Технічні науки

УДК 621.398.4.

Старкова Олена Володимирівна

Кандидат технічних наук, асистент кафедри

звукотехніки та реєстрації інформації

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Старкова Елена Владимировна

Кандидат технических наук, ассистент кафедры

звукотехники и регистрации информации

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Starkova Olena

PhD, assistant at the department of Audio

Engineering and Registration of information

National technical university of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Герасименко Костянтин Васильович

асистент кафедри звукотехніки та реєстрації інформації,

старший викладач кафедри теоретичних основ радіотехніки

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Герасименко Константин Васильевич

ассистент кафедры звукотехники и регистрации информации,

старший преподаватель кафедры теоретических основ радиотехники

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
Herasymenko Kostiantyn
assistant at the department of Audio Engineering
and Registration of information, senior lecturer at the department of
Theoretical Foundations of Radio Engineering
National technical university of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
Арестов Антон Віталійович, Нестеренко Наталія Вадимівна
Студенти
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Арестов Антон Витальевич, Нестеренко Наталия Вадимовна
Студенты
Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
Arestov Anton, Nesterenko Natalia
Students of the
National technical university of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ОСОБЛИВОСТІ ТА СПОСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ВІДЕОЗЙОМКИ
ОСОБЕННОСТИ И СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ВИДЕОСЪЕМКИ

FEATURES AND METHODS OF IMPLEMENTATION OF HIGH-SPEED VIDEO RECORDING

Анотація. Для виявлення особливостей та способів реалізації високошвидкісної відеозйомки було досліджено: оптоелектронні перетворювачі, формування та перетворення електронних сигналів, вимоги до освітлення, сучасні інтерфейси передачі даних.

Ключові слова: високошвидкісна відеозйомка, матриця, інтерфейс, освітлення, CMOS, CCD.

Аннотация. Для выявления особенностей и способов реализации высокоскоростной видеосъемки были исследованы: оптоэлектронные преобразователи, формирования и преобразования электронных сигналов, требования к освещению, современные интерфейсы передачи данных.

Ключевые слова: высокоскоростная видеосъемка, матрица, интерфейс, освещение, CMOS, CCD.

Summary. For revealing the features and methods of realization of high-speed video researches were investigated: optoelectronic converters, formation and transformation of electronic signals, requirements for lighting, modern data interfaces.

Key words: high-speed video recording, matrix, interface, lighting, CMOS, CCD.

Вступ. Сьогодні постійно створюються нові та вдосконалюються вже існуючі технології знімального процесу. У сучасному світі постає проблема реалізації зйомки об'єктів, що рухаються з високою швидкістю у таких сферах діяльності: наука, військова промисловість, спорт, розважальні та пізнавальні шоу, кіноіндустрія, маркетинг. Створення «надмірної» кількості кадрів мають різні цілі: отримання більш плавних змін кадрів; сповільнення переміщення предметів, що швидко рухаються, при запуску відео зі

стандартною частотою кадрів; спостереження швидкоплинних процесів, які непомітні неозброєним оком, та інше.

За допомогою сучасного обладнання можна з легкістю візуалізувати етапи руйнування і трансформації, своїми очима оцінити вплив вібрації або температури на об'єкт. Промислові відеокамери для швидкісної відеозйомки – незамінне обладнання для технологів, інженерів, конструкторів і розробників.

Високошвидкісна зйомка – кіно- або відеозйомка з частотою від 200 до 10^9 кадрів в секунду. Здійснюється на спеціальні відеокамери або кіноапаратуру з використанням різних оптичних та електронних засобів комутації світла. Іноді такий різновид зйомки називається високошвидкісна фотографія, а пристрої - швидкісні фоторегістратори [1].

Оптоелектронні перетворювачі. Сучасні цифрові високошвидкісні камери, які використовуються в медіа- та мовній індустрії, зазвичай оснащені одним сенсором CMOS розміром близько 4 мегапікселів, на основі шаблону Байєра. Швидкість системи зазвичай визначається величиною, що представляє собою максимальну пропускну здатність даних, з якою система може впоратися. Найбільш складні системи в медіаіндустрії обробляють дані зі швидкістю близько 20-25 гігапікселів в секунду. Це означає, що камери можуть знімати зі швидкістю близько 10 000 к/с при роздільній здатності 1920 × 1080. Зараз технологія вийшла на такий рівень, що при високій роздільній здатності можна робити від 10 000 до 20 000 кадрів в секунду, це дозволяє досягнути дивовижної глибини зображення. Залежно від формату і кольору системі потрібно зберігати дані зі швидкістю понад 8 Гб / с. Об'єм внутрішньої пам'яті сучасних камер становить приблизно 16-72 ГБ.

CMOS-матриці мають можливість довільного зчитування комірок, а в CCD-матриці зчитування відбувається з усіх комірок за один раз. На рисунку 1 [2] зображені структури CMOS та CCD матриць. Завдяки цьому

способу зчитування, у CMOS матриць відсутній так званий ефект «смірінга» (від англ. Smearing - розмазування), який є у CCD матриць і який проявляється в кадрі як вертикальні «стовпи світла» від точкових яскравих об'єктів, як від сонця, яскравих лампочок.

Проте, негативною особливістю, викликаної способом сканування CMOS-матриць в сучасних відеокамерах, є так званий ефект rolling shutter. Rolling shutter спостерігається в основному при зйомках швидкорухомих об'єктів або при зйомці з автомобіля. Це пояснюється тим, що зчитування сигналу в CMOS-матрицях сучасних відеокамер відбувається порядково, рядок за рядком.

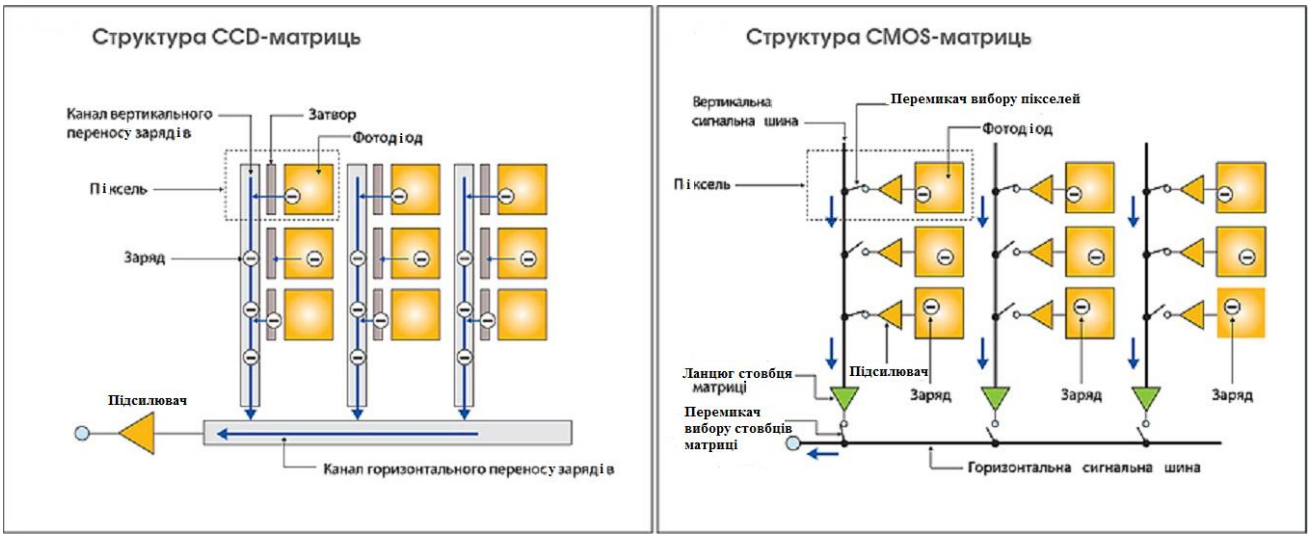


Рис. 1. Структури CMOS та CCD перетворювачів

При цьому спочатку зчитуються верхні рядки матриці, а в кінці – нижні. За час, що минув від зчитування верхніх рядків до зчитування нижніх предмет переміститься, в результаті чого об'єкти виявляються криві чи нахилені. Демонстрація проблеми з ефектом rolling shutter зображена на рис. 2 [3] на прикладі диску з секторами, що обертається.

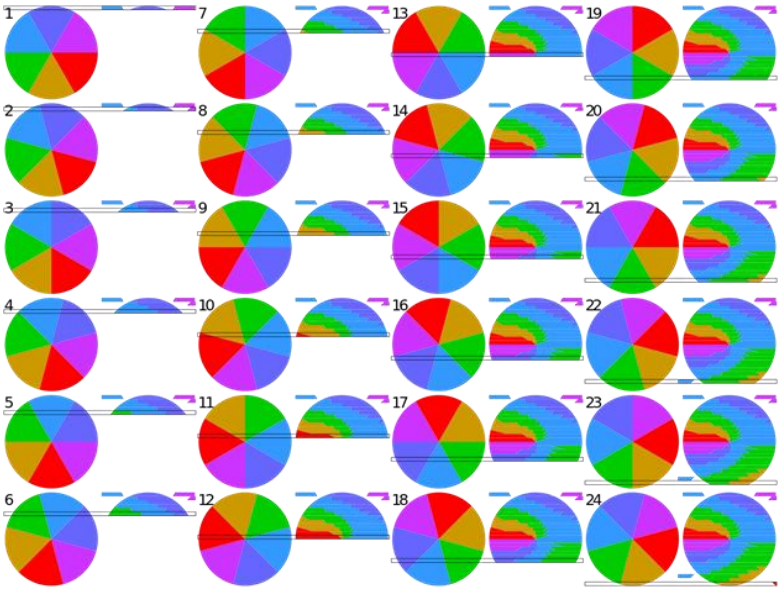


Рис. 2. Ефект rolling shutter

Формування сигналу і обробка даних. На рис. 3 [4] схематично показано, як генерується сигнал з високошвидкісної камери: падаюче випромінювання фокусується на піксель детектора, де він створює фотострум. Цей струм заряджає конденсатор як тільки перемикач замикається. Сигнал відповідає заряду в конденсаторі, який записується з використанням інтегральної схеми зчитування (ROIC). Частота кадрів наведена в кадрах в секунду визначає, як часто конденсатор зчитується за допомогою ROIC.

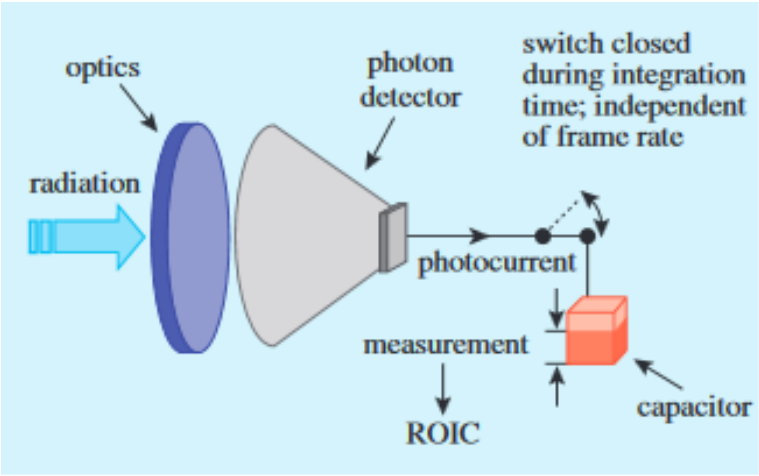


Рис. 3. Схема формування сигналу в матриці камери

Час, в продовж якого перемикач замкнутий визначається за допомогою електроніки. Він задає час інтегрування. У звичайних відеокамерах перемикач постійно замкнутий, тобто час інтегрування завжди обернено пропорційний до частоти кадрів. Наприклад, 25 кадрів в секунду відповідає часу інтегрування 40 мс. Швидкісні камери дозволяють незалежно один від одного встановлювати час інтегрування і частоту кадрів. Важливість налаштування часу інтегрування полягає в можливості чітко фіксувати об'єкти, що швидко рухаються. Якщо час інтегрування буде недостатній, отримане зображення буде розмитим.

Аналогові сигнали, що надходять з матриці, оцифровуються за допомогою АЦП і зберігаються в оперативній пам'яті камери. Потім вони обробляються мікропроцесором, для передавання їх на комп'ютер через стандартні цифрові інтерфейси (USB або Ethernet). Як тільки дані збереглися у вигляді необроблених файлів, програмне забезпечення камери дозволяє витягувати окремі зображення в різних форматах, наприклад, JPG. Воно також пропонує можливість експорту відео файлів в AVI або інших стиснених форматах. Схема перетворення зображена на рис. 4 [5].

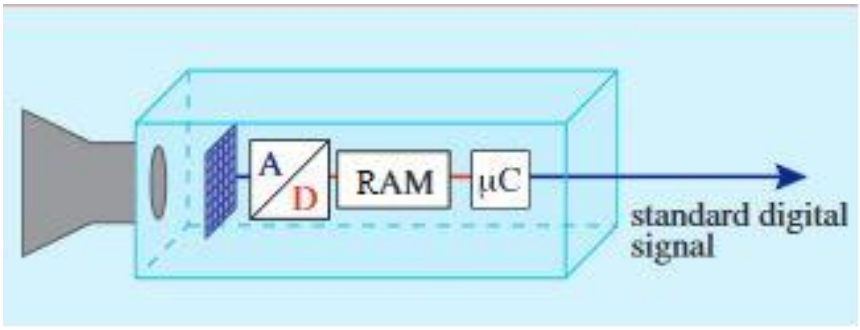


Рис. 4. Схема обробки даних в швидкісній камері.
A/D-АЦП, RAM-оперативна пам'ять, µC-мікропроцесор

Освітлення для швидкісної відеозйомки. Освітлення - це один з базових моментів при швидкісний відеозйомці. Світло грає найважливішу роль при відеозйомці. Якщо його недостатньо, камера не зможе робити довгі витримки і чутливість доведеться підняти до позамежних значень. В результаті шуми геть зіпсують картинку. При швидкісний зйомці

доводиться висвітлювати предмет в тисячу разів яскравіше, ніж при звичайній. Серйозною проблемою, пов'язаною з роботою високошвидкісних камер, є ефект штучного освітлення. В основному в телевізійних системах частота кадрів повністю відповідає частоті мережі - частота мерехтіння 50 Гц відповідає телевізійного сигналу з частотою 50 Гц. Тому не виникає будь-яких видимих змін в рівні освітленості. Навіть якщо дві камери не синхронізовані, світло потрапить в відеополе і забезпечить постійний рівень освітленості.

Висока частота при зйомці накладає на освітлення суворі вимоги. Чим вища частота зйомки, тим яскравіше має бути світло. Якщо використовується штучне освітлення не бажано вибирати лампи змінного струму. Найкраще підійдуть світлодіодні панелі та галогенові лампи постійного струму. При зйомці на вулиці сприятливі умови будуть в сонячний день.

Загальною для камер є проблема дуже невеликого часу експозиції. Навіть при звичайній фотозйомці видно - чим вище швидкість затвору, тим менше світла потрапляє на матрицю. Те ж саме відбувається з відеокамерою. Якщо ви знімаєте звичайне відео при швидкості 30 к/с, ви знаєте, що у вас є 1/30 секунди, щоб показати цей шматок фільму. А коли ви знімаєте в 10 000 разів швидше, вам необхідно в 10 000 разів більше світла, щоб зображення не вийшло зовсім темним.

Швидкісні інтерфейси для відеокамер. В даний час існує чимала кількість стандартів передавання даних від швидкісних цифрових відеокамер, які використовуються досить широко.

Основні стандарти передавання даних від швидких цифрових відеокамер

100 GigE

IEEE 1394 b

CameraLink (Base, Medium, Full)

USB-3.0

CoaXPress (Base, Full)

PCI-Express x8 Gen 3

Висновки. Таким чином, важливу роль у здійсненні процесу високошвидкісної відеозйомки відіграє освітлення. В ході дослідження було виявлено, що швидкість руху об'єкту накладає жорсткі вимоги до нього. Тому чим вища частота зйомки, тим яскравіше має бути світло. Якщо використовується штучне освітлення не бажано вибирати лампи змінного струму. Найкраще підійдуть світлодіодні панелі та галогенові лампи постійного струму. При зйомці на вулиці сприятливі умови будуть в сонячний день.

При аналізі процесу висошвидкісної відеозйомки було досліджено матриці 2-х типів - CMOS та CCD. Для отримання більш швидкого процесу перетворення з меншим енергоспоживанням використовують матриці типу CMOS. А для більш якісного та послідовного перетворення з мінімальним рівнем шумів доцільно використовувати CCD.

Ще одним важливим фактором впливу на якість високошвідкісної відеозйомки є технічні характеристики відеокамери. Людське око не здатне розрізнити етапи швидкоплинних процесів. Для їх відеозйомки необхідні спеціальні відеокамери. Такі пристрої здатні зафіксувати найдрібніші зміни в навколишньому просторі і точно передати їх. У процесі дослідження принципу дії високошвидкісних відеокамер були сформульовані основні вимоги: можливість зйомки в FullHD форматі з частотою хоча б 100 к/с, наявність швидкісних портів для передачі даних, наявність системи зменшення шумів, відповідність уніфікованим стандартам.

Література

1. Скоростная съёмка [Електронний ресурс] / Wikipedia – Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Скоростная_съёмка

2. Какая матрица лучше CMOS или CCD? [Електронний ресурс]// DSLR Club – Режим доступу до ресурсу: http://dslrclub.ru/kakaya-matrica-luchshe-cmos-ili-ccd/
3. Rolling shutter [Електронний ресурс]// Wikipedia – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_shutter
4. Michael Vollmer and Klaus-Peter Möllmann High speed and slow motion: the technology of modern high speed cameras [Електронний ресурс]//IOP Publishing Ltd//Physics Education – Режим доступу до ресурсу: http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/46/2/007
5. Michael Vollmer and Klaus-Peter Möllmann High speed and slow motion: the technology of modern high speed cameras [Електронний ресурс]//IOP Publishing Ltd//Physics Education – Режим доступу до ресурсу: http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/46/2/007
6. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації. У 3 кн. Кн. 1. Системи та пристрої реєстрації інформації [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Є. М. Травніков, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський, В. М. Співак, В. Б. Швайченко.– Київ : КАФЕДРА, 2013. – 216 с. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/18960.
7. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації. У 3 кн. Кн. 2. Основи конструювання [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Є. М. Травніков, В. С. Лазебний, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський, В. М. Співак, В. Б. Швайченко. – Київ: КАФЕДРА, 2015. – 285 с. http://ela.kpi.ua/handle/123456789/18959.
8. Використання програми ni multisim для вивчення роботи електронних пристроїв / В.В. Макаренко, Г.Г. Власюк, В.М.Співак, М.Г.Лискова - Новые компьютерные технологии.Т.14, №1(14) - Кривой Рог: КНУ, 2016. - с.97-99.