

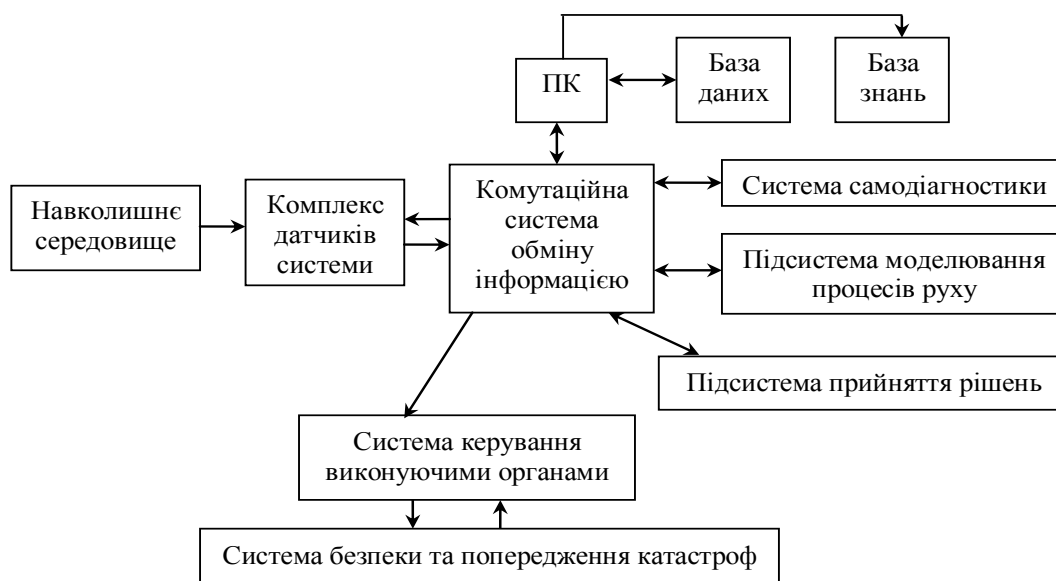
МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ ПІД ЧАС ОБХОДУ ПЕРЕШКОД

Розглянуто задачу побудови системи автоматичного обходу перешкод автоматизованим мобільним роботом. Запропоновано структуру системи безпеки руху на основі вибору оптимальної послідовності команд для запобігання зіткнення об'єкта керування з різного роду перешкодами на шляху руху.

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій проводяться інтенсивні дослідження у напрямі розробки алгоритмів керування, які за допомогою мобільних роботів забезпечують реалізацію таких нетривіальних операцій: уточнення карти місцевості, планування траєкторій для обходу перешкод, проникнення у важкодоступні зони, прецизійний рух по складних криволінійних траєкторіях із забезпеченням заданої орієнтації елементів робота в просторі і т. д. [1—4].

Подальші дослідження нових типів мобільних роботів [5] стимулюються численними додатками в найрізноманітніших галузях людської діяльності (автоматизація управління рухом транспортних засобів, боротьба з тероризмом і розмінування підозрілих предметів, пожежогасіння, телехірургія та ін.).

Для ефективного функціонування інтелектуальні роботи забезпечуються системою сприйняття навколишнього середовища, засобами аналізу ситуацій та прийняття рішень, системою самодіагностики, підсистемою моделювання процесів руху, системою керування виконавчих органів, а також здійснюють автоматичне планування руху по певній траєкторії (рис.).



Структурна схема інтелектуального мобільного робота

Для сприйняття навколишнього простору мобільний робот (МР) обладнаний сенсорами (датчиками), які мають по три промені, за допомогою яких мікропроцесор датчика визначає відстань до об'єкта.

Система безпеки руху та попередження катастроф є підсистемою системи керування та здійснює збір і обробку даних [3], що надходять від датчиків, використовуючи при цьому отримані ззовні дані для генерування реакції системи керування на зміну властивостей і структури навколишнього середовища.

Розглянемо логіку прийняття рішень системою безпеки руху та попередження катастроф під час обходу перешкоди, розташованої на шляху руху МР. Результатом прийняття рішення є гене-

рування системою безпеки реакції, яка має змінювати шлях руху мобільного робота і обхід перешкоди.

На етапі проектування системи автоматичного обходу перешкод формується множина станів Z зорової системи робота

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_N\},$$

де z_i — i -й стан зорової системи робота; N — кількість можливих станів; $i = \overline{1, N}$.

Стан $z_k \in Z$ в свою чергу також є множиною значень

$$z_k = \{db_{11}, \dots, db_{1m}, \dots, db_{n1}, \dots, db_{nm}\},$$

де db_{ij} — стан i -го променя j -го датчика; m — кількість променів у датчику; n — кількість активних датчиків; $i = \overline{1, n}$; $j = \overline{1, m}$.

Також формується множина реакцій системи безпеки руху та попередження катастроф на поточний стан навколишнього середовища

$$R = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_M\},$$

де r_i — реакція системи на поточну ситуацію; M — кількість можливих реакцій; $i = \overline{1, M}$.

Реакція системи безпеки руху та попередження катастроф полягає у виробленні певного набору дій для керування поведінкою мобільного робота, тобто виконання певної послідовності команд керування рухом, результатом якої буде зміна траєкторії руху робота.

Чіткого зіставлення стану зорової системи $z_k \in Z$ з відповідною на нього реакцією системи безпеки руху та попередження катастроф $r_i \in R$ немає.

Допускаються такі варіанти взаємозв'язків між елементами множин Z і R :

— одному стану зорової системи робота може відповідати необмежена кількість реакцій системи безпеки руху та попередження катастроф;

— різні стани зорової системи робота можуть приводити систему безпеки руху та попередження катастроф до одного і того ж рішення а, відповідно, і подальшої реакції;

— одному стану зорової системи робота може відповідати єдина реакція з множини реакцій системи безпеки руху та попередження катастроф.

Таким чином, існує множина P розмірністю N , елементи якої описують взаємозв'язок між елементами множин Z і R :

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_S\},$$

де p_i — функція вибору (переходу) реакції системи безпеки руху та попередження катастроф з R для певного стану зорової системи $z_k \in Z$; S — кількість функцій вибору; $i = \overline{1, S}$.

Функція вибору реакції системою безпеки руху та попередження катастроф описується таким чином:

$$p_k = F(z_k) = r,$$

де F — аналітична функція вибору реакції; $k = \overline{1, S}$.

Якщо система безпеки руху та попередження катастроф буде просто зіставляти свою реакцію з поточним станом навколишнього середовища, без урахування попередніх станів і реакцій, то можливе повторне виконання дій або ситуація неможливості виходу об'єкта з тупикового положення.

Функція вибору реакції F — це складний аналітичний вираз, що використовує для прийняття рішення історію станів зорової системи робота і історію реакцій системи на ці стани.

Нехай $T(z_1, \dots, z_n)$ — множина станів навколишнього середовища, що задовольняє сформульованій на початковому етапі меті.

Тоді метою побудови функції F є перехід системи з початкового стану $z_1 \in Z$ в кінцевий стан $z_k \in Z$, характеристики якого задовольняють поставленій задачі з мінімальними затратами часу за умови $z_k \in T$.

Існує також множина $Q(z_1, \dots, z_m)$ станів системи, досягнення яких на цьому етапі керування неможливе або небажане. Причому $Q \cup T = Z$. Так як множина Z скінченна, то множини T і Q також скінченні.

Розмірність множини Z залежить від кількості датчиків, що використовують для визначення стану навколишнього середовища та від кількості променів кожного з датчиків.

За допомогою функції F будуються множини T і Q а також визначається реакція системи r_t , $t = \overline{1, M}$ для переходу в один із станів множини T і неможливості переходу в будь-який стан із множини Q . Слід зазначити, що кожного разу з активацією функції F множини T та Q змінюються, це пов'язано з динамічністю навколишнього середовища та процесів що в ньому відбуваються.

Як вже було сказано раніше, кожному стану зорової системи робота відповідає певна реакція системи безпеки руху та попередження катастроф. Ця реакція полягає у застосуванні простого або складового ланцюжка команд, результатом послідовного виконання якого буде зміна траєкторії руху робота з метою обходу перешкоди на шляху подальшого пересування.

Простий ланцюжок — це ланцюжок команд, що не має умов переходу між різними командами і виконує всю послідовність, наявних в даному ланцюжку команд, незалежно від зміни параметрів навколишнього середовища або характеристик руху.

Недоліком простого ланцюжка команд є те, що він не має достатніх знань для вирішення складних задач. Для вирішення цієї проблеми використовуються складні ланцюжки.

Складовий ланцюжок — це послідовність команд, в якій організовано перехід від однієї команди до іншої на основі виконання певної умови. Залежно від стану зорової системи робота в момент виконання елемента послідовності визначається чи потрібно виконувати цю команду, чи здійснити перехід до виконання іншої команди. При цьому наступною командою для виконання є не наступна команда в списку, а та, на яку вкаже функція переходів, що організована в тілі цієї послідовності команд.

На будь-якому етапі функціонування системи можна запропонувати існування декількох різних станів $z_k \in Z$, що задовольняють умові досягнення мети.

Щоб уникнути дублювання структур, що є простими та складними ланцюжками, їх відмінності зведені до мінімуму: функція переходів в простому ланцюжку завжди організовує перехід до наступної команди в списку команд поточного ланцюжка. Це можна записати таким чином:

$$r_k = \{r_{k1}, r_{k2}, \dots, r_{kn}; f_k\},$$

де r_{ki} — i -та команда k -го ланцюжка команд; f_k — функція внутрішніх переходів k -го ланцюжка команд; $i = \overline{1, n}$.

Будь-яка команда обирається з множини команд, базових для даної системи керування рухом, з умовою закінчення дії цієї команди.

Таким чином, функція внутрішніх переходів f_k повинна повертати індекс наступної команди, що буде виконуватись. При цьому функція f_k повинна аналізувати умови завершення виконання команди з урахуванням параметрів навколишнього простору, що постійно змінюються і надходять від зорової системи робота.

Умова завершення команди системи керування роботом зазвичай залежить від кількох різних чинників. До таких чинників можна віднести:

- досягнення мети виконання команди;
- необхідність термінового завершення команди;
- зміна умов навколишнього середовища;
- прерогатива виконання іншої команди;
- втручання оператора;
- зовнішня дія;
- збій апаратури та ін.

Ланцюжок команд має організувати виконання послідовності дій системи керування МР, що веде до зміни положення МР відносно його попереднього положення. При цьому розв'язуються задачі обходу перешкод на шляху руху або руху по заданій цільовій траєкторії.

Команди, із яких складається ланцюжок, беруться з набору команд, доступних для виконання у використовуваній системі керування рухом.

Множину можливих команд керування запишемо у вигляді множини

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_H\},$$

де k_i — i -та команда з набору команд; H — розмірність набору команд.

Для побудови послідовності команд, які реалізують множину реакцій системи на зміну навколишнього середовища з урахуванням цільових правил або завдань, необхідно поставити у відповідність різним станам навколишнього середовища різні послідовності команд керування.

Висновки

1. Розглянуто задачу побудови системи автоматичного обходу перешкод автоматизованим мобільним роботом.

2. Запропонована структура системи безпеки руху на основі вибору оптимальної послідовності команд для запобігання зіткнення об'єкта керування з різного роду перешкодами на шляху руху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тимофеев А. В. Адаптивные робототехнические комплексы / А. В. Тимофеев. — Л. : Машиностроение, 1988. — 332 с.
2. Ильин В. А. Интеллектуальные роботы. Теория и алгоритмы / В. А. Ильин. — Красноярск : САА, 1995 — 334 с.
3. Kohonen T. Self-Organizing Maps / T. Kohonen. — Berlin, Heidelberg: Springer, 1995. — 501 p.
4. Поливцев С. А. Параллельная вычислительная структура, реализующая тактику обхода препятствий мобильным роботом // Искусственный интеллект. — 2001. — № 3. — С. 201—206.
5. Пшихов В. Х. Контурный регулятор для нейросетевой системы управления адаптивного мобильного робота / В. Х. Пшихов, Ю. В. Чернухин // Интеллектуальные многопроцессорные системы : науч.-техн. конф. : материалы. — Таганрог, 1999. — С. 210—217.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних систем управління

Стаття надійшла до редакції 8.04.11
Рекомендована до друку 21.04.11

Міцай Тетяна Сергіївна — аспірантка кафедри інформаційних технологій.

Національний авіаційний університет, Київ