

TECHNOLOGIES OF COMPUTER
CONTROL

DATORVADĪBAS TEHNOLOĢIJAS

METHOD FOR DETECTION AND ESTIMATING THE COMBINATION OF SYSTEM
CORRECTIONSISTĒMAS KOREKCIJU KOMBINĀCIJU NOTEIKŠANAS UN NOVĒRTĒŠANAS
METODE

Ivars Karpich, Phd student
Riga Technical University,
Faculty of Computer Science and Information Technology
Institute of Computer Control, Automatics and Computer Technics
Address: Meza str. 1/3, LV 1048 Riga, Latvia
E-mail: fstein@inbox.lv

Zigurds Markovich, Dr.habil.sc.ing, professor
Riga Technical University
Faculty of Computer Science and Information Technology
Institute of Computer Control, Automatics and Computer Technics
Address: Meza str. 1/3, LV 1048 Riga, Latvia
E-mail: markovic@egle.cs.rtu.lv

Ieva Markovicha, Dr. Med.
Riga Technical University
Faculty of Computer Science and Information Technology
Institute of Computer Control, Automatics and Computer Technics
Address: Meza str. 1/3, LV 1048 Riga, Latvia
E-mail: markovic@egle.cs.rtu.lv

Ievads

Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultātes Datorvadības profesora grupas zinātniskās darbības ietvaros tiek izstrādātas dažādas datorvadības un sistēmu atvaseļošanas metodes [5]. Darbības ietvaros tiek iekļautas arī medicīnas atvaseļošanas datorsistēmu izveides [3], [4]. Izstrādāta metodoloģija arteriālās hipertensijas (AH) patoģenēzes modelēšanas mehānismam un terapijas efektīguma noteikšanai. Šī darba galvenais uzdevums ir izveidot arteriālās hipertensijas divu terapiju modelēšanas un efektivitātes novērtējuma metodi. Ar mērķi noteikt efektīvāko terapiju kombināciju. Papildus nepieciešamas izveidot medicīnas datorsistēmu metodes implementācijai.

1. Arteriālā hipertensijas izplatība, problēmsfēras definējums

Arteriālā hipertensija (*hyper-* augsts, *tensia-* spiediens) ir regulāra asinsspiediena paaugstināšanās virs normas un tā tiek identificēta kā slimība. Arteriālā hipertensija mūsdienu sabiedrībā, ko ietekmē ļoti daudz nelabvēlīgu faktoru, ir ļoti izplatīta un ar to slimo 15- 20% pieaugušo. Vecumā virs 60 gadiem

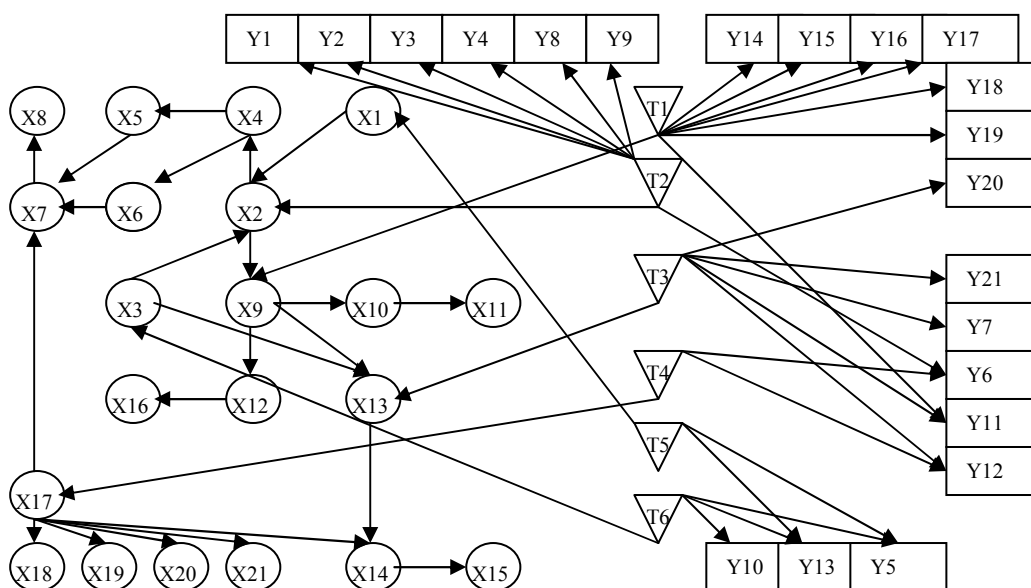
slimnieku īpatsvars sasniedz pat 70% [2]. AH ir arī viens no izplatītākajiem nāves cēloņiem. Attīstoties mūsdienu medicīnai, attīstās arī medikamenti pacienta atveseļošanai. AH patoģenēzes zināšanas iespējams apkopot, izmantojot ekspertu sistēmas, kā rezultātā izveidojot AH patoģenēzes attīstības modelēšanas metodiku. Patogēnēze ir slimības attīstība no sākuma cēloņiem līdz slimību simptomiem un letālām sekām. Patogēnēzes modelēšana iekļauj cilvēka organisma apakšsistēmu darbības apskati un visa organisma novērtējumu pēc kādas konkrētas terapijas iedarbes.

Iepriekš izstrādāts AH patoģenēzes modelēšanas mehānisms, kas balstās uz topoloģisko modelēšanu. Papildus izveidota medicīnas datorsistēma terapiju iedarbību modelēšanai. Viens no galvenajiem trūkumiem bija, tas, ka sistēma caurskatīja tikai lietotāja noteiktās terapijas. Tādējādi efektīvākā terapija nereti netika iekļauta pārbaudes terapiju kopā. Šī darba mērķis ir izstrādāt medicīnas sistēmu, kas caurskatītu visu terapiju risinājumu kopu un veiktu ranžēšanas procedūru, efektīvākas terapijas noteikšanai. Tāpat medicīnas pamatā ir vidu divu terapiju modelēšanas un efektivitātes novērtējuma algoritmi, kas atšķiras ar vienas terapijas gadījumu.

2. Arteriālā hipertensijas topoloģiskais modelis

Cilvēka organisms tiek uztverts kā reālā laikā funkcionējoša sistēma. Cilvēka saslimšanu ar kādu sistēmu var uzskatīt par funkcionālo spēju un kopējās efektivitātes samazināšanos. Nereti dažādas sistēmas, ilglaicīgas funkcionēšanas laikā, atgriež kopējos efektivitātes rādītājus normālā stāvoklī un var uzskatīt, ka tiek atjaunota pilnvērtīga sistēmas funkcionalitāte. Arī cilvēka organisms vairāku slimību gadījumā spēj atveseļoties, bet nereti tiek pielietoti medikamenti. Medikamenti ir kā ārēja iedarbe, kas uzlabo organisma konkrēto apakšsistēmu darbību un rezultātā daudz straujāk spēj uzlabot kopējā organisma efektivitāti. Terapija ir risinājums gadījumā ja organisms nevar veikt atveseļošanas patstāvīgi. Zināšanu apkopošanai un apstrādei tiek pielietotas ekspertu sistēmas. Ekspertu sistēmas var pielietot cilvēka organisma darbības modelēšanai un slimību terapiju modelēšanai. Šāda tipa sistēmas tiek dēvētas par atveseļošanas sistēmām. Galvenie pozitīvie aspekti ir tādi, ka atveseļošanas sistēmas spēj apskatīt plašu organisma darbības spektru, iekļauj daudzu risinājumu modelēšanu. Papildus iespējams veikt dažādu medikamentu pārbaudi neizmantojot cilvēka organismu, kas nereti ir dārgi un iespējams apdraud cilvēka dzīvību. Negatīvā puse ekspertu sistēmu pielietojumam medicīnā ir realitātes jeb sistēmas pilnīgas atspoguļošanas nespēja.

Arteriālās hipertensijas zināšanu atspoguļošanai tiek pielietots topoloģiskais modelis. Topoloģiskais modelis ir viens no semantiskā tīkla paveidiem, kam raksturīgs vienāds saišu tips. Proti, visas savstarpējās saites starp struktūrelementiem ir ar vienādu raksturu, šajā gadījumā ar cēloņu seku saistību. Topoloģiskais modelis sastāv no struktūrelementiem, kas apraksta AH iedarbībā iekļautos objektus. Darbā pielietotais vienkāršots AH topoloģiskais modelis ir dots 2.1 attēlā.



2.1.att. Arteriālās hipertensijas topoloģiskais modelis
Fig.2.1. Topological model of arterial hypertension

AH topoloģiskais modelis sastāv no sekojošiem struktūrelementiem:

1. Organisma apakšsistēmu izmainītās funkcijas virsotnes tiek apzīmētas ar apļiem (X virsotnes). AH patoģenēzes iedarbības spektrs ir samērā plašs. Topoloģiskajā modelī ir iekļautas ap 20 organisma apakšsistēmas. Virsotnes vērtība parāda organisma apakšsistēmas funkcionālo līmeni. Piemēram, virsotne X6 norāda uz sistoles tilpuma izmaiņas;

2. Terapijas izraisītās blakus parādības attēlo četrstūri (Y virsotnes). Topoloģiskais modelis nepieciešams, lai noteiktu konkrētas terapijas iedarbību. Kā zināms terapijām ir raksturīgi blakus parādības. Blakus parādību attēlošanai tiek pielietotas 20 virsotnes. Virsotnes vērtība parāda blakus parādības jeb blaknes līmeni funkcionālo;

3. Terapijas tiek attēlotas ar trijstūriem (T virsotnes). Topoloģiskais modelis ietver sešas terapijas. Terapija šajā gadījumā raksturo medikamentu grupa. Virsotnei arī ir raksturīga funkcionālā vērtība, kas apraksta terapijas devas lielumu;

4. Saites starp topoloģiskā modeļa struktūrelementiem. Tiek pielietotas trīs veidu saites:

- Saite, kas savieno terapijas virsotni ar organisma apakšsistēmu virsotni. Norāda terapijas iedarbes virzienu. Virsotnes gala funkcionēšanās vērtību nosaka pēc

$$\text{formulas: } \alpha_j^b = k \cdot (T_t^b - T_t^0) + \alpha_j^0, \text{ kur } k = I_0, \text{ ja } 0 \leq \alpha_j^0 \leq \alpha_j^{kr} \text{ vai } k = \frac{1 - \alpha_j^0}{1 - T_t^0},$$

ja $\alpha_j^{kr} < \alpha_j^0 < 1$. α_j^0 , α_j^b - organisma apakšsistēmas sākuma un beigu funkcionālie līmeņi. T_t^0 , T_t^b - terapijas sākuma un beigu devas. α_j^{kr} - virsotnes funkcionēšanas kritiskā vērtība;

- Saite, kas savieno terapijas virsotni ar blakus parādībām jeb blaknes virsotni. Parāda terapijas blakus parādību spektru. Ja blakus parādības sākuma vērtība ir β_t^0 , tad beigu vērtība ir β_t^b . Saitei starp elementiem raksturīgi sekojoši parametri: I_0 - loka svars, T_t' - terapijas robežvērtība, pie kuras tiek izsaukta blakus parādība. Virsotnes Y gala vērtību aprēķina pēc formulas $\beta_t^b = k \cdot (T_t^b - T_t^0) + \beta_t^0 + |c|$, kur $c = \frac{T_t' \cdot I_0}{1 - T_t'}$. Pie tam ja $0 \leq T_t^b \leq T_t'$, tad $\beta_t^b = \beta_t^0$ vai ja $T_t' < T_t^b \leq 1$, tad $k = (I_0 + c) < 0$;

- Organisma apakšsistēmu savienojosa saite norāda funkcionālo sasaiti cēloņu seku formā. Nereti viena organisma apakšsistēmas darbības izmaiņas izsauc organisma citas apakšsistēmas darbības maiņu. Virsotnēm ir sākuma vērtības: α_i^0 , α_j^0 . Vienai virsotnei ir beigu vērtība α_i^b , jānosaka otras virsotnes beigu vērtība α_j^b . Saite ir raksturīgi parametri: I_0 - parāda abu elementu saistību, α_j^{kr} - virsotnes funkcionēšanas kritiskā vērtība. Virsotnes gala vērtību α_j^b nosaka pēc formulas $\alpha_j^b = k \cdot (\alpha_i^b - \alpha_i^0) + \alpha_j^0$, kur ja $0 \leq \alpha_j^0 \leq \alpha_j^{kr}$, tad $k = I_0$ vai ja $\alpha_j^{kr} < \alpha_j^0 \leq 1$, tad $k = \frac{1 - \alpha_j^0}{1 - \alpha_i^0}$.

3. Sistēmas korekcijas (AH patoģenēzes atveseļošanas) modelēšana

Topoloģiskā modeļa izveidei tiek pielietotas ekspertu zināšanas. Pēc modeļa izveides ir iespējams veikt sistēmas korekcijas pārbaudes, jeb sistēmas atveseļošanas darbības. Šajā gadījumā ir iespējams veikt AH terapijas iedarbības modelēšanas procesu. Veicot modelēšanas procesu, topoloģiskajā modelī tiek modelētas dažādu terapiju ietekmes. Terapija ir kā ārējais faktors, kas nodrošina sistēmas darbības atjaunošanu, jeb gala efektivitātes palielināšanos. Sākumā tiek noteikti organisma apakšsistēmu funkcionālie līmeņi (α_i^0). No AH topoloģiskā modeļa redzams, ka terapija tieši iedarbojas uz kādu no X virsotnēm. atkarībā no terapijas devas un saišu raksturlielumiem, mainās virsotnes funkcionālais līmenis (parasti palielinās, organisma apakšsistēmas funkcionālais līmenis tiek normalizēts) un tā vērtība kļūst par α_j^b . Tālāk pa loģiskajām saitēm tiek apstaigāts grafs un pārrēķinātas grafa virsotņu funkcionālās vērtības (no α_i^0 uz α_j^b). Papildus tiek mainītas blakus parādību vērtības (no β_i^0 uz β_i^b).

Divu terapiju gadījumā tiek modelēts divu terapiju vienlaicīga iedarbe. Terapiju blakus parādības tiek noteiktas pēc superpozīcijas principa. Lai noteiktu terapijas iedarbes efektivitāti, tiek rēķināti trīs derīguma koeficienti. Datormodelēšanas procesa būtība ir visu iespējamo risinājuma caurskate. Sākumā tiek caurskatīti visi vienas terapija gadījumi. Tiek noteikti visi trīs derīguma koeficienti, iegūtie rezultāti tiek saglabāti. Tālāk tiek izpildīta divu terapiju kombināciju modelēšana. Datormodelēšanas procesā tiek apskatīta visu risinājumu kopa, kas paredz to, ka tiek modelēti visi vienas un divu terapiju kombināciju varianti, pie trijām dažādām medikamentu devām (0.25, 0.5 un 1.0).

4. Terapiju un terapiju kombināciju efektivitātes novērtējums, labākā risinājuma izvēle

Galvenais terapijas uzdevums ir uzlabot organisma kopējo stāvokli. Tātad terapijas efektivitāti raksturotu organisma funkcionālo spēju uzlabojums. Terapija ir arī efektīvāka, ja tai ir raksturīgs šaurāks blakus parādību spektrs. Lai pārbaudītu kāda ir sistēmas efektivitātes rādītāji pēc terapijas iedarbes, tiek rēķināti trīs dažādi derīguma koeficienti. Derīguma koeficienti iekļauj organisma apakšsistēmu funkcionālo līmeņu izmaiņas un terapiju blakus parādību izpausmes līmeņus. Visos koeficientos tiek veikts šo divu faktoru summēšana ievērojot prioritāti (koeficienti V_i un V_l), proti, ir iespējams noteikt, kas ir svarīgāk- normalizēt apakšsistēmu darbības līmeņus vai pēc iespējas samazināt blakus parādību skaitu. Izveidotajā medicīnas sistēmā tiek pielietoti koeficienti 0,6 un 0,4. Formulas (4.1., 4.2. un 4.3.) atšķiras ar biežuma un varbūtības novērtējumiem P_{it} , P_{lt} . Pielietotās derīguma koeficienta aprēķina formulas:

- Varbūtiskais derīguma risinājums, nosaka to, ka organisma apakšsistēmu funkcionālie līmeņi (virsotņu X vērtības) un blakus parādību (Y virsotnes) vērtības konkrētas terapijas gadījumā maina savu vērtību ar noteiktu varbūtību:

$$Z_1(T_t) = \sum_{i=1}^n V_i \cdot (\alpha_i^0 + P_{it} \cdot \Delta_{it}) + \sum_{l=1}^m V_l \cdot (\beta_l^0 + P_{lt} \cdot \Delta_{lt}) \quad (4.1.)$$

- Determinētais derīguma risinājums, parāda situāciju kad virsotnes X un Y savas vērtības maina vienmēr, proti, nepastāv nekāda varbūtība (pastāv, bet tā ir 1):

$$Z_2(T_t) = \sum_{i=1}^n V_i \cdot (\alpha_i^0 + \Delta_{it}) + \sum_{l=1}^m V_l \cdot (\beta_l^0 + \Delta_{lt}) \quad (4.2.)$$

- Pesimistiskais derīguma risinājums, gadījums, kad organisma apakšsistēmu funkcionālie līmeņi mainās terapijas ietekmē ar noteiktu varbūtību, bet blakus parādības mainās vienmēr:

$$Z_3(T_t) = \sum_{i=1}^n V_i \cdot (\alpha_i^0 + P_{it} \cdot \Delta_{it}) + \sum_{l=1}^m V_l \cdot (\beta_l^0 + \Delta_{lt}) \quad (4.3.)$$

Formulās 4.1, 4.2., 4.3. lietotie apzīmējumi:

$Z_1(T_t)$, $Z_2(T_t)$, $Z_3(T_t)$ - varbūtiskais, determinētais un pesimistiskais derīguma koeficients;

V_i , V_l - virsotņu X_i un Y_l svaru koeficienti;

P_{it} , - virsotnes X_i vērtības maiņas varbūtība pie terapijas T_t iedarbības. Katrs cilvēka organisms ir atšķirīgs. Vienas un tās pašas terapijas iedarbība divu pacientu gadījumā var atšķirties. Proti, medikaments atšķirīgi iedarbojas uz pacienta organismu. Lai reālistiskās attēlotu likumsakarību, kas parāda terapijas iedarbes spēju tiek pielietota varbūtība P_{it} . Varbūtība parāda iespējamo terapijas iedarbību. Varbūtības novērtējumam tiek pielietotas ekspertu kolektīva aptaujas metodes;

P_{lt} - Y_l vērtības maiņas varbūtība pie terapijas T_t iedarbības. Šo vērtību ir iespējams aizstāt ar konkrētās terapijas blakus efekta parādīšanos biežumu. Nereti medikamentu lietošanas instrukcijā ir iekļauta informācija par konkrēta blakus efekta parādīšanos skaitu pie noteikta pacienta skaita. Šo ar statistikas metodēm noteikto lielumu var pielietot, lai parādītu blakus efekta parādīšanos varbūtību;

α_i^0 , β_l^0 - X_i un Y_l sākuma vērtība pirms terapijas iedarbes;

Δ_{it} , Δ_{lt} - X_i un Y_l vērtības izmaiņa pēc terapijas T_t iedarbības: $\Delta_{it} = \alpha_{it}^b - \alpha_{it}^0$, $\Delta_{lt} = \beta_{lt}^b - \beta_{lt}^0$.

Labākā risinājuma noteikšanai tiek pielietota terapiju ranžēšanas procedūra. Ranžēšana tiek veikta pēc viena no trim derīguma kritērijiem. Medicīnas datorsistēmā lietotājam ir dota iespēja izvēlēties vienu trim kritērijiem. Sākumā tiek veikta vienas terapijas ranžēšanas procedūra tad divu terapiju ranžēšana. Pēdējā no darbībām ir visu risinājumu (vienu un divu terapiju) ranžēšana.

5. Terapijas novērtējums, ievērojot pacienta blakus slimības

Ārsts izvēloties terapiju, caurskata pacienta slimību vēsturi un nosaka pacienta pašreiz esošās blakus slimības. Pavadošās blakus slimības nereti iespaido gala terapijas izvēli. Iespējami gadījumi, kad dotā terapija pie kādas pavadošās slimības nav ieteicama vai tieši pretēji rekomendējama, tāpat iespējamās citas rekomendācijas. Lai apskatītu un ievērotu pacienta blakus slimības pie gala terapijas izvēles, darba autori pielieto produkciju likumi. Produkciju likumi ir zināšanu organizēšana formā JA... TAD. Sākumā, izmantojot ekspertu kolektīva aptauju metodes tiek iegūta produkciju likumu kopa. Datorprogrammā lietotājam nepieciešams noteikt kādas ir pacienta pavadošās blakus slimības. Tad tiek caurskatīti visi produkciju likumu, darba atmiņa tiek ievietota blakus slimība un pārbaudīta vai

Ja visi parametri ir ievadīti, tad lietotājam tiek izvadīts rezultātu logs (6.5. att.), kurā tiek attēlotas labākās terapijas sarakstā veidā, papildus tiek izvadītas rekomendācijas vai komentāri, kas tiek formētas izmantojot produkciju likumu loģiku, ievērojot blakus pavadošās slimības. Lietotājam ir arī dota iespēja rezultātus apskatīt detalizēti (poga „Detalizēti rezultāti”). Pēc pogas nospiešanas atveras logs, kas sastāv organisma apakšsistēmu izmainītajām funkcionālajām vērtībām pēc terapijas. Tāpat tiek attēloti blakus efektu izmainītie līmeņi. Šādi lietotājs var izanalizēt terapijas iedarbības apgabalus.

Programmā ir realizēts plašs AH topoloģiskā modeļa rediģēšanas funkciju klāsts. Viens no topoloģiskā modeļa struktūras definēšanas loģiem attēlots attēlā 6.6. Šajā logā tiek vizualizēts pats patoģenēzes topoloģiskais modelis. Programmā ir iekļauti arī logi virsoņņu un to parametru rediģēšanai.

Rezultāti

1. Terapijas | 2. Terapiju kombinācijas | 4. Lietotāja izvēlētais terapijas | 4. Efektīvākās terapijas

Rezultāti

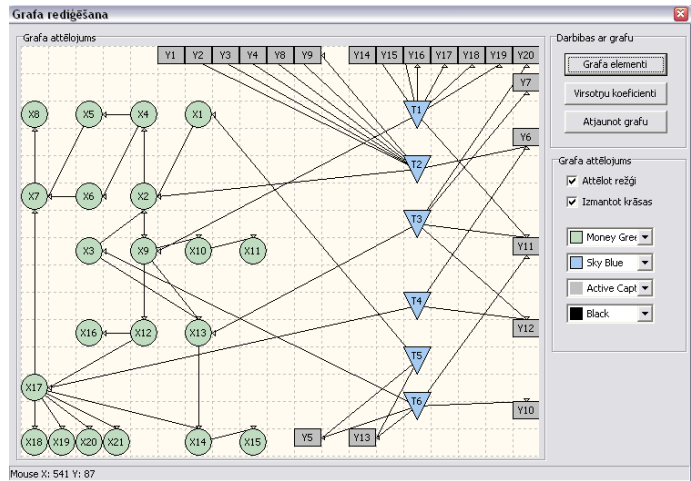
Terapija	Rekomendācija
1 T6-1 - Selektīvie alfablatori	
2 T1-1+T6-1 - ACEI, Selektīvie alfablatori	Ieteicama T1, jo Sirds kreisā kambara hipertrofija (XXH).
3 T1-1+T5-1 - ACEI, Centrālie simpatoļīji	Ieteicama T1, jo Sirds kreisā kambara hipertrofija (XXH).
3 T5-1 - Centrālie simpatoļīji	Nesaska T5, jo Depresija.
5 T2-1 - Betaadrenoblokatori	
5 T1-1+T2-1 - ACEI, Betaadrenoblokatori	Ieteicama T1, jo Sirds kreisā kambara hipertrofija (XXH).
7 T1-1+T4-1 - ACEI, Diurētīji	Ieteicama T1, jo Sirds kreisā kambara hipertrofija (XXH).
8 T1-1 - ACEI	Ieteicama T1, jo Sirds kreisā kambara hipertrofija (XXH).
9 T4-1 - Diurētīji	T4 kombinācija, jo Podagra.
10 T1-1+T3-1 - ACEI, Kalcija antaonisti	Ieteicama T1, jo Sirds kreisā kambara hipertrofija (XXH).

Rezultātu rangējums

	T6-1	T1-1+T6-1	T1-1+T5-1	T5-1	T2-1	T1-1+T2-1	T1-1+T4-1	T1-1	T4-1	T1-1+T3-1
Varbūt	0,9556	0,953	0,9515	0,9515	0,9479	0,9479	0,9229	0,915	0,9149	0,91
Detern	0,9595	0,931	0,9262	0,9548	0,9314	0,9029	0,8948	0,8981	0,9133	0,8667
Pesimist	0,95	0,9215	0,9212	0,9498	0,9268	0,8982	0,8908	0,8974	0,9113	0,8653
Rang. pēc Var	1	2	3	3	5	5	7	8	9	10
Rang. pēc Det	1	4	5	2	3	7	9	8	6	12
Rang. pēc Pes	1	4	5	2	3	7	9	8	6	12
Rezul. rang.	1	2	3	3	5	5	7	8	9	10

Detalizēti rezultāti

6.5.att. Rezultātu logs
Fig.6.5. Result screen



6.6.att. AH topoloģiskā modeļa rediģēšanas logs
Fig.6.6. AH topological model editing screen

7. Secinājumi

Darba ietvaros izstrādāta efektīvas divu terapiju kombināciju noteikšanas metode arteriālās hipertensijas gadījumā. Arteriālās hipertensijas patoģenēzes modelēšanai tiek pielietots topoloģiskais modelis, kas kalpo kā matemātiskais modelis reālajam cilvēka organismam. Darba gaitā izstrādāta metode terapiju kombināciju modelēšanai un gala efektivitātes rādītāju noteikšanai. Kā rezultāts ir izveidota medicīnas datorsistēma, kas realizē terapijas izvēlēs modelēšanas metodi, pie tam, ļaujot lietotājam noteikt ranžēšanas kritērijus efektīvākās terapijas noteikšanai. Praktiski tika iegūts vienas terapijas un divu terapiju efektīvākie risinājumi. Izmantojot produkciju likumus, tiek novērtētas pacienta pavadošās slimības. Tiek formētas rekomendācijas, kuras ārsts var ievērot izvēloties terapiju. Izveidotajai medicīnas datorsistēmai ir rekomendējošs raksturs, kā rezultātā gala lēmumu pieņem ārsts.

Literatūra

- Giarratano Joseph C., Riley Gary. Expert Systems, Principles and Programming. - PWS Publishing Company/ International Thomson, Boston, 1994. – 644.
- Latvijas Kardioloģijas institūts. Rīgas iedzīvotāju sirds un asinsvadu slimības un to riska faktori. – Rīga, 2000. – 31. lpp.
- Markovičs Z., Markoviča I., Sistēmu atveseļošanas datorvadības varianti //RTU Zinātniskie raksti, 5. sērija. Datorzinātne. Datorvadības tehnoloģijas, 6 sējums, Rīga 2001. g. 6- 15;
- Markovitch Zigurd, Markovitcha Ieva. System for therapy selection // Biomedical Engineering. – Kaunas. Technologija –2000 – pages 8.-12.

5. Осис Я., Гельфандбейн Я., Маркович З., Новожилова Н.б Диагностирование на граф-моделяхб Транспорт, 1991.- 244 с.

Karpičs I., Markovičs Z., Markoviča I. Sistēmas korekciju kombināciju noteikšanas un novērtēšanas metode

Darbā apskatīta sistēmas korekcijas metode ar pielietojumu medicīnā. Izstrādāta arteriālās hipertensijas divu efektīvāko terapiju kombinācijas noteikšanas metode. Iepriekšējos darbos tika izstrādāta terapijas iedarbības modelēšanas pieeja, kas balstījās uz patogēnēzes topoloģisko modeli. Topoloģiskais modelis kalpo kā sistēmas iekšējās struktūras zināšanu apkopošanas risinājums. Darba ietvaros izmantoti efektivitātes rādītāji, kas ļauj novērtēt korekcijas lietderību un ļauj salīdzināt korekcijas savā starpā. Izveidota arī medicīnas datorsistēma. Šai sistēmai galvenais trūkums bija tas, ka lietotājam bija jānorāda tikai dažas terapijas, no kurām tika noteikta efektīvākā, bet nereti efektīvākais risinājums netika iekļauts pārbaudāmo terapiju kopā. Tamdēļ jaunizveidotā medicīnas datorsistēma apskata un modelē visas terapijas un terapiju kombinācijas. Sistēmas darbības korekcijas (AH patogēnēzes atvēršanas) efektīvākais risinājums tiek noteikts izpildot ranžēšanas procedūru pēc kāda no trim parametriem.

Datorsistēmā iekļauts terapiju pārbaude saistībā ar pacienta pavadošajām slimībām un citiem faktoriem, kas ietekmē terapijas izvēli. Izmantojot produkciju likumu loģiku tiek formētas rekomendācijas, kas programmas lietotājam ļauj ievērtēt terapijas saistību ar pavadošajām slimībām.

Datorsistēmā ir realizēta arī topoloģiskā modeļa rediģēšanas iespēja, kas ļauj rediģēt modeli. Šī funkcija nodrošina modeļa attīstību un tuvinājumu reālam cilvēka organismam.

Karpich I., Markovitch Z., Markovicha I. Method for detection and estimating the combination of system correction

In this paper system work correction method, with implementation in medicine, is described. Developed arterial hypertension most effective two therapy combination detection method. Previously developed therapy influence modeling approach, which was based on pathogenesis topological model. Topological model projects knowledge of systems internal elements. Within the framework of the work, system efficiency parameters are used. These parameters can estimate correction usefulness and allows comparing systems corrections. Previously developed system had some disadvantages. The most important disadvantage was computer systems manual manner, user had to check some therapies and then select most effective. Mostly the best therapy wasn't included in users selected therapies. New developed computer system performs modeling and examines all therapies and two therapy combinations. Systems work correction (improvements of AH pathogenesis) solution is detected by using ranging procedure by one of three efficiency coefficients.

Computer system also includes module which estimates therapy connection to patients' side diseases. The recommendation is provided by using production laws logic. Developed system also have topological model editing option, which provides further progression of model.

Карпич И., Маркович З., Марковича И. Метод оценивания и определения комбинаций коррекций системы.

В работе рассмотрен метод коррекций системы и дальнейшее применение в медицине.

Разработан метод определения двух самых эффективных комбинаций способов терапии артериальной гипертензии. В предыдущих работах был разработан подход воздействия методами терапии, который основывался на топологическую модель патогенеза. Топологическая модель служит обобщением знаний о внутренней системе. В рамках работы использованы показатели эффективности, которые позволяют оценивать коэффициент полезного действия и позволяет сравнивать коррекции.

Разработана компьютерная система для медицины. Главным недостатком этой системы было то, что пользователи должны были указать всего несколько способов терапии, из которых был выбран самый эффективный, но нередко в этот ряд указанных методов не было включено самое эффективное решение. Именно поэтому новообразованная компьютерная система рассматривает и моделирует все способы терапии и позволяет их комбинировать. Самое эффективное решение по коррекции определяется выполнением процедуры ранжирования по одному из трёх параметров.

В компьютерную систему включена проверка разных способов терапии в тесной взаимосвязи с сопутствующими болезнями пациента и другими факторами, влияющими на выбор методов терапии. Пользуясь логикой формируются рекомендации, позволяющие пользователю оценивать выбор методов терапии в зависимости от факторов воздействия на организм. В компьютерной системе реализована и возможность редактирования топологической модели. Эту функцию обеспечивает и непосредственная приближенность к реальному организму человека.