

УДК 681.3

І. Р. Арсенюк, к. т. н., доц.;

В. І. Месюра, к. т. н., доц.;

Ю. Л. Ляшенко, студ.

НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РАДІОКЕРОВАНИМ ВІЗКОМ

Запропоновано гнучку модульну повнофункціональну систему автоматичного керування радіокерованим візком, побудовану з використання принципів штучного інтелекту. Система забезпечує можливість дослідження різних алгоритмів керування радіокерованим візком на високому та низькому рівнях, розпізнавання образів, планування дій, функціонування мультиагентних систем і т. ін., в умовах реального середовища. Система може використовуватись як у навчальних, так і в науково-дослідницьких задачах.

Вступ

Однією зі специфічних проблем підготовки спеціалістів з комп'ютерних наук є надмірне використання у процесі навчання комп'ютерних моделей різноманітних об'єктів та процесів реального світу. Заміщення реальних об'єктів їх моделями призводить до втрати студентами навичок урахування «другорядних» деталей проблемної області, які, в реальних обставинах, можуть призводити до повної непрацездатності програмних систем. Це особливо неприпустимо при підготовці спеціалістів з систем штучного інтелекту, більшість яких призначена для керування об'єктами у реальному середовищі.

Подолати зазначений недолік можна з використанням у навчальному процесі доступних робото-технічних засобів, до яких можна віднести, наприклад, радіокеровані візки (РВ), системи автоматичного керування, які під час виконання лабораторних робіт, курсового та дипломного проектування, вимагають від студентів цілого комплексу різноманітних знань, зокрема, в області розпізнавання образів, машинного навчання, подання та обробки знань, прийняття рішень, планування дій тощо. При цьому студентам доводиться стикатись з проблемами «недосконалості» реального світу, які, зазвичай, не враховуються в його моделях. Наприклад, таких, як: зміна кута спостереження під час функціонування об'єкта, зміна його освітлення, фізичні недоліки системи керування, варіація коефіцієнтів зчеплення з поверхнею, інерція руху, рівень заряду акумуляторних батарей тощо. Все це привчає студентів концентрувати увагу на тих самих «дрібницях», які часто бувають основною запорукою успіху створення надійних складних систем штучного інтелекту.

Аналіз сучасного стану проблеми

Проблема автоматичного керування транспортними засобами останніми роками активно досліджується як у науково-практичній, так і в освітній царинах. Один з перших прототипів автоматичного керування автономним переміщенням транспортного засобу з вибором маршруту руху і виявленням перешкод було розроблено наприкінці 1990-х рр. у межах проектів ARGO і Surface Antarctic Robot (RAS) [1]. У проекті RAS досліджувались можливості автоматичного керування транспортними засобами в екстремальних умовах.

Значну увагу цій проблемі приділяють військові. Зокрема, Пентагон планує до 2015 р. замінити роботами 30 % свого автомобільного парку для мінімізації ризиків людських втрат в умовах ризику [2].

Широке розповсюдження знайшли мобільні роботи і в освітній області. Так, з 2004 р. щорічно проводяться «Великі гонки роботів» (DARPA Grand Challenge) з призовим фондом в 1 млн. доларів США, які є перегонками транспортних засобів керованих комп'ютерами. Для реалізації сучас-

них систем навігації використовуються машинний зір, лазерні сканери, GPS, інерційні датчики і бази даних, що забезпечують розуміння середовища [3]. У світі проводиться понад 15 конкурсів та олімпіад з використання мобільних роботів [4]. Зокрема, у 2001—2004 рр. подібна тематика пропонувалася на олімпіадах «Hard& Soft» [5] університету «Стефана чел Маре» (м. Сучава, Румунія), учасниками однієї з яких були і студенти Вінницького національного технічного університету. У багатьох університетах світу широкого розповсюдження набули курси лабораторних робіт на основі радіокерованих візків.

Мета досліджень та постановка задачі

Метою роботи є розробка повнофункціональної модульної системи автоматичного керування радіокерованим візком на основі методів штучного інтелекту. До складу системи входить персональний комп'ютер (ПК), який надсилає сигнали керування на пульт керування радіокерованим візком (ПКРВ) (рис. 1) і за допомогою Web-камери слідкує за РВ та керує його пересуванням. Складність такого керування полягає в неоднозначній реакції візка на одні й ті ж сигнали керування в залежності від характеристик поверхні, по якій рухається візок, рівня заряду акумуляторних батарей, інерції тощо.



Рис. 1. Система керування радіокерованим візком

Перший прототип системи керування РВ [6] показав задовільні результати роботи, але основним його недоліком виявилася складність програмного коду і взаємозалежність окремих модулів. Це обмежувало застосування системи в навчальних цілях у зв'язку зі складністю заміни оригінальних алгоритмів алгоритмами, які розробляли студенти. Отже, було поставлено задачу забезпечення простоти підключення до системи автоматичного керування РВ самостійно реалізованих студентами алгоритмів, що потребувало розв'язання таких основних задач:

- реалізації гнучкої системи керування радіокерованим візком;
- забезпечення чіткої і зрозумілої архітектури програмного продукту для можливості використання системи з навчальною метою;
- реалізації модульної структури системи з можливістю підключення студентами самостійно розроблених модулів.

Підхід до розв'язання поставленої задачі

Вхідними даними для системи є зображення, яке отримується за допомогою Web-камери. Перетворення знятих кадрів у внутрішні об'єкти програми здійснюється з використанням Java Media Framework 2.0, після чого відбувається перетворення зображення у внутрішню мапу світу [7]. З метою забезпечення можливості використання різних алгоритмів розпізнавання, модуль було чітко стандартизовано для запобігання втрати загальної функціональності системи при його заміні іншими модулями.

Важливою задачею стала реалізація зворотної відповідності між внутрішньою мапою світу, реальними об'єктами та реальним простором в якому рухатиметься РВ, котра реалізована у модулі налаштування швидкості його руху. Під час руху ПК надсилає до візка сигнал, тривалість якого визначає тривалість руху, але, в залежності від рівня заряду в акумуляторних батареях РВ, від ступеня тертя шин РВ з поверхнею та її рельєфності, інерційності візка, відстань пройдена за один і

той же час, як і радіус повороту, можуть значно відрізнятись. Тому цей модуль також було стандартизовано з можливістю його легкої заміни.

Після завершення настроювання виконуються алгоритми оптимального руху, що можуть суттєво відрізнитись залежно від конкретної задачі [8]. Таким чином цей модуль також було реалізовано з можливістю заміни та з відсутністю прямого впливу на функціональність інших модулів.

Створюючи моделі системи, дотримувались таких основних принципів:

- розмежування інтерфейсної, функціональної та логічної частин;
- відокремлення модулів, що мають різні функціональні призначення;
- відокремлення даних від методів оброблення;
- запровадження чіткої системи наслідування класів;
- організація рівнів доступу до методів класів (часткові, захищені чи загальні).

На рис. 2 показано схему пакетів та інтерфейсів, використаних для реалізації поставленої задачі.

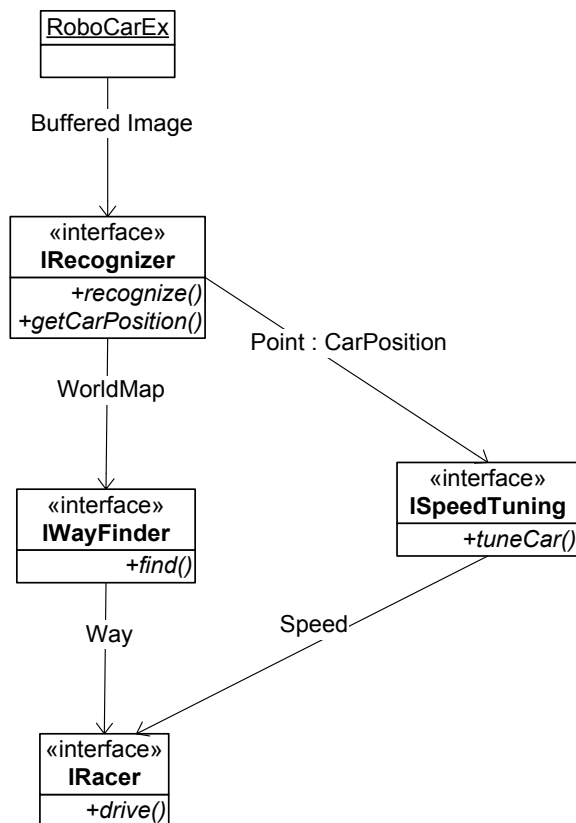


Рис. 2. Схема пакетів та інтерфейсів системи керування радіокерованим візком

нали надсилаються спеціальним C++ класом, який працює із драйвером порту. Необхідність використання драйвера обумовлена тим, що програмний продукт орієнтовано для роботи на платформі операційної системи Windows XP та вище. Особливістю таких систем є те, що користувацькі додатки виконуються з рівнем доступу «3». Для подачі сигналів на LPT порт та зчитування сигналів з нього необхідний рівень доступу «0». Досягти цього можна двома шляхами:

- використовуючи недокументовані можливості ОС, змінювати рівні доступу запущених процесів;
- використовуючи стандартні або самостійно розроблені драйвери під відповідну версію ОС, керувати сигналами на потрібних портах.

Враховуючи небезпеку і незручність використання першого підходу, обрано другий підхід. Відповідний C++ клас зібрано у DLL та з використанням JNDI [10] сполучено з системою, що розробляється.

Схема відображає основні потоки даних та відокремлення функціональності. Можливість впровадження окремої реалізації кожного модуля реалізовано з використанням технології Pattern Provider [9] на платформі Java.

Отже, інтерфейс IRecognizer потребує самостійної реалізації методу recognize (), що відповідає за перетворення знятого знімку у внутрішню мапу світу, та методу getCarPosition (), що повертає точні координати РВ.

Інтерфейс IWayFinder потребує реалізації методу find () для пошуку оптимального шляху у внутрішній мапі світу та формування його у вигляді послідовності координат точок. Усі точки із знайденими координатами обробляються такими модулями та становлять шлях пересування візка.

Інтерфейс ISpeedTuning потребує реалізації метода tuneCar (), який настроює внутрішні параметри системи: задану швидкість, реальну швидкість, радіуси поворотів тощо. Для найбільш адекватного настроювання системи у процесі моделювання цей метод використовуватиметься декілька разів перед кожним наступним кроком.

Тривалість сигналів, які необхідно подати для забезпечення руху РВ у потрібному напрямку, забезпечує метод drive () інтерфейсу IRacer.

Зауважимо, що реалізована система не надсилає сигнали безпосередньо на LPT порт ПК. Сиг-

Висновки

В роботі розроблено і реалізовано програмну систему керування радіокерованим візком, архітектура якої задовольняє вимогам гнучкості та можливості легкого розширення і модернізування. Зокрема, запропонована система дозволяє реалізувати обчислювальні та розпізнавальні алгоритми будь-якої складності та ступеня точності.

Запропонована система надає студентам можливості ознайомлення з особливостями керування реальними об'єктами в різних умовах реального середовища, шляхом дослідження, аналізу та розробки алгоритмів: розпізнавання образів; вибору оптимального маршруту; подолання перешкод; об'їзду території за встановленими правилами; подолання лабіринтів; колективної взаємодії; переслідування певних об'єктів тощо.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Computer // IEEE Computer Society. — December, 2006. — V. 39, No 12.
2. DARPA Grand Challenge. — Режим доступу : http://ru.wikipedia.org/wiki/DARPA_Grand_Challenge.
3. Cris Urmson et al. High Speed Navigation of Unrehearsed Terrain: Red Team Technology for Grand Challenge 2004 // Carnegie Mellon University Technical Report CMU-RI-TR-04-37, June 2004. — P. 63.
4. Robotics Links. Competitions, Courses, Shows. — Режим доступу : <http://www.ifi.uzh.ch/ailab/links/robotic.html>.
5. Leonte C. A. A Solution to the Hard & Soft Suceava 2001 Contest Theme / C. A. Leonte // Advances in Electrical and Computer Engineering, Suceava. — 2001. — V. 1 (8), No 1. — P. 62.
6. Арсенюк І. Р. Розв'язання задачі подолання перешкод мобільним роботом / І. Р. Арсенюк, Д. А. Волхонський // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2006. — № 2. — С. 67—72.
7. Арсенюк І. Р. Розпізнавання об'єктів у змінному середовищі / І. Р. Арсенюк, В. В. Колодний, Д. І. Будельков // Інтернет—Освіта—Наука—2006 : збірник матеріалів V Міжнародної конференції. — Вінниця : УНІВЕРСУМ—Вінниця. — 2006. — Т. 2. — С. 603—605.
8. Арсенюк І. Р. Адаптивний алгоритм керування радіокерованим візком / І. Р. Арсенюк, В. І. Месюра, В. В. Савчук // Інтернет—Освіта—Наука—2006 : збірник матеріалів V Міжнародної конференції. — Вінниця : УНІВЕРСУМ—Вінниця. — 2006. — Т. 2. — С. 583—586.

Рекомендована кафедрою інтелектуальних систем

Надійшла до редакції 08.09.08
Рекомендована до друку 20.10.08

Арсенюк Ігор Ростиславович — доцент, *Месюра Володимир Іванович* — доцент.

Кафедра інтелектуальних систем;

Ляшенко Юрій Леонідович — студент Інституту інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

Вінницький національний технічний університет