

(19) REPUBLIKA SRBIJA

(12) Patentni spis

(11) 54312 B1



ZAVOD ZA
INTELEKTUALNU SVOJINU
BEOGRAD

(51) Int. Cl.
H 04 N 17/00 (2006.01)
H 04 N 11/02 (2006.01)
G 06 T 1/00 (2006.01)
G 06 T 7/00 (2006.01)

(21) Broj prijave: **P-2012/0531**
(22) Datum podnošenja prijave: **30.11.2012.**
(43) Datum objavljivanja prijave: **29.08.2014.**
(45) Datum objavljivanja patenta: **29.02.2016.**

(73) Nosilac patenta:
RT-RK D.O.O.,
Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, RS
(72) Pronalazači:
KUKOLJ, Dragan, dr; PEKOVIĆ, Vukota;
LUKIĆ, Nemanja; MARČETA, Zoran

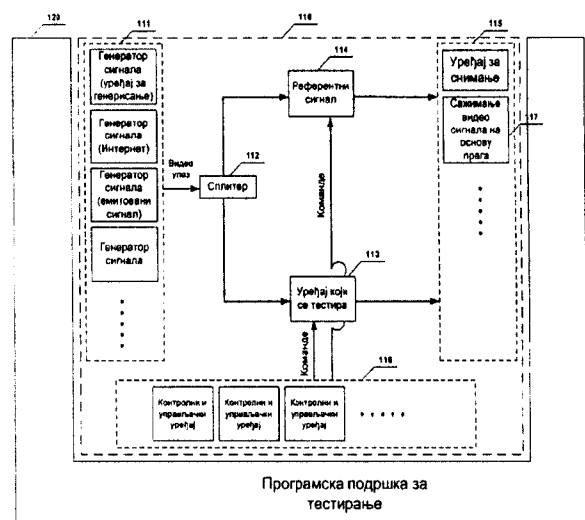
(54) Naziv: **METODA AUTOMATSKE
KOMPRESIJE VIDEO SIGNALA PRI
FUNKCIONALNOM TESTIRANJU
MULTIMEDIJALNIH UREĐAJA**

(51) Int. Cl.
H 04 N 17/00 (2006.01)
H 04 N 11/02 (2006.01)
G 06 T 1/00 (2006.01)
G 06 T 7/00 (2006.01)

(57) Apstrakt:

Metoda automatske kompresije video signala pri funkcionalnom testiranju multimedijalnih uređaja obezbeđuje testiranje prvenstveno „Set Top Box“ uređaja u cilju povećanja njihove pouzdanosti. Testiranje multimedijalnih uređaja vrši se upoređivanjem dolaznih video sekvenci referentnog signala (114) i izlaznog video signala (320) uređaja (113) koji se testira. Dolazni video sadržaj preuzima se u realnom vremenu („online“, „live“), a zatim se radi uštede memorijskog prostora, kao i smanjivanja potrebe za velikim kapacitetom prenosa, referentni signal (114) i video sadržaj uređaja (113) koji se testira na identičan način redukuju i smanjuje im se kvalitet. Redukovanje rezolucije videa vrši se do određenog praga tolerancije oštećenja videa (mere do koje se mogu jasno upoređivati video sekvence), koji zavisi od veličine slike koju redukujemo. Automatizovani test sistem sastavljen od kontrolne logike (210) i emulatora daljinskog upravljača, kao i od konačnih automata, vrši upravljanje oba uređaja i ispitivanje softvera na uređaju. Na osnovu praćenja razlike u stvarnom odzivu uređaja i referentnog signala (114), kao i upotrebe već poznatih i zabeleženih

testnih slučajeva koji su implementirani komandama emulatora daljinskog upravljača, detektuje se potencijalna greška u test slučaju (281) i automatski beleži.



RS 54312 B1

Области технике на коју се проналазак односи

Убрзани развој технологије на пољу мултимедијалних система представља велики изазов при проналажењу ефикасних софтверских и хардверских алата за прецизно проверавање њихове функционалности. Област технике којој проналазак припада, односи се на постизање веће прецизности мултимедијалних система и аутоматизовање отклањања грешке при детектовању истих. Проналазак се базира на тестирању уређаја чија се функционалност испитује при деградацији квалитета слике у реалном времену ради лакшег складиштења и преноса обимног мултимедијалног садржаја у односу на референтни видео сигнал.

Ознака према међународној класификацији патената (МКП) је: **H04N/1400, G06T7**

Технички проблем

Проналазак доприноси процесу аутоматизације функционалног испитивања и мерења поузданости мултимедијалних уређаја при смањивању квалитета садржаја, тако што прима и меморише комбинације команди, а затим проверава да ли је приликом одабирања комбинације настала грешка на уређају који се испитује у односу на референтни сигнал. Да би цео процес у потпуности био аутоматизован потребна је посебна физичка структура система и системска подршка, која омогућава управљање склопом за проверу исправности уређаја. Провера да ли је настала грешка приликом тестирања врши се уз помоћ управљачке логике. Управљачка логика се образује на основу реалних случајева притискања тастера емулатора даљинског управљача. Свака нова комбинација тастера која имплицира обављање тачно дефинисане функције мултимедијалног уређаја (на пример притискање тастера за промену канала или јачине звука на TV пријемнику) се меморише и на тај начин се проширује база тест секвенци. Проналазак је иновативан јер се упоређивање видео секвенци врши након смањивања резолуције видеа при чему се смањује потреба за великим меморијским простором за складиштење. Квалитет видео садржаја се може смањити до одређеног прага који је специфициран на основу експерименталног посматрања и могућности да се детектује промена на екрану уређаја. Избор видео секвенци није од велике важности јер се пре свега тестирање врши на видео информацијама које се преносе у реалном времену („online“).

Стање технике

У даљем тексту, на основу истраживања у области тестирања и потврде квалитета мултимедијалних уређаја, представљена су нека од сличних решења при чему је стављено тежиште на различитост у односу на иновације проналаска, па се тиме може показати његова веродостојност.

Патент US6741277 објављен 25. маја 2004. под називом „*System and method for automated testing of digital television receivers*“ говори о аутоматском тестирању дигиталних TV пријемника при чему је споменут мониторинг излазних секвенци и њихово поређење са референтном секвенцом. У патенту није споменута деградација видео садржаја у циљу смањивања и уштеде меморијског простора, као ни поређење тако деградираних видео секвенци на основу којих ће грешка бити детектована. Такође се не спомиње постојање тест секвенци на основу којих се врши праћење одзива оба уређаја.

Патентна пријава US2009/0244290 A1 објављена 1. октобра 2009. под називом „*Systems and methods for monitoring, troubleshooting and/or controlling a digital television*“ компаније „*Verizon Services Corp.*“ анализира тестирање рада дигиталног TV пријемника са освртом на поређење излазних секвенци, али не спомиње идеју редукације квалитета видео секвенци због уштеде меморије и детекције дубине грешке у почетним тест случајевима.

Патент US4873573 објављен 24. септембра 1987. под називом „*Video signal processing for bandwidth reduction*“ говори о редуковању квалитета видео садржаја у циљу смањивања потребе за великим пропусним опсегом при преносу, међутим, изложено решење не наводи аутоматско тестирање дигиталног видео сигнала, упоређивање референтног и уређаја који се тестира, као ни употребу тест секвенци при тестирању за детекцију грешке у почетној тест секвенци.

Патент US7113880 објављен 26. септембра 2006. под називом „*Video testing via pixel comparison to known image*“ излаже идеју аутоматског тестирања функционалности видео компјутерске картице са посебним освртом на начин имплементације тестирања. Тестирање се спроводи компарацијом два мултимедијална садржаја који се приказују на монитору компјутера чија се видео картица тестира методом „пиксел по пиксел“ при ротацији тродимензионалне слике и репродукцији видео садржаја који је ускладиштен у меморији. Разлика патента „*Video testing via pixel comparison to known image*“ и проналаска који се излаже је пре свега у садржају који се очекује на улазу у систем. Патент при упоређивању видеа не дозвољава смањивање квалитета јер

је квалитет битан фактор методе која се користи. Такође, у тексту није споменута употреба командне логике и тест секвенци при упоређивању уређаја. Веродостојност проналаска такође потврђује чињеница да се овај патент не користи за тестирање „Set Top Box“-а већ тестирање видео рачунарске картице.

Патентна пријава TW201039617 објављена 1. новембра 2010. под називом „*Automatic test method, test device and test system*“ компаније „IPANEL Technologies LTD“ базира се на аутоматском тестирању дигиталне телевизије при чему се врши упоређивање излазне слике и узорка који је већ унапред одређен и очекиван. Пролазак теста зависан је од неког прага толеранције разлика при поређењу. Овај патент такође потврђује веродостојност проналаска јер и поред наизглед сличне методе евидентне разлике су пре свега непостојање деградације видеа референтног уређаја и уређаја који се тестира ради смањивања потребног меморијског простора и непостојање тестних случајева који се користе за детекцију дубине грешке у почетном тест случају.

Излагање суштине проналаска

Тестирање функционалности и провера квалитета мултимедијалних уређаја од великог су значаја за побољшање производа у циљу задовољења потреба крајњег корисника. Постизање тоталне аутоматизације система, како би се смањило утицај људског фактора, достизање прецизности, оптимизација система у сврху лакшег складиштења и повећања брзине, данас су најбитнији фактори за постављање граница конкурентности.

У основи описани проналазак даје решење при потпуној аутоматизацији система како би се повећала ефикасност тестирања, брзина детекције грешке и смањила вероватноћа настајања грешке уз уштеду меморијског простора. Реализовани систем за аутоматско тестирање мултимедијалних уређаја обезбеђује окружење које је способно да користећи принципе тестирања базирани на методи црне кутије, тестира одговор тестираног уређаја на велики број команди и улазних сигнала (референтних и тестних). Сва досадашња решења подразумевала су ручно или полуаутоматизовано бележење тест података што је имплицирало постојање особе која врши тестирање а тиме и појаву грешака.

Основна идеја проналаска јесте оптимизација система ради уштеде меморијског простора, повећање брзине преноса и смањивање потребног капацитета преноса при тестирању висококвалитетног видео садржаја, помоћу методе црне кутије, може се остварити редуковањем квалитета уз помоћ познатих механизма са мањом фреквенцијом одабирања оригиналних

пиксела. Редукција слике се мора обавити на идентичан начин на референтном сигналу и уређају који се тестира како би се касније могла извршити њихова компарација. Мера до које се може ићи приликом деградације видеа одређује се на основу величине карактеристике слике. На пример ако је ширина линије 4 пиксела резолуција се може смањити одабирањем сваке 3 пиксела и у хоризонталној и у вертикалној равни, како би било могуће извршити компарацију функционалности након давања команде код референтног и уређаја који се тестира.

Приликом деградације видео садржај може постати несинхронизован због времена потребног да се видео обради и прикаже на пријемнику, при чему је немогуће вршити упоређивање тест секвенци због временске разлике. Овакав проблем се мора решити пре доласка видео секвенци до уређаја који их репродукују. Да би се овај проблем решио неопходна је аутоматска детекција временске разлике између фрејмова и поравњање истих.

Може се рећи да аутоматско тестирање мултимедијалних уређаја представља брз и ефикасан начин тестирања, који искључује учешће људи током извршавања тестова. Предност испитивања, одређеног уређаја, када се он понаша као црна кутија, је у томе што није потребно познавати његово извршавање. Сама програмска подршка зна исправну одлуку коју је, условно речено, научила и учи приликом сваке нове комбинације притискања тастера емулятора даљинског управљача. Особа која управља тестовима не мора да поседује детаљно знање о систему који се тестира, пошто се тестови за циљну платформу извршавају са становишта крајњег корисника.

Кратак опис слика проналаска

Слика 1 - Представља систем за аутоматско тестирање мултимедијалних уређаја са приказом тока података током тестирања када постоји референтни уређај

Слика 2 - Илуструје контролну и управљачку логику система за аутоматско тестирање мултимедијалних уређаја

Слика 3 - Илуструје проблем синхронизације видео секвенци које се упоређују

Слика 4 - Приказује општи случај деградације видео сигнала

Детаљан опис проналаска

Како би се повећао квалитет мултимедијалних уређаја, тестови при испитивању се морају понављати више пута, па због тога цео процес тестирања може трајати дуго. Увођењем аутоматизације у процес испитивања, тестирање се може обавити без надзора, на пример преко ноћи, чиме се постиже велика уштеда времена. Управо због тога развијена је посебна структура за аутоматско тестирање приказана на Слици 1. Дакле, овај проналазак представља систем и развијену методологију за аутоматско тестирање мултимедијалних уређаја, при чему се аутоматско тестирање врши поређењем излаза уређаја 113 који се тестира са референтним сигналом 114 ако су оба сигнала деградирана на исти начин како би се повећала брзина и ефикасност тестирања. Главна идеја проналаска огледа се у чињеници да је приликом аутоматског тестирања могуће смањити квалитет видео садржаја до неке одређене границе а да се оптималније и поузданије може извршити тестирање.

Систем се оквирно може поделити у две целине, а то су физичка архитектура 110 и јединица за обраду и руковођење уређајима, тачније системска програмска подршка 120 за тестирање. Централни део система представља уређај 113 који се тестира. Генератори 111 сигнала користе се како би симулирали неки видео садржај (емитовани сигнал, генерисани сигнал, видео са интернета итд.), а тај видео садржај се доводи на улаз уређаја 113 који се тестира преко сплитера 112. Коришћењем управљачких уређаја 116 (емулатора даљинских управљача) задају се команде уређају 113 који се тестира. Испитивани уређај, односно уређај 113 који се тестира на свом излазу генерише слику која се по доласку до уређаја 115 за снимање пре свега сажима у уређају 117 за смањивање квалитета видеа ради лакшег меморисања и уштеде меморије, а затим меморише. На улаз уређаја 115 за снимање доводи се и референтни сигнал 114 који се сажима и смањује на исти начин као и код уређаја 113 који се тестира.

Системска програмска подршка 120 за тестирање разним алгоритмима пореди сачувану са очекиваном референтном сликом, па на основу резултата доноси закључак о томе да ли се уређај 113 који се тестира понаша у складу са очекивањима.

Контролна логика 210 представља језгро системске подршке (Слика 2). Њена реализација омогућава флексибилан рад и једноставно проширење система. Остали делови система као што су тест случајеви 281, улазни тест вектори 282 и референтни тест излаз 283 представљају улазне параметре 280 системске програмске подршке 120 за тестирање. Свака целина је организована у виду централне јединице која комуницира са контролном логиком 210 користећи одговарајућу

спрегу и реализована је у зависности од типа података са којима комуницира. На овај начин системска програмска подршка 120 за тестирање обезбеђује велику слободу повезивања са разним типовима улазних података и даје могућност проширења системске програмске подршке 120 за тестирање.

У улазне параметре поред наведених сврставају се и алгоритми 284 за поређење који представљају део системске програмске подршке 120 за тестирање намењене за поређење излаза уређаја 113 који се тестира са одговарајућим референтним узорком чији је видео деградиран на исти начин као код уређаја 113 који се тестира, при чему се могу комбиновати различити алгоритми из базе која се редовно допуњује избором нове комбинације типки емулятора даљинског управљача.

Сваком од уређаја који се користе у процесу тестирања приступа се преко унапред назначене графичке програмске подршке. Графичка спрега 220 са корисником представља визуелну надоградњу контролне логике 210 и слу и за интеракцију између системске програмске подршке 120 за тестирање и корисника. Излаз из система представљају резултати упоређивања и резултати 230 тестова који се смештају у меморију рачунара.

На Слици 3 је приказано кашњење које се јавља током проласка и обраде улазне секвенце од стране уређаја 113 који се тестира. Фрејмови излазног сигнала 320 заостају за референтним фрејмовима улазног сигнала 310 за ΔT . Да би се упоређивање могло извршити неопходно је поравнање фрејмова, тачније $\Delta T=0$. Овај проблем се мора решити пре аутоматског упоређивања које обавља контролна логика 210.

Након дефинисања скупа тестова и поравнавања улазних секвенци, контролна логика 210 извршава са имање и редукцију на основу прага, како сигнала који се тестира тако и референтног сигнала 114. Праг на основу кога се аутоматски одлучује за колико ће се квалитет видео секвенци смањити одређује се на основу најтање референтне линије. Као илуцтрација оваквог начина смањивања квалитета мо е се узети пример ширине неког натписа. Ако је ширина линије слова $N=6$ пиксела, а $M=6$, смањивање квалитета се мо е извршити по формули $n=N-1$ и $m=M-1$ (Слика 4), где је N референтна ширина у вертикалној, M у хоризонталној равни, респективно, а n и m нове димензије видео. На Слици 4 се мо е видети описани метод са имања видео као могуће решење, са приказом видео секвенце 410 пре смањивања и редуковане видео секвенце 420.

Избор генератора 111 сигнала зависи од функционалности уређаја 113 који се тестира, па је на Слици 1 генератор 111 сигнала представљен као комбинација различитих генератора који се могу применити (Интернет, емитовани сигнал, итд.).

Начин индустријске или друге примене проналаска

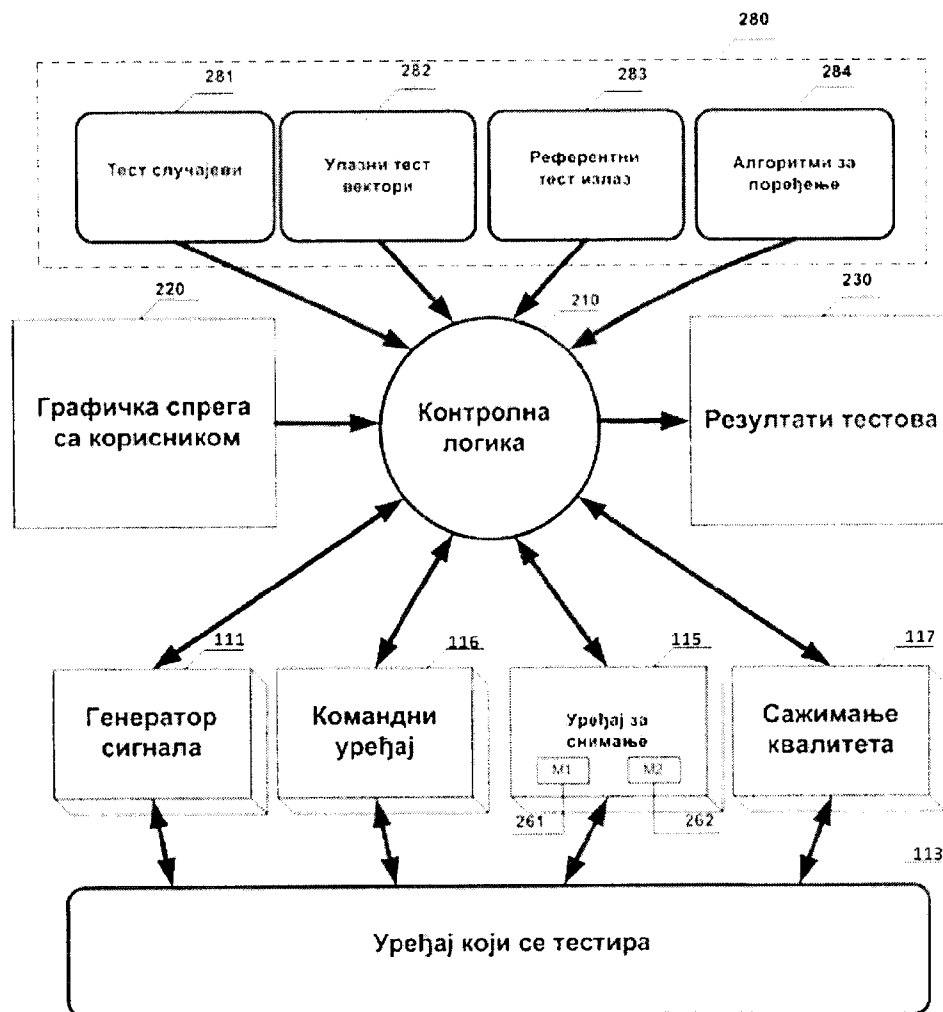
Проналазак показује развијену методологију и реализовани систем за аутоматско тестирање мултимедијалних уређаја уз примену оптимизације система. Мултимедијални уређај који се тестира се посматра као црна кутија. Представљени проналазак се првенствено може користити у индустрији за производњу свих врста мултимедијалних уређаја као што су на пример мобилни т елефони, т аблет и, *TV* пријемници, *DVD player*-и, *Set Top Box*-ови. Развијена методологија се може применити у свим областима тестирања и верификације где је неопходно коришћење методе црне кутије.

Патентни захтеви

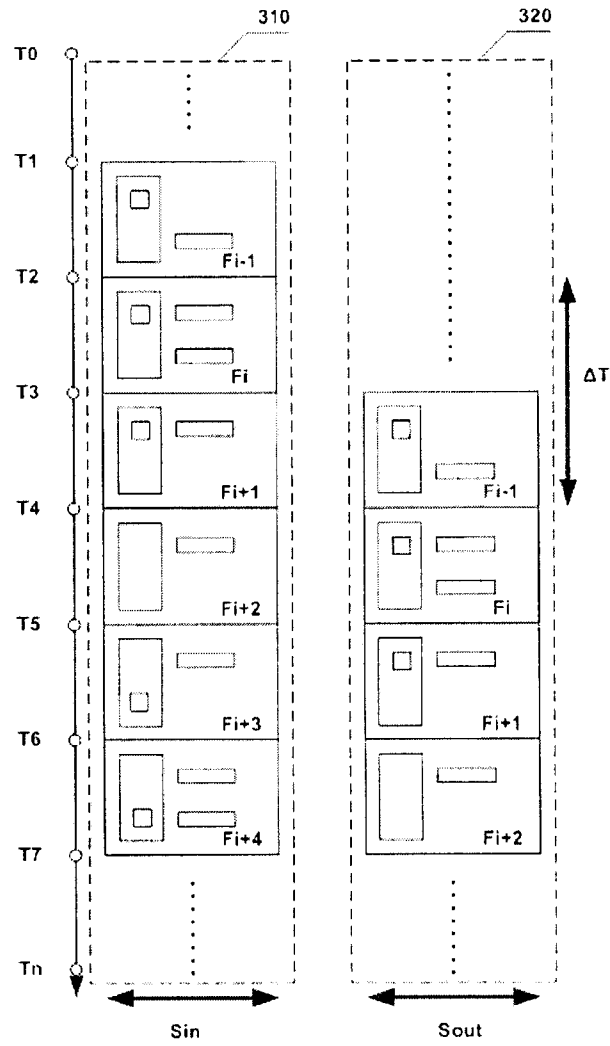
1. Метода аутоматске компресије видео сигнала при функционалном тестирању мултимедијалних уређаја, **карактерисан тиме да се референтни сигнал (114) доводи на улаз уређаја (113) који се тестира, видео сигнал са излаза уређаја (113) који се тестира се прослеђује уређају (117) за смањивање квалитета видеа и смешта у прву меморијску локацију (261), референтни сигнал (114) се прослеђује уређају (117) за смањивање квалитета видеа и смешта у другу меморијску локацију (262), где се у уређају (117) за смањивање квалитета видеа свака прослеђена слика из видео сигнала редукује узорковањем сваког n -тог пиксела, где је фактор учестаности узорковања n за један пиксел мањи од предефинисане најмање ширине ивице на слици, и где се слике из прве меморијске локације (261) и слике из друге меморијске локације (262) упоређују, временски синхронизују и потом се генерише индикација да тест функционалности уређаја (113) који се тестира није успешан ако је резултат поређења наведених слика већи од предефинисаног прага сличности слика, док се у супротном се поступак тестирања наставља.**
2. Метода дефинисана према захтеву 1, **карактерисана тиме да је учестаност узорковања пиксела слике у вертикалном и хоризонталном правцу иста.**
3. Метода дефинисана према захтеву 1, **карактерисана тиме да се временска синхронизација обавља поређењем низа слика референтног сигнала (114) и излазног видео сигнала.**
4. Метода дефинисана према захтеву 1 и 3, **карактерисана тиме да се кашњење излазног видео сигнала у односу на референтни сигнал (114) обавља временском синхронизацијом.**
5. Метода дефинисана према захтеву 1, **карактерисана тиме да је праг сличности слика одређен најмањом променом вредности свих пиксела слика довољном да се детектује промена детаља на слици проузрокованих деловањем друге функције уређаја (113) који се тестира.**



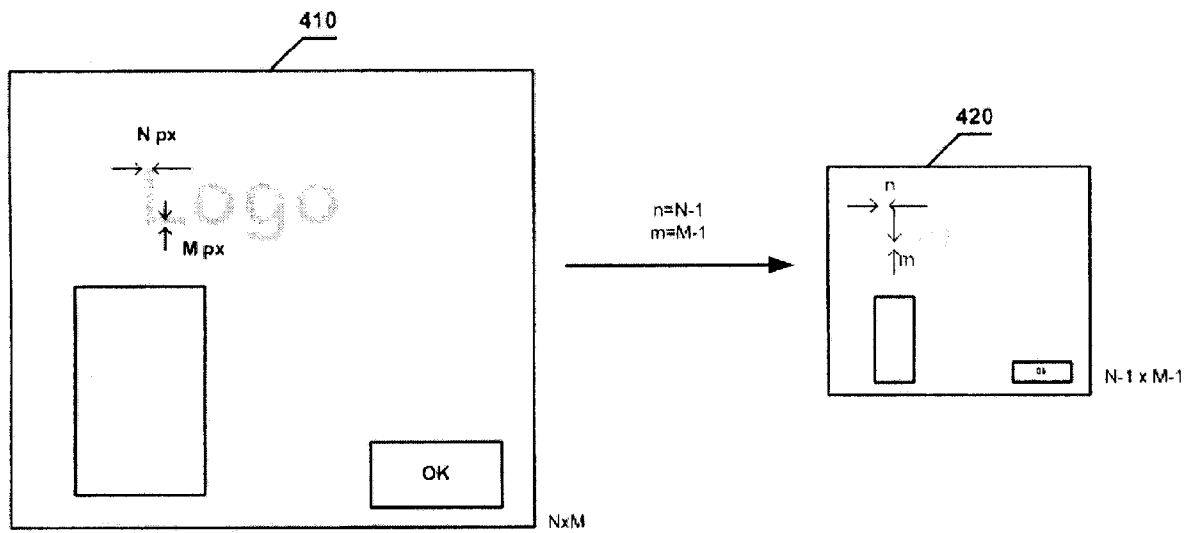
Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.



Слика 4.