SZAKIRÁNYOS LABORJAINK

(Vitaanyag)

Készítette:

Kovács Dániel László (dkovacs@mit.bme.hu)
Strausz György (strausz@mit.bme.hu)

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

2008, július

TARTALOMJEGYZÉK

1 BEVEZETŐ 3

2 „5 ÉVES" SZAKIRÁNYOS LABORJAINK 3

2.1 MESTERSÉGES INTELLIGENCIA LABOR (VIMM4344) 3
2.2 ELOSZTOTT INTELLIGENS RENDSZEREK LABOR (VIMM4375) 4
2.3 RENDSZERTECHNIKAI LABOR I. (VIAU4072) 6

3 B.SC. SZAKIRÁNYOS LABORJAINK 8

3.1 INTELLIGENS RENDSZEREK I. LABOR (VIMIA360) 8
3.2 INTELLIGENS RENDSZEREK II. LABOR (VIMIA430) 9

4 M.SC. SZAKIRÁNYOS LABORJAINK (ELŐZETES JAVASLAT) 12

4.1 MESTERSÉGES INTELLIGENCIA MÓDSZEREK ALKALMAZÁSAI LABOR 12
4.2 BEÁGYAZOTT INTELLIGENS RENDSZEREK LABOR 14

5 ÖSSZEFOGLALÁS 17

1 BEVEZETŐ

A jelen anyag célja, hogy gyakorlati szakirányos oktatásunk kontextusában vitaindító anyagként szolgáljon a tervezett M.Sc. szakirányos laborjaink tematikájára. Ennek érdekében összefoglalásra kerül a kifutó „5 éves", és a frissen indított B.Sc. szakirányos képzéseink laborjainak tematikája. Részben erre építve készültek el a 4. fejezetben olvasható M.Sc. szakirány-laboros javaslatok.

E laborok nevét most kell meghatároznunk, míg a tematika kidolgozására fel tudjuk használni a 2008 augusztusát.

Az anyag elkészítésének időpontjában egyelőre még a B.Sc. szakirányos képzés kellős közepén tartunk, túl az első féléves laboron, ámde még a második féléves labor megvalósítása előtt. Az M.Sc. szakirányos képzés várhatóan valamivel több, mint fél éven belül (2009 tavaszától) indul. Az első M.Sc. szakirány-labor nagyjából 1 éven belül (2009 őszétől) esedékes.

2 „5 ÉVES" SZAKIRÁNYOS LABORJAINK

Ebben a szakaszban összefoglalásra kerül az „5 éves" képzésben létrejött laborjaink tematikája. Az összefoglalás célja, hogy ötletet adjon az M.Sc. szakirányos laborjaink tematikájához. Az „5 éves" szakirányos képzés során ugyanis számos értékes labor, illetve laborgyakorlat született, és kristályosodott ki az évek során (feladattal, segédlettel, mérésvezetési tapasztalattal). Ezek a laborok szakmai szempontból kiválóan – még, ha nem is egy-az-egyben – alkalmasak lennének az M.Sc. képzésben való oktatásra. Kár volna veszni hagyni őket.

Az „5 éves" szakirányos képzésünk lényegében az „*Integrált Intelligens Rendszerek*" c. szakirány keretein belül valósult meg. Ezen belül két laborunk volt: **(1)** „*Mesterséges intelligencia labor*", és **(2)** „*Elosztott intelligens rendszerek labor*". Ezen felül részt vettünk még az AUT tanszék „*Számítógépek rendszer- és alkalmazástechnikája*" c. szakiránya „*Rendszertechnikai labor I.*" c. laborjának oktatásában. A következőkben az említett laborok gyakorlatait foglaljuk röviden össze.

Megjegyzés: az alábbi gyakorlatok kapcsán talán valamivel több információ szerepel, mint a rákövetkező „5 éves" szakirány-labor gyakorlatainál. Ennek oka pusztán csak az, hogy a jelen anyag szerzője szervesen részt vett e labor gyakorlatainak kidolgozásában, és így valamivel jobban ismeri őket.

2.1 Mesterséges Intelligencia labor (VIMM4344)

Ezt a labort közvetlen a szakirányra kerülés után, a szakirány első félévében, összességében a 7. félévben vehették fel az „5 éves" Műszaki Informatika szakos képzésen résztvevő hallgatók. A következő 4 mérést 2 **JADE** (**J**ava **A**gent **DE**velopment framework) demó (a csoport egyik, majd másik felének), és 1 JADE bemutató zárta körül. Így tehát összességében a hallgatóknak 6 foglalkozáson kellett részt venniük. A JADE-del kapcsolatos elemek egyébként a laborral párhuzamosan futó, „*Kooperatív Rendszerek (VIMM4343)*" c. szakirány-tárgy házi feladata kapcsán voltak jelen.

2.1.1 Egyszerű Következtető Rendszerek

Ez a gyakorlat a szabály-alapú (döntéstámogató) szakértői rendszerek gyakorlatába engedett bepillantást. A hallgatók megismerhették az előre- és a visszafelé-láncolt szabályalapú szakértői rendszerek felépítését, és Prolog nyelvű implementációjuk alapelveit (bizonyos, és bizonytalan tudás esetén is). Közben – a szakértői rendszerek implementációja mellett – tudásmérnöki (tudásreprezentációs), és egyéb feladatokat is el kellett látniuk.

Prolog-os alapismeretek tekintetében ez a labor a Szeredi Péterék nevével fémjelzett „*Deklaratív Programozás (VIFO2218)*" c. alapképzésen belüli tárgyra épített. Ámde a tapasztalat azt mutatta, hogy a 7. félévre a hallgatók már gyakorlatilag teljesen megfeledkeztek az ott tanultakról, és így egy alapos segédlettel kellett kiváltani a Prolog nyelv ismeretének hiányosságait.

2.1.2 Kényszerlogikai Programozás

Ezen a gyakorlaton a(z) – addig csak alapszinten használt – SICStus Prolog programozási környezet **CLP-FD** (**C**onstraint **L**ogic **P**rogramming over **F**inite **D**omains) könyvtári kiterjesztését használva kellett a hallgatóknak intelligens kis fejtörőket (pl. Sudoku-t) megoldó programokat írniuk. A gyakorlatot dr. Kovács Andrással dolgoztuk ki (és csiszoltuk évekig), aki végül részben ebben a témában doktorált.

A gyakorlat során a fő célkitűzés a kényszerlogikai programozás alapelveinek (primér, duális reprezentáció, változók, domain-ek, kényszerek, propagáció, konzisztencia, stb) gyakorlati megismertetése és megértetése volt. A gyakorlatra rendelkezésre álló 4 óra alatt habár fáradtságos munkával, de igen hatékony logikai megoldó-programok születtek.

2.1.3 Tervkészítés

Ezen a gyakorlaton a fejlettebb (immár nem csak deklaratív, elsőrendű logikai, Prolog-os) tudásreprezentációra helyeződött a hangsúly, nem pedig arra, hogy a hallgatók egy „tervkészítő motort" írjanak. Következtető motort lényegében már az „*Egyszerű Következtető Rendszerek*" c. mérésen is írtak. Itt most ennél egy fokkal tovább kellett lépniük, és a **PDDL** (**P**lanning **D**omain **D**efinition **L**anguage), realisztikus tervkészítési problémák leírására alkalmas, kvázi-szabványnak tekintett leírónyelv segítségével kellett adott tervkészítési domain-eket és problémákat reprezentálniuk, majd az elkészült reprezentációt, mint egy bemenetet, egy „fekete doboz" tervkészítő bemenetére adniuk, amely automatikusan előállította számukra a probléma megoldását jelentő terv(ek)et. A „fekete doboz" tervkészítő tetszőleges PDDL-kompatibilis tervkészítő alkalmazást takarhatott. Esetünkben az **LPG** (**L**ocal search in **P**lanning **G**raphs) elnevezésű ingyenes szoftvert használtuk.

A gyakorlat egyébként hiánypótló volt abban a tekintetben, hogy a hallgatók a szakirányon gyakorlatilag máshol nem is igen találkozhattak tervkészítéssel, csak a „*Mesterséges Intelligencia (VIMM3241)*" c. tárgyból tanulták az alapképzés során, márpedig a „Tervkészítés" igen fontos, jelentős, és aktuális fejezet az MI-ben (lásd. pl. Russell-Norvig könyvben).

A gyakorlat alapjainak lefektetéséhez (pl. a PDDL tervkészítő, és a konkrét tervkészítési feladat kiválasztásához) újfent dr. Kovács András nyújtott segítséget, akinek a doktorija lényegében a Kényszerlogikai Programozás és a Tervkészítés témakörök elegyéből nőtt ki. Magyarán ez a tématerület volt a doktorijának a másik fele.

2.1.4 Valószínűségi hálók

Ezen a gyakorlaton a hallgatók a Bayes-hálókkal ismerkedhettek meg. Ehhez az Antal Péter által fejlesztett „BNet" elnevezésű szoftvert használták. A gyakorlat során a főbb alapfogalmakat (pl. változók, értékkészletek, apriori valószínűségek, változók közti relációk, feltételes valószínűségi táblák, evidenciák, inferencia) kellett a gyakorlatban is hasznosítaniuk.

A későbbiekben erre a gyakorlatra épült a B.Sc. szakirány „*Intelligens Rendszerek I.*" c. laborjának 4. gyakorlata (lásd. 3.1.4).

2.2 Elosztott intelligens rendszerek labor (VIMM4375)

A szakirány második félévében, azaz összességében a 8. félév során került az „5 éves" hallgatók elé ez a labor, amely a következőkben felsorolásra kerülő 6 gyakorlatból állt.

2.2.1 Szövegkeresés

A gyakorlat célja néhány egyszerűbb szövegindexelési és keresési módszer kipróbálása. A gyakorlat során a főbb megoldandó feladatok a következők.

1. Egyszerű szövegindexelés

2. Egyszerű keresés
3. Súlyozott indexek készítése és használata
4. Strukturált kereséshez szükséges index készítése és használata
5. Szótövesítés hatásának vizsgálata, módszerek összehasonlítása (opcionális).

A gyakorlat (elméleti szempontból) alapját képezhetné a B.Sc. szakirány „*Intelligens Rendszerek II.*" c. laborja 4., „*Szövegbányászat*" c. gyakorlatának (lásd. 0).

2.2.2 XML

A gyakorlat célja az XML technológia alapjainak elsajátítása. A gyakorlat során a hallgatók megismerkednek a dokumentum deklarációk és XML dokumentumok készítésével és feldolgozásával, valamint az XPath és XSLT rendszerek működésével Eclipse környezetben. A főbb feladatok a következők.

1. XML dokumentumok és deklarációk felépítésének vizsgálata (XML és DTD)
2. XML Schema deklarációk alkalmazása (XSD)
3. Ismerkedés az XPath nyelvvel
4. Stíluslapok készítése (XSLT)
5. XML feldolgozás Java környezetben (SAX és DOM parser-ek)

A későbbiekben részben erre épült a B.Sc. szakirány „*Intelligens Rendszerek I.*" c. laborjának 2. gyakorlata (lásd. 3.1.2). Az 1-es és 2-es feladat jelent meg benne.

2.2.3 Ontológia alkalmazása SZR fejlesztéshez

A gyakorlat célja a gyakorlatban is kipróbálni a Protégé ontológiaszerkesztő eszközt, és következtetni az elkészült ontológián. A főbb feladatok a következők.

1. Protégé megismerése.
2. A szövegkeresés mérés során megismert dokumentumhalmazhoz fogalomtár építése.
3. A fogalomtár használata keresés kiegészítéshez (query expansion).

A későbbiekben részben erre épült a B.Sc. szakirány „*Intelligens Rendszerek I.*" c. laborjának 2. gyakorlata (lásd. 3.1.2). A 3-as feladat jelent meg benne (más alkalmazásban).

2.2.4 Függvényapproximáció és osztályozás neurális hálózatokkal

A gyakorlat célja annak bemutatása, hogyan alkalmazhatók a többrétegű perceptron alapú és RBF neuronhálók függvényapproximációs és osztályozási feladatok megoldására. A használt eszközök: Matlab, Matlab Neural Toolbox. A főbb feladatok a következők.

1. Függvényapproximáció többrétegű perceptronnal
2. Függvényapproximáció **RBF** (**R**adial **B**asis **F**unction) háló segítségével
3. Egyszerű karakter-felismerési feladat többrétegű perceptronnal

2.2.5 Kernel módszerek alkalmazása

A gyakorlat célja egyszerű kétosztályos osztályozási és regressziós feladatok megoldása szupport vektor gépekkel és ezek teljesítményének összehasonlítása. a többrétegű perceptron hálózattal. A főbb feladatok a következők.

1. Osztályozás SVM hálózattal

2. Regressziós feladat megoldása SVM hálózattal
3. SVM és többrétegű perceptron összehasonlítása

A későbbiekben részben erre épült a B.Sc. szakirány „*Intelligens Rendszerek I.*” c. laborjának 5. gyakorlata (lásd. 3.1.5). Az 1-es és 2-es feladat jelent meg benne (fordított sorrendben, és multi-ágens „köntösben”).

2.2.6 Szakértői rendszer fejlesztés CLIPS eszközökkel

A gyakorlat célja a **CLIPS** (**C** **L**anguage **I**ntegrated **P**roduction **S**ystem) és FuzzyCLIPS (a CLIPS egy Fuzzy következtetéssel kiegészített változatának) megismerése, és felhasználásával egyszerűbb szakértői rendszer építése, és tesztelése. A főbb feladatok a következők.

1. Minta produkciós rendszer építése
2. Bizonytalan információk kezelése
3. Fuzzy változók, és fuzzy következtetés bevezetése

A gyakorlat lényegében 3 másik (időben előbb létrejött) gyakorlat egyvelege: „*Egyszerű Következtető Rendszerek*” (lásd. 2.1.1), „*Produkciós Rendszer Építése*” (lásd. 2.3.1), és „*Fuzzy Szabályalapú Rendszer*” (lásd. 2.3.2). A gyakorlat során használt példa az „*Egyszerű Következtető Rendszerek*” c. gyakorlatból lett átvéve, ámde immár nem Prolog-ban (visszafelé láncolt szabály-alapú következtetéssel), hanem CLIPS-ben (előrefelé láncolt produkciós rendszerként) megvalósítva. A Fuzzy alapú következtetéshez a „*Fuzzy Szabályalapú Rendszer*” c. gyakorlat anyagai és eszközei nyújtottak alapot.

2.3 Rendszertechnikai labor I. (VIAU4072)

Ezt a labort (pontosabban a labor 2 gyakorlatát) az AUT tanszék „5 éves” villamosmérnöki szakirányos képzésében résztvevő hallgatói számára tartottuk. A következőkben e 2 laborgyakorlatot foglaljuk össze.

2.3.1 Produkciós Rendszer Építése

Ezen a gyakorlaton a hallgatók előrefelé láncolt szabály-alapú szakértői rendszereket (röviden: produkciós rendszereket) kellett, hogy készítsenek. Ehhez először is néhány megadott mintához hasonló informális tudás-leírást kellett létrehozniuk, amit aztán LISP nyelven (CLIPS szintaxissal) formálisan is reprezentálniuk kellett. A tudásreprezentációt követően a CLIPS szoftver segítségével különböző beállítások mellett tesztelhették, fejleszthették újdonsült produkciós rendszerüket.

A feladat nehézségét (és a számonkérés szigorúságát) nagy mértékben befolyásolta az a tény, hogy itt nem MI szakirányos informatikus hallgatókat, hanem más érdeklődésű villamosmérnök hallgatókat kellett oktatatni, akik talán életük során először itt találkoztak a LISP nyelv, az ágens-szemlélet, a tudásmérnökség, illetve a szakértői rendszerek, az episztemikus logika, és a deklaratív következtetés alapelveivel (hiszen – ellenben az informatikus hallgatókkal – ők nem tanultak MI-t az alapképzés során).

2.3.2 Fuzzy Szabályalapú Rendszer

Ezen a gyakorlaton az előző alkalommal megismert alapokra (logika, következtetés, LISP, CLIPS, stb) építve újabb elemekkel egészült ki a tudás leírása: bevezetésre kerültek a fuzzy változók, a változók domain-je, a tagsági függvények, a fuzzifikáció, a defuzzifikáció, illetve a már fuzzy változókat is integráló CLIPS-es, pontosabban FuzzyCLIPS szabályok, és a velük való (előrefelé láncolt) következtetés.

A hallgatóknak egy mintapélda átírásával kellett egy – inverz-inga egyensúlyozásához hasonló – feladatot megoldaniuk. Tehát egy fuzzy szabályozót (ágenst) kellett kialakítaniuk megfelelő fuzzy változók, és a következtetési szabályok bevezetésével. Természetesen feladat volt még emellett a szimulált ágens-környezet fizikai modelljének specifikációja és implementációja is.

A laboron résztvevő villamosmérnök hallgatók többnyire először itt találkoztak a fuzzy logika alapelveivel. A feladat nehézsége (és az értékelés szigora) tehát ehhez lett igazítva.

3 B.SC. SZAKIRÁNYOS LABORJAINK

Két féléves B.Sc. „szakirányunk” lényegében a 6–7. szemeszteres „*Mérnök Informatikus*” hallgatók számára IIT tanszékkel közösen indított „*Autonóm Intelligens Rendszerek*” c. szakirányon belüli „*Intelligens Rendszerek*” c. ágazatot jelenti. B.Sc. szakirányos laborjaink tehát ezen belül értendők.

3.1 Intelligens Rendszerek I. labor (VIMIA360)

A B.Sc. szakirány első félévében (a hallgatók számára összességében a 6. félévben) kerül meghirdetésre ez a labor. Egy új konstrukcióról van szó, melyet a B.Sc. szakirány kapcsán dolgoztunk ki, és amelyet idővel vélhetően még tovább fogunk csiszolni (pl. hardver-szenzorok integrációjával). A jelen anyag megírásának időpontjában egyelőre még csak egyszer futott.

Fontos célkitűzésként szerepelt, hogy próbáljuk meg minél inkább koherensre alkotni a gyakorlatokat. Nem közvetlenül egymásra épülő gyakorlatok kidolgozása volt a cél, hanem sokkal inkább többféle alapvető intelligens módszer egy adott szemléletmódon (és keretrendszeren) belüli bemutatása. Az egyes gyakorlatok (és azon belül a feladatok) ennek megfelelően mind több-ágens rendszerek adott, „szabványos” megvalósításán keresztül mutatják be a fontosabb intelligens módszereket.

A labor a „*Kooperatív és tanuló rendszerek*” c. tárggyal párhuzamosan fut, így az abban elhangzó elméleti ismeretekre is épít.

3.1.1 Ismerkedés a JADE-del

Ezen a gyakorlaton a hallgatók a több-ágens rendszerek gyakorlatának alapjaival ismerkedhetnek a **FIPA** (**F**oundation for **I**ntelligent **P**hysical **A**gents) szabvány JADE nevezetű, Java nyelvű referencia-implementációjának segítségével. A több-ágens rendszerek elméleti alapjai mellett egyúttal felelevenítésre kerülnek a Java nyelvvel kapcsolatos fontosabb alapismeretek is. Bemutatásra kerül továbbá az Eclipse integrált szoftverfejlesztési környezet használata is.

A gyakorlat főként a „*Mesterséges Intelligencia*” c. „5 éves” szakirány-labor (lásd. 2.1) JADE demóira épít.

3.1.2 Ágens-kommunikáció

Ezen a gyakorlaton a hallgatók az ágensek közti kommunikáció gyakorlati alapjaival ismerkedhetnek. Habár a kommunikáció a FIPA által előírt **ACL** (**A**gent **C**ommunication **L**anguage) nyelven történik, az üzenetek tartalmára nincs igazán megkötés. Az alapok megismerését követően a hallgatók egyénileg definiált, XML-alapú tartalomnyelveket hoznak létre, és ezekkel kísérleteznek. Ennek során megismerik/felelevenítik az XML, és az XSD leírónyelvek alapjait, illetve ezek Java nyelvű feldolgozásának egy alapvető módját (**JAXB** – **J**ava **A**rchitecture for **X**ml **B**inding). Ezt követi a kommunikáció során fellépő lekérdezések szinonima szótárak, és ontológiák segítségével történő kiterjesztése (query expansion), finomítása.

A gyakorlat az „*Elosztott intelligens rendszerek*” c. „5 éves” szakirány-labor 2. és 3. gyakorlatára épít (lásd. 2.2.2, és 2.2.3).

3.1.3 Logikai ágensek tervezése

Ezen a gyakorlaton a hallgatók a produkciós rendszerek alapjaival ismerkedhetnek. Először is CLIPS nyelven (LISP szintaxissal) konstruálnak egy egyszerűbb produkciós rendszert, majd pedig áttérnek a JESS nevezetű, Java nyelvű CLIPS megvalósítás JADE-es ágenseken belüli felhasználására. Olyan ágensek létrehozása a cél, melyek produkciós rendszerek segítségével következtetik ki, hogy adott észleléseik és tudásuk alapján milyen cselekvést volna célszerű végrehajtani. A létrehozott szakértői ágensek egyelőre virtuális szenzorok adatait mintavételezik, és virtuális effektorokkal avatkoznak be e szenzorok virtuális környezetébe. A hallgatók tehát (még ha egyelőre nem is hardver-implementáció szintjén) megismerhetik a szenzorhálózatok néhány fontosabb alapelemét.

A gyakorlat főként a „*Rendszertechnikai labor I.*” c. labor „*Produkciós Rendszer Építése*” c. gyakorlatára épít (lásd. 2.3.1).

3.1.4 Valószínűségi ágensek tervezése

Ezen a gyakorlaton a hallgatók a Bayes-hálók elméleti és gyakorlati alapjaival ismerkedhetnek meg. Először is az Antal Péter által fejlesztett „BNet” alkalmazásban építenek egyszerűbb hálózatot, és ezzel kísérleteznek. Ezt követően előállítják a hálózat XML reprezentációját, és ennek Java nyelvű interfészein keresztül integrálják a Bayes-hálós következtetést a JADE-es ágensekbe. Lényegében tehát Bayes-hálókkal következtető szakértői ágensek jönnek létre, melyeket a hallgatók a több-ágens környezetben különböző érdekes feladatokra használnak fel.

A gyakorlat főként a „*Mesterséges Intelligencia*” c. labor „*Valószínűségi hálók*” c. gyakorlatára épít (lásd. 2.1.4).

3.1.5 Tanuló ágensek tervezése

Ezen a gyakorlaton a hallgatók az SVM tanulás alapjaival ismerkedhetnek meg a gyakorlatban. Egy Java nyelvű SVM csomag JADE-es ágensekbe történő integrálásával tanulási képességekkel felvértezett ágenseket hoznak létre. A létrehozott ágenseknek regressziós, és osztályozási feladatokat kell megoldaniuk.

A gyakorlat az „*Elosztott intelligens rendszerek*” c. labor „*Kernel módszerek alkalmazása*” c. gyakorlatára épít (lásd. 2.2.5).

3.1.6 Evolúciós játékelméleti ágensek

Ezen a gyakorlaton a hallgatók a játékelmélet alapjaival (játékok, játékosok, stratégiák, kifizetések, stb) ismerkedhetnek meg a több-ágens rendszerek kontextusában. Az ágensek játékokat játszanak egymással, és e játszmák során döntést kell hozniuk arról, hogy milyen stratégia szerint cselekszenek. Cselekvéseik befolyásolják hasznuk alakulását, ami végső soron a túlélésüket határozza meg. Tehát az ágensek egy evolúciós folyamat részesei, mely során a jobb stratégia-választó programmal megáldott ágensek maradnak fenn (és terjednek el). A hallgatók célja végső soron (az alapok megismerését és megértését követően) olyan játékos-ágensek létrehozása, melyek programja minél inkább alkalmassá teszi gazdáikat a túlélésre mindenkori környezetükben.

Az ágensek programjának megalkotásához tetszőleges előző gyakorlat anyagai felhasználhatók. Ilyen értelemben tehát ez a gyakorlat az új ismeretek közlésén túl egyben integrálja is a labor megelőző foglalkozásait.

3.2 Intelligens Rendszerek II. labor (VIMIA430)

Általánosságban elmondható, hogy a gyakorlatok egy fiktív, vagy valós nagyvállalat egy, vagy több numerikus, és szöveges információkat tartalmazó adatbázisán mutatják be a mesterséges intelligencia alapú eszközök alkalmazását az üzleti adatok gyűjtésében, integrációjában, elemzésében, a vállalat számára fontos előrejelzési problémák, döntéstámogatási feladatok megoldásában. A labor egy adatbázisokkal, szövegkorpusszal előkészített kerettörténet, projekt mentén vezeti végig a hallgatókat az információkinyerési feladatok elvégzésében. A gyakorlatok során a hallgatók egy adattárház építésének részfeladatait és ebből az információs bázisból adatok kinyerését végzik el. A félév elején a feladat és az eszközök megismerése után a hallgatók numerikus, majd szöveges információs bázisok elemzését, szűrését, majd a szükséges transzformációk elvégzésével az információk adattárházba integrálását végzik el. A labor második része az elkészített, megfelelő méretű adatbázisból információkinyerési feladatok elvégzésére irányul. Ennek során a megfelelő adatstruktúra kialakítása után adatbányászati feladatokat (asszociáció, klaszterezés), szövegbányászati feladatokat és analitikus lekérdezéseket kell megvalósítani.

A résztvevők egy, az üzleti alkalmazásokban széles körben elterjedt komplex IBM-es szoftvereszköz felhasználásával végzik el a gyakorlatokat. A labor célja az önálló feladatok elkészítése mellett az összetett szoftvereszköz megismerése, felhasználási módjának elsajátítása.

3.2.1 Bevezetés az üzeleti intelligencia technológiákba

- Üzleti intelligencia terület bevezetése: mérésvezetők előadása: az üzleti intelligencia terület áttekintő bemutatása
- Az IBM koncepciója és eszközei az üzleti intelligencia területén: meghívott előadó (IBM képviselő) prezentációja
- Vezetett ismerkedés az IBM DataWarehouse eszközkészlettel: a gyakorlás előzetes tanulást nem igényel, a mérésvezetők által vezetett feladatok mentén kell az eszközhasználat alapjait elsajátítani.

3.2.2 Adatmodellezés (RDB)

- Irodalmi adatbázis építése: a feladat során egy olyan relációs adatbázist kell megtervezni, mely folyóiratokban, vagy könyvekben publikált bármilyen szöveges anyagot, azok szerzőit, valamint egyéb adatait tartalmazza.
- Már létező adatbázis séma módosítása.

3.2.3 Adattárházak építése (OLAP)

A gyakorlat célja megismertetni a hallgatókat az adattárházak felépítésének alapjaival. A gyakorlat során tehát a hallgatók különböző adatkinyerési és transzformációs lépések útján adattárházat hoznak létre, amit web-alkalmazásként is közzétesznek.

3.2.4 Adattárházak elemzése és megjelenítése (Riporting)

A gyakorlat célja megismertetni a hallgatókat az adattárházak analízisének (OLAP) és vizualizációjának (riporting) alapjaival. A gyakorlat során tehát a hallgatók egy adattárházból kiindulva adatkockát építenek OLAP elemzés céljából. Az elemzést optimalizálják, majd pedig web-alkalmazásként hozzáférhető, automatikusan frissülő, interaktív on-line riportokat, grafikonokat, és statisztikákat generálnak.

3.2.5 Adattisztítás, szöveges adatok elemzése

A labor célja, hogy a hallgatók alapvető elméleti és gyakorlati ismereteket szerezzenek az adattisztítás és szöveges adatok strukturálása (elemzése) terén. A laborban kutatói és ipari rendszereket is bemutatunk a terület problémáinak és lehetséges megoldásainak mélyebb megértése érdekében.

3.2.6 Adatbányászat: klaszterezés

A labor célja a klaszterezés folyamatának bemutatása, illetve egy klaszterezési feladat implementálása a DB2 Data Warehouse Edition részét képző Intelligent Miner nyújtotta eszközök segítségével.

A mérés folyamán a hallgatók megismerkednek a klaszterezés fogalmával, alapvető kérdéseivel. A feladatok révén elsajátítják az alapvető adatel_készítési-adatelemzési technikákat lehetővé tévő DB2 Intelligent Miner eszközök használatát, valamint a klaszterezési mining-flow készítésének lépéseit. Ennek egy jelentős részét képzi a klaszterezési paraméterek beállítása (klaszterek száma, mezősúlyozás, mezőkiválasztás, értéksúlyozás) illetve a klaszterezéshez kapcsolódó gyakori gyakorlati lépések megismerése. A klaszterezés megvalósítását követően az eredmények értelmezésére és vizualizálására kerül sor.

A mérés első felében egy vezetett bemutató keretében sajátítják el a hallgatók a klaszterezési mining-flow létrehozásának lépéseit, majd ezt követően egy önálló feladat megoldásával mélyítik el a megszerzett ismereteket.

3.2.7 Adatbányászat: osztályozás és predikció

A mérés célja az osztályozás, mint adatbányászati eszköz megismerése, illetve predikciós modellek megvalósítása DB2 Data Warehouse Edition Intelligent Miner elemek segítségével.

A mérés során a hallgatók áttekintést kapnak az osztályozás adatbányászati alkalmazásának kérdéseiről. Elsajátítják a predikciós modellt megvalósító mining-flow létrehozásának lépéseit, melynek részeként megismerik a DB2 Intelligent Miner által megvalósított döntési fa, naiv Bayes és logisztikus regresszió eszközöket. A feladatok során betekintést nyernek az osztályozás eredményeinek értelmezésébe (mezőrelevancia, gain-chart), valamint a predikciós modellek kiértékelésébe modelljósági mutatók révén (pontosság, rangsorolás, megbízhatóság).

A mérés első részében kerül sor a predikciós modellt megvalósító mining-flow létrehozásának bemutatására egy vezetett demó keretében. A mérés második felében a hallgatók önálló feladatként egy predikciós modellt hoznak létre és értékelnek ki.

3.2.8 Adatbányászat: szabályok tanulása

A mérés célja az asszociációs és szekvenciális szabálytanulás folyamatának bemutatása és megvalósítása DB2 Data Warehouse Edition Intelligent Minerrel.

A mérésen a hallgatók megismerkednek az asszociációs és szekvenciális szabályokhoz kötődő fogalmakkal (confidence, support, lift), valamint az alkalmazáskor felmerülő gyakorlati kérdésekkel (szabályok maximális száma, hossza). A feladatok révén elsajátítják a szabálytanuló mining-flow készítésének lépéseit Intelligent Minerrel. Ennek része a szabálytanuláshoz gyakran kapcsolódó taxonómia létrehozásának megismerése. A megvalósítást követően az eredmények értelmezésére és vizualizálására kerül sor.

A mérés első része vezetett, ekkor egy mintapélda alapján sajátítják el a hallgatók a szabálytanuló mining-flow létrehozásának lépéseit, majd ezt követően egy önálló asszociációs (vagy szekvenciális) szabálytanulási feladatot oldanak meg.

4 M.SC. SZAKIRÁNYOS LABORJAINK (ELŐZETES JAVASLAT)

Ebben a szakaszban az M.Sc. szakirányos laborok tematikájára teszünk javaslatot az eddig bemutatott „5 éves”, illetve B.Sc. szakirányos laborok, illetve a 2006 novemberében kidolgozott, előzetes M.Sc. szakirány-labor elképzelések alapján. Célunk a B.Sc. képzésre építve olyan M.Sc. szakirány-laborok kigondolása, amelyek minél inkább hasznosítják az „5 éves” képzésben létrejött értékes és fontos gyakorlatokat, nincsenek átfedésben szakirányos B.Sc. képzésünk laborjaival, pótolják az onnan hiányzó témákat, és egységesen illeszkednek a szakirányos M.Sc. képzés tárgyainak tematikájához.
A két labor tematikája mögötti koncepció, hogy az első labor különböző MI módszerek elsősorban informatikai alkalmazásaira koncentrálna, míg a második mérési sorozat a most épülő, megújuló MI labor szobánk eszközeit használhatná ki beágyazott intelligens rendszerek keret történetet alkalmazva.

4.1 Mesterséges intelligencia módszerek alkalmazásai labor

Ez a labor második szemeszterben esedékes, és elsősorban a „*Kooperációs és Intelligencia*” c. előző szemeszteres M.Sc. szakirány-tárgyhoz kapcsolódik. A labor kapcsán előírás, hogy átlagosan hetenként 3 órás elfoglaltságot jelentsen a hallgatók számára, ami összesen 14*3=42 óra. Terveink szerint mi ezt 10 darab 4 órás laborral fednénk le. A gyakorlatokat kisebb (2-3 elemű) tematikus blokkokba szerveznénk. Ezeket a „blokkokat” nevezhetjük akár kisebb projekteknek is, amiknek a végén valamiféle „termék” állna elő. Tehát egy-egy blokk gyakorlatai során a hallgatók egy-egy célkitűzést próbálnának elérni. A blokkokon belül a gyakorlatok a cél elérésének stációi, avagy különböző aspektusai volnának.

A labor 4 tematikus blokkot tartalmazna:

1. **Információkeresés**: ahol a hallgatók adott tárgyterületen belül hajtanak végre egyre komplikáltabb, és intelligensebb módszereket igénylő keresést.
2. **Kooperáció**: ahol a hallgatók játékelméleti módszerek segítségével olyan kooperáló ágens-közösségeket alakítanak ki, amelyek elektronikus aukciókban és szavazásokban vesznek részt.
3. **Tervkészítés**: ahol a hallgatók különböző tervkészítési módszerek segítségével oldanak meg egy tervkészítési és ütemezési feladatot (műhold-vezérlő központ).
4. **Tanulás**: ahol a hallgatók statikus, dinamikus, és induktív tanulási sémákkal kísérleteznek adott problématerületen.

Fontos, hogy ez a labor a rákövetkező labortól (lásd. 4.2) abból a szempontból is eltér, hogy amíg itt tisztán csak informatikai megvalósítások szerepelnek, addig az utóbbiban már hardveres szempontok is megjelennek.

I. blokk: **Információkeresés**

Ebben a blokkban a hallgatók adott tárgyterületen belül hajtanak végre egyre komplikáltabb, és intelligensebb módszereket igénylő keresést.

4.1.1 Egyszerű szövegkeresés

A gyakorlat célja néhány egyszerűbb szövegindexelési és keresési módszer kipróbálása. A gyakorlat során a főbb megoldandó feladatok a következők.

1. Egyszerű szövegindexelés
2. Egyszerű keresés
3. Súlyozott indexek készítése és használata
4. Strukturált kereséshez szükséges index készítése és használata
5. Szótövesítés hatásának vizsgálata, módszerek összehasonlítása (opcionális).

A gyakorlat épít az „5 éves” képzés „*Elosztott intelligens rendszerek*” c. laborjának 1. gyakorlatára (lásd. 2.2.1) egyezik meg.

4.1.2 Tárgyterület modellezése

A gyakorlat célja kidolgozni a szemantikus kereséshez szükséges tárgyterületi modellt, és a gyakorlatban is kipróbálni a Protégé ontológiaszerkesztő eszközt. A főbb feladatok a következők.

1. Protégé megismerése.
2. A szövegkeresés mérés során megismert dokumentumhalmazhoz fogalomtár építése.

A gyakorlat lényegében az „5 éves" képzés „*Elosztott intelligens rendszerek*" c. laborja 2. gyakorlatának (lásd. 2.2.3) 1-es és 2-es feladatára támaszkodik.

4.1.3 Szemantikus információkeresés

A gyakorlat célja az előző két gyakorlat eredményeinek ötvözése: a tárgyterület modelljével felvértezve szemantikus elemekkel bővíteni az első gyakorlaton implementált információkeresést. A főbb feladatok a következők.

1. JRacer leíró-logikai következtető-motor megismerése.
2. Az előző gyakorlat alkalmával készített fogalomtár használata a keresés szemantikus kiegészítéshez.

A gyakorlat lényegében az „5 éves" képzés „*Elosztott intelligens rendszerek*" c. laborja 2. gyakorlatának (lásd. 2.2.3) 3-as feladatára támaszkodik.

II. blokk: **Kooperáció**

Ebben a blokkban a hallgatók játékelméleti módszerek segítségével olyan kooperáló ágens-közösségeket hoznak létre, melyek elektronikus aukciókban és szavazásokban vesznek részt.

4.1.4 Játékelméleti ágensek vizsgálata

Egyszerű Jade ágenseket felhasználva hallgatók kísérleteznek különböző játékelméleti modellekkel. Vizsgálják a kooperatív és nem-kooperatív viselkedés és különböző egyensúlyi helyzetek alakulását.

4.1.5 Aukciós és szavazási protokollok vizsgálata

A standard üzenet- és protokollkészletre támaszkodva a hallgatók egyszerű Jade ágensekből létesítenek egy minta ágensközösséget és kipróbálnak benne bonyolultabb árverési és szavazási protokollokkal, ill. kísérleteznek a protokollok manipulálásával.

III. blokk: **Tervkészítés**

Ebben a blokkban a hallgatók különböző tervkészítési módszerek segítségével oldanak meg komplex tervkészítési és ütemezési feladatokat (pl. műhold-vezérlő központ).

4.1.6 Egy-ágenses (centralizált) tervkészítés

Ezen a gyakorlaton a **PDDL** (**P**lanning **D**omain **D**efinition **L**anguage), realisztikus tervkészítési problémák leírására alkalmas, kvázi-szabványnak tekintett leírónyelv segítségével kell a hallgatóknak adott (műhold-vezérlési) tervkészítési domain-t és problémát reprezentálniuk, majd az elkészült reprezentációt, mint bemenetet, egy „fekete doboz" tervkészítő alkalmazás bemenetére adniuk, amely automatikusan előállítja számukra a probléma megoldását jelentő terv(ek)et. A „fekete doboz"

tervkészítő tetszőleges PDDL-kompatibilis tervkészítő alkalmazást takarhat. Esetünkben az **LPG** (**L**ocal search in **P**lanning **G**raphs) elnevezésű ingyenes szoftvert használjuk.

A gyakorlat épít az „5 éves” képzés „*Mesterséges Intelligencia*” c. laborja 3. gyakorlatára (lásd. 2.1.3) meg.

4.1.7 Több-ágenses (decentralizált) tervkészítés

Az előbbi gyakorlat során a hallgatók egy-ágenses, centralizált tervkészítést valósítottak meg annak ellenére, hogy esetleg több műhold együttes vezérlésére alkalmas tervet kellett előállítani, mivel a tervkészítő „ágens” végső soron maga az LPG tervkészítő alkalmazás volt. Ezen a gyakorlaton azonban a hallgatók valóban elosztott, több-ágenses tervkészítéssel ismerkedhetnek meg. A hallgatók feladata a JADEX elnevezésű, elosztott ágens-keretrendszer segítségével olyan BDI (Belief-Desire-Intention) architektúrájú ágensek készítése, melyek PRS (Procedural Reasoning System) rendszerek módjára reaktív tervkészítést valósítanak meg. Az egyes tervkészítő ágensek felelnek meg az előző gyakorlat során megismert műholdas feladat műholdjainak, melyek immár autonóm módon készítik terveiket. A megoldandó probléma ugyanaz (adott erőforrás-kényszerek és adottságok mellett bizonyos célok kivitelezése).

IV. blokk: **Tanulás**

Ebben a blokkban a statikus, dinamikus, és induktív tanulási sémákkal kísérleteznek dinamikus rendszerek modellezése, előrejelzési problémák területen. Az alábbi felsorolás inkább a meglévő laborjaink felsorolása, mint új javaslat. Az alkalmazási terület kiválasztása után a feladatokat újragondoljuk.

4.1.8 Statikus neuronhálók vizsgálata, és alkalmazása

A hallgatók egy egyszerű neuronhálós osztályozási feladat megoldásához konstruálnak különböző típusú statikus neuronhálókat és megvizsgálják a neuronhálók különböző paraméterbeállítási lehetőségeinek a hatását. Ilyen vizsgálatok a háló méretének a hatása, a tanítás módjának (batch tanítás, egyenkénti tanítás) hatása, a tanulási tényező és a súlyok kezdeti értékeinek a hatása, stb. A megoldandó feladat egy képfeldolgozási problémából származó adatbázis mintáinak osztályozása

4.1.9 Idősor-előrejelzési feladat megoldása dinamikus hálókkal

A hallgatóknak olyan dinamikus neuronhálón (MLP, RBF vagy SVM) alapuló előrejelző rendszert kell konstruálniuk, mely előre elkészített adatsor alapján az adatsor folytatását adja meg néhány, illetve néhányszor 10 mintapontra előre. A feladat a dinamikus háló-architektúra kiválasztása, a dinamikus előrejelző fokszám-becslése a mintapontok alapján, az előrejelző háló megtanítása és értékelése. Lehetséges adatbázisok: egyszerűbb kaotikus folyamat, valós villamos energia fogyasztási adatok.

Adatbázis összeállítása tanuló rendszer konstrukciójához
A feladat célja, hogy a hallgatók gyakorlatban is alkalmazzák az adatbázis létrehozásnál felhasználható egyes eljárásokat:

- kilógó adatok kiválogatása, eldobása
- hiányzó adatok pótlása különböző módszerekkel
- dimenzió redukció veszteséges tömörítő eljárások felhasználásával.

A laborgyakorlat valós, de "ömlesztett" adatbázisból indul ki, melyből egy háló számára használható ad***a***tbázist kell létrehozni.

4.1.10 Induktív modelltanulás

A laborfoglalkozás célja a passzív megfigyeléseken alapuló modelltanulás vizsgálata. A hallgatók különböző pontozási és keresési technikákat alkalmaznak maximum likelihood esetben, illetve különböző mintavételi technikákat bayesi esetben.

4.2 Beágyazott intelligens rendszerek labor

Ezen a laboron a beágyazott intelligens rendszerek gyakorlata kerül – hardveres háttér viszonylatában – előtérbe. Újfent 10 darab 4 órás gyakorlatban gondolkodunk. A gyakorlatok immár nem blokkokba lennének rendezve, hanem mind egy „ívre" lennének felfűzve. A téma, aminek különböző aspektusait az egyes gyakorlatok érintenék, az ambiens intelligens rendszerek témaköréből kerülne ki (pl. intelligens iroda, idősek felügyelete). További ötletekért a következő oldalt érdemes megtekinteni: https://aisrv.mit.bme.hu/twiki/bin/view/MICsoportWeb/IntelligensSzoba. Ez a sorozat egyelőre a B.Sc. labor továbbvitele emelt szinten. A javaslatok alapján ez átalakul majd.

4.2.1 Szenzorfúzió

Eltérő felépítésű MITMÓT-okat és egyéb stacionárius szenzorokat felhasználva a hallgatók kísérleteznek a több szenzorból kapott információ fuzionálásával. A mozgó és statikus szenzorhálózat egy teret fed le, aminek globális jellemzőit pontosan kell követni.

4.2.2 Ember-ágens kommunikáció: kontrollált természetes nyelvű párbeszéd

Ezen a gyakorlaton a hallgatók a JADE/MITMÓT ágenseket az intelligens térben (pl. intelligens irodában) megtalálható emberekkel való kontrollált párbeszéd érdekében természetes nyelvi megértési és előállítási képességekkel ruháznák fel.

4.2.3 Ember-ágens kommunikáció: emocionális modellek

Ezen a gyakorlaton a hallgatók a JADE/MITMÓT ágenseket az intelligens térben (pl. intelligens irodában) megtalálható emberek emocionális modelljével vérteznék fel a hatékonyabb (együtt)működés érdekében.

4.2.4 Tervkészítés MITMÓT környezetben

A hallgatók elkészítik a tanszéki mitmótok mozgását absztraháló STRIPS operátorokat és a konkrét mozgási feladatokat PDDL nyelvbe ágyazva kiszámítják a mitmótok mozgását meghatározó terveket. A tervek helyességét azok tényleges végrehajtásával ellenőrzik.

4.2.5 Szakértői ágensek

Ezen a gyakorlaton a hallgatók olyan JADE ágensekkel vezérelnék a MITMÓT-okat és egyéb beavatkozókat (a szenzorikus adatok alapján), melyek Jasper interfészen keresztül egy Prolog-alapú, visszafelé láncolt szabály-alapú szakértői rendszer segítségével diagnosztizálnák az aktuális helyzetet. A feladat a következtetési szabályok kialakítása volna.

A gyakorlat jelentős mértékben építene az „5 éves" képzés „*Mesterséges Intelligencia*" c. laborjának 1. gyakorlatára (lásd. 2.1.1).

4.2.6 Kényszerlogikai programozás

Ezen a gyakorlaton a hallgatók olyan JADE ágensekkel vezérelnék a MITMÓT-okat és egyéb beavatkozókat (a szenzorikus adatok alapján), melyek Jasper interfészen keresztül egy Prolog-os kényszerlogikai megoldó motor (Constraint Logic Programming over Finite Domains (CLPFD)) segítségével hoznák meg döntéseiket. A feladat a logikai változók, értékkészletük, és a fölöttük érvényes kényszerek megadása volna.

A gyakorlat jelentős mértékben építene az „5 éves" képzés „*Mesterséges Intelligencia*" c. laborjának 2. gyakorlatára (lásd. 2.1.2).

4.2.7 Fuzzy produkciós rendszerek

Ezen a gyakorlaton a hallgatók olyan JADE ágensekkel vezérelnék a MITMÓT-okat és egyéb beavatkozókat (a szenzorikus adatok alapján), melyek FuzzyJESS-es Fuzzy produkciós rendszer segítségével hoznák meg döntéseiket. A feladat a fuzzy változók, és következtetési szabályok kialakítása volna.

A gyakorlat jelentős mértékben építene az „5 éves" képzés „*Rendszertechnikai labor I.*" c. laborjának 2. gyakorlatára (lásd. 2.3.2) és a B.Sc. képzés „*Intelligens Rendszerek I.*" c. laborjának 3. gyakorlatára (lásd. 3.1.3).

4.2.8 Döntési hálók építése és alkalmazása

A hallgatók e gyakorlaton megismernék a valószínűségi eloszlások és hasznosságfüggvények reprezentációit. A gyakorlat célja a tudásmérnöki megközelítésen alapuló modellkonstruálás készségszintű elsajátítása volna. További témák a döntéstámogatásban használt maximális hasznosság elvének alkalmazása, modellek érzékenységvizsgálata, az információ értékének döntéselméleti felhasználása. A hallgatók feladata lehetne például a JADE/MITMÓT ágensek Bayes-hálós döntéshozással való felvértezése (ahol a szenzorikus adatok alapján nyert evidenciák fényében tudnának Bayes-hálós inferenciát végezni bizonyos események/világállapotok valószínűségének megbecslésére, és ennek fényében hozhatnák meg cselekvésekre/beavatkozásra vonatkozó döntéseiket).

A gyakorlat jelentős mértékben építene az „5 éves" képzés „*Mesterséges Intelligencia.*" c. laborjának 4. gyakorlatára (lásd. 2.1.4) és a B.Sc. képzés „*Intelligens Rendszerek I.*" c. laborjának 4. gyakorlatára (lásd. 3.1.4).

4.2.9 Evolúciós módszerek vizsgálata

A hallgatók többféle nehéz optimalizálási feladathoz adják meg annak genetikus/evolúciós megoldási modelljét és dedikált szoftver környezetben vizsgálják meg az evolúciós folyamat alakulását. Kísérleteznek a kódolás és a genetikus műveletek módosításával. A kialakított megoldásokat (paraméter-vektorokat, és vezérlő-programokat) a MITMÓT-okon tesztelik.

4.2.10 Emergens- és raj-intelligencia

MITMÓT-JADE ágensközösségben és a megfelelően kialakított fizikai kísérleti környezetben hallgatók megvalósítják és megvizsgálják a biológiai ihletőségű közösségi kooperatív modelleket (halraj, hangyaraj, stb.).

5 ÖSSZEFOGLALÁS

A jelen anyagban összefoglalása került az „5 éves”, a B.Sc., és a tervezett M.Sc. laborok tematikája – a múlt, a jelen, és a jövő. Ennek alapján lényegében látható, hogy mink van, milyen témákat oktat(t)unk a gyakorlatban (szakirányon), pillanatnyilag milyen témák futnak, mik vannak tervbe véve, és (a teljesség igénye nélkül) mik hiányoznak még ezek közül.

A jelen anyag még közel sem teljes, vagy végleges, hanem sokkal inkább vitaindító jellegű. Ebből kiindulva megalapozott, részletes betekintésen alapuló, globálisan optimális döntést hozhatunk az M.Sc. laborok tematikájának megválasztásával kapcsolatban. Célunk a jó, fontos, értékes, érdekes, és aktuális témák megtartása, a hallgatók minél erőteljesebb vonzása, és koherens – szakirány-tárgyakkal minél inkább összhangban lévő –, elméletileg is megalapozott laborok kidolgozása lehet.