

Каргін А. О., д.т.н., професор,  
Пахальчук Є. В., аспірант  
(УкрДУЗТ)

### МОДУЛЬ ДИНАМІЧНОГО НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЧІТКИХ ГРАНУЛ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНОЮ МОБІЛЬНОЮ МАШИНОЮ

При функціонуванні автономних мобільних систем (роботів, розумних машин) в динамічно мінливому оточенні виникає задача адаптації алгоритмів

управління та прийняття рішень. В роботі розглядається автономні мобільні системи (АМС) алгоритми управління яких базуються на нечітких моделях [1,2]. Методи первинної обробки сенсорних даних в цих системах виконуються шляхом нечіткої грануляції. Сутність нечіткої грануляції зводиться до наступного [3].

Область можливих значень даних від кожного сенсора розбивається на  $n$  нечітких гранул з типовими функціями впевненості [1]. На рис. 1 наведено три типи функцій на базі яких формуються знання щодо грануляції даних від сенсорів.

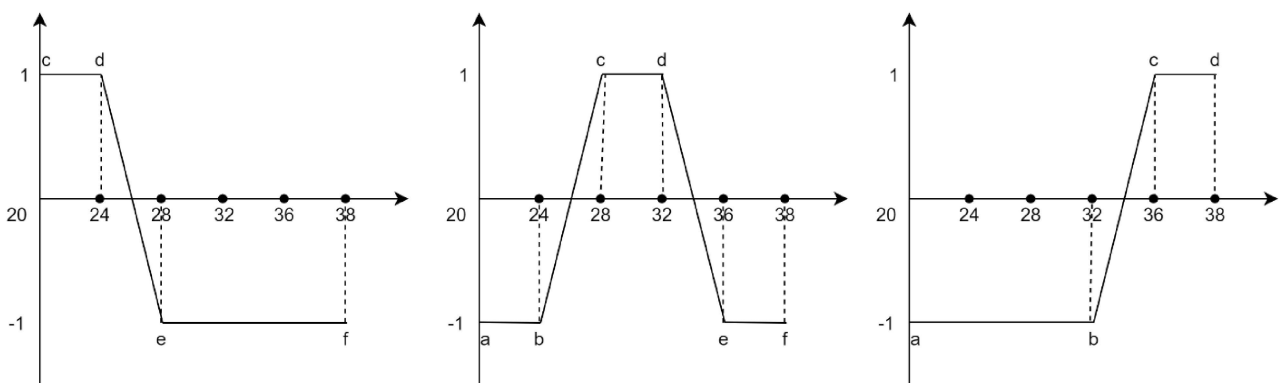


Рис. 1. Розбиття області значень на гранули

Універсальна модель для представлення знань про гранулювання даних з одного датчика виглядає наступним чином:

$\langle n, (a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1), \dots, (a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i), \dots, (a_n, b_n, c_n, d_n, e_n, f_n) \rangle$ ,

де  $n$  - кількість гранул на які розбита область можливих значень від датчиків;  $a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i$  - параметри кусково-лінійної функції, що демонструють ступінь впевненості  $\alpha$  для діапазону можливих значень показники датчиків.

Адаптації системи до змін середовища здійснюється за рахунок зміни кількості гранул  $n$  і значення параметрів  $a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i$  окремих гранул.

У даній роботі розглядається програмна реалізація процесу налаштування параметрів гранул в АМС. Якщо при тестуванні функціонування АМС має можливість редагувати границі гранул в «ручному» режимі, то при автономному функціонуванні, після заливки програмного забезпечення в мікроконтролер, така можливість втрачається. Тому виникла необхідність організації ПЗ, при якій можливе автоматичне коректування меж гранул після зашивання програми розрахунку на розумну машину.

В якості одного з варіантів використовувався контролер Arduino Nano з тестовим набором датчиків. В якості тестового набору датчиків виступали: ультразвуковий далекомір HC-SR04, датчик наближення ул-63 і датчик інтенсивності світла GY-302. Набір датчиків і їх типи може бути змінений як в більшу, так і в меншу сторону. На даний момент є обмеження по максимальній кількості інформаційних гранул  $n$ , для корекції їх параметрів  $a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i$ , і становить від 10 до 16 гранул. Дане число залежить від різноманітності датчиків. Чим більше різнотипних датчиків буде підключено, тим менше число гранул можна буде регулювати. Для зчитування інформації, також додатково використовувався модуль із зовнішнім накопичувачем. Структурна схема ПЗ мікроконтролера показана на рис. 2.

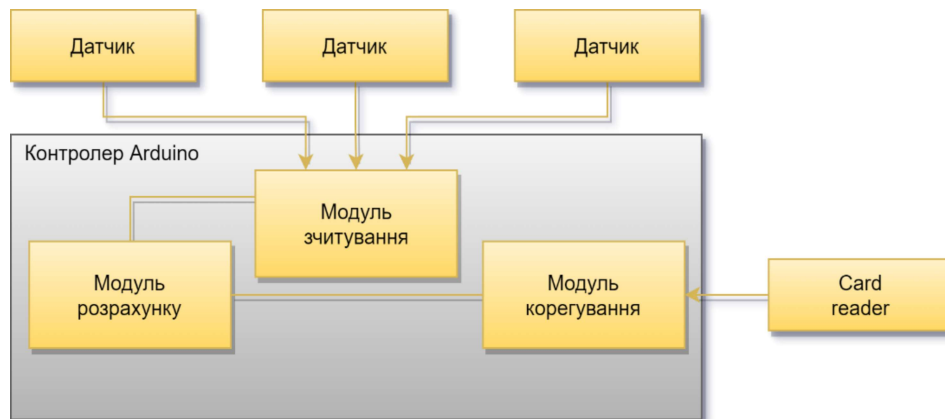


Рис. 2. Схема взаємодії компонентів системи

Як показано на схемі, модуль коригування приймає інформацію з зовнішнього джерела даних. Інформація надходить в форматі XML і містить в собі відкориговані граничні значення кожної гранули розрахунку. Якщо дані не коректувалися, то вони повинні залишитися незмінними, але вони повинні бути присутніми в структурі. Після прийому значень для корегування вони передаються в модуль розрахунку. Модель обробки даних в модулі розрахунку приведена в [1]. Процес коригування відбувається шляхом переініціалізації скорегованих значень без зупинки процесу обчислення. Такий підхід дозволяє впроваджувати зміни безпосередньо під час роботи системи і спостерігати процес зміни графіків розрахунку. Алгоритм модуля управління

представлений нижче. Основна суть роботи алгоритму полягає в оновленні інформації, що надійшла з зовнішнього джерела даних. Система очікує сигнал про те, що необхідно провести коригування значень, на даному етапі це активація 13 Піна контролера. Після отримання сигналу відбувається запит до зовнішнього модулю зберігання інформації і пошук відповідного файлу. Якщо файл був знайдений, то відбувається його зчитування та парсинг на конкретні значення. Далі шляхом порівняння лінгвістичних змінних відбувається корекція їх значень. Якщо система не змогла провести корегування значень, або під час активації сигналу на корегування, файл не було знайдено, алгоритм поверне значення про помилку оновлення.

#### Algorithm 1: UpdateIGValues

```

Data: signal, signal from board
file, file with data
old_IG_list, curent IG data
Result: true if successful
1 signal ← false;
2 while true do
3   if signal then
4     file ← path_to_file;
5     if file is exist then
6       for data ∈ file_data_length
7         for old_data ∈ old_IG_list
8           if data contains old_data
9             old_data ← data
15          else
16            //add new params
17            old_data.push(data)
18          else
19            return false
20          signal ← false;
return true
  
```

В майбутньому планується провести доопрацювання системи динамічної коригування значень шляхом зміни зовнішнього сховища даних на бездротовий модуль прийому \ передачі інформації. Це дозволить коректувати граничні параметри гранул віддалено, без втручання в схему роботи розумної машини.

#### Список використаних джерел

1. Kargin, T. Petrenko, "Spatio-Temporal Data Interpretation Based on Perceptual Model," in *Advances in Spatio-Temporal Segmentation of Visual Data. Studies in Computational Intelligence*, V. Mashtalir, I. Ruban, V. Levashenko, Eds., vol. 876, Springer, Cham, 2020, pp. 101-159.
2. A. Kargin, O. Ivaniuk, G. Galych, A. Panchenko, "Polygon for smart machine application," in 2018 IEEE 9th Inter. Conf. Depend. Sys., Serv. and Technol. DESSERT'2018, Kyiv, Ukraine, May 24-27, 2018, pp. 489-494.
3. Каргін А.О., Пахальчук Є. В. Автономне навчання роботів, що надають інтелектуальне сервісне обслуговування, на безлічі прикладів. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. УкрДУЗТ, Харків, №3 (Додаток), 2020, 43-44 с.

*Шумик Д. В., к.т.н., доцент,  
Марусенко С. О., магістрант  
(УкрДУЗТ)*

### УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ДИРЕКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ПРОСУВАННЯ ВЕЛИКОВАГОВИХ ПОЇЗДІВ

Сучасні умови функціонування залізничного транспорту України характеризуються постійною зміною структури та обсягів вантажо- та поїздопотоків на більшості залізничних дільниць. Провізну і пропускну спроможності лінії можна збільшити за рахунок підвищення маси поїзда та збільшення розмірів руху. В зв'язку з цим зростає актуальність проблеми вибору раціональних параметрів маси та довжини поїздів з метою зменшення експлуатаційних витрат залізниці [1].

Для визначення техніко-економічних характеристик способів збільшення пропускну та провізної спроможностей лінії умовно розрізняють заходи які поділені на 2 групи. До першої групи відносяться заходи які направлені на збільшення маси поїздів, до другої - групи заходи, які направлені на збільшення кількості поїздів [1].

Друга група заходів не є рішенням в сучасних умовах, тому що на сьогодні стан локомотивного парку та парк локомотивів, що експлуатується, є

незадовільним для виконання обсягів перевезень. Тому перша група заходів що направлена на збільшення середньої маси вантажних поїздів, шляхом формування поїздів з двома локомотивам або з підштовхуванням, об'єднаними в голові поїзда по системі «кратної тяги», є в певних умовах економічно вигідною.

В останні роки на дільницях Дніпровської дирекції спостерігається стабільне підвищення маси і довжини поїздів, за рахунок застосування технології роботи об'єднаним локомотивних парком. Полігон Дніпровської дирекції має ряд складних ділянок з кривими малого радіусу, що вимагає застосування розподіленої подвійної тяги у зв'язку з технічним станом існуючого тягового рухомого складу.

Зростання маси і довжини поїздів загостило проблему в сумарних витратах, пов'язаних з організацією та пропуском вантажних поїздів. У витратній ставці на 1 поїздо.км, що використовують при їх розрахунках, витрати на електроенергію складають приблизно 50% і підлягають більш точному визначенню.

В більшості досліджень з питань розрахунку витрат електроенергії на тягу поїздів використовують питомі витрати електроенергії, що залежать від ряду параметрів і, зокрема, маси і швидкості поїзда. Однак, для підвищення точності виконання практичних розрахунків при визначенні питомих витрат електроенергії на тягу поїздів необхідно враховувати ще ряд параметрів, таких як профіль дільниці і рекуперація електроенергії [2].

Тому було запропоновано класифікувати дільниці за типом профілю, де виділені чотири типи профілю: рівнинний; горбистий; холмисто-гірський; гірський. За результатами розрахунків для кожної дільниці побудовані залежності питомих витрат електроенергії від маси поїзда. Аналіз побудованих графіків показав, що питомі витрати електроенергії істотно залежать від профілю дільниці. Різниця між питомими витратами на рівнинному профілі і горбисто-гірському може становити при веденні поїздів за системою «кратної тяги» або підштовхування до 37% від питомих витрат на рівнинному профілі.

Дослідження показали, що економія витрат від відправлення поїздів за системою «кратної тяги» або підштовхування з масами, що знаходяться в межах оптимальної зони застосування «кратної тяги» помітно зростає зі збільшенням відстані переміщення і добової потужності призначення. Тому дуже важливо на практиці дотримуватися принципу раціоналізації маси складу при формуванні та відправленні поїздів потужних призначень на великі відстані [3].

#### Список використаних джерел

- 1 Козаченко Д. М. Пропускна та провізна спроможність залізниць : навч. посіб. для студентів