä hieman liian nopeaan tahtiin asioita läpi, mutta ymmärrän mistä se johtui.
Oli hyvä, että käytettiin luennoilla hetkiä C++-koodin läpikäyntiin, koska kyseessä oli monille vieraampi kieli. Mutta välillä ohjelmointikielen läpikäynti tuntui menevän edelle grafiikka-aiheita, jotka olivat kurssin päätavoite oppimisen suhteen. Olisiko mahdollista saada hieman laajempi C++-ohjelmointikieltä käsittelevä kurssi (kuin Ohjelmointi 2:n lisäosa), jotta tällä kurssilla ei tarvitsisi käyttää niin paljon aikaa kielen perusteisiin?
Harmitti vähän se, kun jäi jotkin asiat aika pintapuoliseksi. Aikataulu oli kiireellinen ja joka assignmentista tehtiinkin vain aikalailla perusteet. Itsetuntoa latisti se, miten vähän tehtiin/osattiin verrattuna MIT:n opiskelijoihin xD just kidding, meillä oli todella tiukka kurssirupeama.

5. Mikä oli oma kokonaispanostuksesi tälle kurssille?

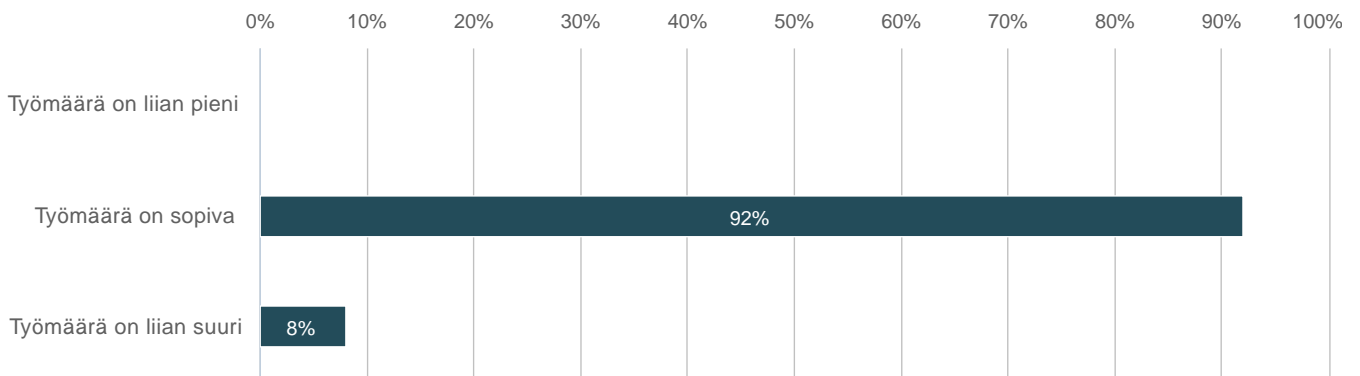
Vastaajien määrä: 13



	0%	20%	40%	60%	80%	100%		Yhteensä	Keskiarvo
En tehnyt mitään	0	0	0	1	8	4	Tein parhaani	13	5,23
	0%	0%	0%	7,69%	61,54%	30,77%			
Yhteensä	0	0	0	1	8	4		13	5,23

6. Arvioi kurssille asetetun opintopistemäärän vastaavuutta suhteessa tekemääsi työmäärään(1 op = 27 tuntia opiskelua)

Vastaajien määrä: 13

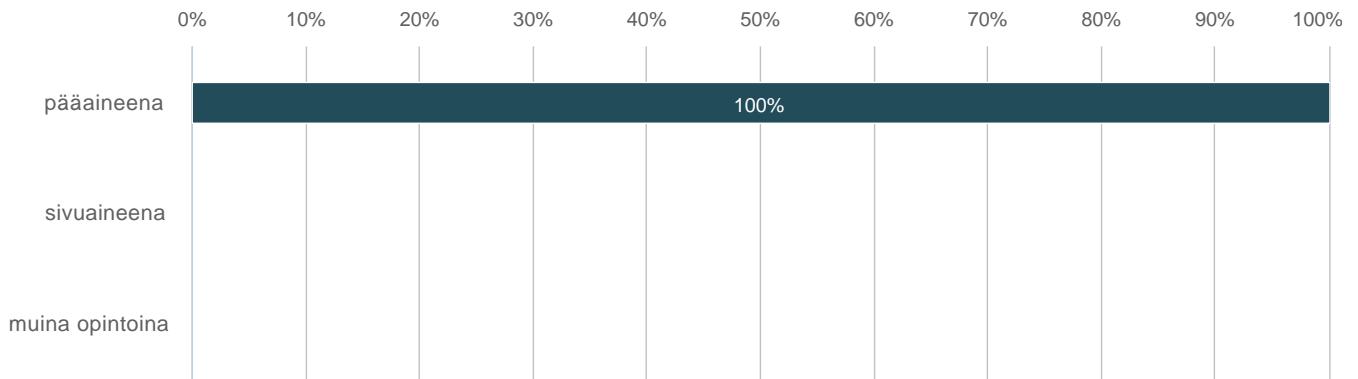


	N	Prosentti
Työmäärä on liian pieni	0	0%
Työmäärä on sopiva	12	92,31%
Työmäärä on liian suuri	1	7,69%

Keskiarvo
2,08

7. Suoritin kurssin

Vastaajien määrä: 13



	N	Prosentti
pääaineena	13	100%
sivuaineena	0	0%
muina opintoina	0	0%

Keskiarvo
1

8. Halutessasi voit antaa vielä avointa palautetta kurssista:

Vastaajien määrä: 5

Vastaukset
Erittäin hyvä kurssi, ja erityisesti siihen nähden, että toteutettiin tässä muodossa ensimmäistä kertaa. Kurssi oli myös tietotekniikan opintojen kivoimpia kursseja. Oli hyvä, että luennoilla käytiin läpi myös jonkin verran C++:aa, olisi voinut ehkä käydä vieläkin enemmän, esim. kielen olio-ominaisuudet ovat itselleni edelleen epäselvähköt. Oli myös hyvä, että perusasioita käytiin kunnolla läpi, vaikka lopussa tulikin sitten vähän kiire. Toisaalta kurssin loppupuolen asioille olisi toivonut enemmän aikaa - ikuisia kompromisseja, kun aikaa on liian vähän.
Kiva kurssi ja luennoitsija :)
Tämä oli minulle yksi miellyttävimmistä kursseista pitkään aikaan. Kurssi onnistui palauttamaan mielenkiintoni tietotekniikkaan ja luomaan itselleni tähtäyspisteitä opiskelujen suhteen. Suurimmaksi osaksi se johtui luennoitsijan väsymättömästä innostuksesta ja kiinnostuksesta meitä kurssin kanssa painiskeleviä opiskelijoita kohtaan. Kiitos Paavo sekä Jarno!
Kurssin sain suoritettua täysin etänä ja silti tehden kaikki tehtävät, luentovideoiden ja oma-aloitteisuuden ansiosta, hyödyntäen aiempaa ohjelmointikokemusta. Voin siis todeta että kurssi saattaisi toimia sopivilla esitiedoilla oleville opiskelijoille etäkurssiksikin, esim. kesäkurssiksi. Ainakin luentovideot ovat hyvät ja riittävät, ohjausta saattaisi tosin tarvita tarjota, vaikken itse sitä kaivannutkaan.
Tosiaan puolivuotinen kurssi olisi mielenkiintoinen kokeilu tämän vertailuksi, mutta todellisuudessa lienee mahdoton(?).