

УДК: 621.798.3:004.4 (043.3)

Штучний інтелект у пакувальному обладнанні (перспективи використання)

М.В. Якимчук, д.т.н, О.М. Гавва, д.т.н, Національний університет харчових технологій, м. Київ

За узагальненим визначенням, термін «штучний інтелект» (англ. *artificial intelligence*) — це розділ комп'ютерної лінгвістики та інформатики, що займається формалізацією проблем та завдань, які нагадують завдання, що виконує людина, алгоритм яких наперед невідомий [1].

У більшості випадків таке трактування терміна «штучний інтелект» не є остаточним, оскільки у філософії людства немає точного визначення та відповіді на питання про природу й статус людського інтелекту. Відповідно, немає і точного критерію, який характеризує рівень «розумності» штучного інтелекту. Для оцінювання рівня «розумності» було запропоновано низку гіпотез, які зводяться до наступних визначень терміна «штучний інтелект» [2]:

- штучний інтелект вивчає методи розв'язання задач за аналогією людського розуміння процесу рішень шляхом застосування методів дедукції та індукції, вміння накопичувати базові знання з подальшим їх практичним використанням;
- штучний інтелект вивчає методи розв'язання задач, для яких не існує способів розв'язання або вони не коректні (через обмеження в часі, пам'яті тощо);
- штучний інтелект займається моделюванням вищої нервової діяльності людського мозку;
- штучний інтелект — це системи, які можуть оперувати зі знаннями, вміти постійно навчатися та розвиватися.

Найбільш активний розвиток штучного інтелекту почався з 1990-х рр. Із цього часу розробники акцентували увагу на створенні методів та алгоритмів, які забезпечують інтелектуальному пристрою «виживання в довкіллі» під час виконання ним поставлених завдань. Такий підхід проектування здобув назву агентно-орієнтованого.

Безперечно, рівень постановки та методи вирішення інтелектуальних завдань пристроями зі штучним інтелектом визначаються практичними потребами виробництва. Однак, як стверджують провідні вітчизняні та закордонні фахівці, неможливо поставити єдину універсальну практичну задачу, яка б однозначно визначала напрям розвитку теорії штучного інтелекту. Для сьогодення характерний комплекс різноманітних практичних завдань, які є частковими та вузько-профільними й передбачають окремі наукові підходи до розвитку штучного інтелекту.

Можна виділити чотири основних напрями розвитку та створення технічних систем штучного інтелекту, для яких характерні різні підходи до вирішення практичних завдань [3, 4].

Логічний підхід базується на застосуванні алгебри логіки з викорис-

танням чисельних методів, які розширюють її можливості шляхом введення предметних символів та встановлення математичних відношень між ними. Обов'язковою умовою в структурі такої інтелектуальної системи є наявність блоку генерації мети задачі та системи виводу, яка обробляє та визначає послідовність дій для виконання даної мети як теореми. Якщо поставлена мета аналітично досягається, то послідовність використаних правил дає можливість отримати ланцюжок дій, необхідних для реалізації поставленої практичної задачі (таку систему ще називають експертною).

Новим напрямом, що значно розширює перелік практичних задач, які вирішує штучний інтелект, створений на базі використання логічного підходу, є застосування нечіткої логіки. Головною відмінністю «інтелектуальної» роботи такого штучного інтелекту від традиційного є більше наближення його алгоритму дій до мислення людини шляхом аналізу істинності висловлювань, що можуть аналізуватися окрім значень «так»/«ні» (1/0) ще й проміжним значенням — «не знаю» (0,5).

Структурний підхід базується на спробі побудови штучного інтелекту



шляхом моделювання структури та роботи людського мозку. Головною моделюючою структурною одиницею в таких «інтелектуальних» системах є нейрон. Такі моделі штучного інтелекту відомі під назвою «нейронні мережі», а реалізують їх нейрокомп'ютери.

Слід зауважити, що відмінності між логічним та структурним підходами до проектування штучного інтелекту не є настільки принциповими, як це здається на перший погляд. Так, алгоритми спрощення й вербалізації в нейронних мережах перетворюють моделі керування функціональними пристроями, створені на основі структурного підходу, в явні логічні моделі.

Еволюційний підхід передбачає роботу штучного інтелекту на основі побудови його початкової моделі з визначенням алгоритму функціонування, за яким він може еволюціонувати.

Початкова модель може бути створена за будь-яким із перерахованих методів. Згідно з таким еволюційним підходом, створений штучний інтелект має змогу проаналізувати поставлену практичну задачу та вирішити її шляхом використання відомих підходів, провести оптимізацію рішень та за правилами генерування модернізувати початкову модель до нової з розширеними функціональними можливостями.

Імітаційний підхід є класичним для створення штучного інтелекту на основі кібернетики з використанням одного з її базових понять – «чорна скринька». Чорною скринькою вважають пристрій зі штучним інтелектом, послідовність вирішення задач якого імітує подібні пристрої.

За такого підходу проектування не важливо, які моделі та алгоритми описують функціонування створеного пристрою зі штучним інтелектом; головне, щоб при вирішенні типових практичних задач він відтворював однакову послідовність роботи, тобто моделював властивість людини – здатність копіювати те, що роблять інші, без поділу на елементарні операції й формального опису дій.

Не є винятком спроба використовувати штучний інтелект у системах керування новітнім пакувальним обладнанням. Пакувальна індустрія – один з найважливіших стовпів економіки. Однак останнім часом ця сфера зазнає радикальних змін: відбувається конвергенція пакувального виробництва; цифрові технології руйнують наявні парадигми та відкривають нові перспективи в політиці пакувальної індустрії; зростаюча гнучкість до переналаштування скоротить зростаючі витрати виробництва, знизить собівартість продукції й відкриє нові можливості для інвестицій та інновацій. Передбачається, що результатом таких змін у майбутньому стане перехід виробництва на виготовлення пакувальних матеріалів невеликими партіями

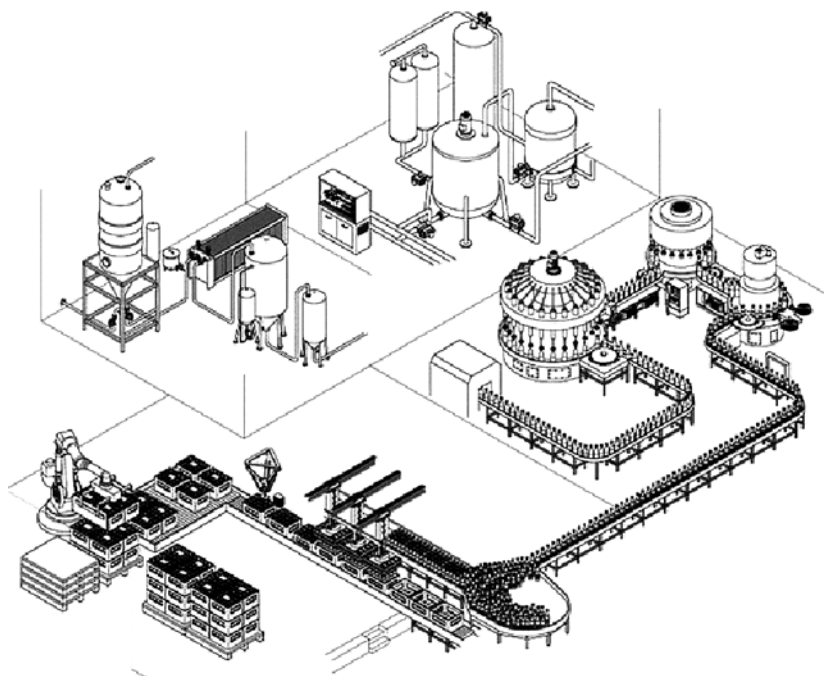


Рис. 1. Технологічна лінія «розумного» підприємства з виготовлення газованих напоїв зі штучним інтелектом у системі керування

за індивідуальними характеристиками, собівартість яких буде такою самою, як зараз при масовому виробництві.

Таким чином, виробники пакувального обладнання активно працюють над створенням інтелектуальних рішень, які дали б змогу компаніям перетворити всю систему виробництва в «розумне» підприємство (рис. 1). Необхідний елемент такого переходу – інтелектуальні пристрої в складі пакувального обладнання, які можуть локально виконувати певні функції та обмінюватися даними з усіма учасниками виробництва: процесами, іншими пакувальними машинами та їх компонентами, роботами, логістичними програмами й персоналом.

Структура пакувального обладнання зі штучним інтелектом – це цілий комплекс різноманітних рішень, які характеризуються різним ступенем універсальності, абстрактності, складності та функціональних можливостей. До них належать розпізнавання образів, навчання та самонавчання, евристичне програмування, ство-

рення загальної теорії самоорганізованих, еволюційних систем, побудова фізичної моделі тощо.

Традиційно створення такого типу пакувального обладнання можливе шляхом поєднання штучного інтелекту з механічним пристроєм на платформі використання сучасних досягнень нанотехнологій, а саме – самореплікації та мультиплікації на рівні окремих часток і деталей.

Традиційно вважається, що розвиток обладнання зі штучним інтелектом почався зі створенням робототехнічних систем [5]. Такі системи активно застосовуються і в пакувальному обладнанні (рис. 2, 3). Зазвичай вони виконують технологічні операції на заключних етапах навантажувально-розвантажувальних транспортно-складських робіт: формування групової упаковки або збільшених вантажних одиниць із різних за видом та типом пакувальних одиниць із продукцією різної номенклатури та можливістю швидкого переналагодження системи під час зміни форми, розмірів, ваги, циклу укладання, кількості упаковок, тари, а також



Рис. 2. Автоматизований чотиривісний робот для формування транспортних пакетів



Рис. 3. Робот для групового пакування

виконання додаткових технологічних операцій — подачі порожньої тари, міжшарового картону тощо. Водночас встановлено, що використання роботів у пакувальних лініях має ряд недоліків. Серед основних — велика кількість можливих траєкторій рухів захоплювального пристрою, що не використовуються для виконання операцій пакування, і, як наслідок, виробник отримує багатофункціональний робототехнічний механізм за високу вартість для вирішення обмежених технологічних процесів. Переналадження робототехнічних систем потребує додаткового їх навчання й високої фахової підготовки персоналу, який їх обслуговує. Тому на сьогодні виявлено нагальну потребу в проектуванні нових зразків роботизованих ліній для групового пакування з розробкою нових моделей спеціалізованих роботів зі штучним інтелектом.

Одними з головних напрямів розвитку новітнього пакувального обладнання зі штучним інтелектом є постійне навчання й самонавчання, які характеризують сучасний стан па-

кувального обладнання з інтелектуальною системою керування.

За термінологічним визначенням, «машинне навчання» — це розділ проектування штучного інтелекту, який має за мету побудову та дослідження алгоритмів роботи моделі керування пакувальним обладнанням шляхом створення інформаційних баз даних з можливістю використовувати їх для навчання.

В основу машинного навчання покладено можливість отримання інформації, аналізу та узагальнення даних з подальшою їх оцінкою. Існує широкий спектр способів навчання пакувального обладнання. Кожен із цих способів вимагає використання функцій машинного зору.

Машинний зір — це набір пристроїв та методів оброблення інформації, пов'язаних з оптикою, що дає можливість «бачити» та інспектувати технологічний процес пакування. Традиційно в системах машинного зору для цього використовують цифрові датчики та інтелектуальні камери в комплекті з програмним забезпеченням оброблення зображення.

В пакувальному обладнанні такі пристрої виконують наступні технологічні операції:

- пошук за шаблоном об'єктів, які можуть бути неправильно орієнтованими, частково прихованими іншими об'єктами або відрізняються розмірами чи формами;
- визначення розмірів об'єктів;
- пошук координат розташування об'єктів;
- аналіз властивостей через функції (і/або);
- зчитування штрих-кодів або тексту.

Серед усіх датчиків у пакувальному обладнанні широко використовуються оптичні. Принципова схема використання оптичного датчика при виконанні операції виділення одиничного зразка з магазину упаковок наведена на рис. 4. У процесі виконання технологічних операцій висота магазину упаковок 1 зменшується, що потребує постійної зміни точки зупинки захоплювального пристрою механізмом вертикального переміщення 2. Для визначення точки зупинки використовують оптичний

датчик 3, який вимірює відстань до об'єкта захоплення та у вигляді електричного сигналу зворотного зв'язку передає на електронну систему керування 4.

Схема використання «технічного зору» для виконання операції контролю якості печива та визначення його положення на конвеєрі для подальшого формування групи виробів наведена на рис. 5. Технічний модуль складається з конвеєра подачі печива 1 з ділянкою контролю у вигляді камери 2. Стабільність роботи камери залежить від якості та чіткості картинки, що забезпечуються постійним зовнішнім освітленням за допомогою спеціального джерела світла 3. Картинка 4 обробляється камерою, і результат у вигляді цифрового сигналу подається на електронну систему керування 5.

Тенденція розвитку «технічного зору» передбачає суттєве збільшення показників графічного розширення до 1280×1024 пікселі та появи внутрішньої електронної системи керування, що дасть можливість використовувати камеру як самостійний елемент системи штучного інтелекту або сформувати концепцію їх комплексного використання. Такою концепцією може бути концепція створення мехатронних систем на базі мехатронних модулів, об'єднання яких підлягає певним функціональним закономірностям для вирішення поставленого виробничого завдання та утворює багаторівневу інтелектуальну систему керування з розгалуженою мережею зворотних зв'язків у вигляді систем «технічного зору», здатну адаптуватися до зміни умов виробництва [6]. Застосування мехатронного підходу при створенні пакувальних машин зі штучним інтелектом управління визначає їх основні переваги в порівнянні з традиційними конструкціями: відносно низьку вартість завдяки високому рівню інтеграції, уніфікації й стандартизації модулів-елементів та інтерфейсів; високу точність складних рухів унаслідок застосування методів інтелектуального управління; високу надійність та довговічність; конструктивну компактність моду-

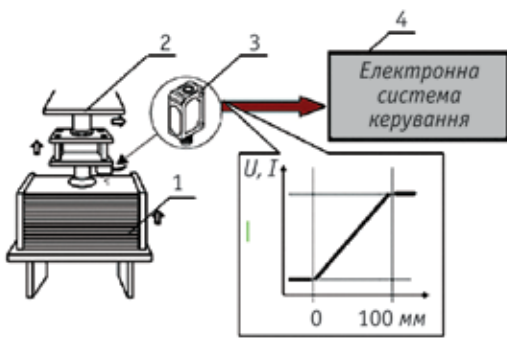


Рис. 4. Принципова схема використання оптичного датчика в модулі виділення заготовки упаковки: 1 – магазин упаковок, 2 – захоплювальний пристрій з механізмом вертикального переміщення, 3 – оптичний датчик, 4 – електронна система керування

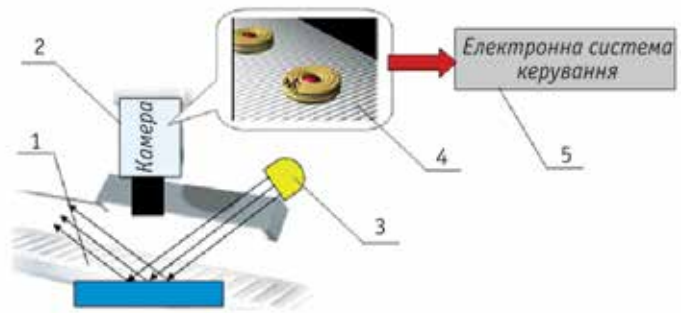


Рис. 5. Схема використання відеокамер у модулі контролю якості й розміщення печива

лів; поліпшені масогабаритні й динамічні характеристики внаслідок спрощення кінематичних зв'язків; можливість компонування складних функціональних систем і автоматизованих комплексів під конкретні завдання замовника.

Напрями розвитку штучного інтелекту, який характеризується функцією самонавчання, з'явилися в контексті розвитку четвертої промислової революції – «Індустрії 4.0». Передбачається, що в майбутньому харчові продукти, що пакуються на «розумних» пакувальних комплексах, будуть самі «підказувати» штучному інтелекту, яким має бути технологічний процес і на якому пакувальному обладнанні він повинен бути реалізований.

Додатково до цього інтелектуальні системи будуть самостійно діагностувати стан механізмів та пристроїв, а окремі компоненти будуть автоматично попереджати штучний інтелект про оптимальний термін для технічного обслуговування або ремонту. Для реалізації такої концепції деталі, машини, складальні одиниці, елементи управління повинні мати можливість обмінюватися один з одним даними, а штучний інтелект – аналізувати, обробляти та оцінювати великий обсяг інформації [7]. Розширені засоби діагностики пакувального обладнання вважаються одним із ключових вимог для реалізації концепції «Індустрії 4.0».

Головною особливістю «Індустрії 4.0» стане також можливість інтегрувати

найпростіші стандартні пристрої в інтелектуальну систему керування. Це дає можливість значно поліпшити процес виробництва новітнього пакувального обладнання і реалізувати в його системах керування комплексне рішення щодо впровадження штучного інтелекту. Отже, нині існує потреба не тільки в сенсорах з відповідними характеристиками, але й у технологіях передачі та аналізу даних.

На сьогодні слід констатувати, що в конструкціях пакувального обладнання вже застосовують безліч складних електронних пристроїв, які частково виконують функцію штучного інтелекту. Однак жоден з них поки що повністю не відтворює модель людського мозку, логіки мислення, можливості самонавчання та еволюціонування тощо.

Тому принципова можливість у подальшому моделювати штучний інтелект є конче важливим напрямом досліджень, який впливає з основного гносеологічного результату кібернетики.

Майбутня стратегія розвитку штучного інтелекту в пакувальному обладнанні полягає в децентралізації його інтелектуальних систем керування, на відміну від наявних на сьогодні. Це означає, що необхідно «наділяти інтелектом» кожний компонент електромеханічної, пневматичної чи гідравлічної системи, які будуть об'єднуватися у відповідні рівні керування та створювати багаторів-

неву інтелектуальну систему керування.

Цілковато реально, що на певному етапі впровадження штучного інтелекту в пакувальне обладнання можна дійти до виникнення такого штучного інтелекту, який буде за своїми функціональними можливостями адекватним людському розумові чи перевершувати його. Однак чи означатиме це, що комп'ютери будуть повністю вміти й знати все те, що знають і вміють люди? Швидше за все, ні – завдяки своїй електронній «начинці» вони будуть набагато ефективнішими, ніж люди, за багатьма параметрами: швидкість, пам'ять, здатність збирати й зберігати великий обсяг інформації та опрацьовувати його.

Разом з тим, основна проблема полягатиме не просто в тому, що штучний мозок та свідомість будуть потужнішими за всі людські, разом узяті. Проблема (і загроза одночасно) полягатиме в тому, що доволі потужний штучний інтелект буде спиратися на сповнену помилок та недосконалостей програмну оболонку, створену людьми. Крім того, у цьому експерименті може виявитися стільки непередбачених змінних, що сьогодні майже неможливо передбачити, якими будуть наслідки Революції Штучного Інтелекту.

Література

1. Аверкин А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. Москва : Радио и связь, 1992. 254 с.



2. **Нікольський Ю. В.** Системи штучного інтелекту: навчальний посібник. Львів: Магнолія, 2010. 279 с.
3. **Поспелов Д. А.** Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. Москва: Наука, 1988. 280 с.
4. **Спірін О. М.** Початки штучного інтелекту: навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ, 2004. 172 с.
5. **Шевченко А. І.** Світові тенденції та практичні досягнення у проблемі штучного інтелекту // Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні. Київ: Наукова думка, 2010. С. 561–572.
6. **Якимчук М. В.** Четверта промислова революція та розвиток пакувальної індустрії // Упаковка. 2017. № 1. С. 33–37.
7. **Ясницкий Л.** Искусственный интеллект // Информатика. 2009. № 16. С. 2–8. *✍*

Искусственный интеллект в упаковочном оборудовании (перспективы использования)

Н.В. Якимчук, д.т.н., А.Н. Гавва, д.т.н.

Упаковочное оборудование, как и любая другая сложная техническая система, в своем развитии стремится к приобретению свойств системы с искусственным интеллектом. Структура такого упаковочного оборудования – это комплекс разнообразных технических решений, которые характеризуются разным уровнем универсальности, абстрактности, сложности и функциональных возможностей. В современных условиях развития упаковочной индустрии искусственный интеллект упаковочных машин реализуется использованием технического зрения и разработкой сложных пакетов программ управления. В статье приведен анализ состояния и намечены пути развития технического зрения и искусственного интеллекта в упаковочных машинах.

Ключевые слова: искусственный интеллект, упаковочные машины, роботизированные комплексы, машинное зрение, системы управления, мехатронные модули.

Man-made intellect in packaging equipment (use prospects)

M.V. Yakimchuk, Dr., O.M. Gavva, Dr.

Packaging equipment, like any other complex technical system, in its development seeks to acquire the properties of a system with man-made intellect. The structure of such packaging equipment is a complex of various technical solutions that are characterized by a different level of universality, abstractness, complexity and functionality. In today's development of the packaging industry, the man-made intellect of packaging machines is realized using the use of technical vision and the development of complex management software packages.

In the article the authors give an analysis of the state and ways of development of technical vision and man-made intellect in packaging machines.

Keywords: man-made intellect, packaging machines, robotic complexes, machine vision, control systems, mechatronic modules.

ЛУЧШЕЕ

**ЦИФРОВОЕ РЕШЕНИЕ
ДЛЯ ПЕЧАТИ КАРТОННОЙ
УПАКОВКИ**

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ОФСЕТНЫЕ ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ**

**СЕМИКРАСОЧНАЯ
КОНФИГУРАЦИЯ**

HP INDIGO 12000

Автоматизированная интеллектуальная
система контроля качества

- | высокая скорость печати - 3450 листов в час в режиме 4/0 | большой формат - 750 x 530 мм
- | улучшение экономики печати | возможность двухсторонней печати | широкий спектр материалов

UNIPRINT

ООО "UNIPRINT"
03040 Киев,
Васильковская, 1, офис 116
Тел. +38 (044) 490 34 60
Факс +38 (044) 490 34 61
www.uniprint.ua

www.upakjour.com.ua_3'2017

31