Общая информация о задании лабораторной работы

Цель работы

Ознакомиться с шифрованием гаммированием и его математическими основами.

Задание [@lab-task]

1. Реализовать шифрование гаммированием с конечной гаммой.

Теоретическое введение [@infobez-course]

Шифры и симметричные шифры

Первоначальное сообщение от одного пользователя к другому названо исходным текстом; сообщение, передаваемое через канал, названо зашифрованным текстом. Чтобы создать зашифрованный текст из исходного текста, отправитель использует алгоритм шифрования и совместный ключ засекречивания. Для того чтобы создать обычный текст из зашифрованного текста, получатель использует алгоритм дешифрования и тот же секретный ключ. Мы будем называть совместное действие алгоритмов шифрования и дешифрования шифровкой. Ключ — набор значений (чисел), которыми оперируют алгоритмы шифрования и дешифрования.

Обратите внимание, что шифрование симметричными ключами использует единственный ключ (ключ, содержащий непосредственно набор кодируемых значений) и для кодирования и для дешифрования. Кроме того, алгоритмы шифрования и дешифрования — инверсии друг друга. Если P — обычный текст, C — зашифрованный текст, а K — ключ, алгоритм кодирования $E_k(x)$ создает зашифрованный текст из исходного текста.

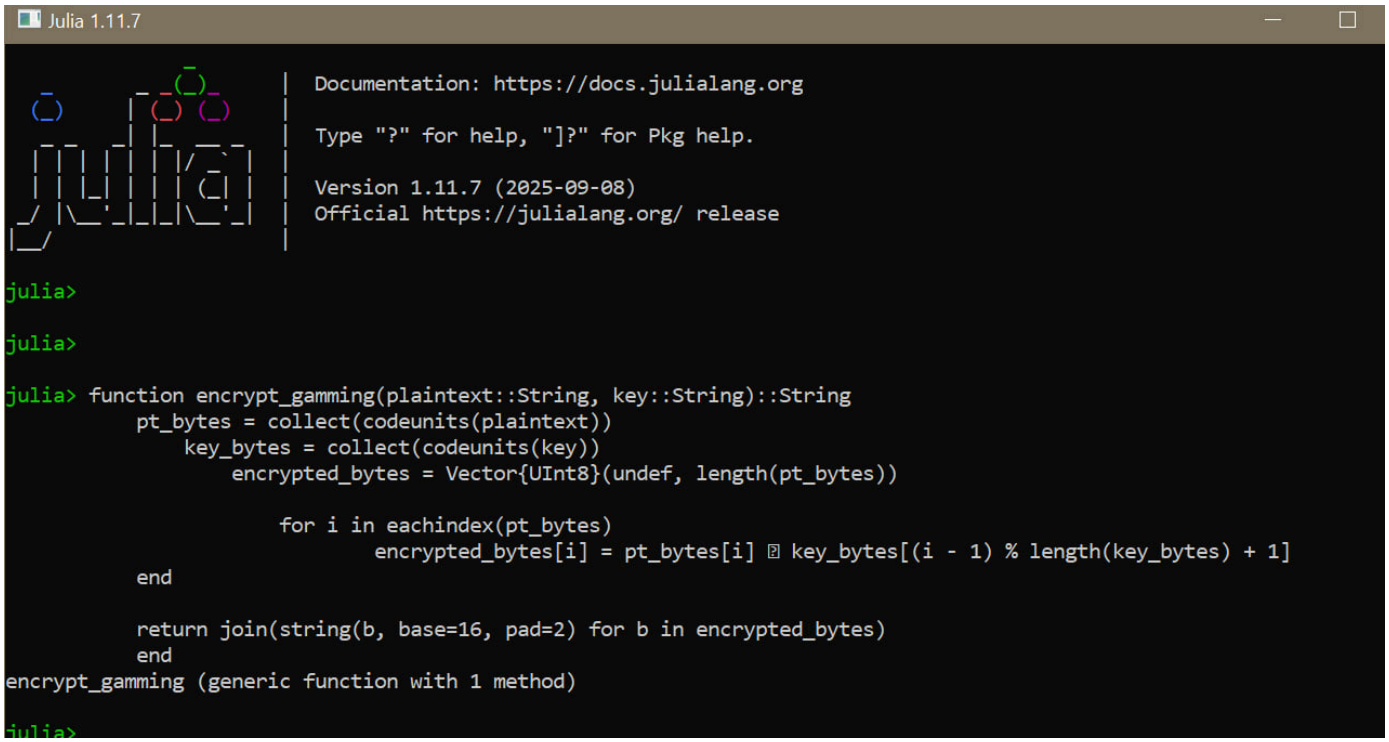
Алгоритм же дешифрования Dk (x) создает исходный текст из зашифрованного текста. Мы предполагаем, что $E_k(x)$ и $D_k(x)$ обратны друг другу. Они применяются, последовательно преобразуя информацию из одного вида в другой и обратно.

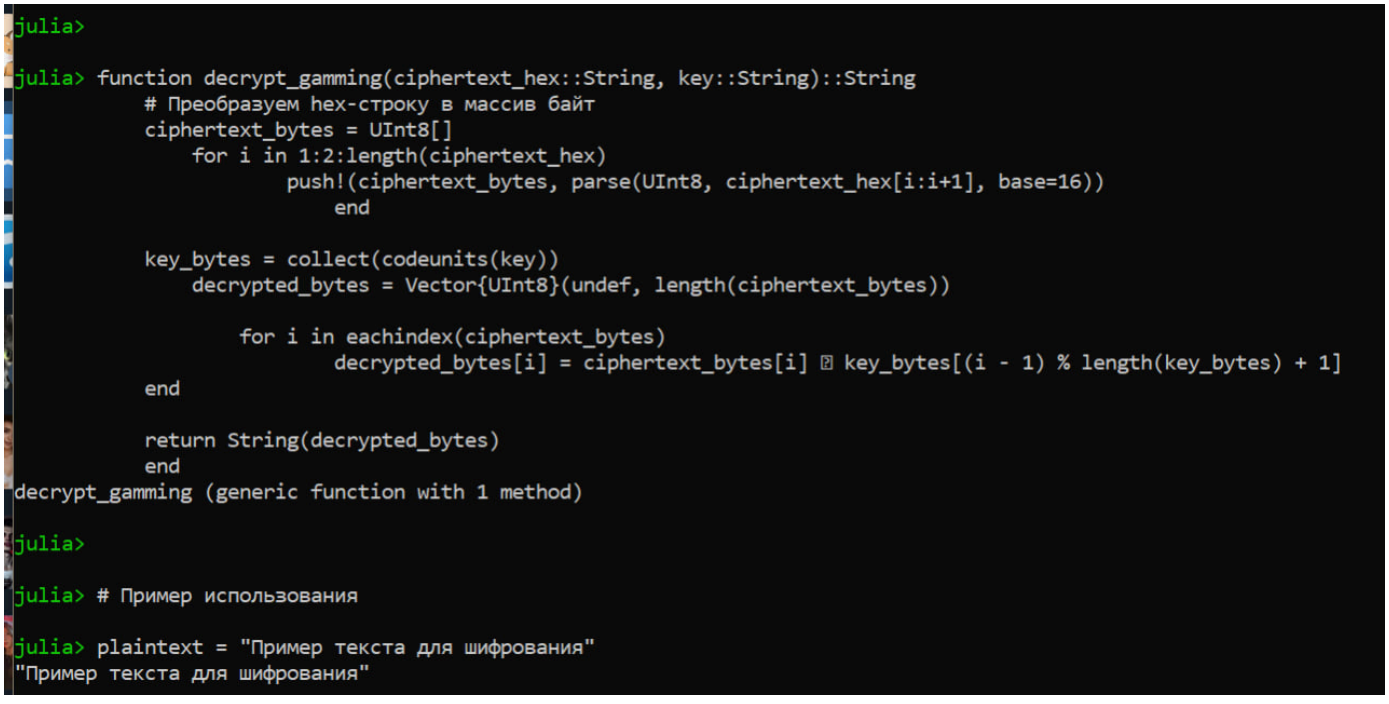
Выполнение лабораторной работы [@lab-task]

Шифрование гаммированием с конечной гаммой

В классической реализации шифрования гаммированием используется псевдо-случайная последовательность (ПСП), которая имеет некоторый цикл повторения в связи с особенностями построения. В задании лабораторной предлагается рассмотреть альтернативный случай шифрования гаммированием -- шифрованием гаммированием с конечной гаммой. Таким образом, вместо параметров a, γ_0, b, которые бы задавали ПСП, предлагается задать некоторое кодовое слово, построенное на том же алфавите, что и зашифрованное сообщение. Такое слово можно расшифровать в некоторые значения гаммы. Если гамма короче слова, необходимо просто повторять символы гаммы циклично с начала до тех пор, пока получившаяся последовательность не покроет полностью шифруемое сообщение.

Исходный код написан на языке `Julia` [@doc-julia]. Код функции, осуществляющей шифрование гаммированием с конечной гаммой, представлен ниже.





```
julia> # Пример использования

julia> plaintext = "Пример текста для шифрования"
"Пример текста для шифрования"

julia> key = "секретнаягамма"
"секретнаягамма"

julia>

julia> encrypted = encrypt_gamming(plaintext, key)
"011e01350002013c00000002f06c5260645f6a625161526c609c0004013a013af06b595068645553506d6e60635f60636d60686d5f"

julia> println("Зашифрованный текст: $encrypted")
Зашифрованный текст: 011e01350002013c00000002f06c5260645f6a625161526c609c0004013a013af06b595068645553506d6e60635f60636d6
0686d5f

julia>

julia> decrypted = decrypt_gamming(encrypted, key)
"Пример текста для шифрования"

julia> println("Расшифрованный текст: $decrypted")
Расшифрованный текст: Пример текста для шифрования

julia>
```

Разберём подробно работу функции.

На вход функция принимает 3 параметра:

- `text` -- исходный текст;
- `gamma_code` -- конечная гамма в виде кодового слова или фразы;
- `isToBeEncoded` -- переменная логического типа, изменяющая поведение работы функции в зависимости от того, был ли наш текст зашифрован до этого или нет.

Функцию саму можно поделить на несколько смысловых частей:

1. Предобработка данных исходного текста;
2. Предобработка гаммы;
3. Шифровка/расшифровка исходного текста;
4. Вывод функции.

1. Предобработка данных исходного текста

Предобработка исходного текста включает в себя фильтрацию от символов, не принадлежащих алфавиту, а также изменение регистра символов.

Переменная `alphabet` ограничивает алфавит текста именно теми символами, численные коды которых записаны в переменной, а именно:

1. Кириллицей заглавного регистра: А,Б,В,Г,Д,Е,Ё,Ж,З,И,Й,К,Л,М,Н,О,П,Р,С,Т,У,Ф,Х,Ц,Ч,Ш,Щ,Ъ,Ы,Ь,Э,Ю,Я;
2. Знаками препинания: ' ', ',' ,'.' ,'!' , '?';
3. Кириллицей строчного регистра: а,б,в,г,д,е,ё,ж,з,и,й,к,л,м,н,о,п,р,с,т,у,ф,х,ц,ч,ш,щ,ъ,ы,ь,э,ю,я.

Следующим после задания алфавита этапом используется функция `filter(x -> findfirst(isequal(Int(only(x))), alphabet) != nothing,text)` , которая фильтрует исходный текст, убирая символы, которых нет в алфавите `alphabet` .

Далее получившийся текст разделяется по символам, а каждый символ обращается в своё численное значение.

Задаётся переменная `n`, хранящая длину отфильтрованного текста.

Задаётся переменная `t_num`, которая обозначает порядковый номер каждого символа в алфавите. Именно над этими числами и проводится операции шифрования гаммирования.

Далее по всей длине `t_num` пробегается простой цикл, который заменяет строчные символы кириллицы на заглавные (именно поэтому строчные символы кириллицы добавлены в конец алфавита).

После всех преобразований текста выводится промежуточное сообщение `"The text to be encoded:"`, в котором демонстрируется сообщение, которое в действительности будет закодировано.

2. Предобработка гаммы

Предобработка исходного текста включает в себя преобразование гаммы в последовательность символов, которая затем переводится в числа.

Вместительная строчка предобработки, которая задаёт `g_nums`, делает несколько вещей:

1. `split(gamma_code, "")` -- разделяет гамму на подстроки каждого символа;
2. `only.(<...>)` -- преобразует каждый символ (который хранится как подстрока) в символьный формат (`Char`);
3. `Int.(<...>)` -- преобразует каждый символ в его числовой код;
4. `for i in <...>` -- циклом пробегается по каждому элементу строки;
5. `findfirst(isequal(i), alphabet)` -- ищет местоположение символа в алфавите или возвращает `nothing`, если не находит его.

Далее просто вводится переменная длины конечной гаммы `m` для ограничения условия о том, что конечная гамма может быть меньше текста, в связи с чем её придётся повторять несколько раз.

3. Шифровка/расшифровка исходного текста

Собственно шифровка/расшифровка исходного текста включает в себя сложение по модулю мощности алфавита символов гаммы и символов исходного текста.

Реализация лишь в одном знаке зависит от того, шифруется ли сообщение или расшифровывается (гамма прибавляется, если текст шифруется, и вычитается, если текст расшифровывается).

Для каждого символа исходного текста осуществляются следующие операции:

1. `for i in 1:n` -- цикл проходит по каждому символу исходного текста;
2. `g_nums[mod(i-1, m)+1]` -- гамма должна быть зациклена по длине исходного текста, для чего происходит проверка того, какой остаток от деления даёт порядковый номер элемента исходного текст минус 1, после чего прибавляется единица, и этот индекс используется для задания символа гаммы, который будет использоваться для сложения с данным элементом исходного текста;
3. `mod(t_nums[i] +/- <...>-1, 38)+1` -- мы задаём новое значение порядкового номера рассматриваемого элемента в алфавите. При использовании сложение полученные символы считаются зашифрованными, при использовании вычитания -- расшифрованными;

4. `alphabet[<...>]` -- и финальным элементом мы задаём собственно численное значение рассматриваемого символа, которое можно использовать для преобразования в символьный формат данных.

Функция остатка от деления в программе используется в виде `mod(number-1,base)+1` в связи с особенностями операции остаток от деления. Так, при классическом использовании `mod(number, base)` значения остатка от деления лежат в диапазоне от `0` до `base-1`, при это ещё и остаток от деления `0` будет обозначать, что число `number` делится на `base` нацело. Операция, когда мы сначала отнимает от числа единицу, затем пропускаем через операцию остатка от деления и затем обратно прибавляем единицу, напрямую отражает все получающиеся остатки в диапазон от `1` до `base`, где остаток вида `base` обозначает, что число делится `number` делится на `base` нацело.

4. Вывод функции

Для создания вывода функции вектор численных значений символов зашифрованного текста преобразуется в формат `Char`, после чего символы объединяются в единую строку и выводятся из функции.

Проверка работы функции

При проверке корректности реализации важно учитывать, что шифрование гаммированием относится к симметричным шифрам. Для проверки изначальное сообщение мы пропускаем через функции шифровки и расшифровки с одними и теми же параметрами (кодовым словом, которое играет роль гаммы при шифровании). Так мы должны получить шифрокод после запуска функции шифрования первый раз, и изначальное сообщение после запуска функции второй раз с теми же параметрами на входе (исключая собственно параметр функции, задающий направление шифровки/расшифровки).

```
coded_text = finiteGammaEncoding("приКАЗ", "ГАММА", true)
println("The result of encoding:\n", coded_text, "\n\n")
decoded_text = finiteGammaEncoding(coded_text, "ГАММА", false)
println("The result of decoding:\n", decoded_text)
```

Результат работы кода представлен ниже (рис. [-@fig:001]).

 {#fig:001 width=70%}

Выводы

В результате работы мы ознакомились со способом шифрования гаммированием и его математическими основами, а также реализовали шифрование гаммированием с конечной гаммой.

Также были записаны скринкасты:

На RuTube:

- Весь плейлист
- Выполнения лабораторной работы

- Запись создания отчёта
- Запись создания презентации
- Защита лабораторной работы

На Платформе:

- Весь плейлист
- Выполнения лабораторной работы
- Запись создания отчёта
- Запись создания презентации
- Защита лабораторной работы

Список литературы{.unnumbered}

::: {#refs} :::