**Гульнара Сейдалиева,**

**Қанатұлы Әділет, Гаухар Сейдалиева**

**(Алматы, Қазақстан)**

**МОБИЛЬДІ ҚҰРЫЛҒЫЛАР ҮШІН ҚОСЫМШАЛАРДЫ ТЕСТІЛЕУДІҢ ӘДІСТЕРГЕ ШОЛУ**

Қазіргі уақытта мобильді технологиялар күнделікті өмірде кең таралған. Әрбір адамда мобильді телефон бар. Мобильді құрылғылар уақыт өткен сайын күрделенуде. Смартфон, коммутатор, планшетті компьютерлер сияқты құрылғылар пайда болды. Бұл құрылғылар кешегі дербес компьютер сипаттамаларынан кем емес, олар операциялық жүйелермен (ОЖ) басқарылатын күрделі программалы-аппаратты кешен ретінде ұсынылған. Смартфондардың пайда болуына дейін телефондар кірістірілген программалық қамтамасы (ПҚ) бар қарапайым жүйе болған. Осындай ПҚ-да тестілеу қолмен жасалынған. Мобильді технологиялардың ары қарай дамуының артуы мобильді құрылғылар үшін ПҚ тестілеу әдістемесіне қолданылатын қиындық пен ПҚ тестілеу қиындығының арасындағы алшақтыққа алып келеді.

Тесттерді өңдеу кезінде адамдармен немесе басқа жүйелермен өзара әрекеттесуінде туындауы мүмкін әр түрлі жағдайлар мен тестіленетін жүйе туралы ақпарат қажет. Көбінесе тесттерді құрастыру үшін модельдерді қолдану кезінде әр түрлі тесттілік жағдайлар осы модельдердің құрылымынан ерекшеленгісі келеді. Модельдер біріншіден жүйенің әрекетін немесе осы әрекеттегі талаптарды сипаттайды.

ПҚ сипаттау үшін қолданылатын барлық модельдер негізгі екі түрге бөлінеді- орындалатын (немесе операциялық) және логика-алгебралық.

Орындалатын модельдер жүйенің қалай жұмыс істейтінін анықтай отырып, оның әрекетін термин бойынша сипаттайды: сырттан қандай әрекет алады, жауапты қалай қайтарады, қандай әрекеттер жасайды. Мұндай сипаттамаларды тікелей орындауға немесе оның орындалуына кейбір виртуалды машина қажет. Орындалатын модельдің типтік мысалы- шекті автомат. Ол өте қарапайым жұмыс істейді- басында ол бастапқы жағдайда болады, оның кірісіне кіріс символдардың тізбегі беріледі, ол жауап ретінде сол ұзындықпен шығыс символдар тізбегін шығарыды және әрбір символды шығару кезінде өзінің жағдайын өзгертіп отырады [1].

Логика-алгебралық модельдер жүйенің жұмыс нәтижелеренің қасиеттерін термин бойынша сипаттайды. Олар көбіне жұмыстың қалай атқарылатынына емес, не істейтініне көңіл бөледі. Көбінесе олар тікелей орындалмайды.

Орындалатын модельдер. Көбінесе орындалатын модельдердің барлық түрі автоматтардың әр түрлі типтерімен жалпыламаланған және кеңейтілген болып табылады.

Шекті автомат жалпыламалау міндетті емес шекті автомат болып табылады. Мұнда оқиғалар, стимулдар және реакциялар әрдайым шекті болмаса да болады.

Логикалы-алгебралық модельдер- модельденетін жүйе қасиеттертерінің артықшылығын сипаттайды. Қолданылатын түрлері бойынша оларды логикалық және алгебралық деп бөлуге болады.

Логикалық модельдер жаңа пікір құру үшін пікірге қолдануға болатын және анықталған логикада пікір тізімі ретінде жүйе қасиетін сипаттайтын әр түрлі операцияларымен ерекшеленетін логикалық есептеулерді қолданады.

Алгебралық модельдер термдерде орындалатын операцияларда алгебралық есептеулерді қолданылады. Жүйе- терм жиындары сияқты есептеулер аймағында сипатталады. Термнің бірнеше түрлері жиі анықталады, сол кезде осы түрлердің біреуі жүйе күйіне сәйкес келеді, ал қалғандары жүйе операция көмегімен алуға болатын басқа объектілердің түріне сәйкес келеді [2].

ПҚ сипаттау кезінде қолданылатын алгебралық модельдің негізгі түрлері:

* Реляциялық алгебралар.
* Абстрактілі мәліметтер типі.
* Әр түрлі алгебра үрдістері.
* Абстрактілі күйі бар машиналар (Abstract State Machines, ASM).

Логикалық модельдің негізгі түрлері:

* Бірінші және жоғары қалыптағы пікірлер мен предикаттарды есептеу.
* Бірінші және жоғары қалыптағы λ-есептеу.
* «Ерте», «кейін», «болашақта» операторларын қолданатын уақытша логикалар.
* Кеңейтілген уақытша логика болатын µ-есептеу.
* «Кейін»-«ерте»-«арасында» жағдайлар типтерінің арасындағы байланыста уақыт немесе уақыт интервалдары көрсетілетін нақты уақыт логикасы.

Аралық модельдер орындалатын модельдер сияқты анықталып, бірақ логикалы-алгебралық модель сияқты жеңіл интерпретациялна алады немесе керісінше, немесе екі модельдің негізгі класстарын иелене алады.

Программалық келісім-шарт кейбір интерфейсі нақты компонентті сипаттайды. Интерфейс операцияның шекті жиынын көрсетеді. Әрбір операцияның аты және нақты типтердің параметр жиыны болады.

Тесттерді құрудағы негізгі әдістерді келесі топтарға бөлуге болады:

Ықтималдылық әдістері. Бұл әдістер нақты бөлулерге сәйкес тесттік әрекеттердің ықтималдылық генерациясына негізделген. Бірақ тестілеудің толықтығымен қамтамасыз етілуі кездейсоқ және алдын ала болжанған түрде өзгереді- бір жағынан әлде қайда жақсы, ал басқа жағынан өте жаман болып табылады. Ықтималдылық әдісінің көмегімен кездейсоқ қателер мен жаңылыстар жақсы табылады.

Толық қамтуға бағытталған әдістері. Осы әдістердің аймағында тесттер берілген критерияларды қамтудағы жағдай класстарын қамтуын қамтамасыз етуіне бағытталуы бойынша құрылады. Бұл әдістерді автоматтандыруы нашар, көбінесе тесттерді қолмен құруда қолданылады. Жүйе туралы толық ақпарат болғанда, ресурстардың жеткіліктігінде және жүйелік пен ұқыпты тестілеуді жүргізу қажеттілігінде қолданылады.

Комбинаторлы әдістер. Бұл әдістер тестілік әрекеттердің бірнеше элементтерге бөлуіне және тестілік әрекеттердің жеткілікті жүйелік асып кетуін алу мақсатында нақты ережелер бойынша осы элементтерден әр түрлі комбинацияның құрылуна негізделген. Тестілеудің толықтығын қамтамасыз етуі алынған тесттер санымен бірге өседі және әлде қайда жоғары болуы мүмкін. Тестілеу үшін шектелген ресурстар бойынша және жүйе жұмысы туралы сыртқы ақпараттың болуы кезінде қолданылады.

Автоматтық әдістері. Тестерді құрудағы автоматтық әдістері тестіленетін жүйе моделін шекті автомат және оның әр түрлі жалпылаулары түрінде қолданады. Олар жақсы автоматтандырылады, бірақ тестерді орындау үшін нақты шығындарды талап етеді. Тестілеудің өте жоғары толықтылық мәнін қамтамасыз етеді. Әр түрлі, басқа әдістермен анықталмаған және өте күрделі қателерді табуға мүмкіндік береді. Жүйе туралы толық және нақты ақпараттың, жеткілікті ресурстардың және сенімділік пен сапасына талаптардың жоғарлауы кезінде қолданылады.

Алгебралық әдістері. Бұл әдістер тестіленетін жүйеге алгебралық сипатталуды қолданады. Жақсы автоматтандырылады, ресурстардың орташа шығынын талап етеді. Тестілеу толықтылығының орташа көрсеткішін қамтамасыз етеді. Тәжірибеде қолданылмайды, өйткені тестілеуден өтетін жүйені алгебралық жүйе немесе аксиомалардың толық жиыны бар мәліметтердің абстрактілі типтер жиыны бойынша сипаттауды талап етеді.

Ықтималдылық әдістер. Ықтималдылық әдістер тестілеуден өтетін жүйе туралы қысқаша ақпарат бойынша тестерді құруда сыйымдылығының төмендетуіне бағытталған. Қарапайым жағдайда тесттілік әрекеттер кездейсоқ түрде генерацияланады.

Адекватты тесттерді құру үшін негізделген тәсіл кезінде қолданылатын әрекеттердің ықтималдылықтарын бөлу туралы болжамдар жасалынады. Осындай негізделген болжамдарды жүйені қолдану профилі болған жағдайда ғана тексеруге болады, яғни, тәжірибеде жүйенің операциялары мен функциялары қандай жиілікте қолданылатыны туралы фактілік мәліметтердің ұсынылуы жеткілікті. Егер нақты жүйенің жұмысы кезінде берілген әрекетті қолдануда ықтималдылық белгілі болса, онда сол ықтималдықпен осы әрекеттерді тестерде қолданса болады.

Тесттегі нақты әрекеттің қажетті орындалу ықтималдылығы қателерді жоюдағы шығын көлемінде және жүйенің дұрыс емес жұмысы кезіндегі мүмкін залалдардың көлемінде қолдануының ықтималдылық көбейтіндісі ретінде есептелінеді, егер қателер табылса, онда барлық әрекеттер үшін осындай көбейтулерді суммасына бөлу керек (1).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

немесе, тығыздық ықтиалдылығы үшін интегралды формада (2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2) |

Әр түрлі әрекеттерді қолданудағы ықтималдылықтарды, қатені жөндеуге кететін шығындарды немесе мүмкін залалдардың көлемдерді бағлау өте күрделі екенін ескерген жөн. Жаңа құрылып жатқан жүйелер үшін мұндай мәлімет жоқ. Ұзақ уақыт пайдаланылатын жүйелердің жаңа версиялары үшін ескі жүйенің бағалауын қолдануға болады, бірақ ол ұқыпсыз болуы мүмкін. Сондықтан тәжірибеде тесттерді құру ықтималдылығы- егер әрекет сандық параметрлер қосса және олардың бөлінуі қалыпты немесе Пуассон заңынымен орындалса, онда әрекеттің бірқалыпты бөлу ықтималдылығында әлсіз болжамдарына сүйене отырып негізделеді.

Сондықтан тестіні құруда ықтималдылық әдісін тек келесі жағдайларда қолданылады: минималды шығында тестілеуді өткізу үшін және жүйеге қойылатын талап немесе жүзеге асырудың ерекшеліктері туралы ақпараттың керек еместігінде. Осындай әдістердің негізгі жетістіктері орташа күшпен қөп тесттерді алуға мүмкіндік береді.

Ықтималдылық тестілеуінің көмегімен талаптардың түсініксіз спецификалық бөліктерінен туындайтын қиын қателерді байқауды тек кездейсоқ анықтауға болады. Негізінен осындай тәсілмен қателрді табу қарапайым жаңылыстар болып табылады.

Толық қамтылуға бағытталған әдістері. Толық қамтылуға бағытталған әдістерді қолдану кезінде тесттерді құрудың негізгі мақсаты тесттік қамтылудағы таңдаулы метрикаларымен ерекшеленетін жағдайларды жабу болып табылады.

Осындай әдістердің негізгі жетістіктері- тесттерді әр түрлі қателер түріне бағыттау мүмкіндігі және қолданудың жүйелік пен ұқыптылығы кезінде тестілеуді толық мәнінің жоғары болуы.

Домендік тестілеу.Тесттерді құруда талаптарды толық қамтуға бағытталған спецификалық әдістердің бірі домендік тестілеу деп аталады.

Бұл әдістер тесттілеудің орташа толықтылық мәнін береді және қарапайымнан орташа қиындықтағы қателерді табуға мүмкіндік береді. Өте күрделі және спецификалық қателерді олардың көмегімен табу қиын.

Тестті құрудағы алгебралық әдістердің біреуі төмендегідей болады:

* Операцияның старттық тізбегінің жиыны таңдалынады;
* Әрбір старттық тізбек үшін оның барлық бастамаларын қарастырады.

Мобильді құрылғылар үшін қосымша (МҚҚ) термині жоғарыда сипатталған шектеулерге сәйкес кез келген мобильді құрылғылардың қосымшаларына қолданылатын болады.

**Әдебиеттер:**

1. Карпов Ю. Г. Теория автоматов. - Санк-Петербург : Питер, 2009.
2. Кулямин В. Компонентная архитектура среды для тестирования на основе моделей. Программирование. 2010 г., Т. 5.