

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРЕДМЕТА И ТАКСОНОМИЯ НА КОМПЮТЪРНАТА НАУКА

Боряна Делийска¹, Петър Маноилов², Добромир Маламов³

¹ Лесотехнически университет, София

² Технически университет, София

³ Колеж по телекомуникации и пощи, София

Резюме

Схващането за предмета на компютърната наука като клон от инженерните науки, занимаващ се с теорията и практиката на компютърните системи и изчислителни процеси, непрекъснато се променя, разширява и обогатява. Поради изключително широкото приложение на компютрите във всички области на човешкото знание и бит, по този въпрос в научната литература съществуват различни мнения, изказани от специалисти в тази и други области. Проблемът за изясняването на предмета и съдържанието на компютърната наука е от особена важност за оптималното управление на научните проекти, както и за формулиране на учебните дисциплини от тази област, изучавани в различните образователни нива. В статията, въз основа на обзор на публикациите по проблема, е направен опит за систематизация на предмета и структурата на компютърната наука. Изградена е таксономия, включваща терминологията и дефинициите на основните концепции в нея.

Ключови думи: компютърна наука, информатика, таксономия, терминология

Key words: computer science, informatics, taxonomy, terminology

Увод

Предметът на компютърната наука е обект на изследване още от нейното възникване – в началото на 40-те години на миналия век, когато се сливат теорията на алгоритмите и математическата логика и е изобретен електронния компютър [7]. За първи път се обособява като самостоятелна академична дисциплина през 60-те години. Оттогава и до средата на 80-те години обучението и изследванията в областта са концентрирани върху компютъра като изчислително устройство, хардуера и софтуера за представяне и обработка на символи и данни. По-нататък технологичният прогрес, в резултат на който се появяват персоналните компютри и компютърните мрежи разширява фокуса на компютърната наука, която понастоящем включва комуникационни и информационни технологии, свързващи я с други науки и приложни области.

Систематизацията на предмета на компютърната наука започва още с нейното възникване като академична дисциплина. Първите публикации по темата са в [4,8,12,14]. Една от първите таксономии на компютърната наука е създадена от ACM¹ [3]. По-късно тя е актуализирана [1] и се използва предимно за класификация на документи в тази област. В по-ново време е известен и проектът на Open University, Холандия [5] за онтология на дисциплините, изучавани в специалности или курсове

по информатика и компютърна наука, както и принципите за изграждане на таксономия, която не е публикувана [15].

Като цяло, от обзора на литературата по темата може да се установи, че въпреки многобройните речници и енциклопедии, понастоящем липсват пълни и подробни съвременни таксономии на компютърната наука.

Цел на настоящата работа е изследване и систематизация на предмета и структурата на компютърната наука. Такова изследване е от особена важност за оптималното управление на научните проекти, както и за формулиране на учебните дисциплини в тази област, изучавани в различните образователни нива. Статията е структурирана както следва. В раздел 2 е включено кратко описание на предмета и терминологията в областта, а в раздел 3 – таксономия на основните ѝ концепции (класове). Раздел 4 съдържа заключение и изводи за по-нататъшно развитие на изследването.

1. Предмет и обхват на компютърната наука

Понякога, изключвайки вече остарелите дефиниции, в специализираната литература понятието *компютърна наука* се определя най-често като:

- клон от инженерните науки, който изследва (с помощта на компютри) изчислителните процеси и структури [17];

¹ Association for Computing Machinery (<http://www.acm.org/>)

- наука за изчисленията и компютърната технология, хардуер и софтуер [2];
- наука за теоретичните основи на информацията и изчисленията и практически технологии за тяхната реализация и приложение в компютърните системи [19].

Това понятие е точен превод от английски език, където *computer science* има следните синоними: *computing*, *computing science*, *computation science*.

Специално внимание трябва да се отдели на термина *информатика* (точен превод от *informatics*), който много често се разглежда като синоним на компютърната наука, но преобладават противоположните мнения. Доскоро американските и английските учени отричат понятието *informatics* като синоним или близък синоним, което се налага като основно във всички останали езици – например, в немския език се използва *Informatik* (не и остарелият синоним *Computer-wissenschaft*), във френския – *informatique* (по-рано *science d'ordinateur*) и т.н. Този термин, предложен за първи път в края на 50-те години на миналия век [13] е съставен от думите *информация* и *автоматика*, което подсказва и същността му.

В преобладаващия брой съвременни научни публикации на български език понятието *компютърна наука* не е синоним на термина *информатика*, а по-скоро – на *компютърната информатика* [18]. От друга страна, съществува мнение, че областта *информатика* почти изцяло се включва в приложната математика. Изследвайки публикуваните дефиниции за *информатика*, най-разпространени са следните:

- наука за информацията, практика на обработката на информацията и технологията на информационните системи. Информатиката изследва структурата, алгоритмите, поведението и взаимодействието на естествените и изкуствените системи, които съхраняват, обработват, осъществяват достъп и обменят информация [21].
- наука за съхранението, преобразуването и преноса на информация [20].
- наука, която изследва структурата и свойствата на научната информация,

както и правилата на нейната активност, теория, история, методология и организация [11];

- наука за събирането, управлението, обработката, архивирането и класифицирането на регистрирана информация [17].

Според [9] информатиката обхваща 4 основни направления – теоретична, практическа, техническа и приложна информатика. Теоретичната информатика включва теорията на информацията (информационна наука), формални езици, теория на автоматите, теория на алгоритмите, изкуствен интелект и др. Техническата информатика се занимава със системите за контрол и управление в индустрията, а практическата – с информационните системи и обработката на информацията. Приложната информатика е свързана с различни области – медицина, биология, земеделие, социални науки, екология, право и т.н. Мнение на авторите е, че така дефинирана техническата информатика е част от приложната информатика, а терминът *практическа информатика* е поудачно да се замени с *информационни технологии*.

Към последните се отнасят информационните и експертните системи, компютърната графика, бази данни, текстообработка и др.

Забележка: Не трябва да се смесва техническата информатика с компютърния хардуер.

От друга страна, според авторитетните институти – ACM, CS of IEEE² и AIS³ [22], основните направления в компютърната наука са 4 – теория на изчисленията, алгоритми и структури на данни; програмиране и програмни езици; компютърни елементи и архитектура, към които се добавят софтуерно инженерство, изкуствен интелект, компютърни мрежи и комуникации, диалог човек-компютър, компютърна графика, системи за управление на бази данни, операционни системи и др. В [7] се дефинират 12 основни направления на компютърната наука: алгоритми и структури на данни; програмни езици; компютърна архитектура; операционни системи и мрежи; софтуерно инженерство; бази данни и обработка на информацията; изкуствен интелект и роботика; компютърна графика; диалог човек-компютър; изчислителна нау-

² Computer Society of Institute of Electrical and Electronics Engineers (<http://www.computer.org/portal/site/ieeecs/index.jsp>)

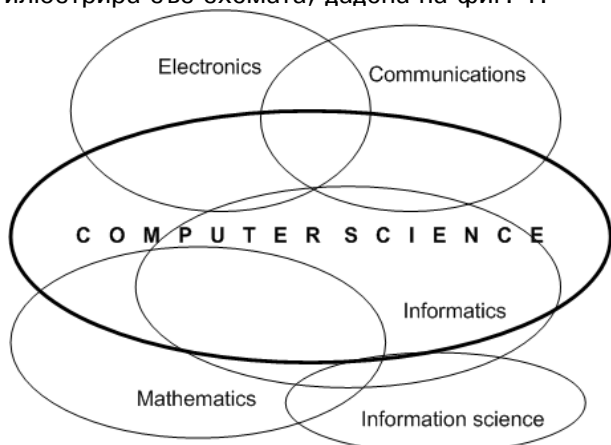
³ Association for Information Systems (http://home.aisnet.org/associations/7499/files/Index_Markup.cfm)

ка, организационна информатика и биоинформатика.

Според [10], компютърната наука обхваща: алгоритми и структури на данни; програмни езици; компютърна архитектура; числени и символни изчисления; софтуерно инженерство; операционни системи; бази данни и обработка на информацията; изкуствен интелект и роботика; диалог човек-компютър. Всяко от тези направления съдържа математическа теория, абстракция, базирана на изследователски подход, и инженерно проектиране.

От горепозначеното може да се заключи, че информатиката е близък синоним на компютърната наука, но по-скоро – неин клон, включващ и науката за информацията (information science).

Според нас, като цяло, връзката на компютърната наука с другите науки може да се илюстрира със схемата, дадена на фиг. 1.



Фиг. 1. Схема на връзки на компютърната наука с други науки

Бележка: На тази и следващите фигури наименованията на класовете в таксономииите са представени на английски език с оглед на многократното им използване, като при формализацията е предвидена възможност за превод на други езици.

2. Таксономия на компютърната наука

Съгласно енциклопедията Webster [16], таксономията е "систематична класификация в групи или категории според установени критерии". Формално, тя се разглежда като класификационно дърво на концепциите и изразява йерархичната структура на област от знанието.

Този процес се осъществява на три етапа. Най-напред се създава глосарий на термините, важни за предметната област, и техните описания (дефиниции) на естествен език. Следва не-

формализирано построяване на класификационното дърво, представляващо йерархична структура на основните концепции (класове), извлечени от глосария. Накрая класификационното дърво се формализира със средствата на специализиран софтуер, с което се превръща в кодирана на избран програмен или маркиращ език таксономия. В зависимост от предназначението на софтуера, таксономията се представя като тезаурус или онтология.

В настоящия труд изграждането на глосарий се основава на съществуващи речникови бази данни в тази област [6]. Използвайки тези бази данни са изградени две класификационни схеми – на информатиката и на компютърната наука. Като се вземе предвид тясната връзка между тях, най-напред са извлечени общите концепции (класовете) от горните нива на класификационните им схеми, а именно:

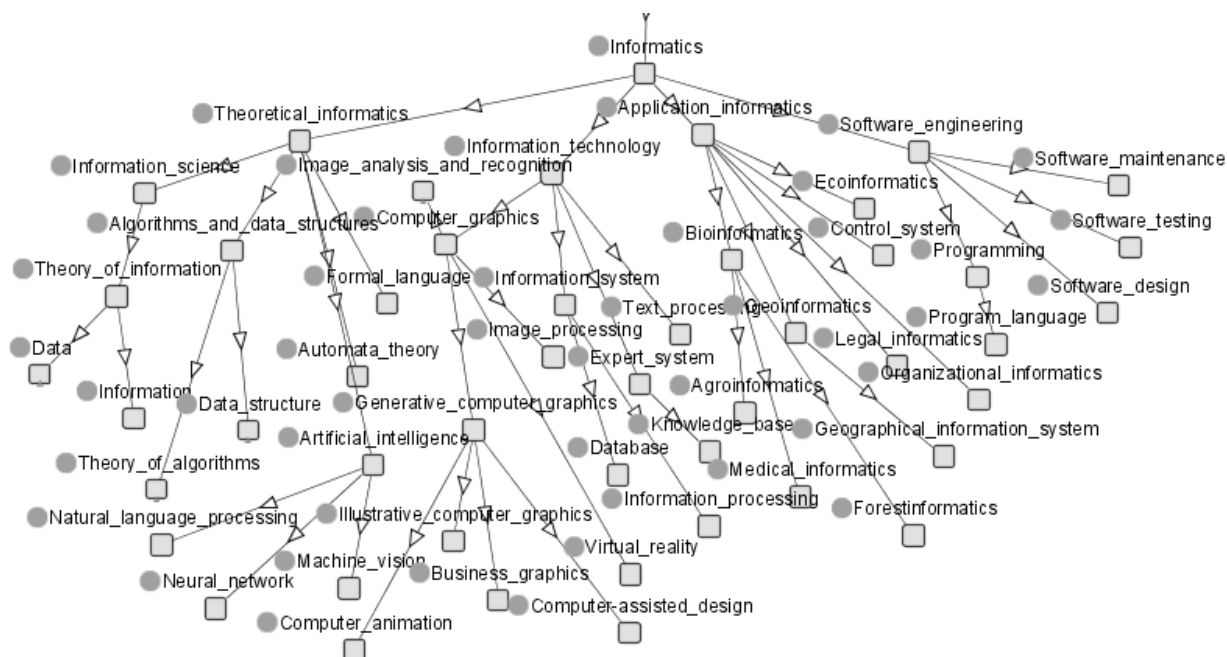
- *Algorithms&Data_structures* (Алгоритми и структури на данни),
- *Software_engineering* (софтуерно инженерство),
- *Information_technology*;
- *Theory_of_algorithms*;
- *Artificial_intellect*

Ако ги разглеждаме като класове на информатиката, това е основание тя да се представи като клас на компютърната наука, т.е.:

```

if Computer_Science ⊆
  (Algorithm&Data_structure,
  Software_engineering, Information_technology,
  Computational_science, Computer_architecture,
  Artificial_intellect, Computer_communications)
then
  if Informatics ⊆ (Algorithms&Data_structures,
  Software_engineering, Information_technology,
  Artificial_intellect, ) then
    Computer_science ⊆ Informatics
  endif
endif
    
```

Част от класификационното дърво на информатиката е дадена на фиг. 2. За формализацията му е използван редакторът за създаване и поддържане на онтологии Protégé 3.0. Предимствата му се изразяват в удобния интерфейс, неизискващ специални познания за програмиране на онтологии, както и в разнообразните допълнителни модули за визуализация на резултатите. Чрез модула Jambalaya на Protégé е генерирано графично представяне (фиг. 3.) на таксономията.



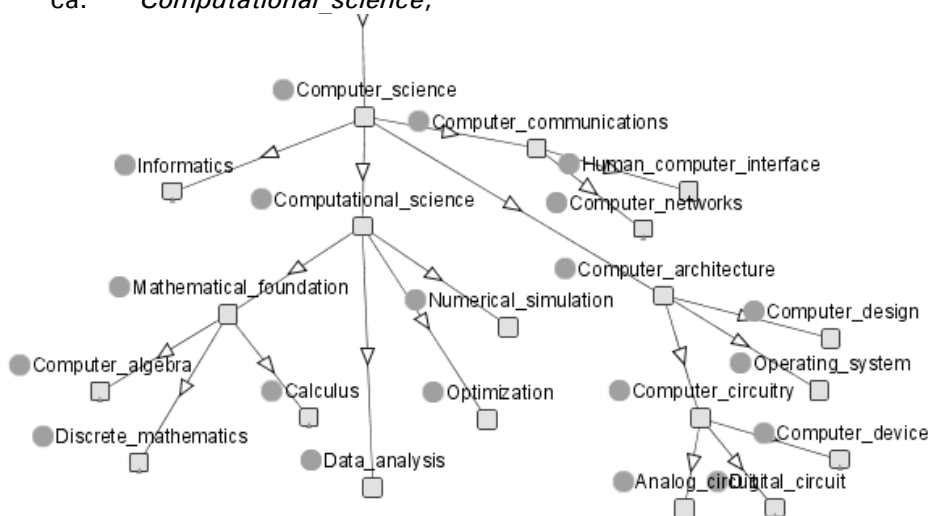
Фиг. 2. Извадка от класификационното дърво на информатиката

Трябва да се отбележи, че в тази таксономия *Theoretical informatics* (Теоретична информатика) е суперклас на клас *Information science* (Информационна наука), която според повечето автори не е подклас на *Computer science*. В такива случаи при формализацията на таксономията подобен клас се означава като принадлежащ на пространство от имена на друга таксономия (онтология).

Съгласно цитираните горе източници, освен *Informatics*, другите класове от най-високото ниво на таксономията на компютърната наука са: *Computational science*,

Computer communications и *Computer architecture*. Авторите считат, че клас *Computer programming* (с подклас *Programming Language*) е подчинен на клас *Software engineering* (*Software development*), което се твърди и в други източници [http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_programming].

Класификационното дърво е построено за първите 5 нива на йерархия. Част от схемата му е показана на фиг. 3.



Фиг. 3. Извадка от класификационното дърво на компютърната наука

Така създадените таксономии автоматично се кодират на онтологичния език OWL.

От друга страна, тези таксономии може да се формализират в тезауруси чрез софтуер, описан в [4]. Всеки клас в такъв тезаурус е в съответствие със стандарта ANSI/NISO Z39.19 и притежава задължителните индикатори:

TT (top term) – най-старши термин;

PT (preferred term) - препоръчан синтаксис на термина;

BT (broader term) - старши термин;

NT (narrower term) - подчинен термин;

RT (related term) - нейерархично свързан термин;

NPT (nonpreferred term) – означава еквивалентен термин (синоним).

Други известни платформи за формализиране таксономии в тезауруси са: MultiTees [<http://www.multitees.com/>], Webchoir TCS-10 [<http://www.webchoir.com/products/tcs10.html>] и Term Tree 2000 [<http://www.term-tree.com.au/html/termtree.html>], Synaptica [<http://www.synaptica.com/djcs/synaptica/>], WordMap [<http://www.wordmap.com/>], SchemaLogic [<http://www.wordmap.com/>], Thesaurus Master [<http://www.dataharmony.com/products/tm.html>] и др.

Изводи

Създадената таксономия е становище на авторите, което не е безспорно, предвид факта, че липсва единен стандарт в областта, както у нас, така и в световен мащаб. Без да претендират за пълно изчерпване на проблема, авторите считат развитието ѝ с по-долните нива, както и обогатяването ѝ с нейерархични релации, превръщащи я в онтология, за целесъобразно. Предстои публикуването на таксономията в Интернет пространството под формата на онтология и тезаурус.

Използвана литература:

1. *The ACM Computing Classification System*, Association for Computing Machinery Inc, 1998, <http://www.acm.org/about/class/ccs98.html>
2. *American Heritage® Dictionary of the English Language*, Fourth Edition Copyright © 2006 by Houghton Mifflin Company
3. Ashenhurst R. L. et al. *Taxonomy of computer science and engineering*, AFIPS Press, 1980: Arlington, Va
4. *Britannica Concise Encyclopedia*, Linux Information Project, <http://www.answers.com/library/Britannica%20Concise%20Encyclopedia-cid-2257988>
5. Cassel L. N., Davies G., McGettrick A., Heikki Topi, LeBlanc R., *Understanding the Entirety of Modern Informatics*, <http://www.ics.heacademy.ac.uk/italics/vol6iss3/cassel.pdf>, 2007
6. Deliiska B. *Web-based system of dictionaries in area of computer science*, in Proceedings of Computer Science'2004, Sofia, 06-08.12
7. Denning, P.J., et al., *Computer Science: the Discipline*. 2000 Edition of Encyclopedia of Computer Science
8. Hamming R. W. *One man's view of computer science*. ACM Turing Lecture. Journal of the ACM 16, 1 (January), 1-51 1968.
9. Ketz H., Hug K. *Computer Science as a Core Subject in Engineering Education*, in Proceedings of International Conference, Fachhochschule Mannheim - University of Applied Sciences, 17.-19.9.1998, S. 429-433
10. Masato Takeichi, *Towards Parallelism Oblivious Programming*, July 26, 2007, <http://www.ipl.t.u-tokyo.ac.jp/~takeichi/attachments/POP.pdf>
11. Mikhailov, A.I., Chernyl, A.I., Gilyarevskii, R.S. *Informatika – novoe nazvanie teorii naučnoj informacii*. Naučno tehničeskaja informacija, 12, pp. 35–39, 1966
12. National Academy of Sciences. *The mathematical sciences: A Report*. Publication 1681. Washington, DC, 1968
13. Steinbuch K. *Informatik: Automatische Informationsverarbeitung*, 1957
14. Wegner P. *Three computer cultures – computer technology, computer mathematics, and computer science*. In Advances in Computers 10 (W. Freiberger, ed.), New York: Academic Press, 1970
15. H. Wupper, A. Mader, H. Meijer, *A Taxonomy of Computer Science* (revised and extended version) ICIS, Radboud University Nijmegen, 2007
16. Webster *On-line Dictionary. Computer Science*, <http://www.websters-online-dictionary.org/definition/computer+science>, 2009
17. WordNet 3.0, *Lexical database of CognitiveScience*, Laboratory Princeton University <http://wordnet.princeton.edu/>, 2006
18. Наков Пр., Добриков П., *Програмиране = ++ алгоритми*, Изд. БАН, София, 2005
19. http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_science
20. http://www.bellevuelinux.org/computer_science.html
21. <http://en.wikipedia.org/wiki/Informatics>
22. http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_science

A STUDY OF THE SUBJECT AND TAXONOMY OF COMPUTER SCIENCE

Boryana Deliyiska¹, Peter Manoilov², Dobromir Malamov³

¹ University of Forestry, Sofia, Bulgaria

² Technical University, Sofia, Bulgaria

³ Higher State School College of telecommunications and post, Sofia, Bulgaria

Abstract

The comprehension about the subject of the computer science as a branch of engineering sciences, occupying the theory and practice of computer systems and computing, varies and enriches continuously. Because of the wide utilization of computers in all areas of human knowledge and life there are different opinions about this subject expressed by specialists in this and other areas. The problem of clarifying the subject and the content of computer science is of the special importance about optimal management of the scientific projects and the formulation of educational disciplines in this area. In the article an attempt for systematization of the subject and structure of computer science is produced on the base of publication survey in the area. A taxonomy including terminology with definitions of the basic disciplines is built.