threshold image hiding scheme for sharing a secret color image," in *Communication Technology Proceedings, 2003. ICCT 2003. International Conference on*, 2003, pp. 196-202 vol.1.

3. L. Hao and Y. Faxin, "Data Hiding in Image Size Invariant Visual Cryptography," in *Innovative Computing Information and Control, 2008. ICICIC '08. 3rd International Conference on*, 2008, pp. 25-25.

4. F. Ming Sun and O. C. Au, "Data hiding in halftone images by conjugate error diffusion," in *Circuits and Systems, 2003. ISCAS '03. Proceedings of the 2003 International Symposium on*, 2003, pp. II-920-II-923 vol.2.

5. P. R. Busse. (2003, *Visual Encryptor*. Available:http://compsci.snc.edu/cs460_archive/2003/busspr/VisualEncryptor.html

6. J. Cai, "A Short Survey on Visual Crypto-graphy Schemes." 2004.

Yusupov Sobirjon Yusupjanovich
TATU, Axborot xavfsizligini ta'minlash kafedrasit.f.n., dotsent.
Tel.: +998 (71) 238-65-09
El. pochta: s.yusupov@tuit.uz
Amanova Madina Azizovna
TATU magistranti.
Tel.: +998 (91) 438-44-60
El. pochta: madinaprogramer95@gmail.com

S.Yu.Yusupov, M.A.Amanova

Steganography and visual cryptography in computer forensics.

In this article, the definitions of steganography and visual cryptography have been discussed along with several studies done on various algorithms of each type.

Keywords: Visual Cryptography, Steganography, Computer Forensics, Data hiding, Secrecy, Novel Visual Cryptographic and Steganographic methods.

Tel.: +998 (91) 438-44-60
E- mail: madinaprogramer95@gmail.com

УДК 339.543

Маликова Н.Т, Махматқулов Ғ.Х.

МУРАККАБ ТУЗИЛМАЛИ ТИЗИМЛАР ЎХШАШЛИГИНИ ТАҲЛИЛЛАШНИНГ ГРАФ-МОДЕЛИ

Ушбу мақолада мураккаб тузилмали тизимлар ўхшашлигини аниқлаш имкониятини берувчи ва мураккабликка фрагментларни жойлаштирувчи граф-модели келтирилган. Тузилмавий ўхшашликнинг кенг спектрли янги муносабатларини шакллантириш ва тадқиқ этиш имконини берувчи граф-моделларни стратификация қилиш тизими кўриб чиқилган. Таклиф этилаётган моделлар тизимларни ўхшашлигини таҳлил қилишда ва тизимларнинг граф моделларидаги муносабатларнинг янги турдаги ўхшашликларни ажратишда қуйи тузилмавий ёндашувни ривожлантириш имконини яратади.

Калит сўзлар: Мураккаб тузилмали тизимлар, модел, граф, фрагмент, матрица, мультиграфлар, семантик тармоқлар.

Кириш. Тизимларнинг ўхшашлик концепцияси тизимларнинг мураккаблик концепцияси билан узвий боғлиқ бўлиб, умумий тизимлар назарияси ва айниқса сунъий интеллект тизимларида алоҳида ўрин касб этади. Тизимларнинг тузилмавий ўхшашлиги маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш, ҳаққоний фикр юритишларни амалга ошириш, тасвирларни аниқлаш, табиий тиллардаги айтилган сўзларни қайта ишлаш ва сунъий интеллектнинг бошқа соҳаларида асосий тушунчаларидан бири ҳисобланади. Бу эса тузилмавий рақамли бўлмаган объектларнинг (графлар, мультиграфлар, семантик тармоқлар ва бошқаларнинг) ўхшашлигини аниқлаш усул ва дастурий воситаларни ишлаб чиқиш зарурияти мавжудлигини ва долзарблигини аниқлаб беради.

Тизимларнинг мураккаблиги ва ўхшашлигини таҳлил граф-моделлари

Қуйида графларда фрагментларнинг жойлашувини тасвирловчи тузилмавий ва рақамли *инвариантлар*ни қуриш ёндашуви таклиф қилинган. Аниқ инвариантларни қуриш стратификациясига тузилмавий дескрипторларнинг (ТД) кенгаювчи базисларини қўллаш орқали эришилади ва *тизимлардаги граф моделларнинг эквивалентлик ва толерантлик муносабатлари стратификацияси тизимини* қуришга олиб келади.

Агар $F^i(G)=\left\{F^{l1},F^{l2},\ldots,F^{lt},\ldots,F^{lT}\right\}$ - $G=(V,E)$ графининг белгиланган фрагментлар тўплами бўлса, бу ерда $F^{lt}=\left\{f_1^{\,lt},f_2^{\,l2},\ldots,f_j^{\,lt},\ldots,f_{rt}^{\,lt}\right\}$ - t турдаги фрагментлар тўплами, j - фрагмент рақами, rt - t турдаги фрагментлар сони. У ҳолда $SK=(G,F^l,sr)$ турдаги учлик каби $f_j^l\in F^l(G)$ фрагментлар жойлашувини ифодаловчи муҳит аниқлаб олинади, бу ерда sr - $F^l\times F^l$ тўпламидаги муносабатлар, яъни $< f_i^{\,lm},f_j^{\,\ln} >$ ва $f_i^{\,lm},f_j^{\,\ln}\in F^l$ жуфт элементлардаги $f_i^{\,lm}(sr)f_j^{\,\ln}$ бинар муносабатлар. Агар sr - "$\cap$ учлари билан белгиланган изоморф кесишмаларини ўзида акс этган муносабат" бўлса, у ҳолда $G=(V,E)$ графининг ҳосил бўлган граф-модели (ҲБГМ) деб қуйидаги кўринишдаги икки томонлама графнинг учи ва қирраси тушунилади:

$$GM\cap(G)=w_e^lF^lw^lL\cap F^lw^lR(G)=(VL\cup VR,sr,E,WVL,w_L,WVR,w_R,WE,w_e),\quad(1)$$

бу ерда VL - чап улушнинг ва $|VL|=|F^l|=k;$ нинг учлари тўплами; VR - ўнг улуш ва $|VR|=|F^l|=k;$ учлари тўплами; $sr=\cap$ - $WVL\times WVR;$ га белгиланган муносабат; $E\subseteq(VL\times VR)$ - қирраларнинг тўплами; $v\in VL$ ва $u\in VR$ учлари $w_L(v)(sr)w_R(u),$ муносабатлари хаққоний бўлганда қирра билан боғланади, бу ерда $w_L(v) \in WVL$, $w_R(u) \in WVR$; WVL - VL учлари ўлчамларининг тўплами (F^l нинг фрагменти ҳисобланган графнинг тузилмавий ўлчамлари кўриб чиқилади); w_L - учнинг чап улуши учун ўлчам функцияси, $w_L: VL \to WVL$; WVR - VR учлари ўлчамларининг тўплами (F^l нинг фрагменти ҳисобланган графнинг тузилмавий ўлчамлари кўриб чиқилади); w_R - учнинг чап улуши учун ўлчам функцияси, $w_R: WR \to WVR$; WE – E қирралари ўлчамларининг тўплами (белгиланган фрагментларнинг максимал изоморф кесишган тузилмавий ўлчамлари кўриб чиқилади); w_e - E, $w_e: E \to WE$, лардан таркиб топган учлар учун оғирлик функцияси, бу ерда ҳар бир $\{v,u\} \in E$ учлар учун $w_L(v) \cap w_R(u)$ кўринишдаги барча турдаги идоралараро интеграцион платформа (ИИП) тўпламлари таққосланади. Агар $\max(f_i^{lm} \cap f_j^{\ln})$ бўлса, f_i^{lm} ва $f_j^{\ln}$ фрагментларининг изоморф кесишмалари учларининг максимал сонини англатади. $w_e^l F^l w_L^l \cap F^l w_R^l(G)$ граф-моделининг учлари боғлиқлиги матрицаси деб $M\_GM(G) = \|mcf_{ij}\|$; $i = 1,2,\ldots,k$; $j = 1,2,\ldots,k$; матрицаси тушунилади; бу ерда vcf_{ij}^l - агар $f_i^{lm} \cap f_j^{\ln} \neq \varnothing$ ва 0, ёки $f_i^{lm} \cap f_j^{\ln} = \varnothing$ бўлганда $f_i^{lm} \cap f_j^{\ln}$ учларнинг сони жиҳатидан максимал изоморф кесишма ҳисобланади.

ҲБГМни таърифлашнинг умумлашган тизимини киритамиз:

$$\left[w_e^{[l]}\right] L \left[w_L^{[l]}\right] (sr) R \left[w^{[l]}\right] = \left[w^{[l]}\right] L \left[w^{[l]}\right] (sr) R \left[w^{[l]}\right],$$

бу ерда L - WVL тўпламни англатади; R - WVR, тўплами; sr - $WVL \times WVR$; га тегишли муносабат; w_e - ҲБГМ граф-оғирлик учларининг мавжудлиги; w_L - ҲБГМ чап улушининг граф-оғирлик учи; w_R - ҲБГМ ўнг улушининг граф-оғирлик учи; l - граф-оғирликдаги белгиланган учларнинг мавжудлиги. Бир қатор параметрларнинг йўқлигида қавс билан [ ] белгиланган, ҲБГМдан ҳосил бўлган турли синфдаги граф-моделлар пайдо бўлади.

Энди фрагментларнинг кесишма операциялари ўрнига фрагментларни изоморф жойлаштириш операцияси қўлланилувчи ҲБГМ синфларини кўриб чиқамиз. Агар айнан бир хил t турдаги белгиланган фрагментларга таалуқли $F^l w_L^l \subseteq F^l w_R^l(G)$ ҲБГМ боғлиқлиги матрицаси устуни бўлса, ва битта устунни элементлар қиймати билан элементлар қиймати йиғиндисига тенг бўлган ўзгартирилаётган устун билан алмаштирилса, натижада $(F^l w_L^l \subseteq F(G)) = (F^l w^l \subseteq F(G))$ таянч граф-модел боғлиқлиги матрицаси ҳосил бўлади. Бу ерда $F(G)$ - СД базиси сифатида чиқаётган G графи фрагментлари тўпламини англатади. ТД базисидаги элементлар мураккаблик индекси қиймати бўйича тартибга келтирилган.

Таянч граф-моделларнинг ўзига хос хусусияти графда фрагментларни жойлашишувини ифодалаш учун кенгаювчи тузилмавий дескрипторлар базисини қўллаш зарурияти мавжудлигидан иборат. Бундай ёндашув таҳлил қилинувчи тизимларнинг граф моделлари оиласига мослаштирилган графларнинг мураккаблиги ва ўхшашлигини таҳлил қилиш вазифаларини ечиш учун самарали (аниқ ва тахминий) алгоритмларни ишлаб чиқишга амалий йўналтирилган ҳисобланади.

Агар G граф учун B базисида унинг тўлиқ тузилмавий спектри (ТТС) қурилган бўлса:

$$WF(G/B) = (w_1 b_1, w_2 b_2, \ldots, w_i b_i, \ldots, w_{k1} b_{k1}),$$

бу ерда b_i базис фрагменти; w_i - G графга b_i фрагментининг канон изоморф иловалари сони; k - графнинг мураккаблиги ифодаланувчи B базис фрагментлари сони. Шубҳасиз, $w(K_1) = p$, $w(K_2) = q$. $ISC(K_1) = 1$, $ISC(K_2) = 3$ қабул қилинади. Барча f_i фрагменти учун унинг ТТСини, G фрагментнинг барча фрагментлари учун ТТСини аниқлаш мумкин бўлганлиги сабабли, рекурсив усуда B ТД базисидаги G графнинг ТТСини ҳисоблаш мумкин.

$$ISC(G/B) = w_1 \times ISC(b_1) + w_2 \times ISC(b_2) + \ldots + w_i \times ISC(b_i) + \ldots + w_k \times ISC(b_k), \quad (2)$$

Графлар учун (1-расм) қуйидаги ифода ҳосил бўлади:

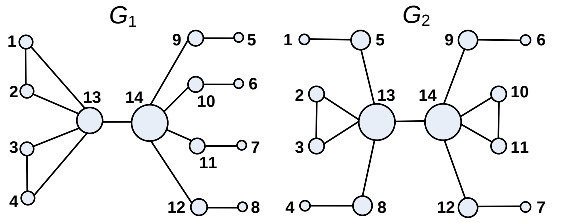
$$ISC(G_1/B) = ISC(G_2/B) = 281,$$

бу ерда $B = < P_o, P_1, P_2, C_3 >$.

Таъкидлаш жоиз, турли $B \subseteq F$ базисини танлаш орқали (бу ерда F - G графининг тегишли фрагментлар тўплами) ушбу базисларнинг турли иловаларда *аҳамиятлилигига* қараб турли мураккаблик индексларни қуриш ва графнинг умумий мураккаблигига фрагментларнинг таъсирини ҳисоблаш мумкин.

Агар $B = < b_1, b_2, \ldots b_j \ldots b_{k1} >$ ТД базиси бўлса, w_{ij} орқали G даги b_j изоморф бўлган фрагментгача $f_i \in F$ фрагментларини қайта қуришлар сонини ифодалаш мумкин. G графидаги b_j гача учлар ҳисобини юритмаган ҳолда f_i^l изоморф иловалар (қайта қуришлар) $EM(F^l\_B(G)) = \|w_{ij}\|$ $i = 1,2,\ldots,k$; $j = 1,2,\ldots,k1$ кўринишдаги матрицага айтилади.

$P_0^l \subseteq P_{0-1} \cup C(G)$ кўринишдаги таянч граф-моделларнинг $EM(P_0^l\_P_{0-1} \cup C(G))$ қайта қуриш матрицаларига мисол (1-расм) 1-жадвалда келтирилган.



1-расм. Тизим мураккаблигини граф учи иловаларини ажратиш орқали таҳлил қилиш диаграммаси

$P^l{}_{0-1} \subseteq P(G)$ граф-модели матрицасининг w_{ij} элементи қиймати $B =< P_0, P_1, P_2, C_3 >$ базиси элементига изоморф бўлган графнинг P_0^l учидан граф остигача бўлган қайта қуришлар сонига тенг.

1-жадвал.

Фрагментларни қайта қуришнинг кенгайтирилган матрицаси

V	P_0	P_1	P_2	C_3	V	P_0	P_1	P_2	C_3
5,6,7,8	1	1	1	0	5,6,7,8	1	1	1	0
9,10,11,12	1	2	5	0	9,10,11,12	1	2	5	0
14	1	5	18	0	1,2,3,4	1	2	3	1
1,2,3,4	1	2	3	1	13,14	1	5	15	1
13	1	5	12	2					

Фрагментларни қайта қуришнинг кенгайтирилган матрицаси

Қуйида фрагментларни қайта қуриш кенгайтирилган матрицаси келтирилган бўлиб, унинг асосида графларнинг мураккаблиги ва графларнинг умумий мураккаблик соҳасига фрагментларни илова қилиш ҳолатини инобатга олган ҳолда графларнинг ўхшашлигини иерархик таҳлил қилиш усули таклиф қилинган. Агар, $Aut(G)$ - *G* граф учининг автоморфизм гуруҳи, $Aut(f^t)$ эса – *G графида жойлашган* f^t фрагменти симметриясини ифодаловчи f^t фрагментининг автоморфизм гуруҳи бўлса, у ҳолда $|Aut(f^t)|$ орқали $|Aut(f^t)|$ гуруҳининг тартиб рақами белгиланади. Мисол тариқасида f^t фрагментининг 3 (C_3) узунликдаги даврини кўриб чиқиш мумкин, бу ерда G_2 графи учун (1-расм) $Aut(f^t)$ гуруҳи иккиавтоморфизмдан иборат:

$$g_1 = \begin{pmatrix} (1,2,13),(3,4,14) \\ (1,2,13),(3,4,14) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,2 \\ 1,2 \end{pmatrix};$$

$$g_2 = \begin{pmatrix} (1,2,13),(3,4,14) \\ (3,4,14),(1,2,13) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,2 \\ 2,1 \end{pmatrix}.$$

Кўриб чиқилган мисол учун $|Aut(f^t)| = |Aut(f^{C_3})| = 2 \cdot$ $EM(F^l\_B(G))$ матрицасига тўртта янги сатр қўшамиз:

$$Slw(F^l / B) =< Slw(F^l / b_1), Slw(F^l / b_2), ..., Slw(F^l / b_i), ..., Slw(F^l / b_{k1}) >$$

бу ерда $Slw(F^l / b_j) = \sum_{f^{lt} \in F^l} \sum_{i=1}^{rt} w_{ij}$

$$Sw(F^l / B) =< Sw(F^l / b_1), Sw(F^l / b_2), ..., Sw(F^l / b_j), ..., Sw(F^l / b_{k1}) >,$$

бу ерда

$$Sw(F^l / b_j) = \sum_{t=1}^{T} \frac{f^t(b_j)}{|Aut(f^t)|} = \sum_{t=1}^{T} w(f^t / b_j).$$

$$Fw(G / B) =< w_1(b_1), w_2(b_2), ..., w_j(b_j), ..., w_{kj}(b_{kj}) >.$$

$$V\_ISC(G / B) =< w_1(b_1) \times ISC(b_1), ..., w_j(b_j) \times ISC(b_j), ..., w_{k1}(b_{k1}) \times ISC(b_{k1}) >.$$

Лемманинг *G* графдаги $b_j \in B$ *канон изоморф иловаларининг* $w(b_j)$ *сони* ни ҳисобга олиб, $EM(F^l\_B(G))$ қайта тикланиш сифатига эга ва қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$w(b_j) = \frac{Slw(F^l / b_j)}{Sw(F^l / b_j)} = \frac{\sum_{f^{lt} \in F^l} \sum_{i=1}^{rt} w_{ij}}{\sum_{i=1}^{T} w(f^t / b_j)}$$

Агар $|E(b_j)| \le |E(G)|$ бўлса,

$EM*(F^l\_B(G))$ фрагментларининг кенгайтирилган қайта қуриш матрицасини қуриш мумкин бўлади.

Мураккаб граф фрагментларини илова қилиш матрицаси

$EM*(F^l\_B(G))$ асосида

$$MIR(F^l\_B(G) = \| irc(f_i^t / b_j) \| \quad i = 1,2,...,k+4)$$

граф *B* нинг ТД базисига нисбатан графда фрагментларнинг жойлашувини ифодаловчи *мураккаблигига нисбатан фрагментларнинг ҳиссасини ифодаловчи матрицасини қурамиз.* Ушбу матрица графларнинг мураккаблигини иерархик таҳлил қилиш имконини беради ва унинг асосида графда фрагментларнинг жойлашув ўхшашлигини ҳамда фрагментлар жойлашуви ўхшашлигини инобатга олган ҳолда графларнинг ўхшашлигини таҳлил қилиш имконини беради.

Матрица элементларининг қиймати қуйидагича формула орқали ҳисобланади

$$irc(f_i^t / b_j) = \frac{w_{ij}}{Sw(F^l / b_j)} \times \frac{ISC(b_j)}{ISC(G / B)}.$$

У ҳолда $irc(f_i^t / B)$ қуйидаги формула орқали ҳисобланганда

$$irc(f_i^t / B) = \frac{1}{ISC(G/B)} \times \sum_{j=1}^{k1} w_{ij} \frac{ISC(b_j)}{Sw(F^l / b_j)},$$

B ТД базисини қўллаганда умумий мураккабликка нисбий ҳисса f_l^t ни аниқлайди.

Бир хил қийматли ҳиссаларга эга t турдаги f_l^t фрагментлари, t турдаги жойлашган фрагментларга эквивалент $f^t(c)$ синфларини ташкил этади, базиснинг етарли тўлиқлигида эса $irc(f^t(c)/B)$ умумий ҳиссага эга $Aut(f^t)$ гуруҳи орбитасини ташкил этади. Битта t турдаги барча фрагментлар бўйича нисбий ҳиссалар суммаси $irc(f^t / B)$ ҳиссасини ташкил этади. Шу аснода учта устун билан $irc(f^t(c,n)/B)$ қиймати билан $(k1+1)$; (2) $irc(f^t(c)/B)$ қиймати билан $(k1+2)$; $irc(f^t / B)$ қиймати билан (3) $(k1+3)$ тўлдирилган фрагментларни қайта қуриш кенгайтирилган матрицаси фрагментларнинг жойлашувини, фрагментларни эквивалент жойлашув синфларини ва мураккаблигини инобатга олган ҳолда G даги ҳар бир фрагментнинг жойлашувини ифодалайди ва қуйидаги кўринишни $MIRC(F^l\_B(G))$ олади. $MIRC(F^l\_B(G))$ асосида *G мураккабликка фрагментларни абсолют ҳиссаси матрицасини* қурамиз, яъни $ISC(G/B)$ мураккаблик индексини қўллаган ҳолда $MIRC(F^l\_B(G))$ матрицасини қурамиз.

2-жадвал.

Мураккаб граф учларининг нисбий ҳиссаси матрицаси

G_1	P_0	P_1	P_2	C_3	$irc(f^t(c,n)/B)$	$irc(f^t(c))$	G_2	P_0	P_1	P_2	C_3	$irc(f^t(c,n)/B)$	$irc(f^t(c))$
5	0,004	0,005	0,011	0	0,020	0,078	5	0,004	0,005	0,011	0	0,020	0,078
6	0,004	0,005	0,011	0	0,020		6	0,004	0,005	0,011	0	0,020	
7	0,004	0,005	0,011	0	0,020		7	0,004	0,005	0,011	0	0,020	
8	0,004	0,005	0,011	0	0,020		8	0,004	0,005	0,011	0	0,020	
9	0,004	0,011	0,053	0	0,068	0,270	9	0,004	0,011	0,053	0	0,068	0,270
10	0,004	0,011	0,053	0	0,068		10	0,004	0,011	0,053	0	0,068	
11	0,004	0,011	0,053	0	0,068		11	0,004	0,011	0,053	0	0,068	
12	0,004	0,011	0,053	0	0,068		12	0,004	0,011	0,053	0	0,068	
14	0,004	0,027	0,192	0	0,222	0,222	1	0,004	0,011	0,032	0,014	0,060	0,242
4	0,004	0,011	0,032	0,014	0,060	0,242	2	0,004	0,011	0,032	0,014	0,060	
1	0,004	0,011	0,032	0,014	0,060		3	0,004	0,011	0,032	0,014	0,060	
2	0,004	0,011	0,032	0,014	0,060		4	0,004	0,011	0,032	0,014	0,060	
3	0,004	0,011	0,032	0,014	0,060		13	0,004	0,027	0,160	0,014	0,205	0,409
13	0,004	0,027	0,128	0,028	0,187	0,187	14	0,004	0,027	0,160	0,014	0,205	
Slw	14	30	66	6	116	1	**Slw**	14	30	66	6	116	1
Sw	1	2	3	3	9		**Sw**	1	2	3	3	9	
Fw	14	15	22	2	53		**Fw**	14	15	22	2	53	
V_ISC	14	45	198	24	***ISC*=281**		**V_ISC**	14	45	198	24	***ISC*=281**	

Графлар (1-расм) учун $MIRC(P_0^l\_P_0 \cup C_3(G))$ матрицаси мисол тариқасида 2-жадвалда келтирилган. Графлар диаграммаларида учларнинг ҳажми графнинг умумий мураккаблигидаги учларнинг ҳиссасига мослигини кўриш мумкин.

Матрицаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, таҳлил қилинаётган графлар берилган $B = < P_0, P_1, P_2, P_3 >$ базисидаги ҳам индекс, ҳам вектор-индекс бир хил қийматга эга ва уларнинг орасидаги фарқ $irc(f^t(c))$ ҳиссаларнинг вектор-индекслари қиёсланганидагина акс этади.

Мураккабликда граф ҳиссасини инобатга олган ҳолда фрагментларнинг жойлашувидаги ўхшашликни таҳлил қилиш усули

G таркибидаги фрагментларни жойлашуви ўхшашлигини ҳисоблаш натижаси деб таҳлил қилинаётган фрагмент ёки синфларнинг жуфтлик масофалари матрицаси ёки графи, эквивалент жойлашган фрагментлар, яъни $MIRC(F^l\_B(G))$ матрица сатрининг бир хил қийматли фрагментлари тушунилади.

Фрагментлар синфларининг жойлашуви ўхшашлигини иерархик таҳлил қилиш қуйидагиларни ўз ичига олади:

1. $(irc(f^t(c)))$ нисбий ёки $iac(f^t(c))$ мутлақ ҳиссаларни индекси фарқини ҳисоблаш асосида фрагментлар орасидаги жуфт масофани аниқлаш;

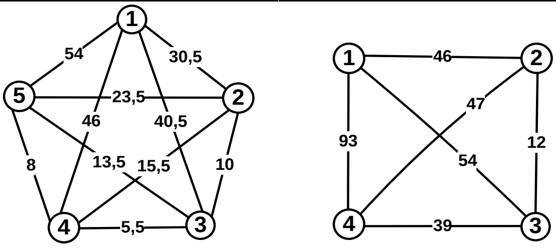
2. Евклид метрикаси асосида элементларнинг сони, яъни $MIRC(F^l\_B(G))$ матрицаси сатрлари қийматлари билан кенгаядиган векторлар (нисбий ва мутлақ) ҳиссалари орасидаги масофани аниқлаш.

G_1, G_2 (1-расм) графларнинг умумий мураккаблигига учлар синфларининг мутлақ ҳиссалари 3-жадвалда келтирилган. 2-расмда уч синфларининг ўхшашлик графи келтирилган.

3-жадвал.

Мураккабликка уч синфларининг мутлақ ҳиссалари матрицаси

G_1 учун синфлар	*Учлар рақами*	P_0	P_1	P_2	C_3	$iac(f^t(c))$	G_2 учун синфлар	*Учлар рақами*	P_0	P_1	P_2	C_3	$iac(f^t(c))$
1	5,6,7,8	4	6	12	0	22	1	5,6,7,8	4	6	12	0	22
2	13	1	7.5	36	8	52.5	2	9,10,11,12	4	12	36	16	68
3	14	1	7.5	54	0	62.5	3	1,2,3,4	4	12	60	0	76
4	1,2,3,4	4	12	36	16	68	4	13,14	2	15	90	8	115
5	9,10,11,12	4	12	60	0	76							



2-расм. G_1 ва G_2 учун уч синфлари орасидаги жуфт масофа графи

Ушбу усул илк бора ТД кенгаювчи базисларда масофани ўзгартирувчи графикларни қуриш ва таҳлил қилиш асосида фрагментларнинг (фрагментлар синфини, фрагментларни жойлашув орбиталарини) жойлашуви ўхшашликларини ўзгариш тенденцияларининг таҳлилини ўтказиш имконини беради. Бу эса таҳлил қилинаётган графлар изоморф бўлмаганида лекин эквивалент жойлашган фрагментлар ва фрагментлар синфи ҳиссалари қиймати мос келганда бир хил сонга эгалиги билан жуда зарур ҳисобланади.

Графларнинг ўхшашлигини таҳлил қилишда ҳар бир граф жуфти учун умумий фрагментнинг максимал қийматини ҳисоблашга асосланиб тизим ости ёндашувни қўллаш орқали илк бора тадқиқотчини қизиқтираётган *фрагментларнинг* (учлар, белгиланган узунликдаги занжирлар, даврлар, дарахтлар ва бошқаларнинг) *жойлашуви ўхшашлигини* инобатга олган ҳолда графларнинг ўхшашлигини таҳлил қилиш имконини беради.

Фрагментларнинг шартли ҳиссалари матрицаси асосида графларнинг ўхшашлигини иерархик таҳлил қилиш усули

$MIRC(F^l\_B(G))$ матрицаларини қўллаш орқали қуйидаги икки йўналишда кетма кет натижаларни аниқлаштириш билан графлар ўхшашлигини иерархик таҳлил қилиш мумкин:

1. (*ISC*) индекси, (*V_ISC*) вектор-индекси, $MIRC(F^l\_B(G))$ матрицаси;

2. $irc(f^t)$, $irc(f^t(c))$, $irc(f_i^t)$ ҳиссаларнинг вектор индекси, матрица $MIRC(F^l\_B(G))$ матрицаси.

1-йўналиш бўйича графларнинг жуфт ўхшашлик қиймати қуйидагилар орқали аниқланади:

- индекслар учун уларнинг қиймати мутаносиблик модулини ҳисоблаш асосида;
- вектор-индекслар учун Евклид метрикасини қўллаш орқали графлар орасидаги масофани ҳисоблаш асосида;
- $F^l \subseteq B(G)$ турдаги граф-моделлар учун уларнинг УМФ асосида ва граф моделларнинг умумий максимал фрагментини (*mcf*) аниқлаш асосида D масофа қийматини ҳисоблаш асосида, яъни

$$D(G_1,G_2)=\left|V(F^l\subseteq B(G_1))\right|+\left|E(F^l\subseteq B(G_1))\right|+\left|V(F^l\subseteq B(G_2))\right|+\left|E(F^l\subseteq B(G_2))\right|-$$
$$-2\left|V(mcf(F^l\subseteq B(G_1),F^l\subseteq B(G_2)))\right|,$$

ёки ўхшашлик индекси

$$MSI(G_1,G_2)=\left(\left|V(mcf(F^l\subseteq B(G_1),F^l\subseteq B(G_2)))\right|+\left|E(mcf(F^l\subseteq B(G_1),F^l\subseteq B(G_2)))\right|^2\right)/$$
$$/\left(\left|V(F^l\subseteq B(G_1))\right|+\left|E(F^l\subseteq B(G_1))\right|\right)\times\left(\left|V(F^l\subseteq B(G_2))\right|+\left|E(F^l\subseteq B(G_2))\right|\right).$$

Граф тўпламлари ўхшашлигини ҳисоблаш натижалари сифатида графлар орасидаги жуфт масофалар матрицасини ёки таҳлил қилинаётган графлар учун ТД базисида кенгаювчи графларнинг нисбий ўхшашлик индекслари графикдаги ўзгарувчи ўхшашлик тенденцияларини тадқиқ қилишни тушуниш мумкин.

Агар P^{Sc} графнинг барча боғланган граф ости занчирларини ифодаласа, граф-моделларнинг унинг стратификация тизимидаги ҳар бир *mcf* жуфт учун ҳисобланади, масалан:

$$P^{l}w \subseteq Pw \rightarrow P^{lS}w \subseteq Pw \rightarrow P^{lS}w \subseteq P^{S}w \rightarrow$$
$$\rightarrow P^{lSc}w \subseteq P^{S}w \rightarrow P^{lSc}w \subseteq P^{Sc}w \rightarrow P^{lSc}w \subseteq P^{Sc}w$$

графларнинг ўхшашлик ўзгаришлари тенденциясини яна учта таянч моделнинг стратификация йўналиши бўйича тадқиқ қилиш имкониятига олиб келади: (1) ТД базисларини монотон кенгайиши; (2) фрагментлар турларининг мураккаблик индекси қиймати бўйича монотон кенгайиши; (3) графнинг ҳам базислари ҳам фрагмент турлари бўйича кенгайиши.

Қуйидаги процедура *графнинг нисбий ўхшашлиги* бўйича *B* базисини ошириш мураккаблиги индексларининг монотон қийматига таъсирини ўрганиш учун қўлланилади:

1. Таҳлил қилинаётган B базисида, яъни охирги элементларни $(k-1),(k-2),\ldots,0$ тушуриб қолиш орқали ҳосил бўлган базисида $1,2,\ldots,k$ компонентидан таркиб топган, базислар учун $SM_i(i=1,\ldots,k)$ графлар жуфт ўхшашлик (масофа) матрицаси ҳисобланади.

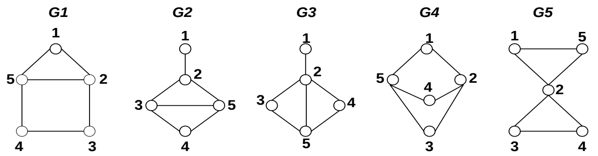
2. Ҳар бир граф учун ҳар бир SM_i да бошқа графларга av_{ij} ўхшашликнинг ўрта қиймати мавжуд, бу ерда, j – граф тартиб рақами. Ўртача қийматга ўтказиш ушбу G_j графдаги ўхшашлик индексларини $\{G \setminus G_j\}$ тўпламдаги графлар билан қўшиб, олинган қийматни $|\{G \setminus G_j\}|$га бўлиш орқали амалга оширилади.

3. αv_{ij} ўртача қийматга тенг мувофиқлаштирувчи коэффициент nk_i ҳисобланади (ўртача қийматга ўтказиш j индексии бўйича амалга оширилади).

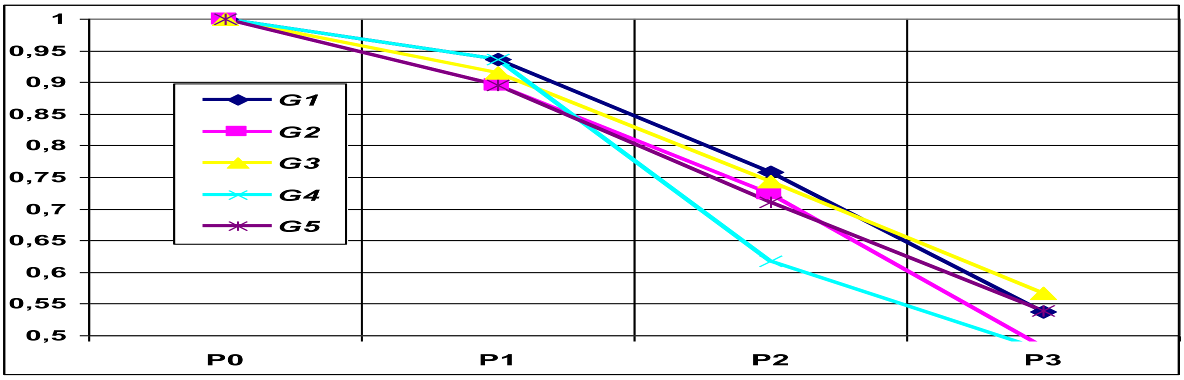
4. $i\ rs_{ij} = \alpha v_{ij} / nk_i$ $_i$.узунлигида G_j графнинг нисбий ўхшашлиги ҳисобланади.

5. Ҳар бир тадқиқ қмлинаётган граф учун базиснинг узунлигига нисбатан ўхшашликнинг қийматга тобе графиклар қурилади.

Нисбий ўхшашлик индекслари бир графнинг бошқа барча графлар учун битта графнинг ўхшашлигини таснифлайди, бу жуфт ўхшашлик индекслари қийматларининг базис узунлигига нисбатан ҳаракатини интеграл баҳолаш имконини беради. 4-расмда графлар учун (3-расм) $P^{lS}w \subseteq Pw$ кўринишдаги граф-моделларни қўллаш асосида ҳисобланган ўхшашлик қийматини ўртача қийматга келтирилган графиги келтирилган. Улар занжир-граф ости базисининг ўсишида ўзгариш тенденцияларини таҳлил қилиш имконини беради.



3-расм. 5 та уч ва 6та қиррага эга графлар диаграммаси



4-расм. Графлар ўхшашлиги ўртача қийматининг ўзгариш графиги

ТД базисининг турига кўра 2 хил синф вазифаларини ажратиш мумкин: (1) агар $<b_1,b_2,\ldots,b_k> = <\Re(G_1)\cup\Re(G_2)\cup\ldots\cup\Re(G_n)>$ бўлса, графларнинг *глобал ўхшашлиги*, бу ерда $\Re(G_i)$ – фрагментларнинг барча тўплам тўплам ости G_i тўпламлари; (2) агар $<b_1,b_2,\ldots,b_k> \subset <\Re(G_1)\cup\Re(G_2)\cup\ldots\cup\Re(G_n)>$ бўлса, графларнинг *локал ўхшашлиги.*

ТД кенгаювчи базислар асосида глобал ўхшашликни аниқлаш вазифасини ечиш аниқлигини таҳлил қилиш муаммосини ҳал этиш учун методология ва унинг комьютер таъминоти ишлаб чиқилади. Графларнинг ўхшашлигини таҳлил қилишнинг қуйи тузилмавий ёндашувидан фарқли равишда, тавсия этилган ёндашув икки базавий mcf моделни аниқлаш учун самарали ҳисоблаш (ҳисоблаш мураккаблиги қаторидан) алгоритмидан фойдаланилади.

Хулоса

Хулоса қилиб, таянч граф-моделлари тизим тузилмаларининг ўхшашлигини таҳлил қилиш ва тизим тузилмаларидаги толерантлик муносабатларининг ўхшашлигига асосланган табиатдаги эквивалентлик муносабатлар стратификация қилинган тизимини аниқлаш учун муаммолар синфларини шакллантириш имконини беради. Юқорида келтирилган моделлар ва ўхшашликларни таҳлил қилиш усуллари GMN ASISда ва MEI (TU) таълим жараёнида амалга оширилади.

Фойдаланилган адабиётлар:

[1] Lande D.B. "Basis of information flow integration", Handbook, Engineering, 240 p, 2006.

[2] Usov A.V., Oborskiy G.A., Morozov Yu.A., Dubrov K.A., "Introduction to the optimization methods and theory of

technical systems”, Odessa: Astroprint, 496 p, 2005.

[3] Olifer V.G., Olifer N.A., “Computer networks 3rd edition”, Piter, 958 p, 2006.

[4] Saidov A., Mirboboyev M., Almetov Sh., Ganiyeva N., Boboqulov I., “Information systems bases of customs organizations”, 1st chapter, Tashkent, 421 p, 2016.

[5] Saidov A., Abdurakhmonov Z., “An automated information system with working customs cargo declarations”, Handbook, Tashkent, High military customs institution, 151 p, 2012.

[6] Rezer S.M., Prokofeva T.A., Goncharenko S.S., “International transport corridor: formulation problems and development”, M.: Viniti Ran, 200 p, 2010.

[7] Lukinskiy V.S., Lukinskiy V.V., Plastunyak I.A., Pletneva N.G., “Transportation in the logistics”, Handbook, 520 p, 2005.

[8] Date K., “Introduction to database”, M.Nauka, 352 p, 2010.

[9] United Nations Organization, “Statistics of international goods trade: concepts and definitons 2010”, New York, 2011.

[10] Dodokin Yu.V., Jebbelova I.a., Krishtafovich V.I., “Customs examination of goods”, Center – Academia, 272 p, 2013.

Маликова Нодира Тургуновна
Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети

Махматқулов Ғолибжон Холмуминович
Қарши муҳандислик иқтисодиёт институти
Тел.:+998936968484
Эл. почта: gmaxmatqulov11@mail.ru

N.T.Malikova, G.X.Maxmatqulov

GRAF-MODEL OF PROFESSIONAL COMPATIBILITY SYSTEMS

This article provides a graphical model for fragmentation that allows you to identify the complexity of complex structured systems. The system of stratification of graph models, which allows to formulate and study a wide spectrum of new structures of structural similarity is considered. The proposed models allow for the analysis of similarity of systems and the development of sub-structure approach in the separation of new types of relationships in the graph models of systems.

Keywords: Advanced structured systems, models, graphs, fragments, matrices, multigraphs, semantic networks

УДК 654.154.4

Мухитдинов А.А., Шукуров К.Э., Абдуллаева М.И., Маликова Н.Т.

АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ВХОДНОГО ТРАФИКА НА ОСНОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ВЫЗОВОВ

Рассматриваются вопросы исследования моделей функционирования мультисервисных контакт центров, построения их имитационной модели в среде языка моделирования GPSS и вычисления вероятностных показателей эффективности процесса обработки вызовов.

Калит сўзлар: язык моделирования GPSS, мультисервисный контакт центр, имитационное моделирование, системы массового обслуживания.

Введение

В результате моделирования работы контакт центров в работе [1] определены основные показатели качества и моделируемые параметры функционирования мультисервисных контакт центров (МКЦ). Ниже приводятся результаты разработки алгоритмов и программ определения качественных характеристик, в частности параметров и показателей эффективности функционирования МКЦ.

Основная часть

При исследовании моделей информационных и управляющих систем используются следующие методы.

1. Аналитические методы – состоят в преобразовании записанных на языке математического анализа объектов и процессов (отношений), отображающих физические свойства исследуемой системы (в виде дифференциальных и интегральных уравнений).

2. Численные методы – основываются на построении конечной последовательности действий над числами, операции с математическими моделями заменяются операциями над числами.

3. Имитационный метод – элементы системы, так и процессы функционирования системы представляются в виде алгоритмов.

Имитационное моделирование – это мощный универсальный метод исследования систем, функционирование которых зависит от воздействия случайных факторов [2]. Применение вычислительных средств и универсальных языков программирования позволяют получить хорошие результаты при изучении сложных объектов. Применение первых двух подходов часто требует многих ограничений, а иногда и дополнительных исследований.

Весьма эффективным и достаточно простым языком имитационного моделирования, выбранным для реализации алгоритмов анализа и обработки трафика центров обработки вызовов в данной работе, является язык GPSS (General Purpose Simulating System – общецелевая система моделирования)[3]. Его развитие началось в конце 50-х годов прошлого века. GPSS – это язык моделирования систем массового обслуживания (СМО).

Сообщения поступают в систему в случайные моменты времени, становятся в очередь и ожидают момента начала обслуживания. Сообщения будут называться транзактами. Транзакты являются движущимися элементами GPSS-модели. Работа GPSS модели заключается в перемещении транзакта. В самом начале моделирования в модели нет ни одного транзакта. В процессе моделирования транзакты входят в модель в определенные моменты времени и в соответствии с теми логическими требованиями, которые возникают в модели. Подобным же образом транзакты покидают систему в определенные моменты времени. В общем случае в модели может существовать большое число транзактов, однако в один момент времени двигается только один транзакт.