

# **ВЛАДА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**



**Елаборат о оправданости оснивања**

## **ИСТРАЖИВАЧКО-РАЗВОЈНОГ ИНСТИТУТА ЗА ВЕШТАЧКУ ИНТЕЛИГЕНЦИЈУ СРБИЈЕ**

**Март 2021.**

Елаборат о оправданости оснивања  
ИСТРАЖИВАЧКО-РАЗВОЈНОГ ИНСТИТУТА  
ЗА ВЕШТАЧКУ ИНТЕЛИГЕНЦИЈУ  
СРБИЈЕ

Аутори:

др Бранислав Кисачанин  
др Небојша Васиљевић  
др Дубравко Ћулибрк

# Садржај

<b>Увод</b>	<b>4</b>
Сврха овог документа . . . . .	4
Радне дефиниције и скраћенице . . . . .	4
<b>1 Увод у вештачку интелигенцију</b>	<b>7</b>
1.1 Шта је то вештачка интелигенција? . . . . .	7
1.2 Кратка историја рачунара и ВИ . . . . .	8
1.3 Главне области истраживања у ВИ . . . . .	9
1.4 Где се користи ВИ? . . . . .	11
1.5 Будуће примене ВИ . . . . .	14
1.6 Важност ВИ за Србију . . . . .	18
<b>2 Оправданост оснивања Института</b>	<b>21</b>
2.1 Увод . . . . .	21
2.2 Правни оквир . . . . .	21
2.3 Предуслови за оснивање . . . . .	22
2.4 Делатност Института . . . . .	31
2.5 Финансирање Института . . . . .	35
2.6 Организација Института . . . . .	36
2.7 Белешка о имену Института . . . . .	39
<b>3 Основни елементи за оснивање Института</b>	<b>40</b>
3.1 Оснивач, име и седиште . . . . .	40
3.2 Делатност Института . . . . .	41
3.3 Простор и средства . . . . .	41
3.4 Кадрови и опрема . . . . .	42
<b>4 Резиме</b>	<b>43</b>
<b>Библиографија</b>	<b>45</b>

# Увод

## Сврха овог документа

Сврха овог елабората јесте да послужи као основа за доношење одлуке Владе Републике Србије о оснивању Истраживачко-развојног института за вештачку интелигенцију Србије (у даљем тексту: Институт) као и да помогне јавности у разумевању важности вештачке интелигенције за нашу земљу.

## Радне дефиниције и скраћенице

У овом одељку дајемо радне дефиниције термина које често користимо у овом документу. Одмах да кажемо да нам није циљ да дамо строге дефиниције. Наиме, у научној области која брзо расте као што расте вештачка интелигенција, стриктне дефиниције могу да буду сметња. Свеједно, понудићемо радне дефиниције, да нам помогну да објаснимо важност вештачке интелигенције и оправданост оснивања Института.

**Вештачка интелигенција** је део рачунарских наука и представља широку дисциплину чији је циљ прављење интелигентних машина.

**Машинско учење** је део вештачке интелигенције који се бави развојем метода које омогућавају машинама да уче из података. Процес учења код машина често зовемо тренирање модела. Машинско учење се веома ослања на математику, посебно на линеарну алгебру, теорију вероватноће, статистику и теорију оптимизације.

**Неуронске мреже** су класа до сада најуспешнијих математичких модела за машинско учење. Заснивају се на повезивању великог броја вештачких неурона у мрежу (граф). Вештачки неурони су рачунарске јединице које оперишу на својим улазним сигнаlima тако што прво израчунају линеарну комбинацију узорака улазних сигнала  $x_k$  помножених вредностима јачине веза  $w_k$  посматраног неурона са његовим улазима:

$$z = \sum_k w_k x_k.$$

Добијена вредност те линеарне комбинације,  $z$ , затим се пропушта кроз изабрану нелинеарну функцију  $h$  и добијена вредност

$$y = h(z)$$

је излазна вредност посматраног вештачког неурона.

Неурони у неуронској мрежи су организовани у нивое који симултано раде своја рачунања. Улазне вредности неког нивоа у мрежи су излазне вредности неурона из претходног или ранијих нивоа, изузев за први ниво, чије су улазне вредности долазе из сензора (камера, микрофон, ...) или неког другог система.

Тренирање неуронске мреже се ради итеративном модификацијом јачина веза  $w$  и траје док неуронска мрежа не постигне задовољавајућу тачност на подацима за тренинг.

Неуронске мреже се међусобно разликују по броју нивоа, броју неурона у нивоима, начинима како су неурони међусобно повезани, итд. Постоје неуронске мреже које свој задатак, на пример класификацију објеката у фотографијама или разумевање говора, раде боље него просечан човек.

**Дубоко учење** је група метода машинског учења која користи дубоке неуронске мреже, охарактерисане великим бројем нивоа, у неким дубоким неуронским мрежама и преко 100 нивоа.

Зашто дубоке неуронске мреже тако добро решавају многе важне проблеме? На то питање још немамо задовољавајуће одговоре. Како смо уопште дошли до идеје да их пробамо? Поједностављено речено, научници су видели да се биолошка интелигенција заснива на сличним принципима, па су пробали и успели.

**Скраћеница ВИ.** Ова скраћеница значи *вештачка интелигенција* и често ћемо је користити у овом документу.

**Скраћеница АИ.** У свакодневном говору, вестима, као и у стручној литератури, уместо израза *вештачка интелигенција* често користимо и скраћеницу *АИ*, која се изговара [ej-aj] или [a-u]. Ова скраћеница потиче од почетних слова енглеског израза *artificial intelligence*, који значи вештачка интелигенција. Скраћеница *АИ* се усталила у многим језицима па и у нашем. Понекад ћемо је можда и ми користити.

**Скраћеница ИТ.** И ова скраћеница је постала део свакодневног говора и значи *информационе технологије*.

**Скраћеница ИКТ.** Ова скраћеница значи *информационе и (теле)комуникационе технологије*.

**Скраћеница НТП.** Ова скраћеница значи *научно-технолошки парк*.

# Глава 1

## Увод у вештачку интелигенцију

### 1.1 Шта је то вештачка интелигенција?

У овом одељку стремимо да објаснимо и илуструјемо модерно схватање вештачке интелигенције. Нећемо давати њену строгу дефиницију, јер око тога не постоји консенсуз<sup>1</sup>, а тим пре што ни за реч *интелигенција* немамо дефиницију око које се сви слажу.

Дакле, шта је вештачка интелигенција? Зависно од контекста, вештачка интелигенција може да значи, између осталог:

- рачунарски систем који решава веома комплексне проблеме
- подобласт рачунарских наука, која између осталог обухвата машинско учење (енгл. *machine learning*), које, међу осталим методама, обухвата и методу дубоког учења (енгл. *deep learning*)
- како то неретко бива у науци, због огромног успеха у решавању широког спектра проблема (о чему ћемо писати касније),

---

<sup>1</sup>Недостатак строге дефиниције неке области није препрека да се њоме успешно бавимо. Рецимо, пишући о људској свести, Нобеловац Френсис Крик је рекао да не жели ни да покуша да свест претходно дефинише, јер то није неопходно да би смо о свести могли да научимо нове ствари. Као доказ те тезе навео је да су он и Џејмс Вотсон успели да открију структуру молекула ДНК, што је основа генетике, а да нису имали добру дефиницију гена.

у многим ситуацијама када се каже вештачка интелигенција, мисли се управо на методу дубоког учења. Ми ћемо избежавати такву интерпретацију јер може бити рестриктивна

Напоменимо још једном да горе изнесена тумачења нису строге дефиниције и стога неће бити тешко наћи примере система или научних открића за које ћемо се лако сложити да јесу или нису вештачка интелигенција, а да наведена тумачења нису са тиме конзистентна.

## 1.2 Кратка историја рачунара и ВИ

Гледано кроз историју науке, математичари и инжењери су још пре више векова показали умеће да аутоматизују математичке операције. Вероватно најранији пример машине за рачунање јесте Паскалова механичка *аритметичка машина* из средине XVII века, а њу прате све комплексније машине, од којих издвајамо Бебицову механичку *аналитичку машину* из 1837. године и низ раних електричних рачунара направљених у време II светског рата: Зусеов Зед-3 (Z3) у Немачкој, ЕНИАК (ENIAC) у САД, и Турингов Колос (Colosus) у Великој Британији.

О аутоматизацији логике и размишљања писао је још Лајбниц крајем XVII века, али први велики помак према вештачкој интелигенцији направио је Алан Туринг после II светског рата. Он је доказао да било које математичко или логичко резонување може бити симулирано алгебром бинарних цифара 0 и 1, другим речима, коришћењем дигиталних рачунара. У исто време појављује се рад Макулоа (McCulloch) и Питса (Pitts) о математичком моделовању неурона, који је такође значајно утицао на развој ВИ.

Назив *вештачка интелигенција* сковао је Џон Макарти (John McCarthy) 1956. године. Макарти и његове колеге Марвин Мински (Marvin Minsky) и Херберт Сајмон (Herbert Simon) сматрају се оснивачима модерне вештачке интелигенције јер су постигли њене прве успешне примене: рачунарски програм који је играо игру даме боље него просечан човек, као и рачунарски програм који је аутоматски доказивао логичке теореме. Међутим, огромни публицитет који су добили њихови пројекти створио је превелика очекивања од ове нове науке. Када та очекивања нису била остварена, научна јавност 1980-тих је у великој мери постала скептична и не-



гитивно настројена према било чему што има везе са вештачком интелигенцијом. У исто време, захваљујући популарности филма *2001: Одисеја у свемиру* и серијала филмова *Терминатор*, у широкој јавности се развила свест о опасностима које ВИ може да створи и због тога значајну аверзију према вештачкој интелигенцији. Тај период, све до 2010-тих година, често се назива *ледено доба ВИ*.

Како то често бива у науци, клатно се 2012. године вратило на позитивну страну и то највише захваљујући огромном успеху једне од подобласти ВИ, машинског учења, а нарочито методе дубоког учења. Тај такозвани *велики прасак ВИ* наступио је конвергенцијом три елемента модерне вештачке интелигенције:

- напредак у алгоритмима и структурама неуронских мрежа
- расположивост све веће количине података за тренирање неуронских мрежа
- напредак у рачунарским архитектурама, нарочито графичких процесора

Вероватно најзначајнији догађај у тој ренесанси ВИ десио се 2012. године, када су Алекс Крижевски (*Alex Krizhevsky*), Иља Сутскивер (*Ilya Sutskever*) и Џефри Хинтон (*Geoffrey Hinton*) направили неуронску мрежу АлексНет (*AlexNet*) и са њом победили на најважнијем такмичењу у класификацији слика (*ImageNet*). Од тада видимо фантастичан успех методе дубоког учења у решавању значајног броја научних и техничких проблема за које раније нисмо имали добра решења. О томе ће бити више речи у следећем одељку.

На крају, споменимо овде још неколико научника који су значајно допринели развоју модерне вештачке интелигенције: Јан Лекун (*Yann LeCun*), Јошуа Бенцио (*Yoshua Bengio*), који су са Хинтоном добитници Турингове награде 2019. године, Јурген Шмидхубер (*Jürgen Schmidhuber*) и Ендру Анг (*Andrew Ng*).

### 1.3 Главне области истраживања у ВИ

У току последње деценије највећи прогрес у области вештачке интелигенције направљен је у подобласти машинског учења, по-

себно у вези са методом дубоког учења, која се и даље увелико развија у дисциплинама о којима говоримо у овом одељку.

### **Рачунарски вид**

Ова дисциплина се бави анализом слика или видеа са циљем да се у њима пронађу објекти, њихови просторни односи, активност и хијерархија. Као што је разумевање биолошког вида било велики покретач за боље разумевање људског ума и природне интелигенције, тако је и рад на рачунарском виду био важан стимуланс за развој вештачке интелигенције.

### **Разумевање и генерисање говора и текста**

Ова дисциплина има своје специфичности у односу на ВИ који се користи за анализу слика па није неочекивано да се развила доста независно. Штавише, методе разумевања и генерисања говора и текста имају доста разлика међу собом, зато их често одвојено посматрамо. Сличну поделу видимо и у биолошкој интелигенцији, која је еволуирала са посебним деловима мозга задуженим за вид (визуални кортекс), разумевање говора (Верникеова област) и генерисање говора (Брокина област).

### **Нове методе машинског учења**

Иако методе методе машинског учења развијене у последњој деценији већ успевају да реше веома тешке, раније нерешиве проблеме, истраживања се настављају у потрази за још бољим методама.

### **Математичке основе ВИ**

У основи машинског учења су математичке методе оптимизације, линеарна алгебра и теорија вероватноће. Развој у овим областима значајно утиче на развој и практичне примене ВИ.

## Етика, друштво и ВИ

Уз сав ентузијазам због успеха постигнутих помоћу вештачке интелигенције, у раду на развоју ВИ не смемо да заборавимо да увек у обзир узмемо све могуће негативне друштвене и етичке последице. Ово је такође веома активна дисциплина везана за ВИ. Истраживачи широм света су покренули више иницијатива и декларација којима се обавезују да раде само на етичким пројектима, на пример: *Ethics and Governance of AI Initiative*, *Asilomar AI Principles*, *Toronto Declaration*, *Future of Life Institute Open Letter on AI Ethics*. ...

### 1.4 Где се користи ВИ?

Комбинација знања и технологија постигнутих у дисциплинама наведеним у претходном одељку, омогућава практичне примене о којима говоримо у наставку. Захваљујући великом успеху метода машинског учења у класификацији објеката у сликама, разумевању и генерисању текста и говора, као и у решавању других раније нерешивих проблема (на пример перцепција и планирање), модерна вештачка интелигенција се у време писања овог елабората (почетком 2021. године) већ увелико користи у свакодневним активностима. Овде ћемо навести неке од најважнијих примена:

#### Претраживање и препоруке

Кад год нешто тражимо на интернету или добијемо аутоматску препоруку за повезивање на друштвеним мрежама, сугестију за филм који ће нам се вероватно свидети, или препоруку да нешто купимо, имали смо интеракцију са ВИ системом за претраживање или препоруке. Лидери у тој области су компаније Гугл, Мајкрософт, Фејсбук, Нетфликс и Амазон.

#### Аутономна возила

Недавни велики продори у области аутономне вожње не би били могући без коришћења вештачке интелигенције у више компоненти: перцепција околине, предвиђање поступака других учесни-

ка у саобраћају и планирање вожње. Лидери у овој области су компаније Тесла (*Tesla*), Гугл (*Google*), Нвидиа (*Nvidia*) и Интел (*Intel*).

## Паметни домови

У последњих неколико година велики успех на тржишту су постигли уређаји као на пример Алекса од Амазона, који се инсталирају у становима, кућама и канцеларијама и омогућавају људима да говорним командама:

- контролишу светла, белу технику
- управљају вратима од гараже, системом за заливање
- бирају музику коју слушају
- модификују породични или пословни календар
- формирају спискове за куповине
- брзо поруче ствари са списка за куповину
- позову некога телефоном по имену
- издиктирају текстуалну поруку за слање

Лидери у овој области су Амазон, Мајкрософт и Гугл.

## Финансијске услуге

Вештачка интелигенција је нашла важне примене у финансијским компанијама и институцијама: рана детекција хакерских напада и неубичајених трансакција на рачунима корисника, као и анализа и предвиђање понашања финансијских тржишта.

## Телекомуникације

Са вештачком интелигенцијом често већ разговарамо када нам треба нека услуга преко телефона, било да је то промена резервације авионске карте или захтев лекару за нови рецепт. Осим тога, предвиђање и планирање коришћења ресурса много се боље ради помоћу ВИ него ранијим методама.

## Здравство и медицина

Веома важна примена ВИ јесте у области здравства. Судећи по улагањима у ту област, у блиској будућности нас очекује велики раст у овој области. На пример, лекари могу да траже од ИБМ-овог ВИ система Вотсон (*Watson*) да у року од неколико секунди прегледа сву скорашњу литературу у вези са неком болешћу и да им да концизан одговор о најбољим опцијама за лечење пацијента од те болести. Осим тога, Нвидиа је развила ВИ систем Клара (*Clara*), која од слика добијених чак и старијим ултразвучним апаратима може да сачини тродимензионалну (3Д) репрезентацију снимљених органа или бебе у мамином стомаку. Споменимо и велике инвестиције које прави Гугл ради консолидације медицинских података из различитих извора, укључујући и неке националне здравствене системе, ради откривања нових метода дијагностике. Лидери у примени ВИ у здравству су компаније ИБМ, Гугл и Нвидиа као и Универзитет Стенфорд.

## Енергетика

Прецизно предвиђање потрошње и оптимална расподела ресурса имају велики потенцијал у погледу снижавања цене пословања великих енергетских система. Примена ВИ у такве сврхе стигла је и у Србију, као што смо недавно видели у вестима [1], када је тим из компаније Мајкрософт Србија користио податке Електропривреде Србије да смањи типичну грешку предвиђања потрошње електричне енергије са 15% на 1,7%. То одговара годишњој уштеди од око 1 милион евра.

## Ланци снабдевања

Слично као у енергетици, предвиђање потрошње и потражње репроматеријала важан су фактор у трошковима пословања производних компанија. ВИ се већ користи у таквим применама. Међу лидерима у овој области примене ВИ је компанија САС.

## Роботизоване фабрике

У последњих неколико година остварен је велики напредак у дизајну роботизованих фабрика и складишта, у којима работи не раде само унапред установљене, репетитивне послове (на пример варење или паковање), већ су укључени и у планирање и померање материјала, делова и готових производа од складишта до места где су потребни. Компанија Амазон је пионир у таквим применама ВИ. Компанија Дајмлер је недавно отворила супер-модерну фабрику опремљену таквим технологијама близу Штутгарта, у Зинделфингену [2].

## 1.5 Будуће примене ВИ

О будућим применама ВИ није могуће говорити са потпуном извесношћу. Међутим, судећи према томе где се праве велика улагања као и према томе где знамо да нас чекају изузетно вредне примене ВИ, под условом да решимо један број тренутно нерешивих проблема, искуство говори да није тешко предвидети где ће ВИ бити примењен у будућности.

### Нове методе машинског учења

Познати истраживач и педагог Ендру Анг (Andrew Ng) једном приликом је рекао да су открића направљена у последњој деценији у области машинског учења и ВИ покренула нову индустријску револуцију. Он такође каже да се истраживања о новим, бољим, ефикаснијим методама машинског учења настављају пуном паром, јер знамо да боље методе постоје, само што их ми још не знамо. Да то илуструје, наводи пример учења код деце: када би родитељи морали да уче децу шта је рецимо оловка тако што им покажу десетине врсте оловака виђене из стотина различитих углова, па полудели би и родитељи и деца. А управо тако данас учимо рачунаре да препознају различите врсте објеката. Дакле, знамо да је природа еволуирала боље методе учења него што су оне које ми данас знамо да применимо на рачунаре. Јасно нам је да, када би знали да те природне процесе симулирамо, могли би ефикасно

да применимо ВИ у још комплекснијим ситуацијама него што то можемо данас. О неким таквим применама говоримо у наставку.

## **Здравство и брига о старијима**

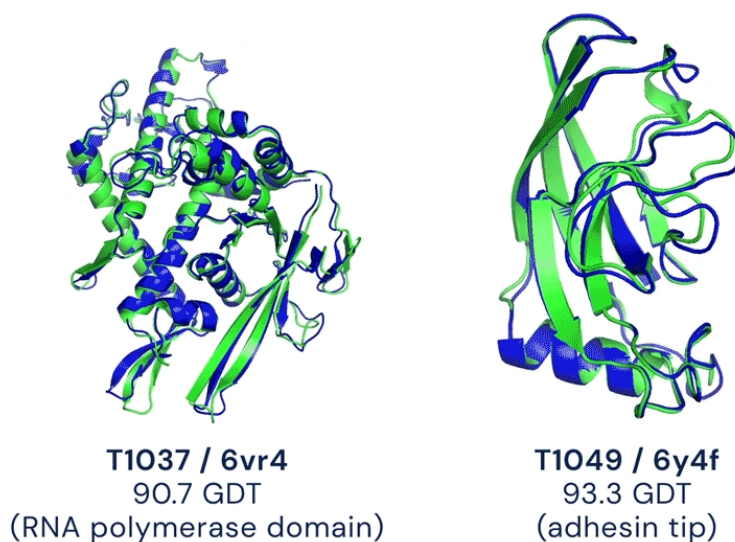
Медицина као наука је већ веома комплексна, а здравство, које укључује и много других фактора који утичу на здравље (социјалне, друштвене, психолошке, итд.) можда је и десет пута комплексније. Да би смо врхунску медицину и здравство потпуно демократизовали, односно омогућили свима, без обзира на локацију или материјално стање, приступ најновијим методама лечења и превенције, имамо још пуно проблема да решимо. Један од њих је како да огромно досадашње знање и искуство које се налази у уџбеницима, научним часописима, архивама и уму лекара и професора, макар део по део репрезентујемо тако да могу да га сагледају и рачунари. Можда нове репрезентације знања неће бити довољне да се реши овај задатак. Сасвим је могуће да ће нам бити потребни потпуно нови начини машинског учења. То су веома тешки проблеми, али то чему њихово решење води – демократизацији здравства, огромна је мотивација за научнике широм света.

Брига о старијима је један од најважних делова здравства и можда најбоља илустрација комплексности ових проблема, јер ретко ко од нас се није суочио са тешкоћама које брига о старијима носи. Међу научницима постоји велики ентузијазам да је бар за тај део здравства решење близу, јер са модерним роботима који су већ данас опремљени перцепцијом и који могу скоро природно да комуницирају са људима, вероватно у наредних десетак година можемо очекивати нове велике продоре у тој области.

## **Откривање и дизајн лекова и материјала**

У не тако далекој будућности, очекујемо да ће се рачунари рутински користити у процесу тражења, откривања, чак и дизајна лекова и материјала са специјалним особинама. Недавно је направљен велики корак у том правцу, резултат који је можда најнеочекиванија примена ВИ у последњих годину-две. Ради се о употреби машинског учења за одређивање у какав 3Д облик се увија протеин за кога знамо низ аминокиселина од којих се састоји или, еквивалентно, генетску секвенцу која га одређује. Пошто 3Д облик про-

теина у великој мери одређује његову функцију, овиме се решава питање функције протеина дефинисаног неком генетском секвенцом. Када упоредимо различите приступе решавању овог питања, видимо да неки приступи дају брза али веома груба решења, док други дају потенцијално веома тачна решења, али да би се израчунала чак и најмоћнијим супер-компјутерима би биле потребне године, ако не и стотине година да их комплетирају. У златној средини се налазе методе базиране на машинском учењу, које и на релативно обичном компјутеру дају веома тачну 3Д структуру за кратко време – реда секунде или можда чак само милисекунде, зависно од хардвера.



Слика 1.1: Поређење симулације (плаво) и експериментално утврђеног 3Д облика протеина (зелено). Извор: *DeepMind*

У новембру 2020. године, програм *AlphaFold* компаније *DeepMind* [3] (која је већ од пре позната јавности по ВИ програму *AlphaGo*, који је победио неке од најпознатијих играча игре го), победио је на такмичењу у решавању 3Д облика протеина. Квалитет резултата *AlphaFold* симулације је илустрован на слици 1.1, где су плавим приказани резултати симулације а зеленим експериментално одређена 3Д структура истог протеина.

Колико год да је овај рад истраживача из компаније *DeepMind*



велики корак према будућем дизајну лекова и материјала, он истовремено показује колико је још много знања преостало да се открије док не дођемо до тог идеала. Наиме, *AlphaFold* успешно решава 3Д облик протеина којима нису потребни додатни молекули или катализатори да би се увидели, а многи важни протеини захтевају катализаторе. Додајмо и да се данас свима препознатљиви шиљци на површини вируса САРС-ЦоВ-2 састоје од више међусобно „загрљених“ протеина, феномен који је још далеко изван могућности програма *AlphaFold*.

На основу тога предвиђамо да је употреба машинског учења у симулацији протеина и других великих молекула веома плодна научна област која води ка комерцијално и цивилизацијски важним технологијама за дизајн лекова и материјала.

## Јавни сектор

Очекује се да ће говорне технологије у врло скорој будућности наћи велике примене у државној управи и судству, сигурно најпре у раду са странкама, као и у претраживању и интерпретацији докумената. Тиме ће се обезбедити брже пружање информација и услуга.

## Пољопривреда

Ако би се огромне количине знања и података о успешном бањвењу пољопривредом, која је једна од најзначајнијих и стратешки најважнијих привредних делатности у Србији, кодирале и анализирале помоћу ВИ метода, могли би да очекујемо велики напредак у развоју, на пример, нових врста семена отпорних на инвазивне врсте штеточина, временске екстреме или климатске промене.

## Игре и забава

Још једна потенцијално велика и комерцијално важна примена ВИ јесте у индустрији игара и забаве – у гејмингу. Компаније из овог сектора су већ заступљене у Србији, а о њиховом квалитету сведочи недавна аквизиција [4] новосадске компаније *3Lateral*

од стране познате гејминг компаније *Epic Games* и градња њиховог развојног центра у Новом Саду. Још један одличан пример је београдска компанија Нордеус, чије су игре међу глобално најпопуларнијим производима за паметне телефоне.

У овој области већ видимо велике примене ВИ технологије, на пример:

- креирање реалистичних људских ликова
- креирање реалистичних пејсажа
- интерполација пејсажа исцртаних помоћу *ray tracing* технологије, све у реалном времену
- реалистична интерполација у времену ради повећања брзине видеа, такође у реалном времену

С обзиром на раст и улагања у ову област и знајући за незајажљиве апетите играча – гејмера, очекујемо да ће ВИ наћи примене и у другим аспектима развоја игара и компјутерске графике. На пример, можда ћемо једног дана имати ВИ која генерише читаве игре.

## 1.6 Важност ВИ за Србију

У овом одељку разматрамо потенцијалну корист коју развој вештачке интелигенције може имати за економију и за живот и безбедност људи у Србији. У овој анализи се великим делом ослањамо на постојећа искуства из земаља које су свесрдно прихватиле и подржале развој и примене ВИ, посебно САД и Кине, глобалних лидера у области ВИ.

### Економски раст

Нема сумње да је напредак у ВИ технологијама у последњих десетак година започео нову индустријску револуцију, која доноси нове производе базиране на способности рачунара да

- комуницирају са људима на природан начин
- остваре перцепцију своје околине

- оптимизују и планирају своје активности

Поред тога, нове ВИ технологије користе податке на много бољи начин него ранија решења и на тај начин су у стању да пронађу важне наговештаје да ће се десити нешто непланирано или неочекивано. Захваљујући томе већ постоји низ производа које компанијама и финансијским институцијама омогућавају да

- значајно повећају ефикасност пословања
- остваре много боље пројекције пословања
- детектују аномалије у каналима снабдевања и продајној мрежи
- открију хакерске нападе
- на време приметите неовлашћене трансакције

Све ово нам говори о важним облицима директне материјалне користи које ВИ може да донесе и нашој земљи. Осим тога, као и свака нова технологија, ВИ отвара много врата за нове начине пословања, као и за настанак потпуно нових производа за које данас не можемо ни да претпоставимо да ће у будућности бити важни. Уместо илустрације, размислите да ли су Тесла и други пионери радио-технике могли да замисле где ће се све радио таласи користити у будућности. Други такав пример јесте интернет економија која је настала у последњих двадесетак година из технологије која је оригинално коришћена да се повежу рачунари научних лабораторија ради размене експерименталних података.

Потенцијал ВИ да на тако позитиван начин утиче на економију Србије додатно се увећава интеракцијом са другим новим технологијама развијеним последњих година, као што су 5Г и ИоТ. И без гледања у пословичну кристалну куглу, са сигурношћу можемо да кажемо да ВИ има огроман потенцијал да Србији донесе велику материјалну корист, како кроз повећање ефикасности домаће економије, тако и извозом нашег знања и будућих производа.

Као што смо рекли у ранијим презентацијама, зашто Србија, са својим фантастичним математичким талентом не би освојила макар 1% светског тржишта производа базираних на ВИ технологијама, које ће ускоро достићи 500 милијарди долара годишње!

## Квалитет живота и здравља

Од побољшања економије, Србија ће имати вишеструке користи

- отварање нових, одлично плаћених радних места
- смањење одлива мозгова
- побољшање демографских параметара

Све у свему, очекујемо да ће кроз економски раст доћи и до побољшања квалитета живота грађана Србије, а самим тим и здравља и да ће све то на добар начин утицати на економију у једној врсти позитивне повратне спреге.

Што се тиче здравља конкретно, као што смо већ описали у претходном одељку, очекујемо да ће напредак у ВИ технологијама, између осталог, да доведе до демократизације врхунске медицинске и здравствене неге.

## Безбедносни аспекти

Имајући у виду недавне хакерске нападе на државне институције САД, као и бројне нападе на болнице и банке и уцене да плате „откупнину“ или ризикују губитак свих својих дигиталних архива, чињеница је да је већ сада најбоља заштита од таквих напада коришћење ВИ система који у реалном времену прате активности на мрежи. Док системи за одбрану од хакера напредују, ни хакери не губе време и та ко-еволуција нових врста напада и одбране се наставља.

Знајући све то, јасно је да ће наша земља имати велике користи од експертизе у области ВИ кроз повећану безбедност грађана, институција и државе.

## **Глава 2**

# **Оправданост оснивања Института**

### **2.1 Увод**

У овом поглављу износимо аргументе у прилог оправданости оснивања Института. Почињемо од правног оквира и настављамо по различитим предусловима за оснивање: о образовном систему, духу и атмосфери иновација, ИТ и ВИ привреди у Србији, научним и техничким кадровима, као и техничкој и информационој инфраструктури. По сваком од ових фактора налазимо да је оснивање Института не само могуће, него и корисно и неопходно за развој ВИ економије у Србији. Осим тога, кроз Институт, држава и њене институције би добиле стручног консултанта за набавке и одлуке за јавна улагања у ВИ пројекте. То је важно с обзиром на специјализоване компетенције које су потребне да би се добро донеле одлуке у том сектору који брзо напредује. После тога говоримо о делатности Института: научно-истраживачком програму, развојним активностима, образовном раду и издавачким делатностима. Ово поглавље закључујемо одељцима о финансирању, организацији и имену Института.

### **2.2 Правни оквир**

Правни основ оснивања Института чине:

- Члан 36. став 1. Закона о науци и истраживањима („Сл. гласник РС“ бр. 49/2019), којим је прописано да се Институт може основати као установа, у складу са прописима о јавним службама, или као привредно друштво, у складу са прописима о привредним друштвима
- Члан 37. став 1. Закона о науци и истраживањима, којим је прописано да оснивач Института може бити Република Србија
- Члан 4. став 1. Закона о Влади („Сл. гласник РС“ бр. 55/2005, 71/2005 - исправка, 101/2007, 65/2008, 16/2011, 68/2012 - УС, 72/2012, 74/2012 - исправка УС, 7/2014 - УС, 44/2014, 30/2018 - др. закон) којим је прописано да Влада заступа Републику Србију као правно лице и при томе врши права и обавезе које Република Србија има као оснивач јавних предузећа, установа и других организација

Стратегијом развоја вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020–25. године као и Акционим планом за период 2020–22. године за примену ове стратегије („Сл. гласник РС“ бр. 96/2019) у оквиру посебног циља „2. Развој науке и иновација у области вештачке интелигенције и њених примена“ предвиђена је мера „2.4 Оснивање Института за вештачку интелигенцију“. Стратегијом је предвиђено да Институт буде примарно финансиран из буџета Републике Србије.

## 2.3 Предуслови за оснивање

У овом одељку анализирамо важне факторе за успех Института и шире, за развој ВИ економије: образовни систем, дух иновација, ИТ и ВИ привреда, расположивост научних и техничких кадрова и техничка и информациона инфраструктура.

Споменимо одмах овде и да је према студији [5], Србија рангирана као 46. од 172 државе, што је скок за 12 места у односу на претходну годину. Такође, Србија је прва у региону југо-источне Европе, што је добра индикација да се у Србији стичу услови за успешан развој ВИ екосистема чији ће Институт бити важан члан.

## Образовни систем

Високо школство у Србији је у значајној мери повезано са привредом, посебно у домену информационих технологија. Студије показују веома позитивна искуства факултета у Србији, попут Факултета техничких наука и Природно-математичког факултета у Новом Саду, Електротехничког, Математичког и Факултета организационих наука у Београду, Електронског факултета у Нишу и Природно-математичког факултета у Крагујевцу.

У последњих неколико година значајно је порасло интересовање студената за ИТ смерове на факултетима. Због тога, као и због повећаних потреба приватног сектора, повећани су капацитети факултета. У току је или у плану изградња нових објеката техничких факултета широм Србије. Поред улагања у просторну инфраструктуру, улагано је и у развој нових предмета на факултетима.

Према налазима предоченим у Стратегији развоја вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020-25. године (у даљем тексту Стратегија), постоји скромна повезаност техничких факултета са компанијама које се баве развојем ВИ, као и тек минимална повезаност факултета других струка (нпр. у области медицине, пољопривреде, и др.) са таквим компанијама. Другим речима, имамо прилику да у великој мери повежемо образовање и привреду на пољу вештачке интелигенције.

При изради Стратегије утврђено је и да у високом образовању на већини техничких и природно-математичких факултета постоје предмети из различитих области ВИ, али је њихова заступљеност и даље недовољна, те је формално образовање из домена ВИ фрагментирано, тј. присутно у различитим студијским програмима. Такође, теме везане за вештачку интелигенцију су на различит начин, у различитом обиму и без довољне стандардизације заступљене на рачунарским наукама, рачунарском инжењерству, информатици, и сл.

У том смислу, од огромне је важности иницијатива Министарства просвете, науке и технолошког развоја ка исправљању оваквог стања ствари. Наиме, 2020. године ово министарство је написало јавни конкурс за мастер студијске програме из области вештачке интелигенције и машинског учења, чији ће развој и акредитацију подржати. На основу конкурса одабрана су четири програма

ма која ће се изводити на Факултету техничких наука у Новом Саду, Природно-математичком факултету у Новом Саду, Природно-математичком факултету у Нишу и на Универзитету у Крагујевцу.

Као извор стручних кадрова, мастер програми за ВИ ће бити од великог значаја, како за развој ВИ економије у Србији, тако и за рад Института. Са своје стране, Институт ће својим активностима свесрдно помоћи развој и раст ових мастер програма и значајно допринети повезивању образовних институција и привреде на пољу ВИ.

Слично томе, овде је вредно поменути и програм Фонда за науку за ВИ пројекте, увођење Информатике (са Рачунарством) у основне школе широм Србије, реформу Рачунарства и Информатике у гимназијама, као и увођење специјалних ИТ одељења. Све ове активности ће допринети расту ВИ економије у Србији и Институт ће и у овим активностима значајно допринети својим стручним капацитетима.

## **Дух иновација**

Према Глобалном индексу иновација [6] Србија је у 2020. години била на 53. месту од укупно 131 рангиране земље. Од 2017. године, када је била рангирана на 62. месту, постигнут је значајан напредак. У групи економија са вишим средњим приходом, у које спада, Србија је на 10. месту од 37 земаља. Најбоље смо рангирани у подобласти „знања и технолошких исхода“, што говори о националном потенцијалу да се развије економија заснована на знању.

Осим што се на образовним установама обучавају квалитетни кадрови за потребе ИТ сектора у Србији, у значајној мери се развија и предузетнички дух који је у основи оваквог успеха. Истраживање и развој су мање академски и више усмерени на решења која имају тржишни потенцијал, што је један од важних елемената који су довели до тога да, према подацима Народне банке Србије о платном билансу Републике Србије, извоз ИТ услуга (ставка „Услуге телекомуникација, компјутерске и информацијске“ у билансу услуга) бележи континуиран раст, који је већи од 20% годишње у последњих пет година.

Према Глобалном индексу конкурентности Светског економског форума за 2019. годину [7], у области истраживања и развоја који



се мери у оквиру потенцијала за иновацију, Република Србија заузима 55. позицију (са скором 33,8). У овој области релевантан је индикатор који се односи на број публикација и број цитата научних истраживања, у којима Република Србија заузима 61. позицију, што указује на простор за унапређење. Развојем истраживања у области вештачке интелигенције, Република Србија може допринети развоју науке додајући оригинални допринос овој теми.

Република Србија је препознала потенцијал који представља развој у домену ВИ, те је усвојила Стратегију развоја вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020–25 и Акциони план за период 2020–22. године за примену ове стратегије. Поред низа конкретних мера, план предвиђа и оснивање националног Института за ВИ.

У оквиру активности које се у Републици Србији спроводе у циљу привлачења инвестиција, још не постоји јасан фокус на вештачку интелигенцију нити су заступљене мере које се посебно везују за вештачку интелигенцију. Утолико је већи значај Института, да јасно покаже потенцијал Србије у области ВИ и да привуче компаније, инвестициони капитал и подршку иновативним пројектима.

Иако је ВИ привреда у Србији у насцентном стању, већ постоји свест о великом расту који јој предстоји и потенцијал за унапређење. Одроз тога су и самоникла удружења која окупљају наше људе у земљи и дијаспори који се баве вештачком интелигенцијом: Српско друштво за вештачку интелигенцију [8] и *Serbian AI* [9]. У последње две године у Србији се организује и скуп *Wonderland AI* [10] који окупља индустрију и академију глобалног карактера.

Овде треба споменути и активности у Петници, посебно *PSIML (Petnica Summer Institute Machine Learning)* [11], који већ шест година за редом окупља студенте на летњем програму. Што је такође веома важно, овај програм је створио и јаку заједницу предавача и некадашњих полазника.

## ИКТ и ВИ привреда у Србији

Извоз ИКТ услуга у 2019. години био је скоро 1,5 милијарди евра и то са суфицитом у размени услуга од преко 800 милиона евра. ИКТ сектор је постао грана привреде са највећим суфицитом у размени роба и услуга, а извоз је постао већи чак и од извоза пољопривреде. У свему томе ВИ је важан за дугорочно одржавање

компетитивности и темпа извоза.

Према извештају [12] Војвођанског ИКТ Кластера о стању ИКТ привреде у Републици Србији у оквиру кога је ИКТ индустрија подељена на сектор телекомуникација и сектор информационих технологија, генерална оцена је да је ИТ сектор у Републици Србији извозно оријентисан. Према том извештају, 2018. године је постојало 427 компанија (40% више него 2016.) чија је доминантна активност била извоз ИТ услуга и софтвера. Те компаније запошљавају преко 13.000 особа (30% више него 2016.) и представљају 47% укупне ИТ радне снаге у Републици Србији. Другим речима, скоро половина ИТ радне снаге у Републици Србији ради у компанијама које извозе ИТ софтвер и услуге. Просечан приход по запосленом 2018. године био је 47.619 евра (25% више него 2016.), док је додата вредност по раднику била 33.709 евра (16 % више него 2016.).

Што се тиче компанија које се баве вештачком интелигенцијом, из консултација са приватним сектором који се бави развојем и применом ВИ технологија тим за развој Стратегије закључује да су то претежно мале или средње компаније, најчешће фокусиране на узак спектар производа и углавном на примени постојећих технологија у оквиру ВИ. Са друге стране, ВИ је присутан и у пројектима већих ИТ компанија, али удео таквих пројеката у пословању најчешће није велики. Присуство ИТ компанија које су глобални лидери још увек је скромно када су у питању развојни ресурси лоцирани у Републици Србији, а улога таквих компанија може бити значајна за стицање искуства и унапређење нивоа вештина домаћих стручњака. У томе се свакако међу осталима истичу *Microsoft Development Center Serbia*, *Nutanix*, *Nordeus*, *Everseen*, *Saga*, *RT-RK*, *3Lateral*, *HTEC*, *Continental* и *VegaIT*.

Са друге стране, могу се посматрати подаци о стартап екосистему. И поред тога што многе стартап компаније користе вештачку интелигенцију у развоју својих производа и услуга, у оквиру активности које су усмерене на развој ВИ стартап екосистема још увек не постоји јасан фокус на аспекте вештачке интелигенције. У том смислу, Институт ће имати велику улогу.

Извештај [13] рангира стартап екосистем Београда и Новог Сада (анализирани су као један екосистем) као 91. од првих 100 светских екосистема у настанку. Овај српски стартап екосистем је у почетној фази развоја са процењеном вредношћу од 502 милиона долара (глобална медијална вредност је 10,5 милијарди долара). Као

предност домаћег екосистема, у Извештају се истиче ниска стопа пореза на добит и квалитет и приступачност домаћих програмера. Као најразвијеније области истакнути су блокчејн и гејминг.

Од индикатора који се односе на област привреде генерално, истиче се индикатор Глобалног индекса конкурентности, који се односи на сарадњу различитих заинтересованих страна. Тај индекс мери:

- сарадњу запослених унутар компанија
- сарадњу и дељење идеја међу компанијама у циљу иновација
- степен сарадње између привреде и факултета

Република Србија се у овој области не котира идеално (заузима 87. позицију и остварује скор од 3,6 од 7), те подаци подржавају тврдње изнете у консултацијама да је у овој области потребно унапређење, а нарочито у унапређењу сарадње привреде и факултета и између компанија у погледу развоја иновација заснованим на вештачкој интелигенцији.

Представници ИТ индустрије се слажу да је тренутна повезаност између локалних фирми које примењују вештачку интелигенцију недовољна. Утисак представника из привреде је да је један од узрока то што су локалне фирме које се баве ВИ оријентисане на страна тржишта, што само по себи није лоше. Што се тиче повезаности привреде са другим секторима, истиче се да је повезаност са универзитетима такође на скромном нивоу, иако постоје примери добре праксе. Ово се односи како на техничке и на природно-математичке факултете, где је потреба за чвршћом повезаношћу и сарадњом очигледна, тако и на друге факултете, нарочито у области медицине и пољопривреде, где мултидисциплинарност води ка изради иновативних решења.

Очекујемо да ће Институт имати велики допринос за напредак свих ових облика сарадње.

## **Научни и технички кадрови**

Србија већ поседује знатне научне и техничке кадрове заинтересоване за рад у домену вештачке интелигенције. О томе сведочи чињеница да се на конкурс Фонда за науку Републике Србије

за финансирање ВИ пројеката (расписан крајем 2019. године, у оквиру Програма за развој пројеката из области вештачке интелигенције) пријавило 70 тимова. Формалне захтеве програма је задовољило 53 пројекта, у последњи круг селекције је ушло 25, а за финансирање је одабрано 12. Уз конзервативну процену да је на сваком од пријављених пројеката било укључено 10 истраживача, долази се до броја од 700 истраживача који би желели да се укључе у ВИ истраживања. Формалне услове за руководиоца пројекта, који су претпостављали публикације у релевантним часописима и на научним скуповима са ВИ тематиком, задовољило је бар 53 истраживача. Финансирани пројекти ће бити изведени од стране тимова на универзитетима у Београду, Новом Саду, Нишу и Крагујевцу, као и од стране тимова на два постојећа научна института: Математичког института Српске академије наука и уметности и Института Михајло Пупин.

У Стратегији се у оквиру посебног циља 2 - развој науке и иновација у области вештачке интелигенције и њених примена (описан у поглављу 6.2), мере 2.1 (поглавље 6.2.1) - подизање нивоа подршке истраживачима у области вештачке интелигенције, констатује да је с обзиром да у областима које се изузетно динамично развијају, као што је ВИ, конференције добијају додатан значај, потребно пружити подршку учешћу истраживача из Републике Србије на водећим светским конференцијама из области вештачке интелигенције.

Како је то наведено у поглављу 6.2.1.2, ставка 1, један од индикатора успешности мера предвиђених Стратегијом је управо број публикација на престижним међународним конференцијама. Институт ће својим радом значајно допринети у повећању присуства наших научника на значајним међународним скуповима у области ВИ.

Осим постојећег интереса за рад у области ВИ, прилив квалитетних кадрова у Институт и привреду биће додатно подстакнут недавно одобреним мастер програмима за ВИ. Листа финансираних научних пројеката и мастер програма уједно сведочи и о географској и институционалној дистрибуцији домаћих научних и технолошких кадрова из домена ВИ.

Поред знатних кадрова у земљи, Србија има и велики број ВИ истраживача у дијаспори. Увидом у чланство Српског друштва за вештачку интелигенцију и организације *Serbian AI*, као и претра-

гом релевантних база научних публикација, може се закључити да постоји значајан број наших људи у дијаспори који се баве научно-истраживачким радом у домену ВИ, те да је у просеку цитираност и утицајност рада наших научника у расејању на знатно вишем нивоу него научника у земљи.

Са таквом структуром и дистрибуцијом научних кадрова, Институт за вештачку интелигенцију ће имати значајну улогу у трансферу знања кроз менторске програме и повезивање наших истраживача у дијаспори са домаћим истраживачима. На овај начин Институт ће имати и важну улогу да ангажује нашу ВИ дијаспору и ојача њене везе за отаџбином. Кроз такве програме сарадње Институт ће повећати интерес наших стручњака да се врате у Србију и да наставе да своју каријеру граде овде.

## **Техничка и информациона инфраструктура**

### **Хардверски ресурси**

Према Глобалном индексу иновација [6] Србија се у последњих 5 година добро котира у погледу информационе инфраструктуре. Међутим, поред стандардне информационе инфраструктуре, истраживања и развој у домену ВИ захтевају много веће и на свој начин специфичне рачунарске ресурсе. Зато Акциони план за период 2020-22. за примену Стратегије предвиђа успостављање дељених инфраструктурних ресурса за развој вештачке интелигенције, који би знатно олакшали истраживање и примену резултата истраживања у овом домену. У оквиру надлежне Канцеларије за ИТ и еУправу, већ постоје знатни ресурси који би се могли ставити на располагање истраживачима Института, а можда чак и ВИ стартап компанија.

Како би се поспешио развој малих и средњих предузећа у домену високих технологија, у Србији су основана три научно-технолошка парка, лоцирана у Београду, Новом Саду (приказан на слици 2.1), Нишу и Чачку. Ти нови центри представљају идеалан оквир за истраживање и комерцијализацију технологија из домена ВИ.



Слика 2.1: Научно-технолошки парк у Новом Саду

### Софтверски и информациони ресурси

У погледу софтверских решења и окружења која су неопходна за научно-истраживачки рад у домену ВИ, ситуација је изузетно повољна. Наиме, сва широко коришћена окружења за развој решења вештачке интелигенције су бесплатно доступна и отвореног кода. У оквиру самих окружења доступни су и многи већ развијени ВИ модели. Додатно, постоје платформе за дељење изворног кода и модела и што је исто веома значајно, платформе за дељење означених скупова података за развој нових модела.

И са аспекта дељења информација и знања, ситуација је веома повољна, јер су научници који се баве истраживањима у домену ВИ створили атмосферу дељења публикација путем платформи за размену научних радова, на пример *arXiv* и *ResearchGate*. Остатак радова је нашим истраживачима у највећој мери доступан кроз Конзорцијум библиотека Србије за обједињену набавку (КоБСОН) [14].

Поред резултата истраживања глобалне ВИ заједнице, истраживачима је путем платформи за едукацију на даљину (попут *edX* [15] и *Coursera* [16]) на располагању и низ курсева са најбољих светских универзитета који се баве тематиком ВИ.

Осим универзитета, и велике компаније негују дух дељења зна-

ња. На пример, велики произвођачи рачунарске опреме намењене ВИ имају своје платформе за стручно усавршавање кроз практичан тренинг. Нвидиа то чини кроз свој Институт за дубоко учење (*DLI*). Сарадња *DLI* са нашим универзитетима се одвија кроз сертификавање универзитетских амбасадора и подршку организацији бесплатних радионица за истраживаче и студенте. Сличну подршку пружа и компанија Хуавеи (*Huawei*), кроз њихову Хуавеи ИКТ академију, чији су партнери сви државни технички универзитети у земљи. Гугл је још један пример компаније која веома много доприноси размени знања: *Google Colab*, *TensorFlow*, итд.

Ако се на задовољавајући начин реше потребе за ВИ хардверским ресурсима, Институт ће имати одличне техничке и информационе услове за рад и својим примером ће утабати стазу за истраживаче у стартапима, постојећим компанијама и на факултетима.

## 2.4 Делатност Института

Звезда водилца Института биће да учини све да Србија постане велесила у области вештачке интелигенције, другим речима да помогне да се у Србији развије ВИ екосистем и економски важан ВИ сектор, економски значајнији него данашњи ИТ сектор.

По својој природи, Институт ће допринети изградњи врха пирамиде ВИ екосистема, тј. развоју наших будућих ВИ лидера – истраживача који ће осим врхунског научног знања имати и искуство и знање неопходно да се покрену и мотивишу људи, капитал и други ресурси. Тиме ће они у будућности бити оснивачи ВИ стартапа, вође ВИ тимова у великим компанијама, утицајни ВИ научници и угледни ВИ професори.

У том смислу, циљеви Института биће да постане:

- центар ВИ експертизе
- катализатор сарадње универзитета, института, привреде и државе
- организатор трансфера знања наших ВИ стручњака у иностранству у Србију
- фабрика ВИ лидера

- инкубатор ВИ стартапа
- место на коме ће истраживачи моћи још много више да науче, сазру и допринесу напретку Србије
- лабораторија у којој ће млади научници моћи да зараде за удобан живот радећи истраживања за своје докторате

У свему томе, свесни смо да ће многи запослени у Институту после две-три године рада у Институту научити довољно да пожеље да рашире крила и остваре се као ВИ лидери које смо од њих очекивали да постану. Зато Институт треба да буде заснован тако да му тако нешто не буде нежељени исход.

Постоји начин да се све то постигне. Институт ће у очима запослених истраживача изгледати као проточни бојлер у који улазе да би ефикасно научили све што им треба да постану ВИ лидери. У томе ће имати свесрдну помоћ ментора, наших угледних истраживача из земље и иностранства, од којих ће моћи да науче како се раде врхунска ВИ истраживања, како се пишу научни радови за врхунске конференције и научне часописе и како се пишу предлози за пројекте које финансирају ЕУ и други извори. Осим тога, млади доктори наука ће имати прилику да унапређују своје лидерске способности тако што ће водити пројекте у којима ће учествовати млађи истраживачи. У свему томе, истраживачи ће имати прилику да раде и на примењеним ВИ пројектима са партнерима из привреде, са универзитета и из других института.

Институт ће своје циљеве реализовати кроз научно-истраживачки рад, развојне активности, стандардизацију, консултантске активности, образовни рад и издавачке активности.

## **Програм научно-истраживачког рада**

Планира се да научно-истраживачка делатност Института буде подељена како је то већ уобичајено у ВИ истраживањима:

- рачунарски вид
- разумевање и генерисање говора и текста
- општа вештачка интелигенција



- нове области

У области рачунарског вида планирамо истраживања везана за сегментацију слике са применама у аутономним возилима и роботизи као и у медицинској дијагностици. У области говора и текста, планирамо истраживања везана за више-димензионалну репрезентацију говора са применама у анализи говора са помешаним језицима, на пример српским и енглеским, што опет води ка применама у здравству и јавном сектору. У области опште вештачке интелигенције издвајамо математичке методе оптимизације и нове методе машинског учења, а у новим областима издвајамо примене ВИ у дизајну лекова и материјала. Због брзе динамике развоја ВИ, ови правци истраживања још нису финализовани и мораће квартално да се реevalуирају и по потреби ажурирају.

Прве две године, истраживачи у Институту ће највише бити ангажовани кроз пројекте које ће дефинисати са својим менторима, а све у оквиру области дефинисаних програмом научно-истраживачког рада Института. Током времена, како се освоји финансирање научних пројеката и покрену се пројекти са привредом, рад истраживача у Институту ће постати комбинација научних и примењених пројеката, финансираних из више извора. Индикатори успеха у овом раду еволуираће током времена да редом укључују следећа мерила:

- број запослених истраживача
- број научних конференција које су посетили
- број радова на важним конференцијама и часописима
- број студијских боравака у светским ВИ центрима
- вредност пројеката са научним партнерима
- проценат самофинансирања Института
- број основаних стартапа

### **Програм развојних активности**

Институт ће гледати да се укључи у пројекте са привредом са циљем да запослени науче о потребама привреде у применама ВИ, да они партнере из привреде науче где и како ВИ може да се примени и наравно, да урадимо нешто од обостране користи. Мерила успеха ће и овде еволуирати током времена:

- број разговора и посета партнерима из привреде
- број експерименталних пројеката са привредом
- вредност пројеката са привредом

### **Програм стандардизације и консалтинга**

Очекујемо да ће Институт, као центар ВИ експертизе у Србији, бити укључен у разне облике стандардизације, анализе набавки ВИ опреме за велике системе, и других врста консалтинга.

### **Програм образовног рада**

Природно је очекивати да ће истраживачи у Институту, како шта науче из области ВИ, желети та знања да пренесу другима, тако да ћемо гледати да се наши научници на скроман али ефективан начин укључе у припреме и извршавање наставе на ВИ мастер програмима. Осим што ће то помоћи нашим истраживачима да се испоље као гостујући предавачи и ВИ лидери, то ће бити и корисна активност у смислу регрутације нових квалитетних кадрова за Институт. Мерила успеха у овој области неће бити типа „што више то боље“, него таква да стимулишу ограничено учешће, а укључиће:

- похађање онлајн предмета са листе препорука ментора
- израду материјала корисних за ВИ мастер и докторске програме
- гостујућа предавања на ВИ мастер и докторским студијама
- ангажовање у популаризацији ВИ као научне и примењене области у медијима, онлајн, у Петници и у средњим школама

## Програм издавачке делатности

Институт ће имати и важну улогу у образовању јавности и омладине о томе шта је вештачка интелигенција и чему све може да служи. Од посебног интереса за Институт и за интересе наше земље је рад са младим талентима, јер неки од њих ће једног дана доћи у Институт да раде са нама, нарочито ако им на време посветимо пажњу и научимо их све што треба и све што сами пожелеле да знају. У том смислу, Институт ће објављивати популарна предавања на свом онлајн порталу, тако да буду приступачна свима у земљи и региону.

Осим популаризације, Институт ће имати важну улогу и у дисеминацији знања у правцу универзитета и привреде и у том смислу организоваће научне и стручне семинаре и конференције, а можда ће се показати да би имало смисла да Институт покрене и друге облике издавачке делатности: часописе, књиге, итд.

## 2.5 Финансирање Института

Акционим планом за период 2020–22. године за примену Стратегије развоја вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020–25. године („Сл. гласник РС“ бр. 81/2020) за финансирање мере „2.4 Оснивање Института за вештачку интелигенцију“ у 2021. и 2022. години планирано је укупно 200.000.000 динара.

Законом о буџету Републике Србије за 2021. годину („Сл. гласник РС“ бр. 149/2020, у даљем тексту: Закон о буџету) опредељена су средства у износу 40.000.000 динара на разделу Министарства просвете и технолошког развоја, програм 0201–Развој науке и технологије, функција 140–Основно истраживање, програмска активност 4009–Подршка раду Института за вештачку интелигенцију, економска класификација 451–Субвенције јавним нефинансијским предузећима и организацијама.

Наведена средства из Закона о буџету биће пренета Институту као средства за оснивање и почетак рада установе у складу са чланом 13. Закона о јавним службама. Средства ће бити искоришћена у току 2021. године за:

- плате и друга примања истраживача, административно-техничког, стручног и помоћног особља

- режијске трошкове
- трошкове адаптације и опремања просторија за рад
- за материјалне трошкове истраживања
- набавку, одржавање, амортизацију и осигурање опреме
- средства за друге трошкове научно-истраживачког рада

Након акредитације успоставиће се финансирање научно-истраживачке делатности из буџета Републике Србије кроз:

- програме институционалног финансирања
- друге програме од општег интереса
- финансирање из других извора

Поред финансирања из буџета Републике Србије, планира се финансирање из других извора, као што су:

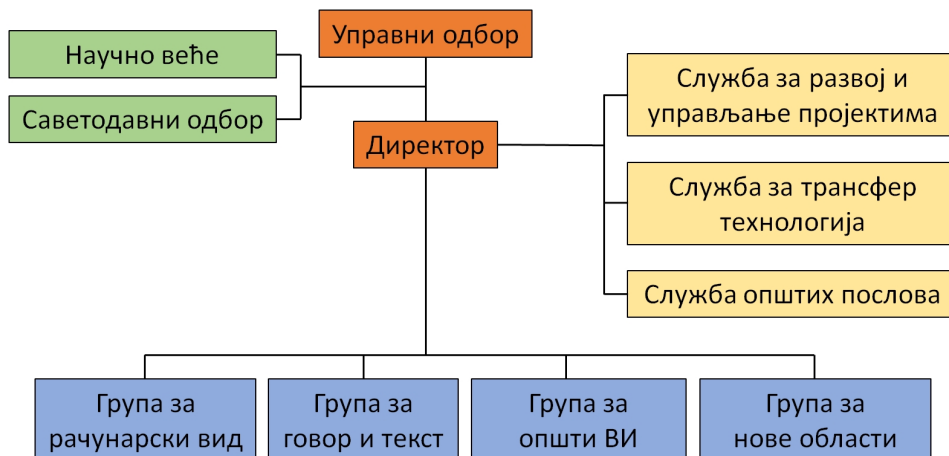
- средстава привредних друштава, удружења и других организација
- сопствених прихода научно-истраживачких организација
- средстава домаћих фондова и задужбина и поклона правних и физичких лица
- средстава страних фондација, правних и физичких лица и донација
- средстава остварених учешћем у докторским и мастер студијама
- други извори, под условом да се не угрожава аутономија и достојанство научно-истраживачког рада

## 2.6 Организација Института

Детаљна организација Института регулисаће се Статутом Института, а у овом одељку даћемо скицу организације. Она ће бити слична организацији других института у Србији и пратиће законске оквире.

## Организациона шема

Шема планиране организације Института приказана је на слици 2.2.



Слика 2.2: Планирана организациона шема Института

Институтом руководе директор и управни одбор. Научно веће је стручни орган Института.

Научно-истраживачка делатност Института биће организована у групе фокусиране на главне области истраживања из домена ВИ:

- група за рачунарски вид
- група за разумевање и генерисање говора и текста
- група за општу вештачку интелигенцију
- група за нове области, која ће током времена изнедрити нове групе када достигну критичну масу

Истраживачке групе биће подложне периодичној реорганизацији у складу са расположивим људским ресурсима, стратегијом развоја Института и потребама Републике Србије.

Рад Института подржаваће три стручне службе:

- Служба за развој и управљање пројектима која ће се бавити развојем капацитета Института у погледу добијања националних и међународних научно-истраживачких пројеката, пружати подршку истраживачима при писању и подношењу пројектних пријава, као и током имплементације, по питањима организације и извештавања
- Служба за трансфер технологија која ће бити надлежна за заштиту интелектуалне својине развијене у оквиру Института, са циљем да се осигура оптималан број и вредност патената које Институт генерише, као и за лиценцирање заштићене интелектуалне својине индустрији, са циљем да се у будућности осигура одрживо финансирање Института из ових извора. Додатно, ова служба ће радити на правним аспектима развоја сарадње са другим институцијама
- Служба општих послова која ће обухватати административно особље неопходно за функционисање Института, а које по природи својих радних задатака не припада ни једној од остале две службе Института

Саветодавни одбор ће се састојати од стручњака ван Института и имаће необавезујућу, али важну, саветодавну улогу. Структура и рад саветодавног одбора биће дефинисани планом рада Института. Чланове саветодавног одбора, на предлог директора, именовати управни одбор Института. Чланови саветодавног одбора неће бити плаћени за ту активност, мада могу бити плаћени за друге видове сарадње са Институтотом. Саветодавни одбор ће имати два пододбора:

- Научни, који ће у својим редовима имати ВИ истраживаче из дијаспоре и земље, који нису запослени у Институту; улога овог пододбора је да стручним саветом помогне управном одбору и директору у креирању научне стратегије Института, избору најквалификованијих кандидата, ...
- Пословни, који ће помоћи да се обезбеди оптимална интеграција Института са државним ентитетима и предузећима од значаја за развој и пословање Института; овај пододбор би обухватио заинтересоване представнике предузећа и организација од стратешког значаја за Институт

## Руководећа шема

У складу са Законом о науци и истраживањима, предвиђени су следећи органи руковођења Институтутом:

- управни одбор
- директор

Стручни орган Института је научно веће, кога чине најмање седам истраживача у научним или наставним звањима, који су у радном односу са пуним радним временом на Институту.

Број, састав и начин избора чланова научног већа ће се уредити Статутом Института, у складу са законом.

Управни одбор Института ће имати седам чланова које именује Влада, од којих председника и три члана предлаже Влада, као своје представнике, док преостала три члана предлаже научно веће Института из реда истраживача у научним или наставним звањима, који су запослени на Институту. Управни одбор има председника и заменика председника.

Институтутом руководи директор, који се именује на основу јавног конкурса и руководи Институтутом у складу са одредбама Закона о науци и истраживањима.

## 2.7 Белешка о имену Института

Институт треба да има назив на српском, еквивалентни назив на енглеском и лако запамтљиве скраћене називе:

- Институт ће имати назив **Истраживачко-развојни институт за вештачку интелигенцију Србије**
- На енглеском, Институт ће имати назив **The Institute for Artificial Intelligence Research and Development of Serbia – br.ai.ns Institute**
- Кратко и препознатљиво име Института биће **Institut br.ai.ns** на српском, односно **br.ai.ns Institute** на енглеском

Идеју за кратко име Института које асоцира на мозак као велики циљ науке, мозгове, тј. паметне људе, као и на вештачку интелигенцију и Нови Сад, смислили су Милена Ђорђевић-Кисачанин и Бранислав Кисачанин 2017. године.

## Глава 3

# Основни елементи за оснивање Института

### 3.1 Оснивач, име и седиште

- Институт би основала Влада Републике Србије као установу (јавну службу) која обавља основна, примењена и развојна истраживања
- Институт ће имати назив **Истраживачко-развојни институт за вештачку интелигенцију Србије**
- На енглеском, Институт ће имати назив **The Institute for Artificial Intelligence Research and Development of Serbia – br.ai.ns Institute**
- Кратко и препознатљиво име Института биће **Institut br.ai.ns** на српском, односно **br.ai.ns Institute** на енглеском
- Институт би примарно обављао делатност истраживања и примене вештачке интелигенције
- Институт би се основао од постојећег научно-истраживачког кадра у Србији
- Адреса Института биће **Фрушкогорска 11, 21000 Нови Сад**
- Институт ће имати просторије у НТП-овима у Новом Саду, Београду и Нишу



## 3.2 Делатност Института

Институт ће бити истраживачко-развојни институт, као што је дефинисано Чланом 46. Закона о науци и истраживањима. Институт ће се бавити следећим делатностима:

- 72.1 Истраживање и експериментални развој у природним и техничко-технолошким наукама
- 74.90 Остале стручне, научне и техничке делатности
- 58.11 Издавање књига
- 58.14 Издавање часописа и периодичних издања
- 58.19 Остала издавачка делатност
- 71.12 Инжењерске делатности и техничко саветовање
- 85.42 Високо образовање
- 85.60 Помоћне образовне делатности
- Обављање спољно-трговинског промета
  - Обављање послова спољно-трговинског промета (увоза и извоза роба и услуга)
  - Вршење услуга у спољно-трговинском промету.

## 3.3 Простор и средства

- Запослени у Институту ће користити изнајмљене просторије у НТП-овима у Новом Саду, Београду и Нишу
- Средства за оснивање и почетак рада Института обезбеђује оснивач

### **3.4 Кадрови и опрема**

Као што је дефинисано Чланом 47. Закона о науци и истраживањима, Институт ће имати најмање 12 компетентних истраживача у радном односу са пуним радним временом. Очекујемо да ће истраживачи на Институт доћи са универзитета и из приватног сектора.

Опрема за успешан рад у ВИ подразумева квалитетне персоналне рачунаре и приступ рачунарима високих перформанси смештеним локално или у дата центру. Приступ рачунарима у дата центру биће обезбеђен преко Канцеларије за ИТ и еУправу.

# Глава 4

## Резиме

У овом елаборату смо приказали разлоге зашто мислимо да је оснивање Института не само оправдано, него и веома пожељно за Србију. Укратко:

- постоје одлични предуслови за оснивање Института:
  - образовни систем који већ има искуства у грађењу кадрова за веома успешан ИТ сектор у Србији. Уз додатак ВИ мастер програма, ситуација ће бити још и повољнија за Институт и шире, за будући ВИ сектор
  - постојање значајног ИТ сектора у Србији, укључујући и више глобалних компанија, од којих многе већ користе ВИ, биће велики фактор у развоју сарадње Института са привредом
  - дух иновација и оснивања стартап компанија у Србији гарантује да ће Институт у скорој будућности имати и велике и мале партнере за сарадњу у привреди
  - у Србији већ имамо значајан број научника који се баве вештачком интелигенцијом и то ће омогућити Институту да брзо успостави сарадњу и са универзитетима и другим институтима
  - Србија има веома солидну техничку и информациону инфраструктуру, а на путу је да томе дода и значајне ресурсе усмерене ка специјалним потребама ВИ сектора, као на пример дата центар у Крагујевцу.

- оснивање Института имаће лавински ефекат на све остале аспекте развоја ВИ сектора у Србији:
  - извесно је да ће развој и рад Института за вештачку интелигенцију у великој мери помоћи сарадњи домаћих истраживача са нашим стручњацима у дијаспори; кроз ту сарадњу и менторске програме очекујемо велики трансфер знања у Србију
  - Институт ће допринети развоју иновативности и предузетништва, у циљу креирања врхунских ВИ кадрова – будућих лидера српске ВИ економије, као и у циљу привлачења инвестиција у ВИ економију у Србији
  - кроз Институт држава и њене институције добијају стручног консултанта за стандардизацију, набавке и одлуке за јавна улагања у ВИ пројекте; то је важно с обзиром на специјализоване компетенције које су потребне да би се донеле квалитетне одлуке за ВИ сектор
  - кроз Институт привреда и универзитети добијају врхунског партнера за много облика сарадње: од унапређења науке и образовања до трансфера знања и комерцијалних пројеката

Све у свему, са истинским ентузијазмом очекујемо да видимо велику корист од Института за нашу земљу!

# Библиографија

- [1] Онлајн чланак објављен 25.05.2020.  
[www.microsoft.com/en-us/story/817363](http://www.microsoft.com/en-us/story/817363)
- [2] Онлајн чланак објављен 02.09.2020.  
[www.daimler.com/innovation/factory-56.html](http://www.daimler.com/innovation/factory-56.html)
- [3] Онлајн чланак објављен 30.11.2020.  
[www.nature.com/articles/d41586-020-03348-4](http://www.nature.com/articles/d41586-020-03348-4)
- [4] Онлајн чланак објављен 23.01.2019.  
[www.techcrunch.com/2019/01/23/epic](http://www.techcrunch.com/2019/01/23/epic)
- [5] *Government AI Readiness Index 2020*  
[www.oxfordinsights.com/government-ai-2020](http://www.oxfordinsights.com/government-ai-2020)
- [6] *Global Innovation Index*  
[www.globalinnovationindex.org](http://www.globalinnovationindex.org)
- [7] Онлајн чланак објављен 08.10.2019.  
[www.weforum.org/reports/how-to-end-a-decade](http://www.weforum.org/reports/how-to-end-a-decade)
- [8] *Serbian AI Society*  
[www.serbianaisociety.com](http://www.serbianaisociety.com)
- [9] *Serbian AI*  
[serbianai.github.io](http://serbianai.github.io)
- [10] *WonderlandAI*  
[www.wonderlandai.com](http://www.wonderlandai.com)
- [11] *PSIML*  
[psiml.petnica.rs](http://psiml.petnica.rs)

- [12] Онлајн чланак објављен 15.05.2020.  
[www.vojvodinaictcluster.org/ict-in-serbia](http://www.vojvodinaictcluster.org/ict-in-serbia)
- [13] *Start-up Genome*  
[www.startupgenome.com/report/gser2020](http://www.startupgenome.com/report/gser2020)
- [14] КоБСОН  
[kobson.nb.rs](http://kobson.nb.rs)
- [15] *edX*  
[www.edx.org](http://www.edx.org)
- [16] *Coursera*  
[www.coursera.org](http://www.coursera.org)