



4-SHO‘BA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA

IoV ARXITEKTURASINING AQLLI TRANSPORT TIZIMLARIDA QO‘LLANILISHI

PhD. ¹Kuchkorov Temurbek Ataxonovich, ²Hamzayev Jamshid Fayzidin o‘g‘li,
³Choriyev No‘mon Saxadulla o‘g‘li

^{1,2,3}Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, O‘zbekiston

t.kuchkorov@tuit.uz

Annotatsiya: Hozirgi davr texnologiyaning jadal rivojlanishi va kun sayin turli kashfiyotlar qilinayotgani bilan ajralib turadi. Hususan, avtotransportlar harakatini tartibga solish va yo‘l harakatini zamonaviy texnologiyalar yordamida yanada rivojlantirish orqali jamoat harakatini bir muncha sezilarli darajada qulay va havfsiz qilish mumkin. Rivojlanish va yangilanishni amalga oshirishdagi eng muhim sohalaridan biri avtotransport vositalarining harakatidir, bunda yo‘ldagi harakatni tartibga soluvchi o‘rnatilgan svetoforlar muhim ahamiyat kasb etadi. Chunki u yo‘l harakati tizimining o‘zagini tashkil qiladi. Aqlli shaharlar rivojlanishi bilan avtotransportlarni internet bilan harakatini tashkil etishga (Internet of Vehicles (IoV)) talab kuchaymoqda. Afsuski, transport oqimini rivojlantirish va yaxshilashga qaratilgan tinimsiz sa‘y-harakatlardan qat‘i nazar, hozirgi vaqtda yo‘l harakati an‘anaviy turdagi svetoforlar (uch rangli) tomonidan boshqariladi. Bu an‘anaviy svetoforlarda ko‘plab muammolar mavjud, shu jumladan yo‘l chorrahalarda vaqtni samarasiz boshqarish va shoshilinch transport vositalariga ustunlik berish imkoniyatiga ega emas. Vehicular Adhoc Networks (VANET) va Internet of Vehicles (IoV) kabi yangi texnologiyalar avtomobillarga yaqin atrofdagilar va maxsus infratuzilma bilan simsiz aloqa qilish imkonini beradi. Ushbu maqolada mavjud VANET va IoV asosida kelajakdagi transport tizimlari va aqlli shaharlar uchun mos keladigan yangi arxitektura asosida transport boshqaruv tizimi ko‘rib chiqilgan va tahlili olib borilgan.

Kalit so‘zlar: IoV, VANET, ITS, Roadside unit (RSU) qamrovi, Vehicle Vehicle-to-vehicle (V2V), Vehicle-to-infrastructure (V2I), Vehicle-to-Sensor (V2S), Aqlli shahar.

1. Kirish

Ko‘pgina mamlakatlarda, shu jumladan bir qator rivojlangan mamlakatlarda transport oqimini rivojlantirish va yaxshilashga qaratilgan keng ko‘lamli sa‘y-harakatlar olib borilayotgan bo‘lsada svetoforlarning quyidagi muammolari mavjud:

(a) yo‘l chorrahalarda vaqtni samarasiz boshqarish, transport vositalari

yo'lovchilarini keraksiz kutishga majbur qiladi, bu esa o'z navbatida tirbandlik, ifloslanish, qo'shimcha kechikishlar va boshqa noqulayliklarni keltirib chiqaradi.

(b) ma'lumot olish mumkin emas va ular moslashuvchan emas. Hozirda chorralarda har bir yo'l transport vositalarining soni yoki oqim zichligidan qat'iy nazar yashil bo'lishi uchun vaqtning doimiy qismi tayinlanadi. Buni oqibatida vaqtni tirbandlikka qarab taqsimlamaslik orqali samarasiz transport oqimini hosil qiladi. Kunning ba'zi davrlarida ba'zi yo'llar boshqalarga qaraganda ko'proq tirband bo'lishi mumkin, bu esa tirbandlikni kamaytirish uchun ko'proq vaqt talab qiladi. Biroq, an'anaviy transport signali bu xususiyatni ta'minlay olmaydi.

(c) chorradagi yo'lda transport vositalari qolmagandan keyin to'g'ridan-to'g'ri yopiladigan va bandda tushuntirilganidek doimiy taymer tugaguncha keraksiz kutishning oldini olish uchun keyingi yo'lni ochadigan aqlli svetaforga ehtiyoj bor.

(d) yomg'ir, tuman va boshqalar kabi ba'zi atrof-muhit sharoitlarida boshqaruv tizimiga ega emas. Bizda, ular ushbu sharoitlarda to'g'ri ishlamasligi yoki ko'rinmasligi mumkin. Shu sababli baxtsiz hodisalar va o'limga olib keladi.

(e) tez yordam vositalariga (tez yordam, o't o'chiruvchilar, politsiya va boshqalar) ustunlik berish usuli yo'q. Bunday transport vositalari chorrahaga kelishdan oldin ham ularga yo'l ochish uchun aqlli svetofojni talab qiladi.

(f) an'anaviy svetofo signallarining dinamik va moslashtirilgan xizmatlarni taqdim etishda yordam bera olmasligi sababli an'anaviy oqimni boshqarish tizimlarining boshqa ko'plab kamchiliklari mavjud.

An'anaviy oqimni boshqarish tizimining yuqorida aytib o'tilgan kamchiliklariga asoslanib, dinamiklik va moslashuvchanlikni ta'minlash uchun qandaydir aql-idrok shakllarini taqdim etish orqali uning funksionalligini yaxshilashga katta ehtiyoj borligi aniq. Bu esa o'z navbatida, tirbandlik va yo'l tirbandligini kamaytirishga yordam beradi, shu bilan sayohat vaqtini va ifloslanishni kamaytiradi. Oqimni boshqarishning an'anaviy tizimi bir necha o'n yillar oldin ishlab chiqilgan. O'sha paytda transport vositalarining soni juda oz edi va an'anaviy tizim o'sha paytda mavjud texnologiya bilan harakatni samarali boshqarish uchun yetarli edi. Ko'rinib turibdiki, transport vositalari sonining ko'payishi va ko'plab shaharlarda yo'llarning o'lchamlari va sonini oshirishning iloji yo'qligi sababli, tizmini almashtirishga katta ehtiyoj bor.

IoV arxitekturasini an'anaviy tizim tomonidan taqdim etilmaydigan ko'plab xizmatlarni taqdim etadi va u ilgari aytib o'tilgan muammolarni hal qiladi. Internet of Vehicles (IoV) – bu Intelligent Transportation Systems (ITS) asosida aqlli shaharlarda ko'plab istiqbolli ilovalarni ishlab chiqish imkonini beruvchi so'nggi texnologiyalarni joriy qilish mumkin. IoV aqlli shaharlarda keng qo'llaniladi.

2. Avtomobillar ineternetini amalga oshirish texnologiyalari

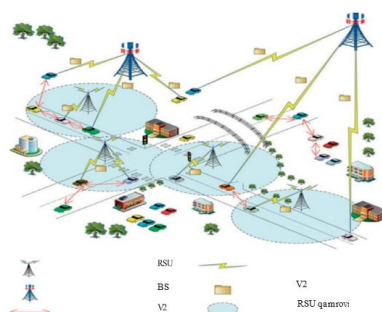
2.1. Vehicular Ad-hoc Network (VANET) arxitekturasini

Maxsus arxitekturalardan foydalangan holda transport vositalari o'rtasidagi

to'g'ridan-to'g'ri aloqa IVC (intervehicle communication) yoki Vehicular Ad-hoc NETworks (VANETs) deb ataladi. VANET ikkita aloqa turiga ega. Avtotransport vositasidan avtomobilga (V2V) aloqasi transport vositalariga yo'lda ular o'rtasida xabar almashish imkonini beradi. Avtotransport vositalari avtomobildan infratuzilmaga (V2I) aloqasidan foydalangan holda yo'llar yonida joylashgan infratuzilma bilan bog'lanishi mumkin. Har bir avtomobilda VANET xizmatlari va qatlamlariga imkon beruvchi qo'shimcha funktsiyalari bilan avtomobil kompyuteriga o'xshash bort bloki (OBU) mavjud va bu infratuzilmasi yo'l bo'yida o'rnatilgan yo'l bo'yi birliklari (RSU) tarmog'i hisoblanadi. 1-rasmda VANET ning dolzarb arxitekturasini tasvirlangan. IoV bu VANET ning keyingi avlodi hisoblanadi. VANET funktsionalligi va Internetning (IoT) bir nechta xususiyatlarini meros qilib oladi. V2V va V2I aloqa xizmatlariga qo'shimcha ravishda IoV boshqa bir nechta aloqa xizmatlarini o'z ichiga oladi. 2-rasmda ko'rsatilganidek, IoV V2P (avtomobildan piyodaga, zaif yo'l foydalanuvchilari bilan aloqa qilish imkonini beradi), V2S (avtomobilning ichki qismidagi avtomobildan datchikga), V2H (avtomobildan uyga, avtomobil egasi), V2B (aqlli shahardagi avtomobildan binoga, atrofdagi binolar), V2G (Vehicle-to-Grid, elektr zaryadlash uchun), V2D (Vehicle-to-Device, barcha bort qurilmalari uchun) va V2R (avtomobildan yo'lgacha bo'lgan belgilar). VANET va IoV ko'plab yangi xizmatlarni ishlab chiqish va yaratish imkonini beradi. Xavfsizlik bilan bog'liq xizmatlarga to'qnashuv yoki to'qnashuvning oldini olish, favqulodda vaziyatlar to'g'risida ogohlantirish tizimi, chorrahalarini muvofiqlashtirish, yo'l belgisi va signalining buzilishi haqida ogohlantirish, yo'l holati haqida ogohlantirish va yo'l harakati qoidalarini buzishni aniqlash kiradi. Boshqa xizmatlarga pul yig'ish, transport vositalari orqali tijorat operatsiyalari, yo'l harakati ma'lumotlari tizimlari, navigatsiya, avtomatik haydash, ob-havo ma'lumotlari, yoqilg'i quyish shoxobchasi yoki restoran joylashuvi va internetga kirish, musiqa yuklab olish, haydovchilar yoki yo'lovchilar o'rtasida xabar almashish va multimedia kabi interaktiv aloqalar kiradi.

2.2. Aqlli shaharlar uchun avtomobillar interneti arxitekturasini

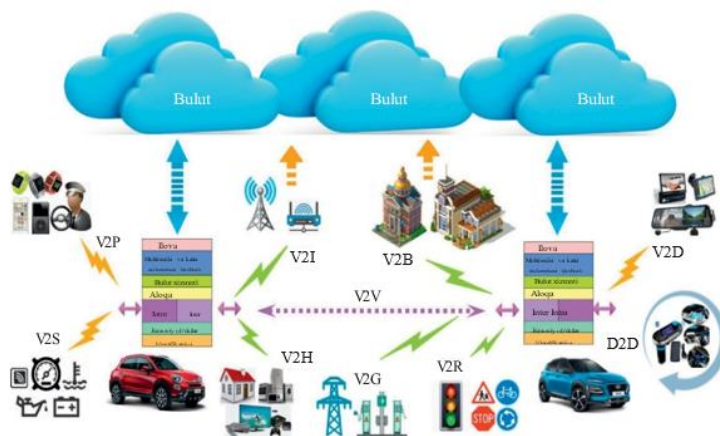
IoV texnologiyasi hali ham tadqiqot bosqichida, uni aqlli shaharlarda amalda qo'llashdan oldin ba'zi qiyinchiliklar mavjud. Eng muhimi bu transport vositalari uchun joylashishni aniqlash tizimi. Boshqacha qilib aytadigan bo'lsak, ushbu tizim "har bir transport vositasini real vaqt rejimida qanday qilib ta'minlash kerak?" degan savolga javob beradi.



1-rasm. Vehicular Ad-hoc Network (VANET) arxitekturasini [1].

Turli dastur toifalari uchun mos bo'lgan bir nechta joylashishni aniqlash usullari mavjud. IoV tomonidan taqdim etilgan har bir ilova yoki xizmat joylashuvni aniqlash tizimi o'z talablariga ega. Ba'zi ilovalar joylashuv ma'lumotlaridagi ba'zi xato darajalariga toqat qilishi mumkin. Boshqa ilovalar juda aniq va ishonchli joylashishni aniqlash tizimini talab qiladi. Birinchi toifaga misol sifatida trafikni boshqarish dasturlarini keltirish mumkin. Boshqa tomondan, xavfsizlik dasturlarining aksariyati ikkinchi toifani talab qiladi. Misol uchun to'qnashuvning oldini olish, avtomatik haydash va chiziqni kuzatish kabilarni keltirish mumkin. Joylashishni aniqlash tizimining aniqligi santimetrgacha aniqlikda bo'lishi kerak. Bundan tashqari, uning mavjudligi kafolatlangan bo'lishi kerak. Agar u bir muncha vaqt muvaffaqiyatsiz bo'lsa, to'qnashuvlar kabi halokatli holatlar yuzaga kelishi mumkin.

Eng keng tarqalgan va keng qo'llaniladigan joylashishni aniqlash tizimi Global Navigation Satellite System (GNSS). Bir nechta GNSS tizimlari mavjud, xususan, Global Navigation Satellite System (GLONASS) Global Positioning System (GPS) [2], BeiDou Navigation Satellite System (BDS) [3], Galileo [4] va boshqalar. GNSS joylashishni aniqlash tizimlari bir qator kamchiliklarga ega. Qabul qilib bo'lmaydigan kamchilik natijada olingan o'lchovlarning noto'g'riligi bo'ladi. Misol uchun, GPS qurilmalari 10 metrgacha xatoga olib kelishi mumkin. Aniqlik bir necha kishi uchun maqbul bo'lib tuyulishi mumkin.



2-rasm. IoV arxitekturasining aqlli shaharda qo'llanilishi [4]

3. Xulosa

Ushbu maqolada taklif qilingan aqlli transport tizimlari tomonidan taqdim etilishi mumkin bo'lgan xizmatlar boshqaruv tizimi tahlil qilindi. IoV va VANET infratuzilmasi va aqlli trafikni boshqarish tizimi to'lovsiz va qo'shimcha komponentlar yoki apparat ta'minotining ishlash jarayoniga to'htalib o'tilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, IoV arxitekturasini aqlli tizimlarda ancha samarali ishlaydi va sezilarli



darajada an'anaviy transport boshqaruv tizimlari uchun o'rtacha kutish vaqti nuqtai nazaridan yaxshi natijalar berishi mumkin.

Aqlli shaharlardagi barcha chorrahalarni optimallashtirish, piyodani boshqarish Vehicle-to-Pedestrian (V2P) aloqasidan foydalanish va taklif qilingan qurilmalar kelajakdagi muhim ishlardan biridir. Bu qo'shimcha aloqani rivojlantirishni modeli Pedestrian-to-Infrastructure (P2I)ni o'z ichiga olishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. H. Fussler, S. Schnauffer, M. Transier, and W. Effelsberg, “Vehicular ad-hoc networks: from vision to reality and back,” in *Proceedings of the 2007 Fourth Annual Conference on Wireless on Demand Network Systems and Services*, Obergurgl, Austria, January 2007.

2. E. A. Sholarin and J. L. Awange, “Global navigation satellite system (GNSS),” in *Environmental Science and Engineering (Subseries: Environmental Science)*, Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 2015.

3. Q. Zhao, C. Wang, J. Guo, B. Wang, and J. Liu, “Precise orbit and clock determination for BeiDou-3 experimental satellites with yaw attitude analysis,” *GPS Solutions*, vol. 22, no. 1, 2018.

4. L.-M. Ang, K. P. Seng, G. K. Ijamaru, and A. M. Zungeru, “Deployment of IoV for smart cities: applications, architecture, and challenges,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 6473–6492, 2019.

5. A. Elsaygher Mohamed, and Khaled A. A. Shalfan “Intelligent Traffic Management System Based on the Internet of Vehicles (IoV)” Received 11 April 2021; Revised 2 May 2021; Accepted 13 May 2021; Published 27 May 2021.