ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНОГО ПОРЯДКУ ТОЧНОСТІ АЛГОРИТМІВ ОРІЄНТАЦІЇ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕТАЛОННИХ МОДЕЛЕЙ

Плаксій Ю.А., Гомозкова І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблема розробки ефективних алгоритмів *безплатформених інерціальних навігаційних систем* (БІНС) в теперішній час вважається вичерпаною. Розроблено велику кількість алгоритмів БІНС різного математичного порядку, зокрема алгоритмів орієнтації. Однак задача визначення фактичного порядку точності, який в умовах реального руху конкретного об'єкту може відрізнятися від математичного, і отримання коректних оцінок похибок алгоритмів все ж є актуальною. В теперішній час для оцінювання методичних похибок алгоритмів орієнтації традиційно застосовуються тестові рухи твердого тіла, основані на відомих випадках інтегрованості в квадратурах рівнянь обертання твердого тіла, таких як регулярна прецесія та конічне обертання. Для цих випадків ідеальні сигнали з виходів гіроскопів (*квазікоординати*) і параметри орієнтації, що їм відповідають, задаються в аналітичному вигляді.

Для визначення фактичного порядку алгоритму визначення кватерніона орієнтації $\Lambda_n^* = (\lambda_{n0}^*, \lambda_{n1}^*, \lambda_{n2}^*, \lambda_{n3}^*)$, де $\Lambda_n^* = \Lambda_{n-1}^* \circ \Delta\Lambda_n^*$, $\Delta\Lambda_n^* = (\Delta\lambda_{n0}^*, \Delta\lambda_{n1}^*, \Delta\lambda_{n2}^*, \Delta\lambda_{n3}^*)$, введемо локальну оцінку у вигляді

$$\left|\Delta\lambda_{nj} - \Delta\lambda_{nj}^*\right| = \alpha_{nj}\theta_n^{*N_j}, \ j = \overline{0,3}, \tag{1}$$

де $\theta_n^* = \sqrt{\sum_j \theta_{nj}^{*2}}$, а для коефіцієнта α_{nj} виконується умова $\theta_n^* < \alpha_{nj} < 1$, де $\Delta\lambda_{nj}$, $\Delta\lambda_{nj}^*$ – відповідно еталонне та обчислене значення параметрів, що визначають поворот твердого тіла на інтервалі часу $[t_{n-1}, t_n]$.

Величину $N_f = \min_j N_j - 1$, де N_j – максимальний порядок θ_n^*, при якому забезпечується (1), будемо називати фактичним порядком алгоритма орієнтації.

Для моделювання обертального руху твердого тіла застосовано нову двочастотну модель обертання, основану на представленні кватерніон орієнтації у вигляді $\Lambda(t) = (\cos k_1 t \cdot \cos k_2 t; \sin k_1 t; \eta \cos k_1 t \cdot \sin k_2 t; \xi \cos k_1 t \cdot \sin k_2 t)$, де k_1, k_2 – задані частоти, а для параметрів η і ξ виконується умова: $\eta^2 + \xi^2 = 1$. Тоді відповідний розв'язок динамічних рівнянь може бути представлений у вигляді:

$$\omega_1(t) = 2k_1 \cos k_2 t + 0{,}5k_2 \cos(2k_1 - k_2)t - 0{,}5k_2 \cos(2k_1 + k_2)t,$$

$$\omega_2(t) = -2\xi k_1 \sin k_2 t + \eta k_2 + \eta k_2 \cos 2k_1 t + 0{,}5\xi k_2 \sin(2k_1 + k_2)t + 0{,}5\xi k_2 \sin(2k_1 - k_2)t,$$

$$\omega_3(t) = 2\eta k_1 \sin k_2 t - 0{,}5\eta k_2 \sin(2k_1 + k_2)t - 0{,}5\eta k_2 \sin(2k_1 - k_2)t + \xi k_2 + \xi k_2 \cos 2k_1 t.$$

Для низки алгоритмів четвертого математичного порядку в умовах різних реалізацій двочастотної еталонної моделі обертання отримані значення похибок орієнтації у вигляді дрейфу і отримані значення фактичних порядків алгоритмів, а також коефіцієнтів α_{nj}. Запропонована методика може бути використана для більш детального оцінювання точності алгоритмів орієнтації.