

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ВІДЕОСИСТЕМ КОЛОВОГО ОГЛЯДУ

Боюн В. П., Довгань В. В.

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ-187, пр. Академіка Глушкова, 40,
Факс 266-33-48, тел. 266-21-49, E-mail: vboyun@boyun.icfscst.kiev.ua

Запропоновано спосіб 2-х етапного перетворення відеопослідовності, отриманої з поворотної відеокамери, для підвищення "інтелектуальності" систем колового огляду. Перший етап – перетворення відеопослідовності у статичне панорамне зображення. Другий етап – виділення і реєстрація різницевого зображення між двома обертами відеокамери. При цьому значно покращуються умови роботи оператора, який здійснює контроль колового огляду, а також створюються умови для автоматичного виділення рухомих об'єктів або об'єктів, що змінюються, забезпечується значна компресія зображення. Алгоритм може служити основою створення інтелектуальних систем колового огляду.

ВСТУП

В нинішній час спостерігається широкий розвиток систем відеоспостереження (охоронні системи колового огляду, системи слідування, системи спеціального призначення і таке інше). З'являються системи відеоспостереження за виробничими процесами, об'єктами. Великі обсяги відеоінформації та складність аналізу рухомого на екрані зображення створюють дуже важкі умови для роботи оператора. Виходом з цього положення може бути підвищення інтелектуальності систем відспостереження, які можуть автоматично виділяти переміщення об'єктів, що відбуваються у зоні спостереження, або зміни геометричних розмірів, яскравості, кольору.

Найбільш розповсюдженими засобами компресії динамічних зображень, що враховують зміни у відеопослідовності, є стандарти MPEG-1, MPEG-2, які являють собою комбінацію ряду засобів компресії. В них використовуються засоби як просторової (всередині кадра), так і міжкадрової компресії. До перших відносяться засоби дискретно-косинусного перетворення і кодування по засобу RLE. Міжкадрова компресія базується на компенсації переміщення (оцінці вектору переміщення для блоку пікселів) і двунправленої інтерполяції кадру по двом сусіднім [1,2].

Ці засоби є універсальними і забезпечують достатньо високий ступінь компресії динамічних відеозображень. Однак вони вимагають виконання значних обсягів обчислень і складної апаратної підтримки для їхньої реалізації у реальному часі,

крім того вони орієнтовані на компресію рухомих зображень у системах реєстрації і передачі інформації і погано пристосовані для систем аналізу відеозображень в реальному часі.

Більш повне врахування умов колового огляду, особливостей таких систем і вимог, що пред'являються до них, дозволяють сподіватись на створення більш спеціалізованих і значно більш ефективних засобів компресії і виділення динаміки у відеопослідовності.

В доповіді розглянуто один з варіантів підвищення інтелектуальності систем колового огляду. Передумовами для вирішення поставленої задачі є:

- скорочення надлишковості у відеопослідовності;
- виключення з розгляду і аналізу постійного фону.

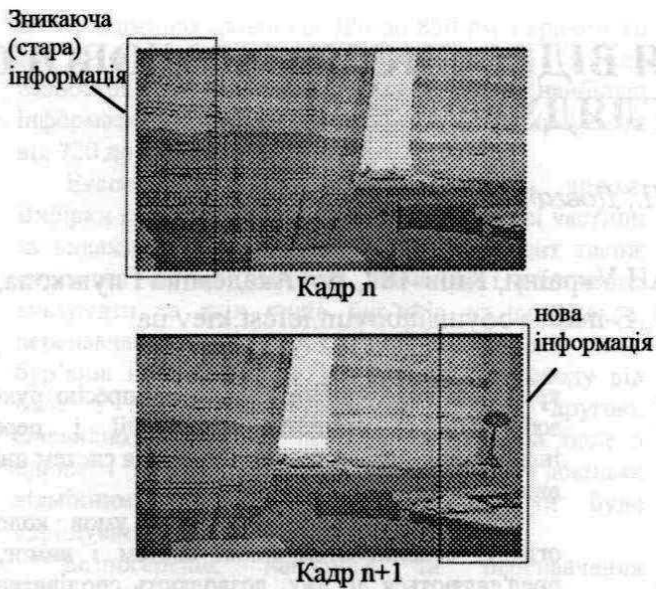
ПОБУДОВА ПАНОРАМНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Аналіз сусідніх кадрів відеопослідовності з камери колового огляду показує, що наступний кадр відеопослідовності містить значну частину попереднього, зсунуто в сторону, протилежну напрямку обертання камери. При цьому деяка частина зображення виходить з кадру і така ж частина нового зображення входить у кадр (див. мал. 1).

Якщо тепер з усієї відеопослідовності виділити тільки нові неповторювані частини зображень і "зклеїти" їх, то можна отримати широкоформатне панорамне статичне зображення одного повороту камери. Це панорамне зображення може бути представленим на екрані дисплею або у вигляді однієї широкоформатної смуги, або у вигляді 2-х, 4-х смуг по половині або чверті оберту відеокамери.

Основними проблемами отримання панорамного зображення є визначення границь зістиковки кадрів та згладження місця зістиковки для кращого візуального сприйняття.

При постійній швидкості обертання камери або при змінній швидкості із застосуванням датчика швидкості обертання зона нової частини зображення може бути визначена в залежності від швидкості обертання і від куту захвату відеокамери. Обсяг обчислювальної роботи для уточнення границі області не є великим.



Мал. 1. Кадри відеопослідовності при обертанні камери праворуч. Прямокутником виділена інформація, що з'являється у кадрі n+1 у порівнянні з попереднім кадром.

Ступінь стиснення при постійній швидкості визначається як відношення об'єму інформації у кадрі відеопослідовності до об'єму інформації у новій частині зображення або як співвідношення ширини кадру B і ширини нової частини зображення b .

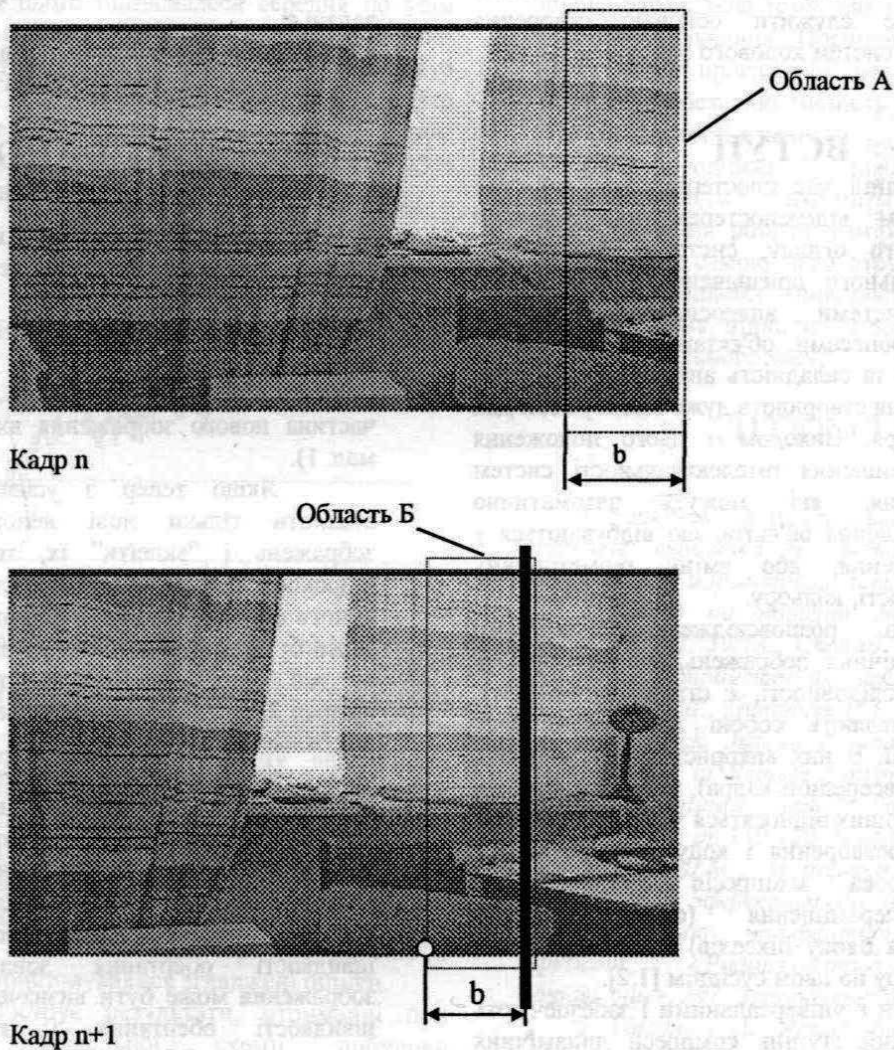
При змінній швидкості обертання відеокамери і відсутності датчика швидкості пошук границі попереднього кадру в наступному здійснюється шляхом сканування смуги краю зображення кадру n (область A) шириною b у зоні пошуку $B-b$ у кадрі $n+1$, починаючи з лівої сторони кадру.

Ступінь відповідності обраної смуги з кадру n в кадрі $n+1$ на кожному кроці сканування визначається, наприклад, по мінімуму функції [3.4]

$$F = \sum_{(i,j \in R)} |A(i, j) - B(i, j)|,$$

де $A(i, j)$ - значення яскравості елементів смуги краю зображення кадру n ;

$B(i, j)$ - значення яскравості елементів смуги, що обирається у зоні пошуку кадру $(n+1)$.



Мал. 2. Пошук границі появи нової інформації у кадрі в порівнянні з попереднім. Жирною лінією показана границя входження нової частини відеозображення.

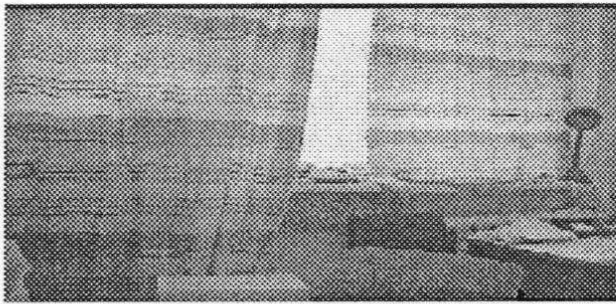
Мінімум функції F буде спостерігатися при визначенні ступеня подібності областей A та B (див. мал. 2).

Складність процедури пошуку краю зображення при нерівномірній швидкості обертання може бути визначена наступним чином.

Для однієї операції порівняння зі смугою $b \cdot h$ пікселів необхідно виконати $\approx 2bh$ операцій типу додавання. Якщо пошук здійснюється по зоні сканування шириною $(B-b)$, то загальна кількість операцій визначиться як $2(B-b) \cdot bh$.

Якщо визначити ширину контрольованої смуги краю зображення у відносних одиницях від ширини кадру як $b=k \cdot B$, де $k \leq 1$, тоді кількість операцій для реалізації процедури пошуку визначиться як $2kB^2bh(1-k)$.

Для поліпшення зорового сприймання панорамного зображення доцільно виконувати зістиковку нової частини зображення зі згладжуванням границі зістиковки [5] (зображення повинні плавно переходити друг в друга) – див. мал. 3, 4 а, б.



Мал. 3. Панорамне зображення, що є сумою кадрів, зображених на мал. 2.

Описаний спосіб панорамування відеопослідовності може бути використаний при проведенні зйомки з об'єкту, що рухається прямолінійно (наприклад, з поїзду, автомобіля). В результаті буде одержана широка панорама і значна компресія. Цей підхід може бути ефективно використаний при побудові систем віртуальної реальності [6].

Середній ступінь компресії відеопослідовності за рахунок панорамування сягає 10.

Представлення відеопослідовності у вигляді панорамного зображення значно полегшує умови контролю оператором зони спостереження.

Отримана послідовність широкоформатних відеозображень може додатково підлягати стисканню будь-яким алгоритмом компресії динамічних відеозображень [7], в тому числі і MPEG. При цьому забезпечується значно вищий ступінь компресії порівняно з компресією вихідної послідовності кадрів (ступінь компресії залежить від швидкості колового руху відеокамери, частоти кадрів зйомки, а також від динаміки зміни оточення).

Вхідне динамічне зображення може бути повністю відновлене з панорамного шляхом послідовного вирізування з панорамного зображення окремих областей. Для цього при складанні панорамного зображення слід зберігати ширину області, що додається до панорамного зображення від кадру до кадру (це необхідно тільки в випадку змінної кутової швидкості відеокамери). Динамічна послідовність відеокадрів може бути відновлена з панорамного зображення у темпі зйомки, або в довільному (уповільненому або прискореному) темпі.

ПОБУДОВА РІЗНИЦЕВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Наступним етапом зменшення надлишковості інформації, що представляється оператору, може бути вилучення фону з зображення і виділення нової інформації між обертами відеокамери. Це може бути реалізоване шляхом виділення різницевого зображення між панорамними зображеннями двох сусідніх обертів відеокамери.

На мал. 4 а, б показана панорама огляду відеокамери відповідно для першого та другого оберту камери. Як видно, зображення фону не підлягає змінам, розбіжність між цими двома зображеннями полягає в переміщенні предмету з положення A у положення B за час оберту камери. На підставі цих двох зображень побудоване третє, кожний піксел якого є різницею значень яскравості пікселів цих двох зображень (див. мал. 4 в). Якщо обмежити це зображення по порозу, та можна автоматично визначити не тільки наявність змін в обстановці, але і локалізувати місце, де відбуваються зміни. У результаті автоматичного визначення отримаємо дві області підвищеної уваги (на мал. 4 в вони виділені прямокутниками). Таким чином можливо робити автоматичну реєстрацію і сигналізацію наявності переміщення або локальної зміни яскравості (наприклад, при загорянні) в полі зору відеокамери колового огляду.

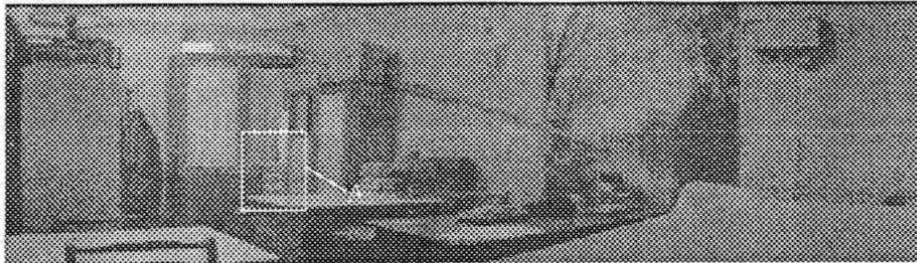
Похибки побудови панорамних зображень з ряду смуг, що складаються, границя між якими не завжди може бути визначена з точністю до піксела, а також наявність похибок від механіки системи колового огляду, призводять до появи деякого "шуму контурів" на різницевому зображенні. Однак такий шум у більшості випадків усувається високочастотною фільтрацією [5,8]. В той же час, зниклі, рухомі предмети або предмети що змінили геометричну форму, розміри, яскравість або колір будуть виділені практично повністю (якщо вони відрізняються від фону).

Використання різницевого панорамного зображення значно полегшує роботу оператора і скорочує обсяг інформації, що реєструється. В залежності від частоти і масштабності змін, що відбуваються ступінь компресії може досягати сотен

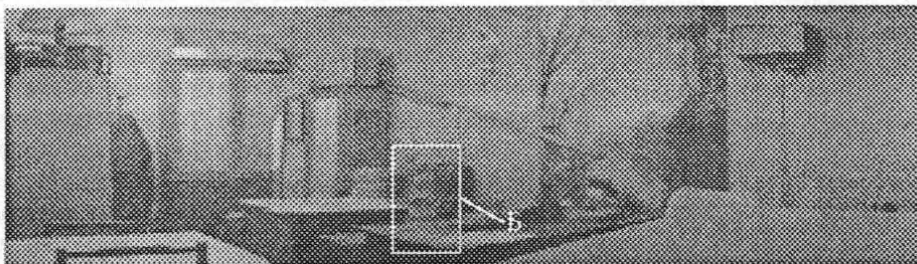
тисяч і більше разів. Якщо виконувалась постійна реєстрація (без фільтрації) різницевих зображень, то панорамні зображення, а при необхідності, і вхідна відеопослідовність можуть бути відновлені у реальному або довільному темпі.

Крім того, отримане різницеве зображення створює передумови для автоматичного викриття

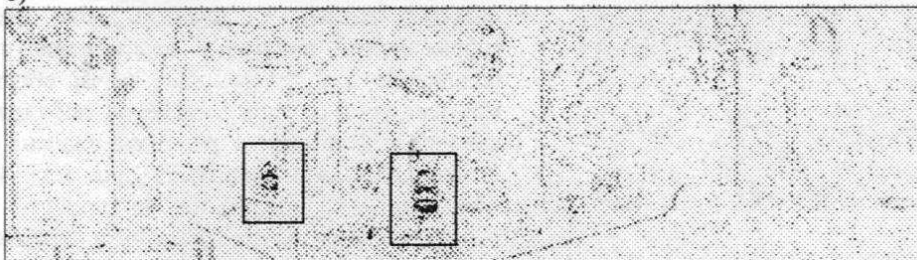
змін, що відбуваються, тобто з'являється реальна можливість створення інтелектуальних систем колового огляду, що видають сигнал тривоги і реєструють виниклі зміни, або звертають увагу оператора на зміни, що мали місце.



а)



б)



в)

Мал. 4. Приклад отримання різницевого панорамного зображення, побудованого з 160 кадрів відеопослідовності.
а) панорамне зображення, зняте на 1-ому оберті відеокамери
б) те ж на 2-ому оберті відеокамери
в) різниця зображень а) та б). Значення різниці посилені у 4 рази, зображення інвертовано.

ВИСНОВКИ

Запропонований спосіб панорамування відеопослідовності з камери колового огляду і отримання різницевого зображення, що виділяє зміни між двома обертами відеокамери, значно полегшує роботу оператора і скорочує обсяг інформації, що реєструється.

Крім того, забезпечується можливість створення інтелектуальних систем колового огляду, які автоматично виявляють зміни в коловій панорамі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зелов С. Цифровое кодирование изображений. Компьютер – Пресс №3,4 1997.
2. Сидоренко Ю. “MPEG”-Путь в цифровое завтра. Компьютерное обозрение. № 17(90) 1997.
3. В.В. Старовойтов. Локальные геометрические методы цифровой обработки и анализа изображений. – Минск: Институт технической кибернетики НАН Беларуси, 1997.-284 с.
4. Липанов А. В. , Путятин Е. П. Исследование алгоритмов обнаружения объектов на основе методов корреляционного распознавания и алгоритма параллельной нормализации. – Харьков: Радиоэлектроника и информатика №3, 1998.
5. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. – М.: Мир. 1982.Т.2.
6. Хирозе М. Создание виртуальных миров на основе реальных изображений. Компьютеры+Программы №9(42), 1997.
7. М. Г. Георгиев, И.Г. Таранцев. Алгоритм сжатия последовательности изображений в системах визуального контроля редко меняющейся обстановки. – Новосибирск: Автометрия №2, 1999.
8. Абламейко С. В., Лагуновский Д. М. Обработка изображений: технология, методы, применение. – Минск: Институт технической кибернетики НАН Беларуси, 1999.-300 с.