

АПАРАТНО-ПРОГРАМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ПОЛЬОТАМИ ЛІТАКІВ

© Олексів М.В., 2009

Розглянуто підсистему формування зображень системи відеоспостереження для аеропортів. Система ґрунтується на мікроконтролері, з'єднаному з терміналом з використанням USB 2.0, і розробленому програмному забезпеченні. Вибране апаратне забезпечення може формувати зображення з частотою 21 кадр/с і відображати його на терміналі з частотою до 6,5 Мбод.

The article describes imaging and visualizing subsystem of automated video surveillance system for airports. The whole system is based on microcontroller unit, terminal connected using USB 2.0 and developed software. Chosen hardware can image on up to 21 fps rate and visualize on up to 6,25 Mbaud rate.

Вступ. Сучасний рівень розвитку обчислювальної техніки дає змогу вводити нові покоління систем безпеки. Вони являють собою спеціалізовані автоматизовані системи опрацювання зображень (АСОЗ), що ґрунтуються на автоматичному та автоматизованому опрацюванні зображень обстановки на злітно-посадковій смузі та прилеглому просторі аеропорту. Здатні самостійно приймати рішення та інформувати авіадиспетчерів про можливі загрози, що підвищує рівень безпеки польотів і переміщення машин в зоні аеропорту. До складу таких систем входить вузол формування відеозображень. Його функції полягають у забезпеченні введення візуальної інформації через телевізійні камери зовнішнього спостереження. Після цього АСОЗ покращує якість зображення сцени, здійснює сегментацію та ідентифікацію літаків, моделює можливі загрози [1].

Аналіз відомих рішень. Відомою системою відеоспостереження за польотами літаків для аеропортів є VOCORD Aerocon [5]. Її підсистема введення зображень ґрунтується на територіально розподіленій цифровій системі відеонагляду VOCORD Tahion [6]. Особливістю цієї підсистеми є використання відеокамер з роздільною здатністю до 500 ліній, які передають інформацію по мультисервісних цифрових мережах передавання даних за протоколом TCP/IP в єдиний центр збирання і опрацювання інформації. Таке рішення має низку недоліків. Основними з них є: обов'язкова наявність комп'ютерних мереж з достатньою пропускну здатністю; єдиний вузол отримання, збирання і опрацювання інформації. При виході з ладу згаданого центру система припиняє роботу. Перевагою є висока доступність інформації внаслідок централізації збирання і опрацювання інформації в одному обчислювальному центрі.

Постановка задачі. Метою роботи є моделювання та подальше розроблення підсистеми формування відеозображень прилеглої території аеропорту та відображення їх на системному терміналі. Для досягнення мети розроблено 2 варіанти підсистеми на основі структурної схеми, розглянутої в [2].

Структура підсистеми. До складу підсистеми входять ПЗЗ відеокамери, АЦП, мікроконтролер і системний термінал на базі персонального комп'ютера з ОС Windows [2]. Вона є одним з ключових функціональних елементів АСОЗ спостереження за літаками. Основне її призначення – введення зображення повітряної обстановки в зоні аеропорту за допомогою телевізійних камер в АСОЗ та її відображення на системному терміналі.

Перший варіант підсистеми (рис.1) реалізований на базі напівтонової відеокамери з роздільною здатністю в 288 ліній в стандарті PAL, зовнішнього АЦП Philips та мікроконтролера MC56F8367 з ядром DSP56800E і робочою частотою 60 МГц в складі стандартного модуля MC56F8367EVM. Основне призначення мікроконтролера – читати дані з зовнішнього вузла аналогово-цифрового перетворення (АЦП) та передавати отримане зображення на системний термінал. Зовнішній вузол АЦП призначений для перетворення аналогового сигналу з відеокамери на цифровий 8-розрядний сигнал, який читає мікроконтролер. До складу вузла входять блоки виявлення кадрового і рядкового (КРСІ) синхроімпульсів, АЦП Philips TDA8703 (рис. 2). Принцип роботи підсистеми формування зображень описує блок-схема, зображена на рис. 3. Мікроконтролер ініціалізується і переходить в стан очікування на надходження кадрового синхроімпульсу (КСІ) з блоку КРСІ. Надходження КСІ вказує на виявлення початку кадру і починає процес введення кадру. Сигнали КСІ та рядкових синхроімпульсів (РСІ) використовуються для формування цифрового зображення сцени на основі інформативного поля відеокадру.

Наступним етапом є процес попереднього опрацювання отриманого кадру, після завершення якого починається формування інформаційного повідомлення для передавання його на термінал з метою візуалізації опрацьованого кадру. Інформаційне повідомлення складається з преамбули, заповненої нулями, і інформаційної частини. Інформаційна частина містить пікселі введеного кадру, де пікселі зі значенням «0» замінені на пікселі зі значенням «1». Цей крок дає змогу приймачу однозначно визначити початок кадру в повідомленні за будь-яких обставин.

Ця підсистема дає змогу формувати і відображати напівтонові зображення розміром 128×128 пікселів. Час формування кадрів підсистемою дорівнює часу формування кадрів відеокамерою.

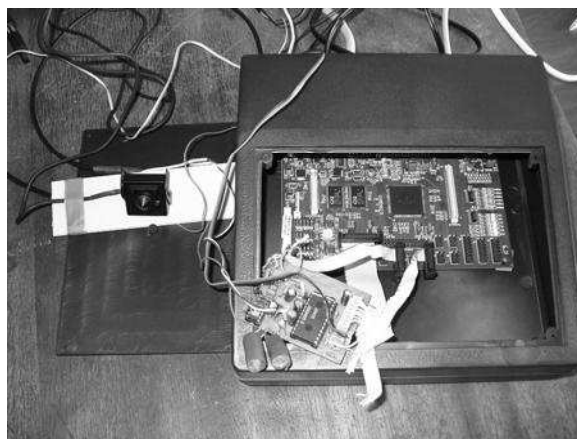


Рис. 1. Апаратно-програмна реалізація підсистеми формування зображень на базі стандартного модуля MC56F8367EVM

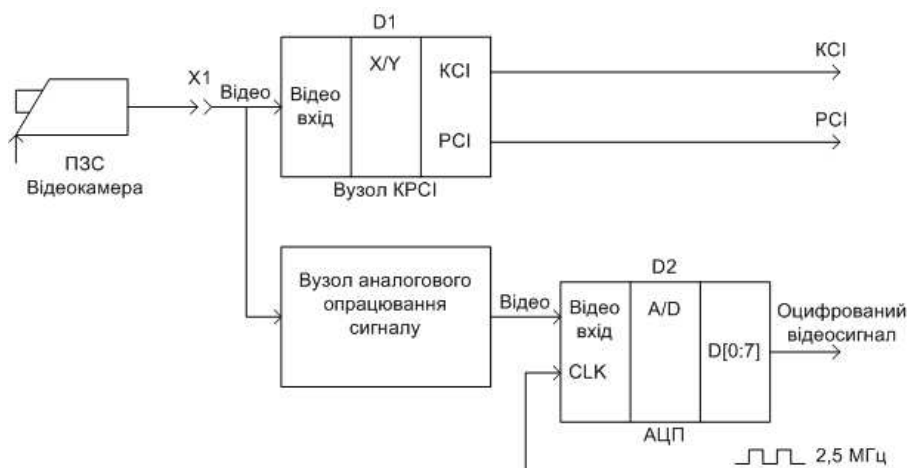


Рис.2. Схема електрично-функціональна вузла АЦП

Другий варіант підсистеми реалізований програмно на елементній базі стандартного модуля ADSP-BF533 EZ-KIT Lite виробництва Analog Devices і ПЗС відеокамери. Цей модуль базується на мікроконтролері ADSP-BF533 з частотою роботи 600 МГц і відео АЦП ADV7183В (рис. 4). Блок-схема алгоритму формування зображень зображена на рис.5.



Рис. 3. Блок-схема алгоритму функціонування підсистеми на базі мікроконтролера MC56F8367

У цій реалізації вузол KPCI не потрібен, оскільки він реалізований в середині відео АЦП. При цьому аналоговий відеосигнал надходить з камери одразу на відео АЦП. Оцифрований відеосигнал передається по інтерфейсу PPI на мікроконтролер. Мікроконтролер приймає кадр через DMA канал, що пов'язаний через інтерфейс PPI з відео АЦП і зберігає його у відеобуфері. При цьому час введення кадру не є постійним і змінюється в межах 0,024...0,046 с. Це дає змогу вводити зображення з частотою до 21 кадрів/с.

При реалізації підсистеми на даному мікроконтролері отримано високоякісне напівтонове зображення розміром 360x288 пікселів. Ці обмеження в розмірі зображення зумовлені стандартом ITU-R BT.656 [3], в якому працює відео АЦП і особливостями використаної відеокамери. Зауважимо, що стандарт ITU-R BT.656 передбачає роздільну здатність зображення до 525 ліній при роботі з відеокамерою в стандарті PAL.



Рис. 4. ADSP-BF533 EZ-KIT Lite з під'єднаною відеокамерою



Рис. 5. Блок-схема алгоритму функціонування підсистеми на базі ADSP-BF533

Наступним етапом є процес попереднього опрацювання отриманого кадру, по завершенні якого починається формування інформаційного повідомлення для передавання його на термінал з метою візуалізації опрацьованого кадру. Властивості і метод формування інформаційного повідомлення аналогічний як і для підсистеми, реалізованої на MC56F8367.

Передача оцифрованого відеозображення в інформаційному повідомленні на термінал відбувається за допомогою інтерфейсу UART і узгоджувача інтерфейсів UART-USB 2.0. Мікроконтролер ADSP-BF533 містить вузол UART з максимальною швидкістю передачі 6250000 бод. Це забезпечує можливість передачі зображення розміром 360x288 пікселів на частоті 7,5 кадрів/с.

Вузол візуалізації зображень на терміналі. Представлений персональним комп'ютером (терміналом) з інтерфейсом USB 2.0 [4]. Функціонує за таким принципом. Програмне забезпечення, ініціалізувавши USB 2.0, очікує на надходження інформаційного повідомлення, що містить кадр.

При надходженні даних програма починає шукати преамбулу повідомлення. Преамбула являє собою безперервну послідовність з семи нулів, що визначає початок кадру. Після цього починається читання інформаційних байт у вхідний буфер і формування в буфері кадрів кадру. Сформований у буфері кадрів кадр відображається на екрані. Вхідний буфер може не містити кадр повністю, тому кадр не буде сформований повністю у буфері кадрів. Ця ситуація може відбутися, наприклад, через те, що читання інформаційного повідомлення розпочалося не з місця початку кадру. В цьому випадку програма читає дані з порту у вхідний буфер і продовжує формування кадру в буфері кадрів. Після відображення кадру здійснюється перевірка вхідного буфера на наявність в ньому даних. Якщо буфер порожній, то приймається наступне повідомлення. Інакше – відбувається пошук початку кадру в буфері (рис. 6).

Через те, що приймання кадру здійснюється повільніше, ніж його опрацювання і відображення, то програма завжди коректно прийматиме і відображатиме кадр на екрані.

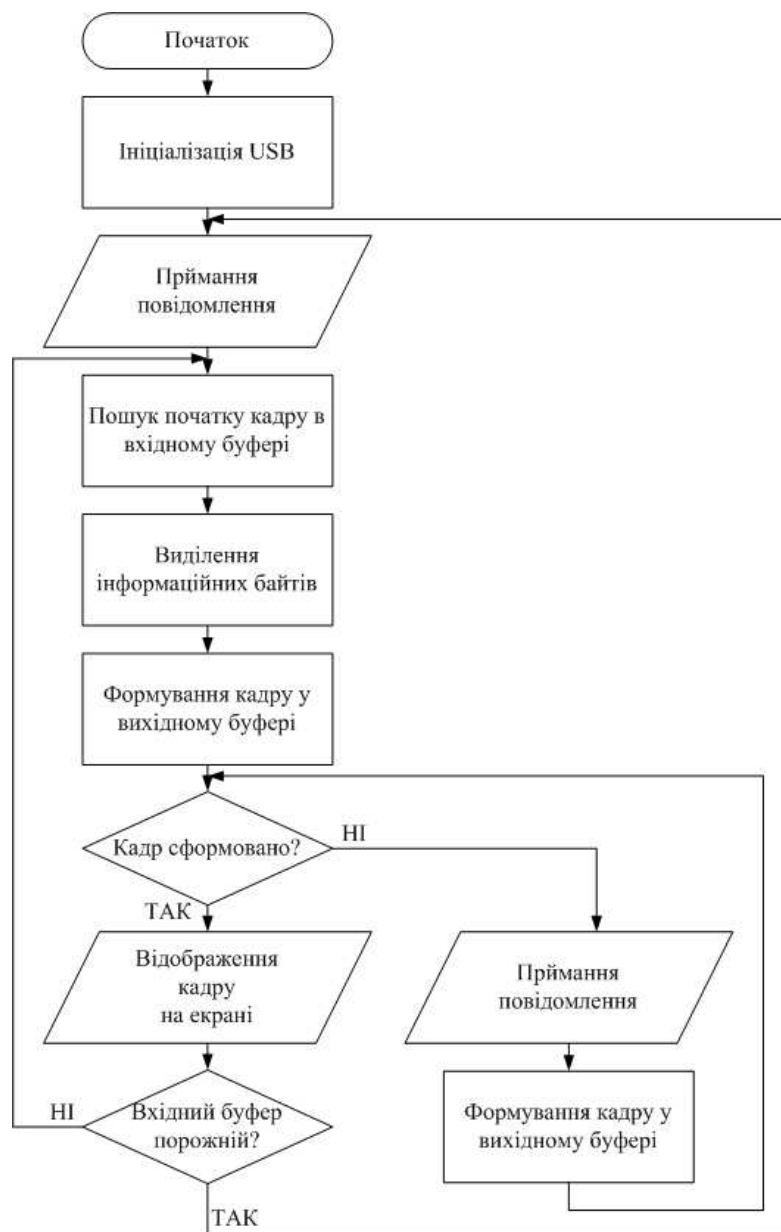


Рис. 6. Блок-схема алгоритму роботи приймача зображення на боці терміналу

Висновок. Розроблено апаратно-програмну підсистему формування і відображення відеозображень прилеглої простору аеропорту на базі стандартного модуля MC56F8367EVM і програмно реалізовано цю підсистему на базі стандартного модуля ADSP-BF533 EZ-KIT Lite. У результаті порівняння експериментально отриманих характеристик роботи підсистеми у двох виконаннях найкращі характеристики показала підсистема, реалізована на базі ADSP-BF533 EZ-KIT Lite. Ця реалізація забезпечує краще вихідне зображення з більшою роздільною здатністю, та кращу частоту введення зображення до 21 кадрів/с.

1. Oleksiv M. Puyda V. Automated visual control system for airports. // *Proceedings of the X International PhD Workshop OWD 2008, Poland, pp. 227 – 228, 2008.* 2. Олексів М., Пуйда В. Підсистема формування зображень в зоні аеропорту системи відеоспостереження за польотами // *The third international conference of young scientists “Computer Science & Engineering 2009”.* – Lviv. – S. 158–159. 3. <http://www.itu.int>. 4. <http://www.usb.org>. 5. <http://www.vocord.ru/62/>. 6. <http://www.vocord.ru/102/>.