**Лукін Володимир Васильович. Локально-адаптивна стійка фільтрація сигналів і зображень у багатоканальних системах дистанційного зондування : Дис... д-ра наук: 05.07.12 – 2003**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Лукін В.В. Локально-адаптивна стійка фільтрація сигналів і зображень у багатоканальних системах дистанційного зондування. - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження. - Національний аерокосміний університет ім. М.Є.Жуковського „ХАІ”, Харків, 2002.  В дисертації розроблено теорію та запропоновано методи локально-адаптивної стійкої фільтрації та багатоетапної обробки одновимірних, двовимірних і багатови-мірних сигналів і зображень, що реєструються або формуються багатоканальними радіолокаційними комплексами дистанційного зондування аерокосмічного базуван-ня та іншими типами радіотехнічних й інформаційно-вимірювальних систем. Роз-роблено, досліджено й апробовано нові методи та цифрові алгоритми первинної об-робки сигналів, формування зображень та підвищення їх якості, видобування корис-ної інформації про характеристики об'єктів, що зондуються, підвищення точності вимірювання параметрів за умови впливу негаусівских завад складного виду, наявності аномальних похибок вимірювань, сумісному впливі декількох дестабілізуючих факторів, обмеженій априорній інформації про характеристики сигналів, завад, середовища розповсюдження. | |
| |  | | --- | | У дисертації розвинуто новий науковий напрямок - теорію локально-адаптив-ної нелінійної фільтрації сигналів і зображень і запропоновано нелінійні багатоетап-ні методи обробки одновимірних, дво- та багатовимірних сигналів та зображень у багатоканальних комплексах ДЗ, РТС та ІВС, які здібні успішно функціонувати в умовах впливу складних (адитивних, мультиплікативних та імпульсних) завад та ін-ших деструктивних факторів за умов обмежених апріорних відомостей про їх характеристики. Розглянуто загальні підходи до вирішення проблеми підвищення характеристик точності багатоканальних систем ДЗ, РТС та ІВС, покращення їх ро-басності, забезпечення виконання основних функцій в умовах складної сигнально-завадової обстановки та запропоновано конкретні шляхи досягнення бажаних влас-тивостей з демонстрацією їх ефективності для модельних та реальних даних.  Головні висновки можна сформулювати наступним чином:  1. Показано, що необхідні ефективність і надійність обробки сигналів і зобра-жень у багатоканальних системах ДЗ, а також бажана точність вимірювання пара-метрів сигналів та об’єктів не можна досягти за умови використання існуючих ліній-них та нелінійних (включаючи адаптивні) методів обробки даних, що зумовлено або їх недостатньою робасністю, типовою для лінійних методів, або проблемою забезпе-чення необхідного компромісу властивостей (для нелінійних неадаптивних методів).  2. Доведено, що під час вирішення задач аналізу та розробки методів фільтра-ції одно-, дво- та багатовимірних сигналів і зображень доцільним є використання за-пропонованих модельних представлень, які враховують адитивну, мультиплікатив-ну та імпульсну складові завад та інші деструктивні фактори, з одночасним викорис-танням кількох критеріїв ефективності обработки та вказанням їх пріоритетів.  3. Запропоновано ВВ і аподизуючі функції для АГ і систем ЦОС, застосування яких є доцільним під час вирішення різних практичних задач, бо за умови однако-вого РМБП вони забезпечують ШГП відгука, що лише на 8-15% більше, ніж для ВО ДЧ, і на 2-4% менше, ніж для ВО КБ, при цьому для східцевих ВВ рівень максимальної БП відгука можна змінювати у межах від -20 до -45 дБ, а для інших запропонованих ВВ можна досягти ще більш низький РМБП; при цьому забезпечується можливість реалізації ВВ у багатоелементних АГ при наявності конструктивно-тех-нологічних обмежень, висока швидкодія в АГ і СФЗ з ЦОС, стійкість параметрів ДС до впливу завад і викривлень; крім того, запропоновані та розроблені методи опти-мізації і аналіза характеристик ВВ та відгуків можна використовувати для вирішен-ня інших задач - локального придушення БП, синтеза двовимірних АГ, покращення характеристик відгуків у РСА та точності їх калібровки.  4. Запропоновано структуру алгоритма ЛАФ с жорстким переключенням, яка навіть за умови використання лише двох компонентних фільтрів - ПШФ і ЗДФ - і одного ПЛА, що порівнюється з порогом, дозволяє ефективно вирішувати задачі обробки одно- та багатоканальних зображень, забезпечення задовільного компромісу властивостей ЛАФ у цілому, простоту оптимізації параметрів блоків й високу швидкодію; при цьому виграш у співвідношенні сигнал-завада за рахунок застосування ЛАФ замість відповідних компонентних фільтрів, які входять до складу ЛАФ, сягає 7 дБ у залежності від характеристик зображень та завад.  5. Показано, що ще кращі показники (виграш у співвідношенні сигнал-завада до 9 дБ у порівнянні з неадаптивними нелінійними фільтрами) досягаються за умови використання банків нелінійних фільтрів, кількох ПЛА та їх сумісного аналізу з використанням ЕС і НМ, але при цьому ускладнюється алгоритм обробки, стає потріб-ним попереднє навчання ЕС або НМ, інколи з’являється необхідність мати більш точну та достовірну інформацію про характеристики завад.  6. Результати досліджень є основою для вибору типів і параметрів ПШФ, ЗДФ, ПЛА, значень порогів для різних ситуацій, що мають місце в практиці багатока-нального ДЗ, в тому числі для випадків несиметричних ЩРЙ мультиплікативних завад та їх просторової корельованості, в залежності від ймовірності появи імпульс-них завад, пріоритету вимог до алгоритмів обробки, тощо.  7. Розроблено оригінальні фільтри: адаптивні Lpq та a-урізані фільтри, МСФ і МСФ з розміром ковзного вікна, що вибирається адаптивно, модифікований фільтр Фроста, векторний багатоетапний фільтр, ВМСФ, векторний ЛАФ на основі векторного квазірозмаху, одновимірні ЛАФ на основі Z-параметрів, які за інтегральними та локальними показниками перевищують існуючі аналоги на 2-6 дБ; показано, в яких випадках та з якою метою доцільно використовувати гомоморфні перетворення та різні норми під час векторної фільтрації багатоканальних РЛЗ.  8. Показано, що якщо складно досягти задовільного компромісу властивостей фільтрів за умови обробки сигналів і зображень на одному етапі, то у таких ситуаціях доцільно використовувати запропоновані багатоетапні процедури обробки сигналів і зображень: обробку одноканальних РЛЗ на основі фільтрів Лі, Фроста або адаптивного Lpq-фільтра на першому етапі та застосування КІХ-медіанних гібридних фільтрів, МСФ чи фільтрів на основі вейвлетного або косинусного перетворень на другому етапі, що дозволяє на 2-6 дБ покращити ступінь придущення спеклу на однорідних ділянках РЛЗ; багатоетапні методи є ефективними й при вирішенні задач обробки та інтерпретації багатоканальних РЛЗ, обробки сигналів у пасивних СФЗ.  9. Розвинуті в роботі локально-адаптивний та багатоетапний підходи можуть служити основою та є ефективними й для вирішення задач відновлення зображень, у тому числі в нетрадиційних ситуаціях наявності негаусівських завад; ці підходи вперше застосовано для вирішення задач первинного розпізнавання РЛЗ, усунення специфічних викривлень типу залишкових похибок суміщення РЛЗ на основі розроблених векторних локально-адаптивних фільтрів.  10. Якщо використовувати комплексно запропоновані методи калібровки, фільтрації, нелінійної корекції та суміщення багатоканальних зображень та їх прив'язки до топомапи, первинного та вторинного розпізнавання даних багатоканального ДЗ на основі НМ, то вони дозволять забезпечити сприйнятну (вище за 0,9) вірогідність правильного розпізнавання типів об'єктів і задовільну для практичних застосувань точність і надійність визначення параметрів ділянок, що зондуються, за умови наявності адекватних радіофізичних моделей, зокрема, під час вирішення задачі оцінювання ступеня еродованості ґрунтів.  11. Дослідження, що проведено на модельних даних, і аналіз реальних сигналів у пасивних СФЗ, показали, що похибки визначення кутових координат об'єктів можуть бути зумовлені різними факторами або їх сумісним впливом, при цьому для первинних вимірювань вірогідність появи аномальних похибок мають порядок 0,1-0,4, що робить стеження практично неможливим.  10. Доведено, що в результаті сумісного застосування запропонованих адаптивних і стійких методів підвищення точності первинних оцінок кутових координат, методів фільтрації послідовностей цих оцінок та обробки ВЕ, які представляються у вигляді двовимірних зображень, вдається в 1,2-7,8 разів зменшити СКП нормальних оцінок, досягти практично повного усунення аномальних похибок і забезпечити можливість реалізації стежачих вимірювань, що підтверджено результатами апробації запропонованих методів для даних натурного експерименту. | |