



UDK: 331.2:681.14(045)(575.1)

**Shoh Abbos ULUG‘MURODOV,**  
*O‘zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali tayanch doktoranti*  
E-mail: ushohabbos@gmail.com

“Perfect-University” rektori v.b., PhD, dots O.Asqaraliyev taqrizi asosida

## ADAPTIVE RESTRICTION AND A METHOD FOR DETERMINING THE ANGLE OF INCLINATION FOR BRAILLE TEXTS

Аннотация

This article focuses on the principles of Optical Character Recognition (OCR) for the Latin Braille alphabet in the Uzbek language (the type of writing used by blind people). We employed multiple image processing and analysis streams to implement the text recognition process. In doing so, adaptive thresholding and tilt angle determination methods were thoroughly examined.

**Key words:** Adaptive, angle of inclination, ocr, grid.

## АДАПТИВНОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ И МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА НАКЛОНА ДЛЯ ТЕКСТОВ ШРИФТОМ БРАЙЛЯ

Аннотация

Эта статья посвящена принципам оптического распознавания символов (оптическое распознавание символов) для латинского алфавита Брайля на узбекском языке (тип письма, используемый слепыми людьми). Мы использовали несколько потоков обработки и анализа изображений для реализации процесса распознавания текста. При этом были подробно рассмотрены методы адаптивного ограничения и определения угла наклона.

**Ключевые слова:** Адаптивный, угол наклона, ocr, решетка

## BRAYL YOZUVIDAGI MATNLARNI ANIQLASHNING ADAPTIV CHEGARALASH VA EGILISH BURCHAGINI TOPISH USULI

Аннотация

Bu maqola O‘zbek tilidagi lotincha Brayl alifbosi (ko‘zi ojiz odamlar foydalanadigan yozuv turi) uchun optik belgilarni aniqlash OCR (Optical character recognition) tamoyillari bilan bog‘liq. OCR jarayonini amalga oshirish uchun biz tasvirni qayta ishlash va tahlil qilishning bir nechta mavzularidan foydalandik. Bunda adaptiv chegaralash va egilish burchakni aniqlash usullari batafsil ko‘rib o‘tildi.

**Kalit so‘zlar:** Adaptiv, egilish burchagi, ocr, panjara

**Kirish.** Ushbu maqolaning maqsadi Brayl kodi (ko‘zi ojizlar tomonidan qo‘llaniladigan yozuv turi) uchun optik belgilarni tanuvchi OCRni ishlab chiqishdan iborat. Biz ushbu ishni bajarishda quyidagi 5 ta asosiy bosqich yordamida Brayl belgilarini aniqlash jarayonini ko‘rib o‘tdik:

Kiruvchi tasvirlar sifatini boshqarish;

Brayl alifbosida yozilgan matnni tashkil etuvchi nuqtalarning joylashuvini aniqlash uchun skanerlangan tasvirlarni qayta ishlash;

Matndagi satr va ustunlar o‘lchov qiymatlarini olish uchun topilgan nuqtalarni qayta ishlash. Ushbu usul Brayl mesh aniqlanishi deb nomlanadi;

Aniqlangan nuqtalar kombinatsiyasini ASCII kodigagi ifodaga aylantirish uchun O‘zbek tilidagi lotincha Brayl alifbosidan foydalanish;

Foydalanuvchi interfeysi.

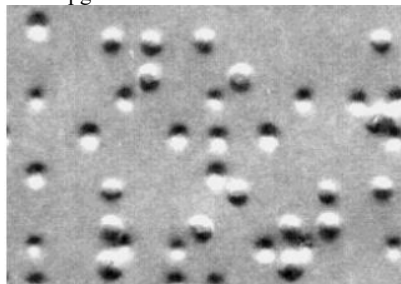
Bizda yuqoridagi besh qismga tegishli bo‘lgan natijalar mavjud. Biz ushbu maqolada berilgan natijalar bilan ishlaymiz.

Kiruvchi tasvir sifatini boshqarish. Ushbu maqolada biz Tven standartini tanladik [1]. Ushbu standart ko‘pgina sanoat

firmalari (HP, Logitech, Caere va Aldus) tomonidan ilgari surilgan. Ushbu standartning maqsadi kiruvchi tasvir sifatini yaxshilash va turli shovqin qiymatlarini kamaytirishdan iborat. Ushbu standart faqat skanerlar uchun emas, balki turli xil manbalaardagi tasvirlarni olish imkonini beradi. Bu tasvirdagi belgilarni olishning ustuvor vazifadir.

### NUQTALARNI LOKALLASHTIRISH

Bu mantqiy jarayonning birinchi bosqichi hisoblanib, kiruvchi tasvir kam shovqin parametrlariga ega bo‘lishi kerak. Brayl alifbosida yozilgan tasvirda quyidagi ikki xil tipdagi nuqtalarni ko‘rish mumkin: bo‘rtgan nuqtalar va botiq nuqtalar. Ko‘zi ojiz odam matnda faqat bo‘rtgan nuqtalarni aniqlab, o‘qish jarayonini amalga oshiradi. Botiq nuqtalar ushbu matnning orqa tomonidagi sahifasida chop etilgan, bo‘rtgan nuqtalar hisoblanadi. Bu holat ikki xil turdagi nuqtalarni tasvirda farqlashda muammo tug‘diradi. Ammo biz ushbu holatda tasvirni bir marotaba skanerlash orqali ikki tomondagi belgilarni ham ajratib olish taklifini beramiz.

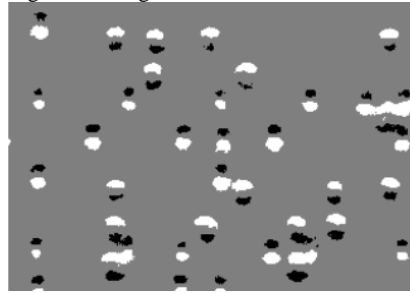


1-rasm: Brayl alifbosida yozilgan ikki tomonlama matn.

Brayl alifbosidagi boshlanish nuqta mavjud qolipning skanerlangan tasvirlarda bo‘rtgan nuqtadan yuqorida yarim oy (pattern) kuzatilgan modeli hisoblanadi. Biz tajriba davomida shakllangan yorqin maydon, pastki qismda esa shu shakldagi

qorong'u maydon mavjud ekanligini aniqladik. Botiq nuqtalar teskari patternga ega bo'ldi (yuqoridagi qorong'u, pastdagi yorqin maydon) (2-rasmga qarang). Biz berilgan maydonlarni oq va qora dog'larga ajratishda, ikkita adaptiv chegaralash usulini qo'lladik. Chegaraviy yorqinlik darajalari yorqinlik gistogrammasidagi

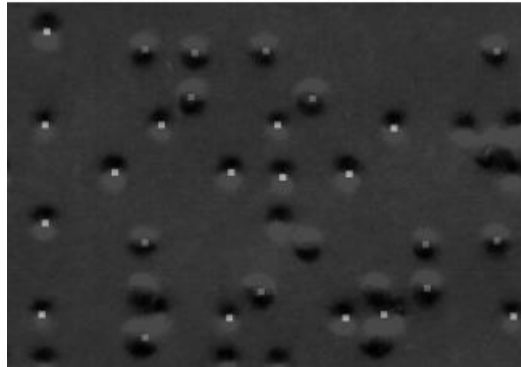
nuqtalar sifatida aniqlanadi [2], ular uning umumiy maydonini ikki maydonga ajratadi, shuning uchun taqsimot ma'lumotlarining berilgan ulushi tegishli chegaradan yuqori/pastda joylashgan. Foiz eksperimental ravishda 5 ga o'rnatildi%.



2-rasm. Chegaralash jarayonidan keying tasvir.

Keyinchalik, biz qora va oq maydonlarning markazlarini aniqlaymiz va ularni qora va oq nuqta koordinatalari sifatida qabul qilamiz. Keyinchalik, yuqorida joylashgan oq nuqta va

yuqida joylashgan qora nuqtadan iborat qo'shni juftlarni aniqlaymiz. Bu juftliklar keyinchalik "bo'rtgan nuqtalar", "botiq nuqtalar" sifatida belgilanadi.



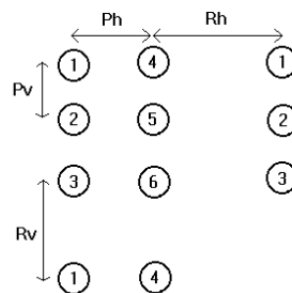
3-rasm. Lokallashtirilgan tasvir nuqtalari

Ushbu usul foydalanish qulayligi va yuqori bajarilish tezligi bilan ajralib turadi. Shunga qaramay, ushbu usul ikkita muhim kamchilikka ega [3]. Birinchidan, ba'zi nuqtalarning yo'qolishi, ikkinchidan, soxta nuqtalarning paydo bo'lishi kuzatiladi.

Xatolar bir-biriga yaqin joylashgan dog'lar mavjudligi bilan bog'liq bo'lib, ular chegarani o'zgartirish jarayonidan so'ng birlashadi (bu, ayniqsa, bo'rtgan va botgan nuqtalar juda yaqin bo'lganda sodir bo'ladi; 2-rasmdagi oxirgi ustundagi nuqtalarga qarang). Muammoni barcha intellektual ishlov berishning keyingi bosqichga - tarmoqni aniqlashga o'tkazish orqali hal qilish mumkin [4]. Biz ishlab chiqqan panjara qurish algoritmi noto'g'ri tartibda joylashgan nuqtalarni samarali ravishda tashlab yuboradi va manbaaga tegishli yo'qolgan nuqta maydonlarini aniqlaydi.

Bu algoritmi aniqlanishi zarur bo'lmagan nuqtalarni tabiiy ravishda tashlab yuboradi. Nuqtalar bilan ishlashning intuitiv yondashuvidan tashqari, biz patternni aniqlashning muqobil samaradorlikdagi usullarni aniqladik. Bu usullar bilan tanishib chiqishingiz mumkin.

#### TARMOQNI ANIQLASH.



4-rasm. Brayl to'ri.

Standart masofalar:  $Ph = 2.5$  mm,  $Rh = 3.5$  mm,  $Pv = 2.5$  mm va  $Rv = 5$  mm. Algoritmning birinchi bosqichi egilish burchagini aniqlash bo'lib, u quyidagi metodga asoslanadi [5]

Shundan so'ng, algoritmi boshlang'ich nuqtani tanlaydi va butun tarmoqni qurish uchun standart masofalarni ketma-ket

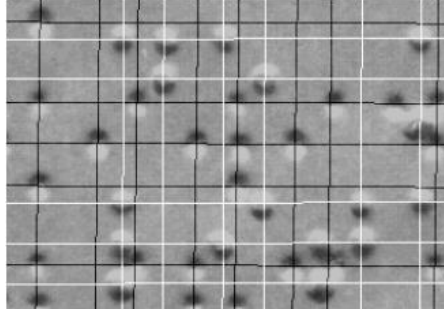
Ushbu bosqichda matn satrlari, ustunlarining joylashuvi va yo'nalishini aniqlashimiz zarur. Bu pozitsiyalar biz Brayl meshi deb ataydigan usulni tashkil qiladi. Brayl alifbosida biz 6 nuqtadan iborat to'rga egamiz. Har bir nuqta faol yoki faol bo'lmashligi mumkin (matnda bo'rtgan Brayl nuqtasi sifatida belgilangan). Har bir kombinatsiya alohida xarakterni ifodalaydi. Agar bizda  $N$  ta belgi (matn) bo'lsa, ular orasidagi masofalar normallashtiriladi. Keyin, bizda  $6 \times N$  nuqtadan iborat to'r mavjud (Brayl to'ri) bo'ladi. Oldingi algoritmi nuqtalarning bir qismini aniqlaydi, ammo ularning soni panjara qurish uchun yetarli hisoblanadi. To'liq panjara mavjud bo'lganda, har bir potentsial joyga yaqin nuqtalar mavjudligini tekshirish uchun uni batafsil o'rganish mumkin (har bir nuqta yuqorida va pastda joylashgan bir nechta nuqtalarga ega, ammo ba'zida ularning joylashuvi markazlashtirilmagan) bo'ladi. Ushbu algoritmi yordamida biz yo'qotilgan nuqtalarni tiklaymiz. Shuningdek, soxta nuqtalarni - masofa qoidalariga mos kelmaydigan nuqtalarni eslatib o'tish kerak. Algoritm ularni oddiy istisno tarzida tashlab yuborishni ta'minlaydi.

siljittishni amalga oshiradi. Asosiy tanlovimiz noto'g'ri joylashgan nuqtani tanlamaslikdan iboratdir. Ushbu muammoni hal qilish uchun tizim ma'lum bir mos nuqtalar maydoniga eng yaqin 10 ta maydon nuqtasini tahlil qiladi. Ushbu nuqtalarning har biri uchun

tizim dastlabki mos yozuvlar nuqtasidan belgilangan masofaga asoslangan munosabatlarni o'rnatishga harakat qiladi.

Har bir urinishda tizim standart pozitsiyalarda ma'lum usulda topilgan nuqtalar sonini hisoblab chiqadi. Ushbu 10 ta nuqtaning maksimal qiymati boshlang'ich nuqtani tanlash uchun ishlatiladi (harakat faqat vertikal ravishda amalga oshiriladi va nuqtalar gorizontal chiziqlar bo'ylab qidiriladi, bu belgi ichidagi nuqtaning nisbiy holatidan mustaqillikni ta'minlaydi).

Yana bir muhim vazifa – ko'rilayotgan Brayl belgisi ichidagi boshlang'ich nuqtaning nisbiy holatini aniqlash. 4-rasmda ko'rib turganingizdek, 6 ta pozitsiya mavjud [6]. Biz shunchaki barcha mumkin bo'lgan pozitsiyalarni taxmin qilamiz



5-rasm. Tasvirning ikki sahifasi uchun hisoblangan Brayl to'ri.

Agar chegaralar to'g'ri va aniq o'rnatilgan bo'lsa noto'g'ri holatdagi nuqtalar ushbu jarayonda ko'rib chiqilmaydi.

#### ASCII KODIGA TARJIMA

3-bosqichdan so'ng bizda olti nuqtali belgilar (1 yoki 0 ga teng bo'lishi mumkin bo'lgan oltita bit) bilan ifodalangan Brayl matni mavjud. Endi biz uni ASCII kodiga aylantirishimiz kerak. Boshqacha qilib aytganda, Brayl alifbosini qo'llaymiz.

va keyin yuqorida tavsiflangan maksimal nuqtani topish usulidan foydalanamiz Birinchidan, nuqta qaysi ustunga (2 dan), so'ngra qaysi qatorga (3 dan) tegishli ekanligini aniqlaymiz.

Yakuniy bosqich sifatida boshlang'ich nuqtadan boshlab toki butun tarmoqni qurishgacha bo'lgan jarayon qaraladi. Ushbu harakat moslashuvchan tarzda amalga oshiriladi. Ushbu usulning mohiyati 6 o'lchamdagi panjarani har bir keyingi nuqtalar uchun ham siljitishdan iborat. Keyingi belgi topilgach, biz panjara tugunlari yaqinidagi nuqtalarni tekshiramiz. Keyin biz ushbu nuqtalar asosida panjara o'rnini to'g'rilaymiz. Biz bu jarayonni tasvirning o'ng chegarasiga qadar davom ettiramiz. Shundan so'ng, biz bir xil adaptiv mantiq asosida keyingi qatorga o'tamiz.

#### FOYDALANUVCHI INTERFEYSI

Foydalanuvchi interfeysi Gradio freymworki yordamida yaratilgan bo'lib, istalgan qurilmalardan foydalanish imkoniyatini beradi [7]. Dastur kodi foydalanuvchi interfeysi uchun Python hamda C++ dasturlash tillarida yozilgan va tasvirni qayta ishlash tartiblari C da yozilgan (foydalanuvchi interfeysi bilan bog'lanish uchun DLL kutubxonalar tuzilgan).



6-rasm. Dasturning umumiy ko'rinishi va ishlash prinsipi

#### DASTURDAN FOYDALANISHDA ZARUR TAVSIYALAR, YUTUQLAR VA KAMCHILIKAR

Bugungi kunda biz hali bajarishimiz zaur bo'lgan quyidagi ishlarni ajratib ko'rsatishimiz mumkin:

Algoritmning ishlashini tezlashtirish. Biz butun sahifani taxminan 2.8 soniyada taniymiz (Intel i5-1035G1 (8) @ 3.600GHz; GPU: Intel Iris Plus Graphics G1 Memory: 7715MiB) [1]. Bu anchayin tez ishlash hisoblanadi.

Dasturning joriy versiyasida foydalanuvchi Brayl nuqtalari orasidagi masofani qo'lda o'rnatishi kerak. Bu nostandard Brayl alifbosi bilan ishlash qobiliyati bilan bog'liq. Tizim, albatta, sukut bo'yicha standart masofalardan foydalanadi, ammo masofalarni avtomatik aniqlash juda foydali bo'ladi. Avtomatik o'lchovlarni aniqlash uchun sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi [8].

Kompyuterlashtirilgan (8 nuqtali) Brayl alifbosi va maxsus simbolik belgilar ketma-ketliklarini (masalan, matematik belgilar) joriy etish.

Ushbu dasturda Brayl alifbosida yozilgan matnni aniqlash xatolik qiymati 3% ni tashkil etadi.

Ushbu ilova foydalanuvchilar uchun katta qiziqish uyg'otadigan ba'zi xususiyatlarni o'z ichiga oladi. Garchi bu xususiyatlar tasvirni qayta ishlash algoritmlari bilan bog'liq bo'lmasa-da, quyida ularning qo'shimcha imkoniyati haqida aytib o'tamiz:

Ushbu OCR dasturimiz A4 dan katta bo'lgan sahifalardagi Brayl alifbo belgilarini aniqlash uchun ishlatiladi. Bunda skaner qilinayotgan tasvir ikki qismga ajratilgan holda yuklanadi hamda ular bitta sahifa ko'rinishiga keltiriladi. Odatda ko'zi ojizlar uchun tayyorlangan o'quv adabiyotlar A4 dan katta bo'lgan sahifalarda ham bo'ladi [9].

Foydalanuvchi loyihalarni yaratishi mumkin. Loyiha tegishli varaqlarni (masalan, kitoblarni) skanerlash uchun mo'ljallangan [10]. Dastur va skaner parametrlari loyiha bilan birga saqlanadi.

**Xulosa.** Biz Brayl alifbosida yozilgan matnlar uchun optik belgilarni aniqlash (OCR) tizimini ishlab chiqdik va amalga oshirdik. Yakuniy ilova barcha turdagi qurilmalar uchun professional dastur bo'lib, u standart matnli OCR-ga o'xshash ishlaydi va ko'zi ojizlar odamlar uchun juda foydali vositadir.

#### ADABIYOTLAR

1. "Twain, Reference Manual". HP Corporation

2. F. M. Whal. "Digital Image Signal Processing". Artech House, Inc. 1987
3. X. Fernández, F. Martín, A. Corbacho. "Algoritmos de Reconocimiento de Patrones: Aplicación a O.C.R. Braille". Proceedings of URSI-94. Gran Canaria, Spain. September, 1994
4. O.N.C.E. "Normas de Escritura Braille" (Spanish Edition of Braille Standards).
5. G. S. D. Farrow, M. A. Ireton, C.S. Xydeas. "Detecting the Skew Angle in Document Images". Signal Processing. Image Communication. Vol 6. Págs 101- 114. 1994
6. Axatov Akmal Rustamovich, and Ulug'Murodov Shoh Abbos Baxodir O'G'Li. "'Deep learning' yordamida brayl yozuvidagi matnlarni tanib olishning usullari" Илм-фан ва инновацион ривожланиш / Наука и инновационное развитие, vol. 6, no. 1, 2023, pp. 32-41. doi:10.36522/2181-9637-2023-1-5
7. Akhatov, A. R., and Sh A. B. Ulugmurodov. 'Braille Classification Algorithms Using Neural Networks'. Artificial Intelligence, Blockchain, Computing and Security Volume 2, CRC Press, 2023, pp. 654–659, <https://doi.org/10.1201/9781032684994-106>.
8. Akmal Akhatov, & Shokh Abbos Ulugmurodov. (2023). TRAINING DATA SELECTION AND LABELING FOR MACHINE LEARNING BRAILLE RECOGNITION MODELS. International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research, (Special Issue), 15–21. Retrieved from <https://journal.jbnuu.uz/index.php/ijcstr/article/view/326>
9. Axatov Akmal Rustamovich, & Ulug'murodov Shoh Abbos Baxodir o'g'li. (2022). INKLUZIV TA'LIMDA INNOVATSION SENSORLI O'QITISH TEXNOLOGIYASI. International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research, 1(2), 213–216. Retrieved from <https://journal.jbnuu.uz/index.php/ijcstr/article/view/160>
10. Akhatov , A. ., & Ulugmurodov , A. . (2022). METHODS AND ALGORITHMS FOR SEPARATION OF TEXT WRITTEN IN BRAILLE INTO CLASSES USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES. Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук, 2(11), 4–8. извлечено от <https://www.in-academy.uz/index.php/EJMTCS/article/view/4248>
11. <https://ultrashop.uz/ru/store/kompyuternaya-tehnika/noutbuki/hp-envy-x360-15m-ed0013dx>