

УДК 339.372

ШТОВБА Олена Валеріївна

кандидат економічних наук, доцент

доцент кафедри менеджменту, маркетингу та економіки
Вінницький національний технічний університет, Україна

ORCID ID: 0000-0003-1418-4907

e-mail: olenashtovba@vntu.edu.ua

ПРІОРИТЕТНІ ЗАДАЧІ СМАРТИЗАЦІЇ ШОПІНГУ У ТРАДИЦІЙНОМУ ГІПЕРМАРКЕТІ ЗА ПРИНЦИПАМИ RETAIL 4.0

Retail 4.0 – це новітній підхід до організації роздрібної торгівлі на основі впровадження технологій Індустрії 4.0. Індустрія 4.0 передбачає перехід на максимально роботизоване виробництво, яким управляють інтелектуальні системи на основі кіберфізичних пристроїв та інтернету-речей, з використанням хмарних інформаційних ресурсів, технологій обробки великих даних та віртуальної реальності. У статті запропоновано дві перспективні задачі із впровадження технологій Retail 4.0 у діяльність традиційних гіпермаркетів та супермаркетів, які не потребують великих інвестицій. Перша задача стосується оптимізації маршруту покупця, а друга – оптимізації маршруту працівника магазину, який комплектує інтернет-замовлення. Передбачається наявність в магазині возиків з RFID-модулями та відповідної системи радіочастотної ідентифікації місцезнаходження пристроїв. Оптимізація маршрутизації покупця зі смарт-возиком зведена до узагальненої задачі комівояжера. При цьому враховано можливість динамічної адаптації маршруту через зміну доступності проходів та запасів товарів. Також запропоновано 3 варіанти монетизації для магазину від надання таких послуг клієнтам. Вони базуються або на прямій оплаті покупцем послуг системи оптимальної маршрутизації, або опосередкованій оплаті через збільшення лояльності чи за рахунок просування додаткових товарів рекомендаційним модулем. Рекомендації надаються «під руку», тобто безпосередньо в торговому залі в околі зони візуальної досяжності товару. Друга задача стосується оптимального комплектування інтернет-замовлень працівниками магазину. Окрім можливості динамічної адаптації маршруту, для економії часу додатково запропоновано одночасно комплектувати два схожих невеликих замовлення. Сформульовано принципи, за якими можна виявити найбільш схожі пари замовлень з точки зору маршрутів їх комплектування.

Ключові слова: Retail 4.0, RFID, роздрібна торгівля, гіпермаркет, супермаркет, смарт-возик, комплектування замовлення, оптимізація маршруту покупця, узагальнена задача комівояжера

JEL classification: C61; L81

DOI: <https://doi.org/10.31649/ins.2023.2.8.17>

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Retail 4.0 – це новітній підхід до організації роздрібної торгівлі на основі впровадження технологій Індустрії 4.0. Індустрія 4.0 передбачає перехід на максимально роботизоване виробництво, яким управляють інтелектуальні системи на основі кіберфізичних пристроїв та інтернету-

речей, з використанням хмарних інформаційних ресурсів, технологій обробки великих даних та віртуальної реальності. Зацікавленість у впровадженні концепцій та технологій Індустрії 4.0 прослідковуються не лише в промисловості, але і у інших сферах, зокрема і в торгівлі. Відповідно, виникає потреба у виявленні пріоритетних напрямків застосування технологій Індустрії 4.0 для роздрібної торгівлі.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Термін Індустрія 4.0 (*Industry 4.0*) з'явився в 2011 р., коли група бізнесменів, науковців та політиків ініціювала наміри переходу німецької промисловості на тотальне впровадження кіберфізичних систем. Термін Retail 4.0 в науковій літературі зустрічається з 2016 р. [1]. Український відповідник Торгівля 4.0 або Ритейл 4.0 в наукових публікаціях майже не зустрічається – ми знайшли лише по одній статті з цими виразами [2, 3], тому надалі використовуватимемо англомовний термін Retail 4.0.

Із ранніх публікацій з Retail 4.0 найбільш значущою для неонлайнової роздрібною торгівлі є стаття [4]. В ній запропоновано такі 10 напрямків смартизації роздрібною торгівлі:

1) возик покупця з RFID-модулем для відслідковування його місцезнаходження у магазині;

2) трекінг покупця в магазині з відповідною аналітикою в реальному часі;

3) автоматичний розрахунок за товари на основі безконтактного аналізу вмісту возика покупця;

4) комунікація з покупцем в магазині через мобільні програми у смартфоні;

5) інтелектуальна полиця з датчиками температури, маси та кількості продуктів, яка обладнана регуляторами мікроклімату та механізмом автоматичного переміщення товару на потрібні місця;

6) динамічний цінник – в залежності від поточних запасів товару та попиту встановлюється ціна, яка автоматично виводиться на поличний цінник у формі цифрового LED-дисплея;

7) інтелектуальні системи безпеки на базі різноманітних датчиків, які комплексно забезпечують безпеку від пожеж, несанкціонованого доступу, крадіжок тощо;

8) системи комп'ютерного зору для розпізнавання емоцій покупця за мімікою обличчя для визначення задоволення обраним товаром та ідентифікації цілеспрямованості вибору товару за тривалістю зорового та тактильного контакту під час прийняття рішення;

9) інтелектуальні дзеркала у формі комп'ютерних моніторів, які показують як виглядатиме покупець у новому одязі чи з

новими аксесуарами без здійснення їх фізичної примірки;

10) інтерактивні екрани-порадники в торговому залі, які надають інформацію про характеристики товару, його місцезнаходження у залі, відгуки про товар, а також про акції, новинки тощо.

В подальших наукових публікаціях в основному уточнюються завдання Retail 4.0, пропонуються та аналізуються різноманітні рішення, щодо реалізації зазначених вище напрямків смартизації. Деякі із цих напрямків, наприклад, комунікація з покупцем в магазині через мобільні програми у смартфоні та полиці з електронним динамічним цінником стали звичним явищем, і вже перейшли із наукової площину в інженерну. Це стосується і інтерактивних екранів-порадників.

Багато публікацій, наприклад, [5, 6, 7, 8, 9] стосуються інтелектуальних возиків (*smart trolleys*). У ці возики закладені функції автономного руху, інформування про місцезнаходження товарів, надання інформації про властивості товарів, зважування товарів, підрахунок вартості товарів у возику та розрахунок за ними. Активація возиків здійснюється через смартфон або персональною карткою клієнта. У зазначених статтях пропонується різний набір функцій інтелектуальних возиків з різною глибиною реалізації. Відповідно, вартість возика може зрости в десятки разів; зростають також вимоги до інфраструктури. Наприклад, щоб реалізувати на возику функцію розрахунку без касира потрібно забезпечити надійний захист від шахрайських дій. Подальше впровадження технологій Retail 4.0 призводить до появи магазинів у форматі Amazon Go, в яких роздрібна торгівля реалізується без продавців та касирів за рахунок масштабного використання відеокамер та різноманітних датчиків з обробкою зображень та сигналів із застосуванням технологій штучного інтелекту. Формат Amazon Go підходить для відносно невеликих магазинів з обмеженим асортиментом. Відповідно, модернізація гіпермаркетів та великих супермаркетів до формату Amazon Go є недоцільною.

В торгівлі інтелектуальні дзеркала та інші технології доповненої реальності (*augmented reality*) розпочали використовувати понад 10

років назад. Зараз виокремлюються окремі потужні гілки цього напрямку – цифровий одяг (*digital fashion*) [10] та замовлення індивідуальним клієнтом кастомізованого модного вбрання безпосередньо виробнику після віртуальної 3D-примірки [11]. Цей напрямок розвивається переважно самостійно, без прив'язки до аналізованого об'єкту дослідження – гіпермаркетів та великих супермаркетів. Доповнена реальність зазвичай реалізується не у торговому залі супермаркетів, а через програми на мобільних пристроях та десктопних комп'ютерах [12].

Інші напрямки смартизації роздрібною торгівлі привертають менше уваги. Наприклад, є лише кілька публікацій, які стосуються розробки інтелектуальних полиць з автоматичним переміщенням товару на потрібні місця та підтримкою мікроклімату [13, 14]. Низька зацікавленість у таких дослідженнях обумовлена, на нашу думку, складнощами автоматизації зазначених об'єктів та сумнівним ефектом у порівнянні з традиційних ручним викладанням товарів на полицях. Впровадження розпізнавання емоцій покупця за мімікою обличчя стримується складністю технічної реалізації таких систем та низькою достовірністю висновків. Крім того, не завжди зрозуміло як монетизувати інформацію про появу тієї чи іншої емоції покупця з урахуванням того, що в його полі зору можуть перебувати десятки різноманітних товарів одночасно. Автоматичне розпізнавання емоцій традиційно застосовують у більш сталих умовах, наприклад, для моніторингу стану операторів критичних систем або емоцій покупця інтернет-магазину. Окрім того, використання систем автоматичного розпізнавання емоцій покупців супермаркетів несе потенційні ризики конфлікту із законодавством деяких країн стосовно захисту персональної біометричної інформації [15].

3. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ОЗНАЧЕНА СТАТТЯ

Сьогодні, в деяких роботах, наприклад, в [16] Retail 4.0 розглядають як революцію в роздрібній торгівлі. На наш погляд, реальний стан справ менш радикальний. Вважаємо, що

звичайна роздрібна торгівля, зокрема в форматі традиційних гіпермаркетів та великих супермаркетів найближчим часом не зникне. Багато людей, особливо немолодого віку, ще протягом тривалого часу збережуть лояльність до традиційних магазинів. В той же час, використання деяких технологій Retail 4.0 для традиційних магазинів є доречним в найближчій перспективі і не вимагатиме значних вкладень.

4. ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є виявлення пріоритетних задач застосування Retail 4.0 для покращення діяльності традиційних гіпермаркетів та великих супермаркетів без значних інвестиційних витрат.

5. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБҐРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Роздрібна торгівля є одним із проявів суспільних відносин. Вона не може бути незалежною від суспільних процесів, відповідно суспільні тренди та тенденції впливають і на роздрібну торгівлю. Виділимо ключові тенденції цифровізації суспільства, які варті уваги з точки зору їх впливу на роздрібну торгівлю.

Тенденція 1. Інтелектуалізація смартфонів – все більше задач із зберігання та оброблення інформації реалізується на смартфонах, зокрема задачі фінансових розрахунків, планування персональної діяльності, навігації, дистанційного управління пристроями тощо.

Тенденція 2. Поширення інтернету речей, коли різноманітні пристрої взаємодіють між собою або з людиною, реалізуючи ті чи інші програми та інструкції. Взаємодія відбувається за стандартними протоколами через типові канали передачі інформації із використанням інтернету для зберігання та обробки даних. Ключовим в організації такої взаємодії є забезпечення надійного каналу обміну даними з датчиками та виконавчими пристроями. Він є універсальним для різноманітних систем (безпекових, логістичних, довідникових тощо), тому інженерні служби встановлюють такі канали передачі даних в фізичному просторі своїх установ та організацій. Для цього часто

використовують різноманітні бездротові технології – Bluetooth, ZigBee, WiFi тощо. Практичні потреби відслідковування місцеположення та переміщення тих чи інших об'єктів обумовлюють масове впровадження RFID-маячків та відповідних систем радіочастотної детектування та ідентифікації.

Тенденція 3. Дефіцит часу у клієнтів, який постійно посилюється через збільшення інформаційного тиску. Інформаційний тиск, тобто обсяг інформації яка потрапляє у поля сприйняття людиною зростає щодня. Цей обсяг вже в кілька разів перевищив фізіологічні можливості людини переробити та цілеспрямовано використати усю вхідну інформацію. На цей тиск накладається величезне різноманіття товарів, які пропонує роздрібна торгівля, що призводить до перевитрат часу під час вибору товарів клієнтом. При цьому, багато споживачів користуються порадами різноманітних рекомендаційних систем. Частина із них розуміє маркетингову складову таких порад, але погоджуються опосередковано фінансово стимулювати такі рекомендації, адже вони скорочують витрати часу на прийняття рішень. При цьому, рекомендовані рішення хоча і небездоганні, але доволі раціональні. І часто користувачу недоцільно витрачати свій час на пошук потенційно трохи кращих рішень.

На основі означених тенденцій далі пропонується 2 задачі смартизації роздрібною торгівлі, які за невеликого обсягу інвестицій в поточну інфраструктуру сучасних гіпермаркетів забезпечать додатковий ефект.

Перша пропонована задача стосується оптимальної маршрутизації покупця зі смарт-возиком. Передбачається, що покупець перед візитом у магазин сформував список товарів, які необхідно придбати. Він зацікавлений скомплектувати своє замовлення якнайшвидше. Проблема полягає в тому, що покупець не знає точне місцезнаходження того чи іншого товару зі списку, відповідно не може синтезувати оптимальний маршрут обходу магазину.

Для вирішення цієї задачі пропонується нове рішення в форматі Retail 4.0, з такими чотирма особливостями.

Особливість 1. Покупець завчасно формує у смартфоні список покупок з використанням відповідного програмного

забезпечення, яке надано магазином. Окрім доступу до бази даних магазину це програмне забезпечення має містити у собі рекомендаційний модуль, який під час формування покупцем списку товарів враховує як статистику його минулих візитів у магазин, так і поточні акції, знижки, новинки тощо.

Особливість 2. В момент заходу у торговий зал покупець має активувати програмне забезпечення. Для здійснення геолокації покупця в магазині він має пов'язати себе з смарт-возиком, який обладнано RFID-модулем. Приєднання до смарт-возика найпростіше реалізувати через сканування унікального QR-кода цього возика. Після цього RFID-система торгового залу відслідковує переміщення цього возика, фактично ідентифікує місце знаходження покупця. При цьому, відсутнє безпосереднє звернення до смартфона покупця, тобто доступ до його персональних даних. RFID-система відслідковує лише переміщення власного пристрою магазину, а саме смарт-возика. За такої реалізації магазин може використовувати увесь наявний парк возиків, які потребують лише незначної модернізації – встановлення RFID-модуля та розміщення QR-кода.

Особливість 3. Для покупця потрібно розробити маршрут обходу торгового залу, щоб скомплектувати його замовлення. Початковою інформацією для прокладання маршруту є список бажаних покупок, місце розташування товарів у магазині, матриця попарних відстаней між усіма товарами зі списку, в якій враховано поточні закриті зони чи зони з великим скупченням покупців. Маршрут розпочинається від поточного місцезнаходження покупця та завершується в касовій зоні. Потрібно врахувати, що деякі продукти – морозиво, квіти, жива риба тощо не повинні довго перебувати у возику. Тому, їх слід додавати в кінці. Маршрут має бути таким, щоб покупець міг повністю скомплектувати усе своє замовлення за мінімальний час або пройшовши мінімальну відстань. Який із цих двох критеріїв оптимальності застосовувати вирішує покупець.

Особливість 4. Сформований маршрут слід повідомити покупцю. Пропонується передбачити як графічне відображення

маршруту на екрані смартфона, так і звуковий супровід через видачу голосових інструкцій на навушники. Для зручності покупця смартфон слід обладнати універсальними тримачами смартфонів. В цьому випадку смартфон закріплюється на возику і перетворюється у навігатор. Для кращого орієнтування покупця також можна підсвічувати ту зону на полиці, на якій розташовано шуканий товар. Підсвічування можна реалізувати через управління зміною кольору електронного цінника. Інший варіант – обладнати полиці світлодіодними маячками і вмикати маячок коли покупець буде в околі товару. В торговому залі одночасно перебуває кілька покупців, тому маячки потрібно диференціювати у деякий спосіб – за кольором, частотою миготіння тощо.

З точки зору дослідження операцій задача формування оптимального маршруту є одним із варіантів задачі комівояжера (*Traveling Salesman Problem*). На відміну від класичної задачі комівояжера, в якій потрібно знайти найкоротший циклічний маршрут, що проходить через усі вершини зваженого графа, в нашому випадку мова йде про знаходження розімкнутого маршруту – ланцюга. Крім того, слід врахувати, що один і той самий товар може знаходитися в різних місцях, наприклад, на полиці у відповідній товарній категорії, на полиці з супутніми товарами, на торці товарного ряду, в касовій зоні, в акційних зонах тощо. Сформований маршрут, на відміну від класичної задачі комівояжера, має проходити не через усі ці локації, а лише через одну із них. Такий варіант задачі комівояжера носить назву *Generalized Traveling Salesman Problem* [17]. Вона, як і інші варіанти задачі комівояжера, є NP-складною – точні алгоритми розв'язання мають експоненціальну складність. Вони не придатні для розв'язання задач, що мають понад 20 вершин, особливо у випадку інтенсивного потоку заявок від клієнтів. Але, покупець і не потребує саме оптимального розв'язку, його задовільнить і наблизений до оптимального маршрут, який можна сформувати досить швидко. Врахуємо, що знайдений початковий розв'язок під час комплектування має адаптуватися під поточний стан магазину – відкрилася деяка закрита зона, закінчився товар на якесь

полиці, покупець відхилився від запропонованого маршруту, бо його зацікавив товар, якого не було у списку тощо. Таким чином, пріоритетним є швидкість формування маршруту покупця, а не його математична оптимальність. За таких вимог доцільно використовувати різноманітні евристики, наприклад, рандомізований жадібний пошук.

Вигоди використання запропонованого рішення для покупця є очевидними – він суттєво економить час на комплектування свого замовлення. Виникає питання які вигоди надає запропоноване рішення для магазину. На наш погляд такі вигоди можуть бути таких трьох типів.

Монетизація 1. Вигода завдяки зростанню лояльності покупців через підвищення комфортності відвідування магазину. При цьому покупець буде купувати лише те, що він попередньо спланував, мінімізуючи імпульсні покупки. Таким чином, кількість візитів зростає, але прибуток магазину від кожного візиту зменшиться. Не виключено, що це може мати і негативні наслідки для магазину – покупець прийшов у магазин, швидко купив лише те, що завчасно запланував, і залишив магазин не здійснивши жодної незапланованої покупки. Такий варіант монетизації доцільний за двох варіантів. Перший варіант передбачає, що рекомендаційний модуль в програмній системі добре налаштований під покупця і спонукає його до формування вигідного для магазину пакету замовлень. Другий варіант передбачає, що покупець оплачує використання смартфона у якийсь спосіб, наприклад, разова плата за встановлення програми, щомісячна абонентська плата, плата за кожне використання возика тощо. Таким чином, магазин надає покупцю послугу оптимального комплектування замовлення без зайвих пропозицій, і цю, очищену від реклами послугу, покупець оплачує. Можливий варіант, коли плата не береться, якщо сума у чеку перевищує деяке порогове значення. Окрім цього, магазин може запропонувати безкоштовний доступ для смартфонів особам з особливими потребами, розглядаючи такі дії як жест соціальної відповідальності.

Монетизація 2. Вигода полягає у тому, що покупцю пропонуються додаткові товари,

на основі аналізу його трекінгу у торговельному залі. Наприклад, фіксується, що покупець на тривалий час незаплановано зупинився біля деякої полиці. Відповідно, його, ймовірно, зацікавив той чи інший товар, можливо він вагається обрати товар чи ні. У цьому випадку, доцільно синтезувати покупцю відповідну рекомендацію і передати її на смартфон. Рекомендація має формуватися з урахуванням статистики його минулих покупок в цій товарній категорії, статистики вибору товарів покупцями зі схожими профілями, поточним рейтингом популярності товарів або вигідністю для магазину продажу саме цього товару. Можливо, доцільно сформувати і якусь персональну акційну пропозицію чи знижку на товар. Рекомендацію можна сформувати більш прицільно, якщо через відеоспостереження ідентифікувати які саме товари зацікавили покупця. Така ідентифікація може здійснюватися як людиною-оператором, так і на основі автоматичного розпізнавання відео-сцен.

Монетизація 3. Вигода полягає в тому, щоб у сформований покупцем список товарів програмна система додає ще кілька потенційних позицій. Ці позиції формуються рекомендаційним модулем на основі вище описаних початкових даних. Відмінність полягає у тому, що додаткові товари обираються з тих, що розташовані в околі товарів, які покупець вже додав до свого списку. В момент комплектування товару покупцю надходить спеціальна пропозиція придбати додатковий товар, який підібрано рекомендаційним модулем. Покупцю не потрібно робити зайві переміщення по торговому залу тому, що рекомендований товар знаходиться «під рукою». Також, можна рекомендувати товар, який знаходиться на шляху руху покупця від одного товару зі списку до іншого. В цих випадках комунікація здійснюється шляхом надсилання покупцю звукового та графічного повідомлень з персональною пропозицією придбання рекомендованого товару. Ефект від такої монетизації головним чином залежить від релевантності пропозицій та збалансованості їх інтенсивності. Можливий варіант, коли оптимальний маршрут комплектування буде навмисно деформовано, щоб провести покупця біля рекомендованого

товару. Звичайно, така деформація маршруту має несуттєво його подовжувати і не повинна виглядати алогічною.

В залежності від своєї стратегії, магазин може обрати той чи інший тип монетизації, або використовувати кілька типів монетизації одночасно.

Запропоноване вище рішення можна модифікувати під інші задачі. Найбільш подібною є задача оптимального комплектування інтернет-замовлення персоналом гіпермаркету. Як початкові дані комплектувальник отримує перелік товарів з інтернет-замовлення клієнта. Йому потрібно сформувати такий маршрут обходу, щоб мінімізувати час комплектування замовлення. Як і в попередній задачі формування маршруту базується на аналізі відстані між товарами. При цьому слід враховувати поточні закриті для проходу зони та завантаженість проходів. Вказана інформація є динамічною і може змінюватися під час комплектування замовлення, відповідно маршрут обходу має адаптуватися «на ходу».

Ключові відмінності задачі комплектування інтернет-замовлення від попередньої задачі про маршрутизацію покупця зі смарт-возиком полягають у наступному:

- відсутній рекомендаційний модуль, який пропонує додаткові товари; рекомендації можуть бути лише, коли в магазині відсутній деякий товар із замовлення, і комплектувальник звертається до клієнта з пропозицією заміни;

- якщо товар розташований у кількох місцях, то вони можуть мати різний пріоритет – комплектувальнику бажано не обирати товар з тих місць, де товар швидко розкуповується відвідувачами магазину;

- комплектувальник може мати персональний RFID-модуль, тому йому не потрібно активувати смарт-возик.

Усі вказані вище особливості можуть бути враховані, без суттєвої зміни алгоритмів маршрутизації покупців зі смарт-возиком.

Зауважимо, що для економії часу комплектувальник може одночасно виконувати 2 невеликих замовлення, якщо вони поміщаються в один возик. При цьому, кожне замовлення комплектується у невеликий контейнер. Комплектувати

одночасно більше двох замовлень недоцільно через збільшення ймовірності сплутувань. Економія часу буде суттєвою лише в тому випадку, коли товари зі спарених замовлень розташовані близько один до одного. Тоді довжина маршруту комплектування спарених замовлень лише незначно перевищить довжину маршруту одного із замовлень. Таким чином, виникає додаткова задача розбиття множини замовлень на пари з подібним набором товарів.

Подібність двох замовлень можна оцінити сумою відстаней між парами найбільших близьких за розташуванням товарів. В кожній із цих пар один товар обирається з першого замовлення, а інший товар – з другого замовлення. Після того, як множина замовлень буде розбита на схожі пари, здійснюється оптимальна маршрутизація комплектувальника для спарених замовлень.

6. ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМКУ

Індустрія 4.0, яка спрямована на створення наскрізно роботизованих підприємств, стрімко проникає в усі суспільні процеси та системи. Застосування технологій Індустрії 4.0, в роздрібній торгівлі отримало назву Retail 4.0. В 2017 р. сформульовано 10 основних напрямків Retail 4.0, які поступово розвиваються та впроваджуються. Найвищий ступінь впровадження Retail 4.0 досягнуто в магазинах без продавців – в магазинах формату Amazon Go. Така смартизація роздрібною торгівлею потребує суттєвих інвестицій, і придатна лише для порівняно невеликих магазинів з обмеженим асортиментом. В той же час для гіпермаркетів та великих супермаркетів в традиційному форматі обслуговування відкритими залишаються питання про те, які з напрямків Retail 4.0 доцільно впроваджувати найближчим часом.

У статті запропоновано дві перспективні задачі із впровадження технологій Retail 4.0 у діяльність традиційних гіпермаркетів та супермаркетів які не потребують великих інвестицій. Задачі сформульовано з урахуванням тенденцій цифровізації суспільних відносин. Обидві задачі пов'язані з оптимізацією маршрута комплектування

замовлення. Перша задача стосується оптимізації маршруту покупця, а друга – оптимізації маршруту працівника магазину, який комплектує інтернет-замовлення. Обидві задачі передбачають, що замовлення наперед сформовано, і завдання полягає у його комплектуванні. Для оптимізації маршруту комплектування замовлення в режимі реального часу передбачається наявність в магазині системи радіочастотної ідентифікації місцезнаходження пристроїв та вазиків зі RFID-модулями.

Оптимізація маршрутизації покупця зі смарт-вазиком зведена до узагальненої задачі комівояжера з теорії дослідження операцій. При цьому враховано можливість динамічної адаптації маршруту через зміну доступності проходів та запасів товарів. Також запропоновано 3 варіанти монетизації для магазину від надання таких послуг клієнтам. Монетизація базуються або на прямій оплаті покупцем послуг системи оптимальної маршрутизації, або опосередкованою оплаті через збільшення лояльності чи можливість просування додаткових товарів через рекомендаційний модуль. Рекомендації надаються «під руку», тобто безпосередньо в торговому залі в околі зони візуальної доступності товару. Для забезпечення інформаційної безпеки, процеси локалізації покупця в торговому залі та видачі рекомендацій стосовно маршруту розділені. Місцезнаходження вазика, як інвентаря магазину, здійснюється RFID-системою магазину відповідно до корпоративних процедур. Вони не стосуються персональних даних покупця. Покупець через програму на мобільному пристрої лише позначає, що він користується інвентарем магазину, а саме смарт-вазиком. Уся комунікація покупця з системою маршрутизації здійснюється через програму на мобільному пристрої без фізичної ідентифікації місцезнаходження покупця.

Також запропоновано рішення, щодо оптимального комплектування інтернет-замовлень працівниками магазину. Окрім можливості динамічної адаптації маршруту, для економії часу додатково запропоновано одночасне комплектувати два схожих невеликих замовлення. Окреслена метрика, за якою можна виявити найбільш схожі пари

замовлень з точки зору маршрутів їх комплектування.

Запропоновані рішення не потребують значних інвестицій і можуть бути реалізовані

будь-яким гіпермаркетом чи великим супермаркетом, який обладнано RFID-системою.

Література

1. Lee C.K.H. (2017). A GA-based optimisation model for big data analytics supporting anticipatory shipping in Retail 4.0. *International Journal of Production Research*, 55 (2), pp. 593-605. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.122116>
2. Чміль Г.Л., Полевич К.В. (2021). Імплементация тренд-технологий концепции «индустрия 4.0» в организацию деятельности ритейлу. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 290 (1), С. 313-319. <http://doi.org/10.31891/2307-5740>
3. Лісіца В.В. (2021). Тенденції розвитку мережевого ритейлу в Україні в період пандемії COVID-19. *Науковий вісник ПУЕТ. Серія «Економічні науки»*, 98 (2). С. 24-34. <http://doi.org/10.37734/2409-6873-2020-2-3>
4. Jayaram A. (2017). Smart Retail 4.0 IoT consumer retailer model for retail intelligence and strategic marketing of in-store products. *Proceedings of the 17th International Conference "Business Horizon-INBUSH ERA-2017"*, Noida, India https://www.researchgate.net/publication/314114955_Smart_Retail_40_IoT_Consumer_Retailer_Model_for_Retail_Intelligence_and_Strategic_Marketing_of_In-store_ProductsSukhani K.
5. Qomariyah N.N., Purwita A.A. (2022). CleverCart: An Eco-Friendly Shopping Self-Checkout System with IoT sensor. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 998 (1), рз. 012041). IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/998/1/012041
6. Satheesan P., Nilaxshan S., Alosius J., Thisanthan R., Raveendran P., Tharmaseelan J. (2021). Enhancement of Supermarket using Smart Trolley. *International Journal of Computer Applications*, 975 (8887). doi: 10.5120.ijca202192103
7. Setyanto A.Y.W., Ahmad F., Wicaksono J.B., Mutijarsa K. (2022). Smart Trolley with Position Localization Method Based on QR Code Mapping using Computer Vision and Internet of Things. In *2022 International Conference on Information Technology Systems and Innovation*, pp. 346-352. Doi: 10.1109/ICITSIS156531.2022.9970792.
8. Pangasa H., Aggarwal S. (2022). Development of automated billing system in shopping malls. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13 (8), pp. 3883-3891. <https://doi.org/10.1007/s12652-022-03904-y>
9. Yin Y. (2021). An Exploration Study of Smart Retail Service Design for Older Customers in the UK. In *2021 26th International Conference on Automation and Computing*, pp. 1-6. DOI: 10.23919/ICAC50006.2021.9594225
10. Baek E., Haines S., Fares O.H., Huang Z., Hong Y., Lee S.H.M. (2022). Defining digital fashion: Reshaping the field via a systematic review. *Computers in Human Behavior*, 107407. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107407>
11. Ogunjimi A., Rahman M., Islam N., Hasan R. (2021). Smart mirror fashion technology for the retail chain transformation. *Technological Forecasting and Social Change*, 173 (121118). doi:10.1016/j.techfore.2021.121118
12. Rese A., Baier D., Geyer-Schulz A., Schreiber S. (2017). How augmented reality apps are accepted by consumers: A comparative analysis using scales and opinions. *Technological Forecasting and Social Change*, 124, pp. 306-319. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.10.010>
13. Kumari P.S., Samarakoon U. (2022). CertiMart: Use Computer Vision to Digitize and Automate Supermarket with Fruit Quality Measuring and Maintaining. In *2022 4th IEEE International Conference on Advancements in Computing*, pp. 36-41. [10.1109/ICAC57685.2022.10025119](https://doi.org/10.1109/ICAC57685.2022.10025119)
14. Mishra N., Keshri A.K. (2021). Smart racking and retailing using IOT. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Microelectronics, Computing and Communication Systems*. Springer Singapore. pp. 645-653 https://doi.org/10.1007/978-981-15-5546-6_54
15. Lewinski P., Trzaskowski J., Luzak J. (2016). Face and emotion recognition on commercial property under EU data protection law. *Psychology & Marketing*, 33 (9), pp. 729-746. <https://doi.org/10.1002/mar.20913>
16. Har L.L., Rashid U.K., Te Chuan L., Sen S.C., Xia L.Y. (2022). Revolution of retail industry: from perspective of retail 1.0 to 4.0. *Procedia Computer Science*, 200, pp. 1615-1625. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.362>

17. Laporte G., Asef-Vaziri A., Sriskandarajah C. (1996). Some applications of the generalized travelling salesman problem. *Journal of the Operational Research Society*, 47 (12), pp. 1461–1467. doi:10.1057/jors.1996.190.

References

1. Lee C.K.H. (2017). A GA-based optimisation model for big data analytics supporting anticipatory shipping in Retail 4.0. *International Journal of Production Research*, 55 (2), pp. 593-605. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.122116>
2. Чміль Г.Л., Полевич К.В. (2021). Імплементация тренд-технологій концепції «індустрія 4.0» в організацію діяльності ритейлу. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 290 (1), С. 313-319. <http://doi.org/10.31891/2307-5740>
3. Лісіца В.В. (2021). Тенденції розвитку мережевого ритейлу в Україні в період пандемії COVID-19. *Науковий вісник ПУЕТ. Серія «Економічні науки»*, 98 (2). С. 24-34. <http://doi.org/10.37734/2409-6873-2020-2-3>
4. Jayaram A. (2017). Smart Retail 4.0 IoT consumer retailer model for retail intelligence and strategic marketing of in-store products. *Proceedings of the 17th International Conference “Business Horizon-INBUSH ERA-2017”*, Noida, India https://www.researchgate.net/publication/314114955_Smart_Retail_40_IoT_Consumer_Retailer_Model_for_Retail_Intelligence_and_Strategic_Marketing_of_In-store_ProductsSukhani K.
5. Qomariyah N.N., Purwita A.A. (2022). CleverCart: An Eco-Friendly Shopping Self-Checkout System with IoT sensor. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 998 (1), рз. 012041. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/998/1/012041
6. Satheesan P., Nilaxshan S., Alosius J., Thisanthan R., Raveendran P., Tharmaseelan J. (2021). Enhancement of Supermarket using Smart Trolley. *International Journal of Computer Applications*, 975 (8887). doi: 10.5120.ijca202192103
7. Setyanto A.Y.W., Ahmad F., Wicaksono J.B., Mutijarsa K. (2022). Smart Trolley with Position Localization Method Based on QR Code Mapping using Computer Vision and Internet of Things. In *2022 International Conference on Information Technology Systems and Innovation*, pp. 346-352. Doi: 10.1109/ICITSIS56531.2022.9970792.
8. Pangasa H., Aggarwal S. (2022). Development of automated billing system in shopping malls. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13 (8), pp. 3883-3891. <https://doi.org/10.1007/s12652-022-03904-y>
9. Yin Y. (2021). An Exploration Study of Smart Retail Service Design for Older Customers in the UK. In *2021 26th International Conference on Automation and Computing*, pp. 1-6. DOI: 10.23919/ICAC50006.2021.9594225
10. Baek E., Haines S., Fares O.H., Huang Z., Hong Y., Lee S.H.M. (2022). Defining digital fashion: Reshaping the field via a systematic review. *Computers in Human Behavior*, 107407. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107407>
11. Ogunjimi A., Rahman M., Islam N., Hasan R. (2021). Smart mirror fashion technology for the retail chain transformation. *Technological Forecasting and Social Change*, 173 (121118). doi:10.1016/j.techfore.2021.121118
12. Rese A., Baier D., Geyer-Schulz A., Schreiber S. (2017). How augmented reality apps are accepted by consumers: A comparative analysis using scales and opinions. *Technological Forecasting and Social Change*, 124, pp. 306-319. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.10.010>
13. Kumari P.S., Samarakoon U. (2022). CertiMart: Use Computer Vision to Digitize and Automate Supermarket with Fruit Quality Measuring and Maintaining. In *2022 4th IEEE International Conference on Advancements in Computing*, pp. 36-41. [10.1109/ICAC57685.2022.10025119](https://doi.org/10.1109/ICAC57685.2022.10025119)
14. Mishra N., Keshri A.K. (2021). Smart racking and retailing using IOT. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Microelectronics, Computing and Communication Systems*. Springer Singapore. pp. 645-653 https://doi.org/10.1007/978-981-15-5546-6_54
15. Lewinski P., Trzaskowski J., Luzak J. (2016). Face and emotion recognition on commercial property under EU data protection law. *Psychology & Marketing*, 33 (9), pp. 729-746. <https://doi.org/10.1002/mar.20913>
16. Har L.L., Rashid U.K., Te Chuan L., Sen S.C., Xia L.Y. (2022). Revolution of retail industry: from perspective of retail 1.0 to 4.0. *Procedia Computer Science*, 200, pp. 1615-1625. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.362>
17. Laporte G., Asef-Vaziri A., Sriskandarajah C. (1996). Some applications of the generalized travelling salesman problem. *Journal of the Operational Research Society*, 47 (12), pp. 1461–1467. doi:10.1057/jors.1996.190.

Abstract
SHTOVBA Olena

Retail 4.0 principles-based priority tasks of smartizing the shopping in a conventional hypermarket

Retail 4.0 is the newest approach to Industry 4.0-based retail organization. Industry 4.0 involves the industry transformation to the most robotic production, which is controlled by intelligent systems based on cyber-physical devices with usage of Internet of things, cloud information resources, big data processing, and virtual reality. The paper proposes two promising tasks for the implementation of Retail 4.0 technologies in the practices of traditional hypermarkets and supermarkets with low investments. The first task concerns the optimization of the buyer's route, and the second task concerns the optimization of the route of the store employee who completes the online order. It is assumed that the trolleys with RFID-modules and a system of radio frequency identification of the location of devices are available in a supermarket. Task of routine optimization for a buyer with a smart trolley is reduced to a generalized traveling salesman task. The possibility of dynamic adaptation of the route due to changes in the availability of aisles and stock of goods is considered. Three monetization ways of the proposed routine optimization service are proposed. They are based either on direct payment by the buyer for optimal routing service, or indirect payment through increased loyalty or the ability to promote additional products through the recommendation module. Recommendations are provided at hand, i.e. directly in the trading zone near the area of visibility to the recommending product. The second task concerns the optimal completion of online orders by store employees. In addition to the possibility of dynamic adaptation of the route, to save time, it is additionally suggested to complete two similar small orders at the same time. The principles by which it is possible to identify the most similar pairs of orders from the point of view of their picking routes have been formulated.

Keywords: *Retail 4.0, RFID, retail, hypermarket, supermarket, smart trolley, order completion, buyer's route optimization, generalized traveling salesman problem*

Стаття надійшла до редакції 28.03.2023 р.

Бібліографічний опис статті:

Штовба О. В. Пріоритетні задачі смартизації шопінгу у традиційному гіпермаркеті за принципами Retail 4.0. *Innovation and Sustainability*. 2023. № 2. С. 8-17.

Shtovba O. (2023) Retail 4.0 principles-based priority tasks of smartizing the shopping in a conventional hypermarket. *Innovation and Sustainability*, no. 2, pp. 8-17.