

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ АЛГОРИТМІВ ВИЗНАЧЕННЯ ОРІЄНТАЦІЇ НА ЕТАЛОННІЙ МОДЕЛІ ОБЕРТАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА УЗАГАЛЬНЕНОГО ПРЕЦЕСІЙНОГО ТИПУ

Плаксі́й Ю.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

м. Харків

Неперервні еталонні моделі обертання, що застосовуються для отримання похибок алгоритмів визначення орієнтації, обмежені випадками існуючих точних розв'язків сукупності динамічних та кінематичних рівнянь твердого тіла (моделі конічного руху та регулярної прецесії). В цих моделях кінематичні параметри і квазікоординати (прирости уявних поворотів на такті обчислень) представляються неперервними явними функціями часу. Оскільки реальний рух об'єкта не завжди відповідає конічному руху або регулярній прецесії, необхідно мати інші моделі, тому отримання нових еталонних моделей, що описують більш складний рух об'єкта, є достатньо актуальною задачею.

Задамо компоненти кватерніона орієнтації моделі, що розглядається, у вигляді:

$$\begin{aligned} \lambda_0(t) &= \cos(k_1 t) \cdot \cos(k_2 t) - \xi \sin(k_1 t) \cdot \sin(k_2 t); \quad \lambda_1(t) = \eta \cdot \sin(k_1 t) \cdot \cos(k_3 t); \\ \lambda_2(t) &= \eta \cdot \sin(k_1 t) \cdot \sin(k_3 t); \quad \lambda_3(t) = \cos(k_1 t) \cdot \sin(k_2 t) + \xi \sin(k_1 t) \cdot \cos(k_2 t), \end{aligned} \quad (1)$$

де $\xi^2 + \eta^2 = 1$, що є умовою нормування кватерніона моделі $\|A(t)\| = 1$.

Тоді квазікоординати модельного руху визначаються як

$$\theta_{ni}^* = \theta_i(t_n) - \theta_i(t_{n-1}), \quad i = 1, 2, 3, \quad (2)$$

де

$$\begin{aligned} \theta_1(t) &= \eta(2k_1 + \xi k_2 + \xi k_3) \sin((k_2 - k_3)t) / (k_2 - k_3) + 0,5\eta(k_2 + k_3)(1 - \xi) \times \sin((2k_1 - k_2 + k_3)t) / \\ &\quad / (2k_1 - k_2 + k_3) - 0,5\eta(k_2 + k_3)(1 + \xi) \sin((2k_1 + k_2 - k_3)t) / (2k_1 + k_2 - k_3); \\ \theta_2(t) &= \eta(2k_1 + \xi k_2 + \xi k_3) (\cos((k_3 - k_2)t) - 1) / (k_2 - k_3) + 0,5\eta(k_2 + k_3)(1 - \xi) (\cos((2k_1 - k_2 + k_3)t) - \\ &\quad - 1) / (k_2 - k_3 - 2k_1) + 0,5\eta(k_2 + k_3)(1 + \xi) (\cos((2k_1 + k_2 - k_3)t) - 1) / (k_3 - k_2 - 2k_1); \\ \theta_3(t) &= (2\xi k_1 + k_2 + \xi^2 k_2 - \eta^2 k_3)t + (k_2 - \xi^2 k_2 + \eta^2 k_3) \sin(2k_1 t) / (2k_1). \end{aligned}$$

Показано, що кінематична модель (1) узагальнює випадок регулярної прецесії. В результаті чисельної реалізації еталонної моделі (1), (2) при різних значеннях частот k_1, k_2, k_3 і параметрів ξ, η можна отримати достатньо широкий набір рухів об'єкта як твердого тіла. Запропонована еталонна модель була застосована для аналізу точності відомого алгоритма визначення орієнтації третього порядку, отримані оцінки похибки визначення орієнтації цим алгоритмом типу дрейфу, аналіз яких дозволяє зробити висновок, що оцінювання алгоритмів визначення орієнтації на моделі регулярної прецесії не можна вважати цілком достатнім, бо в цьому випадку похибка дрейфу має синусоїдальний характер, в той час як похибки дрейфу для моделі (1), (2) в загальному випадку частот k_1, k_2, k_3 і параметрів ξ, η мають виражений зростаючий характер. Отже і оптимізація алгоритмів на регулярній прецесії не може вважатися доцільною.