

СТИСНЕННЯ ЦИФРОВИХ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ, ЩО МІСТЯТЬ ВИМІРЮВАЛЬНУ ІНФОРМАЦІЮ ПРО МЕХАНІЧНІ ВЕЛИЧИНИ

Розглянуто методи стиснення відеозображень, що містять двовимірну вимірвальну інформацію про механічні величини. Оцінено точнісні та часові характеристики методів стиснення. Визначено ряд методів, що можуть бути ефективно застосовані для стиснення нерухомих відеозображень та для стиснення послідовностей відеозображень з вимірвальною інформацією.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними задачами. Цифрові відеозображення, що сформовані в автоматизованій вимірвальній системі, містять вимірвальну інформацію про зміни механічних величин у просторі та в часі. Шляхом алгоритмічної обробки можна визначити геометричні параметри об'єктів вимірювань, що наявні на цих відеозображеннях [1–3]. Якщо є послідовність відеозображень, що відповідають певним моментам часу, то на цій основі можуть бути обчислені інші механічні величини (переміщення об'єктів, їх швидкість тощо).

Суттєвою особливістю відеозображень є дуже великий обсяг цифрових даних, що відповідають цим відеозображенням. Такий обсяг цифрових даних складно або зовсім неможливо передавати, обробляти та зберігати навіть за допомогою сучасних апаратних засобів. Тому необхідно виконувати стиснення відеозображень, що використовуються в автоматизованих вимірвальних системах як носій вимірвальної інформації [4–7]. При великих степенях стиснення відеозображень викривлення вимірвальної інформації можуть бути досить значущими. Окрім того, деякі методи стиснення містять багато обчислювальних операцій над цифровими даними відеозображення і тому потребують багато часу на виконання процедури стиснення. Вказані особливості методів стиснення можуть погіршити метрологічні характеристики засобів вимірювань механічних величин.

Тому актуальним завданням є дослідження та оцінка можливостей застосування методів стиснення цифрових відеозображень до стиснення двовимірної вимірвальної інформації про механічні величини.

Аналіз досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми і на які спирається автор. Відомі методи стиснення відеозображень, для яких основним критерієм ефективності є добра візуальна якість відеозображення після відновлення при сприйнятті цього відеозображення людиною [8–13]. Якщо стиснення використовується в інформаційно-вимірвальних системах або інших засобах вимірювань механічних величин, то основним показником ефективності та якості стиснення повинна бути точна передача цієї вимірвальної інформації. Перш за все це – точна передача контурів, площі та координат окремих опорних точок об'єктів вимірювань [3, 7].

Стиснення цифрових відеозображень з високим коефіцієнтом стиснення базується на методах, які передбачають втрату деякої частини інформації, що міститься у відеозображенні [14–19]. Загальноприйнятим підходом до стиснення цифрових відеозображень є їх стиснення на основі кодування з перетворенням, наприклад на основі дискретного косинусного перетворення в методі JPEG [5, 20, 21] або wavelet-перетворення в методі JPEG2000 [22–25]. Також відомі методи фрактального стиснення відеозображень [26–29].

Відомо ряд рішень в області автоматизованих систем та систем технічного зору, в яких використовується формування та обробка вимірвальної відеоінформації без застосування стиснення та запам'ятовування цієї інформації [4, 30]. Але такий підхід викликаний обмеженими можливостями технічних засобів на момент розробки таких систем та не враховує можливостей сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій, що швидко розвиваються. В результаті існуючі рішення мають обмежені функціональні можливості, а введення нестиснутого відеозображення в ЕОМ знижує їх швидкодію.

Одне з існуючих рішень проблеми введення відеозображень в ЕОМ – це використання буферного запам'ятовуючого пристрою на один або багато кадрів. Але таке рішення має ряд недоліків, в тому числі – суттєві обмеження на тривалість реєстрації вимірвальної інформації, неможливість обробки відеозображень та отримання результатів вимірювань в реальному масштабі часу, оскільки накопичені в запам'ятовуючому пристрої кадри потім ще потрібно ввести в ЕОМ і обробити [30].

Відомі варіанти стиснення вимірвальної інформації належать в основному до телевимірвальних систем і орієнтовані на одновимірний варіант у вигляді послідовності цифрових відліків, що надходять в ЕОМ по лінії зв'язку [4].

Таким чином, питання стиснення відеозображень, що містять вимірвальну інформацію, висвітлені недостатньо.

Метою проведених досліджень є визначення методів стиснення відеозображень, що можуть бути застосовані для стиснення двовимірної вимірювальної інформації про механічні величини. Результати цих досліджень є основою для підвищення точності й швидкодії засобів вимірювань механічних величин, що базуються на двовимірній вимірювальній інформації (відеозображеннях).

Викладення основного матеріалу досліджень. Застосування стиснення в засобах вимірювань механічних величин, що побудовані на формуванні та алгоритмічній обробці вимірювальної відеоінформації, необхідно в двох операціях з цифровими відеозображеннями:

– введення цифрового відеозображення від пристрою формування в ЕОМ по інтерфейсу з обмеженою пропускнуою здатністю;

– накопичення двовимірної вимірювальної інформації та її довготривале зберігання.

Для першого випадку основними вимогами до методу стиснення є можливість стиснення відеозображень в темпі їх надходження від пристрою формування з коефіцієнтом стиснення, достатнім для передачі цих відеозображень по інтерфейсу в ЕОМ. Якщо ця вимога не задовольняється, то пристрій формування відеозображень повинен мати можливість накопичення сформованих відеозображень, наприклад шляхом цифрового запису на магнітну стрічку або зберігання в енергонезалежному запам'ятовуючому пристрої.

Для другого випадку основною вимогою є максимально можливий ступінь стиснення відеозображення в довільному темпі. Також в обох випадках важливою вимогою є забезпечення мінімально можливих похибок вимірювальної інформації, що обумовлені процедурами стиснення.

Відомі різні способи стиснення цифрових відеозображень [2, 5, 12, 15, 21, 31].

Перша група цих способів базується на виключенні інформаційної надлишковості цифрових кольорових відеозображень за допомогою методів, відомих з теорії інформації. В цьому випадку забезпечується незначне стиснення цих відеозображень (в декілька разів) та точна передача (без викривлень) вимірювальної інформації, яку містять ці відеозображення. Оскільки ступінь стиснення цифрових відеозображень, що містять вимірювальну інформацію, зазвичай повинна складати від декількох десятків до декількох сотень разів, то вказані способи, незважаючи на відсутність викривлень вимірювальної інформації, неможливо використовувати для стиснення цих відеозображень.

Друга група способів стиснення базується на виключенні деякої частини цифрових даних про яскравість та колір дискретних точок цифрового кольорового відеозображення. Такі способи забезпечують значне стиснення цих відеозображень (в десятки разів), але за рахунок виникнення викривлень цифрових даних. При великих ступенях стиснення викривлення можуть бути досить значними. Окрім того, вказані способи орієнтовані на забезпечення прийнятної візуальної якості цифрового кольорового відеозображення, відновленого після стиснення, при спостереженні його людиною.

В даній роботі розглянуто ряд основних методів стиснення цифрових відеозображень, що отримали широке розповсюдження і визначені в міжнародних стандартах обробки та передачі цифрових даних. Ці методи реалізовані в багатьох технічних та програмних засобах формування та обробки цифрових відеозображень. Ще один метод стиснення базується на штучних нейронних мережах [32]. Він не має такого широкого розповсюдження, але включений до розгляду як представник дуже перспективного наукового напрямку, що стрімко розвивається.

Питання, що вирішуються при виборі методу стиснення двовимірної вимірювальної відеоінформації:

1. Принципова можливість застосування методу до стиснення двовимірної вимірювальної інформації поро механічні величини.

2. При наявності стандарту для обраного методу стиснення та при наявності підтримки цього методу на рівні технічних засобів необхідно визначити параметри методу, що забезпечують потрібні метрологічні характеристики засобу вимірювань механічних величин. Такий підхід можливий для методів стиснення факсимільних повідомлень, методів JPEG, JPEG 2000.

3. Для нових методів стиснення у випадку відсутності стандартів необхідно обрати варіант реалізації такого методу та визначити його параметри. Все це разом повинно забезпечити потрібні метрологічні характеристики засобу вимірювань механічних величин. Такий підхід можливий для фрактальних методів стиснення та методів на основі штучних нейронних мереж.

У засобах вимірювань механічних величин можуть бути використані різні класи відеозображень та відповідні їм методи стиснення:

1. Двоградаційні зображення є результатом сегментації та виділення контурів об'єктів вимірювань на початкових відеозображеннях. Для стиснення двоградаційних відеозображень існують методи стиснення факсимільних повідомлень CCITT Group 3 і Group 4, що закріплені у відповідних міжнародних стандартах.

2. Напівтонові відеозображення можуть бути отримані у пристрої формування відеозображень для ахроматичних об'єктів вимірювань або бути результатом перетворення кольорового простору для

початкових кольорових відеозображень. Для їх стиснення можуть бути застосовані ті ж методи, що і для кольорових відеозображень (JPEG, JPEG 2000, фрактальне стиснення).

3. Кольорові відеозображення містять найбільш повну вимірювальну інформацію про будь-які об'єкти вимірювань. Більшість відомих методів стиснення може бути застосована для стиснення таких відеозображень та їх послідовностей.

Методи стиснення факсимільних повідомлень розглядаються тому, що вони орієнтовані на обробку відеозображень, що містять двоградаційні області (в даному випадку – об'єкти вимірювань) і контури цих об'єктів. Тому їх застосування можливе при стисненні результатів сегментації і виділення контурів об'єктів вимірювань.

Метод стиснення ССІТТ був розроблений для передавання і приймання факсимільних повідомлень. Цей метод базується на кодуванні за методом Хаффмена. Метод ССІТТ Group 3 включає повний формат факсимільних повідомлень, в тому числі – спеціальну керуючу інформацію для факсимільного апарата. Метод ССІТТ Group 4 включає інформаційну частину формату факсимільних повідомлень, але без спеціальної керуючої інформації [5, 14].

Важливу групу методів стиснення із втратою частини інформації про цифрові дані відеозображення представляють методи, що побудовані на кодуванні з перетворенням [12, 16]. Такі методи стиснення базуються на тому, що відеозображення шляхом відповідного перетворення може бути представлено у вигляді, який найбільш зручний для виключення надлишкової інформації. Між елементами відеозображення виключаються статистичні залежності, а також розподіл енергії в спектрі відеозображення стає нерівномірним.

Процес перетворення полягає у розподілі відеозображення на фрагменти прямокутної форми та у обробці отриманих фрагментів. Результатом такого перетворення є переведення відеоінформації з часової області у частотну. Цей результат являє собою спектральні коефіцієнти початкового відеозображення, що характеризуються певною амплітудою і просторовою частотою.

Для кодування з перетворенням використовуються методи лінійних ортогональних перетворень. Ці методи також повинні бути унітарними і тому забезпечувати подібність формул прямого та оберненого перетворення.

Можливість використання методів стиснення на основі кодування з перетворенням забезпечується наявністю швидких алгоритмів таких перетворень та спеціалізованих мікросхем для стиснення відеозображень.

До вказаних методів стиснення належать метод JPEG на основі дискретного косинусного перетворення і метод JPEG 2000 на основі вейвлет-перетворення [10, 19, 20].

Фрактальне стиснення відеозображень є дуже ефективним методом, що забезпечує стиснення в сотні разів, але потребує виконання дуже великого обсягу обчислень. Тому його застосування обмежене випадками, коли вимірювальна інформація вже накопичена і необхідно виконати її стиснення для довготривалого зберігання.

Важливою особливістю фрактального стиснення є ітераційний характер процедури відновлення відеозображення. Він полягає в тому, що для отримання відновленого відеозображення необхідно мати коефіцієнти фрактального кодування та виконати зворотне фрактальне перетворення з цими коефіцієнтами певну кількість разів, яка задається заздалегідь. При цьому як початкові умови можуть використовуватися будь-які відеозображення такого ж розміру, що і стиснуте. Це є фундаментальною властивістю методів фрактального кодування і перетворення відеозображень [7, 26, 27, 29].

Кількість ітерацій повинна вибиратися як компроміс між необхідністю підвищення точності відновлення (потрібно більше ітерацій) і зростанням обчислювальних затрат і часу відновлення (потрібно менше ітерацій).

Стиснення на основі штучних нейронних мереж – це новий і перспективний метод стиснення відеозображень, що поки що знаходиться на стадії початкового розвитку [32]. Тому повністю відсутня підтримка цього методу в існуючих технічних і програмних засобах роботи з цифровими відеозображеннями, також відсутні будь-які стандарти на метод стиснення та формати графічних файлів і відеопослідовностей.

Стиснення на основі штучних нейронних мереж потребує надзвичайно великого обсягу обчислень, особливо при навчанні та настроюванні штучної нейронної мережі на певний тип відеозображень. Тому таке стиснення може бути ефективно реалізовано тільки за умови використання спеціалізованого нейропроцесора в складі ЕОМ.

Можливе застосування штучних нейронних мереж для стиснення відеозображень також полягає у виборі найкращого варіанта відповідності доменних і рангових блоків при стисненні за фрактальним методом. Таким чином, стиснення на основі штучних нейронних мереж слід вважати перспективним методом стиснення. Але його практичне використання для відеозображень, що містять вимірювальну інформацію про механічні величини, ускладнено рядом перешкод. Тому слід надавати перевагу фрактальним методам стиснення, що використовують подібні принципи стиснення та апробовані в ряді

практичних реалізацій, а також мають підтримку в багатьох програмних і деяких технічних засобах обробки відеозображень.

У табл. 1 наведено порівняльну характеристику методів стиснення відеозображень, що містять вимірювальну інформацію про нерухомі об'єкти вимірювань. У табл. 2 наведено порівняльну характеристику методів стиснення послідовностей відеозображень, що містять вимірювальну інформацію про динамічні об'єкти вимірювань.

Примітки до табл. 1:

* – відомі окремі зразки спеціалізованих мікросхем для фрактального стиснення відеозображень;

** – спеціалізовані нейропроцесори підтримують реалізацію алгоритмів обчислень у штучних нейронних мережах, але не містять готових рішень для стиснення відеозображень, для цього потрібне відповідне програмування нейропроцесора.

Основні рекомендації із застосування методів стиснення до відеозображень, що містять вимірювальну інформацію про механічні величини:

1. Накопичення, передача та зберігання відеозображень без стиснення можливі в окремих випадках, наприклад при поточному накопиченні й передачі вимірювальної інформації. Але в цьому випадку відеозображення повинні мати відносно малий розмір та обсяг цифрових даних. Також вимоги до швидкодії засобів вимірювань повинні бути досить помірними.

2. Стиснення відеозображень на основі вейвлет-перетворення (метод JPEG 2000) доцільно застосовувати для поточного накопичення і передачі вимірювальної інформації. Наприклад таке стиснення необхідне при передачі відеозображень від пристрою формування до цифрової ЕОМ та при накопиченні відеозображень перед проведенням вимірювань механічних величин. Таке стиснення можливо виконувати в темпі надходження вимірювальної інформації про механічні величини.

Таблиця 1

Порівняння методів стиснення відеозображень, що містять вимірювальну інформацію про механічні величини

Характеристики методів стиснення	Методи стиснення						
	відеозображення без стиснення	стиснення без втрат інформації (RLE, TIFF, PCX, GIF)	стиснення факсів (CCITT Group 3, Group 4)	стиснення на основі косинусного перетворення (JPEG)	вейвлет-стиснення (JPEG 2000)	фрактальне стиснення	стиснення на основі штучних нейронних мереж
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Теоретична основа методу	–	Теорія інформації, статистичне кодування даних	Теорія інформації, статистичне кодування даних	Теорія методів кодування з перетворенням, дискретне косинусне перетворення	Теорія методів кодування з перетворенням, вейвлет-перетворення	Теорія фракталів	Теорія штучних нейронних мереж
2. Принцип стиснення	–	Використання статистичної надлишковості цифрових даних відеозображення в процесі кодування	Використання статистичної надлишковості цифрових даних відеозображення в процесі кодування	Використання особливостей спектра відеозображення та його статистичних властивостей для виключення частини інформації	Використання особливостей спектра відеозображення та його статистичних властивостей для виключення частини інформації	Використання фрактальних властивостей самоподібності відеозображень та їх фрагментів для відновлення вимірювальної інформації	Виявлення подібності та прихованих залежностей у цифрових даних відеозображення, їх апроксимація нейронною мережею
3. Основне застосування (клас відеозображень, що стискаються)	Будь-яка растрова графіка та цифрові відеозображення	Будь-яка растрова графіка та цифрові відеозображення	Факсимільні повідомлення та інша двоградацийна графіка	Нерухомі цифрові фото- та відеозображення, переважно кольорові	Нерухомі цифрові фото- та відеозображення, переважно кольорові	Нерухомі цифрові фото- та відеозображення, переважно кольорові	Цифрові відеозображення (метод стиснення тільки розвивається)
4. Стиснення відеозображень: - двоградацийних - напівтонових - кольорових	+ + +	+(більшість методів) +(більшість методів) +(більшість методів)	+ – –	– + +	– + +	+ + +	Метод стиснення тільки розвивається
5. Ступінь стиснення зображень з вимірювальною інформацією, разів	стиснення відсутнє	2...3	20...100	декілька десятків	декілька десятків	50...100 і більше	приблизно десятки та сотні разів (метод стиснення тільки розвивається)
Закінчення таблиці 1							
1	2	3	4	5	6	7	8

6. Обсяг стиснутої вимірювальної інформації	дуже великий	великий або дуже великий	середній або малий	середній	середній	малий	малий
7. Обсяг обчислень	–	малий	середній	середній	середній	великий	надзвичайно великий
8. Способи скорочення обсягу обчислень	–	–	–	використання швидких алгоритмів перетворення	використання швидких алгоритмів перетворення	оптимізація алгоритмів та інші методи	використання спеціалізованих нейропроцесорів
9. Швидкодія методу	–	висока	середня	середня	середня	низька	низька
10. Підтримка методу в існуючих технічних засобах	–	–	+	+	+	–*	–**
11. Підтримка методу в існуючих програмних засобах	–	+	+	+	+	–/+ (тільки в окремих програмних засобах)	–
12. Симетричність процедур стиснення та відновлення	–	+	+	+	+	– (повільне стиснення та швидке відновлення)	Метод стиснення тільки розвивається
13. Точність передачі амплітуди відеосигналу	абсолютно точна передача	абсолютно точна передача	абсолютно точна передача (дві градації)	висока або середня	висока або середня	висока	висока або середня
14. Точність передачі контурів об'єктів вимірювань	абсолютно точна передача	абсолютно точна передача	абсолютно точна передача	висока або середня (в залежності від ступеня стиснення)	висока або середня (в залежності від ступеня стиснення)	висока	висока або середня
15. Можливість використання в засобах вимірювань механічних величин	+	–	+	+	+	+	–/+
	(в деяких обмежених випадках)		(для результатів сегментації та виділення контурів об'єктів вимірювань)	(можливе стиснення в темпі надходження вимірювальної інформації)	(можливе стиснення в темпі надходження вимірювальної інформації)	(тільки для стиснення вже накопиченої вимірювальної інформації)	(метод стиснення тільки розвивається)

Таблиця 2

Порівняння методів стиснення послідовностей відеозображень, що містять вимірвальну інформацію про механічні величини

Характеристики методів стиснення	Методи стиснення			
	M-JPEG	MPEG-1, 2	MPEG-4	DV
1	2	3	4	5
1. Теоретична основа методу	Теорія методів кодування з перетворенням, дискретне косинусне перетворення	Теорія методів кодування з перетворенням, методів оцінки руху об'єктів на відеозображенні	Теорія методів кодування з перетворенням, методів оцінки руху об'єктів на відеозображенні, розпізнавання цих об'єктів	Теорія методів кодування з перетворенням, дискретне косинусне перетворення
2. Принцип стиснення	Стиснення кожного кадру в послідовності за методом JPEG	Стиснення опорних кадрів у послідовності за методом JPEG, виключення проміжних кадрів та їх відновлення шляхом апроксимації	Стиснення опорних кадрів у послідовності за методом JPEG, виключення проміжних кадрів, відновлення на основі розпізнавання об'єктів та оцінки їх переміщень	Стиснення кожного кадру в послідовності за методом JPEG
3. Основне застосування (клас відеозображень, що стискаються)	Стиснення відеозображень, що надходять в ЕОМ від аналогової відеокамери	Відео- та телевізійні зображення	Універсальне (мультимедійні, відео- та телевізійні зображення)	Стиснення в цифровій відеокамері для запису послідовності відеозображень на магнітну стрічку та для їх передачі в ЕОМ
4. Ступінь стиснення відеозображень з вимірвальною інформацією, разів	до 10	8...30	декілька сотень	5
5. Обсяг стиснутої вимірвальної інформації	середній	середній	малий	середній
6. Обсяг обчислень	середній	великий	великий	середній
7. Способи скорочення обсягу обчислень та підвищення швидкодії методу стиснення	використання швидких алгоритмів перетворень та спеціалізованих технічних засобів	використання швидких алгоритмів перетворень та спеціалізованих технічних засобів	використання швидких алгоритмів перетворень та спеціалізованих технічних засобів	використання швидких алгоритмів перетворень та спеціалізованих технічних засобів
8. Швидкодія методу	висока	середня	низька	висока
9. Підтримка методу в існуючих технічних засобах	+	+	+	+

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5
10. Підтримка методу в існуючих програмних засобах	+	+	+	+

11. Симетричність процедур стиснення та відновлення	+	– (повільне стиснення та швидке відновлення)	– (повільне стиснення та швидке відновлення)	+
12. Точність передачі амплітуди відеосигналу	висока	висока або середня	висока або середня	висока
13. Точність передачі контурів об'єктів вимірювань	висока або середня (залежно від ступеня стиснення)	середня або низька	середня або низька	висока
14. Можливість використання в засобах вимірювань механічних величин	+	–	–	+
	(з деякими обмеженнями)			(стиснення у відеокамері в темпі надходження вимірювальної інформації)

3. Фрактальне стиснення відеозображень доцільно застосовувати для довготривалого накопичення і зберігання вимірювальної інформації, а також у всіх випадках, коли потрібно забезпечити високий ступінь стиснення. Умовою успішного застосування фрактального стиснення є наявність значних обчислювальних потужностей у ЕОМ, а також наявність фрактальних властивостей самоподібності у початкових відеозображень. Наприклад це можуть бути об'єкти природного походження з відповідними геометричними параметрами і текстурою поверхні. Фрактальне стиснення потребує відносно великих часових затрат на процедуру стиснення і тому може бути застосовано тільки для вже накопиченої в пам'ятовуючих пристроях ЕОМ вимірювальної інформації.

4. Стиснення відеозображень на основі дискретного косинусного перетворення (метод JPEG) має гірші показники ефективності порівняно з фрактальним та вейвлет-стисненням. Але його застосування є виправданим у багатьох випадках, перш за все як більш проста альтернатива методу JPEG 2000. Завдяки широкому розповсюдженню та підтримці методу JPEG в технічних і програмних засобах забезпечується більший вибір варіантів та більш дешеве рішення при проектуванні засобів вимірювань механічних величин. Таке стиснення можливо виконувати в темпі надходження вимірювальної інформації про механічні величини.

5. Стиснення відеозображень на основі штучних нейронних мереж є перспективним напрямком розвитку методів стиснення, але цей метод знаходиться на етапі початкового розвитку. Тому пропонується для стиснення відеозображень з вимірювальною інформацією використовувати інші методи, перераховані вище. Штучні нейронні мережі доцільно використовувати як ефективний метод попередньої обробки таких відеозображень (фільтрація, сегментація, відновлення динамічних викривлень вимірювальної інформації). Також штучні нейронні мережі можуть бути використані як складова частина фрактального стиснення для ефективного пошуку самоподібних блоків відеозображення. Таке застосування штучних нейронних мереж дозволяє значно поліпшити точність засобів вимірювань механічних величин.

6. При дослідженні об'єктів вимірювань, що змінюють свої характеристики в часі, необхідно виконувати стиснення послідовностей цифрових відеозображень, що містять вимірювальну інформацію про ці об'єкти. Для такого стиснення необхідно використовувати методи стиснення відеопослідовностей, в яких зберігаються всі кадри в стисненому вигляді (методи М-JPEG і DV). Неприйнятними є методи, в яких при стисненні вилучаються кадри з відеопослідовності, а при відновленні ці кадри формуються на основі приблизних інтерполяційних оцінок (методи MPEG-1, 2, 4 та інші, подібні до них, методи) [10, 16, 17].

7. Формування та накопичення послідовностей відеозображень з вимірювальною інформацією про динамічні об'єкти вимірювань включає їх стиснення за методом DV в пристрої формування відеозображень, цифровий запис на магнітну стрічку та подальшу передачу в ЕОМ по інтерфейсу IEEE 1394. Таке стиснення виконується у цифровій відеокамері в темпі надходження вимірювальної інформації про механічні величини. Метод М-JPEG має обмежене застосування для застарілих засобів введення в ЕОМ та накопичення відеозображень від аналогових відеокамер.

Висновки:

У статті розглянуто особливості застосування методів стиснення відеозображень до двовимірної вимірювальної інформації про механічні величини. Проаналізовано ряд методів стиснення, що можуть бути використані для стиснення відеозображень з двовимірною вимірювальною інформацією. Оцінено вплив цих методів на точність вимірювальної інформації про механічні величини.

Результати досліджень свідчать про можливість та необхідність використання методів стиснення для відеозображень, що містять двовимірну вимірювальну інформацію про механічні величини. Для відеозображень нерухомих об'єктів вимірювань найбільш доцільним є застосування методів стиснення на основі кодування з перетворенням (методи JPEG і JPEG 2000) при введенні цифрових відеозображень в ЕОМ і при поточному їх накопиченні, а також застосування фрактального методу при довготривалому зберіганні відеозображень. Для послідовностей відеозображень динамічних об'єктів вимірювань найбільш доцільним є застосування методів стиснення відеопослідовностей, в яких при стисненні зберігаються всі кадри (наприклад метод DV). Оскільки всі вказані методи стиснення є методами з втратами деякої частини інформації про цифрові дані відеозображення, то необхідний аналіз та вибір параметрів цих методів для забезпечення мінімізації похибок вимірювань механічних величин.

Отримані результати є основою для підвищення точності й швидкодії засобів вимірювань механічних величин, що базуються на двовимірній вимірювальній інформації. Ці результати можуть бути застосовані при розробці автоматизованих засобів вимірювань та інформаційно-вимірювальних систем, які використовують алгоритмічні методи обробки відеозображень і вимірювальної інформації.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 792 с.
2. Шлихт Г.Ю. Цифровая обработка цветных изображений. – М.: ЭКОМ, 1997. – 336 с.
3. Горелик С.Л., Кац Б.М., Киврин В.И. Телевизионные измерительные системы — М.: Связь, 1980. — 168 с.
4. Жураковский Ю.П. Передача информации в ГАП. – К.: Выща школа, 1991. – 216 с.
5. Чернега В.С. Сжатие информации в компьютерных сетях: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.К. Маригодова. – Севастополь: СевГТУ, 1997. – 214 с.
6. Еремеев И.С. Устройства сжатия информации (Гибридные компрессоры информации). – М.: Энергия, 1980. – 160 с.
7. Бердышев В.И., Петрак Л.В. Аппроксимация функций, сжатие численной информации, приложения. – Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 1999. – 298 с.
8. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. – М.: Триумф, 2003. – 320 с.
9. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 384 с.
10. Артюшенко В.М. Цифровое сжатие видеoinформации и звука. – М.: Дашков и К, 2004. – 426 с.
11. Методы передачи изображений. Сокращение избыточности: Пер. с англ. / Под ред. У.К. Прэтта. – М.: Радио и связь, 1983. – 264 с.
12. Цифровое кодирование телевизионных изображений / И.И. Цуккерман, Б.М. Кац, Д.С. Лебедев и др.; Под ред. И.И. Цуккермана. – М.: Радио и связь, 1981. – 240 с.
13. Красильников Н.Н., Красильникова О.И. Мультимедиа технологии в информационных системах. Методы сжатия и форматы записи графической информации: Учебное пособие. – С-Пб.: СПбГУАП, 2004. – 68 с.
14. Шульгин В.И. Основы теории передачи информации. – Часть 1. – Экономное кодирование: Учебное пособие. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет “Харьковский авиационный институт”, 2003. – 102 с.
15. Мюррей Д., Ван Райнер У. Энциклопедия форматов графических файлов: Пер. с англ. – К.: ВНУ, 1997. – 672 с.
16. Птачек М. Цифровое телевидение. Теория и техника: Пер. с чешск. / Под ред. Л.С. Виленчика. – М.: Радио и связь, 1990. – 528 с.
17. Яворских Е.А. Видео на персональном компьютере. Самоучитель. – С-Пб.: Питер, 2005. – 142 с.
18. Востров Г.Н., Лебедева Е.Ю., Павлов О.А. Многопроходные модели сжатия видеопоследовательностей // Искусственный интеллект. – 2003. – № 4. – С. 237–245.
19. ISO/IEC 10918–1 (ITU–T T.81). Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images. Part 1: Requirements and Guidelines. – 1992. – 186 p.
20. Wallace G.K. The JPEG Still Picture Compression Standard // Communication of the ACM, 1991. – Vol. 34. – № 4. – Pp. 31–44.
21. Борн Г. Форматы данных: Пер. с нем. – К.: ВНУ, 1995. – 668 с.
22. Bradley A.P., Stentiford F. Visual attention for region of interest coding in JPEG 2000 // Visual Communication & Image Representation, Academic Press. – 2003. – № 14. – Pp. 232–250.
23. Marcellin M.W., Gormish M.J., Bilgin A., Boliek M.P. An Overview of JPEG–2000 // Proc. of IEEE Data Compression Conference, Snowbird, Utah, March 2000. – 2000. – Pp. 523–541.

24. *Marcellin M. W., Bilgin A.* JPEG2000: Highly Scalable Image Compression // Proc. of 2001 International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC2001), Las Vegas, Nevada, April 2001. – 2001. – Pp. 268–272.
25. *Воробьев В.И., Грибунин В.Г.* Теория и практика вейвлет-преобразования. – СПб.: ВУС, 1999. – 204 с.
26. *Fisher Y. (editor).* Fractal Image Compression: Theory and Application. – New York: Springer-Verlag, 1995. – 354 с.
27. Fractal Image Encoding and Analysis / Edited by Y. Fisher. – Berlin: Springer-Verlag, 1998. – 368 p.
28. *Топорков А.* Fractal Image File – новые горизонты сжатия изображений // *Сипр.* – 2001. – № 7. – С. 121–123.
29. *Кроновер Р.М.* Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. – М.: Постмаркет, 2000. – 352 с.
30. *Катыс Г.П.* Обработка визуальной информации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
31. *Westwater R., Furht B.* Real-time video compression. Techniques and algorithms. – Kluwert academic publishers, 1997. – 170 p.
32. *Хавалко В.М., Худий А.М.* Алгоритми обробки зображень засобами клітинних нейронних мереж // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи.* – 2004. – № 1. – С. 45–52.

ПОДЧАШИНСЬКИЙ Юрій Олександрович — кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації та управління в технічних системах Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- методи вимірювання механічних величин;
- цифрова обробка відеозображень.

Подано 16.05.2008

Подчашинський Ю.О. Стиснення цифрових відеозображень, що містять вимірвальну інформацію про механічні величини

Подчашинский Ю.А. Сжатие цифровых видеоизображений, содержащих измерительную информацию о механических величинах

Podchashinsky Yu.A. Compression of the digital videoimages with the measuring information on mechanical values

УДК 531.7:004.932

Сжатие цифровых видеоизображений, содержащих измерительную информацию о механических величинах / Ю.А. Подчашинский

Рассмотрены методы сжатия видеоизображений, содержащих двумерную измерительную информацию о механических величинах. Оценены точностные и временные характеристики методов сжатия. Определен ряд методов, которые могут быть эффективно применены для сжатия неподвижных видеоизображений и для сжатия последовательностей видеоизображений с измерительной информацией.

УДК 531.7:004.932

Compression of the digital videoimages with the measuring information on mechanical values / Yu.A. Podchashinsky

The methods of compression of the videoimages with two-dimension measuring information on mechanical values are considered. Accuracy and temporary characteristics of methods of compression are evaluated. A series of methods is determined which can be effectively applied for compression of the motionless videoimages and for compression of sequences of the videoimages with the measuring information.