

Mikroskopik, mezoskopik va makroskopik transport oqimi nazariyalari

“Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.”

Ekologik kelishuv doirasida barqaror transport (SPHERE)
Tanlov (Call): ERASMUS-EDU-2023-CBHE-STRAND-2
Loyiha raqami: 101128065

Transport oqimini modellashtirishga kirish

Transport oqimi nazariyasi transport muhandisligining avtomobil yo'llari va magistrallarda transport vositalarining harakatini o'rganuvchi bo'limidir. Ushbu nazariya transport vositalarining o'zaro qanday ta'sirlashishini, tirbandliklarning qanday yuzaga kelishini hamda transport tizimlarini yanada samarali loyihalash va boshqarish usullarini tushuntirishga qaratilgan. Transport oqimini modellashtirish turli sharoitlarda transport holatini tahlil qilish va bashorat qilish uchun matematik hamda hisoblash usullarini taqdim etadi.

Transport muhandislari ushbu modellardan yo'l harakati xavfsizligini oshirish, qatnov vaqtini qisqartirish, svetoforlar ishini optimallashtirish, transport infratuzilmasini rejalashtirish hamda intellektual transport tizimlarini (ITS) ishlab chiqishda foydalanadilar. Avtonom transport vositalari va aqlli shahar texnologiyalarining keng joriy etilishi bilan transport oqimi modellari yanada muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Transport oqimi modellari odatda transport oqimini ifodalashda qo'llaniladigan tafsilot darajasiga qarab uchta asosiy toifaga bo'linadi:

Mikroskopik modellar – alohida transport vositalari va haydovchilarning xatti-harakatlarini tavsiflaydi.

Mezoskopik modellar – transport vositalari guruhlarini ifodalaydi, shu bilan birga ayrim individual xususiyatlarni ham saqlab qoladi.

Makroskopik modellar – transport oqimini suyuqlik harakatiga o'xshash uzluksiz oqim sifatida qaraydi.

Har bir modellashtirish yondashuvi o'ziga xos farazlar, afzalliklar va cheklovlarga ega bo'lib, ular transport muhandisligining turli amaliy vazifalarini hal etishda qo'llaniladi.

Mikroskopik transport oqimi nazariyasi

Ta'rif

Mikroskopik transport oqimi nazariyasi transport oqimidagi alohida transport vositalarining harakati va ularning o'zaro ta'sirini o'rganadi. Bunda har bir transport vositasi alohida modellashtiriladi va uning harakati yaqin atrofdagi boshqa transport vositalarining harakati hamda haydovchi tomonidan qabul qilinadigan qarorlarga bog'liq bo'ladi.

Transport oqimining umumiy holatini tahlil qilish o'rniga, mikroskopik modellar haydovchilarning tezlanishi va sekinlanishi, xavfsiz oraliq masofani saqlashi, harakat yo'lagini almashtirishi, transport oqimiga qo'shilishi hamda yo'l sharoitlariga qanday munosabat bildirishiga e'tibor qaratadi.

Ushbu modellar yo'l harakatining haqiqiy sharoitlarini yuqori aniqlik bilan aks ettira olgani sababli transport oqimini simulyatsiya qilish dasturlarida keng qo'llaniladi.

Asosiy xususiyatlari

Mikroskopik modellar transport oqimini har bir transport vositasining alohida parametrlariga asoslanib tavsiflaydi.

Ushbu parametrlar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Transport vositasining joylashuvi (pozitsiyasi)

Transport vositasining tezligi

Tezlanish va sekinlanish

Headway (transport vositalari orasidagi masofa yoki vaqt oralig'i)

Haydovchining reaksiya vaqti

Haydovchining xatti-harakati

Harakat yo'lagini almashtirish (lane-changing) bo'yicha qarorlari

Har bir transport vositasi atrofdagi transport oqimining joriy holatiga qarab o'z joylashuvi va harakat parametrlarini uzluksiz ravishda yangilab boradi. Bu esa mikroskopik modellarga transport vositalari o'rtasidagi o'zaro ta'sirni yuqori aniqlik bilan aks ettirish imkonini beradi.

Asosiy tarkibiy qismlari

A. Avtomobilni kuzatish (Car-Following) modellari

Avtomobilni kuzatish (Car-Following) modellari bitta transport vositasining oldinda harakatlanayotgan transport vositasini xavfsiz masofani saqlagan holda qanday kuzatishini tavsiflaydi.

Orqada harakatlanayotgan transport vositasi o'z tezligini quyidagi omillarga qarab moslashtiradi:

Oldinda harakatlanayotgan transport vositasigacha bo'lgan masofa;

Transport vositalari o'rtasidagi nisbiy tezlik;

Haydovchining reaksiya vaqti;

Haydovchining istalgan (maqsadli) harakat tezligi.

Ushbu turdagi modellarga quyidagilar kiradi:

General Motors modeli;

Gipps modeli;

Intelligent Driver Model (IDM) – Intellektual haydovchi modeli.

Mazkur modellar transport oqimidagi tirbandliklarning yuzaga kelishi va tarqalishi, shuningdek, transport oqimida hosil bo'ladigan **zarb to'lqinlari (shockwaves)** jarayonlarini tahlil qilishda ayniqsa samarali hisoblanadi.

B. Harakat yo'lagini almashtirish modellari

Harakat yo'lagini almashtirish modellari haydovchilarning nima sababdan va qaysi vaziyatlarda harakat yo'lagini o'zgartirishini tushuntiradi. Ushbu modellar transport vositalarining yo'l harakati davomida qabul qiladigan qarorlarini tahlil qilish hamda transport oqimining samaradorligi va xavfsizligini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Haydovchilar odatda quyidagilarga ko'ra haydash yo'laklarini almashtiradi:

- Sekin harakatlanayotgan transport vositalarini quvib o'tish;
- Burilish uchun oldindan zarur yo'lakka o'tish; Avoid obstacles
- Yo'ldagi to'siqlarni chetlab o'tish;
- Harakat yo'lagini almashtirish to'g'risidagi qaror quyidagi omillarga asoslanadi:
- Harakat xavfsizligini baholash;
- Bo'shliqni qabul qilish , ya'ni qo'shni yo'lakdagi mavjud masofa yoki vaqt oralig'ining yetarliligini aniqlash;

C. Bo'shliqni qabul qilish modellari

Bo'shliqni qabul qilish haydovchining boshqa transport oqimiga qo'shilishdan oldin xavfsiz deb hisoblaydigan eng kichik masofa yoki vaqt oralig'ini anglatadi. Bular quyidagilar:

- Aylanma chorrahalarda
- Magistral yo'llarga qo'shilish
- Svetofor bilan boshqarilmaydigan chorrahalarda
- Magistral yo'lga kirish yo'laklarida

Mezoskopik transport oqimi nazariyasi

Ta'rif

Mezoskopik transport oqimi nazariyasi mikroskopik va makroskopik yondashuvlar o'rtasidagi oraliq bosqichni tashkil etadi. Har bir transport vositasini alohida va batafsil modellashtirish o'rniga, transport vositalari birgalikda harakatlanuvchi kichik guruhlar ko'rinishida ifodalanadi. Shu bilan birga, ushbu guruh tarkibidagi transport vositalarining ayrim individual xususiyatlari ham saqlab qolinadi. Mezoskopik modellar hisoblash samaradorligini yetarli darajadagi aniqlik bilan uyg'unlashtiradi. Shu sababli ular transport oqimini tahlil qilish va modellashtirishda hisoblash tezligi hamda deterministik (har bir transport vositasining harakati aniq natijalarning ishonchiligi o'rtasida muvozanatni ta'minlaydi.

Xususiyatlari:

Mezoskopik modellar:

- Transport vositalarini alohida emas, balki guruhlar ko'rinishida ifodalaydi;
- Haydovchilarning individual xatti-harakatlarini soddalashtirilgan tarzda tavsiflaydi;
- Transport vositalarining harakati haqidagi asosiy ma'lumotlarni saqlab qoladi;
- Mikroskopik modellarga nisbatan kamroq hisoblash resurslarini talab qiladi.

Bu yondashuv transport oqimini yetarli aniqlikda modellashtirish bilan birga, hisoblash jarayonining samaradorligini ham oshiradi.

Modellashtirish tamoyillari:

• Transport vositalari kolonnalarining (platoonlarning) harakati; transport vositalarining o'rtacha harakat xususiyatlari; transport vositalari o'rtasidagi o'zaro ta'sir; Harakat yo'nalishini (marshrutni) tanlash; Navbat (tirbandlik)larning shakllanishi. Mezoskopik modellarda transport oqimining dinamikasi belgilangan) usulda emas, balki statistik usulda ifodalanadi. Bunda transport oqimining umumiy xatti-harakati ehtimollik va o'rtacha ko'rsatkichlar asosida tavsiflanadi, bu esa hisoblash jarayonini soddalashtirish bilan birga yetarli aniqlikni ta'minlaydi.

Transport oqimi nazariyalarining taqqoslanishi

Xususiyat	Mikroskopik	Mezoskopik	Makroskopik
Modellashtirish birligi	Alohida transport vositasi	Transport vositalari guruhlar	Butun transport oqimi
Haydovchi xatti-harakatining ifodalanishi	To'liq ifodalanadi	Qisman ifodalanadi	Ifodalanmaydi
Hisoblash xarajati	Yuqori	O'rtacha	Past
Aniqlik darajasi	Juda yuqori	Yuqori	O'rtacha
Ma'lumotlarga bo'lgan talab	Juda katta hajmdagi ma'lumot talab etiladi	O'rtacha hajmdagi ma'lumot talab etiladi	Cheklangan hajmdagi ma'lumot talab etiladi
Qo'llash ko'lami	Mahalliy yo'llar va chorrahalar	Shahar transport tarmoqlari	Mintaqaviy va respublika ahamiyatidagi avtomobil yo'llari
Asosiy qo'llanilish sohalari	Haydash simulyatorlari, avtonom transport vositalari	Transport tarmoqlarini modellashtirish, transport oqimini boshqarish	Transportni rejalashtirish, prognozlash va tirbandliklarni tahlil qilish

Xulosa

Transport oqimi nazariyasi transport tizimlarini tushunish, ularning holatini bashorat qilish va samaradorligini oshirish uchun zarur bo'lgan muhim nazariy hamda amaliy vositalarni taqdim etadi. Mikroskopik, mezoskopik va makroskopik modellar transport oqimini turli darajadagi tafsilotlar asosida tavsiflaydi. Mikroskopik modellar alohida transport vositalari va haydovchilarning xatti-harakatlariga e'tibor qaratib, mahalliy transport oqimini tahlil qilishda yuqori aniqlikni ta'minlaydi. Mezoskopik modellar esa transport vositalarini guruhlar ko'rinishida ifodalash orqali modellashtirish aniqligi va hisoblash samaradorligi o'rtasidagi muvozanatni ta'minlaydi. Makroskopik modellar transport oqimini uzluksiz oqim sifatida ko'rib chiqadi va yirik hududlar miqyosida transportni rejalashtirish hamda transport siyosatini ishlab chiqishda keng qo'llaniladi.

Muayyan modellashtirish usulini tanlash tadqiqotning maqsadi, mavjud ma'lumotlar hajmi, hisoblash resurslari hamda transport muammosining fazoviy ko'lami bilan belgilanadi. Zamonaviy transport muhandisligida ushbu modellar ko'pincha o'zaro integratsiyalashgan holda qo'llanilib, transport oqimini samarali boshqarish, tirbandliklarni kamaytirish, yo'l harakati xavfsizligini oshirish va barqaror harakatchanlikni (sustainable mobility) ta'minlashga xizmat qiladi.

