НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ПРОГРАМА

**Розробка інформаційної бази даних (каталога) еталонних моделей обертання твердого тіла**

Опис програми

2071180. 00004 – 01 13

Аркушів 14

Представники розроблювача:

Керівник розробки

професор

Плаксій Ю.А.

Виконавець

ст. гр.І-22б

Iгнатьєв Я.В.

Харків 2017

АНОТАЦІЯ

В ході виконання курсової роботи була розроблена інформаційна база еталонних моделей обертання твердого тіла. База дає змогу користувачеві переглянути моделі обертання за різних умов.

Програма написана на мові програмування Java, з елементами побудови користувацького інтерфейсу Java Fx.

Вимоги до апаратного забезпечення: ПК на базі процесора Intel Pentium або кращого, не менш як 128 МБ ОЗП, операційна система Windows.

Вхідними даними являється сама модель, та вибір параметрів .

Вихідними даними є моделі обертання твердого тіла, представлені в вигляді картинок.

ЗМІСТ

1. Загальні відомості та функціональне призначення…………………………….4

2. Використані технічні засоби……………………………………………………11

3. Виклик та завантаження………………………………………………………...12

4. Вхідні данні………………………………………………………………………13

5. Вихідні данні……………………………………………………………………..14

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ

В ході виконання курсової роботи була розроблена інформаційна база еталонних моделей обертання твердого тіла. База дає змогу користувачеві переглянути моделі обертання за різних умов. Розглядається алгоритмічний аспект забезпечення розв’язання задачі визначення орієнтації в *безплатформених інерціальних системах орієнтації* (БІСО). На теперішній час розроблено значну кількість алгоритмів визначення кватерніонів орієнтації, орієнтованих на використання первинної інформації про обертання рухомого об’єкту на такті обчислень. Оскільки в БІСО алгоритми визначення орієнтації виконують роль «аналітичної платформи», дослідження похибок алгоритмів на етапі проектування БІСО і вибір найкращого алгоритма для конкретного об’єкту, що має здійснювати певні обертальні рухи, є актуальною практичною задачею.

Для оцінювання похибок алгоритмів визначення орієнтації зазвичай застосовують еталонні моделі обертання твердого тіла (дискретні і неперервні), які встановлюють зв’язок між кватерніоном орієнтації і *квазікоординатами*, що формуються на виході вимірювачів кутової швидкості на такті :

 , (1)

де , – проекції вектора абсолютної кутової швидкості об’єкта  на осі зв’язаної системи координат.

Неперервні еталонні моделі забезпечують точний зв’язок між квазікоординатами (1) і кватерніоном орієнтації, оскільки при цьому результати моделювання не містять похибок від метода чисельного інтегрування рівнянь моделі, як це має місце у випадку *дискретних еталонних моделей*. Широке застосування на практиці отримали неперервні еталонні моделі, основані на випадках точних розв’язків в елементарних функціях сукупності динамічних і кінематичних рівнянь обертання твердого тіла (моделі *конічного руху* та *регулярної прецесії*). Модель регулярної прецесії також використовують для оптимізації алгоритмів. Розширення класу неперервних еталонних моделей, відмінних від існуючих, є актуальною задачею точносного аналізу алгоритмів.

Неперервна модель обертання твердого тіла цілком визначається прийнятим аналітичним представленням кватерніона орієнтації моделі . Використання тригонометричних функцій (синусів і косинусів) кутів в представленні кватерніона автоматично забезпечує виконання умови його нормування .

Проекції вектора кутової швидкості обертального руху, яким відповідає кватерніон орієнтації , знайдуться з оберненого кінематичного рівняння :

, (2)

де , , .

Моделювання квазікоординат (1) відбувається за формулою:

, , (3)

де , ,  – компоненти вектора *позірного повороту* , обчислені аналітично в моменти часу  і  .

Узагальнення трьохчастотної тригонометричної кватерніонної моделі обертання твердого тіла. Другий тип моделі.Задамо компоненти кватерніона орієнтації моделі обертання у загальному вигляді:

;

;

;

, (4)

де , – параметри, для яких має місце тотожність , , , – неперервні функції часу.

Для цього представлення кватерніона орієнтації у відповідності до формул (2) отримаємо, що проекції вектора модельної кутової швидкості твердого тіла на зв’язані осі набувають вигляду:





;



;. (5)

Зауважимо що, на відміну від проекцій і, проекція  не залежить від параметрів  і .

Розглянемо кінематичну модель (4) в умовах, коли кути , ,  змінюються з часом лінійно, а саме: ,, . Маємо:

;

;

;

. (6)

За цих умов отримаємо у відповідності до (5) після нескладних перетворень проекції вектора кутової швидкості твердого тіла на зв’язані осі у вигляді:



 

  ;



   

;

. (7)

Щоб отримати компоненти вектора позірного повороту , проінтегруємо вирази для ,  на інтервалі , в результаті маємо:

      ;

     

;

. (8)

Моделювання квазікоординат (1) в еталонній моделі відбувається в аналітичному вигляді за формулою (3) з використанням формул (8).

Отримаємо розрахункові формули компонент вектора позірного повороту у випадку , коли , . Відповідно до (6) компоненти модельного кватерніона при цьому мають вигляд:

;

;

;

. (9)

а проекції вектора кутової швидкості будуть:







;





;

. (10)

Проекції вектора позірного повороту  знайдуться з формул (8) у вигляді:



 ;





;

. (11)

Розглянемо випадок представлення еталонної моделі при , . Отримаємо з (6) компоненти модельного кватерніона у вигляді:

;

;

;

. (12)

Для цієї кінематичної моделі проекції вектора абсолютної кутової швидкості твердого тіла на зв’язані осі мають вигляд:





;





;

. (13)

Якщо порівняти вирази (10) і (13) для проекцій векторів кутових швидкостей моделей, що відповідають кватерніонам орієнтації (9) і (12), то отримаємо, що друга проекція вектора кутової швидкості для кінематичної моделі (12) така сама, як перша проекція вектора кутової швидкості для кінематичної моделі (9), а перша проекція вектора кутової швидкості для кінематичної моделі (12) відрізняється від другої проекції вектора кутової швидкості для кінематичної моделі (9) тільки знаком. Треті проекції векторів кутових швидкостей для обох кінематичних моделей однакові. Відповідні співвідношення мають місце і для компонент векторів позірних поворотів моделей.

Сукупність формул (8), (3) і (6), як і формул (11), (3), (9) задають *опорну еталонну модель* обертання твердого тіла. Якщо належним чином задати в цих формулах значення параметрів , ,  і такт обчислень , отримаємо конкретну еталонну модель. Вибір параметрів , ,  може бути оснований на результаті відповідних апроксимацій реального руху об’єкта.

Функціонування програми передбачає декілька етапів:

1) запуск програми;

2) вибір моделі;

3) вибір параметрів для відображення моделей;

4) вибір алгоритму для відображення оцінки дрейфу.

2 ВИКОРИСТАНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

Для функціонування програми необхідна операційна система Windows та пакет налаштувань Java.

Розроблена в ході курсової роботи програма написана на мові програмування Java з використанням класів користувацького інтерфейсу Java Fx.

В основі програми лежать: 10 власноруч написаних файлів, кожний з яких несе своє функціональне призначення.

3 ВИКЛИК ТА ЗАВАНТАЖЕННЯ

Для роботи програми необхідно:

1. запустити Catalog.exe файл;
2. вибрати із запропонованого списку моделей, одну модель;
3. вибрати параметри для відображення моделей в відповідній формі;
4. вибрати алгоритм для відображення оцінки дрейфу.

4 ВХІДНІ ДАНІ

Вхідні данні для відображення прикладів моделей:

a) вибір моделі;

б) вибір параметрів ;

в) вибір алгоритму.

5 ВИХІДНІ ДАНІ

Вихідними даними є приклади моделей за вибраними параметрами. А також графіки оцінки дрейфу.