

Resursu sadalījums mobilajā telemedicīnas skrīninga kompleksā

J. Lauznis¹, Z. Markovics², G. Balodis³, ^{1,2,3}Rīga Technical University, V. Strelcs⁴, ⁴Ltd. INTEGRIS, Latvia

Kopsavilkums. Sabiedrības veselības aprūpē nozīmīga loma ir profilaksei un savlaicīgai slimību diagnostikai. Bieži vien diagnostikas iestāžu attālums un cilvēku aizņemība ir par iemeslu tam, kāpēc pacienti izvēlas neapmeklēt ārstu veselības pārbaudei. Kā risinājums šai problēmai tiek piedāvāts mobils telemedicīnas skrīninga komplekss, kas spētu reģistrēt nozīmīgākos parametrus un sniegt slēdzienu par pacienta veselības stāvokli. Rakstā ir apskatīts jautājums par resursu sadalījumu starp dažādām kompleksa daļām, raugoties no tehniskā, medicīniskā, juridiskā un ekonomiskā aspekta.

Atslēgas vārdi: telemedicīna, veselības aprūpe, mobils, skrīnings, resursu sadalījums.

I. IEVADS

Sabiedrības veselība ir viena no Eiropas Savienības valstu, tai skaitā Latvijas, galvenajām prioritātēm. Tas nozīmē ne tikai kvalitatīvu un augsta līmeņa konstatēto slimību ārstēšanu, bet arī to savlaicīgu diagnostiku un profilaksi. Svarīga loma profilakses nodrošināšanā ir regulāriem izmeklējumiem, ko var veikt pie ģimenes ārsta, bet ar noteikumu, ka ir pieejams izmeklējumiem nepieciešamais aprīkojums. Patlaban izmeklējumi un analīzes tiek veikti dažādās veselības aprūpes iestādēs, jo tikai retos gadījumos ģimenes ārstam ir nepieciešamās diagnostikas iekārtas un prasmes novērtēt izmeklējumu rezultātus. Bieži vien testi tiek veikti dažādos laikos un iestādēs, kas var atrasties ievērojamā attālumā no pacienta dzīvesvietas. Tādējādi tiek tērēts pacienta un arī tā darba devēja laiks un līdzekļi ceļā no/uz diagnostikas iestādēm un gaidot uz rezultātiem, kā arī atkārtotām vizītēm pie ārsta izmeklējumu apkopošanai un izvērtēšanai. Pēc LR Centrālās statistikas pārvaldes datiem par iemesliem, kas traucējuši konsultēties ar ārstu speciālistu, 23.7% respondentu norādīja, ka nevar to atļauties, 23.6% respondentu vēlējās nogaidīt, jo varbūt problēma atrisināsies pati no sevis, savukārt, 19.4% respondentu nevarēja izbrīvēt laiku [1].

Tieši tāpēc ļoti daudzi iedzīvotāji atsakās no tālāko, bet nepieciešamo, izmeklējumu veikšanas jau pirms iespējamās saslimšanas diagnostikas vai arī vispār atsakās no profilaktiskām pārbaudēm iepriekš minēto finansiālo un arī darba laika kavējuma radīto problēmu dēļ. Tas savukārt rada tiešus zaudējumus valstij, jo abos gadījumos samazinās kopprodukts un nodokļu maksājumi, pieaug slimības un iespējamo invaliditātes pabalstu apjoms. Bez tam rodas arī tieši un netieši zaudējumi, ja persona ielaistas slimības dēļ nomirst.

Diemžēl mūsu valstī veikt profilaktiskās apskates ir problemātiski arī personām ar kustību traucējumiem (invalidiem) un gados veciem cilvēkiem.

Preventīvie un profilaktiskie veselības aprūpes pasākumi noteikti ir pastiprināmi, jo ir labi zināms, ka savlaicīgi nekonstatētu un ielaistu slimību ārstēšana valstij, darba devējam un pašam slimniekam izmaksā ievērojami vairāk, nekā to agrīna atklāšana un ārstēšana.

II. SITUĀCIJA PASAULĒ

Pasaulē iepriekš minētās problēmas ar dažādām metodēm mēģina risināt daudzās valstīs un meklē alternatīvus risinājumus, t.sk., piedāvājot profilakses un diagnostikas metodes un līdzekļus, pielietojot inovatīvas tehnoloģijas (informātika, informācijas un signālapstrādes tehnoloģijas), taču šobrīd tirgū eksistējošie kompleksi pilnvērtīgi neatrisina iepriekš definētās problēmas.

Pašreiz pasaulē komerciāli pieejami ir vairāki līdzīgi telemedicīnas kompleksi. Kā, piemēram:

- Tapuz Medical, Ltd., Izraēla, komplekts Modular Examinations Center (MEC);
- TMA Medical, Austrija, komplekts Mobile Care Unit (MCU);
- RDT, Ltd., Lielbritānija, komplekts Tempus IC.

Kopā ar minētiem kompleksiem iespējams veikt sekojošus izmeklējumus:

1. Sirdsdarbības analīze, pierakstot elektrokardiogrammu (EKG),
2. Asinsspiediena mērīšana,
3. Plaušu funkciju izpēte, pierakstot spiogrammu (Spirometrija),
4. Relatīvā skābekļa daudzuma noteikšana asinīs (Saturimetrija).

Papildus minētajam MEC un MCU, var veikt:

5. Dzirdes pārbaudi (Audiometrija),
6. Redzes pārbaudi (Vizuālais tests).

Minētos kompleksos ir iekļauts portatīvs dators ar reģistrācijas programmatūru un lokālu datu bāzi (izņemot Tempus IC), kā arī tehniskiem un programmas līdzekļiem informācijas apmaiņai ar analīzes un konsultāciju centru, izmantojot mobilo sakarus vai tiešu pieslēgumu internetam.

MCU un MEC ražotāji pamatā komplektē savus kompleksus no citu ražotāju atsevišķām iekārtām, līdz ar ko pieaug to kopējais svars un pārdošanas cena, bet samazinās lietošanas ērtums.

Cita pieeja ir Tempus IC ražotājam, kas veidots kā slēgta tipa sistēma – t.i., iegādājoties Tempus IC ierīci, informācijas analīzi var veikt tikai Tempus analīzes centrā ASV. Tātad, iegādājoties minētās ierīces, pircējam jāiegādājas pakalpojums, jo ierīces datorsistēma neko pati neanalizē. Iegūtā informācija tiek nosūtīta uz analīzes centru tiešsaistē.

29

V. RESURSU SADALĪJUMS STARP DAŽĀDĀM SISTĒMAS DAĻĀM

Mobilajā telemedicīnas skrīninga kompleksā tiek veikti visi soļi, sākot no izmeklējumu (testu) veikšanas un beidzot ar diagnozi vai rekomendācijām turpmākiem izmeklējumiem. Tā kā visa sistēma sastāv no vairākām daļām, tad jau projektēšanas gaitā ir skaidri jādefinē, kā sadalīt sistēmas resursus starp dažādām kompleksa daļām. Kādas funkcijas uzticēt aparāturai, kādas – programmatūrai un kādas – cilvēkam.

Diagnostikas procesā ir vairāki soļi, sākot no analogā signāla diskretizēšanas jeb pierakstīšanas datoram saprotamā digitālā formā (mērījumu veikšanas), to pārveidošanas cilvēkam (ārstam, speciālistam) saprotamā formā, diagnozes uzstādīšanai un beidzot ar rezultātu paziņošanu pacientam. Paliek atklāts jautājums – kā sadalīt darbus starp šajā procesā iesaistītajām pusēm. Piemēram, cik daudz no signāla apstrādes spēj paveikt aparātūras daļa un iegultā programmatūra un cik daudz no signāla apstrādes nodot datoram un tā programmatūrai.

Attīstoties tehnoloģijām un notiekot atklājumiem medicīnas jomā, radīsies nepieciešamība pēc sistēmas uzlabojumiem vai arī tā morāli novecos un kļūs nelietojama. No tehniskā viedokļa raugoties, vissarežģītāk ir veikt izmaiņas aparātūrā, jo aparātūras nomaiņa nes sev līdzī slēptās izmaksas, kas attiecas uz atkārtotu testēšanu un sertifikāciju. Saskaņā ar Eiropas Savienības likumdošanu kompleksam jāatbilst ES direktīvai 93/42 "Medicīnas iekārtas" un jāiziet obligāto atbilstības novērtēšanu, lai iegūtu CE zīmi. Tā kā runa ir par medicīnas sistēmām, kas nonāk tiešā saskarē ar cilvēku, tad prasības pret aparātūras elektromagnētisko savietojamību un atkārtotiem klīniskiem pētījumiem bieži vien ir tik lielas, ka padara sistēmas turpmāku izmantošanu ekonomiski neizdevīgu. Izmaiņas mobilā kompleksa datora programmatūrā nav saistītas ar tik lieliem sarežģījumiem un izmaksām, jo atkrīt elektromagnētiskās savietojamības un klīniskie pārbaudījumi. Tomēr paliek vēl testēšana, kas saistīta ar programmatūras savietojamību ar visām kompleksa mērierīcēm, kā arī problēmas un izmaksas, kas saistītas ar visu mobilo kompleksu programmatūras nomaiņu un lietotāju apmācību. Visvienkāršākais ir uzlabojumus veikt tikai analīzes centra daļā, jo izmaiņas skar relatīvi nelielu daļu no sistēmas lietotājiem, tomēr ne vienmēr šāds risinājums ir iespējams.

Cits aspekts, no resursu sadalījumu viedokļa, ir saistīts ar diagnostiku. Kaut arī ir izstrādāti algoritmi, kas ļauj programmai samērā precīzi noteikt diagnozi, tā tik un tā ir jāapstiprina ārstam, jo šajā gadījumā svarīgs ir arī juridiskais aspekts. Pēc likumdošanas programma vai aparātūra nevar noteikt diagnozi, to var noteikt un apstiprināt tikai ārsts ar attiecīgu kvalifikāciju. Tā kā mobilais telemedicīnas skrīninga komplekss sevī iekļauj izmeklējumus no dažādām medicīnas nozarēm, tad praktiski nav iespējama tāda situācija, ka pacientu apkalpojošais ārsts būtu speciālists visās jomās. Ārstam, kas strādā ar pacientu, ir jābūt pamatzināšanām medicīnā, tālāko diagnostikas darbu par katru atsevišķo testu, piemēram, kardiogrammu, uzticot augsti kvalificētam speciālistam, piemēram, kardiologam, kas atrodas analīzes centrā. Tādā veidā iespējams precīzāk sadalīt pienākumus

starp iesaistītajiem speciālistiem atbilstoši to prasmēm un iespējām. Trūkums šai pieejai ir atkarība no datu savienojuma ar analīzes centru un darbības kvalitātes.

Izstrādājot mobilo telemedicīnas skrīninga kompleksu, jāņem vērā arī iespējamās biznesa/investoru intereses, bez kurām projektam (rūpnieciskajam pētījumam) nav nākotnes. Ja produktu pārdod kā pakalpojumu ar noteiktu abonēšanas maksu, tad var samazināt sākuma pārdošanas cenu, kas tiek atpelnīta no analīzes centra pakalpojuma abonēšanas maksas. Otrā pieeja ir mobilās telemedicīnas skrīninga kompleksu veidot kā atsevišķas vienības, kas tiek pārdotas par pilnu cenu. Abām pieejām ir savi plusi un mīnusi – vienā gadījumā samazināta sākuma cena palielina iespējas potenciālajiem pircējiem uzsākt produkta lietošanu, savukārt otrā gadījumā sistēma ir elastīgāka un paplašinās produkta pielietojuma sfēras.

Apkopojot augstākminētos argumentus, var izdalīt trīs pieejas sistēmas veidošanai. Ar saviem plusiem un mīnusiem.

1. Visi iegūtie dati tiek sūtīti analīzes centram, atpakaļ tiek sūtīts slēdziens.

- + nav nepieciešams augsti kvalificēts speciālists;
- + vienkārša programmatūra;
- + viegli uzturēt un reti kad nepieciešams atjaunināt programmatūru;

- atkarīgs no analīzes centra;
- bez datu savietojuma nav iespējama pat pamatdiagnoze.

2. Visi testi un mērījumi tiek apstrādāti lokāli.

- + tūlītēja diagnoze,
- + nav atkarīgs no datu savietojuma ar analīzes centru;
- vajadzīgs augsti kvalificēts speciālists, kurš var oficiāli apstiprināt diagnozi, ko dators nedrīkst veikt;
- dārgs ražošanā un uzturēšanā (ja nepieciešama programmatūras atjaunināšana visiem kompleksiem).

3. Daļa mērījumu tiek sūtīti analīzes centram, daļa apstrādāti lokāli.

- + daži mērījumi jau nekavējoties ir pieejami;
- + dati tiek saglabāti lokāli un var tikt nosūtīti analīzes centram vēlāk;
- + ārstam nav jābūt ekspertam visās jomās;
- dārgāka kā 1. pieeja.

VI. REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Jaukta pieeja (3.) ir labākais risinājums skrīningam, jo tā nav tik ļoti atkarīga no tīkla savienojuma un tai ir mazākas sertifikācijas izmaksas. Arī no biznesa viedokļa vislabākā ir jauktā pieeja, jo tā ir lētāka kā lokālā analīze, nav vajadzīgs augsti kvalificēts speciālists, kas apkalpo iekārtu, sistēma ir elastīgāka un ir pielietojama dažādās situācijās.

Pabeidzot projekta izpēti daļu un izstrādājot sistēmas piloteksemplāru, to varēs izmantot rūpnieciskai sistēmas modeļa izstrādei. Šajā gadījumā tiks piedāvāts jauns produkts (arī pasaules mērogā), kas pēc parametriem būs būtiski pārāks un ekonomiskāks lietošanā par pašreiz tirgū esošajiem. Tāpat uz projekta ietvaros plānotā analīzes centra koncepcijas pamata to novedot līdz tirgus produktam, tiks piedāvāta jauna pakalpojuma iespēja telemedicīnā, kas būs ievērojamāki pilnīgāka par pašreiz piedāvātajām.

Tiks apgūts jauns tirgus vai palielināta esošā tirgus daļa, jo pašlaik netiek piedāvātas iekārtas ar plānotajiem jaunajiem parametriem un paaugstināto sistēmas funkcionalitāti kopumā. Līdz ar to Latvijas potenciālajam ražotājam pastāv iespējas aizpildīt pašlaik tukšo tirgus daļu un tādējādi iegūt arī jauna tirgus iespēju.

Uzlabosies preču vai pakalpojumu kvalitāte, jo pētījums mobilā telemedicīnas skrīninga kompleksa izstrādei paredz ne tikai reģistrējamo parametru apjoma pieaugumu, bet arī to kvalitātes ievērojamu pieaugumu, pateicoties plānotajiem, pētījumu rezultātā izveidotajiem, jauniem inovatīviem risinājumiem iegūtās informācijas analīzē un interpretācijā projekta ietvaros.

PATEICĪBA



Projekts tiek atbalstīts un finansēts no Eiropas Reģionālās attīstības fonda, līguma Nr: 2011/0007/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/008.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] Centrālā statistikas pārvalde, "Par Latvijas iedzīvotāju veselības apsekojuma rezultātiem" 27.11.2009. [Online]. Available: <http://www.csb.gov.lv/notikumi/par-latvijas-iedzivotaju-veselibas-apsekojuma-rezultatiem-26157.html> [Accessed: Nov. 13. 2012].
- [2] National Telemedicine Initiatives: Essential to Healthcare Reforms, Telemedicine and e-Health, Vol.15, No.6, Jul/Aug.2009, pp.600-610.
- [3] Medical Identity Theft and Telemedicine security, Telemedicine and e-Health, Vol.15, No.10, Dec.2009, pp.1-5
- [4] S. Korsakas, A. Vainoras, J. Lauznis, Z. Markovits, L. Gargasas, I. Markovits, J. Poderys, V. Jurkonis, R. Ruseckas, V. Miskinis, G. Juodenas, G. Balodis, V. Strelcs. The Human Health Wireless Monitoring and Warning System. Proceedings of conf. "Biomedical Engineering", Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania, 2007, pp. 236 – 239.
- [5] Balodis G., Z. Markovitch, J. Lauznis, Development of online blood pressure monitoring system using wireless mobile technologies.

Juris Lauznis, Zigurds Markovics, Gunars Balodis, Viktors Strelcs. Resource Allocation in the Mobile Telemedicine Screening Complex

Public health is one of key priorities of any European Union country, including Latvia. This means not only the high quality and high levels of treatment of diseases, but also the timely diagnosis and prevention. An important role here is played by regular check-ups that can be taken by the family doctor, if he is provided with the necessary medical technologies. The solution of the above-mentioned problem is the development of new mobile telemedicine screening complex with the analysis and advice centre, which will eliminate the existing system deficiencies and will be more advanced and economical. It should be commercially interesting to potential investors and business companies. It may be achieved by optimum performance and resource allocation, taking into consideration mainly software between components of the complex. The development of mobile telemedicine screening complex includes the principles of task allocation between hardware (performed by individual module electronics and embedded software in MTSK box) and software located in the portable computer and analysis centre. Allocation of functionality should be acceptable from a business point of view (it must give some profit for company when implemented). Additionally, according to the EC legislation, the complex must confirm to EC Directive 93/42 "Medical Devices" and be prepared to undergo conformity assessment for mandatory CE mark. The research, development and experimental design of MTSK module are generally finished and include modular design of devices, including embedded software and its role in the complex. Resource allocation between complex constituents is evaluated. Business considerations for investing in the project are also provided in the article.

Юрис Лаузнис, Зигурдс Маркович, Гунарс Балодис, Виктор Стрельчс. О распределении ресурсов в мобильный комплекс скрининга телемедицины

Общественное здоровье является одним из ключевых приоритетов любой стране Европейского Союза, в том числе Латвии. Это означает не только высокое качество и высокий уровень лечения заболеваний, а также своевременная диагностика и профилактика. Важную роль здесь имеет регулярные профилактические осмотры, которые могут быть приняты у семейный врача, если ему будет предоставлена необходимая медицинская технологий. Решение определено выше проблемы является разработка нового мобильного комплекса скрининга телемедицины, центра анализа и рекомендации, который позволит устранить существующие недостатки системы и будет более продвинутой и экономичным в использовании. Он должен быть коммерчески интересным для потенциальных инвесторов и бизнес-компаний. Это может быть достигнуто за счет оптимального функционирования и распределения ресурсов, считается главным программным обеспечением, между компонентами комплекса. Развитие мобильного комплекса скрининга телемедицины включает в себя принципы разделения задач между аппаратным (в исполнении отдельного блока электроники и встроенного программного обеспечения в коробке МКСТ), программное обеспечение находится в портативном компьютер и центре анализа. Распределении функциональности должна быть приемлемой с точки зрения бизнеса (он должен дать какую-то прибыль для компании). Кроме того, согласно законодательству ЕС, комплекс должен подтвердить Директивы ЕС 93/42 "Медицинские приборы", и быть готовым пройти оценку соответствия обязательной маркировку CE. Исследования и разработка МКСТ модуля и экспериментальной разработка большей частью закончено и включают в себя модульную конструкцию устройства, в том числе встроенное программное обеспечение и их роль в комплексе. Оценивается распределение ресурсов между частями комплекса. Соображения бизнес-инвестора также включены в проект.

Proceedings of conf. "Biomedical Engineering", Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania, 2009, pp. 190 – 193.

Juris Lauznis has obtained higher education at Riga Polytechnic Institute (RPI), the Faculty of Automation and Computer Engineering in 1975, now equivalent to master degree.

Work experience: Director of the Information Analysis Centre at the Scientific Research Institute of Clinical and Experimental Medicine of Latvia; Technical Director at JSC Amerilat. At present, he is a Researcher and Lecturer at Riga Technical University, the Faculty of Computer Science and Information Technology; also a Director at Integris Ltd., Latvia.

He is a Member of the Board at the Latvian Association of Medical Equipment Manufacturers and Service Providers; and the Latvian Society of Medical Physics and Engineering.

Address: Meza Str. 1/3, Riga, LV-1048, Latvia.

E-mail: Juris.Lauznis@rtu.lv

Zigurds Markovics, Dr.hab.sc.ing., Professor (1993) at Riga Technical University, the Faculty of Computer Science and Information Technology, the Institute of Computer Control, Automation and Computer Engineering.

He has 148 scientific publications.

Research interests: computer control systems, artificial intelligence, robotics.

He is a Member of the Latvian Association of Professors and the Latvian Association of Scientists.

Address: Meza Str. 1/4, Riga, LV-1007, Latvia.

E-mail: Zigurds.Markovics@rtu.lv

Gunars Balodis obtained his Master Degree in Computer Sciences from the University of Latvia, the Faculty of Physics and Mathematics, the Department of Computer Science in 2004. Currently, he is a doctoral student at Riga Technical University, the Faculty of Computer Science and Information Technology.

Work experience: Programmer at JSC Amerilat, Programmer at Integris Ltd., Research Assistant at Riga Technical University. Currently, he is a Researcher at Riga Technical University, the Faculty of Computer Science and Information Technology.

Address: Meza Str. 1/3, Riga, LV-1048, Latvia.

E-mail: gunars.balodis@rtu.lv

Viktors Strelcs obtained higher education at Riga Polytechnic Institute (RPI), the Faculty of Automation and Computer Engineering (ACE) in 1985, now equivalent to master degree.

Work experience: Computer Systems Administrator at RPI, ACE; Director of R&D Department at JSC Amerilat. Currently: Technical Director at Integris Ltd.

Address: Aizkraukles Str. 21, Riga, LV-1006, Latvia.

E-mail: vstrelcs@integris.lv