

простого спектрального анализа. Принимая во внимание, что $4k$ – это частота передаваемого LFM сигнала, задержка по времени $\Delta \tau$ может быть выражена как:

$$\Delta \tau = \frac{\Delta f}{4k} = \frac{T \Delta f}{B}$$

где B – ширина полосы, а T – временной период LFM сигнала, передаваемого через антенну.

Расстояние до цели можно определить же, как:

$$L = \frac{\Delta \tau}{2} c = \frac{c}{2B} T \Delta f$$

Минимальное разнесение спектра, которое можно выделить, составляет $\Delta f_{\min} = 1/T$, таким образом, разрешение по дальности составляет:

$$L_{RES} = \frac{c}{2B} T \Delta f_{\min} = \frac{c}{2B}$$

Данное уравнение показывает, что большая полоса пропускания передаваемого сигнала помогает достичь высокого разрешения.

Вывод. В представленном радаре генерация фотонов и расщепление сигналов могут иметь очень большую рабочую полосу. После фотонного дешифрирования в приемнике может использоваться АЦП с умеренной скоростью дискретизации и высокой точностью, что позволяет обрабатывать сигналы в реальном времени. Следовательно, может быть достигнуто обнаружение цели в реальном времени с высоким разрешением, что делает предложенную радиолокационную систему весьма перспективной в различных применениях.

Литература

1. Радиолокационные станции бокового обзора / Под редакцией А. П. Реутова. — М.: Советское радио, 1970. — 360 с. — 6700 экз.
2. Translation Bureau (2013). "Radar definition". Public Works and Government Services Canada. Retrieved 8 November 2013.
3. "US879532A - Space telegraphy". *Google Patents*. 1907-01-29. Retrieved 2019-08-10.
4. Grodkowski, Paul (2015-08-24). *Beginning Shortwave Radio Listening*. Booktango. ISBN 9781468964240.
5. Valipour, M. Hadi; Homayounpour, M. Mehdi; Mehralian, M. Amin (2012). "Automatic digital modulation recognition in presence of noise using SVM and PSO". *6th International Symposium on Telecommunications (IST)*. pp. 378–382.
6. Karl Paulsen. "Coding for Magnetic Storage Mediums". 2007.

УДК 004.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА МОДИФИКАЦИИ ЯРКОСТИ ПИКСЕЛЯ В МЕТОДЕ КУТТЕРА-ДЖОРДЕНА-БОССЕНА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

студент 4 курса, 5 группы Сорока В. Б.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Садов В.С.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Стеганография на ряду с криптографией является одним из важнейших способов защиты информации от несанкционированного доступа. В настоящее время существует большое количество стеганографических методов для сокрытия информации в изображениях. Одним из известных методов является метод Куттера-Джордена-Боссена(КДБ). Идея метода состоит в том, что мы увеличиваем (уменьшаем) яркостную компоненту пикселя на некоторое значение, исходя от значения исходной яркости для

записи в пиксел 1 (0). Очень важным плюсом метода является, что для извлечения стегосообщения не надо иметь в распоряжении исходное изображение, но извлечение информации носит вероятностный характер так как вероятность извлечения зависит от значений яркости соседних пикселей. Для извлечения информации берется область в виде креста (рис. 1) (размер креста рекомендуется брать от 1-3), по формуле (1) рассчитывается ожидаемое значение цветовой компоненты пиксела, после это вычисляется разность $\Delta = B_{x,y} - \langle B_{x,y} \rangle$ и если Δ имеет значение больше нуля то значит в пиксел записан 1, если же меньше то 0.

$$\langle B_{x,y} \rangle = \frac{\sum_{i=-k}^k (B_{x+i,y}) + \sum_{j=-k}^k B_{x,y+j}}{4*k} - 2 * B_{x,y} \quad (1)$$

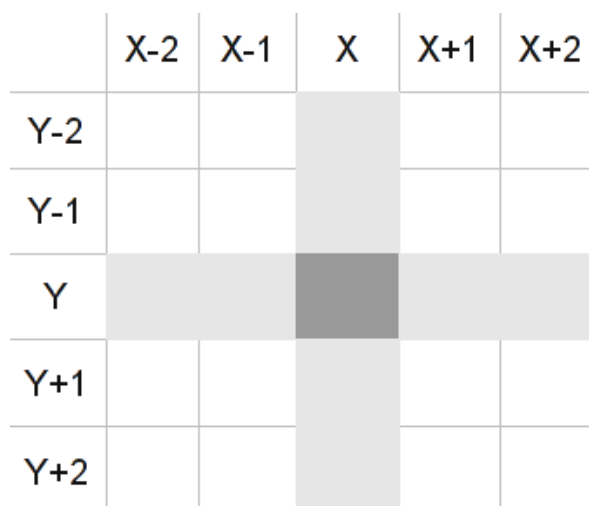


Рис.1. Область в виде креста для извлечения информации.

Цель данной работы исследовать зависимость порога модификации яркости пикселя для метода Куттера-Джордена-Боссена в зависимости от параметров изображения, а также получить оптимальные параметры для каждого из изображений. Оптимальным будем считать такое встраивание, при котором нельзя определить визуально и устойчивое к различного рода атакам (наложение шума, очистка наименее значащего бита).

Основные проблемы, которые могут привести к потере информации в контейнере или к ее обнаружению.

1. Встраивание в пиксел находящийся на границе объекта.
2. Влияние информации, встроенной в соседние пиксели.
3. Зашумление изображения.
4. Сильное изменение одной цветовой составляющей пиксела при встраивании, которое может привести к обнаружению факта встраивания.

Первую проблему можно решить простым способом, обходить области границ при встраивании либо применить сглаживающий фильтр для изображения, но применение фильтра повлечет ухудшение качества изображения.

Для решения второй проблемы встраивание лучше производить, что бы в область креста не попадали пиксели, в которые будет встраиваться информация, или попадало не больше одного двух пикселей.

Так как яркость пиксела вычисляется по формуле (2), то логично встраивать данные в синюю

$$Y_{x,y} = 0.299 * R_{x,y} + 0.587 * G_{x,y} + 0.114 * B_{x,y} \quad (2)$$

компоненту так как она менее всего влияет на яркость пиксела, а человеческий глаз более чувствителен к изменению яркости. Изначально изменение синей компоненты, далее мощность встраивания, было установлено в 20%. Встраивание производим во все изображение. Плотность встраивания 1 бит/ 10 пикселей либо 1 информационный бит на / 80 бит изображения. Такая плотность выбрана для уменьшения влияния встроенной информации на ее извлечение.

На первый взгляд может показаться, что на любом изображении будет заметна разница между исходным изображением и изображением, в которое встраивалось стегосообщение посредством изменения синей компоненты на 20%.

Но для областей изображений в которых средняя яркость зеленой и красной компоненты явно превосходит синюю рис.2, рис.4 либо где компоненты близки друг к другу по значениям рис.6 (цвета близкие к серым) явных визуальных изменений не наблюдается. Причем чем ниже яркость пикселей, тем менее заметны искажения, для больших же яркостей пикселей искажения становятся более заметными.



Рис.2. Часть изображения, в которую встроены биты информации (средняя яркость).

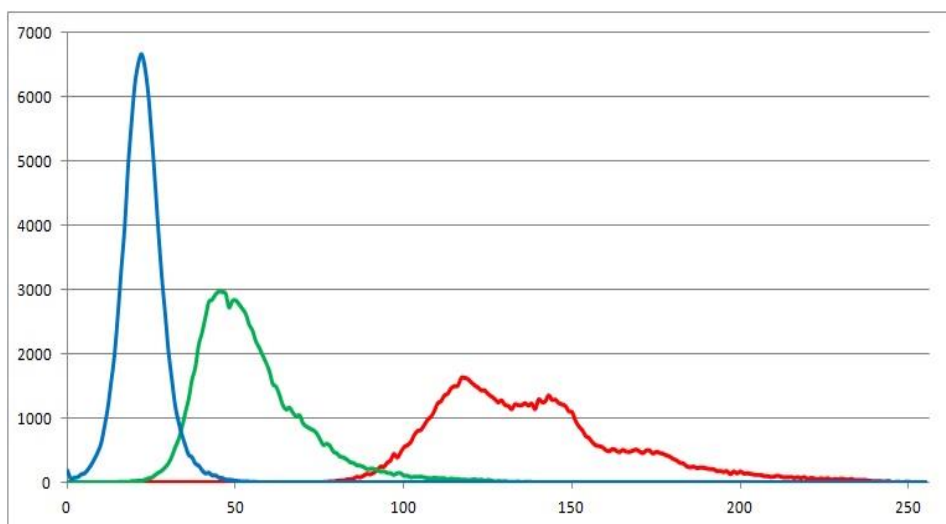


Рис.3. Распределение цветов в пикселах по трем компонентам изображения рис.2.

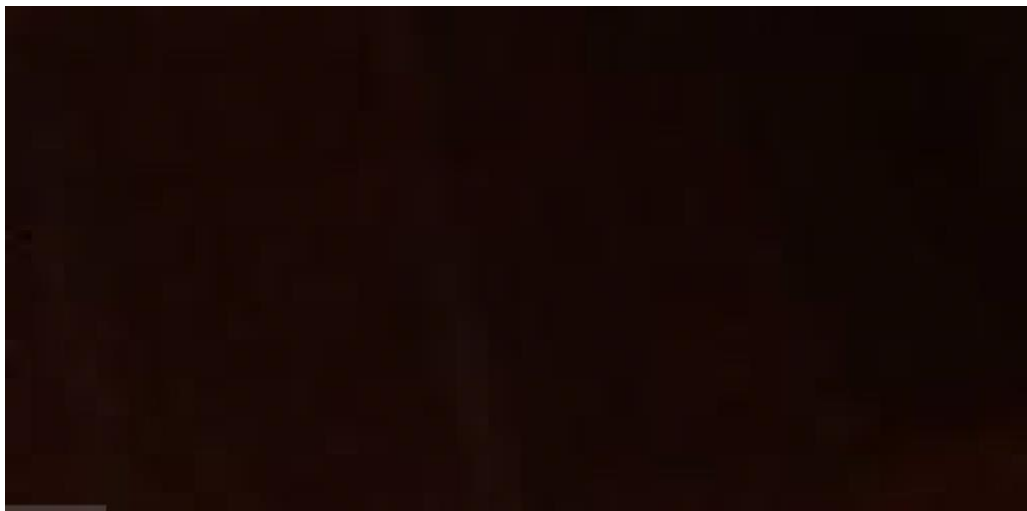


Рис. 4. Часть изображения, в которую встроены биты информации (Малая яркость).

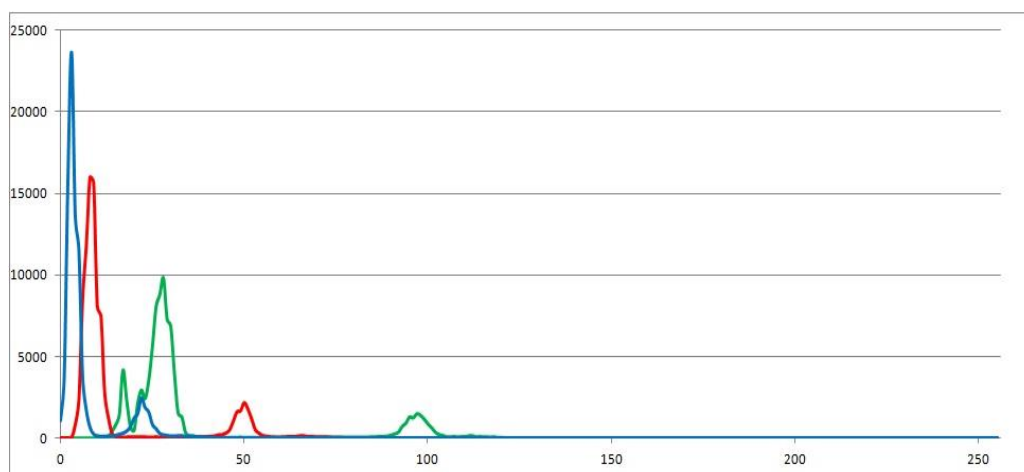


Рис.5. Распределение цветов в пикселах по трем компонентам изображения рис.4.



Рис.6. Часть изображения, в которую встроены биты информации.

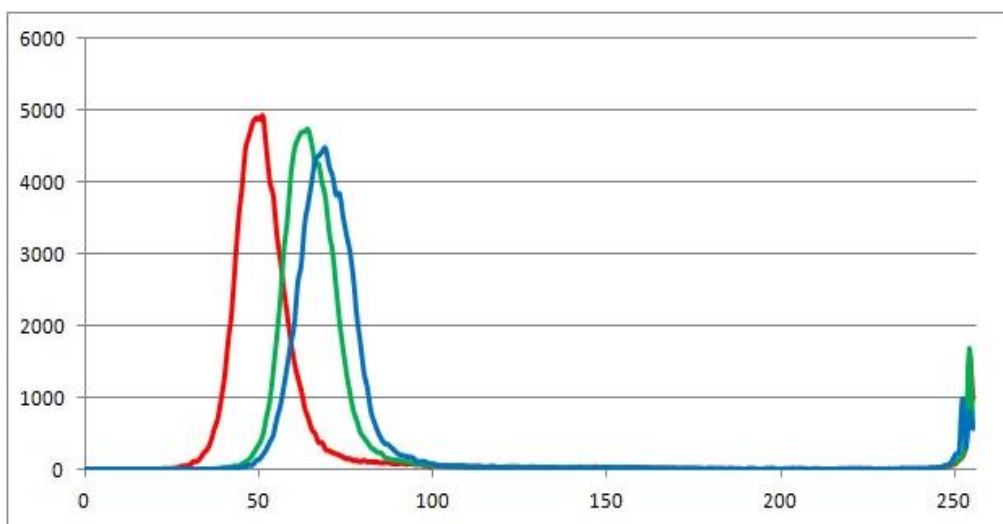


Рис.7. Распределение цветов в пикселах по трем компонентам для изображения на рис.6.

Для изображений с большой средней яркостью пикселей искажения становятся сильно заметными, особенно это видно на желтых, синих или белых частях изображений рис. 8.

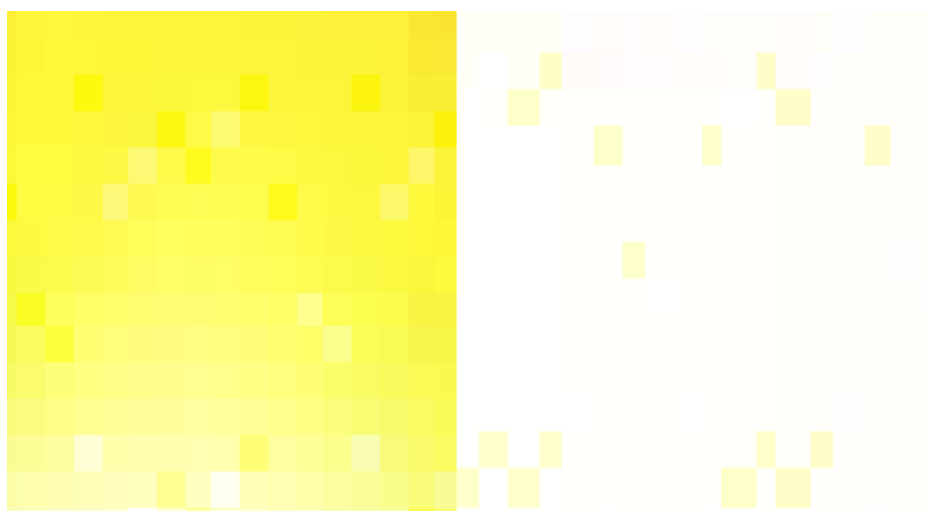


Рис.8. Изображения с большой средней яркостью пикселей искажения.

Проводя такие же исследования уменьшая мощность встраивания до 6%, мы получаем возможность встраивать информацию без потерь в области изображений без изменений цветов пикселей. Причем встраивание хорошо показывает себя в том случае если мы встраиваем в синие и близкие к белому цветовые области плавными переходами. Причем при наложении шума уровнем 5% информацию удастся сохранить только при мощности встраивания 8-10% при этом после встраивания, визуальным методом довольно сложно определить наличие стегосообщения, что можно считать оптимальным выбором для данного изображения. При этом если рассмотреть зависимость распределения синего цвета по количеству пикселей, то можно наблюдать небольшие всплески в сравнении с исходным рис.9, рис.10.

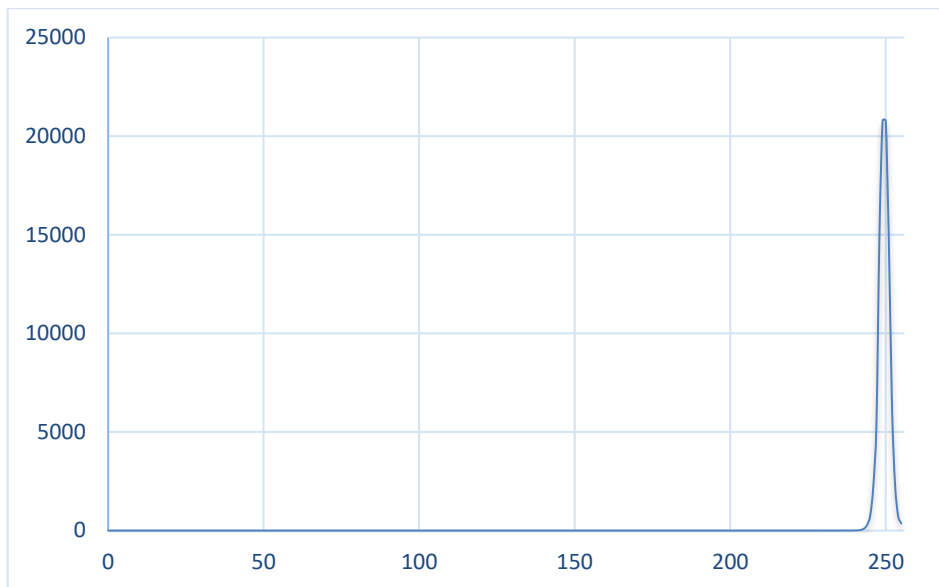


Рис.9. Распределение синей составляющей для исходного изображения.

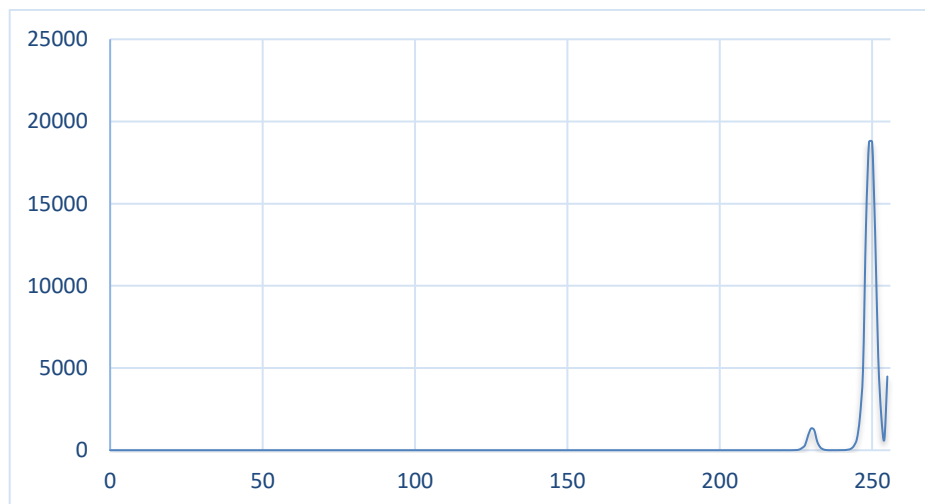


Рис.10. Распределение синей составляющей для изображения после встраивания.

Но данную проблему можно решить, наложив на изображение небольшой шум тем самым увеличив диапазон синей компоненты для пикселей.

Стоит заметить, что для изображений, которые обладают более «широкой» характеристикой распределение пикселей по цветам, мощности встраивания в 8-10 % становится недостаточно, и они требуют более большого коэффициента в диапазоне от 13-17% процентов от текущего значения цветовой составляющей.

Так же ради интереса было произведено встраивание в область границ, но даже при мощности встраивания в 30 процентов, извлечь сообщение с 100 % вероятностью не удастся, и искажения на границах являются слишком заметными, так что области с границами при встраивании нужно обходить в любом случае.

Вывод: Как видно из описания выше, каждая область изображения обладает своими собственными характеристиками, и те параметры метода встраивания которые подходят для одних цветовых областей не подходят для других областей встраивания. Для областей где яркость красной и синей компоненты заметно превосходят значение синей причем яркость синей компоненты не близка к нулю мы можем применять коэффициент мощности встраивания вплоть до 20 % значения. Причем если у нас

яркость красной и зеленой компоненты превосходят синюю в два раза, то яркость пиксела мы меняем при мощности встраивания 20% на 1.2 % что никак нельзя визуально заметить. Плохими для встраивания являются контейнеры содержащие большое количество мелких деталей, например, трава, так как в таких местах формируются перепады яркости пикселей, и их составляющих, что плачевным образом сказывается на встраивании информации в пиксел. Так же для ярких областей изображения оптимальной мощностью встраивания является мощность порядка 8-11%. Это все говорит о том, что обычная реализация метода Куттера-Джордена-Боссена показывает себя не лучшим образом для изображений, в которых мы имеем области с разными цветовыми элементами, но хорошо себя показывает в изображениях с однотонными цветами. И алгоритм требует реализации с адаптивным встраиванием. Где мощность встраивания должна подбираться так что бы яркость пиксела после встраивания была меньше 1.5% но при этом мощность встраивания не превышала 15% - 20%.

УДК 004.627

**РАЗРАБОТКА ОМНИКАНАЛЬНОГО КОНТАКТ-ЦЕНТРА
С ФУНКЦИОНАЛОМ КОРРЕКТИРОВКИ ДИАЛОГА КЛИЕНТА
С ВИРТУАЛЬНЫМ АССИСТЕНТОМ**

студент гр. №3 Ясницкий С.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Садов В.С.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Новые форматы медиа, достижения в аппаратной области, а также разнообразные требования и типы контента создают потребность в алгоритмах сжатия более гибких, чем существующие кодеки. Нейронные сети (и конкретно автоэнкодеры [1]) имеют значительный потенциал в этом отношении, но присутствуют и некоторые недостатки, в частности, проблемы с составлением обучающей выборки, а также трудности с оптимизацией в силу недифференцируемости некоторых этапов сжатия (в частности, квантования).

В качестве исследуемой сети был выбран автоэнкодер, благодаря его способности выделять во входных данных только наиболее характерные для них признаки за счёт сокращения нейронов в скрытом слое.

В данной работе рассматривается свёрточный автоэнкодер (CAE), который основан на использовании свёрточных нейронных сетей в качестве кодера и декодера. Это позволяет использовать все преимущества свёрточных сетей, а именно: разреженность коэффициентов, что позволяет сети более эффективно описывать сложные взаимоотношения между большим количеством переменных; разделение параметров, позволяющее сократить количество хранимых параметров; эквивариантность представления, позволяющую сети успешно обрабатывать одни и те же объекты, которые находящиеся на ряде изображений в разных местах или имеющих переменный масштаб.

В качестве обучающей выборки использовался набор изображений MNIST. Сеть состоит из кодера и декодера, включающих в себя 2 сжимающие (разжимающие) единицы, состоящие из свёрточного слоя и слоя субдискретизации.

В процессе обучения подбиралось количество фильтров, наиболее оптимальные результаты дали значения $N_1 = 8$ и $N_2 = 4$. Эти параметры позволяют получить визуально неразличимые по сравнению с большим количеством фильтров результаты при большей скорости обучения.

В качестве функции потерь использовалась кросс-энтропия, а в качестве оптимизатора – алгоритм стохастического градиентного спуска с адаптивной оценкой