

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 72905

СПОСІБ ГАРАНТОВАНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ
ПОЛІКОНФЛІКТІВ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **27.08.2012**.

Перший заступник Голови
Державної служби
інтелектуальної власності України

О.В. Янов





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **72905** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
G08G 5/00
G06F 9/00
G05D 1/00
G06N 7/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 05797	(72) Винахідник(и): Павлов Вадим Володимирович (UA), Павлова Світлана Вадимівна (UA), Харченко Володимир Петрович (UA), Чепіженко Валерій Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.05.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.08.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.08.2012, Бюл.№ 16	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)

(54) СПОСІБ ГАРАНТОВАНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ ПОЛІКОНФЛІКТІВ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

(57) Реферат:

Спосіб гарантованого розв'язання поліконфліктів рухомих об'єктів, при якому в силовому полі розміщують позиції рухомих об'єктів, позиції цілей, пов'язаних з рухомими об'єктами, а також позиції перешкод. Всім об'єктам, їхнім цілям і перешкодам призначають потенціали. Розраховують сили, що діють на рухомі об'єкти. На основі цих сил розраховують керуючі впливи для запобігання конфлікту зіткнення рухомих об'єктів між собою й з перешкодами. Створюється штучне силове поле у просторі поліконфліктних рухомих об'єктів. Цим рухомих об'єктам, їхнім цілям, динамічним і статичним перешкодам призначають потенціали, що є одночасно функцією двох сил взаємодії: сил притягання та сил відштовхування.

UA 72905 U

Корисна модель до області управління рухомими об'єктами, зокрема до способів розв'язання конфліктів зіткнень в обмеженому просторі між рухомими об'єктами, а також зіткнень рухомих об'єктів з перешкодами й обмеженнями. Корисна модель поширюється на множини класів цілеспрямованих рухомих об'єктів, як керованих людиною безпосередньо, дистанційно, так і автоматичних роботизованих апаратів і роботів, наприклад літальних апаратів, космічних, наземних і підводних рухомих апаратів.

Відомий спосіб визначення альтернативного шляху для обходу перешкод мобільною машиною [1]. Спосіб полягає в визначенні місця розташування перешкод, призначенні заряду одного знаку для мобільної машини і перешкод, призначенні заряду іншого знаку для цільового пункту маршруту мобільної машини, обчисленні сумарної сили, що діє на мобільну машину з боку перешкод і цілі. Силу розраховують як функцію, що обернено пропорційна квадрату відстані між об'єктами. Вектор сумарної сили є керуючим сигналом для обходу мобільною машиною перешкод і руху до цільового пункту.

Недоліками відомого способу визначення альтернативного шляху для обходу перешкод мобільною машиною є те, що сили притягання до цілі та відштовхування від перешкод є нелінійними функціями від відстані між об'єктами. Це призводить до того, що при зближенні рухомих об'єктів, або при зближенні з ціллю необмежено зростає значення функції сумарної сили і прискорення мобільної машини на малих відстанях від перешкод і малих відстанях до цілі, що унеможлиблює визначення функції управління мобільною машиною.

Найбільш близьким технічним рішенням, вибраним за прототип, є спосіб кооперативного розв'язання конфліктів повітряного руху [2]. Спосіб полягає в тому, що повітряним судам і їхнім перешкодам призначають потенціали однакового знаку, а цільовим пунктам кожного повітряного судна призначаються потенціали протилежного знаку. Взаємне розташування всіх потенціалів формує потенціальне поле. Градієнт потенціального поля визначає напрямок і величину сили, що діє в точці положення кожного повітряного судна. На основі значення градієнта розраховують нове положення повітряного судна.

Недоліки технічного рішення, вибраного за прототип: 1. Потенціальне поле може містити локальні мінімуми, плато й тупикові яри, що призводить до ризику втрати цільової керованості.

2. При зростанні кількості конфліктів необмежено зростає складність обчислення нових координат повітряного судна, що призводить до обчислювального колапсу, неможливості знаходження розв'язку конфлікту в реальному масштабі часу й прояву так званого ефекту "прокляття розмірності".

3. Складність реалізації способу через необхідність накладання обмежень на вектори прискорення, швидкості й кута повороту повітряного судна.

В основу корисної моделі поставлена задача забезпечення гарантованого розв'язання конфліктів великої складності шляхом виключення (усунення) недоліків прототипу.

Поставлена задача вирішується в способі гарантованого розв'язання поліконфліктів рухомих об'єктів, при якому в силовому полі розміщують позиції рухомих об'єктів, позиції цілей, пов'язаних з рухомими об'єктами, а також позиції перешкод, всім рухомих об'єктам, їхнім цілям і перешкодам призначають потенціали, розраховують сили, що діють на рухомі об'єкти, і на основі цих сил розраховують керуючі впливи для запобігання конфлікту зіткнення рухомих об'єктів між собою й з перешкодами, згідно з корисною моделлю, створюється штучне силове поле у просторі поліконфліктних рухомих об'єктів, цим рухомих об'єктам, їхнім цілям, динамічним і статичним перешкодам призначають потенціали, що є одночасно функцією двох сил взаємодії: сил притягання й сил відштовхування. Суть корисної моделі також полягає в тому, що як управління для запобігання конфлікту зіткнення рухомих об'єктів використовують тільки кут повороту вектора швидкості рухомого об'єкта, що є функцією градієнта сумарних сил притягання та відштовхування, що діють на рухомий об'єкт із боку інших рухомих об'єктів, цілі та перешкод.

Спосіб гарантованого розв'язання поліконфліктів рухомих об'єктів реалізують в такий спосіб.

1. Кожний рухомий об'єкт формалізують кінематичною моделлю виду:

$$\begin{aligned} \dot{q} &= f(V, \psi, \dot{\psi}, q), \\ q_0(t_0) &\in Q_0, \quad q_k(t_k) \in Q_k, \quad (1) \\ V &\in (0 \dots V_{\max}), \quad \psi \in (0^\circ \dots 360^\circ), \quad |\dot{\psi}| \leq \varepsilon, \end{aligned}$$

де q - вектор координат рухомого об'єкта; q_0, q_k - вектори початкових і кінцевих значень координат відповідно; V - вектор шляхової швидкості рухомого об'єкта; ψ - курсовий кут, який здійснює управління орієнтацією вектора шляхової швидкості рухомого об'єкта; ε - мале заздалегідь задане число; Q_0 - множина початкових позицій рухомого об'єкта; Q_k - множина його кінцевих позицій.

Кінематичні властивості рухомих об'єктів визначають їх енергетичними, техніко-економічними та параметричними характеристиками, а також фізико-механічними властивостями навігаційного середовища.

2. В моделі (1) використання курсового кута ψ забезпечує гарантоване розв'язання конфлікту зіткнення рухомих об'єктів між собою, з перешкодами і обмеженнями, а також характеризує напрямок вектора швидкості на ціль.

3. З метою визначення ψ формують віртуальний світ. Кожний рухомий об'єкт віртуального світу представляють матеріальною точкою, яку наділяють масою m . Перешкоди і обмеження також представляють матеріальними точками, або їх сукупністю (якщо геометрія перешкод і обмежень є складною) і також наділяють масами. Об'єктам призначають різні пріоритети шляхом присвоєння їм різних значень маси m . Фінішні позиції кожного рухомого об'єкта наділяють масами, що значно перевершують масу самого об'єкта. Матеріальні точки з масами m взаємодіють між собою одночасними силами притягання F і відштовхування W :

$$F = G \frac{qm}{R^n}; W = -G \frac{qmR_{кр}}{R^m}, \quad (2)$$

де R - відстань між матеріальними точками; $R_{кр}$ - критичне значення відстані між матеріальними точками, яке визначається виходячи із умов безпеки і безконфліктності руху об'єктів в навігаційному середовищі; G - гравітаційна постійна віртуального світу.

У виразах (2) відношенням n/m задають "агрегатний" стан середовища у віртуальному світі, що характеризує ступінь самоорганізації елементів віртуального світу. Аналогією "агрегатного" стану середовища у віртуальному світі може служити агрегатний стан матерії в реальному світі - газоподібний, рідкий, кристалічний і т.ін.

4. Для кожної рухомої матеріальної точки віртуального світу вводять віртуальний вимірювач градієнта гравітаційного поля. Як вимірювач використовують віртуальну маятникову систему. Конструктивно така система складається з маси, що закріплена на одному кінці жорсткої нерозтяжної невагомої нитки. Інший кінець нитки співпадає з координатами матеріальної точки.

Динаміку рухомої маси віртуального вимірювача задають рівняннями виду

$$\ddot{\chi} = \frac{1}{m} \sum (F + W + f_{\delta}), \quad (3)$$

де χ - вектор координат маси віртуального вимірювача; f_{δ} - сила демпфування руху маятника.

5. В кожний момент часу, відповідно до геометричного розташування всіх матеріальних точок віртуального світу, кутове положення нитки віртуального вимірювача буде відповідати градієнту гравітаційного поля. Це кутове положення, яке відповідає куту ψ і вводиться до моделі (1). Таким чином, напрямок руху у полі гравітаційних сил задають кутовим положенням віртуального вимірювача. При цьому управління швидкістю матеріальних точок здійснюють незалежно від управління кутовим положенням вектора швидкості.

Порівняльний аналіз технічного рішення, що заявляється, із прототипом, дозволяє зробити висновок, що спосіб гарантованого розв'язання поліконфліктів рухомих об'єктів відрізняється тим, що рухомих об'єктам, їхнім цілям, динамічним і статичним перешкодам призначають потенціали, що є одночасно функцією двох сил взаємодії: сил притягання й сил відштовхування, як управління для запобігання конфлікту зіткнення рухомих об'єктів використовують тільки кут повороту вектора швидкості рухомого об'єкта, що є функцією градієнта сумарних сил притягання та відштовхування, діючих на рухомий об'єкт із боку інших рухомих об'єктів, цілі та перешкод.

Підвищення ефективності використання технічного рішення, що заявляється, у порівнянні із прототипом, полягає в тому, що:

1. Забезпечується гарантоване розв'язання поліконфліктів рухомих об'єктів будь-якої розмірності в 4-D просторі з довільним початковим розташуванням.

2. При відповідному виборі значень мас рухомих об'єктів, їхніх цілей і перешкод зберігається повна цільова керованість рухомих об'єктів.

3. Не відбувається необмежене зростання складності обчислення нових координат рухомих об'єктів при зростанні кількості конфліктів.

4. Управління швидкістю матеріальних точок здійснюється незалежно від управління кутового положення їх вектора швидкості. Швидкість рухомих об'єктів може вибиратися довільно.

Джерела інформації:

1. Патент США № US6134502, МПК G06F 9/00, G06N 7/00, 2000 (аналог).

2. Патент США № US5961568, МПК G08G 5/04, 1999 (прототип).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб гарантованого розв'язання поліконфліктів рухомих об'єктів, при якому в силовому полі розміщують позиції рухомих об'єктів, позиції цілей, пов'язаних з рухомими об'єктами, а також
- 5 позиції перешкод, всім об'єктам, їхнім цілям і перешкодам призначають потенціали, розраховують сили, що діють на рухомі об'єкти, і на основі цих сил розраховують керуючі впливи для запобігання конфлікту зіткнення рухомих об'єктів між собою й з перешкодами, який **відрізняється** тим, що створюється штучне силове поле у просторі поліконфліктних рухомих об'єктів, цим рухомим об'єктам, їхнім цілям, динамічним і статичним перешкодам призначають
- 10 потенціали, що є одночасно функцією двох сил взаємодії: сил притягання та сил відштовхування.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як управління для запобігання конфлікту зіткнення рухомих об'єктів використовують тільки кут повороту вектора швидкості рухомого об'єкта.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що кут повороту вектора швидкості рухомого об'єкта є
- 15 функцією градієнта сумарних сил притягання та відштовхування, що діють на рухомий об'єкт із боку інших рухомих об'єктів, цілі та перешкод.

Комп'ютерна верстка М. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601