

## ELEKTROKARDIOGRAMŲ IR RITMOGRAMŲ SIGNALŲ PERDAVIMAS NEDIDELIU ATSTUMU Į MOBILIUOSIUS ANDROID TIPO ĮRENGINIUS, TAUPANT ENERGIJOS IR DUOMENŲ SRAUTO PERDAVIMO ŠAUNAUDAS

**Dalius Miežinis, Laimutis Telksnys**

Matematikos ir informatikos institutas, Vilniaus universitetas, Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius,  
[dalius.miezinis@mii.vu.lt](mailto:dalius.miezinis@mii.vu.lt), [laimutis.telksnys@mii.vu.lt](mailto:laimutis.telksnys@mii.vu.lt)

Nagrinėjama elektrokardiogramų ir ritmogramų signalų perdavimo nedideliu atstumu į mobiliuosius Android tipo įrenginius problema. Aparti energijos tausojimo ir taupaus duomenų srauto perdavimo klausimai. Išnagrinėtos elektrokardiogramų ir ritmogramų signalų perdavimo nedideliu atstumu į mobiliuosius Android tipo įrenginius įgyvendimo priemonės. Pasiūlyta taupaus elektrokardiogramų ir ritmogramų signalų perdavimo nedideliu atstumu į mobiliuosius Android tipo įrenginius schema.

**Pagrindiniai žodžiai:** Kompiuteriai, jutikliai, belaidis perdavimas, duomenys.

### **Įvadas**

Yra daug veikiančių sistemų, kuriose yra galima perduoti duomenis į mobiliuosius įrenginius, tačiau jų veikimo charakteristikos - atstumas iki veikiančių įrenginių, perduodamu duomenų srautas, ir energijos sąnaudos nėra tinkamai įvertintos energijos taupymo ir duomenų perdavimo atžvilgiu. Tyrimo objektas ir yra šių charakteristikų sąveikos tyrimas bei praktinių rekomendacijų parengimas, veikimo principų aptarimas ir siūlymas šiems techniniams parametrams įgyvendinti, naudojant mobiliuosius Android tipo įrenginius.

Žmogaus kūnas pateikia labai platų spektrą duomenų, kuriuos analizuojant įvairiais tyrimais ir atpažinimo sistemomis, galima spręsti apie žmogaus sveikatą. Tai yra labai svarbus ir aktualus informatikos inžinerijos mokslo uždavinys. Yra bandymų kurti žmogaus emocijų atpažinimo prototipą, kurį minimaliais kaštais būtų galima taikyti įvairiose emocijomis ir sveikata grindžiamose srityse. Tokio prototipo koncepcinis modelis susideda iš aparatinės ir programinės įrangos modulio. Tam reikalingas šiuolaikinis duomenų perdavimo srautų, kanalų atpažinimas bei stiprinimas. Taip pat duomenų glaudinimas realiuoju laiku, siekiant užtikrinti didelės spartos paketinių duomenų srautų ir informacijos perdavimą. Taip pat kreipiamas didelis dėmesys į energijos, atstumo ir srautu perdavimo ekonomiškumą. Kadangi kalbame apie informacijos perdavimą į mobiliuosius Android tipo įrenginius, svarbu pasirinkti ir technologiją, kuri bus naudojama signalo perdavimui. Technologinių sprendimų buvo nemažai, tačiau kol kas nei viena iš technologijų iki galo nepavyksta taupiai ir sparčiai perduoti norimų širdies elektrokardiogramų ir ritmogramų. Perduodant Elektrokardiogramas duomenų perdavimo kiekis yra apie 2000 kartų didesnis nei perduodant ritmogramas. Perduoti ritmogramai reikalingas kanalas, galintis perduoti 2 - 4 baitus per sekundę, o elektrokardiogramai apie 2000 baitų per sekundę, duomenis

atnaujinti kas sekundę. Toks duomenų srautas yra labai imlus energijos suvartojimo požiūriu.

Šių signalų nereikia perduoti vienu metu abiejų, juos galime perduoti abu tik įvykus vienokiam ar kitokiam ritmogramos pakitimams ar širdies ritmo sutrikimui. Aptarsime, kokius biosignalus turime registruoti, perduoti ir kokia aparatinė bei programinė įranga tam yra reikalinga.

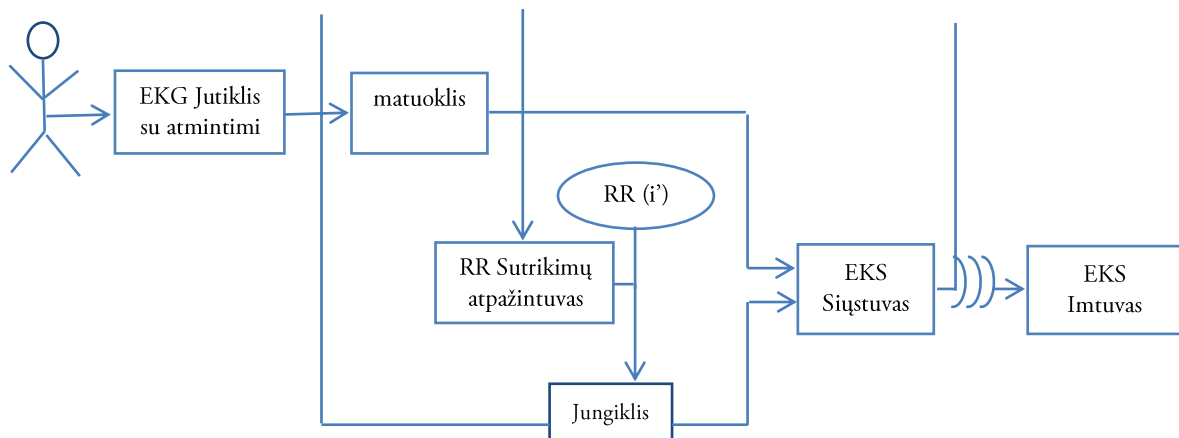
Registruojant biosignalus yra būtini elektrodai arba davikliai (keitikliai, sensoriai, jutikliai), stiprintuvai, personalinis kompiuteris (analizatorius), ar kitas mobilusis įrenginys (pvz., mobilusis android telefonas). Jutikliai arba sensoriai yra naudojami, kuomet norima užregistruoti neelektrinės kilmės biosignalus. Jutikliai būna aktyvūs ir pasyvūs. Aktyvūs jutikliai – tai jutikliai, kuriuose sukuriama elektros srovė. Pasyvūs – nesukelia srovių, bet gali registruoti biosignalus.

Taip pat labai svarbų vaidmenį perduodant biosignalus atlieka elektrodai. Tai tarpinė grandis tarp jutiklio ir žmogaus kūno sujungianti tarpusavyje dvi skirtingo laidumo bendros grandinės dalis: žmogaus kūną (joninio laidumo) su elektroninio laidumo aparatūra. Nuo to momento, kai elektrodas prigludžiamas prie odos, prasideda elektrocheminės reakcijos – kontaktinės reakcijos. Elektrodai yra kelių tipų besipolarizuojantys ir nesipolarizuojantys. Geriau yra naudoti nesipolarizuojančius, nes jų potencialų skirtumas su audiniais mažas ir netrukdo užrašyti signalų. Sidabrinis elektrodas nesipolarizuoja, tačiau jis turi citotoksinį veikimą. Geriausi yra porėtieji elektrodai, nes jų neatpažįsta imuninė sistema. Jie yra klasifikuojami pagal medžiagas, iš kurių pagaminti, pagal jų paskirtį, formą, tvirtinimo prie kūno būdą, paviršiaus struktūrą, panaudojimo būdą, daugkartiniai ar vienkartiniai, ilgalaikiai ar trumpalaikiai. Medicininiam elektrodams yra keliami ir sterilizavimo, indiferentiškumo, naudojimo patogumo stabilaus kontakto reikalavimai (Patrick et al, 2003).

Norit kokybiškai užrašyti EKG reikia atskirti biosignalus nuo triukšmų. Tam yra naudojamas diferencinis stiprintuvas. Stiprintuvas atskiria naudingus (antifazinius) ir nenaudingus (sinfazinius) signalus. Nenaudingi signalai tiesiog nėra įrašomi (registruojami) o naudingieji signalai yra sustiprinami ir užregistruojami. Kad gauti mažesnius signalo iškraipymus, reikalingas funkcinis žmogaus kūno įžeminimas. Šis įžeminimo būdas netinka, kai vienu metu naudojami keli prietaisai. Tam naudojamas elektrostatinis ekranas, kuris paprastai yra kabinos formos, pagamintas iš metalinio tinklelio ir sujungiamas su žeme. (Karenauskaitė ir kt., 2002).

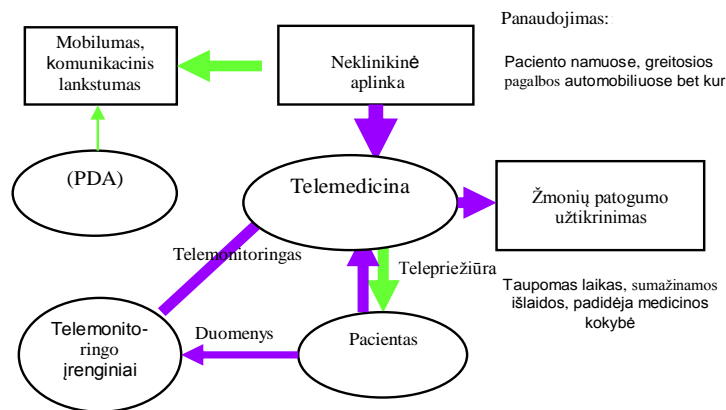
**Taupaus perdavimo siūlymas.** Taupiau naudoti elektros energiją ir ryšių kanalo perdavimo resursus perduodant EKG ir RR signalus galima tik tuo atveju, jei naudojama specialiai parinkta aparatinė įranga (taupanti maitinimo šaltinį) ir taupant pačių duomenų perdavimo sąnaudas, kai perduodami dideli duomenų paketai, tik tuomet, kai tai yra būtina. EKG duomenų perdavimui reikia nuo 2000 – 4000 baitų per sekundę, o RR duomenų perdavimui tik 2-4 baitų per sekundę. Todėl, taupant duomenų perdavimo sąnaudas RR duomenis ir juose atpažintus sutrikimus reikia perduoti nuolatos (Telksnys, Kaukėnas, 2011), o EKG perduoti tik tuomet kai to reikia, įvykus kokiam nors širdies veiklos sutrikimui – incidentui, perduodant EKG kelių sekundžių laiko intervale prieš ir po incidento.

1 paveiksle pateikta blokinė schema sistemos, įgyvendinančios aprašytą procedūrą. Šioje schemoje matyti, jog RR signalas perduodamas visą stebėjimo laiką, o EKG perduodamas tik aptikus ritmo sutrikimą. Jutiklis perduoda EKG duomenis  $EKG(t)$  į matuoklį, kurio pagalba atpažįstamas RR ir analizuojama ar yra sutrikimų  $RR(i)$  jeigu sutrikimų nerandama, tuomet EKS duomenys nesiunčiami. Į siųstuva, kuris juos perduoda į EKS imtuvą. Jeigu sutrikimų randama, tuomet suveikia Jungiklis ir iš jutiklio su atmintimi, perduodamas pilnas kelių sekundžių trukmės signalas aptikto širdies ritmo sutrikimo momento. Perduodamas  $EKG'(t)$  signalas kelių sekundžių intervale prieš širdies sutrikimą  $RR(i')$  ir teik pat sekundžių po užfiksuoto širdies sutrikimo:  $EKG'(t)(t' - \frac{t}{2} \leq t \leq t' + \frac{t}{2})$ ,  $t'$  – laiko momentas, kai aptiktas ritmogramos sutrikimas  $RR(i')$ . Duomenų imtuvui perduodamas signalas:  $EKS(t), (t) \in (0, T) = \begin{pmatrix} RR(i)(i=1, \dots, n) \\ EKG'(t)(t' - \frac{t}{2} \leq t \leq t' + \frac{t}{2}) \end{pmatrix}$ .



1 pav. Duomenų perdavimo iš jutiklio į imtuvą blokinė schema.

**EKG monitoringo sistema.** Elektrokardiograma (EKG) suteikia daug informacijos apie širdies veikimą, jos sutrikimus, bei kai kurias ligas. Elektrokardiogramos analizė leidžia tiksliau diagnozuoti širdies ligas ir prognozuoti jų eigą, nustatyti tikimybę žmogui susirgti tam tikra liga. Vis daugiau atsiranda kardiologinių telekonsultacinių sistemų, į kurias įsijungia nauji vartotojai; kuriamos įvairios duomenų bazės, saugančios ir galinčios pateikti tikslią informaciją apie pacientą. Šiam tikslui kuriama specifinė programinė įranga, sugebanti atvaizduoti kompiuterio monitoriuje ar mobiliajame įrenginyje iš jutiklio gautus EKG ir RR duomenis, palyginti juos su jau turimais paciento duomenimis savo duomenų bazėje ir analizuoti nukrypimus bei incidentus. Todėl, elektrinių širdies signalų registravimas yra itin svarbus šių dienų medicinoje. Bendroji EKG telemonitoringo veikimo schema yra tokia:



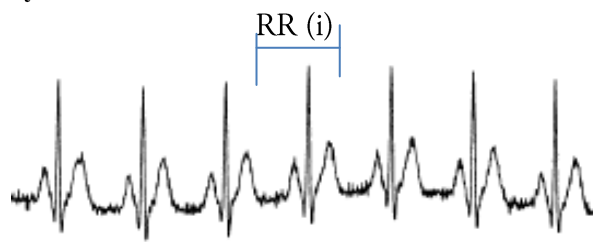
2 pav. Bendra EKG telemonitoringo schema.

Bendrosios monitoringo veikimo schemos techninė specifikaciją sudaro šios dalys:

- Diferencinis stiprintuvas
- Analoginis/skaitmeninis keitiklis
- RS232 sąsajos adapteris
- Mikrovaldiklis ATmega 8, turintis 10 bitų analoginį/skaitmeninį keitiklį
- Programinė įranga
- EKG signalo juostos plotis 0,1 – 250 Hz
- Žemo dažnio filtras, kurio juosta 0,1 – 50 Hz.

### 1. EKG ir RR signalų jutikliai

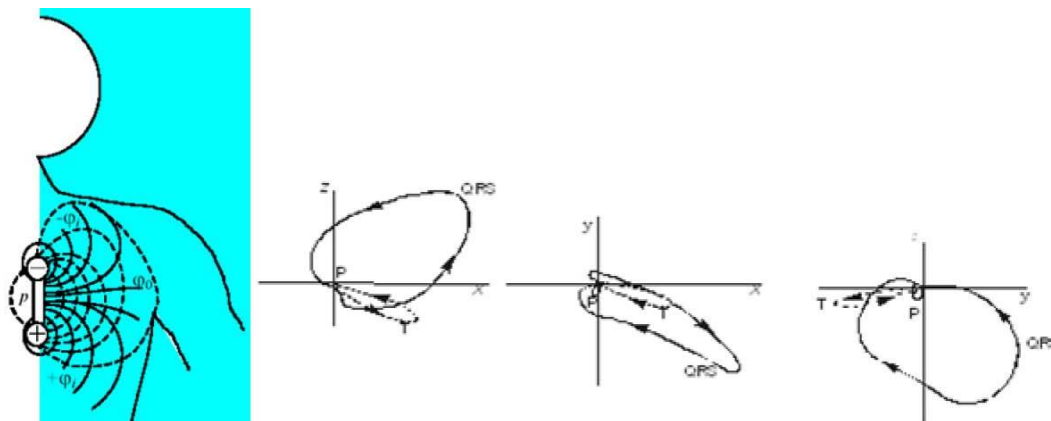
Elektrokardiograma – širdies veiklą atspindintis elektrinis signalas. Pirmieji kardiografai buvo sukurti daugiau nei prieš šimtą metų. Elektrokardiogramos (EKG) šiais laikais registruojamos moderniais elektrokardiografais. Tačiau labai svarbu, kad jie būtų teisingai suderinti ir sukalibruoti, nes net menki pokyčiai kardiogramos kreivėje (3 pav.) gali įtakoti klaidingą ligos diagnozę.



3 pav. Elektrokardiogramos signalo pavyzdys [3].

**Elektrokardiogramos perdavimas.** Elektrokardiograma yra kardiografo, kuris laikui bėgant fiksuoja kiekvieną širdies sukeltą elektrinį impulsą, grafiškai išgauta diagrama. Elektrinius impulsus (veikimo potencialus) spontaniškai generuoja tam tikri širdies mazgai (dešinieji ir kairieji prieširdžiai, skilveliai). Kadangi šie mazgai susitraukinėja tam tikra seka, tarp skirtingų mazgų susidaro potencialų skirtumai. Ciklas, per kurį visi mazgai susitraukia po vieną kartą ir įtekėjęs kraujas į širdį yra išstumiamas į aortą, trunka apie 0,8 – 1s. Šio

ciklo metu kinta širdies elektrinio dipolio dydis ir kryptis. Tokiu būdu yra sudaromas elektrinis laukas apie širdį (4 pav., a.). Širdies veikimo metu elektrinio vektoriaus (dipolio) galas erdveje brėžia gana sudėtingą uždara kreivę (3 pav., b, c ir d) (Karenauskaitė ir kt., 2002; Markienė, 2000; MacLeod, Birchler, 2007; Welch, 1995; Marozas, Bielskis, 2008).



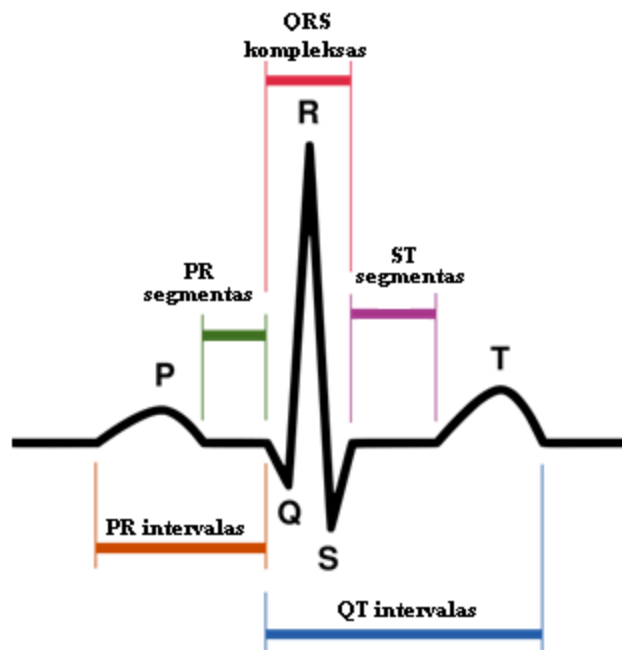
4 pav. Ekvipotencialiniai paviršiai (a) ir širdies elektrinio vektoriaus projekcijos trijose plokštumose: horizontaliojoje (a), frontiniojoje (b), sagitalinėje (c) [3].

Kiekviena iš tų kilpų žymima lotyniškais raidėmis P, Q, R, S ir T. Kilpų visuma pakankamai išsamiai parodo širdies elektrinio vektoriaus tiek dydžio, tiek krypties kitimą ciklo metu. Šios kilpos įvairiose plokštumose registruojamos elektroniniu oscilografu, o šis metodas vadinamas vektorine elektrokardiografija.

Tačiau dažniausiai medicinos praktikoje yra naudojamas paprastesnis ir istoriškai senesnis metodas – elektrokardiografija, kuri apsiriboja potencialų skirtumo registravimu (5 pav.). Šį metodą 1893 – 1895 metais pirmasis pasiūlė olandų fiziologas W. Einthoven, kuris įvedė ir šiuo metu naudojamus terminus bei žymėjimus (MacLeod, Birchler, 2007; Welch, 1995; Marozas, Bielskis, 2008).

W. Einthoven pasiūlė tokią idėją: širdį įsivaizduoti „patalpintą“ į lygiakraštį trikampį. Širdies veikimo metu elektrinis vektorius brėžia trigubą kilpą, tai vektoriaus projekcija į bet kurią trikampio kraštinę, užregistruojama kreivė su P, Q, R, S, T danteliais. Ši kreivė vadinama elektrokardiograma (5 pav., pateiktas elektrokardiogramos fragmentas).

Paveiksle pavaizduota normalioji EKG. Joje matomi potencialo nukrypimai nuo izoelektrinės (nulinės) linijos, kurie vadinami danteliais. Atstumas tarp dviejų dantelių vadinamas segmentu. Intervalas apima dantelį ir segmentą. Potencialo pakitimai, kurie QRS komplekse registruojami aukščiau izoelektrinės linijos, vadinami R danteliu, o potencialo nukrypimai žemiau izoelektrinės linijos prieš R dantelį žymimi Q danteliu, po R dantelio – S danteliu. Kiekvienas dantelis turi savo prasmę: P dantelis rodo elektrinio signalo atsiradimą dėl dešiniojo prieširdžio susitraukimų, QRS ciklas – signalą iš skilvelių, o T dantelis – širdies grįžimą į ramybės būseną.



5 pav. Elektrokardiogramos fragmentas [4].

Elektrokardiografijos tikslas yra fiksuoti kintamą potencialų skirtumą tarp tam tikra tvarka ant kūno išdėstytų elektrodų. Gautas kardiogramos dantelių amplitudė bei jų trukmė nusako tam tikrus širdies sutrikimus arba jos būsenas. Todėl svarbu teisingai EKG nustatyti laiko intervalus ir amplitudes. Svarbiausio QRS komplekso ir intervalų vidutinės trukmės sveikam žmogui pateiktos 1 lentelėje (Marozas, Bielskis, 2008).

1 lentelė. EKG laiko intervalų trukmės sveikam žmogui.

Laiko intervalas	Trukmė, ms
QRS kompleksas	70 – 110
R – R	600 – 1000
P – Q	150 – 200
S – T	iki 320
Q – T	iki 440

Užrašius kelis EKG ciklus ir nustatius R-R intervalo trukmę  $\tau_{R-R}$  (EKG periodą), galima 60 apskaičiuoti tiriamojo pulsą: pulsas =  $[\text{min}]$ , čia trukmė išreikšta sekundėmis. Paprastai R-R normalus žmogaus pulsas ramybės būsenoje yra 60 – 100 min<sup>-1</sup>, priklausomai nuo fizinio aktyvumo. 2 lentelėje pateiktos dantelių įtampos amplitudžių verčių variacijos (Marozas, Bielskis, 2008).

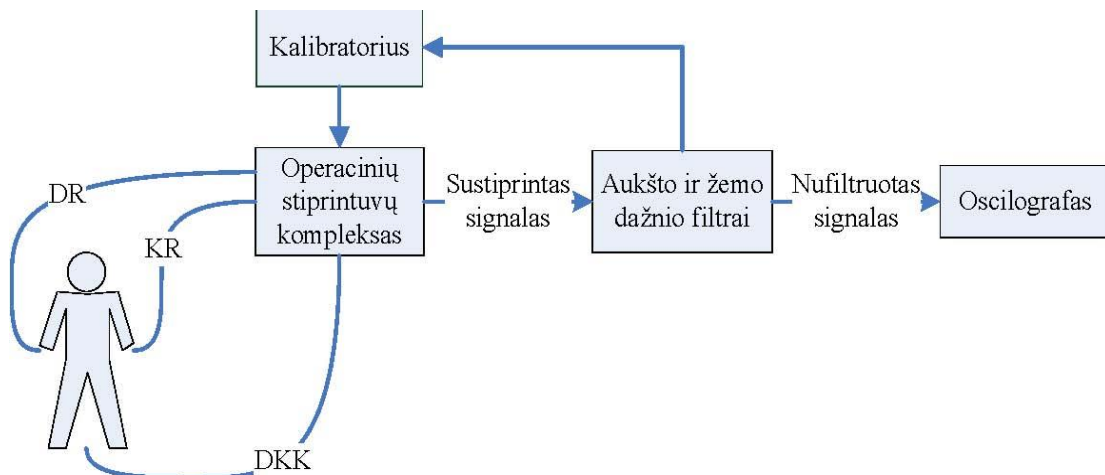
Širdies elektrinio vektoriaus padėties nustatymui kurioje nors plokštumoje reikia nors dviejų vektoriaus projekcijų. Norint jas gauti, pasirenkami trys kūno taškai, kuriuose pritvirtinami matavimo elektrodai. Tarp jų matuojamas veikimo potencialų (VP) sklidimas: paprastai kairiajame petyje, dešiniajame petyje ir pilvo srityje. Sujungus tuos tris taškus, susidaro lygiakraštis trikampis, kurio centre yra širdis. Jis vadinamas Einthoven trikampiu.

2 lentelė. EKG dantelių įtampos amplitudžių vertės sveikam žmogui.

	UI , mV	UII , mV	UIII , mV
P	0,01 – 0,12	0 – 0,19	0 – 0,13
Q	0 – 0,16	0 – 0,18	0 – 0,28
R	0,07 – 1,13	0,18 – 1,68	0,03 – 1,31
S	0 – 0,36	0 – 0,49	0 – 0,55
T	0,06 – 0,42	0,06 – 0,55	0 – 0,3

Praktiškai elektrodas uždedamas ne ant peties, o ant rankos dilbio apatinės dalies, nes taip paprasčiau jį pritvirtinti. Rankos ir kojos yra laidininkai, elektrodų tąsa, ir jų padėtis elektrokardiogramos registravimui principinės reikšmės neturi. VP matavimas tarp kairiosios rankos (KR) ir dešinėsios rankos (DR) vadinamas pirmąja derivacija (I). Pirmąja derivacija vadinama ir elektrokardiograma, užregistruota iš šių taškų. Antroji derivacija (II) – tai matavimas tarp dešinėsios rankos (DR) ir kairiosios kojos (KK), o trečioji derivacija (III) – kairioji ranka (KR) ir kairioji koja (KK). Šios trys derivacijos vadinamos pagrindinėmis Einthoven, arba galūninėmis, derivacijomis. Kiekvienam EKG danteliui šiose derivacijose galioja Kirchhofo įtampų taisyklė:

EKG registracija pagal Einthoven priklauso bipolinei (dvipolinei) registracijos rūšiai, kadangi jos metu matuojamas potencialų skirtumas tarp dviejų elektrodų. Kita registracijos rūšis vadinama unipoline (vienpoline). Jos metu matuojamas susidaręs potencialų skirtumas tarp aktyvaus (diferentinio) ir neaktyvaus (indiferentinio) elektrodų (Karenauskaitė ir kt., 2002; Marozas, Bielskis, 2008). Supaprastinto oscilografo struktūrinė schema pateikta 6 pav.



6 pav. Supaprastinta elektrokardiografo principinė schema.

Elektrokardiografo pagrindinės dalys yra šios:

- elektrodai, padaryti iš nušlifuoatų plieninių plokštelių, padengtų sidabru, panaikinančių kontaktinę varžą.
- galūniniai ir krūtininiai elektrodai. Krūtininiai yra šeši ir dedami krūtinės srityje, tačiau elektrokardiogramai išgauti pakanka ir galūninių elektrodų.

- operacinių stiprintuvų kompleksas – potencialų skirtumą tarp elektrodų stiprinantis apie 500 kartų.
- aukšto ir žemo dažnio filtrai, skirti pašalinti nereikalingus trikdžius, sukeltus kontaktinės varžos bei maitinimo šaltinio.
- kalibratorius, reguliuojantis stiprinimo koeficientą (Marozas, Bielskis, 2008).

Bevielio ryšio EEG/EKG sistema naudojanti nekontaktinius jutiklius susideda iš kelių paprastų elektrodų, pagamintų standartinės grandinės principu, kuri gali veikti per audinio ar kitą izoliaciją. Kiekvienas elektrodas, siekia 46dB galia, 7-100 Hz dažnyje su triukšmo lygiu, 3.8 mV RMS, kad perduoti aukštos kokybės širdies įrašus. Signalai yra suskaitmeninami elektrodo ir perduodami į skaitmeninę grandinę. Tokiu atveju reikalingas daug mažesnis elektrodų ant kūno skaičius. Mažas belaidis įrenginys perduoda EEG/EKG telemetrijas į kompiuterį duomenims saugoti ir apdoroti. Šioje vietoje svarbu pažymėti, jog kompiuteryje ar mobiliajame įrenginyje, turi būti specialiai parengta ir įdiegta programinė įranga, kuri sugebėtų atlikti perduodamų duomenų analizę ir išvesti ją į monitoringą.

Bevieliai kūno jutikliai leidžia pacientams ir medicinos personalui stebėti jų fiziologinę būklę ilgą laiką ir bet kuriuo paros metu. Tačiau, nepaisant belaidės technologijos ir elektronikos miniatiūrizacijos pažangos, naudojant EEG/EKG, dar dažnai naudojami nepatogūs tradiciniai šlapio ir sauso sąlyčio elektrodai.

Namų vartojimui, šlapieji lipnūs elektrodai dirgina oda ir dažnai jie yra trumpo naudojimo. Kaip alternatyva dažniau naudojami sausi elektrodai (Macy, 2001; Itoh et al, 2006). Tačiau, ir šlapiems, ir sausiems elektrodams reikia tiesioginės elektros kreipties į odą. Be to, sausi elektrodai, kuriems turi būti naudojamas laidus gelis, yra daug jautresni odos būklei ir labai jautrūs judesiams. Priešingai nei drėgnų ir sausų kontaktų jutikliams, nekontaktiniams elektrodams nereikia omino ryšio prie kūno. Nekontaktiniai jutikliai gali būti naudojami daug kartų. Jie apsaugoti audinio sluoksniu nuo kontakto su oda. Jiems naudoti nereikia specialaus paruošimo.

Nekontaktinių jutiklių koncepcija nėra nauja. Apie pirmuosius veikiančius įrenginius buvo pranešta prieš dešimtmetį (Karenauskaitė ir kt., 2002). Tačiau praktiška pacientams skirtą įrenginį dar reikia sukurti. Keletas autorių pateikė naujausių galimų įsigyti mažo triukšmo stiprintuvų naudojimo rezultatus (Markienė, 2000; MacLeod, Birchler, 2007) taip pat aptarė ir belaidžius projektus (Welch, 1995). Visais atvejais, kyla sunkumų projektuojant nekontaktinius jutiklius: parengti grandinės schemas, kad stabilizuoti elektrodo priėmimą. Straipsnyje, apibūdinsime anksčiau pateiktus darbus kuriant jutiklį su daug geresniais keliamo triukšmo rodikliais (Rani, 2003; Mandryk, 2005).

Aukšto lygio bevielio ryšio nekontaktinio EEG/EKG perdavimo sistemą sudaro nekontaktinių biopotencialinių elektrodų sujungimas į viena bendrą sistemą. Naudojami jutikliai gali būti arba tiesioginio kontakto su oda arba įdėti į audinį ar drabužį. Mažas bazinis įrenginys su visa sistema yra ir belaidžio ryšio siųstuvas, kuris gali perduoti duomenis į kompiuterį arba kitą išorinį įrenginį. Bazinis įrenginys, vienas klijuojamas arba sausas kontaktinis jutiklis, gali būti įdėtas bet kur, kur tik patogiu (Chi).

Buvo atlikta keletas eksperimentų su nekontaktiniais bevielio ryšio elektrodais norint išmėginti jų ir programų efektyvumą. Geriausio efektyvumo pasiekta, kai elektrodai prispausti prie odos ant krūtinės su PCB plokšte, kuri veikia kaip izoliacija. Visas EKG dantelių (PQRST) kompleksas aiškiai parodo, kad yra panašios kokybės, ką gautume



naudodami standartinę klinikinę klijuojamą EKG elektrodą. Kaip minėta anksčiau, vienas iš pagrindinių privalumų su nekontaktiniais elektrodais yra galimybė dirbti per izoliaciją, pvz., audinį ar drabužį.

Galima išskirti du atvejus, kai gaunami EKG duomenys, tiriant virš krūtinės per plonus marškinėlius ir storą medvilnės megztinį. Naudojant per labai plonus marškinėlius signalas išlieka švarus ir nepakitęs. Triukšmų atsiranda naudojant storesnius audinius, pvz., sunkiai suprantama tampa P-banga, nors signalo kokybė yra dar daugiau nei pakankama išgirsti širdies dūžius. Taip pat galima išskirti duomenis, gautus iš tų jutiklių subjektui judant ir energingai šokinėjat, kai elektrodai sandariai prispausti prie kūno. Signalas išlieka stabilus per 100 sekundžių įrašymą net ir esant judesiui (Chi).

## 2. EKG ir RR signalų duomenų perdavimo priemonės

Plačiau aptarsime DT189A ir Shimmer jutiklius su bevielio ryšio galimybėmis ir KTU Biomedicininės inžinerijos institute sukurtą elektrokardiogramų sintezatorių.

DT189A jutiklis gali būti naudojamas tik mokymo tikslams. Jis nėra tinkamas medicininiam ir tiriamajam pritaikymui. Trumpai tariant, šis jutiklis negali būti naudojamas pacientų diagnozei nustatyti.



7 pav. EKG jutiklis.

Jutiklį sudaro Fourier plastmasinis dėklas ir trys elektrodų gnybtai.

Prie jutiklio pridėta šimtas sidabro/sidabro chlorido pleistrų, kurie klijuojami ant odos. Prietaisas yra saugus naudoti, ir vartotojui nėra galimybės gauti elektrošoko.

### Jutiklio parametrai

Diapazonas:	0 – 5 V
Skiriamoji geba (12-bit):	1.23 mV
Rekomenduojamas duomenų nuskaitymo dažnis:	100 matavimai per sekundę
Įtampos apsauga:	4 kV
Stiprinimas	1mV kūno potencialas atitinka 1V jutiklyje

### Techninės pastabos

- Elektrodai turi būti laikomi šaltoje, švarioje, sausoje, hermetiškoje taroje. Tačiau net ir hermetiškoje taroje laikomi elektrodai negali būti laikomi ilgiau nei metus.
- Metaliniai ar magnetiniai daiktai ant kūno gali trikdyti EKG signalus.
- Jutiklis yra elektriškai izoliuotas nuo žmogaus kūno, tai išvengiama elektrošoko. Grandinėje tai daroma 2 būdais:

- a. Jutiklio signalas siunčiamas į žmogaus kūną per optiškai izoliuotą aplinką (optopora- angl. optocoupler).
- b. Jutiklio maitinimo grandinė pajungiama per transformatorių nuo maitinimo linijos- tai taip pat puikus linijos elektrinio atskyrimo metodas. Pats transformatorius yra apsaugotas nuo per didelės įtampos iki 4000V.

**Shimmer jutiklis.** Shimmer EKG išplėtimo modulis suteikia ryšį ir iš dviejų kanalų stiprinimą EKG signalo kaupimą (perdavimą). Šis modulis turi būti naudojamas su Shimmer platforma.

Shimmer (EKG) registruoja širdies raumens impulsus, ir gali būti įrašyta poilsio ir ambulatoriniai dalykai, tiek fizinio krūvio metu, tiek informaciją apie širdies atsakas į fizinį krūvį.

Shimmer ECG prijungiamas prie vidinės pagrindinės plokštės jungties ir sujungtas programine aplikacija su keturiais elektrodais. Shimmer EKG naudoja tikslumu mažos kompensacijos stiprinimą su didelio nuotėkio 15pA ~ varža. Unikalus AC ryšiu topologiją su kaupimo diodais prailgina veikimo laiką.

Šis prietaisas EKG signalą konvertuoja į skaitmeninį formatą ir gali išsiųsti tiesiai į tinklo įrenginį ar kompiuterį realiuoju laiku.

### Standartinė Shimmer komplektacija.

- MSP430 mikrokontroleris (8mHZ, 16 Bit),
- Bluetooth sąsaja – RN-42, 802.15.4 radijo - TI CC2420,
- Integruota 2GB mikro SD kortelė,
- 450mAh kraunama Li-ion baterija,
- Stilingas korpusas ir lengvai pritaikoma konfigūracija vartotojo poreikiams.



Please Note: The ECG Module does not come with the bottom half of the enclosure, or the Shimmer baseboard included. The image above is for illustration purposes only.

**8 pav.** EKG jutiklis.

### ECG Sensor Specifications

1 x ECG Daughter Board

1 x ECG Enclosure

- ECG Daughter Board Specification Overview: Current Draw: 180µA (leads connected)

Gain\*: 175

- Max Signal Range before Clipping\*: 17mV
  - Frequency Range\*: .05Hz-159Hz
  - Leads: Lead II, Lead III. Lead I can be computed after sampling
  - Ground: Wilson Type Driven Ground
  - Input Protection: ESD and RF/EMI filtering, Current limiting
  - Connections: Left Arm, Right Arm, Left Leg, Right Leg. All connections via Hospital-Grade 1.5mm Touchproof IEC/EN 60601-1 DIN42-802 jacks
- \* Calculated specification, exact value subject to environmental and component variation

## **Išvados**

Straipsnyje išnagrinėti Android aplinkoje veikiančių dėvimų priemonių elektrokardiogramų ir ritmogramų signalų stebėsenai ir stebimų signalų belaidžiam taupiam perdavimui kelių metrų atstumu panaudojimo klausimai. Situacijos aptarimo rezultatai gali padėti racionaliau parinkti techninę ir programinę įrangą kuriant naujas, tobulesnes priemones įprastai, netrukdomai gyvenančių žmonių širdies funkcionavimo būsenų stebėsenai įgyvendinti.

## **Literatūra**

- Itoh, K., Miwa, H., Nukariya, Y., Zecca, M., Takanobu, H., Roccella, S., Carrozza, M. C., Dario, P., Takanishi, A. (2006). Development of a Bioinstrumentation System in the Interaction between a Human and a Robot. Proceedings of the 2006 IEEE/RSJ, International Conference on Intelligent Robots and Systems, Beijing, China
- Chi, Y. M., Cauwenberghs, G. (2010). Wireless non-contact EEG/ECG electrodes for body sensor networks. <http://www.isn.ucsd.edu/pubs/bsn10.pdf> (žiūrėta 2013.4.20)
- Karenauskaitė, V., Bagdonas, S., Streckytė, G., Butrimaitė, J., Rotomskis, R. (2002). Biomedicinos Fizika. Mokomoji knyga, Vilnius. [interaktyvus], [http://www.ff.vu.lt/biophotonics/knyga3/knyga1\\_11.html](http://www.ff.vu.lt/biophotonics/knyga3/knyga1_11.html) (žiūrėta 2008.03.15)
- Korhonen, I. (1997). Methods for the analysis of short-term variability of heart rate and blood pressure in frequency domain. PhD thesis,
- Macy, A. J. (2001). Students AS Signal Sources In The Biomedical Engineering Laboratory. 2001 Proceedings of the 23rd Annual EMBS International Conference, October 25-28, Istanbul, Turkey.
- MacLeod, R., Birchler, B. (2007). ECG Measurement and Analysis. February 28, 2007 [interaktyvus], <http://www.cvrti.utah.edu/~macleod/bioen/be6000/labnotes/ecg/l3-ecg.pdf> (žiūrėta 2008.01.21)
- Mandryk, R. L. (2005). Modeling User Emotion in Interactive Play Environments: A Fuzzy Physiological Approach. PhD thesis.
- Markienė, Z. O. (2000). Klinikinė elektrokardiografija. Monografija, Vilnius, [interaktyvus], <http://www.ekg.lt> (žiūrėta 2013.03.12)
- Marozas, J., Bielskis, A. A. (2008). Emocijų atpažinimas tiriant žmogaus fiziologinius parametrus.
- McSharry, P. E., Clifford, G. D., Tarassenko, L., Smith, L.A. (2003). „A Dynamical Model for Generating Synthetic Electrocardiogram Signals „IEEE transactions on biomedical engineering“, vol.50, no.3, March 2003.

Rani, P. (2003). Human robot collaboration based on affect sensing. For the Degree of Master of Science.

Straipsnis apie EKG <http://en.wikipedia.org/wiki/Ecg> (žiūrėta 2013.05.30)

Telksnys, L., Kaukėnas, J. (2011). Detection of Extreasytories ir Heart Rate sequences Based on Short-term Specific Random Elements in Random Sequences Health Theory. Proceedings of 2011 IEEE 13<sup>th</sup> International Conference on e-Health Networking, Applications and Services.

Welch, A. B. (1995). EMC Lab. ELECTROCARDIOGRAPHY. Clinical Support article. [interaktyvus], [http://www.assomed.ru/welchallyn/doc/ECG\\_basics.pdf](http://www.assomed.ru/welchallyn/doc/ECG_basics.pdf) (žiūrėta 2008.02.21)

D. Miežinis gimęs Vilniuje 1975 metais, baigęs Daukšos vidurinę mokyklą, 1994 įstojo į VU komunikacijos fakultetą, 1998 metais baigė Informologijos studijas bakalauro diplomu, o 1998 metais Komunikacijos mokslų studijas magistro diplomu. Nuo 2005 metų dirba VU Matematikos ir informatikos institute inžinieriumi. Atlieka programinės įrangos licencijavimą bei kompiuterių darbo vietų priežiūra, domisi lokalių ir belaidžių tinklų instaliavimu ir diegimu, taip pat belaidžių tinklų plėtojimu ir signalų perdavimo galimybėmis juose.

A. L. Telksnys, profesorius, informatikos habilituotas daktaras, Kauno technologijos universiteto garbės daktaras, Lietuvos mokslų akademijos narys, mokslo darbuotojas Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos institute. Nagrinėja atsitiktinių procesų atpažinimo teorijos problemas. Sprendžia teorinių rezultatų praktinio panaudojimo klausimus. Kuria konstruktyvius metodus ir priemones šnekos ir fiziologinių signalų automatizavimo atpažinimui.

## ELECTROCARDIOGRAMS AND HEART RATE SIGNALS A SHORT DISTANCE TRANSFER TO THE ANDROID TYPE OF MOBILE DEVICES, SAVING ENERGY AND BANDWIDTH EXPENDITURE

Dalius Miežinis, Laimutis Telksnys

### Summary

Electrocardiograms and heart rate signals short distance transfer to mobile Android devices problem is examined. Energy saving and efficient use of bandwidth issues for signals transfer is discussed. Electrocardiograms and heart rate signaling proximity to mobile Android devices implementation possibilities is analyzed. Electrocardiograms and heart rate signals short distance transfer to mobile Android devices is proposed.

**Key words:** Computers sensors, wireless transmission, data.