

АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

DOI 10.51885/1561-4212_2023_4_274

MPHTI 20.53.23

**Т.С. Қартбаев, М.А. Сыдыбаева², С.А. Бельгинова³, К.Ө. Тоғжанова⁴,
Д.М. Ескендірова⁵**¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: kartbaev_t@mail.ru²Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: turlen_a@mail.ru³Тұран университеті, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: sbelginova@gmail.com*⁴Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: togzhanova_kuljan@mail.ru⁵Тұран университеті, Алматы қ., Қазақстан
E-mail: damelya_06@list.ru**ГЕТЕРОГЕНДІ РАДИО ҚОЛ ЖЕТКІЗУ ЖЕЛІСІНІҢ ТИІМДІ ЖҰМЫС ІСТЕУІН
ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МІНДЕТІН РЕСІМДЕУ****ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ГЕТЕРОГЕННОЙ СЕТИ РАДИОДОСТУПА****FORMALIZING THE PROBLEM OF ENSURING THE EFFICIENT FUNCTIONING
OF A HETEROGENEOUS RADIO ACCESS NETWORK**

Аңдатпа. Төтенше жағдайларға жедел ден қою және халықты уақтылы хабардар ету үшін тиімді қол жеткізу желілерінің болуы өте маңызды. Алайда, барлық желілер тиісті сипаттамаларға ие емес. Қол жетімді желілердің жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін оларға түсетін жүктемелерін есептеп, сымсыз желілер арасында ауысу мәселесін шешу керек. Мақалада тиімді сымсыз желінің құрылысы қарастырылған, берілген параметрлерді қосқан кезде желінің күйі, жүктеудің біркелкілігі критерийі бойынша сымсыз желілердің әртүрлі түрлері арасында ауысу мүмкіндігі талданады. Көрсетілген шешімдер төтенше жағдайлар кезінде халықты жедел хабардар ету, сондай-ақ адамдарды төтенше жағдай аймағынан эвакуациялауды оңтайландыру міндетін жеңілдетуге мүмкіндік береді. Мұндай жағдайларда жедел қоңыраулар саны артып, сымсыз желілер мүмкіндігінше жүктеледі. Сымсыз желілер өз жұмыстарын көп күш жұмсамай орындай алуы үшін, оларды базалық станциялар мен басқару нүктелеріне дұрыс және біркелкі тарату қажет.

Түйін сөздер: Гетерогенді қол жеткізу желілері, Тиімді сымсыз желілер, Төтенше жағдайлар, Төтенше жағдайлар кезіндегі ескерту.

Аннотация. Очень важно иметь эффективные сети доступа для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации и своевременного оповещения населения. Однако не все сети имеют соответствующие характеристики. Чтобы обеспечить функционирование доступных сетей, им необходимо решить проблему расчета нагрузки и переключения между беспроводными сетями. В статье рассматривается построение эффективной беспроводной сети, анализируется состояние сети при подключении с заданными параметрами, возможность переключения между различными типами беспроводных сетей по критерию равномерности нагрузки. Эти решения позволят упростить задачу оперативного информирования населения в

чрезвычайных ситуациях, а также оптимизировать эвакуацию людей из зоны чрезвычайной ситуации. В таких случаях количество экстренных вызовов увеличивается, а беспроводные сети загружаются как можно больше. Чтобы беспроводные сети могли выполнять свою работу без особых усилий, их необходимо правильно и равномерно распределить по базовым станциям и контрольным точкам.

Ключевые слова: Гетерогенные сети доступа, Эффективные беспроводные сети, Аварийные ситуации, Оповещение в чрезвычайных ситуациях.

Abstract. It is very important to have effective access networks for rapid response to emergencies and timely notification of the population. However, not all networks have the appropriate characteristics. To ensure the functioning of the available networks, they need to solve the problem of calculating the load and switching between wireless networks. The article discusses the construction of an effective wireless network, analyzes the state of the network when connected with the specified parameters, the possibility of switching between different types of wireless networks according to the criterion of load uniformity. These solutions will simplify the task of promptly informing the population in emergency situations, as well as optimize the evacuation of people from the emergency zone. In such cases, the number of emergency calls increases, and wireless networks are loaded as much as possible. For wireless networks to do their job effortlessly, they need to be properly and evenly distributed across base stations and control points.

Keywords: Heterogeneous access networks, Efficient wireless networks, Emergency situations, Emergency notification

Кіріспе. Тапсырманың бастапқы шарттары: адамдарды төтенше жағдайлар аймағынан эвакуациялау туралы хабарлау үшін ықтимал пайдалануға бағытталған гетерогенді желіде мобильді құрылғылардың жұмыс істеуі мен жұмыс істеуі үшін берілген кеңістікте тиімді сымсыз желілерді құру мәселесін шешу болсын:

Жабық кеңістік орнатылды Ω ;

Ω кеңістігі Ω^P – кеңістігі, сымсыз технологиямен жабылған кеңістік болып саналатын, $\Omega \rightarrow \Omega^P \cup \Omega^{nP}$ кеңістігінен тұрады; Ω^{nP} – жабылмаған кеңістік (физикалық тұрғыдан жоқ немесе істен шыққан өлі аймақтар, атап айтқанда ТЖ нәтижесінде, базалық станциялар немесе кіру нүктелері және т. б.)

S радио қол жеткізу желілері мен қосылыстар жиынтығынан ($n = 1, 2, \dots, N$) тұратын, Ω кеңістігінде сымсыз гетерогенді желі (немесе гетерогенді желі (әрі қарай БГС мәтіні бойынша) жұмыс істейді. BGS-тегі әрбір желі жеке хабар тарату станцияларынан тұрады. Яғни, BGS-бұл әртүрлі сипаттамалары бар гетерогенді сымсыз байланыс жүйелерінің станцияларының жиынтығы:

$$S = \{S_i\}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

мұнда S – гетерогенді базалық станциялар немесе BGS басқару нүктелері, i – BS станцияларының саны.

Сымсыз станциялармен қамту кеңістігі Ω^P мыналардан тұрады:

$$\Omega^P = \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \dots \cup \Omega_k, \quad k = 1, \dots, m, \quad (2)$$

k – желімен жабылған кеңістіктер саны. Айтылатын мән, егер мобильді құрылғылардың саны көбейіп, сигнал сапасы төмендесе, онда өлі аймақтар пайда болуы мүмкін, бұл өз кезегінде Ω^P -ды азайтады. Бұдан шығатыны, Ω^P кеңістігі белгілі бір аймақтағы мобильді құрылғылардың санына тәуелді.

Әрбір $S_i \in S$ сымсыз станциясының бірқатар сипаттамалары бар:

$$\chi(S_i) = \{\chi_{i1}, \chi_{i2}, \dots, \chi_{ij}, \dots, \chi_{in}\}, \quad (3)$$

мұндағы $\chi(S_i)$ – базалық станцияның (бұдан әрі БС) немесе басқару нүктелерінің сипаттамалары, n – сипаттамалардың жалпы саны.

Сипаттамалар тізіміне мыналар кіруі мүмкін:

1. χ_{ih} – BS энергия қуатының әсер ету өрісінің радиусы Δ ден кем емес, яғни сымсыз байланыс желісі шектеулі радио ресурсқа ие P_S диапазонымен;
2. χ_{ij} – өріс энергиясының шамасы BC кездейсоқ нүктеде x , өріс радиусы;
3. χ_{ik} – байланыстың сенімділік деңгейі (яғни, сенімділік);
4. χ_{il} – байланыс қауіпсіздігі деңгейі (яғни адамдарды ТЖ аймағынан эвакуациялау туралы ескертуге байланысты міндеттерді орындау үшін қауіпсіздік),
5. χ_{im} – станцияның қуат деңгейі;

Сипаттамада біз сипаттамалардың құрамына кіретін BS немесе басқару нүктесіне (ТД) сәйкес сипаттамасының түрін көрсету үшін h, j, k, l, m белгілерін қолданамыз.

$\chi_{im} = S_i(D)$ – бұл S_i желідегі мобильді құрылғылардың саны мен тізімі, χ_{im} ; $\chi_{im} = BS_i(D_f)$ – сипаттамасы бар; Егер D_f мобильді құрылғылар S_i станция желісіне таратылса, 1-ге тең екілік шама. Әйтпесе 0-ге тең.

Көптеген сымсыз байланыс станцияларының әсерінен Ω кеңістігінде еркін режимде жұмыс істейтін (жүктемесіз) немесе жұмыс операцияларын (немесе тапсырмаларды) бөлек (жалғыз) және бірге орындайтын көптеген мобильді құрылғылар бар. Бұл құрылғыларға жататындар:

$$D = D_1, D_2, \dots, D_f, \dots, D_m, \quad (4)$$

мұндағы m – мобильді құрылғылардың саны, f – мобильді құрылғылар тобының құрамына кіретін мобильді құрылғының орны.

Құрылғылардың сипаттамалары келесідей:

Әрбір $D_f \in D$ құрылғының бірқатар сипаттамалары бар

$$\eta(D_f) = \{\eta_{f1}, \eta_{f2}, \dots, \eta_{fj}, \dots, \eta_{fn}\}, \quad (5)$$

мұндағы η_f – мобильді құрылғының сипаттамалары .

Сипаттамалар тізіміне кіретіндер:

η_{fi} – байланыс сигналын ұстап қалу өрісінің радиусы , егер D_f мобильді құрылғылары S_i BS желісіне таратылса және олар оның ресурсын r_{SD} мөлшерінде пайдаланса, сигналдың қуаты δ кем болмайды;

η_{fc} – QoS қызметтерінің, оның ішінде адамдарды ТЖ аймағынан эвакуациялау туралы хабарлау міндетіне байланысты талаптарды қамтамасыз ету үшін қажетті ең төменгі ресурс. Жалпы жағдайда qos-Берілген технологиялық шеңберде трафиктің белгілі бір түрінің толық көлемде өтуіне кепілдік бере алатын технологиялар [1];

η_{fk} – өріс радиусының x ерікті нүктесіндегі түсіру сигналының қуат шамасы;

η_{fl} – өзара әрекеттесуді түсірудің сенімділік деңгейі (сенімділік);

η_{fm} – байланыс қауіпсіздігі деңгейі (яғни, эвакуация туралы ескерту тапсырмаларын орындау үшін қауіпсіздік);

η_{fh} – станциялардың қуат деңгейі;

$\eta_{im} = S_i(D)$ – станция желісіндегі мобильді құрылғылардың саны мен тізімі S_i ;

D_f мобильді құрылғы S_i станция желісінде таратылса, $\eta_{in} = BS_i(D_f)$ – 1-ге тең екілік айнымалы. Кері жағдайда, 0 және т. б. сипаттамада жоғарыда аталған сипаттамаларға кіретін мобильді құрылғылардың әртүрлі параметрлерін көрсету үшін j, c, k, l, m, h, c белгілері қолданылады.

Берілген бизнес-процестер жиынтығы (BP) болсын және оларды кеңістікте орындау немесе осы бизнес-процестерді орындауға қолдау көрсету қажет.

$BP = \{BP_i: i = 1, \dots, L\}$, атап айтқанда $L = 1$. Бір бизнес-процестің жағдайын қарастырыңыз, мысалы, төтенше жағдай аймағынан эвакуация туралы ескерту. Содан

кейін BP бірлік бизнес процесі жұмыс операцияларынан тұрады:

$$R_0 = \{R_{01}, R_{02}, \dots, R_{0j}, \dots, R_{0k}\}, \quad (6)$$

мұндағы k – жұмыс операцияларының саны, берілген айнымалының мәнін есептерін қоюшы анықтайды; BP бизнес-процестерінің құрамына кіретін R_{0i} – жұмыс операциясы.

Жұмыс операциялары статикалық, динамикалық, с анықталған немесе анықталмаған күйлерде болуы мүмкін. Олар (жұмыс операциялары) бірлесіп немесе бөлек орындалуы мүмкін. Бұл бизнес-процестердің жұмыс операцияларын орындауды ұйымдастыру жүйесін анықтайды.

Әр жұмыс операциясын орындау үшін белгілі бір талаптар қойылады [2, 3]:

а) құрылғы немесе құрылғылар тарапынан шарттарды орындау талап етіледі, яғни жұмыс операцияларын орындау үшін құрылғыларды таңдау бойынша талаптар бар.

Барлық талаптар келесідей белгіленеді:

$$V = \{V_1, V_2, \dots, V_i, \dots, V_g\}, \quad (7)$$

мұндағы g – талаптардың жалпы саны, яғни мәнін есептер шығарушы анықтайтын критерий; V_i – қоюшы анықтайтын талап.

V_i талабы немесе критерийі келесі мәндерге ие (мазмұны, сипаттамалары): сигнал күші немесе сымсыз қуат. Мобильді құрылғының ақаусыз жұмыс істеуі үшін оның мәні β ден кем болмауы керек. β мағынасы 1-тарауда қарастырылған алдыңғы зерттеулерге сүйене отырып белгілі. Бірақ бұл диссертациядағы сұрақтар қарастырылмайды.

Сондай-ақ, басқа талаптар бар, мысалы: сенімділік/үздіксіздік (үздіксіздік коэффициенті) E -ден кем емес, қуат қуаты P -ден кем емес, Қабылдау/тарату сигналдарын қорғау белгілі бір деңгейде болуы керек және т.б.

Жұмыс операциясының сапасына қатысты бірқатар талаптар бар:

$$W = \{W_1, W_2, \dots, W_h\}, \quad (8)$$

мұндағы h – орындауға қойылатын талаптар мен критерийлер саны (жұмыс операцияларын орындау процесі мен нәтижесін қолдау). h мәнін (талаптар мен критерийлер саны) міндеттерді немесе нақты тапсырманы қоюшы анықтайды, мысалы, байланысты адамдарды ТЖ аймағынан эвакуациялау туралы хабардар ету. W_i – жұмыс операциясын орындау талаптары: жеделдік, шығындар мен шығындарды азайту және т.б. жұмыс операциясын орындау нәтижелеріне, яғни қорытынды өнімнің сапасына; өткізу қабілетін, беру жылдамдығын және т. б. максималдау.

Енді адамдарды ТЖ аймағынан эвакуациялау туралы хабардар ету міндетін шешу үшін тиімді ақаусыз байланысты қамтамасыз етудің жалпы міндетін тұжырымдаймыз.

t (немесе t_n) уақыт сәтінде Ω кеңістік ортасының күйі келесідей (яғни жағдай – шешім қабылдау):

$$S(\Omega) = \{CV, D, R_0, V, W\}, \quad (9)$$

мұндағы CV – базалық станция.

Содан кейін t_n уақытында мақсатты функцияның талаптарын қанағаттандыратын $CV_i \in CV$ сымсыз станциясын таңдау керек:

$$Q = F(W) = F\{W_1, W_2, \dots, W_j\} \rightarrow opt, \quad (10)$$

мұнда

$$W = \{W_1, W_2, \dots, W_j\}, \quad j < h. \quad (11)$$

Келесі өрнектен (2.11) функция

$$F\{W_1, W_2, \dots, W_j\} \quad (12)$$

түрін мақсат функциясына айналдырайық:

$$f\{b_{ij}, r_{ij}, P_i\}. \quad (13)$$

Мақсатты функция $f\{b_{ij}, r_{ij}, P_i\}$ – максималдануы қажет критерий (өткізу қабілеті, QoS, берілу жылдамдығы, құны, адамдарды төтенше жағдай аймағынан эвакуациялау туралы хабарлау мүмкіндіктері контекстіндегі функционалдылық немесе белгілі бір кешенді критерий).

Әрбір желіде шектеулі P_i радио ресурсы бар, егер i мобильді құрылғылары j желісінде таратылса, ол r_{ij} өлшеміндегі ресурсын пайдаланады;

Егер i мобильді құрылғылары j желісінде таратылса, B_{ij} – 1-ге тең екілік айнымалы болады. Кері жағдайда, 0-ге тең;

r_{ij} – j таратылған желісінің i мобильді құрылғысының пайдаланылатын ресурстары.

D_j – j желідегі мобильді құрылғылардың саны.

Желінің барлық ресурстары бос емес кезде, және қызметтерге жаңа сұраныстар түскен кезде, пайдаланушылар арасында ресурстарды бөлу $p_{ij}(v_j, P_j, D_j)$. функциясымен ұсынылған белгілі бір саясатқа сәйкес жүзеге асырылады, ол желінің жалпы сыйымдылығына (v_j), мобильді құрылғылардың санына (D_j) және барлық қосылыстар үшін QoS талаптарының векторына (P_j) байланысты болуы мүмкін.

Жоғарыда келтірілген мәселені шешудің жалпы принципі (алгоритмі), яғни тиімді ақаусыз байланысты қамтамасыз ету міндеттері келесі түрде ұсынылады:

$$\max(f(b_{ij}, r_{ij}, P_i)). \quad (14)$$

Осылайша, (2.10) мәселені шешудің орнына (2.14) мәселені шешеміз.

$\sum_{i=1,n} \sum_{j=1,m} b_{i,j} = 1$ шарты бойынша: эвакуация туралы хабарлауға арналған тиісті аппараттық-бағдарламалық қамтамасыз етуі бар i мобильді құрылғысы j желісінде орналасқан.

$$r_{ij} = \begin{cases} \min_{\sum_{i=1,n} \sum_{j=1,m} r_{ij} \cdot b_{i,j}} \\ r_{ij} \\ p_{ij}(v_j, P_j, D_j), \text{ if } \sum_{i=1,n} \sum_{j=1,m} r_{ij} \cdot b_{i,j} > P_j. \end{cases} \quad (15)$$

Бұл зерттеу жүктеменің біркелкілігі критерийі бойынша сымсыз желілердің әртүрлі түрлері арасында ауысу міндетін қарастырады, өйткені жедел қызметтер төтенше жағдайлар кезінде, атап айтқанда, адамдарды төтенше жағдай аймағынан эвакуациялау туралы хабарлар етуді ұйымдастыру мәселесін шешуде жиі кездеседі. Мұндай жағдайларда шұғыл қоңыраулар саны артады және BS мүмкіндігінше жүктеледі. UE өз жұмысын көп күш жұмсамай орындай алуы үшін оларды базалық станциялар мен кіру нүктелеріне дұрыс және біркелкі тарату қажет.

Берілген клиенттік құрылғы (бұдан әрі – ие немесе мобильді құрылғы-телефон, ноутбук, планшет немесе басқа мобильді құрылғы) белгілі бір уақытта тек Wi-Fi / LTE / UMTS / GSM аймағында болуы мүмкін. Алайда, UE бірнеше желінің қамту аймағында болуы мүмкін, мысалы, UMTS және т.б. БС (базалық станция) аймағында (access point - IEEE 802.11 кіру нүктесі. Көптеген WLAN IEEE 802.11 қамту аймағы UMTS желісінің қызмет көрсету аймағында, ал Wi-Fi қамту аймағы WLAN және (немесе) UMTS желісінің қамту аймағын ішінара қамтуы мүмкін. Сонымен қатар, UMTS желісінің қызмет көрсету

аймақтары да қабаттасуы мүмкін.

Осылайша, кез-келген уақытта, егер адамдарға төтенше жағдай аймағынан эвакуациялау туралы хабарлауды ұйымдастыру қажет болса, әр UE үшін қандай BS қолдану орынды екендігі туралы дұрыс шешім қабылдау қажет.

SUGBM (sugbs – гетерогенді сымсыз желіні басқару жүйесі) басты ерекшелігі-қолданыстағы Wi-Fi желілерінің, сондай-ақ оларда қолданылатын технологияларға қарамастан ұялы байланыс операторларының жалпы өнімділігін оңтайландыру мүмкіндігі.

UE әдетте екі мүмкін күйде болады:

– мобильді торапқа TD RSS (Received Signal Strength) TD рұқсат етілген шектерде болғанша қызмет көрсетеді.

– мобильді түйінге бір немесе одан да көп кіру нүктелерінің RSS шекті мәнге жеткенше BS қызмет көрсетеді.

Осылайша, TD өткізу қабілеттілігінің жоғарылауына және BS-мен салыстырғанда трафиктің төмен құнына байланысты UE үшін жоғары басымдыққа ие. Егер UE бірнеше BS аймағында болса, онда СУГБС жүктемені бөлуді қамтамасыз ету қажеттілігін ескере отырып, құны (эвакуация туралы ескертуді ұйымдастырудан басқа) және өнімділік сияқты көрсеткіштерге сүйене отырып, TD таңдайды. Өртүрлі деректер стандарттарында ақпарат пен командалардың берілуін үйлестіруді қамтамасыз ету үшін MIP (Media Independent Handover – медиа тәуелсіз беріліс) пайдаланылады.

Айталық, $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ және $C = \{c_1, \dots, c_m\}$ бұл WLAN және ұялы желінің BS (GPRS/UMTS/LTE) кіру нүктесі, және $m = 1$, Бұл n ден едәуір аз, өйткені көптеген TD ұялы қамту аймақтарында орналастырылған. Бұл жағдайда $a_i \in A$ ($1 \leq i \leq n$) және $c_i \in C$ ($1 \leq i \leq m$) қосылуға ықтимал үміткерлердің тізімі (UE) өзін-өзі ұйымдастыратын Wi-Fi желілерінде артады.

Sug BS A және C тізімін қосылуға болатын үміткерлердің тізімі ретінде сақтауы керек, сонымен қатар олардың әрқайсысының жүктемесі туралы ақпаратты сақтауы керек. $D \subset (D_1, D_2, \dots, D_m)$ – UE болсын. Әрбір UE немесе ауыстыруды қажет етеді немесе ауыстыруды қажет етпестен TD/BS қызмет көрсетеді. Осылайша, D -ді белгілі бір уақытта екі ішкі желіге бөлуге болады t :

1-ші ішкі желі:

$$D_t = \{d_{1(t)}, d_{2(t)}, \dots, d_{m(t)}\}, \quad (16)$$

мұндағы UE уақыт нүктесінде ауысуды қажет ететін саны;

2-ші ішкі желі:

$$V_t = \{D - D_t\}. \quad (17)$$

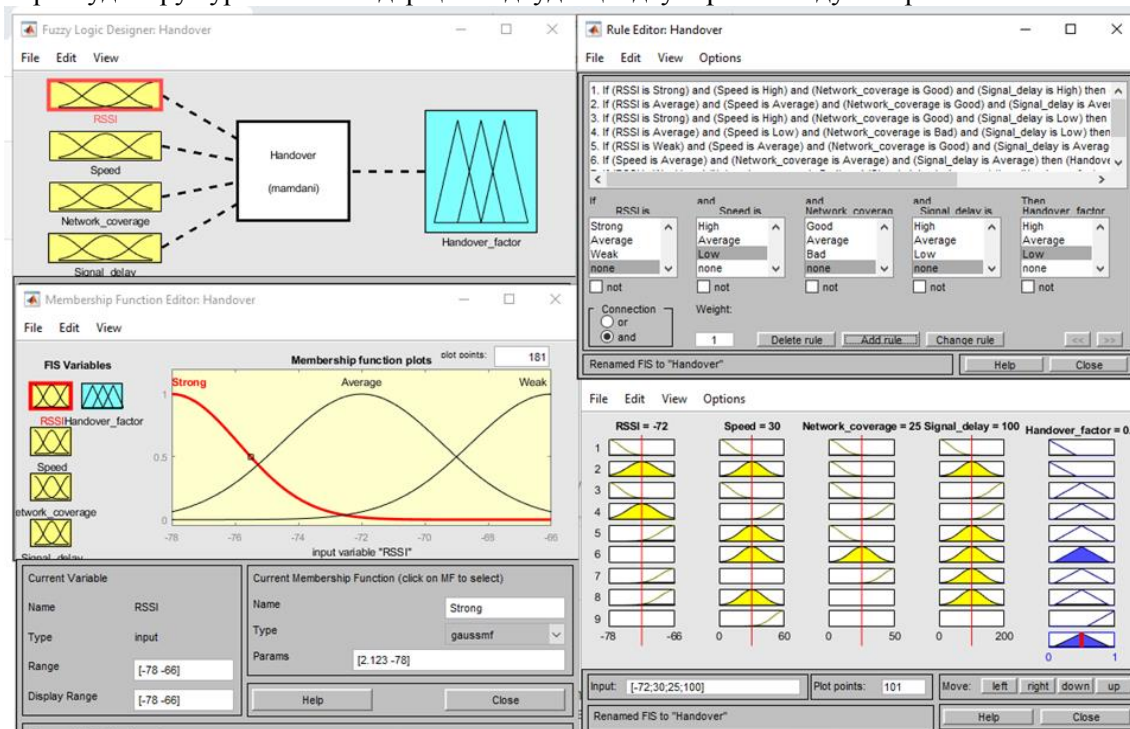
Әрбір TP a_i және PS c_i белгілі бір Z_i максималды өткізу қабілеттілігін қамтамасыз ете алады. Біз $w(i)$ арқылы TD немесе BS өткізу қабілеттілігінің салмағын немесе құнын белгілейміз. Қарапайымдылық үшін арналар құнының тек екі түрін қолдануға болады: әрбір TD – w_a үшін, BS w_c үшін.

Кіру нүктелері мен базалық станциялар қазіргі уақытта қызмет көрсетілетін әрбір UE орташа өткізу қабілеттілігі туралы ақпарат жинай алады. Бірақ егер UE TD/BSS-ке қосылмаған болса немесе ол жаңа ғана қосылған болса, онда TD/BSS-те мұндай ақпарат жоқ. Алайда, егер әрбір UE осы ақпаратты мезгіл-мезгіл жинайтын және оны SGBS-ке жіберетін бағдарламаны қолданса, онда әрбір TD/BS үшін нақты e_{ij} өткізу қабілеттілігі туралы ақпарат жинауға болады.

Осылайша, a_i және c_i үшін нақты жүктеме l_i (DD және BS):

$$l_i = \sum_{a_i \in V_i} e_{ij} \tag{18}$$

Келесі 1-суретте эвакуация туралы хабарлау тарату кезінде абонентке қызмет көрсетуді беру туралы шешімдер қабылдауды қолдау жүйесі модулі көрсетілген.

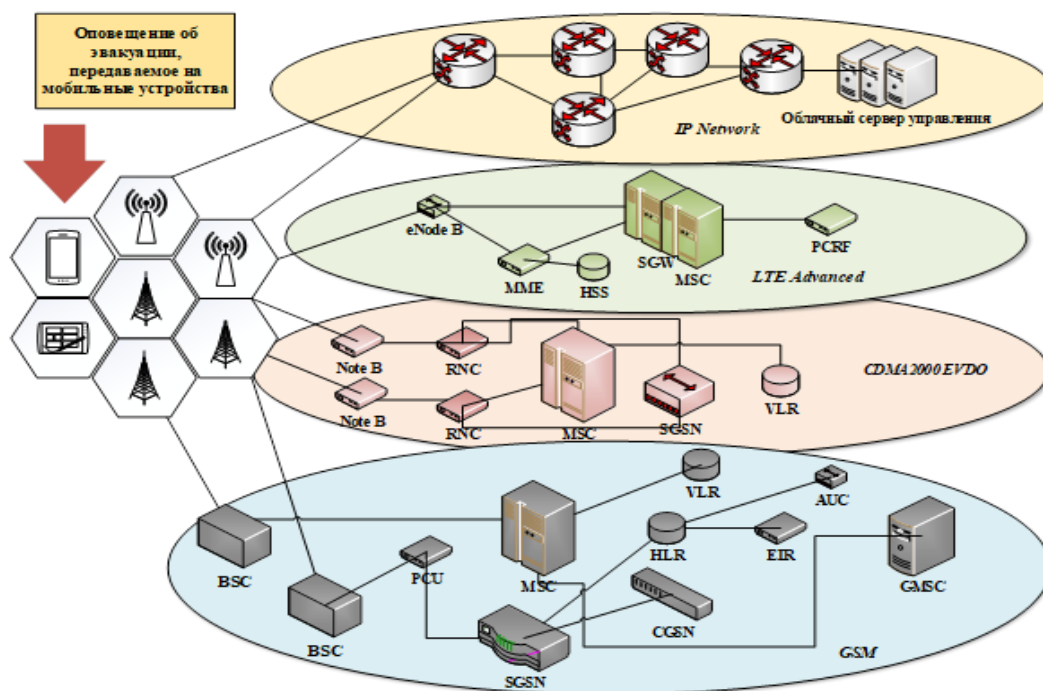


1-сурет. Matlab ортасындағы анық емес логикаға негізделген трансмиссияны модельдеу

2-суретте оңтайландыру процесінде логистикалық жүйенің күйі оған қойылатын талаптар тұрғысынан ең жақсы болатындығы анықталады және келесі белгілер қабылданған ол белгілер 1-кестеде орталықтандырылған ресурстарды басқарумен гетерогенді желі схемасы үшін компоненттер мен технологиялардың шартты белгілері бар кесте.

Абревиатура	Түсініктемесі
BTS	Base Transceiver Station – 1G және 2G желілерінің базалық станциясы базалық станция жүйесінің (BSS) бөлігі болып табылады.
RNC	Радио желі контроллері немесе RNC.
MME	Mobility Management Entity – LTE стандартының ұялы байланыс желісінің ұтқырлығын басқаруға арналған түйін.
MSC	Mobile Switching Center – 1g және 2G ұялы байланыс желілерінің қосқышы.
SGSN	Serving GPRS Support Node – GPRS абоненттерге қызмет көрсету торабы
PCRF	Policy and Charging Rules Function – белгілі бір абонентке берілген сипаттамаларға сәйкес қосылыстардың сапасына жауап беретін LTE стандартты ұялы байланыс желісінің элементі.
VLR	Visitors Location Register – MSC ауқымындағы абоненттердің уақытша дерекқоры.
HLR	Home Location Register – GSM операторы желісінің абоненті туралы ақпаратты қамтитын мәліметтер базасы.
GGSN	GPRS Gateway Support Node – GPRS Core Network құрамына кіретін түйін.

Аббревиатура	Түсініктемесі
PGW	Public Data Network – LTE желісі үшін басқа операторлардың деректер желілеріне шлюз
PSTN	Public Switched Telephone Network – жалпыға ортақ телефон желісі



2-сурет. Адамдарды ТЖ аймағынан эвакуациялау туралы хабардар етуді ұйымдастыру барысында ресурстарды орталықтандырылған басқарумен БС құрылымдық схемасы

Қорытынды. Осылайша, гетерогенді желіде мобильді құрылғылардың жұмыс істеуі мен жұмыс істеуі үшін берілген кеңістікте тиімді сымсыз желілерді құру міндетін жүктеудің біркелкілігі критерийі бойынша әртүрлі сымсыз желілер арасында ауысу арқылы шешуге болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Jennings F. Practical data transfer. Methods, networks, and protocols; Mir - M., 2020. - 272 p.
2. Кириллов, В. В., Кокаева, Р. С., & Мошак, Н. Н. (2018). Формализация протоколов строгой аутентификации на основе асимметричных алгоритмов шифрования в мультисервисной сети на технологии IP-QoS. In Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) (pp. 393–398).
3. Dibrov, M. V. Computer networks and telecommunications. Routing in IP networks in 2 hours. Part 1: textbook and workshop for open-source software / M. V. Dibrov. - M.: Yurayt Publishing House, 2019. - 333 p.
4. Kaur, A., & Kaur, A. (2012). Comparison of mamdani-type and sugeno-type fuzzy inference systems for air conditioning system. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), 2(2), 323-325.
5. Labinskij A.Yu. Modelirovanie sistemy nechetkogo vyvoda // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2019. № 2 (18). S. 5–10.
6. Koryachko V. P., Perepelkin D. A. Corporate networks. Technologies, protocols, algorithms; Hotline - Telecom - M., 2018. - 220 p.

7. Kucheryavyy, E.A. Analytical model of wireless networks IEEE 802.11ah technology / Ometov A.Ya., Shchesnyak A.S., Kucheryavyy E.A. // Telecommunications. – 2018. – No. 1. – P. 51-58. – 0.33 / 0.13 p.l.
8. Koucheryavy, Y. Vehicle-based relay assistance for opportunistic crowdsensing over narrowband IoT (NB-IoT) / V. Petrov, A. Samuylov, V. Begishev, D. Moltchanov, S. Andreev, K. Samouylov, Y. Koucheryavy // IEEE Internet of Things Journal. – 2018. – DOI: 10.1109/JIOT.2017.2670363. – 0,80 / 0,45 п.л.
9. Masiuk A. Common radio resource management model for heterogeneous cellular networks / Masiuk, M. Beshley, O. Lavriv and Y. Deschynskiy // IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2016), Feb. 23-26, 2016, Lviv, Ukraine. - P. 661-663.
10. Масюк А. Г. Модели и алгоритмы совместного управления ресурсами в беспроводных гетерогенных сетях: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.12.02 - телекоммуникационные системы и сети, Министерство образования и науки Украины, Национальный университет «Львовская политехника». - Львов, 2018. - 182 с.
11. Savchenko D.V., Reznikova K.M., Smyshlyaeva A.A. (2021). Fuzzy logic and fuzzy information technology. Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling, [online] 1(8).
12. Seidel, A.N. Mathematical modeling. Model construction and numerical implementation: A textbook / A.N. Zaidel. - St. Petersburg: Lan, 2019. - 304 p.
13. Koryachko V. P., Perepelkin D. A. Corporate networks. Technologies, protocols, algorithms; Hotline - Telecom - M., 2018. - 220 p.
14. Neumann, J. Probabilistic logic, and synthesis of reliable organisms from unreliable components / J. Neumann. - M.: [not specified], 2020. - 394 p.
15. Masiuk A. The method of adaptive selection of a wireless access network in a heterogeneous environment based on the theory of fuzzy sets / A. Masiuk, M.Klymash, I. Demydov, M. Beshley, H. Beshley, O. Panchenko // Internet of Things (IoT) and Engineering Applications (Canada). – May 2018. – Vol. 3. –Issue 1. – P. 11–22.

References

1. Jennings F. Practical data transfer. Methods, networks, and protocols; Mir - M., 2020. - 272 p.
2. Kirillov, V.V., Kokaeva, R.S., & Moshak, N.N. (2018). Formalizatsiya protokolov strogoj autentifikatsii na osnove assimetrichnyh algoritmov shifrovaniya v mul'tiservisnoj seti na tekhnologii IP-QoS. In Aktual'nye problemy infotelekkommunikatsij v nauke i obrazovanii (APINO 2018) (pp. 393–398).
3. Dibrov, M. V. Computer networks and telecommunications. Routing in IP networks in 2 hours. Part 1: textbook and workshop for open-source software / M. V. Dibrov. - M.: Yurayt Publishing House, 2019. - 333 p.
4. Kaur, A., & Kaur, A. (2012). Comparison of mamdani-type and sugeno-type fuzzy inference systems for air conditioning system. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), 2(2), 323-325.
5. Labinskij A.Yu. Modelirovanie sistemy nechetkogo vyvoda // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2019. № 2 (18). S. 5–10.
6. Koryachko V. P., Perepelkin D. A. Corporate networks. Technologies, protocols, algorithms; Hotline - Telecom - M., 2018. - 220 p.
7. Kucheryavyy, E.A. Analytical model of wireless networks IEEE 802.11ah technology / Ometov A.Ya., Shchesnyak A.S., Kucheryavyy E.A. // Telecommunications. – 2018. – No. 1. – P. 51-58. – 0.33 / 0.13 p.l.
8. Koucheryavy, Y. Vehicle-based relay assistance for opportunistic crowdsensing over narrowband IoT (NB-IoT) / V. Petrov, A. Samuylov, V. Begishev, D. Moltchanov, S. Andreev, K. Samouylov, Y. Koucheryavy // IEEE Internet of Things Journal. – 2018. – DOI: 10.1109/JIOT.2017.2670363. – 0,80 / 0,45 p.l.
9. Masiuk A. Common radio resource management model for heterogeneous cellular networks / Masiuk, M. Beshley, O. Lavriv and Y. Deschynskiy // IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2016), Feb. 23-26, 2016, Lviv, Ukraine. - P. 661-663.
10. Masyuk A. G. Modeli i algoritmy sovmestnogo upravleniya resursami v besprovodnyh geterogennyh setyah: dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.12.02 - telekommunikatsionnye sistemy i seti, Ministerstvo obrazovaniya i nauki Ukrainy, Nacional'nyj universitet «L'vovskaya politekhnika». - L'vov, 2018. - 182 s.

11. Savchenko D.V., Reznikova K.M., Smyshlyaeva A.A. (2021). Fuzzy logic and fuzzy information technology. Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling, [online] 1(8).
 12. Seidel, A.N. Mathematical modeling. Model construction and numerical implementation: A textbook / A.N. Zaidel. - St. Petersburg: Lan, 2019. - 304 p.
 13. Koryachko V.P., Perepelkin D.A. Corporate networks. Technologies, protocols, algorithms; Hotline - Telecom - M., 2018. - 220 p.
 14. Neumann, J. Probabilistic logic, and synthesis of reliable organisms from unreliable components / J. Neumann. - M.: [not specified], 2020. - 394 p.
 15. Masiuk A. The method of adaptive selection of a wireless access network in a heterogeneous environment based on the theory of fuzzy sets / A. Masiuk, M.Klymash, I. Demydov, M. Beshley, H. Beshley, O. Panchenko // Internet of Things (IoT) and Engineering Applications (Canada). – May 2018. – Vol. 3. –Issue 1. – P. 11–22.
1. rch. – 1989. – Vol. 9. – P. 1411-1414.