

ӘОЖ 686

## **ҚОЙМАЛАРДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ: ЖАҢА БУЫН**

**Калелов Темирлан Муратұлы**

Kalelov.97@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Логистика (сала бойынша)  
мамандығының 2 - курс магистранты, Қазақстан, Нұр-Сұлтан

**Арпабек Айман Муратбековна**

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан

Автоматтандыру РО-дан бастап жаһандық жеткізілім тізбегі бойынша дәстүрлі қойма операцияларының парадигмаларын өзгертеді. Солтүстік Америкада электронды өнімділік орталықтары мен орталықтандырылған РД пайда болған кезде, компаниялар автоматтандырылған материалдарды өңдеуге арналған жабдықты (МН), жоғары жылдамдықты конвейерлік жүйелерді және Роботты қосымшаларды пайдалану арқылы тапсырыс дәлдігін арттыру кезінде өткізу қабілеттілігін арттыру жолдарын іздейді.

Тарату және электрондық коммерция құралдары компанияның операциялық жеткізу тізбегіндегі тауарлық-материалдық балансты сақтай отырып, жылдың соңындағы сұранысты қалай қанағаттандырады?

Вентура, Калифорния, Патагония өзінің каталогын және интернет-тапсырыстарын жоғары Маусымда басқару проблемасына тап болған кезде, киім мен аксессуарлар сатушысы АҚШ-тағы кеңселері бар зауыттар, қоймалар мен тарату орталықтарына арналған логистикалық жүйелерді жеткізуші Dematic-ке жүгінді. Атлантада өзінің Рино, Невада, Колумбия округіндегі жоғары автоматтандырылған модульдік конвейер жүйесін біріктіру.

Күн сайын тарату арнасы арқылы бірнеше мың тапсырыс өтеді, Patagonia-ның ескірген конвейерлік процесі тапсырыс көлемін электронды түрде және каталог арқылы өңдей алмайды, таратуда қиындықтар туғызады, жеткізілім күтулерінің орындалмауы, жеткізілімнің дұрыс болмауы және қайтарудың шамадан тыс шығындары.

Өзінің Reno DC-ді кеңейту туралы шешімді бағалай отырып, Patagonia компаниясы Dematic-ке конвейерлерді ақылды шешімге дейін жаңартуды тапсырды, Бұл сұрыптау жүйесіне конвейер таспалары арқылы қозғалатын материалдардың жылдамдығын бақылауға мүмкіндік береді. Бес күн ішінде орнатылған жаңа МН жүйесі Патагония округіне электронды коммерция мен каталогтау клиенттеріне тікелей жіберілген кішігірім сәлемдемелерден қоймаларға арналған ауыр картон қораптарды бөлуге және сұрыптауға мүмкіндік берді.

Іске асырылғаннан кейін нәтижелерді тоғыз айдан аз уақыт ішінде өлшеуге болады. Тапсырыстардың дәлдігін арттыру және адам сағаттарының тиімділігін 20 пайызға арттыру, ал дәстүрлі роликті конвейер жүйесінен белдік жетегі бар Dematic технологиясына көшу нәтижесінде энергияны тұтыну шамамен 30 пайызға төмендеді.

Солтүстік Америкадағы DC автоматикасы тек жоғары жылдамдықты конвейерлерді жаңартумен шектелмейді. Бүгінгі қойманың келесі буындағы жеткізілім тізбегінің инновациялық шешімдеріне құрастыру / Жарықтандыру, сақтау және алу үшін автоматты басқару (AGV) автомобильдері, дауыстық бақылау технологиялары, тозатын құрылғылар, радиожилікті Сәйкестендіру (RFID) арқылы сканерлеу және Роботты қосымшалар кіреді.

RFID жабдықтары Екінші дүниежүзілік соғыс дәуірінде телекоммуникациялық және лазерлік технологиялардың үйлесімі ретінде пайда болды. Бірақ 21 ғасырдың басында ғана жабдық портативті қосымшалар түрінде қол жетімді және ыңғайлы болды. 2000 жылдардың басынан бастап қолдарға RFID технологиясы, дауысты іске қосу жүйелері және киюге болатын құрылғылар кіреді.

Робототехника өндірісте 50 жыл бұрын пайда болды, 1961 жылы Unimation компаниясының шағын жеткізушісі General Motors құрастыру роботын ұсынды.

Алғашқы қосымшалар пайда болғаннан бері Роботтар әлі де өндіріс салаларына бағытталған. Бүгінгі таңда визуалды басқарылатын роботтар ДӨО-да жүктеу / түсіру, шығарып алу / қоймаға қабылдау, паллет шешімдері және тауарларды адамға беру үшін қосымшалар үшін пайда болды. Шын мәнінде, АҚШ-тағы роботты қондырғылар саны өткен жылмен салыстырғанда 2014 жылы 11 пайызға өсті және халықаралық Роботтар Федерациясы бүкіл әлемде робототехниканы енгізудің жыл сайынғы 15% өсуін болжайды.

Тапсырыстарды орындау саласында Amazon соңғы бес жыл ішінде роботты қосымшалар саласындағы көшбасшы болды және 2016 жылы өзінің тарату экожүйесіне 16000 Жаңа Робот қосуды жоспарлап отыр. Walmart 2015 жылдың басында өзінің электронды сауда платформасында алдағы екі жыл ішінде 2 миллиард доллар инвестициялауды жоспарлап отырғанын мәлімдеді. Интеграция жоғары сапалы МН шешімдерін қамтиды.

Алайда, қойма шаруашылығындағы жаңа буынды автоматтандыру тек мега-бөлшек сатушылар мен электрондық коммерция платформаларын жеткізушілермен шектелмейді. Көптеген орта деңгейлі дистрибьюторлық ұйымдар паллеттерге роботты төсеу, қораптарға орау, жүк көліктері және жоғары жылдамдықты конвейерлер бойынша міндеттемелерді өз мойнына алды.

Әлемдегі ең ірі почта, бөлшек сауда және сыртқы жабдықтар жеткізушісі Кабелла Батыс Вирджинияның шығыс жағалауында Колумбия округін ашуға шешім қабылдағанда, Индианаполисте орналасқан Bastian Solutions материалдарын өңдеу жүйесінің жеткізушісін

ең жаңа жүк көтергіш және көлік жабдықтарын қамтитын толық автоматтандырылған нысанды біріктіруге көмектесу үшін тартты.

Батыс Вирджиния штатындағы Вилингтегі Жаңа Cabella кәсіпорнына 25000 фут автоматтандырылған құбырлар, бөлшек сауда және каталог тапсырыстарын орындау үшін екі сұрыптау құрылғысы және жарықтандыру жүйелері үшін 240 позиция кіреді. Киімнің мақсаты минутына 90 қорапты өңдеу болды; іске асырылғаннан кейін, сұрыптаушылар минутына 94 қораптың жоғары сұрыптау жылдамдығына жетіп, осы мақсаттан асып кетті.

Ақылды және автоматтандырылған қоймаға көшудің оңтайлы уақыты-тарату орталығы кеңейген, жылжытылған немесе біріктірілген кезде. Ірі қондырғылар ДӨО жұмысын бұзуы мүмкін. Электрондық коммерция орталықтары заманауи МН жабдықтарын жаңартуда көшбасшы болып табылады, бірақ қалған нарықтар қандай интеграциялардың ең тиімді екенін және стандартты сақтау қосымшаларына бейімделетінін байқап, біле алады.

Жаңа буын ДӨО тапсырыстарды орындаудың дәлдігі мен жылдамдығын қамтамасыз етеді, әсіресе автоматтандыру нормаға айналған электрондық сауда, киім, фармацевтика және тамақ өнеркәсібі қоймалары сияқты өткізу қабілеті жоғары объектілерде. "Бұл енді автоматтандыру қисығынан озып кету туралы емес", - дейді Майк Клемонс, Bastian аға кеңесшісі. "Зияткерлік қойманы басқару дегеніміз-бәсекелестерден артта қалмай, қазіргі құралдар арсеналында бар заманауи технологияларды қолдану".

Қоймадағы жаңа жетістіктер МН жабдықтарын, қорларды оңтайландыру құралдарын және робототехника құралдарын пайдалануды ынталандыратын бағдарламалық шешімдерді интеграциялаумен байланысты. Жаңа буын класындағы ең жақсы бағдарламалық пакеттер жоғары автоматтандырылған МН жабдықтарын корпоративті бағдарламалық шешімдермен біріктіреді. Қазіргі заманғы қойманың мысалы-дауыстық қосымшамен немесе орналастыру / таңдау қосымшасымен нақты уақыттағы деректермен алмасатын қойманы басқару жүйесі (WMS). Бағдарламалық жасақтама мен жетілдірілген автоматика арасындағы тағы бір байланыс - бұл AGV нақты уақыт режимінде түгендеу деңгейлерін бақылау арқылы тапсырыстарды алуға мүмкіндік беретін бағдарлама.

Бағдарламалық қосымшалардағы жаңа тренд-бұл қойманы басқару жүйелерінің (WCS) тұжырымдамасы. WCS DC бағдарламалық жасақтамасына оның тиеу-түсіру жабдықтарымен, Тапсырыс іздеу жүйелерімен және тарату технологиясымен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді.

"Жоғары автоматтандырылған нысандар туралы айтатын болсақ, қойманы басқару жүйелері нақты уақыт режимінде деректерге қол жеткізе алады, ал жүктеме миллисекундпен өлшенеді", - дейді Роджер Каунихан, Fortna-ның клиенттерге қызмет көрсету жөніндегі менеджері, Батыс Реддинг фирмасы. Па.

Ақылды қоймада барлық аппараттық және бағдарламалық технологиялар бір-бірімен өзара әрекеттеседі. WCS таңдау / орналастыру технологиясын, робот техникасын және жоғары өнімді конвейерлік жүйелерді пайдалану арқылы адамдармен тауар алмасудың алдыңғы қатарлы қосымшаларымен максималды өткізу қабілетін арттыру арқылы Қор деңгейлерін оңтайландырады.

Орнату-бағдарламалық жасақтаманы синхрондаудың және жетілдірілген автоматтандырудың кілті. "Соңғы пайдаланушылар қолданыстағы бағдарламалық қосымшаларды материалдарды сақтау саласындағы заманауи жетістіктермен біріктіруге біртұтас тәсіл қолдануы керек" дейді Клемонс. "Сіз екіншісіз жұмыс істей алмайсыз".

Бұрын тапсырыстарды орындау орталықтары мен DC қоқыс аулауды еске түсірді, өйткені қызметкерлер тапсырыс беру үшін келесі затты іздеп қойма ландшафтына тарады. Роберт Палевичтің "тұрақты жеткізілім тізбегі" кітабындағы зерттеуге сәйкес, орташа қойма жұмысшысы тапсырыстарды орындау үшін күніне алты миль жүреді және қызметкердің жұмыс күнінің 75 пайызы Тапсырыс жинауға кетеді.

Тиімсіздікпен күресу үшін қазіргі заманғы дамыған тарату орталықтары салалық стандарт ретінде "тауарлардан адамға" тұжырымдамасын қабылдады.

Адамға тауарларды жеткізу стратегиясы "Лабрадор ретриер синдромын" жояды немесе азайтады, онда тапсырыс беруші дистрибьюторлық кәсіпорында тапсырыс алу үшін ұзақ қашықтықты жүріп өтуі керек. Тапсырыстарды іздеу және толтыру үшін Орталықтың сөрелері мен бункерлеріне шашыраңқы жіберілген қызметкерлердің үздіксіз ағымының орнына, тауарларды адамға беру платформасындағы қорлар конвейер жүйелері немесе роботты жеткізу модульдері арқылы құрастырушы / буып-түюші жұмыс станциясына жеткізіледі.

"Бүгінгі таңда SKU салыстырмалы түрде шектеулі кеңістіктегі эргономикалық бағдарланған жұмыс станциясына жеткізіледі", - дейді Кен Рюрданц, Dematic сақтау және тарату нарығының менеджері. "Жұмыс аймағын біршама шектеулі деп санауға болатынына қарамастан, станцияда шаршаудан қорғайтын эргономикалық төсеніш орнатылған, өйткені қазіргі Тапсырыс беруші Тапсырыс таңдау үшін ескі тұрақты жүру моделімен салыстырғанда бір аймақпен шектелген".

Сонымен қатар, конвейердің биіктігі мен жарық индикаторлары қызметкерлердің өнімділігін арттыру үшін оңтайландырылған. "Бункерлер мен конвейерлер оператордың эргономикалық" алтын аймағына "шамадан тыс тартылуды, иілуді немесе көтерілуді болдырмау үшін орнатылады", - деп қосты ол.

Жеткізу тізбегінің мамандары мінсіз тапсырысты орындауға тырысатындықтан, прогрессивті РО Тапсырыс дәлдігі мен оны клиентке жеткізу жылдамдығына бағытталған. Қазіргі заманғы материалдарды басқару жүйелері, мысалы, конвейерлер, роботты құрастырушылар және орауыштар, сонымен қатар автоматты басқарылатын автомобильдер, тапсырыстарды орындаудың тиімді процестері мен дәлдігін қамтамасыз етеді.

Автоматтандыруды жүзеге асыру оңай болған кезде, дауысты таңдау технологиясы төмен капиталды салымдар мен жылдам интеграция санатындағы алғашқы орындардың бірін алады. Дауысты басқару тиімділікті, дәлдікті және қауіпсіздікті арттырады. Дауыстық таңдау жүйелері, әсіресе SKU көп дистрибьюторлар үшін тиімді, олардың оқу қисығына сүйене отырып, бір сағаттан аз уақыт ішінде пайдалануға берілуі мүмкін. Дауыстық технология қолданыстағы WMS бағдарламалық жасақтамасымен біріктірілуі мүмкін, бұл 99,9% Тапсырыс дәлдігін қамтамасыз етеді.

"Біз әдеттегі жүйелермен салыстырғанда компоненттер санының 35 пайызға өскенін байқаймыз", - дейді Дематикалық Рюрданц.

Honeywell-дің жақында жүргізген зерттеуіне сәйкес, дұрыс емес тапсырыс беру әдеттегі RC-ге бір қателік үшін орташа есеппен 67 доллар тұрады. Жұмыс күшіне бағытталған тапсырыстарды жинақтаудың ескі үлгісімен тапсырыстар саны күніне 2000-нан 3000-ға дейін жетті. Дауыстық тапсырыстарды орындау жүйелерімен және "жарыққа дейін таңдау" жүйелерімен қатар жұмыс істейтін жетілдірілген конвейер жүйелерінің арқасында тапсырыс тиімділігі оңтайландырылып, саланың вертикальына байланысты өткізу қабілеті 5000-ға жетуі мүмкін. "Соңғы уақытта біз тапсырыстарды толымдау саласындағы ең жаңа автоматтандыруды көрдік", - дейді Кунихан.

"Тауардан адамға" мантра фулфилмент орталықтарында қарқын алып келе жатқанда, сарапшылар Шығыс қорлардың қойма сөресінен жабдықтау станциясына қалай ағып жатқанын зерттейді. Автоматты басқарылатын автомобильдер нарықта 2000 жылдардың басында пайда болды және дәстүрлі түрде Колумбия округінің ландшафтын электронды навигациялық торлармен кесіп өтті.

Бостон компаниясы Kiva Systems, 2003 жылы құрылған, жылжымалы қоймалардағы робототехника саласындағы алғашқы инноваторлардың бірі болды. Компанияның алғашқы жетістігіне сүйене отырып, 2012 жылы Amazon жүк тасушы алыбы Kiva-ны заманауи қоймаларда дамып келе жатқан роботты іздеу нарығын басып алу үшін сатып алды. Басқа жоғары технологиялық МН интеграторлары Kiva үлгісімен жүрді және жақында ұқсас роботты іздеу технологияларын ұсынды.

AGV технологиясы әлемінде салыстырмалы түрде жаңа компания-Онтарио штатындағы Clearpath Robotics. Үш жылдық ауқымды зерттеулер мен дизайннан кейін Clearpath өзінің алғашқы өзін-өзі басқаратын ОТТО роботын ұсынды, ол материалдарды, тауарлар мен жабдықтарды тез жылжыту үшін арнайы жасалған.

Жүктердің көп бөлігі паллеттерде орналасқандығына сүйене отырып, clearpath логистикалық технологиялық платформасы паллеттерге бағытталған модель болып табылады. "Біздің зерттеулерімізге сәйкес, тек Солтүстік Америкада 2 миллиард паллет қолданылады және барлық жүк тасымалының 80 пайызы бір паллетте тасымалданады", - дейді Саймон Дрекслер, Clearpath компаниясының материалдарды тасымалдау жөніндегі директоры. "Осы зерттеуді ескере отырып, біз ОТТО-ны 3300 фунтқа дейін көтердік, бұл өздігінен жүретін роботтарға қарағанда 10-15 пайызға көп жүктеме береді".

Amazon Kiva роботы алдын-ала белгіленген еден торының шаблону бойынша жұмыс істейді, бірақ ОТТО интеллектісі оған еденге бағытталған жол жүйесінің көмегінсіз қойма ландшафтын "зерттеуге" мүмкіндік береді. "ОТТО пайдаланушының бір немесе 50 ОТТО - ны қойма жұмысына біріктіретініне қарамастан, бірыңғай Ғаламдық анықтамалық карта негізінде жұмыс істейді", - деп түсіндіреді Дрекслер. "ОТТО операторлары доктың есіктері, ету жолдары, аймақтар және Жинау станциялары сияқты қызықты нысандарды енгізеді" дейді Дрекслер. "Ал ОТТО интеллектісі әр түрлі бағдарларды қауіпсіз 4,5 миль жылдамдықпен жүре алады.

"Роботтар үйренуге арналған", - деп қосты ол. "Робот белгілі бір қоймада неғұрлым көп қозғалса, соғұрлым ол орналасумен, сондай-ақ кез-келген ықтимал қауіптермен танысады".

Бункерлерді түсіруге, шығаруға және паллеттерді жинауға арналған Робототехниканың пайда болуы да қызықты. Икемді манипуляторлары бар стационарлық Роботтар көптеген тапсырмаларды орындай алады, соның ішінде тіркемені картон қораптарымен түсіру, паллет жинау және тапсырыс жинау. Бұл роботты функциялар жұмысшыларды жек көретін қойма міндеттерін - үш өлшемді кескін санатына жататын жұмыстарды ауыстыруға арналған: лас, қауіпті және қиын. Картон қораптарын жинау немесе Тапсырыс алу үшін пайдаланылатын роботтарда паллет конфигурациясы бойынша шығарылатын картон қораптарының мөлшерін анықтауға мүмкіндік беретін үш өлшемді көру сенсоры бар. "Робот үлкен қорапты паллеттің түбіне, ал кішкене қораптарды оңтайлы жинау үшін үстіне қою үшін бағдарламаланған", - дейді Бастиан Клемонс.

Роботты қосымшалар қазіргі заманғы DC-де роботтың функцияларын пайдаланушының талаптарына сәйкес өзгерту мүмкіндігінің арқасында бейімделеді. Мысалы, дәл сол жетілдірілген робот таңертең кіріс тіркемесінен қораптарды түсіріп, күндіз қораптарды паллетке салуға кірісе алады - тек негізгі тұтқаны реттеу арқылы.

Шын мәнінде, mini-Picker Blue Ocean нарықтағы жетекші Робот өндірушілерімен үйлесімді. Мини-Пикердің роботты қолын Universal, KUKA немесе ABB роботына аксессуар ретінде бекітуге болады. Атауынан көрініп тұрғандай, Mini-Picker бір бұранда немесе болт сияқты кішкене заттарды таңдауға және оларды себетке, қорапқа немесе басқа көлікке орналастыруға арналған. Роботтарды енгізудің мақсаты-жұмыс орындарын қысқарту емес, өнімділігі жоғары және өткізу қабілеті жоғары ақылды қойма құру. Шын мәнінде, роботтар жұмыс күшімен бірге жұмыс істеуге арналған. Тіркемені немесе еденге арналған контейнерді түсіру сияқты қайталанатын сақтау міндеттері роботтар мен автоматтандырылған процестерге жүктеледі.

"Шығындар азайып, роботтық функциялар жақсарған сайын, біз жұмыс тиімділігін арттыру үшін көбірек Роботтар қойма жұмысшыларымен бірге жұмыс істейтінін көреміз", - деп болжайды көк мұхиттың бас директоры Тим ДеРозетт. "Роботтар іс жүзінде адамдармен қарым-қатынас жасау үшін жасалған".

Қоймадағы инновациялар мен автоматтандыру тапсырыс беру жабдықтары мен заманауи тиеу-түсіру жабдықтарын жаңартуға бейім болса да, жабдықтың пайдалы қызмет мерзімі туралы мәселе теңдеуге енеді. Клемонстың айтуынша, тарату секторындағы МН машиналары, жабдықтары мен жабдықтарының көпшілігінің болжамды қызмет ету мерзімі-20 жыл.

Алайда, технологиялық қосымшалар ескірген жарыста аппараттық жүйелерден озып кетеді. Тарату қосымшаларындағы бағдарламалық жасақтама жүйелерінің пайдалы қызмет мерзімі автоматтандырылған жабдықтың болжамды қызмет ету мерзімінің 25 пайызын құрайды - бұл бағдарламалық жасақтама инновацияларының көпшілігі жаңа WMS / WCS технологиясы нарыққа шыққанға дейін шамамен бес жылға созылады дегенді білдіреді.

Осы жаңа буынның барлық енгізулері қызықты болып көрінсе де, RFID, дауыстар, құбырлар, жаңартылған WMS немесе робототехника интеграциясының бағасы қандай? Ең жақсы сұрақ болуы мүмкін: қолданушы қазіргі жаңарту арсеналында қол жетімді қойма жабдықтары мен бағдарламалық жасақтамаға қаражат салмай ма?

2005 жылдан бастап конвейерлік жүйелерге күрделі шығындар айтарлықтай төмендеді - күрделі конвейер қондырғысының құны 10 миллион доллардан асатын дәуірде. Жоғары автоматтандырылған қойма жабдықтарына инвестицияларды жоспарлау кезінде шығындар туралы ойлар орналастыру мен іске асырудың негізгі факторы болуы керек.

Мысалы, паллет жасау және қораптарға орау үшін қолданылатын роботты жүйелер 150 000 доллардан басталады және машиналар саны мен жабдықтың масштабына байланысты жеті таңбалы инвестициядан оңай асып түседі. Көрінетін жоғары шығындарға қарамастан, дистрибьюторлық және өндірістік компаниялар екі-үш жыл ішінде өзін-өзі ақтауға сене алады. "Жоғары деңгейдегі автоматтандыруға келетін болсақ, кейбір компаниялар төрт жылдан бес жылға дейін артта қалады", - деді Клемонс. Электрондық коммерция доменінің контроллері Тапсырыс сұранысының экспоненциалды өсуіне ие болғандықтан, автоматика мен технология өткізу қабілеттілігінің жоғары талаптарына сәйкес келуі керек. "Тапсырыстарды электронды орындауға деген сұраныс өткен жылмен салыстырғанда 20-25 пайызға артып келеді", - дейді Манхэттеннен келген Ламфьер.

Тіпті ең прогрессивті ДӨО-лар әлі де әртүрлі автоматтандыру тенденцияларын бағалайды, мысалы, жүктеу / түсіру және паллет жинау робототехникасы, AGV және pick-to-light технологиясы, әсіресе тапсырыстарды орындау орталықтарында танымал қосымшалар болып табылады. Қоймаларды автоматтандыру тенденциясын ескере отырып, келесі буын жабдықтары мен бағдарламалық жасақтамасын әзірлеуден не күтуіміз керек?

Жақында ДӨО ішіндегі дрондарды тауарларды адамға беру үшін пайдалану тұжырымдамасы ұсынылды. "Бұл әлі ерте технология", - дейді Fortna төрағасы Питер Кунихан. "Қойма саласындағы басқа да инновациялар танымал бола бастады. Жеке 3D басып шығару-бұл материалдардың эволюциясы мен заттардың интернетіне айтарлықтай әсер ететін үрдіс".

#### **Қолданылған әдебиеттер тізімі**

1. Гаврилова, Т. А. (2000). Базы знаний интеллектуальных систем. Санкт-Петербург.
2. Batarlienè, N. 2009. Терминалдағы әртүрлі көлік түрлерінің өзара әрекеттесу процесінде озық технологиялар мен олардың тиімділігін зерттеу, көлік 24(2): 129-134.
3. С. Сейдаметова, С.Н. Сейтвелиева. Облачные сервисы в образовании. Симферополь, 2012 - 206с.
4. Шиллер, Ю. Г. Ұялы Байланыс. Harlow: Pearson Education Limited, 2000