

PROGRAMINĖS ĮRANGOS KLaidŲ TOLERANCIJA

Algirdas AVIŽIENIS

Klaidų tolerancija yra skaičiavimo sistemų savybė, turinti užtikrinti nenutrūkstamą teisingą jų funkcionavimą, esant gedimams, kuriuos sąlygoja tų sistemų vidinės klaidos. Problema, susijusi su skaičiavimo sistemų apsauga nuo techninių gedimų, iškilo kartu su pirmųjų skaičiavimo mašinų atsiradimu 1940 metais. Vienok, programinės įrangos pastovios klaidos nėra susiję su technikos gedimais, – tai programų projektuotojų ir kūrėjų klaidos, atsirandančios projektuojant, konstruojant, modifikuojant ir eksploatuojant skaičiavimo sistemų programinę įrangą. Klaidų tolerancijos priemonės programinėje įrangoje buvo pradėtos naudoti nuo šeštojo dešimtmečio pradžios.

Šiame straipsnyje yra nagrinėjami svarbiausi programinės įrangos klaidų tolerancijos klausimai: tolerancijos modeliai, specifikacijos, įvertinimai ir klaidas toleruojančios programinės įrangos sudarymo būdai. Klaidas toleruojančios programinės įrangos sistema turi būti sudaryta iš dviejų ar daugiau modulių, iš kurių kiekvienas gali spręsti tuos pačius uždavinius, tačiau tie moduliai nėra identiški. Skirtingus programinės įrangos modulius turi kurti skirtingos programuotojų grupės, naudojančios skirtingas metodikas ir technologijas. Tokiu būdu yra pasiekama, kad vieno modulio netikslumas ar klaida nesikartoja kituose moduluose toje pat vietoje, o klaidų tolerancijos procedūros duoda galimybę atmesti klaidingą rezultatą. Straipsnyje yra aptariamose tolesnių tyrimų perspektyvos.

Raktažodžiai: klaidų tolerancija, patikimumas, patikima programinė įranga.

NEŽINOMOS AUTOREGRESIJOS FUNKCIJOS STATISTINIAI ĮVERČIAI

Jonas BALTRŪNAS, Vitalija RUDZKIENĖ

Straipsnyje nagrinėjamas netiesinio autoregresijos proceso $X_t = f(X_{t-1}, \dots, X_{t-n}) + \varepsilon_t$ identifikacijos uždavinys, kur ε_t – balto triukšmo seka, $f(x)$ – tam tikra nežinoma funkcija, tenkinanti sąlygą (4). Matematinio modeliavimo metodu ištirtos funkcijos $f(x)$ įverčių $\hat{f}(x)$ statistinės savybės vienmačiu ($n = 1$) ir dvimačiu ($n = 2$) atvejais, kai $x \in [-1, 1]^n$.

Kelioms skirtingo glodumo netiesinėms funkcijoms $f(x)$ nagrinėti 4 tipų įverčiai: mažiausių kvadratų, du skirtingi projekciniai ir branduolinis. Funkcijos $f(x)$ įvertinimo tikslumą nusakė dydis $E \int_{[-1,1]^n} [f(x) - \hat{f}(x)]^2 dx$.

Gauti modeliavimo rezultatai parodė, kad vienmačiu atveju ($n = 1$) prie pakankamai didelio imties tūrio ($N \asymp 10000$) visų tipų įverčių tikslumas praktiškai yra vienodas. Projekciniams ir mažiausių kvadratų įverčiams aproksimuojančio polinomo optimali eilė (prie kurios įvertinimo paklaida minimali) $\underline{m} = \overline{2, 6}$, kai $N \leq 1000$ ir $\underline{m} = \overline{6, 16}$, kai $1000 < N \leq 10000$. Dvimačiu atveju ($n = 2$) didžiausias įvertinimo tikslumas ir mažiausia įverčio empirinė dispersija gaunama branduoliniams įverčiams, o kai $N \asymp 10000$ prie jų pagal tikslumą artėja mažiausių kvadratų įverčiai. Optimali aproksimuojančio polinomo eilė \underline{m} priklauso ne tik nuo imties dydžio N , bet ir nuo funkcijos $f(x)$ tipo ir yra eilės $\underline{m} = \overline{3, 45}$.

Raktažodžiai: netiesinės autoregresijos procesas, identifikacija, statistiniai įverčiai, modeliavimo rezultatai.

**AUTOREGRESIJOS LAUKO,
FUNKCIONUOJANČIO ERDVĖJE R^2
IR LAIKE, SVORINĖ FUNKCIJA**

Aloyzas KAPUSTINSKAS

Straipsnyje nagrinėjamas autoregresijos lauko, funkcionuojančio dvimatėje erdvėje ir laike, svorinės funkcijos skaičiavimo klausimas. Laukas aprašomas lygtimi

$$\xi_t^{xy} = \sum_{k=1}^{n_t} \sum_{i_x=-n'_x}^{n''_x} \sum_{i_y=-n'_y}^{n''_y} a_k^{i_x, i_y} \xi_{t-k}^{x+i_x, y+i_y} + g_t^{xy},$$

kur t – diskretiniai laiko momentai ($t \in (-\infty, \infty)$), x, y – diskretinės erdvinių koordinatų reikšmės ($x, y \in (-\infty, \infty)$), ξ_t^{xy} – lauko reikšmė taške (x, y) momentu t , n_t – lauko eilė laiko koordinatės t atžvilgiu, $\{n'_x, n''_x\}$, $\{n'_y, n''_y\}$ – lauko eilė atitinkamai erdvinių koordinatų x, y atžvilgiu, $a_k^{i_x, i_y}$ – lauko parametrai, $\{g_t^{xy}\}$ – nepriklausomų atsitiktinių gausinių dydžių seka, kurių vidurkis lygus nuliui, o dispersija σ_g^2 – baigtinė.

Parodoma, kad svorinius koeficientus galima apskaičiuoti svorinės funkcijos rekurentinės lygties pagalba. Išaiškinama svorinės funkcijos struktūra: svoriniai koeficientai, esantys tam tikro erdvinio keturbriaunio kampo viduje, nelygūs nuliui. Sukurtas algoritmas svoriniams koeficientams skaičiuoti. Tačiau jį galima naudoti tik esant palyginus nedidelėms laiko reikšmėms, nes priešingu atveju žymiai išauga reikalingos ESM operatyvinės atminties kiekis. Sukurtos trys algoritmo modifikacijos, kurioms reikia mažiau tokios atminties.

Raktažodžiai: atsitiktiniai laukai, autoregresijos laukas, svorinė funkcija.

**TIESINIŲ PERIODINIŲ SKAITMENINIŲ
FILTRŲ INVERSIJA**

Kazys KAZLAUSKAS

Straipsnyje pasiūlytas tiesinių periodinių skaitmeninių filtrų (PSF) inversijos nustatymo metodas. Tuo tikslu tiesinis PSF yra pakeičiamas į blokinį filtrą. PSF veikimą aprašančios lygtys su kintančiais parametrais būsenų erdvėje yra pakeičiamos blokinėmis lygtimis su pastoviomis matricomis. Apibrėžta inversinio filtro sąvoka ir surastas ryšys tarp PSF ir inversinio PSF parametrų. Nustatyta, kokia sąlyga turi būti tenkinama, kad būtų galima surasti inversinį PSF. Išnagrinėtos inversinio PSF valdomumo ir stebimumo sąlygos. Parodyta, kaip praktiškai surandami blokinio ir inversinio PSF parametrai, turint PSF parametrus, ir kaip tikrinamos inversinio PSF valdomumo ir stebimumo sąlygos.

Raktažodžiai: skaitmeniniai filtrai, blokinis modelis, inversija, valdomumas, stebimumas.

STATISTINIO MODELIO PARAMETRŲ IR SISTEMINIŲ MATAVIMO PAKLAIDŲ BENDRAS ĮVERTINIMAS

Antanas NEMURA

Straipsnyje nagrinėjamas netiesinių funkcijų parametrų ir sisteminių matavimo paklaidų bendras įvertinimas. Šis uždavinys sutinkamas praktikoje, kad atsitiktinių matavimo paklaidų matematinis vidurkis nelygus nuliui. Matematinį modelį sudaro dvi m -matės funkcijos $f_1(x_k, c_1)$, $f_2(x_k, c_2)$, kurių analitinės išraiškos yra duotos, tačiau m -mačio nepriklausomojo kintamojo vertės nežinomos, o vektorinių parametrų c_1 , c_2 dydžiai turi būti įvertinti panaudojant paslinktus funkcijų $f_1(x_k, c_1)$, $f_2(x_k, c_2)$ stebėjimus y_{1k} , y_{2k} ($k = \overline{1, s}$), t.y. stebėjimus su adityviomis atsitiktinėmis ir sistematinėmis paklaidomis δ_1 , δ_2 . Laikome, kad atsitiktinių matavimo paklaidų kovariacinės matricos yra duotos. Panaudojant funkcijų $f_1(x_k, c_1)$, $f_2(x_k, c_2)$ tiesinį priartėjimą sudaryta parametrų ir sisteminių paklaidų matricinė identifikacijos lygtis. Mažiausių kvadratų metodo pagrindu yra sudarytas rekurentinis komponentinis algoritmas vektorinių dydžių c_1 , c_2 , δ_1 , δ_2 įverčiams paskaičiuoti. Nurodyta įvertinamumo sąlyga ir įverčių skaičiavimo proceso stabdymo taisyklė. Šio algoritmo darbingumui pademonstruoti atliktas paprasto šios rūšies uždavinio skaitmeninis sprendimas su ESM. Lentelėje pateikiami dviejų komponentinio algoritmo modifikacijų bandymo rezultatai. Abi modifikacijos yra darbingos, tačiau viena jų yra efektyvesnė ir nereikalauja turėti modelio parametrų įverčio pradinio priartėjimo. Gautas algoritmas gali būti panaudojamas sprendžiant praktinius uždavinius, jeigu tenkinama įvertinamumo sąlyga.

Raktažodžiai: modelio ištiesinimas, mažiausių kvadratų metodo įverčiai, modelio parametrų rekurentinis įvertinimas.

ROBASTINIS MODELIO EILĖS NUSTATYMAS

Rimantas PUPEIKIS

Sprendžiamas tiesinių dinaminių objektų modelio eilės nustatymo uždavinys, taikant įėjimo–išėjimo duomenis, kai stebėjimuose yra dideli reti impulsai. Modelio eilei nustatyti taikomas determinantų santykio (DS) testas (5), kuris naudoja momentinių sandaugų (MS) ir instrumentinę momentinių sandaugų (IMS) matricas. MS matricos yra skaičiuojamos dviem būdais. Pirmu būdu MS matrica yra konstruojama taikant kovariacijų funkcijų skaičiavimui klasikinės lygtis (8). Antru būdu MS matricoje šios funkcijos yra keičiamos jų robastiniais analogais. Čia kovariacinių funkcijų reikšmės yra keičiamos medianomis. IMS matrica yra konstruojama taikant vietoje instrumentinių kintamųjų užvėlintus įėjimo duomenis. Modelio eilės m nustatymo procedūrų efektyvumas yra tiriamas statistinio modeliavimo ESM keliu. Lentelėje 1 pateikti MS ir IMS matricų determinantai įvairioms m reikšmėms. Pirmoje lentelės eilutėje kiekvienam m yra parodyti determinantai, kurie gauti MS matricos elementų skaičiavimui taikant (8) lygtis. Antroje lentelės eilutėje – determinantai, gauti keičiant MS matricos elementus jų robastiniais analogais. Trečia determinantų eilutė lentelėje gauta taikant instrumentinius kintamuosius. Esant $m > 2$ tik tos determinantų reikšmės, kurios yra parodytos antroje lentelės eilutėje apytiksliai yra lygios nuliui. Todėl DS testas įvairioms m reikšmėms yra skaičiuojamas taikant determinantus, gautus keičiant kovariacines funkcijas jų robastiniais analogais. DS testo reikšmės įvairioms m yra parodytos lentelėje. Kai $m = 2$ DS testo reikšmė yra minimali. Kai $m > 2$ DS testo reikšmės išauga.

Raktažodžiai: modelio eilė, reti dideli impulsai, robastškumas.

**DUOMENŲ APDOROJIMO PROGRAMŲ
STRUKTŪRINĖ SINTEZĖ**

Justinas LAURINSKAS, Gražina TAUČAITĖ

Duomenų apdorojimo programos derina skaičiavimus su navigacija duomenų bazėje. Programų struktūrinės sintezės metodai yra skirti skaičiavimo programų sudarymui, o sąryšių sintezės metodai – reliacinių duomenų bazių navigacijos kelių sudarymui. Programos pateikiamos kaip pradinių programinių modulių kompozicijos, o navigacijos keliai - kaip reliacinės algebros reiškiniai virš bazinių sąryšių aibės. Straipsnyje siūlomas programų struktūrinės sintezės ir sąryšių sintezės metodų sujungimo būdas. Siūlomas būdas remiasi skaičiavimų modeliu (formulių rinkiniu), kuris aprašo ir skaičiavimus, ir navigacijos kelius. Pateikiama naudojamų tokiuose skaičiavimų modeliuose formulių išvedimo taisyklių korektiška ir pilna sistema. Programos pateikiamos kaip "mišrios" algebros reiškiniai virš bazinių sąryšių aibės: naudojami reliaciniai operatoriai, o taip pat pradinių programinių modulių realizuojami operatoriai.

Raktažodžiai: struktūrinė programų sintezė, reliacinės duomenų bazės, sąryšių sintezė, išvedimo taisyklės.

**PAŽEISTŲ GYVYBINIŲ MERIDIANŲ
DIAGNOZAVIMO EKSPERTINĖ SISTEMA**

Romas BARONAS, Valdas DIČIŪNAS,
Stanislovas NORGĖLA, Rimantas VAICEKAUSKAS

Straipsnyje aprašoma ekspertinės sistemos AKU struktūra, pagrindinės funkcijos ir veikimo principai. AKU – programinė priemonė, skirta pažeistiems meridianams diagnozuoti, gydant akupunktūrą. Iš daugelio diagnostikos metodų pasirinkti trys dažnai naudojami: paciento bendroji apklausa, Ryodoraku testas bei Akabane testas. Kiekvienas metodas realizuotas atskira AKU posisteme. Ryodoraku ir Akabane testai remiasi fizikinių charakteristikų matavimu tam tikruose paciento kūno taškuose bei matavimo rezultatų interpretacija. Diagnozės nustatymas pagal šių testų rezultatus nesunkiai formalizuojamas. Sudėtingiausia sistemos AKU dalis – diagnostika pagal bendrosios apklausos rezultatus. Tai paaiškinama dideliu ligų požymių (simptomų) kiekiu bei netiksliai išreikšta priklausomybe tarp simptomų ir meridianų energetinio lygio. Simptomų patikslinimas – tai judėjimas požymių medžiu, apklausiant pacientą. Ryšys tarp ”elementarių požymių” ir pažeistų meridianų nusakytas produkcinėmis taisyklėmis. Kadangi bendrosios apklausos išeities duomenys ne visada yra tikslūs, diagnozė pateikiama tikimybiniais terminais. Ekspertinė sistema AKU realizuota Turbo Prolog kalba IBM PC kompiuteriams.

Raktažodžiai: akupunktūra, klinikinė diagnostika, gyvybiniai meridianai, ekspertinės sistemos.