

УДК 004. 825 : 681. 518

Роман Валерійович Вакар

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В САК АВТОНОМНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТА

Автономні підводні апарати (АПА), які використовуються у провідних країнах світу, на даний час володіють високими показниками ефективності під час виконання як широкого кола завдань, так і у вузькоспеціалізованих застосуваннях. Залежно від призначення АПА і завдань, що вирішуються ним, існують певні конструктивні особливості різних зразків. Перш за все це стосується додаткового устаткування і допоміжних систем АПА. Проте одним із елементів — невід’ємною частиною будь-якого автономного апарата, є його система автоматичного керування (САК).

Побудова “інтелекту” підводного робота, що діє в умовах змінного зовнішнього середовища, є досить складним завданням.

Існуючі зразки АПА і використовувані в їх САК архітектури дозволяють досить успішно вирішувати поставлені завдання [1, 2].

Проте розробка теорії нечіткого регулювання і розвиток обчислювальної техніки дозволяють підвищити ефективність САК введенням алгоритмів нечіткої і адаптивної регуляції в умовах динамічних впливів водного середовища [3—5].

Перш за все це пов’язано з особливостями математичного апарату нечіткої логіки, який дозволяє до певної міри моделювати людський спосіб мислення і базується на якісно сформульованих залежностях виду ЯКЩО — ТО вхідних і вихідних величин. Логічні висновки формуються на базі термів — лінгвістичних підмножин, заданих експертом, таких що формально описують якісні або кількісні показники чисельних значень (“великий”, “середній”, “малий”). Щодо систем керування, побудованих на базі нечітких регуляторів, виконується певний алгоритм, що відображає залежність вхідних і вихідних параметрів. Переклад поточних значень входу системи в лінгвістичні величини називається фазифікацією. На даному етапі відбувається обчислення ступеня приналежності вхідної

величини до певного терму — фазифікація. У нечіткому регуляторі на основі бази правил виду ЯКЩО-ТО відбувається формування логічного рішення відносно вихідного терма. Зворотний процес обчислення чисельного значення дії, що управляє, називається дефазифікацією.

Для набуття кількісних значень показників ефективності АПА при використанні даних алгоритмів як правило використовують експерименти на вже існуючих зразках техніки або ж проводять комп’ютерне моделювання вузлів і систем.

На сьогоднішній день в Україні немає зразків АПА, але необхідність в апаратах даного класу існує, що сприяло початку розробки у цьому напрямку.

Якщо система (процес) взагалі не існує, а тільки передбачається (проектується), то експериментальна побудова її (його) математичної моделі в принципі не можлива.[6] Однак апріорна оцінка властивостей проєктованого процесу або системи необхідна завжди. Математичне моделювання на ЕОМ дозволяє вирішити цю проблему з вірогідністю, що визначається компетентністю самого творця у своїй справі й ефективністю застосовуваних ним методів моделювання.

Таким чином, для досліджень взаємодії моделей САК і АПА необхідне створення моделюючого комплексу, який є сукупністю взаємодіючих комп’ютерних моделей.

Загальна структура комп’ютерного моделюючого комплексу для дослідження параметрів САК рухом АПА приведена на рис. 1.

Даний комплекс складається із взаємодіючих комп’ютерних моделей АПА і його САК рухом.

Вхідними параметрами даного моделюючого комплексу є дані про параметри руху АПА, а також випадкові збуджуючі фактори. Вихідними даними є параметри руху АПА як результат впливу вхідних даних.

Дані про задану траєкторію руху генеруються залежно від вживаного алгоритму пошуку.

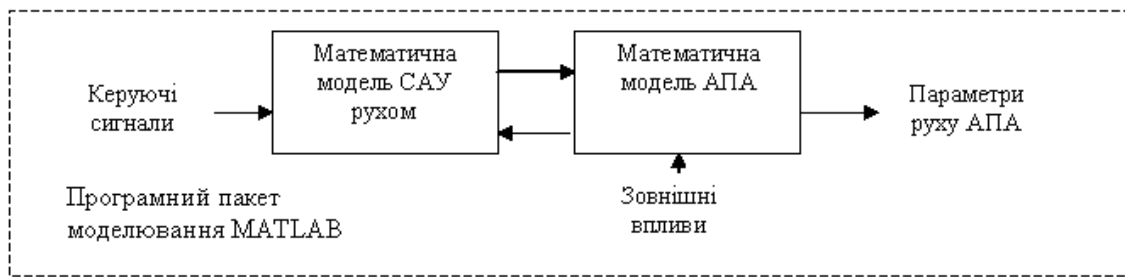


Рис. 1. Комп'ютерний моделюючий комплекс

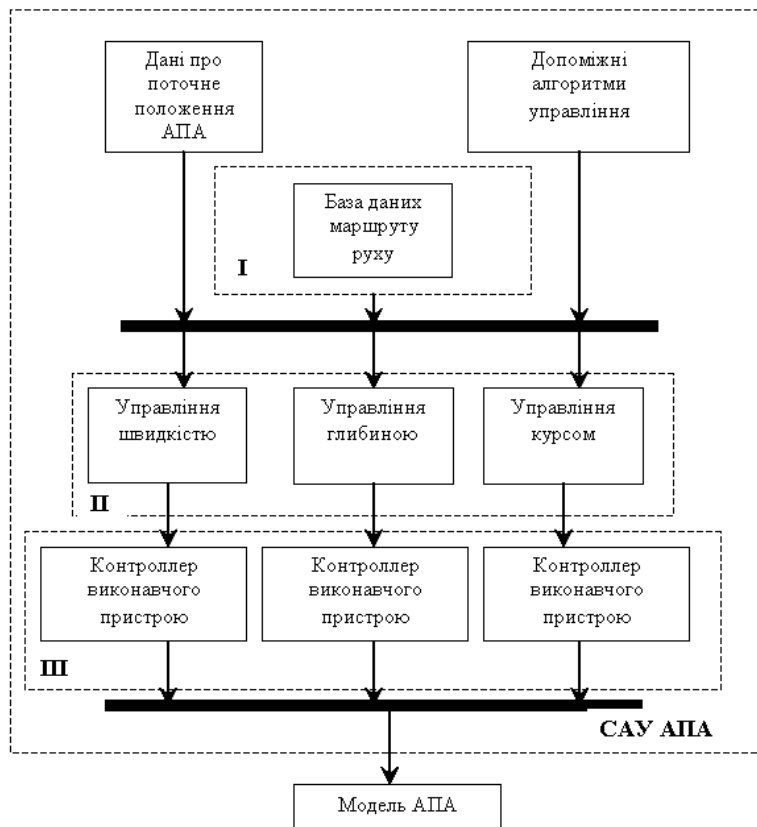
Розробники сучасних АПА використовують різні апаратні і програмні рішення для реалізації керування АПА в період виконання ним місії. На сьогоднішній день достатньо відпрацьованою і такою, що показала гарні результати в практичному застосуванні, є ієрархічна архітектура побудови систем автоматичного керування. Така архітектура характеризується вертикальним рухом інформації. Об'єктом дії кожного подальшого рівня ієрархії є нижчий рівень. Від низу до верху рухаються дані від сенсорів, стаючи все більш абстрактними. Зверху вниз здійснюється планування дії,

причому під час руху зверху вниз план набуває все більшу конкретність [1].

Таким чином, можлива побудова комп'ютерних моделей різних рівнів ієрархії. Стосовно моделей контролерів на основі нечіткої логіки можливе дослідження параметрів моделюваної системи як закінченого блоку відповідного рівня, так і всього АПА в цілому.

Для моделювання САК керування траєкторним рухом АПА може бути реалізована наступна структура комп'ютерної моделі (рис. 2).

Рівень планування є базою даних про заданий маршрут руху АПА. Ці дані готуються



I-рівень планування

II-рівень управління

III-рівень виконання

Рис. 2. Архітектура побудови систем автоматичного керування

безпосередньо оператором АПА або ж є результатом роботи алгоритмів планування стратегії пошуку і є набором географічних точок, через які повинен пройти АПА. Також база містить передбачувану швидкість і глибину руху АПА на різних відрізках або маршруті в цілому.

Нижчий вирішальний рівень виконує функцію пошуку рішення щодо усунення помилок між дійсним і заданим станом АПА.

Виконавчий рівень припускає безпосередню взаємодію з виконувачими механізмами АПА (кермо, рушії) і виконує функції стабілізації їх параметрів.

У разі використання даних алгоритмів, нейромережні технології і генетичні алгоритми знайшли застосування в керуючому модулі, який відповідає за загальний хід виконання місії АПА, а нечітка логіка використовується у виконавчих модулях АПА.

При створенні комп'ютерної моделі виконавчого пристрою використовувався пакет MATLAB і блок візуального моделювання Simulink. Даний пакет надає закінчене вирішення блоку нечіткого вводу-виводу.

Користувачеві надається можливість вибору кількості входів і виходів блоку а також логічних правил. Також можливий вибір функцій приналежності і правил обчислення результуючої функції.

Практична реалізація комп'ютерної моделі системи керування рухом АПА в горизонтальній площині приведена на рис. 3.

Дана модель включає моделі АПА, блоку візуалізації, блоку нечіткого регулятора, блоку вхідних даних і блоку попередньої обробки інформації.

Слід підкреслити, що реалізація керування виконавчого рівня САК, як правило, зводиться до завдання побудови системи стабілізації вибраного параметра, що дозволяє використовувати і традиційні ПІД-контролери. Проте інформація, яка поступає з вищих рівнів ієрархії САК, представлена в цифровому вигляді, що припускає побудову дискретних контролерів виконавчого рівня.

Що стосується рівня, який управляє, то в даному випадку принцип нечіткого керування найбільш перспективний для реалізації САК АПА. Перш за все, за рахунок

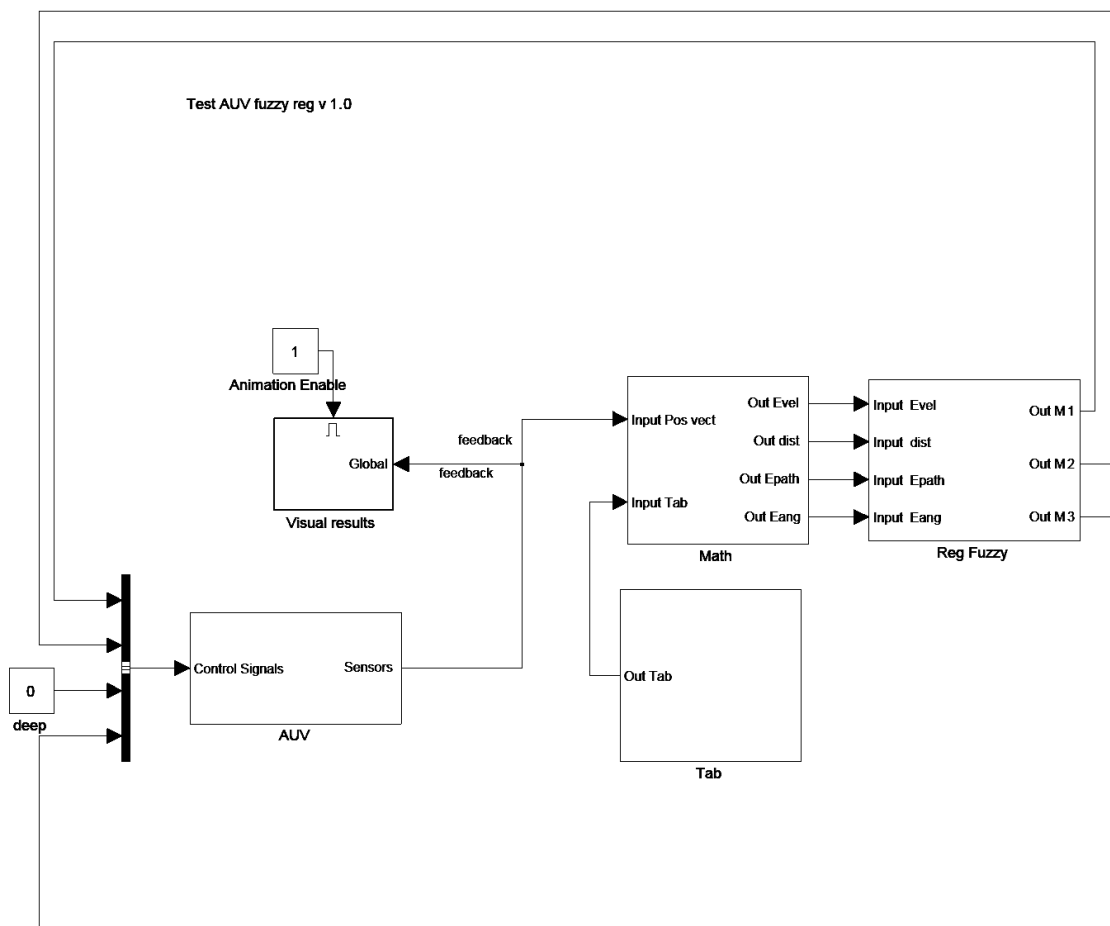


Рис. 3. Модель системи керування рухом АПА в горизонтальній площині

спрощення фізичної моделі САК — АПА, так як взаємодія даних систем відбувається не на рівні математичних залежностей, що описують кожну із систем, а з використанням лінгвістичних оцінок вибраних параметрів і логічних правил над ними. Не дивлячись на те, що якості системи стають багато в чому залежні від експерта, дана система найменш залежна від параметрів об'єкта керування, гнучкіша в налаштуванні і масштабуванні.

Результати досліджень синтезованих нечітких контролерів при взаємодії з моделлю АПА дозволяють говорити про можливість та перспективність використання нечіткої логіки в САК АПА.

В статье рассматриваются направления развития систем автоматического управления движением автономных подводных аппаратов. Представляются общие положения по созданию компьютерного моделирующего комплекса для исследования перспективных алгоритмов в системах автоматического управления движением автономных подводных аппаратов.

Ключевые слова: автономный подводный аппарат, система автоматического управления, нечеткая логика, траектория движения.

Література

1. **Подводные** исследования и робототехника. — 2006. — № 1. — С. 18—30.
2. **Киселев Л. В.** Пространственное движение автономного подводного аппарата и задачи управления / Л. В. Киселев / под общ. ред. акад. М. Д. Агеева. — Владивосток, 1998. — Морские технологии, Вып. 2. — С. 23—37.
3. **Гостев В. И.** Синтез нечетких регуляторов систем автоматического управления / В. И. Гостев. — К.: Радиоаматор, 2003. — 512 с.
4. **Звенигородский А. С.** Нечеткая логика в управлении мобильным роботом / А. С. Звенигородский // Искусственный интеллект. — 1998. — № 1. — С. 63—67.
5. **Фан Ван Ван.** Удосконалення системи керування рухом маломірного судна при стабілізації на траєкторії: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.03 / Фан Ван Ван. — Львів, 2003. — 255 с.
6. **Устенко А. С.** Основы математического моделирования и алгоритмизации процессов функционирования сложных систем. — Режим доступа: <http://ustenko.fromru.com>. — Название с домашней страницы Интернет.

In the article some directions of the development of automatic control systems for autonomous submersible vessels motion are considered, general overview of the creating of computer modeling tool for the study of promising algorithms in automatic control systems for autonomous submersible vessels motion is offered.

Key words: autonomous submersible vessels, automatic control system, fuzzy logic, the trajectory of motion.