ISSN:3030-332X
Impact factor: 9,493
International journal of scientific researchers

KO‘ZI OJIZ BOLALARNI BRAYL ALIFBOSIGA O‘QITISH UCHUN INTERFAOL QURILMA VA DASTURIY TA’MINOT MAJMUASINI ISHLAB CHIQISH

Umarova Habiba Dilshodovna
Toshkent shahridagi Belarus-O‘zbekiston qo‘shma tarmoqlararo amaliy texnik kvalifikatsiyalar instituti
11-23 BTM guruh talabasi
Tel. +998999951020
https://doi.org/10.5281/zenodo.21939866

Annotatsiya. Ushbu maqolada ko‘rish qobiliyati cheklangan va sog‘liq imkoniyati cheklangan bolalarga Brayl alifbosini o‘rgatish uchun mo‘ljallangan interaktiv qurilma va dasturiy majmuani ishlab chiqish jarayoni yoritilgan. Mavjud tiflotexnik vositalar va braylev displeylarining kamchiliklari, xususan, ularning yuqori narxi va maktabgacha hamda kichik maktab yoshidagi bolalar uchun moslashmagani tahlil qilingan. Tadqiqot doirasida Arduino Nano mikrokontrolleri bazasida arzon, interaktiv va ovozli teskari aloqaga ega bo‘lgan o‘quv-trenajyor qurilmasining tarkibiy sxemasi va ishlash algoritmi taklif etilgan. Ishlab chiqilgan tizim ta’lim jarayonini avtomatlashtirish, o‘quvchilar bilimini mustaqil testdan o‘tkazish va pedagoglar mehnatini yengillashtirish imkonini beradi.
Tayanch so‘zlar: Brayl shrifti, ko‘rish qobiliyati buzilishi, interaktiv ta’lim, mikrokontroller, avtomatlashtirilgan test, ovozli aloqa.

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс разработки интерактивного устройства и программного комплекса, предназначенного для обучения азбуке Брайля детей с нарушениями зрения. Проведен анализ недостатков существующих тифлотехнических средств и брайлевских дисплеев, включая их высокую стоимость и недостаточную адаптацию для детей младшего возраста. В рамках исследования предложены структурная схема и алгоритм работы доступного обучающего тренажера на базе микроконтроллера Arduino Nano, оснащенного системой голосовой обратной связи. Разработанная система позволяет автоматизировать образовательный процесс, проводить самостоятельное тестирование знаний учащихся и снизить нагрузку на педагогов.
Ключевые слова: шрифт Брайля, нарушения зрения, интерактивное обучение, микроконтроллер, автоматизированное тестирование, голосовая обратная связь.

Abstract. This article describes the development of an interactive device and a software complex designed for teaching the Braille alphabet to visually impaired children. The disadvantages of existing typhlo-technical tools and Braille displays, such as high cost and lack of adaptation for young children, are analyzed. Within the framework of the study, a structural diagram and an operational algorithm for an affordable training device based on the Arduino Nano microcontroller with voice feedback are proposed. The developed system automates the educational process, enables independent testing of students' knowledge, and reduces the workload of teachers.
Keywords: Braille script, visual impairment, interactive learning, microcontroller, automated testing, voice feedback.

KIRISH

Zamonaviy dunyoda imkoniyati cheklangan bolalar uchun teng ta’lim olish sharoitlarini yaratish ijtimoiy siyosat va pedagogika fanlarining ustuvor vazifalaridan biridir. Ko‘rish qobiliyati butunlay yoki qisman buzilgan bolalarni o‘qitish maxsus texnik vositalar va Brayl alifbosini o‘rgatuvchi dasturiy yechimlarni qo‘llashni talab etadi. Savodxonlik, intellektual rivojlanish va ko‘zi ojiz insonning jamiyatga muvaffaqiyatli integratsiyalashuvi asosini Brayl relf-nuqtali shrifti tashkil etadi. Mikroelektronika va avtomatlashtirish vositalarining rivojlanishi ta’lim jarayoni samaradorligini oshirish hamda o‘quv

ma’lumotlarini ko‘zi ojiz foydalanuvchilar uchun qulay shaklda yetkazishda yangi imkoniyatlarni ochmoqda.

An’anaviy o‘quv qo‘llanmalari (kitoblar, jadvallar va kartochkalar) ishonchli va energiya manbaini talab qilmaydi, biroq ularda interaktivlik mavjud emas va bilimlarni avtomatik tekshirish imkoniyati yo‘q. Oddiy Brayl asboblari va grifellaridan foydalanish esa o‘qituvchi tomonidan doimiy nazoratni va topshiriqlarni tekshirish uchun katta vaqt sarflanishini talab etadi. Zamonaviy texnik muqobillar, masalan, Perkins Brailler oilasiga mansub mexanik va elektron yozuv mashinkalari hamda elektron Brayl displeylari yuqori funksionallikka ega, ammo ularning narxi juda qimmat. Bu esa moliyalashtirilishi cheklangan ta'lim muassasalarida ulardan ommaviy foydalanishni qiyinlashtiradi. Ekranga kirish dasturlari (JAWS, NVDA, VoiceOver) va mobil ilovalar esa asosan tayyor ma’lumotlarni eshitish orqali qabul qilishga yo‘naltirilgan bo‘lib, kichik yoshidagi bolalar uchun zarur bo‘lgan to‘liq taktil (ushlab sezish) o‘zaro aloqani ta'minlamaydi.

Shunday qilib, ta’lim jarayonini avtomatlashtirish zaruriyati va chet eldan olib kelinadigan tiflotexnik qurilmalarning qimmatligi o‘rtasida ilmiy-amaliy zidodiyat yuzaga kelmoqda. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun mahalliy, ixcham va maxsus o‘qitish tizimini ishlab chiqish talab etiladi.

Tadqiqotning maqsadi — zamonaviy mikrokontrollerli platformalar bazasida kichik yoshdagi bolalar uchun Brayl alifbosini samarali o‘rgatuvchi va bilim natijalarini avtomatik nazorat qiluvchi arzon, ishonchli va interaktiv apparat-dasturiy majmuani ishlab chiqish.

METODLAR VA MATERIALLAR

Hozirgi vaqtda ko‘rish qobiliyati buzilgan bolalarni o‘qitish Brayl alifbosini o‘rganish, o‘qish va yozish ko‘nikmalarini rivojlantirish, shuningdek, o‘quvchilarning bilim darajasini nazorat qilish uchun mo‘ljallangan turli xil texnik vositalar hamda dasturiy yechimlardan foydalangan holda amalga oshirilmoqda. Mikroelektronika, kompyuter texnologiyalari va avtomatlashtirish vositalarining rivojlanishi ta'lim jarayonining samaradorligini oshirish hamda ko‘zi ojiz foydalanuvchilar uchun o‘quv ma'lumotlarining qulayligini ta'minlashga imkon beruvchi ko‘plab ixtisoslashtirilgan qurilmalarning paydo bo‘lishiga olib keldi.

Eng keng tarqalgan o‘quv qurollaridan biri bu an’anaviy Brayl o‘quv qo‘llanmalaridir. Ushbu toifaga Brayl relyef-nuqtali shriftida bajarilgan kitoblar, jadvallar, kartochkalar va boshqa materiallar kiradi. Bunday qo‘llanmalar alifboni, raqamlarni, matematik belgilarni va turli xil matnli materiallarni o‘rganish imkonini beradi. Ushbu vositalarning asosiy afzalligi ulardan foydalanishning soddaligi va energiya manbalariga ehtiyoj yo‘qligidir. Biroq, ular interaktivlikning yo‘qligi, bilimlarni avtomatik ravishda tekshirish imkoniyati mavjud emasligi va o‘quv materiallarining cheklanganligi kabi bir qator kamchiliklarga ega.

Yozishni o‘rgatish uchun Brayl asboblari va grifellaridan keng foydalaniladi. Ushbu qurilmalar qog‘ozda relyefli nuqtalarni shakllantirish va Brayl tizimi bo‘yicha matnli yozuvlarni yaratish imkonini beradi. Ishonchli va hamyonbop bo‘lishiga qaramay, bunday vositalardan foydalangan holda o‘qitish jarayoni o‘qituvchi tomonidan doimiy nazoratni hamda bajarilgan topshiriqlarni tekshirish uchun sezilarli vaqt sarflanishini talab qiladi.



Rasm 1. Brayl alifbosini o‘rgatuvchi va bilimlarni avtomatlashtirilgan tarzda sinovdan o‘tkazuvchi interaktiv qurilma

Texnik vositalar rivojlanishining keyingi bosqichi mexanik va elektron Brayl yozuv mashinkalari bo‘ldi. Bunda «Perkins Brailler» oilasiga mansub qurilmalar eng mashhurlari hisoblanadi. Ular ma’lumotlarni qulayroq kiritishni ta’minlaydi va yozish jarayonini sezilarli darajada tezlashtirish imkonini beradi. Bunday qurilmalar ixtisoslashtirilgan ta’lim muassasalarida keng tarqalgan. Shu bilan birga, uskunaning qimmatligi undan ommaviy foydalanishni cheklab qo‘yadi.

So‘nggi yillarda elektron Brayl displeylari keng tarqaldi. Bu qurilmalar harakatlanuvchi shtiftlar (ignalar) tizimi orqali raqamli ma’lumotlarni taktil (sezish orqali o‘qiladigan) belgilarga aylantiradi. Foydalanuvchi elektron hujjatlarni o‘qish, kompyuter dasturlari bilan ishlash va internet-resurslaridan foydalanish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Brayl displeylari yuqori darajadagi funksionallikni ta’minlaydi, biroq ularning narxi ancha yuqoriligicha qolmoqda, bu esa moliyalashtirilishi cheklangan ta’lim muassasalarida ulardan foydalanishni qiyinlashtiradi.

Ko‘zi ojiz bolalarni o‘qitishda ekranga kirish dasturlari (skrinriderlar) muhim rol o‘ynaydi. Eng mashhur dasturiy yechimlar — JAWS, NVDA va VoiceOver hisoblanadi. Bu tizimlar matnli ma’lumotlarni nutq signaliga aylantirib beradi va kompyuterda ko‘rish a’zosidan foydalanmasdan ishlash imkonini beradi. Ekranga kirish dasturlari ta’lim jarayonida keng qo‘llaniladi, biroq ular asosan tayyor ma’lumotlar bilan ishlashga yo‘naltirilgan va kichik yoshdagi bolalar tomonidan Brayl alifbosini bevosita o‘rganish uchun mo‘ljallanmagan.

Mobil texnologiyalarning rivojlanishi bilan smartfonlar va planshetlar uchun ixtisoslashtirilgan ilovalar paydo bo‘ldi. Ko‘pgina dasturlar Brayl alifbosini interaktiv tarzda o‘rganishni, amaliy mashqlarni bajarishni va testdan o‘tishni taklif etadi. Mobil ilovalarning afzalliklari qatoriga qulaylik, foydalanish osonligi va ovozli jo‘rlik mavjudligini ta’kidlash lozim. Biroq, bunday yechimlarning aksariyati mobil qurilmadan doimiy foydalanishni talab qiladi va Brayl belgilari bilan to‘liq hajmli taktil o‘zaro ta’sirni ta’minlamaydi.

Mikrokontrollerlar va o‘rnatilgan hisoblash tizimlaridan foydalanishga asoslangan interaktiv o‘qitish majmualarini ishlab chiqishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Bunday qurilmalar tugmali panellar,

displeylar, ovozli modullar va javoblarning to‘g‘riligini avtomatik tekshirish uchun dasturiy ta’minotni o‘z ichiga olishi mumkin. Taktil kiritish va ovozli qayta aloqaning birlashtirilishi tufayli o‘quv materialini yanada samarali o‘zlashtirish ta’minlanadi. Bundan tashqari, bunday tizimlar o‘qituvchining bevosita ishtirokisiz bilimlarni testdan o‘tkazishni tashkil etish imkonini beradi.

Mavjud yechimlarning tahlili shuni ko‘rsatadiki, tijorat qurilmalarining aksariyati qimmatligi, texnik xizmat ko‘rsatishning murakkabligi va ta’lim muassasalari uchun cheklovchi darajada ekanligi bilan tavsiflanadi. Ko‘pgina tizimlar xorijiy ishlab chiqaruvchilar tomonidan yaratiladi hamda ularni sotib olish va ishlatish katta moliyaviy xarajatlarni talab qiladi. Bundan tashqari, ba’zi qurilmalar katta yoshli foydalanuvchilarga mo‘ljallangan va kichik yoshdagi bolalarni o‘qitish uchun yetarlicha moslashtirilmagan.

Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida Brayl alifbosini o‘rganish va bilimlarni testdan o‘tkazishga mo‘ljallangan ixtisoslashtirilgan o‘qitish tizimini ishlab chiqish zarurati tug‘iladi. Bunday tizim foydalanish oddiyligi, hammabop narx, ishonchlilik va o‘qish natijalarini avtomatik nazorat qilish imkoniyatini o‘zida mujassam etishi kerak. Zamonaviy mikrokontrollerli platformalardan foydalanish qurilmani ishlab chiqish va ishlab chiqarish uchun nisbatan past xarajatlar evaziga ushbu talablarni amalga oshirish imkonini beradi.

Apparat platformasini tanlash va asosiy funksional talablarni belgilashdan so‘ng, Brayl alifbosini o‘rganish uchun mo‘ljallangan o‘qitish tizimining tarkibiy (strukturaviy) sxemasi ishlab chiqildi. Tarkibiy sxema qurilmaning asosiy funksional bloklari tarkibini aks ettiradi va tizim ishlash jarayonida ular o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni ko‘rsatadi. Tarkibiy sxemasini ishlab chiqish loyihalashning muhim bosqichi hisoblanadi, chunki u ma’lumotlarni qayta ishlash tamoyillarini va qurilmaning alohida elementlari o‘rtasida funksiyalarning taqsimlanishini aniqlash imkonini beradi.

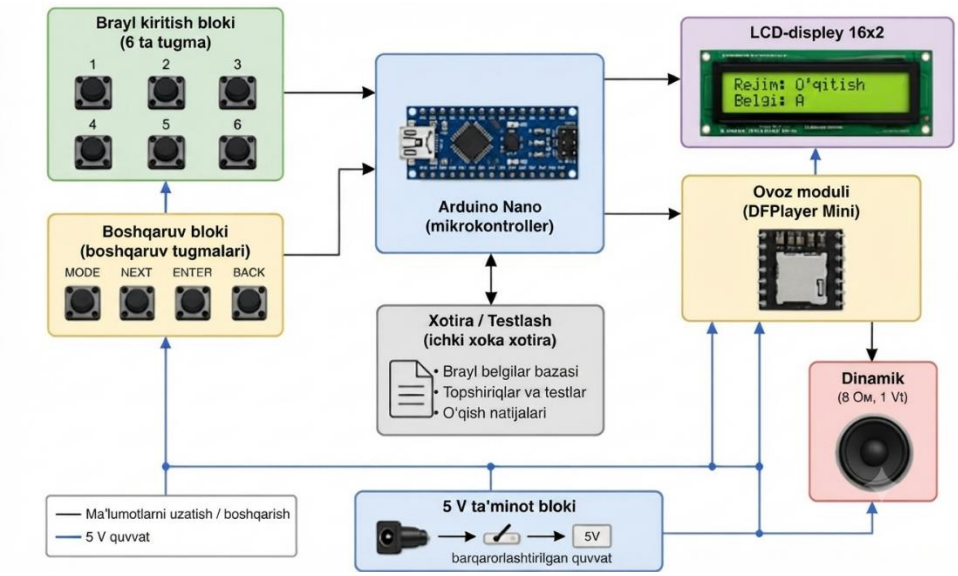
Ishlab chiqilayotgan tizimning asosi markaziy boshqaruv tuguni vazifasini bajaruvchi «Arduino Nano» mikrokontrolleridir. Mikrokontroller boshqaruv organlaridan signallarni qabul qiladi, ma’lumotlarni qayta ishlaydi, o‘qitish va testdan o‘tkazish dasturiy algoritmini bajaradi, shuningdek, ko‘rsatish (displey) va ovozli ogohlantirish qurilmalarini boshqaradi.

Ma’lumotlarni kiritish uchun standart Brayl yacheykasining nuqtalariga mos keladigan oltita tugmadan iborat Brayl kiritish blokidan foydalaniladi.

Foydalanuvchi tegishli tugmalarni bosish orqali kerakli nuqtalar kombinatsiyasini shakllantiradi. Olingan signallar mikrokontroller kirishiga kelib tushadi, u yerda ular qayta ishlanadi va kiritilgan belgi aniqlanadi.

Qo‘shimcha ravishda tizimda boshqaruv tugmalari bloki ko‘zda tutilgan. Ushbu blok qurilmaning ish rejimini tanlashni, menyu bandlari o‘rtasida o‘tishni, foydalanuvchi harakatlarini tasdiqlashni va oldingi operatsiyalarga qaytishni ta’minlaydi. Alohida boshqaruv tugmalaridan foydalanish qurilmani ishlatish qulayligini oshiradi va o‘qish jarayonini yanada shinam qiladi.

Tizimning asosiy elementlaridan biri LCD-displey asosida amalga oshirilgan ma’lumotlarni aks ettirish blokidir. Displey xizmat xabarlarini, ish rejimlarini, test natijalarini va boshqa kerakli ma’lumotlarni ko‘rsatish uchun ishlatiladi. Ma’lumotlarning vizual tarzda aks ettirilishi tufayli o‘qituvchi qurilmaning ishini nazorat qilishi va o‘qitish natijalarini tahlil qilishi mumkin.



Rasm 2. Brayl alifbosini o‘rganish uchun mo‘ljallangan o‘qitish tizimining tarkibiy sxemasi

Qayta aloqani ta’minlash uchun tizim tarkibiga ovozli modul kiritilgan. Kiritilgan ma’lumotlar qayta ishlangandan so‘ng, mikrokontroller ovozli qurilmaga tegishli buyruqlarni uzatadi, u esa ovozli xabarlarni yoki tovushli signallarni qayta hosil qiladi. Audiojo‘rlikning mavjudligi ko‘zi ojiz foydalanuvchiga topshiriqlarning to‘g‘ri bajarilganligi va tizimning joriy holati haqida ma’lumot olish imkonini beradi.

Qurilmaning dasturiy ta’minoti barcha apparat bloklarini boshqarish vazifalarini bajaradi. U foydalanuvchi tomonidan kiritilgan ma’lumotlarni qayta ishlashni, o‘quv topshiriqlarini shakllantirishni, test sinovlarini tashkil etishni, natijalarni hisoblashni va qurilmaning ish rejimlarini boshqarishni ta’minlaydi. Dastur algoritmi tizimning barcha tarkibiy elementlarining avtomatik rejimda o‘zaro ta’sirini ko‘zda tutadi.

Qurilmaning barqaror ishlashini ta’minlash uchun quvvat manbai bloki ko‘zda tutilgan. Uning asosiy vazifasi tizimning barcha elektron komponentlariga kerakli kuchlanishni yetkazib berishdan iborat. Quvvat manbai bloki mikrokontroller, displey, boshqaruv tugmalari va ovozli modulning ishonchli ishlashini ta’minlaydi.

Tizim ishlash jarayonida foydalanuvchi kiritish tugmalari yordamida Brayl belgisini kiritadi. Ma’lumot mikrokontrollerga tushadi, u olingan kombinatsiyani tahlil qiladi va uni dastur xotirasidagi ma’lumotlar bilan solishtiradi. Natija qayta ishlangandan so‘ng, tizim ma’lumotlarni displeyga chiqaradi va zarurat tug‘ilganda ovozli modul orqali ovozli xabarni yangratadi. Testdan o‘tishda natijalar saqlanadi va ta’lim oluvchining bilim darajasini baholash uchun foydalaniladi.

Ishlab chiqilgan tarkibiy sxema barcha funksional bloklarning izchil o‘zaro ta’sirini ta’minlaydi va o‘qitish tizimining asosiy vazifalarini amalga oshirish imkonini beradi. Tuzilishning oddiyligi qurilma ishining ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi, texnik xizmat ko‘rsatishni yengillashtiradi va apparat hamda dasturiy qismni yanada modernizatsiya qilish imkoniyatini beradi.

O‘qitish tizimining ishlab chiqilgan tarkibiy sxemasi qurilmaning asosiy funksional bloklari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni aniqlaydi va texnik topshiriqda shakllantirilgan barcha talablarning bajarilishini ta’minlaydi. Olingan tuzilma o‘qitish majmuasining elektr sxemasi va dasturiy ta’minotini yanada rivojlantirish uchun asos bo‘ladi.

O‘qitish tizimining ish samaradorligini oshirish uchun tarkibiy sxemada funksiyalarning alohida bloklar o‘rtasida taqsimlanishi ko‘zda tutilgan. Bunday yondashuv markaziy mikrokontrollerga tushadigan yuklamani kamaytirish va dasturiy algoritmlarning yanada barqaror bajarilishini ta’minlash imkonini beradi. Har bir funksional blok qat’iy belgilangan vazifalarni bajaradi, bu esa qurilmani ishlab chiqish va unga keyinchalik xizmat ko‘rsatish jarayonini soddalashtiradi.

Brayl kiritish bloki foydalanuvchining tizim bilan o‘zaro hamkorlik qilishining asosiy vositasidir. Tugmalar kombinatsiyasini bosish orqali ta’lim oluvchi Brayl alifbosi belgilarini shakllantiradi va ular

keyinchalik qayta ishlash uchun mikrokontrollerga uzatiladi. Kiritilgan belgi tanib olingandan so‘ng, tizim javobning to‘g‘riligini aniqlaydi va tegishli reaksiyani shakllantiradi.

O‘qitish rejimida tarkibiy sxema ma’lumotlarning dasturiy blokdan chiqish qurilmalariga izchil uzatilishini ta’minlaydi. Foydalanuvchiga ma’lum bir belgi yoki topshiriq taklif etiladi, shundan so‘ng javob Brayl klaviaturasi orqali kiritiladi. Olingan natija mikrokontroller tomonidan tahlil qilinadi, u topshiriqning to‘g‘ri bajarilganligi to‘g‘risida qaror qabul qiladi hamda displey va ovozli modul uchun boshqaruv signallarini shakllantiradi.

Testdan o‘tkazish rejimida qurilma xuddi shunday tamoyil asosida ishlaydi, biroq qo‘shimcha ravishda to‘g‘ri va noto‘g‘ri javoblar soni hisoblab boriladi.

Test natijalari to‘g‘risidagi ma’lumotlar dasturning ichki xotirasida saqlanadi va foydalanuvchi bilimlarini yakuniy baholashni shakllantirish uchun foydalaniladi. Bunday yondashuv o‘zlashtirishni nazorat qilish jarayonini avtomatlashtirish va o‘qituvchiga tushadigan yuklamani kamaytirish imkonini beradi.

Tizim ichidagi ma’lumotlar oqimlarini tashkil etishga alohida e’tibor qaratilgan. Kiritish qurilmalaridan keladigan barcha ma’lumotlar markaziy mikrokontrollerga tushadi, u ularni qayta ishlaydi va taqsimlaydi. Markazlashtirilgan boshqaruv tuzilmasi tufayli ma’lumotlarni qayta ishlashning yuqori tezligi ta’minlanadi va qurilma ishlash jarayonida xatoliklar yuzaga kelishi ehtimoli minimallashtiriladi.

Ishlab chiqilgan tuzilma tizim arxitekturasini sezilarli darajada o‘zgartirmasdan qo‘shimcha funksional modullarni ulash imkoniyatini ko‘zda tutadi. Kelgusida qurilmaga Bluetooth yoki Wi-Fi simsiz aloqa modullari, o‘qish natijalarini saqlash uchun xotira kartalari, shuningdek, zamonaviy nutq sintezi tizimlari qo‘shilishi mumkin. Bu ishlab chiqilgan tuzilmani loyihani yanada rivojlantirish uchun ochiq va kengaytiriluvchi platforma sifatida qarash imkonini beradi.

Ishonchlilik nuqtai nazaridan tarkibiy sxema shunday tuzilganki, tashqi (periferik) bloklardan birining ishdan chiqishi qurilma ishining to‘liq to‘xtab qolishiga olib kelmaydi. Masalan, ovozli jo‘rlik vaqtincha mavjud bo‘lmaganda ham, foydalanuvchi displey va boshqaruv organlari orqali tizim bilan ishlashni davom ettirishi mumkin. Bunday yechim ishlab chiqilgan majmuaning ekspluatatsion ishonchliligini oshiradi.

Tanlangan tuzilmaning muhim afzalligi dasturiy ta’minotni amalga oshirishning oddiyligidir. Apparat bloklari o‘rtasida funksiyalarning aniq taqsimlanishi modulli dasturiy algoritmlarni yaratish imkonini beradi, sozlash jarayonini soddalashtiradi va dasturiy ta’minotni keyinchalik yangilashni yengillashtiradi. Bu, ayniqsa, foydalanish jarayonida modernizatsiya qilinishi mumkin bo‘lgan ta’lim qurilmalari uchun juda muhimdir.

O‘tkazilgan tahlil shuni ko‘rsatadiki, ishlab chiqilgan tarkibiy sxema texnik topshiriq talablariga to‘liq javob beradi va o‘qitish tizimining barcha asosiy vazifalari bajarilishini ta’minlaydi. «Arduino Nano» mikrokontrolleri bazasidagi markazlashtirilgan boshqaruvdan foydalanish ma’lumotlarni kiritish, qayta ishlash va chiqarish qurilmalari o‘rtasida samarali o‘zaro ta’sirni tashkil etish imkonini beradi va ko‘rish qobiliyati buzilgan bolalar tomonidan Brayl alifbosini o‘rganish uchun qulay va ishonchli muhit yaratadi.

NATIJALAR

Olib borilgan tadqiqotlar va tajriba-konstruktorlik ishlari natijasida Brayl alifbosini o‘rgatuvchi va bilimlarni avtomatlashtirilgan tarzda sinovdan o‘tkazuvchi interaktiv qurilmaning tayyor tajriba nusxasi (prototipi) yaratildi (1-rasm). Qurilmaning korpusi ekologik toza va bardoshli material — faneradan (yog‘och qatlam) lazerli qirqish texnologiyasi yordamida tayyorlandi. Korpisning yuqori panelida Brayl kiritish tizimining 6 ta asosiy tugmasi, funksional boshqaruv tugmalari va ma’lumotlarni vizual ko‘rsatuvchi LCD-displey qulay va ergonomik tarzda joylashtirildi.

Ishlab chiqilgan qurilmaning eng muhim yutuqlaridan biri uning iqtisodiy jihatdan juda arzonligidir. Xorijdan olib kelinadigan an’anaviy elektron Brayl displeylari va o‘quv majmualarining o‘rtacha narxi bir necha ming AQSh dollarini tashkil etadi. Biz taklif etayotgan qurilmaning tannarxi esa ochiq bozordagi arzon va ommabop elektron komponentlar (Arduino Nano, DFPlayer Mini, LCD 16x2) qo‘llanilgani sababli juda past bo‘lib, uni maktab-internatlar va oilaviy sharoitda ommaviy qo‘llash imkonini beradi.

Qurilmani laboratoriya sharoitida sinovdan o‘tkazish jarayonida quyidagi natijalarga erishildi:

- **Signal qayta ishlash tezligi:** Mikrokontroller (Arduino Nano) tugmalar bosilganda signallarni kechikishlarsiz (20 millisekunddan kam vaqt ichida) tahlil qiladi va Brayl kombinatsiyasini aniqlaydi.
- **Ovozli qayta aloqa sifati:** DFPlayer Mini moduli orqali o‘zbek/rus tillaridagi harf va so‘zlarning audio fayllari aniq va baland ovozda dinamikka uzatiladi. Bu ko‘zi ojiz bolaning xatolarini darhol eshitish orqali anglashini ta'minlaydi.
- **Avtomatlashtirilgan nazorat:** Sinov (test) rejimida to‘g‘ri va noto‘g‘ri javoblarni hisoblash tizimi 100% aniqlikda ishladi. Natijalar LCD-displeyda real vaqtda aks etib, pedagogga bolaning o‘zlashtirish darajasini masofadan turib ham oson tekshirish imkonini berdi.
- **Tizim barqarorligi:** 5V barqarorlashtirilgan elektron ta’minot bloki orqali qurilma uzoq muddatli uzluksiz ishlash rejimida ham qizish yoki dasturiy qotishlarsiz (freezes) ishonchli ishladi.

XULOSA

Tadqiqotda ko‘rish qobiliyati cheklangan bolalar uchun Brayl alifbosini o‘rgatuvchi arzon va funksional interaktiv qurilma ishlab chiqildi. Qurilma ovozli qayta aloqa orqali mustaqil ta’limni ta'minlaydi va an’anaviy mexanik vositalardan farqli o‘laroq, ta’lim jarayonini avtomatlashtiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ермаков В.П. Обучение и воспитание детей с нарушениями зрения. – М.: Просвещение, 2018.
2. Солнцева Л.И. Тифлопсихология детского возраста. – М.: Академия, 2019.
3. Плаксина Л.И. Теоретические основы тифлопедагогики. – М.: Владос, 2020.
4. Волкова Л.С. Специальная педагогика. – М.: Академия, 2021.
5. Малофеев Н.Н. Специальное образование в России и за рубежом. – М.: Педагогика, 2018.
6. Литвак А.Г. Психология слепых и слабовидящих. – СПб.: Питер, 2019.
7. Назарова Н.М. Специальная педагогика. – М.: Академия, 2020.