ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

QISHLOQ XO‘JALIGI MAHSULOTLARINI SARALASHDA KOMPYUTERLI KO‘RISH TIZIMI VA NIR SENSORINI QO‘LLAGAN HOLDA SARALASH JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH.

Qobilov H.X.
Buxoro davlat texnika universiteti Phd, dotsent,
Og‘omurodov U.H.
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
E-mail: ogomurodov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini, xususan meva va sabzavotlarni saralash jarayonini takomillashtirish masalasi ko‘rib chiqilgan. An’anaviy saralash usullarining past aniqligi va subyektivligi tufayli zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash zarurati asoslab berilgan. Tadqiqotda kompyuterli ko‘rish tizimi yordamida mahsulotlarning tashqi belgilarini (rang, shakl, o‘lcham) aniqlash hamda yaqin infraqizil (NIR) spektroskopiya orqali ichki sifat ko‘rsatkichlarini (pishganlik darajasi, kimyoviy tarkib) baholash usullari integratsiyalashgan holda taklif etilgan. Shuningdek, mahsulotlar guruhini baholashda statistik tanlash usuli va PLS hamda SVM algoritmlari asosida bashorat modeli ishlab chiqilgan. Taklif etilgan tizim eksportbop mahsulotlar sifatini oshirish, saralash jarayonini avtomatlashtirish va inson omilini kamaytirish imkonini beradi. Natijada saralash aniqligi ortadi, sifatsiz mahsulotlarning eksportga chiqishi kamayadi va umumiy ishlab chiqarish samaradorligi oshadi.

Kalit so‘zlar. Kompyuterli ko‘rish (Computer Vision), NIR spektroskopiya (Near-Infrared Spectroscopy), Mevalarni saralash, Pishganlikni aniqlash, Mashina o‘rganish (Machine Learning), Qishloq xo‘jaligi mahsulotlari sifati, Avtomatlashtirilgan saralash tizimi, Kontakt bo‘lmagan nazorat.

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос совершенствования процесса сортировки сельскохозяйственной продукции, в частности фруктов и овощей. Обоснована необходимость применения современных технологий в связи с низкой точностью и субъективностью традиционных методов сортировки. В исследовании предложена интеграция методов компьютерного зрения для определения внешних признаков продукции (цвет, форма, размер) и ближней инфракрасной (NIR) спектроскопии для оценки внутренних показателей качества (степень зрелости, химический состав). Также разработана модель прогнозирования на основе статистического метода выборки и алгоритмов PLS и SVM для оценки групп продукции. Предложенная система позволяет повысить качество экспортной продукции, автоматизировать процесс сортировки и снизить влияние человеческого фактора. В результате повышается точность сортировки,

ISSN 3030-3907

уменьшается экспорт некачественной продукции и увеличивается общая эффективность производства.

Ключевые слова: компьютерное зрение (Computer Vision), NIR-спектроскопия (Near-Infrared Spectroscopy), сортировка фруктов, определение зрелости, машинное обучение (Machine Learning), качество сельскохозяйственной продукции, автоматизированная система сортировки, бесконтактный контроль.

Abstract. This article examines the issue of improving the sorting process of agricultural products, particularly fruits and vegetables. The necessity of applying modern technologies is substantiated due to the low accuracy and subjectivity of traditional sorting methods. The study proposes an integrated approach that combines computer vision techniques to identify external characteristics of products (color, shape, size) and near-infrared (NIR) spectroscopy to evaluate internal quality indicators (ripeness level, chemical composition). In addition, a predictive model based on statistical sampling methods and PLS and SVM algorithms has been developed for assessing product groups. The proposed system enables improving the quality of export-oriented products, automating the sorting process, and reducing the human factor. As a result, sorting accuracy increases, the export of low-quality products decreases, and overall production efficiency improves.

Keywords: Computer Vision, Near-Infrared (NIR) Spectroscopy, fruit sorting, ripeness detection, Machine Learning, agricultural product quality, automated sorting system, non-destructive testing.

KIRISH.

Bugungi kunda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini yetishtirish hajmi ortib borayotganligi sababli, ularni saqlash, qayta ishlash va iste’molchilarga sifatli holda yetkazish talablariga javob beradigan ilg‘or texnologiyalarga ehtiyoj kuchaymoqda. Ayniqsa, meva va sabzavotlarni eksportbop holatda saralash va yetkazib berish uchun an’anaviy usullar o‘rniga kontakt bo‘lmagan, avtomatlashtirilgan yondashuvlar muhim ahamiyat kasb etmoqda. O‘zbekistondan sarxil meva-sabzavot mahsulotlari eksportining umumiy hajmida MDH mamlakatlarining ulushi 2019-yilda 69,4 foizni, 2024-yilda 57,7 foizni tashkil qilgan. Shu bilan birga, Yevropa Ittifoqi mamlakatlariga sarxil sabzavot va mevalar eksporti ulushi, aksincha, 2019-yildagi 2,1 foizni tashkil qilgan bo‘lsada 2024-yilda bu ko‘rsatkich 2,4 foizgacha oshgan.[1]

2025-yilning yanvar-oktyabr oylarida mamlakatdan 1,8 million tonna meva-sabzavot eksport qilingan (meva va rezavorlar – 523,2 ming tonna) hisoblanadi, bu qiymati 1,7 mlrd AQSH dollarga yetdi.[2] Mevalar eksportidagi asosiy

ISSN 3030-3907

mahsulotlar: uzum, quritilgan uzum (mayiz), shaftoli, gilos, o‘rik va boshqa mevalar. Quritilgan mevalar, ayniqsa mayiz va quritilgan o‘rik, eksportda alohida o‘rin egallaydi.[3] Bu sektor O‘zbekiston eksportida muhim o‘rin tutadi, qishloq xo‘jaligi eksportining qariyb 5–6 % ini tashkil etadi.[4] Asosiy eksport bozorlar: Rossiya, Qozog‘iston, Pokiston, Xitoy va boshqa MDH hamda Yaqin Sharq va Yevropa mamlakatlari bozorlariga yetkaziladi (to‘g‘ridan-to‘g‘ri statistik ko‘rsatkichlar har yili o‘zgaradi).

Ammo meva va sabzavotlarning tashqi ko‘rinishi, ichki sifati va yangi holatini aniqlashda an’anaviy, inson omiliga tayanadigan usullar yetarlicha aniqlik va samaradorlik bermaydi. Inson tomonidan bajariladigan vizual baholash subyektiv bo‘lib, xatolik ehtimoli yuqori, saralash jarayonining tezligi esa past bo‘ladi.



1-rasm.

Bunday yondashuv quyidagi muammolarni keltirib chiqaradi:

1. Subyektivlik – Har bir insonga xos qarashlar, charchash, diqqatning susayishi yoki tajriba yetishmasligi mahsulotni noto‘g‘ri baholashga olib keladi.

2. Past aniqlik – Inson ko‘zi faqat tashqi ko‘rinishni taxminan baholay oladi, ichki sifat ko‘rsatkichlari aniqlanmaydi.

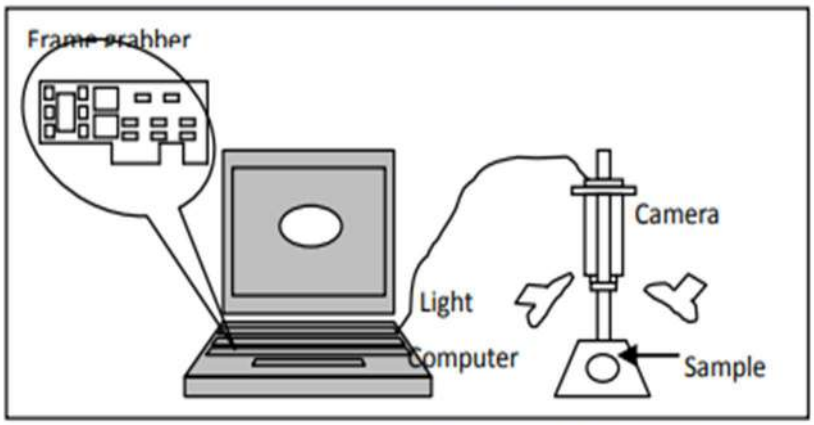
3. Kam samaradorlik – Katta hajmdagi mahsulotlarni qisqa vaqt ichida saralashda bu muammo jiddiy tus oladi.

4. Mahsulotning buzilishi – Ba’zi hollarda sifat tekshiruvi uchun mahsulotga zarar yetkaziladi.

Yuqoridagi muammolar export qilinayotgan mahsulotlarga ham ta’sir qiladi ya’ni exportga yuborilgan mahsulotlar Ichida biron kamchilik bo‘ladigan bo‘lsa export qilinayotgan mahsulot butunlay ortga qaytariladi. Prezident Mirziyoyevning 30.07.2025 kungi “Meva, sabzavot va oziq-ovqat mahsulotlari eksportini ko‘paytirish”ga bag‘ishlangan videokonferensiya bayonotlarida aytilishicha, ba’zan xorijdagi xaridorlar O‘zbekiston mevasini “xom holatda” deb rad etadi yoki sifati yetarli darajada bo‘lmaydi deb tushunib, yuklar to‘xtatilmoqda yoki ortga

ISSN 3030-3907

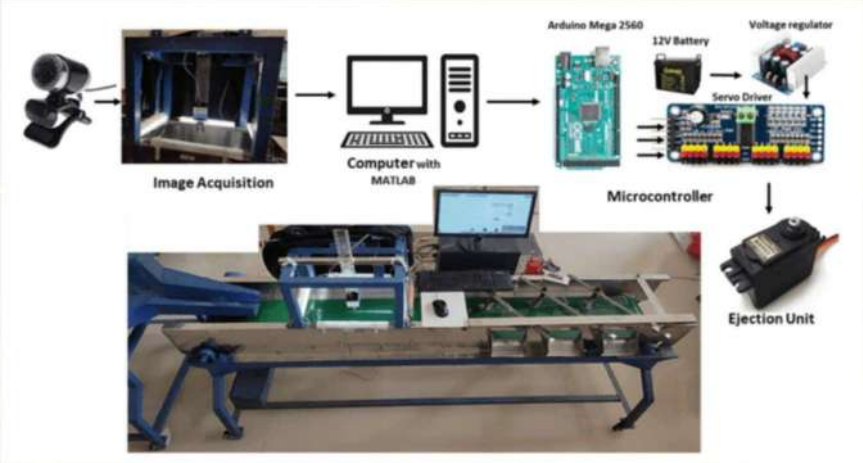
qaytarilmoqda. Bu eksport jarayoniga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.[5] Demak inson qo‘li bilan saralash ham komyuterli ko‘rish orqali saralash ham masalani yetarlicha hal qila olmayapti. Kompyuterli ko‘rish orqali meva va sabzavotlarni saralash bo‘yicha bir necha olimlar ilmiy ishlar olib brogan. Jyoti A. Kodagali va S. Balaji olimlari o‘zining “Computer Vision and Image Analysis based Techniques for Automatic Characterization of Fruits – A Review” nomli maqolasida kompyuter ko‘rish va tasvir tahlili metodlarining mevalarning ko‘rinish, rang, tuzilish va boshqa vizual atributlari bo‘yicha tasnif va saralashga qo‘llanilishi va turli tadqiqotlar va algoritmlar o‘rgangan. Natijada computer vision texnologiyalari meva tasnifi va saralashda tez, ob’ektiv va izchil natijalar bera olishini ko‘rsatgan. Bundan tashqri ular apelsin, anor, nok, banan kabi mevalar ustida ham tadqiqotlar olib brogan.[6]



2-rasm.

Abdullah Al Masum va boshqalar «Development of automated real-time mango grader using machine vision technique» nomli maqolasida real vaqtda mango mevasi tasnifi uchun avtomatlashtirilgan konveyer + computer vision tizimi va kameradan olingan mangomevasi tasvirlaridan maydon (area) xususiyati yordamida saralashni amalga oshirilgan. Ular yaratgan tizim mango mevasini real vaqtda ularnning hajmini aniqlagan va katta, o‘rtacha va kichik kabi toifalarga ajratishda 79.7–85.5 % aniqlikka erishgan, umumiy saralash aniqligi ~89.1 % bo‘lgan.[9]

ISSN 3030-3907



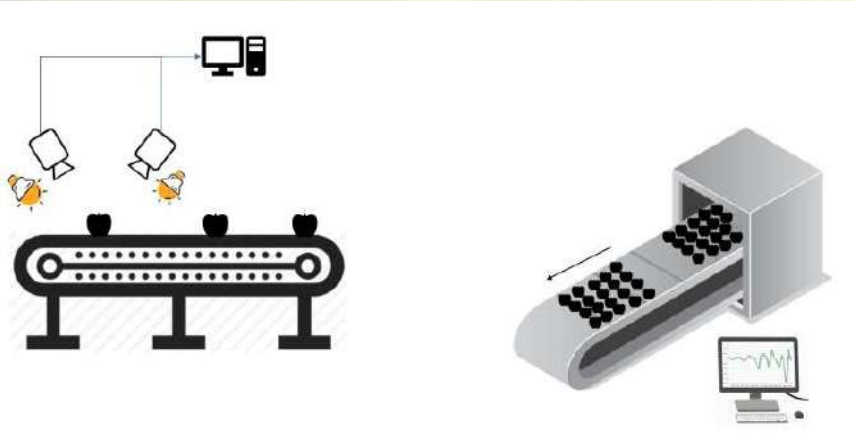
3-rasm.

Qolaversa Dmitry O. Khort, Alexey Kutyrev, Igor Smirnov kabi rus olimlari esa mevalarni avtomatlashtirilgan tarzda saralash uchun giperspektral tahlil va mashina o‘rganish algoritmlarini qo‘llash bo‘yicha ilmiy ishlar olib borganlar. Ularning tadqiqotlari mevalarning sifati va defektlarini aniqlashga qaratilgan. Eron olimlaridan Abdollah Zakeri, Ruhollah Hedayati, Mohammad Khedmati, Mehran Taghipour-Gorjikolaie kabi olimlar jujube (zizifus) mevasini saralashda mashina o‘rganish usullarini qo‘llaganlar. Ular mevalarning rangi, shakli, o‘lchami va sirtidagi nuqsonlar asosida tasniflash tizimini ishlab chiqqanlar.

Syed Sohaib Ali Shah, Ayesha Zeb, Waqar S. Qureshi, Muhammad Arslan, Aman Ullah Malik, Waleed Alasmary, Eisa Alanazi kabi olimlar o‘zlarining “Towards fruit maturity estimation using NIR spectroscopy” nomli maqolalarida meva pishganligini aniqlash uchun NIR spektroskopiya va chemometric algoritmlar (PLS, LSSVM) yordamini tahlil qilgan. Turli mevalar ustida (olma, mango, uzum, o‘rik) NIR spektrlar asosida pishganlik ko‘rsatkichlarini bashorat qilish modeli tuzilgan. PLS va boshqa regressiya modellari turli mevalar uchun pishganlik bashoratida yaxshi aniqlik ko‘rsatgan, lekin har nav uchun alohida model kerakligi ta’kidlangan.[7]

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Zamonaviy o‘lchov va nazorat vositalarini, xususan kompyuterli ko‘rish (computer vision) va yaqin infraqizil nurlanish (NIR – Near-Infrared) texnologiyalarini birgalikda qo‘llash orqali mahsulotlarni avtomatik tarzda, kontakt bo‘lmagan, yuqori aniqlikda baholash imkoniyati yuzaga kelmoqda. Kompyuterli ko‘rish yordamida meva va sabzavotlarning rang, shakl, o‘lcham kabi tashqi belgilarini tez va aniqlik bilan tahlil qilish mumkin bo‘lsa, NIR texnologiyasi esa ularning– suv va shakar miqdori kabi ko‘rsatkichlar bilan mahsulot sifatini baholash va oldindan bashoratlash imkonini beradi.[8]

ISSN 3030-3907



4-rasm.

Kartezian roboti (Cartesian robot), shuningdek *gantry robot* deb ham ataladi, uch o‘qli harakatga ega bo‘lgan robot bo‘lib, ko‘plab sanoat ilovalarida keng qo‘llaniladi. Uning X, Y va Z o‘qlari qat’iy (rigid) konstruksiyaga ega bo‘lib, o‘zaro to‘g‘ri burchak ostida joylashgan. Robot qo‘l uchiga o‘rnatilgan ishchi organ (end-effector) bilan birga 3 ta erkinlik darajasiga (DOF — Degrees of Freedom) ega.

Robotning har bir o‘qi chiziqli harakatni amalga oshiradi va bu harakat asosan chiziqli yuritma (drive mechanism) mexanizmi orqali ta’minlanadi [5]. Chiziqli yuritmalarning turlari quyidagilardan iborat:

- kamarli (belt-driven),
- tishli reyka va shesternyali (rack-and-pinion-driven),
- sharli vintli (ball-screw-driven),
- chiziqli dvigatelli (linear motor-driven).



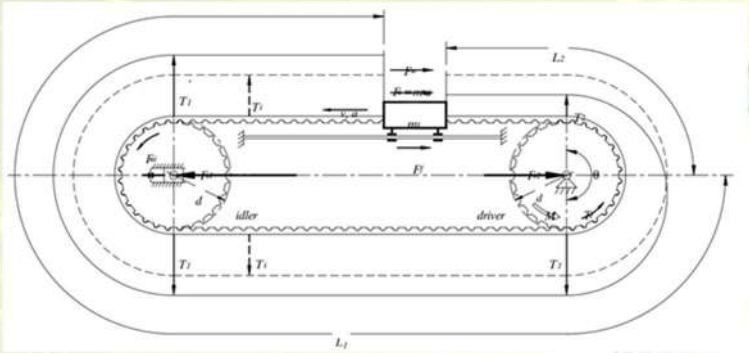
5-rasm.

Amaliyotda eng ko‘p qo‘llaniladigani — kamarli uzatma mexanizmidir. Chiziqli yuritma turi robotning konstruktiv yechimi va texnik talablariga qarab tanlanadi.

Kamarli chiziqli yuritmaning asosiy komponentlari:

ISSN 3030-3907

- elektr dvigatel,
- reduktor (gearbox),
- chiziqli yo‘naltirgichlar (linear guides),
- kamar-shkiv tizimi (belt–pulley system),
- sanoat boshqaruv kontrolleri.



6-rasm.

Ushbu rasmga ko‘ra, agar harakatlanuvchi massa yetaklovchi shkivdan uzoqlashayotgan bo‘lsa, kamar tarangligi yetaklovchi shkiv va harakatlanuvchi massa orasida kamayadi, kamar tizimining qolgan qismida esa ortadi va aksincha. Harakatlanuvchi massa chiziqli yo‘naltirgichlar bo‘ylab sirpanadi va bu harakat ishqalanish tufayli qarshilikka uchraydi.

Rasmga asoslanib ko‘rish mumkinki, kamar tarangligi harakatlanuvchi massaning pozitsiyasiga bog‘liq bo‘lib, harakat jarayonida o‘zgarib turadi.

Massani chiziqli yo‘naltirgichlar bo‘ylab harakatlantirish uchun zarur bo‘lgan umumiy bo‘ylama kuch F_t quyidagilarning yig‘indisiga teng:

- tezlanish kuchi F_a,
- ishqalanish kuchi F_f,
- og‘irlik kuchining tarkibiy qismi (vertikal yuritmalarda) F_g,
- yordamchi shkivni aylantirish kuchi F_{ab},
- kamar inertsiya kuchlari F_{ai}.

$$F_t = F_a + F_f + F_g + F_{ab} + F_{ai}$$

Kengaytirilgan ko‘rinishda:

$$F_t = m_s a + \mu_r m_s g \csc\beta + m_s g \sin\beta + \frac{\omega_b L b}{g} a + \frac{2J_i \alpha}{d}$$

bu yerda:

- m_s — harakatlanuvchi massa,
- a — tezlanish,
- μ_r — ishqalanish koeffitsienti,
- β — og‘ish (qiyalik) burchagi,
- L — kamar uzunligi,
- b — kamar kengligi,

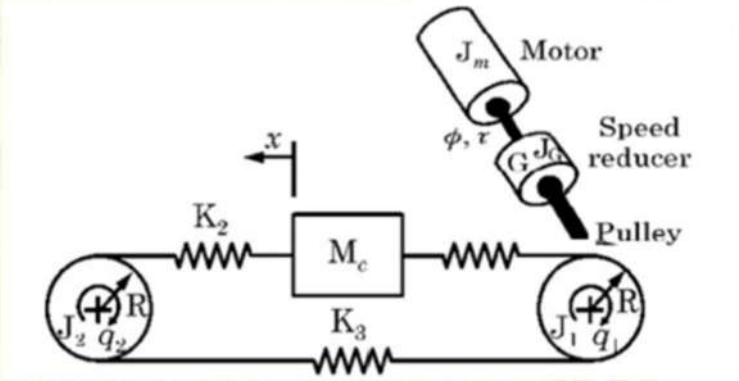
ISSN 3030-3907

• w_b — kamarning solishtirma og‘irligi,
• J_i — yordamchi (idler) shkivning inertsiya momenti,
• α — uning burchak tezlanishi,
• d — shkiv diametri,
• g — erkin tushish tezlanishi.

Kartezian robotlarining chiziqli kamarli yuritmalari yuqori aniqlikdagi pozitsiyalash vazifalarida qo‘llaniladi. Shu sababli, ularning dinamik modelini hosil qilish va tizim xatti-harakatini simulyatsiya qilish muhim ahamiyatga ega.

Nolinear ishqalanish kuchlari hamda kamarning elastikligi aniq pozitsiyalashni murakkablashtiradi. Shuning uchun chiziqli yuritmalar uchun aniq dinamik modellar va barqaror boshqaruv regulyatorlarini ishlab chiqish zarur hisoblanadi.

Chiziqli yuritmaning matematik modelini hosil qilish uchun prujina–massa (spring–mass) tizimi qabul qilinadi



7-rasm.

Ushbu sxemada:
• J_m— dvigatel inertsiya momenti,
• G — reduktor uzatish nisbati,
• R — shkiv radiusi,
• J_i — shkiv inertsiya momenti,
• M_c — harakatlanuvchi yuk massasi,
• K_2,K_3 — kamar elastiklik koeffitsientlari,
• x — chiziqli siljish,
• φ — burchak siljishi,
• τ — dvigatel momenti.

Ushbu model asosida chiziqli kamarli yuritmaning differensial tenglamalari chiqariladi va tizimning dinamik xatti-harakati tahlil qilinadi.

Dastlab mevalar kompyuterli saralashda donalab saralansa undan keying bosqichda NIR sensori bilan esa gruhlanib sensor nazoratidan o‘tadi. Bu yerda NIR sensor har bir guruh mevadan ixtiyoriy 5 ta yoki 6 ta(yashikka taxlanadigan

ISSN 3030-3907

mevalar soniga bog‘liq) mevani sensor yordamida skaner qiladi va PLS (Partial Least Squares) va SVM (Support Vector Machine) algoritmlari asosida bizga umumiy yashik uchun bashoratlash orqali uni baholab beradi.

Har bir yashikdan nechtadan mevalarni tanlab olish minimal tanlash formulasi orqali topiladi:

$$n = \left(\frac{Z \cdot \sigma}{E}\right)^2$$

n — tanlanadigan mevalar soni
Z — ishonchlilik koeffitsienti
σ (sigma) — pishganlik dispersiyasi
E — ruxsat etilgan xato

Bu formula “o‘rtacha qiymatni berilgan aniqlik va ishonchlilik bilan baholash” masalasidan kelib chiqadi.

XULOSA. Ushbu tadqiqotda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini, xususan meva va sabzavotlarni saralash jarayonini takomillashtirish masalasi kompleks yondashuv asosida ko‘rib chiqildi. An’anaviy saralash usullarining subyektivligi, past aniqligi va samaradorlik darajasining yetarli emasligi tahlil qilinib, zamonaviy avtomatlashtirilgan texnologiyalarni qo‘llash zarurligi asoslab berildi. Tadqiqot natijasida kompyuterli ko‘rish tizimi va yaqin infraqizil (NIR) spektroskopiya texnologiyalarini integratsiyalash orqali mahsulotlarni kontakt bo‘lmagan, tezkor va yuqori aniqlikda baholash imkoniyati yaratildi. Kompyuterli ko‘rish yordamida mevalarning tashqi belgilarini aniqlash bilan birga, NIR texnologiyasi orqali ularning ichki sifat ko‘rsatkichlari, xususan pishganlik darajasi baholandi.

Shuningdek, mahsulotlarni guruhlab baholashda statistik tanlash usuli hamda PLS va SVM algoritmlaridan foydalanish orqali har bir partiya uchun ishonchli bashorat modeli ishlab chiqildi. Bu yondashuv saralash jarayonida aniqlikni oshirish, inson omilini kamaytirish va katta hajmdagi mahsulotlarni samarali qayta ishlash imkonini beradi. Taklif etilgan tizimni amaliyotga joriy etish natijasida eksport qilinadigan mahsulotlar sifatini barqaror ta’minlash, sifatsiz mahsulotlarning eksportga chiqishini kamaytirish va eksportdan qaytish holatlarini sezilarli darajada qisqartirish mumkin. Bundan tashqari, ushbu yondashuv qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saralash jarayonlarini to‘liq avtomatlashtirish va raqamlashtirish yo‘lida muhim qadam hisoblanadi. Kompyuterli ko‘rish + NIR tizimi tashqi nuqsonlarni aniqroq va tez ajratib olish, o‘rtacha pishganlik darajasini baholash hamda har bir portsiya(yashik) uchun pishganlik darajisini bashorat qilish kabi yechimlarni bizga taqdim etadi. Natijada Yashik ichidagi nomutanosiblik

ISSN 3030-3907

oldindan aniqlanadi, sifatsiz partiya eksportga chiqmaydi va exportdan qaytish holatlari kamayadi. Texnik tomondan esa quyidagi natijalarga erishiladi:

-Pishganlikni kontaksiz va tez baholash

-Har bir yashik uchun statistik ishonchli bashorat

-Kamera + NIR integratsiyasi amalga oshiriladi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. https://www.gazeta.uz/oz/2025/07/15/export/
2. Stat.uz
3. Smartcherry
4. UzDaily.uz
5. Daryo.uz
6. Jyoti A. Kodagali va S. Balaji, “Computer Vision and Image Analysis based Techniques for Automatic Characterization of Fruits – A Review”
7. Syed Sohaib Ali Shah, Ayesha Zeb, Waqar S. Qureshi, Muhammad Arslan, Aman Ullah Malik, Waleed Alasmary, Eisa Alanazi, “Towards fruit maturity estimation using NIR spectroscopy”.
8. X. Sun, H. Liu, Y. Wang *“Non-destructive detection of fruit quality using near-infrared spectroscopy: A review”*, Computers and Electronics in Agriculture, 2019.
9. Abdullah Al Masum va boshqalar «Development of automated real-time mango grader using machine vision technique»
10. S. Lorente, N. Aleixos, J. Gómez-Sanchis *“Recent advances and applications of hyperspectral imaging for fruit and vegetable quality assessment”*, Food Engineering Reviews, 2012.
11. H. Lu, Y. Peng *“Prediction of apple firmness and soluble solids content using NIR spectroscopy”*, Journal of Food Engineering, 2006.
12. A. K. Jain, M. N. Murty, P. J. Flynn *“Data clustering: A review”*, ACM Computing Surveys, 1999.
13. Bhargava, A. (2021). Fruits and vegetables quality evaluation using computer vision. *Journal of Food Engineering*.
14. Feng, J., Zhang, Y., & Liu, H. (2024). Real-time fruit and vegetable quality detection technologies. *International Journal of Agricultural Engineering*.
15. Liu, J., Wang, X., & Zhao, Y. (2025). Non-destructive detection of fruit quality: A review. *Postharvest Biology and Technology*.
16. Chen, Y., Lin, X., & Zhang, Q. (2021). Deep learning-based vision system for fruit sorting. *Frontiers in Plant Science*.
17. Blasco, J., Aleixos, N., & Moltó, E. (2003). Machine vision system for automatic quality grading of fruit. *Biosystems Engineering*.

ISSN 3030-3907

18. Cubero, S., Aleixos, N., & Moltó, E. (2011). Advances in machine vision applications for automatic inspection of fruits. *Food and Bioprocess Technology*.
19. Walsh, K. B. (2004). Sorting of fruit using near infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*.
20. Shah, S. S. A., Zeb, A., Qureshi, W. S., et al. (2020). Fruit maturity estimation using NIR spectroscopy. *Information Processing in Agriculture*.
21. Altieri, G., Genovese, F., & D'Amico, A. (2025). Portable NIR spectroscopy for fruit ripeness classification. *Applied Sciences*.
22. Jiang, X., Li, P., & Wang, Y. (2022). NIR calibration for apple quality detection. *Sensors*.
23. Jiang, T., Liu, Z., & Chen, Y. (2025). Deep learning-based VIS/NIR spectroscopic devices. *Computers and Electronics in Agriculture*.
24. Elsherbiny, O., Hassan, M., & Ali, A. (2025). VIS-NIR spectroscopy combined with machine learning for fruit ripeness. *Scientific Reports*.
25. Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: A review. *ACM Computing Surveys*.
26. Khort, D. O., Kutyrev, A., & Smirnov, I. (2024). Hyperspectral imaging for fruit quality assessment. *Sustainability*.
27. Gowen, A. A., & O'Donnell, C. P. (2025). Hyperspectral imaging and deep learning for food quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.

ISSN 3030-3907