



## Програм научноистраживачког рада Рачунарског факултета за период 2008-2012

Београд, јун 2008.

На основу Закона о научноистраживачкој делатности члан 46, став 1 и Статута Рачунарског факултета члан 23, Наставно-научно веће на 43. седници одржаној 06.06.2008. донело је

## Програм научноистраживачког рада Рачунарског факултета за период 2008-2012

### 1. Увод

Научноистраживачки рад је кључни елемент за конкурентност националне економије у области високих технологија, у које спадају информационе и комуникационе технологије (ИКТ). Ослањајући се на образовно, културно и историјско наслеђе, истраживање и развој представљају основни извор иновација потребних за стварање нових роба и услуга које се нуде на глобалном тржишту. То је неминован процес условљен друштвеним и технолошким променама. Развијеност овог процеса у области ИКТ показатељ је развијености друштва и прихваћена је као један од индикатора развијености информационог друштва, односно друштва базираног на знању.

Истраживање и развој на Рачунарском факултету примарно су окренути ИКТ као сектору, али свакако олакшавају и брзу имплементацију ИКТ решења у свим осталим секторима, посебно у привреди, цивилном друштву и државној управи.

Информационе и комуникационе технологије су, по много чему, јединствене технологије. То су технологије са малом профитном маргином и конзистентним и сталним развојем, са потенцијалом да брзо промене читаву структуру друштва и преобликују начин на који је организована наша привреда, односно да крене даље у правцу развоја и да се потпуно интегрише у глобалну економију много брже него коришћењем било које друге технологије.

Европска унија је 2000. године за државе чланице одредила развојне циљеве назване „Лисабонска стратегија“. Она обухвата стратегије чији је циљ „припрема за транзицију у привреду и друштво који су засновани на знању, уз бољу политику рада за информационо друштво и истраживања и развој“. Изградња „информационог друштва“ је за ЕУ у директној вези са расположивошћу и доступношћу ИКТ грађанима, организацијама и читавом друштву. Главни фокус ЕУ је на ИКТ и повећању инфраструктуре и повезаности. ЕУ је дискусију о информационом друштву прихватила као једну од политика за проширење инфраструктуре и јачање јединства држава чланица.

Европска комисија је 1. јуна 2005. године лансирала петогодишњу стратегију „Европско информационо друштво 2010“ (i2010) како би оснажила раст и отворила радна места у области информационог друштва и индустрије медија. Иницијатива i2010 је свеобухватна стратегија за модернизацију и постављање свих инструмената пословне политике ЕУ како би охрабрили развој дигиталне привреде: законских инструмената, истраживања и партнерства с индустријом.

Рачунарски факултет, као прва високошколска установа специјализована искључиво за ИКТ, осована је 2003. године са циљевима који се уклапају у претходно описану стратегију, а то су:

- Боља интеграција наше земље у светску привреду засновану на знању;
- Подршка земљама у региону (посебно државама бивше Југославије) у развоју информационог друштва, укључујући постављање стандарда, коришћење најбољих примера из праксе и пренос знања;

- Учешће у регионалним пројекатима ИКТ, посебно у области е-образовања (пример: пројекат TEMPUS IV), са следећим циљевима:
  - Подизање нивоа знања и вештина за коришћење ИКТ код најшире популације;
  - Изградња модерног образовног система који је прилагођен потребама информационог друштва;
  - Обезбеђење приступа информацијама о културно-историјском и научном наслеђу;
  - Подстицање истраживања и развоја;

Научкоистраживачки рад и образовање у области информационо комуникационих технологија, али и ефективна интеграција ИКТ у систем образовања, један је од катализатора изградње друштва базираног на знању, за које се често користи и израз економија базирана на знању (knowledge based economy).

Ради остварења задатих циљева, Рачунарски факултет мора да се ослони на националну комуникациону инфраструктуру која представља национално добро и осовину информационог друштва.

## 2. Научноистраживачка делатност Рачунарског факултета

Истраживање и развој на Рачунарском факултету обухватају широки спектар делатности, од теоријских и алгоритамских основа до најзначајнијих проналазака у роботизици, интелигентним системима, биоинформатици и другим пољима науке. Та истраживања су по својој природи мултидисциплинарна, покривајући следеће уже научне области:

### Дискретне структуре

Дискретне структуре представљају темељ за рачунарство. Оне обухватају важне области као што су теорија скупова, математичка логика, теорија графова и комбинаторика. Дискретне структуре прожимају области структура података и алгоритама, мада се појављују и у другим подручјима рачунарства. На пример, способност извођења и разумевања формалног доказа је суштинска за формалну спецификацију, верификацију и криптографију. Концепти теорије графова се користе у мрежама, оперативним системима и компајлерима. Концепти теорије скупова се користе у софтверском инжењерству и базама података. Како рачунарска наука сазрева, све више се напредне аналитичке технике примењују на практичне проблеме.

### Математика

Математичке технике и формално математичко расуђивање су интегрални део рачунарства. Све дисциплине, у мањој или већој мери, позајмљују од математике многе своје фундаменталне дефиниције, аксиоме, теореме и технике доказивања. Поред тога, математика обезбеђује језик за рад са идејама које су релевантне за многе гране науке, технике и инжењерства, специфичне алате за анализу и верификацију, као и теоријски оквир за разумевање многих важних научних концепата.

### Алгоритми и комплексност

Алгоритми су од суштинске важности за рачунарство и софтверско инжењерство. Практична ефикасност било ког софтверског система зависи само од два фактора: (1) изабраних алгоритама и (2) погодности и ефикасности разних нивоа имплементације. Дobar дизајн алгоритама је зато кључни фактор за ефикасност свих софтверских система. Поред тога, изучавање алгоритама пружа дубљи увид у саму природу проблема и могуће технике за њихово решавање независно од програмског језика, парадигме програмирања, рачунарског хардвера или било ког другог имплементационог аспекта. Важан део решавања проблема помоћу рачунара представља способност избора одговарајућих алгоритама за одређену намену и њихова примена, имајући на уму могућност да одговарајући алгоритам можда не постоји. Ова

способност се заснива на разумевању фамилије алгоритама који решавају важан скуп добро дефинисаних проблема и њихове применљивости у одређеном контексту. Ефикасност је тема која прожима целу ову област.

### **Оперативни системи**

Оперативни систем дефинише апстрактни рад хардвера помоћу кога програмери могу да контролишу хардвер. Он такође управља дељењем ресурса између корисника рачунара. Истраживачке теме у овој области третирају проблеме који утичу на дизајн модерних оперативних система. Оперативни системи и њихове апстракције су током година постали релативно сложени у односу на типични апликациони софтвер. Многи концепти из оперативних система, као што је то паралелно програмирање, имају ширу примену у другим деловима рачунарства. Изучавање унутрашњег рада оперативних система релевантно је и за многе разнородне делове рачунарства као што су поуздано програмирање, дизајн и имплементација алгоритама, развој модерних уређаја, прављење виртуелних окружења, кеширање материјала преко Web-а, изградња безбедних и сигурних система, управљање рачунарском мрежом и многи други.

### **Графика и визуелизација**

Ова област истраживања подељена у четири међусобно повезане теме:

- *Рачунарска графика.* Рачунарска графика је уметност и наука преношења информација које су добијене и саопштене израчунавањем. То захтева (а) пројектовање и конструисање модела који информације представљају на начин који омогућава стварање и гледање слика, (б) пројектовање уређаја и техника помоћу којих особа може да комуницира са моделом или погледом, (в) проналажење техника за приказивање модела и, на крају, (г) осмишљавање начина помоћу којих се слике могу сачувати. Циљ рачунарске графике је да у когнитивни процес неке особе укључи његова чула вида поред других когнитивних чула.
- *Визуелизација.* Циљ визуелизације је одређивање и презентација одговарајућих међусобно повезаних структура и односа како у научним (рачунарске и медицинске науке), тако и у апстрактнијим скуповима података. Главни циљ презентације треба да буде преношење информација из скупа података на начин који побољшава разумевање. Иако актуелне технике визуелизација искоришћавају само визуелне способности људи, истражују се и други сензорни модалитети, ту спадају звук и додир, који могу помоћи у процесу прихватања информација.
- *Виртуелна стварност.* Виртуелна стварност омогућава кориснику да доживи тродимензионално окружење генерисано рачунарском графиком и можда неким другим сензорним модалитетима, како би се обезбедило окружење за бољу интеракцију између корисника човека и рачунарски креираног света.
- *Рачунарски вид.* Циљ рачунарског вида је извођење својстава и структуре тродимензионалног света на основу једне дводимензионалне слике, или више њих. Разумевање и упражњавање рачунарског вида зависи од основних концепата рачунарства, али има и јаке везе са научним гранама физике, математике и психологије.

### **Интелигентни системи**

Интелигентни системи представљају мултидисциплинарну област и обухватају широк спектар дисциплина. Међу њих спадају математичке дисциплине као што су алгебра, математичка анализа, дискретна математика, нумеричка математика, али и хеуристички алгоритми, теорија расплнутих скупова, итд., који служе као алати за решавање проблема који су тешки или непрактични за решавање другим методима. Ове дисциплине обједињују математичко моделовање, оптимизацију и имплементацију детерминистичких, стохастичких и хаотичних система, покушавајући да их што више приближе људском понашању. То се често постиже дизајном и анализом аутономних агената - софтверских система или физичких машина, са сензорима и покретним уређајима, који су уграђени, на пример, у роботе или аутономне свемирске летелице. Аутономни систем мора да осећа своје окружење, да се 'рационално'

понаша ради извршења додељеног задатка и да сарађује са другим агентима или људским бићима. Теме у којима се разматрају ови проблеми су: рачунарски вид, планирање и деловање, роботика, мултиагентски системи, биолошки системи, препознавање говора, разумевање природног језика, итд. Решења тих проблема заснивају се на општим и специјализованим механизмима репрезентације знања и аутоматског расуђивања, алгоритмима брзог претраживања и техникама машинског учења.

### **Управљање информацијама**

Управљање информацијама игра важну улогу у скоро свим областима у којима се користе рачунари. Ова област обухвата снимање, дигитализацију, репрезентацију, организацију, трансформацију и презентацију информација; алгоритме за ефикасан приступ и ажурирање сачуваних информација, као и за моделирање и апстраховање података; и, на крају, технике за физичко похрањивање датотека. Овој области припадају и безбедност информација, приватност, интегритет и заштита у дељеном окружењу.

### **Нумеричко израчунавање и рачунски методи**

Од најранијих дана рачунарства, нумерички методи и технике научног израчунавања представљали су главни интерес истраживачког рада. Како се повећавала снага рачунара у решавању проблема, ова област – као и рачунарство у целини – ширила се и по обиму и по важности. На почетку новог миленијума, нумеричка математика стоји као посебна интелектуална дисциплина, блиско повезана, али ипак различита, од осталог дела рачунарства. Истраживачке теме обухватају примену нумеричких метода у разнородним областима као што су нпр:

- Молекуларна динамика
- Динамика флуида
- Небеска механика
- Економска предвиђања
- Проблеми оптимизације
- Структурална анализа материјала
- Биоинформатика
- Рачунска биологија
- Геолошко моделовање
- Компјутеризована томографија
- итд.

### **Умрежени рачунарски системи**

Најновија достигнућа у рачунарским и телекомуникационим мрежама, нарочито она базирана на ТСП/IP-у, повећала су важност мрежних технологија у рачунарству. Област истраживања умрежених рачунарских система обухвата низ тема: рачунарске комуникације, мрежни концепти и протоколи, референтни модели, системи редова чекања (*queuing*), теорија графова, алгоритми рутирања, мултимедијални системи, Web стандарди и технологије, безбедност мрежа, бежично и мобилно умрежавање и дистрибуирани системи. Лабораторијски експерименти у овим истраживањима имају посебну улогу. Они се састоје од прикупљања и синтезе података, емпиријског моделирања, анализе протокола на нивоу изворног кода, праћења мрежних пакета, конструкције софтвера и оцењивања различитих модела. Имајући у виду да парадигма „све путем IP” представља будућност тржишта телекомуникација, истраживања су усмерена на технологије које омогућују приступ широкопојасном интернету високог квалитета путем фиксних, мобилних и бежичних. Алтернативна решења за приступ Интернету велике брзине могу бити системи засновани на сателитима и кабловским технологијама, што ће бити предмет истраживања у наредном периоду.

## Софтверско инжењерство

Софтверско инжењерство је дисциплина која се бави питањима примене теорије, знања и праксе за ефикасно прављење софтверских система који задовољавају захтеве корисника и клијената. Софтверско инжењерство је применљиво на мале, средње и велике системе. Животни циклус тих система се састоји од анализе и спецификације захтева, дизајна, конструкције, тестирања и, на крају, рада и одржавања. Софтверско инжењерство упражњава инжењерске методе, процесе, технике и мерења. При томе користи алате за управљање развојем софтвера; за анализирање и моделирање софтверских модула; за оцењивање и контролисање квалитета; и за обезбеђивање дисциплинованог, контролисаног приступа софтверској еволуцији и виšekратној употреби. Развој софтвера, у коме учествује појединац или тим програмера, захтева добар избор алата, метода и приступа који су најпогоднији за дато развојно окружење. Елементи софтверског инжењерства могу се применити на развој софтвера у сваком домену примене рачунара у којем су за производњу софтверског система важни професионализам, квалитет, рокови и цена.

## 3. Правци развојних истраживања

Главни правац развојних истраживања на Рачунарском факултету је усмерен ка развоју софтверских производа. Као значајна индустрија на глобалном нивоу, софтверска индустрија је означена као индустрија са великим извозним потенцијалом у све већем броју земаља. Ниједна организација не може да функционише у модерном свету без продуктивности и организационих могућности које пружају информациони и комуникациони системи. За Републику Србију, велика је важност софтвера у привредном развоју, и евидентна је потреба за доношењем српске стратегије развоја софтвера. Осим тога, свака земља која извози софтвер је развила јединствену индустрију, обликовану према расположивим ресурсима и у зависности од одређених глобалних могућности које су биле на располагању у том тренутку.

Софтверска способност је кључ за привреду засновану на знању. Термин „софтверска способност“ је дефинисан као укупна количина софтвера који земља може да развије и одржава. Не само да је он критичан део модерне индустријске инфраструктуре и важна индустрија сама по себи, већ је такође и средство за спровођење других кључних елемената привреде засноване на знању. Политика која се односи на софтвер мора стога да се разликује од политике за остале индустријске гране. Посебно је важно истаћи да софтвер није само још једна индустријска грана, већ технологија са великом применом и кључна способност која може да буде значајна у скоро свим гранама привреде.

За ефикасну националну стратегију софтверске индустрије и за целокупни развој важно је уравнотежавање развоја софтверске индустрије тако да буду узете у обзир потребе потенцијалних локалних корисника као и могућности за извоз. Без софтверске индустрије која је на најбољи начин прилагођена домаћим корисницима, неће доћи до оптималног развоја извоза софтвера нити до друштвене користи.

Неколико важних ствари треба имати на уму када се ради о домаћој софтверској индустрији:

- Без софтвера светске класе, остале индустријске гране и услуге, као што су туризам и трговина, биће хендикепиране. У ствари, глобално надметање у индустријама с ниском стопом раста, малим знањем и знатним коришћењем радне снаге не сме да буде дугорочна стратегија, осим ако земља не жели да заувек остане на дну привредне лествице.
- Иновационе техничке идеје често долазе од софтверских радника у домаћој индустрији. За узврат, извозна индустрија израста из домаће индустрије. И обрнуто, извозној индустрији је потребно домаће тржиште да би експериментисала новим идејама, тест производима и да би јој домаће тржиште служило као референца.

- Софтвер је и даље индустрија са високом стопом раста у поређењу са већином других индустријских грана у производном сектору или сектору услуга. У ствари, тешко је замислити другу индустријску грану са оваквим типом потенцијала који је отворен за нове учеснике са ограниченим ресурсима. Ова индустрија је посебно атрактивна за новонастајуће привреде јер она:
  - Наставља да пружа могућности новим учесницима на растућем светском тржишту;
  - Не укључује масивне инвестиције у непокретну имовину (иако укључује озбиљне пословне инвестиције и ризик);
  - Охрабрује предузетништво и стварање нових послова;
  - Може да створи веома високу продуктивност и додатну вредност по обученом раднику;
  - Има позитиван утицај на постојеће индустријске гране (пољопривреда, туризам, трговина, финансије итд.), побољшава ефективност и ефикасност управе; и
  - Има позитиван утицај на животну средину и одржива је.

## 4. План истраживачких пројеката и тема за период 2008-2012

### Пројекат: Алгоритми, комбинаторика, оптимизација

*Проф. др Кристина Вушковић, проф. др Наташа Пржуљ, проф. др Драган Урошевић*

Комбинаторика је грана математике која се бави дискретним структурама. Иако постоји већ неколико векова, тек у другој половини двадесетог века добила је заслужено место у математици захваљујући примени у различитим пољима, као што су рачунарске науке, операциона истраживања, економија, хемија, електротехника или лингвистика. Операциона истраживања су се појавила педесетих година прошлог века због потребе да се реални проблеми моделују математички и решавају алгоритамски. Рачунарске науке датирају из шездесетих година, мада је њихово порекло везано за тридесете године прошлог века, тј. за радове Turing-а и осталих. Проучавање алгоритама засновао је Knuth. Он је решавао основне проблеме као што су сортирање и претраживање дајући основу за оно што се данас зове дизајн и анализа алгоритама. Све три наведене области доживеле су муњевити развој у последње три деценије. Овај развој је често био корелисан, тј. једна дисциплина је користила резултате других доводећи до великих пробоја, као што је нпр. линеарно програмирање. Захваљујући оваквој мултидисциплинарности, могућност њихове примене је све већа, али поставља пред собом нове изазове и захтева наставак озбиљног истраживачког рада.

### Тема: Препознавање балансираних матрица

У наредном истраживачком периоду радиће се на дефинисању отворених проблема на перфектним, идеалним и балансираним матрицама (као и њиховим генерализацијама на  $0, \pm 1$  матрице). Ове матрице имају везе са “set packing” и “set covering” проблемима, који су проблеми из целобројног програмирања са великим бројем примена.  $0, \pm 1$  матрица је балансирана, ако за сваку квадратну подматрицу са по две не-нуле по сваком реду и по свакој колони, сума свих компоненти је дељива са 4. Балансиране  $0, \pm 1$  матрице у себи садрже тотално унимодуларне матрице, тако да се ови резултати могу схватити као проширење Seymour-ове декомпозиције и препознавања тотално унимодуларних матрица. Ове матрице су интересантне зато што неки од полихедралних резултата познатих за балансиране  $0, 1$  матрице и тотално унимодуларне матрице се могу генерализовати на класу балансираних  $0, \pm 1$  матрица. Из тога произилази да се неки од проблема из пропозиционе логике могу решити у полиномијалном времену линеарним програмирање када су “балансирани”. На основу досадашњих резултата развијаће се полиномијални алгоритми за препознавање ове класе матрица.

## Тема: Алгоритми за препознавање графова са рупама

Један од проблема у теорији графова је да се препозна да ли дати граф има циклус без дијагонала дужине веће од три (такозвану рупу) дате парности (паран или непаран). Анализа структуре графова без непарних рупа има очигледне везе са чувеном Бергеовом Јаком хипотезом о перфектним графовима: граф је савршен ако и само ако ни граф ни његов комплемент нема непарну рупу. У наредном истраживачком периоду развијаће се алгоритми за препознавање јако парно-обележивих и јако непарно-обележивих графова. Такође, вршиће се карактеризација графова без троуглова за које постоји подскуп скупа грана који пресеца сваки циклус без дијагонала у непарном броју грана (ТФ непарнообележиви графови). Ови графови се појављују као основни блокови у декомпозиционој теореме једне класе непарно-обележивих графова. Радиће се на развоју полиномијалних алгоритама за препознавање ове класе. На основу досадашњих резултата (пре ових резултата, није се знало чак ни да ли је овај проблем препознавања у класи НП) развијаће се алгоритми за препознавање графова који не садрже парну рупу као подграф.

## Пројекат: Системска биологија

*Проф. др Наташа Пржуљ, доц. др Наташа Каблар, проф. др Стеван Милинковић*

Системска биологија је нова мултидисциплинарна област истраживања на граници биологије, математике, рачунарских наука и инжењеринга. Као таква посвећена је изучавању биолошких система (сигналних путева, генетских регулационих мрежа, метаболичких путева и осталих биохемијских мрежа, медјућелијској комуникацији) а не изучавању појединих њених делова (нпр, гена, протеина/ензима, метаболита; органа; система органа и организама) на чему се заснива биолошка наука и дуго владани редукционистички приступ. Уместо тога, системска биологија жели да сагледа интеракције биолошких јединица (нпр. гена, протеина, медјућелијска комуникација, итд) и донесе квантитативне и квалитативне закључке о системским карактеристикама, уради предикцију функције једне уочене биолошке мреже као циља испитивања, и сваку погрешну функционалност као последицу пертурбације у окружењу (токсини, стрес, итд) или генетску аномалију или комбинацију оба, повеже са болестима и заправо систематизује и разврста болести која са инжењерског становишта и нису ништа друго до лоше функционисање одредјене мреже. Суштинска питања и допринос системске биологије посвећен је уочавању, анализи и разумевању разлога уочене структуре биолошког процеса, математичком моделовању, динамичкој анализи и регулацији биолошких процеса. Математичко моделовање биолошких процеса данас је постало изузетно важно у области биолошких наука и медицине. Конкретно, математички модели омогућавају симулације биохемијских и сигналних мрежа и путева које даље омогућавају, квантитативну предикцију њиховог понашања, разумевање улоге специфичних биолошких модула у оквиру комплексних сигналних путева, и консеквентно, информације за третман патологија и болести и откривања нових лекова.

Кључна истраживања које ће се спровести у наредном периоду обухватају биохемијско моделовање (у смислу исписивања низа биохемијских реакција и билансних једначина) и математичко моделовање (у смислу превода биохемијских једначина на математички модел као што је систем обичних диференцијалних једначина, парцијалних диференцијалних једначина, уводјење кашњења, стохастички модели, итд.). Следећа кључна фаза је динамичка анализа квантитаивног модела која има више аспеката. Један је анализа са аспекта испитивања равнотежних стања и њиховог типа (стабилна тачка, нестабилна, периодична), и стабилности. Затим испитивање бифуркације посматраног система, тј. квалитативне промене типа решења добијеног варијацијом једног или више параметара. Овде се пружа могућност усмеравања активности за развој бифуркационих алата (софтвер) за анализу уз симултану промену више параметара. Следећа кључна квалитативна испитивања везана су робусност и теорију осетљивости, као и поставка стохастичких и модела са кашњењем. Затим модулартност и адаптацију на промене. Даље, имајући у виду да биолошки системи спадају са математичког становишта у позитивне системе и често монотоне, ова тачка пружа бројне могућности на основу уочених потреба развоја теорије у смеру робусности, позитивних и монотоних система и њихову спецификацију за потребе анализе специфичних биолошких система.

## **Пројекат: Хибридни системи са апликацијом у биологији и медицини**

*Доц. др Наташа Каблар, доц. др Милир Пјешчић*

Математички модели биолошких процеса су данас постали кључни за даљи развој у биолошким наукама и медицини. Конкретно, математички модели омогућавају компјутерску симулацију биохемијских и сигналних мрежа које даље омогућавају и) квантитативну предикцију њиховог понашања, ии) разумевање улоге специфичних биолошких модула у оквиру комплексних биолошких мрежа, и последично, иии) информацију о третману болести и дизајну нових лекова. У светлу све комплексније природе инжењерских система, биолошких система, демографских система, хибридних система, система са одабирањем, система са ефектом шока и система са повратном спрегом која има импулсно или ресетујуће управљање, динамички системи са дисконтинуалним током се појављују природно. Математички модели ових система описују се *импулсним динамичким једначинама*. Импулсне динамичке једначине се састоје из три елемента: континуалне диференцијалне једначине, која описује кретање динамичког система између импулсних или догађаја ресетовања; диференцне једначине која описује начин на који се стања тренутно мењају када се импулс деси; и критеријума за одредивање када стања система треба ресетовати. Ако је ресетовање дефинисано на манифолду који није зависан од времена једначине су аутономне и познате као *по стању зависне импулсне динамичке једначине*; уколико је ресетовање зависно од времена, једначине могу бити неаутономне, и познате су као *временски зависне импулсне динамичке једначине*.

Математички модели многих биолошких процеса могу се описати импулсним диференцијалним једначинама да обухвате импулсни феномен и нагле скокове услед тзв. *threshold*-а у биохемијским мрежама или стимулишућим догађајима. Даље, услед присутности вишеструких временског скала у математичким моделима тзв. *slow-fast* декомпозиција може исто водити ка сингуларној природи система и одговарајућој апроксимацији модела као редукованог *сингуларно импулног динамичког система*. Тада постаје могуће на данашњим рачунарима урадити симулације чак и великих биохемијских мрежа и њихове нумеричке студије. Болести, као што су канцер и Alzheimer-ова болест, на пример, могу се описати мрежом дисфункционалних биолошких модула која се описује хибридном и сингуларно импулсним динамичким системом.

Циљ је овог пројекта да продуби разумевање процеса присутних код конкретних болести и да покуша да пронађе разлог дисфункције мреже кроз, на пример, откривања узрока њене дисфункције и да пронађе могући начин регулисања исте. Ово ће последично водити ка новим методама лечења и дизајну нових лекова. У ту сврху, неопходно је моделовати биолошке системе да обухвате што је могуће више феномена присутних у биолошким процесима, и да омогући теоретско и нумеричко испитивање ових система. У ту сврху, најпре је неопходно развити теорију за хибридне динамичке системе. Теоретски развој ће се фокусирати на стабилност, бифуркацију, управљање, робусност стабилности и одбијање поремећаја, а укључиће временско кашњење и стохастичну природу процеса, као веома изражене у биолошким системима. Теоретска разматрања ће дати комплетно нове моделе а сами резултати ће по први пут бити примењени у квалитативној анализи биолошких процеса. Математички ће бити испитане конкретне болести (мреже), као што су канцер или Alzheimer, након чега ће се приступити предлогу нових лекова.

## **Пројекат: Динамика система**

*Проф. др Стеван Милинковић, доц. др Драган Шалетић, доц. др Радомир Јанковић, доц. др Милимир Пјешчић*

Динамика система је област теорије система која проучава понашања комплексних система током времена. Системи се могу поделити према различитим критеријумима. Нпр. према карактеру промена параметара (детерминистички и стохастички), зависности параметара од просторних координата (са усресређеним и са расподељеним параметрима), карактеру временских промена параметара (стационарне и нестационарне), карактеру временског домена

(континуалне и дискретне), начину преношења информација (са кашњењем и без кашњења), димензији система (коначне и бесконачне димензије) карактеру везе између променљивих система (линеарне и нелинеарне) итд. Наравно, ови критеријуми у реалном свету се често преплићу и комбинују, што додатно отежава њихово разумевање. Због тога у овој области има много нерешених питања на која ће посебно бити фокусирана пажња током наредног периода истраживања. Паралелно са овим истраживања наставиће се већ започети развој суперкомпјутера и одговарајућег софтвера на Рачунарском факултету који је базиран на Hewlett-Packard-овим BladeSystem C-class рачунарима и који ће се користити за симулацију динамичких модела добијених током истраживања.

У оквиру овог пројекта, истражују се теме: дескриптивни системи, системи са расподељеним параметрима, системи са кашњењем, расплинути системи и системи дискретних догађаја.

### **Тема: Дескриптивни системи**

Дескриптивни системи су представљени комбинацијом диференцијаних (континуални) или диференцијалних (дискретни) и алгебарских једначина, при чему ове друге представљају ограничење које треба задовољити при решавању оних првих. Имајући то у виду, јасно је да је одговарајуће познавање линеарне алгебре и теорије система неопходно за разумевање и адекватно тумачење добијених резултата. Са тог становишта, постоји више различитих прилаза проучавању ове класе система. Један се своди на аналитички прилаз, нумеричку или квалитативну анализу, док други чини поделу са два аспекта: геометријског прилаза и чисте алгебре. У наредном периоду истраживаће се проблеми који третирају решљивост, конзистентне почетне услове и импулсно понашање линеарних дескриптивних система. Изучаваће се питања стабилности у светлу њапунске и нењапунске теорије. Такође се ће радити и на обједињеном прилазу са геометријског становишта и квалитативне анализе као најпогоднијих алата који могу да допринесу објективном сагледавању инхерентних особина дескриптивних система, посебно у погледу њихове стабилности и робустности.

### **Тема: Системи са расподељеним параметрима**

Велики број реалних система описан је парцијалним једначинама, што повлачи читав низ додатних потешкоћа при њиховом решавању. Само у ограниченом броју случајева решења се могу добити у затвореном облику, користећи аналитички прилаз, заснован на добро познатој примени Laplace-ове трансформације. У том смислу, с обзиром да су у питању системи бесконачне димензије, њихово проучавање у овом домену суочено је са појавом ирационалних и трансцедентних функција, што обавезно захтева преформулацију постојећих критеријума и метода развијених за обичне линеарне системе са усредсређеним параметрима, а понекад и формирање сасвим нових прилаза и поступака за успешно решавање стандардних проблема како класичне, тако и модерне теорије система. Будуће истраживање ће представљати природан наставак и проширење примена параметарских метода анализе и синтезе на системе описане парцијалним диференцијалним једначинама, односно на системе са расподељеним параметрима.

### **Тема: Системи са кашњењем**

У математичком смислу, класа система са кашњењем описана је обичним диференцијалним једначинама са помереним аргументом. Слично системима са расподељеним параметрима, и ово су системи бесконачне димензије, па је њихово проучавање у комплексном домену условљено суочавањем са трансцедентним преносним функцијама, што у извесним случајевима захтева радикалну преформулацију постојећих критеријума и метода развијених за обичне линеарне системе, а понекад и формирање сасвим нових прилаза и поступака за разрешавање постављених задатака класичне и модерне теорије система. Полазећи од досадашњих резултата (методe D - разлагања, Митровићева и модификовану Митровићева метода, као и алгебарских метода за различите унапред задате критеријуме), развијаће се нове методе за одређивање релативне и апсолутне стабилности линеарних система који садрже чисто кашњење. Анализираће се системи са променљивим кашњењем и променљивим кружним појачањем у случајевима када су ови

параметри у нелинеарној комбинацији. Истраживаће се и методе за одређивање стабилности система са кашњењем на самој граници стабилности као и на коначном временском интервалу.

### **Тема: Расплинути системи**

Истраживања се баве експертским системима заснованим на расплунитим (*fuzzy*) скуповима. Расплинути експертски системи нашли су практичну примену у интелигентним системима управљања, одлучивања и другим применама. Истраживања обухватају два општа домена: теоријска истраживања у области рачунарске интелигенције, и реализацију резултата теоријских и практичних истраживања у рачунарским алатима. Циљ истраживања је развој модела расплунитих система, који је основа за развој таквих система уграђених у разне практичне системе.

Ова истраживања имају додирне тачке са истраживањима у вези са интеграцијом звучних и визуелних информација у рачунарске системе, истраживањима метода распознавања облика, истраживањима дистрибуираних рачунарских ресурса, истраживањима софтверских и хардверских аспеката развоја рачунарских мрежа, у смислу интеграције достигнутих и технички реализованих резултата из ових области у расплуните експертске системе а обухватају расплуните логике, стабилност, неуралне мреже, мрежна рачунарска окружења, меко рачунарство, рачунарску интелигенцију, и др.

Истраживања конкретно обухватају: истраживања расплунитих експертских система за управљање кретањем роботских платформи; истраживања проблема моделовања нелинеарних система локалним линеарним моделима: апроксимација функција коришћењем расплунитих скупова; апроксимација функција коришћењем расплунитих груписања; везе са проблемима дигиталне обраде сигнала: проблеми примене алгоритама дигиталне обраде сигнала у моделирању коришћењем расплунитих груписања, (специјално z-трансформације); истраживања мрежног расплунитог експертског система; усклађивање и стављање релевантног знања на располагање доносиоцима одлука у пракси коришћењем интернет технологија су делатности од значаја за многе активности.

Истраживања дају практично употребљиве резултате из области расплунитих експертских система који могу бити основа комерцијалног развоја.

### **Тема: Системи дискретних догађаја**

Понашање многих техничких и/или организационих система у свакодневном животу може се описати употребом њихових дискретних стања и догађаја који утичу на промену тих стања. Моделовање стохастичких система дискретних догађаја узима у обзир случајности у избору и у времену које потичу од трајања активности и вероватноћа одлука у системима. Формални опис у моделу система који је предмет истраживања представља полазну тачку за квантитативну процену његових карактеристика од интереса, као што су перформансе или поузданост.

Моделовање и симулација система дискретних догађаја има велики значај у истраживању, развоју, управљању и експлоатацији конкуретних система, критичних и сигурносних система, флексибилних производних система, вишепроцесорских хетерогених система и, уопште, за управљање сложеним системима чија се структура мења у времену.

Резултати оваквих истраживања могу бити значајни за развој, коришћење и заштиту компаративних предности Републике Србије, а налазе примену у областима заштите животне средине, управљању кризним ситуацијама, роботизи и аутоматизацији производних процеса, малим и средњим флексибилним производним системима, војним системима и одбрамбеној индустрији, управљању енергетским и другим ресурсима, телекомуникацијама, рачунарству и информационим технологијама, као и многим другим системима који раде у реалном времену.

## **Пројекат: Стохастички модели**

*Проф. Др Милан Меркле, доц. др Драган Шалетић*

### **Тема: Стохастички модели волатилности финансијских инструмената**

Финансијски инструменти су заједнички појам за све чиме се може трговати на светским берзама. Осим обвезница, акција, новца, робе, некретнина, зајмова, тргује се и такозваним финансијским дериватима (уговорима који доносиоцу дају одређено право да купи или прода акције или робу под одређеним условима). Деривати могу бити базирани и на каматним стопама, или на берзанским индексима, па су и то својеврсни финансијски инструменти.

Математичка теорија моделирања финансијских инструмената је разноврсна, и укључује нумеричку анализу, дискретну математику и парцијалне диференцијалне једначине, а преовлађујућа област су стохастички процеси у дискретном и непрекидном времену, којима се моделирају цене финансијских инструмената. У том варијетету различитих приступа, доминира претпоставка да се цене свих финансијских инструмената могу моделирати дифузионим стохастичким процесима, или, генерално, Levy-јевим процесима (дифузија са скоковима). Волатилност је мера дисперзије цена инструмената, и у последње време је моделирање волатилности у центру интересовања у овој области. У литератури постоје бројни модели волатилности, а предложена тема ће се бавити стохастичким моделима волатилности, који волатилност третирају као посебан стохастички процес. Истраживања по овој теми ће се фокусирати на волатилност каматних стопа.

### **Тема: Просторне медијане вишедимензионалних расподела и скупова података**

У последње време, значајна област истраживања у статистици су вишедимензиони скупови података, који углавном настају као резултат обраде упитника са много питања који су попуњени од стране великог броја особа. У тој великој маси података, једно од интересантних питања је како издвојити репрезентативне податке, у смислу сличном појму средње вредности или медијане код једнодимензионалних података. У литератури су познати концепти функције дубине, вишедимензионалне медијане и центра расподела (или скупа података). Класичан пример је полупросторна функција дубине и скуп одговарајућих тачака њеног глобалног максимума, који се у литератури назива Tukey-јева медијана. На бази претходних резултата, циљ предложеног истраживања је да се испитају различите процедуре налажења центра, на бази различитих дефиниција функције дубине, као и да се реализује софтвер којим би се имплементирали резултати истраживања.

## **Пројекат: Обрада сигнала у телекомуникацијама**

*Проф. др Борђе Бабић, Проф. др Драган Подлесник, доц. др Десимир Вучић, доц. др Драган Милетић*

Савремени развој телекомуникација је врло буран и динамичан. У техничко-технолошком смислу постоји обједињавање рачунарства и телекомуникација. Стратешки интерес републике Србије је да кроз научне активности прати, усваја и користи најновија решења и стандарде у области нових телекомуникационих технологија. Научно-истраживачке активности на Рачунарском факултету су управо дефинисане на овај начин.

Имајући у виду да је Рачунарски факултет релативно млада институција, која је у фази изградње свог научног подмлатака и научне инфраструктуре, главне области истраживања су дефинисане на бази претходног искуства и текућих истраживачких активности истраживача. Пројекат Обрада сигнала у телекомуникацијама је заснован на компетенцији истраживача који су запослени са пуним радним временом на Рачунарском факултету, и који имају богат научно-истраживачки опус у датој области, који се манифестује цитираним радовима међународног значаја и учешћу у научно-истраживачким пројектима, како у земљу тако и иностранству.

Обрада сигнала у телекомуникацијама је област која проучава најновије телекомуникационе технологије и стандарде. У ову област спадају научне активности у оквиру физичког слоја као што су Space-Time Coding, Ultra Wide Band, Напредне технике обраде сигнала у дигиталним примопредајницима, оптимизација између слојева у рачунарским мрежама, али и проблематика рачунарских комуникација на вишим слојевима као на пример компресија података, обрада слике, звука и видеа, и слично.

Чланови истраживачког тима Рачунарског факултета за обраду сигнала у телекомуникацијама, имају врло добре личне контакте са признатим истраживачким групама у земљи као што су Војнотехнички институт, и иностранству као што су Институту за обраду сигнала, Технички Универзитет, Тампере Финска, и Лабораторија за обраду сигнала, Универзитет Рур у Бохуму, Немачка. У научно-истраживачком периоду од 2008-2012 године, очекује се оживљавање ових контаката и покретање званичне научне сарадње кроз дефинисање заједничких научних пројеката кроз Оквирни програм FP7 (European Framework 7), COST, Марија Кири, или билатералним уговорима.

У периоду од 2008-2012, у области обрада сигнала у телекомуникација, очекује се израда већег броја дипломских радова, десетак Мастер радова годишње, и три до пет докторских дисертација. Такође, очекује се резултати који ће бити публиковани на међународним и домаћим конференцијама (5-10 годишње), часописима са SCI листе из категорије P51-P52 (бар један годишње). Очекује се такође издавање научних монографија, извештаја, и други резултати.

Научно-истраживачки рад у овој области биће усмерен ка изучавању нових комуникационих технологија. Научно-истраживачки подмладак у овој области ће усвајати нове теме и знања, тако да ће се листа компетенција Рачунарског факултета, на крају периода, проширити на решавање проблема у области широкопојасних мрежа и бежичних телекомуникација.

### **Тема: Напредне технике вишебрзинске обраде сигнала**

Технике вишебрзинске обраде сигнала се изучавају и примењују у разним областима као што су: дигитални предајници и пријемници у телекомуникацијама, обрада слике, обрада звука, компресија података. У првој фази истраживања у оквиру ове теме, бавићемо се анализом достигнућа појединих чланова истраживачког тима и упоређивањем са сличним решењима у области. Следећа фаза истраживања подразумева побољшање постојећих алгоритама и њихову примену у конкретним областима од интереса. Пре свега изучаваће се специјалан тип врло ефикасних филтара са могућностима шире примене, а то су полиномијални дигитални филтри. У овој области се очекује жива истраживачка активност са очекиваним резултатима у области: ротације и промене величине дигиталне слике, компресији слике и видеа, ефикасни алгоритми за дигиталне предајнике и пријемнике.

### **Тема: Напредне технике циклостационарне обраде сигнала**

Технике циклостационарне обраде сигнала (*CSP-Cyclostationary Signal Processing*) користе инхерентне периодичности сигнала и имају значајне предности у детекцији, идентификацији и процени параметара циклостационарних (CS) сигнала у односу на класичне стационарне методе. Периодичности се испољавају кроз корелацију раздвојених спектралних компонената као спектрална редуанса. Већина комуникационих сигнала има CS особине које су најчешће резултат модулације и кодовања. Сви модулисани сигнали су циклостационарни. Посебно је интересантна примена CSP метода у "blind" идентификацију канала, еквилизацији и синхронизацији, као и селективном лоцирању извора зрачења електромагнетних таласа.

У оквиру ове теме бавићемо се истраживањем и развојем побољшаних метода и алгоритама за процену цикличних обележја савремених комуникационих сигнала и развојем нових алгоритама за процену DOA (*Direction of Arrival*) сигнала на бази њихових циклостационарних особина.

## Тема: UWB

У различитим применама је интересантан проблем гео-локализације UWB (*Ultra-Wideband*) предајника обрадом сигнала једним бројем референтних пријемника. У реалном RF окружењу са *multipath* и *multiple access* интерференцијом и малим односом сигнал/шум, проблем лоцирања UWB предајника на бази TDOA (*Time Difference of Arrival*) техника је прилично сложен. У оквиру ове теме вршиће се истраживања директног лоцирања UWB предајника применом MUSIC (*MUltiple Signal Classification*) методе у случају више корисника и *multipath* простирања.

## Пројекат: Примењени интелигентни системи

доц. др Драган Шалетић, доц. др Радомир Јанковић, , проф. др Душан Тошић

Област Интелигентних система тренутно обухвата више подобласти, почевши од области опште намене, као што су обучавање и опажање, до тако специфичних задатака као што су игре, доказивање математичких теорема, и дијагностицирање болести. Област систематизује и аутоматизује интелектуалне послове и стога је потенцијално важна за све области људске интелектуалне активности. У овом смислу, то је заиста универзална област, а реализује се у оквиру рачунарске науке и рачунарске технике. Савремени напредак у разумевању теоријске основе интелигенције иде руку под руку са побољшавањима могућности стварних система. Подобласти интелигентних система (вештачке интелигенције) постале су интегрисаније, и вештачка интелигенција је успоставила заједничке темеље са другим дисциплинама.

## Тема: Примена расплинутих система одлучивања у медицини

На основу резултата реализације идеја о коришћењу теорије расплинутих скупова за моделирање процеса одлучивања у медицини и у решавању проблема одређивања тежине респираторног поремећаја у пацијента у јединици интензивне неге, у оквиру ове теме разматра се коришћење оператора расплинутог обједињавања са циљем развоја адекватних расплинутих модела. Ти модели су основа развијању софтверске подршке раду медицинског особља. Постоје области (на пример респираторни поремећај) у којима је статус пацијента описан скупом симптома који обухвата нумеричке вредности података из одређених приближних интервала, скупом симптома који су изражени језички, и скупом симптома представљеним сликовно. Онај модел који може обухватити и обрадити све ове врсте података је расплинути модел. Истраживања се баве теоријском основом, и развојем софтвера за подршку медицинском одлучивању прилагођенијем људским сазнајним процесима од постојећих модела. Ти практични софтверски системи одлучивања засновани су на меком рачунарству, и могу користити језички изражено искуство у разматраној области. Разматра се побољшавање постојећих резултата на основу даљег развоја парадигматичког модела примењивог у више ситуација, повећавањем броја разматраних параметара, а потом применом модела са овим већим бројем параметара на већи број случајева. Могућа су и друга побољшања, на пример увођењем експлоатисања мултимедијалних података и коришћењем метода откривања знања у мултимедијалним подацима на Интернету. Интелигентна медицинска рачунарска подршка је добро дошла у пракси. Та подршка би могла алармирати лекара, упозорити га на стање и развој болести у пацијента, и сигнализирати степен поремећаја. Коначне одлуке и даље доноси лекар. Усклађивање и стављање релевантног медицинског знања на располагање лекарима у пракси коришћењем интернет технологија и дистрибуиране вештачке интелигенције су делатности од општег значаја. Разматрани резултати су од интереса за примене и у другим областима, на пример у роботизи.

Чланови истраживачког тима Рачунарског факултета за пројекат Примењени интелигентни системи имају личне контакте са признатим истраживачким групама у земљи као што су Војнотехнички институт, Институт Михајло Пупин, Математички институт, и иностранству као што је WSEAS. У научно-истраживачком периоду од 2008-2012 године, очекује се оживљавање ових контаката и покретање званичне научне сарадње кроз дефинисање заједничких научних пројеката.

У периоду од 2008-2012, у области рада обухваћеном пројектом Примењени интелигентни системи, очекује се израда дипломских радова, мастер радова, и докторских дисертација. Такође, очекују се резултати који ће бити публиковани на међународним и домаћим конференцијама (до 5 годишње), часописима са SCI листе из категорије P51-P52 (бар један годишње). Очекује се такође издавање научних монографија, извештаја, и друге резултате. На неким од ових резултата интензивно се ради.

Научно-истраживачки подмладак у овој области ће усвајати нове теме и знања, тако да ће се, са реализацијом резултата у оквиру ове теме проширивати листа компетенција Рачунарског факултета, и развити основа за практичне примене резултата истраживања, и евентуално и развој комерцијалног софтвера.

### **Пројекат: Историја и филозофија науке**

*Проф. др Владимир Јанковић, мр Вера Врбица-Матејић*

Програм истраживања из области социјалних студија о науци и технологији полази од претпоставке да високо образовање и јавне делатности захтевају познавање историјских услова у којима научна и технолошка достигнућа имају смисао и у којима се она користе и развијају. У овој мултидисциплинарној области, која обједињује традиционалне дисциплине историје, социологије и филозофије науке, научна-технолошка информисаност се проучава као елемент свакодневног живота а у оквиру доминације истраживачког поступка унутар јавног развоја и привредног раста.

Делатност у овој области би се у првој инстанци усмерила ка стварању критичне масе академског знања са нагласком на разумевање основних идеја о значењу и смислу науке у друштву и политици као и импликацијама тих сазнања у локалној и регионалној средини. Наставни и истраживачки рад би се у првом периоду усмерио ка стварању интелектуалних и кадровских услова за каснију диверсификацију истраживачких тема и интегрисања области са другим хуманистичким дисциплинама.

Овај програм има три стратешка циља. Теоријски он има за циљ да интегрисе глобалне знања и текуће дебате о статусу науке у друштву као и о сврси научно-технолошке стварности у индустријском добу (1800-2000). Културно, он има за циљ да унапреди разумевање локалне научне традиције, понекад видјене као деривативне, зависне, и имитаторске. У том оквиру би истраживање тежило разумевању науке и технологије као конститутивних елемената у идентитету друштва а не сурогата идеолошке политике образовања. Трећи циљ би био да, са гледишта примењљивости, програм идентификује инфраструктурне чиниоце успеха у скорасњој историји српске науке – посебно математичких области – а који би могли да се користе као парадигматични примери у размишљањима о улози науке у мањим државама.

Посебан акценат би се у овом контексту ставио на развој и улогу информативних наука и праксе моделовања, од медицинске дијагностике до еколошких сценарија. Са практичне тачке гледишта, главне теме програма би укључиле епистемологију и историју науке, социолошке студије савремених технологија и историју рачунарства. Нагласак би посебно био на културним импликацијама и теорији масовних комуникација, технологија свакодневног живота, и студијама о економији знања на глобалном и локалном нивоу. У дугорочнијем плану је да оснаже и области из теорије еколошких наука, политике научног рада и социологијских разматрања о будућности наука у транзиционим срединама.

### **Пројекат: Развој софтвера националног сертификационог тела**

*Проф. др Стеван Милинковић*

PKI системи су постали кључна карика свих система електронске трговине и корпорацијске безбедности и сигурно ће доминирати у безбедносним системима будућности. Инфраструктура система са јавним кључевима (PKI – Public Key Infrastructure) омогућује амбијент за поуздану примену електронског пословања.

Док се функције заштите тајности и интегритета података могу реализовати и применом традиционалних симетричних криптографских техника, функције аутентичности и непорецивости трансакција захтевају примену асиметричних криптографских система. Најбоље карактеристике показују системи у којима су реализоване све поменуте четири функције.

С обзиром да Сертификационо тело (Certification Authority – CA) представља централни део ПКИ система са најважнијим циљем да успостави јединствену тачку поверења у читавом систему, основни захтев који се поставља је највиша безбедност самог СА. Наиме, ако је СА компромитовано (тј. ако је тајни кључ асиметричног шифарског система СА компромитован) било интерним или екстерним нападом и читав ПКИ систем је компромитован. Из тих разлога, СА и читав ПКИ систем је потребно заштитити највишим скупом мера. Употреба решења страних произвођача, посебно оних са затвореним кодом, не може се сматрати врхунским степеном заштите.

У наредном периоду, оквиру Центра за развој софтвера Рачунарског факултета планира се развој сопственог сертификационог тела које ће се извршавати на оперативном систему отвореног кода (SELinux – безбедносно ојачани Linux). Осим сертификационог тела у ужем смислу, софтвер ће обухватати управљање животом сертификата, управљање листама повучених сертификата, сервер за архивирање кључева, итд. Софтвер ће бити базиран на политици заштите информационог система у коме се примењује. Политика заштите успоставља и дефинише основне правце и стратегију развоја безбедности информационог система дате организације, и прописује процедуре и принципе коришћења криптографских механизма у систему.

## 5. Закључци

1. Рачунарски факултет, као млада научноистраживачка организација основана 2003. године, има потребу за свестранијим укључивањем у све три врсте научноистраживачког рада (фундаментална, примењена и развојна истраживања). При томе, Факултет препознаје посебну шансу своје научноистраживачке позиционираниости као једног од носилаца истраживања у области информационих и комуникационих технологија на простору Републике Србије.
2. Факултет је формирао организационе јединице које су намењене научноистраживачком раду, као и развоју комерцијалних софтверских производа и услуга.
3. Наставиће се научна сарадња у земљи и иностранству уз подршку владиних и невладиних организација, у циљу обнављања истраживачког кадра омогућавањем услова за стимулисање младих истраживача у циљу стицања научног степена доктора наука; усавршавања постојећег кадра, путем постдокторских студија и других облика усавршавања, неговањем стваралачког рада на Факултету у циљу нових доприноса и коришћењу постојећих знања на нове примене у свим облицима људског деловања; набавке опреме за поједине организационе јединице путем програма које нуди Европска Унија и САД.
4. Факултет ће наставити сарадњу и заложити се за додатно повезивање са научним институтима у земљи ради проширења базе већ изграђених академских садржаја и кадрова, као и ради директног академског добитка по питању простора и лабораторија.
5. Сходно виртуелној организацији научноистраживачког рада, Факултет остаје отворен и за могућности креирања привремених научноистраживачких центара у зависности од природе и дужине трајања преузетих пројеката из земље или иностранства.