

## INTELLIGENTSED SÜSTEEMID (IDX5711, IDX5712) - KURSUSE KORRALDUS

Versioon 9.02.2017

Jaak Tepandi, Stanislav Vassiljev, Jekaterina Tšukrejeva, TTÜ Tarkvarateaduse instituut  
Materjali viimane versioon: <https://moodle.hitsa.ee/> kursus "IDX5711 Intelligentsed süsteemid"

<b>1. ÕPPEAINED, HINDAMINE JA TÄHTAJAD.....</b>	<b>2</b>
<b>2. ISESEISVAD TÖÖD JA ÕPPEAINE IDX5712 .....</b>	<b>3</b>
2.1. ÜLEVAADE, AUTORID, MAHT, VORMISTUS .....	3
2.2. ESIMENE TÖÖ .....	4
2.2.1. Lähteolukord, süsteem, sisend- ja väljundmõisted, konkureerivad rakendused .....	4
2.2.2. Seoste analüüs, realiseerimise otstarbekus, riskid .....	5
2.2.3. Esimene realisatsioon (reeglisüsteem), selle kirjeldus töös .....	6
2.2.4. Testide projekteerimine, testimine, hinnang .....	6
2.3. TEINE TÖÖ .....	7
2.3.1. Õppimisandmed, nende kirjeldus töös .....	7
2.3.2. Teine realisatsioon (masinõpe), selle kirjeldus töös .....	8
2.3.3. Teise realisatsiooni testimine, hinnang .....	8
2.3.4. Süsteemi hinnang, soovitused, meetodite/vahendite võrdlus .....	8
2.4. NÄITEID PROBLEEMIDEST ISESEISVATES TÖÖDES .....	9
2.5. KORDUMA KIPPUVAID KÜSIMUSI.....	9
2.5.1. Kas töid saab teha ka üksi või kolme peale? .....	9
2.5.2. Millised ülesanded sobivad iseseisvaks tööks? .....	9
2.5.3. Milliseid vahendeid kasutada iseseisvates töödes? .....	10
2.6. ÕPPEAINE IDX5712 JA ISESEISVAD TÖÖD.....	10
<b>3. RETSENSIOON.....</b>	<b>10</b>
<b>4. ETTEKANNE .....</b>	<b>11</b>
<b>5. EKSAM.....</b>	<b>12</b>
<b>6. ISESEISVA TÖÖ TIITELLEHE NÄIDE.....</b>	<b>12</b>

Käesolev materjal selgitab kursuse korraldust, annab iseseisvate tööde struktuuri ning selgitab teisi kursuse korralduse tegevusi.

NB! 2017.a. korraldus erineb oluliselt eelmiste aastate korraldusest. Materjal võib sisuliselt muutuda semstri esimesel neljal nädalal, peale seda võib tulla väiksemaid täpsustusi detailides. Viimane versioon on kättesaadav eksamisesiooni alguseks. Kasutada tuleb materjali viimast versiooni.

## 1. ÕPPEAINED, HINDAMINE JA TÄHTAJAD

On võimalik deklareerida kaks seotud õppeainet: IDX5711 (Intelligentsed süsteemid) ja IDX5712. Mõlemad õppeained (kui neid saab valida ja kui nad on valitud) tuleb deklareerida Moodle's märgitud õppejõududele.

Mõlemat õppeainet vastatakse sellele õppejõule, kellele vastav aine on deklareeritud, sõltumatult sellest, kelle harjutustes on käidud.

IDX5711 hinne moodustub hindepunktide summa põhjal. Järgnevas tabelis on toodud hindepunktide teemad, hindepunktide saamise ajavahemik ning antud teema maksimaalselt arvestatav punktide arv (kõigile neid aineid läbivatele üliõpilastele, sh kaugõppijatele).

Hindepunktide teema	Ajavahemik (k.a.)	Max punkte	Märkused
1. töö esitamine	Kuni 7. nädala lõpuni*	3	Esitatakse Moodle foorumisse.
1. tööle tehtud retsensioonid	Kuni 9. nädala lõpuni*	2	Retsensioon on individuaalne, esitatakse Moodle foorumisse. Üks korralik retsensioon annab selle autorile maksimaalselt 1 p. Retsenseerimiseks peab retsensendil olema oma töö foorumisse laetud. Retsenseeritakse neid töid, millel on kõige vähem retsensioone (vt jaotis 3).
1. tööle saadud retsensioonid	Kuni 9. nädala lõpuni*	1	Üks korralik retsensioon annab tööle (s.t. kõigile osavõtjatele) maksimaalselt 1 p.
1. töö lõpptähtaeg	Kuni 11. nädala lõpuni*	10	
2. töö esitamine	Kuni 14. nädala lõpuni*	3	Esitatakse Moodle foorumisse.
2.tööle tehtud ja saadud retsensioonid	Kuni 16. nädala lõpuni*	3	Retsenseerimise põhimõtted ja punktid on samad nagu 1. töö puhul (võimalik saada 2 p tehtud retsensioonide ja 1 p saadud retsensioonide eest)
2. töö lõpptähtaeg	Kuni 16. nädala lõpuni*	10	
Testid ja kaastöö auditooriumis	Kuni 16. nädala lõpuni*	12	Testid toimuvad loengute või harjutuste ajal. Testi teade on Moodle's vähemalt kaks nädalat enne testi. Õppejõud võib pidevalt hinnata ka kaastööd auditooriumis, sh õppetööst osavõttu.
Ettekanded	Kuni 16. nädala lõpuni*	6	Ettekanne on üldjuhul individuaalne ja annab maksimaalselt 6 p (vt jaotis 4).
Eksam		50	Vt jaotis 5

\* "Kuni X. nädala lõpuni" = "töö jõuab kohale hiljemalt X. õppenädala pühapäeva õhtul". Näide: "kuni 7. nädala lõpuni" = "töö on kohale jõudnud hiljemalt 19.03.2017 kell 23:59.59" (aga ärge jätke saatmist viimasele hetkele, et vältida ootamatusi).

### Vastamine ja hindamine.

- IDX5711 hinde saamiseks on kohustuslikud mõlemad tööd ja eksam. Eksamile saamiseks on

vaja väljaspool eksamit koguda vähemalt 15 punkti (vt tabel ülal). Positiivse hinde saamiseks tuleb eksamilt (vt jaotis 5) saada vähemalt 15 punkti.

- Eksamieelduste ja eksami punktisummad summeeritakse, hinde vastavus summale: 51...60 punkti - hinne 1; 61 ... 70 punkti - hinne 2; 71 ... 80 punkti - hinne 3; 81 ...90 punkti - hinne 4; 91 ja enam punkti - hinne 5.
- Hindamine toimub jooksva semestri reeglite järgi (nt nõuded töödele, iseseisvate tööde esitamine jne; hindepunktid kehtivad jooksva semestri eksamisessiooni lõpuni).
- Eksamit või arvestust saab vastata ainult siis, kui õppeinfosüsteemis on võimalik hinne välja panna (kui aine on vastatud ja osutub, et hinnet välja panna ei saa, muutub hinne kehtetuks).
- IDX5712 tuleb vastata. Kui IDX5712 on deklareeritud, siis saab seda hinnata projekti alusel (vt jaotis 2, hindamine ei sõltu esitamise ajast ega retsensioonidest).
- 1. või 2. töö esitamine peale töö lõpptähtaega (vt tabel ülal) annab 50% saadud hindepunktidest.
- Kui 1. tööd ei ole esitatud, tuleb 2. töö arvestamiseks ja hindamiseks lisada sellele esimese töö kaks esimest osa.
- Ettekande tegemine peale 16. nädala lõppu annab 50% saadud ettekande hindepunktidest.

Lisainfot vastamise ja hindamise kohta on Moodle's ja aadressil tepandi.ee. Kehtivad ka muud TTÜ reeglid.

Õpiväljundid. Kursuse edukalt läbinud üliõpilane:

1. kirjeldab ja selgitab intelligentsete süsteemide ja tehisintellekti põhiseisukohti, võimalusi ja probleeme;
2. selgitab ja rakendab teadmiste esitamise ja järeldamise, masinõppe ja otsingu meetodeid;
3. oskab analüüsida igapäevaelu probleeme ja otsustada, milliseid ülesandeid on otstarbekas realiseerida intelligentsete süsteemide meetoditega;
4. oskab spetsifitseerida ja realiseerida lihtsaid intelligentsete süsteemide prototüüpe ning hinnata nende tulemusi.

## 2. ISESEISVAD TÖÖD JA ÕPPEAINE IDX5712

### 2.1. Ülevaade, autorid, maht, vormistus

Kursuse käigus esitatakse kaks iseseisvat tööd, kumbki sisaldab neli osa. Tööd annavad väljavõtte süsteemi arendusest alates lähteideest ja lõpetades kahe järjestikuse prototüüpsüsteemi realiseerimise, testimise ja hindamisega.

Eeldatakse, et loodavad süsteemid kasutavad tehisintellekti teooriat ja meetodeid (vrd kursuse materjal, sh jaotis 1.3) ning et autorid, lähteolukord ja ülesande püstitus on mõlemal pool samad.

Tööl võib üldjuhul olla kuni kolm autorit (kui sisuliselt on vaja rohkem autoreid, tuleb see juhendajaga kirjalikult kooskõlastada). Kolme autoriga töödes tuleb kirjeldada, kuidas töö oli autorite vahel ära jagatud. Tööde mahu arvulised näitajad (näiteks nõuete arv) on antud allpool arvestusega, et töödel on kaks autorit. Kui autoreid on rohkem või vähem, tuleb näitajaid proportsionaalselt suurendada või vähendada.

Vormistus peaks jälgima allpool toodud struktuuri. Tööd peaksid olema vormistatud nagu projekti dokumentatsioon (kõik tulemused on selgitatud ja põhjendatud). Käesolevas korralduse failis toodud selgitavaid tekste pole vaja töösse panna. Jaotise lõpus on iseseisva töö tiitelleht, kus töö pealkiri peaks kajastama töö sisu.

Alltoodud kirjeldused annavad töö struktuuri ja ei ole piisavad töö tegemiseks - vajalikud teadmised ja oskused antakse kursuse materjalis, loengutes, praktikumides, lisamaterjalides.

Võimalik on teha ka alltoodust erinevad tööd. Need tuleks kirjalikult kooskõlastada õppejõuga semestri alguses. Näide: leida mõni uus reeglisisüsteemide, närvivõrkude, otsustuspuude vms tarkvara,

anda selle kirjeldus ja juhend, mida saaks üles panna teistele kasutamiseks, teha näiteülesanne.

## 2.2. Esimene töö

### 2.2.1. Lähteolukord, süsteem, sisend- ja väljundmõisted, konkureerivad rakendused

Kokkuvõte ja maht: esitatakse realistlikult antud organisatsioon (lähteolukord), süsteem, võrdlus olemasolevate süsteemidega ja vähemalt 10 sisend- ja 4 väljundmõistet. Eeldatakse, et see kirjeldus kehtib nii 1. kui ka 2. töö puhul.

Kirjeldatakse lähteolukorda – tavaliselt organisatsiooni, mille jaoks süsteemi luuakse. Miks hakatakse süsteemi arendama, kes süsteemi loomise on algatanud, kes süsteemi finantseerib, kes tegeleb süsteemi hoolduse ja kaasajastamisega, kes hakkab süsteemi kasutama.

Lähteolukorra kirjeldus on väga oluline, sest ta annab aluse süsteemi kavandamiseks ja hindamiseks.

Paljudel juhtudel on lähteolukord eelnevalt olemas, näiteks on autori(te)l oma töö juures vaja luua uut süsteemi. Kui seda ei ole, võib lähteolukorra fantaseerida. See on ka ainuke osa tööst, mille võib välja mõelda – süsteem ja järgnevad osad peavad lähteolukorrast lähtuma ja süsteemi prototüübid peavad tegelikult realiseeritud.

Kirjeldatakse süsteemi - mida ta teeb, milliseid vajalikke probleeme lahendab, mida ettevõttele ja inimestele annab, kes on kasutajad. Süsteemi sobivuse käesolevasse kursusse määrab see, kui võrd see mahub intelligentsete süsteemide mõiste alla (vt ka kursuse materjal - kaks mõistet), sealhulgas - kui selgelt on olemas lahendusalgorithm või päring. Kui selget algoritmi /päringut ei ole, siis võiks ülesanne sobida. Kui selge lahendusmeetod on teada, pole selle kursuse meetodeid mõtet kasutada.

Mõned juhendid sobiva ülesande valikuks on kursuse põhimaterjal. Lisakitsendusi ülesande keerukusele ei ole – keerukus tuleneb töödele esitatavatest nõuetest. Näiteks, kui süsteem on kavandatud realistliku ja kasulikuna, siis ei saa ta olla triviaalne. Teisest küljest, püstitatud ülesanne võib olla kuitahes keerukas, peaasi et seda oleks võimalik spetsifitseerida ning et leiduks alamülesanne, mida tuleb projekteerida ja realiseerida kursuse meetodeid kasutades.

Sisend- ja väljundmõisted: töös antakse antud sisend- ja väljundkeele / mõistete kirjeldus tabelina või muus selgelt eristatavas vormis.

Näide - ekspertsüsteemi puhul on selliseks analüüsiks sisend- ja väljundkeele (mõistete) kirjeldus. Nimelt "tõlgib" ekspertsüsteem enamasti kasutaja probleemi (esitatud kasutaja terminites) mingitesse muudesse mõistetes (muude "keelde"). Näiteks, probleem "*tahan osta külmkappi, mul on peres kolm inimest, köök on väike ja asub toa kõrval, eelistan osta hulgi koju ja tarbida pika aja jooksul, söön palju lihatooteid, ei taha väga kallist, elan Tallinnas jne*" teisendatakse sooviks "*soovin osta järgmist külmkappi: Kõrgus/laius/sügavus: maksimaalselt .../.../..., Hind maksimaalselt ...EEK, Brutomaht: minimaalselt... liitrit, Kasulik maht: minimaalselt ... liitrit, Energiakulu: maksimaalselt ...kWh/24h, Energiaklass: B, Kompressorite arv: minimaalselt ..., Müratase: maksimaalselt ... dB, Uste arv: ... jne*". Viimase kirjelduse põhjal saab juba teha päringu külmkappide andmebaasi, et leida sobiv toode.

Sisendkeele mõisteteks on toodud näites külmkapi ostu soov, inimeste arv perekonnas, köögi ja tubade suurus ning asetus, tarbimisharjumused, ostujõud, elukoht jne.

Väljundkeele mõisteteks on kõrgus/laius/sügavus, hind, brutomaht, kasulik maht, energiakulu, energiaklass, kompressorite arv, müratase, uste arv jne.

Üldjuhul pole mõtet teha ekspertsüsteemi, milles viimasena toodud mõisted on sisendiks ning külmikute tüübid on väljundiks – see on andmebaasi ülesanne.

Veel näide: arvutite müügi veebisaitidel pakutakse arvuteid tihti stiilis „*Firma Seeria Versioon – Molecule N435 / 3,7 GHz - RAM 4 GB - HDD 500 GB - GMA 3150 - WLAN : 802.11b/g/n - MeeGo - 10.1" Widescreen LED backlight TFT 1024 x 600 ( WSVGA )Hind : 540.-*”. Tavakasutajale jääb see arusaamatuks, pole selge, millest tulenevad hinnavaheed ja millist arvutit nad peaksid ikkagi ostma. Mõistlikum oleks pakkuda kasutajale valik kasutusviisile orienteeritud küsimustest, näiteks: *Milleks vajate arvutit? Kas vajate arvutit endale või firmale? Kas soovite tekstitöötlust? tabelarvutust?*

*mängida mängu? vaadata filme?... Kas kuvarit on vaja? Millist? ....Milline hinnavahe on vastuvõetav?... ning anda siis vastus stiilis: ...Teie nõudmisi rahuldavad ..... (hind 750.-) või ..... (veidi aeglasem, hind 560.-). Jällegi on tegemist kahe keelega – üks on tavakasutaja keel ning teine on tehniline keel. Süsteemi ülesanne on tõlkida ülesanne kasutaja keelest tehnilisse keelde.*

Märkus: Võiks rääkida lihtsalt sisendi(te)st ja väljundi(te)st. Tavaliselt moodustavad need siiski süsteemi (keele, mõistestiku, ontoloogia,...) ja selliselt on ülesannet parem analüüsida.

Võrdlus olemasolevate konkureerivate süsteemidega: kas on süsteeme, mis lahendavad sama ülesannet? Kas neid saaks kasutada? Kui ei, siis mis seal on puudu?

Väga oluline on, et süsteem oleks tõepoolest realistlikuna ja kasulikuna kavandatud. Selleks on vaja põhjendada kasutatavaid meetodeid. Näiteks kui tegemist on kursuste, autode või kinnisvara valiku süsteemiga ja mingi muu analoogiline vahend on juba tegelikult realiseeritud, peab süsteemi koostamisele eelnema analüüs: mida saaks olemasolevas lahenduses paremini teha? Kas selleks saab kasutada kursuse meetodeid või vahendeid? Kui jah, siis kui palju see maksab ja kas see tasub ära (raskem küsimus)? Võib olla ka nii, et vastused neile küsimustele tekivad alles peale iseseisva töö valmisaamist - siis tuleks seda märkida kokkuvõttes.

### 2.2.2. Seoste analüüs, realiseerimise otstarbekus, riskid

Kokkuvõtte ja maht: tuuakse sõltuvuste/reeglite komplekt (kahepeale tehtud töös vähemalt 10), mis täpsustavad, kuidas sisendmõistetest saadakse väljundmõisted. Analüüsitakse intelligentse süsteemina realiseerimise otstarbekust ja riske.

Sõltuvuste/reeglite komplekt - kuidas sisendmõistetest saadakse väljundmõisted. Näiteks, tarbimisharjumused mõjutavad külmkapi mahtu, kuid arvatavasti mitte eeldatavat mürataset. Võib kasutada kui-siis reegleid, otsustuspuud, närvivõrgu struktuuri analüüsi, freime jne. Sobivad ka algoritmid, päringud, programmid, kuid ainult nendest ei piisa – siis võiks juba rakendada programmeerimist või andmebaase.

Intelligentse süsteemina realiseerimise otstarbekus. Lähtudes eelnevast analüüsist, kas antud kujul formuleeritud ülesannet on mõtet realiseerida intelligentse süsteemina (näiteks reeglisisüsteemina - võrreldes teiste meetoditega on see tavaliselt kallim) või saab selleks kasutada teisi meetodeid.

- Võib tunduda, et reeglisisüsteemi saaks esitada lihtsa kaalude muutmise abil – vastavalt sisendite väärtustele liidetakse väljundite kaaludele positiivseid või negatiivseid väärtusi. Matemaatiliselt võiks sellisel juhul süsteemi väljundit (väljundväärtuste vektorit) kujutada sisendväärtuste vektori ja kaalude maatriksi korrutise vm tehete abil. Nii koostatud süsteemi on siiski väga raske siluda. Sellise süsteemi tegemiseks on otstarbekam kasutada matemaatilisi funktsioonide lähendamise või õppimise meetodeid, näiteks regressioonianalüüsi. Ka on sellist süsteemi (vektori ja maatriksi tehted) lihtsam realiseerida mõnes programmeerimiskeeles - reeglisisüsteemid on selliseks realisatsiooniks ebavajalikud ja kohmakad.
- Kui on olemas selge idee, kuidas mingi ülesande lahendamiseks kasutada andmebaasi (näiteks kirjutades andmebaasi päringuid), siis pole mõtet kasutada intelligentseid süsteeme.
- Kui on olemas selge algoritm mingi ülesande lahendamiseks programmi abil, siis pole mõtet kasutada intelligentseid süsteeme.
- Ka otsustuspuud on realiseerimisel lihtsamad ja kui nende abil saab ülesande lahendada, siis pole mõtet kasutada intelligentseid süsteeme.

Saamaks aru, kas ülesanne sobib iseseisvateks töödeks, võib kasutada järgmist testi: kas saab kohe teha andmebaasi päringu või programmi? Kui näiteks arvuti valiku puhul on sisenditeks HDD 500 GB või ekraan 24", siis saab nende põhjal teha andmebaasi päringu ja leida arvutid. Kui sisendid iseloomustavad kasutajat või töö laadi, siis tavaliselt sellist päringut kohe teha ei saa. Rusikareegel: kui sisendkeel on objekti omaduste mõistetes (nt koera suurus) ja väljund on objektid (nt koeratüübid), siis on enamaltjaolt tegemist andmebaasi ülesandega. Kui sisendkeel on subjekti mõistetes (nt koeraomaniku iseloom või elulaad) ja väljundid on objektid (nt koeratüübid), võib olla tegemist

ekspertsüsteemide ülesandega.

Täpsemalt on ülesande sobivuse kriteeriumid kirjeldatud kursuse materjalis.

Riskid. Esitatakse projekti olulisemad riskid ja otsus jätkamise kohta (võib-olla tuleks projekt siinkohal lõpetada?). Riske tuleks iseloomustada mõju ja sageduse (tõenäosuse) kombinatsiooniga, vt nt [tepandi.ee/tks-loeng.pdf](http://tepandi.ee/tks-loeng.pdf), jaotis 3.1.2.

### 2.2.3. *Esimene realisatsioon (reeglisüsteem), selle kirjeldus töös*

Kokkuvõtte ja maht: realisatsioonis peaks kahepeale tehtud töös olema vähemalt 50 alamkomponenti (reeglit vms). Näiteks EXSYS puhul on komponendiks reegel – kui avada Logic Block, panna kursor esimesele reale ja liikuda "Rule" noolega, saab hinnata reeglite arvu.

Realisatsioon. Esimeses töös antud realisatsioon tehakse standardsete tööde puhul ühes järgmistest vahenditest: EXSYS, Clips, JESS, JBoss Rules, ärireeglite süsteemid, muud täisfunktsionaalsusega reeglisüsteemid. Süsteemi EXSYS kättesaadavust selgitatakse harjutustundides.

Kui realiseeritavad omadused nõuavad teistsuguseid vahendeid (nt loomuliku keele mõistmine, kõnetuvastus jne), siis kasutatakse neid, kooskõlastades seda eelnevalt õppejõuga.

Kui reaalne vajalik maht on suurem ettenähtust, võib realiseerida vajaliku mahu olulisematest komponentidest ning kirjutada selgituseks, millised osad on realiseeritud.

Realisatsiooni kirjeldus töös. Realiseeritud osade tekstid tuleks lisada töö teksti faili (näiteks Exsys puhul võib selleks kasutada Print käsku, printides faili ja lugedes saadud faili sisu töö lõppu). Clips tekstid tuleb panna töö lõppu lisasse.

Kasutusjuhend peaks kindlasti sisaldama kirjelduse loodud komponentidest ja nende füüsilisest asukohast. Vajadusel tuleks kirjeldada süsteemi installeerimist, käivitamist ning kasutamist (kui see erineb standardsest). Installeerimise jne kirjeldused on mõeldud rohkem realisatsiooni jaoks, mille aluseks ei ole Exsys. Exsys puhul võiks seal kirjutada väga lühidalt, millised failid kuuluvad rakendusse.

Dokumenteerimise puhul peaks lähtuma sellest, et realisatsioon oleks töö kirjelduste põhjal teostatav ning hinnatav.

### 2.2.4. *Testide projekteerimine, testimine, hinnang*

Kokkuvõtte ja maht: pakutakse vähemalt 10 testi süsteemi hindamiseks. Testid valitakse lähtuvalt reaalse kasutamise olukordadest (kasutamise stsenaariumist), mitte kavandatavast realisatsioonist.

Testide projekteerimine. Üks osa tööst oli luua praktiline ülesande püstitus, testimine peaks toimuma sellest lähtudes. Seega valitakse testid lähtuvalt reaalse kasutamise olukordadest (kasutamise stsenaariumist), mitte kavandatavast realisatsioonist. Iga testi puhul kirjeldatakse järgmisi komponente:

- testi identifikaator
- testolukord (sisuline!) - kirjeldada konkreetset kasutajat konkreetsetes probleemolukorras
- millist omadust testib
- testi sisendid
- kirjeldatud kasutajale tegelikult kasulikud väljundid (eksperdi hinnang)

Funktsionaalsete testide projekteerimisel püütakse valida võimalikult erinevaid kasutuse stsenaariume. Näiteks külmikute puhul: üksik/perega tudeng; suur/väike pere maal; madala/kõrge sissetulekuga pere linnas; jne.

Testi väljundite prognoosil tuleks jälgida, et prognoositud väljundid tõesti annaksid adekvaatse tulemuse antud kasutaja ja stsenaariumi jaoks. Näiteks:

- kui tegemist on üksi elava tudengiga, kes soovib ajutist külmkappi, poleks testi oodatava vastusena uus 300-liitrine külmkapp ilmselt õige
- kui soovitakse üllatuskingitust vanaemale, pole testi vastusena raftingu pakkumine üldjuhul

mõttekas ega reaalne

- kui stsenaarium on "tahaks aukliku- ja porisevõitu teedega maakodu jaoks autoga aeg-ajalt kipsplaate, muud remondivärki, istikuid jne vedada", siis uus kerge sõiduauto testi väljundina ei ole adekvaatne
- jne

Mis oleks mõttekad väljundid eelnevate näidete puhul? Selliste stsenaariumide väljapakumine eeldab, et süsteemi autoril on valdkonnast mingi teadmine. See on ka loomulik, mitteõppiv süsteem ei ole üldjuhul targem kui tema autor.

Testimine. Loodud realisatsiooni testitakse projekteeritud testide põhjal. Selleks antakse loodud süsteemile ette testide sisendid, registreeritakse süsteemi poolt antavad väljundid ning hinnatakse, kas need väljundid on adekvaatsed. Vajadusel lisatakse veel teste.

Kui mõnda mittefunktsionaalset testi pole tehnilistel põhjustel võimalik läbi viia (näiteks, koormustestid), siis püütakse prognoosida või muudmoodi hinnata süsteemi vastavust testis antud nõudmistele. Kirjeldatakse testitulemused: kas oodatavad ja tegelikud tulemused klappisid? Kui ei, siis kui tõsised olid kõrvalekalded?

Esimese realisatsiooni, meetodi ja vahendi hinnangud. Antakse hinnang esimesele realisatsioonile ja testimisele, vastates järgmistele küsimustele:

- Kas ja kuivõrd süsteem rahuldab püstitatud nõudmisi?
- Milline oli testimise põhjalikkus?
- Kas ülesande püstitust, nõudmisi jne tuleks muuta?
- Kas süsteemi saab vastu võtta ja miks?
- Millised probleemid tuleks lahendada järgmises realisatsioonis?

Antakse hinnang meetodile ja vahendile, vastates järgmistele küsimustele:

- Kas kasutatud meetod sobib ülesande lõplikuks lahendamiseks?
- Kas intellektitehnika meetodite kasutamine oli õigustatud (kas saaks piirduda lihtsamate meetoditega)?
- Kas oleks vaja keerukamaid meetodeid?
- Kas vahend sobis, mis olid plussid - miinused, kas mingi teine vahend oleks võinud olla parem?

## 2.3. Teine töö

### 2.3.1. Õppimisandmed, nende kirjeldus töös

Kokkuvõte ja maht: esimeses töös antud ülesande lahendamiseks masinõppe meetodite abil kavandatakse ja esitatakse vähemalt 30 komplekti õppimisandmeid.

Õppimisandmed. Sisendite ja väljundite väärtused tulevad kodeerida nii, et neid saaks valitud õppiva süsteemi treenimiseks kasutada. Kuna 30 objekti on õppimiseks tavaliselt vähe, võib valida osa sisenditest ja väljunditest. Kodeerimisel on tihti vaja eksperimenteerida, et leida treenimiseks sobiv esitus. Näiteid kodeerimisest närvivõrgu jaoks:

- kui sisend on arv (nt korteri pindala), on see otse kasutatav sisendis, vajadusel normaliseerides
- kui sisend antakse järjestatud kvalitatiivsel skaalal (nt väike, keskmine, suur), saab selle teisendada arväärtuseks
- kui väljundi väärtus kuulub järjestamata hulka (nt gerbera, roos, tulp), siis on üks võimalus teha iga sellise väärtuse jaoks eraldi väljund, mille suurus iseloomustab antud väärtuse

kindlustegurit (nt skaalal 0...1)

Õppimisandmete kirjeldus töös. Õppimisandmed lisatakse töö dokumentatsiooni või lissasse.

### 2.3.2. *Teine realisatsioon (masinõpe), selle kirjeldus töös*

Kokkuvõtte ja maht: esimeses töös antud ülesanne lahendatakse masinõppe meetodite abil.

Realisatsioon. Ülesanne realiseeritakse närvivõrkude vm õppiva süsteem abil, kasutades eelmises osas esitatud õppimisandmeid

Realisatsiooni kirjeldus töös. Projekti dokumentatsiooni lisatakse loodud treenitud süsteemi esitus (nt närvivõrgu puhul kaalude fail).

Kasutusjuhend peaks kindlasti sisaldama kirjelduse loodud komponentidest ja nende füüsilisest asukohast. Vajadusel tuleks kirjeldada süsteemi installeerimist, käivitamist ning kasutamist. Dokumenteerimise puhul peaks lähtuma sellest, et realisatsioon oleks töö kirjelduste põhjal teostatav ning hinnatav.

### 2.3.3. *Teise realisatsiooni testimine, hinnang*

Kokkuvõtte ja maht: teine realisatsioon testitakse ja hinnatakse, kasutades esitatud testandmeid ning hinnatakse testimise tulemust.

Teise realisatsiooni testimine ja hindamine on analoogiline esimesega, tuleb jälgida kõiki jaotises 2.2.4 toodud nõudeid.

Kui testandmed erinesid esimese realisatsiooni testandmetest, tuleb need lisada töösse.

### 2.3.4. *Süsteemi hinnang, soovitus, meetodite/vahendite võrdlus*

Kokkuvõtte ja maht: Antakse lõpphinnang süsteemile. Esitatakse soovitus edasiseks. Võrreldakse kahte erinevat realisatsiooni, analüüsitakse tulemusi. Kumb süsteem andis täpsemad vastused?

Lõpphinnang süsteemile:

- Mida planeeriti ning kui suures ulatuses see on realiseeritud? Kas ja kui võrd süsteem rahuldab püstitatud nõudmisi? Millised funktsioonid ja nõudmised jäid rahuldamata või kontrollimata?
- Milline oli testimise põhjalikkus?
- Millised probleemid tuleks lahendada järgmises realisatsioonis?

Esitatakse soovitus edasiseks, vastates järgmistele küsimustele:

- Kas ja millist realiseeritud süsteemidest võib vastu võtta?
- Millised on vastuvõtmise riskid?
- Kui kumbki pole veel vajalikul tasemel, siis kas püstitatud ülesannet tasub edaspidi siiski realiseerida?
- Millised vahendid oleksid selleks otstarbekad?
- Kas ülesande püstitust ja/või nõudmisi tuleks muuta?
- Kokkuvõttlikult - kas projekt vastu võtta, katkestada, edasi lükata, edasi arendada, formuleerida uue projektina vms?

Analüüsitakse kasutatud meetodeid ning nende otstarbekust:

- Millisel määral realiseeriti intelligentsete süsteemide omadusi?
- Kas selline realisatsioon oli otstarbekas või oleks saanud lihtsamalt hakkama (näiteks, kasutades mõnes programmeerimiskeeles esitatud algoritme)?
- Kas oleks vaja hoopis keerukamaid meetodeid?
- Kas vahendid sobisid, mis olid plussid - miinused, kas mingid teised vahendid oleksid võinud



olla paremad?

- Kasutatud vahendite võrdlus: milline kahest kasutatud vahendist oli selle lähteolukorra ja ülesande jaoks parem ning miks?
- Autorite poolne tagasivaade – millised olid tehtud projekti head küljed ja vead? Mida tuleks järgmises projektis paremini teha, kuidas?

#### 2.4. Näiteid probleemidest iseseisvates töödes

Ideid selleks, et hinnata oma töid, on toodud retsenseerimise jaotises 3. Sealsed soovitusel teise üliõpilase töö analüüsiks sobivad ka oma töö hindamiseks. Allpool on ka näiteid tüüpilistest probleemidest.

- Organisatsioon / lähteolukord on puudulikult määratletud (nt pole aru saada, kes süsteemi vajab).
- Pole arusaadav, kes ja kuidas hakkab süsteemi kasutama, kus süsteem paikneb.
- Võrdlus teiste süsteemidega on puudu. Tavaliselt mingid vahendid on juba olemas, nad ei pea olema "intelligentsed", aga võib-olla neist piisab? Kui ei, siis miks?
- Ülesande lahendamiseks pole tegelikult vaja intelligentsete süsteemide tehnoloogiat, kuid see ei tule välja projekti lõpus toodud analüüsist. Ülesande laad võib olla alguses ebaselge ning selguda lõpuks – sellisel juhul peab see olema analüüsis märgitud.
- Realiseeritud on kaaludega süsteem, kus sisendite väärtused määravad mingite vaheparameetritele lisatavad või neist lahutatavad väärtused (vt ülal p 2.2.2). Tulemus on tegelikult määratud kaalude maatriksiga. Sellist süsteemi saaks luua, kasutades näiteks regressioonianalüüsi ja realiseerida lihtsa algoritmi (maatriksi ja vektori korrutis) abil.
- Reeglisüsteemi (või muud kursuse vahendit) kasutatakse selleks, et realiseerida süsteemi loogika juhulikke komponente, loogikat terviklikult uurimata (kusjuures selline terviklik uurimine oleks võimalik).
- Testid testivad süsteemi loogikat, mitte ülesande loogikat.
- Teise realiseerimise testid on tegemata.
- Esimene või teine töö: puudub realiseerimine, selle kirjeldus, testimine, hindamine vms.
- Arusaamatu lauseehitus, kirjavead, puuduv sisukord, puuduvad lehekülgede numbrid.

#### 2.5. Korduma kippuvaid küsimusi

Lisaks alltoodud küsimustele vt ka [tepani.ee/kkk](http://tepani.ee/kkk).

##### 2.5.1. Kas töid saab teha ka üksi või kolme peale?

Ülal on toodud tööde mahu kirjeldus arvestusega, et mõlemat tööd teevad ühiselt kaks autorit.

Iseseisvad tööd võib teha üksi, sel juhul on kõik arvulised nõudmised (nõudmiste, seoste, reeglite jne arvud) kaks korda väiksemad. Kolme peale tehes on maht proportsionaalselt suurem. Kolme autoriga töödes tuleb kirjeldada, kuidas töö oli autorite vahel ära jagatud.

##### 2.5.2. Millised ülesanded sobivad iseseisvaks tööks?

Sobivad näiteks otsustusülesanded, mille lahendamiseks puudub selge algoritm, näiteid on toodud ülal iseseisvate tööde kirjelduses.

Kui ülesannet saab lahendada andmebaasi päringuga (või kui selleks on olemas mõni muu selge algoritm, mida saab programmiselt realiseerida), siis tasubki nii teha, seega pole mõtet selle kursuse meetodeid kasutada.

Samuti pole mõtet selle kursuse meetoditega lahendada ülesandeid, mille realiseerimiseks piisab, kui iga sisend annab igale väljundile teatud pluss- või miinuspunktid (EXSYS realiseerimisel on siis iga sisendi kohta üks reegel, mis iga väljundi kaalule lisab positiivse või negatiivse arvu). Sellist väärtuste

lisamist tabeli põhjal on lihtne programmiselt realiseerida.

Üsna sageli osutub ka (näiteks ekspertsüsteemi puhul), et süsteemi väljundi põhjal saab moodustada andmebaasi päringu, mis teeb lõpliku valiku.

Liiga keerukad ülesanded pole semestri jooksul lahendamiseks realistlikud, samas on tihti võimalik ülesannet laiendada, kitsendada või teisendada, nii et ta muutuks sobivaks iseseisva töö teemaks.

### 2.5.3. Milliseid vahendeid kasutada iseseisvates töödes?

Iseseisvates töödes võib kasutada mitmesugust tüüpi vahendeid (vt ülal tööde kirjelduste juures). Närvivõrkude, ekspertsüsteemide ja otsustuspuude võrdlus on toodud kursuse materjalis.

## 2.6. Õppeaine IDX5712 ja iseseisvad tööd

Kaks iseseisvat tööd moodustavad projekti, mille alusel hinnatakse ka õppeaine IDX5712.

Kui IDX5712 on deklareeritud, siis võib tööd kohe foorumisse üles laadida selle koodiga.

Ainet IDX5712 võib teha ka sõltumatult iseseisvatest töödest.

## 3. RETSENSIOON

Iga üliõpilane võib retsenseerida sama kursuse raames samal semestril tehtud töid. Retsenseerijale annab see kogemuse, kuidas vaadata kõrvalt teist analoogilist tööd ning näha selle väärtusi ja probleeme. Töö autorile annab retsensioon head tagasisidet ning võimaluse oma tööd parandada (kui retsensioon on esitatud mõistlikul ajal). Analüüsitakse jooksva semestri töid, ka siis, kui aine oli deklareeritud varem.

### Retsensiooni tegemine

- Retsenseerida saab vaid see üliõpilane, kelle oma vastav töö on foorumisse laetud.
- Retsenseeritakse neid töid, millel on kõige vähem retsensioone - eesmärk on vältida olukordi, kus ühel tööl on mitu retsensiooni (suur arv retsensioone ei anna töö autorile erilist lisaväärtust) ja teisel pole ühtegi (autoril jääb saamata tagasiside ja retsenseerimise hindepunktid).
- Retsensiooni võib teha vaid lõpetatud töödele.

### Retsensiooni saamine

- Eksamipunkte võib saada vaid nende retsensioonide eest, mille puhul on jälgitud retsensioonide tegemise nõudeid (vt ülal).

Retsensiooni esitamise tähtajad ning eksamipunktide arvestus on toodud jaotises 1.

Analüüsi struktuur on soovitatavalt järgmine:

#### 1. Retsenseerija andmed (nimi, rühm, kontakt)

#### 2. Vaadeldava töö andmed

- autori nimi, rühm
- töö liik (1. või 2. töö), nimetus, lühike sisu, versioon (vahe-või lõppversioon)
- töö staatus ja üleandmise kp
- analüüsi sisendid (näiteks: iseseisvad tööd, ainetöö, programm, tekst, dokumentatsioon, testitulemused,...)

#### 3. Töö analüüs

- Töö analüüs toimub jooksva semestri nõuete järgi

- Põhimõtted vt allpool

#### 4. Soovitus punktisumma kohta, iga osa maksimaalselt 2.5 punkti, maksimaalselt 10 punkti

Tööde analüüsil arvestatakse muuhulgas järgmist:

- Ülesande laad ja maht vastavad kursuse nõuetele
- Kõik vajalikud osad on olemas
- Töö mahu arvulised nõuded on täidetud
- On loodud realistlik lähteolukord ja ülesande püstitus, millest järelduvad töö ülejäänud osad. Võrdluses on toodud olulisemad analoogilised süsteemid
- Analüüs on realistlik ning sellest selgub, et intelligentsete süsteemide omaduste, funktsioonide või meetodite kasutamine on põhjendatud - ilma selleta ei saaks lähteolukorrast tulenevaid süsteemi ülesandeid lahendada (vähemalt püstituse ajal pole lahendus selgelt näha). Nende meetodite maksumus ja keerukus on vastuvõetav (või kui ei ole, siis pole see algaasis silmnähtav)
- Realisatsioon on töö kirjelduste põhjal teostatav ning hinnatav
- Realisatsioonid ja testimised arvestavad eelnenud tegevusi, töös kasutatakse kursuse meetodeid/vahendeid
- Kokkuvõtte on realistlik, kajastab tulemusi õieti. Näiteks, on täiesti normaalne, kui peale prototüüpide realiseerimist on ülesanne selgem ning seda saab nüüd realiseerida muude vahenditega. See ei tohiks siiski olla silmanähtav töö alustamisel, siis poleks see vastuvõetav teema
- Vormistamine: tiitelleht, sisu arvestavad lähteolukorda. Dokumentatsiooni kõik osad on olemas, sealhulgas vajadusel lähtekoodid (nt. ekspertsüsteemi reeglite tekstid või otsustuspuu struktuur). Vormistamine on korralik.

Näiteid probleemidest iseseisvates töödes on jaotises 2.4.

#### 4. ETTEKANNE

Ettekannete idee on süvendatult tutvuda mõne huvitava kursusega haakuva teemaga ning see koos läbi arutada. Ettekanded tehakse aine eriteemadele, kokkuleppel õppejõuga ka muudele teemadele. Ettekande sisu ja aeg lepitakse eelnevalt kokku, saates õppejõule ettekande teema ja materjalid/slaidid vähemalt kolm päeva enne ettekannet. Teema võib ise välja pakkuda (kursuse konsekti küsimustes on mitmeid teemasid, mille põhjal saaks teha ettekande) või küsida õppejõult.

Ettekanne esitatakse semestri jooksul loengute ja harjutuste käigus. Sessiooni jooksul on väga raske saada kokku kuulajaid, samuti muudab see ettekande idee mõttetuks. Esitus ja hindamine:

- Ettekande pikkus on 10...20 minutit, millele järgneb arutelu ca 10 minutit. Ühel loengul / ühes harjutuses saab esineda maksimaalselt 4...5 inimest.
- Vaikimisi toimuvad ettekanded materjalide saatmise järjekorras; kui see on võrdne, siis registreerimise järjekorras.
- Ettekanne on üldjuhul individuaalne. Pikem teema võib olla esitajate vahel alapunktide kaupa ära jaotatud.
- Saadud hindepunktide arv sõltub ettekande kvaliteedist (sisu, esitus, selgus, materjalid) ja kuulajate arvust.
- Maksimaalse hinnangu saamiseks peab kuulajaskonna suurus olema vähemalt 5 tudengit pluss õppejõud. Eksamipunktide arvu sõltuvus kuulajate arvust: lisaks õppejõule 5 või enam kuulajat – 100%; 2... 4 kuulajat – 60%; 0...1 kuulajat – 30%.

Soovitusi ettekandeks:

- Tutvustage ennast ja ettekande üldist struktuuri

- Jaotage ettekanne osadeks, tutvustage neid
- Andke selge ülesande püstitus
- Andke edasi loogika, kuidas lahendused tulenevad ülesande püstitusest
- Rääkige kuulajatele ja kuuldavalt
- Kasutage illustreerivat materjali (kui on slaidid, siis nende tekst peaks olema ruumi tagumisest reast loetav)
- Märkige ära, kust ettekande väited tulenevad (autor, ajakiri, raamat, veebileht) ja analüüsige, kas on esitatud ka teistsuguseid väiteid sama küsimuse kohta
- Jälgige kella, jätke aega küsimusteks

## **5. EKSAM**

Kui eksam on suuline, siis esitatakse viis lühikest küsimust või lihtsat ülesannet, igaüks annab maksimaalselt 10 p. Seega kogusumma on  $\leq 50$ p. Vastamine on vestluse vormis, ilma eelneva ettevalmistuse ja materjalideta.

Kirjalik eksam toimub valikvastustega küsimuste vormis.

Eksamiküsimused on toodud kursuse materjali iga jaotise lõpus eraldi alajaotises (küsimusi ja ülesandeid). Olulisemad kordamisküsimused ja ülesanded on eraldi esitatud kursuse materjali viimases jaotises. Eksamiküsimused võivad olla ka iseseisvate tööde kohta.

Kogu materjal on kiiresti muutuv ja lubab erinevaid tõlgendusi. Üldine põhimõte on, et oma seisukohad on ka eksamil teretulnud. Seejuures tuleb neid põhjendada ja osata võrrelda kursuse tõlgendusega, mida niisiis tuleb ka teada.

## **6. ISESEISVA TÖÖ TIITELLEHE NÄIDE**

Analoogiline tiitelleht (loomulike muudatustega) on ka õppeainel IDX5712. Kui IDX5712 on deklareeritud, siis võib projekti kohe foorumisse laadida selle koodi ja tiitellehega.

Esimene autor on põhiline kontakt kirjavahetuses.

Soovitav on mitte panna üliõpilaskoodi tiitellehele.

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
TARKVARATEADUSE INSTITUUT**

**Suuliste käskluste tuvastamise alamsüsteem lennusimulaatorile  
1 töö õppeaines "Intelligentsed süsteemid" (IDX 5711)**

**Koostajad:** *[esimene autor on põhiline kontakt  
kirjavahetuseks]*

**Tõnu Tamm, õpperühm:** ....., **e-post**.....

**Piret Pärn, õpperühm:** ....., **e-post**.....

**Esitatud:** .....

**Juhendaja:** ..... *[pange selle juhendaja nimi,  
kellele aine deklareerisite ja kes hindab]*