

ІНФОРМАЦІЙНІ І ВИМІРЮВАЛЬНІ ВІДЕОПРОЦЕСОРНІ ПРИСТРОЇ ТА ОБЛАСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

В. П. Боюн

Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, Київ

Надійшла до редакції 18.04.05

Резюме: Розглянуті особливості відеосистем реального часу, принципи їх побудови та області застосування.

Ключові слова: системи реального часу, динамічна інформація, відеосенсор з програмованими параметрами зчитування, попередня обробка зображень, інтелектуальна відеокамера, відеопроекторний пристрій.

В. П. Боюн. ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ВИДЕОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ.

Резюме: Рассмотрены особенности видеосистем реального времени, принципы их построения и области применения.

Ключевые слова: системы реального времени, динамическая информация, видеосенсор с программируемыми параметрами считывания, предварительная обработка изображений, интеллектуальная видеокамера, видеопроцессорное устройство.

V. P. Boyun. INFORMATION AND MEASURING VIDEOPROCESSOR DEVICES AND AREAS OF THEIR APPLICATION.

Abstract: The features of real-time videosystems, principles of their construction and areas of application are considered.

Keywords: real-time systems, dynamic information, videosensor with control of programmed parameters of reading, preliminary processing of the images, intelligent videocamera, videoprocessor device.

Візуальне спостереження є найбільш інформативною формою відображення зовнішнього світу. Воно відбувається у двох- чи трьох-вимірному просторі, у часі та у трьох кольорових координатах. Близько 85 % інформації людина сприймає очима, тому і в науково-технічних розробках питанням розпізнавання і переробки візуальної інформації приділяється велика увага. На відміну від зорово-аналізуючої системи людини, яка має надзвичайно високу вибірковість, технічні сис-

теми такої вибірковості не мають і традиційно змушені реєструвати, обробляти і передавати надзвичайно великі масиви інформації (десятки–сотні мільйонів слів за секунду).

Справа в тому, що традиційні відеокамери орієнтовані на забезпечення високої якості зображення та зручності при користуванні. Методи ж компресії статичних та динамічних зображень (JPEG, MPEG та ін.) орієнтовані на системи реєстрації та передачі інформації. Вони досить трудомісткі в реалі-

зації і вимагають потужної апаратної підтримки. Крім того, ці методи зовсім неприйнятні у відеосистемах реального часу, які вимагають обробки зображень і послідовностей з метою виділення яких-небудь інформативних ознак із зображення, контролю параметрів об'єктів і процесів, виявлення відхилень і т. ін.

Зважаючи на вищесказане, ми дійшли висновку, що для систем реального часу з обробкою візуальної інформації необхідні такі методи цифрового представлення зображень, які забезпечували б мінімальну надлишковість такого представлення та спрощували обробку зображень. Такі методи були створені на базі розробленої в Інституті кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України динамічної теорії інформації [1], яка дає можливість виділити корисну (динамічну) інформацію із сигналів, ітераційних процесів, зображень і полів, а також розробити нові методи цифрового представлення неперервних сигналів у системах реального часу [2–4].

Для визначення об'єму інформації у відеопослідовності звичайно використовується потенційна оцінка на основі амплітудно-просторової, часової та кольорової роздільності:

$$C_{\text{в.л.}} = \frac{x}{\Delta x} \cdot \frac{y}{\Delta y} \cdot \frac{1}{\Delta t} \left(\log_2 \frac{R}{\delta z} + \log_2 \frac{G}{\delta z} + \log_2 \frac{B}{\delta z} \right),$$

де x і y – розміри поля зображення; Δx , Δy , δz , Δt – дискретність представлення відповідних координат зображення; R , G , B – кольорові складові зображення.

Можливість зміни параметрів x , y , Δx , Δy , Δt , δz , R , G , B може бути резервом скорочення надлишковості цифрового представлення зображень і відеопослідовностей. Це досягається шляхом врахування деяких особливостей відеозображень і відеопослідовностей, а також режимів їхнього використання, що дає можливість отримати нові способи їх цифрового представлення і шляхи скорочення над-

лишковості. Скорочення надлишковості забезпечується за рахунок зміни розмірів зображення, що зчитується; роздільної здатності; частоти кадрів; розрядності в представленні зображення або у використанні тільки окремих кольорових складових.

Нові інформаційні методи цифрового представлення зображень і відеопослідовностей та шляхи скорочення надлишковості в них дають можливість залежно від умов прикладної задачі виділяти відповідну, найбільш значиму і корисну (динамічну) інформацію. Наприклад, можна виділяти і зчитувати визначене місце у кадрі, міняти його розміри та необхідні просторову, часову та кольорову роздільні здатності, використовувати тільки одну кольорову складову, адаптивно змінювати залежно від динаміки процесів частоту кадрів.

Нами були розроблені і досліджені динамічні моделі процесів панорамування та монтажу відеопослідовностей, автоматичного пошуку змін у системах колового та секторного оглядів, виділення змін (руху, кольору, розмірів) об'єктів та слідкування за ними. У цих моделях відеосенсором зчитувалась повна інформація про зображення, а при обробці виділялась корисна інформація. Моделі були реалізовані традиційними засобами комп'ютерної і відеотехніки, що дало можливість значно зменшити об'єми інформації для представлення зображень, і демонструвались на Всесвітніх виставках інформаційних технологій СеВІТ-2000 та СеВІТ-2001 (ФРН, Ганновер).

Проте традиційні методи та засоби зчитування зображення не дають змоги повною мірою використовувати можливості зменшення первинної надлишковості інформації, одержуваної з відеокамери. Тому зменшення надлишковості в цифровому представленні відеозображень і відеопослідовностей з врахуванням розглянутих підходів доцільно проводити на сенсорному рівні за рахунок вико-

ристання можливостей програмування вказаних вище параметрів зчитування.

Ці вимоги не можуть забезпечити традиційні прилади із зарядовим зв'язком (ПЗЗ-матриці), у яких зчитування пікселів зображення здійснюється шляхом зсуву зарядів уздовж стовпчиків матриці. Однак КМОН-технологія, яка дозволяє забезпечити кожен елемент матриці підсилювачем "вибрання-збереження сигналу" і комутаційними засобами, що призводить до можливості реалізації різних законів зчитування зображення, практично повністю задовольняє цим вимогам.

Хоча надлишковість інформації розглянутими вище методами значно скорочується, обсяги переданої, запам'ятовуваної та обробленої інформації залишаються ще дуже великими. Для подальшого їх зменшення доцільно сумістити введення зображення з його попередньою обробкою. Як процедури попередньої обробки зображень розглянемо такі, котрі максимально спрощують вирішення прикладних задач (наприклад, обчислення гістограм та законів розподілу значень яскравості чи кольору, перетворення форми представлення зображення, фільтрацію, сегментацію, виділення контурів і об'єктів із заданими властивостями). Для попередньої обробки зображень з урахуванням зазначених підходів доцільно використовувати спеціалізовані процесори, у яких необхідно передбачити деякі додаткові можливості: роботу з інкрементно-показниковими приростами; адресацію пам'яті (наприклад, для запису панорамних зображень, для ефективного забезпечення режимів пошуку і спостереження за динамічними об'єктами, для фільтрації, роботи із сегментами зображення і т. ін.); реалізацію ефективних алгоритмів (масштабування, повороту зображення, обчислення його моментів і т. ін.) без операції множення; одночасну роботу з трьома складовими кольору (при високих вимогах до швидкості обробки); ефективну роботу як з кольоровими,

монохромними зображеннями, так і з контурами та окремими бітами. Можливе (і в багатьох випадках виправдане) використання процесорів цифрової обробки сигналів, архітектура яких порівняно з архітектурою персонального комп'ютера значною мірою відповідає вимогам попередньої обробки зображень.

Для скорочення потоків інформації процесор попередньої обробки зображень доцільно помістити безпосередньо у відеокамеру, сумістивши в часі введення та обробку. Це дасть можливість використати низькошвидкісні канали зв'язку, значно знизити вимоги до продуктивності центрального процесора, підвищити швидкість обробки зображень, зменшити запізнювання результатів обробки, оптимально розподілити обчислення між нижнім і верхнім рівнями системи і (за рахунок усього переліченого) знизити вартість системи в цілому.

На відміну від традиційних відеокамер нами була розроблена інтелектуальна відеокамера (ІВК) ІВК-1 [5], орієнтована на роботу в автоматизованих системах реального часу, особливо з високодинамічними процесорами (системи технічного зору, динамічні процеси в медицині та біології, автоматичні системи відеосупроводження тощо).

В ІВК реалізовані такі можливості:

- баланс білого кольору (підбір коефіцієнтів підсилення каналів);
- корегування кольорів із врахуванням особливостей фільтрів Бауера, напилених на матрицю відеосенсора;
- формування кольорового зображення з окремих складових залежно від обумовленої роздільної здатності відеокамери;
- адаптація до умов освітлення;
- автоматичне фокусування (при використанні об'єктива з приводом);
- швидкі методи пошуку об'єкта за заданими первинними ознаками тощо.

Із порівняння розробленої нами відеокамери з найближчим аналогом – інтелекту-

альною відеокамерою VS-710 фірми Siemens видно її значно вищу продуктивність (1,5–2 десяткових порядки), у декілька разів менші вартість і енергоспоживання, що вказує на можливість виробництва в Україні (на базі закордонних комплектуючих) конкурентноздатних вітчизняних інтелектуальних відеокомп'ютерних пристроїв. Крім того, можливість теперішньої елементної бази дають змогу ще на порядок підвищити продуктивність сигнального процесора, розширити об'єм пам'яті та пропускну здатність каналів зв'язку.

Наведемо деякі приклади областей застосування відеопроекторних пристроїв:

1. Автоматизовані системи управління дорожнім рухом:
 - розпізнавання номерів автомобілів, оформлення митного збору, виявлення транспорту, що знаходиться в розшуку;
 - класифікація транспортних засобів, аналіз вантажопотоку, оцінка екологічної ситуації;
 - визначення транспортного потоку, підрахунок кількості автомобілів, контроль швидкості;
 - оцінка стану дороги, вартості ремонту дорожнього полотна і його якості, навантаження на дорогу.
2. Системи охорони, відеоспостереження та слідкування за об'єктами (охорона периметра особливо важливих об'єктів, контроль доступу до них, охорона в'їзду на територію).
3. Системи оборонного призначення (візуальне виявлення об'єктів та слідкування за ними, наведення на ціль, інтелектуальні елементи високоточної зброї, теплобачення).
4. Системи для медико-біологічних досліджень та експрес-аналізів (морфологічні та цитологічні аналізи клітин крові, зрізів тканин, пухлин тощо; дослідження капілярів, кардіоміоцитів і ін.).
5. Системи автоматизації виробничих процесів (контроль якості, форми, розмірів продукції; контроль штаба в металургії та ткацького полотна; ідентифікація об'єктів та їх сортування; контроль процесів зборки).
6. Системи технічного зору роботів (визначення місця об'єктів, обхід перешкод, планування траєкторії руху, контрольовимірювальні та діагностичні операції тощо).
7. Системи віртуальної реальності (тренажери для льотчиків, космонавтів, пожежників, військових; навчання школярів, студентів та дітей з фізичними вадами; віртуальні лабораторії для хірургів і ін.).
8. Біометрія (розпізнавання капілярів, сітківки та райдужної оболонки ока, відбитків пальців, руки, вуха, обличчя, жестів, міміки тощо).

Зокрема, ІВК використовується в ряді відеопроекторів та систем для контролю динамічних параметрів фізичних, хімічних та біологічних зразків [6].

Деякі з перелічених підходів використовувалися нами при розробці спільно з ЦКБ "Арсенал" системи обробки тепловізійних зображень. Спільно з медиками та біологами були досліджені питання мікроциркуляції в системі кровообігу та капіляроскопії. Виконані два проекти спільно з Угорщиною по розробці автоматизованих систем охорони особливо важливих об'єктів, підписані угоди з Інститутом автоматизації АН провінції Шандунь КНР про навчання китайських спеціалістів, створення спільної лабораторії інтелектуальних відеосистем та проведення спільних розробок у цьому напрямку.

Відеопроектори для контролю якості, форми, розмірів продукції, ідентифікації об'єктів розробляється по контракту з Київською міською державною адміністрацією, що стане технічною базою для створення широкого класу систем відеоконтролю та вимірювання.

Слід відмітити, що інтелектуальні інформаційні технології є дуже привабливими

для України. Їх висока рентабельність обумовлена тим, що при невеликих апаратурних витратах і мізерній вартості тиражування інтелектуального алгоритмічного і програмного забезпечення вони мають високу ринкову вартість.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Боюн В. П.** Динамическая теория информации. Основы и приложения.–К.: Изд. ИК НАНУ, 2001.–326 с.
2. **Боюн В. П.** Интеллектуальные видеокomпьютерные системы и устройства // Міжнар. наук. конференція, присвячена 100-річчю з дня народження акад. С. О. Лебедєва–Київ, 2003: Матер. конф.–К.: Вид. РННЦ "ДІНІТ", 2003.–С. 100–111.
3. **Боюн В. П.** Интеллектуальные видеосистемы. Информационные основы и принципы построения // Міжнар. конференція з індуктивного моделювання.–Львів, 2002: Праці в 4-х томах, т. 1, ч. 1.–Львів: Вид. Державного НДІ інформаційної інфраструктури, 2002.–С. 24–30.
4. **Боюн В. П.** Интеллектуальные видеокomпьютерные системы и устройства // Інноваційні технології.–2003, № 2–3.–К.: Вид. ЗАТ "Центр інноваційних технологій".–С. 124–131.
5. **Боюн В., Сабельников Ю.** Интеллектуальная видеокамера // Електронные компоненты и системы.–2002, № 2.–К.: VD MAIS.–С. 33–35.
6. **Боюн В., Возненко Л., Малкуш И. и др.** Видеокomпьютерный комплекс для наблюдения за динамическими объектами // Електронные компоненты и системы.–2003, № 11.–К.: VD MAIS.–С. 34–35.