ПрищепаОксанаВолодимирівнастаршийвикладачкафедриприкладноїматематикиНаціональногоуніверситетуводногогосподарстватаприродокористуванняКерованісистемизобмеженимчисломповторівсистемнийаналізітеоріяоптимальнихрішеньСпецрадаДуКиївськомунаціональномууніверситетііменіТарасаШевченка

КиївськийнаціональнийуніверситетіменіТарасаШевченка

МіністерствоосвітиінаукиУкраїни

КиївськийнаціональнийуніверситетіменіТарасаШевченка

МіністерствоосвітиінаукиУкраїни

Кваліфікаційнанаукова

працянаправахрукопису

ПРИЩЕПАОКСАНАВОЛОДИМИРІВНА

УДК

ДИСЕРТАЦІЯ

КЕРОВАНІСИСТЕМИЗОБМЕЖЕНИМЧИСЛОМПОВТОРІВ

–истемнийаналізітеоріяоптимальнихрішень

Подаєтьсяназдобуттянауковогоступенякандидатафізикоматематичних

наук

ДисертаціяміститьрезультативласнихдослідженьВикористанняідей

результатівітекстівіншихавторівмаютьпосиланнянавідповіднеджерело

ОВПрищепа

НауковийкерівникЛебєдєвЄвгенОлександрович

докторфізикоматематичнихнаукпрофесор

Київ–

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛОГЛЯД

Стохастичнісистемизповторнимивикликами

Модифікаціїсистемзповторнимивикликами

Оптимізаційнізадачідлясистемзповторнимивикликами

Висновкидопершогорозділу

РОЗДІЛПОРОГОВІСТРАТЕГІЇКЕРУВАНННЯСИСТЕМАМИЗ

ОДНІЄЮПОВТОРНОЮСПРОБОЮ

Математичнамодель

Дослідженнястаціонарногорежимусистемитипу



з

однієюповторноюспробою

Дослідженнястаціонарногорежимусистемитипу



з

однієюповторноюспробою

Дослідженнястаціонарногорежимусистемитипу



з

однієюповторноюспробою

Вибіроптимальноїстратегіїкерування

Приклади

Висновкидодругогорозділу

РОЗДІЛГІСТЕРЕЗИСНІСТРАТЕГІЇКЕРУВАННЯСИСТЕМАМИЗ

ОДНІЄЮПОВТОРНОЮСПРОБОЮ

Керуванняпригістерезиснійстратегії

Дослідженнястаціонарногорежимусистемтипу



зоднією

спробоюпригістерезиснійстратегіїкерування

Дослідженнястаціонарногорежимусистемитипу



з

однієюповторноюспробоюпригістерезиснійстратегіїкерування

Оптимальнийвибірпараметрівпригістерезиснійстратегії

керування

Приклади



Висновкидотретьогорозділу

РОЗДІЛРЕКУРЕНТНІОБЧИСЛЮВАЛЬНІАЛГОРИТМИДЛЯСИСТЕМ

ЗОБМЕЖЕНИМЧИСЛОМПОВТОРІВ

Рекурентнийобчислювальнийалгоритмидлястаціонарних

ймовірностейсистемзоднієюспробоюповтору

Рекурентнийалгоритмзнаходженнястаціонарнихймовірностейдля

системзобмеженимчисломповторнихспроб

Пороговістратегіїкерування

Приклади

Висновкидочетвертогорозділу

ВИСНОВКИ

СПИСОКВИКОРИСТАНИХДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

Додаток

ДодатокБ

ДодатокВ



ВСТУП

Вданійроботіпредставленодослідженняодногокласустохастичних

моделей–системмасовогообслуговуваннязповторнимивикликамиякі

маютьширокусферузастосуванняЗокремацеєкомп’ютернімережі

локальнітаглобальнісистемикеруванняпосадкоюповітрянихсуден

системимобільногозв’язкутаіншіПринципроботиданихсистемє

наступнийЗзовнідосистеминадходятьвимогиотриматиобслуговування

Якщоумоментнадходженняєхочабодинвільнийприладвимогавідразу

починаєобслуговуватисяіпісляцьогозалишаєсистемуЯкщовсіприлади

зайнятівимогаутворюєтакзванеджерелоповторнихвикликівЦеозначає

щочерездеякийчасповторюєтьсяспробазайнятивільнийприладта

отриматиобслуговуванняКласичнімоделітеоріїмасовогообслуговування

неберутьдоувагиможливістьповторногозверненнявимогдосистемитане

можутьвикористовуватисядлярозв’язкупрактичноважливихзадачСаме

томуєдоситьактуальнимпитаннядослідженнясистемзповторними

викликами

Щевхрокахминулогостоліттяз’явилисьпершіроботиприсвячені

системамзповторнимивикликамиВикористаннятакихсистемдля

ефективногомоделюванняроботителефоннихмережпоказалиЛКостен

РВілкіксонДжВКоенВеликакількістьіншихдослідників

займаласядослідженнямсистемзповторнимивикликамиврезультатічого

з’явилосячималоробітщоприсвяченіданійтематиціСередних

заслуговуютьнаувагуроботивякихпроводитьсяпорівняльнийаналізданих

системізкласичнимимоделямитавизначаютьсяперевагисистемз

повтораминаприкладОсобливезначеннямаютьмонографіїГІФаліна

ДжГТемплетонаЄРАрталєготаАГомесаКоралавяких

дослідженобазовімоделісистемзповторнимивикликамиВУкраїнісуттєві

результатидлясистемзповторнимивикликамиотрималиІМКоваленко



ОВКобаВВАнісімовЄОЛебєдєв

таїхучні

Зазвичайпридослідженнісистемзповторнимивикликамивважається

щокожназвимогможеповторнозвертатисядосистемидотихпірпокине

отримаєобслуговуванняЦеєлишенаближеннямдореальнихситуаційтому

щочислоповторнихзверненьдосистемичастобуваєобмеженим

Дослідженнясистемзобмеженимчисломповторнихспроботримати

обслуговуваннящовключаєпошукумовіснуваннястаціонарногорежимуі

побудовуалгоритмівпідрахункустаціонарногорозподілуєдосить

актуальнимнаданийчасзокремазточкизоруїхоптимізаціїОсобливе

практичнезначеннямаютьзадачіоптимальноговиборуінтенсивності

вхідногопотокуУпроцесіоптимальноговиборустратегіїкеруванняяк

правилообмежуютьсякласомпороговихабогістерезиснихстратегійПри

керуванніінтенсивністювхідногопотокуцеозначаєвідповіднузалежність

інтенсивностівідкількостіджерелповторнихвикликівТакімодифікації

математичноїмоделізповторнимивикликамищебільшускладнюютьпроцес

дослідження

Звязокроботизнауковимипрограмамипланамитемами

Дисертаційнароботавиконуваласьвідповіднодопланунауковихдосліджень

кафедриприкладноїстатистикифакультетукомп’ютернихнаукта

кібернетикиКиївськогонаціональногоуніверситетуіменіТарасаШевченкав

рамкахнауководослідноїтеми№ДФРозробкаматематичних

методівдослідженнятаоптимізаціїмарковськихсистемзповторними

викликамитакерованимилокальнимихарактеристиками№держреєстрації

теми№ДФАналізтаоптимізаціястохастичних

системзповторнимивикликами№держреєстраціїтеми

№КФРозвитоктеоріїстохастичнихсистеммережевоїструктури

методівоптимальноговиборукеруючихпараметрівтаінтернеттехнологій

длявпровадженнярезультатіввосвіту№держреєстрації



№БФРозробкановихматематичнихметодівсистемногоаналізуі

теоріїоптимальнихрішеньтаїхзастосування”№держреєстрації



МетаізадачідослідженняОсновноюметоюданогодисертаційного

дослідженняєаналізланцюгівМарковащомоделюютьпроцес

обслуговуванняусистемахзобмеженимчисломповторнихспробта

керованимвхіднимпотокомприрізнихстратегіяхперемикання

інтенсивностівхідногопотоку

Відповіднодосформульованоїметидослідженнявиникаютьнаступні

задачі

‒дослідженняумовіснуваннястаціонарногорежимудляпроцесу

обслуговуваннящоописуєфункціонуваннясистемизобмеженимчислом

повторнихспроб

‒пошукявнихформулдлястаціонарногорозподілудвовимірноголанцюга

Марковащоописуєпроцесобслуговуванняусистемізоднієюспробою

повторузісталоютазмінноюінтенсивністювхідногопотокукерованою

пороговогоюстратегією

‒пошукявногоподаннястаціонарнихймовірностейтривимірноголанцюга

Марковащоописуєпроцесобслуговуванняусистемізоднієюспробою

повторутакерованимукласігістерезиснихстратегійвхіднимпотоком

‒побудоварекурентнихобчислювальнихалгоритмівзнаходження

стаціонарнихймовірностейдлясистемзобмеженимчисломповторних

спроб

‒постановкатарозв’язокзадачбагатокритеріальноїоптимізації

функціонуваннясистемзобмеженимчисломповторнихспроб

‒побудовафункціоналівякостівявномувиглядічерезстаціонарні

ймовірності

Об’єктдослідження–системизобмеженимчисломповторнихспроб

такерованимвхіднимпотоком



Предметомдослідженняєаналітичнітаобчислювальніметоди

дослідженняфункціонуваннясистемзобмеженимчисломповторівта

керованимвхіднимпотоком

МетодидослідженняВроботівикористовуютьсяметодитеорії

ймовірностейтеоріїмасовогообслуговуваннямарковськихпроцесів

системногоаналізу

НауковановизнаотриманихрезультатівВсіосновнірезультати

дисертаційноїроботиєновимиВониматематичнообґрунтованійпорівняні

звідомимирезультатамиуційгалузіатакожповністювикладеніунаукових

публікаціяхавтораВдисертаціїотриманітакірезультати

вперше

–встановленоумовиіснуваннястаціонарногорежимупроцесу

обслуговуваннядлясистемизобмеженимчисломповторнихспроб

–знайденоявнівекторноматричніподаннястаціонарнихймовірностей

двовимірноголанцюгаМарковащомоделюєроботусистемизоднією

спробоюповтору

–отриманоявніформуливтермінахгіпергеометричнихфункційдля

генератрисстаціонарнихймовірностейпроцесуобслуговуванняв

некерованиходноканальнихсистемах

–отриманозвикористаннямланцюговихдробівявніформулидля

стаціонарнихймовірностейпроцесуобслуговуваннядвоканальної

системизоднієюспробою

–отриманоявніформулидлястаціонарнихймовірностейтривимірного

процесуобслуговуваннядлясистемзоднієюспробоюповторуувипадку

гістерезиснихстратегійкерування

–сформульованотарозв’язанонаосновіалгоритмупідрахункувідповідних

функціоналівякостізадачумаксимізаціїприбуткутамінімізаціївитрат

набувподальшогорозвитку

–рекурентнийобчислювальнийалгоритмзнаходженнястаціонарних

ймовірностейдляпроцесуобслуговуваннясистемзобмеженимчислом



повторнихспробнаосновімоделейпроцесівквазінародженнята

загибелі

ПрактичнезначенняотриманихрезультатівДисертаційнаробота

маєяктеоретичнетакіпрактичнезначенняєсуттєвимвнескомутеорію

стохастичнихсистемзповторнимивикликами

Отриманірезультатидисертаційногодослідженняможутьзнайти

застосуваннядлярозв’язанняреальнихпрактичнихзадачщовиникають

зокремавлокальнихтаглобальнихкомп’ютернихмережах

телекомунікаційнихмережахприкеруванніпосадкоюповітрянихсуден

Визначеннязагальногопланутанапрямокдослідженьпостановка

задачналежитьнауковомукерівнику–ЄОЛебєдєвуВсірезультати

дисертаціїщовиносятьсяназахистналежатьавтору

АпробаціярезультатівдисертаціїРезультатидисертації

доповідалисятаобговорювалисяна

–Міжнароднихконференціях

КиївРівнеСхідницяЯлта

МукачевоБрноЧеськаРеспублікаЧеськийРудолец

ЧеськаРеспублікаМукачевоОдесаТбілісіБатуміГрузіяБрноЧеськаРеспублікаМукачево

–Міжнароднійконференції



–МіжнароднійнауковійконференціїСучасніпроблемиматематичного

моделюванняпрогнозуваннятаоптимізаціїКам’янецьПодільський



–МіжнароднійнауковійконференціїіменіакадемікаМКравчука

Київ

–МіжнароднійнауковопрактичнійконференціїІнформаційні

технологіїтакомп’ютернемоделюванняІваноФранківськ

–ВсеукраїнськійнауковійконференціїСучасніпроблемиприкладної

математикитаінформатики”Львів



Матеріалинауковогодослідженнятакождоповідалисьтаотримали

позитивнийвідгукнанауковихсемінарахкафедрисистемногоаналізута

теоріїприйняттярішеньікафедриприкладноїстатистикифакультету

комп’ютернихнауктакібернетикиКиївськогонаціональногоуніверситету

іменіТарасаШевченкакафедрикомп’ютерноїматематикитаінформаційної

безпекиДВНЗКиївськийнаціональнийекономічнийуніверситетімені

ВадимаГетьмана

ПублікаціїЗарезультатамидисертаційногодослідженнябуло

опублікованонауковихстатейвсіуфаховихвиданняхякізатверджено

МОНУкраїнизнихстаттіопублікованоодноосібно–унауковому

фаховомувиданнівключеномудоміжнароднихнаукометричнихбазта

тезконференцій

Роботаскладаєтьсязівступучотирьохрозділіввисновківсписку

використанихджерелтадодатківУвступіобґрунтованоактуальність

обраноїтемивідображенозв’язокроботизнауковимипрограмамипланами

татемамисформульованометутавизначеноосновнізадачідослідження

визначенонауковуновизнуроботиіпрактичнезначенняотриманих

результатівНаведеноособистийвнесокздобувачавідомостіщодоапробації

основнихрезультатівроботитапублікаціїзатемоюдисертації

Упершомурозділінаведенооглядосновнихстохастичнихсистемз

повторнимивикликамипроведеноаналізіснуючихметодівдослідження

Показанонеобхідністьдослідженнясистемзобмеженимчисломповторних

спробзнетерплячимивимогамитанеобхідністьрозв’язанняпроблемиїх

оптимізаціїприрізнихстратегіяхкерування

Удругомурозділіпредставленоматематичнумодельсистемимасового

обслуговуваннязоднієюспробоюповторукерованимтанекерованим

вхіднимпотокомСформульованобагатокритеріальнузадачуоптимізаціїдля

системиувипадкуколиперемиканняінтенсивностівхідногопотоку

здійснюєтьсявідповіднодопороговоїстратегіїкеруванняДлятакоїсистеми



запропонованіметодизнаходженнястаціонарнихймовірностейувипадку

одноканальноїсистемипобудованоявніформулидлядвоканальнихсистем

побудованоформулизвикористаннямланцюговихдробівувипадкубільше

двохприладівотриманоподаннястаціонарнихймовірностейувекторноматричномувиглядіНаосновістаціонарнихймовірностейвиписані

функціоналиякостібагатокритеріальноїзадачіоптимізаціїТакожнаведені

прикладирозв’язкусформульованоїоптимізаційноїзадачі

Урозділірозглядаєтьсясистемамасовогообслуговуваннязоднією

спробоюповторуувипадкугістерезиснихстратегійкеруванняінтенсивністю

вхідногопотокуЗнайденоумовиіснуванністаціонарногорежимуУвипадку

одноканальноїсистемипобудованіявніформулидлястаціонарних

ймовірностейУвипадкубагатоканальнихсистемдлязнаходження

стаціонарнихймовірностейвикористаноурізанумодельсистеми

таціонарніймовірностіурізаноїмоделіподаноувекторноматричному

виглядітапоказанощовонинаближуютьвідповідніймовірностівихідної

системиВкласігістерезиснихстратегійкеруваннясформульовано

багатокритеріальнузадачуоптимізаціїзапропонованоалгоритмпідрахунку

функціоналівякостіірозв’язаннясформульованоїоптимізаційноїзадачі

Вчетвертомурозділірозглядаютьсярекурентніобчислювальні

алгоритмидлясистемзобмеженимчисломповторнихспробщо

моделюютьсяпроцесамиквазінародженнятазагибеліДляцього

використовуєтьсявідповіднамодельсистемизурізанимпросторомстанів

Запропонованоалгоритмпідрахункуфункціоналівякостісформульованота

розв’язанобагатокритеріальнузадачуоптимізації

СтруктуратаобсягроботиДисертаційнароботаскладаєтьсязівступу

чотирьохрозділіввисновківспискувикористанихджерел

найменуваннянасторінкахтатрьохдодатківсторінокОбсяг

дисертаціїстановитьсторінок

ВИСНОВКИ

Удисертаціїотриманоновінауковообґрунтованірезультатидля

стохастичнихсистемзобмеженимчисломповторнихспробтакерованим

вхіднимпотокомукласіпороговихтагістерезиснихстратегійкерування

Основнінауковірезультатидисертації

вперше

‒встановленоумовиіснуваннястаціонарногорежимупроцесу

обслуговуваннядлясистемзобмеженимчисломповторнихспроб

‒знайденоявнівекторноматричніподаннястаціонарнихймовірностей

двовимірноголанцюгаМарковадлясистемизоднієюспробою

повтору

‒отриманоявніформуливтермінахгіпергеометричнихфункційдля

генератрисстаціонарнихймовірностейпроцесуобслуговування

некерованиходноканальнихсистем

‒звикористаннямланцюговихдробівотриманоявніформулидля

стаціонарнихймовірностейпроцесуобслуговуваннядвоканальної

системизоднієюспробоюповторуувипадкукерованоговхідного

потоку

‒отриманоявніформулидлястаціонарнихймовірностейтривимірного

процесуобслуговуваннядлясистемзоднієюспробоюповторуу

випадкугістерезиснихстратегійкерування

‒сформульованотарозв’язанозадачімаксимізаціїприбуткута

мінімізаціївитратщобазуютьсянаалгоритмахпідрахунку

відповіднихфункціоналівякості

набувподальшогорозвитку

‒рекурентнийобчислювальнийалгоритмзнаходженнястаціонарних

ймовірностейдляпроцесуобслуговуваннясистемзобмеженимчислом



повторнихспробнаосновімоделейпроцесівквазінародженнята

загибелі

Результатидисертаційногодослідженняможутьзнайтизастосування

длярозв’язанняреальнихпрактичнихзадачдевиникаєнеобхідність

враховуватиявищеповторнихвикликів

РезультатироботивпровадженовнавчальнихпроцесахКиївського

національногоуніверситетуіменіТарасаШевченкатаНаціонального

університетуводногогосподарстватаприродокористування