

# Новые тенденции в области автостереоскопических дисплеев, съёмки и отображения 3D видео

---

Матюнин Сергей

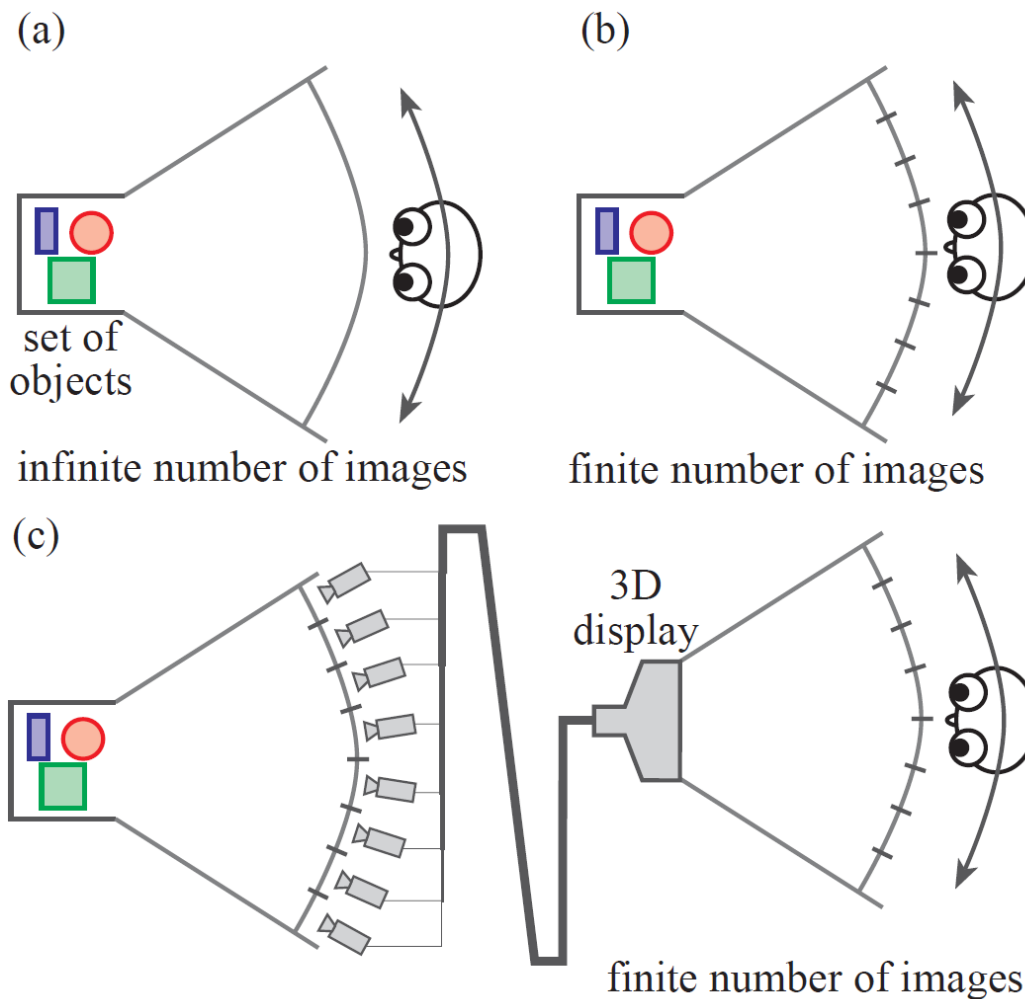
*Video Group*  
*CS MSU Graphics & Media Lab*

# Содержание

---

- Введение
- Автостереоскопический дисплей
- Система обработки 3D видео
  - Съёмка
  - Кодирование
- Примеры 3D систем
  - 3D TV
  - TransCAIP
- Выводы
- Список материалов

# Введение

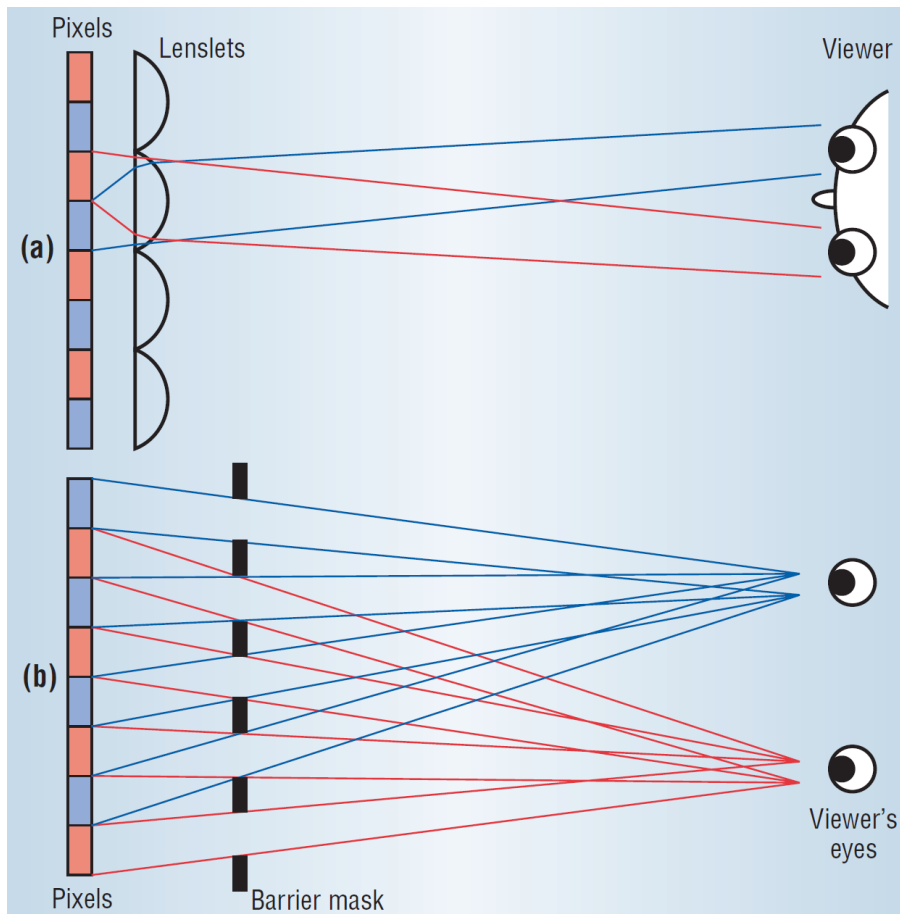


# Содержание

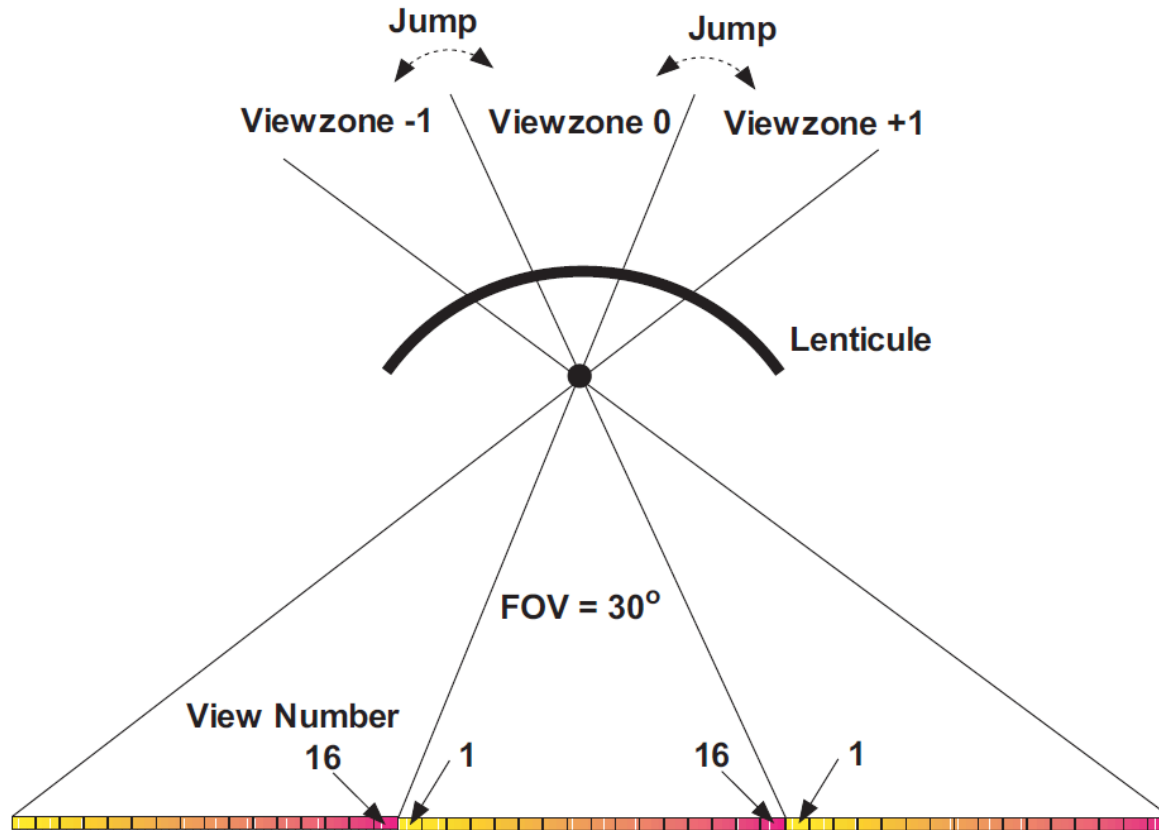
---

- Введение
- Автостереоскопический дисплей
- Система обработки 3D видео
  - Съёмка
  - Кодирование
- Примеры 3D систем
  - 3D TV
  - TransCAIP
- Выводы
- Список материалов

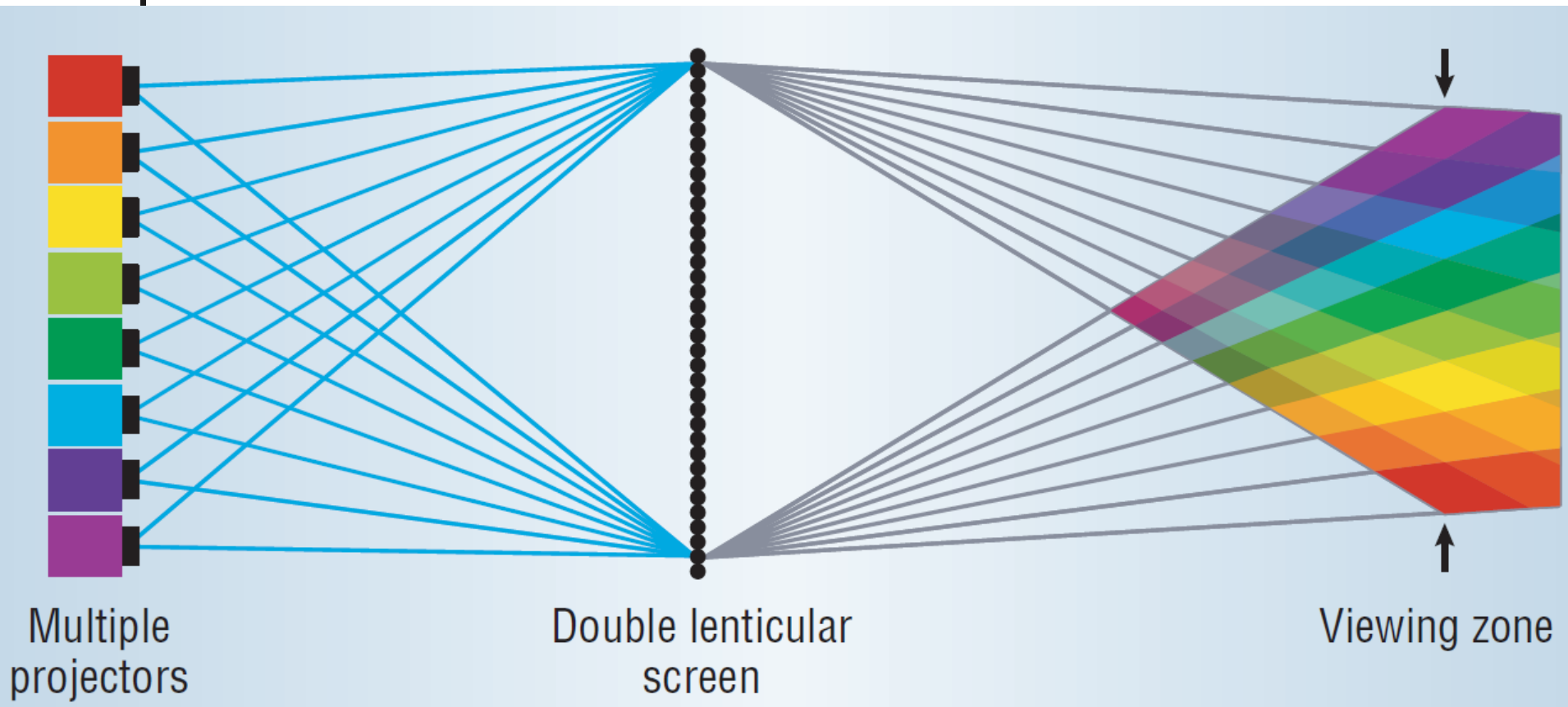
# Автостереоскопический дисплей



# Автостереоскопический дисплей

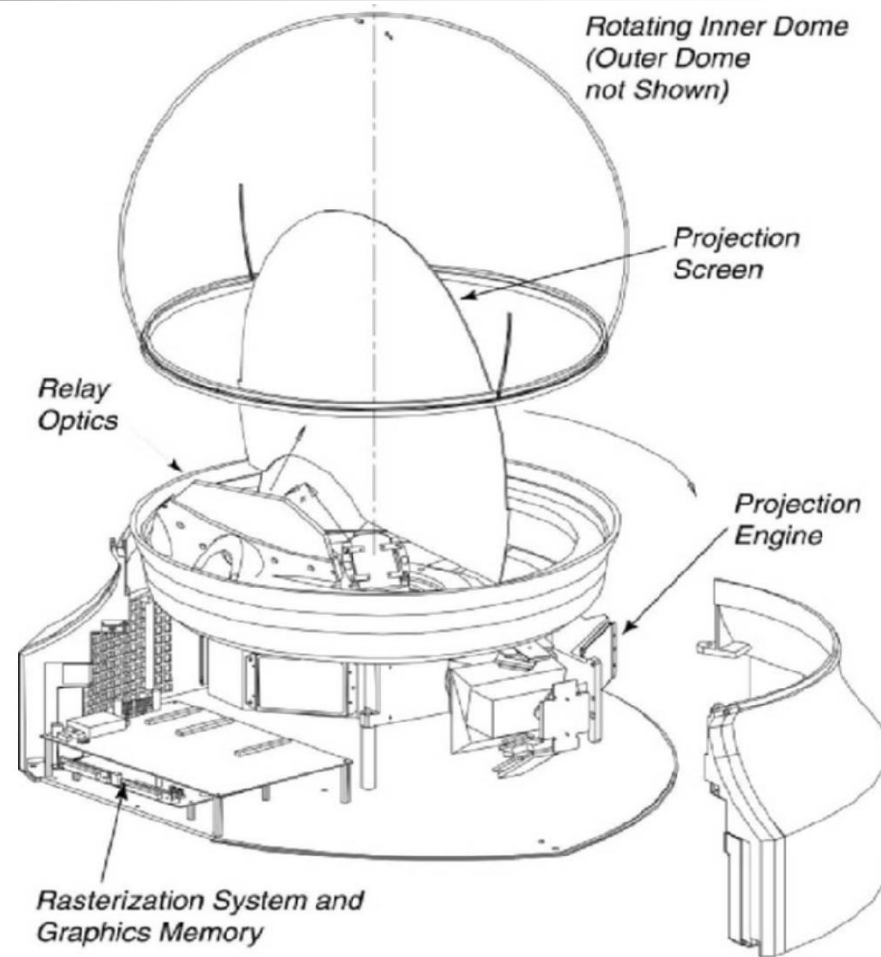
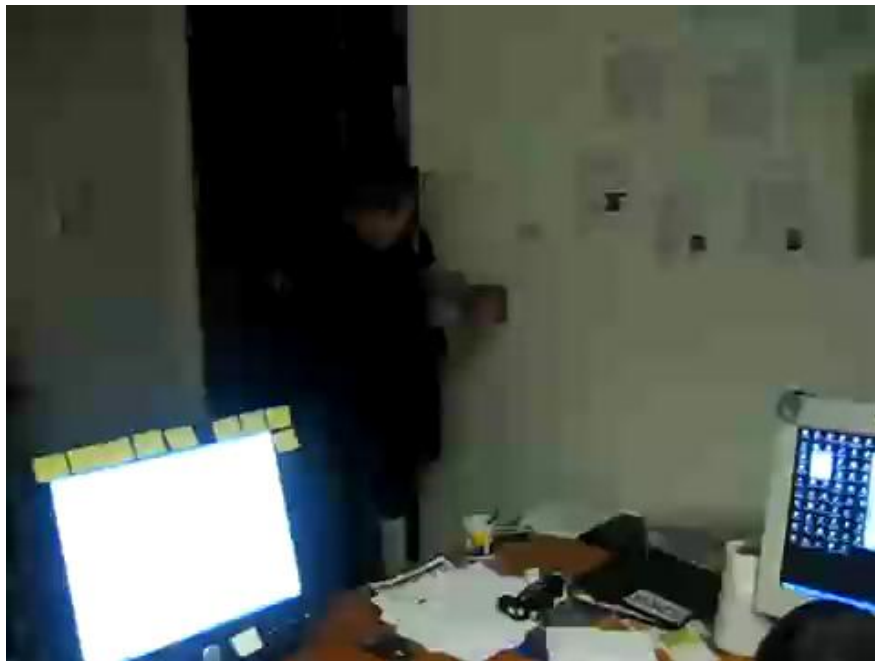


# Автостереоскопический дисплей



# Автостереоскопический дисплей

Альтернативы:





# Автостереоскопический дисплей



Альтернативы:



# 3D видео

## Применение



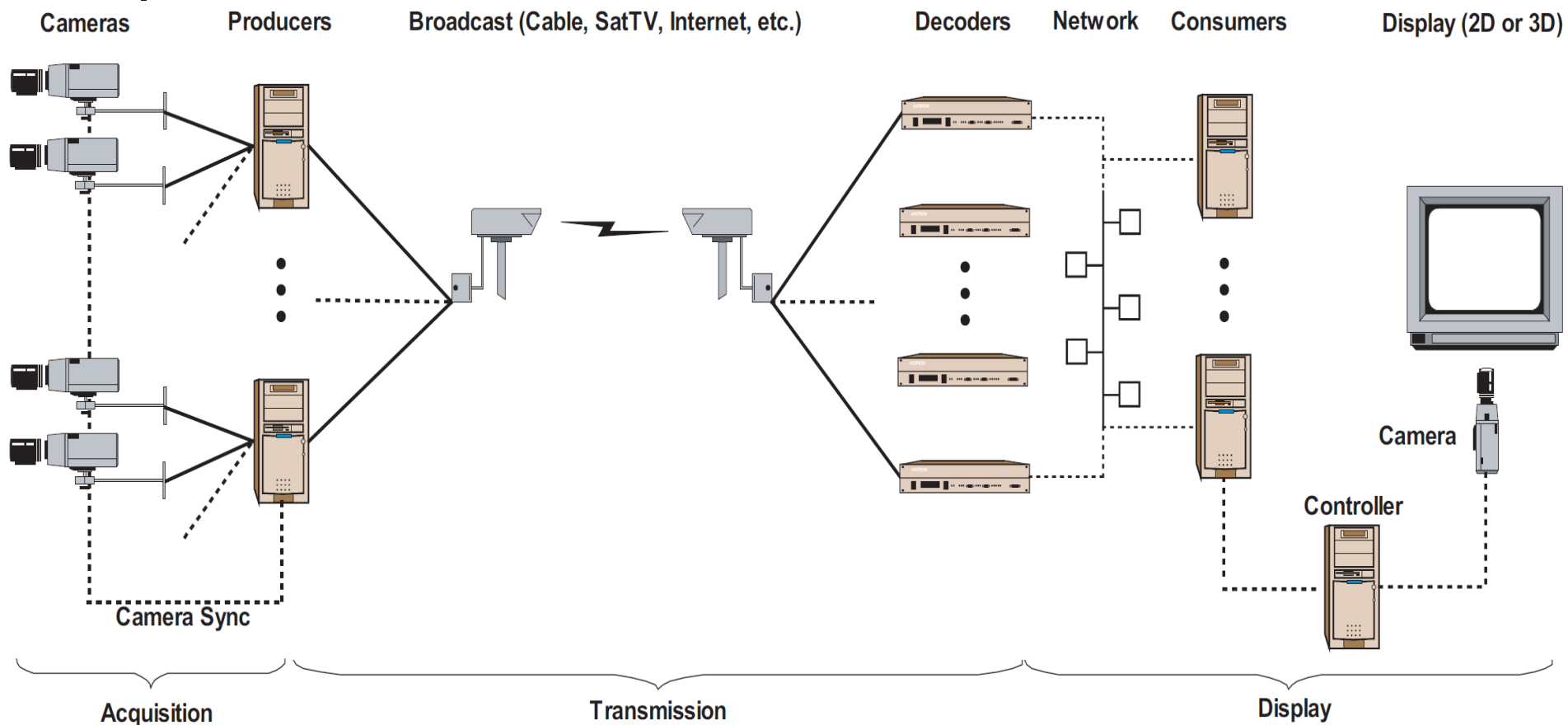
- 3D TV, 3D фильмы
- Игры
- Реклама
- Телеконференции
- Визуализация данных
  - Образование
  - Наука
  - Медицина

# Содержание

---

- Введение
- Автостереоскопический дисплей
- Система обработки 3D видео
  - Съёмка
  - Кодирование
- Примеры 3D систем
  - 3D TV
  - TransCAIP
- Выводы
- Список материалов

# Система обработки 3D видео



# Содержание

---

- Введение
- Автостереоскопический дисплей
- Система обработки 3D видео
  - Съёмка
  - Кодирование
- Примеры 3D систем
  - 3D TV
  - TransCAIP
- Выводы
- Список материалов

# Съемка 3D video

## Проблемы



- Геометрическая калибровка
- Отслеживание объектов
- Цветовая калибровка

# Съемка 3D video

## Цветовая калибровка

### ■ Баланс белого



### ■ Нормализация яркости



# Съемка 3D video

## Цветовая калибровка

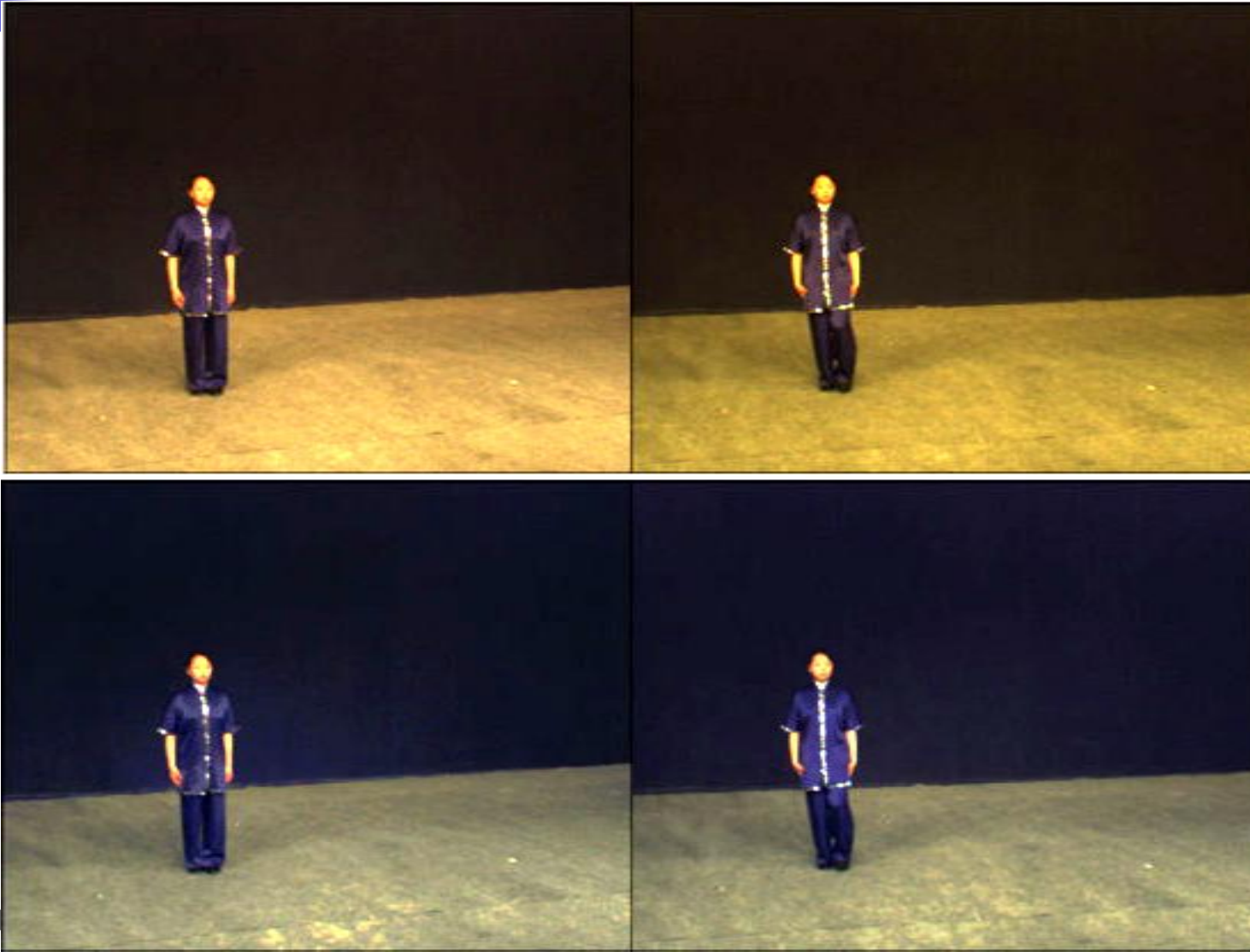


- Ищем в соседних видах одинаковые фрагменты. Например, с помощью сегментации по цвету
- Минимизируем разницу между гистограммами соседних видов
- Проблема: артефакты (границы и текстуры)
- Решение: сгладить разность медианным фильтром (3x3)
- Проблема: может меняться освещение и свойства матрицы камеры.
- Решение: делать калибровку еще раз



# Цветовая калибровка

## Результаты



# Содержание

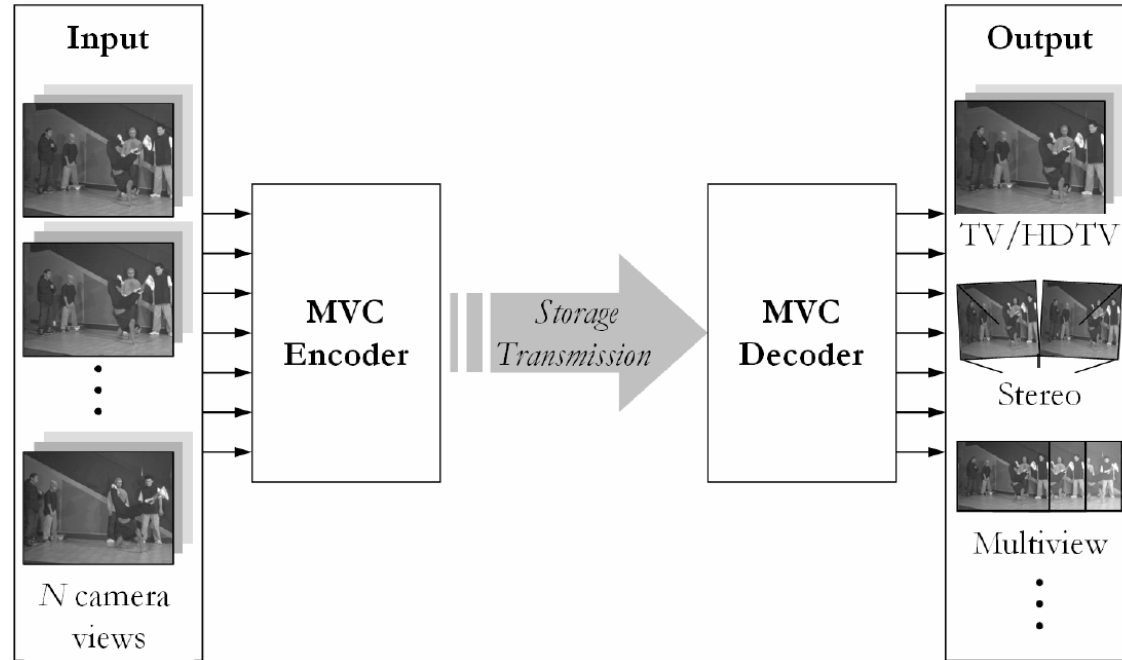
---

- Введение
- Автостереоскопический дисплей
- Система обработки 3D видео
  - Съёмка
  - Кодирование
- Примеры 3D систем
  - 3D TV
  - TransCAIP
- Выводы
- Список материалов

# Multi-view video coding

## Задача

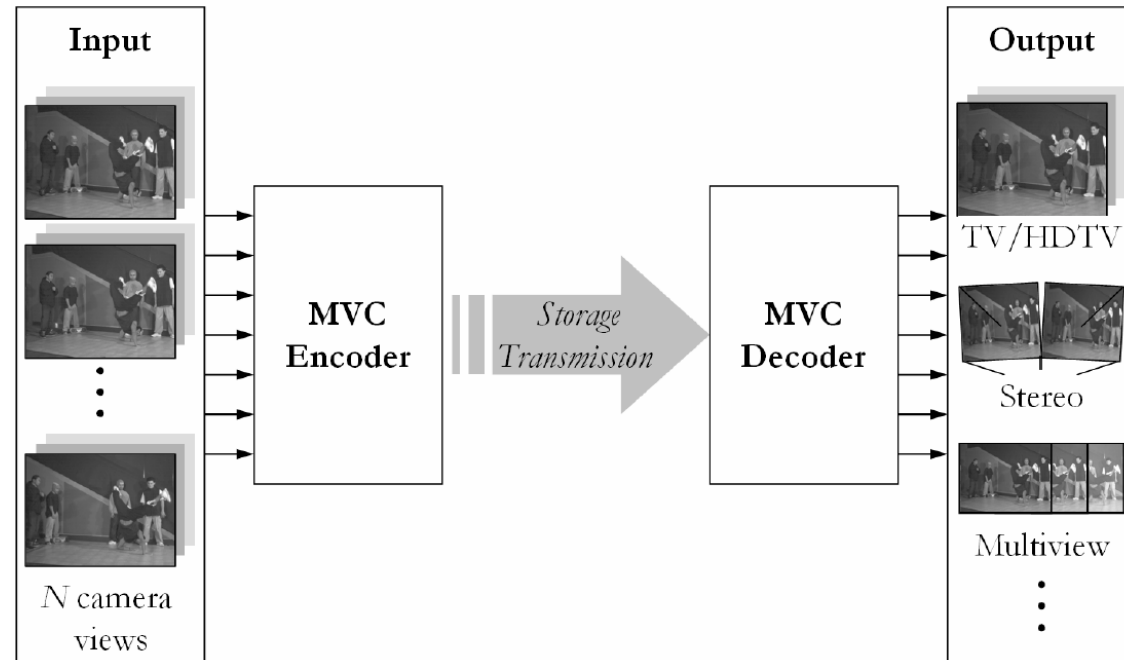
- Кодировщик: из  $N$  синхронизированных потоков видео сгенерировать сжатый выходной поток
- Декодер: из сжатого потока получить  $N$  потоков видео
- Прямое решение: кодировать/декодировать каждый видео поток отдельно



# Multi-view video coding

## Задача

- Множество камер производят большой объем данных для обработки
- Камеры снимают одну и ту же сцену. Между видами есть сильная зависимость. Можно использовать это для межвидового предсказания.



# Multi-view video coding

## Требования к MVC



- Произвольный доступ по времени для каждого вида
- Произвольный доступ к видам
- Масштабируемость (разрешение, качество, количество видов)
- Непрерывность качества между видами
- Способность передавать параметры съемки
- Устойчивость к несбалансированному по цветности видео

# Multi-view video coding

## ME в H.264/AVC



Минимизация функционала:  $J = D + \lambda \cdot R$

MV:  $m_i = \arg \min \{D(S_i, m) + \lambda \cdot R(S_i, m)\}$

где  $D(S_i, m) = \sum_{(x,y) \in S_i} [s(x, y, t) - s'(x - m_x, y - m_y, t - m_t)]^2$

$S$  - текущий кадр

$S'$  - предыдущий декодированный кадр

$S_i$  - блок изображения

$R$  - кол-во бит для передачи MV

# Multi-view video coding

## МЕ для MVC

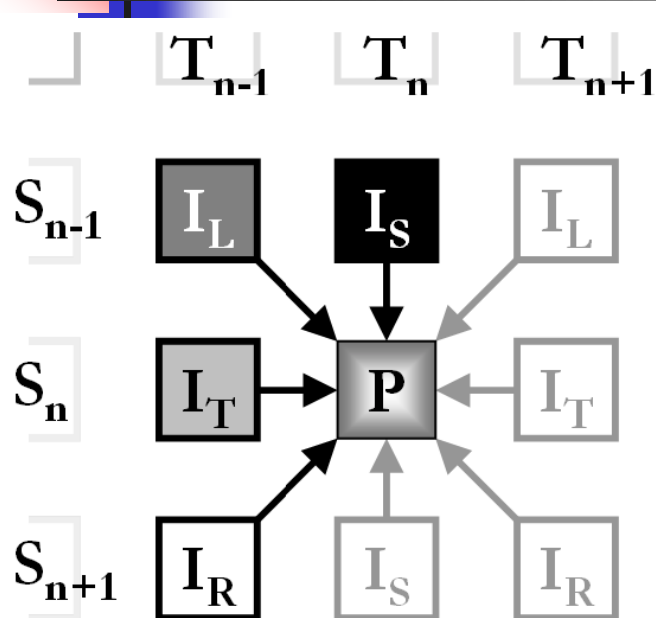
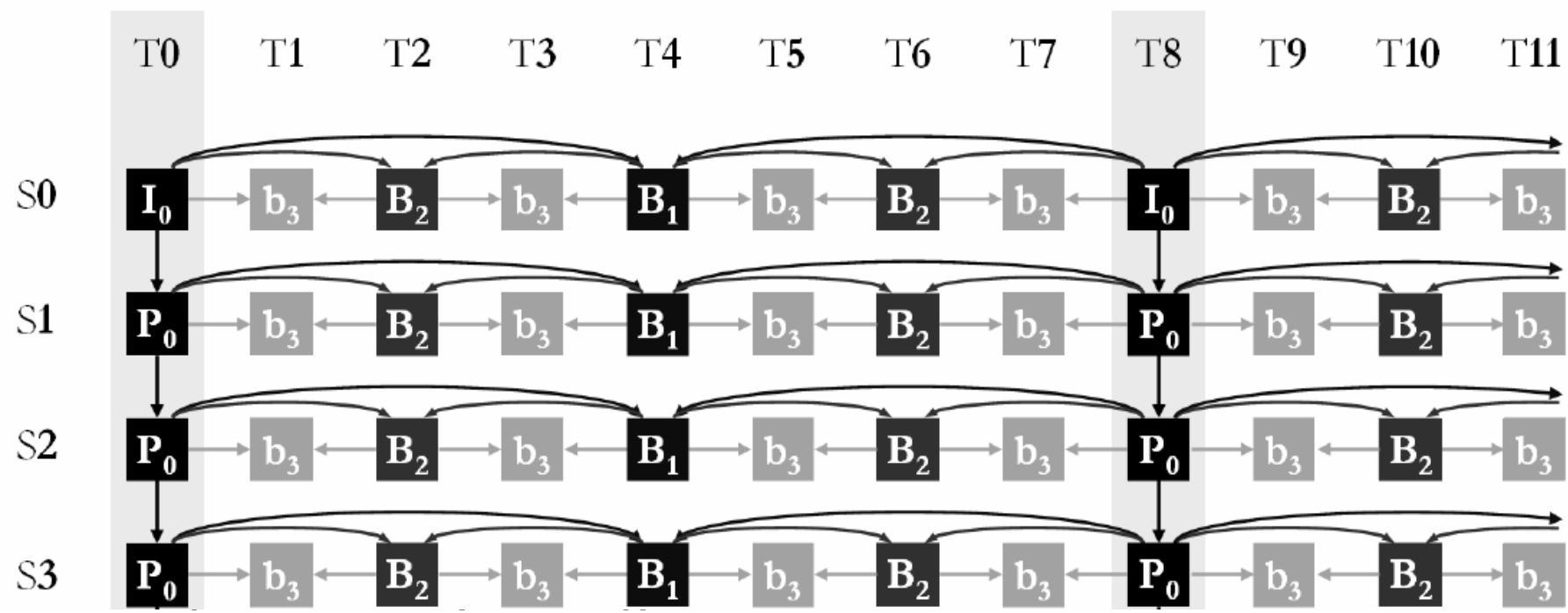
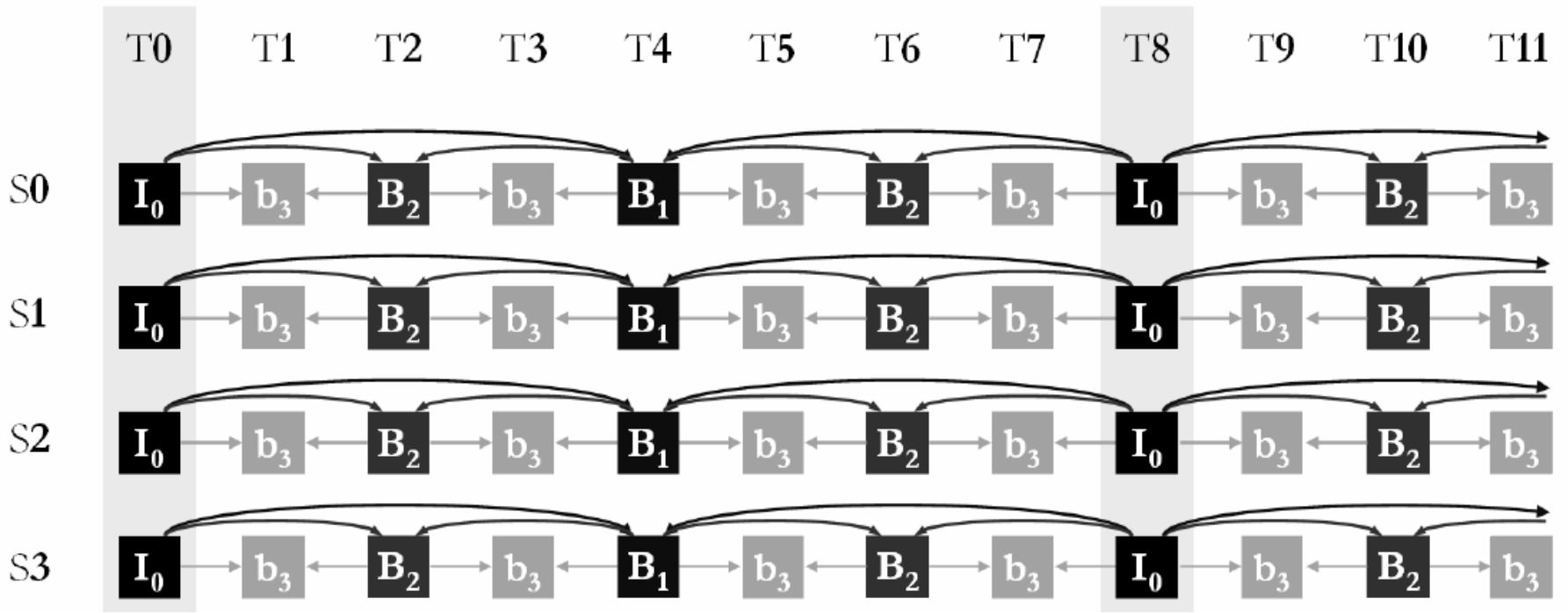


TABLE I  
RESULTS OF THE TEMPORAL AND INTER-VIEW CORRELATION ANALYSIS

Sequence Name	T [%]	S [%]	R [%]	L [%]	$\Delta J$ [%]
<i>Ballroom</i>	74.98	12.12	6.86	6.04	-5.65
<i>Exit</i>	76.96	8.66	7.49	6.90	-2.99
<i>Uli</i>	93.06	2.23	2.58	2.13	-0.52
<i>Racel</i>	96.64	1.35	1.06	0.96	-1.84
<i>Breakdancers</i>	57.95	19.30	12.15	10.60	-7.71

H.264/AVC settings:

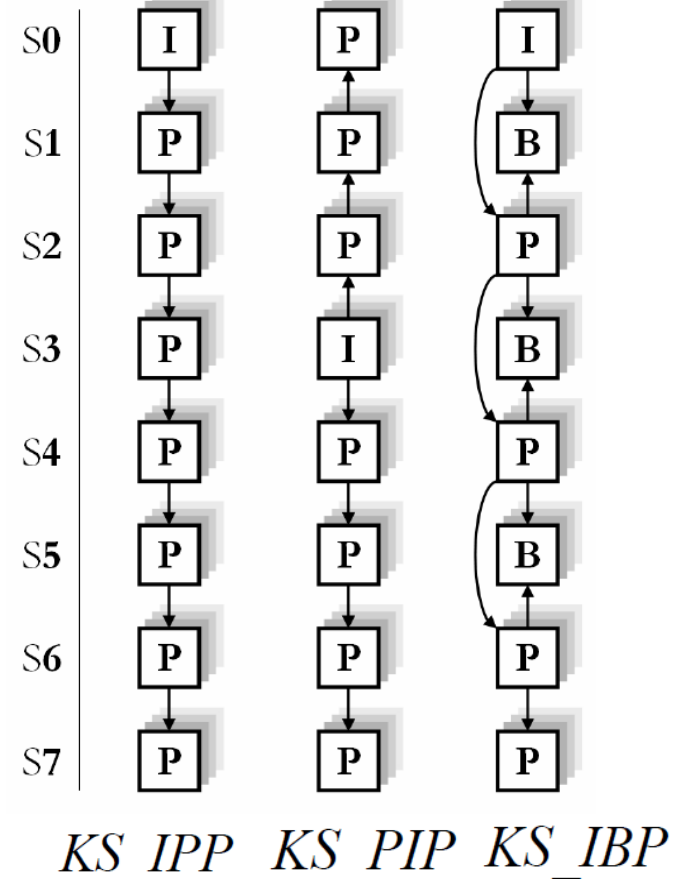
- Disabled intra prediction modes for the  $P$  pictures
- Fixed MC block size of 16x16
- Search range of  $\pm 32$  pixels





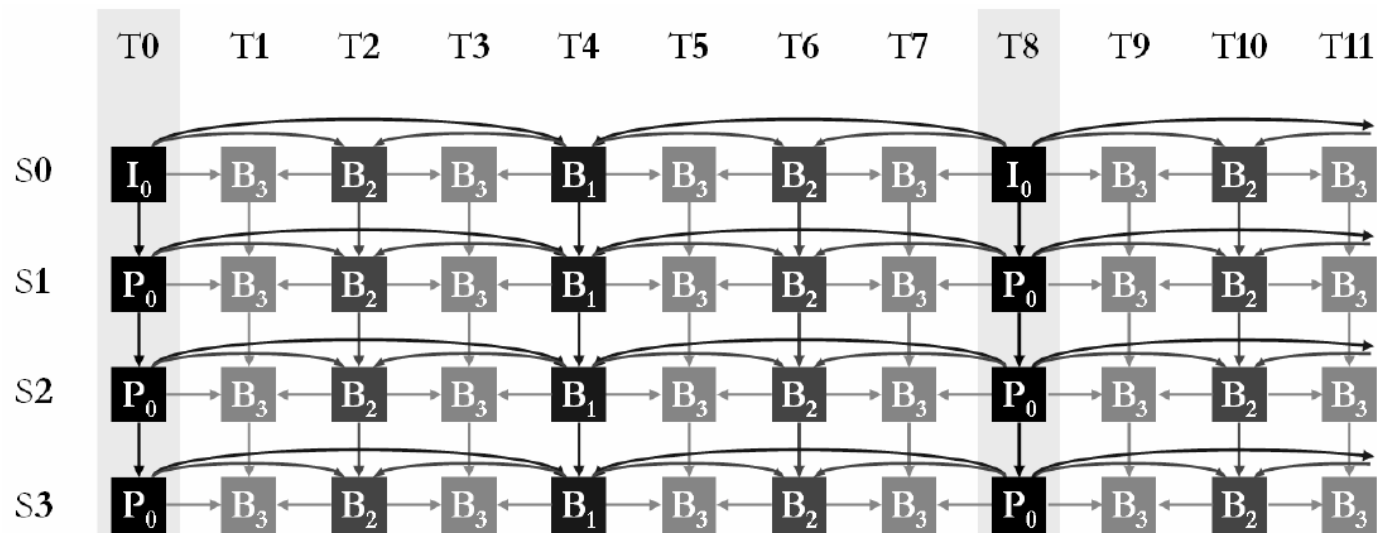
# Multi-view video coding

## Multi-view key frame encoding



# Multi-view video coding

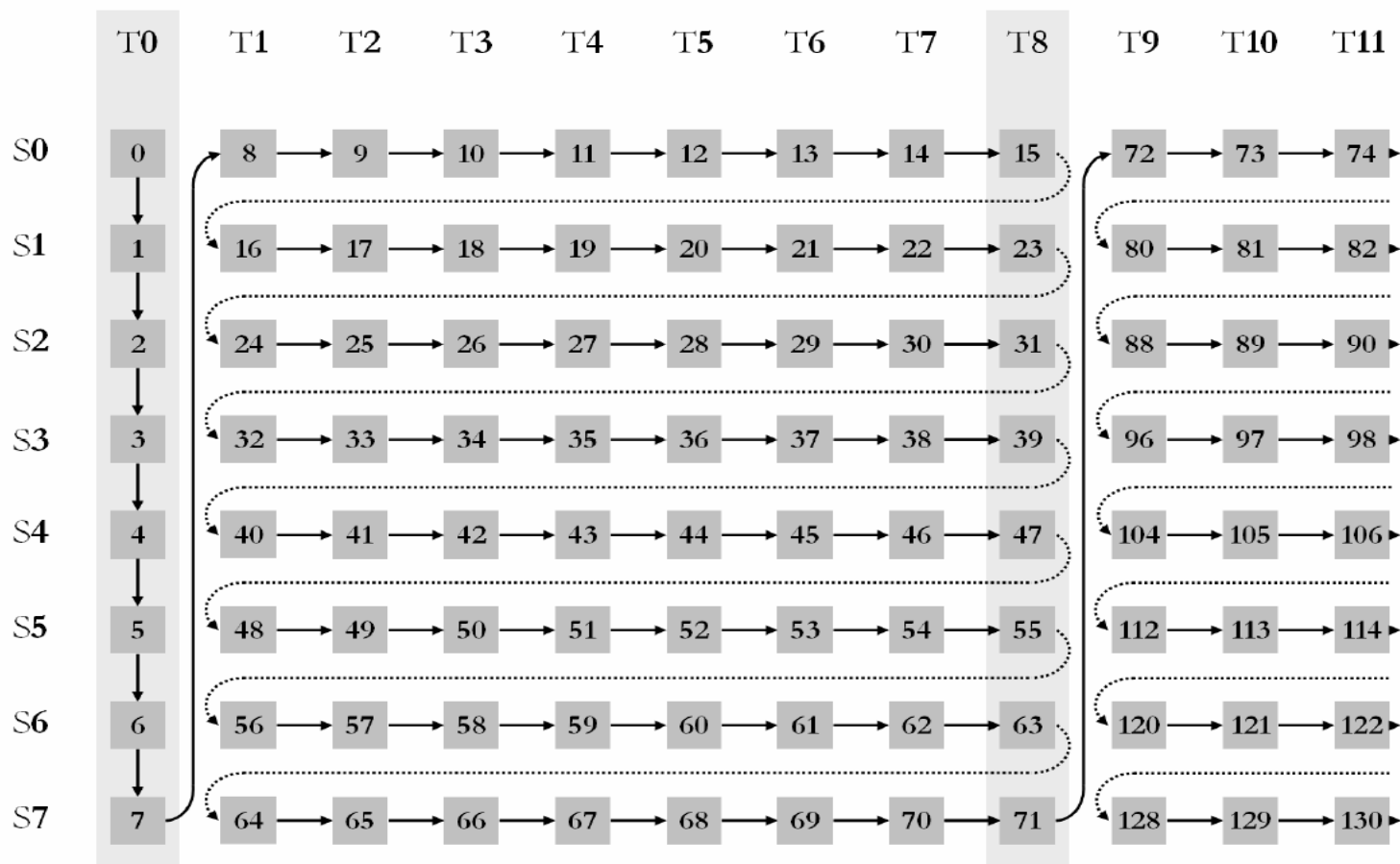
## Промежуточные кадры



*AS\_IPP*

# Multi-view video coding

## Адаптация стандартного кодека

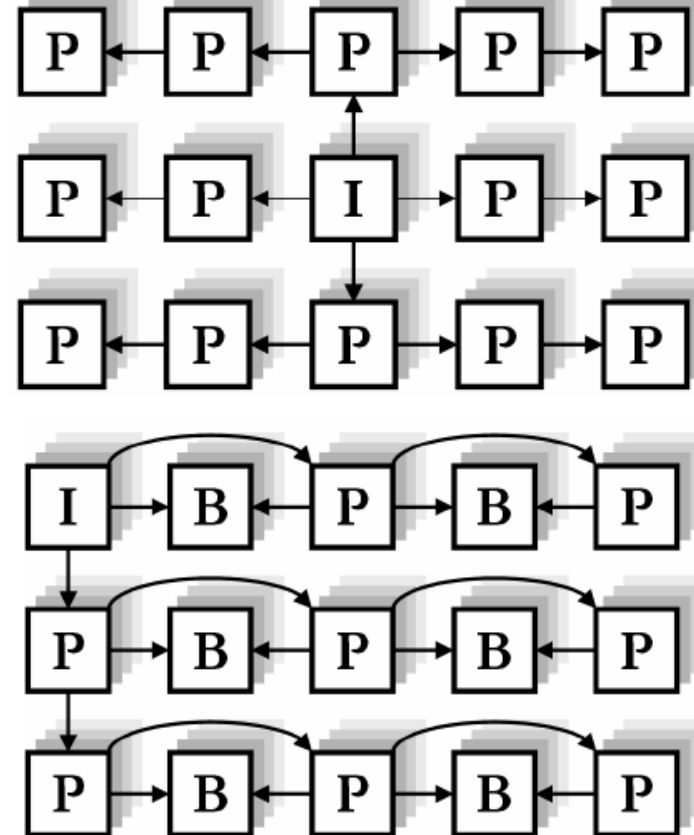
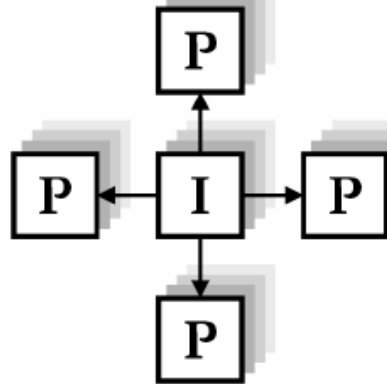


Можно декодировать стандартным декодером

# Multi-view video coding

## Расположение камер

Prediction structures  
for a camera array



# Multi-view video coding

## Тестирование



- 8 multi-view видеопоследовательностей
- От 5 до 16 видов
- Расположение камер: линейное, по дуге, в массиве
- Разрешение 640x480 или 1024x768 samples
- 15, 25, 30 fps.
- Для каждой последовательности использовались 3 битрейта

# Multi-view video coding

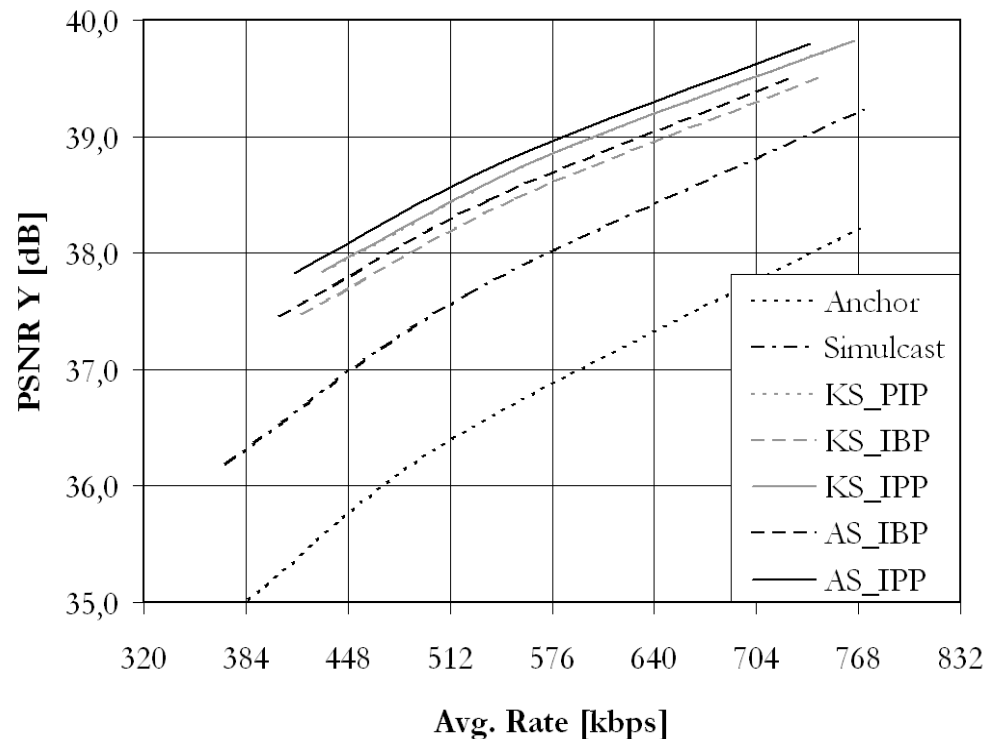
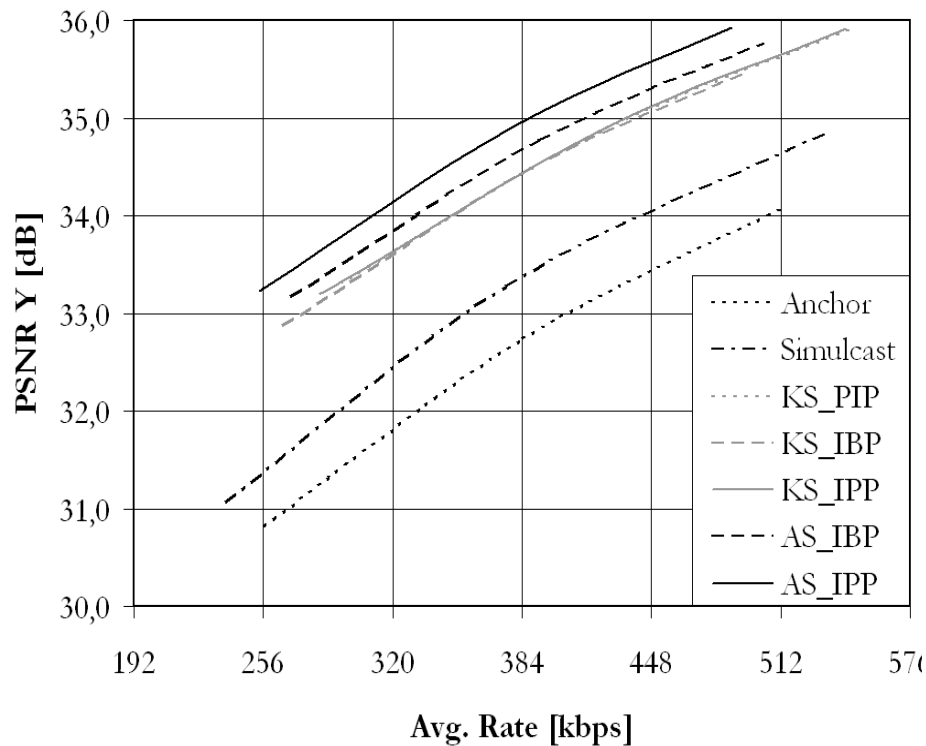
## Объективное сравнение



- *Anchor* – IBBP MPEG coding
- *Simulcast* – coding with hierarchical B pictures

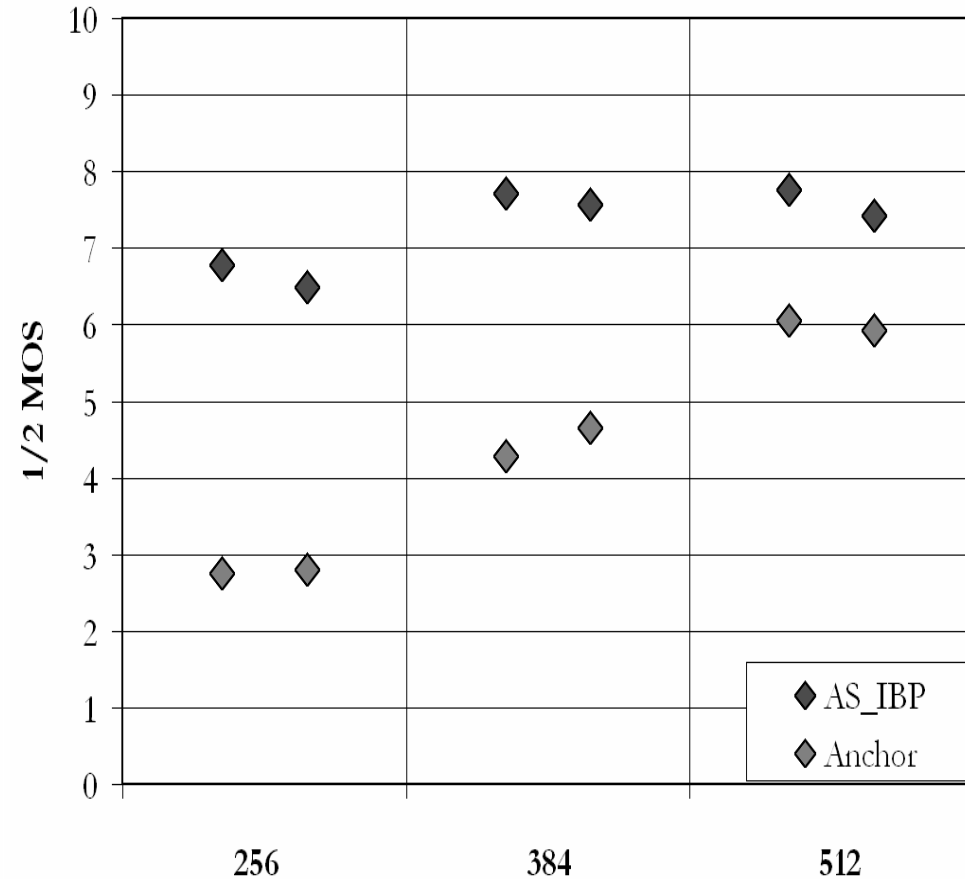
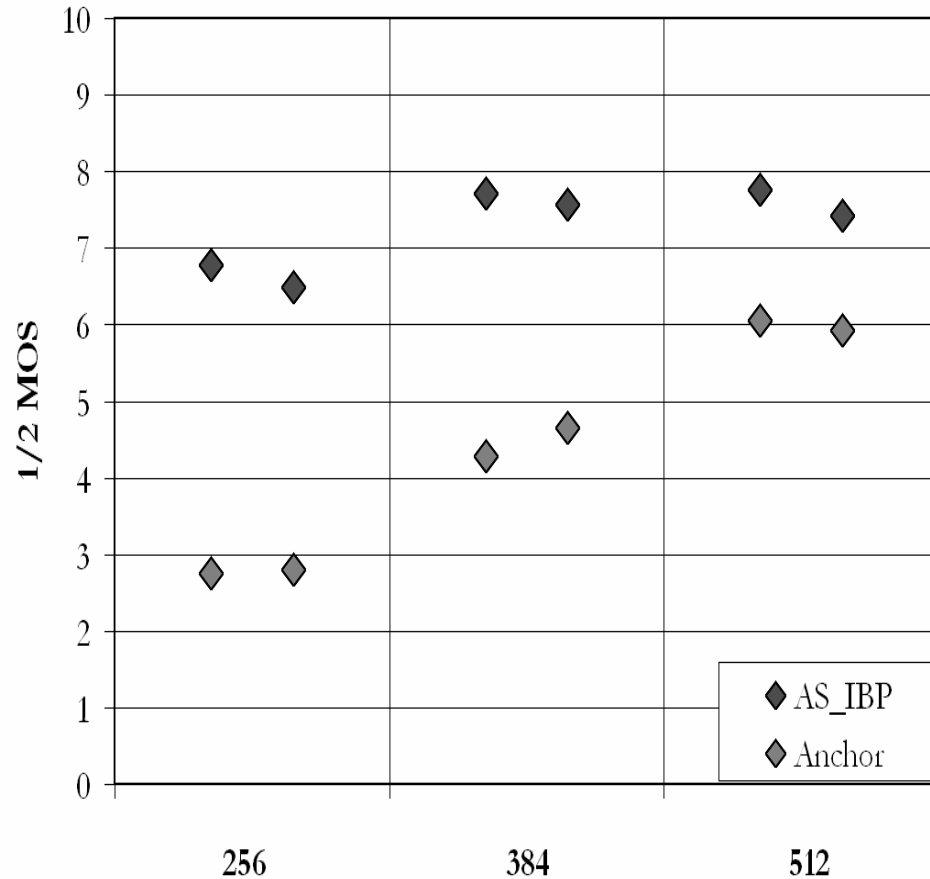
*KS\_IPP/KS\_PIP/KS\_IBP* – key picture inter-view prediction

*AS\_IPP/AS\_IBP* – inter-view prediction for both key and non-key pictures.



# Multi-view video coding

## Субъективное сравнение



# Multi-view video coding

## Выводы

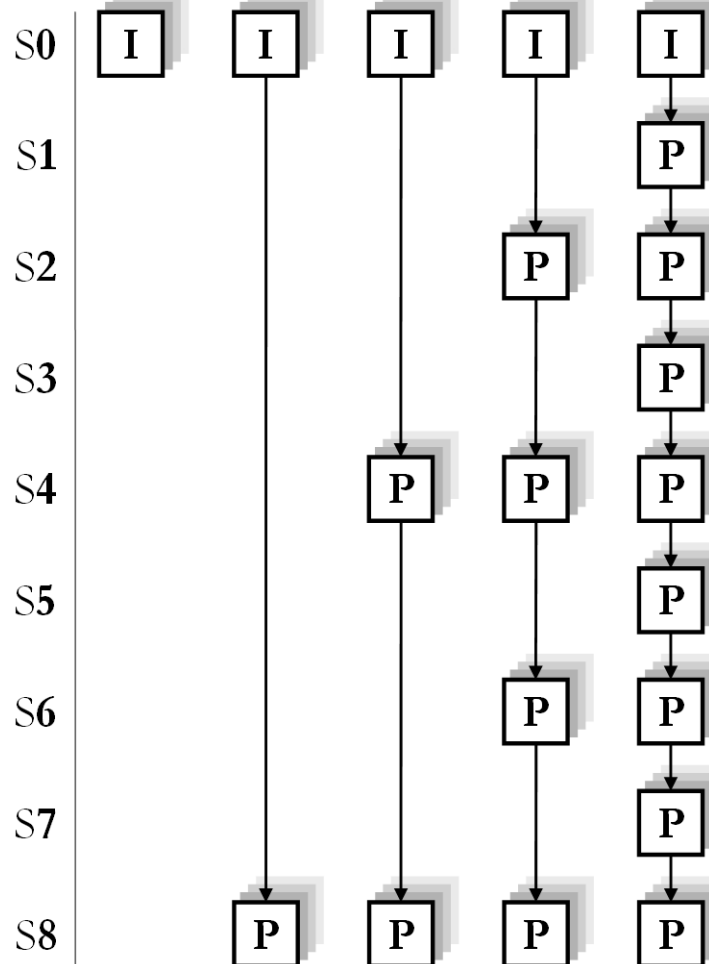


- Использование МС между видами дает значительный выигрыш
- Чем выше битрейт, тем меньше разница
- Метод не требует значительных изменений кодека H.264/AVC



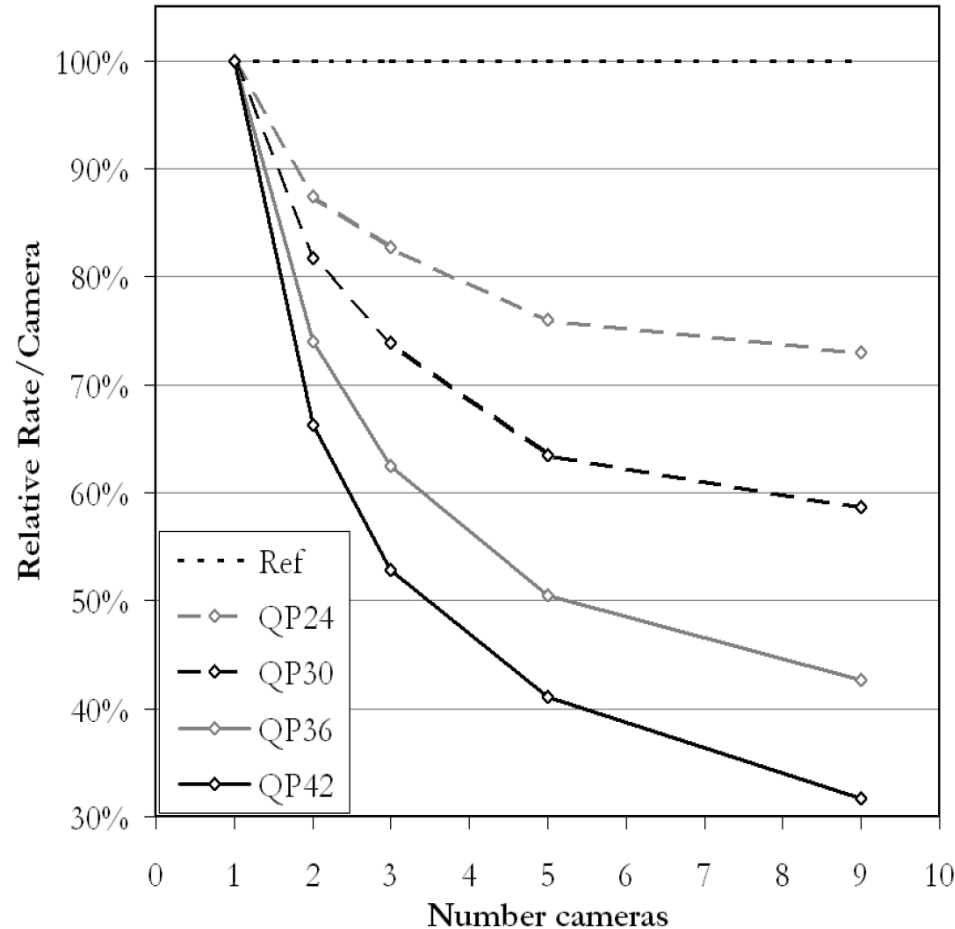
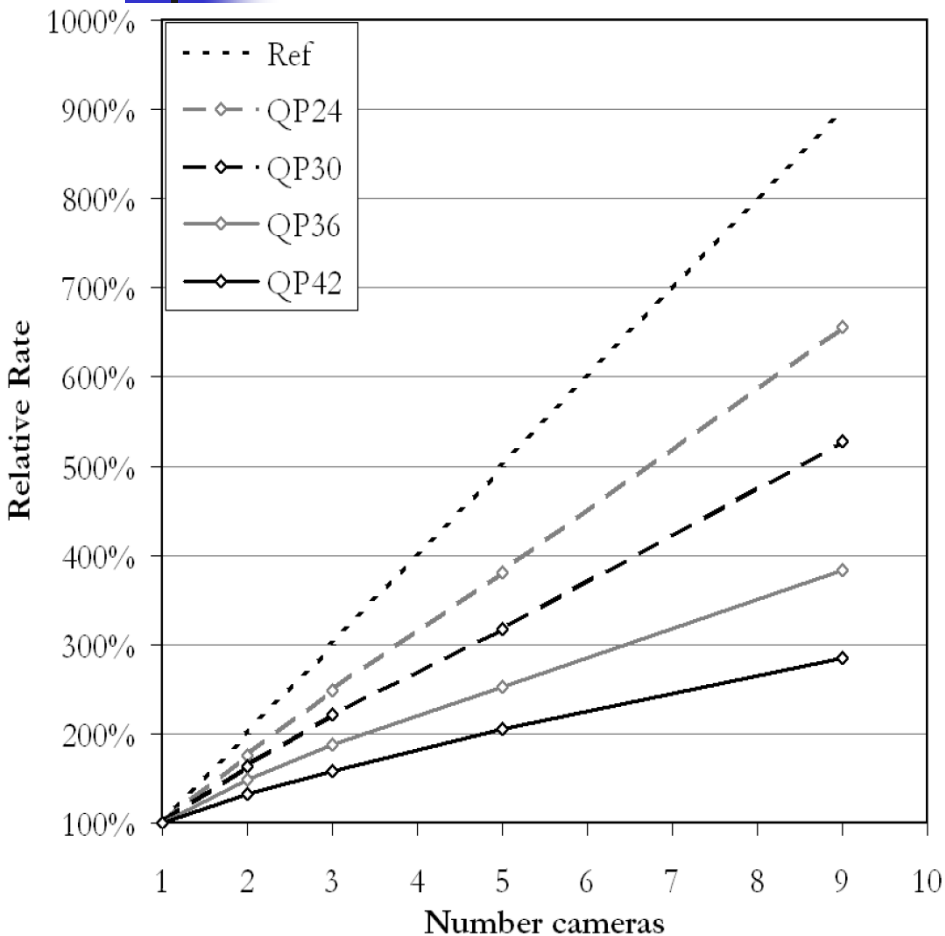
# Multi-view video coding

## Влияние расположения камер



# Multi-view video coding

## Влияние расположения камер



# Multi-view video coding

## Выводы



- Если камеры располагать ближе, то средний для вида битрейт сходится к одному значению.
- Если камеры далеко, то выигрыш незначителен. Можно улучшить с помощью межвидовой интерполяции основанной на карте глубины.

# Содержание

---

- Введение
- Автостереоскопический дисплей
- Система обработки 3D видео
  - Съёмка
  - Кодирование
- Примеры 3D систем
  - 3D TV
  - TransCAIP
- Выводы
- Список материалов

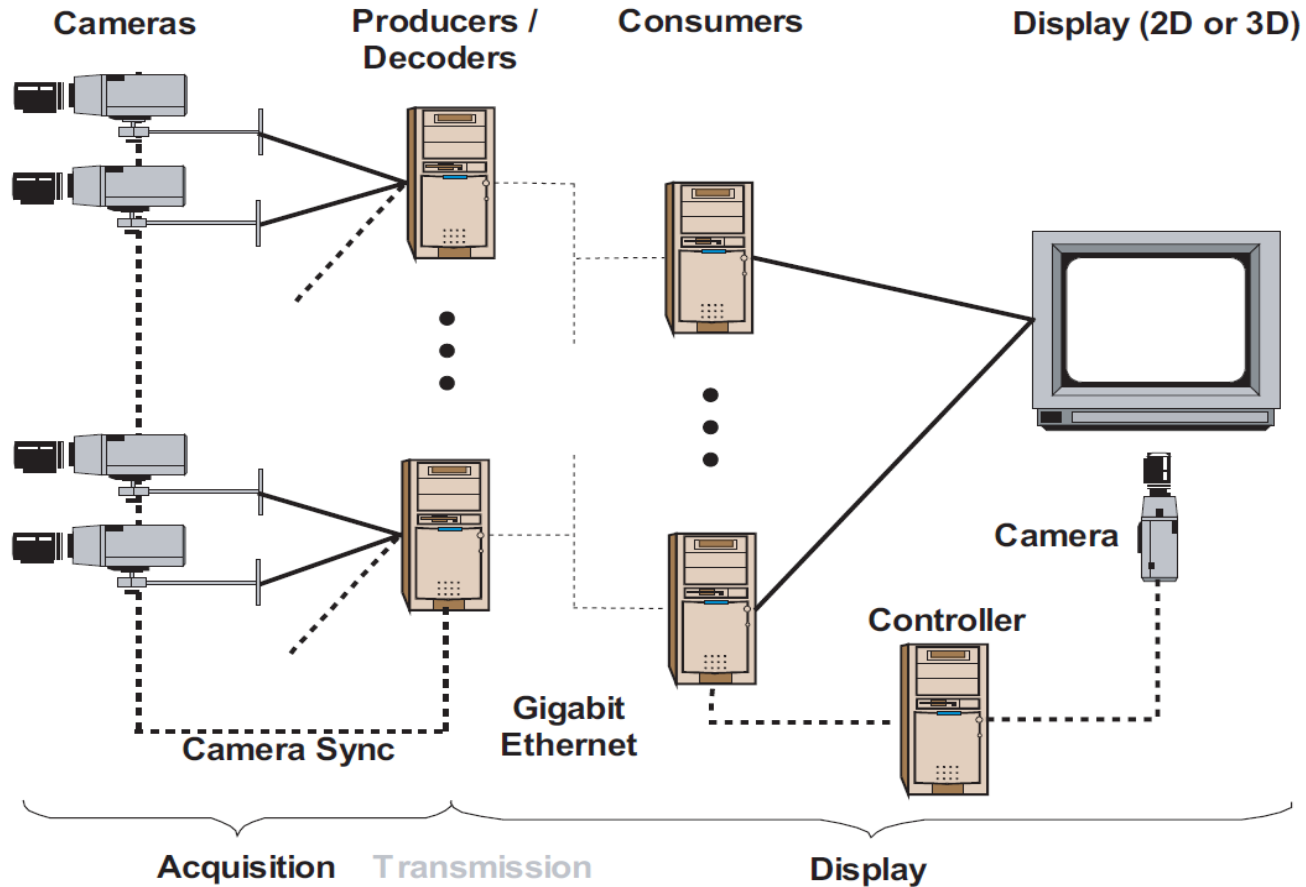
# 3D TV System



- Первая 3D TV система с 16 независимыми видами высокого разрешения и автостереоскопическим дисплеем
- Передача в реальном времени
- Дисплей только с горизонтальным параллаксом
- Каждый поток сжимается и передается НЕЗАВИСИМО

# 3D TV System

## Cxema



3D TV: A Scalable System for Real-Time Acquisition, Transmission, and Autostereoscopic Display of Dynamic Scenes. Wojciech Matusik Hanspeter Pfister, Mitsubishi Electric Research Laboratories, Cambridge, MA, 2004

# 3D TV System

## Съемка видео

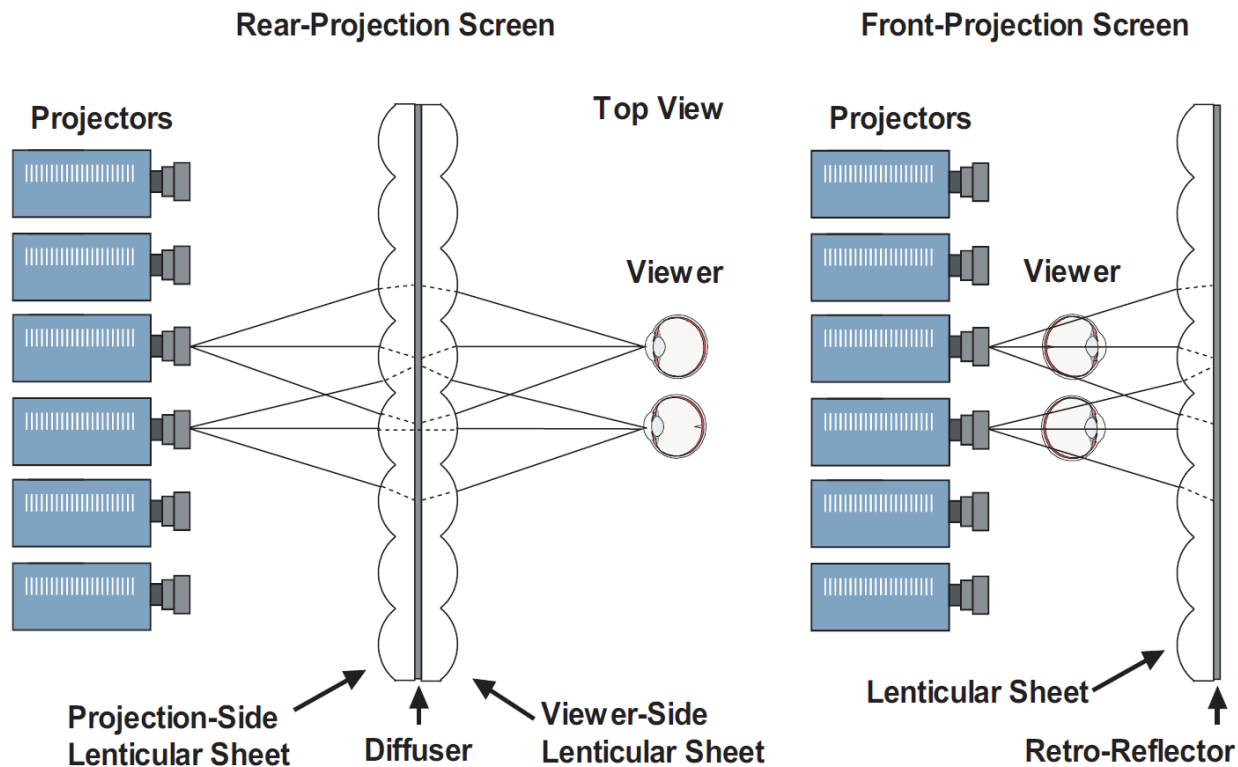


3D TV: A Scalable System for Real-Time Acquisition, Transmission, and Autostereoscopic Display of Dynamic Scenes. Wojciech Matusik Hanspeter Pfister, Mitsubishi Electric Research Laboratories, Cambridge, MA, 2004

# 3D TV System

## Отображение видео

- 16 проекторов NEC LT-170
- Разрешение – 1024x768



3D TV: A Scalable System for Real-Time Acquisition, Transmission, and Autostereoscopic Display of Dynamic Scenes. Wojciech Matusik Hanspeter Pfister, Mitsubishi Electric Research Laboratories, Cambridge, MA, 2004



# 3D TV System

## Отображение видео



3D TV: A Scalable System for Real-Time Acquisition, Transmission, and Autostereoscopic Display of Dynamic Scenes. Wojciech Matusik Hanspeter Pfister, Mitsubishi Electric Research Laboratories, Cambridge, MA, 2004









# Содержание

---

- Введение
- Автостереоскопический дисплей
- Система обработки 3D видео
  - Съёмка
  - Кодирование
- Примеры 3D систем
  - 3D TV
  - TransCAIP
- Выводы
- Список материалов

- TransCAIP: Live Transmission of Light Field from a Camera Array to an Integral Photography Display.
- Цели:
  - Разработать систему 3D телевидения
  - Использовать горизонтальный и вертикальный параллакс
  - Разработать метод обработки данных с асинхронных устройств в реальном времени
  - Реализовать на одном ПК используя GPGPU
  - Реализовать управление параметрами 3D визуализации

# TransCAIP

## Съемка

- 64 камеры
- Разрешение  
320x240

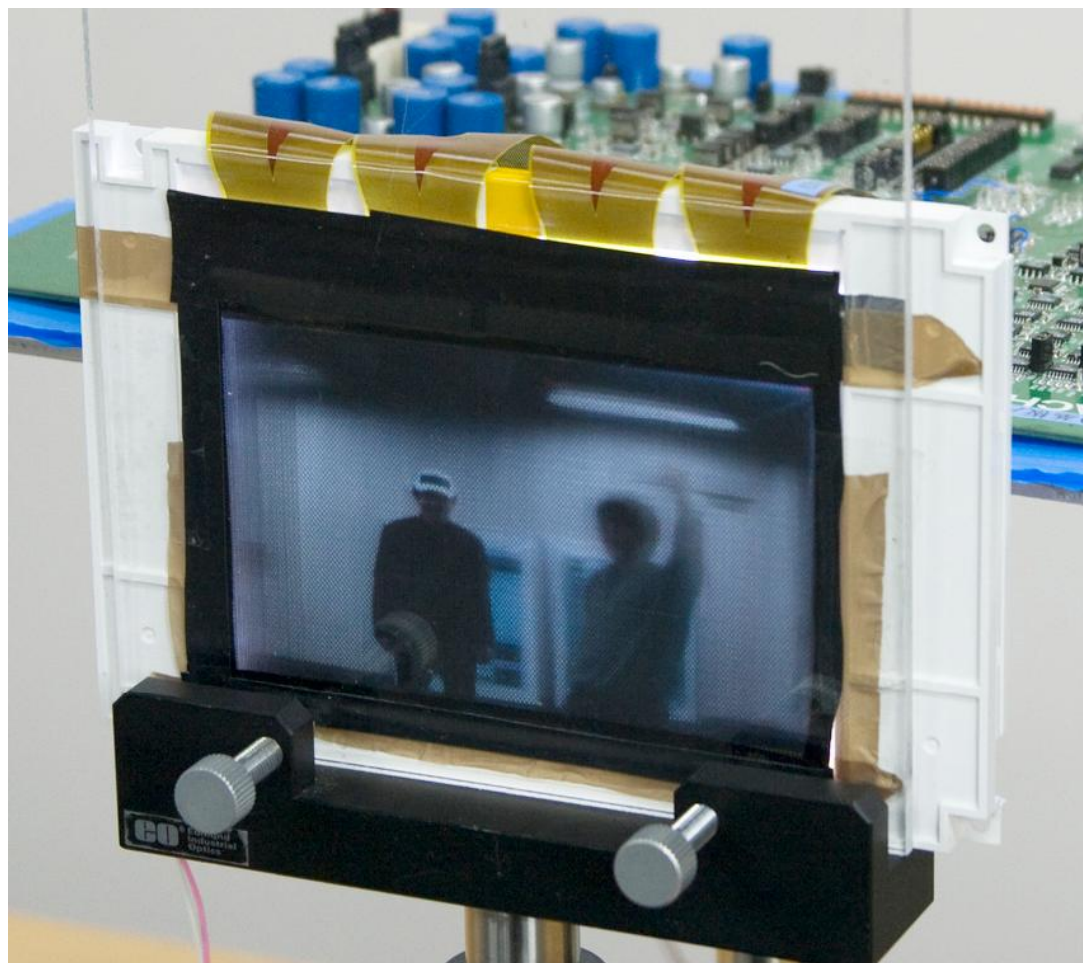


TransCAIP: Live Transmission of Light Field from a Camera Array to an Integral Photography Display. Yuichi Taguchi et al. ACM SIGGRAPH 2008.

# TransCAIP

## Отображение

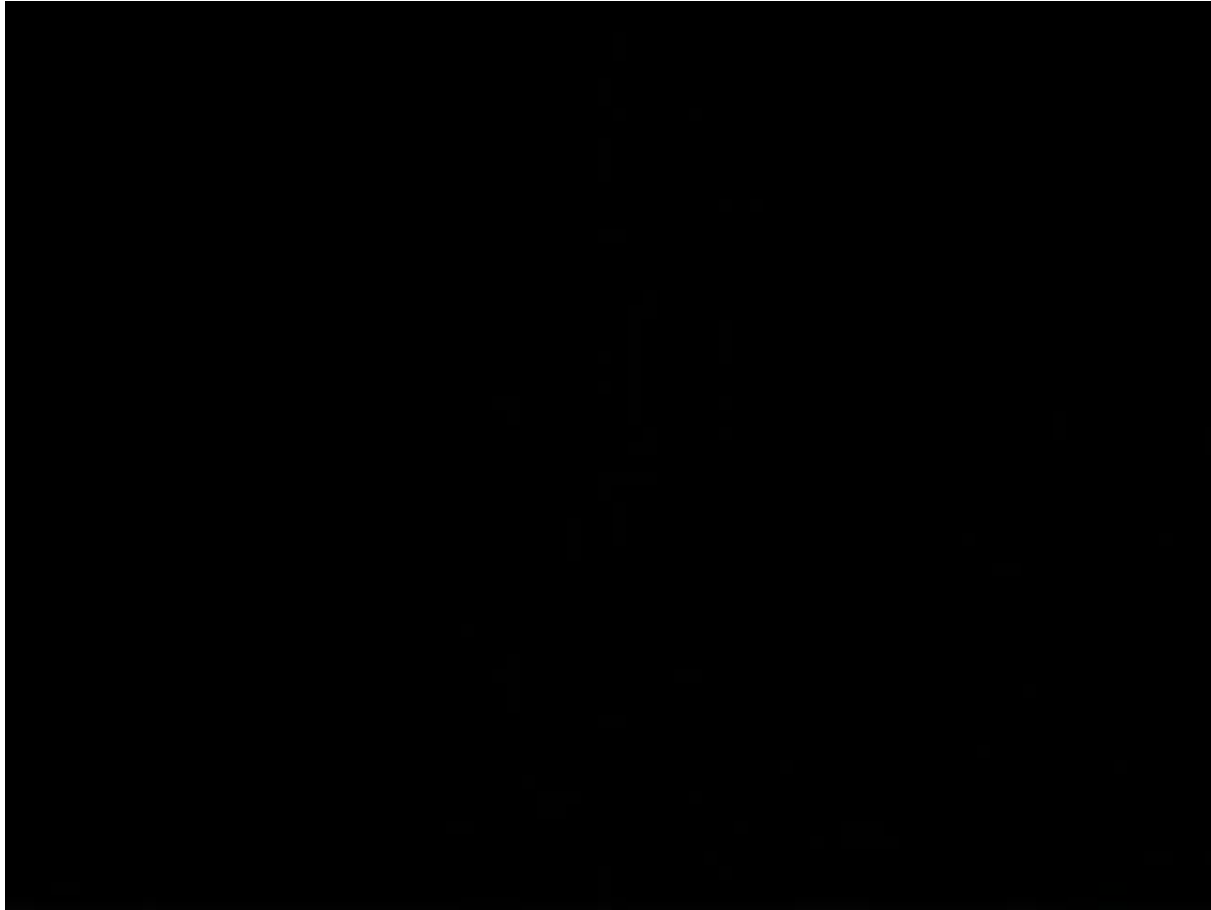
- 60 видов
- 256x192  
пикселя
- Вертикальный и  
горизонтальный  
параллакс





# TransCAIP

## Оборудование



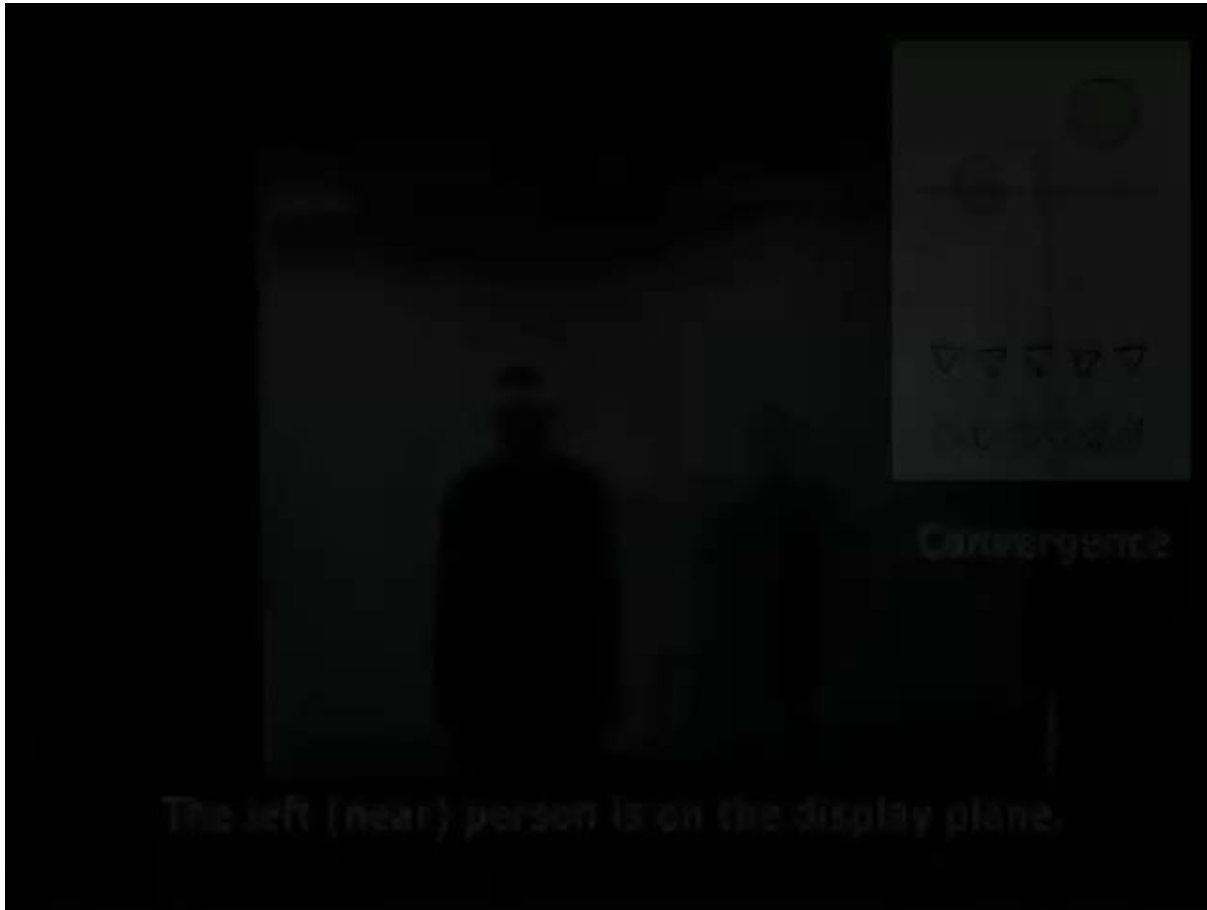
# TransCAIP

## Алгоритм



# TransCAIP

## Управление фокусом



TransCAIP: Live Transmission of Light Field from a Camera Array to an Integral Photography Display. Yuichi Taguchi et al. ACM SIGGRAPH 2008.

# TransCAIP

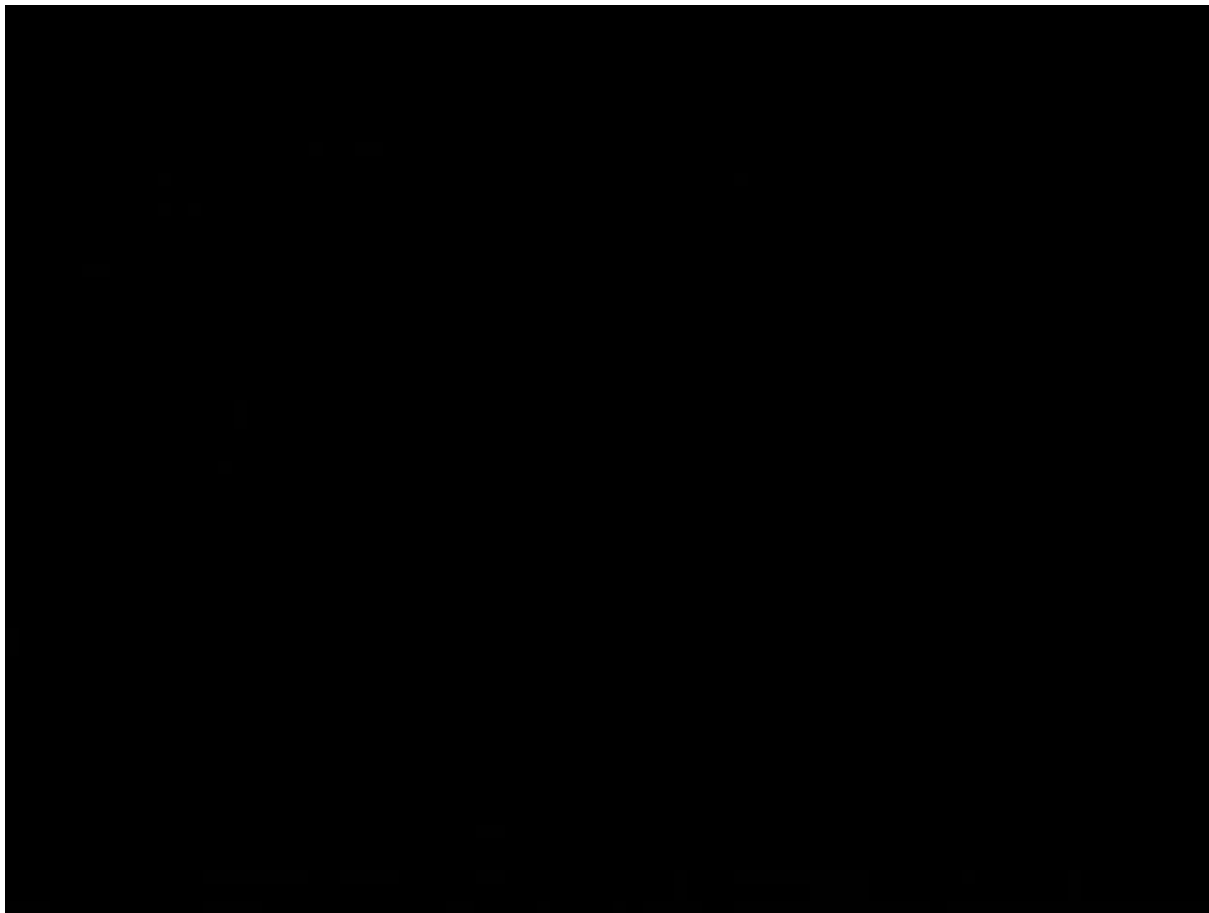
## Управление глубиной



TransCAIP: Live Transmission of Light Field from a Camera Array to an Integral Photography Display. Yuichi Taguchi et al. ACM SIGGRAPH 2008.

# TransCAIP

## Результат



# Содержание

---

- Введение
- Автостереоскопический дисплей
- Система обработки 3D видео
  - Съёмка
  - Кодирование
- Примеры 3D систем
  - 3D TV
  - TransCAIP
- **Выводы**
- Список материалов



# Выводы

---

- 3D системы – перспективное направление
- Auto stereoscopic 3D display – будущая массовая технология
- Области исследования
  - Съемка
  - Кодирование
  - Передача
  - Фильтрация
  - Визуализация



# Содержание

---

- Введение
- Автостереоскопический дисплей
- Система обработки 3D видео
  - Съёмка
  - Кодирование
- Примеры 3D систем
  - 3D TV
  - TransCAIP
- Выводы
- Список материалов



# Список материалов

- 3D TV: A Scalable System for Real-Time Acquisition, Transmission, and Autostereoscopic Display of Dynamic Scenes. Wojciech Matusik Hanspeter Pfister, Mitsubishi Electric Research Laboratories, Cambridge, MA, 2004
- TransCAIP: Live Transmission of Light Field from a Camera Array to an Integral Photography Display. Yuichi Taguchi Takafumi Koike, Keita Takahashi, Takeshi Naemura. The University of Tokyo, Hitachi, Ltd. ACM SIGGRAPH 2008.
- Efficient Prediction Structures for Multi-view Video Coding. Philipp Merkle, Aljoscha Smolic, Karsten Muller, Thomas Wiegand. IEEE 2007.
- A real-time interactive multi-view video system. Jian-Guang Lou, Hua Cai, Jiang Li. 13th annual ACM international conference on Multimedia. 2005.
- Volumetric 3D Displays and Application Infrastructure. Gregg E. Favalora. IEEE Computer Society Press. 2005.
- Autostereoscopic 3D Displays. Neil A. Dodgson, IEEE Computer Society Press, 2005.



# Вопросы

---

?