

Авторска справка за оригинални научни приноси в публикациите за участие в конкурс за „доцент“

гл. ас. д-р Велин Андонов

Научните приноси в публикациите от пълния списък с публикации могат да се групират в няколко основни направления, както следва:

- дефиниране на нови разширения на Обобщените Мрежи (ОМ) – [8, 11, 16, 17, 24];
- изследване на свойствата на новите разширения на класа на стандартните ОМ – [5, 10, 13, 35, 50];
- изследвания, свързани с други въпроси от теорията на ОМ - [5, 6, 14,15,16];
- обобщеномрежови модели на процеси в телездравето/ телемедицината [3, 4, 7, 9, 18, 25];
- други обобщеномрежови модели – [12, 20, 22, 27, 28, 29, 34, 37, 42, 44];
- концептуално моделиране на системи за обслужване – [29, 30, 32, 34, 43, 45, 48,49];
- моделиране на телекомуникационни мрежи [23, 28, 31, 33, 38, 39, 40, 41, 45, 46];
- други приноси – [1, 2, 21,26, 36].

Научните приноси в публикациите от списъка с публикации за участие в конкурса могат да се групират, както следва:

- приноси към теорията на ОМ;
- обобщеномрежови модели в телемедицина/телездраве; на системи на човешкото тяло; на обслужващи системи;
- моделиране на телекомуникационни системи;
- други приноси.

1. Приноси към теорията на ОМ

Ново разширение на класа на стандартните ОМ - Обобщени Мрежи с Характеристики на Дъгите (ОМХД) - е дефинирано в [5]. В ОМХД освен ядрата, както е в стандартните ОМ, характеристики получават и дъгите, ако по тях е преминало ядро на текущата времева стъпка. Доказано е, че класът на ОМХД Σ_{CA} е консервативно разширение на класа на стандартните ОМ Σ , т.е. функционирането и резултатите от работата на всяка ОМХД може да се опише чрез стандартна ОМ. Доказателството на теоремата за консервативност на класа Σ_{CA} е конструктивно. За произволна ОМХД е конструирана стандартна ОМ, която представя функционирането на дадената ОМХД и запазва резултатите от работата ѝ. Като се отчита факта, че класът на Обобщените Мрежи с Характеристики на Позициите (ОМХП) Σ_{CP} е консервативно разширение на Σ и транзитивността на релацията „ \equiv “, е установено, че за всяка ОМХП съществува ОМХД, която представя функционирането ѝ и запазва резултатите от нейната работа, както и обратното.

Разширението ОМХД позволява да се дефинират класове на редуцирани ОМХД. Това от своя страна води до появата на трети клас минимални редуцирани ОМ, в които само дъгите получават характеристики.

ОМХД са особено подходящи за моделиране на транспортни мрежи, в които пътищата, железопътните линии, вътрешните водни пътища и др., могат да се представят посредством дъгите на ОМ. В такива модели възможността дъгите да получават характеристики значително би упростила графичното представяне на мрежата.

В [22] е изследван проблемът за оптимизация на обобщеномрежови модели. Разглеждат се някои съществуващи оператори за сложност на ОМ и са дефинирани нови. Като се използват релациите на включване и еквивалентност по извършена работа над ОМ, са дефинирани релации на включване и еквивалентност относно произволен оператор за сложност. Описана е обща схема за оптимизация на обобщеномрежови модели. Прилагайки определени оператори, дефинирани над ОМ, към даден обобщеномрежов модел, се получава последователност от ОМ, за всеки две

последователни от които е в сила релацията на включване по извършена работа относно операторите за сложност. Процесът на оптимизация се прекратява тогава, когато е достигнат минималния, отнапред зададен брой концепции, които е необходимо да присъстват в обобщеномрежовия модел. Процедурата е онагледена за обобщеномрежов модел на опашкова система с ограничен капацитет на буфера и сървъра и FIFO дисциплина на обслужване на заявките. В този случай критерият за спиране на процедурата е достигане до модел с минимален допустим брой преходи и минимален допустим брой позиции на мрежата. Изходният обобщеномрежов модел е преобразуван на три етапа, като на във всеки от тях е получена ОМ на опашкова система. За всяка от ОМ са изчислени стойностите на операторите за сложност и са посочени кои от релациите на включване по извършена работа относно операторите за сложност са в сила. В последния обобщеномрежов модел е използвана ОМХП.

Операторите за сложност над ОМ и релациите над ОМ относно тези оператори представляват основа за концептуална оптимизация на обобщеномрежови модели. За разлика от повечето съществуващи подходи за концептуална оптимизация, в които се използват субективни критерии, предложението в [22] подход позволява да се конструират оптимизационни алгоритми, подходящи за компютърна реализация.

2. Обобщеномрежови модели

Обобщеномрежовите модели в публикациите за участие в конкурса могат да се групират в следните групи:

- модели на процеси в телемедицина/телездраве;
- модели на системи на човешкото тяло;
- модели на обслужващи системи.

2.1 Обобщеномрежови модели на процеси в телемедицина/телездраве

В [1] се обсъжда приложимостта на апарата на ОМ за моделиране на подпомагащи технологии и по-специално на процеси от областта

telecare/telehealth, чиято цел е да осигури възможност на възрастни хора и/или хора с хронически заболявания или хора с увреждания да водят пълноценен живот. Предложен е обобщеномрежов модел на система за подпомагаща технология, в който се акцентира на връзката между сензорите за мониторинг на човешкото здраве и телекомуникационна (мобилна) мрежа. Разглеждат се три типа сензори: прикрепени към човешкото тяло, отчитащи биомедицински параметри като ECG сигнал и SPO₂; стационарни сензори, които се намират в стаята и които отчитат например концетранция на CO; прикрепени към човешкото тяло, но които се активират от хората при настъпване на някакво събитие. Всеки сензор може да изпраща съобщение до специализиран медицински център, където автоматична система определя приоритетите на съобщенията съобразно степента на спешност. В случай че системата не успее да определи приоритета на дадено съобщение, то се предава на оператор. Автономните сензори могат да установят връзка с мрежата посредством АТ команда и това е достатъчно за тяхната работа. Неавтономните сензори работят в режим на изчакване и наблюдават реакциите на пациентите. При наличие на реакция те се свързват с мрежата и изпращат съобщение до медицинския център. Предложеният обобщеномрежов модел разглежда анализа на съобщенията и данните подадени от сензорите в специализирания медицински център от специализиран софтуер или човешки оператор. След проверка за коректност на сигнала, съобразно отнапред зададени критерии за спешност, се взема решение дали сигналът трябва да бъде потвърден или е необходимо пациентът бъде посетен от лекар. Моделът може да се използва за симулация на различни ситуации чрез промяна на броя на спешните случаи, на които наличните лекари трябва да помогнат. В резултат на това може да се определи минималният брой необходими лекари в медицинския център.

Статията [2] е продължение на работата в направление на моделирането на процеси в телемедицината/телездравео чрез ОМ. Предложен е обобщеномрежов модел на телемедицина за пациенти с диабет. Сензорите, включени в модела са: уред за измерване на кръвното налягане, електронна везна, глюкомер и пулсоксиметър. Включено е филтриране на неверните положителни сигнали, което намалява броя на събитията, на които е наложително диспечерът да реагира. При вземането на

решение относно възникнало събитие, освен информацията от сензорите, се предвижда и възможността за провеждане на здравно интервю (анкета) с пациентите. Предложеният обобщеномрежов модел дава възможност за прилагането на нов подход при моделирането на потоци от информация, пациенти и работни (медицински) процедури в здравните заведения и здравната система. Посредством симулация на модела могат да се изследват проблемите, свързани с реструктурирането, управлението, планирането и организацията на здравните услуги. Моделът е основа за разработването на помощно средство за вземане на решения и лесно може да бъде разширен, за да се включат и оценки за разходите на телемедицинския център. В [6] е предложена модификация на обобщеномрежовия модел на телемедицина за хора с диабет, в който са включени активни/мобилни пациенти, а тяхното местоположение е важен параметър на модела.

Тези модели са резултат от работата в международен екип от специалисти в областта на телемедицината/телездравео по Европейски проект MATSIQEL (Models for Ageing and Technological Solutions for Improving and Enhancing the Quality of Life).

2.2. Обобщеномрежови модели на системи на човешкото тяло

В [12] е конструиран за първи път обобщеномрежов модел на отделителната система в човешкото тяло. Моделът се състои от 8 прехода, 16 позиции и 11 различни типа ядра. Измежду преходите на ОМ, 6 представляват функциите на следните системи и органи на човешкото тяло, заедно със съответните протичащи процеси: сърдечно-съдова система, бъбреци, пикочен мехур, нервна система, мускули. Основните системи и органи са представени в опростена форма. Използването на ОМ за моделиране на отделителната система позволява предложеният модел да бъде при необходимост детайлизиран. Също така той може да бъде включен в съществуващия обобщеномрежов модел на човешкото тяло, да се използва при обучение на студенти и като основа на симулационен модел на различни ситуации с цел да се подпомогне процес на вземане на решения.

В [15] е продължена работата в направлението на моделирането на системите и органите на човешкото тяло чрез ОМ. Предложен е обобщеномрежов модел на абдоминална аорта и нейните клонове като част

от кръвоносната система. Моделът се състои от 24 прехода, 50 позиции и 14 типа ядра. Моделът на сърдечно-съдовата система има за цел да допълни и обогати знанията ни за нея или поне за части от нея. Могат да се формулират обективни критерии и да се изберат параметри, които при симулация на модела да подпомогнат разбирането за състоянието на системата, наличието на патология, степента на риск и относително правилна прогноза за развитие на едно или друго заболяване.

Публикации [12] и [15] са подготвени в сътрудничество с медици, специалисти в съответната област.

2.3. Обобщеномрежови модели на обслужващи системи

Обобщеномрежови модели на обслужващи системи са включени в статиите [10,11,16,17,19,22,23]. Най-напред в [10] са предложени обобщеномрежови представяния на основни елементи от теорията на масовото обслужване. Макар че ОМ се използват широко в моделирането на обслужващи системи, до този момент в литературата липсва системен подход към конструирането на такива модели, който да използва съществуващите концептуални модели от теорията на масовото обслужване. Предложени са обобщеномрежови представяния на Generator, Terminator, Transportation, Delay, Server, Information gathering, Unifying transition, Distributive transition, Queue. Функциите на всеки от тези елементи се представят посредством предикатите в индексирани матрици на условието на преходите. Резултатите позволяват да се сравняват различни възможни представяния на моделираните обекти в езиците за компютърно моделиране и симулация. Освен това, предложените съответствия позволяват лесното конструиране на обобщеномрежови модели по даден концептуален модел от теорията на масовото обслужване, както и обратното. Това е първа стъпка към решаването на важния методологически проблем за определяне на система от базови моделни концепции за моделиране на обслужващи системи, позволяваща графични обобщения, в която различните функции на елементите да се представят графично по различен начин. Развитието на системен подход за моделиране на обслужващи системи чрез ОМ е продължено в [16], където са предложени ОМ представяния на по-сложни конструкции от теорията на масовото обслужване: обратна връзка по информация, права и обратна

връзка по информация, обратна връзка по заявки. За всяка от тях, като се използва съответен концептуален модел от теорията на масовото обслужване, е конструиран обобщеномрежов модел. За правата и обратна връзка по информация и за обратната връзка по заявки освен модел, използващ стандартните ОМ, са конструирани и модели, използващи ОМХП, чиито графични представяния са значително по-прости. Предложените представяния улесняват моделирането на системи за обслужване, в частност на телекомуникационни системи.

В [11] са надградени и модифицирани някои от съществуващите модели на опашкови системи, с включването на интуиционистки размити двойки (ИРД, intuitionistic fuzzy pairs) и интуиционистки размити двойки с интервални стойности (Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Pairs, IVIFPs), които определят начина (дисциплината) на обслужване на заявките в опашковата система. Буферът е с ограничен капацитет и е представен чрез два обобщеномрежови прехода. Позициите на буфера са представени чрез позиции на обобщената мрежа. Разглеждат се прости дисциплини на обслужване (FIFO и LIFO), както и по-общи модели с IFP (IVIFP), в които заявките могат да променят параметрите и позицията си в буфера.

Заявките са представени в мрежата чрез ядра, в характеристиките на които се съхранява необходимата информация за заявката и, в допълнение, интуиционистки размита двойка или интуиционистки размита двойка с интервални стойности. Двойките се интерпретират като степените на валидност и невалидност (или на коректност и некоректност) на заявката. Различните дисциплини на обслужване на заявките се реализират чрез промяна на предикатите в матрицата на условието на прехода. В първия обобщеномрежов модел, например, ядро от входна позиция на прехода, съответстващ на буфера, може да премине към изходна, т.е. заявката да бъде обслужена от буферното устояство, ако има най-голяма μ -стойност на ИРД, в сравнение с останалите ядра във входните позиции на прехода. Посочени са и алтернативни дисциплини на обслужване, при които се обслужват заявките с най-ниска ν -стойност на съответната ИРД, както и с най-висока $\langle \mu, \nu \rangle$ -стойност.

Във втория обобщеномрежов модел дисциплината на обслужване се определя от принадлежността на стойностите на интуиционистки размитата

двойка за дадено ядро α - $\langle \mu_\alpha, v_\alpha \rangle$, към съответните интервали на интуиционистки размитата двойка с интервални стойности $\langle M_j, N_j \rangle$ на изходна позиция с индекс j . Като отново са разгледани три форми на предикатите.

Най-накрая, обобщеномрежовият модел на опашкова система, в която заявките разменят местата си в буфера, е модифициран за случая с интуиционистки размити двойки (съотв. интуиционистки размити двойки с интервални стойности). В новия модел заявките променят местата си, ако стойностите на съответните интуиционистки размити двойки удовлетворяват критерия, зададен в характеристиката на специално ядро.

Дисциплината на обслужване на заявките във всички предложени обобщеномрежови модели се задава посредством предикатите на индексирания матрица на условието на прехода. Това позволява да се променя дисциплината на обслужване без да се променя структурата на обобщената мрежа, респективно - запазва се графичното представяне на мрежата.

Моделирането на опашкови системи чрез ОМ продължава в [19], където са предложени два обобщеномрежови концептуални модела на каузалната структура на опашкова система – прост и детайлизиран модел. В моделите е предложено и представяне на съставните виртуални устройства, което може да се използва в моделите на цялостни телекомуникационни мрежи, съдържащи голям брой базови устройства вложени в съставни на няколко нива. Предложена е и система за именование на позициите на ОМ, която подпомага аналитичното моделиране на опашкови системи и по-специално на качеството на обслужване на опашковата система като композиция от качеството на обслужване в буфера и сървъра.

В [22] са разгледани четири концептуални обобщеномрежови модела на опашкова система с ограничен капацитет на буфера и сървъра и FIFO дисциплина на обслужване на заявките в примерна процедура за концептуална оптимизация на обобщеномрежови модели. Последният - четвърти модел – използва ОМХП и представлява оптимален концептуален модел на опашкова система, за който стойностите на избрани оператори за сложност на ОМ са минимално допустимите.

В [17] е описан обобщеномрежов модел на биометрична система за контрол на достъпа, в който се използват 8 параметъра. Стойностите на параметрите се получават посредством следните процедури: гласова верификация/идентификация; верификация/идентификация на лице; идентификация/верификация на ляв и десен профил; идентификация/верификация на почерк; верификация/идентификация на ириса; верификация/идентификация на пръстов отпечатък; верификация/идентификация на подпис. Моделът позволява да се използват различни нива на сигурност при осигуряване на достъпа.

В [23] са описани 3 обобщеномрежови модела на гъвкави производствени системи. В първия модел се разглеждат три типа машини и три типа машинни елементи и включва вземане на решения при възникване на конфликтни/аварийни ситуации. Всяка машина се оценява с интуиционистки размита двойка, степените на принадлежност и непринадлежност на която се получават чрез определяне на относителния дял съответно на качествените и некачествените машинни елементи. Степента на несигурност е относителният дял на елементите, пренасочени към друга машина. Във втория обобщеномрежов модел отнова се разглеждат три типа машини и три типа машинни елементи, но са включени допълнителни условия за това кои машини какви типове елементи могат да обработват. Отново се получават оценки за машините във вид на интуиционистки размити двойки. Третият обобщеномрежов модел се отнася за по-комплексен производствен процес, в който са включени транспортиращи единици, които пренасят машинните елементи до склад, до машините и до измервателни инструменти. В модела се използва обобщена мрежа от класа ОМХП с цел да се опрости графичното представяне.

3. Моделиране на телекомуникационни системи

Една значителна част от научните приноси в списъка се отнасят до моделирането на телекомуникационни системи. Те могат да се групират в три направления:

- концептуално моделиране на телекомуникационни системи;
- аналитично моделиране на телекомуникационни системи;
- моделиране на качеството на обслужване в телекомуникационни системи.

3.1. Концептуално моделиране на телекомуникационни системи

В [17] са изследвани различни подходи към концептуалното моделиране на цялостни телекомуникационни системи с гаранции за качество на обслужване. Описани са три концептуални модела: концептуален модел на цялостна телекомуникационна система базиран на теорията на масовото обслужване; обобщеномрежов модел на етапа на комутация в цялостна телекомуникационна система; модел, използващ ОМХП, на етапа на комутация в цялостна телекомуникационна система. Моделите са сравнени от гледна точка на използваните концепции в тях и на яснотата на графичното им представяне. В резултат на това е направено заключение, че концептуалните модели могат да бъдат инвариантни относно моделиращите подконцепции и задачи.

В [9] е предложен нов концептуален модел на цялостна телекомуникационна система с виртуална комутация на канали, включваща поведението на потребителите, с Бернули-Поасон-Паскал (Bernoulli–Poisson–Pascal, BPP) входящ поток от заявки, повторни повиквания, краен брой хомогенни терминали, загуби поради изоставено и прекъснато номеронабиране; блокирана и прекъсната комутация; недостъпен викан терминал; блокирано и изоставено звънене; изоставена комуникация и опашкова система с FIFO дисциплина на обслужване на заявките на етапа на комутация. Предложеният модел е конструиран на базата на теорията на масовото обслужване. За целите на аналитичното моделиране са въведени понятията системен кортеж и базов кортеж. Направена е класификация на параметрите от базовия кортеж на статични и динамично параметри. Формулирани са основни допускания за системата, които улесняват аналитичното моделиране, при което сме се ръководили от опита ни с класическия модел на телекомуникационна система.

В [13] е предложен метод за предсказване на стойностите на параметрите, характеризиращи възприетото качество на обслужване в цялостна телекомуникационна система, включваща потребители и телекомуникационна мрежа. Методът е базиран на цялостен подход за нормализация на моделите, включващ и концептуална нормализация. Под концептуална нормализация се разбира избягването на използването на припокриващи се концепции и такива с неясен смисъл. Предложената концептуална нормализация включва прецизиране на дефинициите на ITU (International Telecommunication Union) за пренесен, обслужен и паразитен трафик. Предложените дефиниции позволяват по-добра и по-точна характеристика на трафика и на качеството на обслужване.

В [14] е конструиран обобщеномрежов модел на цялостна телекомуникационна система, включващ опашкова система на етапа на комутация. Обобщеномрежовият модел е базиран на класическия концептуален модел на цялостна телекомуникационна система с виртуална комутация на канали, включващ поведението на поребителите, с ВРР-входящ поток от заявки, повторни повиквания, краен брой хомогенни терминали, загуби поради изоставено и прекъснато номеронабиране; блокирана и прекъсната комутация; недостъпен викан терминал; блокирано и изоставено звънене; изоставена комуникация. Моделът е конструиран с помощта на предложените в [10] обобщеномрежови представяния на основни елементи от теорията на масовото обслужване и моделите на опашкови системи изследвани в [11]. Графичното представяне на обобщеномрежовия модел на цялостната телекомуникационна система с опашка е разделено на 4 части, всяка съответстваща на един от етапите: Номеронабиране (Dialing), Комутация (Switching), Звънене (Ringing), Комуникация (Communication). Предложена система за наименование на позициите на обобщената мрежа, които съответстват на базови виртуални устройства, чиито параметри характеризират цялостното състояние на системата.

3.2. Аналитично моделиране на телекомуникационни системи

Приносите, свързани с аналитичното моделиране на телекомуникационни системи, са представени в [9, 14, 21]. В [9], като се използва предложеният концептуален модел на цялостна телекомуникационна система с опашка, за целите на аналитичното моделиране са въведени понятията системен кортеж и базов кортеж. Направена е класификация на параметрите от базовия кортеж на статични и динамични параметри. Формулирани са основни допускания за системата, които улесняват аналитичното моделиране, при което сме се ръководили от опита ни с класическия модел на телекомуникационна система.

Основният резултат е изводът на аналитични изрази за важните динамични параметри на опашковата система с ограничен капацитет на буфера, на сървър и FIFO дисциплина на обслужване на заявките, в контекста на цялостната телекомуникационна система. Това са очаквана дължина на опашката (Y_q), очакваният общ брой на заявки в буфера и сървър (Y_s+q), средното време за обслужване на заявка в буфера (T_q), вероятността за блокировка на буфера (P_bq).

Получените аналитични изрази за параметрите на опашковата система, в контекста на цялостна телекомуникационна система с гаранции за качество на обслужване и опашкова система на етапа на комутация, е първа стъпка към конструирането на нов цялостен аналитичен модел на телекомуникационната система.

В [14], като се използва обобщеномрежовия концептуален модел на цялостна телекомуникационна система с опашка, за целите на аналитичното моделиране на телекомуникационната система е предложена система за наименование на позициите на обобщената мрежа, които съответстват на базови виртуални устройства, чиито параметри характеризират цялостното състояние на системата. Формулирани са допускания за системата и е въведен базов кортеж, параметрите в който са класифицирани на статични и динамични. Като се използва графичното представяне на обобщената мрежа и методите на телетрафичната теория и теорията на вероятностите, е изведен аналитичен израз за интензивността на трафика на виканите терминали – Y_b .

С това е установено, че обобщеномрежовите модели са подходящи за конструиране на аналитични модели на цялостна телекомуникационна система.

В [21] е направен обзор на методите за моделиране на цялостни телекомуникационни системи, разработени и прилагани в ИМИ-БАН. Описан е детайлно подход за аналитично моделиране, в който се използват: система от допускания за системата; система за именоване на параметрите на виртуалните устройства; квалификатори в имената на параметрите; теорията на телетрафика и др. Наред с известните резултати, свързани с метода за оразмеряване/реоразмеряване на дадена телекомуникационна мрежа, използващ аналитичния модел на цялостна телекомуникационна система, в статията са изведени аналитични изрази за параметрите на опашковата система в рамките на цялостна телекомуникационна система. Това са вероятността за блокировка на буфера, дължината на опашката, средното време за обслужване на чакащите заявки в буфера, както и средното време за обслужване на всички заявки – чакащи и нечакащи – в буфера.

3.3. Моделиране на качеството на обслужване в телекомуникационни системи

Проблемът за предвиждане и представяне на възприетото качество на обслужване (QoE) в цялостни телекомуникационни системи се разглежда в статия [13]. Предложени са четири подхода за нормализация. Предложена е и нормализация на скалата на индикаторите. Приведени са и числени резултати. Стойностите на QoS-индикаторите са предсказани от аналитичен модел на цялостната телекомуникационна система, в който параметрите, характеризиращи поведението на потребителите, както и параметри, отнасящи се до техническите характеристики на мрежата, се считат за известни. Разглеждат се следните нормализации:

- структурна нормализация;
- функционална нормализация;
- каузална нормализация;

- концептуална нормализация;
- нормализация на наименования на параметри и устройства;
- нормализация на скалите на индикаторите.

Индикаторите за качество в телекомуникациите са дефинирани в препоръките на ITU и те са от различни типове. Във връзка с това в [13] е формулирано естествено допускане за значението на термините «високо качество» и «ниско качество». Представени са числени резултати, свързани с предложения метод на нормализация на концептуалните и аналитични модели за цялостна телекомуникационна система и нормализация на скалите на индикаторите за QoS и QoE. Представени са индикаторът за качество на обслужване - ефикасност на повикванията за цялостната мрежа (Overall Network Call Efficiency, NCE) и съответните стойности на възприетото качество на обслужване (QoE), за целия теоретичен интервал на натоварване на телекомуникационната система. Стойностите на QoE индикатора (MOS на NCE), съответстващи на NCE са изчислени с модификация на закона на Вебер-Фехнер (Weber-Fechner). Числените резултати показват предимството на предложения подход на нормализация на моделите за превиждане и представяне на възприетото качество на обслужване (QoE) като функция на QoS.

В статията [18] се изследва проблемът за композиция на трафичното качество при композиция на услуги. Каузалната структура е представена чрез каузални виртуални устройства, съответстващи на паразитен (parasitic), пренесен (carried) и обслужен (served) трафик. Каузалната композиция и декомпозиция на качеството на трафика е представена графично и аналитично. Предложена е система за именоване на виртуалните устройства, която отчита нивото на включване на базовите виртуални устройства в съставните. Изведени са няколко агрегации на трафично качество при композиция на услуги в случаите на последователно и паралелно свързване на устройствата.

В предложения подход за агрегация на качеството, услугите са представени чрез виртуални устройства и се използват три индикатора за QoS:

ефективност на потока (Flow Efficiency, Q_f), ефективност на трафика (Traffic Efficiency, Q_y) и времева ефективност (Time Efficiency, Q_t).

Предложени са най-общо графично представяне на каузалната декомпозиция и детайлно графично представяне на каузална декомпозиция на трафика във виртуално устройство, в което се разглеждат два типа обслужване на заявките в каузалното устройство Carried (c_x). Те са означени съответно с zero и real. Заявките, които постъпват в устройството zero, се обслужват без чакане, а в устройството real – със съответно забавяне.

Дефинирани са три индикатора за базово виртуално устройство x – по трафик (Q_{ux}), по поток (Q_{fx}) и по време (Q_{tx}). Изведени са аналитични изрази на индикатора по трафик и на индикатора по поток при последователна композиция на виртуални устройства. Изведени са аналитични изрази за индикатора по трафик и на индикатора по поток при алтернативна композиция на виртуални устройства.

В [20] е изследван проблемът за представяне на трафичното качество на опашкова система като композиция на качеството на компонентите на опашковата система. Опашковата система се разглежда като част от информационна обслужваща система. Каузалната структура на опашковата система е разширена с необслужващи и сигнализиращи трафични устройства и се състои от 5 каузални виртуални устройства. Системата за именование на виртуалните устройства е също разширена. Разглеждат се концепциите за време за частично обслужване и „пай“ интензивност на трафика. Това позволява по-лесното и по-ясно графично и аналитично моделиране, и дефиниции на индикатори за качество на обслужване чрез агрегиране на качеството на обслужване на вложените компоненти в опашковата система. Резултатите имат приложение при измерването, предсказването и частичното управление на реални информационни обслужващи системи.

4. Други научни приноси

В [3] е предложен помощен метод в интеркритериалния анализ. Той е базиран на използването на индексирани матрици, в които разглежданите оценки по метода на интеркритериалния анализ са не по двойки, а по тройки. Поради това се използват тримерни индексирани матрици. Определено е

минималното количество необходими за съхранение данни за прилагането на предложената помощна техника, както и са очертани възможни приложения. Описани са алгоритми за изчисляване на степените на съответствие/несъответствие между три критерия и между два критерия.

В [8] е описан обобщеномрежов модел на многоекспертна многокритериална процедура за вземане на решение. Моделът е разширен с включването на интеркритериален анализ на критериите, използвани от експертите. Това е допълнение към стандартните процедури за вземане на решение, с помощта на което в края на конкретната процедура за вземане на решение, се променят критериите, използвани от експертите, така че при следващата процедура за вземане на решение те работят с модифицирано множество от критерии. В модела са включени множество от измерващи средства, участващи в процеса на вземане на решение; множество от разглеждани алтернативи; множество от критерии (подредени), използвани за оценка на алтернативите. Експертите използват зададени критерии или критерии, предложени от експертите по време на текущата процедура. Всеки експерт използва само критериите, които предпочита, и има свой рейтинг във вид на интуиционистки размита двойка, който се обновява по време на функционирането на мрежата. След прилагане на интеркритериален анализ се получава индексирана матрица на съответствие между критериите. С помощта на метакритерии за близост между критериите, в които се взема предвид цената, времето на проверка и др., се получават списъци с „добри“ (подходящи) и „лоши“ (неподходящи) критерии.

В [7] са дефинирани за първи път понятията интуиционистки размита мода, медиана и средна стойност, както и множества от интуиционистки размити моди, медиани и средни стойности. Описани са алгоритми за определяне на: δ -ИР мода; множество на δ -ИР моди; δ -ИР медиана; множество от δ -ИР медиани. Приведени са числени примери, илюстриращи въведените понятия.

Списък с публикации на гл. ас. д-р Велин Андонов
за участие в конкурс за „доцент“

[1] Andonov, V., M. Stefanova-Pavlova, T. Stojanov, M. Angelova, G. Cook, B. Klein, K. Atanasov, P. Vassilev, Generalized net model for telehealth services. Proc. of the 6th IEEE Int. Conf. "Intelligent Systems", Sofia, 2012, 221-224.

DOI: 10.1109/IS.2012.6335220; SJR 0.115 (2012)

[2] Stefanova-Pavlova, M., V. Andonov, V. Tasseva, A. Gateva, E. Stefanova, Generalized Nets in Medicine: An Example of Telemedicine for People with Diabetes. Springer series Studies in Fuzziness and Soft Computing. Chapter: Imprecision and Uncertainty in Information Representation and Processing, Vol. 332, 2015, 327-357. DOI: 10.1007/978-3-319-26302-1, ISBN 978-3-319-26301-4; SJR 0.221 (2015)

[3] Vassilev, P., L. Todorova, V. Andonov, An auxiliary technique for InterCriteria Analysis via a three dimensional index matrix. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 21, 2015, No. 2, 71-76. ISSN 1310-4926. (инд. в Zentralblatt)

[4] Poryazov, S., V. Andonov, E. Saranova, Comparison of Conceptual Models of Overall Telecommunication Systems with QoS Guarantees. In: Christiansen H., Jaudoin H., Chountas P., Andreasen T., Legind Larsen H. (eds) Flexible Query Answering Systems. FQAS 2017. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 10333, Springer, Cham, 2017, 260-268. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-59692-1_23; SJR 0.295 (2017)

[5] Andonov, V., Generalized Nets with Characteristics of the Arcs. Compt. rend. Acad. bulg. Sci., Vol. 70, 2017, No 10, 1341-1347. ISSN 1310-1331; SJR:0.21 (2017), ISI IF:0.27

[6] Stefanova-Pavlova, M., V. Andonov, T. Stoyanov, M. Angelova, G. Cook, B. Klein, P. Vassilev, E. Stefanova, Modeling Telehealth Services with Generalized Nets. In: Sgurev V., Yager R., Kacprzyk J., Atanasov K. (eds) Recent Contributions in Intelligent Systems. Studies in Computational Intelligence, Vol. 657, Springer, Cham, 2017, 279-290; DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-41438-6_16; SJR 0.184 (2017)

- [7] Atanassov, K., V. Andonov, M. Krawczak, On intuitionistic fuzzy modes, medianes and mean elements. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 23, 2017, No 3, 17-22. ISSN:1310-4926; (инд. в Zentralblatt).
- [8] Atanassov, K., E. Sotirova, V. Andonov, Generalized Net Model of Multicriteria Decision Making Procedure Using Intercriteria Analysis. In: Kacprzyk J., Szmidt E., Zadrożny S., Atanassov K., Krawczak M. (eds) Advances in Fuzzy Logic and Technology 2017. IWIFSGN 2017, EUSFLAT 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 641, Springer, Cham, 2018, 99-111. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66830-7_10, Print ISBN 978-3-319-66829-1, SJR 017 (2017)
- [9] Andonov V., Poryazov S., Otsetova A., Saranova E., A Queue in Overall Telecommunication System with Quality of Service Guarantees. In: Poulkov V. (eds) Future Access Enablers for Ubiquitous and Intelligent Infrastructures. FABULOUS 2019. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 283. Springer, Cham, 2019, 243-262. Print ISBN 978-3-030-23975-6; Online ISBN 978-3-030-23976-3; DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-23976-3_22; SJR 0.152 (2018)
- [10] Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Generalized net representations of elements of service systems theory. Advanced studies in contemporary mathematics, 29 (2019), No. 2, 179-189. Print ISSN 1229-3067; Online ISSN 2508-7908; SJR 0.28 (2018)
- [11] Tomov, Z., Krawczak, M., Andonov, V., Atanassov, K., Simeonov, S., Generalized Net Models of Queueing Disciplines in Finite Buffer Queueing Systems with Intuitionistic Fuzzy Evaluations of the Tasks. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 25, 2019, No. 2, 115–122. Print ISSN 1310–4926, Online ISSN 2367–8283, DOI: 10.7546/nifs.2019.25.2.115-122

- [12] Lubich, M., Andonov, V., Shannon, A., Slavov, C., Pencheva, T., Atanassov, K., A generalized net model of the human body secretory system. In Atanassov K.T. et al. (Eds.): Advances and New Developments in Fuzzy Logic and Technology - Selected Papers from IWIFSGN'2019 – The Eighteenth International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, October 24-25, 2019 in Warsaw, Poland, Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer Verlag. (in press)
- [13] S. A. Poryazov, E. T. Saranova and V. S. Andonov, "Overall Model Normalization towards Adequate Prediction and Presentation of QoE in Overall Telecommunication Systems," 2019 14th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS), Nis, Serbia, 2019, 360-363. DOI: 10.1109/TELSIKS46999.2019.9002295.
- [14] Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Generalized Net Model of Overall Telecommunication System with Queueing. In Atanassov K.T. et al. (Eds.): Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: New Challenges, Solutions and Perspectives. Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer Verlag, 2020 (in press)
- [15] Atanassov, K., Vassilev, V., Andonov, V., Sotirova, E., A Generalized Net Model of the Abdominal Aorta and Its Branches as a Part of the Vascular System. In Atanassov K.T. et al. (Eds.): Advances and New Developments in Fuzzy Logic and Technology - Selected Papers from IWIFSGN'2019 – The Eighteenth International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, October 24-25, 2019 in Warsaw, Poland, Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer Verlag. (in press)
- [16] Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Generalized net representations of control structures in service systems theory. Advanced Studied in Contemporary Mathematics (Kyungshang), 30 (1), 2020, 49-60. ISSN:1229-3067; SJR (Scopus):0.28.
- [17] Atanassov, K., Gluhchev, G., Andonov, V., A generalized net model of biometric access control system. Advanced Studied in Contemporary Mathematics (Kyungshang), 30 (2), 2020, 225-230. ISSN 1229-3067; DOI: 10.17777/ascm2020.30.2.223; SJR(Scopus):0.28.

- [18] Poryazov, S., Andonov, V., Saranova, E., Different Traffic Quality Aggregations for a Service Composition, 2019 Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering (BdKCSE), Sofia, Bulgaria, 2019, 1-5. DOI: 10.1109/BdKCSE48644.2019.9010599. ISBN:978-1-7281-6482-3, ISSN:978-1-7281-6481-6,
- [19] Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Generalized net representations of the causal structure of a queuing system. 2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems (IS), Varna, Bulgaria, 2020, 80-86.
- [20] Poryazov, S., Andonov, V., Saranova, E., Traffic quality aggregations of a queuing system. 2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems (IS), Varna, Bulgaria, 2020, 102-110.
- [21] Poryazov, S., Andonov, V., Saranova, E., Methods for Modelling of Overall Telecommunication Systems. Research in Computer Science in the Bulgarian Academy of Sciences, Studies in Computational Intelligence, Springer, 2020. ISSN: 1860-949X (accepted)
- [22] Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Conceptual Optimization of a Generalized Net Model of a Queuing System, Proceedings of the 2020 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, 223–226. (preprint)
- [23] Atanasov, K., Andonov, V., Generalized nets and intuitionistic fuzzy pairs as tools for modelling of flexible manufacturing systems. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 26, 2020, No. 2, 40-69. Print ISSN 1310–4926; Online ISSN 2367–8283; (инд. в Zentralblatt).

Дата: 06.10.2020 г.

Подпис:

/гл. ас. д-р Велин Андонов/