

Примљено: - 5. маја 1997

Орг. јед.	Број	Тема	Вредност
0603	194/3		

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA U NOVOM SADU

Na sednici Nastavno-naučnog veća Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu, održanoj 24.4.1997. godine, Veće je imenovalo Komisiju za predlaganje ocene i odbranu doktorske disertacije mr Slobodana Tričkovića, pod naslovom "Iterativni metodi za nalaženje nula polinoma", u sastavu: dr Dragoslav Herceg, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu, dr Miodrag Petković redovni profesor Elektronskog fakulteta u Nišu, dr Katarina Surla, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu i dr Zorica Uzelac, vanredni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Na osnovu pregleda i ocene rada, imenovana komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

Doktorska disertacija mr Slobodana Tričkovića urađena je u visokokvalitetnom tekst-procesoru AMS TEX na 127 strana i sastoji se iz sledećih poglavlja:

0. Uvod;
1. Simultani metodi za nalaženje nula polinoma;
2. Intervalni metodi nagiba za inkluziju nula polinoma;
3. Familija iterativnih metoda za simultano nalaženje nula polinoma;
4. Simultano nalaženje nula analitičkih funkcija;
5. Simultani metodi za višestruke nule;

Literatura.

Tema ove disertacije pripada oblasti numeričke matematike koja se bavi konstrukcijom i analizom iterativnih metoda za rešavanje nelinearnih jednačina. Osnovni cilj disertacije usmeren je na konstrukciju novih iterativnih metoda za nalaženje nula algebarskih polinoma koji su veoma aktuelni zbog svojih primena ne samo u primenjenoj matematici već i u prirodnim naukama. Poslednjih dvadesetak godina, sa naglim razvojem elektronskih računara, posebna pažnja posvećena je razvoju iterativnih metoda za simultano nalaženje svih nula polinoma i njihovoj inkluziji primenom intervalne aritmetike. Aktuelnost razmatranih tema u disertaciji proizilazi i iz činjenice da nijedan od raspoloživih numeričkih algoritama nije savršen u pogledu osnovnih zahteva kao što su brzina konvergencije, globalna konvergencija, numerička stabilnost i računarska efikasnost. Upravo to je i razlog za dalja istraživanja na ovoj temi.

Glavna pažnja posvećena je simultanim metodima visokog reda konvergencije za nalaženje svih (prostih ili višestrukih) nula polinoma. Osim detaljne analize konvergencije i numeričke stabilnosti, ispitivanje računarske efikasnosti i eksperimentalne verifikacije novih algoritama na numeričkim primerima, razmotrena je i mogućnost implementacije na paralelnim računarima. U disertaciji je predloženo više modifikacija postojećih algoritama kao i neki novi algoritmi koji se odlikuju brзом konvergencijom i visokom računarskom efikasnošću. Razmatrani su isključivo algoritmi zasnovani na relacijama fiksne tačke. Ovakav pristup omogućuje konstrukciju algoritama koji se odlikuju veoma brзом konvergencijom i mogućnošću kontrole gornje granice greške pronađenih aproksimacija korišćenjem tzv. kompleksne intervalne aritmetike.

Prvo poglavlje je preglednog karaktera i ne sadrži nove rezultate. Osim kratke istorije razvoja iterativnih metoda za rešavanje nelinearnih jednačina, opisani su postupci za konstrukciju simultanih metoda u običnoj i intervalnoj aritmetici, zasnovani na relaciji nepokretne tačke. Navedene su osnovne osobine i operacije kompleksne kružne aritmetike, kao i neki neophodni rezultati koji se odnose na lokalizaciju nula polinoma i R-reda konvergencije.

U drugom poglavlju razmatrani su metodi zasnovani na intervalnom nagibu. U odeljku 2.1 konstruisan je metod nagiba sa kvadratnom konvergencijom za kompleksne nule polinoma. U nastavku je predložen ubrzani metod koji kombinuje osnovni metod nagiba i metod sečice. Red konvergencije ovog metoda jednak je $1 + \sqrt{2} \approx 2.412$. Polazeći od pogodne relacije fiksne tačke zasnovane na nagibu i koristeći centriranu inverziju diska, u odeljku 2.3 konstruisana su dva nova metoda trećeg i četvrtog reda. Ovi metodi mogu se shvatiti kao modifikacije Newtonovog metoda. Metod četvrtog reda odlikuje se visokom računarskom efikasnošću jer je ubrzana konvergencija dobijena primenom Newtonove popravke $P(z)/P'(z)$ koja je već izračunata.

U trećem poglavlju razmatrane su dve nove familije iterativnih metoda zasnovane na jednoparametarskoj familiji iterativnih metoda za nalaženje proste ili višestruke nule funkcije f , predložene od Hansena i Patricka (1977). Primenujući Hansen-Patrickove formule na pogodno izabranu funkciju Weierstrassovog tipa, koja ima iste nule kao i razmatrani polinom P , izvedene su dve nove jednoparametarske familije iterativnih metoda za simultanu aproksimaciju svih prostih ili višestrukih nula polinoma P . Za različite vrednosti parametra dobijaju se specijalni slučajevi koji definišu nove iterativne formule, uključujući i metode tipa Ostrowskog, Halleya, Laguerra i Eulera. U odeljku 3.4 data je detaljna analiza konvergencije izvedenih familija. Dokazano je da je red konvergencije metoda koji pripadaju novim familijama jednak četiri za proizvoljan konačan parametar koji se javlja u iterativnim formulama. Posebna pažnja je posvećena

simultanom metodu Eulerovog tipa. Ovaj metod je od specijalnog interesa jer se, korišćenjem pogodnih korekcija koje zahtevaju zanemarljiv broj dodatnih operacija, mogu generisati metodi petog i šestog reda. Očigledno, ovi metodi poseduju veoma visoku računarsku efikasnost. Numerički primeri prikazani u odeljku 3.5 pokazuju da novi simultani metodi, osim brze konvergencije, poseduje i dobre konvergentne osobine u uslovima grubih početnih aproksimacija.

U radovima Iokidimisa i Anastasseloua (1986) i Petkovića i Hercega (1992) izučavani su metodi za nalaženje nula jedne klase analitičkih funkcija koje u prosto zatvorenoj konturi imaju konačan broj nula i kao jezgro imaju algebarski polinom. U četvrtom poglavlju ove disertacije predloženi su novi metodi za simultanu aproksimaciju nula pomenute klase analitičkih funkcija. Najpre je u odeljku 4.1 prikazan simultani metod Čebiševljevog tipa i dokazana kubna konvergencija novog metoda. Detaljnom analizom numeričke stabilnosti predloženog metoda pokazano je da se on ponaša dosta stabilno u prisustvu greške numeričke integracije.

Poslednjih godina velika pažnja je posvećena razradi algoritama efikasnih za primenu na paralelnim računarima. Takav je slučaj sa algoritmima za simultano nalaženje nula polinoma gde se vrši istovremena realizacija više verzija istog algoritma (npr. n verzija, gde je n broj različitih nula polinoma). Na ovaj način se smanjuje vreme izračunavanja jer se delovi algoritma izvršavaju na više procesora u isto vreme, što je i glavna prednost paralelne implementacije. U drugom delu odeljka 4.1 razmatrana je paralelna implementacija simultanog metoda Čebiševljevog tipa sa posebnim osvrtom na asinhronu verziju. U odeljku 4.2 izvedena je familija iterativnih metoda za pomenutu klasu analitičkih funkcija primenjujući ponovo Hansen-Patrickovu jednoparametarsku familiju iterativnih metoda.

Peto poglavlje sastavljeno je od četiri odeljka i u njima se posmatraju višestruke nule polinoma i simultani metodi za njihovo određivanje. Smenjujući aproksimativni izraz za količnik P''/P' u Osadinom u Lagueriovom metodu trećeg reda, u odeljku 5.2 dobijeni su simultani metodi koji su takođe trećeg reda. U odeljku 5.3 pokazano je da primena Osadine formule na pogodnu funkciju Weierstrassovog tipa daje simultani metod za nalaženje višestrukih nula sa redom konvergencije četiri. Koristeći ideju koju su nedavno razvili Kano, Yamamoto i Kjurkchiev (1996), u odeljku 5.4 konstruisani su metodi asinhronog tipa za simultano nalaženje višestrukih nula bez poznavanja višestrukosti i za svaki od njih nađen je red konvergencije.

Skoro svi iterativni metodi predloženi u ovom radu testirani su na velikom broju numeričkih primera, od kojih je jedan deo prikazan u radu. Pri njihovoj realizaciji korišćen je programski jezik FORTRAN 77 na PC Pentiumu u dvostrukoj tačnosti

(oko 16 značajnih decimalnih cifara) ili na računaru Micro VAX II sa aritmetikom četvorostruke preciznosti (oko 33 značajne cifre).

Na kraju je dat spisak od 122 bibliografske jedinice koje su korišćene ili citirane pri izradi disertacije.

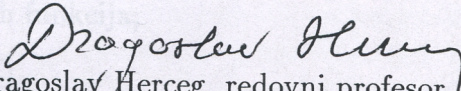
Na osnovu pregleda doktorske disertacije i prethodnih ocena, Komisija je donela sledeći

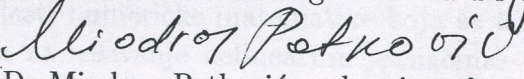
ZAKLJUČAK

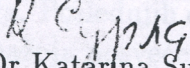
Doktorska disertacija se bavi problemom određivanja nula algebarskih polinoma i jedne klase analitičkih funkcija, koji je aktuelan ne samo u primenjenoj matematici već i u nekim disciplinama tehnike i fizike. U disertaciji je razvijeno više numeričkih algoritama iterativne prirode, od kojih su neki proširenja poznatih rezultata, dok drugi predstavljaju poboljšanja postojećih algoritama ili originalne algoritme za rešavanje algebarskih jednačina. Veći deo disertacije predstavlja originalan doprinos teoriji i praksi iterativnih procesa. Neki od rezultata već su publikovani ili su prihvaćeni za publikovanje u inostranim i domaćim časopisima i zbornicima radova sa konferencija. Mišljenja smo da razmatranu disertaciju treba pozitivno oceniti i zato predlažemo Nastavno-naučnom veću Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu da prihvati rad mr Slobodana Tričkovića pod naslovom "Iterativni metodi za nalaženje nula polinoma" kao doktorsku disertaciju i odredi datum usmene odbrane.

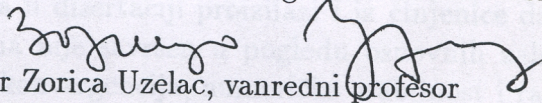
28.4.1997.

KOMISIJA


Dr Dragoslav Herceg, redovni profesor
Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu


Dr Miodrag Petković, redovni profesor
Elektronskog fakulteta u Nišu


Dr Katarina Surla, redovni profesor
Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu


Dr Zorica Uzelac, vanredni profesor
Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu