**Цимбал Олег Валерійович. Багатоетапна робасна адаптивна фільтрація багатоканальних зображень дистанційного зондування: дисертація канд. техн. наук: 05.07.12 / Національний аерокосмічний ун-т ім. М.Є.Жуковського "Харківський авіаційний ін-т". - Х., 2003**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Цимбал О.В. Багатоетапна робасна адаптивна фільтрація багатоканальних зображень дистанційного зондування**. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.07.12 - дистанційні аерокосмічні дослідження. – Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е.Жуковського «ХАІ», Харків, 2003.  Дисертація присвячена розробці методів інформаційно-зберігаючого придушення інтенсивних імпульсних та мультиплікативних завад на радіолокаційних зображеннях, які сформовано багатоканальними системами дистанційного зондування. Запропоновано ефективні методи і швидкодіючі цифрові алгоритми багатоетапної робасної адаптивної нелінійної та сумісної (векторної) фільтрації. Для забезпечення надійного усунення компактної імпульсної завади на попередньому етапі запропонованої багатоетапної схеми проведено навчання «м'яких» морфологічних фільтрів, а також розроблено спеціалізований метод детектування й усунення компактних викидів, що дозволило помітно перевершити існуючі методи в надійності усунення викидів та збереженні інформації. Для етапу придушення мультиплікативної завади на одноканальних РЛЗ розроблено трикомпонентний локально-адаптивний фільтр із «жорстким» переключенням, що дозволяє ефективно придушувати шум за умов збереження не тільки меж об'єктів, але й текстури. Для обробки багатоканальних РЛЗ запропоновано використовувати модифікований векторний сигма-фільтр, що зберігає деталі. Доведено, що він має перевагу над відомими скалярними та векторними фільтрами. Розроблено схему його застосування для обробки багатоканальних зображень, що містять одночасно РБО-, РСА-, оптичні канальні зображення. Розроблено швидкодіючі цифрові алгоритми, що реалізують запропоновані методи. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі розглянуто основні недоліки існуючих методів придушення завад на зображеннях ДЗ. Розроблено багатоетапну схему підвищення якості зображень ДЗ, відповідно до якої на першому етапі для усунення КІП у присутності флуктуаційних шумів пропонується використовувати «навчені» морфологічні фільтри або розроблений спеціалізований алгоритм. На другому етапі для забезпечення ефективного придушення мультиплікативного шуму на РЛЗ за умов збереження інформації, що важлива для інтерпретації, не тільки в околах ММО, але й на текстурних ділянках розроблено трикомпонентний ЛАФ з «жорстким» переключенням; для випадку обробки БКЗ ДЗ розроблено ефективний метод векторної обробки. Запропоновано швидкодіючі схеми та цифрові алгоритми, що реалізують запропоновані методи.  Відповідно до поставленої задачі проведено необхідні дослідження й розробки, що забезпечили наступні результати:   1. Проаналізовано причини виникнення і властивості КІП, що спостерігаються на супутникових зображеннях, які передано на наземні пункти прийому по аналоговому каналу; розроблено узагальнену модель такої КІП; 2. Проаналізовано причини непрацездатності існуючих методів робасної фільтрації та спеціалізованих алгоритмів усунення інтенсивного імпульсного шуму у випадку КІП. Показано, що для вирішення задачі усунення КІП за умов збереження інформації доцільним є використання наступних методів:   навчених «м'яких» морфологічних фільтрів з різними варіантами навчання з метою усунення КІП, що дозволяє у залежності від варіанта, що використовується, забезпечити виграш за критерієм ПССШ до 1,8 дБ у порівнянні з відомими алгоритмами;  розробленого спеціалізованого алгоритму детектування й усунення КІП на основі аналізу 2s-сегментованої вибірки з урахуванням структурних особливостей КІП, що за умови застосування постобробки дозволяє досягти ПССШ, що на 1,7-3,1 дБ перевищує ПССШ для відомих схем фільтрації за рахунок практично повного усунення КІП за умов більшого ступеню збереження корисної інформації;   1. Для забезпечення переходу від двохкомпонентної ЛАФ з «жорстким» переключенням, що не дозволяє забезпечити достатній рівень збереження текстурної інформації, до трикомпонентного ЛАФ:   проведено дослідження з метою вибору компонентного фільтра, що є найбільш ефективним для обробки ТД, яке показало, що таким фільтром є модифікація ДКП-фільтру для мультиплікативного шуму;  розроблено ефективний швидкодіючий ПК на основі бінарних показників локальної активності, що дозволяє сегментувати зображення відповідно до трьох класів (ОУ, ММО, ТД), обробка яких повинна виконуватись різними компонентними фільтрами;   1. У результаті аналізу ефективності фільтрації різними неадаптивними фільтрами, двох- і трикомпонентними ЛАФ з «жорстким» переключенням тестових зображень з ТД у завадових ситуаціях, що є типовими для РЛЗ, показано, що запропонований трикомпонентний ЛАФ забезпечує більшу ефективність обробки РЛЗ, що містять текстуру, у порівнянні з відомим найкращим двохкомпонентним ЛАФ у середньому більш, ніж на 1 дБ за критерієм ПССШ за рахунок кращої (у середньому більш ніж на 2 дБ) обробки ТД. Ефективність запропонованого фільтра також продемонстрована візуально на прикладах обробки тестових і реальних РЛЗ. 2. Для випадку обробки БКЗ ДЗ проведений аналіз властивостей МВСФ у порівнянні з його скалярним аналогом, а також іншими векторними та покомпонентними фільтрами. Доведено доцільність застосування МВСФ, що забезпечує ПССШ обробки тестових БРЛЗ, які містять ТД, на 1 дБ більше, ніж у скалярного МСФ, та на 6..10 дБ більше, ніж у ВМФ та векторного адаптивного Lpq-фільтра; Для випадку обробки БКЗ ДЗ з істотно різними завадовими ситуаціями в каналах розроблено спеціальну схему попередньої обробки даних ДЗ, що дозволило істотно розширити коло практичних ситуацій, коли є можливим застосування МВСФ; 3. На прикладі підвищення надійності оцінки ступеню еродованості ґрунту без рослинності показано, що використання МВСФ у складі запропонованої схеми обумовлює підвищення ймовірність правильної інтерпретації БРЛЗ практично в два рази у порівнянні з інтерпретацією необробленого БРЛЗ та до 10% у порівнянні з використанням скалярного МСФ, у тому числі за умов наявності в складі БРЛЗ компонентних РСА РЛЗ; 4. Для ФПС, що реалізуються на однозадачному мікропрограмному рівні, модифіковано ефективний універсальний алгоритм сортування злиттям однозв'язних списків для задач повного рекурентного сортування вибірки РЛ-даних та запропоновано гібридний списочно-гістограмний алгоритм. У результаті порівняльного аналізу з ефективними модифікованими гістограмними сортуваннями вибірки для типових апертур, що використовують у ФПС, та завадових ситуацій, що є типовими для РЛЗ, показано, що доцільним є застосування запропонованих алгоритмів сортування; 5. Запропоновано схему систолічної організації робасної багатоетапної схеми застосування розробленого трикомпонентного ЛАФ з «жорстким» переключенням за умов універсальної програмно-апаратної реалізації для задач функціонування у масштабі реального часу, а також наведено рекомендації з універсального підвищення швидкодії компонентних фільтрів. | |