

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕВЕРСИВНИХ СХЕМ АЛГОРИТМІВ ВИЗНАЧЕННЯ КВАТЕРНІОНІВ ОРІЄНТАЦІЇ НА ЕТАЛОННІЙ МОДЕЛІ

Плаксій Ю.А., Сліпенчук І.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

При розв'язанні задачі визначення орієнтації в безплатформених інерціальних навігаційних системах (БІНС) в умовах постійного такту роботи бортового обчислювача Δt до відповідних розрахункових алгоритмів інтегрування кінематичних рівнянь пред'являються жорсткі вимоги щодо мінімальної завантаженості обчислювача на такті при точності визначення параметрів орієнтації, достатній для виконання основної технічної задачі, яка покладена на рухомий об'єкт. Відомо, що для простих в обчислювальному плані алгоритмів низького порядку підвищення точності визначення орієнтації може бути досягнуто за рахунок спеціальної організації обчислень, наприклад, за рахунок застосування реверсивної схеми.

Розглянуті дві відомі реверсивні схеми визначення кватерніона орієнтації в БІНС для різних випадків первинної інформації про обертання твердого тіла (квазікоординат і проєкцій вектора абсолютної кутової швидкості тіла на зв'язані осі).

На основі застосування еталонної тригонометричної моделі обертання твердого тіла з кватерніоном орієнтації

$$\lambda_0(t) = \cos(k_1 t) \cdot \cos(k_2 t); \lambda_1(t) = \sin(k_1 t) \cdot \cos(k_2 t);$$

$$\lambda_2(t) = \sin(k_2 t) \cdot \cos(k_3 t + \beta); \lambda_3(t) = \sin(k_2 t) \cdot \sin(k_3 t + \beta)$$

отримані оцінки точності цих реверсивних схем у вигляді похибки дрейфу і похибки норми. Отримано, що реверсивна схема для алгоритма першого порядку має похибку дрейфу меншу, ніж похибка дрейфу для алгоритма першого порядку без реверсії, але гіршу, ніж це має місце у випадку алгоритма другого порядку без реверсії. Показано, що ефективно застосування реверсивної схеми обмежено алгоритмами першого порядку.

Для покращення точності реверсивних схем запропонована нова схема нормування кватерніона орієнтації, яка не впливає на похибку дрейфу і не використовує операцію ділення. Згідно такої схеми обчислений кватерніон орієнтації нормується за формулою:

$$\Lambda_n^{**} = \Lambda_n^* (1,5 - 0,5\Lambda_n^{*2}),$$

де $\Lambda_n^* = (\lambda_0^*, \lambda_1^*, \lambda_2^*, \lambda_3^*)$ – ненормований кватерніон, отриманий на такті $[t_n, t_{n+1}]$, $\Lambda^2 = \lambda_0^{*2} + \lambda_1^{*2} + \lambda_2^{*2} + \lambda_3^{*2}$.

Також відома реверсивна схема вдосконалена шляхом застосування більш точної апроксимації позірних поворотів на такті обчислень.

Наводяться результати чисельних реалізацій реверсивних схем алгоритмів визначення кватерніонів орієнтації на еталонній моделі.