# Новые стандарты сжатия и устойчивость JPEG AI к состязательным атакам

Dmitriy Vatolin
*MSU Institute for Artificial Intelligence*
*ISP RAS Research Center for Trusted AI*
*CS MSU Graphics&Media Lab*

# Collaborations

- **90% of our projects** are sponsored by companies
- We have experience of **long-term collaboration** with Intel, Samsung, Huawei and other
- All our research is aimed to be **extremely practical** for industry


**and many others...**

# Our key results

#1 Video Codecs Analysis
compression.ru/video/codec_comparison

#1 3D Video Quality Estimation metrics
videoprocessing.ai/stereo_quality

#1 globalcompetition.compression.ru (www.gdcc.tech) —
world's biggest contest in lossless compression methods (50K & 200K EUR)

Top Video Processing Benchmarks Collection
videoprocessing.ai/benchmarks (18 benchmarks, 11 in top on paperswithcode.com)

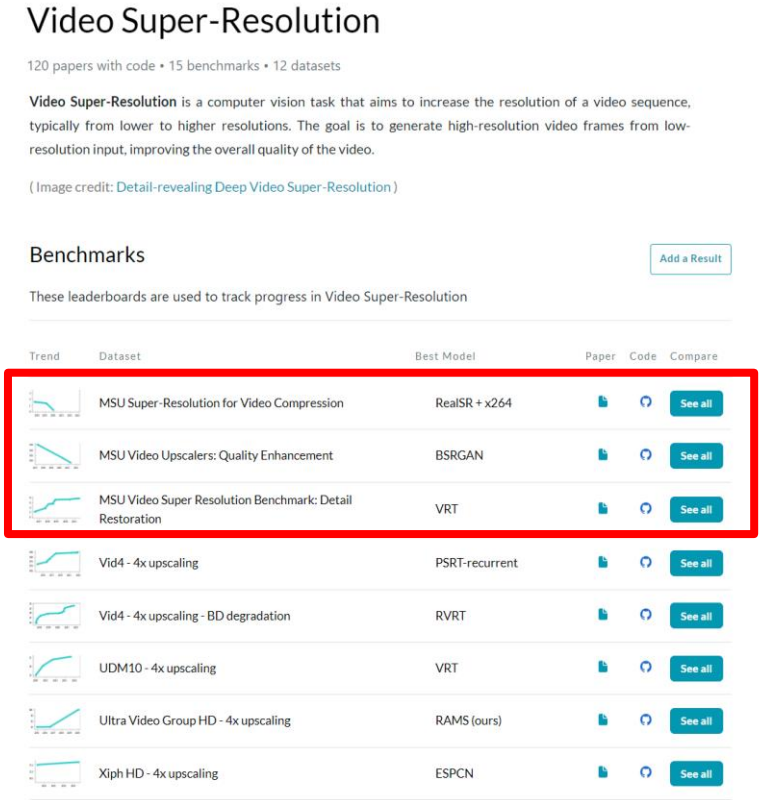
The most well known student — Karen Simonyan (author of VGG, Business Insiders's Top 100 AI persons 2023)

# Our worldwide leading results

We declare that we are **in the top in benchmarks on Paperswithcode.com (11 benchmarks)**:

- the best in Russia,
- in the top of laboratories in the world

All our benchmarks are **dedicated to video processing**



## Video Super-Resolution

120 papers with code • 15 benchmarks • 12 datasets

**Video Super-Resolution** is a computer vision task that aims to increase the resolution of a video sequence, typically from lower to higher resolutions. The goal is to generate high-resolution video frames from low-resolution input, improving the overall quality of the video.

( Image credit: Detail-revealing Deep Video Super-Resolution )

### Benchmarks

Add a Result

These leaderboards are used to track progress in Video Super-Resolution

| Trend | Dataset | Best Model | Paper | Code | Compare |
|---|---|---|---|---|---|
| | MSU Super-Resolution for Video Compression | RealSR + x264 | | | See all |
| | MSU Video Upscalers: Quality Enhancement | BSRGAN | | | See all |
| | MSU Video Super Resolution Benchmark: Detail Restoration | VRT | | | See all |
| | Vid4 - 4x upscaling | PSRT-recurrent | | | See all |
| | Vid4 - 4x upscaling - BD degradation | RVRT | | | See all |
| | UDM10 - 4x upscaling | VRT | | | See all |
| | Ultra Video Group HD - 4x upscaling | RAMS (ours) | | | See all |
| | Xiph HD - 4x upscaling | ESPCN | | | See all |

# Вопрос в зал

**Обучаете ли вы какие-нибудь сеточки для сжатия или обработки видео?**

# Вопрос в зал

**Тестируете ли вы кодеки или настройки кодеков?**

# Вопрос в зал

**Тестируете ли вы методы обработки видео (денойзеры, Super-Resolution и т.д.)?**

# Вопрос в зал

**Как вы сравниваете результат?**

# Вопрос в зал

**Используете ли вы субъективные сравнения?**

GRAPHICS & MEDIA LAB
VIDEO GROUP

# Бенчмаркинг
# метрик качества видео

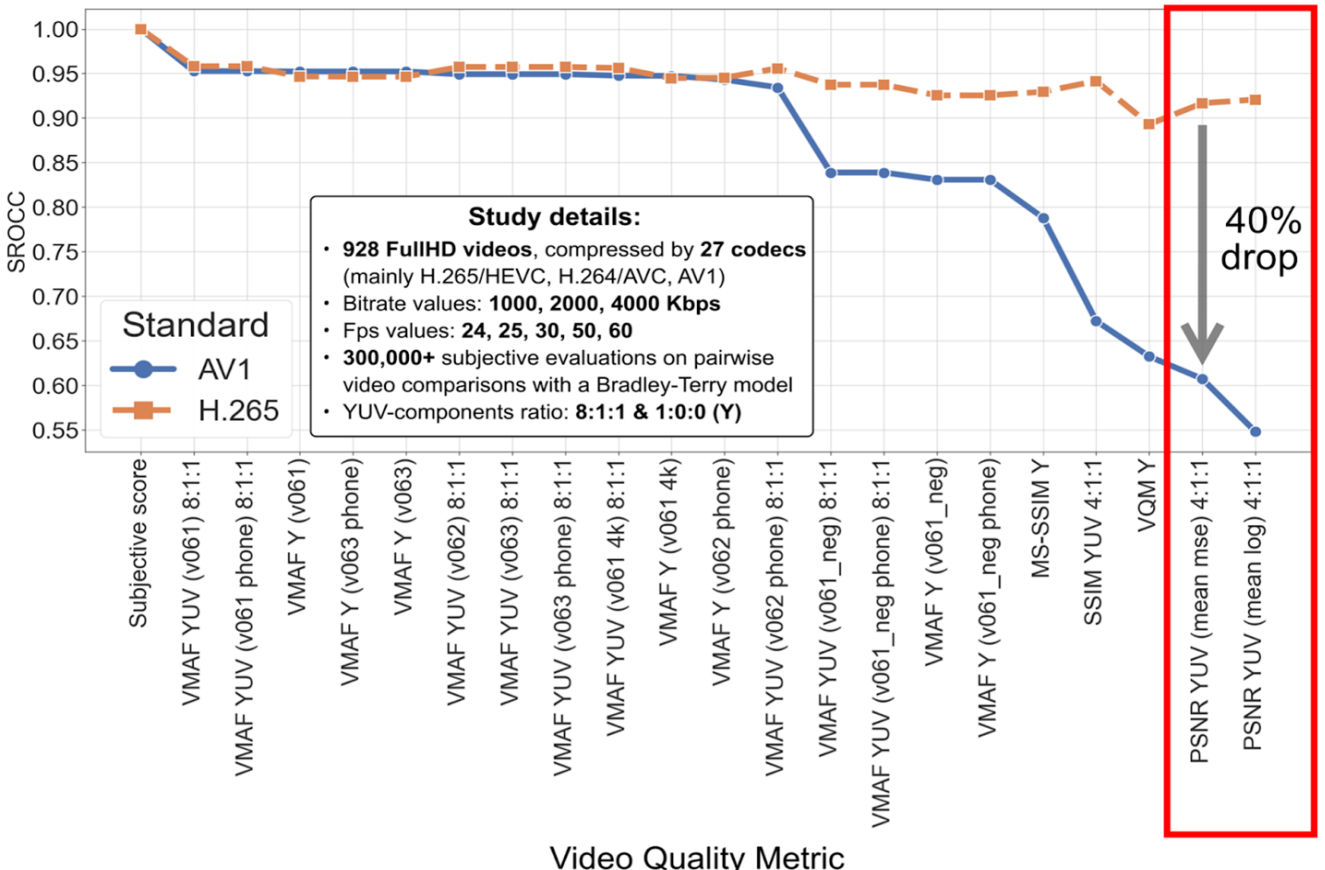
# Comparison of quality metrics

## MSU Video Quality Metrics Benchmark Dataset

| Dataset | Original videos | Average duration (s) | Distorted videos | Distortion | Subjective framework | Subjects | Answers |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MCL-JCV** (2016) [H.Wang et al.] | 30 | 5 | 1,560 | Compression | In-lab | 150 | 78K |
| **VideoSet** (2017) [H. Wang et al.] | 220 | 5 | 45,760 | Compression | In-lab | 800 | - |
| **UGC-VIDEO** (2020) [Y. Li et al.] | 50 | >10 | 550 | Compression | In-lab | 30 | 16.5K |
| **CVD-2014** [M. Nuutinen el al.] | 5 | 10-25 | 234 | In-capture | In-lab | 210 | - |
| **LIVE-Qualcomm** [D. Ghadiyaram et al.] | 54 | 15 | 208 | In-capture | In-lab | 39 | 8.1K |
| **GamingVideoSET** [N. Barman et al.] | 24 | 30 | 576 | Compression | In-lab | 25 | - |
| **KUGVD** (2019) [N. Barman et al.] | 6 | 30 | 144 | Compression | In-lab | 17 | - |
| **KoNViD-1k** (2017) [V. Hosu et al.] | 1,200 | 8 | 1,200 | In-the-wild | Crowdsource | 642 | 205K |
| **LIVE-VQC** (2018) [Z. Sinno et al.] | 585 | 10 | 585 | In-the-wild | Crowdsource | 4,776 | 205K |
| **YouTube-UGC** (2019) [Y. Wang et al.] | 1,500 | 20 | 1,500 | In-the-wild | Crowdsource | >8,000 | 600K |
| **LSVQ** (2020) [Z. Ying et al.] | 39,075 | 5-12 | 39,075 | In-the-wild | Crowdsource | 6,284 | 5M |
| **MSU VQM Benchmark Dataset (2022)** | 36 | 10, 15 | 2,486 | Compression (83 codecs) | Crowdsource | 10,800 | 766K |

# Background

## PSNR degradation on new compression standards



# Good question

GRAPHICS & MEDIA LAB
VIDEO GROUP

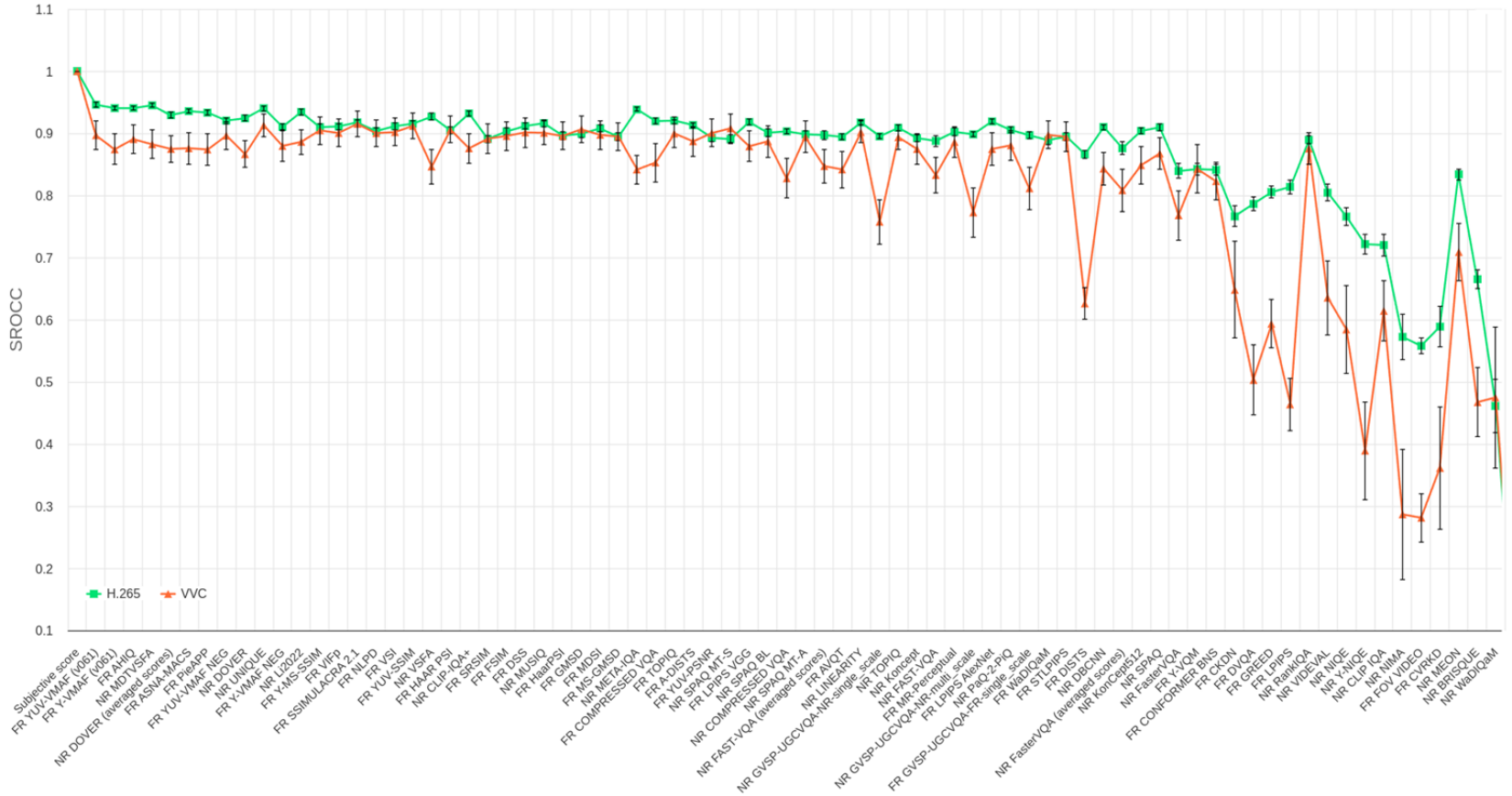
**Still using PSNR?**

**(for AV1/VVC)**

**Good luck!**

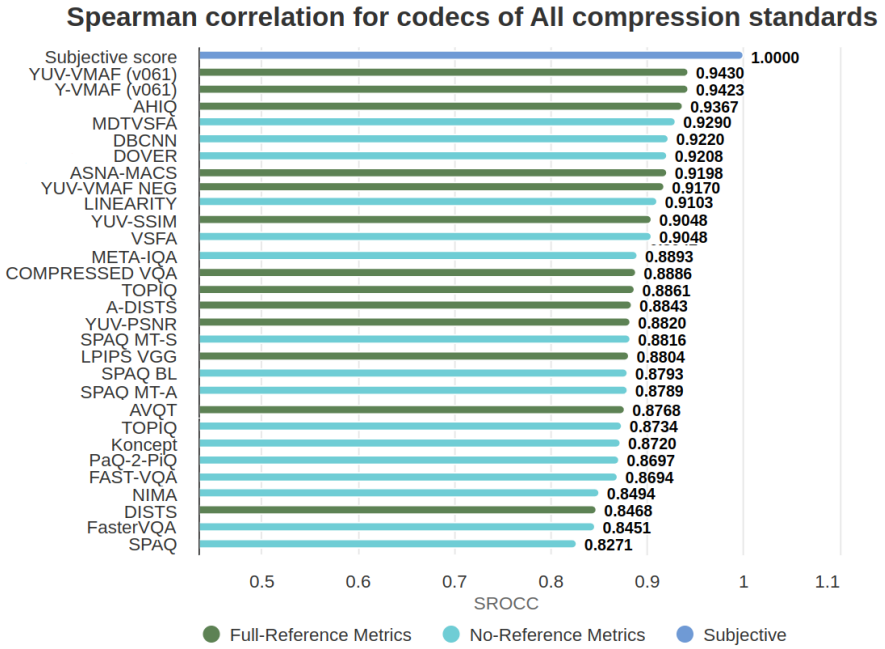
# CVQA benchmark

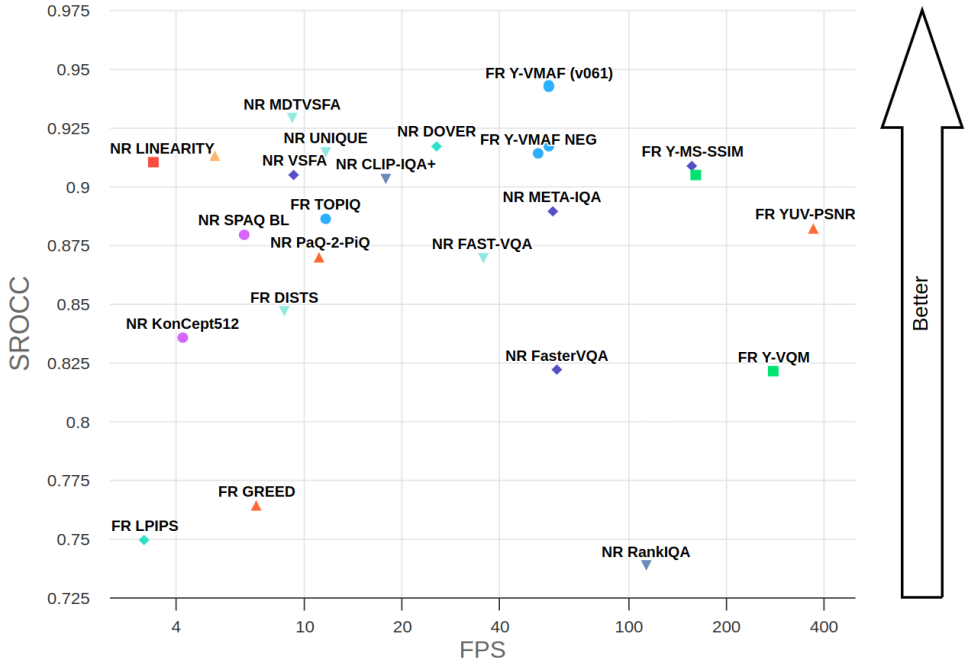
## New compression standards are more complex



# CVQA benchmark

## Current results for selected metrics




MSU Institute for AI Video Lab

**https://videoprocessing.ai/**

# Biggest problem of modern metrics

**The results of ABSOLUTELY ALL video quality metrics that outperformed VMAF on open datasets were not reproduced on our dataset!!!**

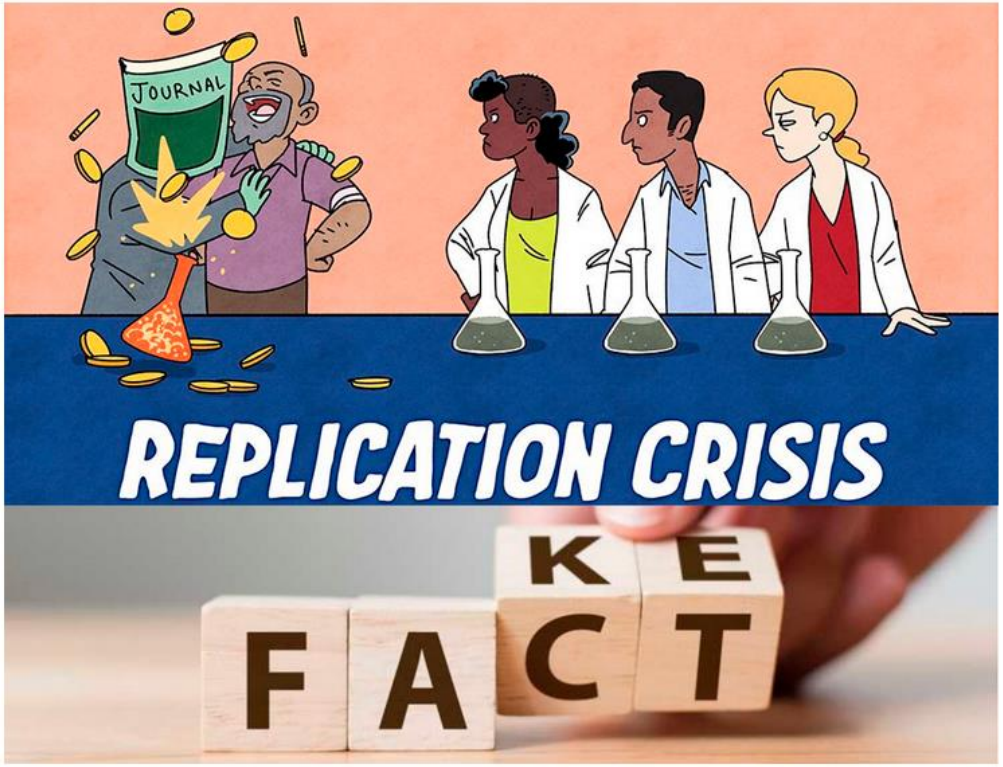
3Dvideo 17 дек 2019 в 10:11

# Deep Fake Science, кризис воспроизводимости и откуда берутся пустые репозитории

13 мин 60K

Open source*, Big Data*, Машинное обучение*, Научно-популярное, Искусственный интеллект

Технотекст 2020




https://habr.com/ru/articles/480348/

GRAPHICS & MEDIA LAB
VIDEO GROUP

# Поиск устойчивой метрики

# Reviewer's insight

This paper is sound, interesting, but in my opinion does not innovate enough to be published in high profile journal like IJCV. The paper can be easily compressed into a conference paper. As a side note, I'd say that the ethics of such research is questionable in that it fosters fraud in the evaluation of results, but does not offer a solution. The only deduction one can make from such papers is that NR metrics should be banned from benchmarks and challenges, or that they could no longer be public, so that nobody can train on them. But, perhaps, this deduction is too much hurried up and there might be ways to make any NR metrics robust to such attacks. That would be for sure a valuable contribution.

Review of our paper about adversarial attacks on NR-metrics

**This conclusion is applicable for ALL FR- RR-metrics as well**

**Are you ready to ban all NN-metrics from all benchmarks, challenges and papers?**

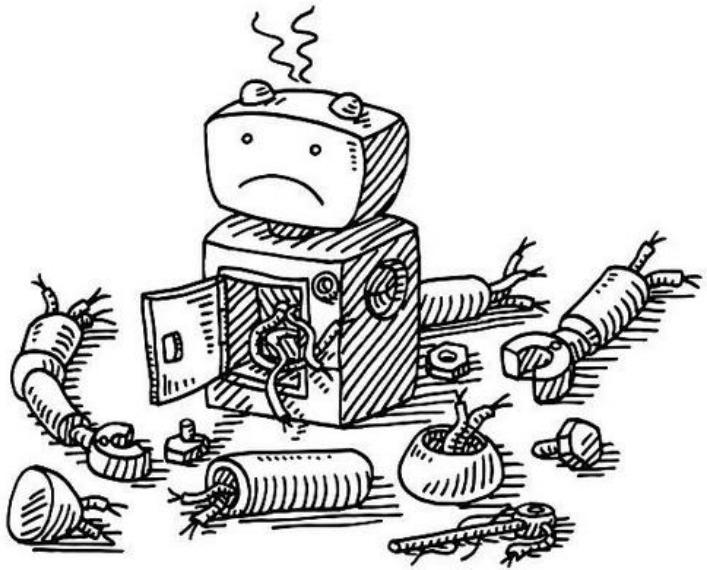
Хабр | КАК СТАТЬ АВТОРОМ | Карьерный трек

Моя лента • Все потоки Разработка Администрирование Дизайн Менеджмент Маркетинг Научпоп

3Dvideo 22 ноября в 11:02

# Хакинг метрик качества видео или как с приходом ИИ все становится намного сложнее

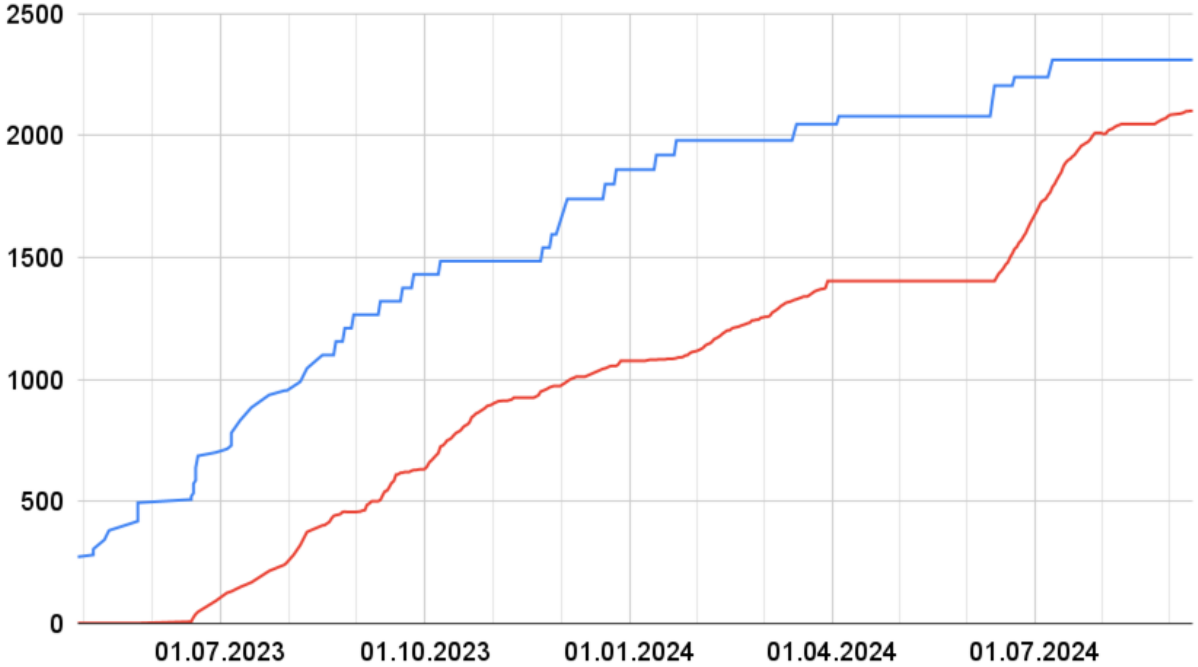
Программирование*, Сжатие данных*, Машинное обучение*, Научно-популярное, Искусственный интеллект



Сейчас модно писать, что ML пришел туда и все стало отлично, DL пришел сюда и все стало замечательно. А к кому-то пришел сам AI, и там все стало просто сказочно! Возможна ли

https://habr.com/ru/articles/700726/

# Scope of computations




Implemented attack-on-metrics

Computed attack-on-metrics

We are planning to evaluate:

- 66 metrics
- 35 attacks

# Main practical impact

- **Robustness metrics can be used <u>in loss function</u>**
  - Simple metrics were used for JPEG AI training
  - PSNR is still the most popular metric for SR (!)
- **Robust metrics should be used <u>in benchmarking</u>**
  - A lot of scientific benchmarks are useless now
  - In-house comparison of best methods
- **Attacks detection is necessary for results analysis**
  - For example in MSU Annual Codecs Comparison
- **Protection from attacks will be necessary**
  - For JPEG AI practical implementation and not only

# Ключевой момент

**На данный момент не удалось найти НИ ОДНОЙ новой метрики, которая бы не была подвержена атакам**

**(пока идет накопление уникального опыта атак)**

GRAPHICS & MEDIA LAB
VIDEO GROUP

# Бенчмарк защит метрик

# Вопрос в зал

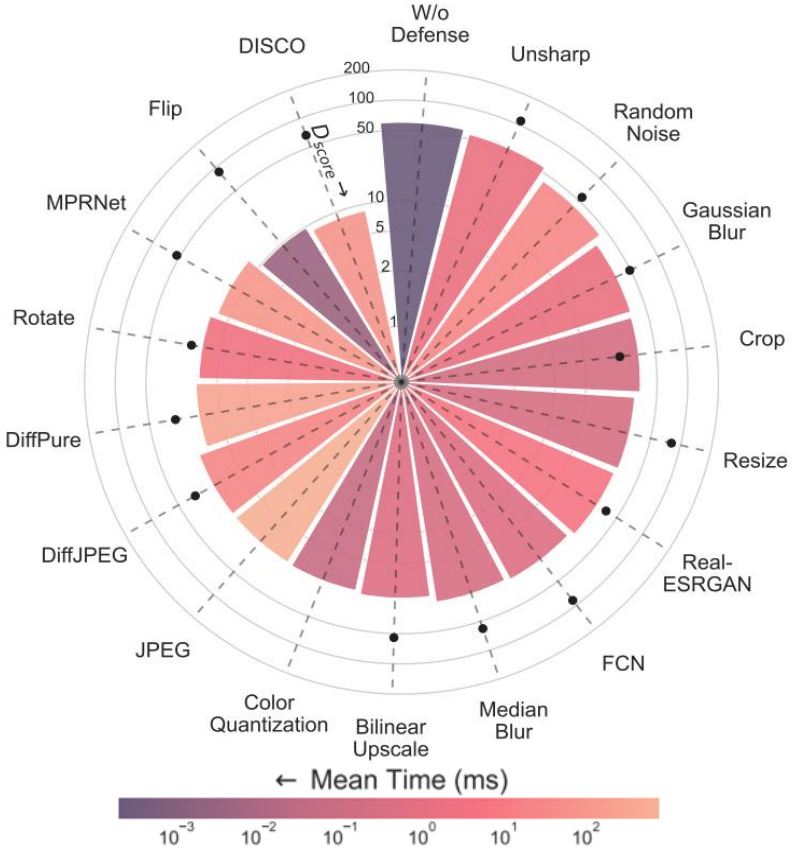
**Есть отчет компании/внутреннее сравнение: кто готов по графикам VMAF делать выводы по отчету?**

# Defenses benchmark

## Key numbers and results

- 7 IQA metrics
- 14 attacks
- 17 evaluated defenses
- Adaptive and non-adaptive cases

Adversarial defenses efficiency for IQA metrics in terms of metrics gain. Bars and dots are for non-adaptive and adaptive attacks, respectively



# Практический вопрос

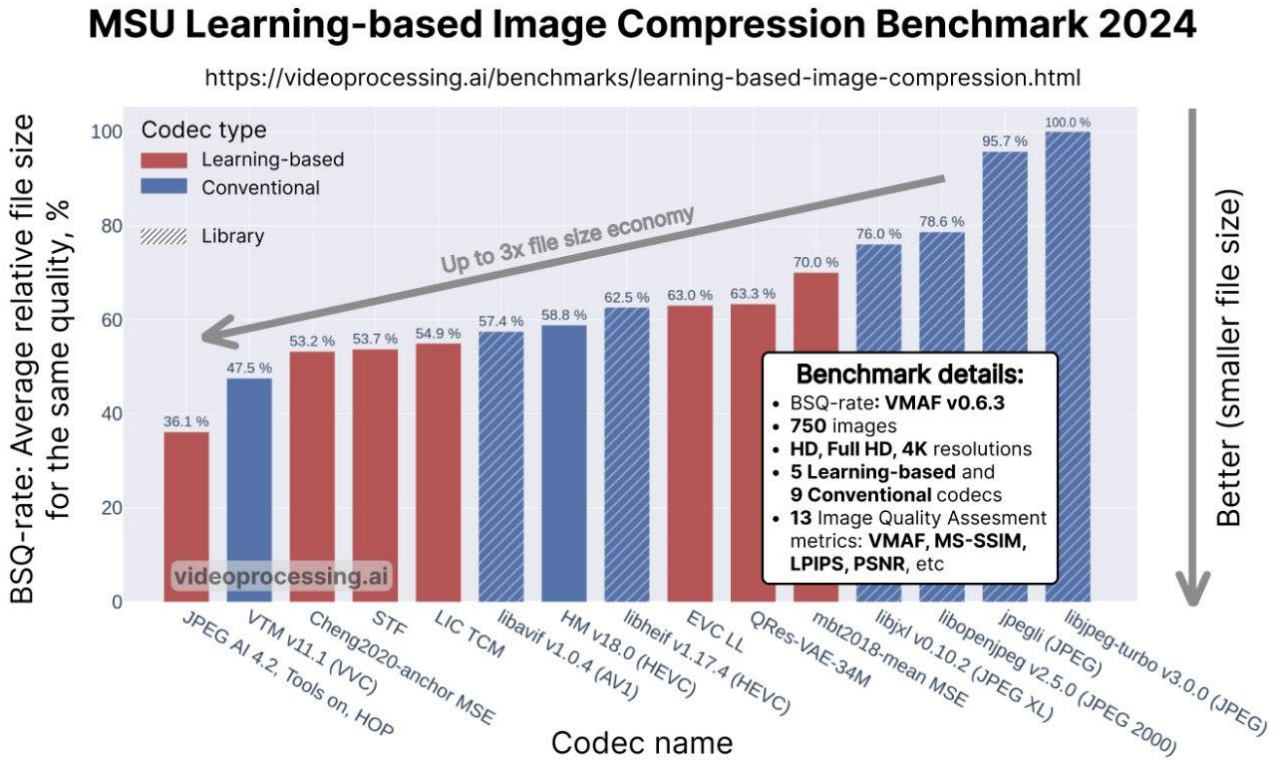
В КАЖДОМ уважающем себя кодеке сегодня есть атаки на метрики (тюнинг под метрики качества).

**Вопрос: есть кодек-«черный ящик», включен ли в нем тюнинг?** (и какой)

GRAPHICS & MEDIA LAB
VIDEO GROUP

# JPEG AI и его устойчивость

# Learning-based Image Compression Benchmark
## Current leaderboard



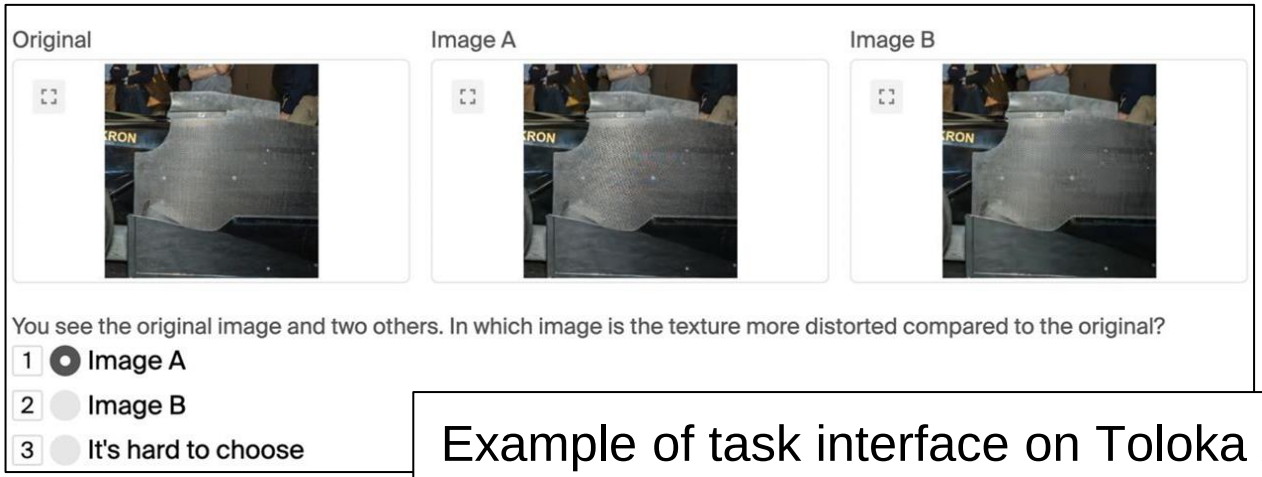

MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

Not published yet!

# Subjective Evaluation

To confirm artifacts in the neural compressed images, subjective comparisons were conducted on the **Toloka AI** platform:

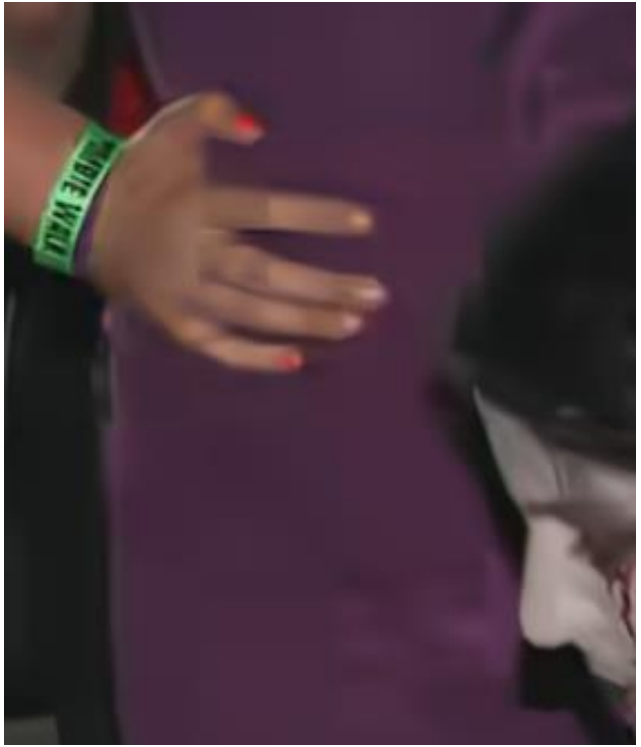
- A task and instructions were created for each artifact type
- Participants were asked to choose the most significant distortion




Example of task interface on Toloka AI

# Text distortion

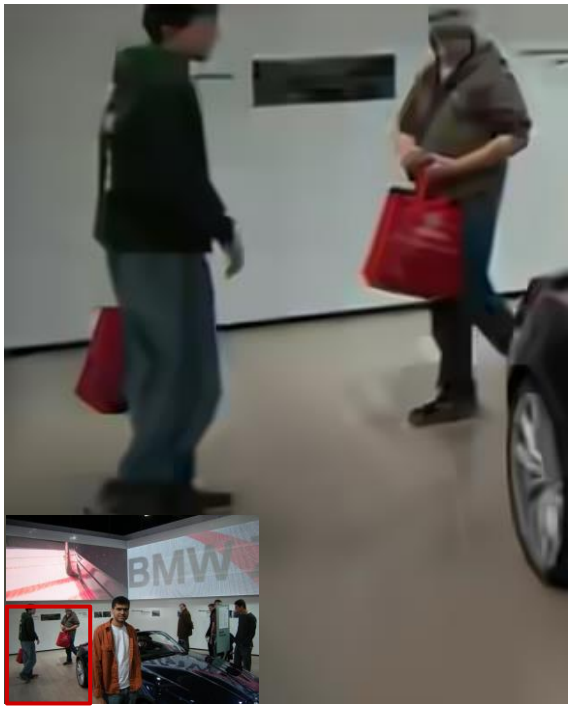
Original



VTM 20.0,
311.2 times

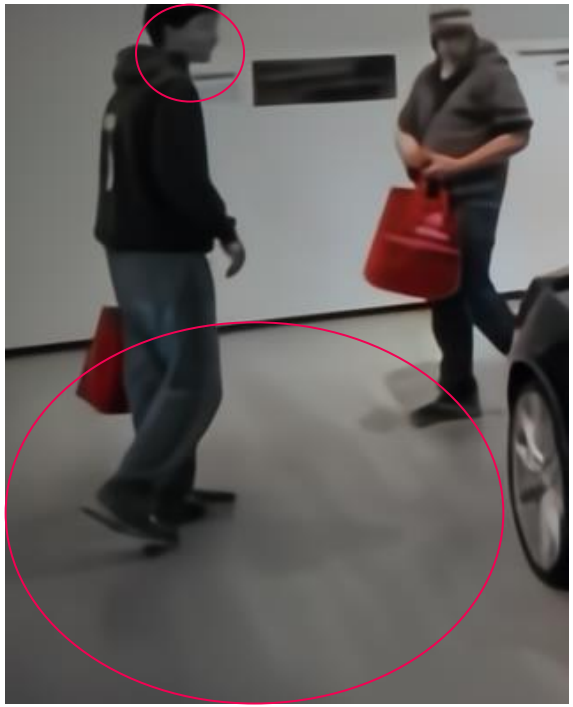
JPEG AI 4.6 tools on, high,
310.3 times

# Color distortion



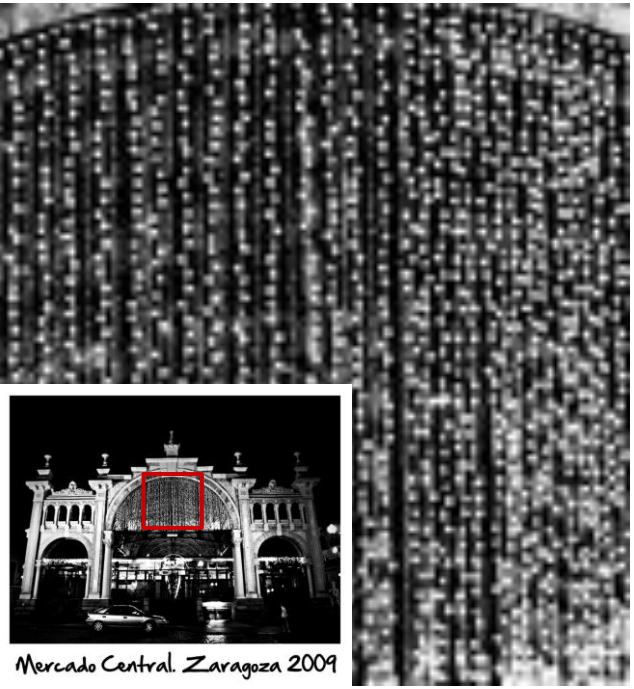

Original

VTM 20.0,
208.7 times

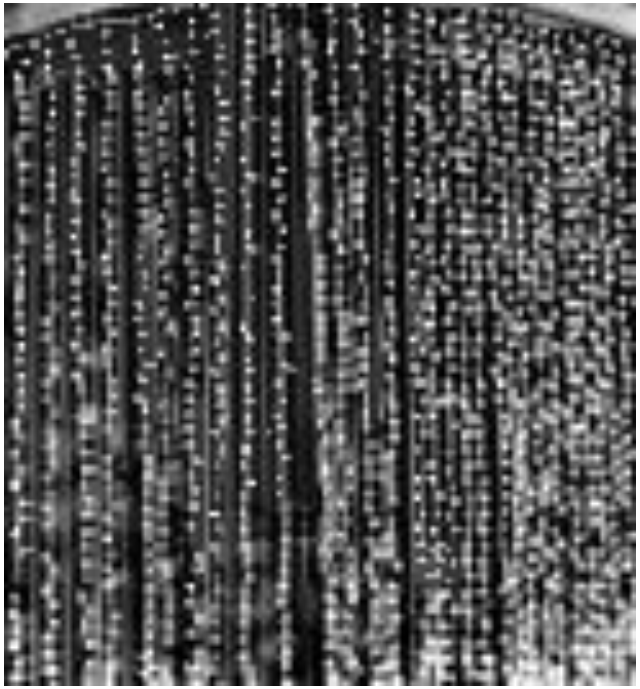


JPEG AI 4.6 tools on, high,
204.1 times

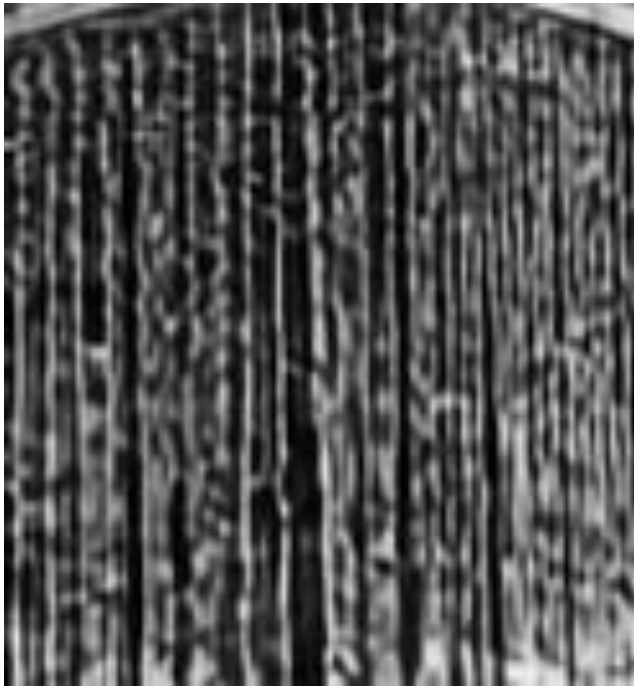
# Texture distortion




Original



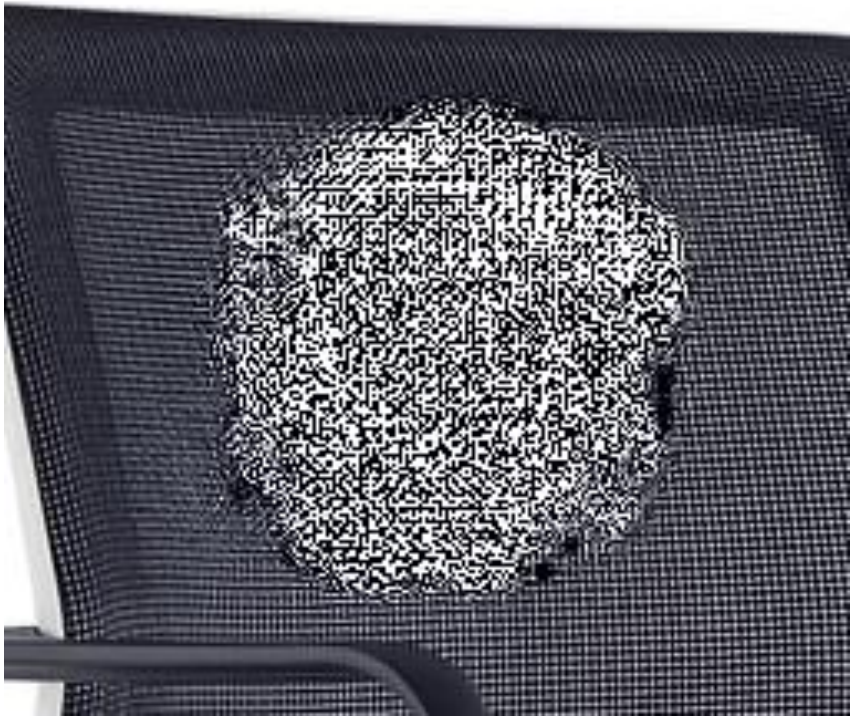
VTM 20.0,
208.7 times



JPEG AI 4.6 tools on, high,
204.1 times

# Image corrupted by JPEG AI

Original



JPEG AI 4.6 tools on, high,
24.1 times

# Tested attacks

- 6 types of existing adversarial attacks on NNs + a random noise
- 6 different losses to guide attacks: 5 losses to attack quality of the decoc image, and 1 to increase bitrate of encoded image

| | Attack | Paper |
|---|---|---|
| 1 | FTDA | T.Chen, 2023 |
| 2 | I-FGSM | A.Kurakin, 2018 |
| 3 | MADC | Z.Wang, 2008 |
| 4 | PGD | A.Madry, 2019 |
| 5 | SSAH | C.Luo, 2022 |
| 6 | CAdv | A.Bhattad, 2019 |
| 7 | Random noise | |

| | Optimisation target | Formula |
|---|---|---|
| 1 | FTDA default | $\|\|f(x) - f(x')\|\|_2$ |
| 2 | Added-noises | $\|\|f(x') - f(x) - (x' - x)\|\|_2$ |
| 3 | Reconstruction | $\|\|f(x') - x'\|\|_2$ |
| 4 | FTDA-msssim | $\mathrm{SSIM}(x', f(x'))$ |
| 5 | Reconstruction_msssim | $\text{MS-SSIM}(x', f(x'))$ |
| 6 | BPP increase | $\mathrm{bpp}(f(x'))$ |

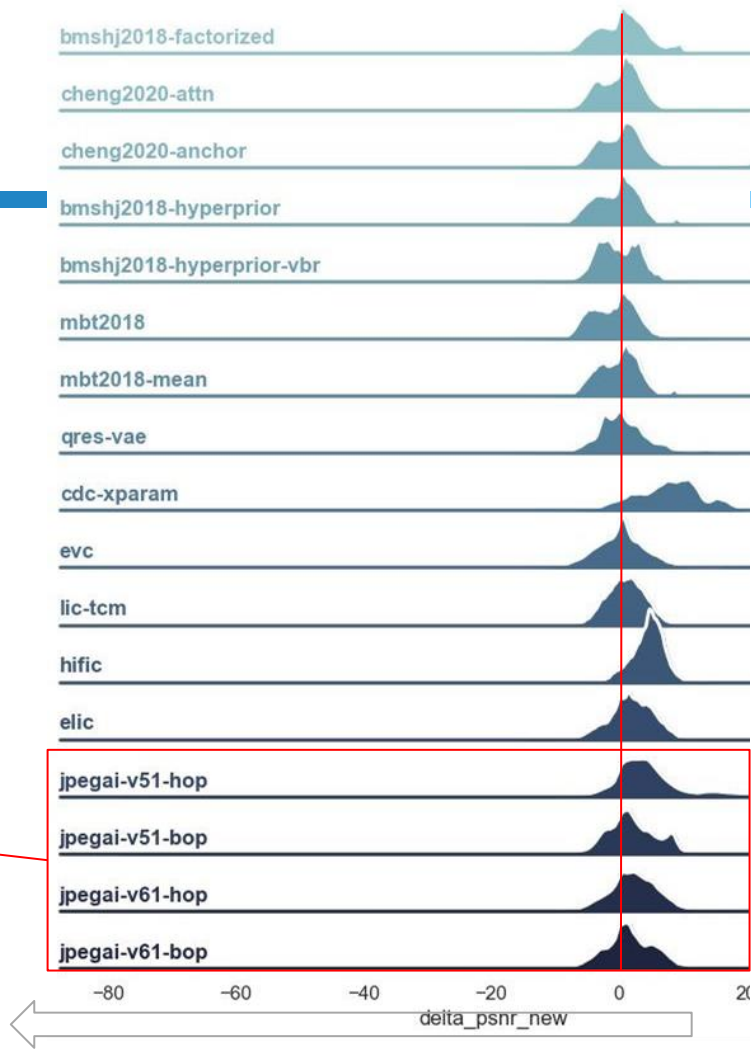
# Preliminary results

## Codecs' robustness

Worst robustness: cdc-xparam (diffusion-based), Hific

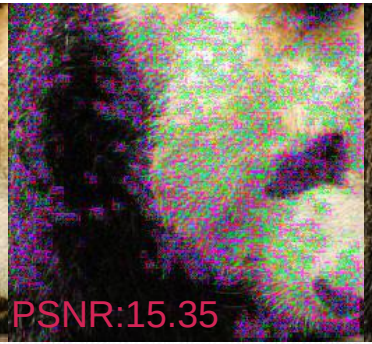
Best robustness: Qres-VAE

JPEG AI shows average robustness, HOP (high operation point) mode is more vulnerable to attacks



# JPEG AI v5.1 (hop) examples

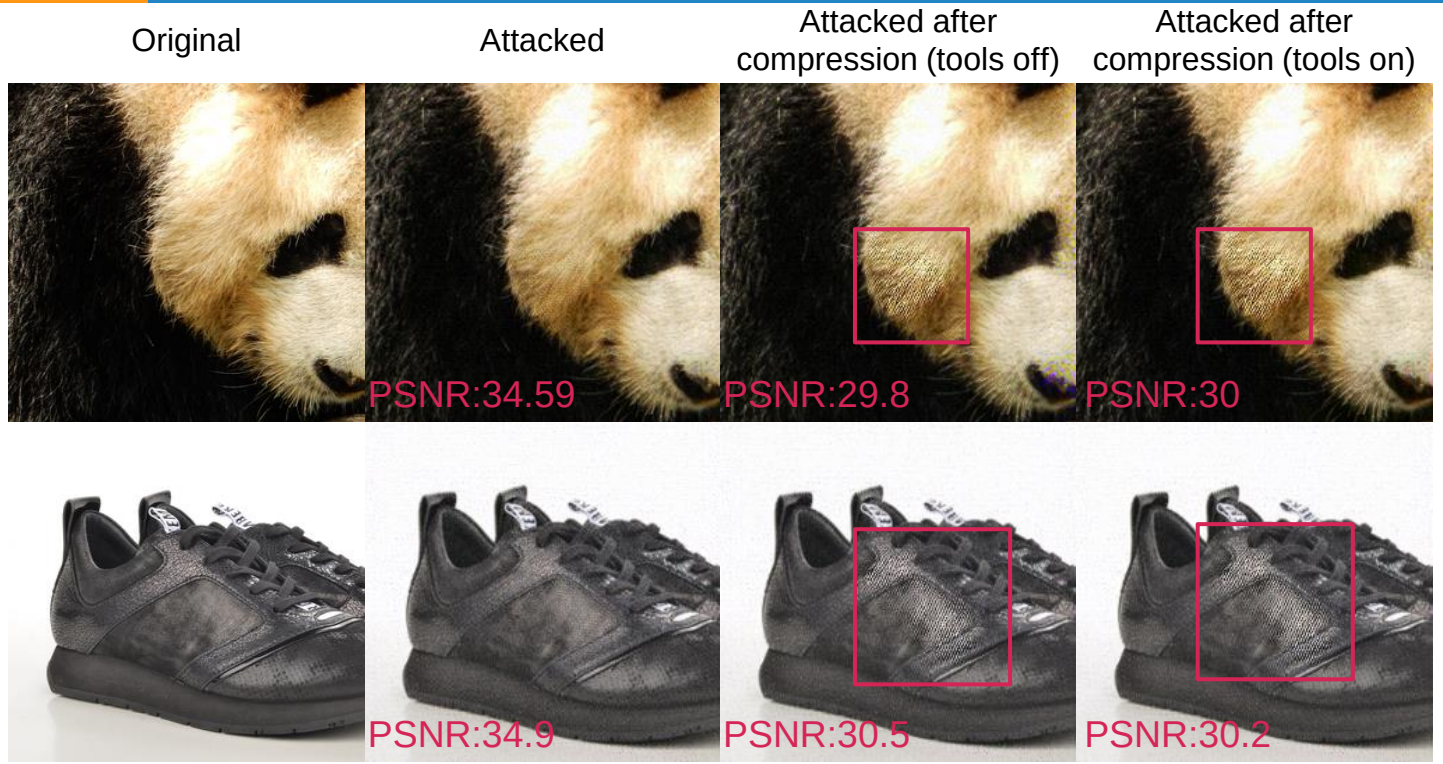
MADC
Added-noises

| Original | Attacked | Attacked after compression (tools off) | Attacked after compression (tools on) |
|---|---|---|---|
|  |  PSNR:34.6 |  PSNR:15.35 |  PSNR:32 |
|  |  PSNR:34.9 |  PSNR:22.2 |  PSNR:22.9 |

MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

# JPEG AI v6.1 (hop) examples

MADC
Added-noises




MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

# Cheng2020 anchor examples

MADC
Added-noises

| Original | Attacked | Attacked after compression |
|---|---|---|
|  |  PSNR:35.68 |  PSNR:19.5 |
|  PSNR:35.8 |  |  PSNR:14.8 |

# JPEG AI v5.1 (bop) examples

MADC
Added-noises-Y

Original

Attacked




MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

# JPEG AI v6.1 (bop) examples

MADC
Added-noises-Y

Original

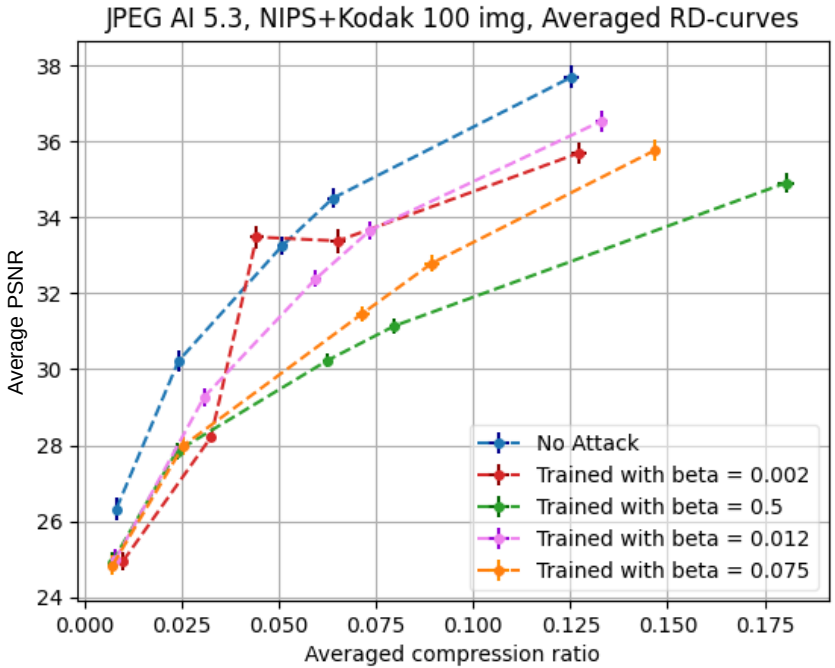
Attacked

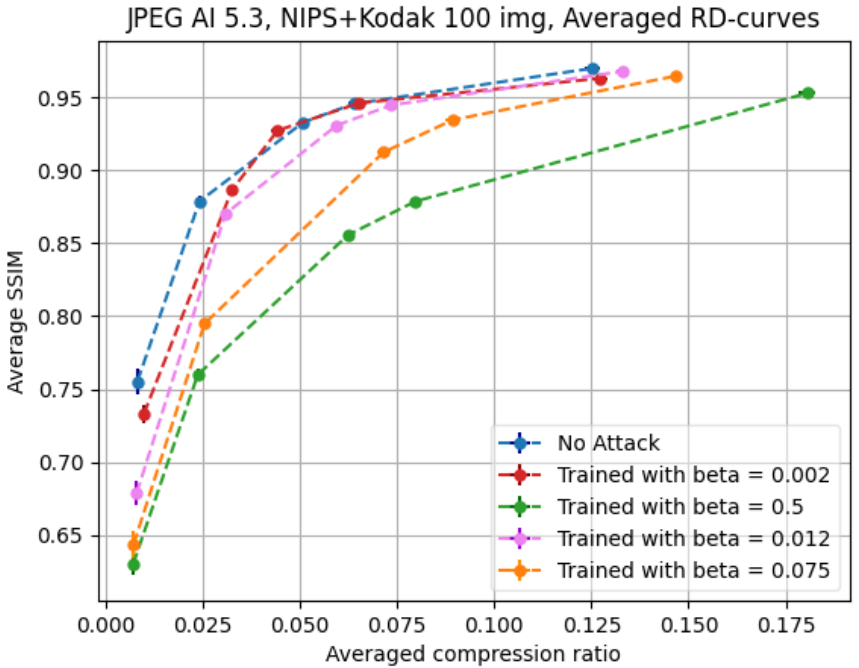


# JPEG AI (hop) v5.1 vs v6.1 examples


MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

# Attacks that increase bitrate



# Итого

- JPEG AI будет жать в 3-3,5 раза лучше JPEG
- Возможны необычные артефакты
- Возможны атаки на создание артефактов
- Возможны атаки на увеличение размера
- Возможны защиты, в том числе встроенные в контур сжатия

Качество библиотек JPEG AI будет заметно отличаться

GRAPHICS & MEDIA LAB
VIDEO GROUP

# Adversarial Attacks on Super Resolution

# Вопрос в зал

**Используете ли вы Super-Resolution upscale?**

3Dvideo 14 фев 2023 в 10:00

# Увеличь это! Современное увеличение разрешения в 2023

Средний 26 мин 26K

Алгоритмы*, Обработка изображений*, Машинное обучение*, Научно-популярное, Искусственный интеллект

Обзор

Бюст Зевса, увеличение разрешения в 4 раза

Почти 4 года назад вашим покорным слугой была опубликована статья Увеличь это! Современное увеличение разрешения, которая набрала +376 хабролайков и 176 тысяч просмотров. Но прогресс на месте не стоит! Новые нейросетевые методы жгут! Их результаты прекрасны и

**#1 on GitHub!!!**

https://habr.com/ru/articles/716706/

# Introduction

- SR models are very prone to artifacts from small distortions (real case: image/video compression)
- Adversarial attack analysis can help understand and improve SR robustness

# BSRGAN, Attack: IFGSM

# BSRGAN, Attack: IFGSM

# BSRGAN, Attack: IFGSM

# BSRGAN, Attack: IFGSM

# BSRGAN, Attack: IFGSM

# CARN, Attack: IFGSM

MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

# CARN, Attack: IFGSM

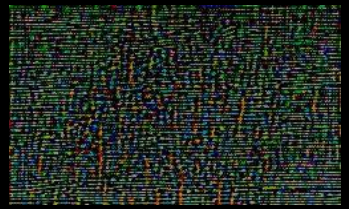
# CARN, Attack: IFGSM

# CARN, Attack: IFGSM

# CARN, Attack: IFGSM

# RealESRGAN, Attack: UAP

+



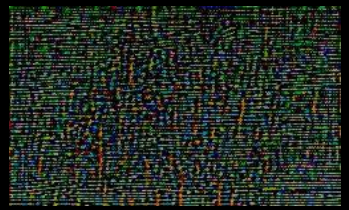
=

**#2 on GitHub!!!**

MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

# RealESRGAN, Attack: UAP

+

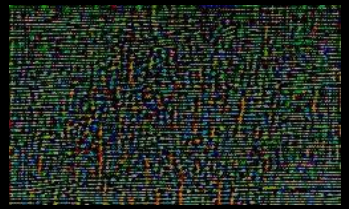


=

#2 on GitHub!!!

MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

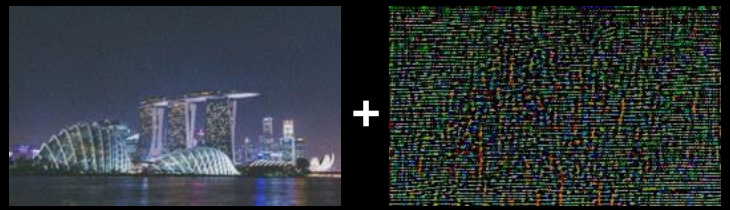
# RealESRGAN, Attack: UAP


+

=


**#2 on GitHub!!!**

MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

# RealESRGAN, Attack: UAP



**#2 on GitHub!!!**

MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

GRAPHICS & MEDIA LAB
VIDEO GROUP

# Практическое применение

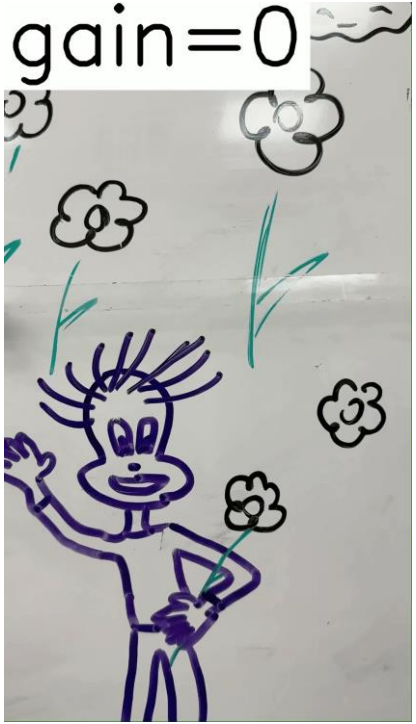
# Example of physical attack

## Adversarial patches


*28 cm*

*1 location*


*2 location*




*3 location*

# Example of physical attack

## Adversarial patches vs smart camera

nmgtech 1 мар в 15:16

# Они хотят, чтобы мы забыли, как выглядят фильмы

7 мин 18K

Блог компании Национальная Медиа Группа, Работа с видео*, Обработка изображений*, Научно-популярное

Мнение Перевод

Автор оригинала: Chris Person

Самая гротескная категория видео на YouTube — это старые киноплёнки, пропущенные через ИИ-апскейлер. Иногда видео придаётся цвет, иногда их интерполируют до 60 кадров в секунду. Если вы понимаете, как должно выглядеть видео, то все они кажутся одинаково ужасными, размазанными и кричащими. Но, похоже, этого не понимают в том числе и люди, отвечавшие за недавний апскейлинг фильма «Правдивая ложь» (и в меньшей мере «Чужих», «Титаника» и

+58 41 86

- ***больно смотреть***
- *я не был готов к тому,* ***насколько отвратительно*** *она выглядит.*
- *«Правдивую ложь» не нужно было пропускать сквозь* ***жернова ИИ****.*
- *они теперь делают это просто потому, что это возможно, а технология* ***есть в доступе, как заряженный и снятый с предохранителя пистолет****.*

https://habr.com/ru/companies/nmg/articles/797097/

# Topaz Nyx on real movie

MSU Institute for AI Video Lab
**https://videoprocessing.ai/**

**Тут не было атаки!**

## Xiaomi Mi TV Master Ultra 8K 5G 82 дюйма

Это сверхсовременный телевизор от известного бренда Xiaomi с потрясающе высоким разрешением. Он стоит в одном ряду с телевизорами, способными создать наиболее четкое изображение на сегодняшнем рынке. Всем любителям кино, желающим создать дома свой собственный кинотеатр, будет очень интересна эта новинка.

# Сложность качества 4K/8K TV

- Очень непросто **заставить пользователей отключить** «функции улучшения изображения»
- Super-Resolution телевизора – **это черный ящик**
- Его работа **интерферирует** с предыдущими алгоритмами обработки видео

Китайские компании уже сегодня очень активно вкладываются в тему

# Резюмируя

**Все стримеры поделятся на тех, у кого будет годное качество на новых телевизорах и тех, у кого будет ниже среднего**

**(А где будете вы?)**

# Contacts

Dmitriy Vatolin
e-mail: dmitriy@graphics.cs.msu.ru

- videoprocessing.ai/about
- compression.ru/video
- compression.ru/vqmt
- videocompletion.org
- videomatting.com
- subjectify.us
- evt.guru