

ОБРОБКА ДАНИХ ТРАЄКТОРНИХ ВИМІРІВ, ЯКІ ВОЛОДІЮТЬ ПРОСТОРОВОЮ НАДМІРНІСТЮ

К.І. Мотильов, О.В. Луханіна, Є.В. Гончаров, В.В. Пасльон

Донецький національний технічний університет

Сучасний літальний апарат (ЛА), який виконує маневр, рухається по складній випадковій траєкторії на великих швидкостях. Актуальність роботи викликана необхідністю мати точну інформацію про положення ЛА та її апостеріорної обробки. Ця задача вирішується за допомогою траєкторних вимірювально-обчислювальних комплексів (ТВОК). ТВОК складається з:

- зовнішньотраєкторних вимірювальних засобів;
- систем автоматичного (напівавтоматичного) знімання та передачі інформації;
- системи єдиного часу;
- обчислювальної системи.

Комплекс повинен обробляти великі інформаційні потоки за короткий проміжок часу. Результати повинні відповідати вимогам точності та вірогідності, які обумовлені тим, що за результатами траєкторних вимірів виробляються відповідальні рішення про якість і придатність ЛА.

Підвищення точності ТВОК досягається:

- удосконаленням вимірювально-обчислювального комплексу;
- поліпшенням методів визначення й обліку систематичних помилок;
- підвищенням ефективності методів обробки траєкторної інформації.

Суттєвою особливістю, якою може володіти траєкторна інформація, є просторова та часова надмірність.

Часова надмірність (ЧН) зв'язана з високим темпом знімання інформації, що обумовлений необхідністю реєструвати високодинамічні ділянки траєкторії, різні характерні явища і розвиток можливих аварійних та нештатних ситуацій.

Просторова надмірність (ПН) є наслідком багаторазового дублювання вимірів різними засобами, яке спочатку створювалося з метою підвищення надійності вимірів. ПН, як і ЧН, стали використовувати для підвищення точності кінцевих результатів.

Внаслідок того, що при вимірах практично неминучі перешкоди, математичною основою алгоритмів і програм обробки вимірів є статистичні методи.

Традиційні прикладні методи та алгоритми не вирішують задачі підвищення точності і вірогідності, тому що вони володіють рядом серйозних обмежень:

- не враховують кореляцію помилок вимірів;
- не є досить гнучкими, щоб автоматично пристосовуватися до метрологічного стану вимірників та форми випадкової траєкторії, яка змінюється;
- не є досить загальними для широкого діапазону умов;
- не завжди задовольняють вимогам до точності і вірогідності;
- не реалізують повною мірою можливостей сучасних обчислювальних систем.

Після детального аналізу існуючих математичних методів обробки інформації було запропоновано перехід від простих методів до узагальненого, який було розроблено професором Огороднійчуком М. Д. Цей метод базується на обробці первинної траєкторної

просторово-надлишкової інформації. Він має суттєві переваги над простими методами:

- забезпечує оптимальну точність обробки надлишкової інформації будь-якого обсягу і типу практично при будь-якому розташуванні вимірювальних засобів;
- допускає обробку інформації мінімального обсягу із збереженням точності відповідних простих методів;
- ефективний при будь-яких флуктуаціях випадкових помилок вимірів;
- сполучається з будь-якими видами реалізації ЧН (згладжуванням, фільтрацією) при послідовній обробці даних вимірів;
- паралельно з основною обробкою дозволяє здійснювати оперативні контроль і самоконтроль точності ТВОК;
- може застосовуватися в адаптивних алгоритмах для добору суттєвої первинної інформації при її математичній обробці;
- може застосовуватися для обґрунтування вибору, розміщення і ефективного використання вимірювальних засобів у системах контролю траєкторій.

Даний метод вимагає більше трудозатрат на підготовку і більше машинного часу на обробку, але при сучасних електронно-обчислювальних машинах (ЕОМ) це не суттєво.

Як показує досвід попередніх розробок, застосування узагальненого методу дозволяє:

- суттєво підвищити точність визначення параметрів об'єкта в результаті використання надлишкової первинної інформації;
- спростити підготовку вихідних даних завдяки приведенню

різномітної службової інформації до єдиної стандартної форми;
-спростити ведення рахунка на ЕОМ внаслідок універсальності методу. При цьому обсяг робіт з дешифрування даних вимірів для мінімально-надмірної інформації ($m = 3$) не збільшується, а для надлишкової інформації, ($m > 3$) зростає прямопропорційно $m/3$. Внаслідок цього метод особливо ефективний при автоматизованому зніманні даних з вимірювальних станцій і введенні їх в ЕОМ, коли час дешифрування відносно невеликий.

Реалізований у даній роботі алгоритм має інтерактивні здібності, стійкий до збоїв і грубих помилок вимірів, використовує всю повноту великих масивів інформації. Математичний апарат застосовує основи теорії імовірності, математичної статистики та теорії матриць

В результаті дослідження проблеми обробки траєкторної інформації отримані наступні результати:

- перехід від простого методу обробки даних до узагальненого дозволяє підвищити точність і вірогідність одержуваної інформації;
- для підвищення точності визначення траєкторії об'єктів необхідна наявність просторової і часової надмірності вимірів;
- виконаний аналіз точності показав придатність застосування узагальненого методу для одержання просторових характеристик об'єктів;
- дослідження області застосування запропонованого методу показало його придатність для визначення тривимірних координат не тільки літальних апаратів, але й будь-яких об'єктів, розташованих на земній чи водняній поверхні.

Результати обчислень можуть використовуватися для детального

дослідження та прогнозування технічних процесів і аналізу різних нештатних ситуацій під час льотних іспитів.

Розроблений алгоритм можна використовувати для розробки програмного забезпечення автоматизованих робочих місць інженера-дослідника в іспитових центрах різних відомств.