

ЮКЛАРНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОЖХОНА НАЗОРАТИ АХБОРОТ ОҚИМЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ УСУЛИ

Саидов А.А., Усмонов Ж.Т.

Маълумотлар алмашинувининг ҳажми ортиши билан темир йўл бошқаруви тизими орқали юборилаётган хабарларнинг кечикишини камайтириши имконияти жуда муҳим ҳисобланади, шу сабабли ушбу мақолада юкларнинг божхона назорати автоматлаштирилган тизимида ахборот ресурсларини мақбул тарқатиши жараёни кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: ахборот оқими, божхона назорати, юк, маршрутлаш протоколи.

Рассматривается вопрос процесса оптимального распределения информационных ресурсов в автоматизированных системах таможенного контроля грузов перевозных по железной дороге позволяющих минимизировать время задержки передаваемых сообщений, что становится важным с ростом объемов обмена информацией.

Ключевые слова: информационный поток, таможенный контроль, грузы, протокол маршрутизации.

The issue of the process of optimal distribution of information resources in automated systems for the customs control of goods transported by rail is considered, which makes it possible to minimize the delay time of transmitted messages, which becomes important with the growth of information exchange volumes.

Keywords: information flow, customs control, cargo, routing protocol.

Кириш

Корпоратив ахборот коммуникация бозорини ривожлантириш тенденцияларининг тизимли таҳлили шуни кўрсатадики, маълумотлар алмашиш ҳажмининг изчил ортиши, алоқа каналларининг имкониятлари чекланганлигини ва маршрутлаш процедуралари учун алгоритмларни танлашни ҳисобга олган ҳолда бошқарув тизимида юборилаётган маълумотларнинг самарали тақсимланиши учун замонавий усул, алгоритм ва воситаларни ишлаб чиқишни тақозо этади.

Бундай эволюцияга бўлган эҳтиёж ва унинг мақсадга мувофиқлиги божхона органларининг трафик тузилмасини қайта тузиш ва алоқа каналларининг юкланишини мувозанатлаштириш

орқали телекоммуникация хизматларини кўрсатиш харажатларини минималлаштириш истаги билан боғлиқ.

Масаланинг ечилиши

Шу муносабат билан, оптимал ахборот технологиялари доирасида магистрал корпоратив тизимларда ахборот оқимларини тақсимлашнинг самарали усул ва воситаларини ишлаб чиқиш талаб этилади. Юкларни автоматлаштирилган божхона назорати тизимларида ахборот оқимларини логистика жараёнларини оптималлаштириш муаммоларини ҳал қилиш учун тизимни (N) коммуникация тугунлари ва (M) алоқа линияларидан ташкил топган деб таърифлаш мумкин. Юкларни автоматлаштирилган божхона назорати тизимларида ахборот оқимларини оптимал тақсимлаш модели узатилаётган хабарларнинг кечикиш вақти (T) ни минималлаштириши таъминлаш мақсадида қурилади. Бунда қуйидагиларни инобатга олиш лозим [1,3]:

- барча алоқа линиялари мутлақо ишончли;
- барча алоқа линиялари мустақкам;
- коммутация тугунлари чексиз хотирага эга;
- коммутация тугунларида қайта ишлаш вақти мавжуд эмас;
- барча хабарларнинг узунлиги мустақил ва ўртача қиймати $1/\mu$ байт кўрсаткичли қонунга мувофиқ тақсимланади;
- автоматлаштирилган божхона назорати тизимига кирувчи трафик i тугунида пайдо бўлган ва j тугуни учун мўлжалланган хабарлар учун бир хил устунликка эга γ_{ij} ўртача қийматли пуассон оқимини ҳосил қилувчи хабарлардан ташкил топган;
- юкларни автоматлаштирилган божхона назорати тизимининг трафики қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\gamma = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \gamma_{ij}, \quad (1)$$

бу ерда γ_{ij} - тўлик ташкил трафик;

- ҳар бир алоқа линияси ўтказувчанлик хусусияти d_{kl} байт/с га тенг дуплекс

алоқа каналдан ташкил топган, бу ерда d_{kl} байт/с - k ва l тугунлари орасидаги алоқа. Агар k ва l тугунлари орасидаги алоқа линияси мавжуд бўлмаса, у холда $d_{kl} = 0$.

Шундан сўнг, $x_{kl}^{(i,j)}$ орқали (k,l) линиясидан ўтаётган маълумот оқими улуши γ_{kl} белгиланади:

$$0 \leq x_{kl}^{(i,j)} \leq 1$$

Бу чекловлар остида қуйидаги ифодани осонгина аниқлаш мумкин

$$\lambda_{kl} = \gamma \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \gamma_{kl} x_{kl}^{(i,j)}, \quad (2)$$

бу ерда $\lambda_{kl} - \gamma_{kl}$ логистика билан келишиб олинган (k,l) линиясидаги ахборот оқими қиймати.

Одатда, автоматлаштирилган божхона назорати тизимида $x_{kl}^{(i,j)}$ ўзгарувчилар учун сақлаш шarti бажарилиши керак, бу қуйидаги тарзда ифодаланади:

$$\sum_{i=1}^N x_{kl}^{(i,j)} - \sum_{j=1}^N x_{kl}^{(i,j)} = \begin{cases} -1, & l = i, \\ 0, & l \neq i, j, \\ 1, & l = j. \end{cases}$$

Кечикчилар вақти z_{ij} орқали i тугунида юзага келган ва j тугунига мўлжалланган хабарни узатишга кетадиган ўртача вақтни аниқлаш мушкул эмас. Икки томонлама кечикишлар z_{ij} йиғиндиси сифатида аниқланадиган T юкларни божхона назорати тизимидаги хабарларнинг ўртача кечикиши, автоматлаштирилган тизим ишлаш сифатининг муҳим хусусияти ҳисобланади:

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \gamma_{ij} z_{ij}.$$

Юқоридаги формулани (1) ва (2) формулалар ёрдамида содда кўринишга келтириш мумкин:

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N \lambda_{kl} t_{kl}, \quad (3)$$

бу ерда t_{kl} - (k,l) линиясида хабарларнинг етиб келиш ўртача вақти.

Формула (1) дан фойдаланиб хабарни ўртача кечикиш қийматини T тахлилий кўринишини олиш мумкин.

Бундан ташқари хабарни юбориш вақти $\frac{1}{\mu d_{kl}}$ ва навбатдаги кутиш вақти W_{kl} дан иборат хабарларнинг (k,l) линиясида қолиш ўртача вақти қуйидагича аниқланади:

$$t_{kl} = \frac{1}{\mu d_{kl}} + w_{kl} \text{ ёки } t_{kl} = \frac{1}{\mu d_{kl} - \lambda_{kl}}.$$

$$\text{бу ерда } w_{kl} = \frac{1}{\mu d_{kl}} * \frac{\lambda_{kl}}{\mu d_{kl} - \lambda_{kl}}$$

Агар $f_{kl} = \lambda_{kl} / \mu$ - (k,l) линиясидаги оқим қиймати $f_{kl} = \lambda_{kl} / \mu$ байт/с деб белгиланса, у холда:

$$t_{kl} = \frac{1}{\mu} * \frac{1}{d_{kl} - f_{kl}}.$$

Юқоридагиларга асосланиб, (3) ифодага t_{kl} жойлаштирилганда юкларни автоматлаштирилган божхона назорат тизимида хабарларни ўртача кечикишини аниқловчи ифода ҳосил қилиш мумкин.

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{f_{kl}}{d_{kl} - f_{kl}}. \quad (4)$$

Қабул қилинган тахмин ва таърифлар T катталигининг оптимал қийматини таъминлаб берувчи $x_{kl}^{(i,j)}$ ўзгарувчилар қийматини топиш вазибаларини шакллантириш имконини беради.

Деярли барча юкларнинг божхона назорати автоматлаштирилган тизимида қуйидаги маълумотлар мавжуд:

- 1) юкларни божхона назорати автоматлаштирилган тизимининг топологик тузилмаси;
- 2) қирувчи ахборот оқимларининг логистика матрицаси $\|\gamma_{ij}\|$;
- 3) алоқа линияларининг ўтказувчанлик хусусиятлари $\|d_{kl}\|$;
- 4) хабарнинг ўртача узунлиги $1 / \mu$.

Ушбу маълумотлар орқали $x_{kl}^{(i,j)}$ ўзгарувчиларни осонгина аниқлаш мумкин, хусусан, алоқа линияларида ахборот оқимларининг логистикасини ҳам f_{kl} , масалан:

$$T = \frac{1}{\gamma} \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N \frac{f_{kl}}{d_{kl} - f_{kl}} \rightarrow \min. \quad (5)$$

қуйидаги чекловларда амалга оширилади:

$$f_{kl} = \frac{1}{\mu} \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N \gamma_{ij} * x_{kl}^{(i,j)}; \quad k, l = 1, 2, \dots, N, \\ f_{kl} < d_{kl}; \quad k, l = 1, 2, \dots, N,$$

$$\sum_{k=1}^N x_{kl}^{(i,j)} - \sum_{k=1}^N x_{kl}^{(i,j)} = \begin{cases} -1, & l = i \\ 0, & l \neq i, j \\ 1, & l = j \end{cases}$$

$$0 \leq x_{kl}^{(i,j)} \leq 1; \quad i, j, k, l = 1, 2, \dots, N. \quad (6)$$

Ҳосил бўлган ифода ўртача кечикиш мезони бўйича юкларни автоматлаштирилган божхона назорати тизимида оптимал оқимлар ва оп-

тимал логистикани аниқлаш ифодаси ҳисобланади [3].

Келтирилган чекловда (6), хабарларни i тугундан j тугунига юбориш учун фақатгина битта трафик ишлатилиши назарда тутилган, яъни (5) – (6) ифода логистикани танлаш муқобил жараёнини тавсифлайди.

Агар (6) қуйидаги шаклга келтирилса

$$x_{kl}^{(i,j)} \in \{0,1\}; \quad i, j, k, l = 1, 2, \dots, N, \quad (7)$$

у ҳолда (5) – (6) ифода (7) шарт билан биргаликда белгиланган логистикани аниқлайди. Шу сабабли k йўналишли логистика ҳолатида ахборот оқимлари логистикаси жараёнини оптималлаштириш вазифаларини формаллаштириш учун қўшимча чекловларни қўллаш лозим.

Бунинг учун қуйидаги ўзгарувчиларни кiritиш лозим:

$$v_{kl}^{(i,j)} = \begin{cases} 1, & \text{агар } \sum_{k=1}^N x_{kl}^{(i,j)} > 0 \\ 0, & \text{агар } \sum_{k=1}^N x_{kl}^{(i,j)} = 0 \end{cases} \quad j, k, l = 1, 2, \dots, N.$$

Юқоридаги ифода орқали $v_{kl}^{(i,j)}$ ўзгарувчи агар (k,l) алоқа линияси j қабул қилувчи-тугунга камида битта манба-тугундан ахборот оқимларини юбориш учун қўлланилганда 1 га, акс ҳолда 0 га тенглигини кўриш мумкин.

Бунда j қабул қилувчи тугунга ҳар бир тугундан маълумотлар юбориш учун қўлланилувчи (k) чиқувчи линиялар сонини чеклов имкониятини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\sum_{k=1}^N v_{kl}^{(i,j)} \leq K; \quad k, j = 1, 2, \dots, N. \quad (8)$$

Шундан келиб чиққан ҳолда, (5) - (8) ифода K йўналишли логистиканинг K қиймати 1 га тенг бўлса, у ҳолда (6) ва (8) чекловлар (7) чекловга айланади, яъни белгиланган логистика учун қўйилган вазифа шартини қайта олиш имконини беради.

Юқларни божхона назорати автоматлаштирилган тизимида ахборот оқимларининг оптимал логистикасини танлаш вазифасини ҳал қилишнинг формал натижаси бир қанча ўзгарувчилар ёрдамида аниқланади $x_{kl}^{(i,j)}$; $i, j, k, l = 1, 2, \dots, N$ [2]. Ушбу ўзгарувчиларга таянган ҳолда оптимал логистика бўйлаб юбориш керак бўлган f_{kl} автоматлаштирилган тизимларда ахборот оқими қийматини, манба қабул қилувчи жуфт тугунлар учун бир қанча оптимал логистикалар ҳамда қирувчи ахборот оқимининг улушини γ_{ij} аниқлаш мумкин. Одатда, $x_{kl}^{(i,j)}$ ўзгарувчилар амалий мазмунга эга эмас ва қўллаб оқимларнинг оптимал логистикасини аниқловчи мавжуд алгоритмлар фақатгина f_{kl}

юқларни божхона назорати автоматлаштирилган тизимидаги логистикаларни аниқлайди ҳалос. (4) формула орқали f_{kl} қийматини аниқлаб T минимал кечикиш қийматини ҳисоблаш мумкин. Аммо баъзи ҳолатларда қайси логистика ахборот оқимнинг оптимал тақсимланишига олиб келиши мумкинлигини билиш керак [4].

Навбатдаги вазифа қўйилишига нисбатан жиддийроқ қаралади: ҳар бир манба (i) – қабул қилувчи (j) тугунлар жуфтлиги учун бир қанча оптимал логистикалар

$$\Pi_{ij} = \{\pi_{ij}^{(r)}\}, \quad r = 1, 2, R_{ij} \quad (R_{ij} - i \text{ ва } j$$

туғундаги оптимал логистикалар сони) ва λ_{ij} қирувчи хажмнинг ахборот ресурслари улуши

$$\alpha_{ij}^{(r)} \text{ га мувофиқ қўлланилувчи } \pi_{ij}^{(r)} \left(\sum_{k=1}^N \alpha_{ij}^{(r)} = 1 \right)$$

логистикани топиш лозим. Яъни $R_{ij} = 1$ ва

$\alpha_{ij} = 1$ белгиланган логистика учун ягона оптимал логистика аниқланади. Оптимал логистика танлаш вазифаси қаварик максатли функция ва қаварик бир қанча чеклов вазифалари синфига тегишли ҳисобланади. Демак, ушбу вазифанинг глобал минимуми ҳисобланувчи ягона локал минимуми мавжуд [1].

Юқларни божхона назорати автоматлаштирилган тизимининг ахборот оқимлари оптимал логистикаси жараёнларини аниқлаш алгоритми қуйидаги тартибда аниқланади:

1. ω_{kl} алоқа линияларининг “юқланган-лиги”ни аниқлаш ва f_{kl} да ахборот ресурсларини ишга тушириш:

$$\omega_{kl} := \left[\frac{\partial T}{\partial f_{kl}} \right] f_{kl} = \frac{1}{d_{kl}}; \quad k, l = 1, 2, \dots, N; \quad d_{kl} > 0.$$

2. ω_{kl} алоқа линияларининг “юқланган-лиги”ни қўллаган ҳолда барча “қабул қилувчи манба” жуфт тугунлари оралиғидаги π_{ij} қисқа йўлларни аниқлаш. Ушбу ҳолатда энг қисқа йўлларни топиш учун Флойд алгоритмидан фойдаланилади [2].

3. Ахборот ресурсларини энг қисқа йўллар орқали тақсимлаш

$$\forall i, j = 1, 2, \dots, N: \forall (k, l) \in \pi_{ij}: f_{kl} := f_{kl} + \frac{\gamma_{ij}}{\mu}.$$

4. Ҳисоблаш

$$T_{old} = \frac{1}{\gamma} \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N \frac{f_{kl}}{d_{kl} - f_{kl}}$$

5. Қўйиш

$$\gamma^{(1)} := \gamma$$

6. Қўйиш

$$\gamma^{(2)} := \min \left\{ \gamma, \frac{\gamma^{(q)}}{P_{\max}} \right\},$$

бунда q - кирувчи ахборот оқимларининг логистика матрицасининг тартиби;

$$P_{\max} = \max \left\{ \frac{f_{kl}}{d_{kl}} \right\}; \quad \forall (k,l) : d_{kl} > 0.$$

7. Божхона назорати автоматлаштирилган тизимларида ахборот оқимларини қайта ҳисоблаш

$$f_{kl} := f_{kl} \frac{\gamma^{(2)}}{\gamma^{(1)}}; \quad k, l = 1, 2, \dots, N.$$

8. ω_{kl} алоқа линияларининг “оғирликларини”ни аниқлаш ва ахборот оқимларини энг қисқа йўл φ_{kl} орқали ишга тушириш:

$$\omega_{kl} := \begin{cases} \left[\frac{\partial \Gamma}{\partial f_{kl}} \right] = \frac{d_{kl}}{(d_{kl} - f_{kl})^2} : f_{kl} = 0 = \frac{1}{d_{kl}}; & d_{kl} > 0 \text{ ёки } f_{kl} < d_{kl} \\ \infty & d_{kl} = 0 \text{ ёки } f_{kl} \geq d_{kl}; \end{cases}$$

бунда $k, l = 1, 2, \dots, N$.

9. ω_{kl} алоқа линияларининг “юқланганлиги”ни қўллаган ҳолда барча “қабул қилувчи манба” жуфт тугунлари оралиғидаги π_{ij} қисқа йўллари аниқлаш.

10. Ахборот ресурсларини энг қисқа йўллари орқали тақсимлаш:

$$\varphi_{kl} := \varphi_{kl} + \gamma_{ij} * \frac{\gamma^{(2)}}{\mu\gamma}.$$

$$\forall_{i,j} = 1, 2, \dots, N;$$

$$\forall (k, l) \in \pi_{ij}.$$

11. (6) чеклов шarti бажарилган тақдирда функцияни минималлаштирувчи $\beta \in [0, 1]$ катталигини топиш

$$T(\beta) = \frac{1}{\gamma^{(2)}} \sum_{l=1}^N \sum_{k=1}^N \frac{\beta * \varphi_{kl} + (1 - \beta) * f_{kl}}{d_{kl} - \beta * \varphi_{kl} - (1 - \beta) * f_{kl}}.$$

β катталигини топиш учун барча маълум бир ўлчовли қидирув усуллари орқали амалга ошириш мумкин, масалан, Фибоначчи усули билан. Агар бирон бир қиймат учун $\beta : \varphi_{kl} + (1 - \beta) * f_{kl} \geq d_{kl}$ бўлса, у ҳолда $T(\beta) = \infty$ қўйиш орқали (6) чекловни бир ўлчовли қидирув методини амалга оширишда қўшиш мумкин.

12. β катталигига ахборот оқими логистикаси ўзгаришини амалга ошириш.

$$f_{kl} = \beta * \varphi_{kl} + (1 - \beta) * f_{kl}; \quad k, l = 1, 2, \dots, N /$$

13. Ҳисоблаш

$$T_{new} := \frac{1}{\gamma^{(2)}} \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N \frac{f_{kl}}{d_{kl} - f_{kl}}.$$

14. Агар $|T_{old} - T_{new}| \leq \varepsilon$, у ҳолда STOP:

агар $\gamma^{(2)} < \gamma$, у ҳолда қабул қилинадиган ечимлар мавжуд эмас;

агар $\gamma^{(2)} = \gamma$, берилган ε аниқлик билан мақбул ечим олинади.

Акс ҳолда:

1) қўйиш: $T_{old} := T_{new} \gamma^{(1)} := \gamma^{(2)}$;

2) агар $\gamma^{(1)} < \gamma$ бўлса 6 га ўтилди, акс ҳолда 8 кадамга ўтилади.

Дастлабки тавсиф билан солиштирганда алгоритм, ахборот оқимлари (1-14 кадам) рухсат этилган логистиканинг бошланғич кадамларини бирлаштириб юборади, хусусан, ўртача кечикишни минималлаштириш вазифаларини ҳам (8-14 кадам).

Бир қанча $\Pi_{ij} = \{ \Pi_{ij}^{(r)}, r = 1, 2 \}$, R_{ij} оптимал

логистикаларни ва γ_{ij} кирувчи оқимдан $\alpha_{ij}^{(r)}$ ахборот оқимлари улушини аниқлаш учун [3] ишда таклиф этилган алгоритмнинг модификациясидан фойдаланиш мумкин.

Хулоса

Алгоритмнинг назарий меҳнат унумдорлиги барча тугун жуфтликлари орасида қисқа йўллари қидирувчи 2 ва 9 кадамлар орқали амалга оширилиши аниқланди;

Корпоратив тузилмаларда бизнес-жараёнларни олиб бориш учун ахборот оқимлари оптимал логистикасини танлаш модели ва уларни амалга ошириш алгоритмлари қурилди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Ландэ Д.В. Основы интеграции информационных потоков / Д.В. Ландэ. –К: Инжиниринг, 2006. – 240 с.

2. Усов А.В. Введение в методы оптимизации и теорию технических систем // А.В. Усов, Г.А.Оборский, Ю.А.Морозов, К.А.Дубров. – Одесса: Астропринт, 2005. – 496 с.

3. Олифер В.Г. Компьютерные сети / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – 3- нашр. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.

4. А.Саидов, М.Мирбобоев, Ш.Алметов, Н.Ғаниева, И.Бобокулов. “Божхона органларининг ахборот тизимлари асослари” – I том. Тошкент – 2016. – 421 с.