

KIBER-FIZIK TIZIMLAR (CPS) VA TARMOQLAR:ZAMONAVIY SANOATDA INTEGRATSIYA VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

IBRAGIMOV SH.M.¹, SOLIJONOVA Z.SH²

¹FarDU dotsenti, shavkat19702008@gmail.com

²FarDU talabasi, shezodbek010112@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada kiber-fizik tizimlar (Cyber-Physical Systems - CPS) texnologiyasining nazariy asoslari, uning kompyuter tarmoqlari bilan integratsiyasi va zamonaviy sanoatdagi o‘rni tahlil qilinadi. Maqolada CPS arxitekturasi 5C darajali modeli, sensorlar va aktuatorlarning ishlash prinsiplari hamda ma’lumotlar almashinuvi jarayonlari batafsil yoritilgan. Shuningdek, kiber-fizik tizimlarning "Sanoat 4.0" konsepsiyasidagi ahamiyati, tarmoq xavfsizligi masalalari va tizimni takomillashtirish yo‘llari ko‘rib chiqilgan. Mazkur ish IT mutaxassislari, avtomatlashtirish muhandislari va ushbu sohada izlanish olib borayotgan tadqiqotchilar uchun mo‘ljallangan.

Kalit so‘zlar: Kiber-fizik tizimlar (CPS), Sanoat 4.0, IoT (Narsalar interneti), 5C arxitekturasi, datchiklar, tarmoq protokollari, avtomatlashtirish.

KIRISH: Hozirgi davrda texnologik taraqqiyot jismoniy dunyo va raqamli makonning o‘zaro uzviy bog‘lanishiga olib keldi. Bu jarayonning markazida Kiber-fizik tizimlar (CPS) turadi. CPS - bu hisoblash algoritmlari va jismoniy komponentlarning bir butunlikda ishlashini ta’minlaydigan aqlli tizimlardir. An’anaviy avtomatlashtirilgan tizimlardan farqli o‘laroq, CPS tarmoq orqali doimiy ma’lumot almashadi va real vaqt rejimida qaror qabul qilish xususiyatiga ega.

Raqamli iqtisodiyot va aqlli shaharlar barpo etilayotgan bir paytda, CPS texnologiyasini ishlab chiqarish, energetika, tibbiyot va transport tizimlariga joriy etish dolzarb hisoblanadi.

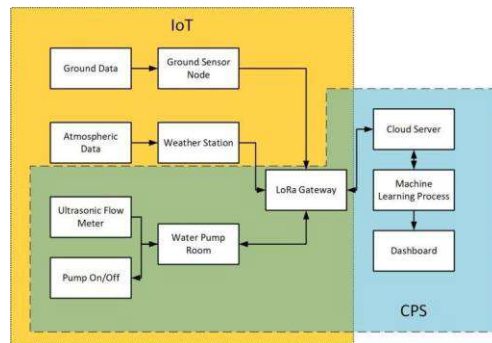


1-rasm. Kiber-fizik tizimlarning (CPS) tarkibiy qismlari va global tarmoq bilan integratsiyalashuvi.

1-rasmda ko‘rib turganimizdek, zamonaviy kiber-fizik tizimlar o‘zaro bog‘langan murakkab ekotizimdan iborat. Markaziy hisoblash birligi (protessor)

sensorlar, robotlashtirilgan texnikalar (robot qo‘l, dronlar) va transport vositalari bilan ma’lumotlar tarmog‘i orqali doimiy aloqada bo‘ladi. Ushbu jarayonda kiberxavfsizlik (qulf belgisi) va katta hajmdagi ma’lumotlar tahlili (Big Data) tizimning barqaror ishlashini ta’minlovchi asosiy ustunlardir. Foydalanuvchi esa mobil qurilmalar orqali ushbu intellektual muhitni real vaqt rejimida boshqarish imkoniyatiga ega."

CPS ARXITEKTURASI VA TARMOQ STRUKTURASI: Kiber-fizik tizimlarning ishlashini tizimli tushuntirish uchun asosan 5C arxitekturasi qo‘llaniladi. Bu tizim ma’lumotni yig‘ishdan tortib, aqlli qaror qabul qilishgacha bo‘lgan jarayonni qamrab oladi.



2-rasm. IoT va CPS integratsiyalashgan aqlli boshqaruv tizimi sxemasi.

2-rasmda taklif etilayotgan tizimning funksional blok-sxemasi keltirilgan. Bu yerda tizim ikki asosiy segmentga bo‘lingan: IoT (Narsalar interneti) va CPS (Kiber-fizik tizimlar). 1. IoT segmenti: Tuproq sensorlari (Ground Sensor) va ob-havo stansiyalaridan (Weather Station) olingan xom ma’lumotlarni yig‘ishga xizmat qiladi. Ma’lumotlar LoRa Gateway (shlyuzi) orqali markaziy serverga uzatiladi. 2. CPS segmenti: Bulutli server (Cloud Server) darajasida ma’lumotlarni qayta ishlaydi. Mashinali o‘qitish (Machine Learning) jarayoni orqali olingan tahlillar asosida tizim teskari aloqa (feedback) hosil qiladi va suv nasoslari (Water Pump Room) kabi fizik qurilmalarni avtomatik boshqaradi.

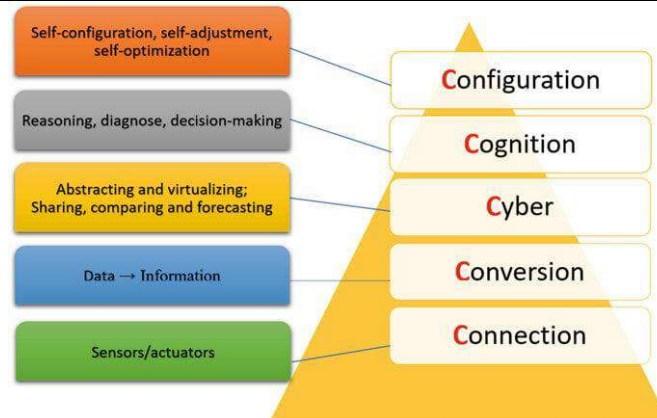
Bu rasm yuqorida biz gaplashgan "5C arxitekturasi"ning amaliy misoli (masalan, aqlli qishloq xo‘jaligi yoki suv xo‘jaligi uchun) sifatida xizmat qiladi.

CPSning 5C darajali arxitektura piramidasi

Bu maqolada tilga olingan 5C modelini vizual ifodalash uchun xizmat qiladi.

1-jadval

Daraja	Nomi	Vazifasi
5	Configuration	O'z-o'zini sozlash va boshqarish
4	Cognition	Grafik vizualizatsiya va qarorlarni qo'llab-quvvatlash
3	Cyber	"Raqamli egizak" yaratish va klasterli tahlil
2	Conversion	Ma'lumotlarni axborotga aylantirish (Data-to-Information)
1	Connection	Sensorlar orqali ulanish va ma'lumot yig'ish



3-rasm. Kiber-fizik tizimlarning 5C darajali iyerarxik modeli.

Qo'llanilish sohalari

- Aqlli ishlab chiqarish (Smart Manufacturing): Robotlarning o'zaro muvofiqlashgan harakati.
- Aqlli energetika (Smart Grid): Elektr energiyasini talabga qarab avtomatik taqsimlash.
- Tibbiyot: Masofaviy jarrohlik va aqlli implantlar.
- Transport: Haydovchisiz boshqariladigan poezdlar va dronlar logistikasi.

Asosiy muammolar va trendlar

1. Kiberxavfsizlik: Jismoniy qurilmalar tarmoqqa ulanganligi sababli, xakerlik hujumi jismoniy halokatga (masalan, zavod portlashiga) olib kelishi mumkin.
2. Kechikish vaqti (Latency): Real vaqt rejimida ishlaydigan tizimlarda ma'lumot uzatishdagi 1 millisekundlik kechikish ham kritik bo'lishi mumkin (shu sababli 5G juda muhim).
3. Standartlashtirish: Turli ishlab chiqaruvchilarning qurilmalari bir-biri bilan "bir tilda" gaplashishi uchun yagona protokollar kerak.

XULOSA: Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, Kiber-fizik tizimlar (CPS) shunchaki texnologik yangilik emas, balki sanoat va kundalik hayotni butunlay o‘zgartiruvchi fundamental asosdir. Tadqiqot davomida quyidagi muhim xulosalarga keldik:

1. Integratsiya samaradorligi: CPS jismoniy qurilmalarni raqamli algoritmlar bilan birlashtirish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini inson aralashuvisiz, real vaqt rejimida boshqarish imkonini beradi. Bu esa xatolarni minimallashtiradi.

2. Iyerarxik rivojlanish: 5C modeli (Connection, Conversion, Cyber, Cognition, Configuration) tizimning oddiy ma’lumot yig‘ishdan to to‘liq avtonom qaror qabul qilish darajasigacha bo‘lgan rivojlanish bosqichlarini aniq belgilab beradi.

3. IoT va CPS hamkorligi: IoT tizimlari ma’lumotlar manbai (sensorlar tarmog‘i) vazifasini bajarsa, CPS ushbu ma’lumotlar asosida fizik dunyoga ta’sir ko‘rsatuvchi "intellektual markaz" sifatida namoyon bo‘ladi.

4. Istiqbollar va xavfsizlik: Kelajakda 5G/6G tarmoqlari va sun’iy intellektning rivojlanishi CPS imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Biroq, tizimning tarmoqqa to‘liq bog‘liqligi kiberxavfsizlik masalasini eng ustuvor vazifaga aylantiradi.

CPS texnologiyalarini tatbiq etish iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida resurslarni tejash, unumdorlikni oshirish va xavfsiz transport hamda "aqlli" infratuzilmalarni yaratishning asosiy kalitidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lee, E. A. Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach. - MIT Press, 2020.
2. Wolf, W. Cyber-Physical Systems: Foundation, Design and Optimization. - Springer, 2021.
3. Tanenbaum, A. Computer Networks. - Boston: Pearson, 2021.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining "Raqamli O‘zbekiston - 2030" strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risidagi Farmoni.