

розуміння процесів функціонування RTS ще до її фізичної реалізації.

У роботі наведено модель розумного вагона як DT сучасного вагона. Розумний вагон, як елемент розумного поїзда, має підсистеми: речей (фізичні об'єкти, які включають до себе сенсори й актуатори), мережевої, хмарової інфраструктур і шлюзів. Перераховані підсистеми забезпечують архітектуру Інтернету Речей (Internet of Things – IoT) розумного вагона. DT технологія, у свою чергу, забезпечує побудову програмної системи, яка дозволяє моделювати середовище та життєві цикли об'єктів у їх фізичному середовищі (за допомогою хмар), адаптуючи моделі до середовища, що змінюється. Основними напрямками DT технології для побудови

моделі розумного вагона є збір та аналітика даних від сенсорів, віртуальне прототипування, передбачення аварійних ситуацій.

Аналітика даних від сенсорів у моделі розумного вагона виконується на першому етапі за допомогою мікропроцесорів у реальному часі. Другий етап – обробка даних засобами штучного інтелекту (нечіткої логіки) з метою виявлення тенденцій та вузьких місць системи. У роботі також використовується система Watson компанії IBM, яка дозволяє аналізувати дані, що розміщуються у хмарі.

DT технологія забезпечує цифрову трансформацію сучасного залізничного вагона до його цифрового двійника – моделі розумного вагона.

УДК 004.822

*О. І. Іванюк*

## ОБРОБКА ПЕРВИННИХ СЕНСОРНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ У ГРАНУЛЯРНИХ СТРУКТУРАХ

*О. Ivaniuk*

## PROCESSING OF RAW SENSORY DATA FOR PRESENTATION IN GRANULAR STRUCTURES

Гранулярна структура (GS) – модель подання знань і метод обробки даних, заснований на принципах абстрагування та категоризації [1]. Ключовим поняттям GS є інформаційна гранула (IG) – порція знань, що описує ситуацію. GS являє собою багаторівневий граф, де вершини нульового рівня – IG, що описують значення сенсорних даних, а вершини вищих рівнів – IG, що описують дані різного рівня абстрагування.

Кожна IG характеризується нечіткою характеристикою та швидкістю старіння інформації  $v \in [0, 1]$ .

У доповіді розглядається метод формування IG нульового рівня. На нульовому рівні GS виконується

гранулювання первинних сенсорних даних. Сенсорам ставиться у відповідність множина IG, кожна з яких відповідає певному інтервалу значень з діапазону можливих показань сенсора. Розмір IG доцільно визначати на основі технічних характеристик сенсора, враховуючи похибку вимірювання.

Гранулювання діапазону сенсорних значень розглянуто на прикладі сенсора вологості і температури DHT11. З технічного опису отримано діапазон вимірювання вологості 20-80 % із похибкою  $\pm 5\%$ , діапазон вимірювання температури 0-50 °C із похибкою  $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ . Визначено кількість IG для кожної з вимірюваних величин:

$$n_h = \frac{80 - 20}{2 \cdot 5} = 6; \quad n_t = \frac{50 - 0}{2 \cdot 2} = 12,5 \rightarrow 13 \quad (1)$$

Таким чином, нульовий рівень GS, що базується на показаннях сенсора DHT11, має складатися із 19 IG.

**Список використаних джерел**

1. Каргин, А. А. Абстрагирование и категоризация в умных машинах на основе

гранулярных вычислений [Текст] / А. А. Каргин, Т. Г. Петренко // Вестник НТУ «ХПИ». Сер. Информатика и моделирование. – 2017. – Вып. 50 (1271). – С. 57-68.

УДК 656.2:004

*М. О. Лавров*

**МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЇЗДУ ПЕРЕШКОД МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ**

*М. Lavrov*

**SIMULATION OF OBSTACLE AVOIDANCE BY MOBILE ROBOT**

На сьогоднішній день у багатьох завданнях використовують мобільні колісні роботи, які ефективні, якщо необхідно дістатися до певної точки. Наприклад, роботи, які застосовуються для отримання додаткової інформації при виникненні пожежонебезпечної ситуації; вони отримують інформацію від датчиків диму, вогню, вологості і температури.

У доповіді розглядається метод ситуаційного керування переміщеннями робота при об'їзді перешкод. При виникненні пожежонебезпечної ситуації у певній точці мобільний робот повинен дістатися до точки загоряння і при цьому об'їжджати перешкоди, які виникли у нього на шляху, робот має датчики для ситуаційного керування у просторі.

Датчики розташовані в передній частині мобільної платформи робота. Вони реагують у різних площинах: передній датчик дивиться тільки вперед, датчик праворуч реагує на перешкоду тільки справа, а зліва – на перешкоду тільки з лівого боку.

Щоб уникнути зіткнень із динамічними перешкодами, необхідно визначати поточне їх положення і передбачати зміни у траєкторії руху. Це завдання вирішується із застосуванням методу нечіткого ситуаційного керування [1].

Нижче наводиться приклад бази знань ситуаційного керування у вигляді правила руху вперед.

**ЯКЩО** сенсор лівий – перешкода відсутня,

сенсор правий – перешкода відсутня,

сенсор передній – перешкода на середній дистанції,

**ТО** стан мобільної платформи – вперед,

кут повороту – не потрібен,

швидкість – низька.

**Список використаних джерел**

1. Каргин, А. А. Введение в интеллектуальные машины [Текст]. Кн. 1. Интеллектуальные регуляторы / А. А. Каргин. — Донецк : Норд-Пресс, ДонНУ, 2010. — 526 с.