

A. Eshmuradov,

*t.f.n., dotsent,
TATU «Telekommunikatsiya injenering»
kafedrası mudiri*

X. Soatov,

*TATU «Telekommunikatsiya injenering»
kafedrası assistenti*

F. Muzafarov,

*TATU «Telekommunikatsiya injenering»
kafedrası assistenti*

SENSOR TARMOQLARINI QISHLOQ XO'JALIGIDA QO'LLASH MASALALARI

Internet tarmoqlarining tezkorlik bilan rivojlanishi «internet ashyo (IA)» tushunchasining kirib kelishiga sabab bo'ldi. Internet ashyolari internet orqali kundalik hayotning turli obyektlarini bir-biriga bog'lashni tasvirlaydigan keng termindir. Internet ashyo tamoyilida har bir obyekt bir-biriga yagona tarmoq orqali bog'langan, shuning uchun u tarmoqdagi ma'lumotlarni o'zaro munosabatlarsiz uzatishi mumkin. IA kundalik hayotda ma'lumotlarni tahlil qilish asosidagi tizim sifatida e'tirof etilmoqda. IA ning texnologik bazasi — bu simsiz sensor tarmoqlari bo'lib, ular har bir obyektning o'zaro harakat qilishi uchun o'rnatilgan tizimlar bilan integratsiya qilingani bilan bog'liq. Sensor tarmoqlar inson va qurilmalarni yuqori taqsimlangan tarmoq orqali bog'laydi. Sensor tarmoqning asosiy maqsadi qurilmalarni global tarmoq bilan bog'lash hisoblanadi. Sensor tarmoqda har bir obyektga yagona identifikator beriladi, shuning uchun har bir obyekt internetga ulana olishi mumkin bo'ladi.

Sensor tarmoqda har bir obyekt uchta funksional vazifani bajara oladi: xabardor etish, taqdim qilish va o'zaro harakat qilish. Xabardor etish — obyektlarning o'z ma'lumotlari bilan boshqa obyektlarni xabardor qilish va ularni anglash qobiliyatidir. Taqdim qilish — bir obyekt ma'lumotlarini boshqa obyektlarga taqdim etishdir. O'zaro harakat qilish — bu obyektlarning bir-biri bilan muloqot qilish imkoniyatidir. Bugungi kunda IA juda katta imkoniyatlar yaratmoqda, jumladan, «aqlli uy»ni monitoring qilish, oziq-ovqatlarni yetkazishni boshqarish, qishloq xo'jalik tizimini boshqarish va boshqalar. Bu ishlar RFID (radio chastotani identifikatsiya qilish), simsiz sensor tarmog'i (WSN) yoki boshqa vositalardan foydalanib, amalga oshiriladi.

O'zbekiston Respublikasi iqtisodiyotida qishloq xo'jaligi muhim ahamiyat kasb etadi. Yalpi ishlab chiqarish mahsulotining sezilarli qismi qishloq xo'jaligi sektoriga to'g'ri keladi. O'zbekiston aholisining ko'p qismi qishloq joylarida yashaydi va bu aholi uchun asosiy daromad manbai hisoblanadi. Mamlakatimiz fermerlari, asosan an'anaviy uslub

va usullarga tayanadilar. Shunga qaramay, ayrim qishloq xo'jaligi korxonalari ilg'or texnologiyalar va uskunalariga asoslanib, sezilarli darajada yutuqlarga erishmoqda.

O'zbekiston, qishloq xo'jaligi sohasida quyidagi ayrim omillar sababli sezilarli darajada yo'qotishlarga duch kelmoqda:

- sifatsiz urug'lardan foydalanish;
- atrof-muhitning ifloslanishi;
- hasharotlar va turli xil kasalliklar;
- sug'orish tizimining sifatsizligi;
- yerga o'z vaqtida ishlov bermaslik;
- o'g'itlardan noto'g'ri foydalanish;
- mashina va uskunalarining yetishmasligi.

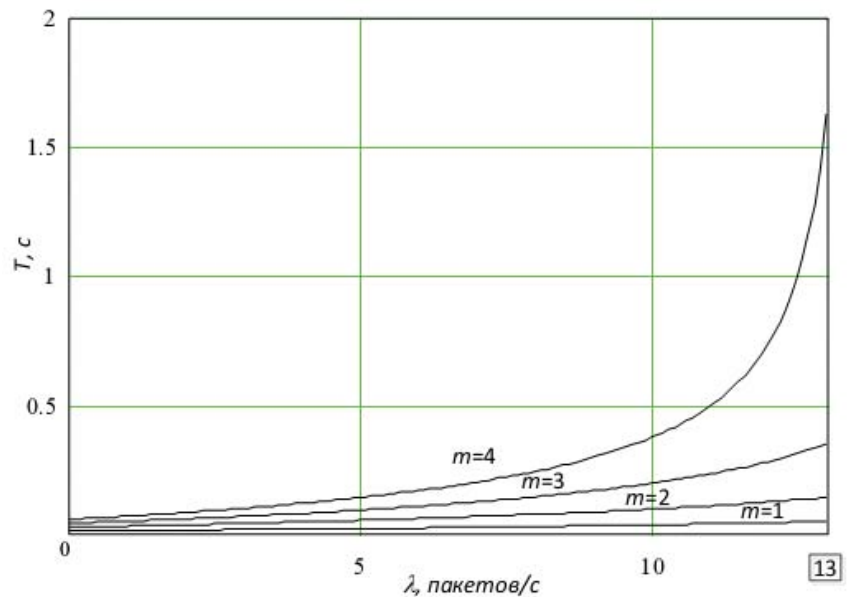
O'zbekiston qishloq xo'jaligida eng muhim ekinlardan biri paxta yetishtirish bo'lib hisoblanadi. Paxtani yetishtirish jarayonida, u turli zararkunandalar hujumlari va kasalliklarning ta'siri tufayli har yili katta zarar ko'riladi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, paxta hosilining 25 foizi 2017-yilda hasharotlar hujumi oqibatida nobud bo'lgan. Ilmiy-tadqiqot ma'lumotlariga ko'ra, hasharotlarning hujumi natijasida har yili paxta hosilining

15 foizi nobud bo'lar ekan. Paxta ekinlariga ba'zi bakterial va zamburug'li kasalliklari, shuningdek, zararkunandalar va hasharotlar ta'sir ko'rsatar ekan. Paxta ekinlari uchun havo harorati va tuproq namligiga bo'lgan talablar boshqa ekinlarga nisbatan farq qiladi. Hasharotlar, pestitsidlar va o'g'itlarni ishlatish talablari va muddatlari ekinlarning o'sishiga ta'sir qiladi. Shunday qilib, sog'lom hosilni yetishtirish uchun doimiy monitoring o'tkazish zarur bo'ladi.

Fermerlar odatda, qishloq xo'jaligi sohasidagi mutaxassislardan va boshqa tajribali fermerlardan maslahat oladilar. Biroq mutaxassislar har doim va hamma joyda mavjud emas. Shuning uchun fermerlar uchun kerak paytda mutaxassis fikrini bera oladigan dasturli tizim yaratish maqsadga muvofiq bo'lar edi. Buni biz «mutaxassis maslahati tizimi» deb atadik. «Mutaxassis maslahati tizimi» (MMT) hozircha paxta ekinlari uchun mutaxassislarining maslahatlari asosida muammoni yechishga qaratilgan kompyuter dasturi bo'lib hisoblanadi. U o'zining ma'lumotlar bazasidan foydalangan holda, muammoning yechimini yarata-digan vositadir. U inson xatti-harakatlarini takrorlashga qaratilgan tizimdir. MMT muam-molarni aniqlab, yechimlarni topishi mum-kin. MMT'ning optimal yechimlarni ishlab chiqishi, asosan o'rnatilgan sensorlardan olingan ma'lumotlarga asoslanadi. Ma'lumotlar internet tarmog'i orqali MMT tizimi-ga kelib tushadi. MMT bu ma'lumotlarni qay-ta ishlaydi va natijalarini yoki yechimlarini fermerning mobil telefoniga yuboradi. Shu usul bilan paxta ekinlariga o'z vaqtida, profilaktik ishlar olib boriladi, natijada paxta ekinini samarali boshqarish, svni nazorat qilish, ekologik ogohlantirish, kasalliklar va zararkunandalar oqibatida yetkazilgan zararlarini kamaytirishga erishiladi.

Sensor tarmoqlari topologiyasi

Paxta ekinlari haqidagi ma'lumotlarning sifatli bo'lishi, albatta sensor tarmoqlarining topologiyasi, ya'ni sensorlarning ekin maydonida joylashishiga bog'liq. IEEE 802.15.4 standartiga binoan sensor tarmoqlari topologiyasi «yulduzsimon», «daraxtsimon» va «yacheyka» ko'rinishida bo'lishi mumkin [1]. Umumiy holatda sensorlarning ekin maydonida joylashishini tasodifiy deb qarash mumkin. Paxta maydonining joylashish joyini e'tiborga olib, sensorlarning ekin maydonida joylashishini «daraxtsimon» topologiyasidan foydalangan holda joylashtirdik. Tarmoqning asosiy parametrlaridan biri paxta ekini haqidagi xabarlarini o'z vaqtida MMT'ga yetkazish bo'lib hisoblanadi.



1-rasm. Ma'lumotlar ushlanib qolishining trafik intensivligi va marshrutdagi tranzitlarning soniga bog'liqligi grafigi.

MMT dasturi serverda joylashgan bo'lib, xabarlar shlyuz orqali serverga uzatiladi. Har bir sensoridan xabarlar shlyuzga uzatilayotganda, ular ayrim holatlarda boshqa sensorlar (tranzit holat) orqali ham uzatilishi mumkin. Bu esa, ayrim xabarlarining tarmoqda ushlanib qolishiga sabab bo'ladi.

Bundan tashqari, tarmoqda xabarlarining yo'qolib qolish ehtimoli ham bo'lishi mumkin. Bu albatta tranzit marshrutlarning soni, ularning uzunligi bilan aniqlanadi. Bu ko'rsatkichlar tasodifiy bo'lib, ular ehtimollikning taqsimot qonuni bilan aniqlanadi. Sensorlardan shlyuzga xabarlarini uzatish multinuqta-nuqta tamoyiliga rioya qilgan holda amalga oshiriladi. Shlyuzning ekin maydonida joylanishi xizmat ko'rsatish maydonining geometrik markazida bo'ladi. Sensorlardan ma'lumotlarning shlyuzga uzatilishi xizmat ko'rsatish maydoni chegarasidan markazga yo'naltirilgan hisoblanadi. Bu holatda sensorlarning ma'lumotlar marshruti trafigi bo'yicha tranzit holatda joylashishi normal taqsimot qonuniga mos bo'lishi mumkin [2]. Sensorlardan uzatila-yotgan ma'lumotlarning shlyuzga va serverga o'z paytida yetib borishi, MMT'ning ma'lumotlarni tahlil qilishi va fermerlarga kerakli bo'lgan xabarlarining o'z paytida yetkazilishiga sabab bo'ladi. Manbadan shlyuzga ma'lumotlarning yetkazilishining o'rtacha vaqtini quyidagicha aniqlash mumkin:

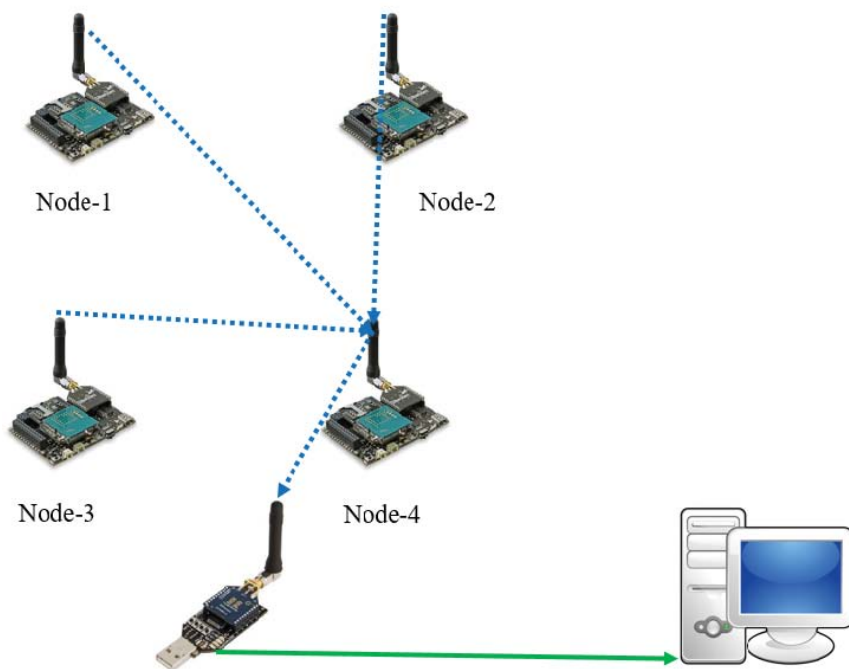
$$\bar{T} = \sum_{i=1}^m \bar{V}_i + \bar{V}_g + (m + 1) * \bar{t} \quad (1)$$

- V_i — ifazada sensor ma'lumotlariga xizmat ko'rsatishda o'rtacha kutish vaqti, c;
- V_g — shlyuzga xizmat ko'rsatishda kutish uchun ushlanib qolish vaqtining o'rtacha qiymati, c;
- t — xizmat ko'rsatishning o'rtacha vaqti, c.
- (1) — ga binoan sensorlardan shlyuzgacha bo'lgan masofada ma'lumotlar yetkazilishining ushlanib qolishini baholash grafigi 1-rasmda keltirilgan.

Trafikning intensivligi tarmoqda ishlatiladigan protokollarga bog'liq bo'lishi mumkin. Shuning uchun trafikning intensivligi protokolning turiga qarab o'zgaradi.

Internet tarmoqlariga asoslangan «mutaxassis maslahati tizimi»

Asosiy vazifamiz paxta ekini maydonida uchraydigan muammolarini bartaraf etish uchun internet tarmog'i asosida tuzilgan dasturiy ta'minotni takomillash-tirmoqchimiz. Muammolarni bartaraf etish uchun tavsiya etilayotgan yechim uchta bosqichdan tashkil topgan bo'lib, birinchi bosqichda paxta maydoniga kerakli bo'lgan sensorlarni joylashtirish; ikkinchi bosqichda sensorlar tuproq haqidagi, namlik haqidagi, harorat haqidagi va hasharotlar haqidagi ma'lumotlarni shlyuz



2-rasm. Internet tarmoqlari asosidagi MMT da sensor ma'lumotlarining almashinuvi.

orqali serverga uzatadi; uchinchi bosqichda server MMT orqali ma'lumotlarni qayta ishlab kerakli bo'lgan maslahatni internet tarmog'i orqali fermerning qo'l telefoniga uzatadi.

Sensornlarni paxta maydoniga joylashtirish

Paxta maydoniga joylashtirilgan sensornlar atrof-muhit, namlik, tuproq namligi, barglar namligi va zararkunanda hashorotlar haqida ma'lumot to'plash uchun joylashtiriladi. Har bir sensor paneli to'rt xil sensordan iborat, tuproq sensori, namlik sensori, harorat sensori va plastinkaning namlik sensoridan iborat. Bir vaqtning o'zida atrof-muhit harorati, atrof-muhitning namlik darajasi va bargning namlik darajasini hamda tuproq tarkibini aniq bilib olish mumkin bo'ladi. Paxta ekinlari uchun Xbee-802.15.4 aloqa moduli mavjud. Bu 38400 bit/s. tezlikda mikrokontroller bilan aloqa qila oladi [3]. Ma'lumot uzatish masofasi taxminan 500 metrni tashkil etadi. Shlyuz — sensor tugunlari va server o'rtasida ko'priklarni bajaradi. Sensor va kompyuter bilan USB port orqali simsiz aloqa o'rnatish mumkin. Sensorlarning tajriba uchastkasida joylashishi va ularning aloqa qilish arxitekturasining umumiy ko'rinishi 2-rasmda keltirilgan.

Paxta ekinlari uchun MMTning ishlash algoritmi

Sensornlarga asoslangan MMT tizimi an'anaviy tizimlardan farq qiladi. U real vaqt mashtabida sensornlar yordamida yig'ilgan ma'lumotlardan foydalanadi. Sensor tugunlari ma'lum vaqt oralig'ida olingan ma'lumotlarni shlyuzga yuboradi. Server USB port orqali ma'lumotlarni shlyuzdan qabul qiladi. MMT tizimi serverda ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonini amalga oshiradi va ma'lumotlar asosida ishlab chiqilgan tavsiyalarni internet tarmog'i orqali fermerning mobil telefoniga yuboradi.

Tavsiya etilgan MMT tizimi quyidagi asosiy komponentlardan iborat:

- ma'lumotlar bazasi;
- tezkor ishchi xotira;
- ma'lumotlarni qayta ishlash zanjiri;
- foydalanuvchi interfeysi.

Taklif qilinayotgan MMT tizimiga paxta ekinida uchraydigan zararkunandalar, hashorotlar, kasalliklar, begona o'tlar va paxtani yetishtirish uchun zarur bo'lgan sharoitlar to'g'risida ma'lumot kerak. Ma'lumotlarni olish uchta yo'l bilan amalga oshirilishi mumkin. Mutaxassislar bilan uchrashib, paxta dalasida uchraydigan kasallikning turlari, kasallik sabablari, kasallik belgilari, paxta terimiga hujum qiluvchi

hashorotlar, paxta hosilini nobud qiladigan begona o'tlar va kasallikni bir o'simlikdan boshqasiga tarqatadigan hashorotlar haqida ma'lumot oldik. Paxta dalasida joylashtirilgan sensornlar turlicha ma'lumotlarni yig'adi. Jumladan, tuproq holatini aniqlovchi sensornlar tuproq holati, tuproq namligi va tuproq tarkibi haqidagi ma'lumotlarni to'playdi. Havoni aniqlovchi sensornlar havoning namlik darajasini va havoning haroratini aniqlaydi hamda ma'lumotlarni shlyuzga uzatadi. Shlyuzlar ma'lumotlarni serverga yuboradi, server amaliyotda foydalaniladigan ma'lumotlar ro'yxati asosida MMT tizimi orqali qaror qabul qiladi. Barcha dalillar oddiy bo'lsada, ma'lum bir mantiqqa asoslangan.

Internet tarmoqlariga asoslangan holda paxta ekinlari uchun MMT ishlab chiqildi. Buning uchun sensornlarni paxta maydoniga joylashtirildi. Ulardan olingan ma'lumotlar simsiz aloqa tarmog'i yordamida shlyuzga berildi va shlyuzdan serverga uzatildi. Sensornlar atrof-muhitdagi namlik, bargning namligi, harorat va namlik darajasini kuzatib boradi va dehqonga paxta terimida sug'orish to'g'risida tavsiyalarni yuboradi. Paxta hosiliga hujum qiladigan har xil begona o'tlar, zararkunandalar va turli hashorotlarni aniqlash uchun MMT'dan foydalandik. Bu tavsiyalar fermerning mobil telefoniga zaruriy choralar ko'rish uchun yuboriladi.

Xulosa qilib aytganda, olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlarining natijasi sifatida shuni ta'kidlash lozimki, MMT'dan foydalanish natijasida 2017-yilda paxta ekinini hosilidan olingan samaradorlik 2016-yildagiga nisbatan 24 foizga ko'proq natijani berdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. **A. Koucheryavy, A. Prokopiev.** Ubiquitous Sensor Networks Traffic Models for Telemetry Applications, The 11th International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking NEW2AN 2011, Springer LNCS 6869. August 2011 Saint-Petersburg.
2. **C. Y. Chong, S. Mori, K. C. Chang.** Distributed tracking in distributed sensor networks. American Control Conference, Seattle, WA, 1996.
3. **S. Cheekiralla.** Wireless Sensor Network-Based Tunnel Monitoring. REALWSN 2005, June 20–21, SICS, Sweden.