

В. Я. Пуйда

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра електронних обчислювальних машин

МУЛЬТИПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАДАЧ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ

© Пуйда В. Я., 2017

Запропоновано варіант системи технічного зору на основі багатопроцесорної архітектури з використанням багатопортової пам'яті з рівним доступом усіх спецпроцесорів.

Ключові слова: система технічного зору, відеозображення, сегментація, ідентифікація.

V. Puyda

Lviv Polytechnic National University,
Computer Engineering Department

MULTI-PROCESSOR COMPUTER VISION SYSTEM

© Puyda V., 2017

We propose a computer vision system based on multi-processor architecture that uses multi-port memory with equal access to all special microprocessors.

Key words: computer vision system, video stream, image segmentation, identification.

Вступ

Методи оброблення та розпізнавання відеозображень почали активно розвиватися завдяки серійному освоєнню і поширенню цифрових обчислювальних машин. Однак низька продуктивність та надійність, великі габарити перших засобів обчислювальної техніки обмежували розвиток цього напрямку переважно сферою теоретичних наукових досліджень. Поява та бурхливий розвиток мікропроцесорної техніки дав розробникам потужний інструментарій для реалізації методів оброблення зображень у реальних застосуваннях. Активізувалося розроблення систем технічного зору для використання у промисловості та в системах спеціального призначення.

Під час розроблення систем технічного зору виникають складні задачі як у теоретичному плані, так і в плані реалізації. Специфіка систем технічного зору полягає в необхідності реалізації відповідних алгоритмів у реальному часі. Це ставить певні вимоги до апаратних засобів та накладає певні обмеження на алгоритмічному рівні.

Аналіз публікацій

Важливими задачами, які необхідно розв'язувати, створюючи системи технічного зору, є задачі виявлення об'єктів на сцені в полі зору відеокамери, виділення характерних ознак для ідентифікації об'єктів, відстеження зміни положення та переміщення об'єкта в просторі в реальному часі. Досліджували різні задачі такого типу багато фахівців [1–6]. Покращення якості зображень в системі

ідентифікації, визначення характерних ознак, інваріантних щодо масштабу і повороту характерних ознак та побудови дескрипторів для візуальних об'єктів, розглянуто в роботах [1, 3, 5]. Визначення координат об'єкта у монохромному відеопотоці на основі методу аналізу гістограми відеозображення розглянуто в [2, 4]. У публікаціях [6, 7] розглянуто виявлення рухомих літальних апаратів. Метод візуального виявлення та ідентифікації літаків [6] має модульну структуру. Він охоплює широке коло методів цифрового опрацювання зображень, які в поєднанні дають змогу здійснювати всепогодне візуальне виявлення та ідентифікацію об'єктів. Реалізація окремих модулів можлива у вигляді спецпроцесорів функціонально-орієнтованої системи технічного зору.

Постановка задачі

Вхідне відеозображення сцени – це кадр розміром 640x480 пікселів: $I(i, j)$, $i \in \{0, \dots, 479\}$, $j \in \{0, \dots, 639\}$, монохромне зображення, 8 біт/пікс.



Рис. 1. Зображення сцени в полі зору відеокамери

У кадрі I кожна точка класифікується в одну з двох груп: точки, що належать об'єкту, і точки, які належать фону:

$$\{(i, j)\}_{i=0, \dots, 479, j=0, \dots, 639} = Obj \cup Backgr, \\ Obj \cap Backgr = \emptyset. \quad (1)$$

Ставляться задачі відділити об'єкти від фону, ідентифікувати об'єкти, перейти в режим відстеження траєкторії руху заданого об'єкта.

Розв'язання задачі. На рис. 2 показано варіант апаратної реалізації системи технічного зору для розв'язання вказаних задач у реальному часі на основі багатопроцесорної архітектури

з багатопортовою пам'яттю спільного використання для всіх процесорів. Система складається з багатопортової SRAM, монохромної відеокамери та чотирьох спецпроцесорів. Спецпроцесор первинного перетворення зображення приймає з відеокамери кадр сцени розміром 640x480x8p. Над зображенням сцени виконують операції покращення якості. Види операцій покращення якості залежать від специфіки системи технічного зору і можуть складатися з контрастування, видалення шумів різного типу тощо. Спецпроцесор виявлення об'єктів на сцені в кадрі в полі зору відеокамери реалізує операції сегментації сцени на основі закладеної інформації про характерну специфіку фону та ймовірних об'єктів, що визначається особливостями системи технічного зору.

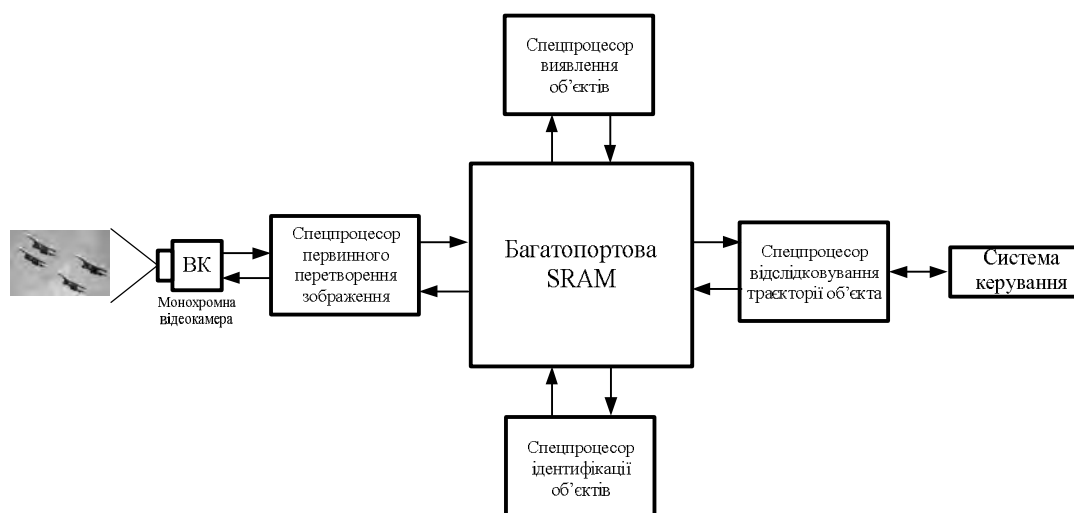


Рис. 2. Структурна схема мультипроцесорної системи технічного зору

За допомогою спецпроцесора виявлення об'єктів здійснюється сегментація сцени та формування фрагментів кадру, в яких спецпроцесор ідентифікації ідентифікує об'єкти (рис. 3). Спецпроцесор ідентифікації об'єктів реалізує алгоритм знаходження характерних точок та побудови дескрипторів, наприклад, на основі алгоритму SURF [1]. Необхідність ідентифікації в реальному часі зумовлює певні особливості реалізації алгоритмів. Так, з метою збільшення швидкодії обчислень апроксимація похідних

$$\frac{\partial^2 g(\mathbf{s})}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 g(\mathbf{s})}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 g(\mathbf{s})}{\partial y^2} \quad (1)$$

виконується ядрами прямокутної конструкції [1]:

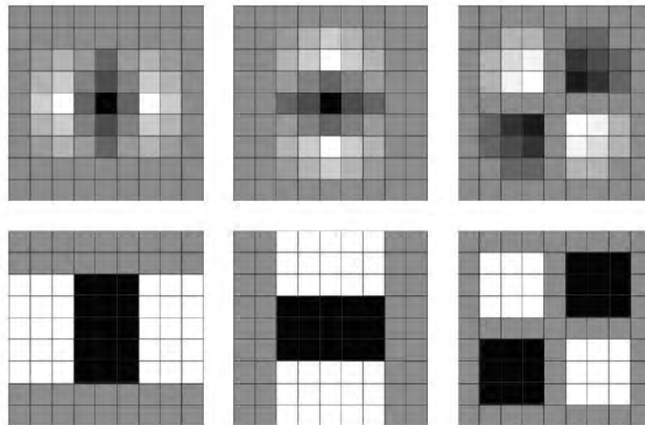


Рис. 4. Апроксимація похідних в алгоритмі SURF



Рис. 3. Зображення підкадру після операції сегментації сцени



Рис. 5. Визначені характерні точки об'єктів у фрагменті



Рис. 6. Визначений центр зображення об'єкта під час відстеження траєкторії переміщення

такий об'єкт розглядається як груповий. У разі розділення об'єктів і виходу з групи система забезпечує супроводження одночасно декількох окремих об'єктів.

Модуль багатопортової пам'яті побудовано на базі мікросхем SRAM типу CY7C4122KV13 об'ємом $8\text{M} \times 18$ та максимальною частотою 1066 МГц. Пам'ять спроектовано так, що всі чотири спецпроцесори мають однаковий доступ до всього масиву пам'яті. Такий підхід виключає необхідність пересилання даних між процесорами під час функціонування, що підвищує загальну продуктивність системи. Спецпроцесори побудовані на базі чотириядерного мікропроцесора ARM Cortex-A7 з робочою частотою 1.6 ГГц.

Висновки

Запропонована структура системи технічного зору складається з чотирьох спецпроцесорів та чотирипортової швидкодіючої статичної пам'яті. Спецпроцесори реалізуються на чотириядерних мікропроцесорах ARM Cortex-A7 з робочою частотою 1.6 ГГц та реалізують алгоритми покращення якості первинного зображення, виявлення об'єктів у кадрі, ідентифікацію об'єктів та відстеження траєкторії їх переміщення. Залежно від призначення система може бути переорієнтована на роботу із відеозображеннями різних типів зміною алгоритмів спеціалізованих процесорів. Вибір алгоритмів для реалізації в спецпроцесорах залежить від типу відеозображення, складності сцени, фону, необхідних часових параметрів функціонування.

1. Baya H., Essa A., Tuytelaars T., Van Gool L. *Speeded-Up Robust Features (SURF)*, *Computer Vision and Image Understanding* 110 (2008), No. 3, 346–359. 2. Nobuyuki Otsu (1979). *A threshold selection method from gray-level histograms*. *IEEE Trans. Sys., Man., Cyber.* 9: P.: 62–66. 3. Anjos A. and Shahbazkia H. *Bi-Level Image Thresholding – A Fast Method*. *BIOSIGNALS 2008*. Vol: 2. P: 70–76. 4. Pujda V. Ja. *Realizatsija algorytmu pokadrovogo vyznachennja koordynat obekta u monohromnomu videopototsi*. / *Visnyk "Kompjuterni nauky ta informatsijni tehnologii"*. – Lviv: NU "Lvivska politehnika", 2015. – No. 830. – P. 136–140. 5. Pujda V. Ja., Torubka T. V. *Vydalennja impulsnyh zavrad na zobrazhennja litalnyh aparativ* // *Visnyk NU "Lvivska politehnika"*. – 2009. – No. 658: *Kompjuterni systemy ta merezhi*. – P. 123–127. 6. Oleksiv M. V., Pujda V. Ja. *Metod vizualnogo vyjavlennja ta identyfikatsii litakiv* // *Visnyk NU "Lvivska politehnika"*, – 2010. – No. 688: *"Kompjuterni systemy ta merezhi"*, P. 179–183. 7. Pujda V. Ja., Torubka T. V. *Doslidzhennja algorytmu vyjavlennja ruhomyh litalnyh aparativ na videozobrazhenni stseny* // *Visnyk NU "Lvivska politehnika"*. – 2011. – No. 717: *"Kompjuterni systemy ta merezhi"*, P. 178–181.