

Истраживачки и научни рад

Горан Ненадић
School of Computer Science, University of Manchester
Математички институт, Београд

1

Шта је наука?

Шта је истраживање?

2

Наука

- **Наука** (лат: *scientia* - знање; грчки: "episteme"; француски и енглески: "science"; италијански: "scienza"; немачки: "Wissenschaft") је скуп свих методички сакупљених и систематски сређених знања, како општих тако и оних у неком специфичном подручју или аспекту стварности.
- Наука је јединство открића и доказа, метода и система, истраживања и излагања.
- Наука је објективно, логички аргументовано и систематизовано знање о законитостима, чињеницама, узроцима и појавама у стварности, стечено и проверено егзактним посматрањем, поновљивим експериментом и ваљаним размишљањем.

3

Истраживање

- Научно истраживање је систематско, планско и објективно испитивање неког проблема, према одређеним методолошким правилима, чија је сврха да се пружи поуздан и прецизан одговор на унапред постављено питање.
- Свако научно истраживање има више међусобно логично повезаних фаза. Истраживање започиње формулацијом проблема и циља истраживања, дефинисањем основних варијабли, хипотеза, избора узорка, као и метода и техника истраживања.

<http://sr.wikipedia.org/wiki/Истраживање>

4

Истраживање

- Крајњи резултат научног истраживања је писани научни рад, чланак или монографија, у којем се на прегледан, обухватан, концизан и прецизан начин саопштавају резултати истраживања и дају објашњења истраживане појаве.
 - ☐ софтвер? платформа? подаци?

<http://sr.wikipedia.org/wiki/Истраживање>

5

Research

Research (<http://en.wikipedia.org/wiki/Research>)

- an active, diligent, and systematic process of inquiry in order to discover, interpret or revise facts, events, behaviours, or theories, or to make practical applications with the help of such facts, laws, or theories.
- a collection of information about a particular subject.

Research (Higher Education Funding Council for England)

Original investigation undertaken in order to gain knowledge and understanding

- Упореди са дефиницијом на српском

6

Информатика као наука

- Чиме се бави информатичка наука?
- Информатика и рачунарство су науке које се баве структуром и аутоматском обрадом података.
- На основу математичких аксиома се моделирају и анализирају структуре и процеси из стварног света. Описивање проблема и процеса омогућаваја симулације тих процеса. Решења проблема се дефинишу у облику алгоритама који обрађује одређену структуру података.

7

Резултати научног рада

- Шта може бити резултат научног рада у информатици?

8

Резултати научног рада

- Научни рад
- Теорија, закључак, запажање, објашњење, ...
- Методологија
- Софтвер
- База података
- Подаци
- Коментари
- ...

9

Информатика као наука

- Основни елементи у информатици
- Подаци
- Информације
- Знање
- Алгоритми, поступци (методологије)

10

Податак и информација

Datum/Data

- statements accepted at face value (a 'given') and presented as numbers, characters, images, or sounds.
- a large class of practically important statements are **measurements** or **observations** of variables, objects, or events.
- in a computing context, in a form which can be **assessed**, **stored**, **processed**, and **transmitted** by a computer.

Information

- **Data** on its own has no meaning, only when **interpreted** by some kind of **data processing system** does it take on meaning and becomes **information**

11

Знање

Knowledge (Dawson 2005)

- higher level understanding of things
- represents our understanding of the 'why' instead of the mere 'what'
- interpretation of information in the form of rules, patterns, decisions, models, ideas, etc.

Knowledge (Davenport et al. 1998)

- a fluid mix of **framed experience**, **contextual information**, values and expert insight that provides a **framework for evaluating and incorporating new experiences and information**.
- information combined with experience, context, interpretation, and reflection
- high-value form of information that is ready to apply to decisions and actions

Теорија

- Организује научно знање

Theory (<http://en.wikipedia.org/wiki/Theories>)

A body of (descriptions of) knowledge is usually only called a **theory** once it has a **firm empirical basis**, that is, it

- ① is **consistent with pre-existing** theory to the extent that the pre-existing theory was experimentally verified, though it will often show pre-existing theory to be wrong in an exact sense,
- ② is **supported by many strands of evidence** rather than a single foundation, ensuring that it probably is a good approximation if not totally correct,

13

Научни/истраживачки метод

- Методологија истраживања – како се истражује
- Користећи **опажања** и **резонovanje**, истраживачи развијају нове технологије и предлажу објашњења природних феномена у облику **хипотеза**.
- Те хипотезе се даље тестирају уз помоћ **експеримената**.
- Ако су експерименти позитивни и када се утврди да је хипотеза разумна, онда она постаје **теорија**.

14

наставак

Научни/истраживачки метод

- Свака убедљива хипотеза која се може корисити за предвиђање понашања се онда тестира за могућности поновних (истих) резултата (**reproducibly**).
- Експеримент понекад може укључивати и тестирање употребом логичког апарата

15

Научни/истраживачки метод

- Научни метод (методологија) одређује **ваљаност** истраживања
 - ☐ да ли веријемо одређеним закључцима
- Основне карактеристике научног метода
 - ☐ **оригиналност**
 - ☐ **објективност**
 - ☐ **поновљивост**
 - ☐ **применљивост на друге контексте**

16

Оригиналност истраживања

Areas of originality (Cryer 1996)

- **Exploring the unknown**
Investigate a field that no one has investigated before
- **Exploring the unanticipated**
Obtaining unexpected results and investigating new directions in an already existing field
- **The use of data**
Interpret data in new ways
- **Tools, techniques, procedures, and methods**
Apply new tools/techniques to alternative problems
Try procedures/methods in new contexts

17

Објективност истраживања

- Резултати су представљени тачно онако каквим јесу
 - ☐ фер вредновање (евалуација)
 - ☐ нпр. случајни, репрезентативни узорак
 - ☐ непристрасно оцењивање резултата
- **Поновљивост**
 - ☐ репродуковати цео истраживачки процес и добити исте (сличне) закључке

18

Истраживачке методе

■ Кванитативне

- ☐ Укључују неко "мерење"
- ☐ Тестирање хипотеза или креирање опажања за индуктивно закључивање
- ☐ Могућност понављања експеримента од стране других
- ☐ Обично у природним наукама

19

Истраживачке методе

■ Квалитативне

- ☐ Обично студије случајева, прегледи итд.
- ☐ Циљ је да се добро разуме одређена област, више него да се она "објасни"
- ☐ Често је тешко поновити исти експеримент
- ☐ Обично у друштвеним наукама

20

Типови истраживања

- Теоријска истраживања
 - ☐ развој теорија, нпр. математика
- Дескриптивне студије
 - ☐ анализа постојећих студија, упоредне анализе
- Exploratory studies (испитивање)
 - ☐ истраживање потпуо нове области или проблема
- Explanatory studies (објашњавање)
 - ☐ појашњење постојећих феномена

21

наставак

Типови истраживања

- Узрочно-последичне студије
 - разматрање узрочно-последичних веза
- Нормативне студије
 - препоруке, стандарди, правила, итд.
- Студије решавања проблема
 - проблем или ново-настала ситуација; унапређење
- Студије случаја
 - анализа специфичног случаја, обично само као испитивање

22

наставак

Типови истраживања

- Развојне и примењене студије
 - нови алати
 - нове примене
- Мулти-дисциплинарне студије

23

наставак

Типови истраживања у информатици

- Који од ових типова су прикладни за информатику?
- Мулти-дисциплинарна истраживања
 - биоинформатика
 - медицинска информатика
 - рачунарска лингвистика

24

Основни елементи истраживања

- Карактеризација проблема
 - Опажања, мерења, посматрања - модел
- Дефинисање хипотезе
 - Хипотетичка објашњења опажања, мерења
- Експеримент
 - Тестирање, провера
- Предвиђања
 - На основу некаквог резоновања

25

Хипотеза

- Често дефинише **оригиналност** истраживања
- Исказ који може бити опвргнут током истраживања и експеримената
- Примери хипотеза
 - Ефикасност анализе: овај алгоритам је у просеку бржи од претходног
 - Прикладност интерфејса: корисници су задовољнији новом верзијом
 - Постојаност: нови класификатор је тачан у 70% случајева

26

Експеримент

- Тестирање хипотезе
- Експеримент мора бити "**поновљив**" (чак и ако није детерминистички)
- Тип експеримента зависи од типа проблема
- Обично укључује прикупљање података и **евалуацију** на конкретним примерима
 - често статистички на узорку (frequentist view)
 - колико велики треба да буде евалуциони узорак?

27

Вредновање резултата

- Када је један експеримент успешан?
- Дефинише **објективност** истраживања
- Разне метрике, зависно од проблема
 - ☐ precision, recall, accuracy
 - ☐ efficacy, memory requirements, complexity
 - ☐ interestness, usefulness
 - ☐ user-friendliness
- Статистичка значајност резултата?

28

Вредновање резултата

наставак

- Како евалуирати класификатор?
- Како евалуирати кластеринг метод?
- Како евалуирати претраживач информација (Google)?
- Како евалуирати био-информатички модел?
 - ☐ функционисање транспорта јода кроз зид мембране
- Како евалуирати модел берзанског пословања (e-trader)?

29

Модел истраживачког процеса

- ☐ секвенцијални
- ☐ кружни
- ☐ еволуциони

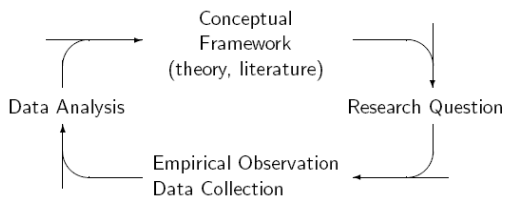
30

Секвенцијални модел

- Подробна анализа области
- Креирање теорије (модел)
- Тестирање модела
- Интеграција са претходним знањем и анализа у ширем контексту

31

Кружни модел



32

Еволуциони модел

- Еволуциони модел подразумева да се и методологија мења током рада
 - Истраживачки циљ и подаци могу да се промене
 - Нови приступи, парадигме постају доступни
 - Нпр. доказ математичке теореме употребом рачунара (нпр. за решавање 100,000 линеарних оптимизационих проблема)

33

Како се истражује?

- Примена методологије истраживања
- Креирање хипотезе
 - ☐ најкреативнији део
 - ☐ најтежи део, нарочито у модерној науци
- Избор одговарајуће методе/технике/алата
 - ☐ специфично за дату област
 - ☐ добро познавање области

34

Научни/истраживачки метод

- Научни метод (методологија) одређује **ваљаност** истраживања
 - ☐ да ли веријемо одређеним закључцима
- Основне карактеристике
 - ☐ оригиналност
 - ☐ објективност
 - ☐ поновљивост
 - ☐ применљивост на друге контексте

35

Истраживање

- **Оригинално**
 - ☐ ново решење или побољшање постојећег
 - ☐ идејно комбиновање постојећих решења
 - ☐ примена у новом контексту, на нове проблеме
- **Објективно**
 - ☐ вредновање и евалуација резултата је фер и резултати су представљени баш онаквим какви јесу

36

Истраживање

■ Поновљиво

- методологија мора да буде позната тако да се експеримент може поновити и резултати проверити

■ Применљиво на друге проблеме

- генерализација и апстракција

37
