

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

На 741. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду одржаној 27. 12. 2011. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације Жилберта Тафе, магистра електротехнике, под насловом "Нови алгоритми за повећање вероватноће формирања сигурних сензорских баријера коришћењем мобилних чворова". На основу увида у приложени материјал, Наставно-научном већу подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

Кандидат Жилберт Тафа је рођен у Бару, Република Црна Гора, 16. јула 1974. године. Основну и средњу школу је завршио у Улцињу где је више пута биран за најбољег ученика генерације. Електротехнички факултет завршава у Подгорици 1997. године, на одсеку за електронику, где такође дипломира међу првима у својој генерацији. Након дипломирања, запошљава се у Црногорском Телекому где испрва обавља функцију инжењера за Ericsson-ове АХЕ централе, затим инжењера за информационе системе, а задње три године и као руководиоц свих техничких сектора у оквиру ТК центра. Радећи као инжењер у Телеком, он истовремено завршава и четворосеместралне магистарске студије на Електротехничком факултету у Подгорици, где полаже испите из планом предвиђених и изборних предмета на одсеку речунарства са просечном оценом 10. Магистарску тезу под називом „Прилог развоју бежичних сензорских система са акцентом на медицинске примјене“ брани 2006 године, такође са оценом 10, код ментора Проф. Др. Радована Стојановића.

Жилберт Тафа је члан групе за примењену електронику при електротехничком факултету у Подгорици. Он је такође члан експертске радне групе, која се бави ревизијом планова, за област телекомуникација. Од Инжењерске Коморе Црне Горе, Жилберт Тафа је лиценциран за пројектовање и надзор нисконапонских инсталација а поседује и лиценцу судског вештака за области рачунарске технике и телекомуникација, издату од стране Министарства Правде РЦГ.

Док је радио у Телеком, Жилберт Тафа је истовремено хонорарно радио и у средњој школи као професор математике, информатике и електротехничке групе предмета. Данас предаје на факултету информатике и електронике у Тирани и Скадру, Албанија, где предаје речунарске мреже.

Списак објављених радова релевантих за рад на предложеној теми:

1. Tafa, Zh. "Algorithms on Improving End-To-End Connectivity and Barrier Coverage In Stochastic Network Deployments", *Third International ICST Conference on Ad Hoc Networks*, Paris, France, 2011.
2. Tafa, Zh.. & Milutinović, V., "Detectability of Static and Moving Targets in Randomly Deployed Military Surveillance Networks," *Ad Hoc & Sensor Wireless Networks*, 2011 (**impact factor 0.309/2010**).
3. Tafa, Zh., Milutinović, V., Rakočević, G., and Mihajlović Đ., "Effects of Inter-disciplinary Education On Technology-driven Application Design," *IEEE Transactions on Education*, 2011 (**impact factor 1.328/2010**).
4. Omerović, S., Babović, Zh., Tafa, Zh., Milutinović, V., and Tomažić, S., "Concept Modeling: From Origins to Multimedia," *Multimedia Tools and Applications*, Springer, 2011 (**impact factor 0.626/2010**).

5. Tafa, Zh., "Sensor Networks in Pervasive Healthcare Computing," In Röcker, C., Ziefle, M. (Eds). *Smart Healthcare Applications and Services*, IGI Global, January, 2011.
6. Tafa, Zh., "Ubiquitous sensor networks," In Gavrilovska, Lj., Krco, S., Milutinović, V., Stojmenovic, I., Trobec, R. (Eds). "Wireless Sensor Networks: Concepts, Multidisciplinary Issues, and Case Studies", Springer-Verlag, 2010.

2. Предмет и циљ истраживања

Област бежичних сензорских мрежа (БСМ) је, од стране еминентнијих светских научних институција (као што је МИТ), препозната као веома интересанта мултидисциплинарна област и као један од водећих трендова у домену компјутерског инжењеринга. Као инжењерска и научна дисциплина, она представља изазов због широког поља примене и због технолошки специфичних захтева, као што су: мале димензије сензорских чворова, енергетска аутономија чворова, инсталација у неприступачним географским областима, велики степен захтеване поузданости, итд. У свим апликацијама, а посебно у оним где се мрежа инсталира на географски неприступачном терену (као што су војне апликације) или оним где се искључиво захтева висок степен детектабилности, потребно је првенствено обезбедити покривеност подручја од интереса сензорским пољем и конективност, тј. могућност детекције и прослеђивања информације. Када је подручје од интереса тракаста површина која треба да обезбеди детекцију свих објеката приликом покушаја преласка са једне њене стране на другу по ширини, тада се говори о сензорским баријерама.

Сензорске баријере се проучавају са разних становишта. Ипак, њихова примена је углавном везана за покривеност граница географски приступачних области или у војним апликацијама (где је област од интереса најчешће неприступачна). Када се ради о првом случају, инсталација мреже је детерминистичка, те покривеност мрежом и њена конективност не представља инжењерски (и научни) изазов. Овде се најчешће говори о оптимизацији постојећих конфигурација у циљу што дужег века функционисања мреже. С друге стране, када се говори о инсталацијама где позиције чворова не могу бити стриктно и унапред дефинисане, примарни циљ се премешта на постизање основне покривености одређеног региона и конективности. У овом контексту ће се инсталација мреже у овој тези моделирати на два начина а веродостојност експерименталних резултата добијених успомоћ развијеног симулатора ће се верификовати коришћењем изведених математичких израза.

Након што се потврди веродостојност симулатора, предлагаће се два алгоритма за проналажење оптималног броја и оптималних позиција накнадно додатих (мобилних) чворова у циљу повећања вероватноће формирања сензорских баријера. У домену излазних величина симулатора, истражује се утицај броја непокретних сензорских чворова и односа ширине баријере и радијуса детектабилности чворова на број и дужину процепа (у смислу баријерске повезаности с краја на крај), односно на потребан број мобилних чворова који би се накнадно укључили у мрежу како би обезбједили сигурну сензорску баријеру. Симулатором ће се такође анализирати и гранични случајеви.

Процес креирања алгоритма ће се описати користећи CMMI (Capability Maturity Model Integration) методологију а услови типичне стохастичке имплементације БСМ-а ће се теоретски описати у контексту концептуалног моделирања.

Осврт на релевантне библиографске изворе

Теме проучавање у овој дисертацији, посебно покривеност региона мрежом квази-случајно распоређених сензорских чворова и формирање сензорских баријера у овим условима имплементације (типичне за војне апликације), су данас веома актуелне о чему говори и опсежна литература:

Анализа покривености региона и детектабилност сензорских баријера:

1. A. Chen, S. Kumar, and T.H. Lai, "Local Barrier Coverage in Wireless Sensor Networks," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 9, no. 4, pp. 491-504, 2010.
2. G. Fan and S. Jin, "Coverage Problem in Wireless Sensor Network: A survey," *Journal of Networks*, vol. 5, no. 9, pp. 1033-1040, 2010.
3. M. Winkler, K.-D. Tuchs, K. Hughes, and G. Barclay, "Theoretical and Practical Aspects of Military Wireless Sensor Networks," *Journal of Telecommunications and Information Technology*, pp. 37-45, 2008.
4. M. Noori, S. Movaghati, and M. Arkdakani, "Characterizing the Path Coverage of Random Wireless Sensor Network," *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, pp. 1-11, 2010.
5. A. Saipulla, C. Westphal, B. Liu, and J. Wang, "Barrier Coverage of Line-based Deployed Sensor Networks," in *Proc. of the INFOCOM 2009*, pp. 127-135, April 2009.
6. R. Mulligan and H.M. Ammari, "Coverage in Wireless Sensor Networks: A survey," *Network Protocols and Algorithms*, vol. 2, no. 2, pp. 27-53, 2010.
7. S. Chellappan, W. Gu, X. bai, D. Xuan, B.Ma, and K. Zhang, "Deploying Wireless Sensor Networks Under Limited Mobility Constraints," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 6, no.10, pp. 1141-1157, 2007.
8. A. Saipulla, B. Liu, G. Xing, X. Fu, and J. Wang, "Barrier Coverage with Sensors of Limited Mobility," *Proc. of the ACM on Mobile Ad Hoc Networking and Computing*, 2010.
9. Hossain, P.K. Biswas, and S. Chakrabarti, "Sensing Models and its Impact on Network Coverage in Wireless Sensor Network", *Proc. of the Industrial and Information Systems ICIIS*, pp. 1-5, 2008.
10. X. Chen, Y.-C. Ho, and H. Bai, "Complete Coverage and Point Coverage in Randomly Distributed Sensor Networks," *Journal of IFAC*, vol. 45, Issue 6, 2009.
11. K-F. Ssu, W-T. Wang, F-K. Wu, and T-T Wu, "K-Barrier Coverage with a Directional Sensing Model," *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, vol. 2, no. 1, pp. 75-83, 2009.
12. G. Mester, "Intelligent Mobile Robot Motion Control in Unstructured Environments," *Acta Polytechnica Hungarica*, vol. 7, no. 4, pp. 153-165, 2010.
13. M. Cardei and J. Wu, "Coverage in Wireless Sensor Networks," in *Handbook of Sensor Networks*, M.Ilyas and I. Mahgoub (eds.), CRC Press, 2004.
14. Liu and D. Towsely, "A Study of the Coverage of Large-scale Sensor Networks," *Proc. of the IEEE International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Systems*, pp. 475-483, 2005.
15. E. Onur, C. Ersoy, H. Delic, and L. Akarun, "Surveillance Wireless Sensor Networks: Deployment Quality Analysis," *IEEE Network*, pp. 48-53, 2007.
16. A. Arora, P.Dutta, S. Bapat, V. Hulathumani, H. Zhang, V. Naik, V. Mittal, H. Cao, M. Demibas, M. Gouda, and Y Choi, "A Line in the Sand: A Wireless Sensor Network for Target Detection, Classification, and Tracking," *Comp. Networks*, vol. 46, no. 5, pp. 605-634, 2004.
17. A. Liu, O.Dousse, J. Wang, and A. Saipulla, "Strong Barrier Coverage of Wireless Sensor Networks," in *Proc. of the ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing*, 2008.
18. P. Balister, B. Bollobas, A. Sarkar, and S. Kumar, "Reliable Density Estimates for Coverage and Connectivity in Thin Strips of Finite Length," *Proc. of the ACM on Mobile Computing and Networking*, pp. 75-86, 2007.
19. A. Saipulla, B. Liu, and J. Wang, "Barrier Coverage with Airdropped Wireless Sensors," in *Proc. of IEEE MILCOM 2008*, pp. 1-7, 2008.
20. H. Liu, A. Nayak, and I. Stojmenovic, "Sensor Area Coverage," *Wireless Sensor and Actuator Networks: Algorithms and Protocols for Scalable Coordination and Data Communication*, A. Nayak, I. Stojmenovic (eds.), Wiley, chapter 3, 2010.
21. S. Adlakha and M. Srivastava, "Critical Density Thresholds for Coverage in Wireless Sensor Networks," *Proc. of the IEEE on Wireless Communications and Networking*, vol. 3, pp. 1615-1620, 2003.
22. X-Gang, Q., Li-Fang, L., and San-Yang, L., "Experimental Study on Connectivity for Wireless Sensor Networks," *JDCTA: International Journal of Digital Content Technology and its Applications*, vol. 4, no.3, pp. 184-189, 2010.

23. Maity, C., and Gupta, A., "Critical Communication Radius Prediction with Random Distributed Nodes in WSN," *Proc. of ASCNT*, CDAC, India, pp. 31-38, 2010.
24. Gay-Fernandez, J.A., Sanchez, M.G., Cuinas, I., Sanchez, J.G., and Miranda-Sierra, J.L., "Propagation Analysis and Deployment of a Wireless Sensor Network in a Forest," *Progress in Electromagnetic Research*, Vol.106, pp. 121-145, 2010.

Концептуално моделирање и CMMI:

1. Chan C, "The knowledge modeling system and its application," *Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, pp 1353–1356, Vol. 3, 2004.
2. Chen P, "The entity-relationship model—toward a unified view of data," *ACM Press, ACM Transactions on Database Systems*, 1(1), pp. 9–36, 2007.
3. Omerović, S., Babović, Zh., Tafa, Zh., Milutinović, V., and Tomažić, S., "Concept Modeling: From Origins to Multimedia," *Multimedia Tools and Applications*, Springer, 2011.
4. Ballan L, Bertini M, Bimbo AD, Serra G, "Video annotation and retrieval using ontologies and rule learning," *IEEE MultiMedia*, Vol. 17, No. 4, pp. 80-88, 2010.
5. Diligenti M, Kovacevic M, "Visual pagerank: improving the random surfer model using visual features," *IPSI Transaction on Internet Research*, 6(1), pp.18–26, 2010.
6. Bryant RE, "Data-intensive supercomputing: the case for DISC," Technical report, School of Computer Science, *Carnegie Mellon University*, 2007.
7. CMMI Product Team, "CMMI for systems engineering, software engineering, integrated product and process development, and supplier sourcing," *Carnegie Mellon Software Engineering Institute*, Pittsburgh, PA, TR-011, Mar. 2002.
8. Hsu-Yang K., Jing-Shiuan H., "Sensor Surveillance System for Drought Disaster Based on CMMI Model," *Proc. of the First International Conference on Innovative Computing, Information and Control*, pp. 722-725, 2006.
9. Julio A. H., Maria C. B., "Implementing CMMU using a Combination of Agile Methods," *CLEI Electronic Journal*, Vol. 9, no. 1, p. 7, 2006.
10. C.K. Hong, Y.H. Guo, and Y.C. Li, "Light-Weight Capability Maturity Model Integration (CMMI) for National Science Council (NSC) Open Source Project," *National Science Council Department of Engineering and Applied Sciences*, Taipei, 2004.

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе за извођење нових алгоритама у циљу оптимизације мрежних параметара у правцу повећања вероватноће формирања сигурних сензорских баријера накнадним увођењем додатних чворова у овој дисертацији су следеће:

- Позиције сензорских чворова се могу описати функцијама расподеле.
- Математички и експериментално се може извршити апроксимација процеса бацања сензора из авиона.
- За опис облика сензорског поља сваког сензорског чвора се може користити бинарни модел.
- Анализа се врши у дводимензионалном простору, не узимајући у обзир услове терена, осим код једног алгорита, где је његова подобност имплицитно везана за коришћење на терену где рељефне карактеристике утичу на позицију сензора и његово сензорско и електромагнетно поље.
- Процес дизајнирања алгоритама за повећање вероватноће креирања сигурних сензорских баријера се може описати у домену CMMI модела.
- Концептуално моделирање се може користити у опису услова стохастичке инсталације БСМ-а на поризвољном терену.

4. Научне методе истраживања

Методологија истраживања у оквиру предложене дисертације састојаће се од следећих корака:

- Преглед постојећих приступа анализи покривености региона сензорским пољем, детектабилности покретних мета и процени квалитета сензорских баријера.
- Аналитичке методе одређивања вероватноће покривености сензорског поља и креирања сензорских баријера за два случаја позиционирања чворова, када се позиције моделирају двома функцијама расподеле.
- Експериментално одређивање вероватноће покривености региона сензорским пољем и вероватноће формирања сензорских баријера. Веродостојност симулатора се потврђује упоређивањем резултата са оним добијених математичком методом. Симулатор додатно обезбеђује евалуацију граничних случајева.
- Процена зависности броја и величине прекида на баријерама од односа радијуса детектабилности и ширине баријере, као и од броја иницијално инсталираних статичких чворова, коришћењем развијеног симулатора.
- Коришћење СММИ методологије за опис процеса креирања софтверског решења.
- Коришћење концептуалног моделирања у опису услова имплементације БСМ-а.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси ове докторске дисертације обухватају:

- Анализа покривености сензорском мрежом и анализа детектабилности покретних мета за два случаја, када се просторни распоред чворова може описати функцијама расподеле.
- Предлог алгоритама и развој софтвера за одабир оптималног низа чворова који чине сензорску баријеру, за налажење прекида у овим баријерама и њихово допуњавање мобилним чворовима.
- Одређивање зависности вероватноће креирања сензорске баријере од броја и позиције статичких и покретних сензорских чворова и од односа радијуса детектабилности и ширине баријере, те креирање квалитативне основе за одређивање исплативости увођења бежичних чворова у циљу побољшања квалитета покривености мрежом у одређеним условима имплементације.
- Кориштење СММИ методологије за представљање алгоритама из домена детектабилности статичких и покретних мета у стохастички имплементираним војним мрежама за мониторинг терена.
- Разматрање могућности кориштења концептуалног моделирања у моделирању услова инсталације БСМ-а.

6. План истраживања и структура рада

У првом делу рада биће описани начини коришћења БСМ-а, најважнији аспекти дизајнирања БСМ-базираних апликација и најбитнији фактори који утичу на степен покривености и детектабилности. У овом делу ће се такође описати основе СММИ модела и концептуалног моделирања и поља њихове примене.

У другом делу рада биће извршена компаративна анализа и класификација постојећих приступа процени и побољшању покривености географских региона сензорском мрежом, са посебним освртом на анализу сензорских баријера код стохастички инсталираних БСМ-ова.

У трећем делу рада ће се у почетку представити домен истраживања описивањем сценарија примене предмета анализе, постављањем и описом полазних хипотеза, претпоставки и коришћених апроксимација. Базирајући се на датим претпоставкама, у овом делу ће се такође извршити математичко описивање степена покривености региона од интереса сензорским пољем, као и математичка формулација вероватноће детектабилности покретних мета у сензорском пољу са посебним акцентом на примену код сензорских баријера.

У четвртом делу рада ће се, кроз конкретне примере, а користећи претходно изведене математичке релације, показати веродостојност резултата добијених преко симулатора развијеног у Java програмском језику.

У петом делу рада ће се, успомоћ СММI методологије, описати процес развијања и имплементације нових алгоритама за проналажење оптималног низа чворова који, под одређеним условима, обезбеђују највећу вероватноћу за формирање сензорских баријера и омогућавају коришћење најмањег броја накнадно укључених (мобилних) чворова у циљу формирања сигурних сензорских баријера. Уграђивањем ових алгоритама у функционалност симулатора, резултати се евалуирају у односу на параметре инсталације као што су: однос ширине баријере и радијуса детектабилности сензорског чвора као и густине почетне инсталације сензорске мреже.

У последњем делу истраживања ће се разматрати контексти имплементације концептуалог моделирања у рад симулатора, односно могућности смањења степена апроксимације почетних поставки анализе кроз реалније моделирање симулационих параметара и симулационог окружења, посебно по питању утицаја ветра приликом бацања сензорских чворова из авиона и утицаја терена на позицију и облик сензорског поља сензорских чворова..

7. Закључак и предлог

На основу свега изложеног, Комисија сматра да кандидат Жилберт Тафа, магистар електротехнике, испуњава све формалне и суштинске услове за приступање изради докторске дисертације. Резултати до којих ће кандидат доћи, имаће значајан допринос у области бежичних сензорских мрежа у условима када се чворови не могу инсталирати у прецизним и предетерминисаним позицијама. Стога Комисија предлаже Научно-наставном већу Електротехничког факултета у Београду да кандидату Жилберту Тафи одобри израду дисертације под насловом "Нови алгоритми за повећање вероватноће формирања сигурних сензорских баријера коришћењем мобилних чворова".

У Београду, 08. 02. 2012.

Чланови комисије

др Вељко Милутиновић, редовни професор

др Мирослав Бојовић, ванредни професор

др Драган Милићев, венредни професор

др Ранко Поповић, ванредни професор