

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМАХ**

Монография

Харьков, 2015

УДК 681.518.54
ББК 32.965
И74

*Рекомендовано на заседании ученого совета Харьковского национального
экономического университета имени Семена Кузнеця
(протокол № 9 от 30.03.2015 г.)*

Рецензенты:

Сопронюк Федор Алексеевич – доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой математических проблем управления и кибернетики, Черновецкий национальный университет имени Юрия Федьковича;

Кораблев Николай Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры ЭВМ, ХНУРЭ;

Хома Владимир Васильевич – доктор технических наук, профессор кафедры "Защита информации", НУ "Львовская политехника".

И74 Информационные технологии и защита информации в информационно-коммуникационных системах: монография / Под ред. В.С. Пономаренко. – Х. : Вид. ТОВ "Щедра садиба плюс", 2015. – 486 с., Русск. яз. ISBN 978-617-7225-03-3

В монографии рассмотрены результаты исследований использования информационных систем и применения информационных технологий для решения широкого круга задач в управлении, образовании, экономике, промышленности, современные подходы решения задач обеспечения услуг безопасности и скрытности данных, циркулирующих в коммуникационных системах.

Монография представляет интерес как для специалистов сферы IT-технологий, обеспечения услуг безопасности и передачи в коммуникационных системах, управлением программами информатизации компаний, так и для более широкого круга преподавателей, аспирантов, студентов, специализирующимся в области разработки информационных систем и IT-технологий, полиграфии, защиты и передачи данных.

У монографії розглянуті результати досліджень використання інформаційних систем і застосування інформаційних технологій для вирішення широкого кола завдань в управлінні, освіті, економіці, промисловості, сучасні підходи вирішення завдань забезпечення послуг безпеки і скритності даних, що циркулюють в комунікаційних системах.

Монографія представляє інтерес як для фахівців сфери IT-технологій, забезпечення послуг безпеки та передачі в комунікаційних системах, управління програмами інформатизації компаній, так і для більш широкого кола викладачів, аспірантів, студентів, що спеціалізуються в області розробки інформаційних систем та IT-технологій, поліграфії, захисту і передачі даних.

ISBN 978-617-7225-03-3

УДК 681.518.54
ББК 32.965
Коллектив авторов, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
<i>Информационные технологии в технических системах</i>	
Раздел 1. Лосев М.Ю. Анализ эффективности алгоритмов маршрутизации пакетов в сетях, использующих гибридные протоколы	12
Раздел 2. Петришин Л.Б., Петришин М.Л. Эффективность применения фибоначчи-подобных систем счисления	25
Раздел 3. Мохамад Абу Таам Гани, Смирнов А.А. Метод управления доступом в интеллектуальных узлах коммутации	41
Раздел 4. Коваленко А.С., Коваленко А.В. Разработка структуры базы данных интегрированной информационной системы	54
Раздел 5. Лысенко И.А., Смирнов А.А. Исследование методов и процедур проектирования тестовых наборов на основе упорядоченных каскадных таблиц решений	68
Раздел 6. Альошин Г.В., Коломийцев А.В. Синтез совмещенной лазерной системы связи с кооперируемыми летательными аппаратами	82
<i>Защита информации в информационных коммуникационных системах</i>	
Раздел 7. Белецкий А.Я. Рандомизированные криптографические примитивы нелинейной подстановки	96
Раздел 8. Дудыкевич В.Б., Максимович В.Н., Микитин Г.В. Развитие концептуальных основ безопасности информационно-коммуникационных технологий	112
Раздел 9. Король О.Г., Биккузин К.В. Усовершенствованный алгоритм MAC, основанный на использовании модулярных преобразований	127
Раздел 10. Евсеев С.П., Свердлов Т.А. Исследование угроз методов двухфакторной аутентификации	141
Раздел 11. Засядько А.А. Восстановление параметров объектов информационного обеспечения автоматизированных систем управления на основе дифференциально-нетейлоровских преобразований	154
Раздел 12. Казакова Н.Ф., Фразе-Фразенко А.А. Принципы мониторинга информационной инфраструктуры при обеспечении миграции данных в безопасные сегменты	164
Раздел 13. Кобозева А.А. Общие принципы построения методов выявления нарушения целостности цифрового изображения	178
Раздел 14. Ковтун В.Ю., Охрименко А.А. Арифметические операции с отложенным переносом над целыми числами	193

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 15. Ковтун В.Ю., Ковтун М.Г. Подходы к повышению производительности операции деления больших целых чисел, на основе расширенного алгоритма Евклида	208
Раздел 16. Кононович В.Г., Кононович И.В. Модель системы информационной безопасности консолидированной информации при информационном противоборстве	220
Раздел 17. Кошева Н.А., Мазниченко Н.И. Использование стенографических методов для защиты текстовой информации	234
Раздел 18. Мельник М.А. Разработка стеганографических методов и алгоритмов, устойчивых к атаке сжатием, методика их сравнительной оценки	247
Раздел 19. Хорошко В.А., Хохлачова Ю.Е. Стратегия, методы и модели управления безопасностью информационных технологий	265
Раздел 20. Белецкий А.Я. Конечные поля, порождаемые пространственными матрицами Галуа	280
<i>Информационные технологии в экономике, экологии, медицине и образовании</i>	
Раздел 21. Брынза Н.А., Вильхивская О.В. Определение решения по инвестиционному развитию производственной системы	295
Раздел 22. Вильхивская О.В., Брынза Н.А. Технологическая платформа, как инновационный элемент развития предприятий машиностроительной отрасли	309
Раздел 23. Карасюк В. В., Иванов С. Н. Организационные и технологические модели дистанционного обучения в правовых дисциплинах	323
Раздел 24. Ушакова И.А. Моделирование поведения участников канала сбыта на основе аппарата сетей Петри	337
Раздел 25. Шматко А.В., Манева Р.И. Математическое и программное обеспечение задачи проектирования и модернизации организационной структуры управления агрохолдингом	350
Раздел 26. Шматко А.В., Фонта Н.Г. Модели и информационные технологии управления конкурентоспособностью промышленного предприятия	367
<i>Стартапы и инновационное предпринимательство</i>	
Раздел 27. Щербаков А.В. Разработка метода минимизации объема передачи данных в системах онлайн поддержки стартап-проектов	381

СОДЕРЖАНИЕ

Компьютеризированные технологии и системы издательско-полиграфических производств и электронных мультимедийных изданий

Раздел 28. Коц Г.П., Бондарь И.А. Методика разработки web-приложения для приёма заказов оперативной полиграфии	395
Раздел 29. Браткевич В. В. Методика количественной оценки связей между критериями качества мультимедийной продукции	409
Раздел 30. Пушкарь А.И., Грабовский Е.Н. Методика разработки web-портала полиграфических дисциплин	423
Раздел 31. Иванов В.Г., Гвозденко М.В. Анализ методов сжатия изображений оцифрованного текста	436
Раздел 32. Ломоносов Ю. В., Любарский М. Г. Компрессия изображения текста на основе нечеткой классификации вертикальных элементов строки	449
Раздел 33. Потрашкова Л. В. Поддержка принятия стратегических решений по управлению полиграфическими предприятиями в условиях технологической революции	462
Список использованной литературы	474

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития и внедрения современных информационно-коммуникационных технологий характеризуется расширением и развитием сферы их использования. Это относится к таким направлениям, как автоматизация технических и социально-экономических систем, образование и наука, промышленное производство. Важнейшими вопросами, требующими своего решения, является внедрение информационных систем и технологий в сферах, определяемых государственными программами приоритетных направлений науки и техники и образования. В этой связи актуальность разработки новых концепций, подходов и методов, позволяющих повысить эффективность функционирования современных информационных систем, является актуальной.

Данная монография отражает научные исследования, посвященные различным аспектам информационных систем и технологий, представленным на VII Международной научно-практической конференции “Проблемы и перспективы развития IT-индустрии”, проведенной на базе кафедры информационных систем Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця 17–18 апреля 2015 г.

В монографии нашли отражение результаты научных исследований в сфере применения информационных технологий в технических системах, защиты информации в информационно-коммуникационных системах, использования информационных технологий в экономике, экологии, медицине и образовании, в компьютеризированных технологиях и издательско-полиграфических производствах и электронных мультимедийных изданиях, проблематике стартапов и инновационного предпринимательства.

В разделах 1 – 6 приведены основные результаты, представленные на секции 1 “Информационные технологии в технических системах”:

проведен анализ эффективности алгоритмов маршрутизации пакетов в сетях, использующих гибридные протоколы; рассмотрена эффективность применения фибоначчи-подобных систем счисления; предложен и исследован метод управления доступом в интеллектуальных узлах коммутации; разработана структура базы данных интегрированной информационной системы; исследованы методы и процедуры проектирования тестовых наборов на основе упорядоченных каскадных таблиц решений; проведен синтез совмещенной лазерной системы связи с кооперируемыми летательными аппаратами.

В разделах 7 – 20 отражены основные результаты, представленные на секции 2 “Защита информации в информационных коммуникационных системах”:

рассмотрены рандомизированные криптографические примитивы нелинейной подстановки; рассмотрены концептуальные основы безопасности информационно-коммуникационных технологий; рассмотрен усовершенствованный алгоритм MAC, основанный на использовании модулярных преобразований; проведено исследование угроз методов двухфакторной аутентификации; рассмотрен метод восстановления параметров объектов информационного обеспечения автоматизированных систем управления на основе дифференциально-нетейлоровских преобразований; рассмотрены принципы мониторинга информационной инфраструктуры при обеспечении миграции данных в безопасные сегменты; разработаны общие принципы построения методов выявления нарушения целостности цифрового изображения; предложены подходы к повышению производительности операции деления больших целых чисел на основе расширенного алгоритма Евклида; разработана модель системы информационной безопасности консолидированной информации при информационном противоборстве; разработаны стеганографические методы и алгоритмы, устойчивые к атаке сжатием, а также методика их сравнительной оценки; предложены стратегия, методы и модели управления безопасностью информационных технологий; рассмотрены конечные поля, порождаемые пространственными матрицами Галуа; разработаны подходы к повышению производительности операции деления больших целых чисел, на основе расширенного алгоритма Евклида.

В разделах 21 – 26 отражены основные результаты, представленные на секции 3 «Информационные технологии в экономике, экологии, медицине и образовании»:

разработана технологическая платформа, как инновационный элемент развития предприятий машиностроительной отрасли;

разработаны организационные и технологические модели дистанционного обучения в правовых дисциплинах; проведено моделирование поведения участников канала сбыта на основе аппарата сетей Петри; разработано математическое и программное обеспечение задачи проектирования и модернизации организационной структуры управления агрохолдингом; разработаны модели и информационные технологии управления конкурентоспособностью промышленного предприятия.

В разделе 27 отражены результаты, представленные на секции 4 «Стартапы и инновационное предпринимательство»: разработка метода минимизации объема передачи данных в системах онлайн-поддержки стартап-проектов.

В разделах 28 – 33 отражены основные результаты, представленные на секции 5 «Компьютеризированные технологии и системы издательско-полиграфических производств и электронных мультимедийных изданий»:

разработана методика разработки web-приложения для приёма заказов оперативной полиграфии; разработана методика количественной оценки связей между критериями качества мультимедийной продукции; разработана методика разработки web-портала полиграфических дисциплин; проведен анализ методов сжатия изображений оцифрованного текста; разработан метод компрессии изображения текста на основе нечеткой классификации вертикальных элементов строки; разработана система поддержки принятия стратегических решений по управлению полиграфическими предприятиями в условиях технологической революции.

Монография предназначена для научных работников и профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений, работающих в сфере информационно-коммуникационных технологий.

Монография подготовлена авторским коллективом в следующем составе:

1. Алёшин Г.В., Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, доктор технических наук, профессор кафедры транспортной связи – раздел 6 (в соавторстве);
2. Белецкий А.Я., Национальный авиационный университет, доктор технических наук – раздел 7, 20;
3. Биккузин К.В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, преподаватель кафедры информационных систем.– раздел 9 (в соавторстве);
4. Бондарь И.А., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 28 (в соавторстве);
5. Браткевич В. В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 29;
6. Брынза Н.А., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, доцент кафедры ИКТ – раздел 21, 22 (в соавторстве);
7. Вильхивская О.В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, преподаватель – раздел 21, 22 (в соавторстве);
8. Гвозденко М.В., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, старший преподаватель – раздел 31 (в соавторстве);
9. Грабовский Е.Н., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 30 (в соавторстве);

10. Дудыкевич В.Б., Национальный университет "Львовкая политехника", доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры защиты информации – раздел 8 (в соавторстве);
11. Евсеев С.П., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 10 (в соавторстве);
12. Засядько А.А., Черкасский институт банковского дела Университета банковского дела Национального банка Украины, доктор технических наук, профессор кафедры высшей математики и информационных технологий – раздел 11;
13. Иванов В.Г., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, доктор технических наук, профессор – раздел 31 (в соавторстве);
14. Иванов С.Н., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, кандидат технических наук, доцент – раздел 23 (в соавторстве);
15. Казакова Н.Ф., Одесский национальный экономический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем в экономике – раздел 12 (в соавторстве);
16. Карасюк В.В., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, кандидат технических наук, доцент – раздел 23 (в соавторстве);
17. Кобозева А.А., Одесский национальный политехнический университет, доктор технических наук, профессор – раздел 13;
18. Коваленко А.В. – Кировоградский национальный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры программного обеспечения – раздел 4 (в соавторстве);
19. Коваленко А.С., Кировоградский национальный технический университет, ассистент кафедры программного обеспечения – раздел 4 (в соавторстве);
20. Ковтун В.Ю., Национальный авиационный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности информационных технологий – раздел 14, 15 (в соавторстве);
21. Ковтун М.Г., Национальный авиационный университет, аспирант кафедры безопасности информационных технологий – раздел 15 (в соавторстве);
22. Коломийцев А.В., Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского отдела научного центра ВС ХУВС им. Ивана Кожедуба, Заслуженный изобретатель Украины – раздел 6 (в соавторстве);
23. Кононович В.Г., Одесский национальный политехнический университет, кандидат технических наук, доцент – раздел 16 (в соавторстве);
24. Кононович И.В., Одесская национальная академия пищевых технологий, аспирант – раздел 16 (в соавторстве);
25. Король О.Г., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 9 (в соавторстве);

26. Коц Г.П., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 28 (в соавторстве);
27. Кошечая Н.А., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, кандидат технических наук, доцент – раздел 17 (в соавторстве);
28. Ломоносов Ю.В., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники – раздел 32 (в соавторстве);
29. Лосев М.Ю. Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 1;
30. Лысенко И.А., Кировоградский национальный технический университет, аспирант – раздел 5 (в соавторстве);
31. Любарский М.Г., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, доктор физ. – матем. наук, профессор кафедры информатики и вычислительной техники – раздел 32 (в соавторстве);
32. Мазниченко Н.И. Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, старший преподаватель – раздел 17 (в соавторстве);
33. Максимович В.Н., Национальный университет "Львовкая политехника", доктор технических наук, заведующий кафедры БИТ – раздел 8 (в соавторстве);
34. Манева Р.И., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», аспирант – раздел 25 (в соавторстве);
35. Мельник М.А., Одесский национальный политехнический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры информационная безопасность – раздел 18;
36. Микитин Г.В., Национальный университет "Львовкая политехника", доктор технических наук, профессор кафедры защиты информации, – раздел 8 (в соавторстве);
37. Мохамад Абу Таам Гани, Кировоградский национальный технический университет, аспирант – раздел 3 (в соавторстве);
38. Охрименко А.А., Национальный авиационный университет, ассистент кафедры безопасности информационных технологий – раздел 14 (в соавторстве);
39. Петришин Л.Б., AGH University of Science and Technology, Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника, доктор технических наук, заведующий кафедры информатики – раздел 2 (в соавторстве);
40. Петришин М.Л., Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника, аспирант – 2 (в соавторстве);
41. Потрашкова Л.В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 33;

42. Пушкарь А.И., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 30 (в соавторстве);

43. Свердло Т.А., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, преподаватель кафедры информационных систем – раздел 10 (в соавторстве);

44. Смирнов А.А., Кировоградский национальный технический университет, доктор технических наук, заведующий кафедры программного обеспечения – раздел 3, 5 (в соавторстве);

45. Ушакова И.А., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 24;

46. Фонта Н.Г., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кандидат технических наук, доцент – раздел 26 (в соавторстве);

47. Фразе-Фразенко А.А., Одесский национальный экономический университет, заместитель начальника центра информационных технологий – раздел 12 (в соавторстве);

48. Хорошко В.А., Национальный авиационный университет, доктор технических наук, профессор – раздел 19 (в соавторстве);

49. Хохлачова Ю.Е., Национальный авиационный университет, старший преподаватель – раздел 19 (в соавторстве);

50. Шматко А.В., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кандидат технических наук, доцент – раздел 25, 26 (в соавторстве);

51. Щербаков А.В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, профессор кафедры информационных систем – раздел 27;

Кафедра информационных систем Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця выражает благодарность всем исследователям, принявшим участие в подготовке и публикации монографии.

РАЗДЕЛ 31

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОЦИФРОВАННОГО ТЕКСТА

***Аннотация** В работе рассматриваются методы классификации, применяемые при сжатии файла с битональным изображением текста, полученным сканированием или цифровым фотографированием. Особое внимание обращается на используемые при этом меры различия двух изображений символов, выделенных из изображения текста. Предложенные меры отличия практически не зависят от контурных шумов сравниваемых символов. Для известных на сегодняшний день алгоритмов классификации, включая хорошо известный алгоритм JB2, приведены количественные характеристики классификации – число классов, получаемых этими алгоритмами для изображения стандартной страницы текста. Чем меньше это число, тем качество классификации считается выше, так как дает лучшее сжатие файла с изображением текста.*

***Ключевые слова:** классификация символов, сжатие изображений текста, меры отличия символов.*

***Abstract** This paper discusses methods of classification used in the compressed files with a bitonal image of the text, obtained by scanning or digital photography. Particular attention is drawn to the measures used for this difference between the two character images extracted from the image text. The proposed measures differences are practically independent of the noise contour compared characters. For the currently known classification algorithms, including the well-known algorithm JB2, given the quantitative characteristics of classification - the number of classes obtained by these algorithms for the image of the standard page of text. The smaller the number, the higher the quality of the classification is considered, as it gives better compression image file text.*

***Keywords:** classification symbols, text image compression, measures the difference of characters.*

Введение и постановка задачи. В недавнем прошлом создание электронной книги происходило только с помощью ручного набора текста, что является крайне трудоемкой и, следовательно, дорогой операцией. В настоящее время оцифровка печатных документов осуществляется с помощью сканера или цифрового фотоаппарата с последующей программной обработкой и сохранением в одном из форматов графических файлов. Этот этап обязателен. На втором, необязательном этапе производится оптическое распознавание текста (технология OCR), превращающая изображение текста в собственно текст, с последующим сохранением в одном из форматов электронных книг.

Вёрстаные книги – это либо материал, подготовленный авторами в каком-либо редакторе, например, во всем доступном MS Word, либо распознанная и вручную вычитанная и отформатированная печатная книга. Конечным результатом является электронная книга в формате PDF (Adobe Portable Document Format), e Book (Electronic Publication), FB2 (Fiction Book) и многих других. Такие файлы обычно содержат векторные шрифты и иллюстрации высокого качества, поэтому они пригодны для печати в любом разрешении, для просмотра на экране и для

поиска по тексту книги, включая возможность выделять и копировать куски текста и иллюстрации. Файлы этого вида обычно называют *векторными*. В этом случае становится возможен полнотекстовый поиск по книге и индексация больших массивов электронных книг, однако затрудняется воспроизведение оригинальной вёрстки, изображений, схем и формул, практически неизбежными становятся ошибки распознавания. Нынешнее состояние программ оптического распознавания заставляет форматировать всё это вручную и исправлять многочисленные ошибки в распознанном тексте. Поэтому для большинства печатных книг гораздо легче делать *растровые*, а не векторные электронные версии.

Растровая версия печатной книги представляет собой набор изображений каждой ее страницы. Даже в чисто текстовых книгах – без иллюстраций, таблиц или формул – оптическое распознавание порой даёт трудно выявляемые ошибки. А в растровых книгах полностью сохраняется оригинальная вёрстка и исключаются какие-либо ошибки. Однако невозможен контекстный поиск или извлечение фрагментов текста, например, для цитирования. Еще один недостаток – без специального сжатия растровая книга занимает очень много места. Поэтому в последнее время усиленно ищутся специальные алгоритмы сжатия изображений страниц, которые в основном содержат текст, но могут включать иллюстрации, схемы, формулы. В этом направлении уже достигнуты серьезные результаты. Например, средний размер растровых книг в формате DjVu [60] – 13 КБ на страницу, то есть примерно столько же, сколько и в векторном варианте.

Есть промежуточный путь. Некоторые программы позволяют делать файлы формата PDF [114], в которых весь плохо распознанный материал содержится в растровом виде, а остальная часть – в векторном. Такие PDF файлы, однако, сильно проигрывают чисто растровым книгам и по внешнему виду (нестыковка векторных шрифтов и фрагментов изображения страницы), и по размеру файлов.

Остается единственный путь – улучшение сжатия растровых изображений текста.

В этом направлении сделаны существенные шаги, начиная от уже показавших свою практическую ценность форматов PDF и DjVu и заканчивая алгоритмами [25; 90; 57], находящимися еще в стадии разработки.

Цель настоящей главы – дать обзор идей и методов, на которых основаны эти алгоритмы, и провести сравнение достигнутых с их помощью результатов по сжатию изображений текста.

Основная часть.

Форматы сжатия изображений. Форматы DJVU и PDF. Создано очень много хороших форматов сжатия изображений, каждый из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Наиболее популярны форматы JPEG [25] и JPEG2000 [90] в случае, если требуется хорошее сжатие без заметной потери качества изображения. Недаром большинство цифровых фотокамер сохраняют сделанные снимки (в том числе) в одном из этих форматов. Однако, как и все

форматы сжатия изображений, основанные на алгоритмах ортогональных преобразований, они абсолютно непригодны для сжатия изображений текста. Дело в том, что избыточность информации, которую устраняют подобного рода алгоритмы, основана на малом градиенте яркости в большинстве точек растрового изображения. При этом гармоники (косинус преобразования в JPEG или вейвлет-гармоники в JPEG2000) быстро убывают с номером, и большое число пикселей исходного изображения после ортогонального преобразования можно, практически не теряя информации, заменить малым числом гармоник. Поэтому хорошо сжимаются размытые цветные или полутоновые изображения, такие как портреты, пейзажи и тому подобное. Но, чем больше мелких и контрастных деталей имеется на изображении, тем хуже сжатие. Бинарное (двухцветное) изображение текста представляет собой крайнюю степень контрастного изображения, изобилующего мелкими деталями (буквами, цифрами, знаками препинания). Поэтому сжатие такого изображения всеми алгоритмами, использующими ортогональные преобразования, является неудовлетворительным.

Однако книжная страница может содержать в качестве иллюстрации размытое изображение, и применение к нему, скажем, JPEG2000 более чем оправдано. Рассмотрим, как это делается в лучшем из имеющихся в настоящее время форматов DjVu, который сжимает текст одним алгоритмом, а иллюстрации – другим.

DjVu (с французского – «уже виденное») – технология сжатия изображений с потерями, разработанная специально для хранения сканированных документов: книг, журналов, рукописей и прочего. Формат очень эффективен, если необходимо передать все нюансы оформления книги, например, исторических документов, когда важно не только содержание, но и цвет, фактура бумаги, ее дефекты, следы, оставленные другими предметами и так далее.

DjVu стал основой для многих научных библиотек. Огромное количество книг в этом формате доступно в файлообменных сетях. Имеется несколько общедоступных программ для чтения файлов этого формата.

Для сжатия изображений в DjVu применяется специальная технология, разделяющая исходное изображение на три слоя: передний план, задний план и чёрно-белую (однобитовую) маску. Маска сохраняется с разрешением исходного файла. Именно она содержит изображение текста и прочие чёткие детали. Разрешение заднего плана, в котором остаются иллюстрации и текстура страницы, по умолчанию понижается для увеличения сжатия. Передний план содержит цветовую информацию о маске, его разрешение обычно понижается ещё сильнее. Затем задний и передний планы сжимаются с помощью вейвлет-преобразования, а маска – алгоритмом JB2 [57].

Этот алгоритм и подобные ему алгоритмы сжатия бинарных изображений текста и являются предметом настоящей работы. Важные, но по сути

второстепенные задачи разделения страницы на слои, содержащие текст и изображения, мы оставляем в стороне, так как степень сжатия, если, конечно, книга не состоит из одних иллюстраций, определяется именно применяемым алгоритмом сжатия бинарного (обычно черно-белого) текста.

В формате PDF с этой целью используется алгоритм JBIG2 [90; 57]. Сравнивая форматы DjVu и PDF по уровню сжатия изображений книжных страниц, в основном нужно сравнивать алгоритмы сжатия JB2 и JBIG2 соответственно.

Изначально для сжатия чёрно-белых изображений существовали форматы Huffman, RLE, CCIT FAX G3 и CCIT FAX G4. В основном они предназначались для увеличения скорости передачи документов по факсу. Потом появился формат JBIG (1993), который был позже переименован в JBIG1. Но он не получил широкого распространения. Вместо него стал использоваться формат JBIG2, предложенный Группой Экспертов в Сжатии Бинарных Изображений (JointBi-level Image Experts Group), который в 2000 году был опубликован как международный стандарт ITU T.88 и в 2001 году как стандарт ISO/IEC 14492.

Начиная с 1996 года, появился формат DjVu, в котором был реализован алгоритм JB2. Этот алгоритм сжатия разработала фирма AT&T (автор JB2 – Пауль Говард) в ответ на создание формата JBIG2.

Как и JBIG2, так и JB2, существуют в двух вариантах: с потерями и без потерь. Нас интересует в основном варианты с потерями, так как они дают значительно большее сжатие при, практически, том же качестве изображения. Варианты без потерь используются сравнительно редко, в специальных целях (астрономических, медицинских, криминалистических и т. п.).

На рис. 31.1, взятом из работы [114], показаны результаты сравнительного тестирования алгоритмов JB2 и JBIG2.

Дадим некоторые пояснения:

- a. DjVu Vitonal – это другое название JB2.
- b. Цифры в круглых скобках непосредственно над сплошными и перфорированными столбцами – это степень сжатия.
- c. "CCIT F4", "CCIT F7" и "CCIT F10" – это названия стандартных тестовых изображений для сравнения сжатия разных кодировщиков.

Тесты показали, что файлы, закодированные алгоритмом JB2, значительно меньше, чем файлы, закодированные JBIG2, на большинстве текстовых изображений, и примерно одинаковы на простых и растринированных чёрно-белых изображениях. Кроме того, кодирование/декодирование у алгоритма JB2 быстрее, чем у алгоритма JBIG2.

Оба алгоритма схожи в следующем: они используют посимвольную сегментацию и словарь разделенных символов. Это означает, что страница текста делится на строки, а те, в свою очередь, на символы (буквы, цифры, знаки препинания и тому подобные). Разделенные символы сохраняются в словаре.

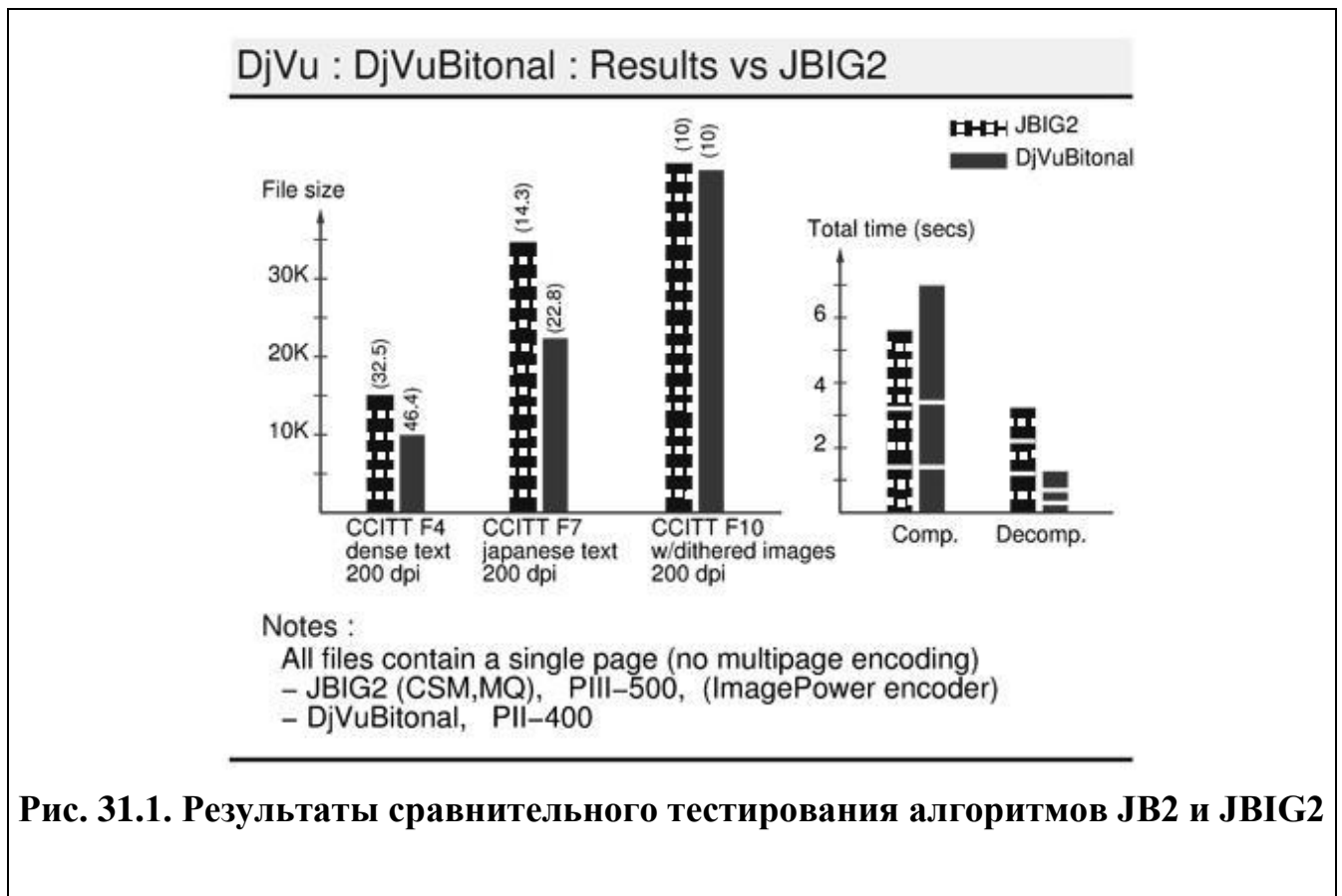


Рис. 31.1. Результаты сравнительного тестирования алгоритмов JB2 и JBIG2

Однако есть существенные различия:

a. JB2 использует алгоритм "soft pattern matching" (см. далее), а JBIG2 – просто "pattern matching". JBIG2 значительно сильнее искажает символы, нежели JB2.

b. JB2 перед кодированием делает сглаживание символов, что даёт выигрыш в сжатии до 10%. Кроме того он удаляет шумовую составляющую изображения (Denoise) для режима максимального сжатия. JBIG2 (вроде бы, точно не известно) ничего этого не делает.

c. JB2 использует словарь разделённых символов, охватывающий группу смежных страниц, а JBIG2 (вроде бы, тоже точно не известно) составляет этот словарь в пределах одной страницы. (Кстати, характеристики сравниваемых алгоритмов, приведенные на рис. 31.1, относятся к сжатию одной страницы, так что это преимущество JB2 в тестах не отражено.)

d. JB2 уступает алгоритму JBIG2 в кодировании полутоновых изображений. Но в формате DjVu такие изображения сжимаются с помощью вейвлет-преобразования, что значительно эффективнее, чем использование JBIG2.

Алгоритм JBIG2 значительно сложнее: его спецификация занимает почти 200 страниц, в то время как спецификация алгоритма JB2 уместится на 19 страницах вместе с описанием арифметического кодера. Возможно, это вызвано тем, что каждый член Группы Экспертов в Сжатии Бинарных Изображений хотел

добавить что-либо своё в JBIG2. Считается, что JBIG2 настолько сложен, что мало какие JBIG2-кодировщики из уже реализованных используют все возможности, указанные в его спецификации.

В то же время алгоритм JB2 прост, изящен и более эффективен. Поэтому новые алгоритмы сжатия бинарных изображений текста имеет смысл сравнивать именно с ним.

Сжатие изображения текста на основе выделения символов и их классификации. Высокие результаты, демонстрируемые алгоритмом JB2, объясняются тем, что он использует классификацию символов.

Пусть необходимо сжать некую информацию, которую можно разбить каким-то образом на элементы. Если эти элементы информации объединить в классы так, чтобы в каждом классе находились тождественные (pattern matching) или почти тождественные (soft pattern matching) элементы, то нет нужды хранить все элементы информации – достаточно хранить только по одному элементу из каждого класса. Совокупность таких элементов – представителей классов – называется *словарем*. Кроме того для восстановления информации нужно еще иметь таблицу, называемую «картой размещения классов», которая для каждого класса указывает, в каком месте исходной информации находятся его элементы.

Ясно, что степень сжатия информации с помощью классификации тем выше, чем меньше классов образуется при классификации и чем больше элементов в каждом классе.

В случае сжатия изображения бинарного (далее черно-белого) текста естественным элементом информации является изображение отдельного символа (буквы, цифры, знака препинания и т.п.). Выделение символов не представляет собой особо трудную задачу. Во всех известных алгоритмах, включая алгоритм JB2, символы выделяются как связные области, состоящие из черных точек.

Следует заметить, что при этом некоторые грамматические символы распадаются на части (например, буква «ё» дает три символа), а некоторые (например, сочетания вида “fh”) объединяются в один. Кроме того метод непригоден для текстов с псевдо рукописным шрифтом. Сжатие таких текстов алгоритмом JB2 и другими катастрофически низкое.

Однако не это представляет собой главную трудность при классификации уже разделенных символов.

На рис. 31.2, взятом из работы [90], представлены три случайно выбранные изображения буквы «п» из различных 257, входящих в изображение страницы текста формата А4, при разрешении сканирования 300 dpi.

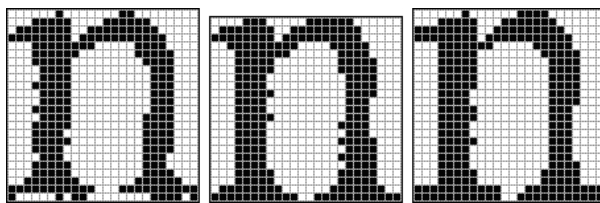


Рис. 31.2. Влияние шумов печати и сканирования на изображения символа «п».

Легко верится, и это действительно так, что на странице не найдется ни одной пары символов «п», полностью совпадающих друг с другом. То же, за редким исключением, относится и к другим символам, даже точкам. Причиной этого явления являются шумы (то есть случайные искажения), возникающие при печати страницы и ее последующем сканировании. Шумы печати в основном вызваны диффузией краски, жидкой или твердой, вдоль хаотически расположенных капилляров бумаги. Шумы сканирования – несовпадением контуров символа с матрицей сканера, подобно тому, как прямая наклонная линия на экране монитора отображается «ступеньками».

Человеку легко заметить, что все три изображения, приведенные на рис. 31.2, представляют собой букву «п». Однако пока не существует алгоритма, который мог бы установить тождественность этих символов с той же достоверностью, что и человек. Это и есть главная трудность, не позволяющая разбить изображения символов на классы, так чтобы одновременно выполнялись два условия:

- В каждом классе находятся изображения только одного и того же символа;
- Все изображения какого-либо символа находятся в одном классе.

Все алгоритмы классификации являются тем или иным компромиссом между этими условиями, причем условие 1 должно выполняться достаточно жестко, иначе в восстановленном тексте будут перепутаны символы, чем иногда грешит алгоритм JB2. Например, иногда путает между собой буквы «b» и «h».

Соблюдение условия 1 влечет за собой ужесточение алгоритма сравнения изображений символов, так что условие 2, практически, невыполнимо. Это приводит к появлению значительно большего числа классов, чем количество символов, изображенных на странице, так как практически все символы дают по несколько классов своих изображений. Чем больше при классификации образуется классов, тем больше словарь и (логарифмически) больше карта расположения классов. Как следствие, понижается степень сжатия. И хотя алгоритм JB2 и другие используют те или иные методы дополнительного сжатия словаря и карты, эффективность алгоритма в целом определяется *качеством классификации*, то есть количеством получившихся классов, которое в идеале (условие 2) должно совпадать с количеством символов, присутствующих в тексте, чье изображение сжимается.

В табл. 31.1 из работы [90] для различных разрешений сканирования показано количество классов, полученных предлагаемым в этой работе алгоритмом классификации (предпоследний столбец) и алгоритмом JB2 (последний столбец).

Таблица 31.1

Количество классов для различных разрешений сканирования алгоритмом классификации ИЛЛ и алгоритмом JB2

Разрешение сканирования (dpi)	Количество классов в исходном изображении	Количество классов после основной классификации $\varepsilon_{opt} = 6\%$	Количество классов после второй классификации $\varepsilon_{opt} = 6\%$	Количество классов после классификации алгоритмом JB2
600 dpi	3558	197	72	314
500 dpi	3557	137	72	259
400 dpi	3557	130	71	199
300 dpi	3545	122	95	235
200 dpi	3890	237	148	451

Первый столбец показывает разрешение, использованное при сканировании одной и той же страницы формата А4 с черно-белым текстом, набранным шрифтом Times New Roman, 12 pt. Второй столбец – количество классов при тождественной классификации, то есть классов, состоящих из полностью совпадающих изображений символов. (Содержание третьего столбца будет обсуждаться позднее.)

Из таблицы следует несомненное превосходство алгоритма ИЛЛ – будем для краткости называть так алгоритм, предложенный в упомянутой работе [90], – над алгоритмом JB2. Словарь ИЛЛ получается почти в три раза короче, чем словарь JB2. Табл. 31.2 отображает превосходство в степени сжатия той же страницы, что показана и в табл. 31.1.

Таблица 31.2

Сравнение методов сжатия

Разрешение сканирования (dpi)	200	300	400	500	600
Исходный размер файла (kb)	505,3	1080,2	2003,9	3111,2	4498,0
Методы	Размер файла после сжатия (kb) / Коэффициент сжатия				
JPEG 2000	132,8/3,8	288,6/3,74	532,4/3,76	830,0/3,75	1200,3/3,75
JBIG2	61,4/8,2	96,1/11,2	119,6/16,7	148,9/20,9	178,9/25,1
JB2	9,6/52,6	8,7/124,1	9,9/202,4	11,4/272,9	13,6/330,7
ИЛЛ	8,1/62,3	8,0/135,0	8,0/250,4	8,8/353,5	10,3/436,7

Не слишком существенное различие между коэффициентами сжатия, продемонстрированными алгоритмами ИЛЛ и JB2, объясняется тем, что авторы алгоритма ИЛЛ интересовались только классификацией выделенных изображений символов и не оптимизировали алгоритм дополнительного сжатия

словаря и карты размещения классов (использовался универсальный алгоритм без потерь 7z).

Кроме того табл. 31.2 показывает, что применение лучшего для сжатия размытых изображений алгоритма JPEG 2000 мало что дает при сжатии изображения черно-белого текста без иллюстраций.

Ниже будет рассматриваться еще один очень интересный алгоритм, предложенный И. Межировым [90], несмотря на то, что полученные им результаты более чем скромны: качество классификации в среднем составляет 5 – 10 изображений символов на класс, а файл сжимается на 50 – 60%%. Но нужно помнить, что в 2003 году, когда писалась эта работа, была доступна только демонстрационная версия JB2 из пакета DjVu Libre, которая давала, как указано в работе, сжатие на 25 – 35%%. И хотя можно предполагать, что сжималась изображение стандартной страницы текста, явно это в работе не указано. И, скорее всего, не использовалось дополнительное сжатие словаря и карты расположения классов.

Алгоритмы классификации разделенных символов. Чтобы разделить имеющуюся совокупность изображений символов на классы нужно:

1. выбрать какую-либо *меру отличий* изображений двух символов, позволяющую, если она достаточно мала, утверждать, что изображения представляют собой один и тот же символ (soft matching), и их можно отнести к одному и тому же классу;

2. выбрать какой-нибудь алгоритм разбиения на классы.

Второй пункт не очень существен. В алгоритме ИЛЛ, например, используется известный алгоритм «просеивания» [90]. Он состоит в том, что к произвольному еще не классифицированному элементу присоединяются те также неклассифицированные элементы, которые согласно мере отличия из пункта 1 достаточно близки к нему. Первый элемент и все к нему присоединенные образуют класс. Алгоритм заканчивает работу, когда все элементы оказываются классифицированными.

Алгоритм Межирова использует процедуру близкую к известному алгоритму «выращивания областей» [90]: новый неклассифицированный элемент присоединяется к классу, если согласно мере отличий из первого пункта он достаточно близок хотя бы к одному из элементов этого класса. Классификация заканчивается, когда не остается ни одного неклассифицированного элемента.

Так как сравнение двух изображений сравнительно трудоемкий процесс, то для сокращения времени работы последнего алгоритма, он дополняется следующим положением. Если при проверке принадлежности элемента к классу встречается элемент класса, достаточно отличающийся от проверяемого, то проверяемый элемент сразу же отвергается.

Перейдем к первому пункту – описанию мер отличия. Это – наиболее важная часть классификации, определяющая ее качество.

Мера отличия – это какая-либо функция, определенная для каждой пары элементов S_1 и S_2 классифицируемого множества. Для адекватно подобранной меры отличия ε существует два порога – ε_{\min} и ε_{\max} , такие что при $\varepsilon(S_1, S_2) < \varepsilon_{\min}$ элементы s_1 и s_2 совпадают, а при $\varepsilon(S_1, S_2) > \varepsilon_{\max}$ – различны. Когда значения меры различия ε лежат между ε_{\min} и ε_{\max} в так называемом *интервале неопределенности*, то, возможно, элементы совпадают, а, возможно, – нет.

Для принятия решения, совпадают или не совпадают два элемента, выбирают (как правило, экспериментально) значение ε_{opt} из интервала неопределенности: $\varepsilon_{\min} \leq \varepsilon_{opt} \leq \varepsilon_{\max}$, и полагают, что при $\varepsilon(S_1, S_2) < \varepsilon_{opt}$ элементы S_1 и S_2 совпадают, а в противном случае – нет.

Если положить $\varepsilon_{opt} = \varepsilon_{\min}$, то получим классификацию, удовлетворяющую условию 1 из предыдущего раздела. При $\varepsilon_{opt} = \varepsilon_{\max}$, классификация будет соответственно удовлетворять условию 2. Таким образом мера различия, для которой $\varepsilon_{\min} = \varepsilon_{\max}$, дает идеальную классификацию, одновременно удовлетворяющую обоим условиям 1 и 2. Но такие меры различия пока не найдены. Так что выбор порога ε_{opt} из интервала неопределенности является нахождением разумного компромисса между желаниями удовлетворить и условию 1, и условию 2.

По имеющимся данным [25] (возможно, эти сведения устарели) алгоритм JB2 в качестве меры отличия использует отношение несовпадающих пикселей двух изображений символов к их общему числу (в одном изображении) после наиболее удачного наложения друг на друга, осуществляемого горизонтальными и вертикальными смещениями. Экспериментально подобранный порог $\varepsilon_{opt} = 6\%$.

Эта мера отличия очень хороша, если искажения распределены более или менее случайно по всей площади изображения символа. Однако, как обратил внимание И. Межиров [90], искажения, вызванные шумами печати и сканирования, являются *контурными*, то есть возникают только на границе между черными и белыми областями. Это хорошо видно, например, на рис. 31.2. Поэтому при сравнении двух изображений символов несовпадение точек на их границах несущественно. Вопрос состоит в том, как выяснить, является ли данная точка граничной. В алгоритме Межирова для этого используется один из вариантов «метода скелетизации» [90] изображения символов. Он состоит в следующем.

Определяется некоторое преобразование черно-белого изображения – «очистка». В ходе очистки белые пиксели остаются белыми, черные в некоторых случаях заменяются белыми. После нескольких последовательных очисток изображение перестает меняться. Черные пиксели, пережившие все очистки (то есть образующие «скелет»), объявляются наиболее важными. Важность

остальных черных пикселей уменьшается в геометрической прогрессии по мере того, на сколько очисток меньше они выдержали.

Каждая очистка выполняется в два прохода. При каждом проходе последовательно просматриваются все пиксели изображения. Во время первого прохода некоторые черные пиксели объявляются кандидатами на удаление. Во время второго прохода некоторые кандидаты могут быть удалены, то есть перекрашены в белый.

Во время первого прохода пиксель объявляется кандидатом на удаление, если он и его восемь соседей *не* раскрашены ни одним из следующих пяти способов (с точностью до поворотов и отражений), показанных на рис. 31.3.

Знаки вопроса означают, что пиксель может быть любого цвета. Таким образом, картинка с четырьмя знаками вопроса эквивалентна шестнадцати отдельным раскраскам. В случае, если пиксель лежит на границе изображения, его соседи, лежащие за пределами изображения, считаются белыми.



Первые два правила, представленных графически на рис. 31.3, означают, что связность буквы относительно переходов от пикселя к одному из его четырех соседей не должна нарушаться. Третье правило запрещает удаление одиночных пикселей. Четвертое правило означает, что только пиксели с границы черного и белого могут быть удалены. Пятое правило помогает сохранить форму буквы при очистке, запрещая удалять «выступающие» пиксели.

Во время второго прохода кандидаты на удаление перекрашиваются в белый цвет, если эти пиксели и их восемь соседей не раскрашены одним из первых четырех способов, показанных выше. Правило сохранения формы теряет смысл, если часть изображения уже очищена, а часть – нет.

И. Межиров предложил следующее семейство мер отличия, основанных на этом алгоритме. Изображения символов налагаются друг на друга, после чего мера отличия подсчитывается как сумма штрафных очков, начисляемых каждой точке отличия с учетом ее важности. Максимальный уровень важности оценивается в 1, а все следующие – в геометрической прогрессии с показателем $q < 1$. Для обезразмеривания полученная сумма делится на площадь изображения (считая и белые, и черные пиксели). Численные значения порогов для них были подобраны экспериментально.

В работе [90] использовались две меры из этого семейства. В первой мере отличия показатель q геометрической прогрессии, по которой убывает уровень важности черных пикселей, равен 0, то есть учитываются только самые важные

пиксели, составляющие «скелет» символа. Экспериментально найдены пороги $\varepsilon_{\min} = 2.1\%$, ниже которого изображения признаются одинаковыми, и $\varepsilon_{\max} = 5\%$, выше которого – заведомо разными.

Во второй мере отличия показатель q геометрической прогрессии равен 0,85. Соответственно найдены пороги $\varepsilon_{\min} = 3.1\%$ и $\varepsilon_{\max} = 7.8\%$.

Алгоритм ИЛЛ также учитывает контурный характер шумов печати и сканирования, искажающих изображение символа. Мера отличия вычисляется следующим образом после наложения изображений символов друг на друга так, чтобы их «центры тяжести», подсчитанные по черным точкам, совпадали.

Пусть S_1 и S_2 – сравниваемые изображения. Подсчитываются две величины: $R(S_1, S_2)$ – количество «существенных отличий», и $D(S_1, S_2)$ – количество общих черных точек.

Первая величина – это количество несовпадающих точек, которые не являются смежными для совокупности общих черных точек. Таким образом, количество существенных отличий $R(S_1, S_2)$ игнорирует несовпадения в тех точках, которые лежат на периметрах изображений и, как правило, представляют собою шумы печати и сканирования. Например, при сравнении изображений букв «с» и «е» точки существенных отличий составляют горизонтальный отрезок, который имеется в букве «е» и отсутствует в букве «с».

Мера отличия изображений s_1 и s_2 определяется как отношение $\varepsilon(S_1, S_2) = \frac{R(S_1, S_2)}{D(S_1, S_2)} 100\%$, где знаменатель нужен для обезразмеривания, чтобы значение порогов не менялось при изменении размера шрифта и разрешения сканирования.

На рис. 31.4 из работы [25] показаны, какие совокупности точек рассматриваются при сравнении двух трудно различимых букв «b» и «h». Справа показаны их геометрические расположения, а слева – поясняющая схема.

Из рис. 31.4 видно, что среди точек существенного отличия имеются одиночные точки и малые группы точек, которые носят случайный характер, вызванный контурными шумами печати и сканирования. Действительные отличия в начертании букв «b» и «h» демонстрируют большие группы точек. Поэтому, вместо определенной выше функции $R(S_1, S_2)$, подсчитывающей количество «существенных отличий», в алгоритме ИЛЛ на самом деле используется ее модификация, которая подсчитывает это число с учетом веса каждой точки. Весовой коэффициент точки в $R(S_1, S_2)$ тем больше, чем больше у данной точки таких же смежных точек. Эта функция, будем по-прежнему обозначать ее через $R(S_1, S_2)$, дает классификацию с меньшим числом классов, чем первоначальный ее вариант без учета весов.

Из рис. 31.4 видно, что среди точек существенного отличия имеются одиночные точки и малые группы точек, которые носят случайный характер, вызванный контурными шумами печати и сканирования. Действительные отличия в начертании

букв «b» и «h» демонстрируют большие группы точек. Поэтому, вместо определенной выше функции $R(S_1, S_2)$, подсчитывающей количество «существенных отличий», в алгоритме ИЛЛ на самом деле используется ее модификация, которая подсчитывает это число с учетом веса каждой точки. Весовой коэффициент точки в $R(S_1, S_2)$ тем больше, чем больше у данной точки таких же смежных точек. Эта функция, будем по-прежнему обозначать ее через $R(S_1, S_2)$, дает классификацию с меньшим числом классов, чем первоначальный ее вариант без учета весов.

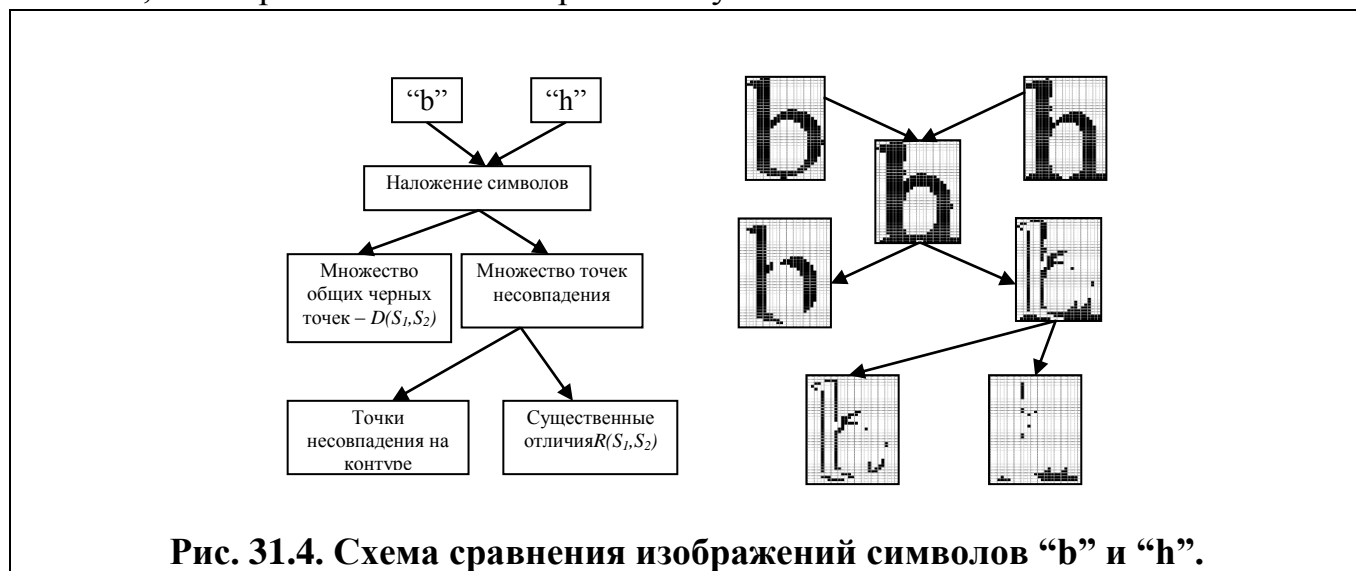


Рис. 31.4. Схема сравнения изображений символов «b» и «h».

Таким образом, описанная выше мера отличия ε , мало чувствительна к шумам печати и сканирования. Она основана на функциях $R(S_1, S_2)$ и $D(S_1, S_2)$, которые почти не зависят от контурных шумов сравниваемых символов. Пороговое значение $\varepsilon_{opt} = 6\%$, до которого изображения считается изображениями одного и того же символа подобрано экспериментально.

Выводы. Один из важнейших аспектов при обсуждении любого метода сжатия – качество восстановленного изображения по сравнению с сжимаемым оригиналом. Обычно, чем выше степень сжатия, тем это качество хуже. Методы сжатия сканированных изображений текста, основанные на классификации выделенных символов, позволяют получать восстановленные изображения символов более высокого качества, чем оригинальные. Причем, чем лучше проведена классификация, тем больше сжатие и тем лучше качество изображения символов. Этот парадоксальный факт объясняется очень просто. При классификации выделенных символов, если она обладает высоким качеством, получаются классы, состоящие из большого числа изображений одного и того же символа. Подходящая статистическая обработка этого класса позволяет избавиться от искажений, внесенных при печати и сканировании и имеющих случайный характер.

Описанные выше меры отличия, учитывающие контурный характер шумов печати и сканирования, являются достаточно сложными. Но все же есть уверенность, что они будут существенно улучшены, так чтобы проводимая с их помощью классификация выделенных изображений была близка к идеальной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Amerini I. Copy-move forgery detection and localization by means of robust clustering with J-linkage / I. Amerini, L. Ballan, R. Caldelli, A. del Bimbo, L. del Tongo, G. Serra // *Signal Processing*. – 2013. – Т.28. – №6. – С. 659–669.
2. Bennett K. Linguistic Steganography: survey, analysis, and robustness concerns for hiding information in text, Center for Education and Research in Information Assurance and Security, CERIAS Tech Report 2004 – 13. – 30 pp.
3. Bhattacharya J. Rudiments of computer science. Kolkata.2010.
4. Bohm C. Flow Diagrams, Turing Machines and Languages with Only Two Formation Rules. / C. Bohm, G. Jacopini – *Comm. Of the ACM*, V.9. – 1966. – PP. 366 – 371.
5. Brent Richard and Zimmermann Paul. Modern Computer Arithmetic // *Cambridge Monographs on Computational and Applied Mathematics* (No. 18), Cambridge University Press, November 2010. – 239 p.
6. Brumnik R. Techniques For Performance Increasing Of Integer Multiplications In Cryptographic Application. / R. Brumnik, V. Kovtun, A. Okhrimenko, S. Kavun – *Mathematical Problems in Engineering*. – vol. 2014. – 2014. – p. 7.
7. Dupaquis V. Redundant Modular Reduction Algorithms. Smart Card Research and Advanced Applications. Lecture Notes in Computer Science / V. Dupaquis, A. Venelli – Volume 7079. – 2011. – PP. 102 – 114.
8. Evaluation of hypothetical attacks against PassWindow [Electronic resource] / Sean O'Neil // *PassWindow* – 2009. – Access mode: http://www.passwindow.com/evaluation_of_hypothetical_attacks_against_passwindow.
9. Farid H. Image Forgery Detection / H. Farid // *IEEE Signal processing magazine*. – 2009. – P. 16 – 25.
10. Final report of European project number IST-1999-12324, named New European Schemes for Signatures, Integrity, and Encryption, April 19, 2004 – Version 0.15 (beta), Springer-Verlag.
11. Getman A. A crowdsourcing approach to building a legal ontology from text / A. P. Getman, V. V. Karasiuk // *Artificial Intelligence and Law*. – 2014. Vol. 22, Num. 3, – P. 313 – 335.
12. Herega A. Dynamical chaos in four dimension phase space: Introduction to classification / A. Herega, I. Kononovich, V. Rats // *Computer Technologies in Physical and Engineering Applications (ICCTPEA) International Conference on*. – St. Petersburg IEEE, 2014 (DOI 10.1109/ICCTPEA.2014.6893276). – Regime access: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6893276&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel7%2F6881321%2F6893238%2F06893276.pdf%3Farnumber%3D6893276>.
13. Kononenko Igor V. Computerizing of Production and Economic Systems Development Management. /I. V. Kononenko. – Black & White, 2012. – 334 p.

14. Kostiuk A. A new recurrence data encode method in information systems of management / A. Kostiuk, L. Petryshyn // W: Zarządzanie przedsiębiorstwem – teoria i praktyka: XIV międzynarodowa konferencja naukowa : 22–23 listopada 2012, Kraków : materiały konferencyjne. / Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. — Kraków : WZ AGH, cop. 2012. — P. 1 – 5.
15. Lhote L., Vallée B Sharp Estimates for the Main Parameters of the Euclid Algorithm. LATIN 2006: Theoretical Informatics. Lecture Notes in Computer Science Volume 3887, 2006. — PP. 689 – 702.
16. Marketing channel [Electronic resource]. — Mode of access : http://en.wikipedia.org/wiki/Marketing_channel.
17. NESSIE consortium “NESSIE Security report.” Deliverable report D20 – NESSIE, 2002. — NES/DOC/ENS/WP5/D20 [Electronic resource]. — Access mode: <http://www.cryptoneessie.org/>.
18. Olijnykov R. An Impact of S-box Boolean Function Properties to Strength of Modern Symmetric Block Ciphers / R. Olijnykov, O. Kazymyrov // Радиотехника, 2011. Вып. 116. — С. 11 – 17.
19. Preparata Franco P. On the Representation of Integers in Nonadjacent Form // SIAM Journal on Applied Mathematics. — Vol. 21. -No. 4. -1971. — PP. 630 – 635.
20. Rey C. A survey of watermarking algorithms for image authentication / C. Rey, J.-L. Dugelay // EURASIP J. Appl. Signal Process. — 2002. — №1. — С. 613 – 621.
21. Smirnov A.A. Experimental studies of the statistical properties of network traffic based on the BDS-statistics / A.A. Smirnov, D.A. Danilenko // International Journal of Computational Engineering Research (IJCER). — Volume 4, Issue 5. — India. Delhi. — 2014. — P. 41 – 51.
22. Stehle D., Zimmermann P. A Binary Recursive Gcd Algorithm. Algorithmic Number Theory. Lecture Notes in Computer Science Volume 3076, 2004. — PP. 411 – 425.
23. WEB-application [Электронный ресурс] // Сайт информатики и программирования для студентов и школьников. — Режим доступа: <http://inflib.ru/slovar-spravochnik-po-terminam/setevyie-tehnologii/web-prilozheniya-veb-prilozheniya-web-application.html>. — Название с экрана.
24. Абросимов А.Г. Информационно-образовательная среда ВУЗа [Электронный ресурс] / А.Г. Абросимов. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://comparative.edu.ru:9080/PortalWeb/data/00004047/2.pdf>.
25. Автоматический анализ сложных изображений [Сборник переводов] / Под ред. Э.М. Бравермана — М.: Издательство Мир, 1969. — 308 с.
26. Айвазян С. А. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности [Текст] / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков и др. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 607с.
27. Алешин Г.В., Урвачев В.И. Оптимизация подвижных линий связи со

сверхузкими диаграммами направленности излучателей. В кн. «Некоторые вопросы повышения эффективности и помехоустойчивости радиоэлектронных систем». – Х.: ХВВУ, 1973, Вып. 331.

28. Алешин Г.В. Эффективность сложных радиотехнических систем. / Г.В. Алешин, Ю.А. Богданов – К.: «Наукова думка», 2008. – 288 с.

29. Альошин Г.В. Оцінка якості інформаційно-вимірjuвальних систем. / Г.В. Алешин – Х.: УкрДАЗТ, 2008. – 300 с.

30. Ансофф И. Новая корпоративная стратегия. / И. Ансофф. – СПб.: Издательство «Питер», 1999. – 416 с.

31. АСУ городским хозяйством / И.В. Кузьмин, Э.Г. Петров, И.А. Алферов, В.В. Евсеев, Л.В. Мигунова. – Киев, – «Будівельник», 1978. – 144 с.

32. Баркалов С. А. Модели и механизмы в управлении организационными системами / С. А. Баркалов, В. Н. Бурков, Д. А. Новиков, Н. А. Шульженко – М.: Тульский полиграфист, 2003. – Т. 1. – 560 с., Т. 2. – 380 с., Т. 3. – 205 с.

33. Белецкий А. Я. Обобщенные коды Грея. / А. Я. Белецкий. – «Palmarium Academic Publishing», Germany, 2014. – 208с.

34. Беляев А. Стеганограмма: скрытие информации // Программист, 2002, №1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.alinkamalinka7.narod.ru/referist.doc. В. Текин. Текстовая стеганография // Мир ПК. – 2004. – № 11. – С. 6263

35. Библиотека многократной точности GMP. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://gmplib.org>

36. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки: Пер. с англ. / Р. Блейхут. – М. : Мир, 1986. – 576 с.

37. Браткевич В. В. Количественная оценка качества мультимедийной продукции. / В. В. Браткевич, А.И. Пушкаръ // Информационные системы в управлении, образовании, промышленности: монография / под ред. В.С. Пономаренко. –Х. Вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс». – 2014. – 498 с.

38. Браткевич В. В. Оптимизация связей между критериями оценки качества мультимедийных изданий / В.В. Браткевич / Системи обробки інформації // Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії. – Випуск 7 (97). – Х. : 2011. – С. 84.

39. Бурков В. Н. Как управлять организациями / В. Н Бурков, Д. А. Новиков. – М. : СИНТЕГ. – 2004. – 400 с.

40. Бутман Е. Эволюция каналов сбыта [Электронный ресурс] // Бизнес-журнал. – 2012. – № 5. – Режим доступа : http://www.marketing.spb.ru/lib-mm/sales/channel_evol.htm?printversion.

41. Ватолин Д. Методы сжатия данных / Д.Ватолин, А.Ратушняк, М.Смирнов, В.Юкин. – ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 381 с.

42. Воронин А. А. Оптимальные иерархические структуры / А. А. Воронин, С. П. Мишин. – М. : ИПУ РАН – 2003. – 214 с.

43. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р.Гантмахер. – М.: Наука, 1988. – 552 с.
44. Годлевский М.Д. Принципы управления функционированием и развитием холдинга на основе ключевых показателей эффективности / Э.Е. Рубин, С.С. Никитчук – Вестник НТУ «ХПИ». – С. 46 – 54.
45. Граничин О. Н. Рандомизированные алгоритмы в задачах обработки данных и принятия решений. / О. Н. Граничин // Системное программирование. Вып. 6, 2012. – С. 141 – 162. – Режим доступа: <http://www.math.spbu.ru/user/gran/papers/10580575.pdf>.
46. Грибунин В.Г. Цифровая стеганография [Текст]: монография / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев. – М. : СОЛОН-Пресс, 2002. – 272 с.
47. Григорьев С.Г. Основные принципы и методики использования системы порталов в учебном процессе / С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, Г.А. Краснова // Интернет-порталы: содержание и технологии. – № 2. – М.: Просвещение, 2013. — С. 56 – 84.
48. Двухфакторная Аутентификация [Электронный ресурс] // Aladdin – 2014. – Режим доступа: <http://www.aladdin-rd.ru/solutions/authentication>.
49. Динамический хаос. – Режим доступа: https://www.google.ru/?gws_rd=ssl#newwindow=
50. Закон України “Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах” від 05.07.1994 № 80/94-ВР. Остання редакція від 02.03.2014. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/80/94-%D0%B2%D1%80>
51. Засядько А.А. Дифференциально-тейлоровская модель задачи восстановления в спектроскопии / А.А. Засядько // Электронное моделирование. – 2002. – Т.24. – № 6. – С. 97 – 105.
52. Засядько А.А. Моделювання процесу відновлення сигналів методом диференційно-тейлорівських перетворень / А.А. Засядько // Вісник ЖІТІ. – 2001. – № 18 / Технічні науки. – С. 101 – 104.
53. Зензин О. С. Стандарт криптографической защиты – AES. Конечные поля. / О. С. Зензин, М. А. Иванов. Под ред. М. А. Иванова. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ. – 2002. – 176 с.
54. Иванов В. Г. Сжатие изображения текста на основе статистического анализа и классификации вертикальных элементов строки [Текст] / В. Г. Иванов, Ю. В. Ломоносов, М. Г. Любарский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - Харьков. – 2014.- № 4/2 (70). – с. 4 – 15.
55. Иванов В. Г. Сжатие изображения текста на основе выделения символов и их классификации [Текст] / В. Г. Иванов, М. Г. Любарский, Ю. В. Ломоносов // Проблемы управления и информатики. – 2010. – № 6. – С. 111 – 122.
56. Иванов В. Г. Сжатие изображения текста на основе формирования и классификации вертикальных элементов строки в графическом словаре

символьных данных [Текст] / В. Г. Иванов, М. Г. Любарский, Ю. В. Ломоносов // Проблемы управления и информатики. – 2011. – № 5. – С. 98 – 109.

57. Иванов В.Г. Сжатие изображения текста на основе формирования и классификации вертикальных элементов строки в графическом словаре символьных данных / В.Г. Иванов, М.Г. Любарский, Ю.В. Ломоносов // Проблемы управления и информатики. – К. – 2011. – № 5. – С. 98 – 109.

58. Иванов М. А. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей. / М. А. Иванов, И. В. Чугунков. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003. – 240 с.

59. Иванов С. Н. Использование онтологической модели учебных ресурсов в правоведении / С.Н. Иванов, В.В Карасюк // Инновации и современные технологии в системе образования : материалы III международной научно-практической конференции 20–21 февраля 2013 года. – Прага : Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2013. – С. 174 – 177.

60. Иванов В.Г. Сжатие изображения текста на основе выделения символов и их классификации. / В.Г. Иванов, Ю.В. Ломоносов, М.Г. Любарский – Киев: Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2010, №6. – С. 111 – 122.

61. Ивлев А.А. Основы теории Джона Бойда. Принципы, применение и реализация / А.А. Ивлев. 2009 – Режим доступа: <http://www.milresource.ru/Boyd.html>.

62. Информационные системы в управлении, образовании, промышленности. [Коллективная монография]. [Алешин Г.В., Коломийцев А.В. и др.]; под ред. В.С. Пономаренко. – Х.: Вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс», 2014, – 498 с.

63. Иванов С. М. Створення індивідуального інформаційного простору для навчання студента правника / С. М. Иванов, В. В. Карасюк, С. В. Глинянський // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі (ІСТ-2014): Праці VI Науково-практичної конференції (18-20 листопада 2014, Львів). – Львів, Національний університет «Львівська політехніка» – С. 150 – 155.

64. Кавун С. В. Економічна та інформаційна безпека підприємств у системі консолідованої інформації : навчальний посібник / С. В. Кавун, А. А. Пилипенко, Д. О. Ріпка. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 364 с.

65. Казакова Н.Ф. Моніторинг інформаційних ресурсів в захищених інформаційних мережах [Текст] / Н. Ф. Казакова // Світ інформації та телекомунікацій : VII міжнар. наук.-техн. конф. студентства та молоді, 15-16 квітня 2010 р. – ДУІКТ, Київ. – С. 165-168.

66. Казакова, Н. Ф. Некоректні задачі відновлення даних у системах моніторингу інформаційного простору [Текст] / Н. Ф. Казакова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. – № 8(179). – Т. 1. – С. 325 – 332.

67. Казакова, Н. Ф. Оцінка живучості систем моніторингу інформаційного простору [Текст] / Н. Ф. Казакова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков : Технологический центр. – 2012 – № 4/2(58). – С. 12 – 15.
68. Казакова, Н. Ф. Питання теорії детермінованої регуляризації некоректних задач відновлення інформації в системах моніторингу спеціального призначення [Текст] / Н. Ф. Казакова, А. О. Петров // Інформаційно-вимірювальні технології в метрології, технічне регулювання та менеджмент якості : III всеукр. наук.-практ. конф., 30-31 травня 2013 р. : матер. конф. – Одеса : ОДАТРЯ. – С. 81 – 83.
69. Казимиров А. В. Метод построения нелинейных узлов замены на основе градиентного спуска. / А. В. Казимиров, Р. В. Олейников // Радиотехника: Всеукр. межвед. научно техн. сб. – 2013. – Вып. 172: Информ. безопасность. – С. 104 – 108.
70. Камер Дуглас Э. Сети TCP/IP, том 1. Принципы, протоколы и структура / Камер Дуглас Э. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 445с.
71. Карасюк В.В. Дистанционные методы изучения гуманитарных дисциплин / В.В. Карасюк, Н.А. Кошева, Н.И. Мазниченко // Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. Том 1. / Гл. ред. С.У. Увайсов – М.:МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. – С. 222 – 229.
72. Карасюк В.В. Формирование индивидуального образовательного пространства студента в условиях дистанционного обучения / В.В. Карасюк, С. Н. Иванов // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Сборник научных трудов. Серия: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2014. – № 35 (1078). – С. 105 – 112.
73. Клачек П. М. Технологическая платформа как инструмент регионального инновационного развития экономики России. / П. М. Клачек, С. И. Корягин, Е.С. Минкова // Научно-технические ведомости СПбГПУ № 4, серия «Экономические науки». – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 35 – 39.
74. Клейнер Г. Б. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность / Г. Б. Клейнер, В. А. Тамбовцев, Р. М. Качалов. – М.: Экономика, 1997. – 288 с.
75. Кобозева А.А. Анализ информационной безопасности / А.А.Кобозева, В.А.Хорошко. – К.: Изд.ГУИКТ, 2009. – 251 с.
76. Кобозева А.А. Нечувствительность стеганосообщения к сжатию и формальные достаточные условия ее обеспечения / А.А. Кобозева, М.А. Мельник // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка. – 2012. – Вип. 38. – С. 193–203.
77. Коваленко А.С. Підсистема технічної діагностики для автоматизації процесів керування в інтегрованих інформаційних системах / Коваленко А.С., Смірнов О.А., Коваленко О.В // Системи озброєння і військова техніка. – Випуск 1(37) – Х.: ХУПС – 2014. – С. 86 – 90.

78. Ковбасюк С.В. Методика определения параметров нелинейных систем на основе дифференциально–нетейлоровских преобразований / С.В. Ковбасюк, А.А. Писарчук // Двойные технологии. – 2004. – № 1. – С. 30 – 34.
79. Комп'ютеризовані системи і технології видавничо-поліграфічних виробництв: монографія / Під ред. О. І. Пушкаря. – Харків: ІНЖЕК, 2011. – 296 с. (подраздел 4.1. Методика розробки поліграфічного калькулятора для розрахунку вартості замовлення).
80. Конахович Г.Ф. Компьютерная стеганография [Текст]: теория и практика / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко. — Киев : МК-Пресс, 2006. – 288 с.
81. Король О. Г. Исследование методов обеспечения аутентичности и целостности данных на основе односторонних хеш-функций / О. Г. Король, С. П. Евсеев. // Научно-технический журнал «Захист інформації». Спецвипуск (40). – 2008. – С. 50 – 55.
82. Кристиан Венц. Программирование в ASP.NET AJAX / Кристиан Венц. – М.: Символ-Плюс. – 2008 – 510 с.
83. Крысько В.Г. Секреты психологической войны (цели, задачи, методы, формы, опыт) – Мн. : Харвест, 1999. – 363 с. – Режим доступа: <http://www.eartist.narod.ru/text19/001.htm>.
84. Кузнецов О. О. Захист інформації в інформаційних системах / О. О. Кузнецов, С. П. Євсеев, О. Г. Король. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2011. – 504 с.
85. Леоненков А.В. Самоучитель UML. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 304 с.
86. Лидл Р. Конечные поля. Монография в 2-х томах. / Р. Лидл, Г. Нидеррайтер. – Т. 1. – М.: Мир. – 1988. – 432 с.
87. Лосев Ю.И. Автоматизация в сетях с коммутацией пакетов / Ю.И. Лосев, М.Ю. Лосев, Ф.К. Яковец . – К: «Техніка» – 1994. – 212 с.
88. Макаров И. М. Теория выбора и принятие решений: Учебное пособие / И. М. Макаров, Т. М. Виноградская, А. А. Рубчинский, В. Б. Соколов. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы – 1982. – 328 с
89. Макгрегор Д. Тестирование объектно-ориентированного программного обеспечения. Практическое пособие. / Д. Макгрегор, Д. Сайкс. – К.: ООО "ТИД ДС" – 2002. – 432 с.
90. Межиров И. Курсовая работа на тему «Алгоритмы сжатия данных». – Москва, МГУ им. Ломоносова, механико-математический ф-т, научный руководитель А. Шень, 2004.
91. Мельник М.А. Методика сравнительной оценки устойчивости стеганографических алгоритмов к сжатию / М.А. Мельник // Сучасна спеціальна техніка. – 2013. – №4. – С. 67–74.
92. Мельник М.А. Стеганоалгоритм, устойчивый к сжатию / М.А. Мельник // Інформаційна безпека. – 2012. – № 2(8). – С. 99 –106.
93. Мобільна радіолокаційна станція П-18. Будова, принцип дії систем та пристроїв. Навчальний посібник. – К.: ТОВ «Чайка-Всесвіт», 2006. – 162 с.

94. Мордвинов В. А. Полный менеджмент проектов информационных систем и порталов в образовании (разработка и внедрение в образовании наукоемкой методики проектирования ИС и порталов) / В.А. Мордвинов. — М.: Госинформобр, 2004. — 81 с.
95. Найк Д. Стандарты и протоколы Интернета / Найк Д. — М.: Символ, 2009. — 384 с.
96. Настройка двухфакторной аутентификации [Электронный ресурс] // Citrix — 2012. — Режим доступа: <http://support.citrix.com/proddocs/topic/web-interface-impington/nl/ru/wi-configure-two-factor-authentication-gransden.html?locale=ru>.
97. Нейман Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. Нейман., О. Моргенштерн / Пер. с англ. Н.Н. Воробьева. — М.: Наука, 1970. — 124 с.
98. Николас Закас. Ажак для профессионалов / Николас Закас, Джереми Мак-Пик, Джо Фосетт. — М.: Символ-Плюс, 2008. — 488 с.
99. Овезгельдыев А.О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации/ Овезгельдыев А.О., Петров Э.Г., Петров К.Э. — К: Наукова думка, 2002. —164с.
100. Оксеноид О. АСУ для оперативной полиграфии: взгляд изнутри // Publish. — 2004. — № 9. — С. 39–43.
101. Охрименко А.А. Арифметика с отложенным переносом. / А.А. Охрименко– Захист інформації. — 2014. — Т.16. — №2. — С. 130 – 138.
102. Пастухова В.Л. Визначення стратегічних альтернатив розвитку підприємства на підставі кількісної оцінки впливу маркетингового середовища. / В.Л. Пастухова // Вісник КДТЕУ. — 1999. — №3. — С. 57 – 64.
103. Петришин Л.Б. К определению свойств унитарной системы счисления / Л.Б. Петришин, А.А. Борисенко // Электроника и системы управления. Научный журнал. Национальный Аэрокосмический Университет. — Київ, 2008, № 3 (17) — С. 64 – 69.
104. Петришин Л.Б. Новый числовой ряд для визначення вагової мережі позиційної системи числення, альтернативної та алгоритмічно подібної системі Фібоначчі. // Матеріали 19-ї міжнародної конференції з автоматичного управління «Автоматика / Automatics — 2012». 26–28 вересня 2012, — Київ: Вид-во Національного університету харчових технологій. 2012. — С. 433 – 434.
105. Петришин Л.Б. Позиційна система числення, альтернативна системі Фібоначчі./ Л.Б. Петришин, А.Б. Костюк // Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації: четверта міжнар. наук.-практ. конф., 23-25.04.2013 р. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2013. — С. 35 – 39.
106. Петришин Л.Б. Фибоначчи-подобный метод кодирования сообщений и полибоначчи способ перехода к двоичному исчислению. / Л.Б. Петришин // Вісник східноукраїнського національного університету імені В.Даля № 15 (204) Ч.1, Луганськ. 2013 – С. 158 – 165.

107. Петров Э. Г. Метод решения задачи распределения инвестиций в условиях многокритериальности с учетом интервальных неопределенностей исходных данных / Э. Г. Петров, Н. А. Брынза // Экономика розвитку . – 2014. – № 1. – С. 128 – 135.
108. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 254с.
109. Пономаренко В.С. Информационные технологии и системы в управлении, образовании, науке: Монография / В.С. Пономаренко, С.П. Євсєєв, М.Ю. Лосєв, С.В. Мінухін.– Х.: Цифрова друкарня №1, 2013. – 278с.
110. Пономаренко В.С. Методи та моделі розроблення комп'ютерних систем і мереж. Монографія / В.С. Пономаренко, С.П. Євсєєв, С.В. Кавун, М.Ю. Лосєв, С.В. Мінухін. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 316 с.
111. Порядок проведення робіт із створення комплексної системи захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційній системі: НД ТЗІ 3.7-003-05. – [Чинний від 2005-11-08]. – К.: ДСТСЗІ СБ України, 2005. – 16 с. – (Нормативний документ системи технічного захисту інформації).
112. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2008 р. N 834 «Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження)».
113. Пратт В.К. Лазерные системы связи. – М.: Связь, 1972. – 232 с.
114. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: [Справочник] / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков и др.; Под ред. С.А. Айвазяна. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607с.
115. Пухов Г.Е. Дифференциальные преобразования функций и уравнений. / Г.Е. Пухов– К.: Наук. думка, 1980. – 419 с.
116. Пухов Г.Е. Приближенные методы математического моделирования, основанные на применении дифференциальных T–преобразований. / Г.Е. Пухов – К.: Наук. думка, 1988. – 216 с.
117. Рамбо Дж., Джекобсон А., Буч Г. UML. Специальный справочник: Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2002. – 656 с.
118. Распознавание радиолокационных целей по сигнальной информации. [Монография]. [Казаков Е.Л., Казаков А.Е. и др.]; под ред. Е.Л. Казакова. – Х.: КП «Городская типография», 2010. – 232 с.
119. Российская полиграфия. Состояние, тенденции и перспективы развития. Отраслевой доклад. 2014 год. / Под. ред. В. В. Григорьева. – М.: Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям. – 2014. – 96 с.
120. Рябко Б.Я. Основы современной криптографии и стеганографии. / Б.Я. Рябко, А.Н. Фионов – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 232 с.
121. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. / Т. Саати. – Пер. С англ. – М.: «ЛКИ», 2008. – 360 с.

122. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Т. Саати. – Пер. Р. Г. Вачнадзе. – М.: «Радио и связь», 1993. – 278 с.
123. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.
124. Саркисян С.А. Большие технологические системы. Анализ и прогноз развития / С.А. Саркисян, В.М. Ахундов, Э.С. Минаев. – М.: Наука, 1977. – 350 с.
125. Семенов С.Г. Математическая модель распространения компьютерных вирусов в гетерогенных компьютерных сетях автоматизированных систем управления технологическим процессом / С.Г. Семенов, В.В. Давыдов // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – Вип. 38. – С. 163-171.
126. Семь методов двухфакторной аутентификации [Электронный ресурс] // ІТС.ua – 2007. – Режим доступа: <http://www.infosecurityrussia.ru/news/29947>.
127. Сеньківський В. М. Автоматизоване проектування книжкових видань: Монографія. / В. М. Сеньківський, Р. О. Козак. – Львів: Українська академія друкарства, 2008. – 200 с.
128. Система ASystemWeb [Электронный ресурс] // Сайт Арт-Point. – Режим доступа: <http://www.art-point.com.ua/vozmozhnosti-programmy-asystemweb.html>. – Название с экрана.
129. Скородумов П. В. Моделирование экономических систем с помощью аппарата сетей Петри [Электронный ресурс] П. В. Скородумов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2014. – 4 (34). – Режим доступа : <http://ssrn.com/abstract=2509029>.
130. Скрыпникова М. Н. Великая информационная глобализация / М. Н. Скрыпникова // Российское предпринимательство. – 2002. – № 5 (29). – С. 95 – 98.
131. Смирнов А.А. Дисперсионный анализ сетевого трафика для обнаружения и предотвращения вторжений в телекоммуникационных системах и сетях / А.А. Кузнецов, А.А. Смирнов, Д.А. Даниленко // Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 2(118). – Х.: ХУПС – 2014. – С. 124 – 133.
132. Смирнов А.А. Математическая GERT-модель технологии передачи метаданных в облачные антивирусные системы / В.В.Босько, А.А.Смирнов, И.А.Березюк, Мохамад Абу Таам Гани // Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 1(117). – Х.: ХУПС – 2014. – С. 137 – 141.
133. Смирнов А.А. Структурно-логическая GERT-модель технологии распространения компьютерных вирусов / А.А.Смирнов, И.А.Березюк, Мохамад Абу Таам Гани // Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 1(29). – П.: ПНТУ. – 2014. – С. 120 – 125.
134. Смірнов О.А. Обґрунтування необхідності створення систем технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем / О.А. Смірнов, А.С. Кожанова,

О.В. Коваленко // Системы обработки информации. – Харьков: ХУ ПС. – 2013 – Вип. 6(113). – С. 255 – 257.

135. Соколов Н. П. Пространственные матрицы и их приложения. / Н. П. Соколов. – М.:ГИФМЛ, 1960. – 300 с.

136. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации. – М. Радио и связь, 1992. – 304 с.

137. Стайкуца С.В. Оцінка інформаційної та фізичної безпеки системи аналітично-прогностичної інформації / С.В. Стайкуца // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький: – № 4 – 2014. – С. 220 – 225.

138. Стандартный глоссарий терминов, используемых в тестировании программного обеспечения. Версия 2. (от 4 декабря 2008). Подготовлен 'Glossary Working Party' International Software Testing Qualifications Board. 2008. – 55 с.

139. Статистичні дані. Видавнична справа // Державний комітет телебачення та радіомовлення України [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://comin.kmu.gov.ua/control/uk/publish/category/main?cat_id=34099.

140. Стеганография, цифровые водяные знаки и стеганоанализ: Монография / А.В. Аграновский, А.В. Балакин, В.Г. Грибунин, С.А. Сапожников. М.: Вузовская книга, 2009. – 220 с.

141. Столлингс В. Криптография и защита сетей: принципы и практика, 2-е изд. / В. Столлингс : пер. с англ. – М.: издательский дом «Вильям», 2001. – 672 с.

142. Стюгин М. Оценка безопасности системы информационного управления Российской Федерации. – Режим доступа: <http://psyfactor.org/lib/styugin4.htm>.

143. Тихомиров В.П. Виртуальная образовательная среда: предпосылки, принципы, организация / В.П. Тихомиров, В.И. Солдаткин, С.Л. Лобачев // Международная академия открытого образования. — М. : Издательство МЭСИ, 2010. — 164 с.

144. Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин – М.: Наука, 1986. – 286 с.

145. Томпсон А.А. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии: Учебник для вузов. / А.А. Томпсон, А.Дж. Стрикленд. / Пер. с англ. под ред. .Г. Зайцева, М.И.Соколовой. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 578 с.

146. Трухаев Р.И. Инфлюентный анализ и принятие решений / Р.И. Трухаев. – М.: Наука, 1984. – 235с.

147. Умножения целых чисел с использованием отложенного переноса для криптосистем с открытым ключом / В.Ю.Ковтун, А.А.Охрименко [и др.] // Информационные технологии и системы в управлении, образовании, науке: Монография / Под ред. проф. В.С. Пономаренко. – Х.: Цифрова друкарня №1. – 2013.– С. 69 – 82.

148. Ушакова І. О. Моделювання інформаційного впливу соціальних мереж на лояльність клієнтів / І. О. Ушакова // Сучасні методи та моделі обробки даних в інформаційних системах : монографія. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2013. – 540 с.
149. Фаріон І.Д. Практикум з стратегічного аналізу. / І.Д. Фаріон, В.А. Чичун, С.М. Жукевич / За ред. Докт. Екон. Наук, проф. Фаріона І.Д. – Тернопіль, 2004. – 300 с.
150. Федонін О.С. Потенціал підприємства: формування та оцінка. / О.С. Федонін, І.М. Репіна, О.І. Олексюк. – К.: КНЕУ, 2003. – 316 с.
151. Филимонов А. Протоколы Интернета / Филимонов А. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 528 с.
152. Филимонов А.Ю. Протоколы Интернета. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 528с.
153. Фляйшер К. Стратегический и конкурентный анализ. Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе. / К. Фляйшер, Б. Бенсуссан. – М.: БИНОМ, 2005. – 541 с.
154. Черненко, С. С. Применение мониторинга для обеспечения безопасности информационных систем [Электронный ресурс] / С. С. Черненко, А. С. Барабошин, Е. И. Лысенко, Л. С. Духнина // Портал : Современные проблемы науки и образования. – Режим доступа \www/ URL: <http://www.science-education.ru/118-14171>. – Заголовок з екрану, доступ вільний, 01.02.2015.
155. Шлезингер М. И. Математические средства обработки изображений [Текст] / М. И. Шлезингер. – Киев: Наукова думка, 1983. – 200 с.
156. Штерн Л. В. Маркетинговые каналы / Л. В. Штерн, А. И. Эль-Ансари, Э. Т. Кофлан ; [пер. с англ]. – М. : «Вильямс», 2002. – 624 с.
157. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, расчет и приложения / Р. Штойер. – М.: Радио и связь, 1992. – 504с.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Альошин Геннадій Васильович, Белецький Анатолій Яковлевич,
Биккузин Кирило Валерійович, Бринза Наталля Олександрівна,
Бондар Ірина Олександрівна, Браткевич Вячеслав Вячеславович,
Вільхівська Ольга Володимирівна, Гвозденко Маріна Владиславівна,
Грабовський Євген Миколайович, Дудикевич Валерій Богданович,
Євсєєв Сергій Петрович, Засядько Аліна Анатоліївна,
Іванов Станіслав Миколайович, Іванов Володимир Георгійович,
Казакова Надія Феліксівна, Карасюк Володимир Васильович,
Кобозева Ала Анатоліївна, Коваленко Ганна Степанівна,
Коваленко Олександр Володимирович, Ковтун Владислав Юрійович,
Ковтун Марія Григорівна, Коломійцев Олексій Володимирович,
Кононович Володимир Григорович, Кононович Ірина Володимирівна,
Король Ольга Григорівна, Коц Григорій Павлович,
Кошева Наталля Анатоліївна, Ломоносов Юрій Вячеславович,
Лисенко Ірина Анатоліївна, Любарський Михайло Григорович,
Лосєв Михайло Юрійович, Мазніченко Наталля Іванівна,
Максимович Володимир Миколайович, Манєва Росиця Ілянівна,
Мельнік Маргарита Олександрівна, Микитин Галіна Василівна,
Мохамад Абу Таам Гані, Охрименко Андрій Олександрович,
Петришин Любомир Богданович, Петришин Михайло Любомирович,
Пушкар Олександр Іванович, Потрашкова Людмила Володимирівна,
Свердло Тамара Олексіївна, Смірнов Олексій Анатолійович,
Ушакова Ірина Олексіївна, Фонта Наталля Григорівна,
Фразе-Фразенко Олексій Олексійович, Хорошко Володимир Олексійович,
Хохлачова Юлія Євгенівна, Шматко Олександр Віталійович,
Щербаков Олександр Всеволодович

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Монографія

За ред. д.-ра економ. наук, професора В.С. Пономаренко

Підписано до друку 30.03.2015. Формат 60×84/16. Папір офсетний.
Гарнітура «Times New Roman». Друк – різнограф. Ум.-друк. арк. – 23,5.
Ціна договорна Наклад 300 прим. Зам. 0330/7-15

Видавництво ТОВ “Щедра садиба плюс”
Свідодство суб’єкта видавничої справи: серія ДК № 4666 від 18.12.2013 р.
61002, Україна, м. Харків, вул. Ярославська, 11

Віддруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП Петров В.В.
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.
Запис № 2480000000106167 від 08.01.2009. 61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137, тел. (057) 778-60-34
e-mail: bookfabric@rambler.ru