

тал. Розрахунки показали, що на тимчасовому періоді 2000-2010 рр. такий взаємозв'язок існує і моделюється він такою статистичною залежністю:

$$\varepsilon_1 = -3,68554 + 6,21x_1 + 4,16x_2, \quad (6)$$

де: x_1 – темп приросту ВВП; x_2 – темп приросту інвестицій в основний капітал. Для цієї моделі коефіцієнт детермінації дорівнює 0,51; F-статистика становила 16,472.

Спільний аналіз часової динаміки значень параметрів моделі ε_1 і μ дає змогу зробити висновок про їх сильну статистичну залежності. Розрахунки повністю підтверджують таке припущення. Ця залежність така:

$$\mu(t) = -0.000105\varepsilon_1. \quad (7)$$

Коефіцієнт детермінації для моделі (7) дорівнює (-0,95); значення t-статистики дорівнює (-0,0681), F-статистики – 69,132, де табличні значення t-статистики – 1,8331 (з ймовірністю 0,9), а F-статистики – 5,12 (для рівня значущості 0,05). Отже, перевіривши складені моделі на адекватність, можемо сказати, що моделі можна використовувати для аналізу ринкової сили, але для прогнозування вони недостатньо точно описують стан ринку праці. Статистичні характеристики дають змогу розглядати рівняння без константи.

Як показав аналіз отриманих статистичних залежностей, деякі параметри початкової моделі прогнозуються достатньо добре. Таким чином, на кожному кроці прогнозу можна отримати значення u і w .

Висновки. Побудовані в роботі економетричні моделі доцільно використовувати для прогнозування величин невідомих параметрів системи диференціальних рівнянь, яка моделює взаємозв'язок попиту і пропозиції робочої сили на ринку праці. На підставі цих величин можна сумісно знаходити прогноз кількості вакантних робочих місць і обсягів пропозиції робочої сили на національному ринку праці України.

Література

1. Приймак В.І. Математичні методи економічного аналізу : навч. посібн. / В.І. Приймак. – К. : Центр навч. літ-ри, 2009. – 296 с.
2. Skorupka D. Neural Networks in Risk Management of a Project / D. Skorupka // 2004 AACE International Transaction, (CSC.1.51– CSC.1.57), The Association for the Advancement of Cost Engineering, USA, Washington 2004.
3. Балацкий Е.В. Понятие времени в экономической науке / Е.В. Балацкий // Вестник Российской академии наук. – 2005. – № 3. – С. 1-25.
4. Богданова А.Е. Управление кредитными рисками / А.Е. Богданова. – М. : Изд-во ИМЭИ, 2000. – 182 с.
5. Skorupka D., Nastak M., Identification and Analysis of Risk Indicators of an Increase in Construction Project Costs, Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej 602, Budownictwo Ładowe, Nr 59, KILiW PAN (P. 223- 230), Gdynia 2006.
6. Хикс Дж. Стоимость и капитал / Дж. Хикс. – М. : Изд-во "Прогресс", 1993. – 488 с.
7. Коровкин А.Г. Динамика занятости и рынка труда / А.Г. Коровкин // Вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования. – М. : Изд-во "Макс Пресс", 2001. – 318 с.
8. Вольтера В. Математическая теория борьбы за существование / В. Вольтера. – М. : Изд-во "Наука", 1976. – 235 с.
9. Приймак В.І. Оцінювання взаємозв'язку динаміки попиту і пропозиції робочої сили в Україні / В.І. Приймак, О.Г. Возняк, Н.М. Ковалевич // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.6. – С. 275-283.

10. Гесць В.М. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : підручник / В.М. Гесць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк, В.В. Іванов, Н.А. Дубровіна, А.В. Ставицька. – Харків : ВД "ІНДЖЕК", 2005. – 396 с.

11. Skorupka D., Risk Management in Building Projects, AACE International Transaction, (CSC.1.91– CSC.1.96), The Association for the Advancement of Cost Engineering, USA, Orlando 2003.

Приймак В.И., Возняк О.Г. Эконометрические модели для прогнозирования спроса и предложения рабочей силы в Украине

Рассмотрена прогнозная модель для согласования динамики вакантных рабочих мест и предложения рабочей силы, которое имеет вид системы дифференциальных уравнений с неизвестными параметрами. На основании рассчитанных значений этих параметров и часовых рядов определенных макроэкономических показателей построены уравнения парной и множественной регрессии, использование которых даст возможность совместно прогнозировать спрос и предложение рабочей силы на национальном рынке труда Украины.

Ключевые слова: прогнозирование, эконометрические модели, рынок труда, спрос рабочей силы, предложение рабочей силы.

Przymak V.I., Voznyak O.G. Econometric models for prognostication of demand and supply of labour force in Ukraine

It is considered a prognosis model for the concordance of dynamics of vacant workplaces and suggestion of labour force, which has the appearance of the system of differential equalizations with unknown parameters. On the basis of the expected values of these parameters and sentinel rows of certain macroeconomic indexes equalizations of pair and plural regression, the use of which will give an opportunity compatible to forecast demand and supply of labour force at the national labour market of Ukraine, are built.

Keywords: prognostication, econometric models, labour market, demand of labour force, suggestion of labour force.

УДК 004.896

Проф. І.Г. Цмоць, д-р техн. наук; аспір. Б.Я. Шулак; магістрант А.В. Шкодин; бак. В.Я. Антонів – НУ "Львівська політехніка"

АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

Проаналізовано існуючі робототехнічні системи, сформовано вимоги, вибрано принципи побудови та запропоновано розробку мобільних інтелектуальних робототехнічних систем здійснювати на основі інтегрованого підходу. Визначено основні компоненти та розроблено базову архітектуру інтелектуальної робототехнічної системи для дистанційного дослідження різноманітних об'єктів.

Ключові слова: інтелектуальна робототехнічна система, архітектура, реальний час, дослідження, модулі.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку інтелектуальних робототехнічних систем (ІРС) характеризується розширенням галузей застосування від космічних і глибоководних досліджень, обслуговування атомних станцій, ліквідації техногенних аварій, проведення військових операцій, моніторингу навколишнього середовища до виконання складних медичних операцій. Значна частина з-поміж них повинна працювати у невизначених і екстремальних умовах з використанням дистанційного та автономного управління.

Під час застосування дистанційного керування робототехнічною системою виникають проблеми, які пов'язані з надійністю та вузькою смугою пропускання каналів зв'язку, а також зі складністю роботи оператора. Тому

виникає проблема розроблення автономних мобільних робототехнічних систем, здатних забезпечити виконання поставлених задач на базі макрокоманд оператора. Високий ступінь автономності робототехнічних систем забезпечується адаптацією їх до середовища, яке динамічно змінюється, шляхом самостійного прийняття рішень у складних невизначених умовах. Тому актуальною проблемою є вибір принципів побудови та розроблення базової архітектури ІРС для дистанційного дослідження різноманітних об'єктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій [1-5] засвідчив, що задача сучасної робототехніки полягає в тому, щоби забезпечити автономну роботу дистанційно керованих мобільних робототехнічних систем у невідомій обстановці. Невизначеність зовнішнього середовища, в якому функціонує робототехнічна система, змушує включати до її складу такі апаратно-програмні засоби: підсистему технічного зору, набори давачів та інтелектуальні засоби. Ці апаратно-програмні засоби зорієнтовані на забезпечення здатності самостійного пересування та автоматичного виконання поставленої задачі.

У роботах [3-7] показано, що в існуючих мобільних робототехнічних системах у більшості випадків управління системою здійснює людина-оператора на рівні рухів, при цьому від оператора вимагається неперервне спостереження за платформою та оперативне керування її діями. Такий підхід до управління мобільною робототехнічною системою має такі недоліки: необхідність організації та постійної підтримки каналу зв'язку; швидке стомлення оператора, і як наслідок – збільшення ймовірності помилкових дій; складність правильної оцінки обстановки за даними телеметрії та здійснення адекватного управління.

З аналізу літератури [1-7] випливає, що основними шляхами покращення характеристик мобільних робототехнічних систем є доповнення їх інтелектуальними засобами, підсистемою технічного зору, наборами давачів та апаратними комп'ютерними засобами, які забезпечать розширення функціональних можливостей, обробку даних і управління в реальному часі.

Завдання і мета дослідження. Метою дослідження є вибір принципів побудови та розроблення базової архітектури ІРС для дистанційного дослідження різноманітних об'єктів.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі: сформулювати вимоги до компонентів і робототехнічної систем; вибрати принципи побудови ІРС; розробити базову архітектуру ІРС.

Виклад основного матеріалу.

Вимоги до ІРС. Основні вимоги, які висуваються до мобільних ІРС, це мінімізація габаритів, енергоспоживання, забезпечення надійності, гнучкості та роботи у реальному часі. Створення таких ІРС вимагає широкого використання сучасних компонентів (відеокамер, давачів, платформи-шасі, комп'ютерних систем) сучасної елементної бази для реалізації апаратних засобів комп'ютерних систем оброблення та управління (напівзамовних і замовних НВІС, процесорів цифрового оброблення сигналів, мікроконтролерів, трансп'ютерів, нейрочіпів) та розроблення нових методів і алгоритмів для опрацювання у реальному часі різних за інтенсивністю надходження потоків даних (відеопотоків, даних із давачів, команд управління).

Режим реального часу накладає обмеження на час розв'язання задачі T_p , який не повинен перевищувати часу обміну повідомленнями $T_{обм}$, тобто:

$$T_p \leq T_{обм}. \quad (1)$$

Час обміну залежить як від обсягу N , розрядності n і частоти F_d надходження вхідних даних, так і від кількості k каналів та їх розрядності n_k . Такий час визначають за формулою

$$T_{обм} = \frac{Nn}{F_dkn_k}. \quad (2)$$

Для забезпечення опрацювання потоків даних у реальному часі за допомогою комп'ютерних систем їх продуктивність повинна бути:

$$\Pi \geq \frac{BRF_dkn_k}{Nn}, \quad (3)$$

де: R – складність алгоритмів розв'язання задач; β – коефіцієнт врахування особливостей засобів реалізації алгоритму.

Для підвищення ефективності використання обладнання у комп'ютерних системах оброблення та управління ІРС необхідно здійснити узгодження інтенсивності надходження даних з обчислювальною здатністю апаратних засобів. Інтенсивність надходження даних залежить від кількості та розрядності каналів надходження даних і частоти надходження даних [8]:

$$P_D = knF_d, \quad (4)$$

де: k – кількість каналів надходження даних; n – розрядність каналів надходження даних; F_d – частота надходження даних. Обчислювальна здатність апаратних засобів визначається так [8]:

$$D_k = \frac{m_m n_m}{T_k}, \quad (5)$$

де: m_m – кількість каналів надходження даних у сходинках конвеєра; n_m – розрядність каналів надходження даних у сходинках конвеєра; T_k – такт опрацювання даних.

Для вибору комп'ютерних засобів ІРС доцільно використовувати критерій ефективності використання обладнання E , який зв'язує продуктивність з витратами обладнання та дає оцінку апаратним засобам за продуктивністю [8]. Кількісна величина ефективності використання обладнання для комп'ютерних засобів ІРС визначається таким чином:

$$E = \frac{R}{T_p W}, \quad (6)$$

де W – витрати обладнання на реалізацію комп'ютерних засобів ІРС.

Крім перерахованих вимог, ІРС повинна забезпечувати:

- мобільність і автономність достатню для виконання поставлених задач;
- використання сучасних інтерфейсів передачі даних і команд;
- інтерактивний режим управління робототехнічною системою.

Принципи побудови ІРС. Розробку та оптимізацію мобільних ІРС пропонуємо здійснювати на основі інтегрованого підходу, який охоплює:

- сучасні компоненти ІРС, елементну базу для побудови апаратних комп'ютерних засобів;
- сучасні методи та алгоритми інтелектуального управління, нейромережеві методи та алгоритми оцінювання даних із давачів в умовах завад і неповної інформації, компресування та розпізнавання зображень і сцен;
- методи та засоби автоматизованого проектування апаратних і програмних засобів ІРС.

В основу побудови мобільних ІРС необхідно покласти принципи, які дадуть змогу зменшити вартість, терміни і розширити галузі їх застосування. Результати аналізу доводять, що забезпечити дані вимоги можна в разі використання таких принципів побудови [7, 8]:

- ієрархічності побудови системи управління ІРС шляхом ділення її на горизонтальні шари;
- функціонування на основі зворотного зв'язку та підлеглості управління приводом;
- системності, за якого між компонентами мобільних ІРС утворюються такі зв'язки, які забезпечують цілісність і взаємодію;
- змінного складу обладнання, що передбачає наявність ядра мобільної ІРС та змінних модулів (компонентів), за допомогою яких ядро адаптується до вимог конкретного застосування;
- модульності, який передбачає розробку компонентів мобільних ІРС у вигляді функціонально завершених модулів, що мають вихід на стандартний інтерфейс;
- відкритості, за якого мобільні ІРС створюються з врахуванням можливості поповнення і оновлення функцій без порушення їх функціонування;
- сумісності, який передбачає використання інформаційно-технологічних інтерфейсів, завдяки яким ІРС може взаємодіяти з іншими системами;
- узгодженості інтенсивності надходження даних з обчислювальною здатністю апаратних засобів;
- використання комплексу базових проектних рішень.

Архітектура ІРС. Більшість сучасних мобільних ІРС використовують інтерактивне управління на основі технологій штучного інтелекту. Особливістю таких ІРС є здатність до навчання та адаптація до зовнішнього середовища. В ІРС з інтерактивним управлінням для керування мобільною платформою використовуються як управляючий комп'ютер, так і вбудовані мікропроцесорні системи, які розміщені на мобільній платформі. З допомогою даних засобів здійснюється опрацювання відеоданих та даних з давачів (сенсорних), яке забезпечує формування моделі зовнішнього середовища з різним ступенем деталізації, розпізнавати та аналізувати складні ситуації, планувати поведінку, вибирати та реалізовувати програму руху.

Архітектуру ІРС можна представити у вигляді постійної частини – управляючого комп'ютера, вбудованих мікропроцесорних систем автономного управління та інтелектуального оброблення даних і змінної частини – спеціалізованих апаратно-програмних модулів з допомогою, яких здійснюється адаптація архітектури до вимог конкретних застосувань. Базова архітектура ІРС наведена на рис., де САПМ – спеціалізований апаратно-програмний модуль, ВСАПМ – вбудований спеціалізований апаратно-програмний модуль, ТЗ – технічний зір.

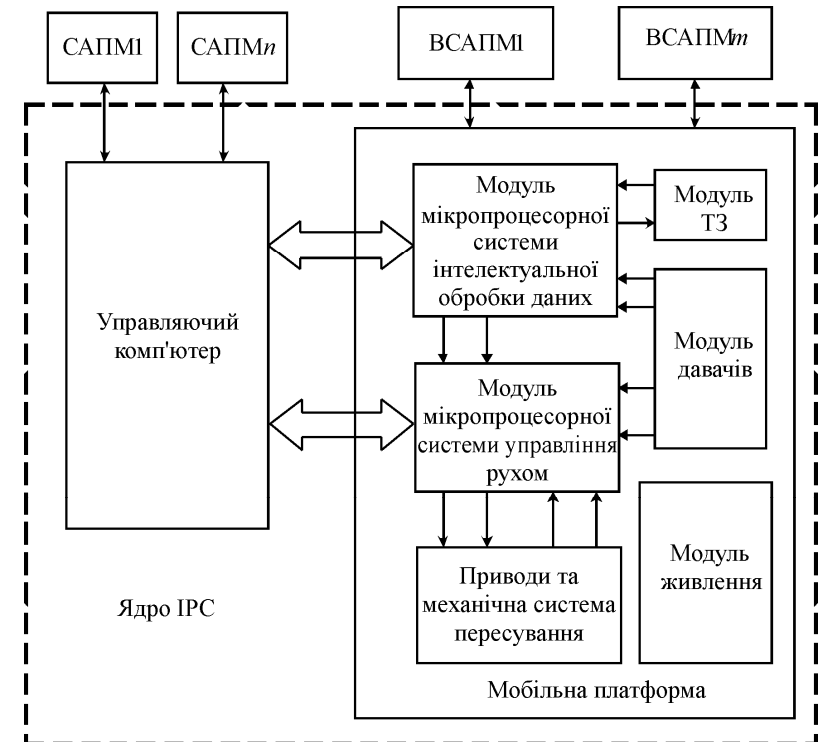


Рис. Базова архітектура ІРС

Особливістю цієї архітектури є змінний склад обладнання, який забезпечує розширення галузей застосування шляхом включення до складу ІРС необхідних модулів. До складу ядра ІРС, який є постійним для всіх застосувань, входять: управляючий комп'ютер, приводи та механічна система пересування, модулі – мікропроцесорної системи управління рухом, мікропроцесорної системи інтелектуального оброблення даних, давачів, технічного зору та живлення. ІРС має ієрархічну систему керування, яка складається з двох рівнів: першого (управляючий комп'ютер) та другого – мікропроцесорної системи управління рухом (мобільна платформа).

Управляючий комп'ютер в ІРС забезпечує інтелектуальне опрацювання потоків відеоданих і формування команд управління для мобільної платформи. Обмін між управляючим комп'ютером і мобільною платформою здійснюється через два швидкісні безпроводні канали передачі даних. Один з каналів використовується для передачі управляючої інформації, а другий – для передачі відеоданих з модуля технічного зору. Для передачі даних між управляючим комп'ютером і мобільною платформою доцільно використати WI-FI стандарт (IEEE 802.11).

Висновки:

1. Розробку та оптимізацію мобільних ІРС доцільно здійснювати на основі інтегрованого підходу, який охоплює сучасну елементну базу, методи та

алгоритми інтелектуального управління, нейромережеві методи та алгоритми оцінювання даних із давачів в умовах заводів і неповної інформації, компресування та розпізнавання зображень і сцен, методи та засоби автоматизованого проектування апаратних і програмних засобів.

2. В основу побудови мобільних ІРС пропонуємо покласти такі принципи: ієрархічності побудови системи управління, системності, змінного складу обладнання, модульності, відкритості, сумісності, узгодженості інтенсивності надходження даних з обчислювальною здатністю апаратних засобів і використання комплексу базових проектних рішень.
3. Для розширення галузей застосування архітектура ІРС має змінний склад обладнання, який передбачає наявність ядра ІРС, який є постійним для всіх застосувань і змінних спеціалізованих апаратно-програмних модулів, з допомогою яких ядро адаптується до вимог конкретного застосування.

Література

1. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления / под ред. Н.Д. Егунова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 744 с.
2. Тимофеев А.В. Роботы и искусственный интеллект / А.В. Тимофеев. – М. : Изд-во "Наука", 1978. – 192 с.
3. Юревич Е.И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. – СПб. : Изд-во "БХВ-Петербург", 2007. – 416 с.
4. Фу К. Робототехника / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. – М. : Изд-во "Мир", 1989. – 620 с.
5. Лещенко Ю.П. Синтез структуры интеллектуального вимірюваного робота / Ю.П. Лещенко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – № 9(86). – С. 212-214.
6. Ющенко А.С. Дистанционное управление роботами с использованием нечетких представлений / А.С. Ющенко // Искусственный интеллект. – К. : Изд-во НАН Украины. – 2002. – № 4. – С. 388-396.
7. Эволюция взглядов на предметную область мехатроники. [Электронный ресурс]. – Доступный с <http://www.mehatronus.ru>.
8. Цмоць І.Г. Інформаційні технології та спеціалізовані засоби оброблення сигналів і зображень у реальному часі / І.Г. Цмоць. – Львів : Вид-во УАД, 2005. – 227 с.

Цмоць І.Г., Шулак Б.Я., Шкодин А.В., Антонів В.Я. Архитектура интеллектуальной робототехнической системы для дистанционного исследования объектов

Проанализированы существующие робототехнические системы, сформированы требования, выбраны принципы построения и предложено разработку мобильных интеллектуальных робототехнических систем осуществлять на основе интегрированного подхода. Определены основные компоненты и разработана базовая архитектура интеллектуальной робототехнической системы для дистанционного исследования различных объектов.

Ключевые слова: интеллектуальная робототехническая система, архитектура, реальное время, исследования, модули.

Tsmots I.G., Shulak B.Ya., Shkodyn F.V., Antoniv V.Ya. Architecture of the intellectual robotic system for remote object exploration

Existing robotic systems have been analyzed, requirements have been formed, construction principles were chosen and the idea to develop mobile intellectual robotic systems on the basis of integrated approach have been suggested. Main components have been defined and base architecture of the intellectual robotic system for distance exploration of different objects have been developed.

Keywords: intelligent robotic system, architecture, real time, research, modules.

УДК 674.09:51-74:519.87:004.942 Доц. В.О. Маєвський, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів; доц. А.Я. Вус, канд. фіз.-мат. наук –
Львівський НУ ім. Івана Франка

ВИЗНАЧЕННЯ ШИРИНИ РОБОЧОЇ ЗОНИ ОХОПЛЕННЯ СХЕМОЮ РОЗПИЛЮВАННЯ КОЛОДИ, БРУСА, СЕГМЕНТА ТА СЕКТОРА З УРАХУВАННЯМ ЇХ РЕАЛЬНОЇ ФОРМИ

Розглянуто методику визначення ширини робочої зони охоплення схемою розпилювання колоди, бруса сегмента та сектора. У процесі визначення ширини робочої зони охоплення передбачено урахування реальної форми поверхні колоди, отриманої за результатами сканування форми поверхні її поперечних перетинів. Обґрунтовано особливості методики визначення ширини робочої зони з урахуванням обертання колоди навколо своєї осі на заданий кут.

Ключові слова: колода, брус, сегмент, сектор, робоча зона охоплення, реальна форма колоди, обертання колоди.

Постановка проблеми та актуальність досліджень. Ідеальним варіантом з погляду забезпечення максимального об'ємного виходу пиломатеріалів є точне вписування (вкладення) схеми розпилювання у ширину робочої зони охоплення схемою розпилювання колоди (бруса, сегмента, сектора) без неохоплених ділянок у "правій" та "лівій" частині ширини робочої зони. Тому, точність визначення ширини робочої зони охоплення є одним з визначальних чинників, що характеризують ефективність вибору раціональної схеми розпилювання. Ймовірно відхилення прогнозованих результатів від реальних на етапі вписування схеми розпилювання у ширину робочої зони охоплення спричинятиме похибки у визначенні як об'єму реально отриманої пилопродукції, так і відходів та втрат, представлених у балансі деревини.

Отже, визначення ширини робочої зони охоплення схемою розпилювання колоди, бруса, сегмента або сектора з урахуванням їх реальної форми є передумовою ефективного вибору раціонального варіанта розміщення схеми розпилювання на робочій зоні охоплення та свідчить про актуальність досліджуваної проблематики.

Аналіз відомих досліджень. Визначення ширини робочої зони охоплення схемою розпилювання колоди (бруса, сегмента, сектора) для колод у вигляді "правильних" (осесиметричних) геометричних фігур, поперечний перетин яких симетричний відносно поздовжньої геометричної осі колоди, є поширеним напрямом дослідження у технології лісопиляння [1], однак отримані результати зазвичай мають значні відхилення від реальних. Такий стан обумовлений тим, що "правильні" геометричні фігури не відображають реальної форми колоди та її складових частин (сегментів, секторів), позаяк не враховується природна флуктуація їх розмірних характеристик.

У роботах, в яких розглядають моделювання розпилювання колод на пиломатеріали з урахуванням їх реальної форми, зокрема [2, 3], не наводять інформації щодо математичного обґрунтування прийнятих моделей та достовірності отриманих результатів, що не дає змоги однозначно їх трактувати.

Тому у цій публікації на продовження серії робіт [4-8] наведено розв'язок теоретичного та практичного підходу до процесу розпилювання колод,