

Примљено: 10. нов. 1993			
Орг. јед.	Број	Ариг	Вредност
0603	101/3		

Na svojoj sednici od 1.7.1993. godine, Nastavno-naučno veće Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu obrazovalo je Komisiju za ocenu doktorske disertacije

### TIPOVI SA PRESEKOM U LAMBDA RAČUNU I LOGICI

kandidata mr Silvie Gilezan, asistenta za matematiku na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu u sastavu:

1. dr Milan Grulović, docent, PMF, Novi Sad, predsednik,
2. dr Kosta Došen, viši naučni saradnik, Matematički institut, Beograd, mentor,
3. dr Henk P. Barendregt, redovni profesor, Faculteit der Wiskunde en Informatica, Katholieke Univesiteit, Nijmegen, Holandija,
4. dr Gradimir Vojvodić, redovni profesor, PMF, Novi Sad,
5. dr Branislav Boričić, vanredni profesor, Ekonomski fakultet, Beograd, koja podnosi sledeći

### IZVEŠTAJ

Doktorska disertacija "Tipovi sa presekom u lambda računom i logici" (originalni naslov "Intersection Types in Lambda Calculus and Logic") napisana je na engleskom, a priložen je i skraćeni prevod. Originalna verzija ima 112 stranica i čine je sadržaj, uvod, četiri poglavlja i literatura.

Generalno, rad se bavi lambda računom i sistemima u kojima pored funkcionalnih tipova postoji i presek tipova. Lambda račun sa tipovima se intenzivno ispituje tek od druge polovine osamdesetih godina. Dok je ranije interesovanje bilo usmereno poglavito na račun bez tipova, primena u računarstvu a i čisto matematički razlozi motivisali su obimnija istraživanja teorija sa tipovima. Sa matematičke tačke gledišta ove teorije su interesantne zbog veze sa neklasičnim logikama i teorijom kategorija. Kao relativno nova vrsta sistema lambda račun sa presekom tipova se ispituje tek poslednjih nekoliko godina.

U uvodu se pored kratkog istorijskog pregleda razvoja lambda računa i njegove primene u logici, računarstvu i lingvistici, ukazuje na problematiku koja je u tezi obradjena.

U prvoj glavi daje se pregled lambda računa bez tipova (1.1) i njemu ekvivalentnog sistema teorije kombinatora (1.2). Pored toga je na pregledan i elegantan način objašnjeno šta su sistemi sa presekom i koja su njihova osnovna svojstva (1.3).

Druga glava razmatra problematiku u vezi sa pojmom tipiziranja u sistemima sa presekom. I dok je za dva od ukupno četiri takva sistema ta problematika trivijalna, za druga dva je problem tipiziranja neodlučiv. U njima, naime, važi:  $M$  ima tip ako i samo ako  $M$  ima svojstvo jake normalizacije. Autor daje originalan dokaz ovog tvrdjenja koristeći Girard-ov pojam zasićenosti i upoređuje ovaj dokaz sa već poznatim (2.2 i 2.3).

Treća glava tretira sistem koji na tipovima ima i presek i uniju (3.1). Ovaj sistem ima prirodne modele za koje važi potpunost i valjanost. Osnovni razmatrani problem je nalaženje terma kome se može dodeliti dati tip, tzv. umešćavanje. Doprinos teze ovom problemu se ogleda u formiranju logičkih sistema koji dovoljno precizno karakterišu umešćavanje (3.3); dokazuje se egzistencija terma u pitanju ali se ne daje njegova efektivna konstrukcija (teorema 3.3.12). Tako problem odlučivosti ostaje i dalje otvoren. Ujedno je na jasan način semantički pokazano da presek i unija ne odgovaraju u potpunosti intuicionističkoj konjunktiji i disjunktiji (3.2).

U četvrtoj glavi daje se primena ovih tipskih sistema u lambda računu bez tipova. Prvi rezultat se odnosi na primenu osobine jake normalizacije lambda računa sa osnovnim tipovima u dokazu konačnosti razvoja u lambda računu bez tipova (teorema 4.1.2). Drugi rezultat drugog dela ove glave (4.2) su novi dokazi leme o generisanju lambda računa bez tipova, inače centralnog rezultata lambda računa bez tipova. Data su čak tri dokaza ovog tvrdjenja. Svi ovi dokazi su bitno jednostavniji od ranije poznatog koji se bazira na složenoj tehnici sa Böhm-ovim drvetima. Dokaz koji koristi novouvedenu topologiju (na skupu lambda terma bez tipova modulo  $\beta$ -konverzije) indukovanu pomoću preseka tipova (4.3) posebno impresionira svojom prirodnošću i elegancijom. U nastavku je pokazano i da je ta topologija odgovarajuća topologiji Scott-a na filter modelu (tvrdjenja 4.3.14 i 4.3.15), međutim upravo jednostavnost njenog opisa je ta koja suštinski simplifikuje dokaz pomenute leme. Ovaj dokaz leme o generisanju za  $\beta\eta$ -konverziju otvara pitanje da li se na isti način može naći odgovor i za samo  $\beta$ -konverziju.

Literatura sadrži 52 jedinice, većina od njih su najnovijeg datuma, što



samo govori o aktuelnosti problematike teze.

Jedan deo rezultata disertacije je autor sam, sem u jednom slučaju, publikovao u stranim i domaćim časopisima, a neke od njih je prezentovao na više međunarodnih kongresa.

Teza se bavi problemima jedne povezane oblasti lambda računa i logike, što je čini celovitim radom. Uspešno je obradjeno nekoliko zanimljivih problema. Sveobuhvatni pregled pojedinih poznatih rezultata daje jasan uvid i omogućuje lakši budući rad u ovoj materiji, a više originalnih rezultata su značajan doprinos ovoj grani logike. Paralelno sa time otvoreni su i neki novi interesantni problemi. Teza je studiozno pisana, plod je dugogodišnjeg autorovog rada i svedoči o dobrom poznavanju proučavane problematike.

Na osnovu izloženog Komisija predlaže da se rad "Tipovi sa presekom u lambda računu i logici" prihvati kao doktorska disertacija i odredi Komisija za usmenu odbranu.

Novi Sad, 5.10.1993.

#### KOMISIJA:

1. dr *Milan Grulović*, docent,  
PMF, Novi Sad, predvodnik,  
*Kosta Džukanović*
2. dr Kosta Džukanović, viši naučni saradnik,  
Matematički institut, Beograd, mentor,  
*Stjepan Barendse*
3. dr Henk P. Barendse, redovni profesor,  
Faculteit der Wiskunde en Informatica,  
Katholieke Universiteit, Nijmegen, Holandija,  
*J. B. Bogaart*
4. dr Gradimir Vojvodić, redovni profesor,  
PMF, Novi Sad,  
*B. B. Bogaart*
5. dr Branislav Borčić, vanredni profesor,  
Ekonomski fakultet, Beograd.