

МУЛЬТИПЛІКАТИВНІ ЕТАЛОННІ ТРЬОХЧАСТОТНІ МОДЕЛІ ОБЕРТАННЯ ТВЕРДОГО ТІЛА

Плаксій Ю.А.

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

Для проведення точного аналізу розрахункових алгоритмів в безплатформених системах орієнтації рухомих об'єктів на етапі проектування таких систем застосовують еталонні моделі обертання твердого тіла. Найбільш поширеними аналітичними моделями є моделі конічного обертання і регулярної прецесії, в яких кватерніон орієнтації і квазікоординати, що формуються на виході датчиків кутової швидкості на такті обчислень, представляються неперервними явними функціями часу. Оскільки реальний обертальний рух об'єкта не завжди відповідає конічному руху або регулярній прецесії, то задача побудування нових еталонних моделей, що описують більш складний рух об'єкта, є достатньо актуальною.

Для розширення класу аналітичних еталонних моделей пропонуються три нових типа моделей, основані на трьохчастотному представленні модельного кватерніона орієнтації. В моделі першого типу компоненти кватерніона задаються у вигляді:

$$\begin{aligned} \lambda_0(t) &= \cos \varphi(t); \quad \lambda_1(t) = \sin \varphi(t) \cdot \sin \psi(t); \\ \lambda_2(t) &= \sin \varphi(t) \cdot \cos \psi(t) \cdot \sin \phi(t); \quad \lambda_3(t) = \sin \varphi(t) \cdot \cos \psi(t) \cdot \cos \phi(t), \end{aligned} \quad (1)$$

де $\varphi(t)$, $\psi(t)$, $\phi(t)$ – кути, що неперервно змінюються з часом.

Компоненти кватерніона орієнтації для моделі другого типу має вигляд:

$$\begin{aligned} \lambda_0(t) &= \cos \varphi(t) \cdot \cos \psi(t); \quad \lambda_1(t) = \sin \varphi(t); \\ \lambda_2(t) &= \cos \varphi(t) \cdot \sin \psi(t) \cdot \cos \phi(t); \quad \lambda_3(t) = \cos \varphi(t) \cdot \sin \psi(t) \cdot \sin \phi(t). \end{aligned} \quad (2)$$

Для моделі третього типу пропонується наступне представлення кватерніона орієнтації:

$$\begin{aligned} \lambda_0(t) &= \cos \varphi(t) \cdot \cos \psi(t) \cdot \cos \phi(t); \quad \lambda_1(t) = \sin \varphi(t); \\ \lambda_2(t) &= \cos \varphi(t) \cdot \sin \psi(t); \quad \lambda_3(t) = \cos \varphi(t) \cdot \cos \psi(t) \cdot \sin \phi(t). \end{aligned} \quad (3)$$

На основі представлень (1) – (3) отримані аналітичні еталонні моделі, що включають залежності для компонент кватерніона орієнтації, проєкцій вектора кутової швидкості і квазікоординат на такті обчислень.

В результаті проведеного чисельного експерименту для кінематичних моделей (1) – (3) у випадку, коли кути $\varphi(t)$, $\psi(t)$, $\phi(t)$ змінюються з часом лінійно, побудовані траєкторії $\lambda_i(\lambda_k)$, ($i > k$) в конфігураційному просторі параметрів, вигляд яких суттєво відрізняється від характерного вигляду траєкторій, що мають місце у випадку моделей конічного руху і регулярної прецесії. Для відомих алгоритмів визначення орієнтації отримані оцінки точності у вигляді похибок дрейфу. Наводяться результати аналізу точності алгоритмів для різних реалізацій моделей.