

Xulosa qilib aytganda, tibbiyot tasvirlarida augmentatsiya usullari sun'iy intellekt modellarning samaradorligini oshirishda muhim vositadir. Har bir vazifa uchun eng mos usulni tanlash va ehtiyotkorlik bilan qo'llash zarur. Bu sohada izlanishlar davom etmoqda va yanada samarali yondashuvlar ishlab chiqilmoqda.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Saini, D. and Malik, R., 2021, September. Image Data Augmentation Techniques for Deep Learning-A Mirror Review. In 2021 9th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions)(ICRITO) (pp. 1-5). IEEE.
2. Rahman, M.E.U., Anishetty, H., Kollpaka, A.K., Yelishetty, A. and Ganta, S.R., 2021, September. A Quantitative Analysis of Basic vs. Deep Learning-based Image Data Augmentation Techniques. In 2021 International Conference on Innovative Computing, Intelligent Communication and Smart Electrical Systems (ICSES) (pp. 1-9). IEEE.
3. Bhuse, P., Singh, B. and Raut, P., 2022. Effect of Data Augmentation on the Accuracy of Convolutional Neural Networks. In Information and Communication Technology for Competitive Strategies (ICTCS 2020), ICT: Applications and Social Interfaces (pp. 337-348). Springer Singapore.
4. Han, Changhee., Hayashi, Hideaki., Rundo, Leonardo., Araki, Ryosuke., Nagano, Yudai., Furukawa, Yujiro., Mauri, Giancarlo., Nakayama, Hideki. (2019). Towards Annotating Less Medical Images: PGGAN-based MR Image Augmentation for Brain Tumor Detection.
5. Cirillo, M.D., Abramian, D., and Eklund, A., 2021, September. What is the best data augmentation for 3D brain tumor segmentation?. In 2021 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (pp. 36-40). IEEE.

ESP32 WEB SERVERINIG APPARAT DASTURIY TAMINOTINING TAHLILI VA QUDUQ SUVI SATHINI ANIQLASH USULLARI

Rajabov Farkhat Farmanovich

PhD, dotsent, Toshkent Axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent

radjabov@tuit.uz

Tojiboyeva Iroda

Magistratura talabasi, Toshkent Axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent

irodatojiboevva@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada ESP32 mikrokontrolleri asosida quduq suvi sathini monitoring qilish va nazorat qilish uchun web server arxitekturasini, apparativ hamda dasturiy ta'minotining tahlili amalga oshirilgan. Shuningdek, ESP32 platformasida real vaqt rejimida monitoring olib borish imkoniyatlarini kengaytirish uchun IoT (Internet of Things- Buyumlar interneti) texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari o'rganiladi. Maqolada yer osti suvlarini kuzatish va nazorat qilish metod hamda usullari to'la tahlil qilib chiqilgan. Ish davomida ishlab chiqilgan uskunaning texnik parametrlari va dasturiy ta'minotining ishlash tezligi bo'yicha eksperimental natijalar keltirilgan. Mazkur tizim suv resurslarini samarali boshqarish, ekologik monitoring hamda qishloq xo'jaligi sohasida keng qo'llanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: ESP32, web server, quduq suvi sathi, IoT, apparat ta'minoti, dasturiy ta'minot, sensorlar, real vaqt monitoringi, aqlli tizimlar.

АНАЛИЗ АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕБ-СЕРВЕРА ESP32 И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В СКВАЖИНЕ

Аннотация: В данной статье проведен анализ архитектуры веб-сервера, аппаратного и программного обеспечения для мониторинга и контроля уровня воды в скважине на базе микроконтроллера ESP32. Также рассматриваются возможности использования технологий IoT (Интернет вещей) для расширения возможностей мониторинга в реальном времени на платформе ESP32. В статье подробно проанализированы методы и способы наблюдения и контроля за подземными водами. Приведены экспериментальные результаты по техническим параметрам разработанного оборудования и скорости работы программного обеспечения. Данная система может найти широкое применение в эффективном управлении водными ресурсами, экологическом мониторинге, а также в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: ESP32, веб-сервер, уровень воды в скважине, IoT, аппаратное обеспечение, программное обеспечение, сенсоры, мониторинг в реальном времени, умные системы.

ANALYSIS OF ESP32 WEB SERVER HARDWARE AND SOFTWARE, AND METHODS FOR DETERMINING WELL WATER LEVEL

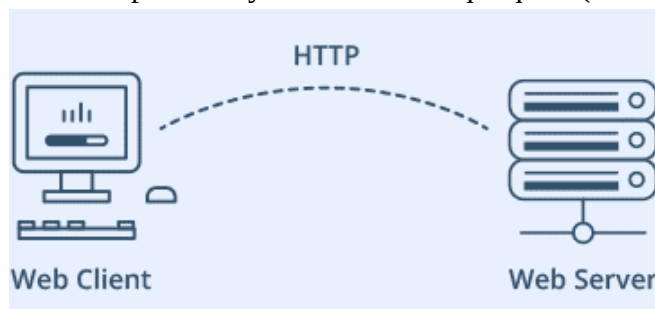
Abstract: This article analyzes the web server architecture, hardware, and software for monitoring and controlling well water levels, based on the ESP32 microcontroller. Furthermore, it explores the potential of using IoT (Internet of Things) technologies to enhance real-time monitoring capabilities on the ESP32 platform. The article provides a thorough analysis of methods and techniques for groundwater observation and control. Experimental results regarding the technical parameters of the developed equipment and the performance speed of the software are presented. This system has potential for wide application in efficient water resource management, ecological monitoring, and the agricultural sector.

Keywords: ESP32, web server, well water level, IoT, hardware, software, sensors, real-time monitoring, smart systems.

Kirish. ESP8266 moduli ESP32 ning yangilangan kengaytirilgan vorisi hisoblanadi. Shu sabba ko‘plab yangi xususiyatlarga egadir. Endi bu modul o‘zida Wi-Fi va Bluetooth simsiz aloqa turlari imkoniyatlarini birlashtiradi. Wi-Fi bilan bog‘liq IoT loyihalarda o‘zining borayotgan talablarni qondirish imkonlariga ega. Modul biroz qo‘shimcha harakat bilan mustaqil veb-serverni ishga tushirish uchun dasturlashtirilishi mumkin bo‘lgan arzon Wi-Fi moduli bilan jihozlangan.

Arduino IDE-da oddiy ESP32 veb-serverini yaratish

Veb-server - bu veb-sahifalar saqlanadigan, qayta ishlanadigan va veb-mijozlar tomoniga xizmat ko‘rsatadigan maxsus xizmanchi kompyuter. Veb-mijoz bu kompyuterlarda va telefonlarda foydalanadigan oddiy veb-brauzeridir. Veb-mijoz va veb-server HTTP- gipermatnni uzatish protokoli deb nomlanuvchi maxsus protokol yordamida muloqot qiladi(1-rasm).



1-rasm. Veb server va veb mijozning http protokoli orqali muloqoti.

Ushbu protokolda mijoz ma'lum bir veb-sahifaga HTTP so'rovini yuborish orqali muloqotini boshlaydi. Keyin server ushbu veb-sahifaning mazmunini yoki uni topa olmasa, xato xabarini yuboradi (masalan, mashhur 404 xatosi-sahifa topilmadi).

ESP32 ish rejimlari

ESP32 ning eng foydali xususiyatlaridan biri bu nafaqat mavjud Wi-Fi tarmog'iga ulanish va veb-server vazifasini bajarish, balki boshqa qurilmalarga to'g'ridan-to'g'ri ulanish va veb-sahifalarga kirish imkonini beruvchi o'z tarmog'ini yaratish qobiliyatidir. Buning sababi chunki ESP32 uchta rejimda ishlashi mumkinligidadir. Qo'yida ESP32 modulinig shu rejimlarni to'la qarab chiqilgan.

Lazerli o'lchash usuli (Laser Measurement Method)

Lazerli usul grunt suvi sathini **masofadan turib optik o'lchash** tamoyiliga asoslanadi. Ushbu usulda quduq og'zida joylashtirilgan maxsus lazer datchik yoki lidar qurilmasi quduq tubiga tomon lazer nurlarini yo'naltiradi va ular suv sathidan aks etib qaytish vaqtini o'lchaydi. Nurning uchib borish va qaytib kelish vaqti bo'yicha qurilma suv yuzasigacha bo'lgan masofani hisoblab chiqaradi (bu **Time-of-Flight** tamoyili deb ham ataladi). Ayrim lazerli sensorlar nurning fazasini taqqoslash orqali ham masofani yuqori aniqlikda o'lchashi mumkin. Lazer nuri suv sathidan aks etishi uchun suv yuzasi optik aks ettiruvchi bo'lishi kerak – odatda infraqizil yoki ko'rinadigan spektrdagi lazerlar ishlatiladi. Masalan, **905 nm to'lqin uzunlikdagi yaqin infraqizil** lazer datchigi turli muhit sharoitlarida suv sathini o'lchash uchun sinovdan o'tkazilgan va qurilma texnik xususiyatlariga mos ravishda yuqori aniqlik berishi tasdiqlangan [1]. Ilmiy tadqiqotlarda bunday lazerli sensorlar **0,1% atrofida nisbiy xatolik** bilan (ya'ni o'lchanayotgan masofaning mingdan biriga teng xatolik) ishlashi aniqlangan [2]. Bu taxminan lazer nuri yordamida 10 m gacha bo'lgan suv sathini millimetrlar aniqligida o'lchash mumkin deganidir.

Lazerli o'lchash usuli **nol kontaktli** (non-contact)[3] va quduq suviga bevosita aloqaga kirmagan holda masofadan o'lchashni ta'minlaydi. Bunda datchik suvga botirilmagani uchun uning korroziya bo'lishi yoki suvdan zarar ko'rishi xavfi yo'q. Lazerli sensorlar tezkor va yuqori diskretizatsiya bilan o'lchash olib borishi mumkin, bu esa real vaqt rejimida sath o'zgarishini kuzatishga imkon beradi. Lazer nurlari havoda juda tez (yorug'lik tezligida) harakatlanadi va havoning temperatura va bosimi ularga deyarli ta'sir ko'rsatmaydi – shu bois bunday o'lchovlar tashqi muhit omillariga uncha sezgir emas.

Radiolokatsion usul (Radar Method)

Radiolokatsion usul (qisqacha **radar usuli**) suv sathini **elektromagnit to'lqinlar** yordamida masofadan turib aniqlaydi. Bunda maxsus **radar datchigi** quduq og'ziga yoki ustiga o'rnatiladi va pastga – suvga tomon – yuqori chastotali radio to'lqin (mikroto'lqin) yuboradi. Radar datchiklari odatda **uzluksiz ravishda chastotasi modulyatsiyalangan** signal uzatadi (FMCW – Frequency Modulated Continuous Wave printsipi) va suv yuzasidan qaytgan signalni qabul qiladi. Uzatilgan va qaytgan signalning chastotalari orasidagi farq vaqtga bog'liq bo'lib, shu orqali suv sathigacha bo'lgan masofa hisoblanadi. Boshqa so'z bilan aytganda, radar ham tovushga o'xshash **echo** usulida ishlaydi, faqat akustik to'lqin emas, balki yorug'lik tezligida tarqaluvchi elektromagnit to'lqindan foydalanadi. Zamonaviy radar datchiklari odatda o'z ichiga **signalni qayta ishlovchi protsessor** oladi va suv sathini bevosita length o'lchov birligida (masalan, metrlarda) uzatadi. Radar uskunalari turli chastotada bo'lishi mumkin: past chastotali (GHz oraliq) radarlar nisbatan keng konusda signal yuborsa, yuqori chastotali (24 GHz, 60–80 GHz) radarlar **juda tor nur o'qiga** ega – masalan, 4–8° lik nur konusi – bu tor quduqlarda devorlardan noto'g'ri aks sado tushish xavfini kamaytiradi[3,4]. **FMCW radar printsipi** grafik tasvirlanishida uzatilayotgan signal chastotasi vaqt bo'yicha chiziqli oshib boradi va qaytgan signal chastotasi

kechikish tufayli biroz orqada qoladi; ushbu farq orqali masofa topiladi (2-rasm).



2-rasm: Radar datchigi (mikroto‘lqinli sath o‘lchagich) suv sathini o‘lchash uchun quduq og‘ziga o‘rnatiladi.

Bunday **kontaktsiz** sensorlarda elektromagnit to‘lqinlar suvga yuborilib, qaytgan signal vaqti bo‘yicha masofa aniqlanadi.

Xulosa qilib aytganda, yer osti suv sathini o‘lchash usulini tanlashda quyidagi omillarni hisobga olish lozim: talab etilayotgan **aniqlik**, **vaqt bo‘yicha rezolyutsiya** (uzluksiz yoki vaqti-vaqti bilan), loyiha byudjeti (**narx**), ob‘ektning joylashuvi va sharoiti (**ekspluatatsion muhit**), hamda texnik xodimlar malakasi va texxizmat imkoniyatlari. Agar kunlik yoki soatlik monitoring talab etilmasa va byudjet cheklangan bo‘lsa, qo‘lda o‘lchash yoki arzon bosim datchiklari kifoya qilishi mumkin. Arap real-time va yuqori aniqlik zarur bo‘lsa (masalan, strategik ahamiyatli suv manbalarini kuzatishda), unda radar yoki lazer kabi ilg‘or usullarni qo‘llash o‘zini oqlaydi.

Yakuniy tavsiya sifatida, **kuzatish quduqlar tarmog‘ini loyihalashda** ko‘pincha bir nechta usullar kombinatsiyasi eng yaxshi natija beradi. Masalan, quduqlarga bosim datchiklari o‘rnatilib, ularning ko‘rsatkichlari vaqti-vaqti bilan qo‘lda o‘lchash bilan tekshirib boriladi [5,6,7] 1yoki ochiq suv havzasidagi radar datchik signallari qo‘shimcha ravishda yaqin atrofdagi quduqdagi bosim o‘lchovi bilan solishtiriladi. Shuningdek, har bir usuldan olingan ma’lumotlar o‘zaro taqqoslanib, sistematik xatolar aniqlansa tuzatiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Wu, Z., Huang, Y., Huang, K., Yan, K., & Chen, H. (2023). A Review of Non-Contact Water Level Measurement Based on Computer Vision and Radar Technology. *Water*, 15(18), 3233.
2. Jelinski, J., Clayton, C. S., & Fulford, J. M. (2015). Accuracy testing of electric groundwater-level measurement tapes. USGS Open-File Report
3. U.S. EPA (2013). Groundwater Level and Well Depth Measurement (SESDPROC-105-R2). Athens, GA: EPA Region 4 Science and Ecosystem Support Division ().
4. Snitko, V. (2023). 4 reasons why radar level is superior to ultrasonic level technology. Emerson Automation Experts.
5. YSI Inc. (2022). Water Level Measurement, Sensors, Monitoring Applications. YSI Environmental web article
6. YSI Inc. (2022). Amazon Bubbler – Water Level Measurement Application Note. (Accessed 2025)
7. Rajabov F. Non-contact ultrasonic direct radiation metod for measuring the water level in wells and boreholes. ICISCT-2023. 28th, 29th and 30th of September 2023, TUIT, Tashkent, Uzbekistan.