

Application of Artificial Intelligence in ERP Systems

Radoslav Hrishev, Nikola Shakev, Stela Stoykova

Control Systems Department, Faculty of Electronics and Automation
Technical University of Sofia, Plovdiv Branch
Plovdiv, Bulgaria

hrishev@tu-plovdiv.bg, shakev@tu-plovdiv.bg, stelastoikova21@gmail.com

Abstract. The article presents a study of the implementation of applications with AI elements in modern ERP systems. In recent years, with the digitization of manufacturing and the globalization of the economy, the implementation of ERP systems has become a necessary condition for the effective functioning of the industry. Developers of ERP systems had to find tools to optimize the functionality of the systems offered. AI turned out to be such a tool. Applications with integrated AI initially dealt with data analysis, then with planning optimization, and now they are at the heart of the automation of business management processes. The main functionalities with built-in AI in modern ERP systems are presented.

Keywords: *Artifactual Intelligence AI, ERP systems*

I. ВЪВЕДЕНИЕ

За повече от три десетилетия след възникването на интегрираните ERP (Enterprise Resource Planning) системи нуждите на компаниите от решения за управление се развиват постоянно основно поради две причини – необходимостта бизнеса да се управлява все по-ефективно и революционното развитие на информационните технологии. ERP системите все по-често са в центъра на проектите за модернизация на бизнес организациите. В този контекст на развитие все по-често се добавят интелигентни функционалности в ERP системите, използвайки различни форми на Изкуствен интелект AI [1].

В тази статия на база проучване на предлаганите облачно базирани системи с достъп за изследване и обучение от водещите ERP доставчици SAP и Oracle, ще разгледаме основните направления на прилагане на AI за управление на процесите в ERP в съответствие с Индустрия 4.0.

II. ИНТЕЛЕКТ И ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

Интелектът е качество на хората и някои живи същества да анализират данни и информация със своите умения като аналитично мислене, логически разсъждения, статистически знания и като резултат да генерират решения на проблеми в различни ситуации. Основните елементи на интелекта са възприятието, разсъдението, лингвистичната интелигентност, уменията за учене и решаване на проблеми.

Изкуственият интелект е наука и технология на симулиране на човешкия интелект. Изкуственият интелект е разработен за машини и роботи, които, анализирайки масиви от данни, придобиват способности за решаване на проблеми, подобни на тези способности на хората и живите обекти. Изкуственият интелект (AI) е концепция, която произлиза от човешкия интелект. Машина, която копира човешкия интелект и изпълнява задача като човек, се нарича машина с елементи на изкуствен интелект. Това се осъществява с разработката на сложни софтуерни системи, които изпълняват някои задачи, подобно на човешкия мозък. Тези системи събират и анализират данни с помощта на предварително зададени алгоритми, генерират полезна информация от тези данни и след това използват тази информация, за да вземат окончателно решение и определят проблема с гъвкав подход и адаптивни решения.

В основата на изкуствения интелект са силното развитие на математико-статистическите методи и революцията в информационните технологии и изчислителната техника.

От друга страна, развитието на изкуствения интелект стимулира и развитието на човешкия интелект, защото е предпоставка за нови изследвания, навлизането на нови технологии в

ежедневния ни живот, които пряко влияят върху функционирането на всички сфери в обществото. Особено това се отнася за ефективното управление на бизнес процесите в условията на глобализация, силно конкурентна среда и световни кризи.

III. НАПРАВЛЕНИЯ ЗА РАЗВИТИЕ НА ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ И ERP СИСТЕМИТЕ

Изкуственият интелект се развива в пет основни взаимосвързани направления [2]:

- Машинно обучение – ML (Machine learning);
- Невронни мрежи - NN AI (Neural Networks);
- Дълбоко обучение – DL (Deep Learning);
- Обработка на естествен човешки език - NLP (Natural Language Processing);
- Роботика (Robotics).

Наименованието машинно обучение – ML (Machine learning) е въведено през 1959 г. от учения Артър Самюел. Най-общо означава генериране на знания от опит; изкуствената система се учи от конкретни примери за реакция и може да ги обобщи след завършване на етапа на обучение. За тази цел алгоритмите в машинното обучение изграждат статистически модел, базиран на данни за обучение. Това означава, че не само се запомнят примери, но се разпознават и отделни модели на поведение в данните за обучението. По този начин системата може да оцени и неизвестни форми на поведение.

Машинното обучение се състои от откриване на знания в бази данни и извличане на данни и респективно, информация при поискване. Очевидно машинното обучение е свързано с функционирането на бази данни и алгоритми за интелигентен анализ на данните. ERP системите са пример за функциониране на база огромни обеми от данни и интегрирани инструменти за анализ.. При ERP системите ML намира приложене основно във финансовите модули.

Невронната мрежа в AI (Neural Networks), е модел за обработка на информация, вдъхновен от изучаването на биоелектричните мрежи в мозъка на човека и животните, образувани от неврони и връзките между тях - синапси. Математическият аналог на биологичната невронна мрежа представлява множество от взаимосвързани прости изчислителни елементи (неврони). Всеки

неврон приема сигнали от другите (под формата на числа), сумира ги, като сумата минава през активационна функция, и така определя своята активация (степен на възбуда), която се предава по изходящите връзки към другите неврони. Невронната мрежа се състои от взаимосвързани слоеве от неврони и връзки между тях. В ERP системите NN намира приложение в планиращите и производствените модули, например за управление на автоматизирани и роботизирани производствени линии.

Дълбоко обучение – DL (Deep Learning) е форма на обучение, основана на използването на невронни мрежи за изработване на модели на поведение на системите за управление. Терминът дълбоко идва от това, че изкуствените невронни мрежи се състоят от видими и скрити слоеве. Невронната мрежа за дълбоко обучение има множество слоеве и сложен алгоритъм за анализ на данни, откриване на характеристики и модели в данните. Типовете слоеве са входни, скрити и изходни. Входният и изходният слоеве са видими, но скритите слоеве са невидими и могат да бъдат значителни по количество в зависимост от входните слоеве. Входните слоеве получават данните и след това ги прехвърлят на скритите слоеве. Изходният слой представлява слой на класифицираните прогнозни данни в невронната мрежа. Всички математически изчисления се извършват с входните данни в скрития слой, а данните от предишния слой се обработват с все по-сложен алгоритъм. Дълбокото обучение се използва във финансовите модули на ERP и във връзката с клиенти и доставчици, например за прогнозен анализ и чатботове в обслужването на клиенти.

Обработката на естествения език или компютърната обработка на естествен човешки език NLP (Natural Language Processing), е подобласт на науката за изкуствения интелект и компютърната лингвистика. Тя се занимава с автоматичното генериране и разпознаване на естествените човешки езици. Системите за езиково генериране преобразуват информация от компютърни бази от данни в човешки език, а системите за автоматично разбиране на даден естествен език преобразуват езикови записи във формално представяне, достъпно за обработка от компютърни програми. В първия случай говорим за системи за документооборот и целта е

информационната система да прочете съдържанието на документите. След това технологията може да извлича информация и идеи от документите, както и да категоризира и организира самите документи. Във втория случай става дума за разпознаване на реч и генериране на естествен език. Можем да кажем, че NLP е ключов фактор в развитието на електронната търговия – E-Commerce функционалностите на ERP системите за управление на бизнеса.

Роботиката (Robotics) е наука и технологията за изкуствено пресъздаване на автоматични машини, способни да извършват дейности, които и живо същество би могло да извърши, затова е тясно свързана с изкуствения интелект.

Робот може да бъде физически обект, но все по-често терминът се използва и за специализирани приложения в информационните системи. Роботите във всичките им форми са базата за интензифициране не само на производствените процеси, но и на обработката на данни.

IV. ПРИЛОЖЕНИЕ НА AI В ERP СИСТЕМИТЕ

Системите за планиране на ресурсите на предприятието се превърнаха в решаваща част от всяка бизнес организация и нуждата от интелигентни ERP системи се увеличава през последното десетилетие, превръщайки се в ключов фактор за успеха на всяка организация. Изискванията за дълбочинно управление на процесите от тези системи се увеличават и изкуственият интелект вече навлиза в системите за управление в почти всички функционалности. Изкуственият интелект като интегрирана част от ERP системата влияе на самата същност на ежедневните операции. Решенията с интегриран изкуствен интелект все по-често поемат рутинните задачи за въвеждане на данни, анализ, контрол и вземане на решения, които в момента се изпълняват от хората. Следователно развитието на новата технология е водено и от нарастващата нужда от намаляване на оперативните разходи на бизнеса чрез поддържане на работните процеси на служителите, като по този начин се повишава ефективността на организацията като цяло. Развитието на изкуствения интелект е, с други думи, развитие, което компаниите разработчици, интегратори и имплементатори на ERP трябва да следват, ако искат да останат ефективни и конкурентоспособни на пазара [3].

Да разгледаме някои от областите, където изкуственият интелект променя функционирането на ERP системите.

A. Продажби и маркетинг.

В момента системите за управление, електронизация и автоматизация на продажбите са свързани с проследяване, отчитане и продуктивност на екипите, отговорни за продажбите. Следващата вълна ще бъде за по-интелигентно индивидуално взаимодействие чрез използване на данни, за да се определи кое съдържание, кои решения и кои видове продажби ще да доведат до по-добри резултати. AI може да бъде въведен в началото на процеса чрез извличане на обема от данни извън организацията, например, социалните мрежи и публичните платформи, за да помогне на представителите да изградят изчерпателни профили на контрагентите си за реализиране на своите цели [4].

Изкуственият интелект, основно NLP и ML, е базов фактор в развитието на електронната търговия. Растът на използването на приложения с AI в електронния бизнес за последните две години надхвърля 600%. [5]

AI решенията, стъпвайки на ML и DL, могат да се обучават от историята на обслужването на клиентите, позволявайки на чатботовете да отговарят на запитванията на клиентите по-ефективно, бързо и последователно. Качеството на обслужването на клиентите може да бъде подобро чрез интегриране на данни в реално време от различни отдели, насочени към клиента, осигурявайки 360-градусов изглед на клиента – запитвания, заявки, плащания, обема, прогнози за развитие. На база огромните масиви от данни за пазара и клиентите, специализирани работи за управление на продажби успешно могат да заменят търговските служители, решавайки проблема със субективното вземане на решения, което невинаги е в полза на компанията.

B. Управление на складовото стопанство.

AI и машинното обучение могат да тестват стотици модели и възможности за прогнозиране на търсенето с ново ниво на прецизност, същевременно автоматично адаптирайки се към различни променливи като: въвеждане на нови продукти, прекъсвания на веригата за доставки или внезапни промени в търсенето. С помощта на AI

всеки отделен продукт може да бъде проследен от момента, в който е произведен, до момента, в който е изпратен до краен клиент. Изкуственият интелект помага за оптимизацията на складовите площи, организирането на експедицията.

Огромни търговски компании използват и нестандартни решения за инвентаризацията на складовете. Един от най-големите търговци на дребно Walmart намали физическата инвентаризация от един месец на 24 часа, като използва дроне, които летят през склада, сканират етикетите на стоките и опаковките и проверяват за изгубени артикули [6].

C. Управление на финансите и контролинг.

Информационните работи – ботовете, могат да автоматизират повтарящи се счетоводни функции, включително категоризиране на информацията от фактури в различни акаунти, например, разграничаване на месечна телефонна сметка и покупка на телефон. AI може да приключва счетоводни операции и да автоматизира генерирането на месечни, тримесечни и годишни отчети, дори да сравнява салда по сметки между различни независими системи и да проверява извлеченията и отчетите за точност. Използвайки машинно обучение, ботовете могат дори да се учат от различен човешки опит и начин на работа, за да правят по-добри преценки и да се адаптират към моделите на поведение на различни счетоводни специалисти.

Използвайки AI за автоматизирано управление на инвестициите, процесите стават все по-ефективни и прозрачни с възможността за генериране на workflow за проследяване и документиране на този тип процеси.

Чрез обработката на данни за използвани ресурси – материали, енергия, труд, екипировка в производството може да бъде прогнозирана себестойността на произвежданата продукция в реално време и съответно управлявана себестойността на стоките, изменяйки разходните норми без намеса на човек в процеса.

D. Управление на Човешките ресурси.

HCM (Human Capital Management) е тази част от ERP системите, която отговаря за ефективното управление на персонала, но не само. Софтуерът за търсене на специалисти и придобиване на таланти може да сканира, чете и оценява кандидатурите и

бързо да елиминира около 75% от тях от процеса на набиране на персонал.

AI системите могат успешно да планират, организират и координират програми за обучение за всички членове на персонала.

E. Планиране и производство.

При планирането на производството – Production planning (PP) в ERP в момента повече се използват методи за обучение на база натрупан опит, но бъдещето е по-скоро в използването на невронни мрежи от различен вид [7]. AI коренно променя и производството – Manufacturing Execution Systems (MES) или Manufacturing Application Processes (MAP) системите.

Новите технологии, основна предпоставка за възникването на четвъртата индустриална революция (Industry 4.0), като изкуствен интелект, машинно обучение, автоматизация и роботизация, ERP системите, прогнозни анализи (BI) и интернет на нещата (IoT), са в основата на дигитализацията и оптимизацията на производствените процеси.

На базата на събирането на огромно количество оперативни данни за производствените процеси е възможно [8]:

- Онлайн проследяване на основните ключови показатели KPI, като разходи за производство, себестойност, процент на брака и качеството на продукцията;
- Отстраняване на проблеми с тесните места в производството;
- Онлайн проследяване и коригиране на ефективността на оборудването;
- Прогнозиране на потенциални смущения във веригата за доставки.

Според изследване на McKinsey Global Institute [9] новите технологии в производството се очаква да създадат около 3,7 трилиона долара стойност до 2025г., като само изкуственият интелект може да генерира стойност от 1,2 до 2 трилиона долара от управление на производството и веригата за доставки. При това AI навлиза във всички отрасли на производството: прогнозиране, роботизираните заводи, известни и като умни фабрики – Smart Factory, качествен контрол, вътрешнозаводски транспорт с помощта на автономни транспортни средства. Благодарение на алгоритмите за

машинно обучение, ERP системите, с интегрирани инструменти с AI могат да се учат, адаптират и подобряват непрекъснато.

Според статистическо изследване, осъществено през 2021 година, компаниите, използващи AI в производството, са реализирали спестяване на разходите и ръст на приходите. 16% от анкетиранияте компании отбелязват 10-19% намаление на разходите, докато 18% отчитат 6-10%.

F. Информационната сигурност.

С днешното разпространение на устройства за достъп до информация и непрекъснато развиващи се кибератаки, машинното обучение ML и AI могат да се използват, за да автоматизират откриването на заплахи, тъй като реагират по-ефективно от традиционните подходи, управлявани от човек или софтуер. AI осигурява така необходимите анализ и идентифициране на заплахи, за да се намали рискът от пробив и да се подобри състоянието на сигурността. В областта на сигурността AI може да идентифицира и приоритизира риска, незабавно да забележи злонамерен софтуер в мрежа, да насочва реакцията при възникване на инциденти и да идентифицира потенциални пробиви, преди да започнат.

В същото време обезпечаването на киберсигурността представлява сериозно предизвикателство към бизнеса поради следните причини:

- Организациите използват стотици и хиляди устройства в ежедневната си работа. Те все по-трудно могат да бъдат администрирани;
- Масивите от данни отдавна са надхвърлили обема, който може да се управлява от човек;
- ERP стават все по-отворени и използват огромни масиви от данни от публични мрежи и платформи, които трудно могат да бъдат проследени и филтрирани;
- Разрастването на мрежите и разполагането на ERP системи в Интернет отваря огромен фронт за атака на потенциалните зложелатели;
- Голям недостиг на квалифицирани специалисти по сигурността. Наемането на администратори без опит и без

предварителна проверка често води до пробив отвътре;

- Поради огромното напрежение на работното място, често самите служители са причина за пробив в сигурността. Практика е търговците да отварят всички писма в електронната си поща с тема, съдържаща думата оферта, а счетоводителите – фактура, без да проверяват изпращача на пощата. Това е най-честата причина за пробив във сигурността в момента.

Затова една самообучаваща се, базирана на изкуствен интелект, система за управление на киберсигурността би трябвало да може да разреши много от тези предизвикателства. Съществуват технологии за автоматизирано обучение на самообучаваща се система за непрекъснато и независимо събиране на данни от устройствата и информационните системи, генериращи данни. Създават се модели за функциониране и реакция при потенциална атака. Резултатът са нови възможности за управление на сигурността на информацията, включително:

- Инвентаризация на ИТ активи – получаване на пълна и точна информация за всички устройства, потребители и приложения с достъп до информационните системи. Категоризирането и измерването на критичността на бизнеса също играят голяма роля в процеса на инвентаризация;
- Прогнозиране на потенциално излагане на заплаха. Системите за киберсигурност, базирани на изкуствен интелект, могат да осигурят актуална информация за глобалните и специфичните за индустрията заплахи за да помогнат при вземането на решения за приоритизиране на методите на защита въз основа не само на това, което може да се използва за атака на конкретната организация, но и въз основа на това, което е вероятно да бъде използвано за атака;
- Ефективност на контролните механизми. Важно е да се оцени въздействието на различните инструменти за сигурност и процеси за сигурност. AI може да помогне да се идентифицират силните и слабите страни на конкретната информационна защита;

- Прогноза за риска от пробив. Отчитайки инвентаризацията на ИТ активите, излагането на заплахи и ефективността на контролите, системите, базирани на AI, могат да предскажат как и къде е най-вероятно да бъде направен пробив, така че да може да се планира разпределение на ресурси и инструменти към слабите места в защитата;
- Реагиране на възникнали инциденти. Захранваните с изкуствен интелект системи могат да осигурят приоритизиране и отговор на сигнали за пробив на сигурността, за бърз отговор на инциденти и за първопричини на пробиви, за да смекчат уязвимостите и да предотвратят бъдещи проблеми;
- Обяснимост. Ключът към използването на AI за подобряване на информационна сигурност в системите за управление на бизнеса е обяснимостта на препоръките към служителите на всички нива и анализът на поведението им. Това е важно за по-ясно и точно разбиране на потенциалните опасности и необходимата реакция на възможни заплахи от крайните потребители до мениджмънта от най-високо ниво.

Платформите на повечето компании за обезпечаване на информационната сигурност използват задвижвани от AI инструменти за наблюдения и анализи, за да предоставят прогнози за риска в реално време, базирани на управление на уязвимостите и проактивен контрол на нарушенията на сигурността.

SAP в новата си SAP BTP (Business Technology Platform) платформа използват интегрирани инструменти с AI за гарантиране на сигурността.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Като заключение можем да отбележим, че AI навлиза в алгоритмите, заложили в различните модули на ERP системите, понякога коренно изменяйки функционирането им и превръщайки се

в ключов фактор и ефективен инструмент за управление на съвременния бизнес.

БЛАГОДАРНОСТИ

Тази работа е подкрепена от Европейския фонд за регионално развитие в рамките на ОП „Наука и образование за интелигентен растеж 2014 - 2020“, проект ЦК „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“, № BG05M2OP001-1.002-0023.

REFERENCES

- [1] Hairech, O.E., Lyhyaoui, A. The New Generation of ERP in the Era of Artificial Intelligence and Industry 4.0. In: Kacprzyk, J., Balas, V.E., Ezziyani, M. (eds) *Advanced Intelligent Systems for Sustainable Development (AI2SD'2020)*. AI2SD 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1417. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90633-7_96.
- [2] What Is Artificial Intelligence: Definition & Sub-Fields Of AI. Online. *Softwaretestinghelp*, <https://www.softwaretestinghelp.com/what-is-artificialintelligence>, 2021.
- [3] Goundar, Sam, et al. "How artificial intelligence is transforming the ERP systems." *Enterprise systems and technological convergence: Research and practice*, p: 85-98. 2022.
- [4] T. Baumgartner, H. Hatami, M. Valdivieso. Why Salespeople Need to Develop "Machine Intelligence", <https://hbr.org/2016/06/why-salespeople-need-to-develop-machineintelligence>, 2021.
- [5] The Race to the Top among the World's Leaders in Artificial Intelligence. Online. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-03409-8>. 2021.
- [6] Wal-Mart says it is 6-9 months from using drones to check warehouse inventory, *Reuters*, <https://www.reuters.com/article/us-wal-mart-drones-idUSKCN0YO26M>. 2016.
- [7] I. Rojek, I., Jagodziński, M. Hybrid Artificial Intelligence System in Constraint Based Scheduling of Integrated Manufacturing ERP Systems. In: *Corchado*, 2012.
- [8] E. Snášel, V. Abraham, A. Woźniak, M. Graña, M. Cho, SB. (eds) *Hybrid Artificial Intelligent Systems. HAIS 2012. Lecture Notes in Computer Science*, vol 7209. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-28931-6_22. 2012.
- [9] McKinsey & Company, The state of AI in 2021, <https://www.mckinsey.com/business-functions/quantumblack/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2021>. 2021.