BABEŞ-BOLYAI UNIVERSITY CLUJ–NAPOCA
FACULTY OF MATHEMATICS AND INFORMATICS
SPECIALIZATION: COMPUTER SCIENCE

License Thesis

[Title]

Abstract

This abstract should NOT EXCEED one page!!!
This part describes the thesis.
This is a description of the thesis listing the *CONTENT* by chapters.
It should also contain an enumeration of the *technologies* used and the part that is NOVEL.

EZ AZ OLDAL NEM RÉSZE A DOLGOZATNAK!

Az angol nyelvű kivonatot külön lapra kell nyomtatni és alá kell írni!

A DOLGOZATTAL EGYÜTT KELL BEADNI!

It will end with a declaration:

This work is the result of my own activity. I have neither given nor received unauthorized assistance on this work.

JULY 2015 DIÁK DÁNIEL

ADVISOR:
WISE TEACHER, PHD.

BABEŞ-BOLYAI UNIVERSITY CLUJ–NAPOCA
FACULTY OF MATHEMATICS AND INFORMATICS
SPECIALIZATION: COMPUTER SCIENCE

License Thesis

[Title]

SCIENTIFIC SUPERVISOR:
WISE TEACHER, PHD.

STUDENT:
DIÁK DÁNIEL

JULY 2015

UNIVERSITATEA BABEŞ-BOLYAI, CLUJ–NAPOCA
FACULTATEA DE MATEMATICĂ ŞI INFORMATICĂ
SPECIALIZAREA INFORMATICĂ

Lucrare de licenţă

[Titlu]

CONDUCĂTOR ŞTIINŢIFIC:
TIT. DR, PROFESOR PRESSER

ABSOLVENT:
DIÁK DÁNIEL

IULIE 2015

BABEŞ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM KOLOZSVÁR
MATEMATIKA ÉS INFORMATIKA KAR
INFORMATIKA SZAK

Licensz-dolgozat

Egy Ügyes Vizsgadolgozat

TÉMAVEZETŐ:
DR. OKTATÓ OKOSKA, TIT.

SZERZŐ:
DIÁK DÁNIEL

2015 JÚLIUS

Tartalomjegyzék

1. fejezet

Alapok

Összefoglaló: *Ez lesz egy dolgozat. Ebben a fejezetben a LaTeXhasználatát mutatjuk be egy példán keresztül.*

A példa egy korábbi jegyzetből kivett fejezetekből áll.

1.1. A gépi tanulás

A gépi tanulás neve **?** azonos című – „*Machine Learning*" – könyvéből származtatható. A könyv alapján azt a kutatási területet nevezzük így, amelyben a cél olyan programok írása, amelyek futtatásuk során fejlődnek, vagyis valamilyen szempont szerint jobbak, okosabbak lesznek.[1] Itt az „okosság" metaforikus: a futási idő folyamán valamilyen mérhető jellemzőnek a javulását értjük alatta. Például a felhasználás kezdetén a szövegfelismerő még nem képes a szövegek azonosítására, azonban a használat – és a felhasználói utasítások – után úgy módosítja a működési paramétereit, hogy a karakterek egyre nagyobb hányadát tudja felismerni. Egy másik példa a predikció: olyan algoritmust szeretnénk írni, mely folyamatosan figyeli egy folyó – legyen ez például a Szamos – vízszintjét. Programunk a vízszintet kellene kettőtől öt napig előrejelezze pusztán a megfigyelt idősor múltbeli értékei alapján. Mivel a predikció így túl nehéz, adatsorunkat a vízszint mellett az aznapi csapadékkal is kiegészítjük. Mivel most a visszamenőleges csapadékmennyiségek is algoritmusunk bemeneti adatai, sokkal jobban fog teljesíteni, annak ellenére, hogy nem építettünk modellt a csapadék és vízszint kapcsolatáról.

A gépi tanulás a feladatokhoz fogalmaz meg modelleket, algoritmusokat. Az algoritmusok közül néhány mára már standard lett. A felismerő algoritmusok közül néhány kiemelkedő eredményt ért el, például a speciálisan optimalizált struktúrájú neurális hálók a számjegyek felismerésére,[2] az EM és a Kohonen algoritmusok az adatok automatikus csoportosítására,[3] illetve a rejtett Markov-modellek és azok alkalmazásai a hangfelismerésnél [**?**] vagy a bioinformatikában [**?**]. A rejtett Markov-modelleket nem mutatjuk be a jegyzetben. A neurális hálók mellett fontos szerepet játszik a **?** által elindított „szupportvektor" gépek fogalma. Ehhez hasonlítanak majdnem minden gépi tanulásos algoritmust.

A modellezésnél fontos a kinyert információ[4] hasznosítása, azaz a modell használata új adatokra.

1. Részlet **?** könyvéből:
„The field of machine learning is concerned with the question of how to construct computer programs that automatically improve with experience."
2. Yan LeCun (`http://yann.lecun.com/`) alkalmazta nagy sikerrel a neurális hálókat a MNIST kézzel írott számjegyek képeinek adatbázisára. A számjegyek felismerését a program az embernél sokkal jobban végzi, a hibaszázalék 1% alatti.
3. Teuvo Kohonen a finn nyelv fonémáinak a preprocesszálását oldotta meg egy speciális neurális hálóval.
4. Itt és máshol is a jegyzet során az információ szót idézőjelek közé kellene tenni. Legfőképp azért, mert nem nagyon tudjuk, hogy mit is értsünk információ alatt az olyan rendszerekben, amelyeket szeretnénk „minél jobban" működtetni. Általában azonban a „kinyert információ" az adott modell feltételezése mellett a paramétereket jelenti.

Napjainkban fontos az is, hogy az adatot szolgáltató szakértők tudjanak következtetni az adatokat generáló folyamatokról. Egy példa erre a DNS adatok egy-egy gyógyszerre való érzékenységének a mérése: a gyógyszerészeket az érdekli, hogy a DNS mely részei felelősek az illető érzékenységért, ezért a modellezőnek ajánlott olyan modellt építeni, amely képes szeparálni az aktív géneket az inaktívaktól.

A gépi tanulás viszonylag új diszciplína, és szoros kapcsolatban van a mesterséges intelligencia numerikus módszereken alapuló ágaival: esetenként alternatívákat nyújt modellek építésére. A neurális hálókat is tekinthetjük gépi tanulásos algoritmusoknak, ahol a modell a fekete doboz és a modell tanításánál minél jobb tesztelési teljesítményre törekszünk.

1.2. Mesterséges intelligencia és neurális hálók

A mesterséges intelligencia a huszadik század második felétől külön kutatási terület. A megnevezés az 1956-os Darthmouth-ban tartott konferencia után terjedt el, mivel ekkor használták először a „mesterséges intelligencia" kifejezést.

1.3. Adatelemzés

A mesterséges intelligencia azon módszereit, amelyeket numerikus vagy *enyhén strukturált*[5] adatokra tudunk alkalmazni, gépi tanulásos módszereknek nevezzük [**?**]. A gépi tanulás e meghatározás alapján egy szerteágazó tudományág, amelynek keretén belül sok módszerről és ennek megfelelően sok alkalmazási területről beszélhetünk. A korábban említett neurális modellekkel ellentétben a központban itt az adatok vannak: azok típusától függően választunk például a binomiális modell és a normális eloszlás, a fő- vagy független-komponensek módszere vagy a k-közép és EM algoritmusok között. Egyre több adatunk van, azonban az „információt" megtalálni egyre nehezebb.[6]

1.4. Szerkesztés

A következőkben áttekintjük a LaTeXdokumentumok szerkesztésének alapjait.

Átfogó referenciák a következők:

[?] – egy LaTeXgyorstalpaló. A könyvben nagyon célirányosan mutatják be a szerkesztési szabályokat és a fontosabb parancsokat.

[?] – a gyorstalpaló magyar változata egy BME-s csapat jóvoltából.

[??] – az angol nyelvű alapkönyvek. Kérésre az utóbbi – [**?**] – elérhetővé tehető.

Természetesen a Kari könyvtárban is találtok könyvészetet. A fentebb említetteken kívül nagyon sok internetes oldal tartalmaz LaTeXszerkesztésről bemutatókat:

5. **Enyhén** strukturált (nagyon felületesen): az adatok komponensei (dimenziók) közötti kapcsolat nem túl bonyolult.
6. David Donoho, a Stanford Egyetem professzora szerint a XXI. századot az adatok határozzák meg: azok gyűjtése, szállítása, tárolása, megjelenítése, illetve az adatok **felhasználása**.

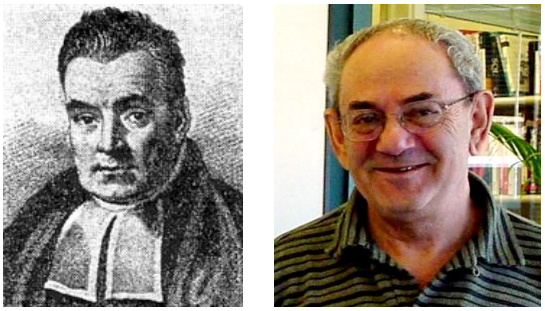
1.1. ábra. Példa képek beszúrására: a képen rev. Thomas Bayes látható. A képek után *kötelezően* szerepelnie kell a forrásnak:
http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Bayes

Képeket beszúrni a
`\pgfimage[width=0.4\linewidth]{images/bayes}`
paranccsal lehet, ahol a
`width=0.4\linewidth`
a kép szélességét jelenti. Amennyiben a magasság nincs megadva – mintjelen esetben – akkor azt automatikusan számítja ki a rendszer, az eredeti kép arányait figyelembe véve. Egy másik jellegzetesség az, hogy a képek kiterjesztését nem adjuk meg – a LaTeXmegkeresi a számára elfogadható kiterjesztéseket, azok listájából az elsőt használja. A .JPG, .PNG, .TIFF, valamint a .PDF kiterjesztések is használhatók.

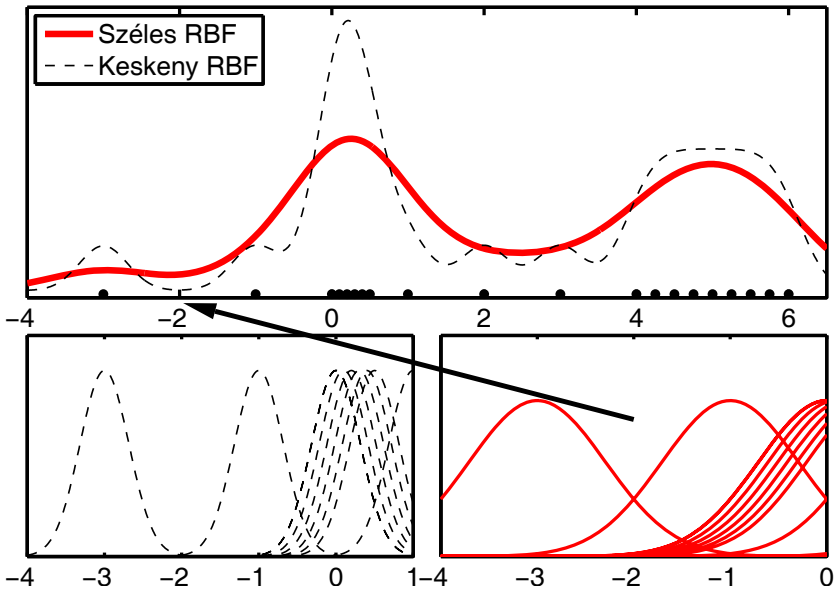
Két kép egymás mellé tétele a `tabular` környezet-mintával lehetséges, amint a 1.2 ábrán látjuk. Amennyiben grafikonunk van, általában ajánlott VEKTOROSAN menteni – ezt általában a PDF driverrel tesszük – az eredmény a 1.3 ábrán látható.

A szerkesztés folyamata során ajánlott a:

- különböző strukturális elemek használata: a `\chapter`, `\section`, `\subsection`, `\subsubsection` parancsok.
- a listák használata felsorolásoknál;



1.2. ábra. Példa képek beszúrására: a bal oldalon rev. Thomas Bayes, a jobb oldalon egy jelenkori matematikus, Vladimir Vapnik látható.
http://en.wikipedia.org/wiki/Vladimir_Vapnik



1.3. ábra. Példa grafika beszúrására.

2. fejezet

Diszkrimináns-módszerek

Összefoglaló: *Példafejezet. Nem releváns a szöveg.*

A fejezetben a matematikai elemeket illusztráltuk.

2.1. Lineáris diszkrimináns

Legyen ismert az $x_1, \ldots, x_n$ gyakorló minták sorozata és a minták osztályozása. A minták száma N, az Ω_x mintatér d dimenziója sokkal kisebb, mint N.

Célunk egy olyan függvény meghatározása, mely *diszkriminál* az adatok terében, azaz a pozitív példákra pozitív értékkel, a negatívakra pedig negatív értékkel tér vissza:

$$f : \Omega_x \to \mathbb{R} \quad \text{úgy, hogy} \quad f(x) \begin{cases} < 0 & \forall x \in Neg \\ \geq 0 & \forall x \in Poz \end{cases} \tag{2.1}$$

ahol a negatív doméniumot Neg-gel, a pozitívet meg Poz-zal jelöltük.

Figyeljük meg a LaTeXkódban a `\label` használatát: a szövegben kijelentünk egy *címkét*, melyet az `\eqref{eq:diszkr:fugg}` vagy a `\ref{eq:diszkr:fugg}` parancsokkal tudunk később beszúrni a szövegbe. A kompilálás során a LaTeXmindig aktualizálja a mutató értékét, nem kell tehát újraszámozni kézzel az objektumokat. Ez természetesen érvényes más számozott egységre is, mint fejezetek, alfejezetek, bekezdések, ábrák, stb. – lásd a jelen fejezet TEX kódját.

Lineáris diszkrimináns függvény

A diszkrimináns függvények legegyszerűbb változata a lineáris. A lineáris diszkrimináns függvényeket a következőképp definiáljuk:

$$D_k(x) = x_1\alpha 1k + \ldots + x_N\alpha_{Nk} + \alpha_{N+1,k} \quad k = 1, 2, \ldots, K,$$

ahol K az osztályok száma, $x_1, \ldots, x_N$ az x mintavektor N komponense, az α számok a súlyozó együtthatók. Vektoros formában felírva:

$$D_k(x) = \tilde{x}^T\alpha_k = \alpha_k^T\tilde{x},$$

ahol $\tilde{x}^T = [x^T, 1]$ a transzponáltja $\tilde{x}$-nak, a megnövelt mintavektornak, és α_k a k-adik súlyozó vektor, amely tartalmazza az $N + 1$ súlyozó együtthatót.

3. fejezet

Matlab és Netlab ismertető

Összefoglaló: *A következőkben a jegyzet során használt Matlab nyelvet mutatjuk be és definiáljuk a használt függvényeket. A Matlab programnyelven írták meg a NETLAB csomagot, mellyel nagyon könnyen lehet mintafelismerő algoritmusokat elemezni.*

3.1. Rövid ismertető

A Matlab nyelv egy *interpreter*. A változókat létrehozzuk, nincs szükség azok deklarálására. A változókat megfeleltetésekkel hozzuk létre. A változók lehetnek:

valós típusúak – például `a=ones(5,1);`, amelyekről a rendszer megjegyzi, hogy mekkorák és a megfelelő mennyiségű memóriát lefoglalja. A változók alapértelmezetten mátrixok, azonban lehetőség van magasabb fokú tenzorok definíciójára is, például az `b=ones(5,5,2);` egy $5 \times 5 \times 2$-es méretű tenzort hoz létre, mely két darab 5×5-ös mátrixot tárol és melyekre a `b(:,:,1)`, valamint a `b(:,:,2)` parancsokkal hivatkozunk. Egy mátrixban egy egész sort *kettőspont*tal választunk ki. A Matlab-ban nincsenek egész vagy logikai típusú változók.

sztring típusúak – például `s='a1b2c3d4'` egy sztringet hoz létre. A sztringek karakter típusú vektorok, melyekkel az összes mátrix művelet is végezhető.

cella típusúak – például `c={'sty',[1;2;3;4;5;6],2}`, mindegyik elem lehet különböző típusú és méretű. A cellák elemeire a `c{3}` jelöléssel hivatkozunk és nem tudunk a vektorokra illetve a mátrixokra jellemző műveletek alkalmazni azokon.

Mint általában, a Matlab rendszerben is segít a `help` parancs, mely egy adott parancshoz ad magyarázatot: a `help <függvény>` a függvényhez tartozó magyarázatot jeleníti meg. A rendszerbe be van építve egy további segítség, a `demo` parancs, mely példákon keresztül mutatja be a Matlab működését és az interpreter jelleg által nyújtott lehetőségeket.

3.2. Matlab műveletek

A Matlab nyelvben a vektorokra jellemző műveletek jelölése intuitív: a mátrix transzponáltját a `bt=b'` művelet, a mátrix-szorzatot a `c=b(:,:,1)*a` jelöli. Amennyiben a műveletek operandusai nem megfelelő méretűek, a rendszer hibaüzenetet ír ki. A szokásos aritmetikai műveleteken kívül ismeri a rendszer a hatványozást is, a ^ jelöléssel, melyek mind érvényesek a mátrixokra is. Az osztáshoz például két művelet is tartozik, melyek az $A \cdot X = B \Leftrightarrow X = A \backslash B$, valamint a $X \cdot A = B \Leftrightarrow X = A/B$ lineáris egyenleteket oldják meg.

Sokszor szeretnénk, ha elemenként végezne a rendszer műveleteket a mátrixokon, ezt a műveleteknek pontokkal való prepozíciójával tesszük. Például a `C=(b(:,:,2))^2` a mátrix önmagával való szorzásának az eredményét, a `C=(b(:,:,2)).^2` a mátrix elemeinek a négyzeteit tartalmazó mátrixot adja eredményül.

3.3. Matlab függvények

A jegyzet során a programokban gyakran alkalmaztuk a következő függvényeket:

rand – egy véletlen számot térít vissza a $[0, 1]$ intervallumból az intervallumon egyenletes eloszlást feltételezve. Argumentum nélkül a függvény egy nulla és egy közötti véletlen számot, egy argumentummal egy $k \times k$ méterű véletlen mátrixot, egy vektorra pedig egy tenzort térít vissza, melynek méreteit a vektor elemei tartalmazzák. A **randn** hasonlóan véletlen változókat visszatérítő függvény, azonban azok nulla átlagú és egy szórású normális eloszlást követnek.

ones – a fenti esethez hasonlóan egy vektort, mátrixot vagy tenzort térít vissza, azonban az elemeket 1-gyel tölti fel. A **zeros** az elemeket lenullázza.

linspace – a bemenő argumentumok skalárisak és a függvény visszatéríti az első két argumentum mint intervallum N részre való felosztásának a vektorát; az N a harmadik bemenő változó.

randperm – egy argumentummal a k hosszúságú $[1, \ldots, k]$ vektor egy véletlen permutációját téríti vissza.

union – a lista elemeit halmazként használva egyesíti a két bemenő halmazt.

setdiff – a lista elemeit halmazként használva visszatéríti az argumentumok metszetét. Használhatjuk még a **unique** és az **ismember** parancsokat a halmazzal való műveletekre.

find – indexeket térít vissza. Egy vektor azon elemeinek indexét, mely egy bizonyos feltételnek eleget tesz. Használják a vektor elemeinek szelekciójára.

repmat – első argumentuma egy mátrix, amit adott sokszorossággal bemásol az eredménybe. A sokszorosságot a második argumentum adja meg.

reshape – argumentumai egy vektor vagy mátrix illetve egy méret paraméter. A függvény az első argumentum elemeit a második argumentumban található méretek szerint formázza át. Pl. a `v` 256 hosszú vektort az `m` 16×16-os vektorba a `m=reshape(v,[16,16])` paranccsal alakítjuk át.

meshgrid – az első argumentum elemeit X-tengelyként, a második argumentumét Y-tengelyként használva két $m \times n$-es mátrixot térít vissza, ahol az elemek a négyzetháló X, illetve Y koordinátái oszlop-szerinti bejárásban. Hasznos amikor egy felületet szeretnénk kirajzolni.

diag – ha a bemenő argumentum egy mátrix, akkor az átlón levő elemek vektora az eredmény, ha pedig egy vektor, akkor az az átlós mátrix, mely nulla a főátló elemeit kivéve, ott meg a bemenő vektor elemei találhatók. Igaz a `b = diag(diag(b))` állítás.

inline – egy függvény, mely segít rövid függvényeket – általában egysorosakat – definiálni, a függvényekben az alapértelmezett argumentum az x, több argumentum esetén a sorrendet is lehet specifikálni.

load – egy korábban elmentett állapottér változóit állítja vissza. A változók elmentéséhez használjuk a **save** parancsot.

fprintf – egy vektor eleit formázva kiírja, a 'C'-hez hasonló szintakszisban. Hasonlóan működnek a **disp**, a **sprintf**, valamint a **num2str** parancsok.

acosd – az argumentumra alkalmazott inverz koszinusz függvény, fokokban kifejezve. Más trigonometriai függvények a szokásosak: **sin**, **cos**, **tan**, **atan**, melyeket lehet elemenként és egyben is alkalmazni, ekkor az eredmény a vektorok elemeire alkalmazott műveletek vektora.

chol – egy négyzetes pozitív definit mátrix Cholesky-felbontása. Az A mátrix Cholesky-alakja egy olyan C mátrix, mely csak a főátlón és az alatt tartalmaz nullától különböző elemeket *és* fennáll az $A = C \cdot C^T$ egyenlőség. Figyeljük meg, hogy a Cholesky-alakot a négyzetgyök általánosításának lehet tekinteni.

plot – két vektort megadva kirajzolja az $(x_1(i), x_2(i))$ pontokat és azokat összeköti egy vonallal. Egy argumentum esetén $x_1 = [1, \ldots, N]$ és x_2 a bemenő paraméter. Opcionálisan lehet stílusparamétereket is megadni. A **plot3** paranccsal háromdimenzióban lehet pontokat, vonalakat megjeleníteni.

hist – egy adott adatvektor elemeinek a gyakoriságát rajzolja ki. Alapértelmezetten a vektor legkisebb és legnagyobb eleme közötti intervallumot osztja fel 10 részre és számolja az egyes szakaszokba eső pontok számát. Úgy az intervallum mérete, mint a részintervallumok számossága illetve mérete változhat.

contour – egy Z mátrix által definiált felület kontúrjait rajzolja ki. A felület generálásánál általában használjuk a **meshgrid** parancsot. A felületek rajzolására használhatjuk a **surf** parancsot is.

figure – létrehoz egy új ábrát illetve, amennyiben létezik a kívánt ábra, akkor aktívvá teszi azt.

subfigure mnk – létrehoz az ábrán egy részábrát úgy, hogy az eredeti ábra terét $m \times n$ részre osztja, majd annak a k-adik komponensét teszi aktívvá.

xlim – az aktuális rajzon beállítja az X tengely alsó és felső határát. Ugyanígy működnek az **ylim** és **zlim** parancsok az Y illetve a Z tengelyekre.

quadprog – az $x^T H x + b^T x + c$ másodfokú egyenlet minimumát határozza meg, ahol feltételezzük, hogy a megoldásokat az $Ax > 0$ konvex doméniumra szűkítjük. Bővebb információk **?** könyvében.

3.4. Netlab bevezető

A Netlab neurális modellek hatékony implementációit tartalmazza. A programcsomag egy egséges felületet nyújt a létező algoritmusok gyors teszteléséhez és az új algoritmusok írásához. A különböző módszerek közös jellemzője, hogy egy változóba – általában ennek neven **`net`** és egy struktúra – gyűjti össze a modell paramétereit. Ehhez általában először specifikáljuk a modellt; ennek a függvénynek a neve ugyanaz, mint a modell neve. Amennyiben szükséges, akkor a **`<modellnév>init`** paranccsal lehet más paramétereket is beállítani. A modelleket a **`<modellnév>train`** paranccsal lehet tanítani, ahol általában paraméterként kerül a tanuló adathalmaz illetve az optimalizálási folyamatot jellemző más konstansok. Amikor megvan az eredmény, akkor a tanult – becsült – modell paramétereit használjuk a **`<modellnév>fwd`** paranccsal. Ahol nem lehetséges az új adatokra a tesztelés, ott a paraméterek terében tudunk mintát vételezni a **`<modellnév>sample`** függvény segítségével.

Az általunk használt modellek a következők:

mlp – a többrétegű neurális háló;

rbf – az RBF típusú háló;

kmeans – a k-közép algoritmus;

som – a SOM vagy Kohonen-háló;

A **net** struktúrának van egy azonosítója, a **net.type** mező és a többi paraméter ennek az azonosítónak is a függvénye. További mezők a bemenő illetve kimeneti adatok dimenzióit, az aktivációs függvények típusait, valamint a különböző kapcsolatokhoz rendelt súlymátrixokat tárolják.

Az optimalizálás szintén egységesen történik, minden modellnek van hibafüggvénye, ezt a **<modellnév>err** függvény tartalmazza. Az optimalizálási rutin a **netopt**, mely a struktúrát, az adatokat, valamint egy **options** vektort kap paraméterként és a visszaadott struktúra tartalmazza az optimalizált modellt. Ahhoz, hogy heterogén struktúrájú modelleket lehessen használni, minden modellhez kell írjunk egy **<modellnév>pak**, illetve egy **<modellnév>unpak** függvényt, mely a paramétereket a struktúrából egy vektorba, illetve visszaalakítja. Az **options** vektor a **netopt** függvényt paraméterezi. Egy 14 hosszúságú vektor, melynek főbb értékei:

options(1) – a hibafüggvény értékeinek a kiírása. $+1$-re minden lépésben kiírja a hibát, nullára csak a végén, negatív értéknél nem jelenít meg semmit;

options(2) – a megállási feltétel abszolút pontossága: amennyiben két egymásutáni lépésben az θ paraméterek kevesebbet változnak, akkor az algoritmus leáll;

options(3) – az **options(2)**-höz hasonló küszöbérték, azonban ez a hibafüggvény értékeit vizsgálja;

options(10) – tárolja és visszaadja a hibafüggvény kiértékelésének a számát;

options(11) – tárolja és visszaadja a hibafüggvény gradiense hívásának a számát;

options(14) – a lépések maximális száma, alapértelmezetten 100.

A Netlab csomagban implementálva van sok hasznos lineáris és nemlineáris modell, mint például a PCA módszer, valamint annak valószínűségi kiterjesztése, a **ppca** módszer. Megtalálható az általánosított lineáris modell – **glm** –, számos konjugált gradiens módszer és sok más. Jelen felsorolásban említettünk néhányat a használt illetve a további feladatok során használható programok közül, ezt a teljesség igénye nélkül tettük, az érdeklődő hallgatónak ajánljuk a Netlab hivatalos honlapját a http://www.ncrg.aston.ac.uk/netlab oldalt és **?** Netlab könyvét.

4. fejezet

Eredmények bemutatása és értékelése

4.1. Az utazóügynök feladata

A standard utazóügynök feladat a következő:

Adott egy súlyozott gráf G = (V,E) a cij súly az i és j csomópontokat összekötő élre vontakozik, és a cij érteke egy pozitiv szám. Találd meg azt a körutat, amelynek minimális a költsége.

4.2. Az utazóügynök feladatára vonatkozó heurisztikák

Az utazóügynök feladata egy np-teljes feladat. A megoldás megtalálására túl sok idő szükséges, ezért heurisztikákat használunk.

4.2.1. Beszúrási herusztika

A beszúrási heurisztikát akkor használjuk, amikor egy új csomópontot akarunk beszúrni a körútba. úgy szúrunk be egy új csomópontot , hogy a körút hossza minimális legyen. A csomópontot minden pozícióba megpróbáljuk beszúrni, és mindig kiszámoljuk a költséget. Az új pozícioja a csomópontnak a körútban az a pozício lesz, ahol a költség minimális.

4.2.2. Körútjavító heurisztika

A körút javito heurisztikakat arra használjuk, hogy meglévő megoldásokat javitsunk. A legismertebb heurisztikak a 2-opt és a 3-opt heurisztikak.

A 2-opt herurisztika

A 2 opt heurisztika megprobal talalni 2 elet, amelyet el lehet tavolitani, és 2 elet, amelyet be lehet szúri, ugy, hogy egy körútat kapjunk, amelynek a költsége kisebb mint az eredetié. Euklideszi távolságoknál a 2-opt csere, kiegyenesíti a körútat, amely saját magát keresztezi.

A 2-opt algoritmus tulajdonképpen kivesz két élet a körútból, és újra összeköti a két keletkezett útat. Ezt 2-opt lépésként szokták emlegetni. Csak egyetlen módon lehet a két keletkezett útat összekötni úgy, hogy körútat kapjunk. Ezt csak akkor tesszük meg, ha a keletkezendő körút rövidebb lesz. Addig

veszünk ki éleket, és kötjük össze a keletkezett utakat, ameddig már nem lehet javítani az úton. Igy a körút 2-optimális lesz. A következő kép egy gráfot mutat amelyen végrehajtunk egy 2-opt mozdulatot.

A genetikus algoritmus

A gentikus algoritmusok biologia alapú algoritmusok. Az evolúciót utánozzák, és ez által fejlesztenek ki megoldásokat, sokszor nagyon nehéz feladatokra. Az általános gentikus algoritmusnak a következő lépéseit különböztethetjük meg:

1. Létrehoz egy véletlenszerű kezdeti állapotot

Egy kezdeti populációt hozunk létre, véletlenszerűen a lehetséges megoldásokból. Ezeket kromoszómáknak nevezzük. Ez különbözik a szimbolikus MI rendszerektől, ahol a kezdeti állapot egy feladatra nézve adott.

2. Kiszámítja a megoldások alkalmasságát

Minden kromoszómához egy alkalmasságot rendelünk, attól függően, hogy mennyire jó megoldást nyújt a feladatra.

3. Keresztezés

Az alkalmasságok alapján kivalásztunk néhány kromoszómát, és ezeket keresztezzük. Eredményűl két kromoszómát kapunk, amelyek az apa és az anya kromoszóma génjeinek a kombinációjából állnak. Ezt a folyamatot keresztezésnek nevezzük. Keresztezéskor tulajdonképpen két részmegoldást vonunk össze, és azt reméljük, hogy egy jobb megoldás fog keletkezni.

4. A következő generáció létrehozása

Ha valamelyik a kromoszómák közül tartalmaz egy megoldást, amely elég közel van, vagy egyenlő a keresett megoldással, akkor azt mondhatjuk , hogy megtaláltuk a megoldást a feladatra. Ha ez a feltétel nem teljesűl, akkor a következő generáció is át fog menni az **a.-c**. lépéseken. Ez addig folytatódik, ameddig egy megoldást találunk.

A. függelék

Fontosabb programkódok listája

Itt van valamennyi Prolog kód, megfelelően magyarázva (komment-elve). A programok beszúrása az `\lstinputlisting[multicols=2]{progfiles/lolepes.pl}` paranccsal történik, és látjuk, hogy a példában a `progfiles` könyvtárba tettük a file-okat.

Az alábbi kód Prolog nyelvből példa. Az `\lstset{language=Prolog}` paranccsal a programnyelvet változtathatjuk meg, ezt a **`listings`** csomag teszi lehetővé [**?**], amely nagyon jól dokumentált.

```
% lolepes(N,Lista) - az NxN-es sakktáblán lép a lóval,
% adott pozícióból indulva. A Lista a lépések listája.
lolepes(N,Lista):-
    N2 is ceiling(N / 2), numlist(1,N2,NLista),
    member(Kx,NLista), member(Ky,[1,2]),
    egeszit(N,[Kx/Ky],Lista).

% egeszit(N,Lis1,Lis2).
% megáll, ha N*N mezon már voltunk.
egeszit(N,Lis1,Lis2) :-
    N2 is N * N,
    length(Lis1,N2),
    reverse(Lis1,Lis2),!.

% keresünk következo lépést
egeszit(N,[Fej|Mar],Valasz) :-
    egylepes(N,Fej,Utan,Mar),
    egeszit(N,[Utan,Fej|Mar],Valasz).

% egylepes(Ex/Ey,Ux/Uy,Tiltott) - Ex/Ey
% mezorol lép úgy, hogy a Tiltott
% elemeket kerüli.
egylepes(N,Ex/Ey,Ux/Uy,Tiltott) :-
    LL=[1/2, 2/1, 1/(-2),
        (-2)/1,(-1)/2, 2/(-1),
        (-1)/(-2),(-2)/(-1)],
    member(Ix/Iy,LL),
    Ux is Ex + Ix, Ux > 0, Ux =<N,
    Uy is Ey + Iy, Uy > 0, Uy =<N,
    \+ member(Ux/Uy,Tiltott).

korLepes(N,Lista) :-
    lolepes(N,Lista),
    [Fej|_] = Lista,
    last(Lista,Veg),
    egylepes(N,Fej,Veg,[]).

%%%%%%%%%%%% MEGJELENITES %%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% osszlepes(N) - kiírja az összes
% lehetséges bejárást, visszalépéssel
osszlepes(N) :-
    lolepes(N,Lista),
    tikzKiir(Lista),
    fail.

% tikzKorKiir(Lista) - a listaban szereplo teljes
% lólépés-sort kiirja a Latex-hez - feltételezi,
% hogy a LISTA kör.
tikzKorKiir([Fej|Mar]) :-
    % meret megallapítása
    length([Fej|Mar],N2),N is ceiling(sqrt(N2)),
    writeln('\%'),
    writePre(N),
    drawkezd(Fej),
    writeDraw(Mar),
    writeln('    \\draw (start) -- (stop);'),
    writePost,!.

% tikzKiir(Lista) - a listaban szereplo teljes lólépés-sort
% kiirja a Latex-hez kompilálásra.
tikzKiir([Fej|Mar]) :-
    % meret megallapítása
    length([Fej|Mar],N2),N is ceiling(sqrt(N2)),
    writeln('\%'),
    writePre(N),
    drawkezd(Fej),
    writeDraw(Mar),
    writeln('    \\node[draw,circle] at (start)  {$\\cdot$};'),
    writeln('    \\node[draw,rectangle] at (stop)  {$\\cdot$};'),
    writePost,!.

% Preambulum a TIKZ képhez
writePre(N) :-
    write('\\begin{tikzpicture}[line width=1.5pt,scale='),
    Sc is min(1.5,3.6/N),
    write(Sc),writeln(']'),
    write('  \\draw[step=1cm,gray!25!red!25!, thick] (-0.1,-0.1) grid ('),
    write(N),write('.1,'),write(N),writeln('.1);'),
    writeln('  \\begin{scope}[color=blue!35!green!,minimum size=0.2cm,\%'),
    writeln('      xshift=-0.5cm,yshift=-0.5cm,inner sep=0pt,outer sep=0pt]').

% drawkezd(Fej) - kiirja a kezdopozíciót és kezdi vonalat.
drawkezd(Kx/Ky) :-
    write('    \\coordinate (start) at ('),
    write(Kx),write(','),write(Ky),writeln(');'),
    write('    \\draw[rounded corners=1pt] (
```

```
        start)').

% writeDraw(Lista) - befejezi a vonalkiírást.
writeDraw([Kx/Ky]) :-
    write('␣--␣('),write(Kx),write(','),write(
        Ky),writeln(');'),
    write('␣␣␣␣\\coordinate␣(stop)␣at␣('),
    write(Kx),write(','),write(Ky),writeln(');
        ').

writeDraw([Kx/Ky|Marad]) :-
    write('␣--␣('),write(Kx),write(','),write(
        Ky),write(')'),
    writeDraw(Marad).

writePost :-  % vége - nincs paraméter
    writeln('␣␣\\end{scope}\n\\end{tikzpicture
        }').
```