

ISSN 2010-9857

Ўзбекистон Республикаси Аxbорот технологиялари ва
коммуникацияларини ривожлантириш вазирлиги
Тошкент аxbорот технологиялари университети



Министерство по развитию информационных
технологий и коммуникаций Республики Узбекистан
Тошкентский университет информационных
технологий

Ministry for development of information
technologies and communications of the
Republic of Uzbekistan
Tashkent University of Information Technologies



TATU XABARLARI
ВЕСТНИК ТУИТ • TUIT BULLETIN

2(38)/2016

Toshkent - Tashkent - Tashkent

TATU XABARLARI ВЕСТНИК ТУИТ TUIT BULLETIN

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETINING
ILMIY-TEXNIKA VA AXBOROT-TAHLILIIY JURNALI

Tahrir hay'ati:

JURNAL 2007 YILDA TASHKIL
ETILGAN.
BIR YILDA TO'RT MARTA
NASHR QILINADI

2(38)/2016

<http://jurnal.tuit.uz>

Musaev M.M. – bosh muharrir
Zaynidinov X.N. – bosh muharrir o'rinbosari
Radjabov T.D.
Bekmuratov T.F.
Kamilov M.M.
Ignatev T.F.
Abduraxmanov Q.P.
Aripov M.M.
Igamberdiyev X.Z.
Ravshanov N.
Raximov N.R. (Rossiya)
Imangaliyev Sh.H. (Qozog'iston)
Kwang Jin Park (Koreya)
Kucheryaviy A.E. (Sankt-Peterburg)
Chhe Sub Li (Koreya)
Usmonov R.N.
Raxmatullayev M.A.
Xakimov Z.T.
Isayev R.N.
Aripov X.K.
Ganiyev S.K.
Axmedova O.P.
Xamdamov R.
Fozilov Sh.X.
Usmanova N.
Davronbekov D.
Nazirova E.Sh. - ma'sul kotib
Abidova Sh.B. – texnik kotib

«TATU xabarlari» jurnali («Вестник ТУИТ», «TUIT Bulletin») O'zbekiston matbuot va axborot agentligida 2007 yil 22 yanvarda 0204 - son bilan ro'yxatdan o'tgan.

O'zR OAK tomonidan doktorlik dissertatsiyalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan ilmiy jurnallar ro'yxatiga kiritilgan
(2008 yil 2 yanvardagi 001-I-sonli buyruq).

Tahririyat manzili:
100202, Toshkent sh., Amir Temur ko'chasi, 108, A 232-xona.
Tel.: (+99871) 238-65-99
E-mail: tuit_xabar@tuit.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

TOSHKENT - 2016

INFORMATIKA VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARI

Maktabgacha va maktab yoshdagi bolalardagi eshitish zaifliklarini korreksiyalashda kompyuter texnologiyalari	<i>Akbarhodjayev Sh.N., Vasileva S.A., Kamalova Yu.</i>	6
Lokal yo'nalgan obrazlar asosida yuz belgilarini aniqlash va tanib olish usuli	<i>Tukhtasinov M.T., Narzulloev O.M.</i>	12
Ma'lumotlarni intellectual tahlil qilishning parallel algoritmlarining bajarilishini modellashtirish	<i>Kupriyanov M.A., Karshiyev Z.A.</i>	22
Ko'p yadroli processorlarda nutqli signallarga akustik ishlov berish	<i>Berdanov U.A., Raximov M.F.</i>	32
Kiyimlarni loyihalash uchun odam qomati o'lchamlarini masofadan o'lchash usullarini takomillashtirish	<i>Abdulkarimova M.A.</i>	41
Kosmik suratlarga ishlov berish muammolar echimi bo'yicha dastur modullarni tahlil etish va baholash	<i>Shamsiev R.Z.</i>	49
INFOKOMMUNIKATSION TARMOQLAR VA TIZIMLAR		
Birgalikda foydalanish uchun mobil aloqaning transport telekommunikasion tarmog'i	<i>Ibraimov R.R., Xolbayeva M.Z., Davronbekov N.D.</i>	57
Fotodiodli optik kirishli yuqori tezkorlikka ega bo'lgan optoelektron mantiq elementlari	<i>Yunusov N.</i>	64
Tarmoqning taktli sinxronizasiyasini tiklash usullarini tahlil qilish	<i>Ibatova D.X.</i>	74
RADIOTEXNIKA, RADIOALOQA VA TELERADIOESHITTIRISH		
Kvazidopleyr radiopelengatorning antenasi	<i>Gubenko V.A.</i>	81
Signallar va tasvirlarni qayta ishlashda fractal o'lchamlarini aniqlash usuli	<i>Tuychiyev B.O.</i>	89
Sensorli tarmoqlarni qo'llanilishining o'ziga xos xususiyatlarini tahlil qilish	<i>Hatamov A.P., Isroilov J.D.</i>	95
Video ma'lumot, tasvirlarni yorqin o'zlashtirish usuli bilan siqish va ularni baholash samaradorligi	<i>Gavrilov I.A., Tashmanov E.B.</i>	102
MATEMATIK MODELASHTIRISH VA DASTURLASH		
Yutish yoki manba ta'sirida noxiziqli issiqlik tarqalish masalasining aniq echimi xususida	<i>Aripov M., Abdullaeva Z. Sh.</i>	107
Talabalar o'zlashtirishini qat'iyman mantiqiy modeli asosida baxo berish	<i>Habirova D.N.</i>	113
IJTIMOY-IQTISODIY VA GUMANITAR MUAMMOLAR		
Axborot kommunikasiya sohasida erishilgan yutuqlarning global miqyosidagi tahlili	<i>Tohri Sh.</i>	117



МИРЗАЯН МИРЗААХМЕДОВИЧ КАМИЛОВ
(таваллудининг 80 йиллиги муносабати билан)

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси академиги Мирзаян Мирзаахмедович Камиллов 80 ёшда. Мирзаян Мирзаахмедович – таниқли олим ва фан арбоби ҳамда талантли ташкилотчи. У ўзининг 56 йиллик ижодий-ишлаб чиқариш фаолияти давомида информатиканинг назарий асослари, тизимли таҳлил, бошқарув, ахборотни қайта ишлаш, автоматлаштириш ва технологик жараёнларни бошқариш, математик моделлаштириш, ҳисоблаш машиналарининг математик ва дастурий таъминоти каби соҳаларни ривожлантиришга ҳамда мамлакатимизда информатика фанини алоҳида фан мақомига олиб чиқишга салмоқли хисса қўшиб келаётган етакчи олимдир.

М.М.Камиллов 1936 йилнинг 17 октябрида Тошкент шаҳрида зиёли оиласида дунёга келди. У ўзининг профессионал фаолиятини 1960 йилда Н.Э.Бауман номидаги Москва Олий техника билим юртининг «Ҳисоблаш машиналари» мутахассислиги бўйича имтиёзли диплом билан битирганидан сўнг йўлланма орқали ЎзР ФА Романовский номидаги математика илмий тадқиқот институтининг “Ҳисоблаш техникаси” бўлимида катта муҳандис лавозимидан бошлади.

Мирзаян Мирзаахмедович 1967 йилда номзодлик ва 1974 йилда «Баҳоларни ҳисоблашга асосланган ечим қабул қилиш алгоритмларини қўллаш усуллари ва назариясини ишлаб чиқиш» мавзусида Россия Фанлар академиясини Москва шаҳридаги Ҳисоблаш марказининг ихтисослаштирилган кенгашида докторлик диссертациясини муваффақиятли ҳимоя қилди. 1977 йилда профессор илмий унвонига эга

бўлди. 1989 йилда Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг мухбир аъзоси, 1994 йилдан эса информатика ихтисослиги бўйича хақиқий аъзоси бўлиб сайланди.

Мирзаян Мирзаахмедович кўп қирралари иждоқор сифатида замонавий информацион технологияларни ишлаб чиқишдаги долзарб ҳамда амалий масалаларини ечишдаги муҳим назарий ва амалий жиҳатларини аниқлаш, натижалар ишончлигини таъминлаш ҳамда амалиётда қўллаш учун яроқли шаклга олиб бориши билан ажралиб туради. Моделлаштиришда бундай ёндашув жараён ҳолатини таҳлил қилиш ва мақбул қарорлар қабул қилиш, турли даражадаги тизимларни бошқаришни маромига етказиш, ишлаш фаолиятини дастурлаш ва ташҳислашда сезиларли даражада кенгайтириш имкониятларини беради. Мирзаян Мирзаахмедовичнинг “Қисмий прецедентликка асосланган информацион-таниб олиш тизимларининг назарияси ва уларни маълумотларнинг интеллектуал таҳлили учун тадбиқ қилиш усуллари” мавзусидаги тимсолларни аниқлаш назарияси бўйича олиб борган фундаментал тадқиқотлари таҳсинга сазовордир. Унинг ғоялари идроклашнинг табиийлиги билан боғланганки, бу қарор қабул қилишнинг замонавий усуллари асосида тасодифий ахборотларни олдиндан баҳолаш имкониятини яратиб беради. Ушбу назарий ишлар кимёвий технология, тимсолларни аниқлаш ва бошқа кўпгина жараёнларга қўлланилиб, самарали натижалар олинган.

М.М.Камиловнинг илмий ва амалий тадқиқотлари асосида 6 та монография ва 350 дан ортиқ илмий мақолалар нашр қилинди.

Унинг раҳбарлигида 17 та докторлик ва 35 дан ортиқ номзодлик диссертациялари ҳимоя қилинди.

Бундан ташқари М.М.Камилов «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури»ни амалга оширишда ҳам ўзининг улкан ҳиссасини қўшиб келмоқда. У Тошкент давлат техника университетида ўзи ташкил қилган (ҳозирда Тошкент ахборот технологиялари университети “Ахборот технологияларининг дастурий таъминоти”) кафедрасида узоқ йиллар раҳбарлик қилди ва талабаларга амалларни тадқиқи, маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш каби фанлардан ўқув машғулотлари олиб бормоқда.

Академик М.М.Камилов Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясида вице президенти, Тизимли тадқиқотлар институти директори лавозимларида узоқ йиллар самарали фаолият олиб борган ҳолда мамлакатимизда информатика фанининг ривожланишига катта ҳисса қўшиб келмоқда.

Ҳозирги кунда М.М.Камилов Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги Дастурий маҳсулотлар ва аппарат-дастурий мажмуалар яратиш марказида “Тимсолларни аниқлаш” лабораторияси мудир, Марказ илмий ва махсус кенгашларининг аъзоси, Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси ҳамда Ўзбекистон Республикаси Ахборот технологиялари ва кооммуникацияларини ривожлантириш Вазирлиги тассаруфидаги «Информатика ва энергетика муаммолари» Ўзбекистон журнали ва “Кимёвий технология. Назорат ва бошқарув” Халқаро илмий-техникавий журналларининг таҳририяти аъзоси, Тошкент ахборот технологиялари университетида “Ахборот технологияларини дастурий таъминоти”кафедраси профессори бўлиб, университет илмий, маънавий ҳаётида фаол қатнашиб келмоқда.

Таниқли олим, ЎзР ФА ҳақиқий аъзоси, техника фанлари доктори, профессор Мирзаян Мирзаахмедович Комиловни таваллудининг 80 йиллиги муносабати билан илмий жамоатчилик ва журналимиз таҳририяти номидан чин юракдан табриклаймиз. Мирзаян Мирзаахмедовичга узоқ умр, сиҳат-саломатлик ва илмий фаолиятларида ижодий баркамоллик тилаймиз.

Таҳририят

**ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

УДК 616.21:519.687

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОРРЕКЦИИ
СЛУХОВЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И
ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТОВ***Акбарходжаев Ш.Н., Васильева С.А., Камолова Ю.*

Эшитиш қобилияти заиф бўлган болаларни эшитиш қобилиятини тиклашни амалга оширишни дастурий восита усуллари кўриб чиқилди. Эшитиш қобилиятини тикловчи компьютер дастурида нонутқий турли товушлар анимациялар билан бирга олиб борилган бўлиб уларни бир неча бор қайтариш мумкин. Келтирилган усул поликлиника ва стационарларда отоларингологлар ҳамда маиший шароитда ота-оналар томонидан ишлатилиши мумкин.

Таянч иборалар: эшитишнинг заифлиги, дастурий таъминот, эшитиш кўникмаларини ривожлантириш, эшитишнинг дастурий тиклаш, анимация.

В статье рассматривается один из возможных способов программной реализации восстановления слуха у детей дошкольного и младшего школьного возраста. В компьютерной программе реализовано прослушивание на узбекском языке различных объектов из тематических разделов, сопровождающиеся анимацией. Предложенный способ программного восстановления слуха может использоваться отоларингологами в поликлинических или стационарных условиях, а также родителями в бытовой среде.

Ключевые слова: нарушение слуха, программное обеспечение, развитие слуховых навыков, программное восстановление слуха, анимация.

One of possible ways of program realization of testing of hearing at children for early relative deafness diagnostics and hearing restoration at children is considered. Advantage of program realization of testing of hearing in comparison with a computer audiometriya, the expensive equipment demanding existence and certain behavioural reactions of children hard of hearing is noted. In the computer program on restoration of hearing repeated listening of the various nonverbal sounds, being accompanied is realized by animation. The offered way can be used by doctors otolaryngologists in polyclinic or stationary conditions, and also it can be used by parents in living conditions.

Keywords: hearing damage, supplying program, improvement of hearing skills, program of restoration of hearing, animation.

I. Введение

Проблемы нарушения слуха у детей привлекают внимание специалистов – клиницистов, психиатров, сурдопсихологов и педагогов довольно давно, как в отношении профилактики, так и возможного раннего выявления, компенсации и коррекции этого дефекта. Известно, что частота нарушения слуха весьма велика (77 человек на сто тысяч населения). До настоящего времени не ясно, вызвана ли глухота перенесенными заболеваниями или имеется сочетание наследственного предрасположения с различными экзогенными факторами [1].

У детей проблемы со слухом встречаются значительно чаще, чем в среднем у остального населения. Очень важной и практически значимой является ранняя диагностика имеющихся у ребёнка поражений слуха, поскольку от этого зависит развитие речевой функции, интеллекта ребенка, а также дальнейшее лечение и обучение. Своевременное определение состояния слуховой функции у детей дошкольного возраста также имеет важное значение, при этом ранняя диагностика тугоухости находится в сфере деятельности педиатра и отоларинголога поликлинического звена здравоохранения [2].

Исследование и восстановление слуха у детей значительно сложнее, чем у взрослых и имеет свою специфику. Определение порогов слуха с помощью компьютерной аудиометрии по вызванным слуховым потенциалам требует наличия дорогостоящей аппаратуры, а тональная пороговая аудиометрия не всегда получается из-за непонимания ребенком предлагаемых инструкций или нежелания их выполнять. При работе с детьми дошкольного возраста, необходимо придавать процедуре максимально игровой характер, чтобы вызвать у ребенка заинтересованность [3].

II. Основная часть

В настоящее время все чаще в диагностике и восстановлении слуховой функции у детей применяются компьютерные программы, разрабатываемые с таким расчетом, чтобы сделать проведение врачебного мероприятия увлекательным [4,5]. Таким программным обеспечением для раннего выявления расстройства и скорейшего восстановления слуха у детей от 2 до 7 лет могут пользоваться врачи-отоларингологи в поликлинических или стационарных условиях, а также педиатры поликлиник, поскольку оно удачно сочетает в себе возможности игровой аудиометрии.

В основу разработанного нами программного обеспечения восстановления слуха у детей на узбекском языке положены современные компьютерные методики с учётом специфики дошкольного и младшего школьного возраста. Для создания интерфейса использована среда Adobe Photoshop CS6, позволяющая сочетать яркую цветовую гамму и управляющие элементы, способствующие доброжелательной атмосфере, в которой находится ребёнок во время занятия. Дизайн программного обеспечения выполнен в стиле мульти-

пликация, использующей красочные картинки, подобранные соответственно возрастной категории и предпочтениям дошкольного возраста.

Программа запускается в оконном режиме. После запуска появляется главное окно программы, представленное на рис.1.



Рисунок 1. Главное окно

Главное меню представляет собой две основные функциональные кнопки: «START» и «CHIQISH», используемые для начала работы с программой и для выхода из программы соответственно. После нажатия на кнопку «START» происходит переход в меню выбора разделов программы. Программа включает 8 основных разделов-опций, соответствующих определенной тематике (рис.2).



Рисунок 2. Выбор опции

Доступ к каждому из разделов осуществляется через главное меню. На данной форме располагаются основные элементы навигации – названия разделов, при активизации которых происходит переход к ним: дом; кухня (рис.3); ванная комната; игрушки (рис.4); природа; семья; продукты и овощи-фрукты (рис.5). Второй элемент навигации – это кнопка «MENYU» («Меню») , предназначенная для выхода к меню выбора разделов програм-

мы, например, **OSHXONA** («Кухня»). При переходе по данной ссылке, открывается окно, в котором изображены различные кухонные принадлежности. Данная кнопка меню имеет различный функционал в зависимости от раздела программы. Поясним, если пользователь находится на главном окне приложения, то при нажатии на кнопку «MENU» происходит переход к окну выбора разделов программы, то же самое произойдет в случае, когда пользователь находится в определенном разделе программы. Если же пользователь уже находится в окне выбора разделов программы, то при нажатии на данную кнопку, пользователь выйдет на главное окно приложения.



Рисунок 3. Изображение разделов «УУ» (дом) и «Oshxona» («Кухня»)



Рисунок 4. Разделы «Oyinchoqlar» (игрушки) и «mevalar» (фрукты)

В интерфейсе программы предусмотрены специальные пункты меню, благодаря которым происходит навигация по разделам, а также пункт меню, отвечающий за выход. Во избежание несанкционированного выхода намеренно отключено системное меню заголовка из программы. При нажатии на кнопку выхода «chiqish» появляется сообщение, в котором можно подтвердить или отклонить выход (рис.5). При нажатии на надпись «НА» происходит окончание сеанса. При отрицательном ответе «YO'Q» пользователь про-

должает упражнения. Для быстрого прекращения функционирования необходимо использовать сочетание клавиш "Alt" + "F4".



Рисунок 5. Запрос подтверждения выхода

Каждый щелчок клавишей мышки по изображению в тематическом разделе имеет голосовое сопровождение – женщина-диктор на узбекском языке произносит название предмета. В задачу ребёнка под наблюдением специалиста или одного из родителей входит многократное прослушивание слова, обозначающего нарисованный объект, сопоставление его со зрительным изображением и произнесение услышанного. Для того, чтобы детям было более интересно и не скучно заниматься, щелчок мышкой по каждому рисунку сопровождается анимацией.

При работе с программой с учётом степени тугоухости ребёнка можно задавать индивидуальную степень усиления громкости звуков с помощью эквалайзеров, реализованных на основе современных звуковых карт, а также имеющегося звукоусиливающего оборудования.



Рисунок 6. Раздел «Unli tovushlar bilan ishlash (гласные звуки)»

III. Заключение

Разработанная нами компьютерная программа проверки слуховой функции внедрена в лечебно-диагностический процесс фониатрического отделения поликлиники, а также в учебный процесс кафедр «ЛОР-заболевания» Ташкентской медицинской академии и факультетов «Приборостроение», «Электроника и автоматика» Ташкентского государственного технического университета.

Литература

1. Астафьева В.М. Социальная адаптация и интеграция детей с нарушениями слуха. - М.: АПК и ПРО, 2000. – 182 с.
2. Головчиц Л.А. Дошкольная сурдопедагогика с использованием современных компьютерных технологий: воспитание и обучение дошкольников с нарушениями слуха: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. - 304 с.
3. <http://www.phys.unsw.edu/~jw/hearing.html>.
4. Васильева С.А., Гаибназаров Б.Б., Кимизбаева А.Э. Способ программной реализации тестирования и коррекции слуха у детей // Вестник ТашГТУ, 2013, №2.-С.46-48.
5. Акбарходжаев Ш.Н., Васильева С.А. Эшитиш ва нутқ нухсонларини ташҳисда ва коррекциялашда компьютер технологияларини қўллаш. Сб. докладов Республиканской научно-технической конференции “Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий. ” Часть 2, Ташкент:ТУИТ, 10-18 март, 2016.,с. 322-325.

УДК: 519.688:8

ЛОКАЛ ЙЎНАЛГАН ОБРАЗЛАР АСОСИДА ЮЗ БЕЛГИЛАРИНИ АНИҚЛАШ ВА ТАНИБ ОЛИШ УСУЛИ

Тўхтасинов М.Т., Нарзуллоев О.М.

Ушбу мақолада фронтал юз тасвирларини таниб олиш масаласини “Локал йўналган образлар” (ЛЙО) оператори асосида ҳал этиш усуллари қаралган. ЛЙО оператори асосида юз белгиларини аниқлаш ва уларни ўзаро таққослаш алгоритмлари ҳамда амалий натижалар таҳлили келтирилган. Шунингдек, мақолада нотекис ёритилган юз тасвирининг ёрқинлик даражасини нормаллаштириш алгоритми ҳам қаралган. Ишлаб чиқилган алгоритмларни экспериментал тадқиқ қилиш натижалари келтирилган.

Таянч сўзлар: юз тасвири, нормаллаш, локал йўналган образлар, гистограмма, таниб олиш.

В данной статье рассмотрены методы решения задачи распознавания фронтальных лиц на основе оператора «Локально направленные образы» (ЛНО). Приведены алгоритмы выделения лицевых признаков с помощью ЛНО и их сравнения, а также анализ практических результатов. Также в статье рассмотрен алгоритм нормализации освещенности изображения лица. Приведены результаты экспериментального исследования разработанных алгоритмов.

Ключевые слова: изображение лица, нормализация, локально направленные образы, гистограммы, распознавание.

In this paper, local directional pattern (LDP) based methods for frontal face recognition are discussed (summarized). LDP based face feature extraction and comparison methods and their performance results are given. Although, in the paper method for normalizing illuminations of face images is given. Were performed the results of experimental research of the developed algorithms.

Keywords: face image, normalization, local directional pattern, histograms, recognition.

1. Кириш

Биометрик технологиялар асосида шахсни таниб олиш масалаларини автоматлаштирилган ечимини топиш зарурияти ҳозирги кунда ахборот технологиялари ривожининг муҳим бўлаги ҳисобланади. Хусусан, шахсни юз тасвири асосида идентификациялайдиган интеллектуал тизимларни янада такомиллаштириш устида дунёда фаол илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Ушбу йўналишда юқори самарага эришиш учун юзнинг

идентификацион белгиларини ишончли аниқлаш ва улар асосида таниб олиш усулларини мукамал ишлаб чиқиш зарур.

Ҳозирги кунда “Локал йўналган образлар” - ЛЙО (инглизчада “Local Directional Pattern” - LDP) операторидан рақамли тасвирларни тавсифлашда, хусусан, таниб олишда кенг фойдаланилмоқда. Айниқса, бу оператордан юз тасвирларининг муҳим белгиларини ажратиб олишда самарали фойдаланилмоқда [1-3].

Ушбу мақолада нормал ва нотекис ёритилган фронтал юз тасвирларининг муҳим белгиларини ЛЙО оператори асосида аниқлаш ҳамда уларни таққослаш орқали шахсни таниб олиш алгоритмлари батафсил ёритилган.

Таъкидлаш керакки, тақдиқотларимиз давомида мавжуд усул ва алгоритмлардан фойдаланган ҳолда уларни янада такомиллаштиришга эътибор қаратилган.

II. Масаланинг қўйилиши

Ҳозирги кунга қадар юзнинг локал белгиларини ажратиб олишнинг бир қатор усуллари ишлаб чиқилган. Улар ичида “Локал бинар образлар” - ЛБО (инглизчада Local Binary Patterns - LBP) оператори [4-5] базис, яъни асос бўлиб хизмат қилади. ЛБО оператори ёрдамида юз белгиларини ажратиб олишга бағишланган кўплаб тақдиқотлар ҳозирги кунгача амалга оширилган ва ўз навбатида, ЛБОнинг турли вариантлари ишлаб чиқилган. Шундай бўлсада, ЛБОнинг бир қатор камчиликлари бор. Масалан, тасвир ҳалақитлари, ёрқинлик нотекислиги каби омиллар ЛБО аниқлигига салбий таъсир кўрсатади. Шу сабабли юзнинг локал белгиларини аниқлашда хатоликларни камайтириш масаласи пайдо бўлади.

Демак, биз тасвир ҳалақитларига, айниқса, тасвирнинг нотекис ёруғлик тақсимланишига турғун бўлган бошқа усулдан фойдаланишимиз керак бўлади.

Юқоридаги талабдан келиб чиқиб, давомий тақдиқотларимиз мобайнида “Локал йўналган образлар” (ЛЙО) операторининг энг самарали эканлигини аниқладик. Шу сабабли ҳам ушбу мақолада айнан шу оператордан фойдаланиш имкониятларини кўраимиз.

Шунингдек, ЛЙО операторини қўллашгача бўлган бир қатор ишлар мавжудки, ушбу босқисдаги ишлар учун муҳим алгоритмларни ишлаб чиқиш зарур. Хусусан, тасвирда юз жойлашган соҳани аниқлаш, кўз қорачиқларининг координаталарини топиш ҳамда уларга таянган ҳолда юзнинг зарурий соҳаси (ишчи матрицаси)ни ажратиб олиш ва зарур ҳолларда ажратиб олинган юз тасвирини геометрик ёки ёруғлик нуқтаи назаридан нормаллаштириш каби масалалар олдимизда туради.

1. Нотекис ёритилган тасвирларни нормаллаштириш алгоритми

Тасвирларга дастлабки ишлов беришнинг муҳим босқичларидан

ҳисобланади. Нотекис ёритилган тасвирларни нормаллаштириш учун бир қатор алгоритмлар ишлаб чиқилган. Улар ичида Гаусс тақсимотига асосланган усуллар, хусусан Multi Scale Retinex усули [6] самаралироқ ҳисобланади. Бу усулнинг асосий формуласи қуйидагича:

$$R_{MSR} = \sum_{n=1}^N \omega_n R_{n_i} = \sum_{n=1}^N \omega_n [\log I_i(x, y) - \log(F_n(x, y) * I_i(x, y))]$$

Бу ерда N – шкалалар сони ($N=3$), ω_n - ҳар бир шкаланинг коэффиценти ($\omega_n=1/3$) ва $F_n(x, y) = C_n \exp[-(x^2 + y^2)/2\sigma_n^2]$;
 $C_1 = 15$, $C_2 = 80$, $C_3 = 250$.

Алгоритм натижасини қуйида кўришимиз мумкин (1-расм).



1-расм. Multi Scale Retinex усулида тасвир ёрқинлигини нормаллаш.
a-дастлабки тасвир, *b*-алгоритм натижаси.

2. Тасвирда юз, кўзлар ва марказий юз соҳасини топиш алгоритми

Тасвирда юз жойланган соҳа ҳамда юз элементлари (масалан, кўз қорачиғи) координаталарини аниқлаш (ёки топиш) муҳим масала ҳисобланади ва унинг аниқлиги бевосита умумий тизим аниқлигига таъсир кўрсатади. Шу сабабли ҳам ушбу босқичдаги ишларни юқори сифатда амалга ошириш талаб этилади.

Тасвирда юз соҳасини аниқлаш, кўз қорачиқлари жойлашган координаталарни топиш, юз тасвирларини геометрик нормаллаштириш ҳамда марказий юз соҳаси (матрицаси)ни ажратиб олиш каби ишлар биз томондан илгари амалга оширилган [7-8], шу сабабли ҳам бунга тўлиқ тўхталмаймиз. 2-расмда ушбу босқич бўйича ишлаб чиқилган алгоритмлар асосида олинган натижаларни кўришимиз мумкин. 2*a*-расмда дастлабки тасвирда топилган юз соҳаси ва кўзлар координаталари, 2*b*-расмда эса, ажратиб олинган юз соҳаси матрицаси (юз белгилари тўлиқ акс этган марказий – муҳим соҳа) кўрсатилган.

расм).

25	52	31
210	40	60
180	125	77

4-расм. Дастлабки (намуна) локал соҳа қийматлари.

Дастлаб, *N* – North (Шимол) ниқобини қўлаймиз. Ҳисоблаш қуйидагича бўлади:

$$N = (5 * 25) + (5 * 52) + (5 * 31) + (-3 * 60) + (-3 * 77) + (-3 * 125) + (-3 * 180) + (-3 * 210) + (0 * 40) = -1416.$$

Демак, локал соҳанинг шимолида жойлашган 52 сони ўрнига -1456 сонини қўямиз. Худди шу тартибда дастлабки локал соҳанинг бошқа йўналишлари учун ҳам мос бўлган Кирш ниқоблари ҳисоблаб чиқилади. У ҳолда 4-расмдаги локал соҳанинг 8 та йўналишлари учун қийматлар қуйидагича ўзгаради (1-жадвал):

1-жадвал. ЛЙО натижалари.

Шундай қилиб, локал соҳа қийматлари бутунлай ўзгарди (5-расм). Таъкидлаш керакки, Кирш ниқобларида марказ доим 0 га тенг бўлади.

16	-1456	-1136
1040	0	-936
1840	776	-184

5-расм. Натижа – ниқоб қийматлари.

Йўналиш	NW- Шимолӣ	N-Шимол	NE- Шимолӣ шарқ	E-Шарқ	SE- Жанубӣ шарқ	S-Жануб	SW- Жанубӣ ғарб	W-Ғарб
Пиксел қиймати	25	52	31	60	77	125	180	210
Ниқоб қиймати	16	-1456	-1136	-936	-184	776	1840	1040

Энди бу қийматларни бинарлаштириш амалга оширилади. ЛЙОга бағишланган мақолаларда бинарлаштиришнинг турли вариантлари таклиф этилган. Тадқиқотлар давомида улар ичидан энг самарадорини танлаб олдик. У билан қуйида танишамиз.

Дастлаб, саккизта натижавий ниқоб қийматлари ўсиш тартибида тартибланади ва битта тўплам (массив)га жойлаштирилади, яъни:

$$G^{(8)} = \{g_1, \dots, g_4, g_5, \dots, g_8\}.$$

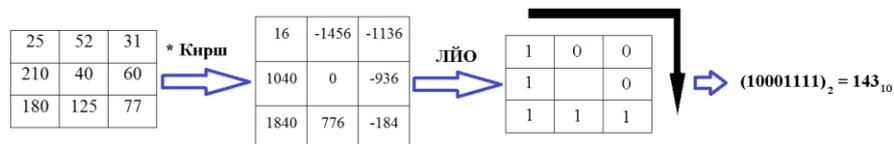
Натижада юқорида ҳисоблаб чиққан қийматларимиз қуйидагича кўриниш олади:

$$G^{(8)} = \{-1456, -1136, -936, \mathbf{-184}, 16, 776, 1040, 1840\}.$$

Тартибланган саккизта элементнинг биринчи ярмини, яъни дастлабки 4 та кичик қийматларни “0” га, қолганлари (катталари)ни “1” га алмаштираемиз. Натижада дарчада саккизта “0” ва “1” рақамлар пайдо бўлади. Уларни соат стрелкаси бўйлаб кетма-кет жойлаймиз ва 8 та рақамдан иборат иккилик сонга эга бўламиз. Сўнгра, ушбу иккилик сонни ўнли сонга ўтказамиз, яъни:

$$LDP(x_c, y_c) = \sum_{i=1}^8 S(g_i) \cdot 2^i, \quad S(x) = \begin{cases} 1 & \text{агар } x \geq g_4, \\ 0 & \text{акс холда.} \end{cases}$$

ЛЙО операторининг умумий иш схемаси (6-расм) қуйидагича бўлади (намуна қийматлар мисолида):



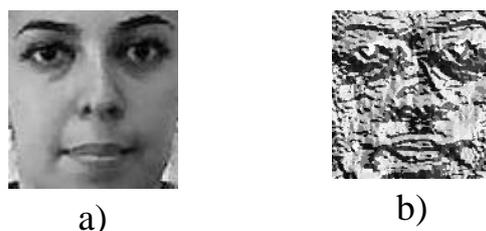
6-расм. ЛЙО операторининг умумий иш схемаси.

Демак, юқоридаги ҳисоблашлар орқали битта ўнли сонга (0 дан 255 гача ораликда) эга бўламиз. Кейин биз бу сонни ойна марказига жойлаймиз. У ҳолда, юқорида намуна сифатида олган дастлабки локал соҳанинг марзий қиймати – 40 сони ўрнига 143 сони алмашади.

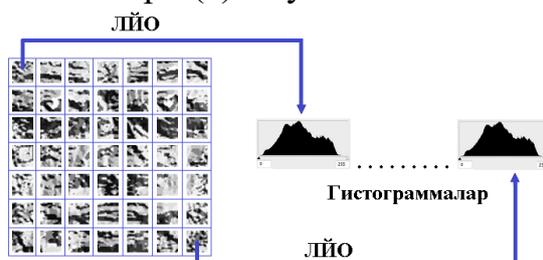
Демак, ЛЙО оператори асосидаги ҳисоблаш ишлари тасвирнинг бошқа пикселлари учун ҳам амалга оширилади ва натижада ЛЙО тасвири (ёки матрицаси) ҳосил бўлади. Қуйида ажратиб олинган юз тасвири (7a-расм) ҳамда унинг ЛЙО натижаси (7b-расм) кўрсатилган.

Идентификацион белги сифатида ЛЙО тасвирнинг гистограммаси олинади. Лекин, ЛЙО тасвирнинг гистограммасини тўлалигича олиш келгусида таниб олиш натижасига салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Шу сабабли ҳам тадқиқотчилар ЛЙО тасвирни дастлаб N та бўлақларга ажратиб олишади ва шундан кейин ҳар бир бўлақ учун гистограммалар ҳисобланади. Кўпинча 7×7 ўлчамда бўлақлаш амалга оширилади. У ҳолда $7 * 7 = 49$ та

гистограммалар ҳосил бўлади ва улар кетма-кет бирлаштирилади. Бу жараённинг схемаси қуйида (8-расм) кўрсатилган.



7-расм. Юз тасвири (a) ва унинг ЛЙО натижаси (b).



8-расм. 7×7 ўлчамли ЛЙО асосида белгилар фазосини қуриш.

4. Юз белгиларини таққослаш ва юзни таниб олиш алгоритми

ЛЙО юз белгиларини, яъни гистограммаларни таққослаш учун бир қатор усуллардан фойдаланиш мумкин. Масалан, Корреляция (Correlation), Хи-квадрат (Chi-Square), Кесишма (Intersection), Бхаттачария масофаси (Bhattacharyya distance) ва ҳ.к.[10] Тадқиқотларимиз давомида Хи-квадрат усули самаралироқ эканлиги аниқланди. Қуйида Хи-квадрат формуласини кўрамиз.

$$\chi^2(H_1, H_2) = \sum_{i=0}^{255} \frac{(H_1(i) - H_2(i))^2}{H_1(i) + H_2(i)}$$

Ажратиб олинган юз тасвирининг барча соҳаларини бир хил коэффицент (нуфуз) билан баҳоланганда доим ҳам яхши натижа бермайди. Шу сабабли, кўп тадқиқотчилар юзнинг ажратилган соҳаларига турлича коэффицент беришади. Биз ўз тадқиқотларимиз натижаси ўлароқ, ЛЙО юз тасвири бўлакларида қуйидагича коэффицентларни бердик (9-расм):

3	4	4	3	4	4	3
3	4	4	3	4	4	3
2	2	1	1	1	2	2
1	1	2	2	2	1	1
1	1	1	2	1	1	1
0	1	2	2	2	1	0
0	1	1	1	1	1	0

9-расм. Юз соҳаларининг коэффицентлари.

Бу ерда сон қиймати катта бўлақлар муҳимроқ саналади, чунки айнан шу соҳаларда юзнинг муҳим идентификацион белгиларининг миқдори юқориқдир.

Таққослашда коэффициент - w ҳисобга олинганда таққослаш формуласи қуйидагича бўлади:

$$\chi_w^2(H_1, H_2) = \sum_{j=1}^{49} w_j \cdot \sum_{i=0}^{255} \frac{(H_1^j(i) - H_2^j(i))^2}{H_1^j(i) + H_2^j(i)} .$$

Агар тасвирлар ўхшаш бўлса, юқоридаги формула асосида олинадиган натижа 0 га яқин бўлади.

Таъкидлаш керакки, тасвирларни таққослашдан олдин уларни бир хил ўлчамга келтириш (масштаблаш орқали) мақсадга мувофиқдир.

5. Олинган натижалар таҳлили

ЛЙО операторлари ёрдамида юз тасвирларини таққослаш турли ҳолатлар учун текшириб кўрилди. Бунда турли ҳажмдаги ҳамда турли техник воситалар (фотоаппарат, камера, сканер ва ҳ.к.) ёрдамида олинган фотосуратлар таққосланди.

Дастур синовлари 2000 дан зиёд юз тасвири мавжуд бўлган базада амалга оширилди. Бу базада марказий юз тасвирлари (2b-расмдаги каби) мавжуд бўлиб, тасвирлар JPG ва BMP типли кулранг тасвирлардир. Базадага асосий тасвирлар Ўзбек миллатига мансуб бўлиб, унда шунингдек Интернетга қўйилган “Orl Face Database” ҳамда “Yale Face Database” юз базаларидан ҳам тасвирлар қўшимча киритилган.

Натижалар таҳлили шунини кўрсатдики, ЛЙО операторлари асосида таққослаш аниқлиги ЛБОга нисбатан юқори экан. Айниқса, нотекис ёритилган тасвирларда ЛЙО ўзининг турғунлигига эришди.

Таъкидлаш керакки, тасвир ҳажми ўта кичик ёки ўта катта бўлган ҳолларда алгоритмнинг аниқлиги пасайди. Кўзлар орасидаги масофа ўртача 100 пиксел бўлганда яхши натижаларга эришилди. Шунингдек, таққослашда ажратилган соҳаларга коэффициент (нуфуз) бериш ҳам таниб олиш аниқлигини ошишига ижобий таъсир кўрсатди.

Умумий ҳолда ЛЙО оператори ёрдамида таниб олиш аниқлиги 94% дан ошди. Агар юз тасвири базаларини ташкиллаштириш жараёнида бир хил ёритилганлик ва бир типдаги техник воситалардан фойдаланилса, шунингдек юз мимикаларида катта ўзгариш бўлмаса ЛЙО оператори асосида таниб олиш аниқлигини янада ошириш мумкин.

Шунингдек, экспериментал тадқиқотларимизда “Бинар образлар” оиласига мансуб бўлган бошқа бир нечта усуллар таниб олиш аниқлиги бўйича ЛЙО билан таққосланди. Хусусан, LBP - Local Binary Pattern [4] (ЛБО - Локал бинар образлар), CS-LBP - Center-Symmetric Local Binary Pattern [11] (МС-ЛБО -Марказий симметрик локал бинар образлар), MB-LBP - Multi Block LBP [12] (Кўп блокли ЛБО) усуллари ЛЙО усли билан солиштирилди (10-расм). Графикдан кўриниб трибдики, ЛЙОнинг таниб олиш аниқлиги бошқаларникидан юқори бўлди.



10-расм. Усулларнинг таниб олиш аниқлиги бўйича таққослаш графиги.

III. Хулоса

“Локал бинар образлар” оиласига мансуб усуллар юз тасвирларини таққослашда “бирга-бир”, яъни иккита тасвирни бевосита ўзаро таққослаш ва уларни ўхшашлигини баҳолашда энг самарали воситалардан эканлигини тадқиқотчилар таъкидлашади. Айниқса, ЛЙО оператори ўзининг аниқлиги билан самарадорликка эришди. Шунингдек, юз соҳасининг ажратилган бўлакларига биз томондан таклиф этилган коэффицентларни қўлланганда ҳам аниқлик янада ошиши кузатилди.

Алгоритм ишлаш тезлигини оширишнинг турли технологияларидан фойдаланган ҳолда “аниқ вақт” режимида ЛЙО операторларидан фойдаланиш мумкин.

Умумий хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, ЛЙО асосида фронтал юз тасвирларининг идентификацион белгиларини ишончли ажратиш олиш мумкин. Бу белгилар ўзида муҳим хусусиятларни сақлайди. Хусусан, юз элементларининг шакли ва уларнинг жойлашуви ҳамда пиксел ранглари кабилар шулар жумласидандир.

Адабиётлар

1. *Mohammad Reza Faraji, Xiaojun Qi*. Face recognition under illumination variations based on eight local directional patterns // IET Biometrics, 2014.
2. *Jabid T., Kabir M., Chae O*. Local directional pattern (ldp) for face recognition // Digest of Technical Papers Int. Conf. on Consumer Electronics, 2010, pp. 329–330.
3. *Yan W, Guoqing H*. Expression Recognition Algorithm Based on Local Directional Binary Pattern // Journal of Computational Information Systems 10: 8, 2014, pp. 3221–3228.
4. *Ahonen T., Hadid A., and Pietikainen M*. Face Recognition with Local Binary Patterns // Computer Vision - ECCV, 2004, pp. 469–481.
5. *C. H. Chan*. Multi-scale local binary pattern histogram for face recognition // Ph.D. dissertation, Centre for Vision, Speech and Signal Processing School of Electronics and Physical Sciences University of Surrey, 2008.

6. *Zia-ur Rahman, Daniel J. Jobson, Glenn A. Woodell.* Retinex processing for automatic image enhancement // *Journal of Electronic Imaging* 13(1), 2004, p.100–110

7. *Фазылов Ш.Х., Мирзаев Н.М., Тухтасинов М.Т.* Об одном алгоритме определения местонахождения лица и координат зрачков на изображении // Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов» (ММРО-13), Москва, 2007. – с.409-411.

8. *М.Т.Тўхтасинов, М.Х.Атаханов.* Тасвирда одам юзи ва кўз қорачиғи координаталарини аниқлаш алгоритмлари // “Радиотехника, телекоммуникация ва ахборот технологиялари: муаммолари ва келажак ривож” Халқаро илмий-техник конференция мақолалар тўплами, 1-том, 2015 й., 21-22 май, Тошкент, 54-57 б.

9. *Pratt, William K.* Digital image processing, 4th ed., -USA, 2007, -782 p.

10. *Gary Bradski, Adrian Kaehler.* Learning OpenCV, Computer Vision with the OpenCV Library, -USA, 2008, -580 p.

11. *M. Heikki, M. Pietikinen and C. Schmid.* Description of interest regions with center-symmetric local binary patterns // *Proceedings of Computer Vision, Graphics and Image Processing*, 2006, pp.58-69.

12. *S. Liao and S. Z. Li.* Learning multi-scale block local binary patterns for face recognition // *International Conference on Biometrics - ICB*, 2007, pp. 828-837.

УДК: 20.53.19, 28.23.13

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Куприянов М.С., Каршиев З.А.

Ушбу мақолада процессорлардаги нагрузка балансиловкасини таҳлил қилиш мақсадида маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш алгоритмларини моделлаштириш усули қараб чиқилган. Бу усул алгоритмнинг блокли структураси асосида Петри тармоқларини қуришни, алоҳида блокларни экспериментал ўлчашни ва алгоритмнинг параллел бажарилишини моделлаштиришни назарда тутди.

Таянч иборалар: Маълумотлар интеллектуал таҳлили, параллел алгоритмлар, нагрузкани балансиловка қилиш, Петри тармоқлари.

В статье описывается подход к полунатурному моделированию интеллектуальных алгоритмов анализа, с целью определения сбалансированности нагрузки на процессоры. Подход предполагает построение сети Петри на основе блочной структуры алгоритма, экспериментальное измерение отдельных блоков и последующее моделирование параллельной работы алгоритма.

Ключевые слова: Интеллектуальный анализ, параллельные алгоритмы, балансиловка нагрузки, сети Петри.

This paper describes an approach to the scaled-down modeling of intelligent analysis algorithms, to analyze the balance of the load on the CPU. The approach involves the construction of Petri nets based on the block structure of the algorithm, experimental measurement of the individual blocks and the subsequent modeling of the parallel algorithm.

Keywords: Data Mining, parallel algorithms, load balancing, Petri nets.

I. Введение

На сегодняшний день существует большое количество программных систем, реализующих алгоритмы интеллектуального анализа данных (Xelopes, Weka). При выполнении алгоритмов анализа для входных данных больших объемов время работы алгоритмов может быть значительным, поэтому алгоритмы распараллеливают и выполняют параллельные участки на нескольких узлах распределённой вычислительной сети. Если узлы такой сети неоднородны и время анализа данных отличается для разных узлов, то возникает проблема балансиловки вычислительной нагрузки на узлы сети.

Проблема балансиловки заключается в том, что, если входные данные

разбиваются между вычислительными узлами не оптимально, то общая производительность сети будет невысокой и все узлы будут по-разному загружены работой. Чтобы сеть работала эффективно, и суммарное время выполнения алгоритма было минимальным, требуется максимальная загрузка всех узлов сети. Для решения проблемы требуется регулировать объемы обрабатываемых данных, которые подаются на входы узлов распределенной системы. Такое решение может быть построено на базе сетей Петри.

II. Основная часть

Для проведения оценки балансировки необходимо преобразовать блоковую модель алгоритма [1] в сеть Петри и указать при этом все необходимые вероятностные и временные параметры. После того как построена сеть Петри, моделирующая исходный параллельный алгоритм, можно запустить работу сети, и эта работа будет симулировать работу исходного алгоритма. Анализируя историю работы сети во времени можно будет предсказать нагрузку на вычислительные узлы распределенной вычислительной сети.

Рассмотрим подробно, как происходит построение сетевой модели. На рисунке 1 проиллюстрированы основные этапы данного преобразования.

Перед началом анализа на вход системы подаются два объекта: непосредственно сам алгоритм и дополнительные данные, включающие информацию о характеристиках вычислительной сети, в которой будет выполняться данный алгоритм. Под алгоритмом понимается блоковая структура, реализующая шаги алгоритма, поток входных данных для обработки, всевозможные настройки алгоритма и, в частности, настройки его параллельной части. Настройки параллельной части включают в себя, прежде всего, реализуемую модель параллелизма [2] (по данным, SDSM, MDSM) и количество параллельных ветвей в параллельном шаге. Поток реальных входных данных, как правило, имеет большой объем. Он состоит из однородных элементов – векторов данных, количество которых заранее известно. Моделирование не будет выполняться на всем объеме данных в целевой вычислительной сети. Вместо этого будут использоваться ограниченные наборы данных.

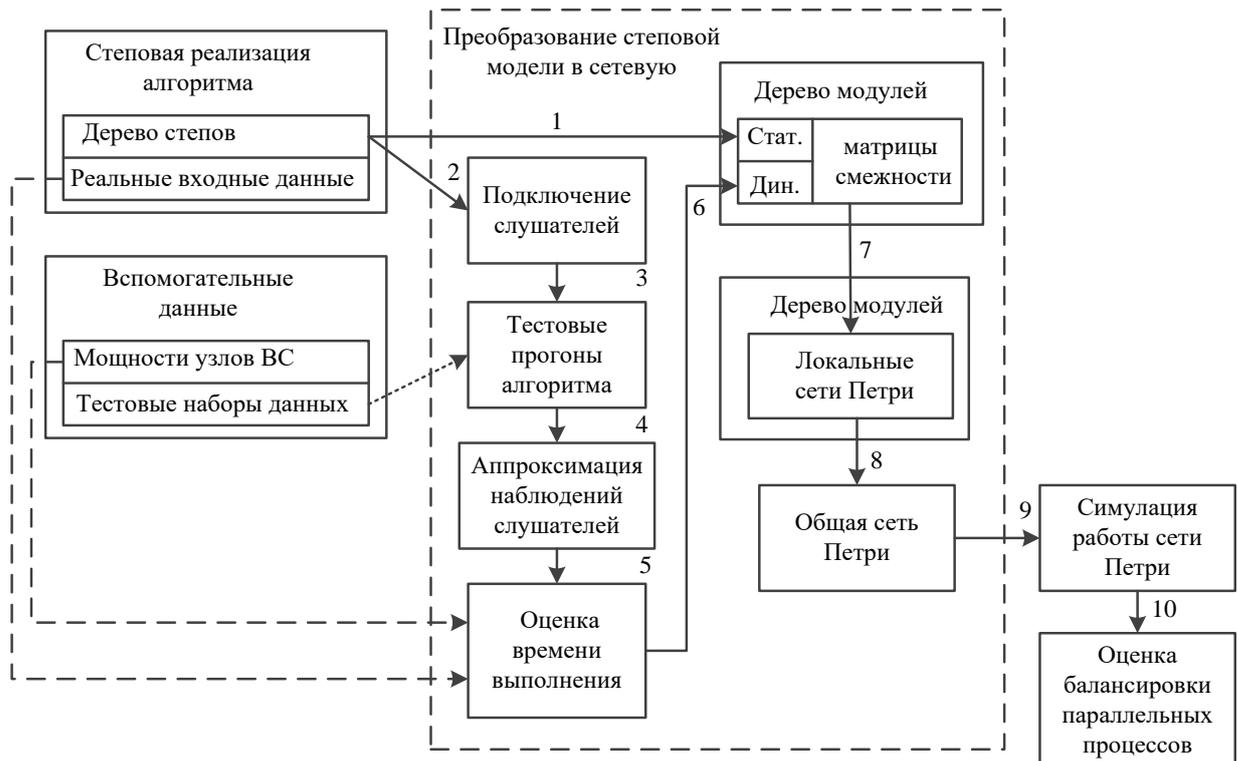


Рис. 1. Этапы преобразования блоковой модели алгоритма в сеть Петри

Эти наборы формируются на основе реальных входных данных алгоритма. Например, если оригинальный входной поток данных содержит 10000 векторов, то 3 тестовых набора могут содержать 25, 50 и 100 векторов. Конкретные размеры тестовых наборов определяются исходя из информации о данных (выборки должны быть представительными), скорости работы алгоритма на этих наборах. Разброс между количеством векторов в наборах должен быть достаточно большим для обеспечения точности оценки.

Для моделирования вычислительной сети должна быть указана информация:

- вычислительные мощности всех узлов вычислительной сети;
- вычислительная мощность тестовой локальной машины, на которой будут производиться тестовые замеры времени.

В качестве вспомогательного средства для преобразования блоковой (ступенчатой) структуры алгоритма вводятся понятия модуля. Модуль это сущность, которая сопоставлена отдельному блоку алгоритма и которая обеспечивает построение, наполнение параметрами и поддержку локальной сети Петри, моделирующей конкретно данный блок. В целом для блоковой структуры строится промежуточное дерево вложенных друг в друга модулей, каждый из которых ссылается на свой блок. Для развернутой иерархии блоков существует копирующая ее иерархия модулей, т.е. простой модуль соответствует простому блоку, а циклический модуль – циклическому блоку.

Каждый модуль содержит в себе матрицы смежности – объект, в который

модуль накапливает всю статическую и динамическую информацию, собранную от своего блока. На основе матриц смежности в каждом модуле легко строятся локальные сети Петри, которые полностью определены и готовы к работе. Матрицы смежности содержат информацию о существующих дугах, которые связывают позиции с переходами и наоборот переходы с позициями, а также некоторые дополнительные сведения. Хранимые данные можно разбить на две категории.

Статические данные:

- элементы и их фиксированные связи в сети Петри;
- количество позиций, их названия;
- количество переходов, их названия;
- список дуг, связывающих позиции с переходами, с указанием порядков дуг;
- список дуг, связывающих переходы с позициями, с указанием порядков дуг.

Динамические данные:

- временные и стохастические параметры элементов СП;
- время (среднее математическое значение, стандартное отклонение, минимальное возможное значение) срабатывания переходов.

Статистические данные берутся из структуры моделируемого алгоритма при построении по нему сети Петри. Динамические данные определяются экспериментально (более подробно об этом будет описано ниже).

На этапе 1 преобразования (рисунок 1), на базе дерева блоков строится отражающее его дерево модулей, и модули получают ссылки на соответствующие блоки. После чего, из блоков алгоритма в матрицы смежности извлекаются данные о статической составляющей блоков. Например, для последовательности `SequenceOfSteps`, определяется ее размер и задается количество позиций, переходов и связей между ними.

На этапах 2-6 выполняется определение динамических характеристик всех блоков. Полученные характеристики также добавляются в матрицы смежности в модулях.

На этапе 7 по матрицам смежности во всех модулях строятся локальные сети Петри, которые объединяются в одну единую сеть на этапе 8. Каждый модуль, если он не является простым, может содержать несколько вложенных модулей. Каждый вложенный модуль соответствует некоторому сложному переходу в локальной сети Петри. При объединении локальных сетей в общую, происходит рекурсивный обход дерева модулей снизу вверх. Из каждого модуля извлекается его локальная сеть Петри и подставляется вместо сложного перехода в локальную сеть Петри модуля, находящегося на уровень выше. В конце будет получена общая сеть Петри, которая моделирует исходный параллельный алгоритм.

На этом преобразование блоковой модели в сеть Петри окончено, далее

следуют этапы 9-10, на которых определяются требуемые характеристики балансировки.

При моделировании необходимы динамические характеристики выполнения блоков алгоритма (например, время выполнения, вероятности перехода по условиям). Определять такие характеристики можно двумя способами:

- явно указав перед началом моделирования для каждого шага алгоритма;
- экспериментально вычислить, запустив каждый шаг алгоритма на заданном наборе данных и заданных настройках на локальном компьютере.

Первый подход требует экспертных знаний об алгоритме и его работе. Такие знания часто недоступны без предварительного анализа и моделирования алгоритма. Поэтому более интересным представляется второй подход – экспериментальный.

На рисунке 2 показаны основные этапы процесса получения временных и вероятностных характеристик экспериментальным путем.

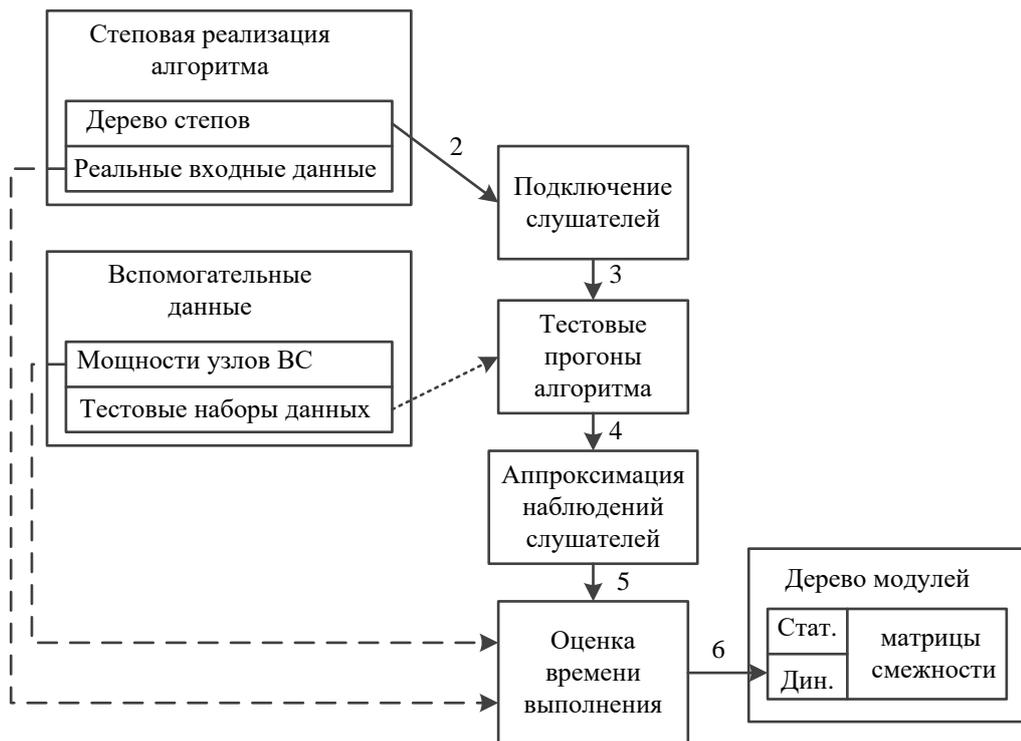


Рис. 2. Этапы определения временных характеристик для сети Петри

На этапе 2 идет подключение слушателей к блокам алгоритма. Каждый блок имеет заранее определенный перечень слушателей. Слушатели могут фиксировать время выполнения операций блока и вести статистику переходов в операторах ветвления. Например, для рисунка 3 слушатель Б может измерять общее количество переходов в программе к данному циклу, а

слушатель Г измерит сколько раз фактически выполнялось тело цикла. Используя эти данные можно определить вероятность переходов к телу цикла или выхода из цикла.

После того, как все слушатели подключены, следует этап 3, когда алгоритм выполняется на тестовых данных – тестовый прогон. Для этого используется исходная блоковая модель, которая модифицируется так, чтобы параллельный блок содержал одну ветвь, т.е. алгоритм принудительно приводится к последовательному варианту. Алгоритм выполняется на локальной машине, для которой известна производительность (берется из вспомогательных данных). Локальная машина будет обеспечивать оценочную систему экспериментальными данными времени выполнения шагов.

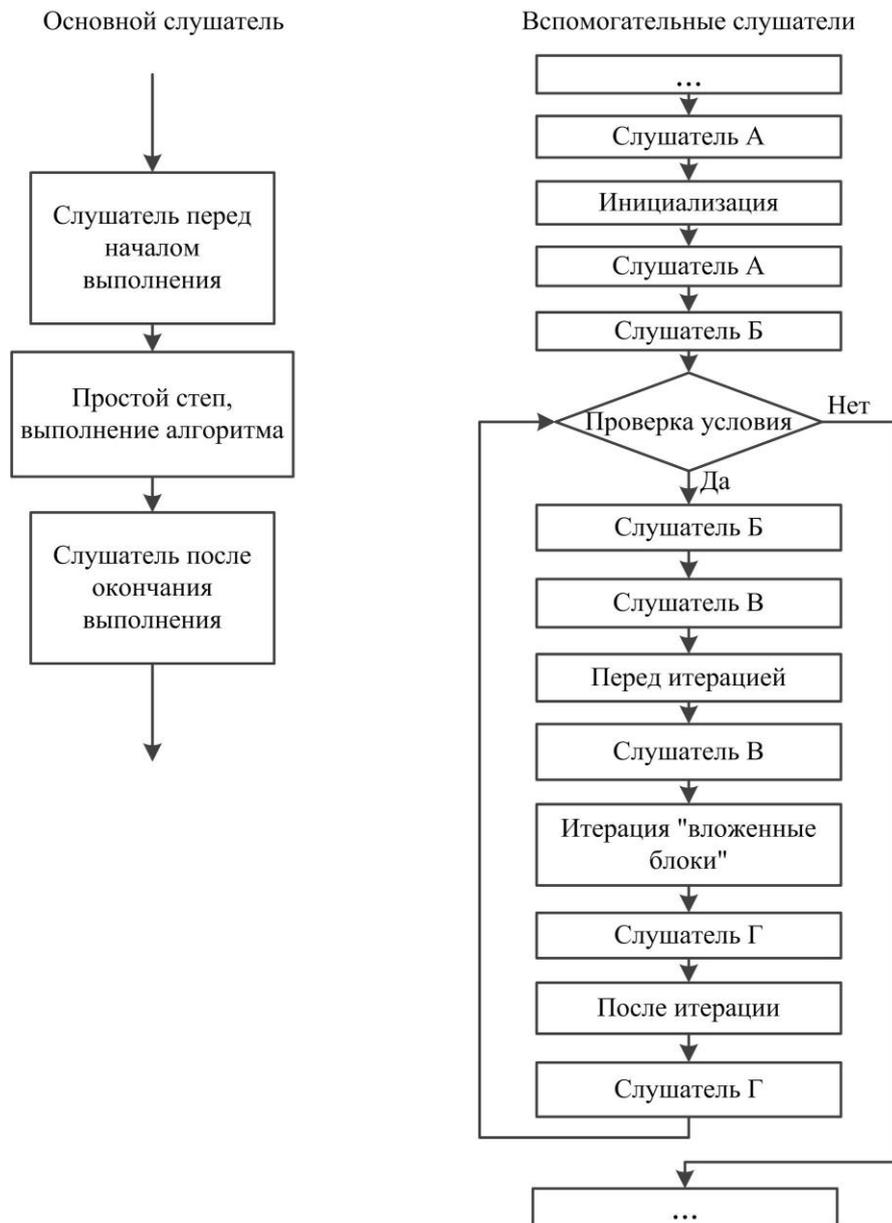


Рис. 3. Основной и вспомогательные слушатели

Осуществляется несколько тестовых прогонов алгоритма. Из вспомогательных данных берутся тестовые наборы данных различного объема, подаются на вход алгоритма и он обрабатывает их на локальной машине. Данные в этих наборах подбираются так, чтобы были задействованы все ветви алгоритма в параллельном шаге. В результате каждого прогона работают все блоки, которые оповещают своих слушателей, и слушатели формируют статистику значений времени работы степов. Эта статистика представлена на рисунке 4.

Для каждого тестового набора i известен его объем данных $x_{\text{test } i}$. Слушатели после окончания экспериментов будут содержать замеры времени выполнения $y_{\text{samples } i}$, которые являются размытыми относительно некоторого среднего значения данные, другими словами “зашумлены”.

На этапе 4 следует аппроксимация значений степов, это означает то, что строится полиномиальная или линейная аппроксимирующая функция F_{approx} зависимости времени выполнения шага и его частей от размера входных данных x_{size} . Конкретный тип функции аппроксимации выбирается в зависимости от типа блока. Например, в циклическом блоке если количество итераций определяется количеством векторов, то аппроксимация для тела цикла будет линейной. А если количество итераций определяется количеством атрибутов, которое в тестовых прогонах не меняется, то аппроксимация для тела цикла будет квадратичной.

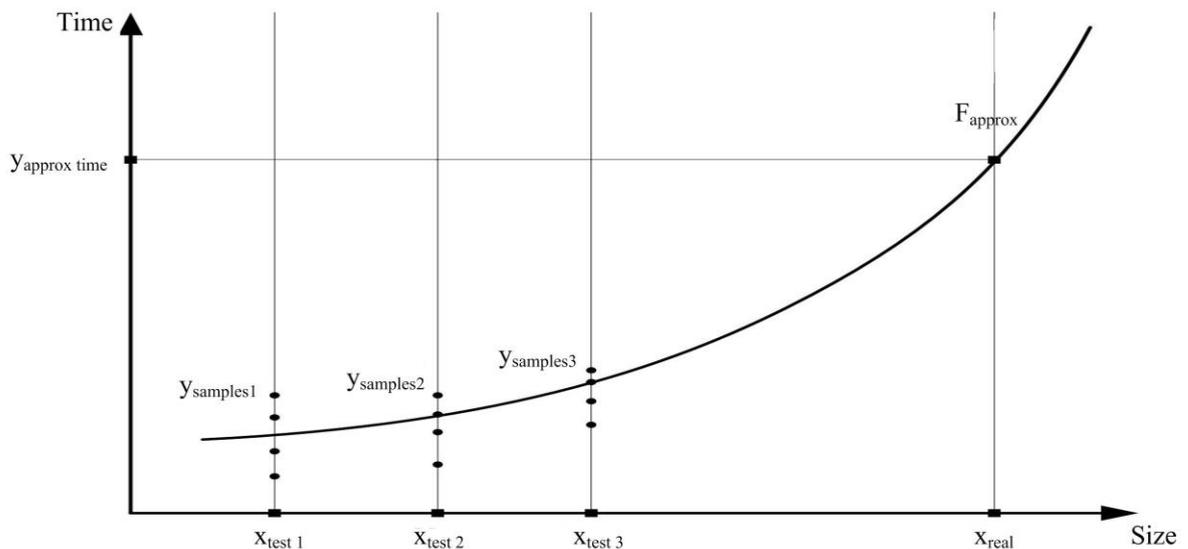


Рис. 4. Аппроксимация значений степов

На этапе 5 идет вычисление оценки времени выполнения шага для реального количества данных. Для этого в функцию аппроксимации F_{approx} в качестве аргумента подставляются реальные размеры данных x_{real} и получают оценку времени $U_{\text{approx time}}$.

Однако аппроксимированная оценка времени была получена для

локальной машины, на которой производились эксперименты, тогда как требуется оценка времени выполнения степов на узлах вычислительной сети, с другими производительностями.

Ведем две формулы:

$$v_{\text{real}} = \frac{V}{t_{\text{real}}}, \quad v_{\text{test}} = \frac{V}{t_{\text{test}}},$$

где V – объем обработанных алгоритмом данных, t_{real} и t_{test} – время выполнения шага на узле вычислительной сети и на локальной машине соответственно, v_{real} и v_{test} – производительность узла вычислительной сети и локальной машины соответственно. Это позволяет выразить предполагаемое время выполнения шага на узле, через время, полученное тестовым путем после аппроксимации:

$$V = v_{\text{real}} \cdot t_{\text{real}} = v_{\text{test}} \cdot t_{\text{test}}, \quad t_{\text{real}} = t_{\text{test}} \cdot \frac{v_{\text{test}}}{v_{\text{real}}} = t_{\text{test}} \cdot \alpha$$

Для этого достаточно умножить аппроксимированное время выполнения на коэффициент, равный отношению производительностей локальной машины и вычислительного узла сети:

$$\alpha = \frac{v_{\text{test}}}{v_{\text{real}}}.$$

На указанный коэффициент умножается время, полученное для степов, вложенных в каждую из ветвей параллельного шага алгоритма. Для каждой ветви будет свой коэффициент α , зависящий от того, на каком узле будут выполняться данная ветвь.

На последнем этапе 6 полученные значения времени выполнения добавляются в качестве динамической составляющей в матрицы смежности в каждом модуле. Также туда добавляются и вероятностные параметры различных операторов ветвления, рассчитанные на основе наблюдений слушателей.

После того, как была построена сеть Петри, моделирующая алгоритм, можно переходить к определению параметров балансировки. Осуществляется это путем запуска работы сети Петри, симулирующей работу исходного алгоритма на реальных входных данных и анализом полученных результатов.

Работа сети Петри начинается с установки маркера в начальную позицию, далее идет последовательность сработавших переходов, изменяющих маркировку сети, и успешно завершается, когда во всех позициях, кроме последней, не осталось маркеров. По ходу работы сети пишется история работы. Она состоит из последовательности событий разделённых временными промежутками.

Каждое событие состоит из запуска одних переходов (сопровождается

съемом входных маркеров) и остановки других переходов (сопровождается отдачей выходных маркеров), а также временного интервала. В течение этого интервала состояние сети после наступления события неизменно. Это значит, что наступило событие, запустившее переходы, и некоторое время после него ничего не происходит. Когда временной интервал заканчивается, заканчивают работу некоторые переходы и наступает следующее событие.

Когда будет проведена симуляция работы, то по полученной истории работы можно анализировать загруженность разных узлов при заданном распределении входных данных.

Вычислительная нагрузка на узлы зависит от величины времени фактической работы процесса в течение общего времени работы шага. Все узлы имеют вычислительный ресурс – процесс, который может находиться либо в неактивном состоянии простоя, либо выполнять параллельную часть алгоритма.

Если оперировать историей работы, то в ней для каждого события задана маркировка после запуска переходов, иными словами после наступления данного события. По этой маркировке для каждого процесса возможно определить, будет ли маркер находится в позиции простоя после наступления данного события. Если позиция пустует после события, то продолжительность события добавляется в общее время загруженности процесса. При этом рассматриваются только те события, которые случились во время работы параллельного шага, т.е. между срабатываниями переходов *fork* и *join*. В конце полученное время работы t_i отдельного процесса i делится на общее время работы параллельного шага t_{parallel} и получается степень загруженности узла B_i :

$$B_i = \frac{t_i}{t_{\text{parallel}}}$$

Получив степень загруженности всех узлов, можно будет получить β – среднюю загрузку узлов, по формуле:

$$\beta = \sum_{i=0}^N \frac{v_i}{v} \cdot B_i, \quad v = \sum_{i=0}^N v_i, \quad \text{где}$$

v_i – производительность i -ого узла вычислительно сети;

v – сумма производительностей всех узлов вычислительной сети;

N – количество узлов в вычислительной сети;

B_i – степень загруженности i -ого узла вычислительной сети.

I. Заключение

В данной статье был описан подход к оценке сбалансированности нагрузки выполнения алгоритмов анализа на основе их моделирования сетями Петри. Формирование алгоритма на принципах блоковой структуры позволяет автоматически построить по ней сеть Петри. Запуск алгоритма на тестовых данных позволяет получить динамические характеристики алгоритма и таким образом, более точно смоделировать его работу. Расчеты на основании данных полученных в результате моделирования позволяют оценить загруженность узлов. Это в свою очередь позволяет более правильно распределить анализируемые данные и за счет балансировки нагрузки повысить эффективность параллельного выполнения алгоритмов интеллектуального анализа данных.

Список литературы

1. Холод И.И., Каршиев З.А. Параллелизация алгоритма Naïve Bayes на основе блочной структуры. Сборник докладов XV Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM`2012, Санкт-Петербург, 25-27 июня, 2012 г., Том 1, с. 182-185.
2. Холод И.И. Способы параллелизации алгоритмов интеллектуального анализа. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012 г., № 9, С. 39-47

УДК 004.42

АКУСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА МНОГОЯДЕРНЫХ ПРОЦЕССОРАХ

Берданов У.А., Рахимов М.Ф.

Мақолада турли моделдаги кўпядроли процессорларда параллел (оқимли) қайта ишлашда, ўзгартиришлар ойнаси (нутқ сигнали қисми)нинг оптимал ўлчамини топиш муаммолари ечими изланилди.

Таянч иборалар: параллел ҳисоблаш, нутқни таниш, унумдорлик, MFCC.

В данной статье исследуются проблемы выбора оптимального по эффективности окна преобразования (сегмента речевого сигнала) при реализации режима параллельной (поточковой) обработки на различных моделях многоядерных процессоров.

Ключевые слова: параллельная обработка, распознавание речи, ускорение, MFCC.

In this article researches the problems of selecting optimal window conversion efficiency (of the speech signal segment) in the implementation of the parallel mode (streaming) processing on various models of multi-core processors.

Keywords: parallel processing, speech recognition, acceleration, mfcc.

I. Введение

В данной работе исследуются проблемы выбора оптимального по эффективности окна преобразования (сегмента речевого сигнала) при реализации режима параллельной (поточковой) обработки на различных моделях многоядерных процессоров [1].

Аппаратура многоядерных процессоров развивается очень быстро, количество ядер обработки в чипах процессоров составляет многие десятки. Однако, методов и алгоритмов распараллеливания, которые эффективно используют вычислительные возможности многоядерных процессоров еще очень мало. На ускорение вычислений влияют как сложность распараллеливания самих методов обработки речевых сигналов, так и архитектурные особенности многоядерных процессоров [2].

Потоковая обработка в задачах обработки речевых сигналов на многоядерных процессорах должна рассматриваться как новая технология, включающая следующие элементы подготовки и исполнения программ:

– анализ численного метода и соответствующего алгоритма на предмет создания по возможности независимых вычислительных потоков;

- выбор эффективных языковых средств написания программ;
- освоение технологий формирования потоков с помощью современных инструментальных средств;
- оценка эффективности разработанного параллельного решения с помощью соответствующего инструментария.

II. Основная часть

Превращение последовательного алгоритма в параллельный может представлять собой как нахождение большого числа повторяющихся операций над независимыми данными, так и изменения в алгоритмической структуре, поиск других подходов к решению задачи. Приёмы, используемые для организации параллельных вычислений, включают в себя:

- параллельные циклы, выполняемые на множестве вычислительных потоков;
- алгоритмы редукции, т.е. выполнение множества однотипных операций с накоплением итоговой суммы или произведения;
- выделение процессов (задач), которые можно исполнять одновременно;
- использование параллельных шаблонов векторно-матричных операций.

Основная задача исследования – установить значения максимальной эффективности процедуры распараллеливания при выборе величин обрабатываемых сегментов речевого сигнала. Точки максимальной эффективности определяются через параметр ускорения (K) в соответствии с известным законом Амдала, где коэффициент ускорения K , показывающий, во сколько раз быстрее программа выполняется на параллельной машине, чем на последовательной, определяется формулой:

$$K=T1/T2 \quad (1)$$

В этом выражении $T1$ - время выполнения программы при последовательной реализации, $T2$ – время выполнения той же программы при параллельной реализации. При программной реализации в параллельном и последовательном режимах эксперимент с контрольным примером записи речевого сигнала проводился многократно. Это позволило исключить случайные отклонения, связанные с режимами работы процессора. При этом стартовый контрольный пример отбрасывался.

Из опыта предыдущих исследований в этой области для точного выделения параметров акустического тракта обработки необходимо выбирать длительность фрагмента речевого сигнала в пределах 10-25 мс. В работе [3] показано, что для соблюдения установленных требований по качеству и скорости обработки, а также с учетом свойств самого речевого сигнала оптимальным в алгоритмах спектрального анализа является выбор частоты в

22 кГц. В представленных далее алгоритмах акустической обработки кроме алгоритмов спектрально анализа, присутствуют алгоритмы фильтрации, сглаживания и нахождения кепстральных характеристик. Для установления оптимальных показателей ускорения установлены следующие исходные данные:

- общая длина исследуемого фрагмента речевого сигнала равна 380 мс;
- частота дискретизации 22 кГц;
- количество отсчетов входного сигнала N ;
- размер окна обрабатываемого фрагмента сигнала $2n$, где $n = \log_2 N$.

В качестве инструмента распараллеливания использовались как возможности языка C++, так и технология OpenMP версии [4].

Программа OpenMP начинается как единственный (начальный) поток выполнения. Когда поток встречает параллельную конструкцию, он создает новую группу дополнительных потоков, и становится главным в новой группе. Все члены новой группы (включая главный поток) выполняют код внутри параллельной конструкции. В конце параллельной конструкции имеется неявный барьер. После параллельной конструкции выполнение пользовательского кода продолжает только главный поток [5].

Технология OpenMP идеально подходит для разработчиков, желающих быстро распараллелить свои вычислительные программы с большими параллельными циклами, характерными для архитектур с общей памятью [6]. После завершения выполнения параллельных потоков управление программой вновь передается главному потоку.

Для программной реализации алгоритмов акустической обработки использовалась последовательная и параллельная обработка на двухъядерных и четырехъядерных процессорах широко применяемых персональных компьютеров и ноутбуков (табл.1). В используемых процессорах имеются как двух-, так и четырехъядерные процессоры, а также процессор Intel-Core i5-4200U с двумя физическими и двумя виртуальными ядрами.

Таблица 1.

Модель процессора	Тактовая частота (ГГц)	Количество ядер	Шина памяти (бит)	Кэш-память процессора L1 / L2 / L3
Intel-Core i5-2310	3,0	4	64	32кб / 256кб / 6,0 мб
Intel-Core i5-4200U	2,3	2/2	128	32кб / 256кб / 3,0 мб
Intel Pentium E-2180	2,0	2	64	32кб / 1,0мб / нет
Intel Pentium T-2390	1,86	2	64	32кб / 1,0мб / нет

В представленных архитектурах процессоров параллелизм направлен на выравнивание скорости обращения к памяти со скоростью работы самого процессора. Параллелизм обеспечивается синхронной работой внутренних регистров, кэш-памяти, оперативной памяти и параллельных магистралей команд и данных. Увеличение числа ядер обработки не вносит существенных изменений в общее архитектурное построение процессоров, основной проблемой опять является взаимодействие процессора с памятью.

Аппаратные платформы многоядерных процессоров отличаются, в основном, двумя показателями:

- ✓ разделяемой, общей для ядер памятью и распределенной памятью (автономные кэш);
- ✓ способом обмена данными между ядрами (разделяемая среда - шина или коммутация связей).

В данных вариантах реализации каждое ядро имеет собственные кэш L1 и L2. Кэш L1 имеет по 32кб инструкций и 32кб данных. L2 также является собственной кэш-памятью каждого ядра. Поскольку он выделен на каждое ядро и относительно мал (256 Кбайт или 1,0 Мбайт), появилась возможность обеспечить кэш очень высокой производительностью. Имеется также кэш-память третьего уровня L3 (6,0 и 3,0 Мбайт), обеспечивающая связь между ядрами.

Эта техника весьма эффективна для обеспечения когерентности персональных кэшей каждого ядра, поскольку она уменьшает потребность в обмене информацией между ядрами. В двухъядерных вариантах процессоров кэш-память третьего уровня отсутствует.

Реализация приложений на нескольких моделях процессоров позволила оценить степень влияния архитектуры на величину ускорения и уровень распараллеливания. Для программной реализации выбраны процессоры с различными техническими параметрами.

На этапе акустической обработки (предварительная цифровая обработка сигнала) в большинстве систем предполагается применение стандартных процедур фильтрации и подавления шумов, усиления, разделения информационных потоков, извлечения полезной для дальнейшего применения информации. В общем понимании предварительная обработка речевых сигналов – это процесс описания сигналов с последующим преобразованием в требуемую форму для возможности выделения и использования информативного содержания.

Имеется большое разнообразие методов и алгоритмов акустической обработки речевых сигналов [7]. Важно выделить наиболее часто применяющиеся и оценить величину ускорения. Общая последовательность реализуемых функций обработки представлена на рис.1.



Рис.1. Алгоритмы акустической обработки

Рассмотрим величину ускорения на каждом этапе.

1). Предварительная фильтрация. В качестве фильтра используется весовая функция с конечной импульсной характеристикой. Переменным параметром в реализуемом параллельном алгоритме является порядок фильтра M (количество его каскадов), при этом коэффициенты фильтра остаются неизменными. Алгоритм реализуется на всех четырех процессорах, для всех реализаций выбирается один фрагмент речевого сигнала с частотой дискретизации 22,05 кГц. Сигнал не делится на фрагменты, фильтрация выполняется на всей длине речевого сигнала с количеством отсчетов, соответствующим $n=13$. Переменным параметром в этом случае является число каскадов фильтра. Реализация алгоритма выполняется многократно для каждого фиксированного значения M каскадов фильтра при одних и тех же начальных условиях (выбран фрагмент сигнала длительностью 380 мс). Реализации программ для двухъядерного и четырехъядерного вариантов процессоров представлены на рис.2 а, б.

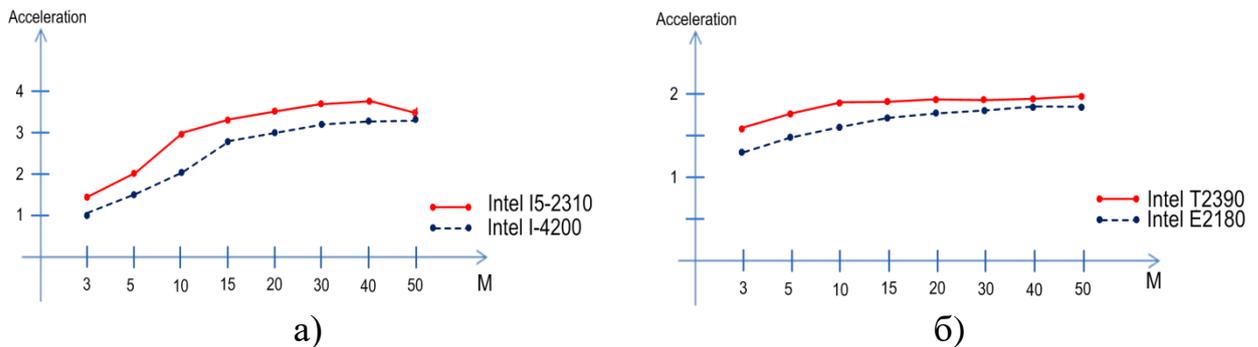


Рис.2. Реализация на процессорах

Для более полного представления результатов количество каскадов фильтра выбрано с неравномерной шкалой.

2). Процедура сглаживания фрагментов. Данный алгоритм выполняется при помощи окна Хэмминга $H[k]$:

$$H[k] = 0.54 + 0.46 \cos\left(\frac{2\pi k}{N-1}\right); \quad k = 0, 1, \dots, N-1; \quad (2)$$

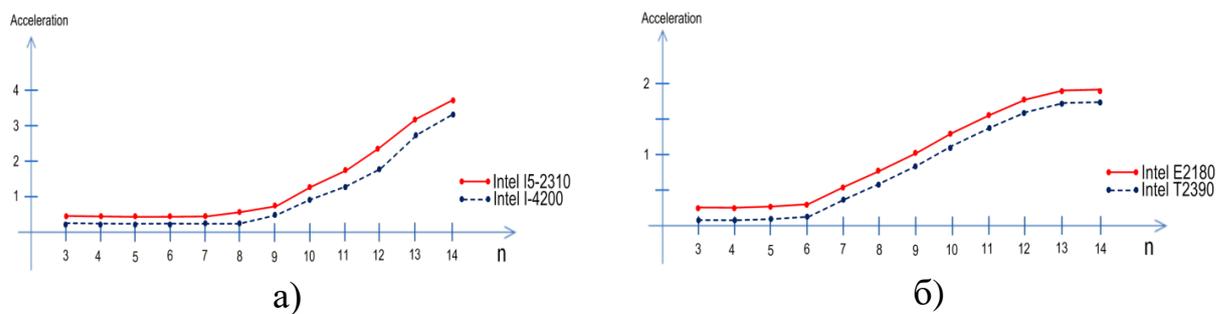


Рис. 3. Реализация на процессорах

В качестве переменного параметра берутся фрагменты речевого сигнала размером $N = 2n$, где $n = \log_2 N$. Размеры окон увеличивается постепенно до величины $n = 14$. При этом максимальный размер фрагмента соответствует записи речевого сигнала длительностью 380 мс. Реализация представлена для двухъядерного и четырехъядерного вариантов на рис.3. а,б.

3) Алгоритм дискретного косинусного преобразования (ДКП). Алгоритм используется для преобразования выделенных акустических фрагментов речевого сигнала в частотную область и вычисления спектра. В данном алгоритме много операций перемножения векторов и матриц, поэтому кривые коэффициентов ускорения относительно быстро достигают максимальной величины (рис.4. а, б).

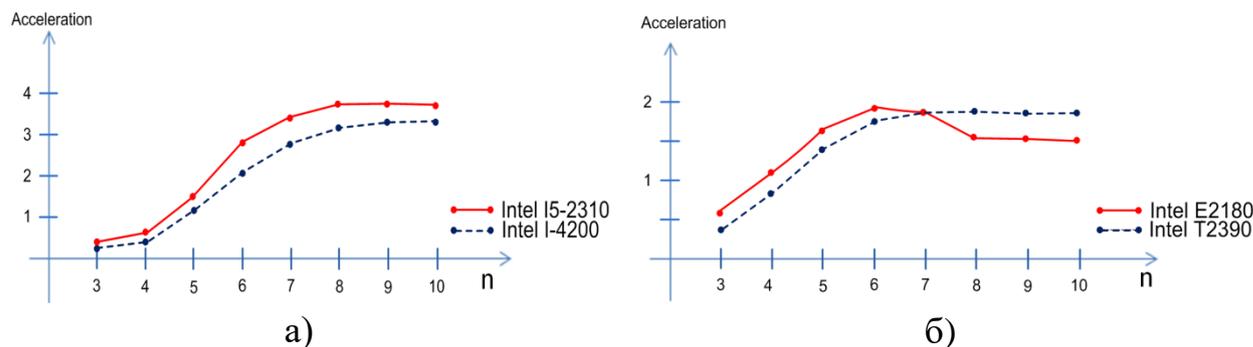


Рис. 4. Реализация на процессорах

Алгоритм ДКП с точки зрения численных методов относится к категории спектральных преобразований Фурь-анализа. Опыт применения параллельных алгоритмов в спектральных преобразованиях и оценка получаемого при этом ускорения изложен в работе [8]. Особенности спектральных преобразований, которые могут быть использованы при создании алгоритмов параллельной обработки на многоядерных процессорах:

- ✓ векторы и матрицы сигналов, изображений, прямого и обратного преобразований имеют двоичные размерности и эффективно интерпретируются аппаратно-программными платформами процессоров;
- ✓ преобладают три основных типа математических операций: умножение вектора на матрицу, умножение матрицы на матрицу, вычисление

- частных сумм числовых последовательностей;
- ✓ матрицы преобразования произвольной размерности получают масштабированием единичных элементов исходных матриц преобразования;
- ✓ представленные модели обработки с одинаковой эффективностью применяются при обработке звука, речи и изображения;
- ✓ анализ алгоритмической сложности показывает возможность эффективной реализации этих моделей на многоядерных процессорах с количеством ядер, кратным двум.

4) Вычисление кепстральных характеристик. Заключительным этапом акустической обработки речевого сигнала является применение алгоритма получения кепстральных коэффициентов. Для того, чтобы более точно моделировать восприятие звука человеком, для каждого спектрального сегмента ДКП - преобразования выполняется анализ и оценка с помощью треугольных mel-фильтров [8]. Набор mel-фильтров выполняется с перекрывающимися треугольными весовыми функциями. Треугольные весовые функции представляются равными областями на mel-шкале, в то время как их ширина в частотной области возрастает по логарифмическому закону. Вектор, составленный из энергии всех элементов разрешения по частоте в каждом mel-фильтре, представляет собой mel-частотные кепстральные коэффициенты. В связи с этим, в общий алгоритм нахождения кепстральных коэффициентов включены процедуры вычисления

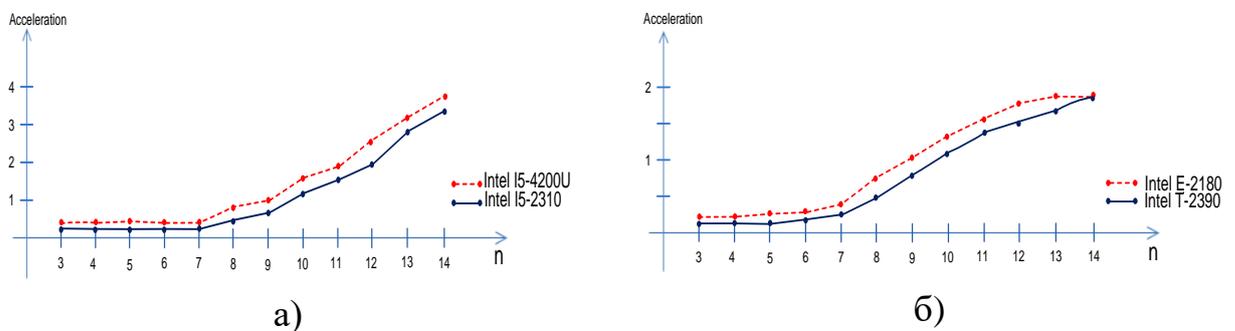


Рис.5. Реализация на процессорах

квадратов модулей преобразования ДКП и логарифмирования. Значения величин ускорения приведены на рис.5. а, б.

Переменным параметров обработки параллельных алгоритмов является файл, включающий спектральную плотность мощности после процедуры ДКП, поэтому для соответствия размерности mel-преобразования (12 фильтрующих треугольных функций) длина этого файла выбрана в пределах $n = 6 - 14$.

III. Заключение

Обработка речевого сигнала с помощью перечисленных алгоритмов позволяет выделить информацию, отражающую индивидуальные особенности голоса диктора и сформировать набор признаков. Эти признаки на этапах дальнейшей обработки используются для решения задач автоматической обработки и распознавания речевой информации.

Проведенный анализ позволил понять, что повышение скорости программ акустической обработки речевых сигналов в настоящее время возможно, главным образом, благодаря написанию эффективных параллельных алгоритмов и исполнению их на многоядерной или многопроцессорной архитектуре. При этом далеко не всегда обязательно переписывать существующие программы заново: готовый последовательный алгоритм зачастую может быть эффективно распараллелен с помощью инструментальных средств на базе языков программирования.

По результатам проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы.

1. В алгоритме предварительной фильтрации ускорение, близкое к максимальному, показали двухъядерные процессоры. Из-за однотипности математических операций (умножение с накоплением) и минимальных размерах окон преобразования работа 4-х ядер требует больше системных действий, связанных с коммуникационной трудоемкостью.

2. Процедура сглаживания окном Хэмминга отличается простотой, ускорение растет монотонно и достигает значения, близкого к максимальному.

3. Наиболее эффективным алгоритмом с быстрым подъемом и максимальным ускорением является процедура ДКП, в которой преобладают операции умножения векторов и матриц. Основным параметром, влияющим на конечное ускорение работы многих спектральных преобразований при переносе на многоядерную платформу, это число исходных отсчетов сигнала, которое и составляет вычислительную сложность представленных алгоритмов. При оптимальном решении максимальная величина ускорения приближается к числу процессоров в системе.

4. Анализ величин ускорения в алгоритме mel-преобразования показывает, что в данном случае результаты весьма низкие для всех типов процессоров. Для такого сложного вычислительного процесса необходима более детальная декомпозиция первоначального алгоритма.

5. Возможности реализации параллельных алгоритмов на процессорах с двумя физическими и двумя виртуальными ядрами мало отличаются от возможностей ускорения на процессорах с четырьмя физическими ядрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Trends in Speech Recognition / Ed. Wayne A.Lee – Moscou., Mir, 1983.- vol.1,328p.
2. Akher Sh., Roberts J. Multi-Core Programming. Increasing Perfomance through Software Multi-threading. S-Pb., Piter, 2006 – 316p.
3. M.M.Musaev, U.A.Berdanov, Parallel Speech Signal Processing on Multicore Processors, International conference on multimedia information technology and application (MITA-2015), June 30-July 2, 2015, Tashkent, Uzbekistan.
4. Barbara Chapman, Gabriele Jost, Ruud van der Pas. Using Open MP. Portable Shared Memory Parallel Programming. 2008, Massachusetts Institute of Technology. ISBN-13: 978-0-262-53302-7.
5. M.M.Musaev, M.S.Kardashev, “Spectrum analysis of signals on multicore processors”, Scientific Journal of Digital Signal Processing, no.2, Moscou, 2014. с.82-86
6. Musaev M. Parallel computing in digital signal processing. Scientific technical and information-analytical//TUIT Bulletin.- Tashkent,2013,No 3, с.5-10.
7. M.M.Musaev, U.A.Berdanov. The Technology of Parallel Processing on Multicore Processors. International journal of Signal Processing Systems (IJSPS),Vol. 4, No. 3, June 2015, p.252-257.
8. Anjali Bala. Voice Command Recognition System Based on MFCC and DTW, International Journal of Engineering Science and Technology, Vol.2 (12), 2010, p.7335-7342.

УДК 687.16

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФИГУРЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ

Абдукаримова М.А.

Мақолада информацион технологиялар асосида одам қомати антропометрик белгиларини аниқлашнинг контактсиз ўлчаш усули келтирилган. Оммавий ишлаб чиқаришда кийимларнинг истеъмолчилар қоматларига антропометрик мослигини таъминлашнинг зарурий шарти замонавий илмий-асосланган антропометрик ахборотлар базасининг мавжудлигидир. Размер ўлчамлари ҳақида ишончли маълумотларни олиш учун одам қомати антропометрик нуқталарини аниқлашнинг юқори унумли алгоритмлари базаси асосида размерли белгиларнинг масофадан ўлчашнинг такомиллаштирилган компьютер технологияси ишлаб чиқилган.

Таянч иборалар: контактсиз усул, масофадан ўлчаш, тасвирларни қайта ишлаш, антропометрик нуқта, одам қомати.

Статья описывает бесконтактный метод измерения антропометрических характеристик фигуры человека с использованием информационных технологий. Необходимым условием обеспечения антропометрического соответствия одежды серийного производства фигурам потребителей является наличие современной научно обоснованной антропометрической информативной базы.

Для получения достоверной информации о размерных признаках разработана усовершенствованная компьютерная технология дистанционного измерения фигуры для автоматизации проектирования одежды, реализованной на базе высокопроизводительных алгоритмов распознавания антропометрических точек фигуры.

Ключевые слова: бесконтактный метод, дистанционное измерение, обработка изображений, распознавания, антропометрические точки, фигура человека.

This article describes contactless method of measuring anthropometric characteristics of the human figure with the use of information technology. A necessary condition of ensuring anthropometrical compliance of clothes in a mass production for figures of consumers is the existence of modern science-based anthropometrical informative base. To obtain reliable information about the dimension attributes developed advanced computer technology of remote measurement figures for automation of designing of clothes, realized on the basis of high-performance detection algorithm anthropometric points of the figure.

Keywords: contactless method, distance measuring, image processing, recognition, anthropometric point, of the human figure

I. Введение

В настоящее время предприятия легкой промышленности страны активно используют автоматизированные системы проектирования одежды. Интерфейс современных систем автоматизированного проектирования (САПР) одежды позволяет с помощью средств технического конструирования выполнять полный цикл проектно-конструкторских работ. Системы САПР одежды имеют базы данных (БД) размерных признаков типовых фигур мужчин, женщин и детей по стандарту, кроме этого практически во всех системах предусмотрена и реализована возможность использования размерных признаков индивидуальной фигуры. Это актуально для малых предприятий, ателье и моделирующих организаций.

Использование существующих в САПР антропометрической базы данных для получения чертежей лекал приводит к несоответствию конструкций изделия особенностям фигур потребителей нашей страны, так как антропологические данные типовых фигур других государств не соответствуют реальной картине телосложения населения Республики Узбекистан. В этом случае незаменимым инструментом для получения необходимой исходной информации является система трехмерного сканирования, с помощью которой возможно получить необходимый набор данных об особенностях внешней формы и антропометрических характеристиках фигуры с высокой точностью в форматах, обеспечивающих экспорт в пакеты прикладных графических САПР. Анализ тенденций развития систем автоматизации в швейной промышленности показывают актуальность решения задач по решению проблемы дистанционного измерения антропометрических параметров фигуры, что является одним из важнейших условий повышения конкурентоспособности швейной промышленности республики.

Известно много различных подходов к проведению дистанционных измерений. Можно выделить две основные группы таких методов: с использованием аналитических формул для расчета антропометрических параметров и построения 3D моделей поверхности фигуры. Автоматическое извлечение антропометрических точек фигуры является важным методом бесконтактных способов измерения, основанных на изображениях в швейной промышленности, построении виртуальной модели фигуры. При этом технология поиска антропометрических точек на изображениях фигуры человека является одной из ключевых в автоматизации проектирования одежды, проведении массовых антропометрических исследований. Решению данной задачи посвящено большое число исследований [1-5]. В работе [5] предложен метод, основанный на эвристическом определении положения

точек. Лин и Ванг презентовали систематический подход к построению 3D модели фигуры по фронтальным и боковым изображениям фигуры. Однако следует отметить, что предложенные в этих работах подходы не позволяют определять некоторые ключевые антропометрические точки, в частности, шейные, плечевые, подмышечные, грудные. Для получения достоверной информации о размерных признаках целью настоящей работы является разработка усовершенствованной компьютерной технологии дистанционного измерения фигуры для автоматизации проектирования одежды, реализованной на базе высокопроизводительных алгоритмов распознавания антропометрических точек фигуры.

II. Основная часть

Технология 3D сканирования объектов сложной пространственной формы состоит в получении информации о координатах любой точки поверхности исследуемого объекта и о взаимном расположении точек относительно друг друга. Сущность технологии 3D сканирования определена как последовательность действий, обеспечивающая получение исходной информации, необходимой для построения виртуальной трехмерной дискретной модели фигуры человека. Принципы универсальности и открытости технологии 3D сканирования заключаются в возможности оцифровывать любые сложные пространственные объекты и обеспечить по запросу широкий диапазон размерных характеристик и иных параметров поверхности измеряемого объекта.

В настоящей работе процедура сканирования включает фотосъемку фигуры человека по ее изображениям в различных ракурсах. На рис. 1



Рис. 1. Схема процесса фотосъёмки с трёх сторон фигуры человека

представлены исходные изображения измеряемой фигуры в фронтальной и боковой проекциях. В процессе сканирования поверхности фигуры формируется массив 3D координат поверхности фигуры. Антропометрические данные и характеристики фигуры задаются определяющими антропометрическими точками и уровнями и определяются по соответствующим этим

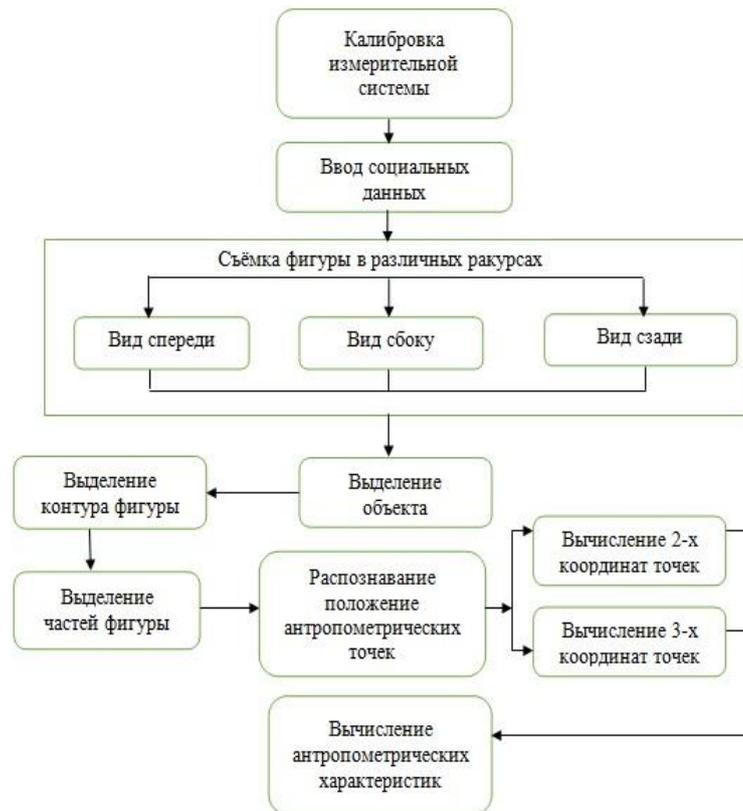
уровням изображениям фигуры. Антропометрические характеристики и точки фигуры соотносятся с одной или двумя соответствующими антропометрическими областями (сегментами) фигуры: область головы; область шеи; область плеч; область правой руки; область левой руки; область груди; область талии; область бедер; область правой ноги; область

левой ноги. При необходимости области могут иметь еще более мелкую сегментацию.

Алгоритм вычисления антропометрических характеристик фигуры включает следующие этапы:

- выделение антропометрической области (сегмента) фигуры;
- выделение (распознавание) антропометрических точек в выделенной области (сегменте) фигуры;
- вычисление антропометрической характеристики фигуры (по формулам или путем прямого измерения по 3D модели поверхности фигуры).

В общем виде алгоритм вычисления антропометрических характеристик представлен блок схемой 1.



1. Блок-схема алгоритма вычисления антропометрических характеристик фигуры человека

2.

Антропометрические точки фигуры определяются правилами выделения (распознавания) соответствующих точек. На изображении (рис.1) система координат ось z направлена от фотоаппарата на снимаемый объект, ось x направлена от левой стороны снимаемой фигуры к правой стороне фигуры, ось y –направлена от подошвы фигуры вверх к голове фигуры. Начало координат осей x, y, z расположено на вертикальной оси фигуры. Множество точек с координатой $z=0$ определяет фронтальную плоскость (фронтальную проекцию) изображения фигуры. Множество точек с

координатой $x=0$ определяет сагиттальную плоскость (боковую проекцию) изображения фигуры. Множество точек с координатой $y=0$ определяет плоскость сечения (вертикальную проекцию) изображения фигуры.

Сложное строение фигуры человека требует учета 30—60 различных размерных признаков для проектирования одежды: обхватных (обхваты туловища, шеи, головы, конечностей); продольных (длина тела, рук); поперечных (ширина груди, спины, расстояние между центрами груди).

Для получения поперечных дуговых и обхватных размерных признаков (соответствующих ГОСТам) рассматривают их условное представление в виде геометрических фигур (рис.2), образованных совокупностью прямолинейных и дуговых участков.

Алгоритм выявления определяющих антропометрических точек груди (сечения). Определяющие антропометрические точки груди располагаются в области груди. Область груди: часть фигуры включающая все горизонтальные сечения фигуры, начиная от сечения, проходящего через антропометрическую точку подмышки до сечения, проходящего через точку локтевого сгиба руки.

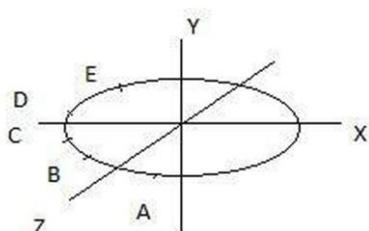


Рис. 2. Схематическое изображение сечения обхвата груди

А, В - Наиболее выпуклые точки (центры) правой и левой груди. Точка А находится на расстоянии равном $\frac{1}{4}$ длины от правой боковой линии фигуры. Соответственно точка В находится на расстоянии $\frac{1}{4}$ от левой боковой

линии фигуры ; точки А и В располагаются симметрично относительно сагиттальной плоскости фигуры. С, D – крайние точки прямолинейного отрезка, аппроксимирующего боковую часть контура обхвата груди; точки С и D располагаются симметрично относительно фронтальной плоскости фигуры. Точка Е - наиболее выпуклая точка контура обхвата сзади на правой, G- левой стороне фигуры. Точки Е и G располагаются симметрично относительно сагиттальной плоскости фигур.

Координаты Y точек А, В, С, D, Е равны и определяются высотой плоскости сечения груди на фронтальном снимке фигуры.

Координаты точки В (А)

x	Определяется по расстоянию точки В(А) от левого (правого) края фигуры.	фронтальная проекция
y	Координата y точки касания (точка В(А)) вертикальной плоскости, параллельной оси фигуры и контура, ограничивающего грудь	Боковая проекция
z	Координата z точки касания (точка В(А)) вертикальной плоскости, параллельной оси фигуры и контура, ограничивающего грудь.	Боковая проекция

Координаты точки С (D)

x	Координата крайней точки С(D) левого (правого) края фигуры.	фронтальная проекция
y	Координата у точки касания (точка В(A)) вертикальной плоскости, параллельной оси фигуры и контура, ограничивающего грудь	Боковая проекция
z	Координата точки, находящаяся на расстоянии 1/10 расстояния между крайней левой и крайней правой точками сечения груди. Координата z точки D определяется исходя из ее симметричного положения относительно боковой линии на снимке	Боковая проекция

Алгоритм вычисления длины обхвата груди по приближенной формуле, использующей определяющие точки характеристики, приведены в предыдущих материалах. Положение антропометрических точек и способы вычисления обхватных и поперечных размерных признаков аналогичны таковым для груди.

Процедуры измерения некоторых продольных и поперечных размерных признаков фигуры по их изображениям используют такие антропометрические точки как шейные точки, плечевая точка, точки заднего и переднего угла подмышечной впадины и другие. Определение этих точек является важной и в тоже время сложной процедурой для обеспечения точности измерений. В настоящей работе предлагается комбинированный подход, использующий маркеры, размещаемые на измеряемой фигуре. В случае, когда фигура является нестандартной и ее измерение приводит к большой ошибке, предлагается размещать на фигуре специальные маркеры, обозначающие положение антропометрических точек. Применение маркеров позволяет повысить точность позиционирования положения фигуры относительно осей координат, повысить точность расчета 3D координат поверхности и упростить вычислительные процедуры расчета параметров.

Для расчета координат, необходимых для применения антропометрических точек фигуры, предложены методы распознавания их положения. Метод распознавания основан на совместном применении методов сегментации антропометрических областей фигуры (область головы, шеи, плеч, груди) и применения эвристических правил выделения антропометрических точек фигуры в соответствующих антропометрических областях. Для идентификации положения антропометрических точек предлагается подход, основанный на формировании дерева решений для каждой позиционируемой точки.

На основе представленного метода разработана система дистанционных измерений антропометрических характеристик фигуры человека. Система дистанционного измерения включает следующие основные этапы:

- размещение объекта измерений в определенной позиции перед фотокамерами;
- калибровка измерительной системы для конкретных условий съемки и оборудования;
- съёмка (получение изображений) фигуры в различных ракурсах (проекциях);
- обработка изображений для выделения контура фигуры;
- выделение на изображениях фигуры в различных проекциях специальных точек, характеризующих соответствующие антропометрические характеристики;
- вычисление 3D координат выделенных антропометрических точек фигуры;
- вычисление антропометрических характеристик (размерных признаков) фигуры;
- отображение результатов измерений в таблице антропометрических характеристик.

Программные средства системы дистанционных измерений антропометрических параметров формы фигуры человека разработана с помощью языка C#, с использованием графической библиотеки OPEN CV на платформе Net Framework 4,0 [6].

III. Заключение

Разработанные программные средства предназначены для проведения дистанционных измерений антропометрических параметров формы фигуры человека с целью проектирования швейных изделий. Система дистанционных измерений отличается тем, что использует проекционные изображения (изображения фигуры в различных ракурсах) для расчета 3D координат антропометрических точек и расчета антропометрических параметров. Комбинированный подход к расчету координат антропометрических точек отличается тем, что для повышения точности расчета параметров по аналитическим зависимостям для антропометрических параметров предлагается использовать специальные маркеры, наносимые на поверхность измеряемой фигуры для повышения точности расчета 3D координат антропометрических точек фигуры, автоматизации определения их положения.

Для расчета координат антропометрических точек фигуры предложены методы распознавания их положения, основанные на последовательной сегментации антропометрических областей фигуры и применения эвристик для выделения антропометрических точек фигуры. Предлагаемые методы позволяют повысить точность измерений, упростить процедуры измерений и повысить производительность системы дистанционных измерений.

Система дистанционных измерений позволяет полностью автоматизировать процедуры расчета антропометрических характеристик фигуры и повысить производительность проведения массовых

антропометрических исследований. Проведены эксперименты по применению разработанных алгоритмов и программ и системы дистанционного измерения антропометрических параметров. Сформирована база видеоданных изображений фигур для проведения массовых обследований.

Предложенный подход позволяет полностью автоматизировать процедуры расчета антропометрических характеристик фигуры и повысить производительность системы измерения. Разработанные программно-технические средства системы дистанционных измерений антропометрических параметров фигуры человека обеспечивают требуемую точность измерений и эргономичную работу при проведении массовых измерений. Внедрение технологии в практику промышленного и индивидуального производства позволит улучшить качества лекал и создать соразмерные модели одежды. Новизну технологии составляют оригинальные базы данных и программное обеспечение для функционирования комплекса, усовершенствованные модификации алгоритмов распознавания и выявления антропометрических точек фигур, в частности, шейных, плечевых, подмышечных точек. Предложена их программная реализация.

Литература

1. Ji- Hong Xu, Xiu-Feng Chen, Wen- Bin Zhang, A study on Area Ease Distribution between Body and Garment.// *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, Vol. 2 No. 2 2009, 101-107.
2. Ду Цзинь Сун, И. А. Петросова, Е. Г. Андреева, Развитие способов проектирования одежды на основе трёхмерного сканирования.// *Дизайн и Технологии*, 2013г. № 38(80), с.51-57.
3. Lingyan Jiang, Jian Yao, Baoru Li, Fei Fang, “Automatic Body Feature Extraction from Front and Side Images”, *A journal of software Engineering and Applications*, Vol. 5 2012, pp. 94-100
4. Н.Н. Раздомахин , Аспекты антропометрического обеспечения одежды : Технология поиска антропометрических точек на фотоизображениях фигуры человека. // *Швейная промышленность*. 2006 г., с. 24-25.
5. Y.L. Lin and M.J. Wang, “Constructing 3D human model from front and side images,” *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 5, April 2012, pp. 5012–5018.
6. Абдукаримова М.А., Лутфуллаев Р.А., Максумов Б.Н., Хожиев С.К. Программные средства системы дистанционных измерений антропометрических параметров формы фигуры человека. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № DGU 03348 от 08.10.2015.

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА МОДУЛЕЙ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Шамсиев Р.З.

Мақолада PCA (асосий компонентлар таҳлили) усули мисолида ГИС дастур таъминотлари шарҳ ва таҳлил этилган. Хар бир дастурнинг ишлов бериш алгоритмларининг фарқланиши ва имкониятлари кўриб чиқилган. Экспериментал ҳисобга оид Landsat 7 космос суратларидан фойдаланган ҳолда ESRI, ERDAS Imagine, ENVI, PCI Geomatics дастурларнинг модуллари самарадорлиги баҳоланди. Барча кириш ва чиқиш маълумотларга, ишлов вақти, сифати ва бошқаларга жадвал тузилган. Ушбу жадвал дастурий воситаларни солиштириш орқали энг яхши дастурий модуллارни танлашда оптимал қарор қабул қилишга имкон беради.

Таянч сузлар: дастурий таъминот, ГИС, космос сурати, модул, алгоритм, матрица, спектрал каналар.

В статье проведен обзор и анализ ГИС программных средств на примере метода PCA (анализ главного компонента). Рассмотрены возможности и различие алгоритмов обработки каждого программного обеспечения. Получены оценки эффективности модулей ПО ESRI, ERDAS Imagine, ENVI, PCI Geomatics после проведения экспериментального расчета с применением космического снимка Landsat 7. Составлена таблица всех данных исходного и выходного снимка, время обработки, качества обработки и т.д. Данная таблица позволяет сопоставить программные средства для принятия оптимального решения по выбору наилучшего инструмента для обработки космоснимка.

Ключевые слова: программное обеспечение, ГИС, космоснимок, модуль, алгоритм, матрица, спектральные каналы.

Article reviewed and analysis of GIS software by the example of the method of PCA (principal component analyses). Considered the possibilities and difference algorithms of processing each software. After experimental calculations using space image Landsat 7 made evaluation of the effectiveness of the modules of softwares as are ESRI, ERDAS Imagine, ENVI and PCI Geomatics. There is a table of all input and output image data, processing time and quality, etc. This table allows you to compare software tools to make the best decisions of choosing the best tools for processing of space image.

Keywords: software, GIS, space image, module, algorithm, matrix, spectral bands.

I. Введение

В нынешнее время прослеживается значительная активизация фирм посредников (распространителей) программного обеспечения по ГИС в Узбекистане. Периодически проводятся рекламные конференции в госучреждениях, публикуются обзоры программных ГИС-обеспечений в печатных изданиях. Причиной такого повышенного интереса являются увеличивающаяся тенденция применения ГИС технологии в различных отраслях народного хозяйства. Однако, при этом приходится изучить маркетинговые вопросы на рынке программного обеспечения ГИС.

Одним из широко применяемых программных продуктов для анализа и обработка данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является ERDAS Imagine компании Leica Geosystems. Данный продукт включает в себя функции растровой и векторной ГИС и системы для обработки изображений, ориентированной на данные космических съемок, и состоит из набора средств для улучшения изображения, повышения его читаемости, информативности и выделения объектов с применением контролируемой классификации. Наиболее крупным поставщиком недорогих компьютерных программ в области наук о Земле является компания ESRI (www.esri.com), являющие одним из лидеров в индустрии ГИС. Семейство разработанных компанией ESRI программных продуктов (ArcGIS) получило широкое распространение в мире и, в частности, в Узбекистане. С набором функции для обработки данных ДЗЗ и их интеграции с данными ГИС является программный комплекс ENVI (Environment for Visualizing Images - среда для отображения снимков) от компании ITT Visual Information Solutions. ENVI лицензирован ведущими операторами космических данных, обеспечивается поддержкой данных ДЗЗ полученных со спутников QuickBird, Ikonos, Orbview, Spot, Landsat.

Вышеназванные программные продукты широко применяются в системах автоматизированного проектирования, топографии, климатологии и прогнозах погоды, химии, кристаллографии, минералогии, обработки данных, векторизации графической информации, горной и нефтяной экономике, геофизике, геомеханических расчетах, гидрогеологии, теории распознавании образов, обработке каротажных данных, картировании, нефтяной геофизике, каркасной моделирования, статистике, геостатистике, графической анализе, структурной геологии, моделировании поверхностей и построении изолиний.

Отдельно можно отметить некоторые недостатки программных продуктов. Первое: обновления можно приобрести отдельно от базовых за дополнительную оплату. Второе: вышеприведенные продукты как ERDAS и ENVI имеют спектральные библиотеки, предназначенные только для территории Северной Америки, Европы и Японии, для Узбекистана

отсутствуют. Третье: для решения задач, где нужно будет применить несколько тематических функции, требуется использовать несколько программных продуктов, то есть очередная новая программа должна хорошо стыковаться с уже имеющимися системами. Преимуществами программных обеспечений является интеграция растровых и векторных представлений данных, измерительные, аналитические и информационно-справочные функции, фильтрацию данных, построение производных признаков, исследование зависимостей и статистическую обработку, многомерное районирование, кластеризацию и классификацию, обработку изображения, распознавания и картографирование, 2D и 3D моделирование. Данное преимущество позволяет создать комплексно функциональную систему обработки космических снимков, сравнить скорость обработки и информативность результатов, применять алгоритмы по их эффективности, т.е. расширить возможности за счет интеграции программных обеспечений.

Вычислительные эксперименты с использованием космоснимка Landsat 7 в ПО ESRI, ERDAS Imagine, ENVI, PCI Geomatics

Перед проведением экспериментальных расчетов рассмотрим таблицу программных продуктов с указанием их количества модулей (алгоритмов).

Таблица №1

Количество модулей в программных продуктах

Название ПО	ESRI ArcGIS 9.3	Erdas Imagine 9.2	ENVI 4.7	PCI Geomatics 2012	ArcView GIS 3.2	Итого
№	1	2	3	4	5	-
Количество модулей (алгоритмов)	600	190	460	440	70	1760
Количество в процентах модулей	35%	10%	26%	25%	4%	100%

Как видно из таблицы 1 общее количество составляет 1760 алгоритмов из 5-ти программ. Все алгоритмы являются связующими звеньями различных операции по обработке космических и картографических материалов растровых и векторных форматов. По общему количеству алгоритмов ArcGIS 9.3 является более объемным, но другие программы с идентичными модулями выдаёт лучшие результаты с преимуществом информативности, удобного интерфейса и скоростью обработки. По некоторым видам обработки информативность преобладает над скоростью обработки. Математические расчеты алгоритмов одного метода может быть дополнены и обновлены разными авторами и предназначены исключительно другим видам обработки

природного или техногенного характера.

Для примера экспериментального расчета берется алгоритм PCA (анализ главного компонента). Данный метод направлен на решение задач по выявлению структур с помощью сжатия данных спектрального пространства. Метод главного компонента известен как Hotelling, the Karhunen - Loeve transformation, или Eigenchannel transformation [5]. При расчете главного компонента используется линейное уравнение (1).

$$E \times Cov \times T = V \quad (1)$$

Где: Cov – матрица ковариации, E – матрица Эйген вектора, T – функция транспонирования, V – диагональная матрица Эйген значения, не диагональные значения равны нулю.

Линейное преобразование Эйген вектора и Эйген значения n главного компонента математически разделено на матрицу ковариации (2) и выглядит следующим образом [1].

$$V = \begin{bmatrix} v_1 & 0 & 0 \dots 0 \\ 0 & v_2 & 0 \dots 0 \\ 0 & 0 & 0 \dots v_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

Рассмотрим различие расчета анализа главного компонента на нескольких программах.

1. Erdas Imagine 9.2, в данном программе предусмотрено расчет одновременно всех спектральных каналов космоснимка, т.е. космоснимок Landsat 7 рассчитывается 7 спектральных каналов. При нажатии кнопки View позволить просмотреть или изменить алгоритм расчета PCA находящиеся в библиотеке алгоритмов.

2. ArcGIS 9.3, алгоритм программы предусматривает расчет нескольких спектральных каналов космоснимка, т.е. делается выбор 3 или 4-х из 7-ми спектральных каналов космоснимка Landsat 7 по их информативности. Ниже приведены таблицы №2-№5 расчета по матрицам [2].

Таблица №2. Матрица ковариации

1 спектр. канал	2 спектр. канал	3 спектр. канал
34.1763	31.2377	51.8100
31.2377	212.6159	99.9540
51.8100	99.9540	118.8057

Таблица №3. Матрица корреляции

1 спектр. канал	2 спектр. канал	3 спектр. канал
1.0000	0.3665	0.8131
0.3665	1.0000	0.6289
0.8131	0.6289	1.0000

Количество исходных каналов -3

Таблица №4. Эйген значения

1 спектр. канал	2 спектр. канал	3 спектр. канал
287.8278	69.8781	7.8920

Таблица №5. Эйген векторы

1 спектр. канал	2 спектр. канал	3 спектр. канал
0.2112	0.4718	0.8560
0.8116	-0.5727	0.1154
0.5447	0.6704	-0.5039

Данный расчет 3-х спектральных каналов из 7-ми предназначен для ускоренной обработки, то есть здесь выполняется предварительный отбор комбинации каналов, чтобы не загружать процесс обработки.

3. PCI Geomatics 2012, модуль PCA может обрабатывать одновременно 256 спектральных каналов, использование больше 32 каналов не рекомендуется [3]. Использование большого количества каналов может понизить информативность выходного снимка или привести к сбою программного обеспечения, т.е. алгоритм программы не доработан. В отличие от других программ алгоритм позволяет включать значение средних точек Эйген каналов.

Другим отличием является матрица алгоритма ковариации (таб. №6):

Таблица №6. Матрица алгоритма ковариации

1 спектральный канал	2 спектральный канал	3 спектральный канал	4 спектральный канал	5 спектральный канал
98.653	x	x	x	x
56.436	35.113	x	x	x
89.945	54.703	90.730	x	x
50.217	35.042	52.327	125.858	x
75.735	49.459	85.358	59.581	123.943

4. ENVI 4.7, программа выполняет операции свойственные Erdas Imagine, но значение матриц может отличаться и при преобразование результа-

ты намного информативнее. Также дополнено матрицей корреляции, нормализующий разницу значений ячеек между спектральными каналами [4].

Как видно из вышеописанных программ, состоящих из сотни модулей обработки, отличаются по различным параметрам. Для выявления отличительных свойств обработки и результатов проведены вычислительные эксперименты по каждому программному обеспечению.

После вычислительных экспериментов с использованием космоснимка Landsat 7, на ПО ESRI, ERDAS Imagine, ENVI, PCI Geomatics по методу PCA (анализа главного компонента) были получены результаты обработки (рис.2).

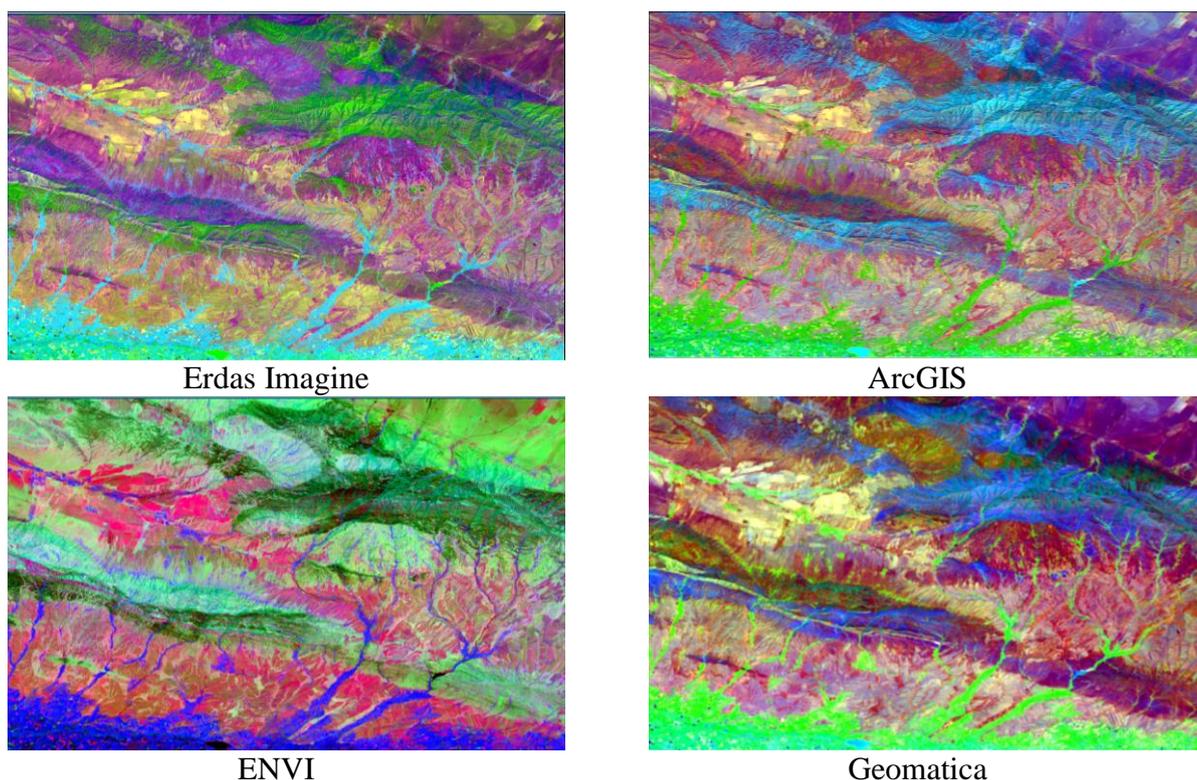


Рис.2. Космоснимок прошедший обработку по методу PCA в разных ГИС программах.

При оценке полученных результатов космоснимки отличаются цветовыми гаммами, яркостью, четкостью линии границ и форм объектов. При сравнении с исходным снимком и геологической картой более информативным выглядел снимок прошедший обработку через ENVI и Geomatica. По скорости обработки Geomatica опережает намного другие программы, границы объектов немного размыты. По комбинации спектральных каналов программное обеспечение ENVI выдает снимки более яркие, четкие границы структур, больше выявлено растительность, геологические и техногенные объекты. По остальным снимкам Erdas Imagine и ArcGIS показали идентичный результат, кроме комбинации спектральных

каналов, чем уступает ArcGIS. В программном обеспечении ArcGIS разработчики придали больше внимание скорости обработки, посредством уменьшения количества каналов снимка, что стало более проблематичным для визуального дешифрирования. Большая скорость Geomatica зависит от выходного файла. Объем памяти формата «*rix*» меньше других форматов, у данного формата есть свои недостатки, их не читает многие программы, что экономия времени при обработке теряется при конвертировании в другие форматы. Но иногда получаемая информация важнее скорости и зависит от доступности усовершенствованных алгоритмов обработки, что отсутствуют в других программах. По проведенным экспериментальным расчетам составлена таблица №6 в который был внесен весь перечень вид работ, характеристика снимка, результаты по времени и свойствам выявленных объектов. Из всех программ модуль PCA программы ENVI по параметрам информативности опережает модулей других программ, кроме скорости обработки и объема выходного файла, данные недостатки можно устранить с помощью предварительного выбора комбинации каналов.

Таблица №6. Результаты экспериментальных расчетов

Перечень	ArcGIS 9.3	Erdas Imagine 9.2	ENVI 4.7	PCI Geomatics 2002
Типы моделей	PCA	PCA	PCA	PCA
Название космоснимка	Landsat 7	Landsat 7	Landsat 7	Landsat 7
Вид космоснимка	Спектральный	Спектральный	Спектральный	Спектральный
Количество спектральных каналов	7	7	7	7
Разрешимость космоснимка	x(0,00029763759), y (0,00029763759)	x (0,00029763759), y (0,00029763759)	x (0,00029763759), y (0,00029763759)	x (0,00029763759), y (0,00029763759)
Масштаб исследования	1: 200 000	1: 200 000	1: 200 000	1: 200 000
Территория исследования	Самаркандский регион	Самаркандский регион	Самаркандский регион	Самаркандский регион
Скорость обработки при оперативной памяти 4 гб	1 мин 40 сек + 1 мин выбор параметров	2 мин 15 сек + 1 мин выбор параметров	3 мин + 1 мин выбор параметров	1 мин + 1 мин выбор параметров
Обработка больше трех спектральных каналов	нет	да	да	да
Игнорирование нулевых значений	нет	да	да	нет
Комбинация спектральных каналов	нет	да	да	да
Формат выходного файла	GRID Stack 7.x	Imagine	HDR	PIX
Тип пикселя	unsigned integer 16	unsigned integer 8	Float 32	signed integer 8
Тип снимка	continuous	continuous	continuous	continuous
Разрешимость выходного снимка	x(0,00025705621), y (0,00025705621)	x (0,00025705621), y (0,00025705621)	x (0,00025705621), y (0,00025705621)	x (0,00025705621), y (0,00025705621)

Кол. сп. каналов выходного файла	3	7	7	7
Объем исходного файла	67,45 mb	67,45 mb	67,45 mb	67,45 mb
Объем выходного файла	57,81 mb	75,28 mb	269,81 mb	67,49 mb
Интеграция форматов	да	да	да	нет
Кол. геол. объектов	35	60	70	52
Кол. ландшафтных объектов (реки, флора)	1 (реки)	2 (реки, флора)	2 (реки, флора)	2 (реки, флора)
Кол. техногенных объектов	1 (дороги)	3 (дороги, дома, пашни)	4 (дороги, дома, пашни, ЛЭП)	2 (дороги, дома, пашни)
Четкость границ объектов	низкая	средняя	высокая	средняя
Размытие объектов	высокое	среднее	низкая	среднее, высокое
Цветовые различие объектов	низкая	среднее	высокая	среднее
Визуальная информативность	низкая	среднее	среднее, высокая	среднее
Общее качество обработки	низкая	среднее	среднее, высокая	низко средняя

III. Заключение

Исходя из вышеприведенного обзора и анализа программных продуктов, можно заключить, что комплексная система по применению программных пакетов с выбором наилучших алгоритмов посредством вычислительных экспериментов, позволяет определить их возможности по всем параметрам обработки и распределить их по видам задач.

Литература

1. Erdas Imagine. Help Geospatial Tools. Principal Components Analysis. <http://www.gi.leica-geosystems.com/>.
2. ArcGISDesktop Help. <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/>.
3. Geomatica Help. <http://www.pcigeomatics.com/>.
4. ENVI Programmer's Guide. ENVI Modules. August, 2009 Edition. ITT Visual Information Solutions.
5. Richards J.A. 1986. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ INFOCOMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS

УДК 621.391.25

ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ибраимов Р.Р., Холбаева М.З., Давронбеков Н.Д.

Mobil aloqa operatorlari telekommunikatsiya infratuzilmasini qo'shma ishlatish savollari ko'rib chiqilgan. Transport tarmoqlarini ierarxiyasi, ochiq optik uzatish tizimlarini bunday tarmoqlarda foydalanish imkoniyatlari keltirilgan.

Tayanch iboralar: bazaviy stansiya, mobil aloqa, ochiq optik uzatish tizimlari, transport tarmog'i, provayder.

Рассматриваются вопросы совместного использования телекоммуникационной инфраструктуры операторами мобильной связи. Приводится иерархия транспортной сети, обосновывается возможность применения в таких сетях открытых оптических систем передачи.

Ключевые слова: базовые станции, инфраструктура, мобильная связь, открытые оптические системы передачи, транспортная сеть, операторы.

The questions of sharing telecom infrastructure by mobile operators are considered. The hierarchy of the transport network, substantiates the possibility of using such networks of open optical transmission systems are presented.

Key words: base stations, infrastructure, mobile communication, open optical transmission systems, transport network, providers.

I. Введение

Размеры инвестиций в современные телекоммуникационные сети и цена ресурсов постоянно растут, в тоже время стоимость услуг для абонентов должны снижаться. Одним из возможных решений данной проблемы является совместное использование телекоммуникационной инфраструктуры различными провайдерами. В этом случае конкуренты становятся партнерами для снижения возрастающих инвестиций, а сокращение дублирования позволяет направлять инвестиции в недостаточно обслуживаемые районы и инновационные продукты, а также улучшать клиентский сервис. Поэтому проблема совместной эксплуатации частот, сетевой инфраструктуры и других ресурсов, необходимых операторам связи (Network Sharing), сегодня становится одной из наиболее актуальных.

В целях обеспечения повсеместного развития одной из наиболее востребованных телекоммуникационных систем, а именно мобильной связи и

мобильного широкополосного доступа (МШД), необходимо использовать современные принципы и подходы по созданию благоприятных условий для расширения подобных сетей на основе совместного использования телекоммуникационной инфраструктуры [1]. Для реализации поставленной задачи, позволяющей сокращать капитальные и операционные затраты на развертывание сетей мобильной связи, необходимо объединение усилий двух или большего числа операторов с тем, чтобы совместно создать и/или использовать сетевую инфраструктуру для обслуживания своих клиентов.

Network Sharing подразделяют на два типа – пассивную (Passive Sharing) и активную (Active Sharing) составляющие. К первому типу относят совместное использование сайтов (Site Sharing) и антенно-мачтовых сооружений (АМС), а также транспортных сетей (Mobile Backhaul). Второй тип предполагает совместное использование элементов сети радиодоступа (RAN), а также возможное совместное использование элементов опорной сети (Core Network) [2].

II. Основная часть

По мере совершенствования технологий радиодоступа (от сетей второго и третьего поколения – к четвертому) узкие в отношении пропускной способности участки сетей смещаются в направлении от радиоинтерфейса в сторону транспортной сети. Быстрый рост трафика мобильного ШПД при переходе к новым высокоскоростным сетям HSPA+ и LTE является одним из главных побудительных мотивов для увеличения инвестиций в сети Mobile Backhaul.

Классическая транспортная сеть оператора мобильной связи состоит из двух основных сегментов:

- распределительной сети (backhaul), связывающей базовые станции с контроллерами и центрами коммутации подвижной связи (Mobile Switching Center, MSC);
- магистральной сети (backbone), обеспечивающей высокоскоростной транспорт между центрами коммутации.

В иерархии телекоммуникационных сетей сети backhaul занимают позицию промежуточного звена («средней мили») между базовой сетью (Core Network) и малыми подсетями на «краю» всей сети. (Рис. 1).

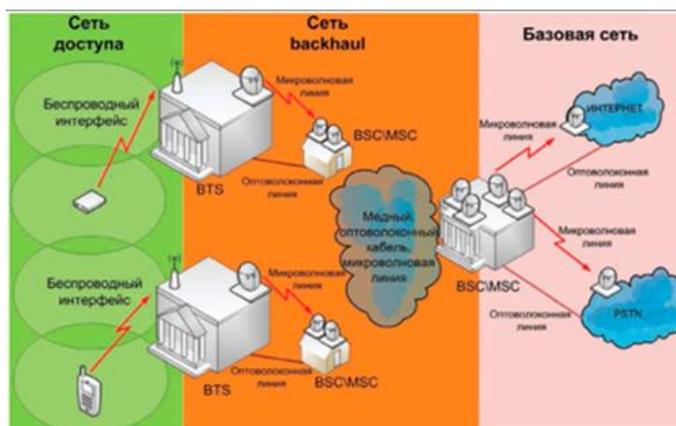


Рис.1 Иерархия сетей: сеть доступа, сеть backhaul и базовая сеть

По оценке Infonetics, самым емким сегментом мирового рынка Mobile Backhaul в 2012 г. стал сегмент микроволнового оборудования [3].

Постановка задачи. При организации микроволновой связи существует возможность выбора из двух вариантов: радио или оптическая связь. В настоящее время для снижения затрат при доведении информации до потребителя (абонента ЛВС предприятия, организации и т.д.), широко используется радиосвязь. Обусловлено это тем, что радиотехнические методы на сегодняшний день достаточно хорошо развиты и существует большой набор технологично выпускаемых промышленностью радиосредств (радиомодемов), а также сравнительная дешевизна радиооборудования. Однако в некоторых случаях радиосвязь неприемлема:

- из-за ограниченности полосы частот радиодиапазона, ограничивается скорость передачи информации;
- неблагоприятная электромагнитная обстановка на интервале;
- необходимость получения соответствующего разрешения на радиочастоту;
- возможность прослушивания каналов радиосвязи.

Подобные случаи не редкость и тогда применение открытых оптических систем передачи (ООСП), лишенная перечисленных недостатков, может решить указанные проблемы.

Метод решения. Принцип построения ООСП аналогичен волоконным оптическим линиям связи (ВОЛС), за исключением используемой среды передачи. Технология основывается на передаче данных модулированным излучением в инфракрасной части спектра через атмосферу.

Для подключения ООСП потребителям, каждый производитель использует свой интерфейс. Однако все они придерживаются общей идеологии подключения, которая заключается в том, что линия атмосферной связи представляет собой эмуляцию отрезка кабеля (две витые пары или две жилы оптического кабеля). Таким образом, для всех устройств, участвующих например, в кабельной сети связываемых объектов, ООСП не «видна», т.е. не накладываются никакие ограничения на оборудование, не вносятся никакие дополнительные протоколы связи или изменения и дополнения к ним.

Преимущества использования ООСП на основе инфракрасных полупроводниковых светодиодов и лазерных диодов, по сравнению с другими беспроводными решениями, состоят в следующем:

- загруженность эфира, связанная с ограниченностью радиодиапазона, а использование инфракрасного оптического диапазона расширяет возможности беспроводной передачи информации;
- передача узким лучом, при отсутствии боковых излучений, обеспечивает высокую помехозащищенность и конфиденциальность оптической связи;
- высокая энергетическая эффективность и низкая удельная стоимость бита передаваемой информации (энергетическая эффективность оптической связи, при прочих равных условиях, в 100 раз больше по сравнению с радиосвязью, а удельная стоимость передаваемой информации на порядок меньше чем у радиоканала и она продолжает снижаться [4]);
- совместимость с другими устройствами передачи цифровой информации.

Следует также отметить, что в последние годы в телекоммуникационные сети все больше внедряются ООСП и связано это со следующими обстоятельствами [5]:

- созданы стабильные лазерные источники излучения с наработкой на отказ до нескольких сотен тысяч часов;
- упростилась установка и подключение, поэтому ввод в эксплуатацию сократился до месяца;
- появилась возможность организации связи между подвижными объектами;
- затраты на организацию ООСП стала соизмерима, а в отдельных случаях и дешевле прокладки оптоволоконного кабеля;
- места расположения абонентов могут изменяться;
- высокая конфиденциальность связи;
- отсутствие необходимости на получение разрешения на использование;
- возможность обеспечения высоких скоростей передачи информации (до 10 Гбит/с).

Существуют и такие ситуации, когда применение ООСП невозможно. Из них наиболее значимым является ограниченная дальность связи, связанная с ослаблением энергии оптических волн при распространении в атмосфере молекулярным и аэрозольным поглощением и рассеянием [6].

При расчетах ООСП важным представляется суммарная величина ослабления созданного действием всех перечисленных факторов, а также ее статистические характеристики. Известно [7], что энергетические потери состоят из двух составляющих, постоянной составляющей и меняющейся, определяемой изменениями прозрачностью атмосферы в зависимости от изменения метеорологических условий.

Как правило, для конкретного региона величина постоянной составляющей известна и поэтому при проектировании ООСП основной проблемой является выявление ослабления энергии волны, вызванной изменениями про-

зрачности атмосферы из-за наличия аэрозолей. Представляет практический интерес установление статистических характеристик ослабления оптического излучения в зависимости от изменения состояния атмосферы, что в свою очередь определяет надежность функционирования ООСП. С этой целью в различных регионах мира производились экспериментальные измерения ослабления лазерного излучения в атмосфере, для выявления вероятности возникновения соответствующего ослабления на конкретных трассах [7-9].

Подобные измерения достаточно сложны и длительны, так как законченный цикл изменений состояния атмосферы составляет 11-летний период солнечной активности (упрощенно можно проследить хотя бы за 3 года). Вместе с тем, ослабление лазерного излучения в ООСП непосредственно зависит от прозрачности атмосферы, которая в свою очередь количественно оценивается метеорологической дальностью видимости (МДВ) и определяет километрическое затухание (КЗ). Поэтому целесообразным считается использовать данные по МДВ, регулярно получаемые на метеорологических станциях, в качестве критерия состояния атмосферного оптического канала (АОК) [7].

Количественно прозрачность атмосферы постоянно измеряют на сети метеостанций аэропортов с целью выявления минимальной дальности видимости на взлетно-посадочной полосе. Измерения производят на длине волны $\lambda=0.55\text{мкм}$ (соответствует наивысшей чувствительности глаза и принята для измерений МДВ во всех аэропортах мира). Период измерения переменный и автоматический: при неизменных метеоусловиях – через 15 минут, при резком изменении, интервал измерениями уменьшается вплоть до 1 мин, что решает проблему достоверности измеренных результатов. По полученным данным прозрачности атмосферы определяют метеорологическую дальность видимости S_m используя соотношение Кошмидера:

$$S_m = -\ln \varepsilon_r / \alpha_A = 3,9 / \alpha_A (1/\text{км}) = [16,9 / \alpha_A (\text{дБ}/\text{км})], \text{ км} \quad (1)$$

где $\varepsilon_r = 0.02$ – порог контрастной чувствительности глаза на $\lambda=0.55\text{мкм}$;

α_A – показатель ослабления волны видимого диапазона.

В случае для волн видимого и ближнего инфракрасного диапазонов показатель ослабления за счет аэрозольного рассеяния пересчитывают по формуле:

$$\alpha_A(\lambda_i) = (3,9/S_m) \cdot (0,55/\lambda_i)^m = 0,55\alpha_A \cdot (0,55/\lambda_i)^m, \quad (2)$$

где λ_i – волна, лежащая в «окне прозрачности» атмосферы;

m – параметр, зависящий от S_m (при $S_m < 6 \text{ км}$, $m = 0,585 \cdot S_m^{1/3}$;

для средних условий видимости $m = 1.3$;

для очень хороших – $m = 1.5$).

Таким образом, при районировании протяженных территорий используя в качестве критерия МДВ, можно в известной степени прогнозировать готовность ООСП.

Статистические данные по МДВ, собранные авторами в соответствии с рекомендациями International Civil Aviation Organisation (ICAO) с метеостанций аэропортов г.Ташкента, г.Ургенча, г.Самарканда, г.Карши, г.Ферганы и г.Бухары на территории Республики Узбекистан, были обработаны и представлены в виде интегральных функций распределения (ИФР_{кз}) МДВ - $F(s_m)$ в работе [10].

В последующем (ИФР_{кз}) МДВ - $F(s_m)$ некоторых регионов были обработаны в среде MATLAB для представления в аналитической форме, например для Ташкентского и Бухарского регионов в работах [11,12]. Такое представление (ИФР_{кз}) МДВ - $F(s_m)$, позволяет получить существенный выигрыш в трудоемкости и сократить время расчетов при проектировании ООСП.

Результаты обработки статистических данных МДВ по регионам РУ показывают, что при требуемой доступности АК протяженность интервала составляет порядка 1-2 км. [10-12]. Если учесть, что расстояния между базовыми станциями сотовых сетей в городских условиях находятся в тех же пределах, то протяженность обеспечиваемая ООСП для транспортных сетей можно считать вполне удовлетворительной. Кроме того производители, для увеличения коэффициента доступности канала и повышение надёжности связи, используют такие методы как:

- выпуск оборудования с несколькими параллельно работающими излучающими лазерами (обеспечивает защиту от пролетающих птиц, снегопада). Например, компании «fSONA», «LightPointe» и «CBL» производят модели с четырьмя излучающими лазерами;

- использование систем пространственной стабилизации (автотрекинга – auto tracking systems), которые автоматически направляют лазерный луч к приемному устройству (отказы оптической линии из-за её разюстировки зачастую превышают время неработоспособности вследствие плохих погодных условий). Введение автотрекинга позволяет устанавливать приёмо-передающие модули на нестабильных основаниях – деревянных крышах, вышках сотовой связи и т.д., сохраняя при этом надёжность линии связи. Системы автотрекинга реализованы в оборудовании от компаний «Мостком», «LightPointe», «Canon»;

- реализация в ОССП-системах резервного радиоканала, что позволяет не прерывать передачу данных при плохих погодных условиях (сильный туман, снегопад и т.д.). Системы с резервным радиоканалом выпускают компании «Мостком», «Лазер Ай-Ти-Си», «LightPointe», «MRV», «CBL».

III. Заключение

Все вышеизложенное и специальные возможности, присущие ООСП, стимулируют на сегодняшний день интенсивность их разработок и повсеместное внедрение. Если также учесть способность обеспечить высокие скорости

передачи информации (до 10 Гбит/с), необходимые для сетей 3G и 4G, из всех возможных вариантов организации транспортных сетей для совместного использования операторами мобильной связи, выбор ООСП является предпочтительным. При этом координатором, инициатором и исполнителем, должен выступить регулятор телекоммуникационных сетей, что позволит согласовать возможные разногласия операторов мобильной связи и ускорить внедрение.

Литература

1. Отчет компания «J'son & Partners» по результатам исследования: «Мировой опыт совместного использования инфраструктуры операторами мобильной связи». Апрель 2013 года. <http://web.json.ru/>
2. Тихвинский В.О., Володина Е.Е. Подвижная связь третьего поколения. Радио и связь, Москва, 2008 г.-240с.
3. Отчет «J'son & Partners Consulting» по результатам исследования: «Транспортные сети (Backhaul) для сетей широкополосной мобильной связи: тенденции и перспективы развития в России и в мире». Сентябрь 2013 года. <http://web.json.ru/>
4. Р.Р.Ибраимов, Т.А.Насыров. Магистральные базовые сети сотовой связи на базе атмосферных оптических систем.// Вестник ТУИТ,2/ 2011, с.44 – 49.
5. Серопегин В.И. Беспроводные системы передачи данных локального, городского и регионального масштабов // Технологии и средства связи. 1999.№4, с.28 – 33.
6. Медвед Д.Б. Влияние погодных условий на беспроводную оптическую связь. Вестник связи, 2001, № 4. С. 35-42.
7. Е.Р. Милютин, А.Ю. Гумбинас. Статистическая теория атмосферного канала оптических информационных систем. -М.: Радио и связь, 2002.-253 с.
8. Зуев В.Е. Прозрачность атмосферы для видимых и инфракрасных лучей.- М.:Сов.радио,1966.-316с.
9. Abele J., Raidt H., Hohn D.H. Studies on the influence of meteorological parameters on atmospheric laser transmission //Optica Acta-1980. -v.27 10-P.1445-1464.
10. Р.Р.Ибраимов, Т.А.Насыров. Проблемы внедрения открытых оптических систем передачи в телекоммуникационные сети Республики Узбекистан. //Инфокоммуникации: сети•технологии•решения.- 2012.-№1, с.40-46.
11. Ибраимов Р.Р.,Насыров Т.А. Статистическая оценка состояния атмосферного канала открытых оптических систем передачи.// Вестник Алматинского университета энергетики и связи. №3(22) 2013, с.32 -38.
12. Ибраимов.Р.Р., Холбаева М. Обработка в среде MATLAB эмпирических данных по метеорологической дальности видимости для Бухарского региона.// Фотон-Экспресс - 2015. - №8(128), с.26-30.

УДК 621.391.25

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ С ФОТОДИОДОМ В КАЧЕСТВЕ ОПТИЧЕСКОГО ВХОДА

Юнусов Н.

Ушбу мақола юқори тезкорликка эга бўлган оптик кириши фотодиодли оптоэлектрон мантиқ элементларининг схемотехник ечимларини ишлаб чиқиш ва иш хусусиятларини тадқиқ этишга бағишланган.

Таянч иборалар: оптоэлектроника, оптоэлектрон инвертор, фотодиодли тезкор оптоэлектрон инвертор, оптоэлектрон мантиқ элементлари, оптик кириш, оптик чиқиш, p-i-n – фотодиоди, ёруғлик диоди, лазер диоди.

Данная статья посвящена разработке схемотехнических решений и исследованию особенностей функционирования быстродействующих оптоэлектронных логических элементов с фотодиодом в качестве оптического входа.

Ключевые слова: оптоэлектроника, оптоэлектронный инвертор, фотодиодный быстродействующий оптоэлектронный инвертор, оптоэлектронные логические элементы, оптический вход, оптический выход, фотодиод с p-i-n структурой, светодиод, лазерный диод.

This article is devoted to the developing scheme technical decision and to the researching peculiarities function of high-speed optoelectronic logical elements with a photodiode as optical entrance.

Keywords: optoelectronics, optoelectronic inverter, a high-speed optoelectronic inverter with a photodiode, optoelectronic logical elements, optical entrance, opticalexit, light emitting diode, laser s diode.

I. Введение

Последние десятилетия характеризуется все возрастающим развитием методов и средств оптической обработки информации. В частности, ведутся исследования по созданию элементной базы цифровой оптической обработки информации – логических элементов, основанных на использовании оптоэлектронных, электрооптических и чисто оптических преобразований в твердотельных структурах[1-3].

Значительное внимание уделяется разработке и созданию оптоэлектронных логических элементов, которые изготавливаются на основе таких активных элементов, как фотоприёмники и светоизлучатели,

преобразующие оптические сигналы в электрические, и наоборот – электрические сигналы в оптические соответственно. Роль логического входа в таких логических элементах играют фотоприёмники (фоторезисторы, фототранзисторы), а роль их логического выхода – светоизлучатель (электролюминесцентный конденсатор или светодиод). Однако, быстродействие этих логических элементов ограничено инерционностью их базовых элементов – фоторезисторов, фототранзисторов, электролюминесцентных конденсаторов, которая лежит в пределах $10^{-3} - 10^{-7}$ с.

Вместе с тем, следует отметить, что отсутствуют публикации, посвященные разработке фотодиодных оптоэлектронных логических элементов, которые со светодиодом или лазерным диодом, используемым в качестве их оптического выхода, позволили бы повысить быстродействие этих устройств до $10^{-8} - 10^{-9}$ с.

Данная работа посвящена решению этой актуальной задачи – разработке и исследованию быстродействующих оптоэлектронных логических элементов на основе р-і-п фотодиода в качестве оптического входа и светодиода или лазерного диода в роли оптического выхода.

II. Основная часть

Известно, что фотодиоды являются наиболее быстродействующими фотоприёмниками среди приборов этого типа. Так, у фотодиодов с р-і-п структурой время включения $\tau_{вкл}$ и время выключения $\tau_{выкл}$ достигают значения $10^{-9} \div 10^{-10}$ сек. Однако, чувствительность фотодиодов к оптическому излучению невысокая ($\sim 0,7$ А/Вт). Это связано с тем, что фотодиод в отличие от фоторезисторов, лавинных фотодиодов и фототранзисторов является фотоприёмником без внутреннего усиления, так как при фотоэлектрическом преобразовании в этом приборе каждый фотон может образовать максимум одну электронно-дырочную пару, которая разделяется внутренним электрическим полем р-п перехода и может создать электрический ток. В силу этого величина выходного тока фотодиода составляет всего лишь нескольких десятых долей миллиампера (см.рис.1), что часто недостаточно для работы последующих электронных схем.

Такая же проблема возникает и при попытке построения оптоэлектронных логических элементов, в которых в качестве фотоприёмника используется фотодиод.

Проиллюстрируем сказанное на следующем примере:

Согласно принципам, известным из литературы [1,2], оптоэлектронный логический элемент, осуществляющий логическую функцию «НЕ» на фотодиоде и светодиоде, очевидно, должен иметь следующую схему(рис.2):

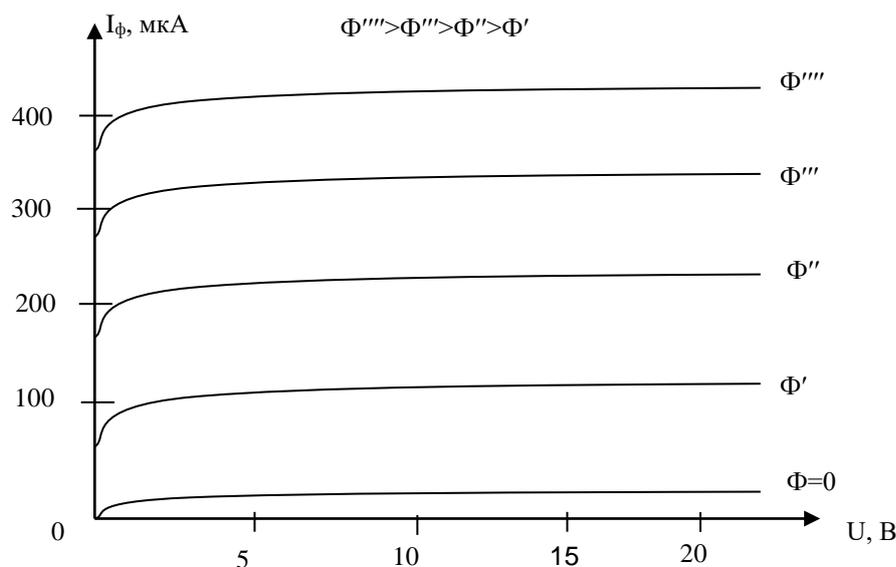


Рис.1. Семейство вольт-амперных характеристик p-i-n фотодиода

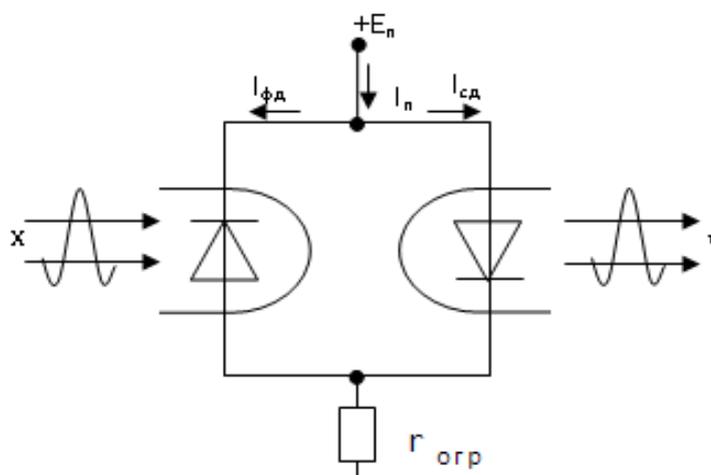


Рис.2. Вариант схемы оптоэлектронного логического элемента - инвертора на фотодиоде и светодиоде в качестве оптоэлектронных компонентов

На вышеприведенном рисунке использованы следующие обозначения:
 x и y – оптический вход и оптический выход оптоэлектронного элемента «НЕ» соответственно; E_n – э.д.с. источника питания; I_n – ток потребления; $I_{фд}$ и $I_{сд}$ – токи протекающие через фотодиод и светодиод соответственно; $r_{огр}$ – ограничительное сопротивление.

Обратим внимание на то, что фотодиод, играющий роль оптического входа в этой схеме включен в обратном направлении, а светоизлучатель, например, светодиод включен в прямом направлении и эти две компоненты

включены взаимно параллельно.

Проверим теперь работоспособность этой схемы, которая должна выполнять функцию отрицания (инвертирования).

Допустим, что на оптический вход схемы не подан оптический импульс, что соответствует уровню логического «0». В этом случае сопротивление неосвещенного фотодиода велико ($\sim 10^6$ Ом) и ток $I_{\text{п}}$ течет по светодиоду с сопротивлением в нескольких сотен Ом и он излучает свет, т.е. на выходе мы имеем уровень логической «1».

При подаче же на вход оптического импульса, т.е. уровня логической «1», ток через фотодиод увеличивается, а сопротивление этого прибора уменьшается, однако изменение величины тока по цепи фотодиода на несколько десятых долей миллиампера явно недостаточно для того, чтобы светодиод перешел в несветящееся состояние. Так что, на выходе опять получаем уровень логической «1».

Из выше проведенного анализа следует, что непосредственное использование самого фотодиода в качестве оптического входа из-за несогласованности электрических режимов оптоэлектронных компонентов – фотодиода и светоизлучателя, не позволяет реализовать логическую функцию «НЕ».

Аналогичному выводу можно прийти путём анализа работоспособности схем фотодиодных оптоэлектронных логических элементов, осуществляющих логические функции «ДА», «И», «ИЛИ», «И-НЕ» и «ИЛИ-НЕ».

Очевидно, что этим обстоятельством связано то, что отсутствует литературные данные по реализации оптоэлектронных логических элементов с использованием фотодиодов в качестве оптических входов.

Проведенный выше анализ по выявлению причин неработоспособности оптоэлектронных логических элементов с непосредственным применением фотодиодов указывает и на пути решения этой задачи. Оно состоит в использовании во входной цепи оптоэлектронных логических элементов вместе с фотодиодом усилителей тока на СВЧ биполярном или полевом транзисторе.

Ниже, в качестве примера, предлагается схемотехническое решение фотодиодного оптоэлектронного логического элемента, выполняющего логическую функцию «НЕ», которое может быть реализовано этим способом.

Схема логического элемента этого типа строится путем параллельного соединения светоизлучателя и входной цепи логического элемента, состоящей из фотодиода и биполярного транзистора (рис.3).

Принцип работы логического элемента заключается в следующем: в отсутствии оптического импульса, т.е. уровня логического «0» на входе, через фотодиод течет темновой ток незначительной величины – в несколько микроамперов (см. рис.3), транзистор Т находится в запертом состоянии. Ток

I_n практически полностью течет по светоизлучателю и он переходит в светящееся состояние, т.е. на выходе имеем уровень логической «1».

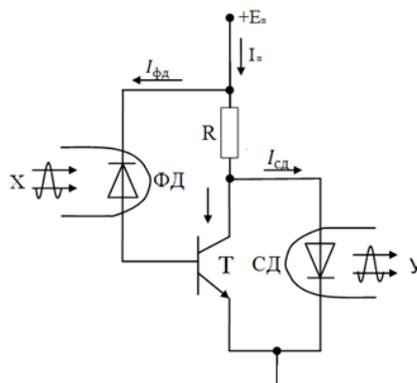


Рис.3.Схема фотодиодного оптоэлектронного логического элемента «НЕ»

При подаче же на вход схемы оптический импульс с соответствующей интенсивностью, т.е., уровень логической «1», биполярный транзистор переходит в режим насыщения, при котором величина $U_{кэ} \approx 0,2 \div 0,3$ В. Такое же напряжение падает между электродами светодиода, который соединен параллельно с биполярным транзистором, что явно недостаточно для возбуждения светодиода — на выходе мы имеем уровень логического «0».

Таким образом, рассмотренная схема выполняет логическую функцию «НЕ» (см. таблицу истинности оптоэлектронного логического элемента, реализуемого по рассмотренной схеме):

x	Y
0	1
1	0

Аналогично, путем применения вышеразвитого подхода можно получить и схемотехнические решения оптоэлектронных логических элементов «ИЛИ», «ИЛИ-НЕ», «И», «И-НЕ», которые имеют вид (рис. 4-7).

Фотодиодный оптоэлектронный логический элемент «ИЛИ»

Фотодиодный оптоэлектронный логический элемент этого типа, очевидно, строится параллельным соединением оптических входов такого элемента, состоящих из фотодиода и биполярного транзистора с последующим последовательным соединением их со светодиодом и последовательным сопротивлением $r_{огр.}$ (рис.4).

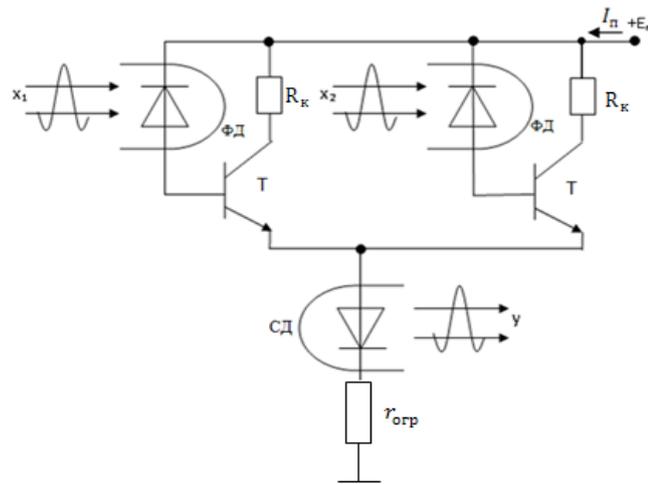


Рис.4. Схема оптоэлектронного логического элемента «ИЛИ» с фотодиодом в качестве оптического входа и со светодиоидом в качестве оптического выхода

Оптоэлектронный логический элемент с фотодиодом в качестве оптического входа, построенный по выше приведенной схеме выполняет логическую функцию «ИЛИ».

Действительно, при отсутствии оптического излучения на входах x_1 и x_2 биполярные транзисторы T_1 и T_2 заперты, э.д.с. источника питания в основном падает на этих транзисторах с сопротивлением $\sim 10^6$ Ом. Падение напряжение на светодиоиде с сопротивлением в несколько сотен Ом незначительно и недостаточно для его возбуждения. (Отметим, что последовательное сопротивление $r_{огр}$ предназначено для устранения возможной неуязвимости в перераспределении э.д.с. источника питания при функционировании логического элемента путем его соответствующего выбора). На выходе логического элемента имеем уровень логического «0».

При подаче же оптического импульса на один или на оба входа, соответствующий транзистор или оба транзистора переходят в отпертое состояние и их сопротивление уменьшается на несколько порядков. Из-за перераспределения э.д.с. между транзистором и светодиоидом, напряжение на светодиоиде становится достаточным, чтобы он перешел в светящееся состояние. В этих случаях на выходе логического элемента имеем уровень логической «1».

Таким образом, рассматриваемая схема позволяет реализовать логическую функцию «ИЛИ» (см. ниже приведенную таблицу истинности логического элемента).

x_1	x_2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Фотодиодный оптоэлектронный логический элемент «ИЛИ-НЕ»

Фотодиодный оптоэлектронный логический элемент этого типа строится параллельным соединением оптических входов этого элемента, состоящих из фотодиода и биполярного транзистора с источником излучения (со светодиодом) с последующим последовательным соединением их с резистором с сопротивлением R .

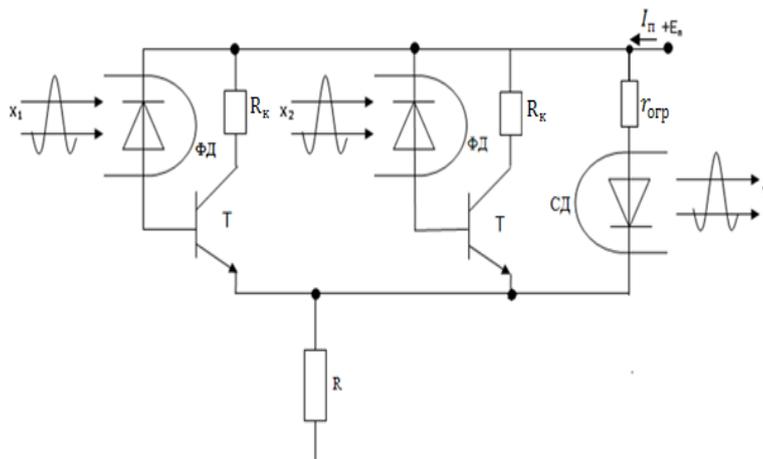


Рис.5. Схема фотодиодного оптоэлектронного логического элемента «ИЛИ-НЕ»

Принцип работы рассматриваемого оптоэлектронного логического элемента заключается в следующем.

Источник излучения (светодиод) на выходе оптоэлектронного элемента светится (что соответствует уровню логической «1») только в том случае, когда на оба входа не поданы оптические импульсы, что соответствует уровням логического «0». Ток потребления $I_{п}$ в этом случае течет по источнику излучения и он светится. Таким образом, данная схема выполняет логическую функцию «ИЛИ-НЕ» (см. таблицу истинности логического элемента).

x_1	x_2	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Фотодиодный оптоэлектронный логический элемент «И»

Путем последовательного соединения оптических входов, состоящих из параллельно соединенных фотодиода и биполярного транзистора со светодиодом получаем следующую схему для реализации логической функции этого вида (см.рис.6).

Действительно, в отсутствии импульса оптического излучения на обоих

или на одном из оптических входов, т.е. при подаче логического «0» на эти входы или на один из входов, оба транзистора или один из транзисторов заперты (заперт), сопротивление оптических входов (оптического входа), состоящих (состоящего) из параллельно включенных фотодиода и транзистора велико ($\sim 10^6$ Ом). Напряжение на светодиоде с сопротивлением несколько сотен Ом мало, и он не светится, что соответствует уровню логического «0».

При подаче же импульса оптического излучения на оба входа, что соответствует уровню логической «1» биполярные транзисторы переходят в режим насыщения, их общее сопротивление становится сравнимым с сопротивлением светодиода. Из-за перераспределения э.д.с. между транзисторами и светодиодом, последний переходит в режим возбуждения и светится, т.е. на выходе имеем уровень логической «1».

Проанализировав таблицу истинности оптоэлектронного логического элемента, собранного по выше проведенной схеме, можно убедиться, что он выполняет логическую функцию «И».

x_1	x_2	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

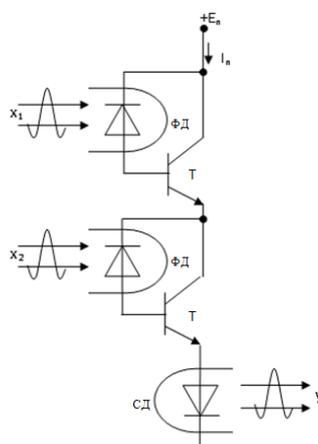


Рис.6. Схема оптоэлектронного логического элемента «И» с фотодиодом в качестве оптического входа и со светодиодом в качестве оптического выхода

Фотодиодный оптоэлектронный логический элемент «И-НЕ»

Оптоэлектронный логический элемент этого типа, строится путём параллельного соединения источника излучения последовательно соединёнными оптическими входами, состоящими из фотодиодов и биполярных транзисторов с последующим последовательным соединением их с резистором с сопротивлением R .

Не трудно убедиться, что ниже приведенная схема выполняет

логическую функцию «И-НЕ». Действительно, когда на один или на оба входа логического элемента не поступает (не поступают) оптический импульс (оптические импульсы), т.е при логическом «0» на одном из входах или на обоих входах логического элемента, транзисторы заперты и ток потребления $I_{\text{п}}$ течет в основном через ветвь со светодиодом и он светится, т.е. на выходе мы имеем уровень логической «1». В случае же когда на оба входа логического элемента поступают оптические импульсы, т.е при логической «1» на обоих входах ток потребления $I_{\text{п}}$ течет в основном через транзисторы и светодиод не светится, т.е. на выходе имеем уровень логической «0» (см.ниже приведенную таблицу истинности)

x_1	x_2	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

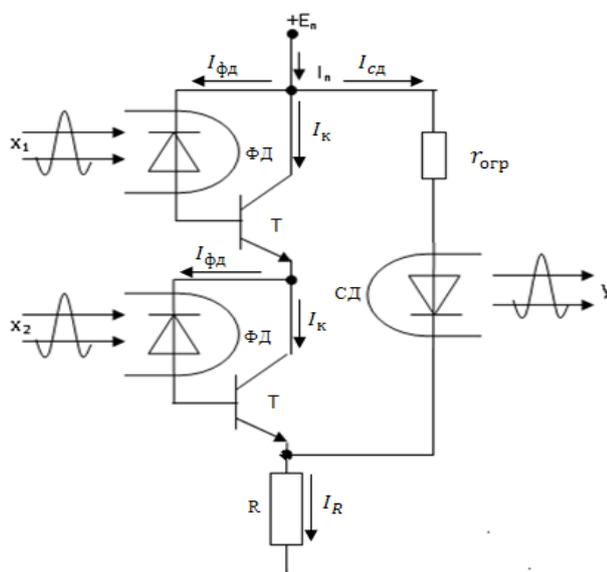


Рис.7. Схема фотодиодного оптоэлектронного логического элемента «И-НЕ»

III. Заключение

Таким образом, в данной работе на основе анализа причин отсутствия литературных данных по логическим элементам с фотодиодом в качестве оптического входа предложены схемотехнические решения задачи по созданию этого типа логических элементов, реализующих логические функции «НЕ», «ИЛИ», «ИЛИ-НЕ», «И», «И-НЕ» с высоким быстродействием - временами включения $\tau_{\text{вкл}}$ и выключения $\tau_{\text{выкл}} \sim 10^{-8} \div 10^{-9}$ сек. Дана физическая интерпретация механизмов работы оптоэлектронных логических элементов этого типа.

Литература

1. Кравцов Н.В., Чирков А.Е., Поляченко В.А. Элементы оптоэлектронных информационных систем. -М.: Изд-во «Наука», 1970. -224 стр.
2. Носов Ю.Р. Оптроны и их применение-М.: Радио и связь,1981. - 280 с.
3. Проскурин Н.П. Микромощные оптоэлектронные логические элементы цифровых интегральных схем на твердотельных светоизлучающих и фотоэлектрических приборах. Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук. Одесса, 2007. - 225с.
4. Юнусов Н., Рахматов К.Р. Математическая модель передаточной характеристики оптоэлектронного логического элемента – инвертора с фоторезистором и светодиодом в качестве компонентов. Ташкент, “ТАТУ хабарлари” №3, 2014 г., с.89-96.
5. Юнусов Н. Математическая модель переходных процессов в оптоэлектронном инверторе с фоторезистором в качестве оптического входа. Ташкент, Сб. докладов Республиканской научно-технической конференции “Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий”, 10-11 марта 2016 г., с.293-296.

УДК 621.391

ТАРМОҚНИНГ ТАКТЛИ СИНХРОНИЗАЦИЯСИНИ ТИКЛАШ УСУЛЛАРИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Ибатова Д.Х.

Ушбу мақолада тармоқда синхронизацияга эришиш учун бажариладиган шартлар, синхронизация тизимида юзага келадиган муаммолар ва уларни ечими, синхронизация тизимининг ишончилигини ошириш ва тармоқнинг тактли синхронизациясини қайта тиклаш усуллари таҳлил этилди.

Таянч иборалар: тармоқ синхронизацияси, синхронизация манбаи, бирламчи эталон генератор, тактли частота, сирпаниш, захиралаш, ишончилик, устунликлар жадвали, синхронизм сифати.

В данной статье проанализированы методы восстановления тактовой сетевой синхронизации и повышение надежности систем синхронизации, возникающие проблемы в системе синхронизации и их решения, условия для выполнения достижения синхронизации в сети.

Ключевые слова: сетевая синхронизация, источник синхронизации, первичный эталонный генератор, тактовая частота, проскальзывание, резервирование, надежность, приоритет, качества синхронизма.

This article sets out to analyze methods of restoring network clock synchronization, augmenting reliability of synchronization systems, resolving different complications arising in synchronization systems and meeting the prerequisites to ensure stable network synchronization.

Key words: network synchronization, synchronization sources, master oscillator, clock frequency, slippage, backup, consistency, priority, synchronization quality.

I. Кириш

Рақамли коммутация тизимлари ва ахборот узатиш воситаларини шиддатли ривожланиши, замонавий янги технологияларни қўлланилиши телекоммуникация тармоқларида синхронизация тизимини сезиларли даражада ўсишига олиб келди. Янги қўлланилиш сохалари ва кўрсатиладиган хизмат турлари, синхронизация тармоғининг иши ва характеристикаларига юқори талаблар қўймоқда.

Синхронизация тармоғини пухталиқ билан лойihalаштириш ва аниқ ишлатиш фақатгина ишчи характеристикаларни тўғри келмаслигини олдини олишгагина эмас, балки мураккаб ечимли муаммоларни камайтириш ва турли тармоқларни ўзаро таъсирини мувофиқлатириш учун талаб этилади [4].

Узатилган кодланган сигнални қабул қилувчи станцияда аниқ декодерлашни таъминлаш учун, алоқа тармоқларида узатувчи ва қабул қилувчи қурилмаларни тактли частотасини мослаштириш синхронизацияга бўлган эҳтиёжни юзага келтиради.

Ўзбекистон Республикасининг узатиш тармоғи маълумотларни узатувчи миллий тармоқ орқали халқаро тармоққа чиқиш ҳуқуқига эга. Бундай тармоқларни тузишда иқтисодий арзон қурилмаларни қўллаш ва ягона марказдан бошқаришда тармоқнинг тактли синхронизацияси жуда катта аҳамиятга эга.

II. Асосий қисм

Тармоқ синхронизацияси учун энг яхши синхронизация манбаи бу – тармоқнинг барча боғламалари учун синхронизация сигналини ишончли узатиш тизими. Тармоқ узелида тактли импульсларнинг бирламчи эталон генераторининг (БЭГ) частота аниқлиги $10^{-11} \dots 10^{-14}$ дан кам бўлмаган манбалардан иборат [2]. Тармоқда синхронизацияга эришиш учун қуйидагилар зарур:

- тизимлар бир хил тезликда ишлаши учун ягона тактли частотани белгилаш;

- тармоқдаги рақамли қурилмаларни синхрон ишлашини таъминлаш;

- тармоқ синхронизацияси, тармоқни қайта қуриш, уни кенгайтириш каби омилларга, шунингдек тармоқ тизимларининг ўзгаришига боғлиқ бўлмаслиги керак;

- синхронизация тизими, узелда фаза ва частотанинг ўзгариши, линияда узатиш вақтининг ўзгариши каби бузилишларга нисбатан етарли даражада мўтадил бўлиши лозим.

Тармоқнинг тактли синхронизацияси (ТТС), рақамли алоқа тармоқлари базаси асосида, устма-уст қўйилган тармоқ каби қурилади. Унда узатиладиган ёки узатилиши мумкин бўлган синхронизация сигналларининг йўналишлари аниқланади. ТТС тизими рақамли алоқа тармоғини кўпгина узелларининг тактли частота генератори тебранишини когерентлигини таъминлайди. Агар ҳар бири ўзининг синхронизация манбаига эга бўлган бир нечта маҳаллий тармоқлар битта мураккаб тармоққа бирлаштирилса, синхронизация муаммоси юзага келади. Бу тармоқнинг синхронизацияси учун ҳар бир маҳаллий тармоқнинг синхронизация манбаининг частота аниқлиги бир хил (10^{-11} - 10^{-12}) бўлиши керак ёки бу тармоқ учун махсус ягона юқори мўтадилли тактли синхронизация манбаига эга синхронизация сигнали тарқаладиган махсус тармоқ қурилиши керак [2, 4].

Агар бу шарт бажарилмаса, шунингдек узатувчи ва қабул қилувчи узеллардаги тактли синхронизация манбаини частоталарида фарқ мавжуд бўлса, узелда қабул қилинадиган рақамли кетма-кетликларда аниқланган вақтда фазалар фарқининг йиғилиши юзага келади. Бу вақтда битта импульсни йўқолиши ёки қўшимчи импульсни шаклланишидан юзага

келадиган синхронизацияни бузилиши рўй бериши мумкин. Бу ходиса сирпаниш (slip) дейилади (1-расм). Синхронизация сифати вақт оралиғи билан баҳоланади, йиғилган вақт оралиғидаги хатолик тактли синхронизация бузилишига ёки вақт бирлигидаги частота сирпанишига олиб келади [1, 3].

Сирпанишлар сони қуйидаги ифода орқали аниқланади [5]:

$$S_n = T_n \cdot M_n \cdot (\Delta f / f), \quad (1)$$

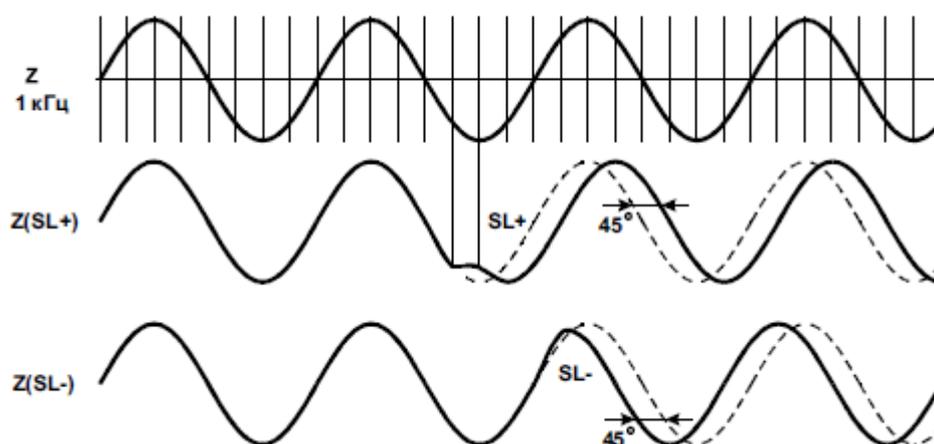
бу ерда: T_n – секунд давомидаги цикллар сони; M_n – 24 соат давомидаги секундлар сони, $\Delta f/f$ – 24 соатдаги синхронизация аниқлиги.

8 кГц частотада, цикл давомийлиги 125 мкс, 24 соатда секундлар сони 86400, келтирилган муносабат қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$S_n = 7 \cdot 10^7 \cdot (\Delta f / f).$$

Масалан, 70x24 соатда биттадан кўп бўлмаган сирпаниш бўлишини таъминлаш учун $\Delta f/f$ ни аниқлаш зарур. 70x24 соатдаги сирпанишлар сони:

$$1/70 \cdot 24 \approx 0.0006; \quad \Delta f / f = 0.0006 / 7 \cdot 10^7 = 0,9 \cdot 10^{-11}.$$



1-расм. Вақт бирлигидаги частота сирпаниши мавжуд бўлмаган (юқори диаграмма) ва мавжуд бўлган (қуйи диаграмма) ҳолатдаги вақтли диаграмма

Тармоқнинг тактли синхронизациясини лойиҳалашда энг мураккаб вазифалардан бири, синхронизация сигналларини танлаш, синхронизация зарур бўлган барча рақамли қурилмаларни ишончли синхронизация билан таъминлаш учун рақамли тармоқ ичида уни тарқатишдан иборат. Яъни ТТС тармоғини лойиҳалаштирувчи оператор, қуйидаги масаларни ечиши керак:

- синхросигнал манбаини (асосий ва захира) танлаш;
- синхросигналларнинг асосий ва захира ўтиш йўллари танлаш;

- ТТС тармоқларининг барча қурилмаларида синхронизация сигналларининг устунлик (приоритет) киришини белгилаш;
- синхронизация сигналларининг манбаларини сифатини аниқлаш;
- авария ҳолатида синхронизация сигналларининг йўқолиши ва ҳалқа ҳосил бўлиш имконини бартараф қилиш мақсадида тармоқнинг структуравий тахлилини ўтказиш;
- тармоқда ўрнатилган қўшимча қурилмаларнинг талабини аниқлаш;
- синхронизация сигналларини коммутациялаш станцияларига ва бошқа охириги қурилмаларга уланишини ҳисобга олган ҳолда узел ичи синхронизация схемасини ишлаб чиқиш;
- ҳар қандай носозлик юзага келган ҳолатда, ҳар бир коммутациялаш станциясининг синхронизация сигналларини таъминланишини текшириш.

ТТС тармоқларини етарли даражада тўғри режалаштирилмаганлиги натижасида операторлар синхронизация тармоқларида “ҳалқанинг” юзага келиш муаммолари билан тўқнашади. Бундан ташқари, синхронизация тармоқларининг структуравий ишончилигига боғлиқ бўлган, телекоммуникация тармоқларини синхронизациялашнинг энг самарали усулини танлаш масаласини ҳам ечиш лозим.

ТТС тизимининг техник ҳолатини сифатли аниқлаш учун тармоқ синхронизациясини таъминловчи барча элементларнинг параметрларини назорат қилиш зарур.

Авария ҳолатида тармоқнинг айрим участкалари частотани эслаб қолувчи режимда ишлайдиган иккиламчи частота берувчи генератордан (ИЧБГ) ёки GPS (Global Position System) фазовий радионавигация тизимларининг эталон сигнал қабул қилгичидан синхронизацияланиши мумкин. Бундай синхронизациядан аварияни бартараф қилиш учун етарли бўлган вақт давомида фойдаланиш мумкин.

Бузилган тактли синхронизмни қайта тиклашни бир неча усуллари маълум:

- синхронизм манбаларини қўлда созлаш;
- тармоқни бошқариш тизимини қўллаш;
- устунликлар жадвалини қўллаш;
- синхросигнал статуси ҳақидаги ахборотни мавжудлиги.

Синхронизм манбаларини қўлда созлаш усули, шахсий юқори мўтадилли тактли генераторлар (синхронизация сифати Q2 дан кичик бўлмаган) мавжуд узелларда қўлланилади. Бундай созлаш, ечимни қабул қилиш учун мослаштиришни талаб этгани учун жуда узоқ вақтни талаб этади. Бу усулнинг афзаллиги шундаки, оператор тармоқни умумий топологиясини осон текширади ва мураккаб, қиммат дастурий таъминотсиз ечимни қабул қилади. Камчилиги – тармоқ экспертлари билан алоқа ўрнатиш зарурлиги, ечим қабул қилиш вақт оралиғини узунлигидир [5].

Тармоқни бошқариш ёрдамида синхронизмни қайта тиклаш усули, ўзида тармоқ менеджери дастурини ифодалайди. Бу муаммо ечимини

автоматлаштирилган йўл, ечимни қабул қилиш занжиридан инсон-операторни рад этади, бу эса ўтказиш жараёнини тезлаштиради. Бу усулнинг камчилиги бошқариш алгоритмини ишлаб чиқиш бўйича ташкиллаштириш ва техник топшириқларни ечишга юқори маблағлар талаб этади. Бу усул тақсимланган бирламчи БЭГ тармоқларда қўлланилади, яъни бир нечта сақловчи манбалар турли тармоқ узелларида жойлашади ва улардан бири ўзига асосий вазифани олиши мумкин.

Устунликлар жадвали ва синхронизм сифати ҳақидаги ахборот асосида синхронизимни қайта тиклаш усуллари, юқорида кўрилганлардан тезлиги билан ажралиб туради. Устунликлар тизими ва сифат кўрсаткичлари ТТС тармоғининг ишончлилигини оширишга йўналтирилган. Бу усуллар қўлланилганида синхросигналларни ўтказиш бир секунддан кам вақт оралиғида рўй беради. Тез уланиш тармоқ элементи генератори (ТЭГ)да катта бўлмаган мўтадилликда (10^{-6} Гц атрофида) ушлаб қолиш режимида фазалар оғиши 1 мкс дан ошмайди. Синхронизацияланадиган тармоқ элементида энг юқори устунли сигнал асосий сигнал сифатида танланади. Устунлик, тармоқ элементининг белгиси ичидаги синхронизация киришида, рақамли (2-расмда 1, 2, 3 белгиланган) ёки харфли-рақамли индес (P1, P2, P3) билан белгиланиши мумкин. Бундай белгиланишлар кўпинча тармоқ қурилмаларини етказиб берувчиларнинг техник ҳужжатларида қўлланилади (1-жадвал) [5].

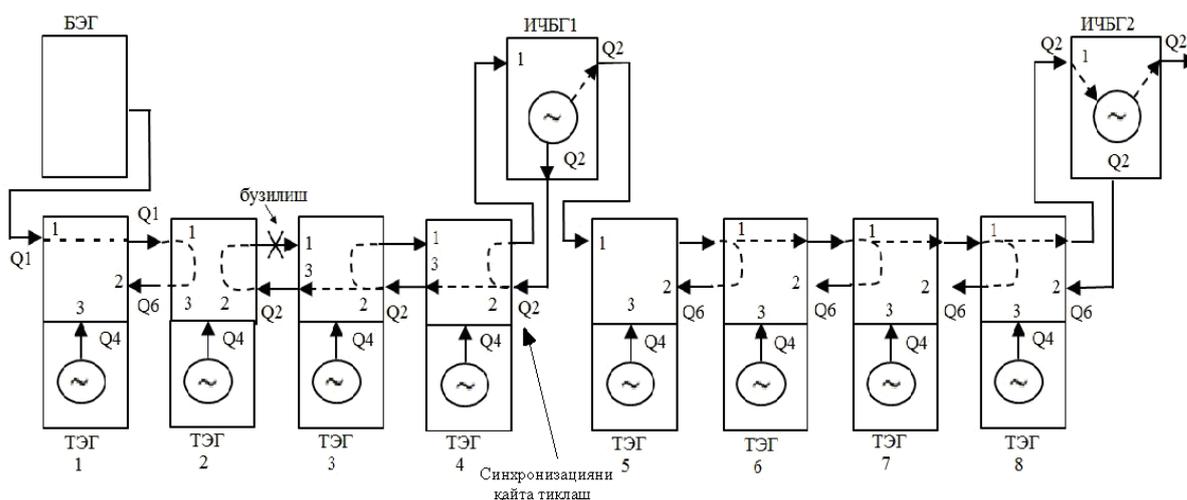
Синхронизация сигналининг сифат кўрсаткичлари

1-жадвал

S байтнинг 5...8 битлари	Синхронизация сифати
0000	Сифати маълум эмас
0001	Захира
0010	Сифати БЭГ G.811 (Q1)
0011	Захира
0100	Сифати ИЧБГ G.812 A (Q2)
0101-0111	Захира
1000	Сифати ИЧБГ G.812 B (Q3)
1001-1010	Захира
1011	Сифати ТЭГ G.813 (Q4)
1100-1110	Захира
1111	Синхронизация учун қўлланилмасин (DNU ёки Q6)

Тармоқда рад этиш юзага келганда бир хил сифатли иккита сигнални ва бир хил устунликни бериш ман этилади.

Устунликлар жадвали усулининг афзаллиги уни оддийлиги ва ўтказишни юқори тезлигида. Бундан ташқари, захирага ўтиш ҳақидаги қабул қилинган ечим, синхронизм сифати ҳақидаги йиғилган ахборот асосида фақат битта узелда қабул қилинади. Бунда тармоқни бошқариш тизимига таъсир қилишга зарурат йўқ. Усулни камчилиги, кўп сонли оралиқ ТЭГга эга турли топологияли тармоқларда (халқа, мураккаб линияли ва ячейкали) егилувчанликни етарли эмаслигидир.



2-расм. Тармоқни линия занжири тузилишида синхронизацияни қайта тиклаш схемаси

Сифат кўрсаткичлари усули ғояси юқорида кўриб чиқилган устунликлар жадвали усули билан солиштирилганида бу усулнинг афзаллиги шундаки, у турли топологияли тармоқларда қўлланилиши мумкин. Синхронизация сифати ҳақидаги ахборотга асосланган усул, қўшимча сифатида кўрилиши мумкин. Тармоқни ҳар бир узелида Е1 ёки STM-N сигнали сарлавҳасида ахборот кўринишида келувчи қўшимча ахборотни таъминлайди. Бу ахборотлар турли ҳолатларда тармоқ элементларига ҳар хил таъсир этиши мумкин. Бунда бошқариш тизимини қўллаш талаб этилмайди. Шу тарзда, устунликлар жадвали ва сифат ҳақидаги ахборот усуллари алоқа тармоқларида синхронизацияни автоматик қайта тиклаш учун кучли восита ҳисобланади. Улар синхронизацияни “берк халқаси” юзага келишини ва сақловчи манбалар сифат сатҳи иерархияси бузилишини олдини олиш имконини беради [3, 5].

Синхронизация тизимида авария ҳолати юзага келганда ҳам (генератор қурилмаси рад этганда ва синхронизация занжири узилганда) тармоқ ишга қобилиятлилигини йўқотмаслиги керак. Бунинг учун генератор қурилмаси захираланади ва ҳар бир тармоқ элементига синхронизацияни узатиш энг камида иккита альтернатив йўналиш бўйича амалга ошади. Бунда тармоқ элементини синхросигнални танлаши, уланувчи манбаларда энг яхши

сифатга эга бўлгани, бир хил сифатли манбадан эса энг юқори устунликка эга бўлгани танланади. Бундан ташқари, тармоқда рад этиш юзага келганда бир хил сифатли иккита сигнални ва бир хил устунликни бериш ман этилади.

Ш. Хулоса

Келтирилган таҳлиллар ва натижалар асосида қуйидагилар хулоса қилинади:

- юқори сифатли параметрларга ва синхронизация тизимининг ишончлилигига эришиш учун оператор доимий равишда синхронизация тизимини назорат қилиб туриши лозим;
- ИЧБГ ёки ТЭГга бир хил сифатли синхросигналларни киритишда, устунликлар тизими қўлланилади;
- устунликлар жадвали ва синхронизм сифати ҳақидаги ахборот асосида синхронизацияни автоматик қайта тиклаш кучли восита ҳисобланади. Улар синхронизацияни “берк халқаси” юзага келишини ва сақловчи манбалар сифат сатхи иерархияси бузилишини олдини олиш имконини беради;
- синхронизация тизимида авария ҳолати юзага келганда ҳам тармоқ ишга қобилиятлилигини йўқотмаслиги керак. Бунинг учун генератор қурилмаси захираланади ва ҳар бир тармоқ элементида синхронизацияни узатиш энг камида иккита альтернатив йўналиш бўйича амалга ошади. Захиралаш асосида синхронизация тизимининг ишончлилиги оширилади.

Адабиётлар

1. Исаев Р.И., Агаметов Р.К., Раджапова Р.Н. Телекоммуникация узатиш тизимлари.- Т.: “Фан ва технология”, 2011, - 80с.
2. Рекомендации ITU-T G.811.Timing Characteristics of Primary reference Clocks - Технические условия для устройств PRC.
3. Сухман С.М., Бернов А.В., Шевкопляс Б.В. Синхронизация в телекоммуникационных системах. Анализ инженерных решений. –М.: Эко-Трендз, 2003. -272 с.
4. Дмитриев С.А., Слепов Н.Н. Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. – М.: ООО “Волоконно-оптическая техника”, 2005. -576 с.
5. Фокин В.Г. Оптические системы передачи и транспортные сети. Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2008.-288с.

УДК 621.396.677

АНТЕННА КВАЗИДОПЛЕРОВСКОГО РАДИОПЕЛЕНГАТОРА

Губенко В. А.

Ушбу мақолада радиопеленгацияда қўлланиладиган антенналарнинг хусусиятлари, уларга қўйиладиган талаблар кўриб чиқилади. Шунингдек, радиопеленгатор учун мўлжалланган диапазонли антеннанинг конструкцияси таклиф этилмоқда.

Таянч иборалар: радиопеленгатор, антенна, антенна панжараси, монополь.

В статье рассматриваются особенности антенн, применяемых в радиопеленгации, требования, предъявляемые к ним, предлагается конструкция диапазонной антенны для радиопеленгатора.

Ключевые слова: радиопеленгатор, антенна, антенная решетка, монополь.

The article deals of the antennas used in radio direction finding, requirements imposed to them are considered the design of the band antenna for a radio direction finder is offered.

Keywords: radio direction finder, antenna, antenna arrays, monopole.

I. Введение

Основное требование, предъявляемое к современному радиопеленгационному оборудованию - обеспечение достоверных результатов пеленгации в широкой полосе частот. Факторы, влияющие на достоверность, можно разделить на две части [1].

В первую часть входят факторы, вызванные особенностью распространения сигналов (многолучевость, интерференция, ослабление уровня сигнала, связанное с поглощением радиоволн в среде и т.д.). Во вторую входят факторы, связанные с техническими параметрами и особенностям измерительной аппаратуры и пеленгационного комплекса в целом.

Одним из важнейших узлов радиопеленгатора является его антенна, которая должна обладать особыми свойствами, от них в значительной степени зависит эффективность работы всего измерительного комплекса [2]. Поэтому к антеннам необходимо предъявлять требования, соответствующие необходимым условиям работы современных радиопеленгаторов.

II. Основная часть

Главными параметрами, определяющими качество антенны, являются:

- равномерность диаграммы направленности в горизонтальной плоскости (в идеале она должна быть круговой);
- малая ширина диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости;
- широкая полоса рабочих частот, т.е. способность антенны фиксировать сигналы в широком диапазоне без перестройки или изменения ее геометрических размеров;
- высокое значение коэффициента усиления;
- большое значение величины кроссполяризации;
- малые массогабаритные характеристики (вес, размер).

В зависимости от построения антенны радиопеленгаторов подразделяются на доплеровские и квазидоплеровские [3].

Доплеровские радиопеленгаторы получают необходимую информацию при вращении антенны по кругу большого радиуса путём непрерывного опробования фазы сигнала в пространстве. В этом случае сканирование пространства происходит за счет механического вращения антенны радиопеленгатора.

Этот вариант имеет существенный недостаток – очень высокую инерционность, определяемую максимальной скоростью вращения антенны. Поэтому нельзя сказать, что такие радиопеленгаторы являются оптимальными с точки зрения эффективности работы.

В отличие от доплеровских в квазидоплеровских радиопеленгаторах механическое вращение антенны заменяется последовательной электронной коммутацией излучателей антенной системы, представляющей собой кольцевую антенную решётку с определенным числом элементов, расположенных равномерно по окружности заданного радиуса [4].

Количество элементов антенной решетки влияет на точность определения пеленга – чем элементов больше, тем выше точность определения направления прихода сигнала. Величина диаметра антенной решетки тоже влияет на точность определения пеленга.

Необходимо учесть, что диаметр также влияет и на помехозащищенность радиопеленгатора, т.е. на его способность не реагировать на переотраженные от различных объектов лучи пеленгуемого сигнала.

Поэтому, чем больше диаметр антенной решетки, тем ниже точность пеленга, но больше помехозащищенность: чем он меньше, тем выше точность, но ниже помехозащищенность радиопеленгатора.

Излучатели антенной решетки идентичны как для доплеровской, так и для квазидоплеровского радиопеленгатора, так как они выполняют одинаковые функции. В используемых в настоящее время радиопеленгаторах приме-

няются в основном излучатели вертикальной поляризации типов монополь или диполь.

При монопольном варианте необходим экран больших размеров. Однако наличие экрана избавляет от симметрирования излучателей и увеличивает угол наклона диаграммы направленности в вертикальной плоскости. При дипольном варианте экрана нет, поэтому масса антенны значительно уменьшается, но при этом требуется симметрирование излучателей. Согласование входного сопротивления излучателя с сопротивлением питающего фидера обеспечивает согласующее устройство.

Важнейшим требованием, предъявляемым к антеннам радиопеленгаторов, является их широкополосность при достаточной простоте конструкции. Кроме того, антенны должны иметь по возможности малые размеры и массу, высокую устойчивость к атмосферным и другим внешним воздействиям.

В настоящее время используется ряд направлений в создании широкополосных эффективных излучателей: излучатели с встроенными комплексными сопротивлениями, активные излучатели, излучатели с широкополосными согласующе-симметрирующими устройствами и различные комбинации перечисленных выше вариантов. Ни один из предложенных вариантов не позволяет в полной мере обеспечить эффективную работу излучателя в широкой полосе частот.

Так, излучатели с встроенными реактивными сопротивлениями являются резонансными системами, обеспечивающими эффективное согласование на одних участках диапазона частот и ухудшение согласования на других участках.

Поэтому приходится искать компромиссный вариант построения излучателя, чтобы на всех участках диапазона частот была достигнута его приемлемая эффективность работы.

Данные рассуждения справедливы и для излучателя с широкополосными согласующе-симметрирующими устройствами.

Для расширения полосы рабочих частот применяют диапазонные вибраторы с модифицированной геометрией. Например, в некоторых разработках предлагается использовать в качестве элементов кольцевой антенной решетки вибраторы конической формы (такие вибраторы, как известно, являются диапазонными), либо вибраторы с увеличенным диаметром.

В качестве элементов антенных решеток радиопеленгаторов часто используют активные излучатели. Они обеспечивают приемлемую эффективность работы в широкой полосе частот, однако имеют ограниченный динамический диапазон по входному напряжению.

Таким образом, ставится задача разработки эффективной диапазонной антенны для радиопеленгатора, решение которой рассмотрено ниже.

Рассмотрим пример разработанной диапазонной антенны, предназначенной для приема пеленгуемых сигналов в полосе частот 100...470 МГц и

получения фазомодулированного информационного сигнала на стабильной под несущей частоте.

Частотный диапазон 100...470 МГц выбран, исходя из того, что в этой полосе частот чаще всего излучаются радиоволны различными несанкционированными источниками, такими, например, как персональные радиостанции, бытовые радиотелефоны, радио кабели.

Перекрыть весь диапазон 100...470 МГц одной антенной сложно, поскольку следует совместить два противоречивых требования:

- обеспечение необходимого значения коэффициента подавления в нижней части диапазона частот (при этом требуется увеличение базы антенной решетки);

- сохранение точности пеленгования в верхней части диапазона частот (при этом расстояние между двумя последовательными излучателями в антенной решетке не должно быть меньше половины длины волны, поскольку происходит увеличение взаимного влияния элементов в решетке и, как следствие, искажение амплитудно-фазовой диаграммы направленности, ухудшение точности пеленгования).

В существующих промышленных образцах антенн радиопеленгаторов на требуемый диапазон частот используется двухантенный вариант. При этом одна антенна обеспечивает работу в диапазоне метровых волн (100...150 МГц), другая - в диапазоне дециметровых волн (220...470 МГц). Такое решение объясняется тем, что в дециметровом диапазоне излучатели можно разместить на окружности меньшего диаметра, оставив то же их число, что и в метровом диапазоне.

Кроме того, выбор излучателей на каждый поддиапазон позволяет увеличить эффективность излучения, значительно упростить задачу согласования излучателей с трактом, снизить взаимное их влияние, сохранить плотность пеленгования в каждом поддиапазоне и увеличить коэффициент подавления отраженных сигналов от окружающих близко расположенных объектов и предметов. Однако при этом увеличиваются габариты антенны и стоимость радиопеленгатора.

Конструктивно предлагаемая антенна представляет собой кольцевую антенную решетку, состоящую из восьми элементов, расположенных по окружности (рис.1.1) на поверхности экрана. В центре под экраном располагается коммутатор - устройство коммутации элементов.

Число элементов выбирается, исходя из системы цифрового управления антенной решеткой (оно должно удовлетворять условию «число элементов равно 2^n , где $n=1, 2, \dots, N$ »), а также из условия получения требуемого коэффициента точности пеленгации при заданном размере антенной решетки.

Восемь элементов обеспечивает требуемую для современных образцов радиопеленгатора точность пеленгации. Возможно увеличение числа элементов, но это усложнит систему питания и увеличит массу антенны без какого-

либо принципиального улучшения технических характеристик радиопеленгатора.

В качестве элементов выбран монополюсный вариант конструкции антенной решетки для упрощения системы питания ее элементов.

Соединение монополей и коммутатора производится с помощью отрезков коаксиальных фидеров по радиальным лучам. Антенная решетка устанавливается на мачте и совместно с ней образует антенно-мачтовое устройство. В коммутаторе антенной решетки размещены ВЧ устройства, осуществляющие переключение, усиление и преобразование сигнала.

В нашем случае предлагается использовать монополюсы с механическим изменением их длины с помощью специальных электромеханических приводов. Геометрическая длина каждого монополюса должна составлять четверть длины пеленгуемой волны (без учета коэффициента укорочения).

Поскольку антенна работает в полосе частот, то, значит, на каждой частоте длина элемента должна соответствовать указанному требованию. Это условие выполняется путем либо увеличения, либо уменьшения длин телескопических монополюсов для достижения наибольшей наводимой ЭДС в каждом монополюсе (при этом достигается максимальное согласование собственных сопротивлений монополюсов с волновым сопротивлением фидера).

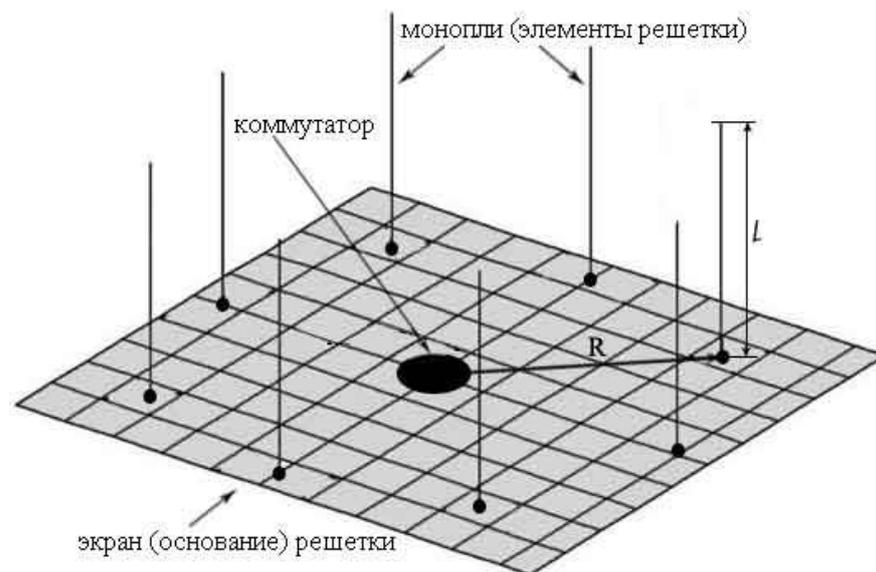


Рис.1.1. Кольцевая антенная решетка

Управление длиной монополюсов можно осуществлять как в ручном, так и автоматическом режимах. Такой вариант построения широкополосной антенны позволяет значительно повысить эффективность работы радиопеленгатора при минимуме затрат на его изготовление.

Точность пеленгации зависит от размеров базы антенной решетки, которая определяется отношением диаметра кольцевой антенной решетки к длине волны пеленгуемого сигнала.

С увеличением размеров базы антенной решетки увеличивается точность пеленгации при любых заданных количествах ее элементов. Однако это возможно либо при механическом увеличении радиуса антенной решетки (путем разведения вибраторов друг от друга), либо при уменьшении длины волны.

Первый вариант можно реализовать без особых проблем, но следует учесть тот факт, что геометрические размеры антенны мобильного радиопеленгатора не должны быть очень большими. Поэтому обычно диаметр антенной решетки выбирается относительно малым и не изменяется в полосе рабочих частот. Кроме этого, минимальные размеры базы также должны выбираться определенным образом. Критерием такого выбора является снижение до минимума взаимного влияния элементов друг на друга и исключение вероятности появления интерференционных помех.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о том, что число элементов, равное восьми, является наиболее оптимальным, как с точки зрения простоты конструкции (простота цифрового коммутатора и системы обработки сигналов), так и с точки зрения получения высокой точности пеленгации. Использование четырех элементов не приемлемо, так как это обусловлено слишком малой точностью пеленгации.

Диаметр предлагаемой антенной решетки выбран, исходя из требований мобильности антенны, т.е. малых массогабаритных показателей. Однако следует помнить, что с уменьшением отношения R/λ (R – радиус решетки, λ – рабочая длина волны) ухудшается разрешающая способность радиопеленгатора.

При увеличении же отношения R/λ или уменьшении числа элементов N , начиная с некоторого порога, уровень первого бокового лепестка начинает расти и приближается к уровню основного. Это говорит о том, что разрешающая способность дискретной антенной решетки с числом элементов N оказывается хуже антенной решетки с непрерывным раскрытием.

В качестве материала экрана антенной решетки выбран радиотехнический диэлектрик типа фторопласта, покрытый алюминиевой фольгой, выполняющий функции отражателя электромагнитного поля.

Материал экрана обладает высококоррозийными свойствами, не окисляется, обладает необходимыми диэлектрическими свойствами. Монополи легко монтируются на экран основания с помощью специальных крепежных болтов с диэлектрическими вставками.

Система коммутации (коммутатор) представляет собой управляемую матрицу, состоящую из p - i - n диодов [5], которые по очередности коммутируют входы монополей с коаксиальным фидером, подключая их ко входу приемного устройства.

Антенная решетка моделировалась в среде программы MMANA для нескольких размеров баз и монополей, они менялись в соответствии с заданной частотой исследований.

MMANA является хорошо известной среди разработчиков антенной техники программой [6], позволяющей строить компьютерные модели различных антенн, проводить их расчет и исследования направленных и электрических характеристик, с получением достоверных результатов.

На рис.1.2 приведены результаты моделирования диаграммы направленности антенной решеткой на частоте $f = 285 \text{ МГц}$ для нескольких значений радиусов базы. На рис.1.3 показана конструкция антенной решетки радиопеленгатора и система питания монополей.

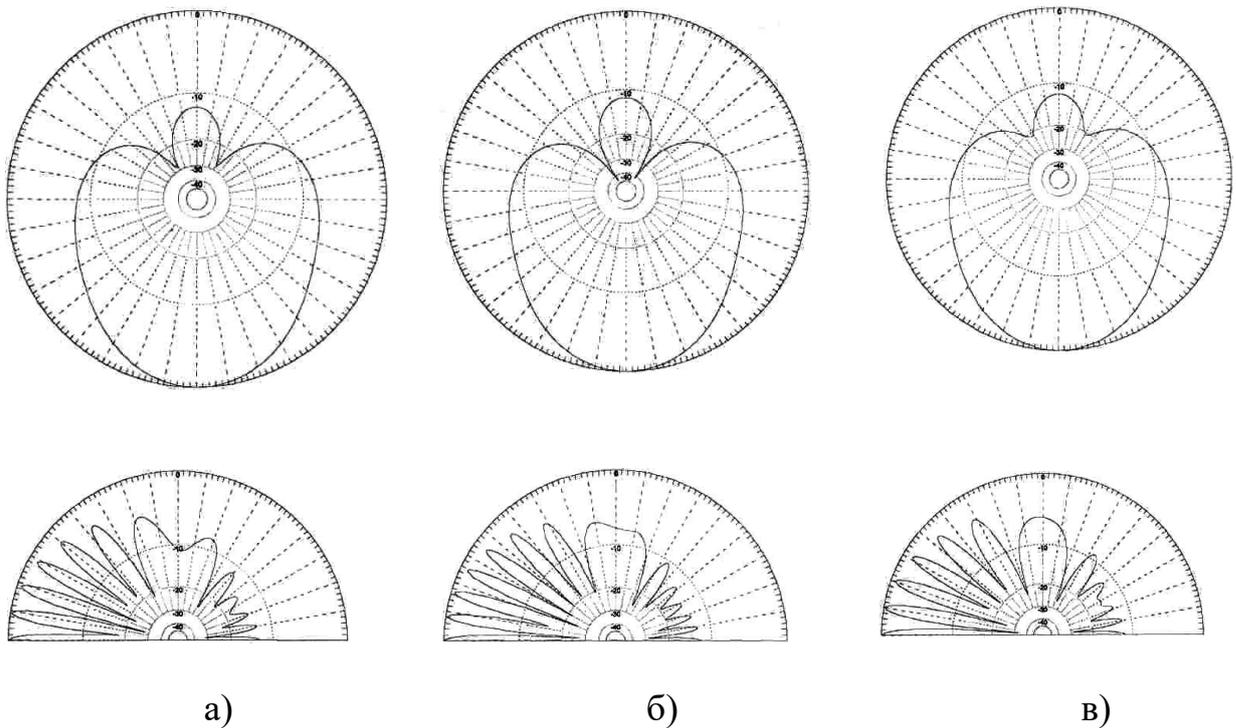


Рис.1.2 Диаграммы направленности антенны на частоте $f = 285 \text{ МГц}$ для нескольких значений радиусов базы (а – $R = 0,2 \text{ м}$, б – $R = 0,15 \text{ м}$, в – $R = 0,1 \text{ м}$)

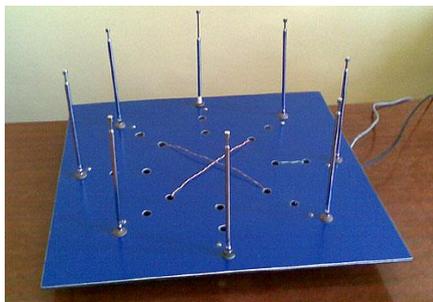


Рис.1.3 Конструкция антенны и система питания монополей

III. Заключение

По результатам моделирования, а также предварительных испытаний собранного макета, можно сделать вывод о том, что разработанная антенна может быть успешно использована в составе радиопеленгатора.

Следует отметить, что необходимы дальнейшие исследования и поиск оптимальных технических решений для создания еще более эффективных антенных систем, способных работать в составе современных радиопеленгаторов, особенно это касается их работы в очень широком частотном диапазоне.

Список литературы

1. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А. Радиомониторинг: задачи, методы, средства / Под редакцией А.М. Рембовского. М.: Горячая линия - Телеком, 2006, 205с.
2. Радзиевский В.Г., Разиньков С.Н. Влияние рассеяния радиоволн антенными системами пеленгаторов на точность измерения координат источников излучения. Радиотехника, 2001, № 6.
3. Акулинин А.И., Виноградов А.Д., Левашов А.П. Особенности построения современных радиопеленгаторов. Антенны, 2002, вып.7(62).
4. Виноградов А.Д. Оптимизация структур малоэлементных кольцевых антенных решеток интерферометрических радиопеленгаторов. Антенны, 1999, вып.1(42).
5. Дзехцер Г.Б., Орлов О.С. Р-і-п диоды в широкополосных устройствах СВЧ. М.: Сов. радио, 1979 - 184с.
6. Гончаренко И.В. Антенны КВ и УКВ. Компьютерное моделирование. ММАНА. М.: ИП Радиософт, журнал «Радио». № 4, 2004.

УДК 004.056.53

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРНОСТЕЙ ФРАКТАЛОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ И СИГНАЛОВ

Туйчиев Б.О.

Фрактал ўлчамларини аниқлаш усулларини таҳлили кўриб чиқилган. Дисперсия, корреляция ва ўхшашлик ўлчамларини аниқлаш усуллари ҳамда ҳисоблаш алгоритмларида вужудга келадиган қийинчиликларини бартараф этиш йўллари кўрсатилган.

Таянч иборалар: фрактал, ўлчам, ишлов бериш, тасвир, сигнал, ўхшашлик, корреляция, дисперсия.

Проведен анализ методов определения фрактальных размерностей. Показаны методы определения размерностей подобия, корреляционной размерности и дисперсионной размерности. Указаны пути преодоления возникающих трудностей в вычислительных алгоритмах.

Ключевая слова: фрактал, размерность, обработка, изображения, сигнал, подобия, корреляция, дисперсия.

In the article is analyzed the methods of determining the fractal dimensions. Also is considered methods for determining the dimensions of similarity, correlation dimension and the dimension of the dispersion. And is shown ways to overcome the difficulties encountered in numerical algorithms.

Key words: fractal, dimension, treatment, images, signal, similarity, correlation, dispersion.

I. Введение

В истории науки нередко возникает ситуация, когда какое-то исследование мгновенно вызывает огромный поток работ.

Так было, например, когда появились первые публикации Н. Хомского по формальным грамматикам. Весьма похожей была ситуация с бурным развитием теории автоматов. Примерно так же выглядел этап создания нечётких множеств американским учёным Л. Заде. Другому американскому учёному Б. Мандельброту мы обязаны возникновением ещё одной аналогичной ситуации.

Роль стимулятора сыграла появившаяся монография в 1982 г. Б. Мандельброта, которая называлась «The fractals geometry of nature».[1].

Идея фракталов быстро нашла отклик среди исследователей из разных стран мира. Успех применения фрактальной геометрии в различных областях естествознания обусловлен прежде всего тем, что фрактальные формы или фракталы присущи огромному числу процессов структур в природе. В

настоящее время фракталы стремительно вторгаются в физику, радиоэлектронику, биологию, медицину, психологию, экономику, социологию.

II. Основная часть

В ИРЭ РАН начиная с 80-х гг. XX века под руководством А.А. Потапова ведутся работы по созданию прорывных информационных технологий в рамках междисциплинарного научного направления «Фрактальная радиофизика и фрактальная радиоэлектроника». Были развёрнуты теоритические и экспериментальные работы по применению теории фракталов при обработке, выделении и распознавании сверхслабых сигналов в оптическом и миллиметровом диапазонах длин волн. В этих работах с самого начала была заложена идея фрактальной цифровой обработки малококонтрастных изображения. Результаты этих исследований [2,3] дают достаточно формализованное математическое определение фрактала:

“Фрактал – это функциональное отображение или множество, получаемое конечным рекурсивным процессом и имеющее следующие свойства: 1) самоподобие или масштабную инвариантность, т.е. фракталы на малых масштабах выглядят в среднем так же, как и на больших; 2) их размерность (называемая размерностью Хаусдорфа) дробная и строго больше топологической размерности; 3) не дифференцируемость и оперирование «дробными производными и интегралами»”.

Физическое определение фрактала: “Фракталы – это геометрические объекты (линии, поверхности, тела), имеющие сильно изрезанную структуру и обладающие свойством самоподобия в ограниченном масштабе”.

Фрактальные методы обработки сигналов в широком смысле основаны на той части информации, которая при классических методах обработки безвозвратно терялась. Иначе говоря, классические методы обработки сигналов выделяют только ту информацию, которая описывается целой мерой, а фрактальные методы могут функционировать на всех уровнях сигнала: амплитудном, частотном, фазовом и поляризованном.

Одним из важных вопросов при фрактальной обработке сигналов и изображений является определение размерности фрактала. Целью настоящей работы состоит в анализе методов их определения.

Размерность подобия. Бесспорным преимуществом размерности Хаусдорфа является возможность её экспериментального определения. Как известно, эта размерность определяется из следующего выражения:

$$D = -\log_{l_2/l_1} \frac{N_2}{N_1}, (1)$$

где, l_1, l_2 -образцы с определёнными длинами, N_1, N_2 -количество образцов покрывающих множество. Например, прямоугольник площадью 64 единицы, может быть, покрыть 16-ю площадками l_2 площадью 4 единицы (сторона 2)

или 64 площадками l_1 площадью в 1 единицу (сторона 1). Тогда, размерность прямоугольника будет $D = -\log_{2/1} \frac{16}{64} = 2$. Вообще, для гладких объектов размерностью больше 2 будем получать целые значения $D=3,4,\dots$.

Размерности подобия удобно применять в случае объектов, имеющих явное масштабное подобие. Такими объектами являются самоподобие фракталы – кривая Коха, множество Мандельброта, Жюлиа [2,3]. В случаях, когда подобие трудно установить, удобно применять приближённое вычисление размерности Хаусдорфа.

Для приближённого измерения размерности Хаусдорфа на исходном множестве (выборки) $x(t)$ устанавливается некоторая “мера”- например, длина графика выборки. Далее выборку измеряют с помощью образца фиксированной длины – δ .

Далее выборку измеряют образцом длины в 2δ . В итоге получаем две оценки длины A на масштабе “ δ ” - в виде A_1 и на масштабе 2δ – в виде A_2 ”. Размерность вычисляется по формуле:

$$D_{x(t)} = \log_2 \frac{A_1}{A_2} \quad (2)$$

Если длина измеряется целым числом образцов, то размерность может быть вычислена по формуле (1).

Реализация описанного метода наталкивается на трудности, связанные с большим объемом вычислений.

Можно уменьшить число шагов алгоритма следующим образом - взять из упорядоченной выборки точки с координатами, отстоящими на δ , 2δ и т.д.

Кроме размерности подобия D существуют и другие определения размерности Хаусдорфа. Большинство этих размерностей тоже очень хорошо оценивается экспериментально.

Корреляционная размерность. Эта размерность часто применяется для объектов больших размерностей, особенно в тех случаях, когда наблюдается не весь объект, а только его сечение гиперплоскостью меньшей размерности. Кроме этого, выборка не обязана быть упорядоченной. Примером может служить анализ временных рядов, когда для наблюдения доступно только одна переменная система (напряжения, ток, скорость).

Вместо понятия “длина” используется корреляционный интеграл $C(r)$. Он дает вероятность того, что временный ряд содержит пару точек, расстояние между которыми не превышает r . Вычисление корреляционного интеграла $C(r)$ начинается с малых r значений по формуле:

$$C(r) = \frac{1}{N^2} \sum_{i,j=1;i \neq j} \eta(r - [x_i - x_j]), \quad (3)$$

где $\eta(z)$ – функция Хевисайда; N – число наблюдений; r - расстояние; x_i x_j -

элементы выборки.

Для многих фракталов корреляционный интеграл зависит от r при $r \rightarrow 0$ по степенному закону, т.е.

$$D_c = \frac{\log(C(r)) - \text{const}}{\log r} \quad (5)$$

Это значение D_c (5) называется корреляционной размерностью. Пусть наблюдается скалярная функция времени $f(t)$. Найдем последовательно произведение по времени: $f'(t), f''(t), \dots, f^{(n)}(t)$. Далее последовательно строим фазовые пространства от $\{f(t), f'(t)\}$ до $\{f(t), f'(t), f''(t), \dots, f^{(n)}(t)\}$ и вычислим в каждом из них корреляционные интегралы $C(r)$ (3). После некоторой интеграции значения $C(r)$ перестанет меняться, что свидетельствует о достижении размерности вложения и об установлении числа независимых переменных систем. Этот метод нахождения корреляционной размерности называется методом последовательного дифференцирования. Этот метод позволяет точно восстановить фазовые траектории системы, но только теоритически, и поэтому не применяется в основном в теоритических расчетах и некоторых задачах, связанных с визуализацией фазовых траекторий исследуемой системы.

Другой метод восстановления фазового пространства системы был предложен Такенсом. По Такенсу можно вычислить корреляционный интеграл (3) и фрактальную размерность по измерению временной последовательности лишь одной составляющей. Следуя Такенсу, необходимо сконструировать пространство вложения с m – мерным вектором по значениям одной физической переменной:

$$\vec{x}_i = \vec{x}(t_i) = \{x(t_i), x(t_i - T), \dots, x(t_i + (m - 1)T)\} \quad (6)$$

Взятым со сдвигом T . Считается, что зависимость (4) сохраняется для любого $m \geq \text{int}[D]$, где $[D]$ - операция выделения целой части D , а D - истинная размерность объекта.

Оказывается, что фазовая пространство, восстанавливаемое таким образом, имеет ту же размерность и тот же спектр показателей Ляпунова, что исходное пространство. Величина

$$N \geq \text{int}[D] + 1, \quad (7)$$

определяет число дифференциальных уравнений первого порядка, необходимых для описания физического поведения исследуемого объекта.

Дисперсионная размерность. Данный вид размерности удобно использовать в стохастических структурах. Для нашего случая это

стохастические фрактальные сцены или одномерный фрактальный сигнал. В качестве обоснования данного метода используют тот факт, что спектр мощности $S(\omega)$ фрактальных сигналов имеет следующий вид [1,3]:

$$S(\omega) \approx \omega^{-\beta}, \quad (8)$$

Если процесс фрактальный и вложен в евклидово пространство с размерностью D_0 , то он будет иметь размерность $D = D_0 + \frac{3-\beta}{2}$, откуда $\beta = 3 + 2(D_0 - D)$. Заметив, что β зависит только от D , можно для удобства переписать (8) как $S(\omega) \approx \omega^{-D'}$, где D' – оценка фрактальной размерности.

Рассмотрим случайный процесс $X(t)$ со спектром мощности $S(\omega)$ при $0 \leq \omega \leq \Omega, \Omega < \infty$. По теореме Винера-Хопфа

$$\int_0^\infty S(\omega) d\omega = \int_0^\Omega S(\omega) d\omega = R(0) = \sigma_1^2.$$

Пусть, согласно (8), считаем $S(\omega) \approx \omega^{-D'}$.
Тогда

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{-D'+1} \omega^{(-D'+1)} \Big|_0^\Omega.$$

Если произвести фильтрацию процесса X так, чтобы его полоса составила $\frac{\Omega}{2}$, получим:

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{-D'+1} \omega^{(-D'+1)} \Big|_{\frac{\Omega}{2}}^\Omega.$$

При $D' > 1$, найдем отношение

$$\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 2^{(-D'+1)},$$

откуда, $D' = 1 - \log_2 \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$, или, если спектр обрезается с масштаба m до масштаба n , то

$$D' = 1 - \frac{\log \sigma_1^2 - \log \sigma_2^2}{\log m - \log n}. \quad (9)$$

Логарифм в (9) может быть взят по любому основанию. Критерием является только удобство вычисления. Теперь можно определить дисперсионную фрактальную размерность:

$$D_\sigma = D_0 + \frac{3+D'}{2}. \quad (10)$$

Для оценки фрактальной размерности нами было сгенерирована выборка некоторого процесса с независимыми приращениями с заданной мощностью.

Представленный спектр аппроксимировали степенной зависимости с некоторым дробным показателем. Измерения, проведенные с помощью масштабирования и измерения «длины» последовательности, дали значения $D_l = 1,44$. Измерения с помощью оценки дисперсии дали $D_\sigma = 1,489$, а с помощью измерения корреляционного интеграла $D_c = 1,62$.

III. Заключение

Проведенный анализ методов определения фрактальных размерностей показывает, что существуют определенное количество фрактальных размерностей и каждая из них используются исходя из удобства применения, т.е. зависит от природы объекта исследования. В результате анализа установлено, что размерность подобия целесообразно использовать для объектов, имеющих явное масштабное подобие. В случае, когда подобие трудно установить, размерность вычисляется приближенно. Для объектов имеющих больших размерностей удобнее использования корреляционной размерности. Для объектов имеющих стохастическую структуру наиболее подходящей размерностью является дисперсионная размерность. Оценка фрактальной размерности произвольной сгенерированной выборки показало, что фрактальные размерности рассмотренных методов почти не отличаются.

Литература

1. Mandelbrot B.V. The Fractals Geometry of Nature – N.Y: Freeman, 1982-468с.
2. Потапов А.А. Фракталы в радиофизике и в радиолокации. – М:Логос, 2002.- 664с.
3. Потапов А.А. Фракталы и хаос основа новых прорывных технологий в современных радиосистемах. М:- Техносфера, 2006.

УДК 004.056.53

СЕНСОРЛИ ТАРМОҚЛАРНИ ҚЎЛЛАНИЛИШИНING ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Хатамов А.П., Исроилов Ж.Д.

Мақолада сенсорли алоқа тармоқларини қўлланилишининг ўзига хос хусусиятлари таҳлил қилинади. Уларни ишлатилишининг характерли афзалликлари тармоқ тузилмасининг яққол мисолида келтирилади.

Таянч иборалар: сенсорли қурилма, хабарлагичлар, тизимнинг конфигурацияси, сенсорли тармоқлар координатори, шлюз элемент

В статье анализируются особенности применения сенсорных сетей связи. Приводятся характерные преимущества их использования с наглядным примером структуры сети.

Ключевые слова: сенсорное устройство, датчики, конфигурация системы, координатор сенсорной сети, шлюзовой элемент.

In clause is analyzed features of application of touch networks of communication. Is resulted characteristic advantages of their use with an evident example of structure of a network.

Key words: the touch device, gauges, configuration of system, coordinator of a touch network, sluice an element.

I. Кириш

Симсиз сенсорли тармоқлар атроф-муҳитга янада актив кириб бормоқда. Телекоммуникациялар соҳасидаги етакчи таҳлилчиларнинг тахминларига кўра, жаҳонда 6 триллионгача симсиз қурилмалар ишлатилади. Яқин келажакда алоқа тармоқларида сенсорли тармоқлар интернет ашёларлар (Internet of Things) қисми сифатида муҳим ўринни эгаллайди.

Фақат академик тадқиқотлар объекти бўлишдан тўхташ билан сенсорли тармоқлар ҳозирда кўплаб ишлаб чиқарувчилар томонидан етказиб берилмоқда, бу турли ишлаб чиқарувчиларнинг қурилмалари орасида ўзаро таъсирлашишни таъминламайдиган турли хил индустриал стандартларни пайдо бўлишига олиб келди. Сенсорли тармоқларда ишлатиладиган протоколларни стандартлаштириш соҳасидаги асосий ишлар Электротехника ва электроника муҳандислари институти (IEEE), Халқаро электр алоқа иттифоқи (ITU), Интернет муҳандислик кенгаши (IETF) ва стандартлаштириш бўйича халқаро ташкилот (ISO) томонидан ўтказилмоқда.

Бу ишларнинг натижаси симсиз сенсорли тармоқларни ташкил этиш учун физик ва канал даражаларини регламентлайдиган, аммотармоқ ва

амалий даражаларни ноаниқ қолдирадиган IEEE 802.15.4 стандартлари оиласи бўлди. IP тармоқларнинг кейинги ривожланиши очик стандартларни қаноатлантирадиган ҳамда IEEE 802.15.4 қурилмалари билан бўладиган даражада бошқа IP каналлар ва қурилмалар билан ўзаро таъсирлашишни тақдим этадиган усулда IEEE 802.15.4 каналлари устидан IPv6 пакетларни узатилиши муаммоларини ечилиши учун IETF 6LoWPAN ишчи гуруҳини шакллантирилишига олиб келди.

Сенсорли тармоқларда ўзаро таъсирлашиш протоколларини стандартлаштириш ҳосил қилинадиган юклама тури бўйича иловаларни тасифланишининг ўтказилишини талаб қилади. Пакетли алоқа тармоқлари учун хизмат кўрсатиш сифати параметрлари ХЭАИ-Т Y.1540 ва Y.1541 тавсияларида кўриб чиқилган. Y.1540 тавсияда IP пакетли узатишнинг тезлиги, аниқлиги, ишончилиги ва мумкинлиги самарадорликларини баҳолаш учун ишлатилиши мумкин бўладиган параметрлар аниқланади. Y.1541 тавсия кейинги авлод алоқа тармоқлари (NGN) учун хизмат кўрсатиш синфларини регламентлайди. Сенсорли тармоқлар қўлланиладиган иловаларнинг ўзига хос хусусиятлари туфайли Y.1540 ва Y.1541 тавсияларнинг аниқлаштирилиши ва ўзгартирилиши талаб қилинади.

II. Асосий қисм

Бугунги кунда 802.15.4/ZigBee стандартлари асосидаги симсиз сенсорли тармоқлар технологияси бу-у ёрдамида хабарлагичларнинг автоном ишлаши вақтига критик бўлган мониторинг ва назорат қилиш масалаларини ечиш мумкин бўлган ягона симсиз технология ҳисобланади.

Симсиз тармоққа бирлаштирилган хабарлагичлар тақсимланган, ўзи ташкил бўладиган маълумотларни тўплаш, қайта ишлаш ва узатиш тизимини ҳосил қилади. Асосий қўлланилиши соҳаси турли физик майдонлар, муҳитлар ва объектларнинг ўзгарадиган параметрларини назорат ва мониторинг қилиш ҳисобланади.

802.15.4/ZigBee стандартлари асосида тармоқнинг қурилишига яққол мисол 1-расмда тасвирланган.



1-расм. 802.15.4/ZigBee стандартлари асосида тармоқни қуришга мисол

Сенсорли тармоқлар асосидаги тизимлар афзалликларига қуйидагиларни киритиш мумкин:

- оддий симли ечимларни тортиш жуда қийин ва қиммат бўлган бориш қийин бўлган жойларда жойлаштириш имконияти;
- тизимнинг қурилиши ва хизмат кўрсатилишидаги оперативлик ва қулайлик;
- умуман тизимнинг ишочлилиги, элементлардан бири ишдан чиққанида маълумотлар қўшни элементлар орқали узатилади;
- тармоққа исталган миқдордаги қурилмаларни қўшиш ёки олиб ташлаш имконияти;
- юқори сингиб кириш даражаси (деворлар, шиплар) ва электромагнит ҳалақитларга юқори барқарорлик даражаси (тизимнинг юқори частоталарда ишлаши туфайли);
- таъминот элементлари ишлатилмасдан узоқ ишлаш вақти.

Унча қиммат бўлмаган симсиз қурилмаларнинг ишлатилиши телеметрия ва назорат қилиш тизимларининг қўлланилиши учун қуйидагилар каби янги имкониятларни очади:

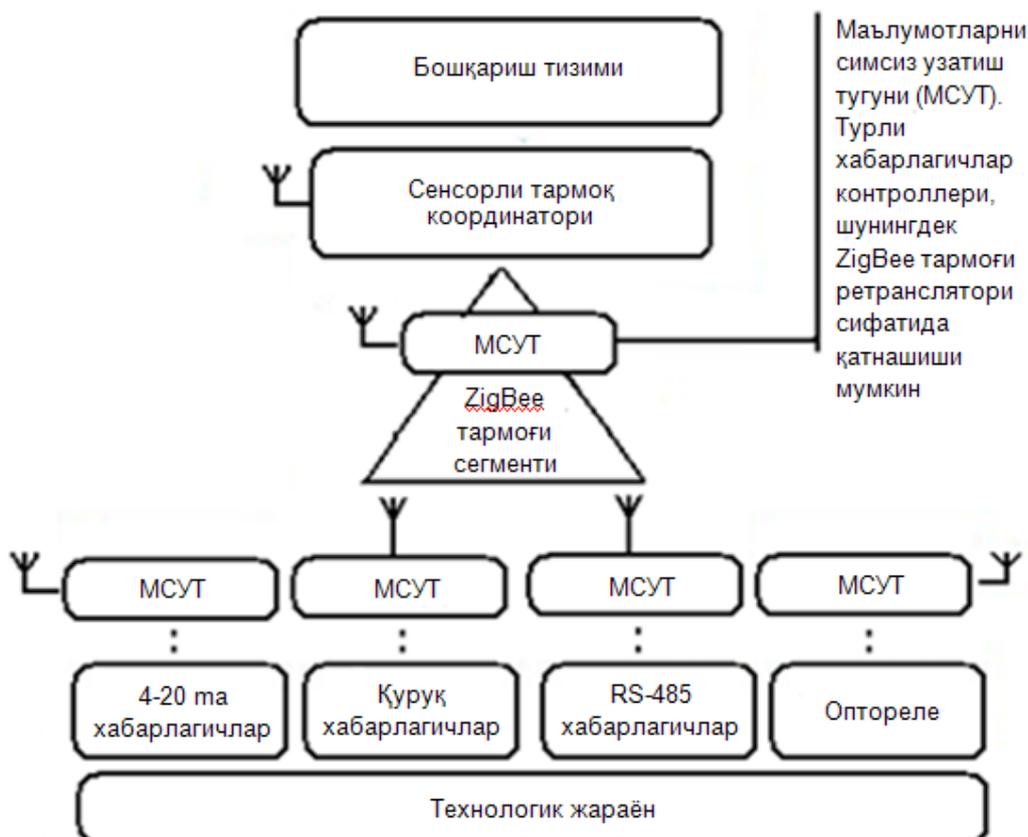
- автоматик бошқариш тизимларида кабелларни алмаштириш;
- вибрация, ҳарорат, босим ва бошқалар каби параметрларни назорат қилиш бўйича ижрочи механизмларнинг бўлиши мумкин рад этишларини ўз вақтида аниқлаш;

- объект тизимларига уланишни назорат қилиш;
- объект параметрларини назорат қилиш;
- корхона ҳудуди бўйича персоналнинг ҳаракатланишини назорат қилиш;
- инспекциялар ва техник хизмат кўрсатишнинг ўтказилишини назорат қилишнинг автоматлаштирилиши;
- атроф-муҳит экологик параметрларини назорат қилиш.

Симсиз қурилмалардан фойдаланиш операторни хизмат кўрсатиладиган объектларнинг ҳолати ҳақидага маълумотларга узлуксиз уланиши имкониятини берадиган диспетчерлик хизматини ташкил этилишига имкон беради.

Технологик жараёнларни автоматлаштириш ва мониторинг қилиш бўйича масалаларни ечиш учун симсиз тизимларнинг қўлланилиши варианты 2-расмда келтирилган.

Таклиф этиладиган тизимлар бошқариш тизими ва устидан мониторинг қилиш амалга оширилиши зарур бўлган технологик жараён орасидаги ораликда ишлаб чиқариш мониторинги тизимига ўрнатиладиган тугалланган коммутацион комплекслар ҳисобланади.



2-расм. Симсиз сенсорли тармоқларни мониторинг қилиши тизимига интеграцияланишига мисол

Сенсорли тармоқлар асосида тизимларни қуришнинг турли вариантларини лойиҳалаштириш мумкин, улар қуйидагича;

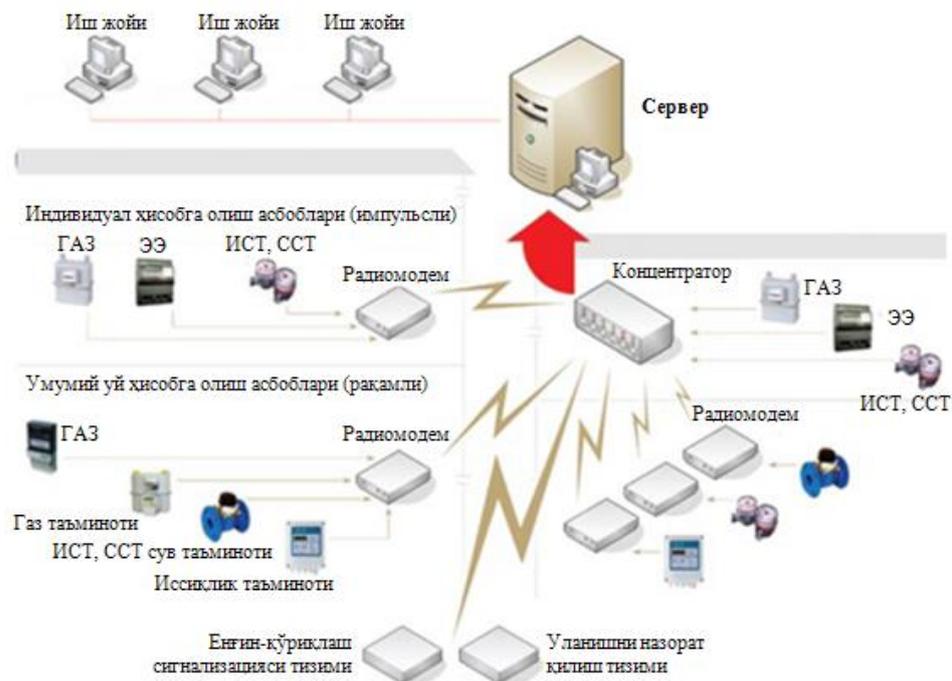
- электр энергиясини технологик ҳисобга олиш симсиз тизими;
- марказий иситиш пунктини бошқариш симсиз тизими;
- сув таъминоти ва иситишни технологик ҳисобга олиш симсиз тизими;
- тозалаш иншоатларини бошқариш симсиз тизими;
- зарарли ишлаб чиқаришда меҳнатни муҳофаза қилиш симсиз тизими;
- дисперчёрлаштириш ва сифатни назорат қилиш симсиз тизими ва ҳ.к..

Электр энергиясини ҳисобга олишда симсиз сенсорли тармоқлар ишлатилганида ҳар бир ҳисобга олиш нуқтасига ҳисоблагич билан RS-485 протокол бўйича ёки бошқа исталган протокол бўйича уланадиган (шунингдек импульслар сонини ҳисоблаш учун импульслар манбаига ҳам уланиши мумкин) интерфейслар симсиз контроллери ўрнатилади. Кейин барча ҳисобга олиш нуқталаридан барча маълумотлар симсиз тармоқ бўйича марказий диспетчерлик пультада тўпланади.

Маъмурият, ресурсларни кузатиш ташкилотлари, бошқариш компаниялари каби тижорат ҳисобга олиш хизматлари истеъмолчиларининг иш жойларини ташкил этиш учун симсиз сенсорли тармоқларни қуришга мисол 3-расмда яққол тасвирланган.

Иссиқлик таъминотида симсиз контроллерлар ҳисобга олиш нуқталари (буғ, совуқ сув, иссиқ сув) ва бошқариш нуқталарида (кириш ва чиқиш клапанлари) жойлаштирилади.

Симсиз тармоқ бўйича олинган параметрлар сенсорли қурилмаларга узатилади, бошқарувчи таъсир эса, симсиз контроллерлар орқали ижрочи механизмларга берилади. Шунингдек, иссиқлик энергиясининг сарфланишини оптималлаштириш учун аниқ бир иситиш жойларидан маълумотлар олиниши мумкин.



3-расм. Тижорат ҳисобга олиш истеъмолчиларининг иш жойларини ташкил этишга мисол

Тозалаш иншоатлари симсиз бошқариш тизимларида симсиз контроллерлар маълумотларни олиш ва телебошқариш нуқталарига (қулфлаш арматураси, муҳит параметрларини назорат қилиш ва ҳ.к.) жойлаштирилади. Маълумотлар ва бошқариш таъсирлари симсиз тармоқ бўйича бошқариш тизимига ва тескари узатилади. Бунда маълум параметрлар чегаралардан чиққанида оқимларни автоматик тўсиш мумкин.

Зарарли ишлаб чиқаришда меҳнатни муҳофазалаш симсиз тизимларида симсиз контроллерлар ҳаво муҳитининг чангланиши ва ифлосланиши хабарлагичлари, шунингдек ҳарорат, намлик, радиоактивлик, вибрация ва бошқалар билан бирга атроф-муҳит ҳолатини мониторинг қилиш учун зарарли ишлаб чиқаришда жойлаштирилади. Маълумотлар бошқарувчи автоматлаштирилган тизимга узатилади.

Диспетчерлаштириш ва сифатни назорат қилиш симсиз тизимларида контроллерлар технологик агрегатларни назорат қилиш автоматлаштирилган агрегатларининг бевосита яқинида жойлаштирилади.

III. Хулоса

Ҳисоблаш техникаси ва алоқа воситаларининг ривожлаиши билан симсиз тармоқлар ва тақсимланган ҳисоблашлар даври бошланди. Яна бир неча йиллар ўтгач симсиз технологиялар ахборот технологияларини ахборот жамияти даврининг барча жойларга кириб борадиган ва барча жойларда

бўладиган кучига айлантириш билан рақамли қурилмаларнинг жуда катта сонини ўзаро боғлайди.

Сенсорли тармоқларнинг муҳим ўзига хос хусусияти бундай тармоқларнинг ўзи ташкил бўлиши табиати ҳисобланади. Локал гуруҳлаштирилган тугунлар ўзаро тармоқни ҳосил қилади ва бир ёки бир неча шлюзлар орқали маълумотларни кейинги қайта ишлаш учун, масалан умумий фойдаланишдаги телефон тармоғига узатиши мумкин. Сенсорли тармоқлар ва умумий фойдаланишдаги телефон тармоқлари орасидаги боғланишларнинг мавжудлиги бу шлюзларнинг параметрларини ҳисоблашни ўтказилишини талаб қилади.

Сенсорли тармоқлар ҳозирда кўплаб ишлаб чиқарувчилар томонидан етказиб берилмоқда, бу турли ишлаб чиқарувчиларнинг қурилмалари орасида ўзаро таъсирлашишни таъминламайдиган турли хил индустриал стандартларни пайдо бўлишига олиб келди.

Адабиётлар

1. Пахомов С. Беспроводные сенсорные сети: миф или реальность? // Компьютер Пресс. 2002. № 10. с.47–49.
2. Майская В. Беспроводные сенсорные сети. Малые системы — большие баксы // Электроника: Наука, Технология, Бизнес 2005. № 2. с.18–22.
3. Стандарты и технологии (беспроводные системы) / Электронные компоненты. 2003. № 5. с. 79–83.
4. Demirkol I., Ersoy C. and Alagoz F. MAC protocols for wire less sensor networks: a survey // IEEE Communicator Magazine. April 2006. V. 44. N 4. P. 115–121.
5. Culler D., Estrin D. and Srivastava M. Overview of senso networks // IEEE Computer Society. August 2004. V. 31 N 8. P. 41–49.
6. Brennan Sean M., Mielke Angela M., Torney David C. and Maccabe Arthur B. Radiation detection with distributed sensor networks // IEEE Computer Society. August 2004. V. 37. N 8. P. 57–59.

УДК 621.391.25

СЖАТИЕ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ ЯРКОСТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ОЦЕНКА ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ

Гаврилов И.А., Ташманов Е.Б.

Ушбу мақолада бошлангич тасвир пикселининг ёрқинлигини пасайтириш асосида видеомальмотларнинг сиқиш коэффициентини ошириш варианты кўриб чиқилган. Синов тасвирларида ишлов бериш натижаси бўйича ушбу усулнинг самарадорлик натижалари келтирилган.

Таянч иборалар: тасвир ёрқинлиги, пиксел, вейвлет ўзгартиргич, JPEG, тасвирларни сиқиш, форматлар.

The article discusses the option increase video compression ratios by reducing the brightness of pixels of source images. The results of the effectiveness of this method on the results of the test image processing.

Keywords: Image brightness , pixel wavelet transform , JPEG, image compression, formats.

В статье рассматривается вариант повышения коэффициентов сжатия видеоданных на основе понижения яркостей пикселей исходных изображений. Приводятся результаты эффективности данного метода по результатам обработки тестовых изображений.

Ключевые слова: яркость изображения, пиксел, вейвлет преобразования, JPEG, сжатия изображений, форматы.

I. Введение

Одним из способов уменьшения объемов передаваемой информации может быть яркостное преобразование пикселей, которое уменьшает яркость изображения при кодировании и увеличивает её при декодировании. Уменьшение яркости исходных изображений применяется до вейвлет-преобразования или ДКП, что позволяет уменьшить значения величин спектральных коэффициентов и, соответственно, необходимое число бит на отсчет. Такая процедура дает возможность передавать в одном байте 2 или 4 коэффициента, если их значения не превышают 4 или 16 соответственно. Это повышает плотность упаковки видео данных в выходном компрессоре и, соответственно, увеличивает эффективность сжатия.

II. Основная часть

Наиболее просто яркостное преобразование исходного изображения можно реализовать делением яркостей пикселей на целые числа при

кодировании и умножении полученных результатов на эти же числа при декодировании. Данный метод обладает высоким быстродействием и не создает дополнительных метаданных, однако при операциях деления возникают дробные числа, которые должны округляться до ближайших целочисленных значений. Эти округления приводят к потере части видеоданных, что может сказаться на качестве восстановленных изображений, поэтому были проведены исследования по оценке эффективности предложенного метода [1]. Для этой цели проводилось исследование сжатия изображений 4-х различных сюжетов, форматов и жанров (рис.1-4). При этом яркость изображения уменьшалась в 2, 4 и 8 раз, после чего преобразованное изображение сжималось и разжималось стандартным JPEG кодеком при различных параметрах сжатия и затем восстанавливалось до нормальной яркости. При этом результаты эффективности представлены в таблице 2 и отображены в виде графиков на рис.5.

Как показали результаты исследований, при понижении яркости в 2 раза ошибка округления практически визуально не заметна, при этом выигрыш по сжатию составляет примерно 1,5. Однако при больших значениях делителей ошибки округления приводят к возникновению цветовых искажений (рис.6), поэтому более чем в 2 раза снижать яркость пикселей не целесообразно.



Рис.1. Видеокадр

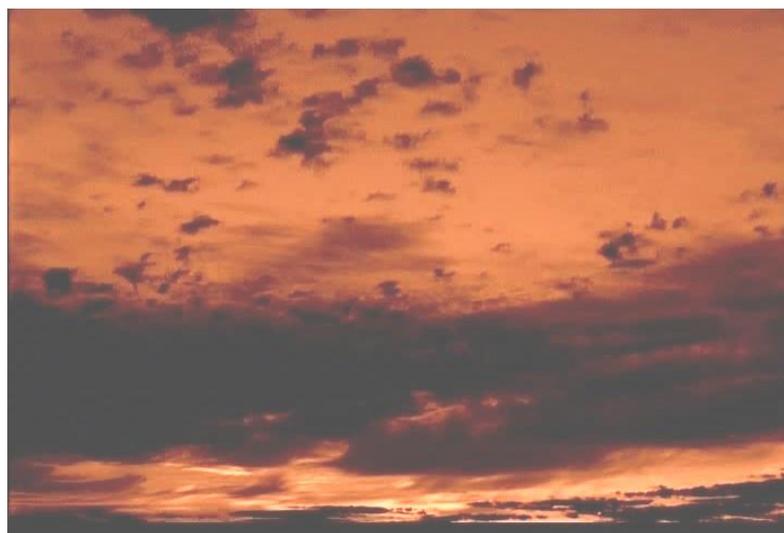


Рис.2. Природа. (Закат)



Рис.3. Мультипликация (Облако)



Рис. 4. Мультипликация (Белка)

Таблица 1.

Сравнительные результаты сжатия видеосюжета

Сжатие исходного кадра	Исходный объем (кбайт)	Объем сжатых преобразованных изображений (кбайт) и эффективность сжатия при различных делителях					
		2	эффект	4	эффект	8	эффект
1	900	900	1	900	1	900	1
10	87	63,5	1,4	48	1,8	34	2,6
20	45	31	1,45	21	2,1	14	3,2
40	22,5	14,3	1,57	9,2	2,4	6	3,75
60	15	9,5	1,58	6,1	2,45	4,2	3,75

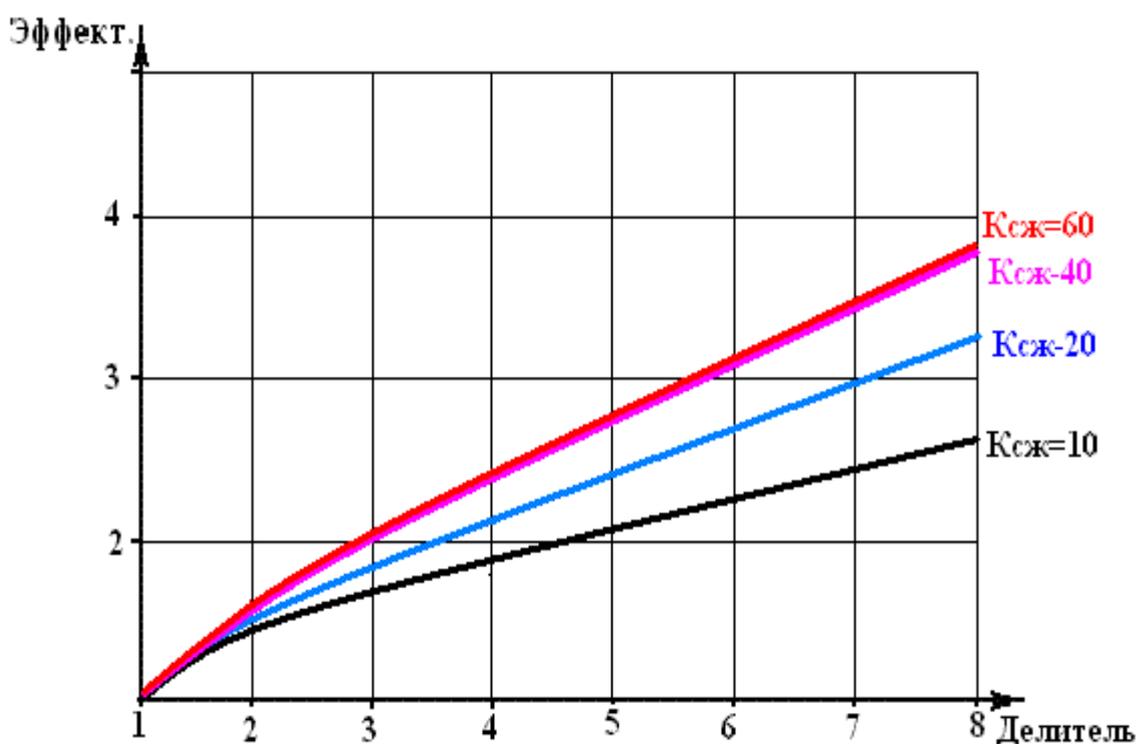


Рис.5. Оценка эффективности сжатия изображения при различных коэффициентах деления яркостей

В таблице 1 приведены результаты сравнительного анализа величин сжатия видеосюжета с применением предлагаемого метода, а также эффективность сжатия при различных величинах делителя.

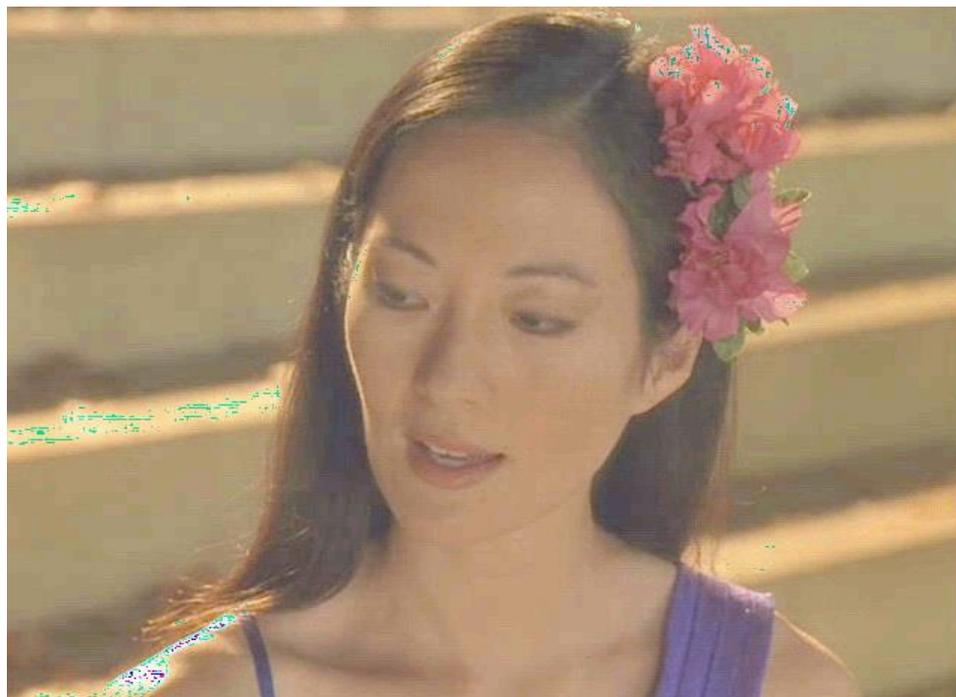


Рис.6. Проявление цветковых искажений за счет округления результатов преобразования яркостей пикселей

III. Выводы

Таким образом, применение метода снижения яркостей пикселей в 2 раза является весьма эффективным средством увеличения в 1,5 раза коэффициента сжатия видеоданных при сохранении визуального качества кодированных изображений. Как показывают приведенные результаты исследований (табл.1 и рис.5) величина сжатия видеоданных может быть увеличена до 2,5-3,5 раз. Однако, при больших коэффициентах деления наблюдаются цветковые искажения декодированных изображений за счет значительных ошибок округления (рис.6). Поэтому более чем в 2 раза уменьшать значения пикселей не целесообразно. Коэффициент деления на 2 получается оптимальным по отношению к качеству изображения и выигрышу по сжатию. Кроме того, такая операция имеет высокое быстродействие, поскольку реализуется аппаратно на основе арифметических сдвигов чисел в регистрах микропроцессора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин “Методы сжатия данных” <http://compression.graphicon.ru/>;

ОБ ОДНОМ ТОЧНОМ РЕШЕНИИ ОДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ
ЗАДАЧИ С ПОГЛОЩЕНИЕМ ИЛИ ИСТОЧНИКОМ

Арипов М. Абдуллаева З.Ш.

Мақолада ютиш ёки манба таъсирида ночизикли иссиқлик тарқалиш масаласининг аниқ ечимини топиш асосида янги ночизқли эффектлар: иссиқлик тарқалиш тезлигининг чеклилиги, фазовий локаллашиши, иссиқлик тарқалиш фронтининг тўхташи аниқланган.

Калит сўзлар: ночизикли иссиқлик тарқалиш, аниқ ечим, ночизқли эффектлар, иссиқлик тарқалиш тезлигининг чеклилиги, фазовий локаллашиши, иссиқлик тарқалиш фронтининг тўхташи.

В статье найдено точное решение одной задачи нелинейной теплопроводности, установлены проявление следующих нелинейных эффектов: эффект конечной скорости распространения, пространственной локализации тепла и остановка фронта.

Ключевые слова: нелинейная теплопроводность, нелинейный эффект, конечная скорость распространения, пространственная локализация, фронт.

An exact solution of a nonlinear heat conductivity equation is constructed. The following new effects of finite speed perturbation, a space localization and not distribution of the front are established.

Keywords: exact solution, nonlinear heat conductivity equation, new effects, finite speed of a perturbation, space localization, not distribution, front.

I. Введение

При исследовании процессов переноса энергии в высокотемпературных средах следует учитывать ряд их особых свойств. Например, зависимость теплоемкости и коэффициента теплопроводности среды от температуры, необходимо учитывать вклад в энергетический баланс объемного излучения, экзо и эндотермические процессы ионизации, протекания химических реакций, горения и др. Учет этих факторов обуславливает нелинейность уравнения переноса энергии. Наряду с этим можно также учитывать конвективный перенос тепла и его влияние на эволюцию изучаемого процесса. Интенсивное развитие нелинейной теории переноса стимулировали исследования по физике плазмы (см. [1,2] и приведенную там литературу). Здесь в последнее время получены фундаментальные результаты

и обнаружен ряд нелинейных эффектов, обуславливающих свойства инерции, и пространственной локализации тепловых процессов.

II. Основная часть

Рассмотрим следующую задачу Коши для уравнения теплопроводности в нелинейной среде со степенной зависимостью коэффициента теплопроводности от температуры при наличии в ней конвективного переноса, скорость которого зависит от времени и объемного поглощения или источника тепловой энергии, мощность которого зависит от температуры и явно от времени. Такой нестационарный процесс теплопроводности описывается следующей задачей Коши для нелинейного параболического уравнения

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \nabla(u^\sigma \nabla u) + \operatorname{div}(v(t)u) + \varepsilon b(t)u^q, \quad u(0, x) = u_0(x), \quad (t > 0, x \in R^N) \quad \varepsilon = \pm 1. \quad (1)$$

Здесь $u(x, t)$ — температура $\sigma > 0$ — параметр нелинейности среды: $b(t)u^q$ — мощность объемного поглощения тепла; $u_0(x)$ энергия теплового источника в начальный момент времени;

Отметим, что задача (1) в равной мере описывает и процессы фильтрации газа и жидкости, диффузию в нелинейной среде при наличие конвективного переноса с вектор скоростью $v(t)$ и поглощением ($\varepsilon = -1$) или источником ($\varepsilon = +1$) мощность которого равна $b(t)u^q$.

В работе [2] при $b(t) = bt^\alpha$, $v(t) = 0$, $u_0(x) = P\delta(x)$, где $\delta(x)$ — дельтаобразная функция, характеризующая начальное распределение температуры сосредоточенного источника тепла, помещенного в начало координат, $P > 0$ мощность источника, установлено, что в рассматриваемой задаче наблюдается проявление следующих нелинейных эффектов: инерционный эффект конечной скорости распространения тепловых возмущений (КСТВ), эффект пространственной локализации тепла и эффект конечного времени существования тепловой структуры в среде с поглощением. Различные свойства решений задачи Коши для (1) даны в работах [1, 3-6], в частности работа [3] посвящена математической теории уравнения (1).

В настоящей работе найдено точное решения задачи (1) для достаточно произвольной функции $v(t)$ и $b(t)$. Получена оценка обобщенного решения задачи Коши для имеющего физический смысл класса, и установлено точное поведение фронта распространения тепловых возмущений. Получено условия на эти функции при котором имеет место приведенные выше нелинейные эффекты полученные ранее в работе [2].

Построение точного решения

Покажем, что при $q=1-\sigma$, $0<\sigma<1$, $0<q<1$ и достаточно общих условиях на скорость распространения конвективного переноса $v(t)$ и мощности поглощения или источника равной $b(t)u^q$ задача (1) имеет точное аналитическое решение. Для этой цели произведем в (1) замену переменных и функций, полагая

$$u(t, x) = w(t, \eta), \quad \eta = \int_0^t v(y) dy - x, \quad x \in R^N. \quad (2)$$

Тогда задача (1) превращается в следующую

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \nabla(w^\sigma \nabla w) + \varepsilon b(t)w^q, \quad u(0, x) = w(0, x) = u_0(x) \geq 0, \quad (t > 0, x \in R^N). \quad (3)$$

Рассмотрим радиально симметрические решения задачи (3), полагая в ней

$$w(t, \eta) = w(t, |\eta| = r), \quad |\eta| = \left\{ \sum_1^N \left[\int_0^t v(y) dy - x_i \right]^2 \right\}^{1/2}. \quad (4)$$

Тогда задача (3) сводится к следующей радиально-симметрической форме

$$\begin{aligned} \frac{\partial w}{\partial t} &= r^{1-N} \frac{\partial}{\partial r} (r^{N-1} w^\sigma \frac{\partial w}{\partial r}) + \varepsilon b(t)w^q, \\ w(0, x) &= w(0, x) = u_0(x) \geq 0, \quad x \in R^N, \quad N \geq 1. \end{aligned} \quad (5)$$

Далее следуя идеи работы [1] решение задачи (5) ищем в виде

$$w(t, r) = a(t)(f(t) - |\eta|^\gamma)_+^{\gamma_1}, \quad \gamma = 2, \quad \gamma_1 = 1/\sigma, \quad (6)$$

где $a(t)$, $f(t)$ -подлежащие определению функции, и использовано обозначение $(n)_+ = \max(0, n)$. Вычисляя производные функции (6) и подставляя (6) в (5) имеем

$$\begin{aligned} \frac{\partial w}{\partial t} &= \frac{da}{dt} (f(t) - r^\gamma)^{\gamma_1} - \gamma \gamma_1 \frac{df}{dt} (f(t) - r^\gamma)^{\gamma_1 - 1}, \\ r^{N-1} w^\sigma \frac{\partial w}{\partial r} &= -\gamma \gamma_1 N a^{\sigma+1} r^N (f(t) - r^\gamma)^{(\gamma_1 - 1) + \sigma \gamma_1} = \\ &= -\gamma \gamma_1 N a^\sigma r^N (f(t) - r^\gamma)^{\gamma_1} = -\gamma \gamma_1 N a^\sigma r^N w(t, r) \in C(Q). \end{aligned}$$

Так как

$$\begin{aligned} r^{1-N} \frac{\partial}{\partial r} (r^{N-1} w^\sigma \frac{\partial w}{\partial r}) &= -(\gamma \gamma_1) N a^{\sigma+1} (f(t) - r^\gamma)^{(\gamma_1 - 1) + \sigma \gamma_1} + \\ &+ [(\gamma \gamma_1) \gamma_1 a^{\sigma+1}] r^\gamma [f(t) - r^\gamma]^{(\gamma_1 - 1) + \sigma \gamma_1 - 1}, \end{aligned}$$

то учитывая, что $(\gamma_1 - 1) + \sigma \gamma_1 = \gamma_1$ из последнего равенства имеем

$$r^{1-N} \frac{\partial}{\partial r} (r^{N-1} w^\sigma \frac{\partial w}{\partial r}) = -(\gamma \gamma_1) N a^{\sigma+1} (f(t) - r^\gamma)^{\gamma_1} - [(\gamma \gamma_1) \gamma_1 a^{\sigma+1}] r^\gamma [f(t) - r^\gamma]^{\gamma_1 - 1}.$$

Теперь подставляя вычисленные выражения в уравнение (2) получим следующее

$$\begin{aligned} & \left[\frac{da}{dt} - (\gamma\gamma_1)^{p-1} Na^{\sigma+1} \right] (f(t) - r^\gamma)^{\gamma_1} + [-(\gamma\gamma_1)a(t) \frac{df}{dt} - \\ & - [\gamma(\gamma_1 - 1)(\gamma\gamma_1)] a^{\sigma+1} r^\gamma + \varepsilon b(t) a^q] [f(t) - r^\gamma]^{\gamma_1 - 1} = 0, \quad q\gamma_1 = \gamma_1 - 1. \end{aligned} \quad (7)$$

Если выбрать функцию $f(t)$ из решение уравнения

$$-\frac{df}{dt} - [\gamma(\gamma_1 - 1)] a^\sigma f(t) - \varepsilon (\gamma\gamma_1)^{-1} b(t) a^{q-1} = 0, \quad (8)$$

то из (7) для определения функций $a(t)$, $f(t)$ получим *систему нелинейных дифференциальных уравнений*

$$\begin{aligned} & \frac{da}{dt} + \gamma\gamma_1 [(\gamma\gamma_1 + N)] a^{\sigma+1} = 0, \\ & -\gamma\gamma_1 a(t) \frac{df}{dt} + \varepsilon b(t) a^q = (\gamma\gamma_1)^2 a^{\sigma+1} f(t). \end{aligned} \quad (9)$$

Интегрирование первой системы (9) даёт

$$a(t) = [a_1 + \sigma\gamma\gamma_1((\gamma\gamma_1 + N)t)]^{-1/\sigma}, \quad a_1 > 0. \quad (10)$$

Для того, чтобы интегрировать второе уравнение (10) перепишем его с учетом выражения для a и чисел γ , γ_1 виде

$$\frac{df}{dt} + c_1(t)f(t) = -c_2(t), \quad (11)$$

где $c_1(t) = [a_1 + \frac{2}{\sigma^2}(2 + \sigma N)t]^{-1}$, $c_2(t) = \frac{b(t)}{2} \sigma [a_1 + \frac{2}{\sigma^2}(2 + \sigma N)t]$.

Уравнение (11) это линейное уравнение первого порядка относительно $f(t)$. Оно интегрируется и его общее решение имеет вид

$$f(t) = \exp\left(-\int_{t_0}^t c_1(t) dt\right) \left[c_0 + \varepsilon \int_{t_1}^t c_2(t) \exp\left(-\int_{t_0}^t c_1(t) dt\right) dt \right]. \quad (12)$$

Или с учетом выражения функций $c_1(t)$, $c_2(t)$ имеем

$$f(t) = (a_1 + nt)^n \left[c_0 + \varepsilon \int_0^t c_2(t) [(a_1 + nt)]^n dt \right], \quad n = \frac{2}{\sigma^2}(2 + \sigma N). \quad (13)$$

Отсюда при $a_1 = 0$ для решение задачи (1) имеем (6), где $a(t)$, $f(t)$ определены формулой (10), (12).

Оценка решения задачи Коши и анализ поведение фронта

Оценка решения задачи Коши (1) даётся в следующей теореме

Теорема. Пусть

$$\sigma > 0, \quad q = 1 - \sigma, \quad u_0(x) \leq z(0, x), \quad z(t, r) = a(t)(f(t) - r^2)^{1/\sigma} +$$

$$\frac{da}{dt} + \gamma\gamma_1 [(\gamma\gamma_1 + N)] a^{\sigma+1} \leq 0, \quad \gamma\gamma_1 a(t) \frac{df}{dt} + \varepsilon b(t) a^q - (\gamma\gamma_1)^2 a^{\sigma+1} f(t) \leq 0.$$

Тогда для обобщенного решения задачи (1) справедлива оценка

$u(t, x) \leq z(t, r)$ в Q , где $a(t), f(t)$ определены формулой (10), (12).

Анализируя характер движения фронта тепловой волны в одном шагом определяемой из условия $u(t, x_f) = 0$ где $x_f(t) = \int_0^t v(y) dy \pm [f(t)]^{1/2}$,

$$f(t) = (a_1 + nt)^n [c_0 + \varepsilon \int_0^t c_2(t) [(a_1 + nt)]^n dt, \quad n = \frac{2}{\sigma^2} (2 + \sigma N),$$

видим, что проведенные функции $f(t)$ (Фронта) зависит от скорости конвективного переноса и значение ε . В случае $\varepsilon = +1$ могут быть $x_f(t) < +\infty \quad t > 0$, $x_f(t) \rightarrow \infty, \quad t \rightarrow \infty$ а в случае $\varepsilon = -1$, $x_f(t^*) = 0$. В этом случае имеет место остановка фронта.

При вычислении уравнения (1) и воздействии функции $f(t)$ получены следующие графические результаты для различных значений:

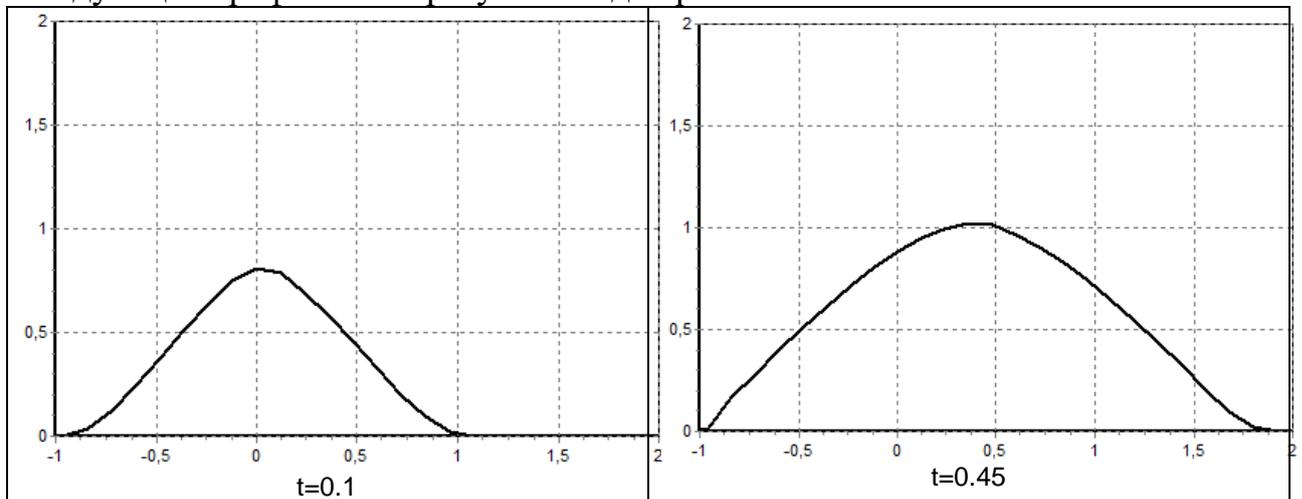


Рис.1. $v(t) = (1+t)^{-1}$, $\sigma = 0.1$, $\beta = 2$, $\varepsilon = +1$

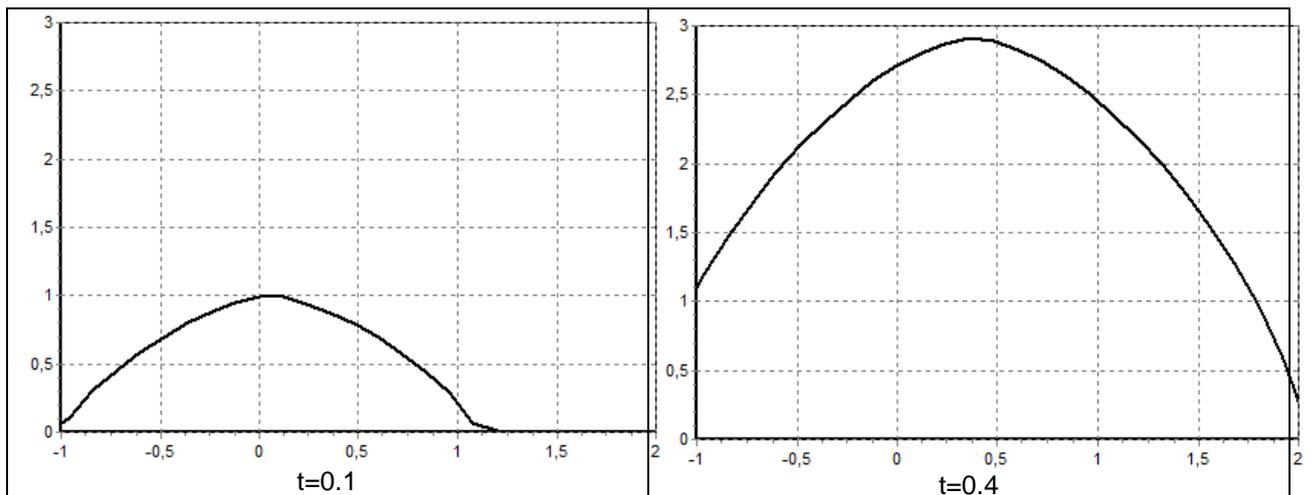
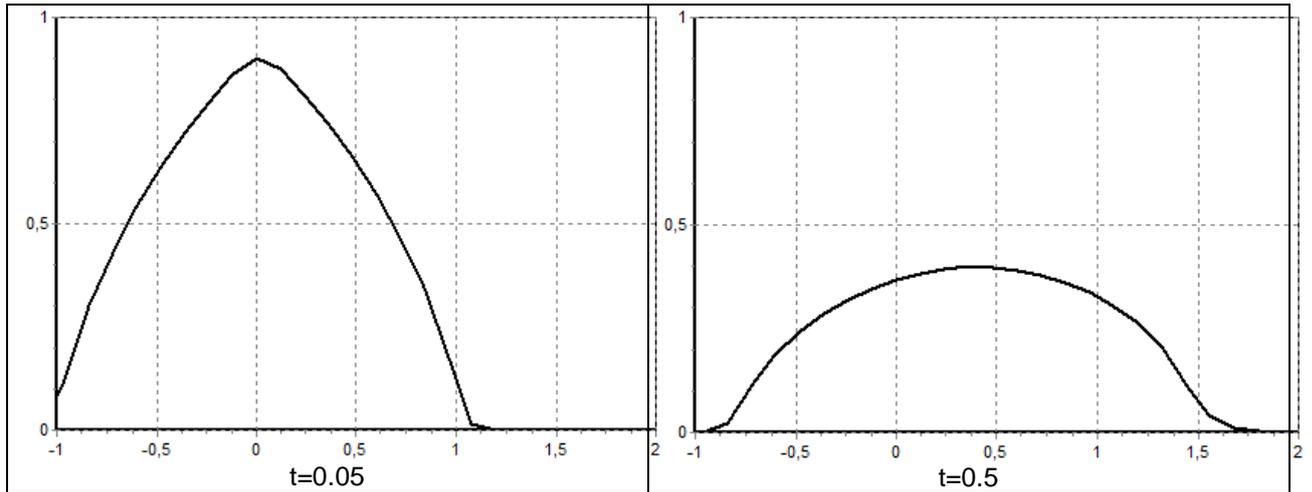


Рис.2. $v(t) = (1+t)^{-1}$, $\sigma = 1$, $\beta = 2.5$, $\varepsilon = +1$

Рис.3. $v(t) = (1+t)^{-1}$, $\sigma = 1$, $\beta = 2$, $\varepsilon = -1$

III. Заключение

В работе на примере точного решения одной задачи нелинейной теплопроводности подтвержден известный тезис о том, что нелинейные задачи являются источником новых нелинейных эффектов. Сформулированный в теореме результат даёт на основе принципа сравнения решений значительно расширить класс начальных данных, для которых имеет место нелинейные эффекты конечной скорости распространения, пространственной локализации тепла и остановка фронта. Полученная оценка решения даёт возможность решить вопрос о подходящем начальном приближении для численного моделирования изучаемого процесса нелинейной теплопроводности.

Литература

1. Самарский А. А., Курдюмов С. П., Галактионов В. А., Михайлов А. П. Режимы с обострением для квазилинейных параболических уравнений. М.Наука 1987, 530 с.
2. Мартинсон Л. К., Эволюция теплового импульса в нелинейной среде с объемным поглощением тепла, Теплофизика высоких температур, 1983, том 21, выпуск 4, с.801–803.
3. Vázquez J.L., The Porous Medium Equation: Mathematical Theory, Oxford Math. Monogr., Oxford University Press, Oxford, 2007, 320 p.
4. Арипов М. Методы эталонных уравнений для решения нелинейных краевых задач. Ташкент. Фан. 1988. 137с.
5. Арипов М., Садуллаева Ш.А. О свойствах решений уравнения реакции диффузии с двойной нелинейностью с распределенными параметрами. Журнал Сибирского Федерального университета. Математика и физика 2013, 2, с.319-330.

УДК 62.50

НЕЧЁТКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Хабирова Д.Н.

Ушбу ишда турли хил ахборот мухотида талабалар ўзлаштиришини ташхисловчи қатъиймас-мантикий модели таклиф қилинди.

Таянч иборалар: қатъиймас катталиқлар, тегишлилик функциялари, ҳисоблаш экспериментлари, давомат, самарадорлик, ўзлаштириш, қатъиймас билимлар базаси.

В данной работе предлагается нечётко-логическая модель диагностики для нечёткой оценки успеваемости студентов в условиях разнородной информации.

Ключевые слова: нечёткие величины, функции принадлежности, вычислительные эксперименты, посещаемость, эффективность, успеваемость, нечёткая база знаний.

In the given work is offered the fuzzy-logic model of diagnostics for fuzzy estimation of progress of the students in conditions of the diverse information.

Key words: fuzzy variables, membership functions, computing experiments, attendance, efficiency, progress, fuzzy base of knowledge.

I. Введение

Успеваемость студентов по конкретным дисциплинам зависит от многих факторов, в том числе от посещения лекционных и практических занятий, а также от степени выполнения домашних и лабораторных занятий. Процесс принятия решений по успеваемости студентов зависит от многих факторов, измеряемых в разных шкалах измерения (количественных и качественных). В этой связи актуальным является разработка математической модели принятия решений на основе нечёткой оценки диагностики успеваемости студентов.

II. Основная часть

Структуру нечётко-множественной модели диагностики успеваемости студентов можно представить таким образом (рис.1.) [4].

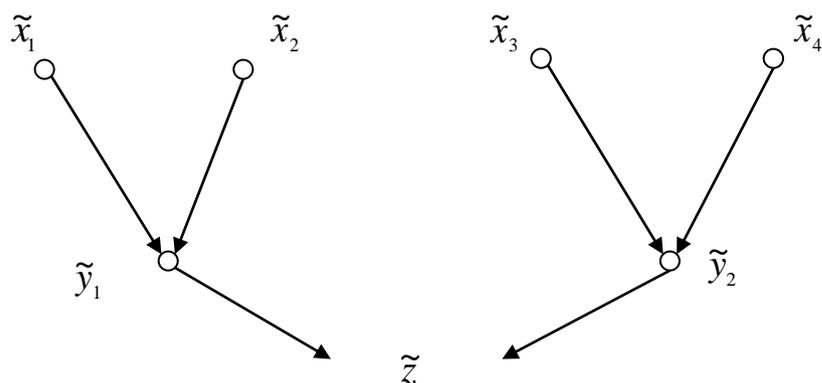


Рис.1. Структура нечётко-множественной модели диагностики успеваемости студентов

Здесь: \tilde{x}_1, \tilde{x}_2 - посещение лекционных и практических занятий;
 \tilde{x}_3, \tilde{x}_4 - выполнение контрольных и лабораторных работ;
 $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3, \tilde{x}_4$ - суть нечёткие величины;
 \tilde{y}_1, \tilde{y}_2 - нечёткие функции, характеризующие активность и эффективность деятельности студента, определяемые по нечётким функциям:

$$\tilde{y}_1 = \tilde{f}_1(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2), \tilde{y}_2 = \tilde{f}_2(\tilde{x}_3, \tilde{x}_4) \quad (1)$$

\tilde{z} - Итоговая оценка – диагностика успеваемости, которая определяется по зависимости:

$$\tilde{z} = \tilde{f}_3(\tilde{y}_1, \tilde{y}_2) \quad (2)$$

Алгоритм реализации нечётких функций (1), (2) осуществляется в следующем порядке:

- Проектируются нечёткие базы знаний для (1) и (2);
- Разрабатываются системы нечётких уравнений, реализующие зависимости (1) и (2) по нечёткой базе знаний.
- Планируются и проводятся вычислительные эксперименты на основе системы нечётких моделей зависимостей (1) и (2) и принятия решений.
- Вводятся нечёткие терм-множества для лингвистической характеристики ЛП $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3, \tilde{x}_4, \tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \tilde{z}$;

Для удобства вводим единую систему термов для всех лингвистических переменных (ЛП): $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3, \tilde{x}_4, \tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \tilde{z}$: низкий – NZ, средний – SR, хороший – HOR, высокий – VS.

Рассмотрим процедуру построения нечёткой модели диагностики состояния успеваемости студента на основе следующей базы знаний, которая представлена в таблице 1.

Нечёткая база знаний по оценке успеваемости студента

\tilde{x}_1	\tilde{x}_2	\tilde{x}_3	\tilde{x}_4	\tilde{z}
NZ SR SR	SR NZ SR	SR NZ SR	SR SR NZ	S_0
SR SR SR	SR HOR SR	HOR SR HOR	SR SR HOR	S_1
SR HOR HOR HOR	HOR SR HOR HOR	HOR HOR SR VS	HOR HOR SR HOR	S_2
HOR VS HOR	HOR HOR VS	VS VS HOR	HOR VS VS	S_3

Согласно таблице 1, модель диагностики успеваемости студента представляется следующим образом:

$$\begin{aligned}
\mu^{S_0}(z) &= [\mu^{NZ}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_4)] \vee \\
&\quad [\mu^{SR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{NZ}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{NZ}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_4)] \vee \\
&\quad [\mu^{SR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{NZ}(\tilde{x}_4)]; \\
\mu^{S_1}(z) &= [\mu^{SR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_4)] \vee \\
&\quad [\mu^{SR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{NOR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_4)] \vee \\
&\quad [\mu^{SR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_4)]; \\
\mu^{S_2}(z) &= [\mu^{SR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_4)] \vee \\
&\quad [\mu^{HOR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_4)] \vee \\
&\quad [\mu^{HOR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{SR}(\tilde{x}_4)] \vee \\
&\quad [\mu^{HOR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{VS}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_4)]; \\
\mu^{S_3}(z) &= [\mu^{HOR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{VS}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_4)] \vee \\
&\quad [\mu^{VS}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{NOR}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{VS}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{VS}(\tilde{x}_4)] \vee \\
&\quad [\mu^{HOR}(\tilde{x}_1) \wedge \mu^{VS}(\tilde{x}_2) \wedge \mu^{HOR}(\tilde{x}_3) \wedge \mu^{VS}(\tilde{x}_4)];
\end{aligned} \tag{3}$$

здесь $\mu^{NZ}, \mu^{SR}, \mu^{HOR}, \mu^{VS}(x_i)$ - функции принадлежности.

При реализации приведённой системы нечётко-логических уравнений для всех ЛП $\tilde{x}_1 \div \tilde{x}_4, \tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3, \tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \tilde{z}$ универсальная функция

принадлежности выражается в следующем виде [1,3]:

$$\mu^i(U) = \frac{1}{1 + \left(\frac{U-b}{c}\right)^2}, \quad \text{где } U = 4 \frac{x_i - \underline{x}_i}{\overline{x}_i - \underline{x}_i}; \quad (4)$$

Параметры b и c определяются подбором [2].

Пусть в результате вычислительных экспериментов получены следующие параметры:

$$\mu^{S_0}(z) = 0.12; \quad \mu^{S_1}(z) = 0.27; \quad \mu^{S_2}(z) = 0.07; \quad \mu^{S_3}(z) = 0.05;$$

Наибольшему значению функции принадлежности соответствует решение S_1 , т.е. $\mu^{S_1}(z) = 0.27$, то есть в качестве диагноза выбирается S_1 - средний уровень студента. Принимаемое решение должно представляться в виде функции, позволяющей перевести студента из состояния S_0 в состояние S_1 , то есть $\tilde{f}: S_0 \rightarrow S_1$.

III. Заключение

Адекватная оценка успеваемости студентов – сложный процесс, зависящий от степени учёта в процессе оценки знаний, опыта, интуиции преподавателей, представленных в нечёткой форме. Обычно нечёткие данные представляются в лингвистической форме, в виде компонентов нечёткого вектора.

В статье предлагается новый, оригинальный способ комплексной диагностики успеваемости студентов, основанный на использовании всей доступной информации на базе применения принципов теории нечётких множеств. Предлагается методика построения систем нечётко-логических моделей, которую целесообразно применить для решения задач, связанных с распознаванием образов, цифровой обработкой изображений, выбором и обоснованием решений.

Литература

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В., Модели и алгоритмы принятия решений в нечётких условиях. Тюмень: Издательство Тюменского Гос. Университета, 2000, -352 с.
2. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационно-советующие системы с нечёткой логикой. -М.: Наука, 1990.-272 с.
3. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации. Винница, 1999.-320 с.
4. Солодовников И.В., Рогозин О.В., Шуруев О.В., Экспертная система оценки эффективности обучения на основе математического аппарата нечёткой логики, Контроль качества образовательного процесса, № 1, 2006., 19-22 с.

UDK 001.8:004(575.1)

MONITORING GLOBAL INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGIES GOALS AND TARGETS

Tohri Sh.

Ушбу мақолада ахборот коммуникация технологиялари соҳасидаги охириги кўрсаткичларнинг глобал миқёсдаги таҳлили келтирилган ҳамда бу таҳлил натижалари жаҳон мамлакатлари рейтинг кўрсаткичлари билан мустаҳкамланган.

Таянч сўзлар: ахборотлашган иқтисодиёт, глобал иқтисодиёт, саноатлашган иқтисодиётдан ахборотлашган иқтисодиётган ўтишнинг асосий сабаб ва омиллари.

This article presents a global overview of the latest developments in information and communication technologies (ICTs), based on internationally comparable data and agreed methodologies. It aims to stimulate the ICT policy debate in ITU Member States by providing an objective assessment of countries' performance in the field of ICT and by highlighting in areas that need further improvement.

Keywords: information economy, the global economy, the main causes and factors of the transition from an industrial economy to an informational economy.

В данной статье содержится обзорная информация о последних достижениях в области информационно-коммуникационных технологий на общемировом уровне, полученная на основе сопоставимых международных данных с использованием согласованных методологий.

Ключевые слова: информационная экономика, глобальная экономика, факторы перехода от индустриальной экономики к информационной экономике.

I. Introduction

Ten years ago, at the World Summit on the Information Society (WSIS), representatives of the international community conformed a common vision of building a “people-centered, inclusive and development-oriented information society”, and established ten targets, related to the most part to ICT connectivity and access, that were intended to measure progress towards that vision (ITU, 2005). The targets were intended to complement the Millennium Development Goals (MDGs), agreed by the United Nations in 2000, by helping to guide the contribution that ICTs could make to achieve those goals by their target date in 2015 [1].

One of the core features of the MIS Report is the ICT Development Index

(IDI). This year's report analyses ICT developments over the past five years. The results show that all of the 167 economies included in the IDI improved their IDI values between 2010 and 2015 [2]. This is good news which reflects the continuous evolvement of the global information society.

The progress which has demonstrated in a number of developing countries with significant improvements in their IDI and rankings since 2010 is particularly encouraging [3]. It has been noticed a substantial increase in mobile-broadband penetration, household ICT access and international Internet bandwidth in these more dynamic countries, among others. Their experience confirms the importance of forming advantages environment for ICT investment and innovation, and the policy approaches of these dynamic countries could be relevant to other developing economies.

II. Main part

There has passed over ten years since WSIS was conducted there have been seen major growth in the availability and use of broadband networks and services, access to ICTs and their use, particularly mobile phone services and the Internet. Global changes in the coverage of mobile networks, the numbers of mobile-cellular, fixed- and mobile-broadband subscriptions, and the individual use of the Internet and household access it, are illustrated in Chart 1[4].

This chart illustrates the strong growth in indicators measuring ICT trends. The growth in mobile-cellular (voice and SMS) and mobile-broadband subscriptions has been particularly rapid, with the deployment of mobile networks in developing countries and adoption by users of mobile devices in preference to those requiring-fixed networks. The proportion of the global population covered by mobile-cellular networks is now over 95 per cent (ITU, 2015a), while the number of mobile-cellular subscriptions has quintupled since WSIS (although this is partly attributable to multiple subscriptions). The growth in fixed-broadband subscriptions illustrated in Chart 1 is more sluggish than that of mobile broadband, with the number of fixed-telephone subscriptions worldwide has fallen over the past decade owing partly to fixed-mobile substitution.

The number of Internet users is estimated to have grown almost as rapidly as than of mobile-cellular subscriptions, quadrupling since WSIS, with over 40 per cent of the world's population now estimated to be using the Internet. Data concerning household access to and individual use of the Internet are discussed in below.

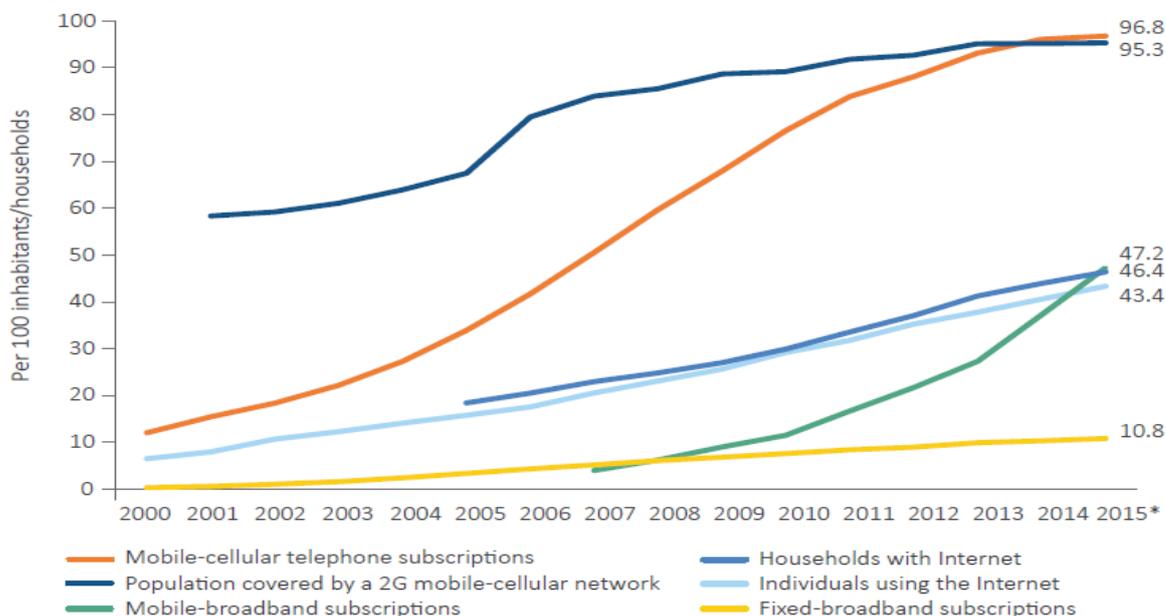
Available data suggests that these trends have continued during the period 2014-2015, although with some variations [5]. There has been little additional growth – from 96.1 to an estimated 96.8 subscriptions per 100 persons worldwide – in the ratio between mobile subscriptions and population, as the number of subscriptions approaches 100 per cent (although this does not mean that everyone now has a mobile phone –see below). A continued decline – from 15.2 to 14.5 per 100

persons – is reported in the ratio of fixed-telephone subscriptions to population, while there has been limited reported growth – from 10.3 to 10.8 per 100 inhabitants – in the number of fixed-broadband subscriptions. However, growth in the penetration of active mobile-broadband subscriptions has been very sharp, rising from 37.2 to an estimated 47.2 per 100 persons over the last twelve months, reflecting the wider availability of mobile-broadband networks, falling prices and the rapidly growing use of smart-phones and tablets. Individual use of Internet and household access have continued their steady rates of growth, from 40.6 and 43.4 per cent, respectively, to 43.9 and 46.4 per cent at the global level [4].

However, closer consideration, shows that there are still very considerable variations in these data sets, with substantial digital divides between different regions, and particularly between countries in different development categories. The data for Internet use and household access to the Internet, which is discussed in section 1.3, shows very similar digital divides. It should be noted in this context, that fixed and mobile subscriptions are not entirely comparable, since the former tend to make access available to households and businesses (with multiple users), while the latter tend to make it available to individuals.

The regional breakdown between these indicators also shows a substantial digital divide, with Africa achieving lower ICT density levels than other regions [3].

Chart 1: Global changes in major ICTs, 2000-2015*



Note: *ITU estimates.

Source: ITU.

Digital divides are found within as well as between countries, and result from differences in the quality of available networks as well as basic connectivity. In many developing countries, for example, there are substantial differences in telephone and Internet penetration between urban and rural areas, often exacerbated by

the lack of broadband capacity in the latter. A significant digital divide persists between men and women in many countries, and there are widespread digital divides between those with more or less income, associated with ICT affordability; with higher or lower educational attainment, particularly associated with the capabilities required for Internet use; and with other factors affecting the inclusion or marginalization of particular social groups, for example persons with disabilities. The Connect 2020 Agenda addresses these diverse aspects of digital inclusion and exclusion by incorporating targets relating to digital divides between countries, and to particular social and economic groups within societies.

Many other important developments that have taken place in the global ICT sector since WSIS form part of the context for forward-looking measurement and monitoring through the Agenda, as well as for implementation of WSIS outcomes and SDGs. The capabilities of networks and devices have continued to grow extremely rapidly, doubling about every two years. The quality of ICT networks and devices, particularly in terms of bandwidth and speed of connectivity, has therefore also grown very rapidly, with broadband and even high-speed broadband networks becoming the norm in developed countries. Smart-phones and tablets are displacing basic mobile phones and traditional PCs for many users, making connectivity both more mobile and more capable, in a process that will be strengthened by the spread of LTE networks. Social media services, in their infancy at the time of WSIS, have become crucial drivers of demand for connectivity.

The cloud computing market has likewise grown rapidly, driven by vast data-storage capacities and increasingly by applications in the cloud, allied with flexible user devices. Data-traffic volumes have been driven by higher bandwidth applications, particularly video, while big-data storage and analysis has become very big business, it being estimated that the volume of data generated in digital format is doubling every two years [6].

III. Conclusion

All of these developments illustrate the continued dynamic growth of ICTs, which has the potential to transform other social and economic sectors. However, it is clear that ICTs are likely to be adopted more rapidly and more extensively in developed countries with higher levels of prosperity than in developing countries, particularly LDCs. This makes it especially crucial to monitor the adoption and use of ICTs in the latter and establish evidence-based approaches to bridging the digital divide.

The Connect 2020 Agenda sets out a series of goals and targets for improvements in global ICT access, use and sustainability, and in the contribution of innovation and partnerships. The Agenda was elaborated during the year preceding the ITU Plenipotentiary Conference in 2014, through dialogue involving Member States and other stakeholders including equipment vendors, telecom operators, international, regional and national associations and organizations, civil society and

private-sector businesses. It was adopted by the Plenipotentiary Conference as part of ITU's strategic plan for the 2016-2019 quadrennium (ITU, 2014). In adopting the Agenda, ITU Member States committed themselves to the shared vision of "an information society, empowered by the interconnected world, where telecommunications/ICTs enable and accelerate social, economic and environmentally sustainable growth and development for everyone".

At the heart of the Agenda are four Connect 2020 goals, relating to:

- Growth – enabling and fostering access to and increased use of ICTs.
- Inclusiveness – bridging the digital divide and providing broadband for all.
- Sustainability – managing challenges resulting from ICT development.
- Innovation and partnership – leading, improving and adapting to the changing technology environment.

Greater ICT access will foster growth in the use of ICTs, which should in turn have a positive impact on short- and long-term social and economic development. Addressing inclusiveness should extend the potential benefits of ICTs to all, bridging digital divides between the developed and developing worlds and reaching marginal and vulnerable populations – although it is understood that connectivity in this context telecom operators, international, regional and national associations and organizations, civil society and private-sector businesses.

The ability to sustain the benefits delivered by ICTs and ensure that they contribute to the wider sustainable development agenda is critical, since growth also brings challenges and risks that need to be managed. It is through innovation and partnerships that the evolving ICT ecosystem can adapt effectively to the rapidly changing technological and social environment.

The four goals include 17 targets, designed to provide an indication of whether each of the goals is being achieved up to 2020 and to help ITU and other stakeholders to focus their priorities during that period. These targets have been set in accordance with the requirement that they should be:

- specific – describing tangible impacts that should be achieved during the time available;
- measurable – building on existing statistical indicators, leveraging available knowledge bases within ITU, relatively easy to gather in a majority of countries, and with established baselines;
- action-oriented – and thus able to guide both policy and practice;
- realistic – i.e. ambitious but achievable;
- relevant – linked to the goals of which they form a part; and
- time-bound and traceable – corresponding to the four-year time-frame for the strategic plan, and reflecting the difficulty of anticipating ICT trends over the longer term.

References

1. The Millennium Development Goals can be found at [http:// www. un. org/ millenniumgoals/](http://www.un.org/millenniumgoals/).
2. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, see: [https:// sustainabledevelopment. un. org/ post2015/ transformingourworld](https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld).
3. The ITU Plenipotentiary Conference is the top policy-making body of ITU. It is held every four years and sets the Union's general policies; adopts four-year strategic and financial plans; and elects the senior management team of the organization, the members of ITU Council, and the members of the Radio Regulations Board. For further information, see: [http:// www.itu.int/ en/ plenipotentiary/ 2014/ Pages/ default. aspx](http://www.itu.int/en/plenipotentiary/2014/Pages/default.aspx).
4. Data in this section are elaborated in ITU (2015a), and derived from those presented on the ITU Statistics website at [http:// www. itu.int/ en/ ITU- D/ Statis- tics/ Pages/ stat/ default. aspx](http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx), also available in ITU (2015b).
5. Data in the following paragraph are derived from ITU tables published online at [http:// www. itu.int/ en/ ITU- D/ Statistics/ Documents/ statistics/ 2015/ ITU_ Key_ 2005- 2015_ ICT_ data. xls](http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2015/ITU_Key_2005-2015_ICT_data.xls).
6. Source: EMC Digital Universe Study, 2014.

ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Компьютерные технологии в коррекции слуховых нарушений у детей дошкольного и школьного возрастов	<i>Акбарходжаев Ш.Н., Васильева С.А., Камолова Ю.</i>	6
Метод выделения признаков лица и его распознавания на основе локально направленных образов	<i>Тухтасинов М.Т., Нарзуллоев О.М.</i>	12
Моделирование параллельного выполнения алгоритмов интеллектуального анализа данных	<i>Куприянов М.С., Каршиев З.А.</i>	22
Акустическая обработка речевых сигналов на многоядерных процессорах	<i>Берданов У.А., Рахимов М.Ф.</i>	32
Совершенствование методов дистанционного измерения параметров фигуры для проектирования одежды	<i>Абдукаримова М.А.</i>	41
Анализ и оценка модулей программных средств для цифровой обработки космических снимков	<i>Шамсиев Р.З.</i>	49

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

Транспортные телекоммуникационные сети мобильной связи для совместного использования	<i>Ибраимов Р.Р., Холбаева М.З., Давронбеков Н.Д.</i>	57
Быстродействующие оптоэлектронные логические элементы с фотодиодом в качестве оптического входа	<i>Юнусов Н.</i>	64
Анализ методов восстановления тактовой синхронизации сетей	<i>Ибатова Д.Х.</i>	74

РАДИОТЕХНИКА, РАДИОСВЯЗЬ И ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЕ

Антенна квазидоплеровского радиопеленгатора	<i>Губенко В.А.</i>	81
Методы определения размерностей фракталов при обработке изображений и сигналов	<i>Туйчиев Б.О.</i>	89
Анализ особенности применения сенсорных сетей	<i>Хатамов А.П., Исроилов Ж.Д.</i>	95
Сжатие видеоданных изображений методом яркостного преобразования и оценка его эффективности	<i>Гаврилов И.А., Ташманов Е.Б.</i>	102

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Об одном точном решении одной нелинейной задачи теплопроводности с поглощением или источником	<i>Арипов М., Абдуллаева З.Ш.</i>	107
Нечётко-множественная модель оценки успеваемости студентов	<i>Хабирова Д.Н.</i>	113

ОБЩЕСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Анализ достижения целей и выполнения задач области информационных коммуникационных технологий на глобальном уровне	<i>Тохри Ш.</i>	117
--	-----------------	-----

INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Computer technologies for correcting hearing disabilities in pre-school and school children	<i>Akbarhodjaev Sh. N., Vasileva S.A., Kamolova U.</i>	6
Face features extraction and recognition based on local directional pattern method	<i>Tukhtasinov M.T., Narzulloev O.M.</i>	12
Modeling parallel execution of data mining algorithms	<i>Kupriyanov M.A., Karshiyev Z.A.</i>	22
Acoustic speech signal processing on multicore processors	<i>Berdanov U.A., Rakhimov M.F.</i>	32
Improvement of methods of distance measurements of figures for design clothes	<i>Abdukarimova M.A.</i>	41
Analysis and evaluation of software modules in the solution of tasks of processing the space images	<i>Shamsiev R.Z.</i>	49
INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS		
Transport telecommunication mobile network for sharing	<i>Ibraimov R.R., Xolbayeva M.Z., Davronbekov N.D.</i>	57
A high-speed optoelectronic logical elements with a photodiode as optical entrance	<i>Yunusov N.</i>	64
The analysis of recovery methods of network clock synchronization	<i>Ibatova D.X.</i>	74
RADIOTECHNICS, RADIOCOMMUNICATION AND BROADCASTING		
Quasidoppler antenna of a radio direction finder	<i>Gubenko V.A.</i>	81
Some methods of determining the dimensions of fractals in image and signal processing	<i>Tuychiyev B.O.</i>	89
Analysis of features of sensor networks	<i>Hatamov A.P., Isroilov J.D.</i>	95
Compressing video image luminance conversion method and evaluation of its effectiveness	<i>Gavrilov I.A., Tashmanov E.B.</i>	102
MATHEMATICAL MODELING AND PROGRAMMING		
To one exact solution of nonlinear problem a heat conductivity with an absorption or a source	<i>Aripov M., Abdullaeva Z. Sh.</i>	107
Fuzzy-multiple model of the estimation progress of students	<i>Habirova D.N.</i>	113
SOCIO-ECONOMIC AND HUMANITARIAN PROBLEMS		
Monitoring global information communication technologies goals and targets	<i>Tohri Sh.</i>	117

Aripov M.	<i>O'zMU "Tadbiqiy matematika va dasturlash" kafedrası professori</i>
Abdulkarimova M.A.	<i>Axborot texnologiyalari markazi Davlat unitary korxonasi</i>
Akbarhodjayev Sh.N.	<i>TATU "Komputer tizimlari" kafedrası dosenti</i>
Abdullaeva Z. Sh.	<i>TATU "Informatika asoslari" kafedrası assistenti</i>
Berdanov U.A.	<i>TATU "Kompyuter tizimlari" kafedrası assistenti</i>
Vasileva S.A.	<i>TDTU "Asbobsozlik" kafedrası dosenti</i>
Gubenko V.A.	<i>TATU "Teleradiouzatish tizimlari" kafedrası dosenti</i>
Gavrilov I.A.	<i>TATU "Teleradiouzatish tizimlari" kafedrası dosenti</i>
Davronbekov N.D.	<i>TATU talabasi</i>
Ibraimov R.R.	<i>TATU "Teleradiouzatish tizimlari" kafedrası professori</i>
Ibatova D.X.	<i>TATU "Telekommunikasita injiniringi" kafedrası katta o'qituvchisi</i>
Isroilov J.D.	<i>TATU "Mobil aloqa texnologiyalari" kafedrası assistenti</i>
Kamalova Yu.	<i>TDTU magistr</i>
Kupriyanov M.A.	<i>SPbDETY hisoblash texnikasi kafedrası professori</i>
Karshiyev Z.A.	<i>TATU katta ilmiy xodim</i>
Narzulloev O.M.	<i>TATU assistenti</i>
Raximov M.F.	<i>TATU "Kompyuter tizimlari" kafedrası assistenti</i>
Tukhtasinov M.T.	<i>TATU huzuridagi dasturiy mahsulotlar va apparat-dasturiy majmualar yaratish markazi k.i.h.</i>
Tohri Sh.	<i>TATU "AKT sohasida iqtisodiyot" kafedrası assistenti</i>
Tashmanov E.B.	<i>TATU katta ilmiy xodim, tadqiqotchi</i>
Xolbayeva M.Z.	<i>TATU "Kompyuter tizimlari" kafedrası assistenti</i>
Hatamov A.P.	<i>TATU "Mobil aloqa texnologiyalari" kafedrası ata o'qituvchisi</i>
Habirova D.N.	<i>TATU "Kompyuter tizimlari" ata o'qituvchisi</i>
Yunusov N.	<i>TATU "Telekommunikasita injiniringi" kafedrası dosenti</i>
Shamsiev R.Z.	<i>Mineral resirslar va geologiya bo'yicha O'zbekiston Respublikasi Davlat qo'mitasi, mutahassisi</i>

Jurnal rubrikalari:

- Informatika va axborot texnologiyalari.
- Infokommunikatsion tarmoqlar va tizimlar.
- Radiotexnika, radioaloqa va teleradioeshittirish.
- Matematik modellashtirish va dasturlash.
- Axborot xavfsizligi.
- Mikroelektronika va sxemotexnika.
- Ta'limni axborotlashtirish.
- Ijtimoiy-iqtisodiy va gumanitar muammolar.
- Ilmiy ma'lumot.

Har bir yozilgan maqolaning mazmunnomasi va tayanch iboralari uchta tilda (o'zbek, rus va ingliz) bo'lishi lozim. Maqola o'zbek va rus tillarida yozilgan bo'lsa albatta uning ingliz tilidagi varianti ham bo'lishi shart.

Maqolani formatlash bo'yicha namunani <http://jurnal.tuit.uz/redkol.html> saytidan olishingiz mumkin.