

3. Overview of the RANSAC Algorithm // York University, 13,2010.[Електроний ресурс] Режим доступу: [http://www.cse.yorku.ca/~kosta/CompVis\\_Notes/ransac.pdf](http://www.cse.yorku.ca/~kosta/CompVis_Notes/ransac.pdf)

Лапіна О. В., аспірант

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, [elelapina@gmail.com](mailto:elelapina@gmail.com)

### **ВДОСКОНАЛЕННЯ ОБРОБКИ ТА КОНТРОЛЮ ІНФОРМАЦІЇ ДАТЧИКІВ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ РУХОМ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

Сучасні системи керування рухом транспортних засобів відносяться до розряду складних систем з великою кількістю елементів, які схильні до відмов [1]. Одною з основних вимог до системи керування є її висока надійність. Відмови датчиків кутової швидкості можуть призводити до невиконання цільової задачі системи керування рухом транспортного засобу. Існуючі методи контролю працездатності датчиків кутової швидкості є досить грубими. З метою побудови алгоритмів контролю та ідентифікації відмов датчиків кутової швидкості системи управління рухом транспортного засобу необхідно вирішити наступні завдання: 1) початкова установка; 2) вибір конфігурації включаються каналів; 3) розрахунок збільшень кутів; 4) контроль і формування ознаки інформативності датчиків кутових швидкостей.

Безплатформені системи і датчики кутових швидкостей. Гіроскопічні системи дозволяють отримати необхідну інформацію для автоматичного керування рухом транспортного засобу автономними методами, без будь-яких інших, не залежних від зовнішніх перешкод, джерел інформації [1, 2].

Чутливими елементами безплатформеної системи є гіроскопічні датчики первинної інформації, які вимірюють кути чи кутові швидкості руху транспортного засобу. Ці датчики встановлюються безпосередньо на корпусі транспортного засобу і працюють сумісно з цифровою або аналоговою обчислювальною машиною, безупинно виробляючи розрахунок параметрів, що визначають розташування транспортного засобу щодо базової системи координат [1, 3, 4]. Найбільш поширені в безплатформених системах прецизійні датчики кутових швидкостей. Це один з основних і найбільш досконалих чутливих елементів систем керування, стабілізації та навігації [2,3].

До характеристик датчиків кутових швидкостей пред'являються дуже жорсткі вимоги. Так, верхній діапазон швидкостей, вимірюваних сучасними датчиками кутових швидкостей, відповідає десяткам і сотням градусів в секунду. Верхній діапазон вхідних впливів, в якому датчики кутових швидкостей зобов'язані забезпечувати вимірювання кутової швидкості, досягає 100 Гц. Прецизійні датчики кутових швидкостей безплатформених інерційних систем повинні мати роздільну здатність до тисячних часток градусів на годину і лінійність до  $10^{-3}\%$ , причому вони повинні формувати вихідний сигнал в цифровому вигляді. У широкому діапазоні варіюються вимоги до масових і габаритних параметрів приладів; через мініатюризацію датчиків кутових швидкостей останнім часом значно зменшилися величини власного кінетичного моменту їх гіроскопів [3,4].

Датчик кутової швидкості призначений для вимірювання кутової швидкості руху транспортного засобу від  $0,001$  до  $10 \text{ c}^{-1}$  в інерціальному просторі. Для цієї мети можна застосовувати як двоступеневі, так і тріступеневі гіроскопи [1].

Як об'єкт дослідження розглядається система, яка включає в себе шість датчиків кутових швидкостей з некомпланарним розташуванням осей чутливості (вимірювальних осей).

Всі шість вимірювальних осей при номінальному положенні розташовуються паралельно ребрам базового правильного шестикутника, вписаного в конус обертання з кутом попураствора  $j$ , рівним  $0,9553$  рад, який має симетричне розташування ребер по колу підстави конуса з кутовим кроком  $q$ , рівним  $1,04$  рад [4].

У режимі вмикання системи після досягнення теплової готовності включаються всі шість датчиків кутових швидкостей. Після досягнення функціональної готовності (~ 22 хв з моменту вмикання приладу) проводиться контроль працездатності датчиків кутових швидкостей і в разі норми два датчика відключаються. Вони знаходяться в «гарячому» резерві і в разі необхідності можуть бути придатні до роботи через 1 хвилину [1].

Алгоритм розраховує матрицю  $C$  ( $6 \times 3$ ) установки шести датчиків кутових швидкостей в приладових осях з елементами:

$$C_{i1} = \cos(\varphi + \delta\varphi_i);$$

$$C_{i2} = \sin(\varphi + \delta\varphi_i) \cdot \cos((i-1)\theta + \delta\theta_i);$$

$$C_{i3} = \sin(\varphi + \delta\varphi_i) \cdot \sin((i-1)\theta + \delta\theta_i),$$

де  $\varphi, \theta$  - кути установки датчиків кутових швидкостей в приладовій системі координат;  
 $\delta\varphi_i, \delta\theta_i$  - похибки кутів установки ( $i = 1, \dots, 6$ ).

Алгоритм також виконує обнуління внутрішніх змінних задач. За технічним завданням вибирається число датчиків кутових швидкостей, що вмикаються: робота на 5-ти, 4-х або 3-х датчиках кутових швидкостей. Також задається ознака контролю: наявність або його відсутність. Алгоритм працює на тих тактах режиму, де відбувається зміна працюючого комплекту датчиків кутових швидкостей функціонально при виникненні відмови або за технічним завданням. Алгоритм складається з трьох частин, що відповідають трьом станам ознаки роботи.

При роботі на 5-ти датчиках кутових швидкостей алгоритм формує п'ятірку працюючих датчиків кутових швидкостей з числа справних. З цієї п'ятірки вибирається ортогональна керуюча трійка датчиків кутових швидкостей для формування матриці керування. Якщо номери працюючих датчиків кутових швидкостей вибираються за технічним завданням, то керуючою трійкою вважаються перші три із заданих.

При роботі на 4-х датчиках кутових швидкостей з числа справних вибираються номери 4-х датчиків кутових швидкостей: три з них вважаються керуючими, а 4-й використовується для контролю. Вибір четвірки за технічним завданням здійснюється аналогічно випадку роботи на 5-ти датчиках кутових швидкостей.

При роботі на 3-х датчиках кутових швидкостей вибір працюючих вимірювальних каналів здійснюється аналогічно випадку роботи на 4-х датчиках кутових швидкостей, відмінність полягає в тому, що контрольний датчик кутових швидкостей не формується.

Алгоритм формує запити на включення датчиків кутових швидкостей після визначення їх номерів. В результаті формується керуюча матриця, яка використовується в розрахунках проєкцій збільшень кутів на приладові осі. Для цього формується допоміжна матриця  $B$  ( $3 \times 3$ ), складена з рядків елементів (1) матриці  $C$  ( $6 \times 3$ ), відповідних номерам керуючих датчиків кутових швидкостей. Керуюча матриця розраховується так:  $B = D - 1$ .

Розроблений алгоритм має практичну цінність і може надалі вдосконалюватися. Для діагностики і контролю відмов датчиків кутової швидкості можна використовувати фільтр Калмана, нейронні мережі і елементи штучного інтелекту.

#### Список посилань

1. Александров С.С. Автоматизоване проєктування танкових автоматичних систем / Александров С.С., Александрова Т.С., Ніконов О.Я. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. – 137 с.
2. Пельпор Д.С. Гіроскопічні системи орієнтації та стабілізації. Довідковий посібник. / Д. С. Пельпор. – М.: Машинобудування, 1982. – 165 с.
3. Бранец В. Н. Введення в теорію безплатформених інерційних навігаційних систем. / В. Н. Бранец, І.П. Шмиглевській. – М.: Наука, 1992. – 280 с.
4. Анучин О.Н., Емельянцева Г.І. Безплатформенні інерціальні системи навігації і орієнтації (БІНС і БІСО). Навчальний посібник. / О. Н. Анучин, Г. І. Емельянцева. – СПб.: ИТМО, 1995. – 110 с.
5. Механіка гіроскопічних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mgsys.kpi.ua>