

УДК 007+681.3

О. М. Хошаба, А. В. Савін, В. Е. Корбут

РОЗВ'ЯЗАННЯ ДЕЯКИХ ЗАДАЧ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Вступ

В теперішній час важливими є рішення задач побудови інтелектуальних систем, які працюють у реальному часі. В цьому випадку є дослідження поведінки окремих агентів мультиагентної системи яка працює як автономна структура. Тому, розвиток фундаментальних методів дослідження дозволить прискорити розробки сучасних інтелектуальних систем реального часу. До таких досліджень відноситься моделювання систем рухомих об'єктів.

Постановка задачі

На основі експериментальних даних руху об'єктів (радіокерованих машинок) визначити пряму та обернену функцію основних параметрів до яких відноситься: величина сигналу, довжина шляху, час руху об'єкта, його середня швидкість. Визначення цих параметрів повинно задаватись функціями:

- для прямих функцій:

$func1(s, coef);$

значення які повертаються функцією:

x_Z, t_Z

$func2(s, t_T, coef);$

значення які повертаються функцією:

$x_T, v_{СЕР}$

- для обернених функцій:

$func3(x_Z, coef);$

значення які повертаються функцією:

s, t_Z

$func4(t_Z, coef);$

значення які повертаються функцією:

s, x_Z

де s – величина одиничного сигналу,

x_Z – загальна довжина шляху рухомого об'єкта,

t_Z – загальне значення часу,

x_T – довжина шляху рухомого об'єкта у визначеній точці,

t_T – значення часу рухомого об'єкта у визначеній точці,

$v_{СЕР}$ – значення середньої швидкості рухомого об'єкта у визначеній точці,

$coef$ - коефіцієнт, який визначається в ході тестування рухомого об'єкта.

В зв'язку з тим, що система буде працювати у реальному режимі часу, розрахунки з визначення основних характеристик руху повинні мати високу швидкодню.

Мета дослідження

Побудова математичної моделі рухомого об'єкта (радіокерованими машинками).

Рішення задачі

Вирішення задачі складається з розв'язання цілої низки математичних та технічних задач за такими напрямками: розпізнавання образів, вибір оптимальної стратегії руху, побудови математичних моделей з виконання дій по переміщенню об'єкта. В даній статті розглянута проблема визначення швидкості руху та довжини переміщення об'єкта при поданні одиничного сигналу.

Одним з вирішенням питань даної проблеми є спроба співвідношення математичної моделі рухомого об'єкта до механічних законів фізики, наприклад, другого закону Ньютона. Однак, у зв'язку з тим, що „сила” одиничного сигналу залежить від заряду акумулятора рухомого об'єкта, використання

цієї залежності становить обчислення основних характеристик руху за допомогою другого закону Ньютона не доречним. Тому, вирішення функціональних залежностей руху дослідних об'єктів може бути поділено на розв'язок двох задач, коли одиничний сигнал подається у положенні „зупинка” та „рух”. Перший випадок передбачає виконання таких дій:

- 1) формування групи сигналів, які характеризують дію „не можливий рух”;
- 2) формування групи сигналів, які характеризують дію „рух – зупинка”;
- 3) формування групи сигналів, які характеризують дію „рух – максимальна швидкість – зупинка”;
- 4) визначення функціональних залежностей у групі дій „рух – зупинка”;
- 5) визначення функціональних та кореляційних залежностей у групі дій „рух – максимальна швидкість – зупинка”;
- 6) визначення особливостей руху „вперед”, „назад”, „ліворуч”, „праворуч”.

У другому випадку виконується рух коли швидкість об'єкта дорівнює не менш 0,01 м за 0,1 с.

Для вирішення задачі яка сформульована в розділі „Постановка задачі” були проведені експериментальні дослідження руху дослідного об'єкту (табл. 1) та визначені функціональні залежності між основними показниками (табл. 2, 3).

Таблиця 1

Значення експериментальних досліджень руху дослідного об'єкта

Величина одиничного сигналу	Довжина проміжку часу, 0,1 с			Довжина руху, м			Середня швидкість руху, м/0.1с		
	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3	t_1	t_2	t_3
350	0,7	0	1,0	0,41	0	0,29	0,59	0	0,29
400	1	0	1,0	0,59	0	0,29	0,59	0	0,29
450	0,3	0,7	1,3	0,18	0,49	0,51	0,60	0,70	0,39
500	0,3	0,9	1,3	0,18	0,64	0,51	0,60	0,71	0,39
550	0,3	1,1	1,3	0,18	0,79	0,51	0,60	0,72	0,39
600	0,3	1,2	1,3	0,18	0,88	0,51	0,60	0,73	0,39
650	0,3	1,3	1,3	0,18	0,96	0,51	0,60	0,74	0,39
700	0,3	1,4	1,3	0,18	1,04	0,51	0,60	0,74	0,39

Формування групи сигналів, які характеризують дію „рух – зупинка” мають динаміку зміни величин показників, які зображені на рис. 1 штриховими лініями.

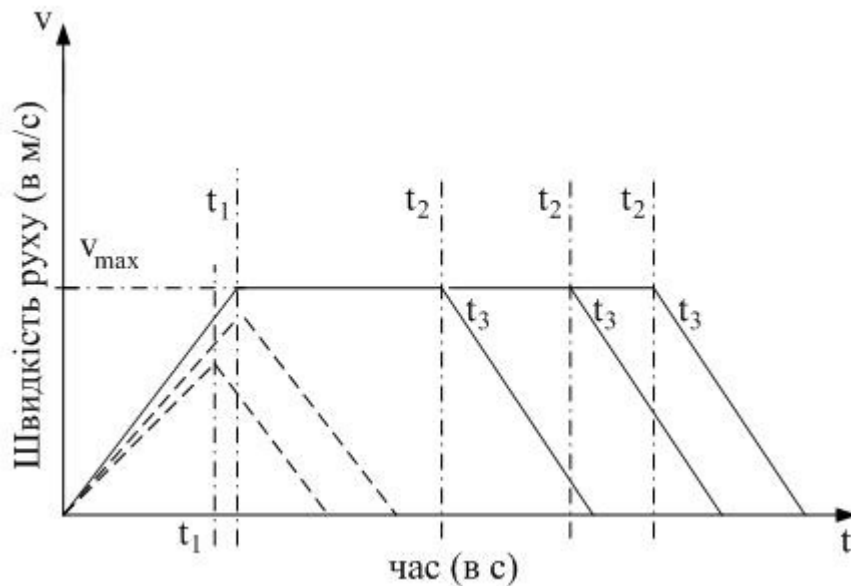


Рис. 1. Часові траєкторії руху дослідних об'єктів за різними величинами одиничного сигналу

На рис. 1 штриховими лініями показано сигнали, які мали динаміку зміни величин показників на відрізках часу t_1 та t_3 . Ця група сигналів відрізнялась від групи сигналів, які характеризують дію „рух – максимальна швидкість – зупинка” відсутністю відрізка часу t_2 який визначав би максимальну швидкість об'єкту за певний час.

Формування групи сигналів, які характеризують дію „рух – максимальна швидкість – зупинка” мають іншу динаміку зміни величин показників, які зображені на рис. 2. Ця інша динаміка полягає у досягненні максимальної швидкості руху дослідним об'єктом протягом деякого часу. В нашому випадку, до цієї групи належали сигнали, величина яких дорівнювала або була більшою ніж 450 одиниць (табл. 1).

За допомогою апроксимації за методом найменших квадратів для двох дослідних груп були визначені функціональні залежності між значенням величини одиничного сигналу та часом у формі:

$$y = ax^2 + bx + c \text{ (табл. 2, 3).}$$

Таблиця 2

Функціональні залежності між основними показниками для величини довжини руху

Величина одиничного сигналу (в од.)	Коефіцієнти квадратичного рівняння		
	a	b	c
350	-20	77	-3,6
400	-16	79	-5,1
450	-13	85	-5,1
500	-13	89	-6,1
550	-12	91	-7,1
600	-12	94	-8,3
650	-12	95	-8,9
700	-12	96	-9,5

Таблиця 3

Функціональні залежності між основними показниками для величини середньої швидкості

Величина одиничного сигналу (в од.)	Коефіцієнти квадратичного рівняння		
	a	b	c
350	-0,19	0,015	0,60
400	-0,21	0,17	0,56
450	-0,15	0,14	0,64
500	-0,14	0,15	0,65
550	-0,13	0,17	0,65
600	-0,14	0,19	0,66
650	-0,13	0,20	0,65
700	-0,13	0,22	0,65

На основі даних, які показані в табл. 2 та 3 з'явилась можливість побудови прямих функцій $funct1$, $funct2$ (розділ „Постановка задачі”). Так, для функції $funct1(s, coef)$ будемо мати:

$$x_Z = -0,00066s^2 + 0,98s - 200 \text{ (см);}$$

$$t_Z = 0,0036s + 0,56 \text{ (с);}$$

За замовчуванням, значення коефіцієнта $coef$ дорівнює одиниці. Однак, при необхідності тестів це значення змінюється і результати x_Z та t_Z помножуються на значення коефіцієнта.

Визначення змінної x_T для функції $funct2(s, t_T, coef)$ виконується у два етапи. Перший етап полягає у визначенні загальної кривої, параметром якої є s , а невідома величина – довжина шляху. Тому, використовується формула:

$$kr(s) = ax^2 + bx + c,$$

де коефіцієнти квадратичного рівняння знаходяться по формулам:

$$a = 0,019s - 24;$$

$$b = 0,058s + 58;$$

$$c = -0,017s + 2,2.$$

На другому етапі по отриманим значенням коефіцієнтів a , b та c визначаємо довжину шляху у заданій точці:

$$x_T = kr(s);$$

Визначення значення величини середньої швидкості в заданій точці також виконується у два етапи як у попередньому випадку. Коефіцієнти a , b та c будуть дорівнювати:

$$a = 0,002s - 0,26;$$

$$b = 0,00042s - 0,063;$$

$$c = 0,0002s + 0,52;$$

$$v_{CEP} = vr(s);$$

Для оберненої функції $funct3(x_Z, coef)$ отримали такі результати обчислень:

$$s = 0,025x^2 - 2,9x + 440 \text{ (од.)};$$

$$t_Z = 0,0036s + 0,56 \text{ (с)};$$

Для оберненої функції $funct4(t_Z, coef)$ отримали такі результати обчислень:

$$s = 160t^2 - 480t + 730 \text{ (од.)};$$

$$x_Z = -0,00066s^2 + 0,98s - 200 \text{ (см)};$$

Для визначення особливостей виконання руху праворуч, ліворуч або назад необхідно використовувати коефіцієнти до визначених функцій, які отримуються в ході експериментів та відповідно дорівнюють 0,9;0,9;0,8. Такі значення коефіцієнтів є доцільними в зв'язку з тим, що модель повинна працювати у режимі реального часу.

Висновки

Для розв'язання задачі побудови математичної моделі для рухомих об'єктів необхідно:

- визначити групові характеристики рухомого об'єкта;
- за допомогою методів апроксимації провести розрахунки з аналітичних залежностей .

Побудовані таким чином математичні моделі адекватно описують рухомі об'єкти та використовуються в навчальному процесі для дослідження поведінки інтелектуальних агентів у мультиагентних системах.

Хошаба Олександр Мирославович, к.т.н., доцент, доцент кафедри інтелектуальних систем, Вінницький національний технічний університет, вул. Хм. шосе 95, Вінниця, Україна, 21021, Тел.: 8(0432) 44-04-90, E-Mail- Alexander@Hoshaba.org

Савін Андрій Володимирович, студент кафедри інтелектуальних систем, Вінницький національний технічний університет, вул. Хм. шосе 95, Вінниця, Україна, 21021

Корбут Володимир Едуардович, студент кафедри інтелектуальних систем, Вінницький національний технічний університет, вул. Хм. шосе 95, Вінниця, Україна, 21021