

УДК 621.372

Ю.М. Опир

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра “Електронні обчислювальні машини”**ВУЗОЛ ВВЕДЕННЯ СИСТЕМИ СТЕЖЕННЯ
ЗА РУХОМИМИ ОБ’ЄКТАМИ**

© Опир Ю.М., 2002

Розглянуто можливість побудови вузла введення системи стеження за рухомими об’єктами на базі цифрового відеодекодера TVP5031 фірми Texas Instruments.

The article contains applicability review of Texas Instruments TVP5031 (digital videodecoder) based dynamic object tracking system input unit development.

Ефективне вирішення задач виявлення цілей та стеження за ними є достатньо актуальними в різних галузях науки і техніки – в робототехнічних системах, в системах наведення на ціль, в охоронних системах тощо. При вирішенні цих задач цифровими методами основними вузлами таких систем є (а) пристрій отримання первинного зображення, (б) вхідний вузол – вузол перетворення зображення в цифрову форму, (в) обчислювач, який реалізує алгоритм (алгоритми) стеження і (г) вихідний вузол, який керує виконавчими механізмами для здійснення власне задачі стеження.

Вхідне зображення в таких системах у більшості випадків отримують з відеокамери, яка формує сигнал у телевізійному форматі. Тому вхідний вузол (б) крім реалізації своєї основної функції – перетворення з необхідною точністю вхідного аналогового сигналу в цифрову форму, з метою узгодження роботи системи стеження загалом, повинен забезпечити виділення кадрових та рядкових синхоімпульсів, розділення яскравісної та кольорової складової сигналу, їх обробку тощо.

Найбільш повно вимогам, які висуваються до таких пристроїв, відповідає мікросхема TVP5031 “Цифровий відеодекодер NTSC/PAL” фірми Texas Instruments, структурна схема якого наведена на рис. 1. На один із двох аналогових входів VI_{1A} і VI_{1B} подається композитний відеосигнал NTSC чи PAL. Сигнал з будь-якого з цих входів може програмно комутуватися на вхід схеми автоматичного регулювання підсилення (АРП) і після підсилення подається на вхід аналого-цифрового перетворювача (АЦП). Оцифрований сигнал з АЦП подається на Y/C розділювач, в якому здійснюється розділення яскравісної і кольорової складової сигналу. Розділені сигнали обробляються відповідно процесором яскравості і процесором кольору. Із цих сигналів вихідний формувач утворює вихідні цифрові сигнали Y[9:0] і UV[9:0].

Наступним важливим блоком цифрового відеодекодера TVP5031 є процесор синхронізації, який із вхідного сигналу виділяє сигнали вертикальної та горизонтальної синхронізації та формує ряд інших сигналів, пов’язаних з часовою діаграмою відеосигналу, необхідних в різноманітних застосуваннях.

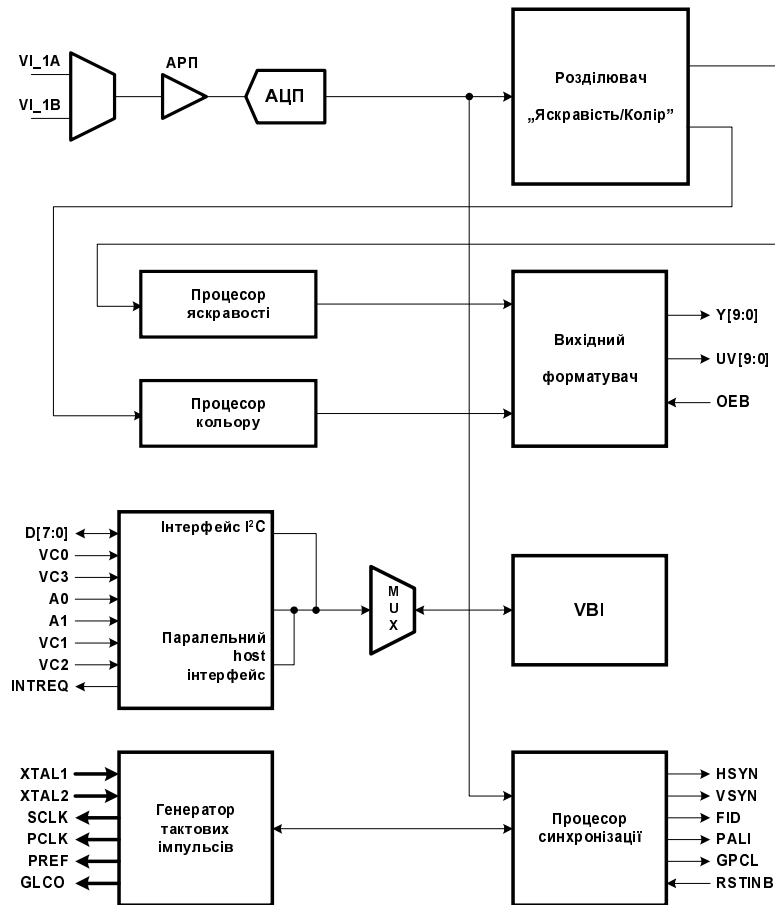


Рис. 1. Структурна схема відеодекодера

Процесор обробки даних VBI (vertical blanking interval – проміжок вертикального зворотного ходу) забезпечує обробку даних телетексту, які передаються під час вертикального зворотного ходу телевізійного сигналу.

Генератор тактових імпульсів виробляє узгоджені з розгорткою відеосигналу системні і піксельні тактові імпульси.

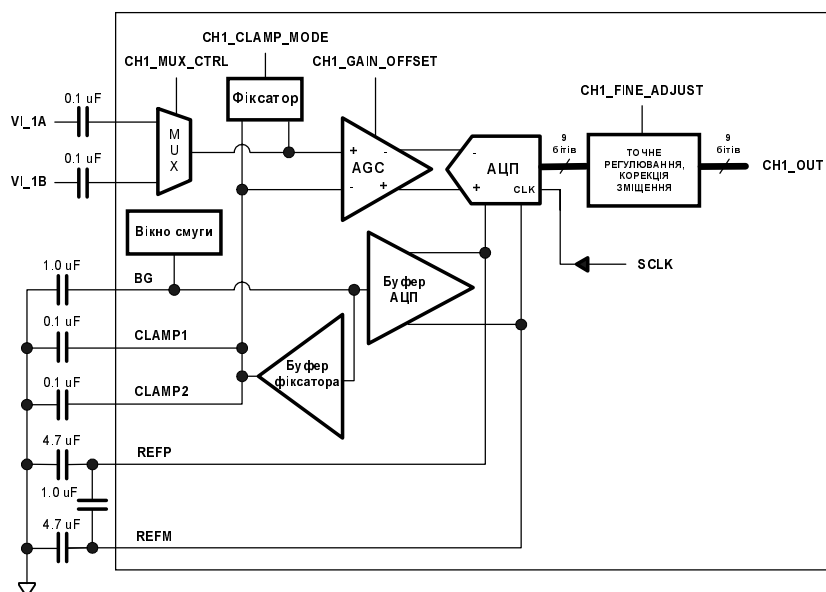


Рис. 2. Аналоговий процесор і АЦП TVP5031.

Ключову роль в TVP5031 відіграє хост-інтерфейс. З його допомогою здійснюється ініціалізація внутрішнього мікропроцесора, читання і запис регістрів стану та управління – тобто керування роботою вузлів мікросхеми, доступ до даних телетексту.

На рис. 2 показана структурна схема аналогової частини TVP5031; цей блок забезпечує аналоговий інтерфейс до відеовходів. Він забезпечує вибір одного із двох входів, фіксацію відеосигналу, його підсилення, аналого-цифрове перетворення і точне підстроювання підсилення та зміщення відносно центра оцифрованого відеосигналу. Внутрішня схема фіксації відновлює розв'язаний за змінним струмом сигнал до фіксованого рівня постійного струму. Схема фіксації забезпечує порядкове відновлення рівня відеосинхронізації до заданої фіксованої напруги. Забезпечуються два режими фіксації – грубий і точний. Обидва режими можна вмикати чи вимикати програмним способом.

У TVP5031 використовується сигма-дельта АЦП, який оцифровує вхідний аналоговий відеосигнал. Оскільки вхідний сигнал оцифровується не більше ніж два рази відповідно до частоти вибірки Найквіста, достатнім є лише простий зовнішній антиаліасний фільтр низьких частот для непропускання зайвих частот.

На рис. 3 наведено структурну схему блоку цифрової обробки відеодекодера. Блок отримує з АЦП оцифрований композитний відеосигнал і виконує розділення яскравісної і кольорової складових (Y/C) та покращання яскравісного (Y) і різницевого кольорового (U/V) сигналів. Він також генерує горизонтальні та вертикальні синхроімпульси. Цифровий вихідний сигнал Y U/V може бути запрограмований на різні формати: 20-bit, 16-bit, 10-bit чи 8-bit 4:2:2, та 10-bit чи 8-bit ITU-R BT.656 стандарт паралельного інтерфейсу. Блок також виділяє дані телетексту і запам'ятовує їх у структурі FIFO. Ці дані з FIFO можуть бути прочитані або через хост-порт або виведені як допоміжні дані на відеопорт. Блок також виявляє псевдосинхроімпульси, AGC імпульси і спеціальні області в захищеному від копіювання матеріалі відповідно із специфікацією Macrovision .

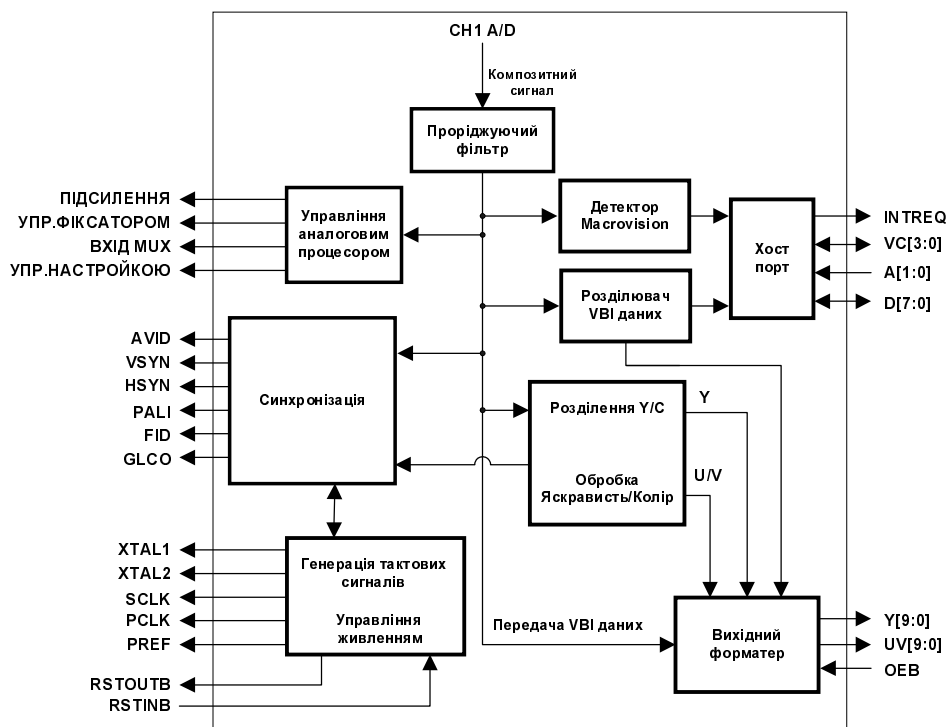


Рис. 3. Цифрова обробка в TVP5031

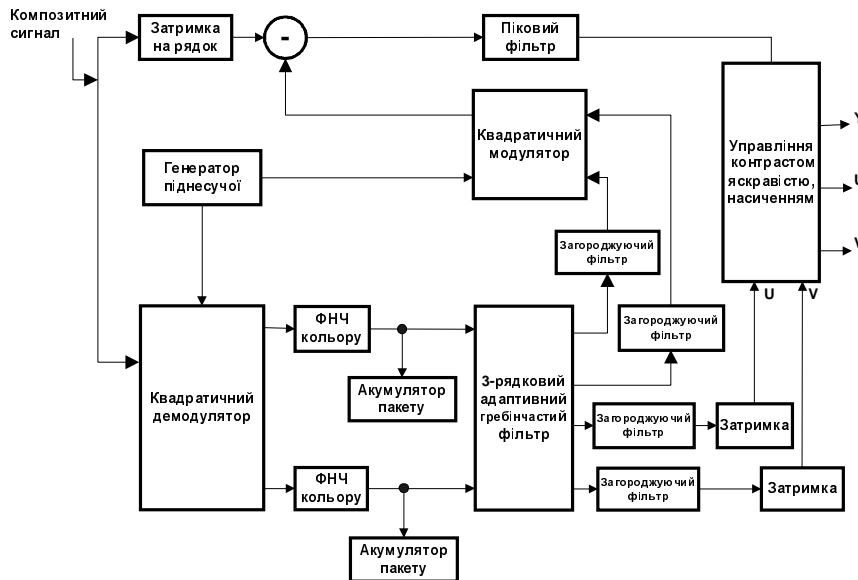


Рис. 4. Розділення яскравісного і кольорового сигналів

На рис. 4 наведено структурну схему вузла розділення яскравість/колір (Y/C) в мікросхемі TVP5031. Щоб згенерувати кольорові різницеві сигнали U і V, 9-бітний композитний відеосигнал множиться на сигнал піднесучої в квадратному модуляторі. Після цього U і V пропускаються через низькочастотний фільтр для досягнення бажаної смуги частот. Відділення UV від Y здійснюється з допомогою адаптивного трирядкового гребінчастого фільтра. Це розділення базується на унікальній властивості зсуву фази кольору від одного до іншого рядка. Кольоровий сигнал демодулюється з допомогою квадратичного модулятора і віднімається від затриманого композитного відеосигналу для генерації сигналу яскравості. Така форма Y/C розділення є повністю комплементарною, тобто тут немає втрати інформації. Проте в деяких задачах бажано обмежити смугу U/V для уникнення взаємних завад. У цьому випадку може бути додатково програмно ввімкнено селекторний фільтр. Піковий фільтр, який є в каналі яскравості, може вмикатися для покращання візуального сприйняття. Програмно можна також керувати контрастом, яскравістю, відтінками кольору і насичення. Програмно також регулюється ширина смуги фільтрів нижніх частот для забезпечення належної якості кольорів та уникнення взаємних завад в каналі UV.

На рис. 5 наведено схему розділення Y/C, яке може виконуватися з допомогою адаптивного 3-рядкового (2-N затримка), фіксованого 3-рядкового, фіксованого 2-рядкового гребінчастих фільтрів чи кольорового режекторного фільтра. Адаптивна гребінчаста фільтрація доступна як для яскравісної, так і для кольорової складової. Алгоритм адаптивного гребінчастого фільтра обчислює вертикальний і горизонтальний контури кольору базуючись на блоці 3×3 піксели. Якщо присутні різкі переходи кольорів, то гребінчастий фільтр застосовується до двох рядків, які мають меншу зміну кольорів. Якщо переходів кольорів нема, то використовується 3-рядковий гребінчастий фільтр з набором коефіцієнтів фільтра $[1/4, 1/2, 1/4]$ чи $[1/2, 0, 1/2]$, які програмуються через хост-порт. Частотна характеристика є такою, що і 2-рядковий і 3-рядковий (з коефіцієнтами $[1/4, 1/2, 1/4]$) гребінчастий фільтри мають нуль на $1/2$ горизонтальної лінії частоти, щоб відділити Y/C спектри в NTSC. 3-лінійні гребінчасті фільтри мають менші взаємояскравісний і взаємокольоровий шуми завдяки дещо гострішому зрізу фільтра. 3-рядковий гребінчастий

фільтр з коефіцієнтами $[1/2, 0, 1/2]$ мають два нулі на $1/4$ і $3/4$ горизонтальної лінії частоти. Це може бути використане для PAL тільки за умови, якщо зсув фази U/V буде дорівнювати 90 градусів від рядка до рядка. Гребінчастий фільтр може програмно вимикатися в каналі яскравості чи в каналі кольору. Якщо гребінчастий фільтр пропускається в каналі яскравості, то використовуються режекторні фільтри кольору. Оцифрований композитний відеосигнал або передається через яскравісний гребінчастий фільтр чи кольоровий режекторний фільтр, або з нього усувається яскравісна інформація з композитного сигналу для генерації яскравісного сигналу. Квадратурний демодулятор виділяє U і V компоненти з композитного сигналу. U/V сигнали тоді передаються на каскад регульованого підсилення для коректування насичення кольору. Гребінчастий фільтр застосовується як до U, так і до V для зменшення взаємних кольорових шумів. Управління відтінком кольору здійснюється за допомогою зсуву фази керованого цифровим способом осцилятора. До цього блоку також включено схему автоматичного придушення кольору (АСК). АСК припиняє обробку кольору, коли пакет кольору у відеосигналі є слабким або відсутній.

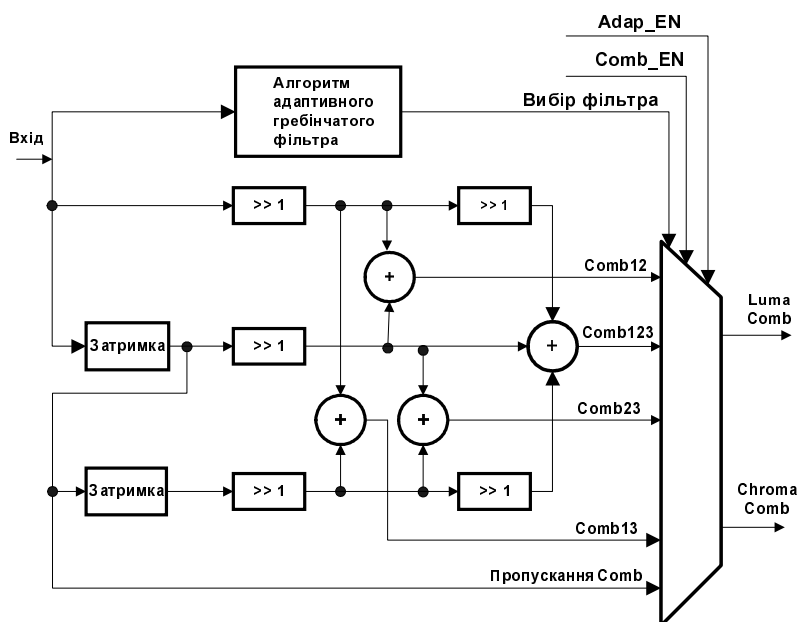


Рис. 5. Адаптивний гребінчастий фільтр

A[1:0]	
00	Регістр адреси
01	Регістр даних
10	FIFO
11	Регістр стану

Рис. 6. Регістри хост-інтерфейсу

Крім перелічених вище засобів програмного управління цифровим відеодекодером TVP5031 передбачено ще цілий ряд інших налаштувань – додаткові засоби керування роботою процесорів аналогової та цифрової обробки сигналу, задавання форматів вихідних сигналів, управління роботою генератора тактових імпульсів, управління перериваннями тощо. Керування роботою цифрового відеодекодера здійснюється з допомогою блоку хост-інтерфейсу. Керування здійснюється шляхом запису інформації в регістри управління і читання інформації з регістрів стану. В складі мікросхеми налічується 69 регістрів, призначених для цієї мети.

Хост-інтерфейс підтримує три режими роботи – послідовний режим I2C і три режими паралельного інтерфейсу. Конфігурація режиму роботи відбувається при ввімкненні живлення під час виконання процедури скидування. При послідовному режимі роботи інформація передається через дві лінії – шину даних і шину тактових синхроімпульсів. При паралельних режимах роботи інформація передається через вісім ліній даних паралельно згідно із стандартними протоколами обміну відеоданими (VMI – video module interface) версія 1.4 відповідно режим А, режим В і режим С.

При виконанні операцій запису і читання регістрів в режимі паралельного інтерфейсу безпосередньо доступні лише чотири регістри хост-інтерфейсу (див. рис. 6). До регістрів стану і FIFO телетексту є прямий доступ, а до решти регістрів доступ здійснюється за два кроки – через регістр адреси та регістр даних хост-інтерфейсу. Тобто, на першому кроці в регістр адреси ($A[1:0] = 00$) потрібно занести адресу необхідного внутрішнього регістра відеодекодера, якщо це операція запису, то ще в регістр даних ($A[1:0] = 01$) – необхідні дані, і після цього на другому кроці виконується власне операція запису (чи читання) даних в (із) внутрішнього регістра. Наприклад, щоб записати інформацію до регістра контрастності зображення, потрібно виконати такі дії: (1) до регістра адреси хост-інтерфесу занести адресу регістра контрастності – 0Ch, (2) до регістра даних – значення контрастності, припустимо 90h; при цьому виконується запис до регістра контрастності. При непрямому доступі до регістрів в діапазоні адрес 00h – 8Fh існує затримка (до 64 мкс) між кроками 1 і 2 при читанні і після кроку 2 при записі. Про завершення операції сигналізується встановленням відповідного біта в регістрі стану; при цьому можлива обробка цього стану за допомогою переривання. Регістри в діапазоні адрес 90h – CFh мають мінімальну затримку і перевірки завершення операції не потребують.

Під час виконання процедури скидування мікросхеми, яка виконується після вмикання живлення, має бути виконана операція запису мікрокоду – запису у всі керуючі регістри необхідних початкових значень. Ця операція складається з трьох частин: преамбули, в якій ініціюється операція запису мікрокоду, основної частини, яка містить послідовність запису даних в регістри та завершення, яке індикує завершення операції запису мікрокоду.

На основі викладеного можна зробити висновок, що цифровий відеодекодер TVP5031 повністю задовольняє вимоги, які висуваються до вузлів введення систем стеження за рухомими об'єктами:

- потребує мінімального програмного втручання для підтримки введення оцифрованого відеозображення, тобто залишається більше часу для власне обробки зображення;
- забезпечує достатньо високу розрядність оцифрованих даних;
- дозволяє працювати з різними форматами вхідного композитного відеосигналу;

- має внутрішню апаратну підтримку роботи із слабкими, зашумленими та нестабільними сигналами;
- забезпечує декілька стандартних форматів вихідного сигналу;
- має простий та ефективний інтерфейс для зв'язку із хост-процесором.

1. Фу К., Гонзалес Р., Ли К. *Робототехніка*. М., 1989. – 615 с. 2. Хорн Б. *Зрение роботов*. – М., 1989. 3. Гаврилюк М.О., Лисенко О., Опир Ю.М., Пуйда В.Я. Система моделювання алгоритмів стеження за візуальними об'єктами. // *Вісник Державного університету "Львівська політехніка"*. – 2000. №392. – С. 183–186. 4. *TVP5031 NTSC/PAL Digital Video Decoder With Macrovision™ Detection*. Texas Instruments, May 2001. – <http://www.ti.com>.

УДК 621.317

Р.С. Паньків

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра "Електронні обчислювальні машини"

ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНОЇ ДИСКРЕТИЗАЦІЇ ПРИ ЦИФРО-АНАЛОГОВОМУ ПЕРЕТВОРЕННІ СИГНАЛІВ

© Паньків Р.С., 2002

Розглянуті основні принципи виконання цифро-аналогового перетворення вихідних сигналів із врахуванням дискретності кодів миттєвих значень сигналів, що генеруються, а також змінної, яка відповідає тривалості часових параметрів. Описано методику підвищення точності відтворення форми сигналів, що формуються, шляхом вибору оптимального змінного кроку дискретизації. Виконано порівняльний аналіз звичайного та оптимізованого цифро-аналогового перетворення синусоподібних сигналів.

Considered basic execution principles digit-to-analog conversion of signals with taking account discretization of instant codes of signals senses, that generate, and also variable, which accords with duration of temporal parameters. Described signals form recreation exactness rise methods, that form, by dint of choice of optimum step of discretization. Face out comparative analysis of usual and optimized digit-to-analog conversion of signals.

Динамічний розвиток технології виготовлення інтегральних схем високого ступеня інтеграції дозволив значно знизити собівартість мікропроцесорних комплектів та цифро-аналогових і аналого-цифрових перетворювачів в інтегральному виконанні при одночасному підвищенні їх основних експлуатаційних параметрів. Внаслідок цього сфера використання обчислювальних пристроїв значно розширилась. Використання спеціалізованих мікропроцесорів та однокристальних мікро ЕОМ дозволяє підвищити рівень сервісних та функціональних можливостей пристроїв, що їх містять, та автоматизувати складні виробничі та технологічні процеси. При цьому спеціалізований обчислювальний мікропроцесорний пристрій повинен мати розвинуті технічні засоби обробки та формування аналогових сигналів, які призначені для контролю та керування технологічним обладнанням.