



Прямые трансляции

Алексей Савин · Mobius 2018

План

- Технологии для поведения трансляций
- Интерактивные события
- Различные аспекты реализации
- Работа с видео потоком
- Статистика сервиса

Side-project





mobile challenge

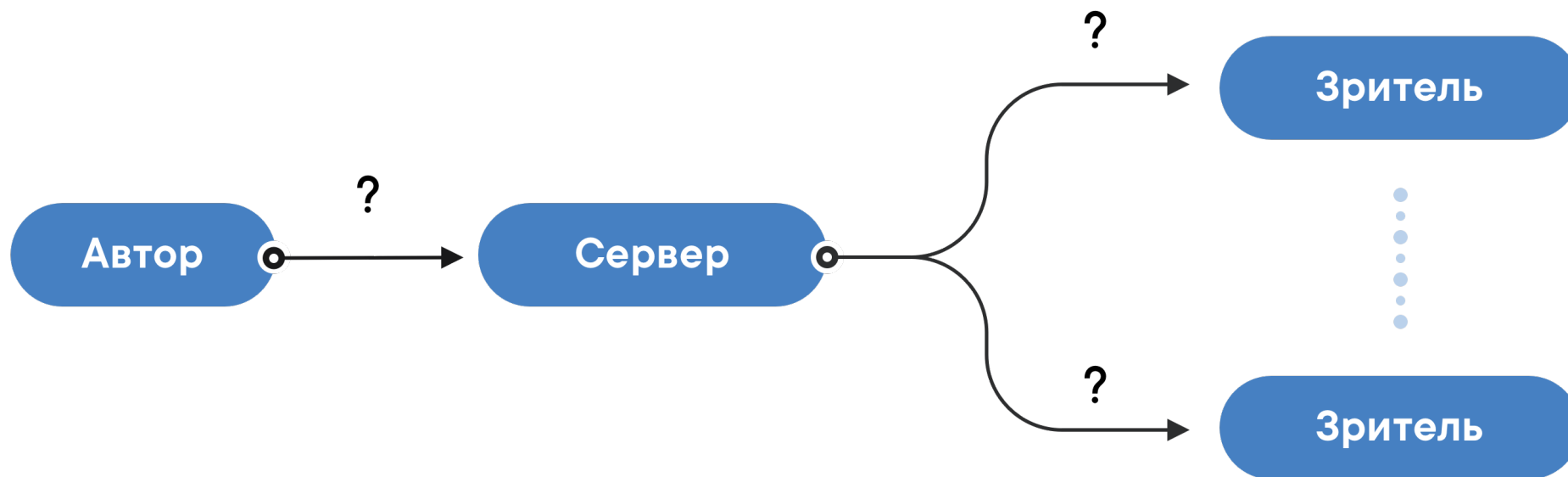
Особенности прямых трансляций

- Не нужно тратить время на подготовку материала
- Мгновенный обратная связь
- Простота создания
- Возможность привлечь новую аудиторию
- Множество контекстов использования



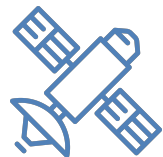
Технологии для проведения трансляций

Схема проведения



Свойства протоколов

Latency



Scalability



Adaptivity



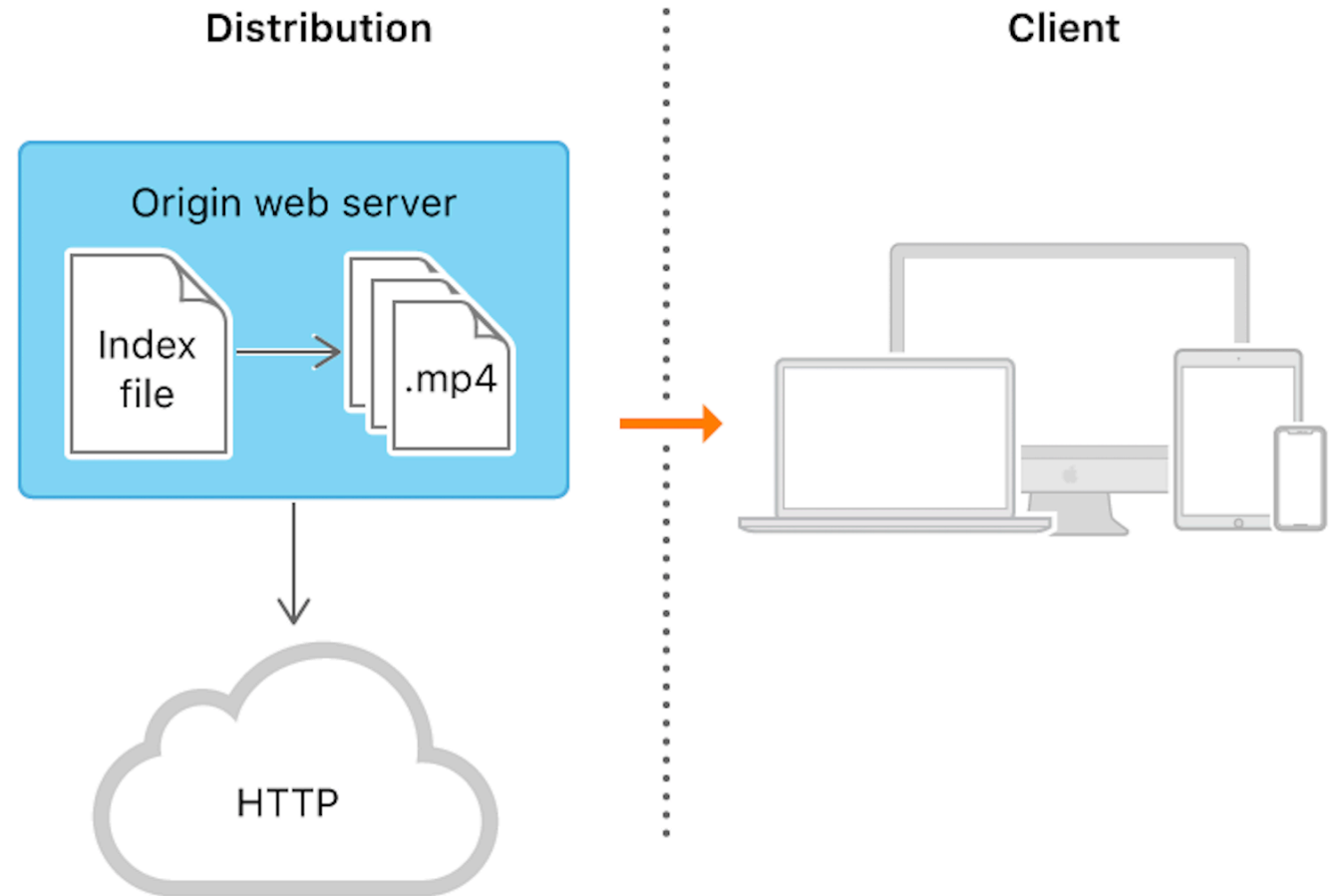
Device support



HLS

HTTP Live streaming

- Поддержка на уровне системы
- Адаптивность
- Шифрование
- Поддержка фрагментов с различными параметрами кодирования
- Высокие задержки



Пример мастер плейлиста

```
1 #EXTM3U
2
3
4 #EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=232370,CODECS="mp4a.40.2, avc1.4d4015"
5 gear1/prog_index.m3u8
6
7 #EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=649879,CODECS="mp4a.40.2, avc1.4d401e"
8 gear2/prog_index.m3u8
9
10 #EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=991714,CODECS="mp4a.40.2, avc1.4d401e"
11 gear3/prog_index.m3u8
12
13 #EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=1927833,CODECS="mp4a.40.2, avc1.4d401f"
14 gear4/prog_index.m3u8
15
16 #EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=41457,CODECS="mp4a.40.2"
17 gear0/prog_index.m3u8
```

Пример внутреннего плейлиста

```
1 #EXTM3U
2 #EXT-X-TARGETDURATION:10
3 #EXT-X-VERSION:3
4 #EXT-X-MEDIA-SEQUENCE:0
5 #EXT-X-PLAYLIST-TYPE:VOD
6 #EXTINF:9.97667,
7 fileSequence0.ts
8 #EXTINF:9.97667,
9 fileSequence1.ts
10 #EXTINF:9.97667,
11 fileSequence2.ts
12 #EXTINF:9.97667,
13 fileSequence3.ts
14 #EXTINF:9.97667,
15 fileSequence4.ts
16 #EXTINF:9.97667,
17 fileSequence5.ts
```

Шифрование

#EXT-X-KEY:METHOD=AES-128,URI="..."

Ссылка на ключ содержится непосредственно в манифесте

Можно использовать различные ключи для шифрования различных сегментов

Keyframe interval



keyframe (I-frame)



predicted frame (P-frame)

Сжатие H.264

Стандарт определяет несколько профилей:

- Baseline profile
- Main profile
- High profile

Профиль имеет уровень от 1 до 5, отражающий максимальные параметры видео, для которых возможно декодирование

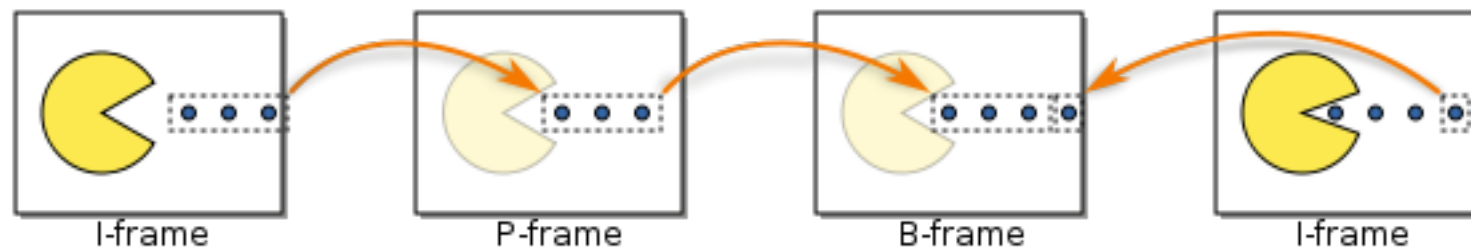
Пример возможностей профилей

Энтропийное кодирование:

- CAVLC (Context-adaptive variable-length coding) в Baseline profile
- CABAC (Context-adaptive binary arithmetic coding) в Main profile

Пример возможностей профилей

Поддержка B-frame:



RTMP

Real Time Messaging Protocol

- Изначальная проприетарность
- Отсутствие системной поддержки
- Сложнее масштабируется
- Низкие задержки

Выдача ссылок



WebRTC

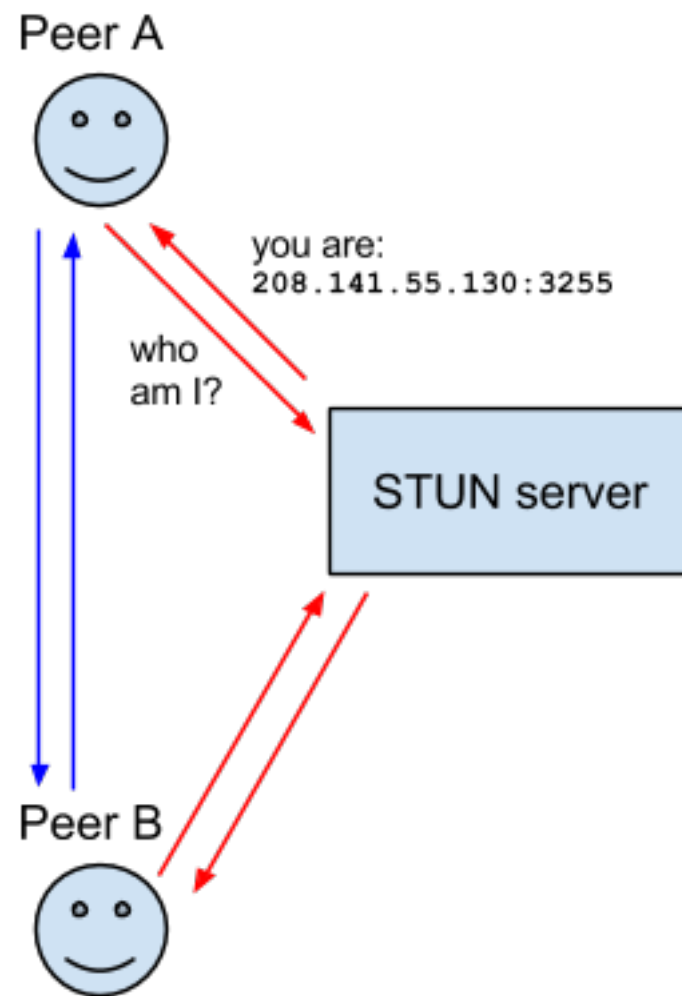
Web Real-Time Communication

- Низкие задержки
- Поддержка браузерами
- Возможность организации P2P сети

- Не поддерживается многими системами

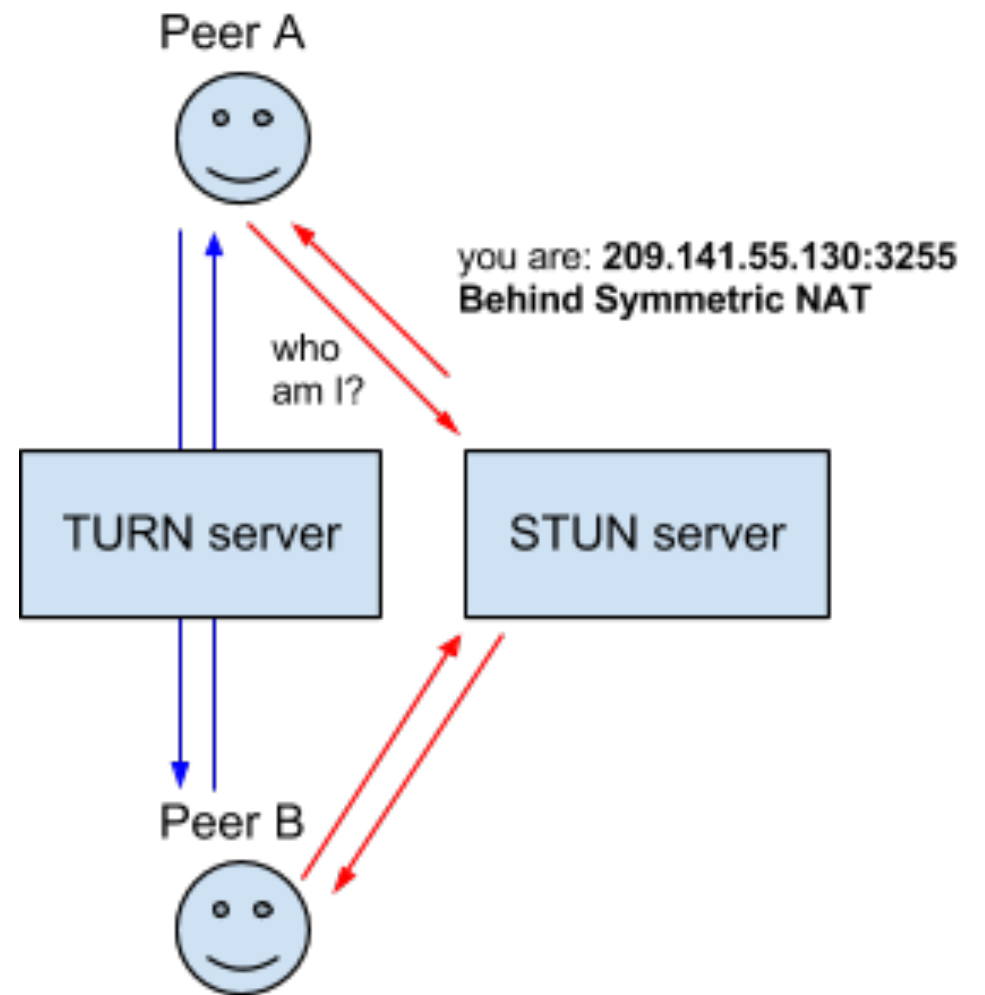
Протокол STUN

Session Traversal Utilities for NAT
(Network Address Translation)

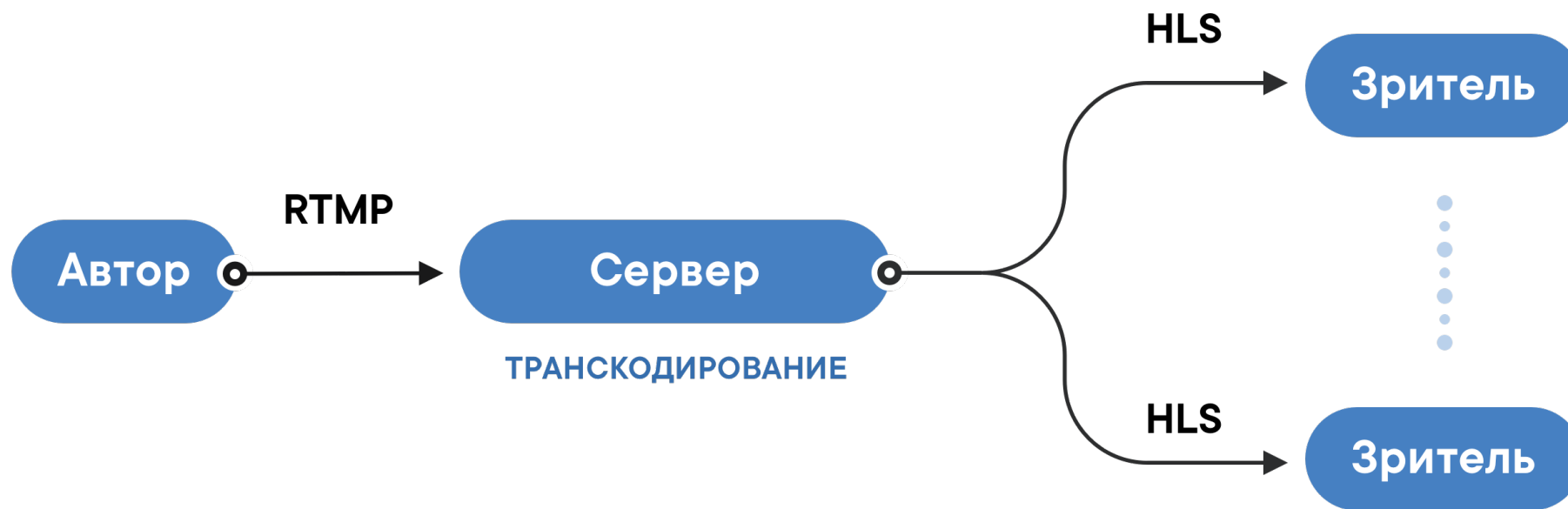


Протокол TURN

Traversal Using Relays around NAT



Гибридная схема





Интерактивные события

Long polling и heartbeat запросы

```
{
  "comment" = {
    "date" = 1540253362;
    "from_id" = 96957651;
    "id" = 577473;
    "text" = Hi;
  };
  "owner_id" = "-9693056";
  "type" = "video_comment_new";
  "user" = {
    "first_name" = Alexey;
    "id" = 96957651;
    "last_name" = Savin;
    "photo_100" = "https://pp.userapi.com/c840325/v840325352/3b88f/ryS2WgekPYA.jpg?ava=1";
    "photo_50" = "https://pp.userapi.com/c840325/v840325352/3b890/s8anHNeT0Qw.jpg?ava=1";
    "sex" = 2;
  };
  "version" = 2;
  "video_id" = 456240883;
}
```




Различные аспекты реализации

Работа в условиях плохой сети

Динамическая смена разрешения

- Не поддерживается RTMP
- Реализовано в HLS через директиву EXT-X-DISCONTINUITY
- Нет возможности сохранить mp4 для записи

Адаптивный битрейт

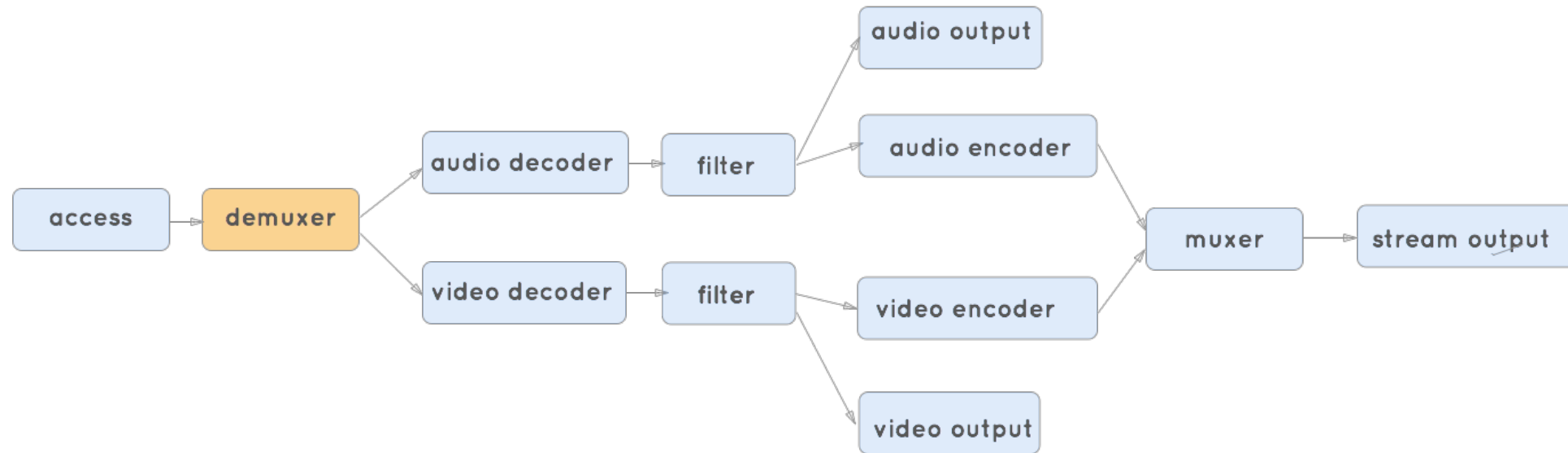


Адаптивный битрейт



Проигрывание RTMP

Использовали VLC плеер



Конфигурация VLC

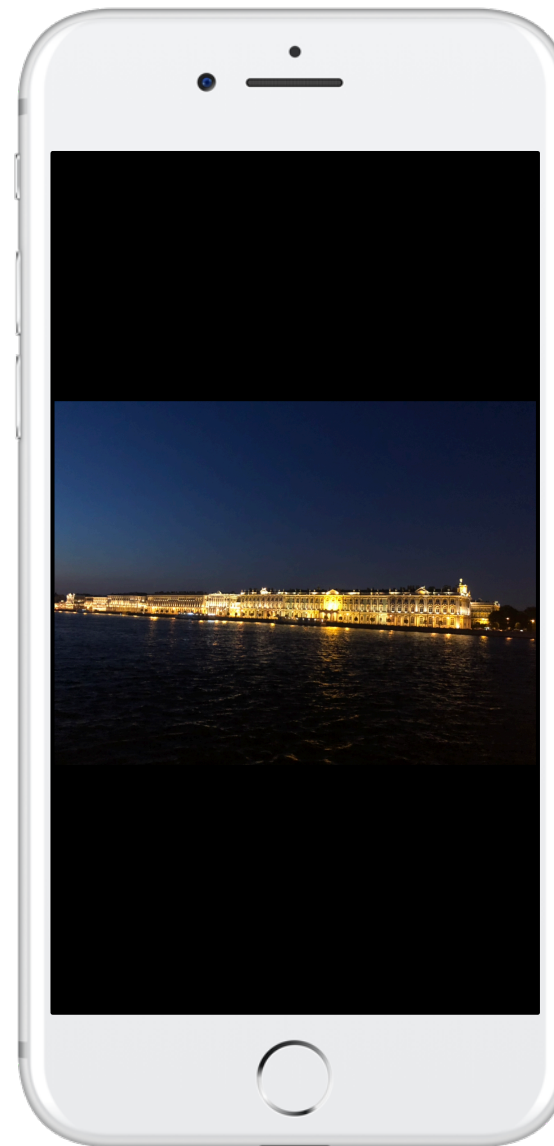
- network-caching=500
- no-avcodec-hurry-up
- avcodec-skip-frame=-1
- access=avio
- demux=avformat

Модификации для ускорения загрузки

```
iformat = av_find_input_format("flv")
...
p_sys->ic->probesize = 50000;
p_sys->ic->max_analyze_duration = 1000000;
...
avformat_find_stream_info( p_sys->ic, options );
```

Повороты

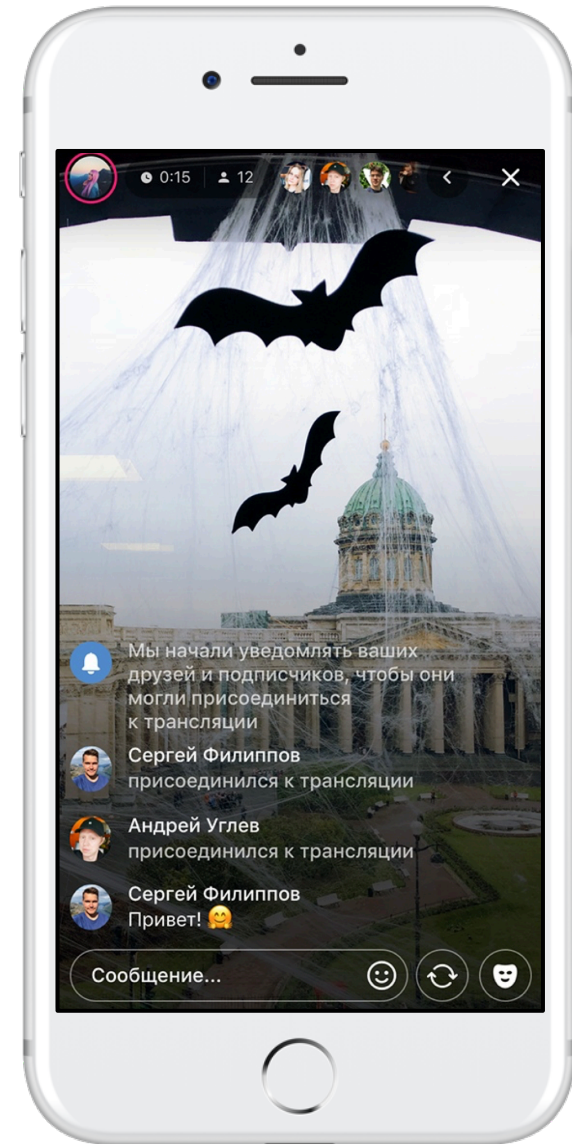
- Динамическая смена разрешения
- Вписывание кадра
- Отрисовка VLC происходит на OpenGL



Состояние экрана трансляции

Зависит от:

- Модели данных
- Плеера
- Long poll сервиса
- Heartbeat сервиса



Состояние плеера

```
enum PlayerItemEvent {
    case none
    case didPlayToEndTime
    case failedToPlayToEndTime
    case playbackStalled
}

class PlayerItemState {
    let status: AVPlayerItemStatus
    let playbackLikelyToKeepUp: Bool
    let playbackBufferEmpty: Bool
    let playbackBufferFull: Bool
    let loadedTimeRanges: [NSValue]
    let error: Error?
    let accessLog: AVPlayerItemAccessLog?
    let duration: CMTime
    let currentTime: CMTime
    let lastEvent: PlayerItemEvent
    let seekTime: CMTime?
}
```

```
enum PlayerStateTimeControlStatus {
    case paused
    case waitingToPlayAtSpecifiedRate
    case playing
}

class PlayerState {
    let status: AVPlayerStatus
    let timeControlStatus: PlayerStateTimeControlStatus?
    let rate: Float
    let itemState: PlayerItemState?
}
```

Флаги плеера

```
class PlayerStateInferredFlags {  
    let desiredPlaybackState: PlayerDesiredPlaybackState  
    let actualPlaybackState: PlayerActualPlaybackState  
    let finished: Bool  
    let failed: Bool  
  
    let durationInSeconds: TimeInterval  
    let loadedTimeRangeInSeconds: TimeInterval  
}
```

```
enum PlayerDesiredPlaybackState {  
    case paused  
    case playing  
}  
  
enum PlayerActualPlaybackState {  
    case paused  
    case buffering  
    case playing  
}
```

Автоматическое воспроизведение

- Ограниченное количество запущенных AVPlayer
- Отрисовка интерактивных событий
- Переход в полноэкранный режим
- Выбор качества

Проблемы с Apple TV

- Определить окончание подключения можно только косвенно

```
for (AVAudioSessionPortDescription *portDescription in [AVAudioSession sharedInstance].currentRoute.outputs) {  
    if ([portDescription.portType isEqualToString:AVAudioSessionPortAirPlay]) {  
        externalPlaybackActive = YES;  
        externalPlaybackDeviceName = portDescription.portName;  
    }  
}
```

- Артефакты в AVPlayerLayer
- Нет уведомлений при управлении через пульт

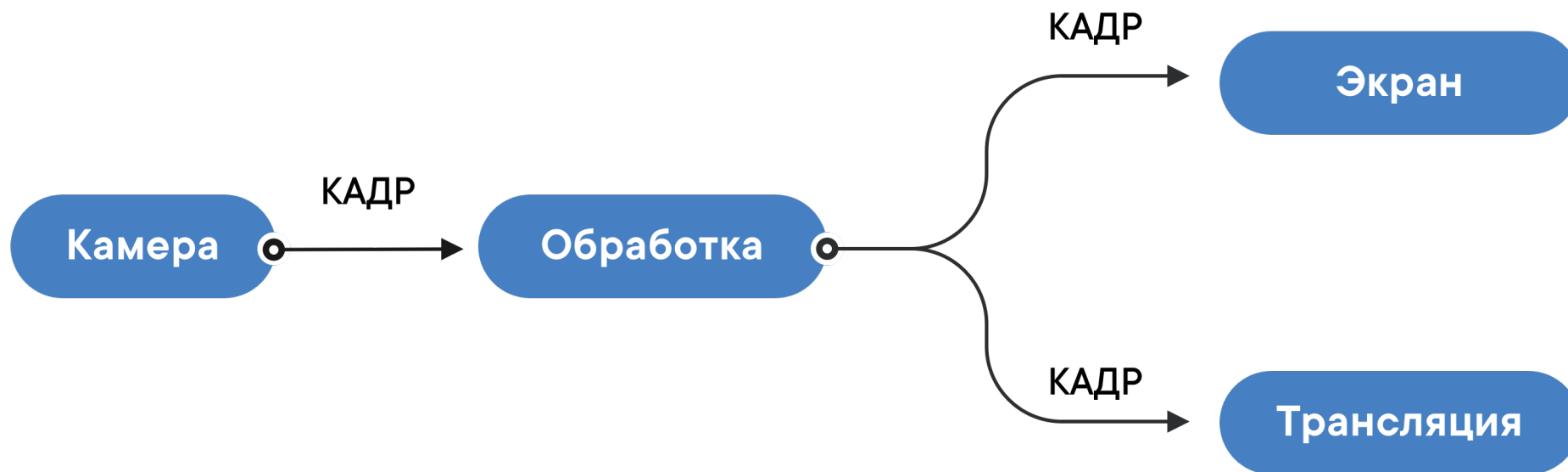
Модерация





Работа с видео потоком

Общая схема

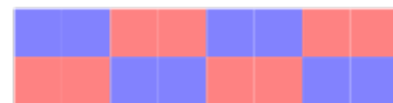
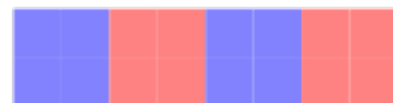
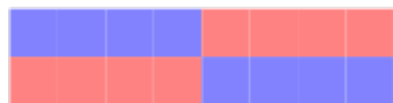


Управление камерой

- AVCaptureDeviceFormat
- AVCaptureDevice
- AVCaptureSession
- CMSampleBuffer
- CVImageBuffer
- AVSampleBufferLayer

Цветовая субдискретизация

Y'CbCr — основная идея в том, что человек лучше всего воспринимает компоненту яркости



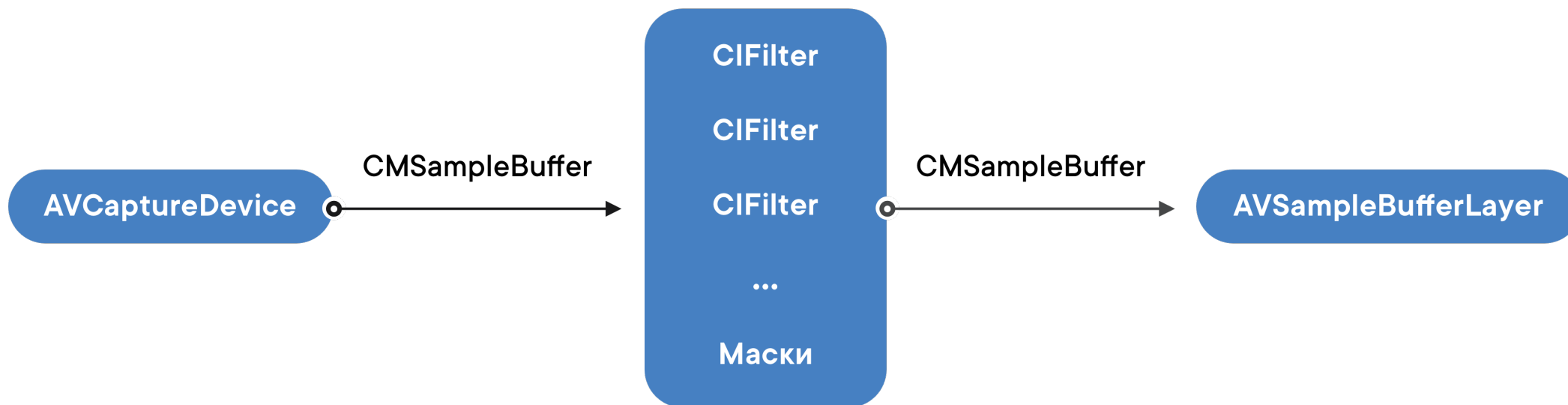
4:1:1

4:2:0

4:2:2

4:4:4

Процесс обработки



Матрица свёртки

105	102	100	97	96
103	99	103	101	102
101	98	104	102	100
99	101	106	104	99
104	104	104	100	98

Image Matrix

Kernel Matrix

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

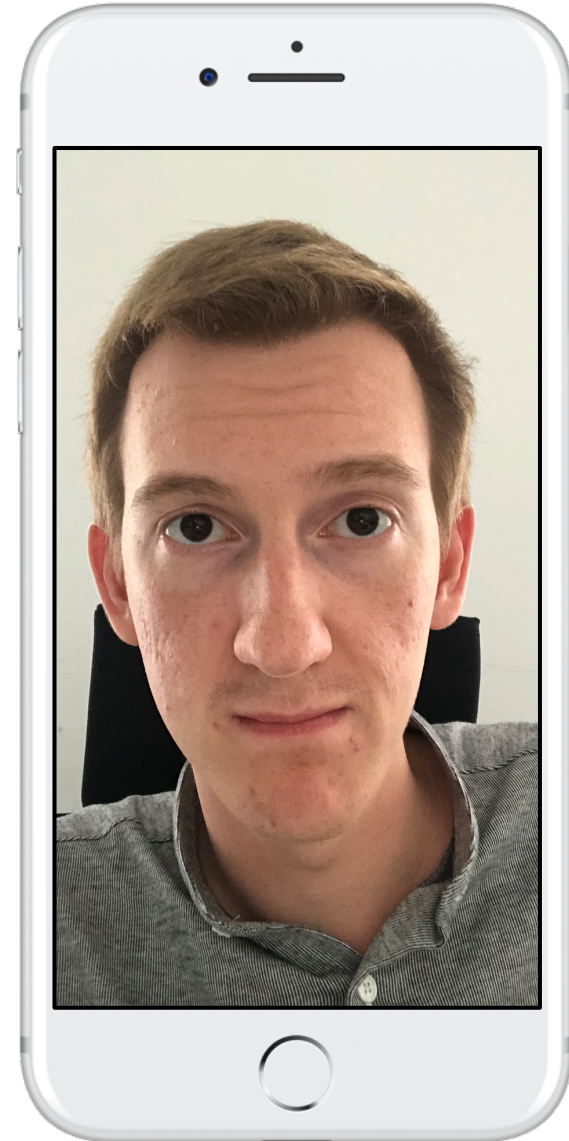
	89			

Output Matrix

$$\begin{aligned} &105 * 0 + 102 * -1 + 100 * 0 \\ &+ 103 * -1 + 99 * 5 + 103 * -1 \\ &+ 101 * 0 + 98 * -1 + 104 * 0 = 89 \end{aligned}$$

Как сделать лицо привлекательнее

- Возьмём кадр с камеры



Как сделать лицо привлекательнее

- Возьмём кадр с камеры
- Воспользуемся high pass фильтром



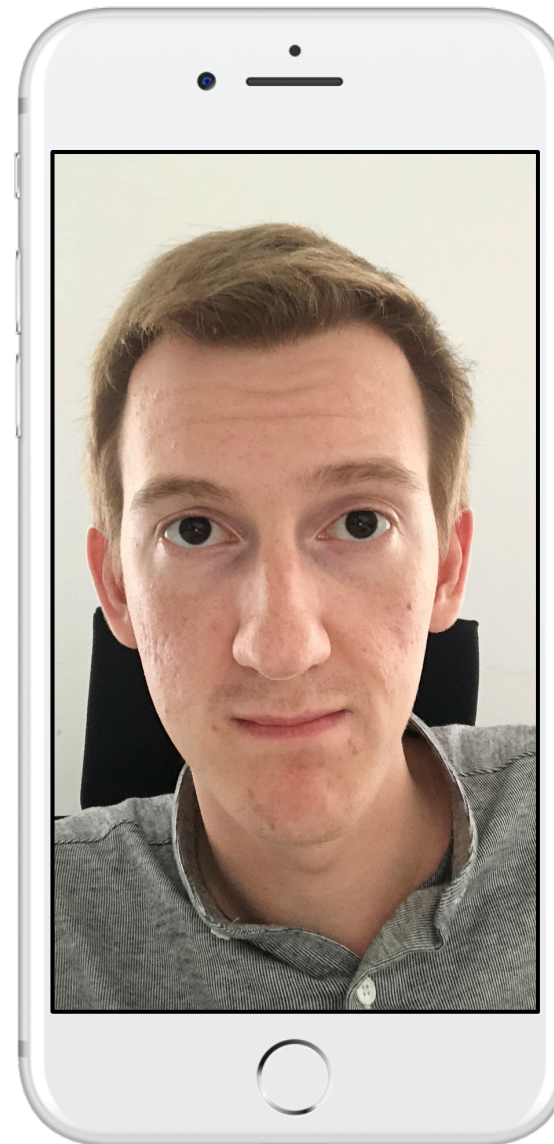
Как сделать лицо привлекательнее

- Возьмём кадр с камеры
- Воспользуемся high pass фильтром
- Применим CILightBlendMode для получения маски



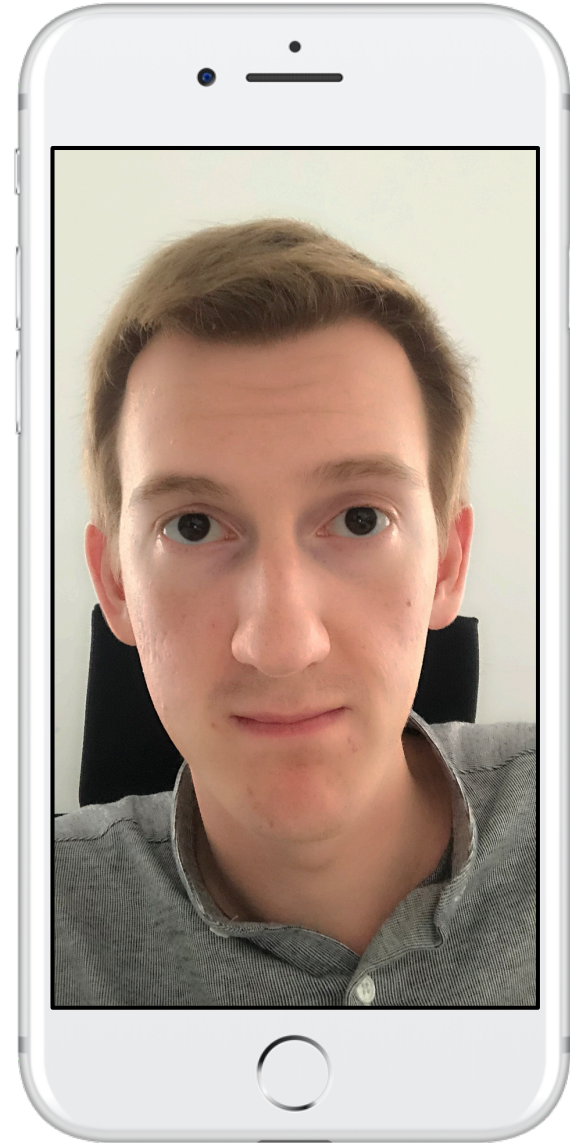
Как сделать лицо привлекательнее

- Возьмём кадр с камеры
- Воспользуемся high pass фильтром
- Применим CIColorBlending для получения маски
- Применим цветокоррекцию к исходному кадру

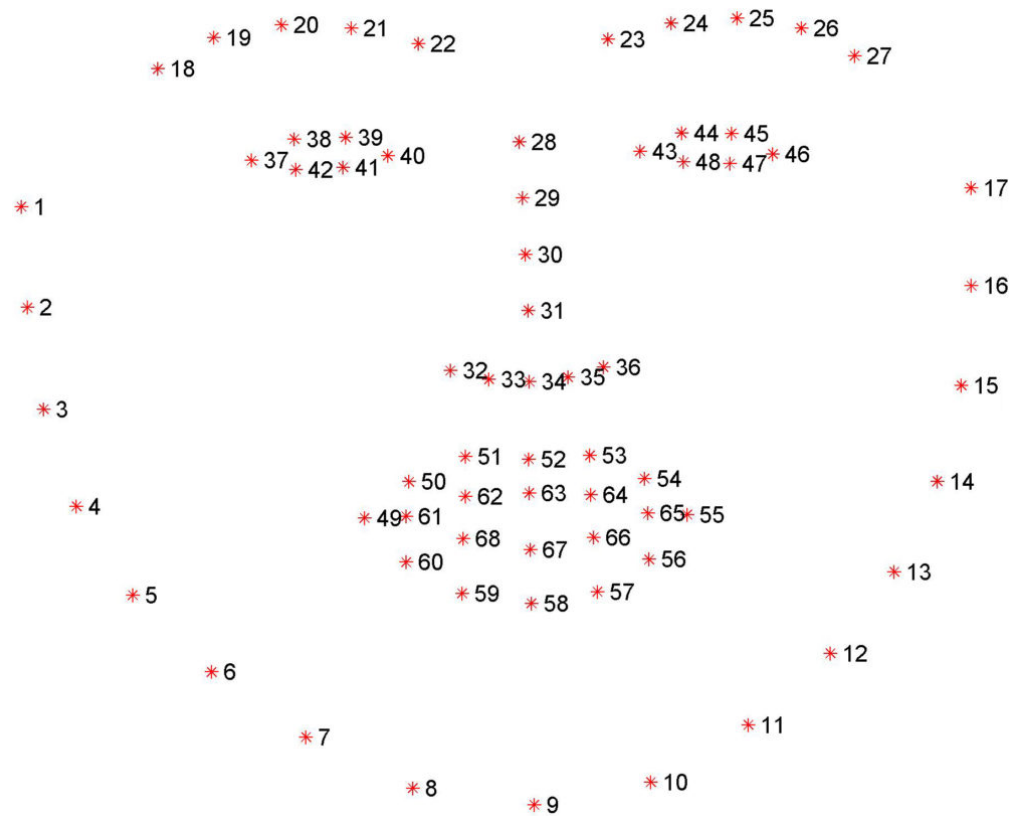


Как сделать лицо привлекательнее

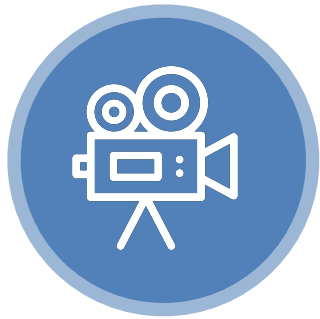
- Возьмём кадр с камеры
- Воспользуемся high pass фильтром
- Применим CIBlendLightBlendMode для получения маски
- Применим цветокоррекцию к исходному кадру
- Применим CIBlendWithMask с использованием полученной маски



Маски



Статистика сервиса трансляции



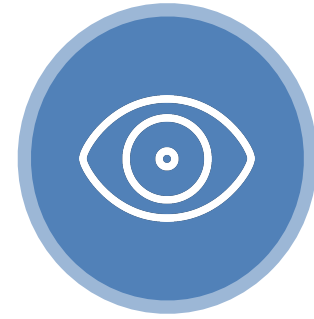
450 тыс

созданий в день



6,8 млн

событий в день



50 млн

просмотров в день

Статистика сервиса трансляции



50 %

трансляций с масками



980 тыс

максимальное число зрителей



vk.com/svn

Спасибо! Вопросы?