

ARHITEKTURA SISTEMA ZA PODRŠKU TRANSFERU TEHNOLOGIJE IZMEĐU UNIVERZITETA I INDUSTRIJE

SOFTWARE ARCHITECTURE FOR UNIVERSITY-INDUSTRY TECHNOLOGY TRANSFER SUPPORT

Vladimir Čirić¹), Ivan Milentijević¹), Darko Tasić¹), Vladimir Simić¹), Nedeljko Milosavljević²)

¹)Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu,
email: {vladimir.ciric, ivan.milentijevic, vladimir.simic}@elfak.ni.ac.rs

²)Center for Technology Transfer, University of Belgrade,
email: nedeljko.milosavljevic@rect.bg.ac.rs

Sadržaj – *Transfer tehnologije predstavlja kompleksan proces prenosa tehnologije sa jednog subjekta na drugi. Proces transfera tehnologije predstavlja predmet mnogih istraživanja poslednjih par decenija. Jedan od najbitnijih tokova u transferu tehnologije je transfer inovativnih tehnologija od univerziteta, kao izvora znanja, ka industriji. Sofverska podrška je jedan od bitnih aspekata ovog procesa. Cilj ovog rada je projektovanje arhitekture sistema za podršku transferu tehnologije. U radu će biti predstavljena nova strategija registrovanja i evidentiranja potencijalno komercijalno-isplativih tehnologija, čiji je cilj ubravanje procesa kreiranja jedinstvene baze podataka tehnologija. Modelom će biti predviđena dva načina pretrage podataka, od kojih jedan ne zahteva prisustvo korisnika na sistemu. Model sistema će biti predstavljen UML dijagramima.*

Abstract – *Technology Transfer is a complex process of skill and knowledge transferring from one subject to the another. The technology transfer process is in the research focus for the last two decades. In the knowledge society, one of the most important flows in technology transfer is the flow from university to the industry. Software support systems are of a great importance in technology transfer. The goal of this paper is the design of the architecture of the technology transfer office support software. With aim to speedup the registration and information collecting process, the new strategy for the user registration will be proposed in the paper. Model will support two different types of database search methods, one of which will not require user to be online all the time. Model will be presented using UML diagrams.*

1. UVOD

Univerziteti su već dugo u službi industrije kao izvori tehnološkog napretka. Ova saradnja je intenzivirana poslednjih godina prvenstveno zbog četiri međusobno povezana faktora [1], [2, str. 5-6]:

- razvoja novih naprednih tehnologija u

računarstvu, molekularnoj biologiji i proizvodnji materijala;

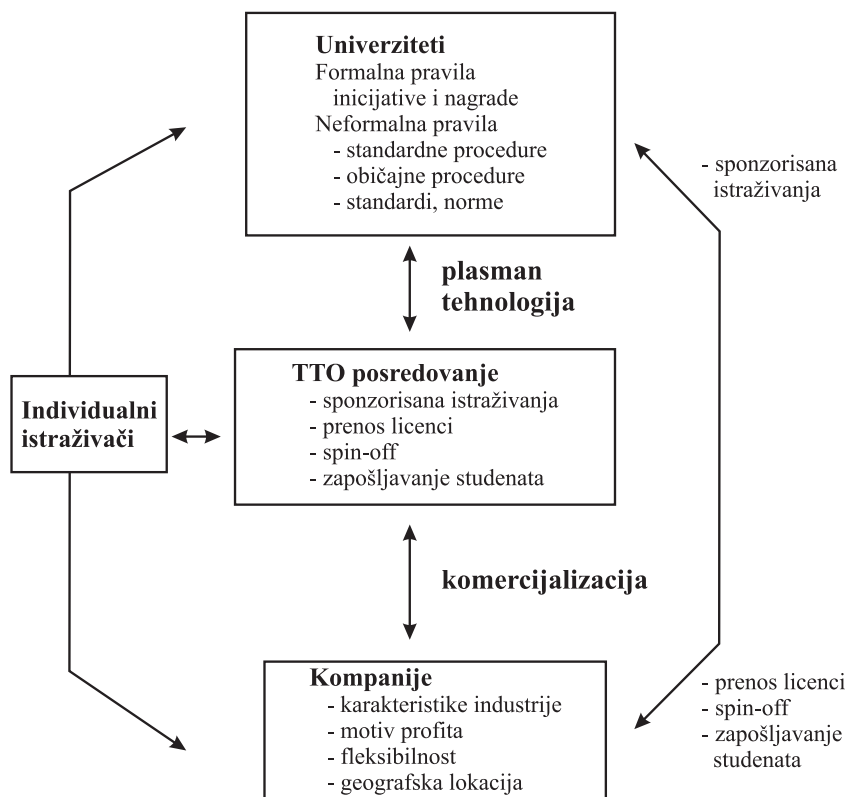
- opšteg rasta naučnih i tehničkih sadržaja svih vrsta pogodnih za industrijsku proizvodnju;
- potrebe za novim izvorima finansiranja akademskih istraživanja;
- političkih napora za povećanje procenta sredstava koja se vraćaju kao dobit iz ulaganja u nauku, usmereni kroz stimulisanje transfera tehnologije sa univerziteta na kompanije.

Cilj transfera tehnologije je prenos tehnologije na korisnika koji dalje tehnologiju može razviti u proizvod, proces, naći novu primenu, proizvesti nove materijale ili razviti nove usluge. Neki autori transfer tehnologije definišu kao proces napredovanja obećavajućih istraživanja do nivoa kada su spremna za masovnu proizvodnju i primenu [3].

Transfer tehnologije predstavlja kompleksan multidisciplinarni proces prenosa znanja o tehnologijama, prenosa veština, metoda proizvodnje, uzoraka i prototipova sa jednog subjekta na drugi. Etzkovitz je skovao i u [4] publikovao frazu "preduzetnički univerziteti" (eng. *entrepreneurial universities*) kako bi opisao niz promena koje odražavaju aktivnu ulogu univerziteta u promovisanju transfera tehnologije [4].

Proces komercijalne eksploatacije rezultata istraživanja značajno varira. Ovaj proces može varirati od prenosa licenci do zajedničkih ulaganja i deljenja dobiti i rizika u zajedničkom plasmanu tehnologije. Drugi oblici prenosa tehnologije, u vidu popularnih "spin-out" kompanija, se koriste kada institucija koja je proizvela tehnologiju nema interes, resurse ili sposobnosti da plasira novu tehnologiju [5], [6].

Mnoge kompanije, univerziteti i vladine organizacije imaju centre za transfer tehnologije (eng. *Technology Transfer Office - TTO*, takođe poznate kao *Tech Transfer* ili *TechXfer*) sposobne da identifikuju potencijal za komercijalizaciju i razviju strategiju za eksploataciju. TTO mogu biti pridruženi istraživačkim



Slika 1. Konceptualno okruženje: interakcija univerzitet-TTO-kompanije

institucijama, državnoj upravi, ili velikim kompanijama. Kada su klijenti *start-up* ili *spin-out* kompanije, često postoje posebne finansijske olakšice u procesu prenosa tehnologije. Kao rezultat potencijalno kompleksnog procesa prenosa tehnologije, TTO su u većini slučajeva multidisciplinarnе organizacije koje uključuju ekonomiste, inženjere, pravnike, menadžere i istraživače. Dinamika transfera tehnologije privukla je veliku pažnju, tako da u ovoj oblasti postoji veći broj naučno-stručnih časopisa vodećih svetskih izdavača.

Kompleksan proces transfera tehnologije zahteva i adekvatnu softversku podršku. Softverska podrška obuhvata baze podataka, post-procesore za analizu podataka, ekspertske sisteme, sisteme za kreiranje i organizaciju izveštaja, statističku obradu podataka, i druge [7]. Online sistemi za prikupljanje podataka i promociju tehnologija su poslednjih godina imperativ TTO-a, što omogućava da svoju centralnu aktivnost vezanu za zaštitu autorskih prava u komercijalizaciji rezultata istraživanja obavljaju na efikasniji način [8], [9].

Projekat 158881-TEMPUS-1-2009-1-RS-TEMPUS-JPHES "National Platform for Knowledge Triangle in Serbia", koji okuplja konzorcijum od 13 institucija, među kojima su i četiri najveća srpska državna univerziteta, kao i tri resorna ministarstva, sa koordinacijom Univerziteta u Nišu, ima za cilj razvoj nacionalne strategije za transfer tehnologije [10]. U okviru projekta razvijen je online sistem za prikupljanje podataka i promociju tehnologija. Cilj ovog rada je projektovanje arhitekture sistema za podršku

transferu tehnologije. U radu će biti predstavljen novi scenario registrovanja i evidentiranja potencijalno komercijalno-isplativih tehnologija, čiji je cilj ubrzanje procesa kreiranja jedinstvene baze podataka tehnologija.

2. KONCEPTUALNI MODEL TRANSFERA TEHNOLOGIJE

Komercijalizacija istraživanja na univerzitetima je, u svojoj najjednostavnijoj formi, sprega koja obuhvata transakcije između univerziteta i kompanija [5]. Reč kompanija će se u daljem tekstu koristiti u širem smislu i podrazumevaće sve zainteresovane subjekte za komercijalizaciju tehnologije. Komercijalizacija tehnologije može uključiti različite tipove transakcija između univerziteta i kompanija, ali i različiti tipovi transakcija mogu uslediti jedan za drugim u cilju poboljšanja komercijalizacije. Na kraju, odnos se može razviti tako da obe strane imaju višestruke koristi [5], [6]. Sami univerziteti su veoma kompleksni sistemi. Štaviše, za razliku od kompanija sa relativno jednostavnim motivom profita, univerziteti imaju složenu funkciju koja uključuju različite obrazovne i društvene ciljeve, kao i interese fakulteta i članova naučne zajednice [5].

Uloga TTO-a u procesu transfera tehnologije ilustrovana je na slici 1. Na slici je prikazano konceptualno okruženje koje ilustruje relacije između univerziteta i kompanija [5]. Relacije su formirane kroz

sekvencijalne nizove transakcija, kao što su sponzorisanje istraživanja, prenos licenci, *spin-off* kompanije, i zapošljavanje studenata. Individualni istraživači su uključeni u proces transfera tehnologije formalnim mehanizmima, kao što su sponzorisanja istraživanja i licence [5].

Da bi se u pravoj meri podržali svi tipovi tokova koji mogu dovesti do uspešnog transfera tehnologije, uloga TTO-a je prepoznavanje potencijalno isplative tehnologije, posredovanje u transferu i pružanje pomoći u interakcijama. Potrebno je da TTO ima preciznu sliku potencijala kako akademskih institucija, tako i potencijala kompanija. Cilj ovog rada je projektovanje arhitekture sistema za podršku transferu tehnologije. Sistem treba da podrži proces prikupljanja podataka i omogući pribavljanje informacija o tehnologijama kojima raspolažu akademske institucije, s jedne strane, i potencijalima kompanija za plasman tehnologije sa druge. Takođe sistem treba da olakša pretragu i analizu podataka.

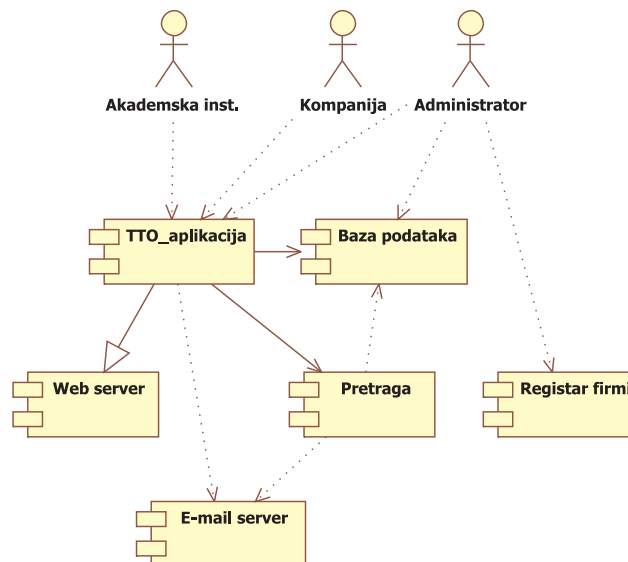
3. MODEL SISTEMA ZA PODRŠKU TRANSFERU TEHNOLOGIJE

Osnovna uloga sistema za podršku transferu tehnologije predloženog u ovom radu je

- promocija TTO-a,
- registracija akademskih institucija i kompanija,
- prikupljanje podataka o potencijalno komercijalno isplativim tehnologijama,
- prikupljanje podataka o mogućnostima kompanija za komercijalizaciju tehnologija,
- pomoć u pronalaženju parova tehnologija-mogućnost za komercijalizaciju,
- sistem za obaveštavanje.

Pronalaženje parova tehnologija-mogućnost komercijalizacije i obaveštavanje korisnika je sposobnost sistema da identifikuje tehnologiju kojom raspolaže akademska institucija, pronade odgovarajuću kompaniju koja ima potencijal da tehnologiju komercijalizuje i o tome obavesti odgovarajuće aktere [7]. Razlog za uvođenje ovakvog projektnog zahteva je asinhrono postavljanje podataka od strane akademskih institucija i kompanija. Naime, u trenutku oglašavanja tehnologije od strane akademske institucije moguće je da u bazi ne postoji evidencija o kompanijama koje imaju potencijale da tehnologiju komercijalizuju. Automatizovana periodična provera podataka je neminovna, i kao takva direktno utiče na arhitekturu sistema.

Na slici 2 prikazan je komponentni model sistema za podršku transferu tehnologije. Identifikovana su tri tipa korisnika sistema: akademske institucije (univerziteti, fakulteti, katedre, laboratorije i sl.), kompanije i administrator (slika 2). Zbog zahteva za dostupnošću sistema različitim tipovima geografski distribuiranih korisnika, aplikacija je projektovana kao *web* aplikacija, sa odgovarajućom bazom podataka, komponentom za pretragu baze i email serverom za razne tipove obaveštavanja korisnika.



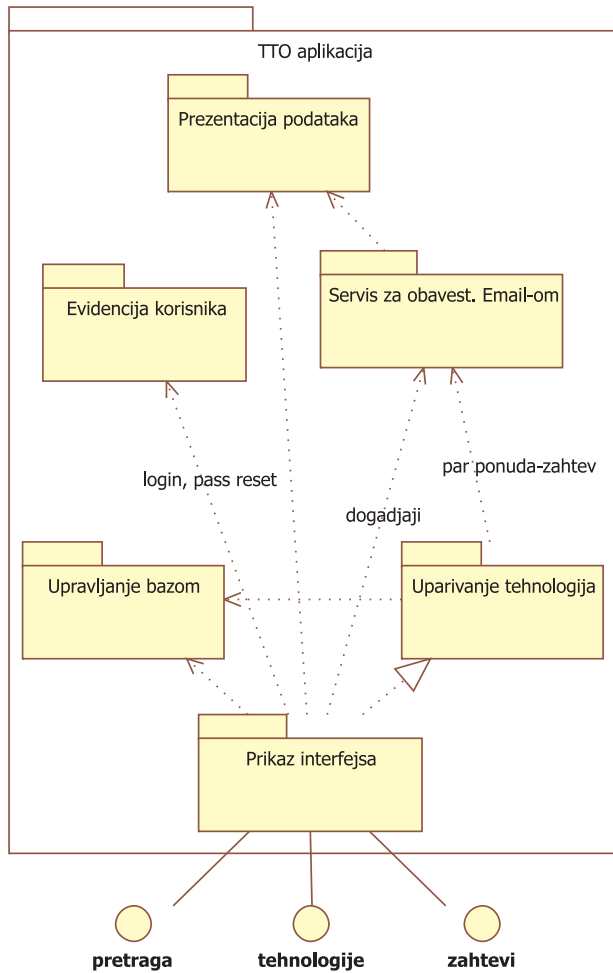
Slika 2. Komponentni dijagram sistema

Registracija korisnika je poseban problem, čije je rešenje potrebno ugraditi u arhitekturu sistema. Potrebno je registrovati veliki broj korisnika sistema, koje je moguće grupisati u dva tipa: akademske institucije i kompanije. Registracija velikog broja korisnika nameće zahtev za automatizacijom kreiranja korisničkih naloga kroz dozvolu da sami korisnici mogu da kreiraju naloge za pristup. Registracija akademskih institucija je jednostavnija, jer njihov broj nije veliki i sporo je promenljiv, a registraciju dodatno olakšava i činjenica da su institucije uglavnom međusobno povezane sa izraženom unutrašnjom hijerarhijom. Registracija akademskih institucija biće razmatrana u narednom poglavlju.

Automatizacija registracije kompanija i mogućnost javno dostupne registracije je složena zbog raznovrsnosti koja postoji kod kompanija. U cilju sprečavanja lažnog predstavljanja i zaštite podataka, potrebno je proveriti validnost podataka unesenih u formu za prijavu. Validnost podataka domaćih kompanija moguće je proveriti na sajtu Agencije za privredne registre (APR). APR poseduje registre pravnih subjekata, razvrstane po kategorijama. Zbog više od 10 kategorija registara, gde svaka kategorija ima različit skup podataka, zaštitu od automatske pretrage podataka (eng. *CAPTCHA*), i ne pruža interfejs za udaljeni pristup, komponentnim modelom sa slike 2 predviđeno je da ovu proveru vrši

administrator. Pitanje provere podataka inostranih kompanija je pitanje uređenja ove oblasti države u kojoj je kompanija registrovana, tako da je i ovo uloga administratora sistema.

Arhitektura *web* aplikacije data je na slici 3. Centralni



Slika 3. Arhitektura sistema

deo arhitekture Aplikacije za podršku TTO (ATTO) čini paket za prikaz interfejsa (slika 3). Ovaj paket ispoljava tri interfejsa, što ujedno predstavlja i osnovne funkcionalnosti sistema:

1. *pretraga* – mogućnost pretrage podataka i prezentacija podataka o tehnologijama i podataka o kompanijama,
2. *tehnologije* – mogućnost da akademske institucije postave opise tehnologija koje su potencijalno interesantne za komercijalizaciju,
3. *zahtevi* – specifičan način pretrage podataka o tehnologijama od strane kompanija, koji se ogleda u postavljanju zahteva sa specifikacijom mogućnosti kompanija, na koji sistem odgovara naknadno, nakon uparivanja postavljenog zahteva sa odgovarajućom tehnologijom.

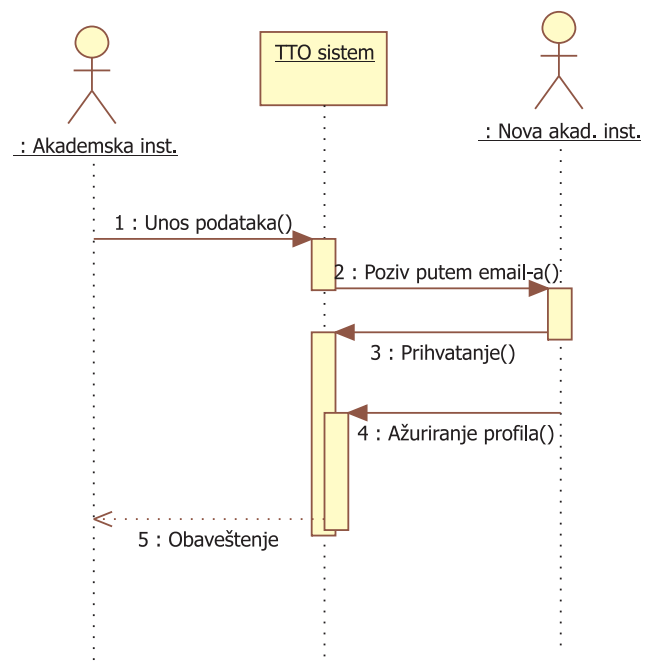
Pomenuto uparivanje postavljenog zahteva sa odgovarajućom tehnologijom zavisi od podsistema za upravljanje bazom i od podsistema za obaveštavanje putem elektronske pošte (slika 3).

4. PROCES REGISTRACIJE KORISNIKA I PRETRAGE PODATAKA

Registracija akademskih institucija, kako je rečeno u prethodnom poglavlju, je jednostavnija od registracije kompanija i ne mora nužno zahtevati intervenciju administratora. U ovom poglavlju predstavljena je nova strategija za registraciju korisnika ATTO.

Da bi se smanjila aktivnost na strani administratora u procesu registracije velikog broja akademskih institucija, potrebno je identifikovati karakteristike domena. Glavna karakteristika koja postoji kod ovog tipa korisnika sistema je međusobna povezanost. Među akademskim institucijama moguće je identifikovati horizontalne i vertikalne veze. U vertikalne veze ubrajamo relacije univerzitet → fakultet → katedra → laboratorija → individualni istraživači. Horizontalne veze čini međusobna saradnja između institucija. Vertikalne veze usmerene od višeg ka nižem telu znače *nalozi*, u suprotnom smeru *inicijativa*, a horizontalne *saradnja*.

Sva tri tipa veza (nalog, inicijativa i saradnja) mogu se iskoristiti za proveru korisničkih podataka, dok se tip "nalog" dodatno može iskoristiti za ubrzanje procesa registracije korišćenjem sistema autoriteta. Predlog strategije za registraciju korisnika prukazan je UML dijagramom sekvenci na slici 4.



Slika 4. Strategija registracije korisnika

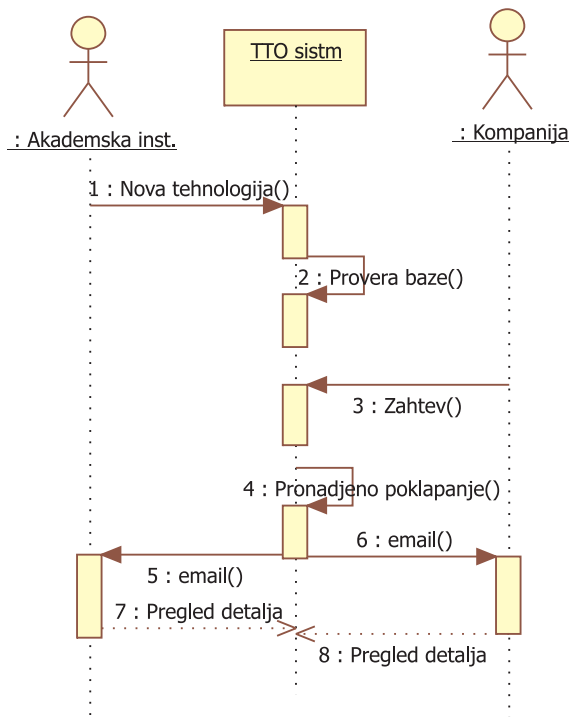
Proces započinje registracijom jednog korisnika od

strane administratora. Potrebno je napomenuti da se predložena strategija bazira na rekurziji, koja nije eksplicitno naglašena na slici 4, jer su akademska institucija koja šalje poziv za registracijom i nova akademska institucija (u smislu novog korisnika), na slici predstavljeni kao posebni akteri. Nakon inicijalnog unosa podataka sistem obaveštava novog korisnika i šalje potvrdu instituciji koja je inicirala registraciju da je novi korisnik uspešno registrovan (slika 4). Ovaj model implicitno uključuje validaciju podataka, tako da je iz ovog modela administrator isključen.

Modelom sistema sa slike 2 i arhitekturom aplikacije prikazanom na slici 3 predviđen je interfejs preko koga akademske institucije mogu na sistem postavljati podatke o tehnologijama kojima raspolažu, a kompanije zahteve u vidu opisa mogućnosti za komercijalizaciju. Komponenta za pretragu podataka sa slike 2 omogućava dva načina pretrage:

- *online pretraga* - koju inicira korisnik dok je povezan na sistem, i
- *offline pretraga* - koju periodično inicira sistem u cilju uparivanja podataka o tehnologiji sa zahtevom za komercijalizaciju.

Online pretragu podataka moguće je realizovati jednostavnim upitima nad bazom i odgovarajućom prezentacijom podataka (slika 3). Proces *offline* pretrage baze prikazan je na slici 5.



Slika 5. Proces pretrage baze tehnologija

Proces pretrage baze podataka koji je prikazan na slici 5 bazira se na međusobnoj nesinhronizovanosti vremena postavljanja podataka od strane akademskih in-

stitucija i kompanija, i potrebe da obe strane u ovom procesu budu obavestene o uparivanju tehnologije i zahteva. Drugim rečima, ukoliko TTO sistem nakon unosa informacija o novoj tehnologiji proveri bazu i utvrdi da trenutno ne postoji kompanija koja ima interes za komercijalizacijom tehnologije, čeka se na zahtev kompanije za takvom tehnologijom. Kada sistem primi odgovarajući zahtev, sistem će obavestiti i kompaniju, ali i akademsku instituciju koja je u prethodnom periodu postavila informacije o tehnologiji (slika 5).

U cilju zaštite interesa sve tri strane, u ovaj proces moguće je uključiti i administratora, koji bi verifikovao podatke i pronađena poklapanja pre slanja obavještenja.

5. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

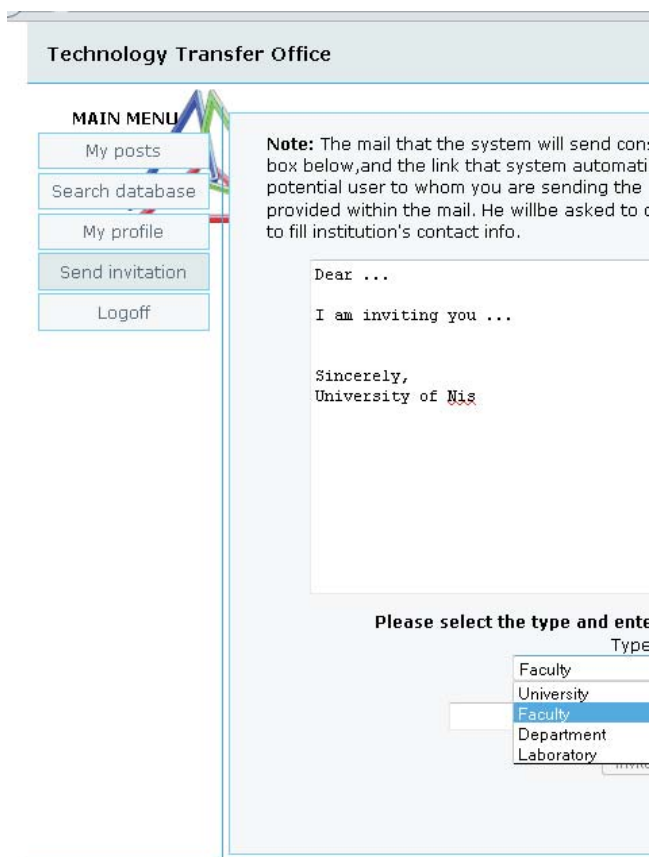
TTO sistem je implementiran na otvorenim platformama. Za implementaciju aplikacije čija je arhitektura prikazana na slici 3 korišćeni su PHP, HTML i JavaScript. Funkcionalnosti registracije korisnika i *online* pretrage implementirane su AJAX tehnikom projektovanja *web* aplikacija. Za *web* server sa slike 2 upotrebljen je Apache server, dok je za email komponentu upotrebljen standardni Linux *sendmail*. Slanje obavještenja putem elektronske pošte vrši se preko posebnog računara registrovanog na mreži za slanje elektronske pošte kroz zvanične servere (eng. *email relay*) [11].

Na slici 6 prikazana je forma za slanje poziva za registraciju od strane akademske institucije.

Forma nije opterećena detaljima institucije kojoj se poziv šalje. Na formi se nalazi tekst prpratnog pisma, tip institucije koja se poziva i adresa elektronske pošte na koju se poziv šalje. Tabela sa spiskom pozvanih korisnika, statusom poziva ("prihvaćen", ili "na čekanju") i sa mogućnošću prikaza svih unetih podataka za prihvaćene pozove i završene registracije dostupna je na profilu korisnika.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljena je arhitektura sistema za podršku transferu tehnologije. U radu je predložena nova strategija registrovanja korisnika i evidentiranja potencijalno komercijalno-isplativih tehnologija. Predloženom strategijom moguće je ubrzati proces kreiranja jedinstvene baze podataka tehnologija eksploatacijom relacija tipa nalog, inicijativa i saradnja, koje postoje među akademskim institucijama. Modelom su predviđena dva načina pretrage podataka, od kojih jedan ne zahteva prisustvo korisnika na sistemu. Konceptualno okruženje transfera tehnologije detaljno je opisano. Model sistema je predstavljen UML dija-



Slika 6. Izgled forme za slanje poziva

gramima. Nova strategija registracije korisnika je ilustrirana dijagramom sekvence. Sistem je implementiran korišćenjem otvorenih tehnologija.

LITERATURA

- [1] P. Swamidass, V. Vulasa, *Why university inventions rarely produce income? Bottlenecks in university technology transfer*, The Journal of Technology Transfer, Springer, Vol. 34, Issue 4, August 2009, pp. 343-363.
- [2] A. Geuna, *Resource Allocation and Knowledge Production: Studies in the Economics of University Research*, Series of Open Access publications from Maastricht University, No. urn:nbn:nl:ui:27-11615, Manuscript Universiteit Masstricht, 1998.
- [3] T.J. Allen, *Managing the flow of technology: technology transfer and the dissemination of technological information within the R&D organization*, ISBN=9780262510271, MIT Press, 1984.
- [4] H. Etzkowitz, *Entrepreneurial Scientists and Entrepreneurial Universities in American Academic Science*, Minerva, Volume 21, 1983, pp. 198-233.
- [5] J. Bercovitz, M. Feldmann, *Entrepreneurial Universities and Technology Transfer: A Conceptual*

Framework for Understanding Knowledge-Based Economic Development, The Journal of Technology Transfer, Springer, Vol. 31, No. 1, 2006, pp. 175-188.

- [6] E. Berman, S. Machin, *Skill-Biased Technology Transfer: Evidence Factor Biased Technological Change in Developing Countries*, Leverhulme Centre for Research on Globalisation and Economic Policy (GEP), University of Nottingham, 2009.
- [7] David Huffman, *Software support systems for use in technology transfer activities*, The Journal of Technology Transfer, Springer, Vol. 9, No. 2, 1985, pp. 29-39.
- [8] B. Hall and C. Helmers, *The role of patent protection in (clean/green) technology transfer*, National Bureau of Economic Research, Working Paper Series No. 16323, September 2010.
- [9] David C. Mowery, *Learning from one another? International policy emulation and University - Industry technology transfer*, Industrial and Corporate Change, Volume 20, Issue 6, 2011, pp. 1827-1853.
- [10] 158881-TEMPUS-1-2009-1-RS-TEMPUS--JPHEs, *National Platform for Knowledge Triangle in Serbia*, URL: <http://tempus.elfak.ni.ac.rs/>
- [11] Mengjun Xie, Heng Yin, Haining Wang, *An effective defense against email spam laundering*, Proceedings of the 13th ACM conference on Computer and communications security, ACM New York, NY, USA, 2006, pp. 179-190.