

ЎЎЗА ҚАТОРЛАРИ ТАСВИРЛАРИДА ҚЎК ҚЎСАКЛАР СОНИНИ АНИҚЛАШ АЛГОРИТМИ

Абдазимов Анвар Даниярович

т.ф.д. профессор

Тошкент давлат техника университети

“Ер усти транспорт тизимлари” кафедраси профессори

anvarabdazimov95996@gmail.com

+998909592796

Раджабов Собиржон Сатторович

т.ф.д., к.и.х.

“ТИҚХММИ” МТУ ҳузуридаги Фундаментал ва амалий

тадқиқотлар институти “Сунъий интеллект ва ахборот

технологиялари” лабораторияси мудири,

s_radjabov@yahoo.com

+998977002668

Усмонов Мухриддин Исомиддинович

Тошкент давлат техника университети

“Ер усти транспорт тизимлари” кафедраси ассистенти

muhri86@mail.ru

+998331592786

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7933390>

Аннотация. Қўк қўсақлар сони ўўза майдони ҳолатининг энг муҳим агротехник кўрсаткичларидан бири ҳисобланади. Ушбу кўрсаткич ўўза майдони ҳосилдорлигини башорат қилишга имкон беради. Мақолада ўўза қатори тасвирини таҳлил қилиш асосида ундаги қўк қўсақлар сонини аниқлайдиган алгоритм таклиф этилади. Ушбу алгоритм асосида яратилган дастур пахта териш машиналарининг ишлаш сифатини баҳолаш ва агротехник кўрсаткичларини аниқлаш тезкор компьютер тизимининг таркибий қисмидир.

Калит сўзлар: тасвирларни таҳлил қилиш, чегараларни ажратиш олиш Канни усули, Хаф алмаштириши, пахта териш машинаси, агротехник кўрсаткичлар.

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЗЕЛЕННЫХ КОРОБОЧЕК НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ХЛОПКОВОГО РЯДА

Аннотация. Количество зеленых коробочек является одним из важных показателей агротехнического фона хлопкового поля, позволяющего прогнозировать урожайность данного поля. В статье предложен алгоритм, позволяющий на основе анализа изображения участка хлопкового ряда определить число зеленых коробочек на ней. Программная реализация данного алгоритма явится одной из составных частей компьютерной системы ускоренной оценки качества работы хлопкоуборочных машин и определения агротехнических показателей.

Ключевые слова: анализ изображений, метод выделения краев Канни, преобразование Хафа, хлопкоуборочная машина, агротехнические показатели.

ALGORITHM FOR DETERMINING THE NUMBER OF GREEN BOLLS IN COTTON ROW IMAGES

Abstract. The number of green bolls is a consequence of the agrotechnical indicators of cotton field, which makes it possible to predict the yield of this field. The article proposes an algorithm based on the analysis of the image of a cotton row, which determines the number of green boxes on it. The software implementation of this algorithm was one of the components of the computer system for the the accelerated assessment of the quality of cotton pickers and agrotechnical indicators.

Keywords: image analysis, Canny's edge detection method, Hough transform, cotton picker, agro technical indicators.

Кириш. Маълумки, қишлоқ хўжалиги машинасозлиги Ўзбекистон Республикасининг устувор тармоқларидан бири бўлиб ҳисобланади ва у асосан ғўзага ишлов бериш ва пахта ҳосилини йиғиштириб олиш учун машиналарни ишлаб чиқаришга ихтисослашган ҳамда уларни яқин ва узоқ хориж мамлакатларига экспорт қилиш бўйича катта потенциалга эга. Ҳозирги вақтда тармоқ корхоналарида қишлоқ хўжалиги учун 100 га яқин номдаги машиналар ва иш қуроллари ишлаб чиқарилмоқда. Бироқ улар техник даражасининг асосий кўрсаткичлари (унумдорлик, иш сифат кўрсаткичлари, пухталиқ кўрсаткичлари, эргономика ва конструкциясининг дизайни кабилар) бўйича хорижий муқобилларидан орқада қолади.

Мақолада пахта даласи агротехник фони ва пахта териш машинаси (ПТМ) агротехник кўрсаткичлари (АТК) ни тезлаштирилган компьютерли баҳолаш ва уларни амалга ошириш учун пахта қаторларининг машинада териб олингунча ва териб олингандан кейинги рақамли тасвирларини компьютерда қайта ишлашга асосланган усулнинг дастурий-аппарат воситалари ва мосламаларини ишлаб чиқиш муаммоларини ҳал қилиш йўллари баён қилинади.

Янги усулнинг [1] моҳияти ПТМ да пахта терилгунча ва терилгандан кейин ғўза қаторлари участкасининг координатали тахта фонида рақамли суратга олиш ва олинган кадрларни ЭХМ да махсус ишлаб чиқилган ва патентланган дастурлар [2,3] бўйича ишлов беришдан иборат. Дастурлар ғўза қаторларининг ҳосили териб олингунча ва териб олингандан кейинги рақамли тасвирлари ранглари кийим баҳолаш, таҳлил қилиш ва улардаги фарқларни фоизларда ҳисоблашга асосланган ва ПТМ иш сифатининг асосий кўрсаткичларини бевосита дала синовлари вақтида тезкор баҳолашга имкон беради. Шунингдек, натижалар тупларда ва эгатларда қолган ҳосил қолдиқлари, уларнинг координаталари ва жойлашиш хусусиятлари, тупнинг шикастланган элементлари ва умуман машина ҳамда унинг алоҳида ишчи қисмлари иш сифатини баҳолашга имкон берувчи бошқа бир қатор маълумотлар бўйича кенг қўламдаги статистик материалларни олиш имкониятини беради.

ПТМ иш сифатининг янги услубият бўйича олинган натижаларни кийим баҳолаш учун дала тадқиқотларини ўтказиш вақтида паралел равишда бир хил агрофонда стандарт усул бўйича ҳам агротехник баҳолаш ўтказилди [4]. Дастлабки дала тажрибалари натижаларининг таҳлили янги рақамли суратга олиш усулида аниқланган ПТМ АТК, жумладан, бункерга териб олинган ҳосил миқдори 84,62% ни ташкил қилди. Стандарт усул [5] да олинган ушбу кўрсаткичларни фарқи 3% атрофида бўлди ва бунинг сабаби ғўза қаторларини ёни ва устидан олинган фотосуратларда очилган қўсақларнинг бир-бирини қисман тўсиб(беркитиб)қўйиши ҳисобига эканлиги аниқланди.

Шунингдек, натижаларнинг аниқлиги ва реал жараёнга мослиги тасвирларга дастлабки ишлов бериш усулларига боғлиқ бўлиб, улар етарли даражада турличадир ва энг информатив фрагментларни ажратиб олиш, уларни катталаштириш, уч ўлчамли тасвирларни олиш, ранглари тузатиш, юқори фазовий тасвир аниқлигини амалга ошириш, контрастли тасвир аниқлигини ошириш, тасвир сифатини яхшилаш кабиларни ўз ичига олиши мумкин.

Ушбу вазифаларни ҳал қилиш учун тасвирларнинг контрастлилигини ошириш йўли билан улар сифатини яхшилаш алгоритмлари ҳамда берилган тасвирларни турли ранг моделларига шакл алмаштириш алгоритмларини ишлаб чиқиш ва дастурий амалга ошириш зарурияти туғилди. Қуйида ПТМ иш сифатини баҳолаш ва пахта майдони агрофони тўғрисидаги маълумотларни олиш компьютер тизимини ишлаб чиқишда фойдаланилган

ғўза қаторлари тасвирларига дастлабки ишлов бериш учун ишлаб чиқилган алгоритмлари баён қилинади.

Масаланинг қўйилиши. $\mathcal{R}_i^m$ ва $\mathcal{Z}_i^m$ ($i = \overline{1,50}$; $m = \overline{1,3}$) – участканинг мос ҳолда ПТМ билан ҳосил теришидан олдинги ва терилганидан кейинги тасвирлари берилган. $\mathcal{R}_i^1$, $\mathcal{Z}_i^1$, $\mathcal{R}_i^2$, $\mathcal{Z}_i^2$ – i -участканинг олд ва орқа ён томонларидан олинган тасвирлари, $\mathcal{R}_i^3$, $\mathcal{Z}_i^3$ – эса худди шу участканинг юқоридан олинган тасвирлари. Ушбу тасвирлар тўпламлари таҳлили асосида кўк кўсақлар сонини аниқлайдиган алгоритмини яратиш керак.

Кўк кўсақлар сонини аниқлаш алгоритми. Ушбу алгоритм кўриб чиқиладиган участканинг турли ракурслардан олинган тасвирларини таҳлил қилишга асосланган ва у қуйидаги учта босқичдан иборат:

- 1) тасвирлардаги контур чизиқларини ажратиб олиш;
- 2) тасвирлардаги эллипссимон объектларни ажратиб олиш;
- 3) участканинг турли позициялардан суратга олинган тасвирларидаги уларнинг жойлашган жойларини таҳлил қилиш йўли билан бу объектлар сонини аниқлаш.

[6] да тасвирдаги контурларни ажратиб олиш усулларининг катта тўплами баён қилинган. Бироқ улардан оптимали ва шунинг учун ҳам энг кенг тарқалгани бўлиб Канни усули ҳисобланади. Бунинг сабаби тасвирдаги контурларни ажратиб олиш аниқлигининг юқорилиги(бошқа маълум усулларга нисбатан) ҳамда уни тасвирларга қўллаш натижасида битта пиксел қалинлигидаги контурнинг олиниши ҳисобланади.

Кўк кўсақлар сонини аниқлаш алгоритмининг I босқичида контур чизиқларини ажратиб олиш учун қуйидаги 3 та қадамдан ташкил топган Канни алгоритмидан фойдаланилди:

1. Гаусс фильтрини қўллаш йўли билан берилган тасвирни текислаш амалга оширилади, бу шовқиннинг таъсирини пасайтиришга имкон беради. Икки ўлчамли ҳолат учун Гаусс функцияси қуйидаги кўринишга эга:

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{\frac{-(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}.$$

Фильтр параметрларини шундай танлаб олиш керакки, улар шовқин (ноаниқлик)ларни энг кўп даражада пасайтиришни таъминласин. Гаусс асосида фильтрлашда пикселларнинг бир-бирларига таъсири улар ўртасидаги масофа квадратига тескари пропорционал: пропорционаллик коэффиценти ва бунинг натижасида чапланганлик даражаси σ параметри билан аниқланади. Бу коэффицентни хаддан ташқари ошириб юбориш ўртачалаштиришни барча пикселларнинг бир текис қора рангда бўлишигача олиб келади. Амалда қуйидаги биринчи ҳосилавий гауссианга яхши яқинлаштирилган ва параметр қиймати $\sigma = 1.4$ бўлган фильтрдан фойдаланилади:

$$I_s(x, y) = \frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix} \otimes I(x, y).$$

2. Олинган тасвирга Собел оператори қўлланилади. Ушбу оператор тасвир ёрқинлик градиентининг яқинлаштирилган қийматини ҳисобловчи дискрет дифференциал оператор ҳисобланади. Тасвирнинг ҳар бир нуқтасида Собел оператори қўлланилишининг натижаси бўлиб бу нуқтадаги ёрқинлик градиенти вектори ёки унинг нормаси ҳисобланади. Биринчи

ҳосилалар вертикал ва горизонтал йўналишлар бўйича ҳисобланади, кейин эса йўналиш бўйича тўртта ҳосила комбинация қилинади. Бу ҳосилалар локал максимумга эришадиган нукталар кейин қирра нукталарига номзодлар сифатида кўриб чиқилади. Вектор бурчаги 45° бўйича квантланади – кейинги қадам учун айнан шундай қийматлар зарур.

3. Эҳтимолий қирра нукталари тўпламидан иккита бўсағавий қиймат асосида тасвирдаги контур чизиқлар ажратиб олинади. Бу контурлар пикселларга гистерезисли бўсағавий функцияни қўллаш йўли билан олинади.

Яъни иккита бўсағавий қиймат мавжуд: юқори ва қуйи. Агар пиксел градиенти юқори бўсағавий қийматдан каттароқ қийматга эга бўлса, у контурга киритилади. Агар градиент қуйи бўсағавий қийматдан кичик бўлса, бу пиксел ташлаб юборилади.

Агар пиксел градиенти бўсағавий қийматлар орасида бўлса, у юқори бўсағавий қийматдан юқорида ётган пиксел билан боғланган ҳолларда контур сифатида қаралади. [6] даги тавсияларга кўра юқори/қуйи бўсағавий қийматлар нисбати 2:1 ва 3:1 ўртасида бўлиши керак.

1-расмда ушбу алгоритмнинг биринчи босқичининг бажарилиши натижаси келтирилган.



а



б

1-расм. Берилган тасвир (а) ва унда ажратиб олинган контур чизиқлари (б)

Алгоритмнинг II-босқичида тасвирлардан эллипсимон объектларни ажратиб олишдир. Тасвирдаги параметрик эгри чизиқлар кўринишида берилган объектни ажратиб олишнинг энг самарали усулларида бири бўлиб Хаф алмаштириши ҳисобланади [7].

Бу усулнинг ғояси шундан иборатки, параметрик берилган эгри чизиқлар ҳар бир нуктаси маълум эгри чизиққа мос келувчи фазавий фазони ҳосил қилади. Бу тасвирда энг кўп сондаги қизиқтираётган нукталар ётувчи эгри чизиқларни топишга имкон беради. Тасвирда кўк кўсакларни қидириш учун параметрлар сифатида эллипс тенгламаси параметрларидан фойдаланамиз:

$$F(R, \theta, a, b, x, y) = \frac{(y-b)^2}{(x-a)\left(1 - \frac{(y-b)^2}{(x-a)^2}\right)\cos\theta} - R.$$

2-расмда ушбу алгоритмнинг мисол тасвирда бажарилиши натижаси келтирилган.



2-расм. Тасвирдаги ажратиб олинган эллипссимон объектлар

Сўнгги III босқичда участканинг уччала тасвирининг барчаси бўйича аввалги босқичда ажратиб олинган эллипссимон объектлар сонини ҳисоблаш ҳамда бу объектлар соҳалари рангларини таҳлил қилиш йўли билан кўк кўсақлар сонини аниқлаштириш амалга оширилади. Тасвирлардаги ажратиб олинган объектни кўк кўсақларга тегишлилиги тўғрисидаги якуний қарорни қабул қилиш учун ҳар бир ракурснинг информативлигини ҳисобга олувчи қуйидаги қондани киритамиз:

$$\alpha_i = \begin{cases} 0, & T(x_i, y_i) < tr \\ 1, & T(x_i, y_i) \geq tr \end{cases} ;$$

$$T(x_i, y_i) = k_1 \cdot L(x_i, y_i) + k_2 \cdot R(w - x_i, y_i) + k_3 \cdot U(x_i, y_i'),$$

бу ерда L , R ва U чап, ўнг ва юқоридаги тасвирлардаги тегишли координаталарда эллипс ажратиб олинган ҳолларда 1 қийматни, акс ҳолда – 0 қийматни қабул қилади; (x_i, y_i) – чапдаги тасвирдаги i -эллипснинг оғирлик марказининг координаталари; w – участка тасвирининг кенглиги; k_i – ракурсларнинг вазнлари ($\sum_{i=1}^3 k_i = 1$); $\sum_{i=1}^t \alpha_i$ – пахта майдонининг кўриб чиқиладиган участкасидаги кўк кўсақлар сони; t – тасвирдаги Хаф алмаштириши билан ажратиб олинган эллипслар сони.

3-расмда бир участка тасвирида ушбу алгоритмнинг учинчи босқичининг бажарилиш натижаси келтирилган.



3-расм. Ишлаб чиқилган алгоритм ёрдамида бир участка тасвирида ажратиб олинган кўк кўсақлар

Ушбу алгоритмнинг учинчи босқичининг бажарилиши натижасида мисол тасвирдан (2-расм) ажратиб олинган 21 та эллипссимон объектлардан н 13 тасининг кўк кўсақлар эканлиги аниқланди. 3-расмда қизил тўғри тўртбурчаклар билан кўк кўсақлар тасвирлари соҳалари ажратиб кўрсатилган.

Кўк кўсақлар сонини аниқлашнинг ҳисоб участкасини турли ракурслардан олинган тасвирларини таҳлил қилишга асосланган алгоритми асосида Delphi дастурлаш тилида дастур яратилди.

Хулоса қилиб айтганда янги услубиятнинг самарадорлиги машиналарни синовдан ўтказишга сарфланадиган вақт ва маблағларни сезиларли даражада қисқартириш, кўрсаткичларни синов вақтида тезкорлик билан баҳолаш имконияти, субъектив омилларнинг ўлчашлар натижаларига таъсирларини истисно қилинишидан иборатдир. Бунда ишлаб чиқилган дастурий ва аппарат воситаларни синовларни автоматлаштиришда, ПТМ технологик жараёнлари ва режимларини назорат қилиш ва бошқариш автоматик тизимларида қўллаш мумкин.

REFERENCES

1. Способ оценки агротехнических показателей хлопкоуборочных машин. Патент на изобретение № IAP 05123// Абдазимов А.Д., Садриддинов А.С. и др. Зарегистрирован в гос. регистре изобретений РУз, г. Ташкент, 20.11.2015.
2. Оценка и анализ на ЭВМ полноты сбора урожая хлопкоуборочной машиной //Свидетельство о регистрации программного продукта для ЭВМ №DГУ 02063.
3. Программа оценки качества работы хлопкоуборочной машины //Свидетельство о регистрации программного продукта для ЭВМ №DГУ 03446.
4. Абдазимов А.Д., Раджабов С.С. Ускоренная компьютерная оценка агротехнических показателей на примере хлопкоуборочных машин. – Lambert Academy Publishing, 2019. – 64 с.
5. ТSt 63.06:2001 “Отраслевой стандарт. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки хлопка-сырца и стеблей хлопчатника. Программа и методы испытаний”.
6. Яне Б. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2007.– 584 с.
7. Hough P. Machine Analysis of Bubble Chamber Pictures // In Proc. Int. Conf. High Energy Accelerators and Instrumentation, 1959. – pp 153–163.