Turinys

1 Teorinis darbo pagrindas

Šiame skyriuje aprašysiu teorinį darbo pagrindą.

1.1 Mokymasis su mokytoju ir mokymasis be mokytojo

Šiame skyriuje stengsiuosi atsakyti į klausimą kuo skiriasi mokymas su mokytoju (angl. supervised learning) nuo mokymo be mokytojo (angl. unsupervised learning). Mokymasis, duomenų klasifikavimo kontekste, reiškia modelių (pvz. klasifikatorių) kūrimo metodus (algoritmus), kurie naudoja mokymosi duomenis[1], kitaip tariant, tai mokymasis iš pavyzdžių.

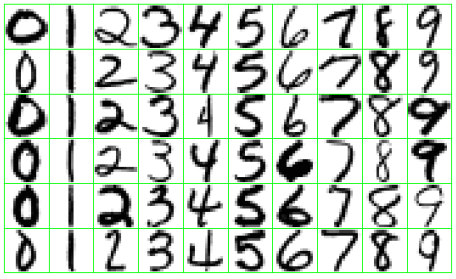
1.1.1 Mokymas su mokytoju

Mokymas su mokytoju tai toks mokymas, kai turime mokymo duomenis, kuriems jau yra priskirtos tam tikras teisingas atsakymas. Kitaip tariant, mes sprendžiame uždavinį, kuriam atsakymą galime pasitikrinti. Mokymas su mokytoju yra skirstomas į dvi rūšis:

1. Klasifikavimas (angl. classification) - pagal nepriklausomus kintamuosius bandome nuspėti kokybinius (kategorinius) priklausomus kintamuosius.

2. Regresija (angl. regression) - pagal nepriklausomus kintamuosius bandome nuspėti kiekybinius priklausomus kintamuosius.

Klasifikavimo uždavinio pavyzdys Klasifikavimo tikslas - identifikuoti parametrus, kurie nusakytų grupę (klasę), kuriai priklauso objektas. Klasifikavimo sąvoka gali būti naudojama tiek esamų duomenų suvokimui, tiek naujų objektų charakteristikų prognozavimui. Klasifikavimo uždavinių aktualumą galima parodyti tokiu pavyzdžiu.



1 pav.: Ranka rašytas tekstas, kurį reikia atpažinti.

[1] Mokymosi duomenys (angl. sample data)- duomenys, kurie yra paruošti darbui programų, kurios kurs modelius (pvz. klasifikatorius).

Uždavinys: Pašto skyriuose laiškai siunčiami įvairiomis kryptimis pagal gavėjo adresą ir (arba) pašto kodą. Norima automatizuoti laiškų rūšiavimą pagal siuntimo kryptį. Tam, kad būtų galima laiškų rūšiavimą pagal kryptį automatizuoti, mums reikia priemonės atpažinti ant voko užrašytą pašto kodą.

Sprendimas: Šią problemą mums padėtų išspręsti skeneris ir programine įranga, kuri sugebėtų ranka rašytus skaitmenis atpažinti ir konvertuoti į skaitmeninį formatą. Tų skaitmenų atpažinimui ir konvertavimui į skaitmeninį formatą, tikėtina, kad mes naudosime klasifikavimo algoritmus, nes uždavinys pasižymi visomis klasifikavimui būdingomis savybėmis: turime aibę duomenų (vaizdinė informacija su ranka rašytais skaitmenimis), turime teisingus atsakymus (žmogus pažiūrėjęs į ranka rašytą skaitmenį gali pasakyti programai, koks ten yra skaitmuo), bei galimų sprendimai yra kategorinio tipo (dešimt skaitmenų nuo 0 iki 9).

Klasifikatorių kursime trimis etapais:

1. diskriminavimo (atskiriančiųjų) kintamųjų parinkimas - nuskenuotų pašto kodų skaitmenų dažniausiai pasitaikančių, charakteringiausių linijų radimas,
2. klasifikavimo taisyklių sudarymas - pagal tam tikrą charakteringiausių linijų grupę objektui priskiriama klasė,
3. klasifikavimo kokybės įvertinimas - kokybei įvertinti naudojami įvairūs metodai, tokie kaip kryžminis patikrinimas (angl. cross-validation) ir įkelčių metodas (angl. bootstrap).

Įgyvendinę aukščiau aprašyto uždavinio sprendimą, pašto skyriaus vadybininkai galėtų atlaisvinti žmones nuo iš esmės mechaninio darbo - rūšiuoti laiškus. Tokiu būdu būtų optimizuotas pašto skyrių efektyvumas.

Regresinės analizės payzdys Regresija prognozuojant naujų duomenų reikšmes naudojasi žinomais, jau turimais duomenimis. Ji naudoja standartinius statistinius metodus, tokius kaip mažiausių kvadratų metodas (angl. least squares). Regresinė analizė dažniausiai naudojama įvertinti (ang. forecast) ateities duomenų vertes bei interpoliacijai - funkcijos tikėtinos reikšmės tarp dviejų taškų įvertinimui.

Tipinio uždavinio, kuriam naudojama regresinė analizė pavyzdys: Aktuarinėje (draudimo) matematikoje reikia turėti įverčius, pasakančius kokia tikimybė, kad žmogus vienokio ar kitokio amžiaus mirs. Tam yra naudojamos taip vadinamos mirtingumo lentelės. Jose duomenys aprašo kiek ir kokio amžiaus žmonių kažkuriais metais mirė, pvz. 2010 metais Lietuvoje mirė 1000 20 metų amžiaus žmonių. Detalesni duomenys nėra naudojami, nes per daug sudėtinga juos apdoroti. Kadangi aktuarai nori apskaičiuoti draudimo kainą, jiems reikia įvertinti riziką, kada žmogus mirs, tai jie naudodamiesi regresinės analizės metodais paskaičiuoja tikėtiniausią reikšmę, kad pvz. yra 3% tikimybė, kad žmogus mirs dvidešimtaisiais savo gyvenimo metais. Kitais žodžiais tariant, iš turimų duomenų mes sukursime tolydžią funkcija, kuri mums pasakys reikšmes taškuose, kurių mes neturime.

Klasifikavimas ir regresija Abiejų mokymo su mokytoju rūšių tikslas yra pagal mokymosi duomenis sukurti modelį, kuriuo remiantis būtų galima identifikuoti naujų objektų savybes.[Hal99] Šiame darbe negrinėsime klasifikavimo problemą.

1.1.2 Mokymas be mokytojo

Mokyme su mokytoju galima išmatuoti modelio tikslumą įvairiais metodais, pvz. kryžminiu patikrinimu. Mokyme be mokytojo mes tokių tiesioginio patikrinimo procedūrų neturime. Todėl yra sunku išsiaiškinti patikimumą išvadų gautų pagal daugumos mokymo be mokytojo algoritmų darbo rezultatus.

Klasterizavimo algoritmų pagrindinis privalumas – gebėjimas atpažinti grupavimo struktūrą be jokios išankstinės informacijos.

Klasterizavimo principas - maksimizuoti objektų, esančių vienoje grupėje, tarpusavio panašumą ir minimizuoti tarpgrupinį objektų panašumą.

1.1.3 Mokymo su mokytoju ir mokymo be mokytojo skirtumai

Pagrindiniai skirtumai tarp mokymo su mokytoju ir mokymo be mokytojo yra mokymosi duomenys (mokymo su mokytoju algoritmų įeities duomenyse yra išreikštinai pasakyta, kokio rezultato mes laukiame, o neprižiūrimojo mokymosi duomenyse tokios papildomos informacijos nėra) ir naudojimo tikslai (mokymas su mokytoju siekia iš pavyzdžių išmokti vertinti naujus duomenis, o mokymas be mokytojo siekia surasti vidinę duomenų struktūras). Aptarkime pavyzdį: darbas su nuotraukomis.

Mokymo su mokytoju programai kaip įeities duomenis paduotume keletą nuotraukų su žymėmis pasakančiomis, ar nuotraukoje yra žmogaus veidas ar jo ten nėra, kitaip tariant, duotume keletą pavyzdžių su teisingais atsakymais. Programa peržvelgs visas nuotraukas ir susikurs klasifikatorių (modelį), kuris kažkokiu tikslumu galės atskirti nuotraukas su žmogaus veidu. Tokiu būdu mūsų mokymo programa „išmoks“ nuotraukose atpažinti veidus.

Mokymosi be mokytojo programai kaip įeities duomenis paduotume keletą nuotraukų be jokių papildomų žymių. Žinoma, mūsų programa pati nesugebės „išrasti“, kas yra žmogaus veidas, tačiau ji tikriausiai sugrupuos nuotraukas su žmonių veidais ir tarkim peizažais į skirtingas grupes. Kitaip tariant, nuotraukų su žmonių veidais vidinė struktūra mūsų mokymo be mokytojo programai bus nepanaši nuotraukų su peizažais vidinę struktūrą, todėl ji į vieną klasterį susidės nuotraukas, kurios jai atrodo tarpusavyje panašiausios: viename klasteryje nuotraukos su žmonių veidais, o kitoje su gamtos peizažais.

Abu mokymo procesai yra panašūs savo esme (siekia išgauti žinias apie turimus duomenis), bet jų panaudojimas skiriasi iš esmės (mokymo su mokytoju atveju mes kuriame modelį apibūdinantį kaip buvo sukurti mokymo duomenys, kad galėtume spėti naujų objektų savybes, o mokymo be mokytojo atveju siekiame susipažinti su vidine mokymo duomenų struktūra, kai nėra kaip pamatuoti ar geri ar blogi klasteriai buvo rasti).

2 Teorija

2.1 Bayesian decision theory

2.2 Klasifikavimas “artimiausio kaimyno” metodu

2.3 Klasifikavimas “mažiausių kvadratų metotu”

2.4 Naive Bayesian classifier

2.5 Bias and variance tradeoff

2.6 Klasifikavimo metodo įvertinimas

2.6.1 Klasifikavimo metodo įvertinimas “cross-validation” metodu

2.6.2 Klasifikavimo metodo įvertinimas “bootstrapping” metodu

2.7 Atraminių vektorių metodai

Atraminių vektorių klasifikatorius[Vap00] (angl. support vector machines) - tai mašininio mokymosi (angl. machine learning) algoritmas išvestas iš statistinio mokymosi. Jis priskiriamas mokymuisi su mokytoju. Metodas taikomas ir klasifikavime, ir regresinėje analizėje.

Naudojant atraminių vektorių klasifikatorių, yra sukuriama hiperplokštuma, atskirianti duomenis į dvi klases. Hiperplokštuma parenkama tokia, kad atstumas tarp skirtingų klasių artimiausių elementų ir hiperplokštumos būtų didžiausias.

Konstruojant hiperplokštumą yra spendžiamas optimizavimo su ribojimais algoritmas.

Gali būti ir taip, kad ieškoma hiperplokštuma gali ir neegzistuoti pavyzdžiui, kai klasės stipriai persidengia. Tada įvedamas parametras ir pasikeičia optimizavimo uždavinys.

Viena iš atraminių vektorių metodų klasifikavimo ypatybių yra gebėjimas mokytis iš labai mažos mokymosi duomenų aibės.

2.8 Random forests

2.9 Kuo ypatingas daugiamačių duomenų klasifikavimas

2.9.1 the curse of dimensionality

3 Susiję darbai

4 Klasifikavimo metodų palyginimo karkasas

5 Klasifikavimo metodų palyginimo rezultatai

SĄVOKŲ APIBRĖŽIMAI

Prižiūrimas mokymasis (angl. supervised learning) -

Neprižiūrimas mokymasis (angl. unsupervised learning) -

Mašininis[Mam08] (kompiuterinis, sistemos[Mar08]) mokymasis (angl. machine learning) - tai mokslas siekiantis priversti kompiuterius atlikti tam tikrą darbą be išreikšto programavimo.

Hiperplokštuma (angl. hyperplane) - plokštumos generalizacija daugiadimansėje erdvėje.

Atraminių vektorių klasifikatoriai (angl. support vector machines, SVM) - yra klasifikavimo su mokymu metodas, taikomas ir klasifikavime, ir regresinei analizei.[Ber08]

Regrèsija [lot. regressio – grįžimas, traukimasis]: tikimybių teorijoje ir mat. statistikoje – atsitiktinio dydžio vidurkio priklausomybės nuo kt. dydžio (kelių dydžių) išraiška;[tzz10]

Literatūra

[Ber08] Jolita Bernatavičienė. *Vizualios žinių gavybos metodologija ir jos tyrimas*. PhD thesis, Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2008. Prieiga internetu: `http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2008~D_20080930_090520-93322/DS.005.0.02.ETD`.

[Hal99] Mark A. Hall. *Correlation-based Feature Selection for Machine Learning*. PhD thesis, University of Waikato, 1999. Prieiga internetu: `http://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/publications/1999/99MH-Thesis.ps`.

[Mam08] Jelena Mamčenko. *Duomenų gavybos technologijų taikymas išskirstytų serverių darbui gerinti*. PhD thesis, Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2008. Prieiga internetu: `http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2008~D_20090105_150124-79076/DS.005.0.02.ETD`.

[Mar08] Dalia Martišiūtė. Vaizdų klasterizavimas. Master's thesis, Vilniaus universitetas, 2008. Prieiga internetu: `http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2008~D_20090908_201754-37094/DS.005.1.01.ETD`.

[tzz10] *Tarptautinių žodžių žodynas.* Vyriausioji enciklopedijų redakcija, 2010.

[Vap00] V.N. Vapnik. *The nature of statistical learning theory.* Statistics for engineering and information science. Springer, 2000.