



Наставно- научном већу ФОН-а

Одлуком Научно- наставног већа ФОН-а од 24.09.2014. именовани смо у Комисију за оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације кандидата Драгана Зорановића , под насловом:

" Унапређење интеракције човека и рачунара употребом система за препознавање покрета "

и на основу тога подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Драган Зорановић је рођен 12. септембра 1981. године у Ужицу. Основну школу и средњу техничку школу (профил електротехничар погона) је завршио у Ужицу. Дипломирао је 2008. године на Саобраћајном факултету у Београду на смеру за поштански саобраћај, са темом "Системи интелигентног видео надзора са идејним концептима примене" под вођством ментора проф. др Миодрага Бакмаза. По завршетку студија на Саобраћајном факултету уписује мастер студије на Факултету организационих наука, на смеру за информационе технологије у Београду. Звање дипломирани инжењер-мастер организационих наука стиче одбраном мастер рада на тему "Развој мултимедијалне апликације за репродукцију паралелно синхронизованих извора" под вођством ментора проф. др Душана Старчевића, у марту 2011. године.

Непосредно пре уписа докторских студија, заједно са стручњацима и истраживачима из целе Европе похађао је летњу школу "SenZations 2011" чија тематика су сензорске мреже и интернет интелигентних уређаја са различитим применама. Неке од могућих примена које су обрађене се односе и на праћење људског покрета и активности помоћу маркера и сензорских технологија.

Докторске студије започиње 2011. године, када уписује смер Информациони системи на Факултету организационих наука у Београду, чиме започиње и научно истраживачки рад. Положио је свих 9 испита (са просечном оценом 10) предвиђених планом и програмом докторских студија на смеру Информациони системи и остварио укупно 90 ЕСП бодова. Положио је следеће испите: Развој информационих система, Мобилно рачунарство, Управљање подацима, Методологија научно–истраживачког рада, Рачунарске мреже - одабрана поглавља, Интеракција човека и рачунара–одабрана поглавља, Интернет технологије, Мобилно пословање, Интернет интелигентних уређаја.

Одмах по упису докторских студија у новембру 2009. године почиње да ради као спољњи сарадник на Саобраћајном факултету у Београду, на катедри за општу и примењену математику, на ужој научној области "Информатика". Ангажован је за извођење вежби из предмета Основи програмирања на основних студијама.

Крајем 2013. године похађа и успешно завршава онлајн курс "Интеракција човека и рачунара" који организује Калифорнијски универзитет, Факултет за когнитивне и рачунарске науке и инжењерство у Сан Дијегу. По успешном завршетку онлајн курса његово интересовање за технологијама интеракције као и праћења људског покрета још више расте и почиње интензивније да се бави овом проблематиком. Жеља му је да у научном домену што више напредује, да се посвети истраживању примене система за препознавање људског покрета у домену интеракције човека и рачунара и да баш у тој области стекне највише академско звање.

Списак објављених радова

Рад у водећем часопису националног значаја објављен у целини:

1. Ana Uzelac, Dragan Zoranović, Nenad Gligorić, Miljan Vučetić, Sanja Vuković, "Unapređenje zdravstvenog sistema zemalja u razvoju primenom mobilnih tehnologija", Arhiv za tehničke nauke, Zbornik radova, Vol. 3, br. 5, srt. 63-70, Bijeljina, 2011.

Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини:

1. Ana Uzelac, Dragan Zoranović, Aleksandra Kostić-Ljubisavljević, Vesna Radonjić, Slađana Janković, Snežana Mladenović, "General WBAN System Architecture in Rural Areas", 5th International Conference on Communications, Networking and Informatino Technology, Dubai, 2001.

Радови саопштени на скупу националног значаја штампани у целини:

1. Dragan Zoranović, Ana Uzelac, Nenad Gligorić, "Aplikacija za podršku paralelno sinhronizovane reprodukcije medijskih izvora", XXXVIII Simpozijum o operacionim istraživanjima, SYM-OP-IS 2011, Zbornik radova, str. 302-305, Zlatibor, septembar 2011.
2. Dragan Zoranović, Snežana Mladenović, Slađana Janković, Ana Uzelac, "Prilagodljivi web dizajn sa primenom fiksnog rasporeda elemenata", XL Simpozijum o operacionim istraživanjima, SYM-OP-IS 2013, Zbornik radova, str. 320-325, Zlatibor, septembar 2013.
3. Snežana Mladenović, Dragan Zoranović, Ana Uzelac, Slađana Janković, "Web dizajn: savremeni pristupi i tehnike izrade", XXXI Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, PosTel 2013, Zbornik radova, str. 351-360, Beograd, decembar 2013.
4. Dragan Zoranović, Miroslav Minović, "Začeci razvoja interfejsa zasnovanih na pokretu", InfoTech, Zbornik radova, Arandelovac, jun 2014.
5. Dragan Zoranović, Snežana Mladenović, Ana Uzelac, Slađana Janković, "Koncept primene kognitivnog prolaska na prilagodljivi web dizajn", XLI Simpozijum o operacionim istraživanjima, SYM-OP-IS 2014, Zbornik radova, str. 175-180, Divčibare, septembar 2014.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Проблем који ће бити разматран се односи на историјски развој као и тренутне могућности препознавања људског покрета у погледу примењених метода, техника, алгоритама и различитих сензорских технологија. Контекст у коме ће се разматрати препознавање покрета јесте унапређење интеракције човека са рачунаром и окружењем.

Систем за опажање људских покрета је било који софтверско-хардверски систем који може регистровати и забележити људске покрете, односно покрете неких делова тела или целог тела. Некада се након бележења покрета врши и препознавање акције или активности коју човек изводи. У литератури се ова врста система често скраћено назива "МоСар" системом. Појам МоСар уједно представља и систем и сам процес регистровања и бележења људских покрета.

Рачунарско препознавање покрета је присутно свуда у нашем окружењу. Интелигентни системи видео надзора користе специфично развијене алгоритме који могу са слике камере детектовати кретање, присуство објеката и људи, као и сумљиве активности. На тај начин се може без присуства човека надгледати неко окружење и аутоматски позвати радник обезбеђења ако систем на основу уграђених правила процени да је то потребно. У филмској индустрији, снимање покрета помоћу постављених маркера на тело глумца се користи у циљу анимирања припремљених рачунарских 3D људских модела. Тиме се постиже природнија анимација људских и животињских ликова, а такође се и избегава обављање скупоцене и сложене ручне анимације, која је до скоро била уобичајена за све врсте анимираних филмова. Последњих година је актуелна употреба играчких конзола са уграђеном технологијом рачунарске визије (нпр. Microsoft Xbox Kinect), при чему се контроле активирају покретима руку и тела тзв. гестовима, чиме се играчно искуство подиже на много виши ниво него када се користе контроле са тастатуром. Овакве конзоле се за сада могу користити само у затвореном простору, али поред предвиђене намене препознавања гестова за играње могуће их је програмирати и за друге намене помоћу API библиотека произвођача. Поред поменутих домена употребе интересантно је поменути и подручје компресије видео записа које је засновано на препознавању и анализи људског покрета. Овим се постиже далеко бољи степен компресије с обзиром да се кретање људске фигуре своди на параметризацију припремљеног визуелног модела.

Сви наведени примери представљају неки вид интеракције човека са рачунаром или окружењем, али употребом система за праћење покрета. Као што се може претпоставити, под рачунаром се данас подразумева било који предмет у окружењу који може вршити интеракцију са човеком и који има уграђен сензор, дисплеј или вештачку интелигенцију. Рачунар не мора бити видљив човеку, али ипак може учествовати у интеракцији, тако да појам интеракције човека и рачунара данас има веома широк контекст.

Један од посебно интересантних домена за примену система за препознавање и анализу покрета јесте интеракција са радним местом. Овај домен је тек у развоју и има доста нерешених проблема. Утврђивање ергономских услова у којима се обављају радне активности има за циљ њихово побољшање као и редизајнирање производног процеса тако да се оствари већа продуктивност и задовољство радника, а да се истовремено избегну могуће повреде на раду. Утврђивање физичких ергономских фактора се може извести мануелним мерењем свих постојања у којима човек изводи активност као и физичких величина и тежина предмета и опреме коју користи. Након мерења се користе системи за виртуелну симулацију извођења покрета и ергономске прорачуне статичких и динамичких оптерећења. Да би се извела симулација покрета потребно је претходно прикупити прецизне мере постојања човека и дефинисати жељену симулацију. Уколико се прикупљање ових података и њихов унос у симулацију ради ручно, често долази до нежељених грешака што може у симулацији проузроковати изразу извештаја који даје потпуно погрешне резултате ергономске анализе. Овде долази до изражаја употреба МоСар система који се могу користити у фази прикупљања потребних података о постојањима и начину извођења покрета, да би се на тај начин добили што тачнији резултати ергономске анализе. Описани пример употребе МоСар система представља тзв. имплицитну интеракцију човека са рачунаром.

Предмет истраживања је могућност примене МоСар система за унапређење интеракције човека и рачунара, као и на реализацију решења које би омогућило нови начин имплицитне интеракције. Конкретније, предмет истраживања ће бити развој методолошког приступа за унапређење интеракције човека са рачунаром употребом препознавања покрета. При избору теме пошли смо од чињенице да су постојеће МоСар технологије и системи довољно зрели да омогуће прикупљање података неопходних како за експлицитну тако и за имплицитну интеракцију путем препознавања покрета.

Предмет истраживања биће поступци, средства, технике и технологије које омогућују планирање, развој и експлоатацију система за интеракцију човека и рачунара заснованих на постојању. Генерално, неопходно је развити методолошки приступ који ће омогућити унапређење и развој различитих начина интеракције са рачунаром уз примену препознавања покрета употребом МоСар технологија.

Главни циљ и задатак истраживања је израда методолошког приступа пројектовању система за унапређење и развој интеракције човека и рачунара засноване на покрету, узимајући у обзир потребе и захтеве корисника са једне стране, и тренутних могућности МоСар технологија са друге стране.

Посебан циљ истраживања је практична демонстрација примене предложеног методолошког приступа у изради прототипске реализације система за унапређење интеракције радника са радним местом, базираних на МоСар технологијама и њихова евалуација у реалним условима.

Критички осврт на остварене резултате је дат у приступном раду под називом "Могућности за унапређење интеракције човека и рачунара употребом система за препознавање покрета", одбрањеном на Факултету Организационих Наука, 03.11.2014. године.

РЕЛЕВАНТНИ БИБЛИОГРАФСКИ ИЗВОРИ

Листа релевантних библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације (оквирна листа):

- [1] T. Moeslund, "Interacting with a Virtual World Through Motion Capture," *Virtual Interaction: Interaction in Virtual Inhabited 3D Worlds*, L. Qvortrup, ed., Springer London, 2001, pp. 221–234.
- [2] L.G. Roberts, "The Lincoln WAND," *Proceedings of the November 7-10, 1966, Fall Joint Computer Conference*, San Francisco, California: ACM, 1966, pp. 223–227.
- [3] T.G. Zimmerman, J. Lanier, C. Blanchard, S. Bryson, and Y. Harvill, "A Hand Gesture Interface Device," *Proceedings of the SIGCHI/GI Conference on Human Factors in Computing Systems and Graphics Interface*, Toronto, Ontario, Canada: ACM, 1987, pp. 189–192.
- [4] M.W. Krueger, T. Gionfriddo, and K. Hinrichsen, "VIDEOPLACE—an Artificial Reality," *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, San Francisco, California, USA: ACM, 1985, pp. 35–40.
- [5] L. Wang and D. Suter, "Recognizing Human Activities from Silhouettes: Motion Subspace and Factorial Discriminative Graphical Model," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2007. CVPR '07. IEEE Conference on*, 2007, pp. 1–8.
- [6] D. Grest, J. Woetzel, and R. Koch, "Nonlinear Body Pose Estimation from Depth Images," *Pattern Recognition*, W. Kropatsch, R. Sablatnig, and A. Hanbury, eds., Springer Berlin Heidelberg, 2005, pp. 285–292.
- [7] S. Pellegrini and L. Iocchi, "Human Posture Tracking and Classification Through Stereo Vision and 3D Model Matching," *J. Image Video Process.*, vol. 2008, Jan. 2008, pp. 7:1–7:12.
- [8] R. Yang and Z. Zhang, "Model-based head pose tracking with stereovision," *Automatic Face and Gesture Recognition, 2002. Proceedings. Fifth IEEE International Conference on*, 2002, pp. 255–260.
- [9] V. Ganapathi, C. Plagemann, D. Koller, and S. Thrun, "Real time motion capture using a single time-of-flight camera," *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2010 IEEE Conference on*, 2010, pp. 755–762.
- [10] D.M. Gavrilu and L.S. Davis, "3-D model-based tracking of humans in action: a multi-view approach," *Computer Vision and Pattern Recognition, 1996. Proceedings CVPR '96, 1996 IEEE Computer Society Conference on*, 1996, pp. 73–80.
- [11] W. Braume, O. Fischer, P. Maquet, and R. Furlong, *The human gait*, Springer, 1987.
- [12] L.W. Campbell and A. Bobick, "Recognition of human body motion using phase space constraints," *Computer Vision, 1995. Proceedings., Fifth International Conference on*, 1995, pp. 624–630.
- [13] W.K. English, D.C. Engelbart, and M.L. Berman, "Display-Selection Techniques for Text Manipulation," *Human Factors in Electronics, IEEE Transactions on*, vol. HFE-8, Mar. 1967, pp. 5–15.
- [14] L. Bao and S. Intille, "Activity Recognition from User-Annotated Acceleration Data," *Pervasive Computing*, A. Ferscha and F. Mattern, eds., Springer Berlin Heidelberg, 2004, pp. 1–17.
- [15] I.E. Sutherland, "Sketch Pad a Man-machine Graphical Communication System," *Proceedings of the SHARE Design Automation Workshop*, New York, NY, USA: ACM, 1964, pp. 6.329–6.346.
- [16] B.M. Gurley and C. Woodward, "Light-pen links computer to operator," *Electronics*, vol. 32, 1959, pp. 85–87.
- [17] D.R. Haring, "The Beam Pen: A Novel High-speed, Input/Output Device for Cathode-ray-tube Display Systems," *Proceedings of the November 30–December 1, 1965, Fall Joint Computer Conference, Part I*, Las Vegas, Nevada: ACM, 1965, pp. 847–855.
- [18] M.R. Davis and T.O. Ellis, "The RAND Tablet: A Man-machine Graphical Communication Device," *Proceedings of the October 27-29, 1964, Fall Joint Computer Conference, Part I*, San Francisco, California: ACM, 1964, pp. 325–331.

- [19] E.A. Johnson, "Touch display—a novel input/output device for computers," *Electronics Letters*, vol. 1, Oct. 1965, pp. 219–220.
- [20] F. Ebeling, R. Johnson, and R. Goldhor, "Infrared light beam x-y position encoder for display devices," U.S. Patent 3 775 560, 1973.
- [21] C.F. Herot and G. Weinzapfel, "One-point Touch Input of Vector Information for Computer Displays," *SIGGRAPH Comput. Graph.*, vol. 12, Aug. 1978, pp. 210–216.
- [22] S. Lee, W. Buxton, and K.C. Smith, "A Multi-touch Three Dimensional Touch-sensitive Tablet," *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, San Francisco, California, USA: ACM, 1985, pp. 21–25.
- [23] N. Rochester and R. Seibel, "Communication device," , 1962.
- [24] A. Bobick and J.W. Davis, "The recognition of human movement using temporal templates," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 23, Mar. 2001, pp. 257–267.
- [25] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L.S. Davis, "W4: real-time surveillance of people and their activities," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 22, Aug. 2000, pp. 809–830.
- [26] R. Rosales, M. Siddiqui, J. Alon, and S. Sclaroff, "Estimating 3D body pose using uncalibrated cameras," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*, 2001, pp. I–821–I–827 vol.1.
- [27] C. Schuldt, I. Laptev, and B. Caputo, "Recognizing human actions: a local SVM approach," *Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on*, 2004, pp. 32–36 Vol.3.
- [28] W. Li, Z. Zhang, and Z. Liu, "Action recognition based on a bag of 3D points," *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2010 IEEE Computer Society Conference on*, 2010, pp. 9–14.
- [29] D. Wu, F. Zhu, and L. Shao, "One shot learning gesture recognition from RGBD images," *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2012 IEEE Computer Society Conference on*, 2012, pp. 7–12.
- [30] P. Breuer, C. Eckes, and S. Müller, "Hand Gesture Recognition with a Novel IR Time-of-Flight Range Camera—A Pilot Study," *Computer Vision/Computer Graphics Collaboration Techniques*, A. Gagalowicz and W. Philips, eds., Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 247–260.
- [31] M. Siddiqui and G. Medioni, "Human pose estimation from a single view point, real-time range sensor," *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2010 IEEE Computer Society Conference on*, 2010, pp. 1–8.
- [32] M. Reyes, G. Dominguez, and S. Escalera, "Featureweighting in dynamic timewarping for gesture recognition in depth data," *Computer Vision Workshops (ICCV Workshops), 2011 IEEE International Conference on*, 2011, pp. 1182–1188.
- [33] J. Wang, Z. Liu, Y. Wu, and J. Yuan, "Mining actionlet ensemble for action recognition with depth cameras," *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2012 IEEE Conference on*, 2012, pp. 1290–1297.
- [34] L. Chen, H. Wei, and J. Ferryman, "A survey of human motion analysis using depth imagery," *Pattern Recognition Letters*, vol. 34, 2013, pp. 1995–2006.
- [35] S.L. Dockstader and A. Tekalp, "Multiple camera tracking of interacting and occluded human motion," *Proceedings of the IEEE*, vol. 89, Oct. 2001, pp. 1441–1455.
- [36] T. Gu, L. Wang, H. Chen, X. Tao, and J. Lu, "Recognizing Multiuser Activities Using Wireless Body Sensor Networks," *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, vol. 10, Nov. 2011, pp. 1618–1631.
- [37] I. Haritaoglu and M. Flickner, "Detection and tracking of shopping groups in stores," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*, 2001, pp. I–431–I–438 vol.1.
- [38] F. Huo and E.A. Hendriks, "Real Time Multiple People Tracking and Pose Estimation," *Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Multimodal Pervasive Video Analysis*, Firenze, Italy: ACM, 2010, pp. 5–10.
- [39] I. Mikić, M. Trivedi, E. Hunter, and P. Cosman, "Human Body Model Acquisition and Tracking Using Voxel Data," *International Journal of Computer Vision*, vol. 53, 2003, pp. 199–223.
- [40] T. Starner and A. Pentland, "Real-Time American Sign Language Recognition from Video Using Hidden Markov Models," *Motion-Based Recognition*, M. Shah and R. Jain, eds., Springer Netherlands, 1997, pp. 227–243.
- [41] L. Davis, V. Philomin, and R. Duraiswami, "Tracking humans from a moving platform," *Pattern Recognition, 2000. Proceedings. 15th International Conference on*, 2000, pp. 171–178 vol.4.
- [42] M.-T. Yang, Y.-C. Shih, and S.-C. Wang, "People tracking by integrating multiple features," *Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on*, 2004, pp. 929–932 Vol.4.
- [43] D. Zhang, D. Gatica-Perez, S. Bengio, and I. McCowan, "Modeling individual and group actions in meetings with layered HMMs," *Multimedia, IEEE Transactions on*, vol. 8, Jun. 2006, pp. 509–520.
- [44] K.-Y.K. Wong and R. Cipolla, "Extracting Spatiotemporal Interest Points using Global Information," *Computer Vision, 2007. ICCV 2007. IEEE 11th International Conference on*, 2007, pp. 1–8.
- [45] O. Amft, C. Lombriser, T. Stiefmeier, and G. Tröster, "Recognition of User Activity Sequences Using Distributed Event Detection," *Smart Sensing and Context*, G. Kortuem, J. Finney, R. Lea, and V. Sundramoorthy, eds., Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 126–141.

- [46] B. Song, A. Kamal, C. Soto, C. Ding, J.. Farrell, and A. Roy-Chowdhury, "Tracking and Activity Recognition Through Consensus in Distributed Camera Networks," *Image Processing, IEEE Transactions on*, vol. 19, Oct. 2010, pp. 2564–2579.
- [47] J. Starck and A. Hilton, "Model-based multiple view reconstruction of people," *Computer Vision, 2003. Proceedings. Ninth IEEE International Conference on*, 2003, pp. 915–922 vol.2.
- [48] D.B. Yang, H.H. Gonzalez-Banos, and L.J. Guibas, "Counting people in crowds with a real-time network of simple image sensors," *Computer Vision, 2003. Proceedings. Ninth IEEE International Conference on*, 2003, pp. 122–129 vol.1.
- [49] J. Carranza, C. Theobalt, M.A. Magnor, and H.-P. Seidel, "Free-viewpoint Video of Human Actors," *ACM Trans. Graph.*, vol. 22, Jul. 2003, pp. 569–577.
- [50] G. Hua, M.-H. Yang, and Y. Wu, "Learning to estimate human pose with data driven belief propagation," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on*, 2005, pp. 747–754 vol. 2.
- [51] K. Rohr, "Towards Model-Based Recognition of Human Movements in Image Sequences," *CVGIP: Image Understanding*, vol. 59, 1994, pp. 94–115.
- [52] C. Sminchisescu and B. Triggs, "Estimating Articulated Human Motion with Covariance Scaled Sampling," *The International Journal of Robotics Research*, vol. 22, 2003, pp. 371–391.
- [53] M. Kaneko, A. Koike, and Y. Hatori, "Coding of facial image sequence based on a 3-D model of the head and motion detection," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 2, 1991, pp. 39–54.
- [54] C. Lersudwichai, M. Abdel-Mottaleb, and A.-N. Ansari, "Tracking Multiple People with Recovery from Partial and Total Occlusion," *Pattern Recogn.*, vol. 38, Jul. 2005, pp. 1059–1070.
- [55] N. Oliver, A. Pentland, and F. Berard, "LAFTER: lips and face real time tracker," *Computer Vision and Pattern Recognition, 1997. Proceedings., 1997 IEEE Computer Society Conference on*, 1997, pp. 123–129.
- [56] L. Morency, A. Quattoni, and T. Darrell, "Latent-Dynamic Discriminative Models for Continuous Gesture Recognition," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2007. CVPR '07. IEEE Conference on*, 2007, pp. 1–8.
- [57] C. Rao and M. Shah, "View-invariance in action recognition," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*, 2001, pp. II–316–II–322 vol.2.
- [58] N. Krahnstoeber and R. Sharma, "Articulated models from video," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2004. CVPR 2004. Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on*, 2004, pp. I–894–I–901 Vol.1.
- [59] D. Damen and D. Hogg, "Recognizing linked events: Searching the space of feasible explanations," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. CVPR 2009. IEEE Conference on*, 2009, pp. 927–934.
- [60] A. Efros, A. Berg, G. Mori, and J. Malik, "Recognizing action at a distance," *Computer Vision, 2003. Proceedings. Ninth IEEE International Conference on*, 2003, pp. 726–733 vol.2.
- [61] A. Yilma and M. Shah, "Recognizing human actions in videos acquired by uncalibrated moving cameras," *Computer Vision, 2005. ICCV 2005. Tenth IEEE International Conference on*, 2005, pp. 150–157 Vol. 1.
- [62] I. Haritaoglu, R. Cutler, D. Harwood, and L.S. Davis, "Backpack: detection of people carrying objects using silhouettes," *Computer Vision, 1999. The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on*, 1999, pp. 102–107 vol.1.
- [63] S.. Niyogi and E.H. Adelson, "Analyzing and recognizing walking figures in XYT," *Computer Vision and Pattern Recognition, 1994. Proceedings CVPR '94., 1994 IEEE Computer Society Conference on*, 1994, pp. 469–474.
- [64] S.-J. Hong, N.A. Setiawan, and C.-W. Lee, "Multiple People Gesture Recognition for Human-robot Interaction," *Proceedings of the 12th International Conference on Human-computer Interaction: Intelligent Multimodal Interaction Environments*, Beijing, China: Springer-Verlag, 2007, pp. 625–633.
- [65] H. Sidenbladh, "Detecting human motion with support vector machines," *Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on*, 2004, pp. 188–191 Vol.2.
- [66] D. Chen, J. Yang, and H.D. Wactlar, "Towards Automatic Analysis of Social Interaction Patterns in a Nursing Home Environment from Video," *Proceedings of the 6th ACM SIGMM International Workshop on Multimedia Information Retrieval*, New York, NY, USA: ACM, 2004, pp. 283–290.
- [67] K. Aizawa and T.S. Huang, "Model-based image coding advanced video coding techniques for very low bit-rate applications," *Proceedings of the IEEE*, vol. 83, Feb. 1995, pp. 259–271.
- [68] C. Menier, E. Boyer, and B. Raffin, "3D Skeleton-Based Body Pose Recovery," *3D Data Processing, Visualization, and Transmission, Third International Symposium on*, 2006, pp. 389–396.
- [69] B. Allen, B. Curless, and Z. Popovic, "Articulated Body Deformation from Range Scan Data," *ACM Trans. Graph.*, vol. 21, Jul. 2002, pp. 612–619.
- [70] D. Ramanan, D.. Forsyth, and A. Zisserman, "Strike a pose: tracking people by finding stylized poses," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on*, 2005, pp. 271–278 vol. 1.
- [71] H. Lim, O.. Camps, M. Sznaiier, and V.. Morariu, "Dynamic Appearance Modeling for Human Tracking," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2006 IEEE Computer Society Conference on*, 2006, pp. 751–757.

- [72] A. Mohan, C. Papageorgiou, and T. Poggio, "Example-based object detection in images by components," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 23, Apr. 2001, pp. 349–361.
- [73] D. Comaniciu, V. Ramesh, and P. Meer, "Kernel-based object tracking," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 25, May. 2003, pp. 564–577.
- [74] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on*, 2005, pp. 886–893 vol. 1.
- [75] C.R. Wren, A. Azarbayejani, T. Darrell, and A. Pentland, "Pfinder: real-time tracking of the human body," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 19, Jul. 1997, pp. 780–785.
- [76] N. Jojic, J. Gu, H. Shen, and T. Huang, "3-D reconstruction of multipart self-occluding objects," *Computer Vision — ACCV'98*, R. Chin and T.-C. Pong, eds., Springer Berlin Heidelberg, 1997, pp. 455–462.
- [77] M.-Că. Silaghi, R. Plänkers, R. Boulic, P. Fua, and D. Thalmann, "Local and Global Skeleton Fitting Techniques for Optical Motion Capture," *Modelling and Motion Capture Techniques for Virtual Environments*, N. Magnenat-Thalmann and D. Thalmann, eds., Springer Berlin Heidelberg, 1998, pp. 26–40.
- [78] C. Bregler, "Learning and recognizing human dynamics in video sequences," *Computer Vision and Pattern Recognition, 1997. Proceedings., 1997 IEEE Computer Society Conference on*, 1997, pp. 568–574.
- [79] K. Rohr, "Human Movement Analysis Based on Explicit Motion Models," *Motion-Based Recognition*, M. Shah and R. Jain, eds., Springer Netherlands, 1997, pp. 171–198.
- [80] G. Shakhnarovich, P. Viola, and T. Darrell, "Fast pose estimation with parameter-sensitive hashing," *Computer Vision, 2003. Proceedings. Ninth IEEE International Conference on*, 2003, pp. 750–757 vol.2.
- [81] E. Hunter, P.H. Kelly, and R.C. Jain, "Estimation of articulated motion using kinematically constrained mixture densities," *Nonrigid and Articulated Motion Workshop, 1997. Proceedings., IEEE*, 1997, pp. 10–17.
- [82] E.-J. Ong and A. Hilton, "Learnt inverse kinematics for animation synthesis," *Graphical Models*, vol. 68, 2006, pp. 472–483.
- [83] Y. Yacoob and M.J. Black, "Parameterized modeling and recognition of activities," *Computer Vision, 1998. Sixth International Conference on*, 1998, pp. 120–127.
- [84] N. Ikizler and D. Forsyth, "Searching Video for Complex Activities with Finite State Models," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2007. CVPR '07. IEEE Conference on*, 2007, pp. 1–8.
- [85] P. Scovanner, S. Ali, and M. Shah, "A 3-dimensional Sift Descriptor and Its Application to Action Recognition," *Proceedings of the 15th International Conference on Multimedia*, Augsburg, Germany: ACM, 2007, pp. 357–360.
- [86] T. Darrell and A. Pentland, "Space-time gestures," *Computer Vision and Pattern Recognition, 1993. Proceedings CVPR '93., 1993 IEEE Computer Society Conference on*, 1993, pp. 335–340.
- [87] C. Sminchisescu, A. Kanaujia, and D. Metaxas, "Conditional models for contextual human motion recognition," *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 104, 2006, pp. 210–220.
- [88] J. Rittscher and A. Blake, "Classification of human body motion," *Computer Vision, 1999. The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on*, 1999, pp. 634–639 vol.1.
- [89] Y. Ivanov and A. Bobick, "Recognition of visual activities and interactions by stochastic parsing," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 22, Aug. 2000, pp. 852–872.
- [90] D. Moore and I. Essa, "Recognizing Multitasked Activities from Video Using Stochastic Context-free Grammar," *Eighteenth National Conference on Artificial Intelligence*, Edmonton, Alberta, Canada: American Association for Artificial Intelligence, 2002, pp. 770–776.
- [91] S.-W. Joo and R. Chellappa, "Attribute Grammar-Based Event Recognition and Anomaly Detection," *Computer Vision and Pattern Recognition Workshop, 2006. CVPRW '06. Conference on*, 2006, pp. 107–107.
- [92] S.N. Vitaladevuni, V. Kellokumpu, and L.S. Davis, "Action recognition using ballistic dynamics," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2008. CVPR 2008. IEEE Conference on*, 2008, pp. 1–8.
- [93] C. Rao, A. Yilmaz, and M. Shah, "View-Invariant Representation and Recognition of Actions," *International Journal of Computer Vision*, vol. 50, 2002, pp. 203–226.
- [94] P. Peursum, H.H. Bui, S. Venkatesh, and G. West, "Robust Recognition and Segmentation of Human Actions Using HMMs with Missing Observations," *EURASIP J. Appl. Signal Process.*, vol. 2005, Jan. 2005, pp. 2110–2126.
- [95] M.S. Ryoo and J.K. Aggarwal, "Recognition of Composite Human Activities through Context-Free Grammar Based Representation," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2006 IEEE Computer Society Conference on*, 2006, pp. 1709–1718.
- [96] C.S. Pinhanez and A. Bobick, "Human action detection using PNF propagation of temporal constraints," *Computer Vision and Pattern Recognition, 1998. Proceedings. 1998 IEEE Computer Society Conference on*, 1998, pp. 898–904.
- [97] A. Hakeem and M. Shah, "Ontology and taxonomy collaborated framework for meeting classification," *Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on*, 2004, pp. 219–222 Vol.4.
- [98] H. Bullinger, M. Richter, and K. Seidel, "Virtual assembly planning," *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, vol. 10, 2000, pp. 331–341.

- [99] S.-W. Chang and M.-J.J. Wang, "Digital human modeling and workplace evaluation: Using an automobile assembly task as an example," *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, vol. 17, 2007, pp. 445–455.
- [100] G. Colombo, D. Regazzoni, C. Rizzi, and G. De Vecchi, "Preliminary Analysis of Low-Cost Motion Capture Techniques to Support Virtual Ergonomics," *ICoRD'13*, A. Chakrabarti and R.V. Prakash, eds., Springer India, 2013, pp. 423–434.
- [101] R. Ma, D. Chablat, F. Bennis, and L. Ma, "A Framework of Motion Capture System Based Human Behaviours Simulation for Ergonomic Analysis," *HCI International 2011 – Posters' Extended Abstracts*, C. Stephanidis, ed., Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 360–364.
- [102] H. Haggag, M. Hossny, S. Nahavandi, and D. Creighton, "Real Time Ergonomic Assessment for Assembly Operations Using Kinect," *Computer Modelling and Simulation (UKSim), 2013 UKSim 15th International Conference on*, 2013, pp. 495–500.
- [103] C.C. Martin, D.C. Burkert, K.R. Choi, N.B. Wiecezorek, P.M. McGregor, R. Herrmann, and P. Beling, "A real-time ergonomic monitoring system using the Microsoft Kinect," *Systems and Information Design Symposium (SIEDS), 2012 IEEE*, 2012, pp. 50–55.
- [104] T. Dutta, "Evaluation of the Kinect™ sensor for 3-D kinematic measurement in the workplace," *Applied Ergonomics*, vol. 43, 2012, pp. 645–649.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Хипотезе које ће бити проверене током истраживања су:

- Расположиве МоСар технологије и системи су развијени у довољној мери да могу бити примењени за унапређење интеракције човека и рачунара путем препознавања покрета
- За успешан развој система интеракције човека са рачунаром на бази препознавања и анализе покрета и акција потребно је развити методолошки приступ, који дефинише методе, моделе, технологије и алате за реализацију таквог система.
- Примена нових сензора за покрет је важан фактор унапређења интеракције човека и рачунара који омогућује развој како експлицитних, тако и имплицитних видова интеракције.
- Интеракција радника са радним местом се може унапредити развојем доменски специфичног модела за имплицитну интеракцију човека и радног места.
- Трошкови развоја система интеракције човека и рачунара заснованих на покрету могу бити значајно нижи ако се за реализацију користе нови, ценовно приступачни, сензори за покрет.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Да би се реализовала идеја истраживања и потврдиле, односно оповргле постављене хипотезе, у раду ће се користити следеће методе:

- прикупљање и сређивање података о доступним решењима на основу отворене литературе и претраживања Интернета, разменом информација и непосредним контактима за релевантним субјектима у свету,
- критичка анализа постојећих и предлог сопственог решења
- експериментална провера предложене методологије развоја реализацијом огледног примера у форми прототипа,
- практична провера постављених хипотеза тестирањем реализованог прототипа.

Резултати истраживања биће презентовани текстуално, описивањем и приказани кроз више дијаграма, слика и табела. Истраживање ће бити интердисциплинарно, јер укључује научне дисциплине рачунарских наука, информатике, електротехнике, биомедицине, ергономије и друге.

У реализацији софтверских решења користиће се итеративно-инкрементална објектно-оријентисана методологија пројектовања, базирана на MDA приступу, употребом UML језика за моделовање.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Рад који ће да проистекне на основу истраживања у предметној области треба садржаће више доприноса и то:

- Прикупљање, селекција и класификација научних извора из истраживачке области система интеракције човека и рачунара на бази препознавања и анализе покрета и акција, као и критичка компарација неколико приступа дизајнирању и развоју оваквих система
- Развој методолошког приступа за израду система за интеракцију човека са рачунаром на бази препознавања и анализе покрета и акција [нов модел, нова техника],
- Пројектовање и реализација прототипа сложеног програмског система за интеракцију са радним местом базираног на препознавању покрета [нов софтвер],
- Практичан допринос се очекује у демонстрацији дефинисаних решења кроз реализацију прототипског решења за унапређење интеракције радника са радним местом,
- Друштвени допринос се огледа у поједностављењу развоја природнијих видова интеракције са рачунаром, као и имплицитног модела интеракције, што може бити од посебног значаја у ситуацијама у којима особа није у стању да користи уобичајене начине интеракције са рачунаром и окружењем,
- Друштвени допринос се огледа још и у користи коју би имале радне организације због превенције повреда на раду, као и могућих значајних уштеда у процесу рада.

Очекивани научни резултати су:

- Потврда наведених хипотеза, кроз методолошки исправно спроведено истраживање примене препознавања покрета у интеракцији човека са рачунаром.
- Унапређење процеса развоја система за интеракцију са рачунаром постављањем јединственог методолошког приступа, који подразумева:
 - Дефинисање онтологије интеракције човека и рачунара засноване на препознавању покрета и акција
 - Дефинисање методологије развоја система за интеракцију човека и рачунара засноване на препознавању покрета и акција
 - Дефинисање модела за развој система за интеракцију са препознавањем покрета, базираних на стандардним моделима за развој софтвера, али проширеним са семантиком потребном за моделовање свих специфичности интеракције засноване на покрету
 - Дефинисање развојних алата, као и начина употребе истих
- Провера процеса развоја израдом прототипа сложеног система за интеракцију базираног на препознавању покрета и његово тестирање.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

План истраживања је дат у следећој табели:

Ред. бр.	Фаза истраживања	Трајање фазе (месеци)
1	Формирање модела и реализација у виду	6

	прототипа	
2	Провера понашања прототипа (евалуација)	2
3	Обрада података	0.5
4	Анализа података (провера тачности хипотеза)	0.5
5	Писање рада који приказује резултате истраживања	3

Оквирни садржај докторске дисертације је дат у наставку.

■ Увод

- ☐ Дефинисање предмета истраживања
- ☐ Циљеви истраживања
- ☐ Полазне хипотезе
- ☐ Методологија истраживања
- ☐ Структура и организација рада

■ Преглед досадашњих резултата истраживања

■ MDA приступ развоју система

■ Актуелни проблем

- ☐ Идентификација проблема
- ☐ Формулација проблема
- ☐ Анализа проблема

■ Предлог методолошког приступа за развој система за интеракцију човека са рачунаром засновану на препознавању покрета

- ☐ Опис
- ☐ Онтологије интеракције човека и рачунара засноване на препознавању покрета и акција
- ☐ Методологија развоја система за интеракцију човека и рачунара засновану на препознавању покрета и акција
- ☐ Метамодел система за интеракцију човека и рачунара засновану на препознавању покрета и акција
- ☐ Модели за развој система за интеракцију човека и рачунара засновану на препознавању покрета и акција
- ☐ Развојни алати и начин употребе

■ Реализација прототипа система за интеракцију човека са радним местом

- ☐ Дефинисање корисничких захтева
 - Текстуални случајеви коришћења
- ☐ Анализа
 - Концептуални модел
 - Системски дијаграми секвенци
- ☐ Пројектовање
 - Дијаграми секвенци и колаборације

- Дијаграми класа
- Дијаграми стања
- Модел базе података
- Имплементација
 - Развојно окружење
 - Значајни делови изворног кода
- Тестирање
 - Коришћени алати
 - Коришћени поступци
- Евалуација система
 - Предности и недостаци
 - Искуства при употреби
 - Поређење са другим системима
- Закључак
 - Остварени допринос
 - Могућности коришћења
 - Могући даљи правци истраживања
- Литература

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Комисија је утврдила да кандидат Драган Зорановић испуњава све услове, предвиђене Законом о високом образовању, за израду докторске дисертације, да је предложена тема веома актуелна, да је кандидат прикупио и упознао се са битним референцама из предметне области, као и да је показао склоност за научно-истраживачки рад.

Анализом предлога за израду докторске дисертације “Унапређење интеракције човека и рачунара употребом система за препознавање покрета“ Комисија је закључила следеће:

- Кандидат Драган Зорановић испуњава све законом прописане услове за пријаву теме за израду докторске дисертације.
- Предложена тема припада научној дисциплини информационе технологије (ужа научна област интеракција човека и рачунара) за коју је Факултет организационих наука матичан.
- Планирана истраживања су значајна и актуелна са теоријског и практичног становишта у земљи и иностранству.
- Предложена тема докторске дисертације је по проблему, предмету, циљевима истраживања, хипотезама и методама које ће бити примењене научно заснована и оправдана.
- Предложена структура рада се може прихватити као целовита, логична и примерена за докторску дисертацију.

На основу свега изнетог Комисија упућује Наставно-научном већу ФОН-а

ПРЕДЛОГ

- Да кандидату Драгану Зорановићу одобри израду пријављене докторске дисертације под насловом „Унапређење интеракције човека и рачунара употребом система за препознавање покрета“;
- Да упути своју одлуку са извештајем Већу научних области техничко-технолошких наука, Универзитета у Београду, ради давања сагласности на предлог теме за израду докторске дисертације;
- Да по усвајању овог извештаја за ментора именује др Мирослава Миновића, доцента Факултета организационих наука.

Београд, 04.новембар 2014. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Мирослав Миновић, доцент
Универзитет у Београду
Факултет организационих наука
ментор

Др Душан Старчевић, ред. проф.
Универзитет у Београду
Факултет организационих наука
члан

Др Зоран Јовановић, ред. проф.
Универзитет у Београду
Електротехнички факултет
члан