

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Московский Государственный Технический Университет (МГТУ)  
имени Н. Э. Баумана  
Факультет «Робототехника и комплексная автоматизация (РК)»  
Кафедра «Системы автоматизированного проектирования (РК6)»

### **Отчет по лабораторной работе №1**

По курсу «Программирование графических приложений»

Выполнил:

Студент    Гусаров Аркадий  
                  Андреевич

Группа        РК6-43Б

Проверил:

Дата

Подпись

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Москва, 2021 г.

### **1. Задание:**

Разработать программу для создания графического окна, фон которого отображает заданный рисунок из периодически повторяющихся геометрических фигур. Их взаимное расположение должно образовать замощение плоскости графического окна независимо от его геометрических размеров.

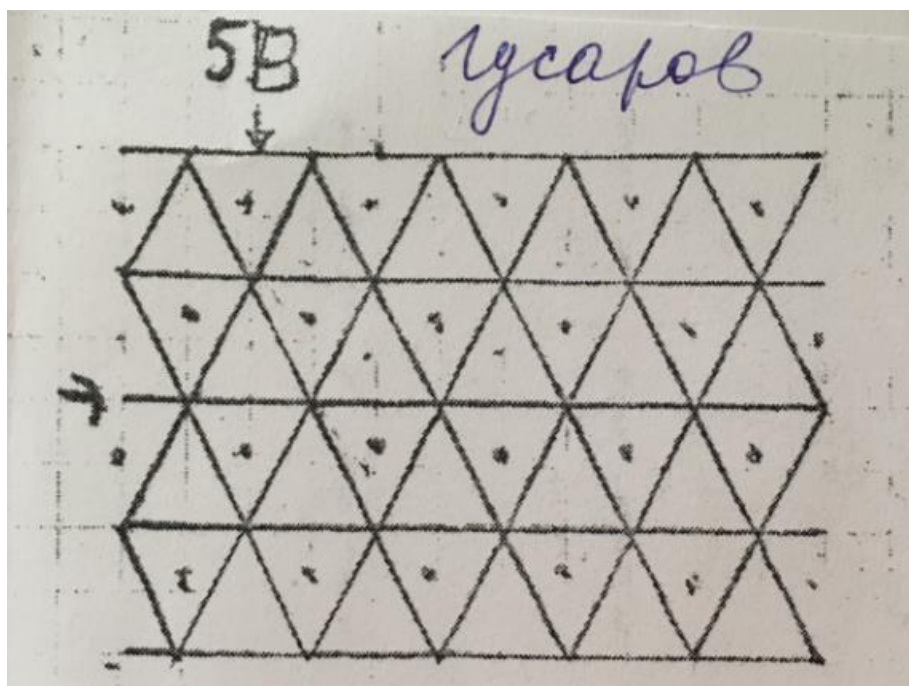
### **2. Требования к реализации:**

- Программную реализацию такого замощения должна обеспечивать карта пикселей минимального по размерам прямоугольного фрагмента рисунка фона, который повторяется в нем.
- Пиксельная карта должна конструироваться в программе минимальным набором примитивов графического вывода и адресоваться графическому окну структурой его атрибутов. Это должно гарантировать автоматическое тиражирование карты пикселей слева направо и сверху вниз в пределах графического окна, пока оно отображено на экране.
- Кроме того, необходимо предусмотреть возможность интерактивно инвертировать цвет рисунка фона по нажатию и отпусканию любой кнопки мыши, когда ее курсор находится в границах графического окна. Для этого в программе нужно реализовать соответствующую обработку событий и изображений для ее графического окна. При разработке программы необходимо использовать библиотечные функции базисного программного интерфейса X Window System.
- Замощение плоскости (полу)правильными топологическими многоугольниками изучает геометрическая теория графов. На практике может быть построено бесконечно много их различных вариантов путем геометрической деформации разнообразных многоугольных элементов.

### **3. Основная идея программной генерации фона графического окна X-клиента:**

- Подготовить пиксельную карту рисунка повторяющегося элемента фона и присвоить ее идентификатор фоновому атрибуту графического окна.
- Создать и визуализировать графическое окно.
- В окне гарантируется автоматическое тиражирование заданного рисунка независимо от его исходных и текущих габаритов.
- листинг содержит исходный код программы генерации фона графического окна из сопряженных колец диаметром 128 пикселей, узор из которых показан на рисунке выше.

### **4. Фон, который необходимо создать:**



## 5. Графическая инициализация:

- По запросу XOpenDisplay адресуется структура дисплея.
- Затем устанавливается по умолчанию номер экрана, его корневое окно и число цветовых плоскостей, а также графический контекст изображения.
- Для получения этих дисплейных умолчаний вызываются соответствующие дисплейные макросы DefaultScreen, DefaultRootWindow, DefaultDepth и DefaultGC.

## 6. Формирование пиксельной карты фона:

- Формируется пиксельная карта повторяющегося элемента фона. При этом сначала по запросу XCreatePixmap создается пустая пиксельная карта требуемого размера (128x128) пикселей.
- Она заполняется белым квадратом по запросам XForeground (с белым макросом WhitePixel) и XFillRectangle.
- в ней рисуется требуемое изображение черной окружности по запросам XForeground (с черным макросом BlackPixel) и XDrawArc. В общем случае для формирования изображения могут применяться различные примитивы графического вывода, например, прямоугольники и отрезки прямых линий, которые строятся по запросам XDrawRectangle(s), XDrawLine и XDrawSegments. Вместо такой векторной техники конструирования изображения в пиксельной карте могут также использоваться растровые шаблоны из битовых карт, которые формируются, например, программой графического клиента bitmap и отображаются по запросу XCreateBitmapFromData.

## 7. Создание графического окна:

- По запросу `XCreateWindow` создается графическое окно программы с заданным начальным размером (800x600) пикселей, которое является подокном корневого окна экрана, копирует его визуальный класс и глубину.
- Оно также декорируется оконным менеджером по его атрибуту `override_redirect` со значением `False`. Фоновый атрибут окна `background_pixmap` фиксирует идентификатор пиксельной карты из предыдущего блока. Это гарантирует автоматическое заполнение фона окна рядами изображений пиксельной карты, независимо от изменений габаритов окна, когда оно отображается на экране.
- После создания окна, по запросу `XSelectInput` устанавливается маска получения событий нажатия (отпускания) кнопок мыши и клавиш на клавиатуре, когда курсор мыши находится в габаритах окна или пересекает его рамку.
- В конце оконного блока сформированное окно отображается на экране по запросу `XMapRaised`, перекрывая другие окна. Графическая утилита `XStoreName` фиксирует заголовок окна, заданный строкой "floor", в именном свойстве `WM_NAME` оконного менеджера, который отображает его в своем обрамлении окна.
- Кроме того, по запросу `XSetFunction` в графическом контексте устанавливается функция инвертирования изображения `GXinvert` или `GXcopyInverted` для последующих операций графического вывода в цикле обработки событий, чтобы обеспечить переключение цвета фона графического окна.

## 8. Обработка событий:

- Реализует цикл чтения и обработки событий из очереди X-сервера, которые установлены для графического окна программы в блоке 3.
- Чтение поступающих событий обеспечивает запрос `XNextEvent`, а альтернативы их обработки выбираются по полю типа в структуре `XEvent` каждого полученного события.
- В частности, для событий нажатия и отпускания любой кнопки мыши, когда ее курсор находится внутри окна, предусмотрена следующая обработка. Сначала инвертируется изображение в пиксельной карте фона путем копирования ее области сама на себя по запросу `XCopyArea` в графическом контексте с ранее установленной функцией инвертирования `GXinvert` (`GXcopyInverted`). Затем инвертированная таким образом

пиксельная карта переустанавливается для фона графического окна по запросу `XSetWindowBackgroundPixmap`.

- Наконец, очистка окна по запросу `XClearWindow` реализует инвертирование его фонового рисунка.
- Аналогичная обработка предусматривается для события пересечения курсором рамки окна в любом направлении (`EnterNotify` и `LeaveNotify`). Итерации обработки этих мышинных событий могут продолжаться, пока значение флага завершения цикла `done` равно 0 (`False`).
- В альтернативе `KeyPress` обработки нажатия любой клавиши на клавиатуре (когда окно имеет фокус ввода) этому флагу присваивается значение ее физического кода из поля `keycode` структуры `XEvent` полученного события. Его величина гарантированно больше 0 для любой клавиши. Поэтому значение флага `done` становится положительным (`True`) и происходит выход из цикла обработки событий для последующего завершения программы.

## 9. Графический выход:

- предусмотрен типовой набор завершающих действий:
- Сначала по запросу `XFreePixmap` освобождается память, выделенная для пиксельной карты.
- Затем по запросу `XDestroyWindow` закрывается графическое окно программы.
- Наконец, запрос `XCloseDisplay` обеспечивает разрыв связи с X-сервером. Физический код клавиши, которая была нажата для выхода из цикла обработки событий, возвращает `exit`-код программы.

## 10. Синтез исполняемого кода:

- После соответствующего редактирования исходный код программы следует сохранить под именем `xfloor.c` в рабочем каталоге файловой системы.
- Его компиляцию и компоновку с графической библиотекой `libX11.so(.a)` обеспечивает следующая командная строка, которая вводится в окне эмулятора терминала:  
`$ cc xfloor.c -lX11`
- В результате будет получен выполняемый файл `a.out`, который может быть вызван для отображения на экране графического окна с заданным фоном.

## 11. Код программы:

```

#include <X11/Xlib.h> /* заголовок базовой X графики */
#include <X11/Xutil.h> /* заголовок графических утилит */
/* Габаритные макросы для рисунка фона */
#define WIDTH 128 /* ширина повторяющегося элемента */
#define HEIGHT 256 /* высота повторяющегося элемента */

int main(int argc, char *argv[])
{
    Display *dpy; /* адрес дисплейной структуры */
    int src; /* номер экрана дисплея */
    GC gc; /* графический контекст */
    int depth; /* число цветовых плоскостей экрана */
    Window root; /* корневое окно экрана */
    Pixmap pix; /* пиксельная карта элемента фона */
    Window win; /* основное окно программы */
    XSetWindowAttributes attr; /* атрибуты окна программы */
    unsigned long amask; /* маска атрибутов окна */
    unsigned long emask; /* маска событий */
    XEvent event; /* структура оконных событий */
    unsigned int done = 0; /* флаг завершения программы */

    /* Графическая инициализация */
    dpy = XOpenDisplay(NULL); /* Контакт с X-сервером */
    src = DefaultScreen(dpy); /* номер экрана (0) */
    depth = DefaultDepth(dpy, src); /* глубина экрана */
    root = DefaultRootWindow(dpy); /* корневое окно */
    gc = DefaultGC(dpy, src); /* графический контекст */

    pix = XCreatePixmap(dpy, root, 2 * WIDTH, 2 * HEIGHT, depth);
    XSetBackground(dpy, gc, WhitePixel(dpy, src));
    XSetForeground(dpy, gc, WhitePixel(dpy, src));
    XFillRectangle(dpy, pix, gc, 0, 0, 2 * WIDTH, 2 * HEIGHT);
    XSetForeground(dpy, gc, BlackPixel(dpy, src));

    /* Горизонтальные линии */
    XDrawLine(dpy, pix, gc, 0, HEIGHT, 2 * WIDTH, HEIGHT);
    XDrawLine(dpy, pix, gc, 0, 0, 2 * WIDTH, 0);
    /* Ромбы */
    XDrawLine(dpy, pix, gc, 0, HEIGHT, WIDTH, 0);
    XDrawLine(dpy, pix, gc, WIDTH, 0, 2 * WIDTH, HEIGHT);
    XDrawLine(dpy, pix, gc, 2 * WIDTH, HEIGHT, WIDTH, 2 * HEIGHT);
    XDrawLine(dpy, pix, gc, 0, HEIGHT, WIDTH, 2 * HEIGHT);
    /* Точки */
    XDrawPoint(dpy, pix, gc, 0, HEIGHT / 2);
    XDrawPoint(dpy, pix, gc, WIDTH, 1.5 * HEIGHT);

    XFlush(dpy);

    amask = (CWOVERRIDE_REDIRECT | CWBACK_PIXMAP);
    attr.override_redirect = False; /* Обрамление окна */
    attr.background_pixmap = pix; /* Фон пиксельной карты */

```

```

win = XCreateWindow(dpy, root, 0, 0, 800, 600, 1, depth,
                    InputOutput, CopyFromParent, amask, &attr);

emask = (ButtonPressMask | ButtonReleaseMask |
        EnterWindowMask | LeaveWindowMask |
        KeyPressMask); /* Маска событий */

XSelectInput(dpy, win, emask); /* маскировка событий */
XMapRaised(dpy, win);          /* отображение окна */
XStoreName(dpy, win, "Floor"); /* заголовок окна */
XSetFunction(dpy, gc, GXinvert); /* для инверсии фона */

while (done == 0)
{
    XNextEvent(dpy, &event); /* Чтение событий */
    switch (event.type)
    {
        case EnterNotify:
        case LeaveNotify:
        case ButtonPress:
        case ButtonRelease:
            XCopyArea(dpy, pix, pix, gc, 0, 0,
                      2 * WIDTH, 2 * HEIGHT, 0, 0);
            XSetWindowBackgroundPixmap(dpy, win, pix);
            XClearWindow(dpy, win);
            break;
        case KeyPress: /* Выход из цикла обработки событий */
            done = event.xkey.keycode;
            break;
        default:
            break;
    }
}

XFreePixmap(dpy, pix); /* Освободить память карты */
XDestroyWindow(dpy, win); /* Закрыть окно */
XCloseDisplay(dpy);      /* Разрыв связи с X-сервером */

return (done); /* exit-код */
}

```

## 12.Список литературы:

1. O'Reilly & Associates, Inc. - Table of contents for Xlib Programming Manual (O'Reilly & Associates, Inc.): Режим доступа к ст. [http://www.sbin.org/doc/Xlib/index\\_contents.html](http://www.sbin.org/doc/Xlib/index_contents.html).
2. Adrian Nye - Volume One: Xlib Programming Manual: Режим доступа к ст. [http://www.ac3.edu.au/SGI\\_Developer/books/XLib\\_PG/sgi\\_html](http://www.ac3.edu.au/SGI_Developer/books/XLib_PG/sgi_html).
3. Вадим Годунко - Xlib - интерфейс с X Window на языке C : Режим доступа к ст. <http://motif.opennet.ru/book3.html>.

4. Kluwer Academic Publishers - Fundamentals of X Programming GUI and Beyond.pdf Режим доступа <http://ftp.homei.net.ua/index.>
5. Kenton Lee - Technical Window System and Motif WWW Sites: Режим доступа к ст. <http://www.rahul.net/kenton/xsites.html.>
6. Robert W. Scheifler - RFC 1013 - X Window System Protocol. Режим доступа к ст. <http://www.apps.ietf.org/rfc/rfc1013.html.>
7. Theo Pavlidis - Fundamentals of X Programming GUI and Beyond. Режим доступа <http://www.maives.ru/modules/news.>