

## A LOGIKA HELYE A SZÁMÍTÁSTUDOMÁNYI KÉPZÉSBEN

*Pásztorné Varga Katalin, pkata@ludens.elte.hu*  
*ELTE Általános Számítástudományi Tanszék,*

### Abstract

In this paper the application facility of logic in computer science is summarized. In relation of that we give a short survey about the topics of logic built in the teaching of the future computer scientists. Our idea is to give good and useful bases of logic for the students during the teaching. This material must contain first an application oriented foundation of the logic and secondly different topics of logic applied in some area of the computer science. In the computer science the logic is applied as description language and similarly as a tool for analyzing programs. For this reason in the training of specialists in programming it is necessary to give a complete but suitable treatment of the logic. Our conception about the material and the teaching of the logic is detailed below.

### 1 Bevezetés

A logika felhasználási területeinek száma az elmúlt 30 - 40 évben látványosan megnövekedett és az alkalmazások révén beépült az érintett tudományágakba. Ezzel egyrészt gazdagította azok eszköztárát és ezáltal hozzá is járult fejlődésükhöz. Ugyanakkor az egyes területeken felvetődő speciális logikai problémák megoldása a logika fejlődését és többirányú specializálódását vonta maga után.

A számítástudományban, az adatbáziselméletben és a mesterséges intelligenciában a logika különböző szintű és mértékű jelenléte közismert. A logika fontos eszköz már a programozáselemélet alapjainak oktatásában [1], a program analízis és a programszintézis megfogalmazásában, a párhuzamos programok (algoritmusok) leírásában és speciális vizsgálatában, az absztrakt adattípusok leírásában [2,3], az adatbáziselméletben és a mesterséges intelligencia egyes területein. Ez azt jelenti, hogy egy számítástudományi szakember, egy informatikus vagy a szakma szóhasználatával élve egy programozó- illetve programtervező matematikus először az elsajátítandó tudásanyag részeként találkozik a logikával mint segédeszközzel vagy leíró nyelvvel. Később a logika mint egy-egy terület lényeges, aktív alkotóeleme jelenik meg. Legtöbb esetben a logika nem csupán a tárgyalás nyelvi segédeszköze, hanem problémafeltáró és problémamegoldó eszköz is. Mivel a számítástudomány és a kapcsolódó területek még ma is a gyors fejlődés időszakát élik az a tipikus, hogy a problémákat megoldó szakember munkája során nem csak az elsajátított tudás alkalmazója, hanem kutató is. Ez azt fedi, hogy egy programtervező matematikus feladata teljesítéséhez kénytelen új eszközöket létrehozni a felhasznált tudományterületek továbbfejlesztése útján. Annak érdekében, hogy hallgatóink ilyen szakemberekké válhassanak, a logikát - elsődlegesen a matematikai logikát, mint alapot - a szakmának megfelelő szempontok szerinti felépítésben, a lehetőségektől függő mélységben, mint tudományágot meg kell ismertetnünk. Ezzel biztosítható, hogy hallgatóink olyan rálátásra, gondolkodásmódra tegyenek szert, amely eligazítja őket az alkalmazásokban a nem standard logikák szemléletében és azok alkalmazási lehetőségeiben, megvédi őket attól, hogy munkájuk során elveszzenek a részletekben vagy - ami még rosszabb - hogy jelenségszintű ismeretek, félígazságok alapján dolgozzanak.

### 2 A logika helye a programozó matematikus oktatásban

A hároméves programozó matematikus képzés tananyaga két részre bontható.

- Matematikai alapozás és a matematikai módszerek alkalmazására felkészítő matematikai diszciplínák (analízis, numerikus analízis).
- Számítástudomány keretébe sorolható anyag, mint például számítógépek, operációs rendszerek, programozási nyelvek, programozás elmélete, programok vizsgálata, adatbázisokkal és mesterséges intelligenciával kapcsolatos ismeretek.

A 70-es években a számítástudományi képzés anyagában megjelenő logikai eszközök többségükben leíró nyelvként szerepeltek és így elegendő volt a logikát, mint nyelvi eszközt ismerni. Ehhez mindössze arra volt szükség, hogy ismerjék a fontosabb logikai összekötőjelek jelentését (igazságtábláját), néhány tulajdonságát valamint a kvantorok értelmezését és alkalmazását. Egy ilyen jellegű tudás alapján már lehetséges az egyes jelenségek formalizálása és a formulák értelmezése. Ezt a tudásanyagot a matematikai alapozás keretében kapták meg a hallgatók.

Az évek során a logika egyre mélyebben épült be a számítástudomány eszköztárába. Ugyanakkor a mesterséges intelligencia - amelynek egy jelentős része az automatikus tételbizonyítás módszereinek felhasználása érdekében mély logikai eredményeket használt fel - eljutott arra a fejlettségi és alkalmazási szintre, hogy része lett a "köznapi számítástudománynak". A logika a programozáseméleti alkalmazások esetén is kilépett a leíró szerepből és a szekvenciális programok tulajdonságai leírásának, értelmezésének, vizsgálatának eszköze lett [4]. A párhuzamos és a konkurens programok szemantikájának leírásához is a logika eszközei látszottak megfelelőnek. A klasszikus matematikai logika keretei azonban szűknek bizonyultak. Egyrészt a magasabbrendű logikák [4], másrészt a modális logikák, jelesen a temporális logikák jelentek meg mint leíró eszközök [5,6]. Annak érdekében, hogy az alkalmazott logikai eszközök és módszerek ismerete mellett azok elméleti háttere is világos legyen szükségessé vált az alapként tekintett matematikai logika alapos, de számítástudomány orientált oktatása már az első évben. Az oktatásunkban megjelenő "logika szemlélet" már kialakult a 70-es évek végére [7,8], de akkor még nem az alapképzés, hanem a programtervező matematikus képzés részét képezte. Néhány éve a logika oktatása bekerült a programozó matematikus képzés első évfolyamára. A tematika lényegében a korábbi anyag bővítéséből és kritikai szelekciójából alakult ki [9]. Az oktatott matematikai logikai ismeretek középpontjában a logika modelleméleti és bizonyításelméleti felépítése, a szemantikus és a szintaktikus következményfogalom és az automatikus tételbizonyítás áll. A cél a program analízis és szintézis logikai eszközeinek és a mesterséges intelligencia klasszikus logikai eszközeinek megalapozása [10], valamint a logikának olyan ismerete, amely megfelelő arra, hogy a számítástudomány keretében ismertetett tárgyakban felhasznált különféle logikákkal kapcsolatban csak a klasszikustól való eltérést kelljen ismertetni.

Elképzeléseink szerint az alapfokú logika oktatásnak magába kell foglalnia

- A nulladrendű logika (ítéletkalkulus), az elsőrendű logika (matematikai logika- logikai függvénykalkulus) alapjait és klasszikus tárgyalásmódjait (szemantikai, bizonyításelméleti) mint a logikát leíró nyelv (nulladrendű, elsőrendű) szemantikáján illetve szintaxisán alapuló vizsgálatát [11].
- Az elsőrendű nyelven való formalizálást és a logikai eszközökkel dolgozó problémamegoldás lényegét. A magasabbrendű nyelvek definícióját.
- A következményfogalom - eldöntésprobléma - (automatikus) tételbizonyítás kapcsolatrendszerét.
- A nullad- és elsőrendű logika tárgyalásmódjai (tételbizonyító - levezető rendszerei) közül a bizonyításelméleti mellett legalább a rezolúciós elvet (levezető rendszert, kalkulus) valamint ezek viszonyát a modelleméleti tárgyalásmódhoz (helyesség, teljesség).
- Az elsőrendű logika kalkulusainak szerepét az alkalmazásokban. A "logika = nyelv + kalkulus" szemlélet tisztázását.

Az eddigi tapasztalatok szerint ez a tananyag jól támogatja a programozó matematikus képzést. A tendenciák azt mutatják, hogy az itt említett eszköztárat - a számítástudományi alkalmazások követelményeivel összhangban - bővíteni kell. A közelmúltban megjelent néhány összefoglaló mű arról, hogy a klasszikus logika

mely ágai, milyen nem klasszikus logikák és milyen mértékben képezik részét a számítástudomány eszköztárának [12,13,14]. Ezekből a könyvekből kitűnik - ami megerősíti eddigi elképzeléseinket az oktatási anyagról - hogy a fentebb felsorolt logika anyagon kívül az elsőrendű logikának tabló módszerre és a természetes levezetésre alapozott felépítése a tananyag részét kell, hogy képezze mivel mindkét döntési elvnek (levezető rendszernek) egyre több számítástudománybeli alkalmazása jelenik meg [15]. Ugyancsak a felhasznált eszközökhöz tartoznak a temporális logikák, a többszortú logikák, egyes nem standard logikák és a logikai programozás kapcsán a Horn logika is. Ezeket a logikákat jelenleg az alkalmazásaikat tartalmazó tananyag keretében oktatjuk.

A programozó matematikus képzésben ma oktatott anyag nem szorul lényegi bővítésre, de célszerű lenne az elsőrendű rezolúciós elv teljes tárgyalásával és a Horn logika bevezetésével valamint a tabló módszer és a természetes levezetés rövid ismertetésével kiegészíteni.

### 3 A logika helye a programtervező matematikus oktatásban

A programtervező matematikus képzés a programozó matematikus képzésre épül. Ezt az oktatásformát bizonyos mértékű szakosodás jellemzi. Adott egy kötelező törzsanyag és több jól körülhatárolt tématerület a "sávok". A kötelező törzsanyag mellett a "sávok" közül minimum három anyagának megtanulása szükséges a képzés befejezéséhez. A logika oktatására ebben a rendszerben a 7. és a 8. félévben heti 4 órában nyílik lehetőség. A jelenlegi tematika szerint a 7. félévben a tananyag a logikai tudás kiegészítésére és a nem klasszikus irányok felé való nyitásra irányul.

- Az elsőrendű rezolúciós elv, és a rezolúciós stratégiák [10].
- A tabló módszer, Hintikka halmazok, elsőrendű bizonyításelmélet teljessége [11,16].
- A természetes levezetés [11].
- Az elsőrendű logika egységes szempontok szerinti tárgyalása. Az egyes kalkulusok elhelyezése ebben a tárgyalásmódban [16].
- Kitekintés: többértékű logika [17], modális (temporális) logika [18,19], típuselméleti logika [20].

A 8. félévben a logikai programozás témakör keretében a hallgatók képet kapnak a logikai programozás elméleti (logikai) háttéréről és alkalmazásairól. A félév anyaga lényegében a következő.

- A logikai programozás helye, szerepe, jellegzetességei. A logikai program szemantikái.
- A logikai programozás elméleti háttére [21,22]. Egy P logikai program Herbrand interpretációi. Egy P logikai program alapján definiált  $T_P$  közvetlen következmény leképezés tulajdonságai.  $T_P$  fixpontjai (legkisebb, legnagyobb). P Herbrand modelljei (a legszűkebb Herbrand modell jellemzése)
- A különböző levezetési stratégiák és a problematikus kérdések (negáció, nem Horn klózzokkal való leírás) kezelésének módjai.
- Negáció kezelése. Zárt világ feltételezés (CWA) módszer, negáció mint kudarc módszer, program kiegészítés (completion) és Herbrand szabály modellelméleti és procedúrális értelmezése [21,22].
- A logikai programozás helye az adatbázis kezelő rendszerekben. Speciális negációkezelés rétegzett programmal [23].
- Egyszerű logikai programok megfogalmazása. Formalizálási kérdések [24].

A hallgatók a két félév során az előadásokon felvetett problémák megoldásával, valamint a tananyaghoz kapcsolódó cikkek vagy könyvrészletek olvasásával és az olvasottak előadás formájában való ismertetésével tevélegesen is részt vesznek az oktatásban.

Módszereink igazolásának tekintjük azt, hogy az elmúlt mintegy hat évre visszatekintve azok a specializált logika képzésben résztvevő hallgatóink akik logika orientált műhelyekbe kerültek jól megállták helyüket.

Terveink szerint ezt az anyagot bővítjük, de ez időráfordítás növelést is jelent még akkor is, ha az alapképzésbe néhány téma átkerülne. Ez a bővítés tartalmazná a másodrendű rezolúciós kalkulus ismertetését de a többszortú logika és a típus logika bevezetését jelentené elsősorban. Ezek a témakörök fontosak az adatbáziselméletben és a számítástudomány minden olyan területén, ahol magasabbrendű logikák alkalmazása előfordul.

#### 4 Összefoglalás

Ismertettük elképzeléseinket arról, hogy a számítástudományi / informatikai képzésben a logika oktatásának keretében milyen anyag ismertetését tartjuk célszerűnek. Szót ejtettünk a tananyag jövőbeli bővítésére vonatkozó elképzeléseinkről is. Alapelveink a következőkben foglalhatók össze.

- Egy alkalmazott tudományág oktatásánál nem törekedhetünk a teljes tudásanyag ismertetésére.
- Egy alkalmazott tudományág oktatása nem lehet felületes. Arra kell törekedni, hogy az alkalmazások specialitásait figyelembevevő szilárd alapokat nyújtsunk.
- Egy alkalmazott tudományág oktatása során a tényanyag mindig bővebb legyen, mint az éppen szükséges.
- Egy alkalmazott tudományág oktatója figyelje a szakma fejlődési irányait és az új eredményeket, hogy kialakíthassa elképzeléseit a tananyag bővítési irányait illetően.

#### Irodalom

- [1] Fóthi Á. : Bevezetés a programozáshoz, , Tankönyvkiadó, 1990 (Egyetemi jegyzet)
- [2] Varga L.: Rendszerprogramok elmélete és gyakorlata, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980
- [3] Varga L.: A programozási módszertan elmélete I. - III. , Tankönyvkiadó, 1983 (Egyetemi jegyzet)
- [4] Z. Manna: Programozáselmélet, Műszaki Kiadó, 1981
- [5] A. Pnueli The temporal Logic of Concurrent Programs , In: Proc. 18.th Ann. IEEE Symp. on Foundations of Computer Science, (1977), pp. 46-57.
- [6] A. Pnueli: The Temporal Semantics of Concurrent Programs , Theoretical Computer Science 13, (1981), pp. 45-60.
- [7] E. Bergmann, H. Noll: Mathematische Logik mit Informatik-Anwendungen, Springer, 1977
- [8] Pásztorné Varga K.: A matematikai logika és alkalmazásai, Tankönyvkiadó, 1982 (Egyetemi jegyzet)
- [9] Pásztorné Varga K.: Logikai alapozás alkalmazásokhoz, ELTE Budapest, 1992 (Egyetemi jegyzet)
- [10] Chang, C. L., Lee, R. C. T.: Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving. Academic Press, 1973 .
- [11] Bell, J. L., Machover, M.: A Course in Mathematical Logic. North Holland, (1977).
- [12] S. Reeves, M Clarke: Logic for Computer Science, Addison Wesley, 1990
- [13] A. Galton: Logic for Information Technology, Wiley, 1990
- [14] V. Sperschneider, G Antoniou: Logic, a Foundation for Computer Science, Addison Wesley, 1991
- [15] Rác Éva: Egy Tranzakciókezelő Temporális Logikai Specifikációja, PhD Dolgozat, ELTE, Budapest, (1992).
- [16] Smullyan, R. M.: First-Order Logic. Springer, (1968).
- [17] J.B. Rosser, A.R. Turquette: Many-valued Logics, North - Holland, 1952
- [18] Ruzsa Imre: Klasszikus, modális és intenzionális logika, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1984
- [19] F. Kröger: Temporal Logic of Programs, Springer Verlag, 1987
- [20] Andrews P. B.: An Introduction to Mathematical Logic and Type Theory: to Truth through Proof, Computer Science and Applied Math.
- [21] Apt, K. R.: Logic Programming, Handbook of Theoretical Computer Science, 1990
- [22] Lloyd, J. W.: Foundations of Logic Programming, Springer, 1984
- [23] Ullmann, J. D.: Principles of Database and Knowledge-Base Systems, Computer Science Press , 1989
- [24] R. Kowalski: Logic for Problem Solving, North Holland, 1979