

**García Lupi Vergara, Lizandra ; García Pereira, Aline ;
Holdorf Lopez, Mônica**

Estado da arte em wearables para saúde

**Interaction South America (ISA 14). 6ta. Conferencia Latinoamericana de
Diseño de Interacción, 2014**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

García Lupi Vergara, L., García Pereira, A., Holdorf Lopez, M. Estado da arte em wearables para saúde [en línea]. En: Interaction South America (ISA 14) : 6ta. Conferencia Latinoamericana de Diseño de Interacción; 2014 nov 19-22; Buenos Aires : Interaction Design Association ; Asociación de Profesionales en Experiencia de Usuario ; Internet Society ; Universidad Católica Argentina. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/ponencias/estado-arte-wearables-saude.pdf>

CONGRESSO ISA – ARGENTINA
ESTADO DA ARTE EM WEARABLES PARA SAÚDE

Lizandra Garcia Lupi Vergara; Aline Garcia Pereira; Mônica Holdorf Lopez

Resumo

Com a crescente evolução tecnológica, bem como mobilidade no gerenciamento de processos hospitalares no que tange aos dados do paciente, os serviços de saúde buscam dispositivos simples e não invasivos que possibilitem a monitoração do usuário de saúde em qualquer momento e lugar. *Wearables Technologies* ou “Tecnologias Vestíveis” vem atingindo diferentes nichos no mercado, desde o setor social, esportivo, educacional como também a saúde. Na área da saúde, esta tecnologia tem grande valor, pois pode facilitar e aumentar os meios de cuidados para com o paciente. O **objetivo** deste trabalho é fazer um levantamento do estado da arte em *wearables* voltados à saúde. **Metodologia** O presente estudo é um estudo bibliográfico, de natureza descritiva e de abordagem qualitativa. Inicialmente, foram consultadas três bases de dados: Scopus, Web of Science e Engineering Village para posterior análise bibliométrica. A bibliometria se constituiu da leitura de títulos, abstracts, pesquisa de PDFs Free e por último, seleção dos textos. As palavras mais recorrentes deste levantamento foram: *wearable*, *wearable sensors*, *health care*, *user interfaces*, *patient monitoring* e *body sensors*. **Resultados** Como resultado, pode-se observar que os temas mais recorrentes são os sensores para medir sinais vitais e fisiológicos (pressão arterial, respiração, batimento cardíaco, etc) dos pacientes (em casa ou no hospital). Estes sensores são utilizados em grande parte na região do tórax e pulso, embora alguns estejam na orelha, pés e joelho. Outros tópicos abordados são as plataformas e sistemas de comunicação dos *wearables*, a fim de se averiguar a eficiência e confiabilidade destes. **Considerações Finais** Os dispositivos *wearables* são uma tendência tecnológica, e devido a isto, sua análise diacrônica na área da saúde, assim como o conhecimento das interfaces de comunicação, tipos de sensores que estão sendo usados e principalmente às necessidades dos usuários, são tópicos importantes para o desenvolvimento de novos produtos.

Palavras-chave: Saúde, Wearable, Sensores.

1. Introdução

Os avanços tecnológicos que vem ocorrendo nas últimas décadas corroboram para o desenvolvimento de computadores cada vez menores e mais ágeis, ao mesmo tempo em que tecnologias de rede de sensores *wireless* com baixo consumo de bateria estão se tornando viáveis, possuindo uma ampla gama de dispositivos que englobam aplicações para: o entretenimento (jogos), saúde, educação, tecnologias assistivas, entre outros.

Dentre as diversas aplicações desses dispositivos, o monitoramento de pacientes tem sido alvo de pesquisas na área da saúde, uma vez que, de acordo com a Organização Mundial da Saúde as doenças crônicas, tais como: doenças cardíacas, derrame, câncer, doenças respiratórias e diabetes, são a principal causa de mortalidade no mundo e estão se tornando um dos problemas que mais geram gastos aos sistemas de saúde. Sendo assim, a prevenção e os cuidados com a saúde são a principal solução para este problema⁽¹⁾.

O idoso é um dos principais públicos-alvo de *wearables*, principalmente porque esta faixa de idade tem uma maior necessidade de cuidados e assistência; o uso de *wearables* auxilia os médicos, cuidadores, ou familiares no acompanhamento contínuo dos pacientes. O monitoramento destes e demais pacientes é realizado por meio de sensores que podem fornecer informações sobre os sinais vitais, fisiológicos, atividades diárias, acesso aos dados médicos, comunicação de emergência, entre outros tópicos, com a finalidade de permitir a detecção precoce de situações de emergência e doenças de paciente em risco⁽²⁻³⁾.

As pesquisas nessa área procuram incorporar esses sensores à vestimenta do usuário de maneira que se tornem imperceptíveis e confortáveis, através de *wearables technologies* ou '*tecnologias vestíveis*'. Estes dispositivos *wearables* possuem uma série de variações em suas dimensões, materiais, arquitetura e sistemas de recepção, processamento, armazenamento e transmissão de dados⁽³⁾. Com a ampla gama de possibilidades e número expressivo de pesquisas nessa área, este artigo tem como objetivo fazer uma análise bibliométrica para o levantamento do estado da arte em *wearables Technologies para a área da saúde*.

2. Metodologia

A metodologia do presente estudo pode ser definida como bibliográfica, descritiva e de abordagem qualitativa. O levantamento do estado da arte em *wearables* na área da saúde foi realizado através da análise bibliométrica em três bases de dados, sendo elas: *Scopus*, *Web of Science* e *Engineering Village*.

Inicialmente realizou-se uma busca com diferentes descritores, sendo observada a recorrência das seguintes sentenças de palavras-chave: *wearable*, *wearable sensors*, *health care*, *user interfaces*, *patient monitoring* e *body sensors*. Tendo em vista que alguns descritores eram sinônimos, fez-se o uso de sinais e operadores booleanos com os seguintes descritores: *health*, *wearable*, *design for wearability*, *wearability*, *sensors*, *health care* e *body sensor networks*, conforme observado na tabela 1.

Tabela 1 – Descritores e bases de dados

Base	Combinação de Palavras	Achados	Seleção de Títulos	Seleção de Abstract	Seleção de PDF free	Escolha de textos
Engineering Village	("health") AND ("wearable*" OR "design for wearability" OR "wearability") AND ("sensors") AND ("health care")	609	244	60	36	11
	("health") AND ("wearable*" OR "design for wearability" OR "wearability") AND ("sensors") AND ("health care") AND ("body sensor networks")	159	101	44	10	7
Scopus		75	49	26	23	14
Web of Science		661	177	89	47	15

Posteriormente, foi realizada a leitura e seleção de títulos e abstracts relacionados com o objetivo do trabalho. Após a seleção, realizou-se a busca apenas em artigos de *pdf free*. Foi

então realizado a leitura dos textos na íntegra (47) e retirados os arquivos repetidos, bem como aqueles que eram apresentações, totalizando 41 arquivos ao final.

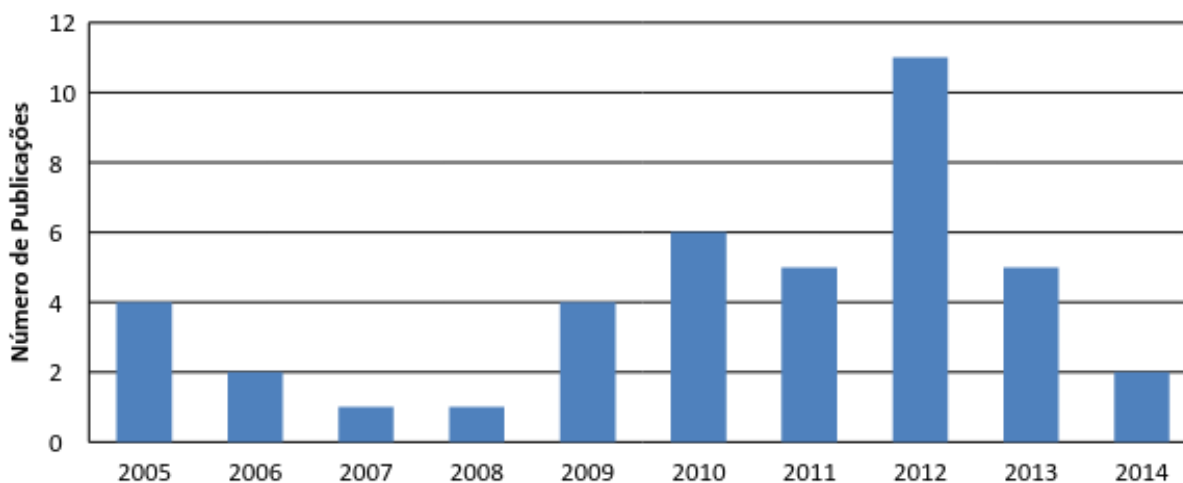
Após a leitura dos textos, foi realizada a análise bibliométrica, a qual constitui-se em uma ferramenta estatística que permite estimar o grau de relevância de periódicos e autores em dada área do conhecimento, ou seja, “mapear e gerar diferentes indicadores de tratamento e gestão da informação e do conhecimento[...]”⁽⁴⁾.

Como ferramenta para leitura e gerenciamento dos artigos científicos, *papers* e arquivos em pdf, utilizou-se o software Mendeley. Dentre os itens observados na leitura dos artigos, estão: público alvo; área do corpo que o wearable é alocado, fonte do sinal vital, tipo de sensor e meio de comunicação.

3. Resultados e Discussão

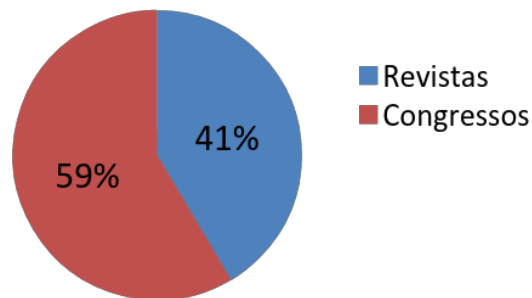
A bibliometria vem sendo muito utilizada nos últimos anos⁽⁵⁾. Através de sua aplicação foi possível observar que o maior número de publicações sobre *wearables* na área da saúde, no período de 2005 a julho de 2014^(3; 6-45) foi no ano de 2012, com um total de 11 artigos, conforme demonstra a Figura 1.

Figura 1 Frequência das publicações por Ano de artigos sobre *Wearables* na Saúde.



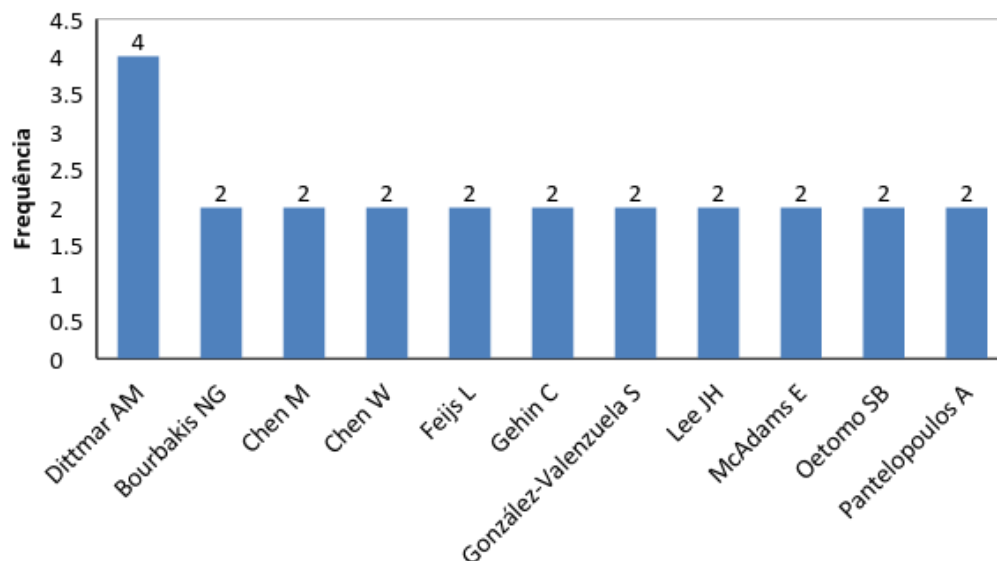
Com relação aos tipos de publicações no período estudado, houve maior número de trabalhos em congressos (24) do que revistas (17), conforme apresenta a Figura 2. Observou-se que as revistas que mais tiveram publicações foram: *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* (4) e *Sensors* (2). Já entre os Congressos, os de maiores publicações foram: *Wearable and Implantable Body Sensor Networks* (4 publicações), e o *Annual International Conference of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (2 publicações).

Figura 2 Frequência das publicações em revistas e congressos, no período de 2005 a julho de 2014.



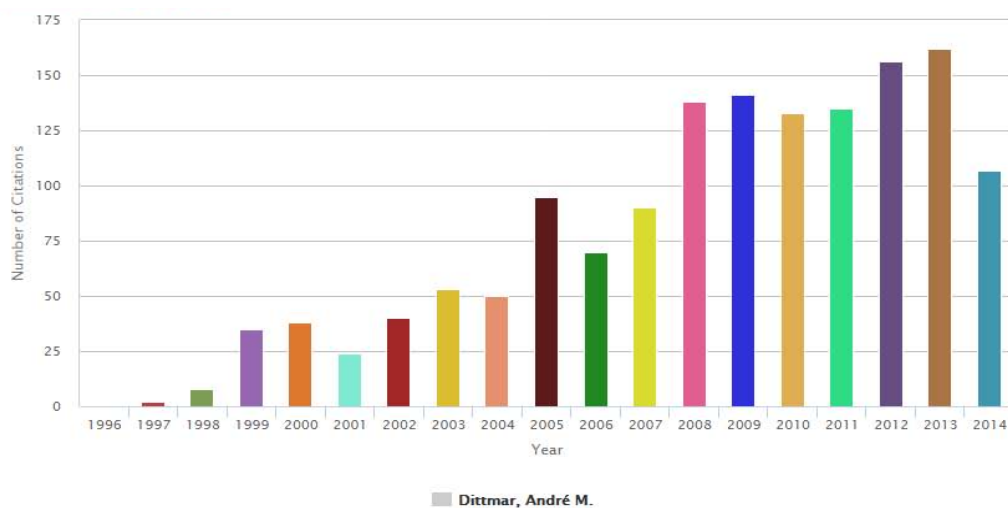
Em relação aos autores de publicações do tema na área da saúde, foram mais de 150, dos quais 11 (Figura 3) estavam em 12 das 41 publicações (29.3%).

Figura 3 Principais autores que pesquisam sobre *Wearables* na Saúde.



Dentre os autores que tiveram destaque, pode-se citar André Dittmar ^(10;24;25; 35) que pertence ao Instituto Nacional de Ciências Aplicadas, da França. Este autor teve no período de 1996 a outubro de 2014, 194 publicações e 1477 citações, segundo dados da SCOPUS, conforme Figura 4.

Figura 4 Citações por ano de publicações de André Dittmar na base SCOPUS.

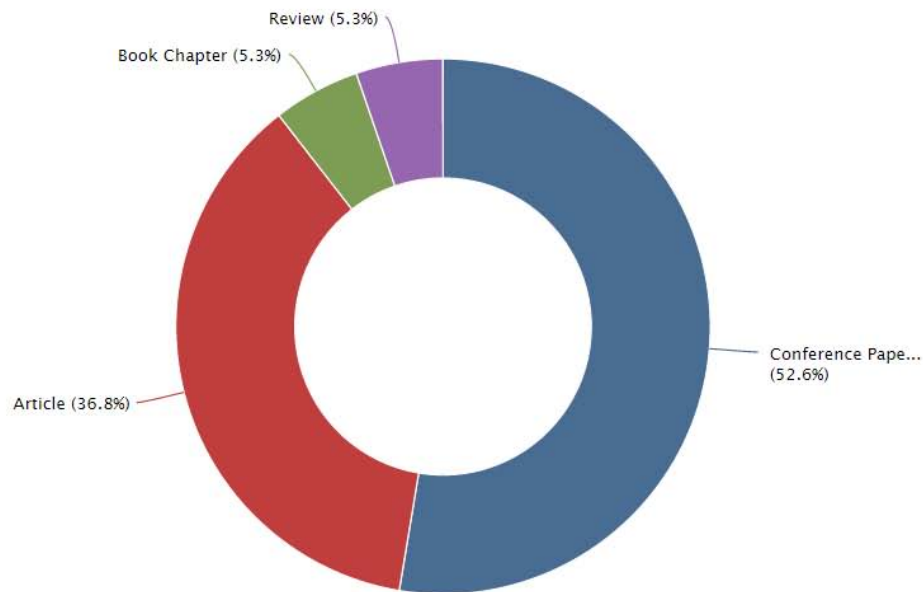


Fonte: SCOPUS

Analisando-se o tema *wearables* na base SCOPUS, o autor possui 19 publicações (no período de 2004-2012), sendo 10 referentes à *papers* em Conferências e 7 artigos, conforme Figura 5. Dentre os tópicos pesquisados estão: sistema de sensores, sistema nervoso

autônomo, sistemas não-invasivos, tecnologias têxteis e flexíveis, luvas inteligentes, assistência médica e ambulatorial, entre outros.

Figura 5 Documentos por Tipos de Publicações em *Wearables*

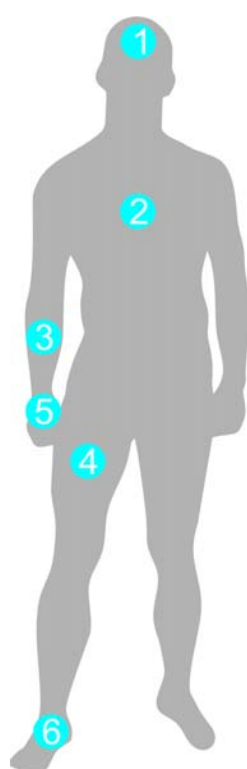


Fonte: SCOPUS

Os dispositivos *wearables* são dispositivos computacionais desenvolvidos para serem utilizados e transportados junto ao corpo, no qual o usuário pode acessá-lo a qualquer momento e em qualquer lugar. De acordo com Olsson⁽⁴⁶⁾ estes dispositivos possuem características diferentes, como a forma de interação com usuário, tais como: comando de voz ou gestual.

A fim de sintetizar, a figura 6 apresenta as possíveis áreas de localização dos dispositivos *wearables* no corpo, os tipos de sensores e o meio de comunicação utilizado para a transmissão dos dados coletados do paciente.

Figura 6 – Tipos de Sensores e Locais para usar o *Wearable*.



1 - CABEÇA/ GARGANTA	2 - CORAÇÃO	3 - ANTEBRAÇO	4 - COXA	5 - MÃOS / PULSO	6 - PÉS
Sistema Nervoso Autônomo Sensores: Fibras têxteis com propriedades mecânicas, elétricas e óticas conectadas a pele.	Frequência respiratória Fonte do sinal: Sinais biométricos, cinta em torno do tórax. Sensores: Sensor sensível a pressão, sensores têxteis.	Sinais Vitais ECG Fonte do sinal: Faixa e cinto, pulso, respiração, frequência cardíaca, atividade eletrodérmica. Sensores: sensor de ECG sistema de biomonitoramento pessoal (PBS)	Sistema Circulatório Fonte do sinal: anel Sensores: anel photoplethysmograf (PPG) photo detectors (PD)	Estado Motor Fonte do sinal: perna, ombros e costas. Sensores: Sensores MEMS análises do movimento/sensores giroscópio e acelerômetro.	Detectação de queda Fonte do sinal: Monitoramento nos tornozelos, sacro, cintura, pulso, cabeça, tronco e coxa. Sensores: sensores de inclinação para monitorar a orientação do corpo.
Sistema Nervoso Simpático Fonte de sinal: Problemas no sono, atividades eletrodermal. Sensores: EDA sensores, PPG.		Frequência Cardíaca Fonte do sinal: Antebraço, adesivo, faixa e cinto. Sensores: HRV monitor		Temperatura do corpo Fonte do sinal: Peito, pulso. Sensores: Colete inteligente feito com sensores têxteis.	
Estresse mental Fonte de sinal: Cinta ao redor do peito Sensores: Análise VFC (Variações de batimento)					
Problemas na voz Fonte do sinal: Cinta no pescoço verifica as vibrações na garganta. Sensores: Acelerômetro miniatura com sensor de voz e uma plataforma de aquisição de dados.					

É possível perceber que grande parte dos sensores tem o objetivo de monitorar os sinais vitais e fisiológicos de pacientes (em hospitais, ou, especialmente, em casa) e de pessoas que praticam atividades físicas. O monitoramento da pressão arterial, respiração, batimento cardíaco, temperatura, glicemia, marcha, movimento dos membros, são os mais mensurados. Os sensores para essas funções podem estar localizados na região do tórax, no antebraço, na orelha, no joelho, no pé, no tornozelo, e, principalmente, no pulso – onde, dependendo do sistema utilizado, há o melhor desempenho na captura dos sinais vitais ⁽²⁸⁾.

Também foram encontrados estudos sobre sensores que medem o estresse mental, por meio da análise da variação da frequência cardíaca (VFC) utilizando uma cinta ao redor do peito ⁽⁷⁾, assim como podem estar localizados no pulso medindo o ECG, temperatura e aceleração.

Sensores para identificar a inclinação do corpo, alertando a respeito de quedas, movimentações e cuidados com idosos também foram recorrentes na pesquisa, observa-se na

figura 6, que esses sensores podem ser colocados nos pés, no sacro, no tornozelo, na cintura, no peito e na coxa ⁽¹³⁻¹⁸⁾.

4. Considerações finais

A análise bibliométrica realizada neste estudo constitui-se em uma importante ferramenta de levantamento do estado da arte em tecnologias *wearables* para a área da saúde. Pode-se observar que com os avanços recentes dos materiais (membranas, tecidos, etc), sensores, bem como os meios de comunicação possibilitaram uma ampla e heterogênea variedade de dispositivos que começam a aparecer no mercado.

Tendo em vista que as principais doenças que acometem a sociedade: cardíacas, respiratórias e diabetes, principalmente sensores para medir sinais vitais e fisiológicos. Atualmente dispositivos não-invasivos para diabetes estão sendo desenvolvidos por empresas como Apple, Google e Samsung, o que evidencia a necessidade de se buscar dispositivos deste tipo para outras áreas.

Quanto as plataformas e sistemas de comunicação ficou evidente a necessidade de se ter um maior cuidado na interface, pois são dispositivos amplos e com público heterogêneo. A maioria dos sistemas é protótipo, não apresentando, portanto, dificuldades quanto à apresentação das informações. Como sugestões para os próximos estudos, recomenda-se verificar aceitação de usuários, segurança do sistema, economia de bateria, questões financeiras (custo-benefício), dificuldades. *Wearables Technologies* são uma tendência tecnológica que precisa ser mais estudada para o desenvolvimento de novos produtos.

Referências

- 1 World Health Organization. [Internet] Integrating prevention into health care. [citado em 2014 Set 30]. Disponível em: <http://www.who.int/chp/en/>.
- 2 McFadden T, Indulska J. Context-aware environments for independent living, Proceedings of the 3rd National Conference of Emerging Researchers in Ageing, 2004, p. 1–6.
- 3 Altini M, Din SD, Patel S, Schachter S, Penders J, Bonato P. A Low-Power Multi-Modal Body Sensor Network with application to Epileptic Seizure Monitoring. Proceedings of the 33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS; 2011 Ago 30 – Sep 3; Boston, Massachusetts, USA; p. 1806-09.

- 4 Guedes V, Borschiver S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. Proceedings of the CINFORM – VI Encontro Nacional de Ciência da Informação. Salvador – Bahia, 2005.
- 5 Vanti NAP. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, 2002; 31(2): 369-379.
- 6 Allet L, Knols RH, Shirato K, de Bruin ED. Wearable systems for monitoring mobility-related activities in chronic disease: A systematic review. *Sensors*. 2010; 10: 9026-52.
- 7 Andreoli A, Gravina R, Giannantonio R, Pierleoni P, Fortino G. SPINE-HRV: A BSN-Based Toolkit for Heart Rate Variability Analysis in the Time-Domain. In: Lay- Ekuakille A, Mukhopadhyaya SC, editors. *Wearable and Autonomous Biomedical Devices and Systems: New issues and Characterization – Lecture Notes on Electrical Engineering*. Berlin: Springer; 2010. P. 369-389.
- 8 Asada HH, Reisner A. Wearable sensors for human health monitoring. In: Tomizuka M, Yun CB, Giurgiutiu V., ed. *Smart Structures and Materials 2006: Sensors and Smart Structures Technologies for Civil Mechanical and Aerospace Systems*. 2006; Volume: 6174.
- 9 Augustyniak P. Wearable wireless heart rate monitor for continuous long-term variability studies. *J. Electrocardiol.* 2011; 44 (2): 195-200.
- 10 Axisa F, Schmitt PG, Gehin C, Delhomme G, McAdams E, Dittmar A. Flexible technologies and smart clothing for citizen medicine, home healthcare, and disease prevention. *IEEE Trans. Inform. Technol. Biomed.* 2005. 9(3): 325-36.
- 11 Bandodkar AJ, Wang J. Non-invasive wearable electrochemical sensors: a review. *Trends Biotechnol.* 2014; 32: 363–371.
- 12 Banaee H, Ahmed MU, Loutfi A. Data mining for wearable sensors in health monitoring systems: a review of recent trends and challenges. *Sensors (Basel)*. 2013. 13(12): 17472–500; doi: 10.3390/s131217472.
- 13 Benharref A, Serhani MA. Novel Cloud and SOA-Based Framework for E-Health Monitoring Using Wireless Biosensors. *IEEE J. Biomedical and Health Informatics*. 2014; 18(1): 46-55.
- 14 Biswas J, Tolstikov A, Jayachandran M, Foo V, Wai AAP, Phua C, Huang W, Shue L, Gopalakrishnan K, Lee JE, Yap P. Health and wellness monitoring through wearable and ambient sensors: exemplars from home-based care of elderly with mild dementia, *Annals of Telecommunications*, Springer-Verlag, 2010; 65 (9): 505-521.

- 15 Bobak M, Kin CC, Xialong L, Tai J, Kotekar S, Sarrafzadeh M. Near-Realistic Motion Video Games with Enforced Activity. Proceedings of the Ninth Int. Conf. Wearable Implantable Body Sens. Netw. (BSN). 2012 Mai 9-12, London, United Kingdom, p. 28-33.
- 16 Bouwstra S, Feijs L, Chen W, Oetomo S. Smart jacket design for neonatal monitoring with wearable sensors. Proceedings of the 6th Int. Workshop Wearable Implantable Body Sensor Networks BSN, 2009 Jun 3-5, Berkeley, CA. p. 162-7.
- 17 Brady S, Carson B, O'Gorman D, Moyna N, Diamond D. Body Sensor Network based on Soft Polymer Sensors and Wireless Communications. JCM. 2007; 2(5): 1-6.
- 18 Butala P, Zhang Y, Wagenaar RC, Little TDC. Wireless System for Monitoring and Real-Time Classification of Functional Activity. Proceedings of the 2nd Workshop on Networked Healthcare Technology (NetHealth 2012), IEEE Comsnet; 2012 Jan 3-7; Bangalore, India, p. 1-5.
- 19 Calhoun BH, Lach J, Stankovic JA, Wentzloff DD, Whitehouse K, Barth AT, Brown JK, Li Q, Oh S, Roberts NE, Chang Y. Body Sensor Networks: A Holistic Approach From Silicon to Users. Proceedings of the IEEE 2012; 100(1): 91-106.
- 20 Carbonaro N, Tognetti A, Anania G, Rossi DD, Cipresso P, Gaggioli A, Riva G. A mobile biosensor to detect cardiorespiratory activity for stress tracking. Proceeding of the PervasiveHealth 2013 May 5-8, Venice, p. 440-5.
- 21 Chen M, González-Valenzuela S, Vasilakos A, Cao H. Body Area Networks: A survey. Springer Mobile Network Applications, 2011; 16, pp 171-193.
- 22 Chen W, Dols S, Oetomo SB, Feijs L. Monitoring Body Temperature of Newborn Infants at Neonatal Intensive Care Units Using Wearable Sensors. Proceedings of the 5th International Conference on Body Area Networks (BodyNets); 2010 Sep 10-12; Corfu Island, Greece.
- 23 Choi J, Ahmed B, Gutierrez-Osuna R. Development and valuation of an Ambulatory Stress Monitor Based on Wearable Sensors. IEEE transactions on information technology in biomedicine, 2012. 16(2): 279-286.
- 24 Dittmar A, Meffre R, De Oliveira F, Gehin C, Delhomme G. Wearable Medical Devices Using Textile and Flexible Technologies for Ambulatory Monitoring. Proceedings of the 27th annual international conference of the IEEE EMBS; 2005 Jul 7161-4; Shanghai.
- 25 Dittmar A, Lymberis A. Smart clothes and associated wearable devices for biomedical ambulatory monitoring. Proceedings of the 13th International Conference on Solid-State Sensors and Actuators and Microsystems, TRANSDUCERS '05; 2005 Jun 5-9; Seoul, Republic of Korea, p. 221-7.

- 26 Doukas C, Maglogiannis I. Bringing IoT and Cloud Computing towards Pervasive Healthcare. Proceedings of the Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), 2012 Sixth International Conference on, Palermo, Italy, 2012 Jul 4-6, p. 922-926.
- 27 Fletcher RR, Poh MZ, Eydgahi H. Wearable sensors: opportunities and challenges for low-cost health care. Proceedings of EMBC'10, 2010 Sep 10, Buenos Aires, p. 1763-66.
- 28 González-Valenzuela S, Chen M, Leung VCM. Mobility Support for Health Monitoring at Home Using Wearable Sensors. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 2011; 15 (4): 539-49.
- 29 Jovanov E. System architecture of Wireless Body Sensor Networks Published. Proceedings of Wearable Micro and Nano Technologies for Personalized Health (pHealth), 6th International Workshop on, 2009 Jun 24-26, Oslo, p.45-48.
- 30 Jung JH, Lee JH, Lee JH, Kim YT. Development of Service network for Wearable type Acute Myocardial Infarction System . Proceedings of the IEEE Sensors conference. 2013 Nov 3-6, Baltimore, MD, p. 1-4.
- 31 Kuusik A, Nõmm S, Ovsjanski S, Orunurm L, Reilent E. Wearable system for patient motor condition assessment and training monitoring. Proceedings of Point-of-Care Healthcare Technologies (PHT); 2013 Jan 16-18; Bangalore, India; Piscataway, NJ, 2013. p. 192 - 5.
- 32 Lawrence KA, Kaiser WJ. Biosensing Platforms for Wireless Health. Proceeding SPIE 7397, Biosensing II. 2009.
- 33 Lee YD, Chung WY. Wireless sensor network based wearable smart shirt for ubiquitous health and activity monitoring. Sens. Actuators B Chem. 2009; 140: 390-5.
- 34 Liu J, Johns E, Atallah L, Pettitt C, Lo B, Frost G, Yang GZ.. An intelligent food-intake monitoring system using wearable sensors. Proceedings of the Ninth Int. Conf. Wearable Implantable Body Sens. Netw. (BSN). 2012 Mai 9-12, London, United Kingdom, p. 154-160.
- 35 McAdams E, Krupaviciute A, Gehin C, Grenier E, Massot B, Dittmar A, Rubel P, Fayn J. Wearable sensor systems: the challenges. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.; 2011; 3648-51.
- 36 Mehta DD, Zaňartu M, Feng SW, Cheyne HA, Hillman RE. Mobile voice health monitoring using a wearable accelerometer sensor and a smartphone platform. IEEE Trans Biomed Eng. 2012 Nov; 59(11): 3090-6.
- 37 Nemati E, Deen MJ, Mondal T. A wireless wearable ECG sensor for long-term applications. Communications Magazine, IEEE, 2012. 50(1): 36--43.
- 38 Pantelopoulos A, Bourbakis NG. A formal language approach for multi-sensor Wearable Health-Monitoring Systems. Proceedings of the BIBE, 2008 Oct 8-10, Athens, p. 1-7.

- 39 Pantelopoulos A, Bourbakis NG. A Survey on Wearable Sensor-Based Systems for Health Monitoring and Prognosis. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C* 2010; 40(1): 1-12.
- 40 Paradiso R, Loriga G, Taccini N. A Wearable Health Care System Based on Knitted Integrated Sensors. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 2005; 9(3): 337-44.
- 41 Postolache O, Pereira JMD. Systems for Remote Monitoring of Indoor Air Quality and Respiration of Wheelchair Users. *Proceedings of the 9th International Multi Conference on system, Signals and Devices (SSD)*; 2012 Mar 20-23, Germany, p. 1-6.
- 42 Qi A, Ishikawa Y, Nakagawa J, Kuroda A, Oka H, Yamakawa H, Yamashita A, Asama H. Evaluation of wearable gyroscope and accelerometer sensor (PocketIMU2) during walking and sit-to-stand motions. *RO-MAN 2012. IEEE RO-MAN: The 21st IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*. 2012 Sep 9-13, Paris, France, p. 731-6.
- 43 Seeger C, Buchmann AP, Laerhoven KV. An event-based BSN middleware that supports seamless switching between sensor configurations. *Proceedings of the 2nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium*. 2012 Jan 28-30, Miami, FL, USA. p. 503-12.
- 44 Suzuki T, Tanala H, Minami S, Yamada H, Miyata T. Wearable Wireless Vital Monitoring Technology for Smart Health Care. *Proceedings of the 7th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT)*; 2013 Mar 6-8; Tokyo, Japan. ISMICT 2013.
- 45 Yuan-Ting Z, Xiang XY, Poon CCY. The Evaluation of Nodes of Body Sensor Networks: Wearable Blood Pressure Measuring Devices BSN. *Proceedings of International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Network (BSN'06)*, 2006 Apr 3-5, Cambridge, MA, p. 158-161.
- 46 Olsson TA. *Wearables. Technology in action*. Ed. Springer. 2012.