



Санкт-Петербургский государственный университет
Кафедра системного программирования

Navitas Framework. Энергопотребление экранов смартфонов.

Артем Игоревич Мотыка, 20.Б11-мм группа

Научный руководитель: старший преподаватель С.Ю. Сартасов

Санкт-Петербург
2022

- Экран может потреблять до 50 % общей энергии в смартфоне
- Уменьшении техпроцесса мобильных процессоров более чем в 5 раз за последние 7 лет, появление энергоэффективных ядер
- Увеличение размеров экранов, появление тенденции к увеличению частоты обновления экранов и их разрешения
- В Navitas Framework нет модели энергопотребления AMOLED-экрана.
- Модель энергопотребления экрана создаст возможности для более точной оценки энергопотребления других компонентов смартфона, оптимизации дизайна операционных систем мобильных устройств

Постановка задачи

Целью работы является изучение зависимости энергопотребления разных типов экранов от показываемого ими изображения, построение собственной модели энергопотребления AMOLED-экрана и добавление данной модели в Navitas Framework.

Задачи:

- Сделать обзор разных типов экранов смартфонов, посмотреть на их энергопотребление и найти зависимости энергопотребления экранов от цветов пикселей и уровня яркости экрана
- Разработать Android-приложение для проведения эксперимента по изучению энергопотребления AMOLED экрана (приложение должно отображать различные цвета на протяжении какого-то фиксированного времени, выводить значение текущего уровня яркости)

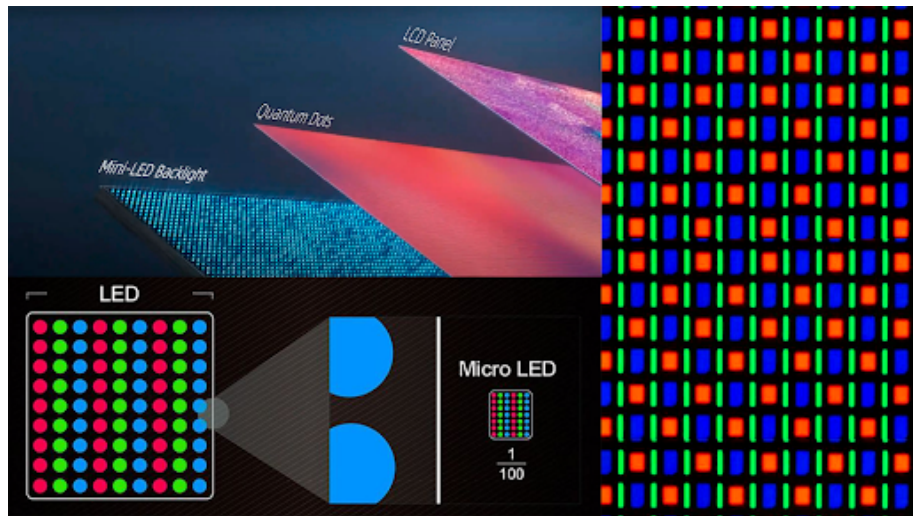
Постановка задачи

Целью работы является изучение зависимости энергопотребления разных типов экранов от показываемого ими изображения, построение собственной модели энергопотребления AMOLED-экрана и добавление данной модели в Navitas Framework.

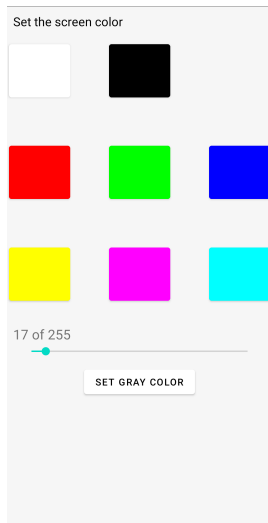
Задачи:

- Провести замеры энергопотребления при различных отображаемых цветах экрана и уровнях яркости на тестовом смартфоне с AMOLED матрицей
- На основе полученных данных разработать модель энергопотребления экрана смартфона и встроить её в Navitas Framework
- Провести апробацию указанной модели энергопотребления экрана смартфона

Обзор разных типов экранов смартфонов



Android-приложение ¹



¹ для проведения эксперимента по изучению энергопотребления AMOLED экрана

Получение данных

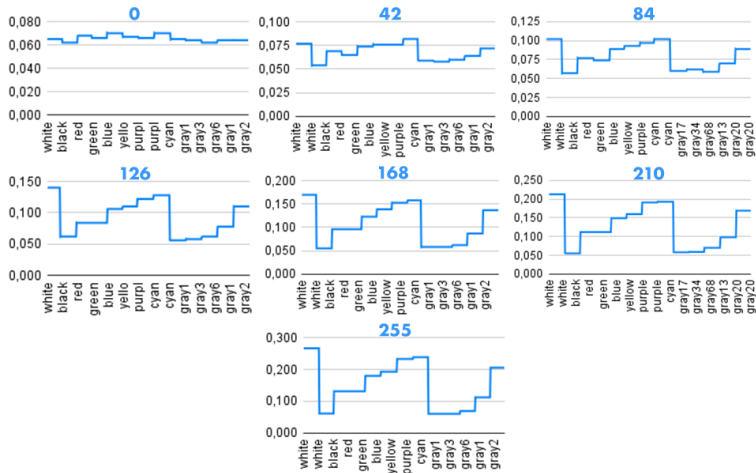


Рис.: Графики энергопотребления различных цветов при уровнях яркости экрана: 0, 42, 84, 126, 168, 210, 255 соответственно

Аппроксимация

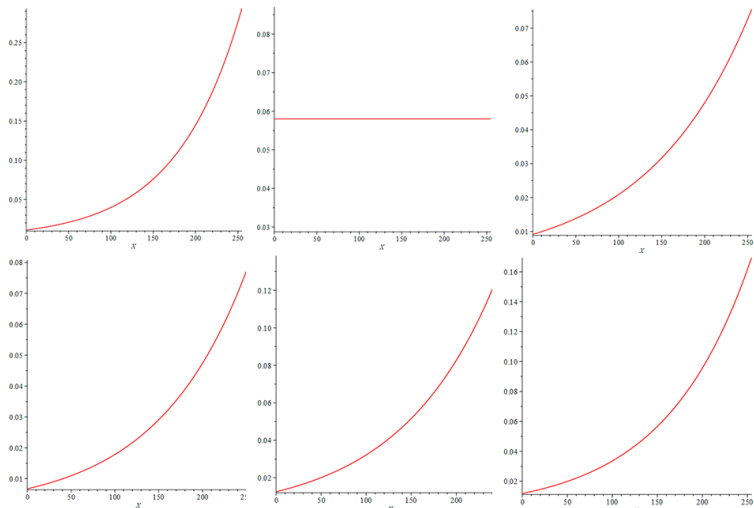


Рис.: Графики аппроксимирующих функций: $uw(x)$, $ub(x)$, $ur(x)$, $ug(x)$, $ubl(x)$, $uu(x)$ соответственно

Аппроксимация

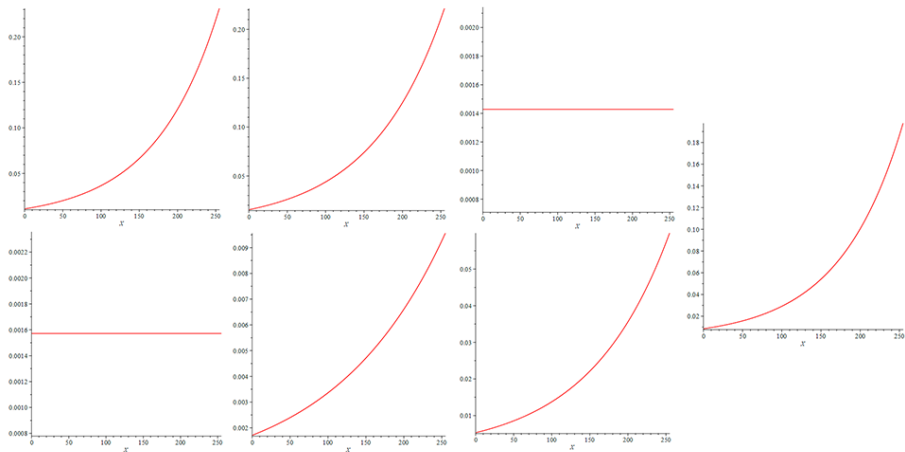


Рис.: Графики аппроксимирующих функций: $u_r(x)$, $u_c(x)$, $u_{g17}(x)$, $u_{g34}(x)$, $u_{g68}(x)$, $u_{g136}(x)$, $u_{g204}(x)$ соответственно

Аппроксимация

$$\Delta = \frac{\sum \frac{|y_t - y_w(x)|}{y_t}}{n};$$

Функция	Δ
yr(x)	0.0578
yg(x)	0.1429
ybl(x)	0.0942
yw(x)	0.2535
yy(x)	0.1598
yp(x)	0.1903
yc(x)	0.1403
yg68(x)	0.5135
yg136(x)	0.1138
yg204(x)	0.1983

Построение модели энергопотребления экрана

$$y_{diffW} = y_w(X) - y_r(X) - y_g(X) - y_{bl}(X),$$

$$y_{diffY} = y_y(X) - y_r(X) - y_g(X),$$

$$y_{diffP} = y_p(X) - y_r(X) - y_{bl}(X),$$

$$y_{diffC} = y_c(X) - y_g(X) - y_{bl}(X)$$

$$y_{QW} = \frac{y_w(X)}{y_w(X) - y_{diffW}(X)},$$

$$y_{QY} = \frac{y_y(X)}{y_y(X) - y_{diffY}(X)},$$

$$y_{QP} = \frac{y_p(X)}{y_p(X) - y_{diffP}(X)},$$

$$y_{QC} = \frac{y_c(X)}{y_c(X) - y_{diffC}(X)},$$

$$y_{Qmid} = (3 * y_{QW}(X) + y_{QY}(X) + y_{QP}(X) + y_{QC}(X))/6$$

Построение модели энергопотребления экрана

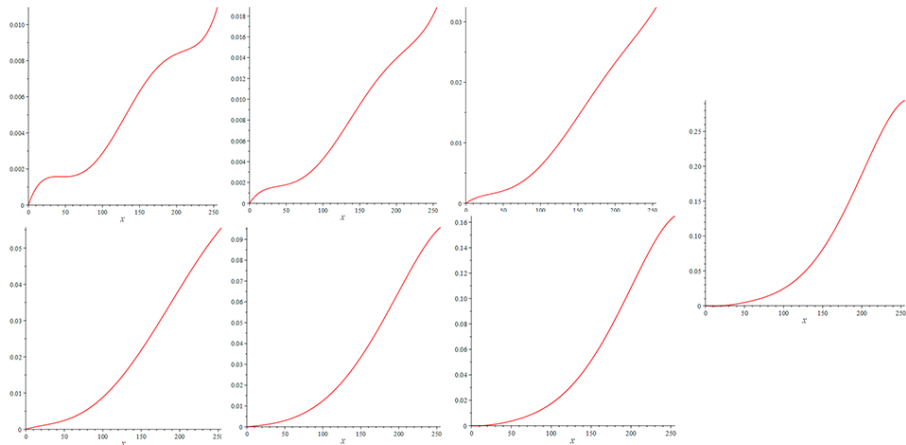


Рис.: Интерполяционные многочлены: y_{Gk0} , y_{Gk42} , y_{Gk84} , y_{Gk126} , y_{Gk168} , y_{Gk210} , y_{Gk255} , — зависящие от интенсивности серого цвета для яркостей: 0, 42, 84, 126, 168, 210, 255, — соответственно

Построение модели энергопотребления экрана

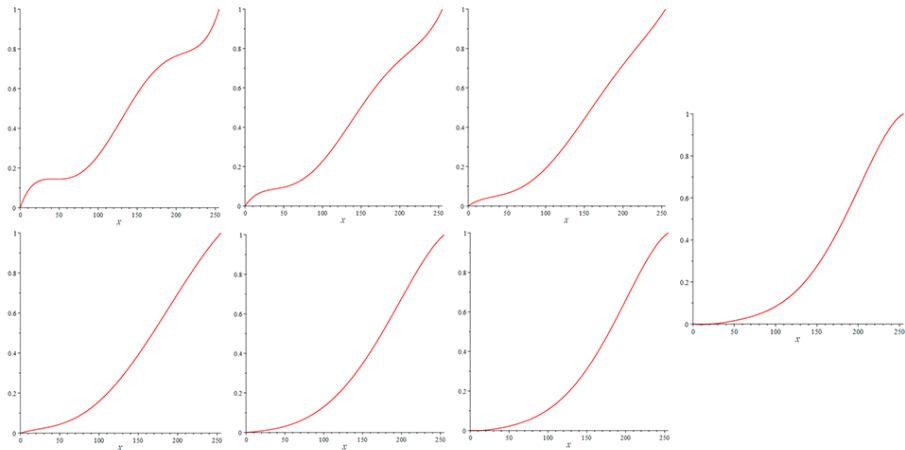


Рис.: Коэффициенты интерполяционных многочленов: y_{Gki0} , y_{Gki42} , y_{Gki84} , y_{Gki126} , y_{Gki168} , y_{Gki210} , y_{Gki255} , — зависящие от интенсивности серого цвета для яркостей: 0, 42, 84, 126, 168, 210, 255, — соответственно

Модель энергопотребления AMOLED-экрана для одного пикселя

$$\frac{yQmid(i) * (yGki[br[i]](rgb[0]) * yr(i) + yGki[br[i]](rgb[1]) * yg(i) + yGki[br[i]](rgb[2]) * ybl(i)) + yb(i)}{921600}$$

$yQmid(i)$ — коэффициент, отвечающего за различие в энергопотреблении суммы компонент от исходного цвета при данном уровне яркости

$yGki(intensity)$ — коэффициенты, отвечающие за различие между энергопотреблением с полной интенсивностью цвета — 255 и её части

$yr(i)$, $yg(i)$, $ybl(i)$, $yb(i)$ — аппроксимирующие функции, которые задают энергопотребление в зависимости от яркости при максимальной интенсивности своего цвета соответственно $rgb[0]$, $rgb[1]$, $rgb[2]$ - RGB-код красного, зеленого, синего цветов соответственно

i - уровень яркости от 0 до 255

921600 — количество пикселей у экрана Samsung Galaxy A3 (2016)

Апробация модели энергопотребления экрана смартфона

Результаты для яркости 0:

Цвет	Модель	Замеры
rgb(255, 255, 0)	0.0664	0.0697
rgb(255, 0, 255)	0.0696	0.0691
rgb(0, 255, 255)	0.0683	0.0734
rgb(30, 200, 55)	0.0623	0.0600
rgb(20, 210, 190)	0.0663	0.0650

$$\Delta = \frac{\sum \frac{|y_t - y_{model}(x)|}{y_t}}{n}; \Delta = 0.028$$

Интеграция модели энергопотребления экрана в Navitas Framework

- Во время профилирования устройства в NaviProf делается скриншот экрана, который сохраняется в память тестируемого устройства.
- Затем скриншот отправляется на компьютер.
- После в Navitas-Plugin скриншот разбирается по-пиксельно и прогоняется через модель энергопотребления экрана, тем самым суммируя энергопотребление пикселей, получая в конечном итоге энергопотребление всего экрана.

- Выполнен обзор разных типов экранов с точки зрения их энергопотребления и зависимости энергопотребления от отображаемой ими картинки.
- Сделано Android-приложение, которое позволяет проводить тестирование энергопотребления экрана смартфона при различных отображаемых цветах.
- Проведены замеры энергопотребления при различных отображаемых цветах экрана и уровнях яркости на тестовом смартфоне с AMOLED-матрицей.
- На основе полученных данных разработана модель энергопотребления экрана смартфона и встроена в Navitas Framework.
- Проведена апробация указанной модели энергопотребления экрана смартфона.