

ARHITEKTURA INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SISTEMA - REGIONALNI ASPEKTI

Prof. dr. Mirsad Kulović
Saobraćajni fakultet Travnik

SAŽETAK:

U posljednje dvije decenije Inteligentni Transportni Sistemi (ITS) su najznačajniji tehnološki napredak zabilježen u većem broju razvijenih zemalja. Primarna uloga ITS-a je primjena savremenih tehnologija – uglavnom kompjutera, elektronike i komunikacija - i menadžment strategija u cilju povećanja bezbjednosti saobraćaja, korišćenja kapaciteta i pogodnosti putovanja. Za implementaciju ITS-a neophodno je imati arhitekturu sistema koja predstavlja strateški okvir kojim se pored korisnika i njihovih potreba definišu konceptualni modeli, logička i fizička arhitektura i komunikacijski tokovi. ITS arhitektura obezbjeđuje sistemski mehanizam za ostvarivanje zahtjeva svih učesnika koji mogu biti iz domena uprave, javni ili privatni transportni operatori, proizvođači ITS uređaja i opreme ili mogu biti iz domena krajnjih korisnika. U ovom radu se daju osnovne karakteristike arhitekture ITS-a.. Takodje se daje primjer primjene arhitekture ITS-a na regionalnom nivou..

UVOD

Efikasan menadžment transportnih sistema zahtijeva potpunije, brže i pouzdanije informacije o postojećem i budućem stanju sistema. Osnovni preduslov za zadovoljenje ovog zahtjeva je postojanje savremenih informacionih i komunikacionih uređaja i opreme, kao i novih menadžment strategija. Planeri transportnog sistema kao i njegovi korisnici suočeni su sa problemom visokog stepena neizvjesnosti putovanja odnosno nepoznanicom koliko dugo će određeno putovanje trajati.

Vrijeme putovanja ljudi i roba varira u vrlo širokom dijapazonu što od korisnika transportnog sistema traži odvajanje dodatnog vremena kao i suočavanje sa rizikom događanja incidenta ili u najblažem slučaju zakašnjenja. Za korisnike sistema to je skupo i neprihvatljivo. Inteligentni transportni sistemi (ITS) mogu pomoći da se vrijeme putovanja skрати odnosno da se umanje varijacije vremena putovanja. ITS takodje mogu pomoći da korisnicima sistema obezbijede neophodne informacije u realnom vremenu i da im omoguće bolje planiranje putovanja ili prevoza putnika ili roba. Prevoznici u javnom transportu mogu ažurnije pratiti izvršenje reda vožnje i u slučaju potrebe intervenisati. Istovremeno korisnicima javnog prevoza se mogu pružiti

informacije o vremenima putovanja i informacije o konektivnim vožnjama. Navigacioni sistem u vozilu može inkorporirati informacije o saobraćaju u realnom vremenu i dinamički prilagoditi itinerer vožnje te optimizirati putovanje na osnovu aktuelne situacije. Pod inteligentnim transportnim sistemima podrazumijeva se primjena savremenih tehnologija – uglavnom kompjutera, elektronike i komunikacija - i menadžment strategija u cilju povećanja bezbjednosti saobraćaja, korišćenja kapaciteta i pogodnosti putovanja.

ŠTA JE TO ARHITEKTURA ITS-A?

Arhitektura ITS-a definiše okvir u kojem sistem može biti izgradjen. Arhitektura ITS-a takodje definiše šta elementi sistema rade (koje su im funkcije) i informacije koje se razmjenjuju između njih. Značaj arhitekture ITS-a ogleda se u tome što arhitektura omogućava da integrisane opcije budu razmatrane prije nego što se investira u projektovanje i razvoj sistema. Arhitektura ITS-a je orijentisana ka funkcionalnosti i ona ne specificira tehnologiju što joj omogućava da ostane efektivna i aktuelna duži period vremena jer ne zavisi od tehnoloških promjena. Arhitektura ITS-a praktično definiše šta treba da bude uradjeno, kako to treba da bude uradjeno i ko to

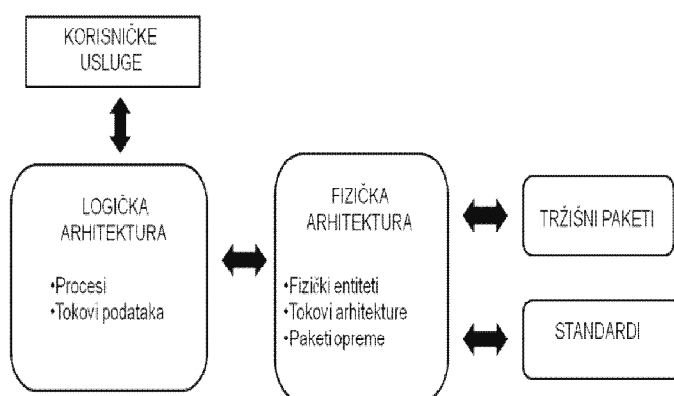
treba da uradi. Funkcionisanje sistema ostaje isto iako se tehnologije mijenjaju. Osnovne komponente arhitekture ITS-a su podsistemi i tokovi informacija. Podsistemi su pojedinačni dijelovi transportnog sistema koji izvršavaju određene funkcije kao na primjer menadžment saobraćaja, informisanje putnika ili djelovanje u opasnim ili hitnim okolnostima. Podsistemi mogu predstavljati specifične organizacije ili ustanove kao što su ministarstva saobraćaja, informativne agencije, ministarstva sigurnosti odnosno agencije odgovorne za javnu bezbjednost. Ove organizacije ili agencije su istovremeno i korisnici informacija koje obezbjeđuju drugi podsistemi unutar okvira arhitekture ITS-a. Podsistemi takodje uključuju razne centre, komponente na terenu, opremu vozila i uređaje za putnike koji participiraju u ITS-u. Tokovi informacija definišu vrstu informacija koje se razmjenjuju izmedju podsistema kao što su informacije o saobraćaju, informacije o incidentima na putu ili podaci video ili senzorskog praćenja saobraćaja. Tokovi informacija predstavljaju integraciju ITS-a ilustrujući informativne veze izmedju podsistema koje nisu samo tehničke nego i institucionalne. Osnovni sadržaji arhitekture ITS-a su korisničke usluge, logička arhitektura, fizička arhitektura, tržišni paketi i standardi (Slika 1). Medjuzavisnosti unutar sistema zahtijevaju kooperaciju i podijeljenu odgovornost u dijelovima koji se odnose na vlasnike i operatore svakog participirajućeg sistema.

Korisničke usluge opisuju šta sistem radi sa stanovišta korisnika. Korisnici u ovom slučaju mogu biti građani (vozači, putnici i sl.) ili operatori sistema (preduzeća, prevoznici i sl.). Jedna od grupa korisničkih usluga je, na primjer, Menadžment saobraćaja i putovanja koja ima 10 vrsta korisničkih usluga. Jedna od korisničkih usluga je, na primjer: *Informacije prije početka putovanja* koje se dobijaju se u kući, stanu, na poslu ili drugim mjestima gdje putovanje počinje. Vrste informacija su: uslovi na putu, zastoji, incidenti, vremenski uslovi, javni prevozi. Na osnovu ovih informacija korisnik može odabrati vrijeme putovanja, itinerer ili vid transporta ili može odlučiti da ne putuje. Druga korisnička usluga je, na primjer: *Upravljanje saobraćajem*. Ova korisnička usluga omogućava integraciju i adaptivno upravljanje saobraćajem na auto putu i na ostalim putevima i ulicama u cilju poboljšanja

protoka vozila, davanja prioriteta vozilima javnog prevoza ili drugim vozilima (hitna pomoć, vatrogasna vozila i sl.) Osnovni cilj ove korisničke usluge je minimiziranje zagušenosti u saobraćaju odnosno maksimiziranje kretanja ljudi i stvari. Ova korisnička usluga uzima podatke iz transportnog sistema, pretvara ih u upotrebljive informacije i koristi ih za određivanje optimalnog rješenja u konkretnoj situaciji. Informacije prikupljene u stvarnom vremenu se takodje stavljaju na raspolaganje i mnogim drugim korisničkim uslugama.

Logička arhitektura definiše proces odnosno definiše aktivnosti ili funkcije koje treba izvršiti da bi se zadovoljila određena korisnička usluga. Mnogi različiti procesi moraju djelovati zajedno i dijeliti informacije da bi obezbijedili korisničke usluge. Tokovi informacija indentifikuju informacije koje se dijele tokom procesa.

Ovi ulazni elementi logičke arhitekture čine listu redosljeda procesa i tokova podataka tako da omogućavaju pristup dijagramima tokova koji grafički prikazuju ka



Slika 1. Sadržaj arhitekture Inteligentnih Transportnih Sistema koji su procesi i tokovi uzajamno povezani.

CILJEVI REGIONALNE ITS ARHITEKTURE

Mnoge transportne odluke i rješenja donose se na regionalnom nivou. Svaka regija ima svoje specifične potrebe ili je na određeni način zavisna od susjednih regiona. ITS je jedan od efikasnih načina da se rješenja unutar regije koordiniraju i da se usklade sa okolnim područjem. ITS omogućava da korisne informacije generisane od

strane različitih podsistema unutar regije i njene okoline budu upotrebljive za bolji operativni menadžment i bolje funkcionisanje transportnog sistema u cjelini. Regionalna ITS arhitektura je specifičan regionalni okvir koji ima za cilj da osigura institucionalnu usaglašenost i tehničku integraciju za implementaciju projekta ITS u regionu. Regionalna ITS arhitektura može identifikovati mogućnosti da investiranje u ITS bude efikasno sa stanovišta troškova tako što će kooperativnim aktivnostima za vrijeme planiranja, implementacije i operativne realizacije ITS projekata postići uštede u sredstvima i vremenu. Regionalna ITS arhitektura takodje može biti korisna za privatne kompanije zainteresovane za investiranje u ITS i to tako što će im pomoći da budu informisane i da razumiju dugoročne i kratkoročne ITS planerske ciljeve regionalnih javnih institucija.

Privatne kompanije će takodje biti informisane o tehničkim i institucionalnim sadržajima u kojima će privatno investiranje biti moguće. Postoji više inovativnih prilaza za planiranje i razvoj ITS-a u regionu, posebno u zemljama u razvoju i oni se ogledaju u sljedećem:

- Nosioци razvoja mogu koristiti ITS iskustva, arhitekture i aplikacije iz razvijenih zemalja.
- karakteristikama u pogledu nivoa razvojenosti, posebno u domenu transportne infrastrukture.
- Koncept izvodljivog ITS-a
- ITS koji obezbjeđuje pouzdanost i efikasnost poslovanja
- Razvoj arhitekture ITS-a po sistemu korak po korak
- Partnerstvo javnog i privatnog sektora

Koncept izvodljivog ITS-a podrazumijeva podršku donosiocima odluka u zemljama u razvoju za fokusiranje na primjenu ITS-a koji može biti izvodljiv odmah ili u bliskoj budućnosti i koji obezbjeđuje najveće koristi u pogledu sačuvanja života, uštedjenih sredstava i poboljšanja usluga. Aplikacije izvodljivog ITS-a imaju sljedeće karakteristike:

- Primjenljivost paralelno i u kooperaciji sa razvojem ostalih infrastrukturnih sistema i sistema javnog transporta
- Povećanje korišćenja interneta i mobilne telefonije
- Fleksibilnost prilagodjavanju ubrzanom urbanom razvoju

- Troškovi primjene su umjereni, funkcije su osnovne i jednostavne i održavanje je relativno jednostavno
- Uključivanje ljudskog rada u odgovarajućim slučajevima



ITS koji unapređuje pouzdanost i efikasnost poslovanja.

Ova vrsta koristi od primjene ITS-a ogleda se u poboljšanju kvaliteta usluga koje korisnici ili individualni transportni operatori mogu uočiti, razumjeti i cijeniti. Ove koristi ogledaju se u smanjenju stepena nepredvidivosti putovanja, povećanju sigurnosti u transportu putnika i tereta, povećanju efikasnosti za transportne operatore i ostale korisnike. Navedene koristi mogu izgledati neznatne u kontekstu ukupnog (globalnog) uticaja na transport u nacionalnim okvirima. Medjutim, ova vrsta aplikacija ITS-a je atraktivna zato što pojedinac – učesnik u transportu prima ove koristi **direktno i odmah**.

U nekim slučajevima ova vrsta ITS aplikacija ima karakter komercijalnog predstavljaja od strane organizacija iz privatnog sektora bez potrebe opterećivanja javnih fondova. Osim toga iako neke ITS aplikacije (na primjer elektronska naplata) realizuju javne institucije, njihovo

uvodjenje je atraktivno jer istovremeno proizvode operativne koristi i prihode.

Aplikacije ITS-a koje unapređuju pouzdanost i efikasnost poslovanja su korisne i sa još jednog aspekta – one obezbjeđuju političku i društvenu osnovu za uvodjenje ostalih vrsta ITS aplikacija. Na Slici 2 prikazana su dva regiona sa vrlo različitim. Nashville metro region je jedan od regiona u SAD sa najvećom stopom rasta u posljednjih deset godina i već ima dobro razvijenu i primijenjenu arhitekturu ITS-a. Drugi region je područje kantona Središnja Bosna koji ima nedovoljno razvijenu transportnu infrastrukturu i u kojem se očekuje intenzivan razvoj u budućnosti.

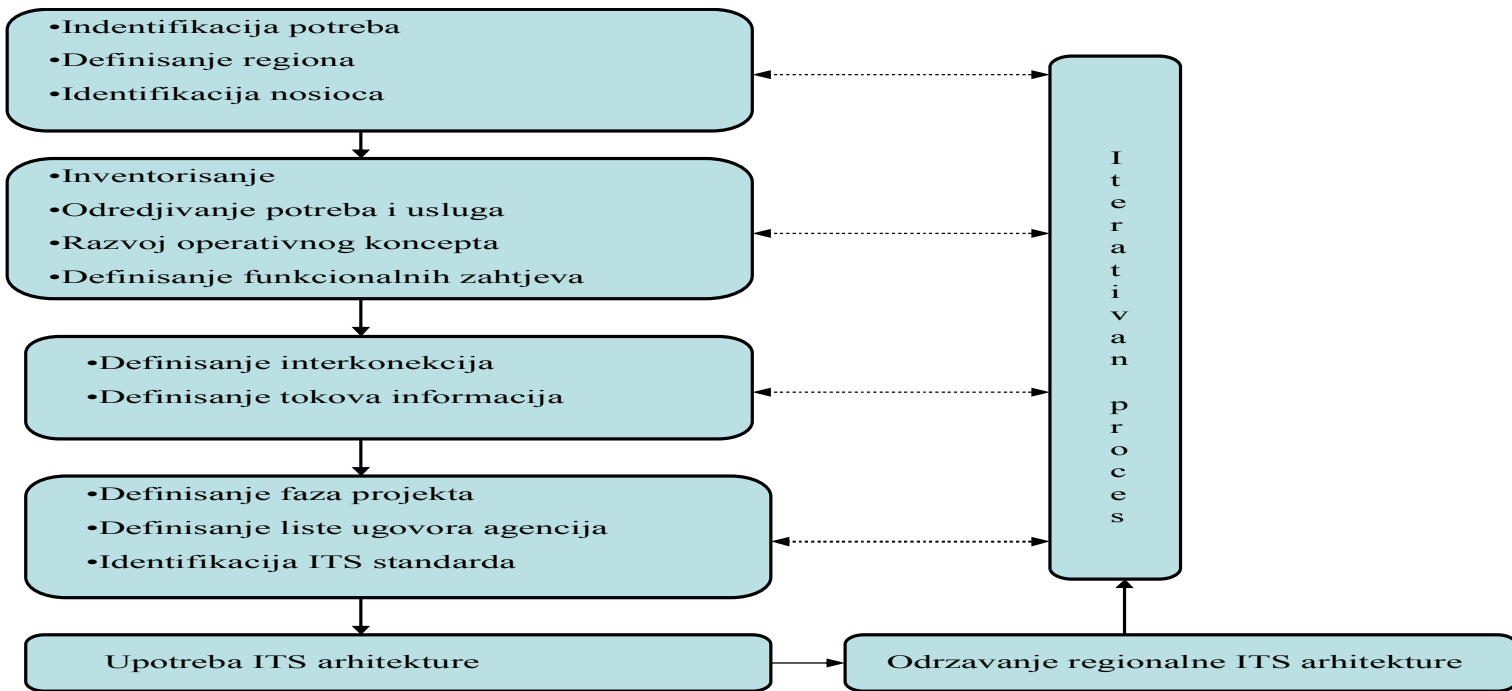
Medjutim, navedene velike razlike u razvijenosti ova dva regiona ne predstavljaju prepreku da se, na primjer, u kantonu Središnja Bosna primijeni prilagodjena arhitektura ITS-a iz regiona Nashville. Koncept razvoja, upotrebe i održavanja arhitekture ITS koji je primjenjen u regionu Nashville i koji se može primijeniti po sistemu korak po korak u kantonu Središnja Bosna prikazan je na Slici 3.



Slika 3. Kanton Središnja Bosna (BiH)
Površina 3189 km², Gustina naseljenosti 79/km²



Slika 2. Nashville Metro Region (SAD)
Površina 7252 km², Gustina naseljenosti 207/km²



Slika 3. Koncept razvoj, upotrebe i održavanja ITS arhitekture

Razvoj arhitekture ITS-a po sistemu korak po korak.

Izuzetno je važno da zemlje u razvoju imaju ITS arhitekturu koja će služiti kao okvir za implementaciju ITS-a. ITS arhitektura definiše korisničke usluge koje će ITS obezbijediti, glavne subjekte koji će realizovati ili primiti te usluge i tokove podataka koji će prenositi informacije između komponenti ITS-a. Međutim, sveobuhvatna arhitektura može biti glomazna, komplikovana i skupa u odnosu na potrebe zemalja u razvoju. Zbog toga je preporučljivo da ove zemlje razvijaju ITS arhitekturu po sistemu korak po korak. Ovaj prilaz može voditi u dva smjera. Jedan je preuzimanje arhitekture od drugog regiona ili države i izbor pojedinih usluga i modula iz postojeće sveobuhvatne arhitekture. Alternativno, region ili država može početi razvijati svoju sopstvenu jednostavnu arhitekturu koju će vremenom revidirati i dopunjavati te tako omogućiti njen postepen razvoj.

Inicijalna osnovna arhitektura treba biti izabrana sa ciljem da u budućnosti bude inter-operativna sa susjednim regionima ili državama.

Partnerstvo javnog i privatnog sektora.

U mnogim razvijenim zemljama ITS projekti se realizuju u partnerstvu javnog i privatnog sektora. Postoji više dobrih razloga za takvo partnerstvo: Neki od njih su:

- Svaki sektor realizuje dio posla za koji je najbolje osposobljen i specijalizovan. Jedan od primjera je u sistemu vozilo-infrastruktura. Javni sektor je fokusiran na infrastrukturu, a privatni sektor vozila.
- Javni i privatni sektor dijele rizik. Neki rizici su prihvatljiviji za privatni sektor kao na primjer tržišni rizik dok se neki rizici lakše prihvataju od strane privatnog sektora. Efikasnom kombinacijom javnog i privatnog sektora oba sektora mogu generisati koristi koje su specifične njihovim prednostima odnosno "jačim stranama"
- ITS je oblast koja zahtijeva kolaborativan pristup jer se tehnološke promjene događaju svakodnevno, a događaje se i u budućnosti.

Javni, privatni i akademski sektor imaju svoje "jače strane" u istraživanjima koje zajednički mogu biti ojačane kroz kooperaciju.

Ako se partnerstvo javnog i privatnog sektora postavi na adekvatan način to donosi koristi za oba sektora. Privatni sektor je na primjer bolji u primjeni tehnoloških inovacija, u reagovanju na brze promjene u tehnološkom okruženju. Javni sektor je efikasniji u analiziranju i marketingu podataka koje ovaj sektor prikuplja. Ovo je posebno pogodno za informacije o saobraćaju i informacije koje se distribuiraju korisnicima. Javni sektor može pomoći u smanjenju rizika i podržati brzi razvoj ITS-a. I u razvijenim, a i u zemljama u razvoju inovativne strategije za razvoj infrastrukture često su zasnovane na partnerskom odnosu javnog i privatnog sektora. Uobičajeni model kooperacije ova dva sektora u domenu razvoja infrastrukture je tzv. odgovornosti za transparentnost procesa u slučajevima gdje su uključena sredstva javnih fondova.

BOT model (*Build, Operate, Transfer* – Izgradi, Koristi, Prenesi) administrativni birokratski aparat i da efikasnije organizuje donošenje odluka i realizacije poslova. Privatni sektor će trebati da uvede dodatne mjere U ovom modelu privatne kompanije investiraju u izgradnju infrastrukture, zatim uz pomoć javnog sektora posjeduju i koriste infrastrukturu i prikupljaju naplatu. Na kraju kada je investicija isplaćena objekat se predaje javnom sektoru koji nastavlja njegovo korišćenje. Svaki partner će trebati učiniti određena prilagodjavanja svog načina poslovanja.

Potrebno je da javni sektor iznadje način da smanji Ostale potencijalne oblasti za partnerski odnos javnog i privatnog sektora uključuju:

- Menadžment i održavanje puteva kroz izdavanje koncesije privatnim kompanijama od strane javnog sektora
- Kooperativne aktivnosti u prikupljanju, obradi i distribuciji informacija učesnicima u saobraćaju
- Podrška i pomoć javnog sektora industriji prevoza tereta u zemljama gdje ova industrija nije dovoljno razvijena

U mnogim slučajevima nije samo sektor transporta taj koji ima koristi od kooperacije javnih i privatnih institucija. Ovo partnerstvo u kopnenom transportu donosi koristi i ekonomiji države u cjelini i to kroz poboljšanje transporta i njegovog menadžmenta, kao i kroz stimulaciju proizvodnje i trgovine. ITS takodje pomaže funkcionisanju ovih kooperativnih aktivnosti kroz poboljšanje protoka informacija i obezbjedjenju boljih menadžmentskih alata. Da bi partnerstvo javnog i privatnog sektora bilo uspješno obe strane moraju aktivno učestvovati u partnerstvu i obe strane moraju imati koristi od tih aktivnosti. Bitna načela ovog partnerstva moraju biti precizno definisana, kao što su:

- Odgovornost svakog partnera mora biti jasno i sporazumno utvrdjena
- Odgovarajući ulog novca, materijala i obaveza mora biti jasno definisan
- Doprinos, korišćenje i konačno vlasništvo intelektualne svojine mora biti utvrdjeno
- Proces zajedničkog donošenja odluka, zajedničko praćenje progressa i proces prihvatanja mora biti primijenjen
- Za svaku značajnu aktivnost moraju jasno biti utvrdjeni raspored i rokovi završetka.

ZAKLJUČAK

Postoje brojni konkretni primjeri koristi koje su ostvarene primjenom ITS-a. Posebno su značajani regionalni aspekti razvoja regionalne ITS arhitekture koja omogućava da investiranje u ITS bude efikasno sa stanovišta troškova. Inovativan pristup planiranju i razvoju regionalne arhitekture ITS-a ogleda u konceptiranju izvodljivih projekata i projekata koji obezbjedjuju pouzdanost i efikasnost poslovanja. Za implementaciju ITS-a od presudnog je značaja izrada arhitekture ITS-a koja se može raditi po sistemu korak po korak. Arhitektura ITS-a definiše okvir u kojem sistem može biti izgradjen. Arhitektura ITS-a takodje definiše šta elementi sistema rade (koje su im funkcije) i informacije koje se razmjenjuju između njih.

Značaj arhitekture ITS-a ogleda se i u tome što arhitektura omogućava da integrisane opcije budu razmatrane prije nego što se investira u projektovanje i razvoj sistema.

Arhitektura ITS-a je orijentisana ka funkcionalnosti i ona ne specificira tehnologiju što joj omogućava da ostane efektivna i aktuelna duži period vremena jer ne zavisi od tehnoloških promjena. ITS je oblast koja zahtijeva kolaborativan pristup jer se tehnološke promjene

dogadaju svakodnevno, a događaje se i u budućnosti. Javni i privatni sektor imaju svoje specifične prednosti i kvalitete koje zajedničkim radom na implementaciji ITS-a mogu biti ojačane kroz kooperaciju.

KAKO PONAŠANJE VOZAČA UTIČE NA ODVIJANJE SAOBRAĆAJA NA SIGNALIZIRANIM RASKRSLICAMA

Tematika koju je mr. Yang proučavao u Kini, SAD-u i u Bosni i Hercegovini

Tokom mjeseca oktobra na Saobraćajnom fakultetu Internacionalnog univerziteta Travnik u Travniku boravio je kandidat za doktorsku disertaciju Univerziteta Tenesi (SAD) mr. Qiang Yang. Mladi kandidat za doktorsku disertaciju je radio kao asistent na Građevinskom fakultetu Univerziteta Tenesi i jedan je od najboljih studenata ovog Univerziteta. Tokom svog jednomjesečnog boravka u Bosni i Hercegovini mr. Yang je istraživao ponašanje vozača na semaforiziranim raskrsnicama što je i tema njegove doktorske disertacije. U tom cilju izvršio je snimanja na odabranim raskrsnicama u Travniku, Zenici i Sarajevu. Mr. Yang održao je predavanja za studente Saobraćajnog fakulteta Internacionalnog univerziteta Travnik a teme su bile: "Driving simulator", "Introduction to Traffic Engineering", "The Study of Driving Behavior at Signalized Intersections Using Phase Gradient Method" i "Transportation Asset Management".

Na osnovu njegovih radova studenti su mogli čuti mnogo zanimljivih i bitnih informacija o saobraćajnom inženjerstvu, posebnoj vrsti simulatora pri vožnji koji simuliraju informacije iz okoline i daju povratne informacije o uticaju koji ima ponašanje vozača na odvijanje saobraćaja.

Prof. dr. Ibrahim Jusufrić, rektor Internacionalnog univerziteta Travnik (u sredini), prof. dr. Mirsad Kulović, dekan Saobraćajnog fakulteta na Internacionalnom univerzitetu Travnik (desno) i mr. Qiang Yang-kandidat za doktorsku disertaciju



Simulator vožnje-pomoć kod istraživanja saobraćaja i ponašanja