

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Algirdas Jašinskas

**Fizinių pratimų parametrų automatizuoto
surinkimo ir apdorojimo sistema, naudojant GPS
jutiklius**

Magistro darbas

Darbo vadovas
doc. dr. E. Karčiauskas

Kaunas, 2006

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Algirdas Jašinskas

**Fizinių pratimų parametrų automatizuoto
surinkimo ir apdorojimo sistema, naudojant GPS
jutiklius**

Magistro darbas

Kalbos konsultantė

Lietuvių k. katedros lekt.
I. Mickienė

2006-05-26

Vadovas

doc. dr. E. Karčiauskas

2006-05-26

Recenzentas

doc. dr. S. Maciulevičius

2006-05-26

Atliko

IFM-0/1 gr. stud.
Algirdas Jašinskas

2006-05-26

Kaunas, 2006

TURINYS

IVADAS	5
1. GPS IR PANAUDOJIMO SPORTE APŽVALGA	7
1.1. GPS (Global Positioning System).....	7
1.1.1. <i>Kosminis segmentas.....</i>	<i>8</i>
1.1.2. <i>Valdymo segmentas</i>	<i>10</i>
1.1.3. <i>Vartotojų aparatūra.....</i>	<i>10</i>
1.1.4. <i>GPS panaudojimas</i>	<i>12</i>
1.1.5. <i>GPS protokolai</i>	<i>12</i>
1.2. GPS jutikliai pritaikyti sportui	13
1.2.1. <i>NAVMAN Sport Tool</i>	<i>13</i>
1.2.2. <i>Garmin Forerunner</i>	<i>15</i>
1.3. GPS surinktų duomenų apdorojimo sistemos	16
1.3.1. <i>Forerunner Logbook</i>	<i>17</i>
1.3.2. <i>Sportsim.....</i>	<i>17</i>
1.3.3. <i>GPSports Analysis.....</i>	<i>18</i>
2. SPORTUI SKIRTOS SISTEMOS REIKALAVIMAI.....	20
2.1. Svarbiausia idėja	20
2.2. Universali sistema.....	20
2.2.1. <i>Surinkimo sistema.....</i>	<i>20</i>
2.2.2. <i>Analizės sistema.....</i>	<i>21</i>
2.2.3. <i>Informacijos saugojimo sistema</i>	<i>22</i>
2.2.4. <i>Treniruočių sistema</i>	<i>23</i>
2.2.5. <i>Bendros savybės</i>	<i>23</i>
3. TRENIRUOČIŲ PLANAVIMAS IR ANALIZĖ.....	25
3.1. Treniruotė	25
3.2. Treniruočių planavimas	25
3.3. Treniruotė informacinėje sistemoje.....	27
3.4. Fizinį pratimų parametrų analizė.....	28
4. FIZINIŲ PRATIMŲ PARAMETRŲ AUTOMATIZUOTO SURINKIMO IR APDOROJIMO SISTEMA	30
4.1. Motyvacija.....	30

4.2. Projektuojamos sistemos modelis	30
4.2.1. <i>Sistemos panaudos atvejai.....</i>	30
4.2.2. <i>Dalykinės srities klasių modelis</i>	31
4.2.3. <i>Pagrindiniai sistemos procesai</i>	32
4.2.4. <i>Sąveikos diagramos</i>	34
4.2.5. <i>Sistemos klasių modelis</i>	36
4.3. Apibendrinimas	36
5. FIZINIŲ PRATIMŲ PARAMETRŲ AUTOMATINIO SURINKIMO IR APDOROJIMO SISTEMOS REALIZACIJA	37
5.1. Diegimo aplinka	37
5.2. Fizinį pratimų parametrų analizės pavyzdžiai.....	38
IŠVADOS	42
LITERATŪRA	43
TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS.....	45

ĮVADAS

Fiziniai pratimai yra vienas iš svarbiausių faktorių sporte siekiant pačių geriausių rezultatų varžybose. Atletas juos atlikdamas turi tobulėti, todėl labai svarbu stebėti šį progresą ir pagal pasiektus rezultatus koreguoti treniruočių pobūdį, specifiką. Todėl šiame technologijų amžiuje reikia kurti sistemas naudojant pačias pažangiausias technologijas, kurios padėtų surinkti atleto atliekamų fizinių pratimų parametrus ir juos pateikti analizės formoje, pagal sportininko ir trenerio pageidavimus, siekiant, kad kiekvienas sportininkas pasiektų tokį savo aukščiausią lygį, kurį leidžia fizinės ir dvasinės savybės. Tokios sistemos kūrimui vienas iš įvairių techninių sprendimų - panaudoti gaunamus duomenis iš aplink žemę skriejančių palydovų, kurie pastoviai siunčia informaciją į kiekvieną žemės taškelį.

GPS panaudojimas sporte yra pakankamai naujas dalykas [18], tačiau labai sparčiai besiskverbiantis savo panaudojimo galimybėmis. Iš gaunamų duomenų galima labai daug ką sužinoti: buvimo vietą, apskaičiuoti įveiktą atstumą, koku vidutiniu greičiu buvo įveiktos tam tikros atkarpos. Šie parametrai yra labai svarbus ir informatyvus sporte, atliekant fizinius pratimus. Naudojantis surinktais ir sukauptais duomenis atliekama plati ir įvairiapusė analizė, kurios rezultatai treneriams ir atletams padeda stebėti pasiruošimo lygį varžyboms, tobulėjimo spartą. Taip pat ruošti naujas treniruotes labiausiai atitinkančias sportininko specifiką, kuriose situacijose jo pasiruošimo lygis yra silpniausias. Todėl tokios sistemos yra labai svarbios sporte siekiant pačių aukščiausių ir geriausių rezultatų.

Darbe aptarsime GPS galimybes, jų panaudojimo įvairovę ir apžvelgsime kas yra daroma, kad būtų galima šią technologiją naudoti sporte. Remiantis esamų sistemų galimybėmis ir atliekant reikalavimų analizę sudaryti universalios sistemos modelį, kadangi reikia parodyti savybes kuriomis turi pasižymėti programos, pritaikytos surinkti fizinių pratimų parametrus ir juos apdoroti.

Tačiau kuriant sistemas skirtas sportui iškyla nemažai problemų, kurias reikia spręsti norint išsiskirti iš jau esamų, palengvinti trenerių ir sportininkų darbą, taupant laiką kitiems darbams. Vienas iš uždavinių yra treniruotės perkėlimas į informacinę sistemą, kurią būtų galima panaudoti atliekant fizinių pratimų parametrų analizę. Pirmiausia kuriant sistemą pritaikytą sportui reikalinga išanalizuoti esamą padėtį, reikalavimus, kokius privalumus, funkcionalumus privalo suteikti.

AUTOMATIC ASSEMBLY AND PROCESSING SYSTEM OF PHYSICAL EXERCISES PARAMETERS, USING GPS SENSORS

Summary

Physical exercise is one of the main factors in achieving best results in competition. We have to create products using the most advanced techniques, in this technology age that would help coaches and athletes. One of the technologies allows us to use GPS receivers for collecting and later analysis of training programs.

This master thesis is an overview of GPS possibilities, discussing and analysing GPS receivers and systems used for exercise analysis.

In this work overview the skeleton and main components of general-purpose system. Collection of the components as a whole makes a system that corresponds to the requirements for such system.

We present fully analysed methods for information system of physical exercise analysis.

System for automatic storage and analysis of collected exercise data is designed and created.

1. GPS IR PANAUDOJIMO SPORTE APŽVALGA

1.1. GPS (Global Positioning System)

Kur aš esu šiuo metu? Daugeliui žmonių iškyla šis iš pirmo žvilgsnio nesudėtingas klausimas; atsakymas kaip įrodė istorija, nebuvo jau toks ir paprastas. Per amžius keliautojai ir jūrininkai stebėjo dangų ir ieškojo sistemos, kuri jiems padėtų ir leistų nustatyti jų esamos vietos tikslumą, kuris leistų išvengti tragedijos ir pasiekti užsibrėžtą tikslą.

Atsakymas į klausimą tapo toks paprastas tik praeito amžiaus antrojoje pusėje. JAV karinio laivyno navigacijos sistema TRANSIT startavo šešto dešimtmečio pabaigoje ir visiškai pradėjo funkcionuoti septintojo dešimtmečio viduryje. Ši sistema buvo skirta tam, kad tiekėtų tikslus navigacijos duomenis raketiniams povandeniniams laivams. Skaičiavimai buvo paremti Doplerio efektu. Tačiau iki aštuntojo dešimtmečio vidurio dar nebuvo galima pakankamai tiksliai nustatyti koordinacių. Transit'o sistemą sudarė šeši palydovai, skriejantys 1075 km aukštyje. Palydovo orbitos įveikimo periodas buvo 107 minutės. Esant palankiausioms sąlygoms ši sistema pasiekdavo nuo 35 iki 100 metrų tikslumą. Didžiausia šios sistemos problema buvo ta, kad palydovai neapdrėpdavo didelio žemės paviršiaus ploto. Todėl vartotojai turėdavo interpoliuoti savo poziciją. Tranzit'o projekto sėkmė paskatino amerikiečių karinį jūrų ir oro laivyną tirti ir kurti kitas, tobulesnes navigacijos sistemas, turinčias geresnes ir visapusiškesnes galimybes. 1996 metais Transit'o navigacinės sistemos buvo atsisakyta.

Globali pozicijos nustatymo sistema (GPS – Global Positioning System) [11][12] buvo pradėta kurti Jungtinių Valstijų Gynybos Departamente dar 1973 metais, siekiant tikslios navigacijos galimybių. Pirmiausia ji buvo pavadinta NAVSTAR (Navigation System with Timing and Ranging) ir naudota tik kariniais tikslais. Šią sistemą sudaro 24 Žemės palydovai, kurie skrieja šešiomis orbitomis apytiksliai 20000 km aukštyje nuo Žemės centro ir užtikrina visišką mūsų planetos paviršiaus padengimą. Kiekvienas palydovas orbitą įveikia du kartus per parą. Skriedami jie nuolat siunčia radijo signalus su informacija, kada tas signalas buvo išsiųstas ir kitais navigacijos duomenimis. Navigacijos tikslumą užtikrina palydovuose esantys atominiai laikrodžiai. Kiekvienas palydovas turi du cezio ir du rubidžio laikrodžius, kurie užtikrina nanosekundžių tikslumą. Žinant elektromagnetinių bangų sklaidimo greitį, nesunku apskaičiuoti, kad kiekviena nanosekundė atitinka 30 cm atstumą. Palydovai buvo išdėstyti taip, kad iš bet kurio Žemės taško būtų matomi mažiausiai 4 palydovai. GPS imtuvai, esantys automobiliuose, lėktuvuose, laivuose ar bet kurioje kitoje transporto priemonėje, priima informaciją iš mažiausiai trijų palydovų ir atlikdami reikalingus skaičiavimus, nustato tikslią savo poziciją Žemės paviršiuje. Tam, kad būtų nustatyta pozicija

trimatėje erdvėje, reikia priimti signalus bent iš keturių palydovų. Ši sistema visiškai buvo įdiegta jau 1993 metais; jos realizavimas pareikalavo daugiau nei 15 milijonų JAV dolerių.

GPS veikimo principas [1][4]. Sistemą sudaro:

- dirbtinių Žemės palydovų plejada (kosminis segmentas);
- antžeminių sekimo ir valdymo stočių tinklas (valdymo segmentas);
- GPS imtuvas (vartotojo aparatinės priemonės).

1.1.1. Kosminis segmentas

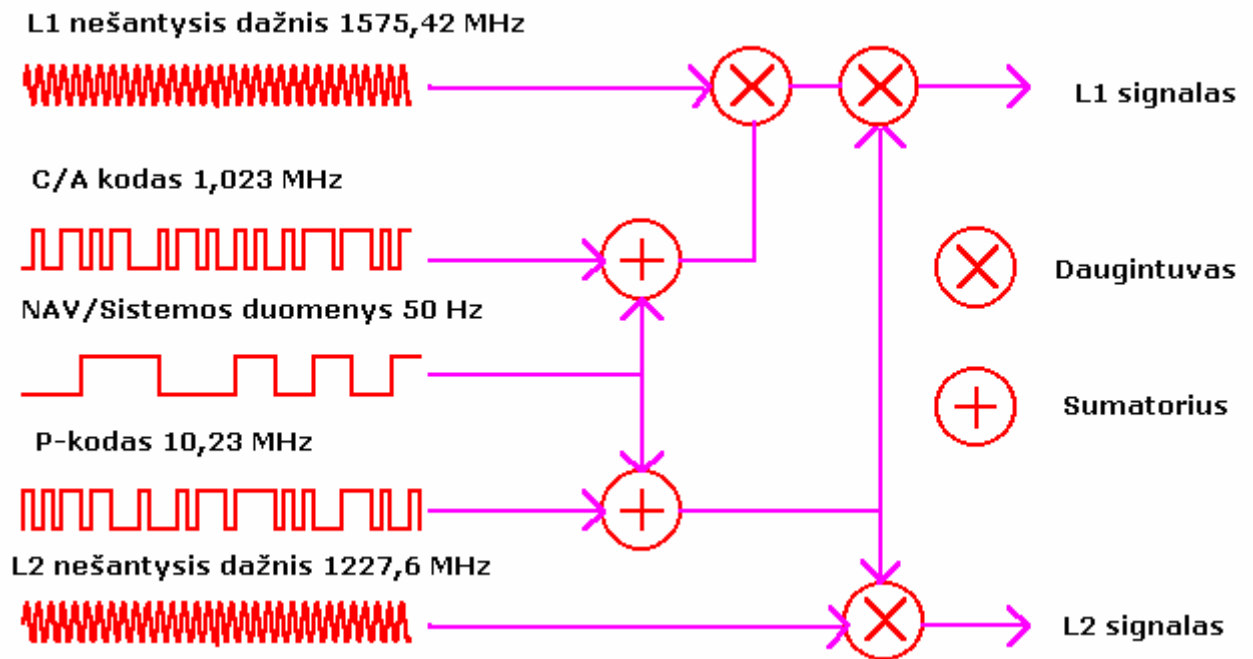
Kosminį segmentą sudaro 26 palydovai (21 pagrindiniai ir 5 papildomi), tačiau yra šaltinių, kurie teigia, kad yra net 28 palydovai, besikreipiantys aplink mūsų planetą šešiomis orbitomis. Orbitų plokštumos pasvirusios 55° nuo ekvatoriaus plokštumos ir perstumtos viena kitos atžvilgiu 60° pagal ilgumą.



1 pav. Kosminis segmentas

Orbitų spindulys apie 26 tūkst. km, o apsisukimo periodas – pusė paros (apytiksliai 11 val. 58 min.). Kaip jau buvo paminėta palydovuose yra sumontuoti keturi atominiai laikrodžiai, arba kitaip sakant, keturi dažnių standartai, taip pat saulės baterija, orbitų koregavimo varikliai, priėmimo perdavimo aparatūra, kompiuteriai.

Palydovo siųstuvai skleidžia dviejų nešančiųjų dažnių signalus: $L1=1575,42$ MHz ir $L2=1227.6$ MHz.



2 pav. GPS palydovo signalai

Prieš tai šie signalai moduluojami pseudoatsitiktinėmis skaičių sekomis (fazine manipuliacija). Reikia pastebėti, kad L1 dažnis moduluojamas dvejais kodais: C/A (Coarse Acquisition – grubus kodas) kodu (kitai vadinamu laisvo priėjimo kodu) ir P (Protected arba Precision code – sankcionuoto priėjimo kodu), o dažnis L2 tik P kodu. Abu nešantieji dažniai papildomai koduojamos navigaciniu pranešimu, kuriame yra duomenys apie palydovų orbitas, dar vadinam almanachu, informacija apie atmosferos parametrus, sisteminio laiko ir orbitų korekcijos duomenys efemeridės. Almanachas jungia visų palydovų orbitų parametrus. Šie duomenys nepasižymi dideliu tikslumu ir yra teisingi tik kelis mėnesius. Tuo tarpu, efemeridės yra pakankamai tikslios, pateikia duomenis apie kiekvieno palydovo orbitų ir laiko korekcijas, nes tai reikalinga tiksliam palydovo koordinatų nustatymui. Kiekvienas GPS palydovas perduoda tik jam priklausančius efemeridės duomenis. Šie duomenys galioja tik 30 minučių. Palydovai siunčia savo efemerides kas 30 sekundžių.

Signalų kodavimas padeda sinchronizuoti palydovų ir GPS imtuvų laikus, taip sudaromos palankios sąlygos aparatūrai atskirti signalą iš triukšmų, realizuoti riboto priėjimo GPS režimą. C/A kodo impulsų dažnis yra 1,023 MHz ir pasikartojimo periodo – 0,001 sekundės, todėl GPS imtuvui jį dekoduoti nėra labai sudėtinga. Tačiau remiantis šiuo signalu matavimų tikslumas nėra ypač aukštas. P kodo impulsų dažnis jau yra 10,23 MHz, o jų pasikartojimo periodas siekia net 7 paras. Be to, kartą per savaitę šis kodas yra keičiamas visuose palydovuose. Todėl dar visai neseniai šiuo kodu galėjo naudotis tik vartotojai, kurie turėjo JAV Gynybos ministerijos leidimą. Šiuo metu atlikti matavimus naudodamiesi šiuo kodu gali visi vartotojai, nepriklausomai ar jie turi leidimą, ar ne. Tačiau amerikiečių žinybos ėmėsi papildomų priemonių, kad apsaugotų šį kodą: bet kuriuo

metu be perspėjimo gali būti įjungiamas AS režimas (Anti Spoofing). Tokiu atveju P kodas papildomai koduojamas, jis tampa Y kodu. Y kodą iššifruoti galima tik aparatinėmis priemonėmis, naudojantis specialiomis mikroschemomis (kriptografiniais raktais), kurias yra įmontuojamos į GPS imtuvą. Be to, siekiant sumažinti GPS imtuvų tikslumą nesankcionuotiems vartotojams (arba karo atveju), yra numatytas taip vadinamas „selektyvus priėjimo režimas“ SA (Selective Availability). Įjungus šį režimą į navigacinį pranešimą specialiai įterpiami klaidinantys duomenys apie palydovų orbitas ir sisteminio laiko korekcijas, taip sumažinamas pozicijos nustatymo tikslumas net iki 3 kartų.

Kadangi P kodas perduodamas dviem nešančiais dažniais (L1 ir L2), o C/A kodas – tik vienu (L1), GPS imtuvuose, dirbančiuose pagal P kodą, išdalies kompensuoja signalo laikymą jonosferoje klaidą, kuri priklauso nuo signalo dažnio. Tokių imtuvų tikslumas daug didesnis, negu dirbančių su C/A kodu.

1.1.2. Valdymo segmentas

Valdymo segmentas susideda iš pagrindinės valdymo stoties (Falcon aviacijos bazės, Kolorado valstijoje JAV), penkių sekimo stočių, išsidėsčiusių amerikiečių karinėse bazėse, įvairiose salose po visą pasaulį, ir dar trijų siuntimo stočių. Be to, yra visas tinklas valstybinių ir privačių palydovų sekimo stočių, kurios stebi ir tikslina atmosferos ir palydovų judėjimo trajektorijų parametrus. Surenkama informacija apdorojama galingais kompiuteriais ir periodiškai perduodama į palydovus, navigacinių pranešimų atnaujinimui ir orbitų koregavimui.

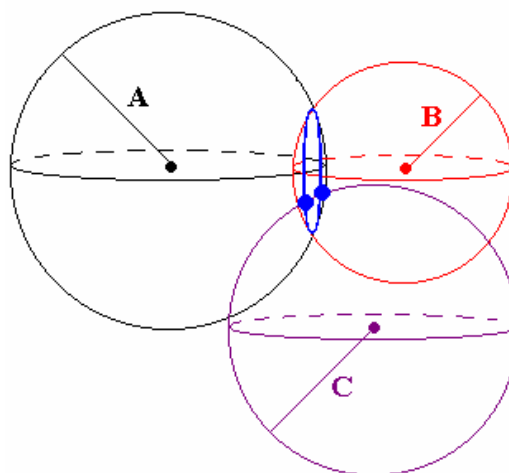
1.1.3. Vartotojų aparatūra

Vartotojo aparatūroje (GPS imtuve) priimtas signalas dekoduojamas, t.y. iš jo išskiriamos C/A ir P kodų sekos ir tarnybinė informacija. Gautas kodas lyginamas su analogišku kodu, kurį generuoja pats GPS imtuvas. Tai leidžia nustatyti signalo sklidimo iš palydovo trukmę ir apskaičiuoti pseudoatstumą.

Pagrindinė idėja, GPS imtuvui nustatant koordinates, yra atstumo skaičiavimas iki kelių palydovų, kurių išsidėstymas iš anksto žinomas (šie duomenys yra gautame iš palydovo almanache). Objekto padėties skaičiavimas pagal atstumus iki taškų su žinomomis koordinatėmis, vadinamas trilateracija.

Jeigu žinomas atstumas A nuo vieno palydovo, tai imtuvo koordinačių nustatyti neįmanoma. Jis gali būti bet kuriame sferos su spinduliu A taške. Jeigu žinomas atstumas B iki kito palydovo. Tada taip pat negalime nustatyti tikslų imtuvo koordinačių, bet galima sakyti, kad jis yra kažkur dviejų sferų susikirtimo apskritime. Atstumas C iki trečio palydovo sumažina neapibrėžtumą iki

dviejų taškų. To jau pakaktų nustatant GPS imtuvo koordinatas, nes tik vienas iš tų taškų yra Žemės paviršiuje arba arti jos, o antrasis taškas, melagingas, bus arba giliai Žemėje, arba labai aukštai virš jos paviršiaus. Taigi teoriškai trimatei navigacijai užtenka žinoti atstumą tik iki trijų palydovų.



3 pav. Koordinatų nustatymas naudojant trijų palydovų duomenis

Deja, gyvenime taip nebūna. Ankščiau pateikti svarstymai tinka tik tuomet, jeigu atstumai iki palydovų žinomi absoliučiai tiksliai. Suprantama, kad ir kaip inžinieriai stengtųsi, visada yra galima paklaida (netiksli GPS imtuvo ir palydovo laikų sinchronizacijos, šviesos greičio priklausomybės nuo atmosferos ir t.t.). Jeigu palydovo ir imtuvo laiko skalės nesutaptų, tačiau 0,001 s, atstumo skaičiavimas turės paklaidą net 2993 km. Todėl, nustatant imtuvo trimates koordinatas, pasitelkiame ne trys dirbtiniai Žemės palydovai, o mažiausiai keturi. Gavęs signalus iš keturių palydovų, imtuvas ieško atitinkamų sferų susikirtimo taško. Jeigu tokio taško nėra, imtuvo procesorius pradeda nuosekliai artėdamas koreguoti savo laikrodį iki tol, kol nepasiekia visų sferų susikirtimą viename taške.

Kitas didelis paklaidos šaltinis yra signalo vėlinimas jonosferoje – tai jonizuotas atmosferos sluoksnis 50 – 500 km aukštyje, kuriame yra laisvų elektronų. Šių elektronų buvimas ir sukelia sklindančių signalų vėlinimą, kurio dydis tiesiogiai proporcingas elektronų koncentracijai ir atvirkščiai proporcingas signalo dažnio kvadratui. Kad būtų kompensuota ši paklaida, naudojamas dvidažnių matavimų metodas su dažniais L1 ir L2 (dvidažniuose imtuvuose). Jei palyginsime dviejų skirtingų dažnių GPS signalų sklaidimo laikus, galėsime išsiaiškinti koks buvo vėlinimas. Be to, iš dalies šią paklaidą pasitelkus informaciją padeda sumažinti analitiniai skaičiavimai, kurie įtraukti į navigacinį pranešimą. Tačiau visko sumodeliuoti negalima, todėl likutinis nemodeliuojamas, jonosferos vėlinimas įneša paklaidą iki 10 m.

Troposfera – žemiausias atmosferos sluoksnis (iki 8-13 km.) – taip pat vėlina palydovų sklaidžiamus signalus. Vėlinimo dydis priklauso nuo meteorologinių parametrų (slėgio,

temperatūros, drėgmės), taip pat nuo palydovo aukščio virš horizonto. Troposferinių vėlinimų kompensacija atliekama šiuo sluoksnio matematinio modelio skaičiavimais. Todėl reikalingi koeficientai įtraukiami į navigacinį pranešimą. Dėl troposferos vėlinimo galutinė paklaida, skaičiuojant atstumus, gali sudaryti 1 m.

1.1.4. GPS panaudojimas

Sparčiai vystantis elektronikai ir kompiuterinei technikai GPS tapo prieinama ne tik kariškiams. Šiuo metu GPS privalumais gali naudotis ir vaikai, ir Alzheimerio liga sergantys ligoniai.

Yra sukurti ir gaminami asmeninai GPS imtuvai, kuriuose integruota GSM ryšio priemonė, pranešanti apie jūsų vaiko ar ligonio buvimo vietą. Per kelis pastaruosius metus GPS naudojimas tapo beribis. Specialiųjų tarnybų automobiliai naudoja GPS, norėdami operatyviai nustatyti iškvietimo tikslą ir optimizuoti maršrutą. GPS naudojamas aptikti pasimetusias jūroje gelbėjimo valtis. Pervežimo ir transportavimo kompanijos naudoja palydovines stebėjimo sistemas, sekdamas ir greitindamas krovinių pristatymą, fiksuodama ir kontroliuodama transporto ar krovinių judėjimą. GPS naudojamas civilinės aviacijos navigacijoje, fotografuojant iš lėktuvo, kartografijoje, žemdirbystėje ir miškininkystėje, tiesiant kelius, stebint miško gaisrus. Mokslininkai pasitelkia GPS, stebi žemės drebėjimus ir tektoninių plokščių poslinkius. GPS prietaisai diegiami į automobilius. Tuomet vairuotojai gali sužinoti savo buvimo vietą painiuose didmiesčių labirintuose, bet ir susidaryti kelionės maršrutą. Ir čia tik pradžia. Šiuo metu pasaulinėje rinkoje GPS imtuvų ir technologijų yra įdiegta už kelis milijardus JAV dolerių ir tikimasi, kad per ateinantį dešimtmetį ši suma pasieks kelias dešimtis milijardų.

1.1.5. GPS protokolai

GPS imtuvai gautus duomenis atpažįstą naudodamiesi NMEA (National Marine Electronics Association) [20] signalų standartu. Informacijos kodavimui naudojama 4800 bps (bitų per sekundę) greitis, 8 bitai persiunčiamiems duomenis ir vienas stabdymo bitas. Kadangi, sakiniai yra standartizuoti jie turi tam tikrus bendrus požymius, visi standarto sakiniai prasideda simboliu („\$“) ir baigiasi eilutės pabaigos simboliu (<CR><LF>). Duomenys sakinyje atskiriami kableliu, kad būtų galima atpažinti skirtingas duomenų porcijas. Sakiniai, naudojami standarte, turi antraštes „\$GPxxx“ kuriose išsaugota informacija, nusakanti šio signalo paskirtį. „\$“ simbolis yra lauko adresas, „GP“ parodo kad tai yra GPS duomenys. „xxx“ perteikia informaciją, kokio tipo duomenys yra aprašyti sakinyje.

Toliau yra pateikiami pagrindiniai ir papildomi NMEA standarto sakiniai [6], kurie užtikrina duomenų perduodamų į GPS imtuvą atpažinimą. Kiekvienas iš šių sakinių perneša informaciją priklausomą nuo aprašytos standarte, GPS imtuvas išanalizuoja gautus sakinius ir pateikia priimtą informaciją vartotojui.

1 lentelė. NMEA standarto pagrindinių sakinių aprašymas

Sakinys	Aprašymas
\$GPGGA	Globalios padėties fiksuoti duomenys
\$GPGLL	Geografinė padėtis – platumas/ilguma
\$GPGSA	GPS tikslumo duomenys ir veikiantys palydovai
\$GPGSV	Matomų palydovų duomenys
\$GPRMC	Rekomenduojamas specialūs GPS duomenys
\$GPVTG	Kurso virš žemės ir žemės greitis

2 lentelė. NMEA standarto papildomų sakinių aprašymas

Sakinys	Aprašymas
\$GPALM	GPS almanacho duomenys
\$GPGRS	GPS atstumo paklaida
\$GPGST	GPS triukšmų statistika
\$GPMSS	Palydovo imtuvo statusas
\$GPZDA	UTC ir vietovės datos/laiko duomenys

1.2. GPS jutikliai pritaikyti sportui

Pasaulyje yra nemažai sukurta GPS jutiklių ir įrenginių. Jie yra nedideli, kompaktiški ir nesudėtingi naudoti. Dauguma yra suderinti tarpusavy, pagal surinktą informaciją, turi jungtis, kurias galima panaudoti, surinktus duomenis perkelti į kompiuterį ar kitas sistemas suderintas su GPS imtuvais. Didžiausi ir garsiausi GPS įrenginių gamintojai, kaip NAVNAM, GARMIEN ir kiti turi serijas produktų, kurie yra skirti sportui.

1.2.1. NAVMAN Sport Tool

„NAVMAN Sport Tool“ serijos GPS įrenginiai yra pritaikyti sportininkams užsiimančiais įvairia veikla: bėgimu, slidinėjimu ir kita. Šie produktai yra labai lengvi, nesukeliantys nepatogumo vartotojams, tvirtinasi prie rankos. Šioje serijoje yra keletas modelių, todėl tikrai galima pasirinkti pagal poreikius ir galimybes.



4 pav. Navman Sport Tool įrenginys

Funkcijos	W300	S300	R300	M300	A300	X300
Laikas	+	+	+	+	+	+
Data	+	+	+	+	+	+
Automatinis chronometras	+	+	+	+	+	+
Automatinis slidinėjimo detekcija					+	+
Dabartinis greitis	+	+	+	+	+	+
Dabartinis žingsnis	+		+			
Vidutinis greitis	+	+	+	+	+	+
Vidutinis žingsnis	+		+			
Nukeliautas atstumas	+	+	+	+	+	+
Čiuožimo režimas: nučiuožta distancija						+
Maksimalus greitis		+	+	+	+	+
Matavimo vienetai km/h ir km arba mylios/h ir mylios	+	+	+	+	+	+
Matavimo vienetai jūrmylės ir mazgai				+		
Rato distancija			+	+	+	+
Ratų atmintis (maksimalus skaičius 50)			+	+	+	+
Rato laikas			+	+	+	+
Sudegintos kalorijos	+		+			
Dabartinis aukštis virš jūros lygio (GPS)			+		+	+

Surinktas skirtumas jūros lygio					+	+
Kursas				+		
Keičiamas viršelis	+	+	+	+	+	+
Atsparumas vandeniui	+	+	+	+	+	+
Baterijos gyvavimo laikas	iki 16 val.	iki 16 val.	iki 16 val.	iki 16 val.	iki 10 val.	iki 16 val.
Baterijos indikatorius	+	+	+	+	+	+
Temperatūros diapazonas -10°C iki +50°C	+	+	+	+	+	+
Svoris	120 g.	120 g.	120 g.	120 g.	120 g.	120 g.
Paklaida, greičio	+/- 0,3 km/h	+/- 0,3 km/h	+/- 0,3 km/h	+/- 0,3 km/h	+/- 0,3 km/h	+/- 0,3 km/h
Paklaida, distancijos	+/- 2%	+/- 2%	+/- 2%	+/- 2%	+/- 2%	+/- 2%

1.2.2. Garmin Forerunner

Kaip ir NAVNAM firmos GPS įrenginiai taip ir Garmin [10] yra labai mobilūs ir patrauklūs naudoti sporte. Yra labai paprasti, turintys daug funkcijų, nesudėtingai valdomi. Turi galimybę sukauptus duomenis perkelti į kitas sistemas, kurios gali apdoroti ir analizuoti GPS informacija. Taip pat galima iš anksto susidaryti maršrutą, treniruotės planą ir jį išsaugoti įrenginyje.



5 pav. Garmin Forerunner įrenginys

Funkcijos	205	305	301
Imtuvo tipas	SiRF III	SiRF III	12 palydovų
DGPS			
WAAS / EGNOS			
Maršrutų taškai	100	100	100
Pėdsako taškai			3000
Dabartinis žingsnis	+	+	+
Vidutinis greitis	+	+	+
Vidutinis žingsnis	+	+	+
Nukeliautas atstumas	+	+	+
Maksimalus greitis	+	+	+
Dabartinis aukštis virš jūros lygio (GPS)	+	+	+
Sudegintos kalorijos	+	+	+
Širdies dažnio stebėjimas		+	+
Kursas	+	+	+
Ratų atmintis	1000	1000	5000
Atsparumas vandeniui	+	+	+
Baterijos gyvavimo laikas	10 val.	10 val.	15 val.
Svoris	77 g.	77 g.	74 g.

1.3. GPS surinktų duomenų apdorojimo sistemos

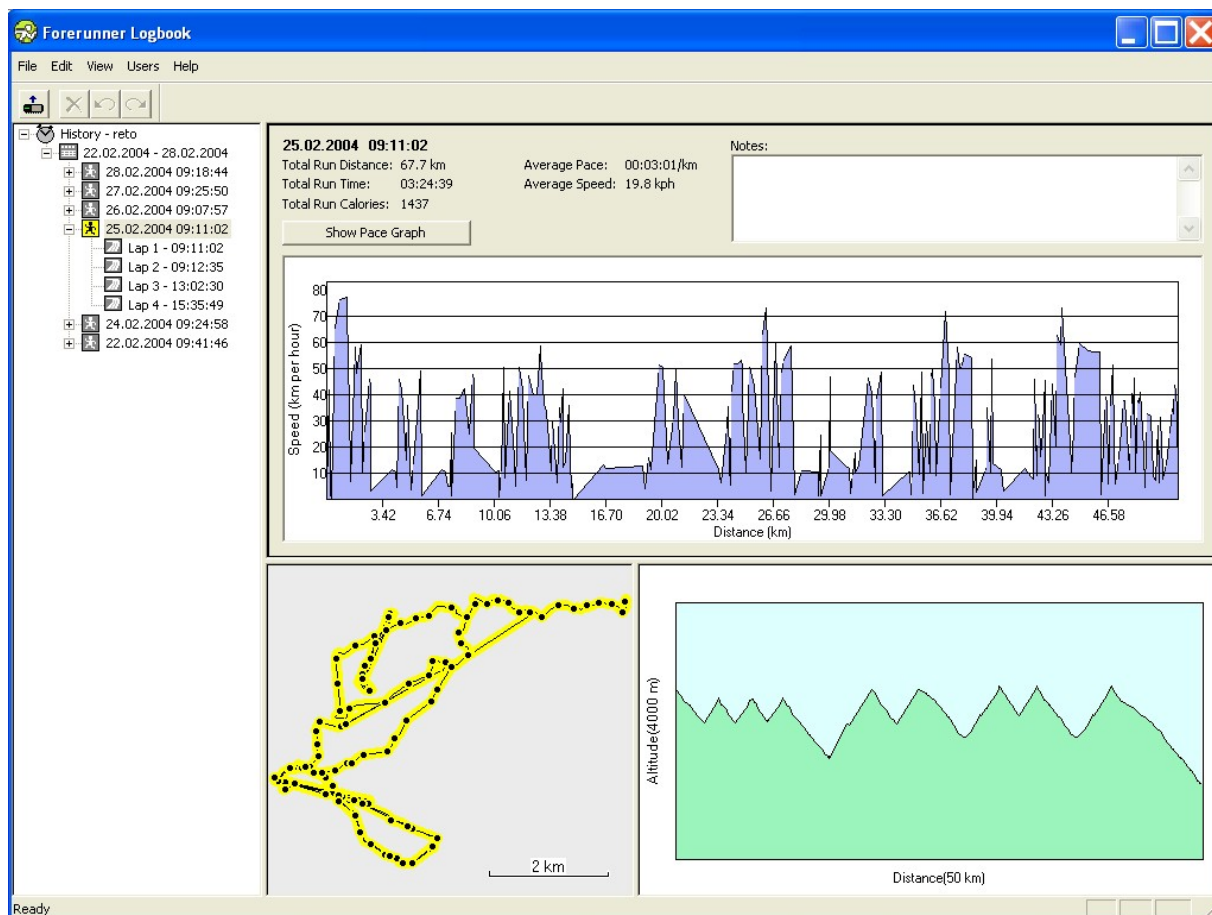
Turint surinktus duomenis apie atliktas treniruotes labai svarbu juos išanalizuoti ir priimti sprendimus, todėl reikalingos sistemos kurios analizuotų šiuos duomenis ir pateiktų ataskaitas. Tokių programų yra keletas:

- Forerunner Logbook [9];
- Sportsim [21];
- GPSports Analysis [15];
- kitos [2].

Jos viena nuo kito skiriasi atliekamų analizės sudėtingumu, vienos daugiau orientuotos į atvaizdavimą, buvimo vietos parodymas žemėlapyje, kitos į tarpinių rezultatų analizę, ataskaitų generavimą.

1.3.1. Forerunner Logbook

Ši programa skirta peržiūrėti duomenis surinktus su Garmin Forerunner GPS imtuvais. Pateikia informaciją apie įveiktus treniruotės ratus, distancijos vaizdą, laikus. Taip pat gali pavaizduoti kaip kito greitis, aukštis virš jūros lygio. Turi galimybę išsaugoti informaciją į XML formato failus.

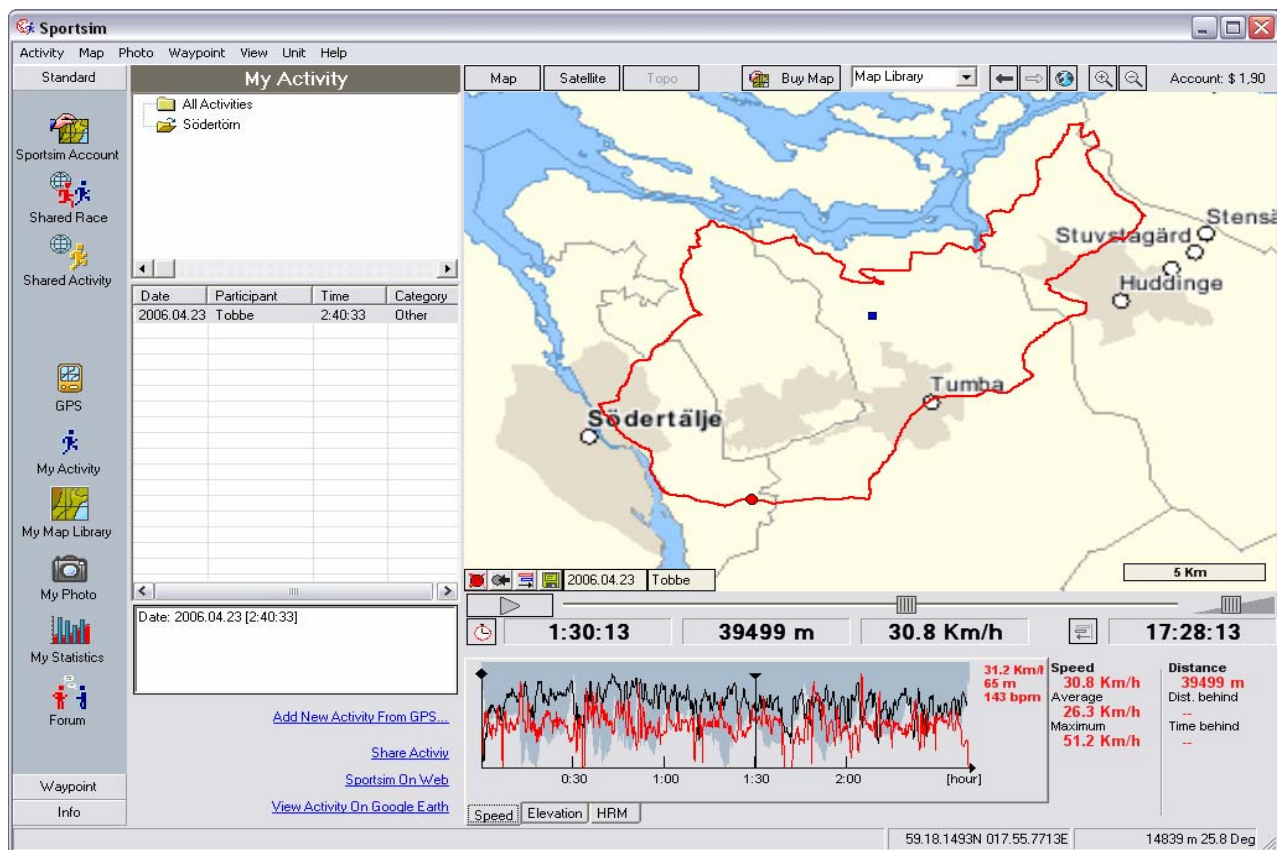


6 pav. Forerunner Logbook programa

Šios programos didžiausias trūkumas, kad suderinta tik su Garmin firmos GPS imtuvais, taip pat informacijos nuskaitymas vyksta tik tiesiai iš įrenginio, o išsaugotos informacijos XML formate negali nuskaityti. Todėl jos universalumas yra pakankamai apribotas.

1.3.2. Sportsim

Sportsim programa yra galingesnė ir turi platesnį panaudojimą nei prieš tai minėta Garmin Forerunner Logbook. Jau yra realizuota išsamesnė duomenų analizė, detalus duomenų atvaizdavimas naudojant žemėlapius, peržiūrėjimas kaip kito sportininko buvimo vieta pagal gautus GPS duomenis. Taip pat galima palyginti kelių atletų tos pačios treniruotės pasiektus rezultatus. Turi numatytas galimybes kurti naujas treniruotes, atsižvelgiant į gautus atliktos analizės rezultatus.



7 pav. Sportsim programa

1.3.3. GPSports Analysis

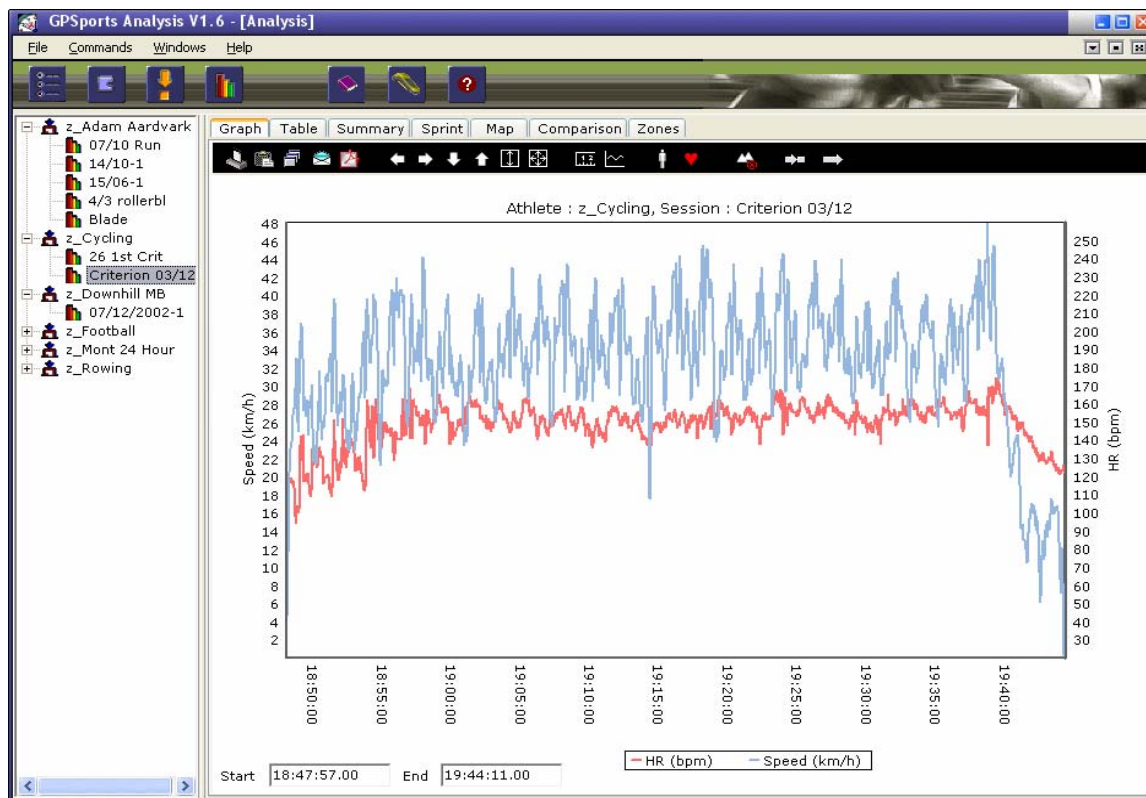
Šis kompanijos GPSports produktas [13] yra vienas iš geriausiai pritaikytų dirbti su surinktais GPS duomenimis, kurie susieti su atliktomis atletų treniruotėmis. Šioje sistemoje realizuotos visos pagrindinės fizinių pratimų parametrų analizės būdai:

- duomenų peržiūra;
- ataskaitos;
- palyginimo moduliai.

Surinktų parametrų peržiūra yra labai informatyvi ir įvairiapusė, kiekvienas gali rasti sau priimtinausią variantą, nes yra ir lentelės forma, ir grafikai, ir žemėlapiu forma. Taip pat leidžiama sudaryti ataskaitas, kuriose informacija bus atvaizduota tik ta, kuri yra svarbiausia treneriui arba atletui. Palyginimo modelyje realizuoti keli būdai duomenų palyginimui:

- atletas su atletu;
- sesija su sesija.

Kuo įvairesni fizinių pratimų parametrų palyginimo būdai realizuoti, tuo geriau sportininkai ir juos treniruojantys žmonės gali susidaryti vaizdą apie realią atleto fizinę formą.



8 pav. GPSports Analysis programa

Didžiausias šio produkto trūkumas yra, kad suderintas tik su šios firmos GPSports GPS imtuvais [14], kas suvaržo pasirinkimų galimybę. Taip pat duomenų įvedimas tik iš GPS įrenginio, kas nesuteikia variacijos tarp informacijos apie treniruotę pateikimo būdų.

2. SPORTUI SKIRTOS SISTEMOS REIKALAVIMAI

Fizinių pratimų parametrų surinkimo ir apdorojimo sistemos, naudojančios GPS duomenis yra besivystančioje stadijoje, todėl esančios sistemos nesuteikia visų įmanomų galimybių. Todėl reikia pateikti universalų sistemos modelį, kuris atskleistų platesnį šio modelio sistemų galimybes.

2.1. Svarbiausia idėja

Fizinių pratimų parametrų automatizuoto surinkimo ir apdorojimo sistemos susideda iš komponentų, kurių funkcionavimo visuma sudaro šios sistemos panaudojimą sporto srityje. Pagrindiniai tokių sistemų komponentai yra:

- GPS duomenų surinkimo sistema [17];
- fizinių pratimų parametrų išsaugojimo sistema;
- surinktų fizinių pratimų parametrų analizės sistema;
- treniruočių sudarymo ir planavimo sistema.

Šie komponentai suskaido sistemą ne tik į atitinkamas atskiras dalis, tačiau jie taip pat atskiria eilę procesų, neatsiejamų nuo sistemų, kurios skirtos fizinių pratimų parametrų surinkimui ir analizei.

Surinkimo sistema yra atsakinga už GPS duomenų gautą iš palydovo surinkimą ir apdorojimą, bei taip pat gauto informacijos srauto perdavimą išsaugojimo sistemai. Analizės sistema jei reikiamą informaciją paima iš saugyklos ir atlieka reikiamus skaičiavimus, pagal pasirinktus parametrų kriterijus. Surinkimo ir analizės sistemos taip pat turi turėti priejimą prie saugojimo sistemos, kuri atlieka pagrindinę rolę informacijos srauto valdymui ir mainams. O ketvirtas komponentas yra skirta padėti treneriams ir atletams planuoti ir sudaryti treniruočių planus, pagal individualius pageidavimus.

2.2. Universali sistema

Šiame skyriuje nagrinėsime universalios fizinių pratimų parametrų automatizuoto surinkimo ir apdorojimo sistemos funkcionavimą. Peržvelgus ankščiau analizuotas sistemas skirtas GPS duomenų analizei, galima pastebėti, kad šios realios programos nesuteikia visų aprašytų kriterijų. Sekančiuose poskyriuose, detalizuosime pagrindinių komponentų funkcijas ir apžvelgsime įdomesnes jų savybes.

2.2.1. Surinkimo sistema

- Duomenų priėmimas realiu laiku

- duomenų priėmimas iš GPS imtuvų
- duomenų priėmimas iš GPS duomenų modeliavimo įrenginio / sistemos
- Duomenų importavimas
 - GPS įrenginio išsaugotos informacijos įkėlimas
 - iš duomenų failų

GPS duomenys apie atleto atliekamus fizinius pratimus, gali būti išgaunami netiesiogiai iš GPS imtuvų, o ir kitais būdais. Keletas iš jų yra duomenų importavimas arba priėmimas iš modeliavimo įrenginio / sistemos. Šie būdai tikrai yra labai reikalingi, kadangi neužtenka duomenų įvedimo tik realiu laiku ir tik iš GPS imtuvo. Informacijos įvedimas kitokiu pavidalu praplečia sistemos galimybes ir funkcionavimą, padeda duomenų mainams tarp skirtingų sistemų. Daugeliu atveju, nėra galimybės realiu laiku įvesti duomenų į sistemą, o tik atlikus treniruotę, kuomet visi duomenys yra išsaugomi GPS įrenginyje ir tik po to perkeliama į fizinių pratimų parametrų sistemą naudojantis įvedimo sistema. Taip pat yra kartais naudinga naudoti GPS duomenų simuliaciją, norint imituoti virtualius treniruočių parametrus ir pagal juos atlikti analizę.

Daugelyje tyrinėtų sistemų šie funkcionalumai nėra pilnai realizuoti ir įgyvendinti.

2.2.2. Analizės sistema

- Peržiūra
 - Atliktų treniruočių rezultatų peržiūra
 - lentelės forma
 - atliktos treniruotės simuliacija pagal pasiektus rezultatus
 - Peržiūros filtrai
 - pagal sportininką
 - pagal treniruotę
 - pagal atlikimo datą ir laiką
 - kiti filtrai
- Analizė
 - fizinių pratimų parametrų analizė
 - Vieno atleto rezultatai
 - lentelės forma
 - grafiko forma
 - kiti formatai
 - Palyginamieji atletų rezultatai

- lentelės forma
- grafiko forma
- kiti formatai
- Analizės filtrai

Fizinių pratimų parametrų analizė yra viena iš svarbiausių dalių tokio tipo sistemose, nes teikiami rezultatai yra labai informatyvūs, parodantys sportininko pasirengimo lygį, atliekant jam paskirtas užduotis. Taip pat treneriai, pagal šiuos rezultatus gali planuoti, sudarinėti naujas treniruotes, koreguoti esamas, kad atleto sportinė forma būtų tokia, kad užtikrintų pačius geriausius rezultatus varžybose.

Kitas kriterijus analizės sistemos yra informatyvumas, tai yra kaip įvairiai pateikiami šie gauti rezultatai. Ši įvairovė pasireiškia visapusiškesniu informacijos pateikimu:

- lentelės;
- grafikai;
- ataskaitos.

Treneriai ir atletai tik pagal šia informaciją gali susidaryti vaizdą, kokia yra fizinė forma, tačiau daugelyje nagrinėtų sistemų pastebėtas trūkumas tokių analizės rezultatų, dažniausiai tai atvaizduojama tik lentelės arba grafiko pagalba.

Dar vienas pakankamai informatyvus analizės būdas yra virtualus treniruotės atvaizdavimas, tai yra kaip kito atleto padėtis, greitis, įveikta distancija ir kiti fizinių pratimų parametrai. Šis vaizdavimo būdas turi taip pat kelis detalizacijos lygius:

- naudojant realų žemėlapi;
- tik atvaizduojant trajektorijos kitimą.

2.2.3. Informacijos saugojimo sistema

- Saugykla
 - duomenų bazė / failų sistema / abu kartu
 - komercinių DB palaikymas (JDBC / ODBC)
 - paprastos DB (RDB, ORDB, OODB)
 - paskirstytas saugojimas
- Informacijos paskirstymas
 - atletų informacija
 - GPS duomenys
 - fizinių pratimų parametrai

- treniruotės

Saugojimo sistema yra atsakinga už informacijos mainus tarp kitų posistemių ir jos išsaugojimą. Atsižvelgiant į pageidaujamą informacijos apdorojimo kiekį turi turėti numatytą galimybę pasirinkti kokiam formate turi būti saugomi duomenys. Todėl reikia numatyti, kuo įvairesnį pasirinkimą, tai yra pritaikyti skirtingoms duomenų bazėms, taip pat palikti galimybę naudoti failų sistemą, esant mažam informacijos kiekiui. Bet norint visos sistemos darbo našumo, geriausias variantas būtų duomenų bazės, nes jų pagalba galima užtikrinti daug didesnį duomenų srauto apdorojimą ir išgavimą, nei viską realizuoti naudojantis failais. Taip pat DB pagalba galima užtikrinti ir spartesnę, platesnę paiešką.

Nagrinėtose sistemose, informacijos saugojimui dažniausiai buvo naudojama failų sistema, kas apriboja sistemos našumą ir galimybes.

2.2.4. Treniruočių sistema

- Treniruotės
- Treniruočių planavimas

Ši sistema skirta sudaryti ir planuoti treniruotes, kurios padėtų atletams siekti tobulėjimo ir kuo geresnės sportinės formos. Treniruotės yra pagrindinė sudedamoji dalis atleto formos tobulėjime, nes tik jų metu sportininkas įgyja patirtį, gerina savo fizinius duomenis: išsvermę, jėgą. Šis komponentas turi suteikti galimybę sudaryti treniruotes, kuo informatyvesnes, išsamesnes. Tuomet treneriai gali aprašyti įvairius fizinius pratimus su skirtingais etapais, atkarpomis, kuriose sportininkai turi atlikti numatytus veiksmus skirtingais būdais. Tai yra vieną atstumą atletas privalo bėgti numatytu tolygiu greičiu, o kitoje pastoviai didinti tempą iki trenerio numatytų ir taip toliau.

Sudarytos treniruotės savybės turi būti ne vien tik informacija lape, tačiau privalo būti naudojamos atliekant atliktų fizinių pratimų analizėje. Tokia analizė, kuomet lyginama teoriniai fizinės veiklos parametrai su realiais atliktais, tai parodo kaip sportininkas išpildo jam paruoštus uždavinius. Kiekvienas akivaizdus neatitikimas nuo treniruotės plano parodys treneriui, ką atletas daro gerai, kuriose vietose reikia tobulinti fizinį pasiruošimą arba galbūt privaloma peržiūrėti fizinio pratimo specifiką.

2.2.5. Bendros savybės

- TPS (taikomosios programos sąsaja, prieinama programuotojui)
 - atvira
 - programavimo kalba C#
- Architektūra

- modulinė architektūra
 - sistema yra atviro kodo
- Pritaikymas
 - platformos
 - operacinei sistemai
- Daugiakalbystė
 - skirtingų kalbų sistemos vartotojo sąsaja
- Išplečiamumas
 - pritaikymas kitose srityse
- Kaina ir licencija
 - geriausiu atveju: nemokama
- Palaikymas
 - dokumentacija: išplėsti, suprantama, su pavyzdžiais
 - vartotojo vadovas

Šis skyrius talpina fizinių pratimų parametrų automatinio surinkimo ir analizės sistemos bendrų savybių aprašymą. Taikomosios programos sąsaja, turi būti atvira tam, kad leistų programuotojams realizuoti papildomas funkcijas ir galimybes. Universalios sistemos architektūra turi būti modulinė ir lanksti, kodas viešai prieinamas, tam, kad nebūtų priklausoma vien tik nuo kūrėjo, o galima asmeniškai pataisyti rastas klaidas. Taip pat sistema galėtų būti išplečiama ir pritaikoma kitose srityse, pavyzdžiui navigacijai, pagal nustatytus maršrutus.

3. TRENIRUOČIŲ PLANAVIMAS IR ANALIZĖ

3.1. Treniruotė

Sportininkai norėdami pasiekti geresnius rezultatus varžybose, jaustis stipresni fiziškai ir dvasiškai atlieka iškeltus uždavinius, kurie vadinami treniruotės arba fiziniai pratimai [19]. Taigi ši veikla atletams turi dviejų krypčių poveikį:

- Fizinių ypatybių (greitumas, vikrumas, išvermės, jėgos) ir su fizinėmis ypatybėmis susijusių kompleksų gebėjimų (startinis greitis, šoklumas ir kt.) lavinimo bei organizmo funkcinių sistemų tobulėjimo kryptis;
- Asmenybės savybių (mąstymo, pastabumo, suvokimo, dėmesio sutelkimo, bendravimo ir kt.) ugdymo kryptis.

Atliekant pratimus, taip pat ir dalyvavimas varžybose gerėja žaidėjo sportinis parengtumas, stiprėja motyvacija. To pasiekoje įgaunamas postūmis į tobulėjimą, atletas gali įveikti vis sudėtingesnes kliūtis, vis labiau išryškėja ir asmeninės savybės.

Taigi matyti, kad treniruotė yra svarbi sporto dalis, kuri yra naudojama kiekvieną dieną, kuomet atletas atlieka fizinę veiklą.

3.2. Treniruočių planavimas

Tačiau, jei visada treniruotė bus tokios pačios specifikos arba neapgalvoto krūvio, ji neduos norimo rezultato, todėl treneriai turi sudaryti pratimų planą [8]. Kuriuo naudodamasis atletas siekia tikslo. Treniruočių planavimas yra būdas užtikrinti nuoseklų ir tolygų tobulėjimą. Šiuo metu pratimų planavimo modeliai yra skirstomi į dvi grupes.

Pirmai grupei priskiriami:

- apibūdinantys varžybų struktūrą;
- apibūdinantys įvairias sportininko parengtumo puses.

Antrąją grupę sudaro:

- apibūdinantys tam tikro sportinio parengtumo pasiekimo trukmę ir kaitą daugiametėje, vienerių metų treniruotėje;
- stambių sportinio rengimo struktūrinių vienetų (daugiametės treniruotės etapų, periodų) modeliai;
- pratybų modeliai;
- pratimų ir pratimų kompleksų modeliai.

Bendrieji modeliai rodo tiriamų objektų ypatumus, kuomet yra iširta, analizuota didelė grupė, atsižvelgiant į lytį, amžių arba kitus požymius. Grupiniai modeliai – tokie, kurie sudaryti remiantis tam tikros vienos sporto šakos sportininkų grupės tyrimų duomenimis. Tai gali būti komandos, komandų grupės žaidėjų. Modeliai sudaryti remiantis konkretaus atleto ilgų tyrimų duomenimis yra vadinami individualiais modeliais. Tuomet yra orientuojamasi į individualius sportininko duomenis, kaip jie keitėsi laiko tėkmėje.

Kaip matyti egzistuoja daug modelių pagal kuriuos yra stebima ir prognozuojama atletų fiziniai parametrai, kurie yra surenkami atliekant treniruotes. Todėl sistemos, kurios padeda atlikti treniruočių planavimą, turėtų numatyti galimybes palaikyti, kuo daugiau planavimo modelių. Tuomet, treneriams būtų paprasčiau ir patogiau stebėti ir analizuoti sportininkų pasiektus rezultatus.

Treniruočių metu atliekama kontrolė [3], kuri bendraja prasme yra funkcijų sistema suteikianti grįžtamą informacijos srautą – tikrinimas, vertinimas, koregavimas. Sportinio rengimo kontrolė – informacijos rinkimas apie žaidėjų būseną, pratybas ir varžybas, žaidėjų ir komandos rengimo planų vykdymą, norint užtikrinti tvarkingą sportinio rengimo, pasiruošimo vyksmą. Tai yra ši kontrolė apima diagnozę, vertinimą ir prognozavimą. Šios kontrolės tobulinimas, remiantis surinktos informacijos srautu, yra esminės žinios apie objekto varžybinę veiklą ir sportinį parengtumą. Tai yra kelias į efektyvesnį ir perspektyvesnį sportininkų rengimą.

Svarbiausia sportinio rengimo vyksmo kontrolės dalis yra pratybų ir varžybų krūvių kontrolė [16]. Ji gali būti dviejų lygių.

Pirmasis lygis – bendrosios informacijos apie pratybų ir varžybų krūvių rinkimas, registruojant ir vertinant šiuos pagrindinius rodiklius:

- suminis pratybų ir varžybų laikas;
- pratybų ir varžybų dienų skaičius;
- pratybų skaičius ir kiti.

Antras lygis – specifinės informacijos apie treniruotės ir varžybų krūvius rinkimas, registruojant ir vertinant sporto šakai būdingus parametrus. Pratybų metu:

- krūvio dydis per treniruotę;
- koordinacinių krūvių sudėtingumą, vyraujantį kryptingumą;
- krūvio pobūdį: greitumui, greitumo jėgai ir kt. fiziniams ypatybėms lavinti, vyraujant anaerobiniams, mišriems aerobiniams krūviams ir kt.

Sportinis parengtumas [3][7] yra konkreto objekto (sportininko) gebėjimai, išugdyti ilgalaikių ir kryptingų treniruočių pasekoje. Tai galime suprasti kaip sportininko savybių raidą ir rezultatą, kuris parodo žaidėjo ypatybes, kurios padeda siekti jam geresnių rezultatų. Šis

parengtumas yra netik paremtas tik treniruočių pasiektais rezultatais, bet ir išoriniai faktoriai: socialiniai, įgimti gabumai ir kiti.

Sportinį parengtumą lemia:

- Įgimti gabumai. Treniruotės dalį šių gabumų suaktyvina. Atskleidžia aukščiausią jų kokybę, neretai reiškiančią talentą. Talentas vadinama prielaidų, kurios atitinka konkrečius žaidimo reikalavimus, visuma.
- Įtaka natūralios ir socialinės aplinkos, kuri lemia atleto fizinių ir dvasinių ypatybių tobulėjimą. Tokios aplinkos veiksmų visumos reiktų išskirti materialias sąlygas ir atleto amžiaus ypatumus.
- Sportinio rengimo vyksmo įtaka, tai yra ilgalaikis ir tikslingas pratybų ir varžybų krūvio poveikis.

Įgimtų ypatybių, natūralios ir socialiosios aplinkos bei sportinio rengimo įtaka sportininko parengtumui sudaro visumą, nes visos trys įtakos rūšys yra artimai susijusios, viena kitą papildo ir negalima nustatyti kiekvienos iš jų svarbos ar tikslaus įnašo į atleto parengtumą.

Taigi, sportininko siekimas geriausių rezultatų, tiek iš dvasinės, tiek iš fizinės ir materialiosios pusės yra sudėtingas ir daug laiko trunkantis procesas, kurio pasiekoje atleto progresuoja. Todėl norint palengvinti tokio proceso stebėjimą ir prognozavimą reikia pasitelkti šiuolaikines technologijas, tai yra sistemas kurios padeda planuoti, analizuoti ir apdoroti informaciją susijusią su fiziniiais pratimais.

3.3. Treniruotė informacinėje sistemoje

Informacinės sistemos, naudojamos sporte, analizuoti fizinių pratimų parametrus, privalo turėti galimybę aprašyti ir planuoti fizinius pratimus. Treniruotė susideda iš dviejų informacijos dalių, pagrindinės – kurioje aprašoma specifika ir detalizuotos – tai yra treniruotės etapų, veiksmų sekos.

Pagrindinė treniruotės specifikacijos informacija yra fizinio pratimo atvaizdas, kuris aprašytas tekstu. Treneris aprašo pagrindinius parametrus, kurie nusako treniruotės duomenis, tai yra kokiomis sąlygomis turi būti atliekama, kokie tikslai keliami šiam pratimui ir taip toliau.

Detalizuotoje dalyje turi būti pateikta išsami informacija apie treniruotės sudėtį. Kadangi, pratimas yra tam tikrų veiksmų seka, su nurodytomis užduotimis, tuomet visą treniruotę reikia skirstyti atkarpomis. Kiekviena atkarpa su jai keliamais reikalavimais privalo būti aprašyta ir detalizuota, turi įgauti matematinę prasmę. Svarbiausi atkarpos matematiniai parametrai:

- atstumas;
- laikas;

- greitis.

Šių parametru loginės kombinacijos, lygtys, ir sudaro fizinio pratimo vieno veiksmo detalizacijos lygį. Pavyzdžiui, X km. reikia nubėgti per Y sekundžių arba X atstume sportininkas privalo išlaikyti pastovų greitį, ir taip toliau.

Loginių lygčių pagalba, jas sumuojant ir sudaroma treniruotės, jas perkėlus į informacinę sistemą tokioje formoje jau galima panaudoti fizinių pratimų parametru analizėje.

3.4. Fizinių pratimų parametru analizė

Fizinių pratimų parametru analizė gali būti atliekama tada, kada yra surinkti pradiniai duomenys apie atliktus pratimus, tai yra duomenys apie treniruotės trukmę, įveiktą atstumą, greitį ir kiti. Analizuojamos sistemos yra paremtos informacija, kuri surinkta GPS imtuvais, naudojantis pasauline navigacijos sistema. Ši sistema kiekvieną sekundę siunčia informaciją apie objekto globaliąją padėtį, greitį. Tačiau tokie duomenys yra dar netinkami analizei, reikia šių duomenų pagalba gauti sekančius – atstumą. Tam tikslui yra parašyti algoritmai, kurie padeda išspręsti šią problemą, pasirinkta T. Vincenty [23] atstumo skaičiavimo metodika.

Turint pagrindinius fizinių pratimų parametrus: laiką, atstumą ir greitį, galima atlikti pradinę treniruotės analizę. Remiantis surinktais duomenimis įgyjame apibendrintus treniruotės parametrus:

- pratimo distancija;
- greitis
 - minimalus;
 - maksimalus;
 - vidutinis.

Taip pat šios informacijos pagalba sudaromi grafiniai vaizdai, kuriuose atvaizduojama kaip keitėsi greitis ir atstumas laiko tėkmėje. Tačiau, tokia analizė neatskleidžia visų treniruotės niuansų, tai yra nepateikia išsamių duomenų, kurie parodytų atleto tobulėjimą ir padėtų atlikti tolesnį pratimų planavimą. Todėl turi būti palaikomi ir kiti analizės būdai:

- palyginamas
 - sportininko;
 - sportininkų grupės;
 - sporto rūšies;
- atitikimas suplanuotai treniruotei.

Palyginamoji analizė skirta stebėti kaip keitėsi treniruotės fiziniai parametrai, bėgant laikui. Tai yra kada treniruotės atliekamos kelis kartus, tam tikrais laiko tarpais, pagal treniruočių planą. Šis palyginimas atliekamas analizuojant to paties atleto gautus duomenis, tačiau labai yra svarbu

kaip jie keičiasi ir kitų sportininkų atžvilgiu. Iš to išplaukia, kad analizė turi būti atliekama lyginant kelių atletų informaciją, gautą atliekant vienodas treniruotes. Kuomet atliekama tokia analizė, treneriai jau turi fizinių pratimų parametrų rezultatus, pagal kuriuos gali daryti išvadas apie atleto pasiruošimo lygį ir sportinę formą. Bet ir to neužtenka norint užtikrinti tolygų ir progresuojantį tobulėjimą, nes dar nėra žinoma kaip atliktas pratimas buvo išpildytas pagal planuotą treniruotę. Kitaip tariant, nėra aišku ar atletas išpildo trenerių reikalavimus ir nurodymus.

Atitikimo analizės modelis paremtas principu, kad jos metu bus pateikta informacija apie atliktos ir planuotos treniruotės panašumą, surinktų parametrų atitikimas numatytiems. Šis modelis pagal turimus pratimo detalizacijos duomenis, atkarpos, skaido surinktus duomenis į numatytus segmentus. Kuomet turima planuotos ir atliktos treniruotės atitinkamos atkarpos, su visais numatytais matematiniais parametrais ir surinktais, pagal logines funkcijas tikrina atitikimą, išpildymą. Tai pasiekama, nes numatyti parametrai ir surinkti atitinka tuos pačius lygčių kintamuosius.

Informacinės sistemos, skirtos fizinių pratimų parametrų analizei, palaikančios visus tris analizės būdus suteikia treneriams ir sportininkams stebėti, analizuoti, prognozuoti ir planuoti pasiruošimą, fizinės formos pokytį, siekiant pačių geriausių rezultatų.

4. FIZINIŲ PRATIMŲ PARAMETRŲ AUTOMATIZUOTO SURINKIMO IR APDOROJIMO SISTEMA

4.1. Motyvacija

Apžvelgus GPS galimybes ir panaudojimo įvairovę, galima matyti, kad šią technologiją sprendimą galima panaudoti ir sporte. Šios sistemos pagalba surinkus duomenis apie sportininko padėtį žemės paviršiuje, jo judėjimo greitį. Toks informacijos gavimas yra pakankamai mobilus, lengvesnis nei naudojant kitokius būdus, kaip daviklius, ar net žmonių fiksuojamus parametrus. Tačiau naudojantis GPS informacijos srautas yra didelis, todėl reikia sistemų kurios padėtų treneriams analizuoti šiuos duomenis. Kadangi iš apžvalgos matyti, kad šiuo metu jau egzistuoja sistemos padedančios pasiekti tam tikrą analizės lygį iš surinktų atleto atliekamų treniruočių duomenų, tačiau šie produktai yra su apribojimais. Jie sudaro treneriams ir patiems sportininkams analizės trūkumus kaip, pavyzdžiui, viena iš didžiausių yra planuotos treniruotės atitikimas su realiai atlikta atleto, tai yra gautų duomenų lyginimas su numatytais. Kadangi, šiuo metu šioje sistemų srityje yra tobulėjimui vietos ir esami produktai neišpildo visų reikalavimų reikalingos naujos sistemos, kurios praplečia ir užpildo esamas spragas.

Suprojektavus, realizavus ir įdiegus fizinių pratimų parametrų automatizuoto surinkimo ir apdorojimo sistemą, kuri suteiktų platesnę variaciją parametrų analizėje padėtų treneriams ir sportininkas sekti pasiruošimą varžyboms, stebėti kaip keičiasi fiziniai duomenys paprasčiau. Tai turi užtikrinti analizės (apdorojimo) sistema, jos lankstumas ir plastiškumas vartotojų pageidavimams.

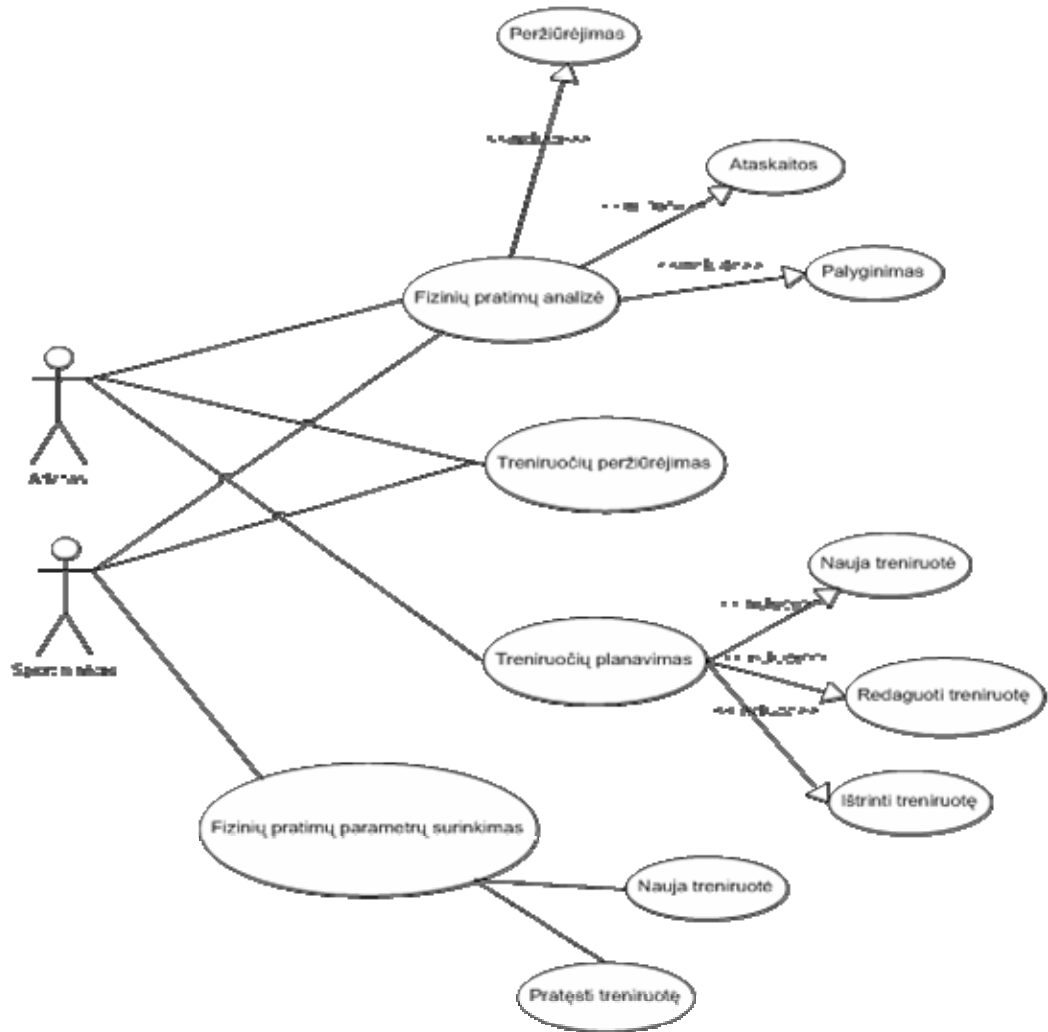
4.2. Projektuojamos sistemos modelis

Šioje dalyje pateikiama esminės diagramos ir aprašai, bendrai apibrėžiančios ir atspindinčios fizinių pratimų parametrų automatinio surinkimo ir apdorojimo sistemos posistemių architektūrą. Šiam tikslui yra naudojama UML [5] [22], kuris padeda aprašyti ir suprasti projektuojamą sistemą.

4.2.1. Sistemos panaudos atvejai

Kada yra apibrėžtos sistemos ribos, privaloma išskirti veiklos panaudojimo atvejus bei dalykinės srities klasių modelį, kurį apibrėšime sekančiame poskyryje. Abi šios diagramos yra tarpusavyje susijusios. Dažniausiai projektavimo stadijoje pirmiausia yra pradedama sudarinėti panaudos atvejų diagramas, susijusias su išoriniais veiklos procesais. Aprašant tokius procesus reikia ne tik juos užregistruoti, kad tokie yra privalomi, bet ir juos aprašyti, sudaryti jų specifikacijas. Naudojant UML įrankius tai pasiekama įvairiais būdais, tačiau praktika rodo, kad

efektyviausias būdas specifikuoti ir surinkti panaudos atvejus interviu su srities ekspertais metu, sistemos reikalavimų nustatymo etape. Be to, srities ekspertai gali prisidėti ir patys sudarinėdami šias diagramas. Pagrindinis šio etapo tikslas – surinkti informaciją apie tai, ko reikia išoriniams vykdytojams, kaip veiklos darbuotojai turi bendradarbiauti, kad pasiektų šį tikslą. Pirminių poreikių rinkiniai arba išorinių vykdytojų tikslai diagramose virsta panaudojimo atveju.



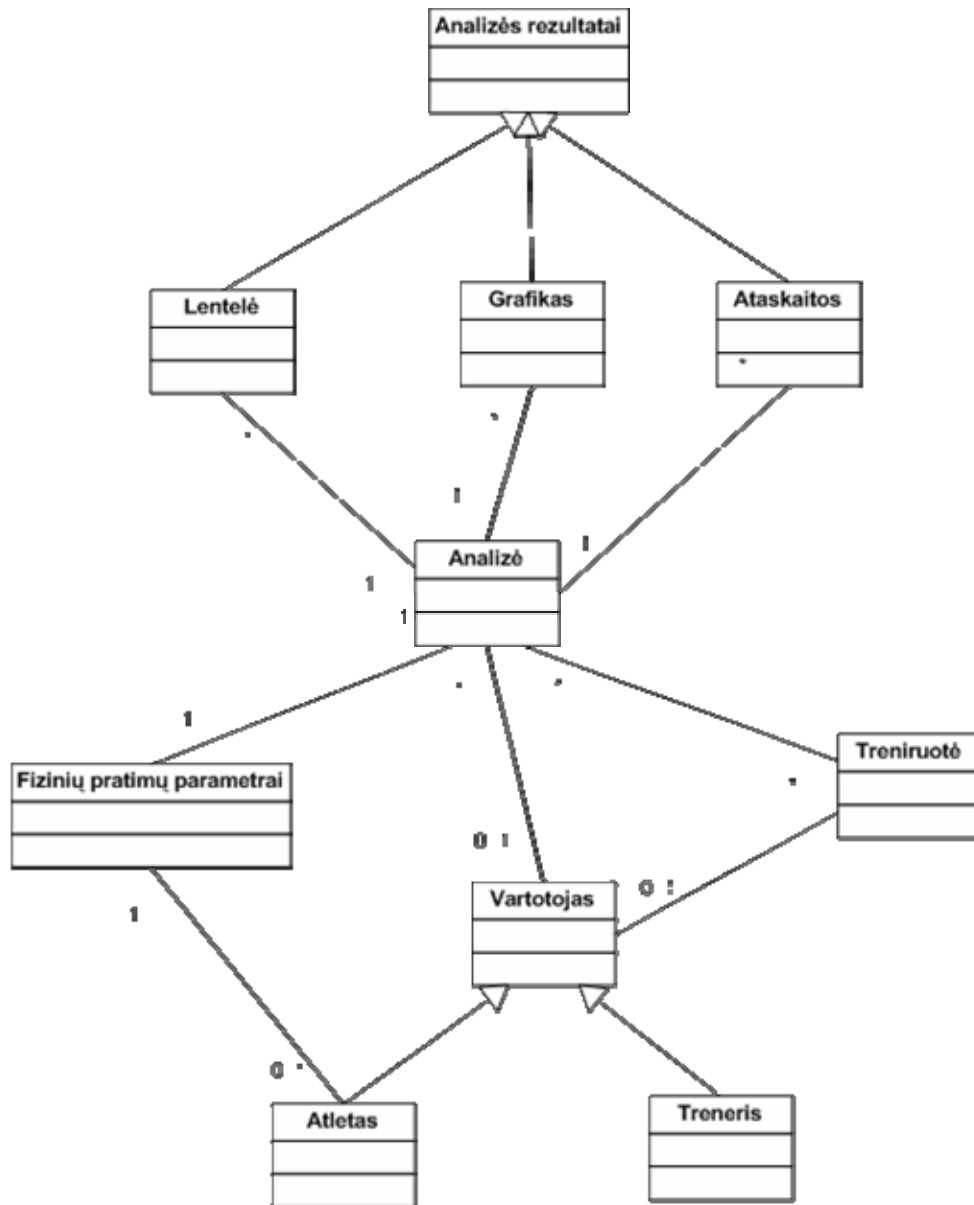
9 pav. Panaudos atvejų diagrama

4.2.2. Dalykinės srities klasių modelis

Logiškai sugrupuotos klasės ir jas siejantys tarpusavio ryšiai, atvaizduoti diagramų pavidalu ir yra dalykinės srities klasių modelis. Kiekviena klasė šiose diagramose apibrėžią aiškiai suprantamą informacijos dalį. Tokios klasės šioje proceso stadijoje neturi metodų, taip pat gali neturėti ir atributų, tačiau kiekviena apibrėžia aiškių apibrėžimų, kuris identifikuoja klasės paskirtį visos sistemos srityje. Taip atspindima realių pasaulio objektų informacija, reikalinga vartotojams, kad pagal šiuos duomenis būtų galima atlikti užduotis, kurios bus atvaizduotos sekų diagramose. Ši informacija apima ne tik vidinius, bet ir išorinius sistemos faktorius.

Dalykinės srities klasių diagramos naudojamos dėl šių pagrindinių priežasčių:

- padeda identifikuoti ryšius tarp dalykų, kurie nėra apibrėžti panaudos atvejuose;
- tai yra pradinis analizės karkasas, kuris padeda tolimesnės analizės procese;
- tai sistemos žodynas iš vartotojo atskaitos taško.

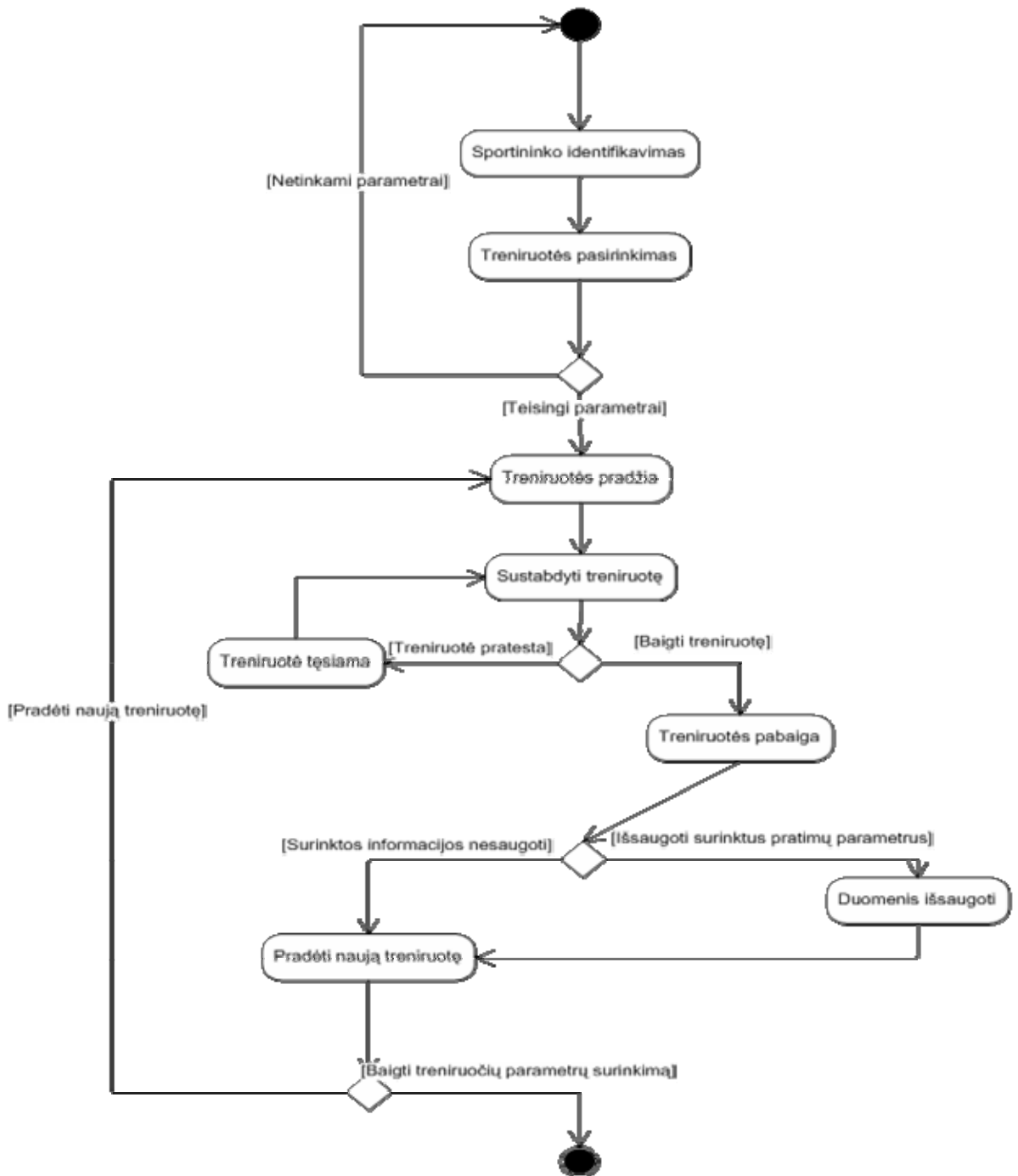


10 pav. Dalykinės srities klasių diagrama

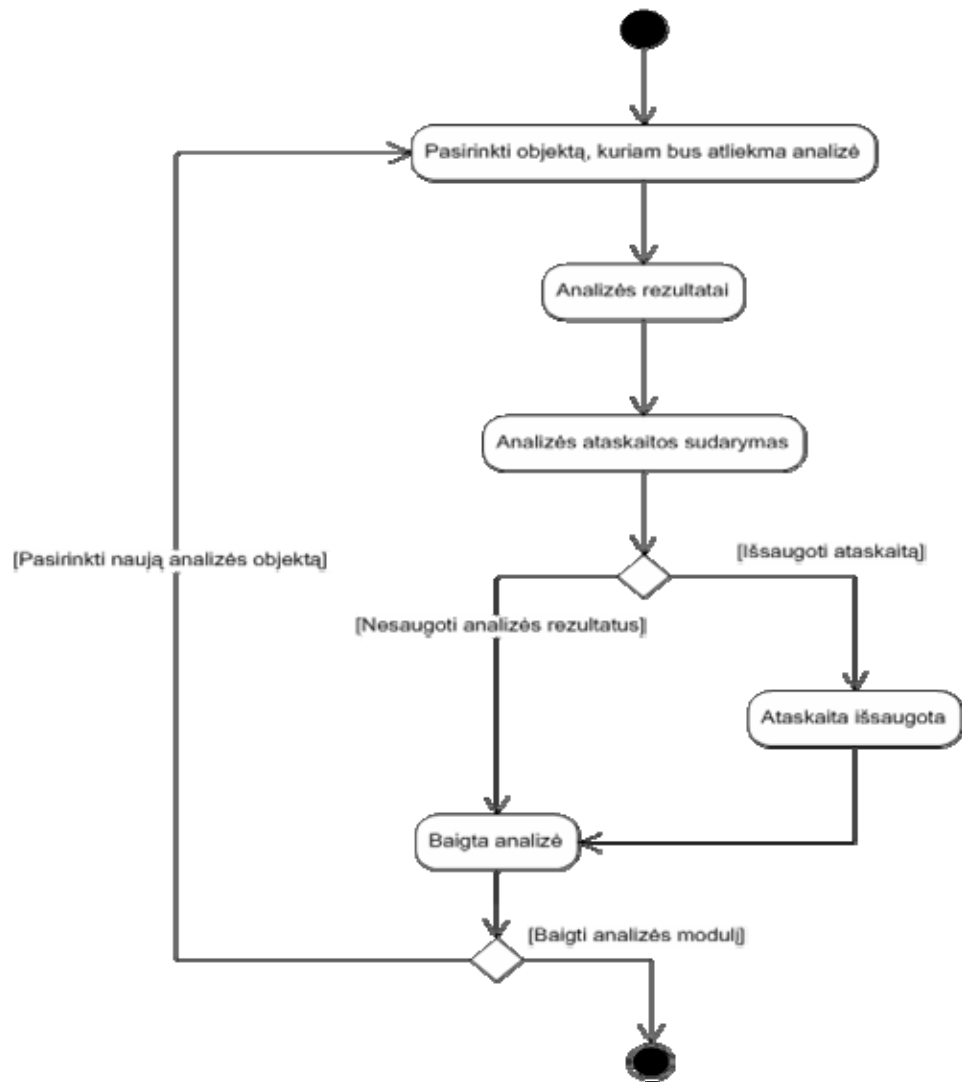
4.2.3. Pagrindiniai sistemos procesai

Norėdami detalizuoti panaudos atvejus reikia sudaryti veiklos diagramas. Jos susideda iš objektų, veiklų ir įvykių tarpusavio ryšių, taip yra aprašoma sąveika siejanti išorinius sistemos vartotojus su sistemos objektais. Šios schemas parodo įvykių srautus, tai yra aprašo įvykių visumą, kaip elgiasi sistema įvykius tam tikriems veiksams ir tai tikrai nėra duomenų srautų diagramos.

Dalykinės srities modulis yra labai glaudžiai susijęs su veiklos moduliu, todėl esant pakeitimų, papildymų tolimesniuose projektavimo etapuose, reikia būtinai atlikti pakeitimus abiejuose šiuose modeliuose, pagal gautus naujus duomenis. Pavyzdžiui, papildžius veiklos diagramoje esančius procesus papildomais elementais. Tuomet reikia ir atnaujinti dalykinės srities modulį atitinkamomis klasėmis.



11 pav. Procesų veikla atliekant fizinių pratimų parametrų surinkimo metu



12 pav. Analizės sistemos veiklos diagrama

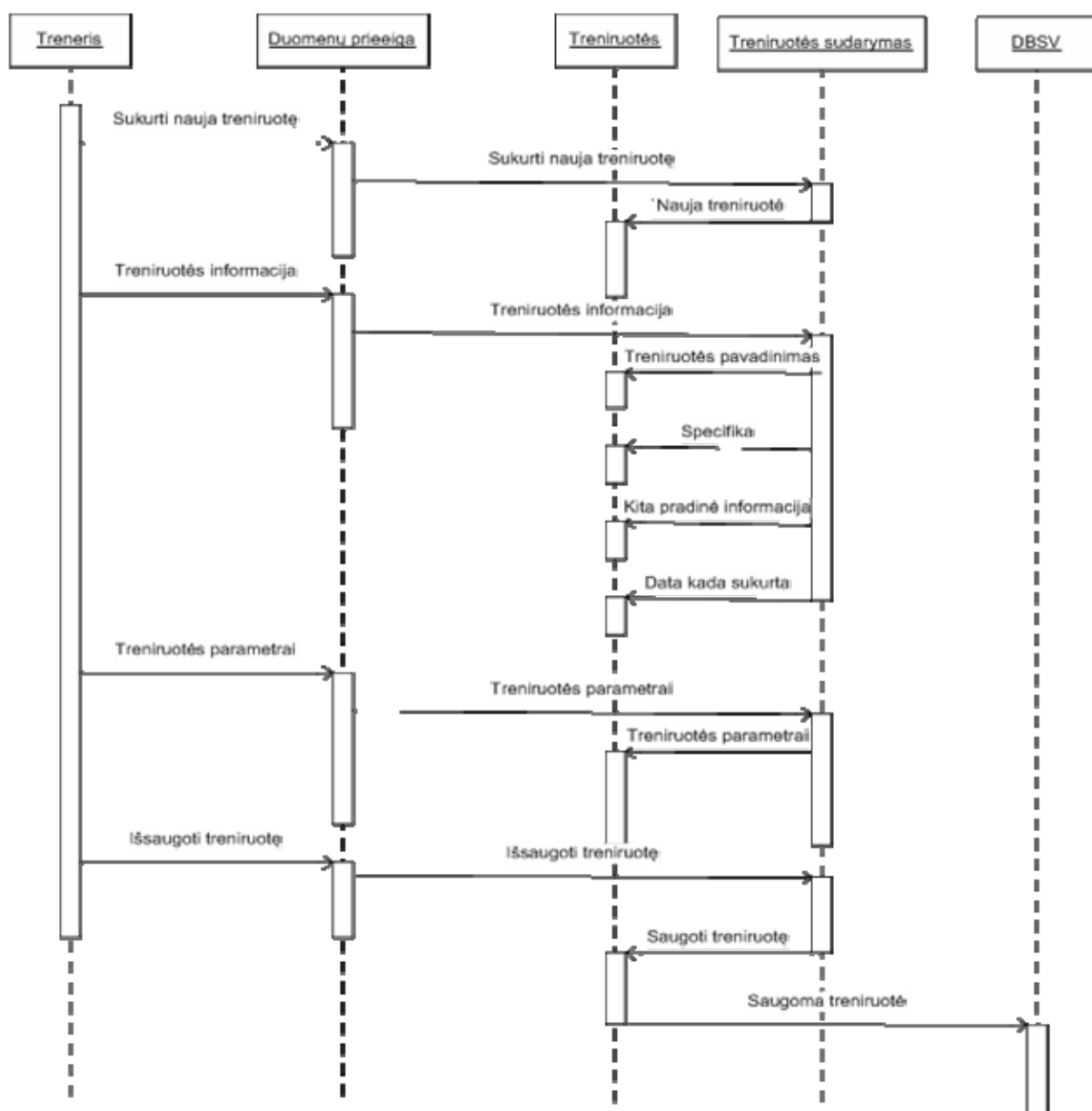
4.2.4. Sąveikos diagramos

Anksčiau pateiktos diagramos yra nedetalizuotos, aprašančios bendrus sistemos bruožus ir posistemių veikimą. Aiškiai ir išsamiai apsiraišius aukšto lygio veiklos panaudojimo atvejus, dalykinės srities klasių diagramas, jau galima pradėti sudarinėti pradines posistemių diagramas, kuriose jau detalizuojamos kaip atskiri vienetai, tai yra skaidyti iki žemiausio detalizacijos lygio, kuriuose jau posistemės tampa aiškesnės ir informatyvesnės. Pirmutinis veiksmas atlikti tai yra sudaryti sąveikų (klasių) diagramas.

Sąveikų diagramos sistemų projektavimo metu yra naudojamos daugelyje modelių: veiklos, reikalavimų, analizės ir projekto. Šių diagramų pagalba aprašoma sąveikos tarp ne tik klasių objektų, bet ir sistemų, posistemių ar programinių komponentų.

Norint išskaidyti sistemą ar posistemę į detalesnio lygio dalis, reikalavimų modelyje sąveikos diagramas turi būti sudaromos kiekvienam panaudojimo atvejui. Tokiu būdu panaudos atvejai

papildomi scenarijais, o diagramos atkleidžia aktorių sąveikas su sistema ar jos posistemėmis. Tokių diagramų rinkinys gali būti naudojamas kaip panaudos atvejų specifikacijos. Tai yra apibrėžtos operacijos susiejamos su atitinkamomis dalykinės srities klasėmis, aktoriais ir kitomis esybėmis. Kiekvieno metodo veiksmai turi būti aprašyti. Sąveikos su kitomis sistemos posistemėmis apibrėžia aprašomų paketų interfeiso priklausomybes ir santykius su kitais to paties lygmens sistemos posistemėmis. Sekų diagramoje galima sukurti naujus dar neapibrėžtus objektus arba įtraukti jau egzistuojančių klasių egzempliorius.

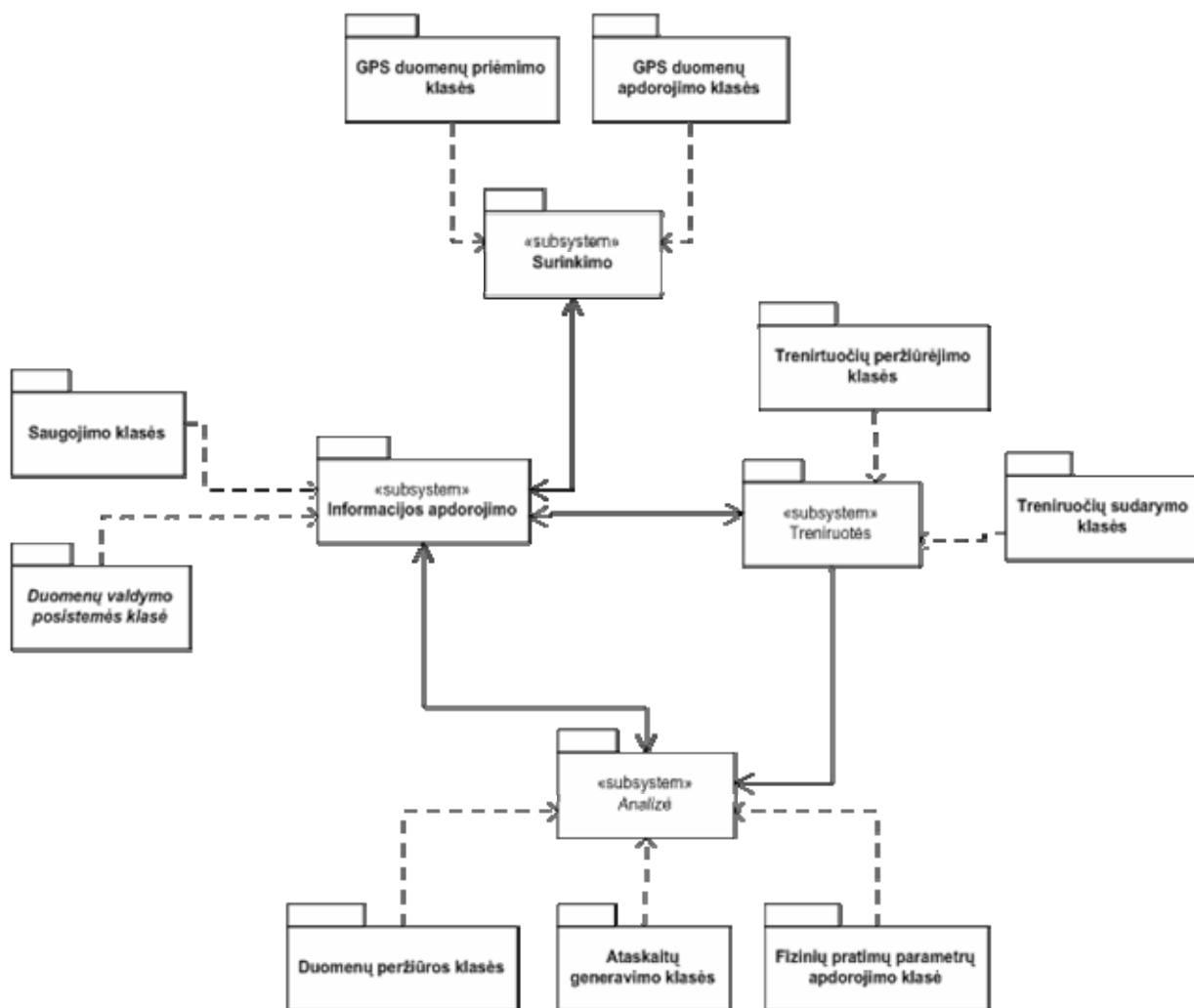


13 pav. Treniruotės sudarymo sekų diagrama

4.2.5. Sistemos klasių modelis

Sistemos klasių modeliu yra sudaromos diagramos, kurios atvaizduoja modelio statinę struktūrą, tai yra elementus (posistemes), jų vidinę sandarą ir ryšius tarp sistemos posistemėjų. Šiame modelyje yra nevaizduojama laikina informacija, tačiau gali turėti papildomus elementus, kurie aprašo laikiną elgseną.

Projektuojant loginę sistemos architektūrą, buvo laikomasi, kad posistemės iš anksto yra nustatytos veiklos modelyje.



14 pav. Klasių paketų diagrama

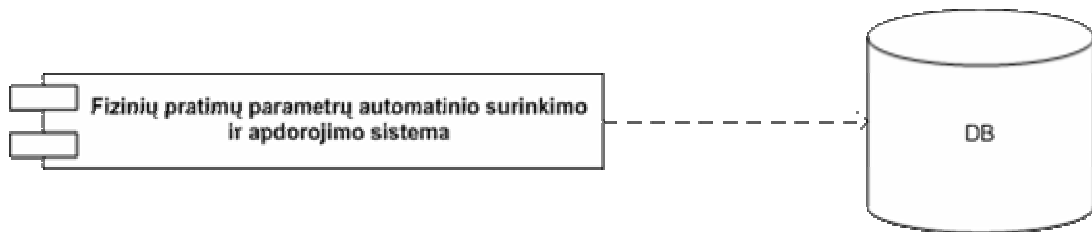
4.3. Apibendrinimas

Šiame skyriuje buvo trumpai aprašyta magistrinio darbo metu sukurtos sistemos projektinė dalis. Apibrėžta kuriamo produkto tikslas, bei taikymo sritis. Pateikta sistemos architektūrinė koncepcija, jos pagrindinės dalys: panaudojimo atvejai, loginė, procesų, klasių diagramos. Pateikta projekto techninė – projektinė dalis, padėjo apsispręsti ir priimti fizinių pratimų parametrų automatinio surinkimo ir apdorojimo sprendimo realizacijos kelią.

5. FIZINIŲ PRATIMŲ PARAMETRŲ AUTOMATINIO SURINKIMO IR APDOROJIMO SISTEMOS REALIZACIJA

5.1. Diegimo aplinka

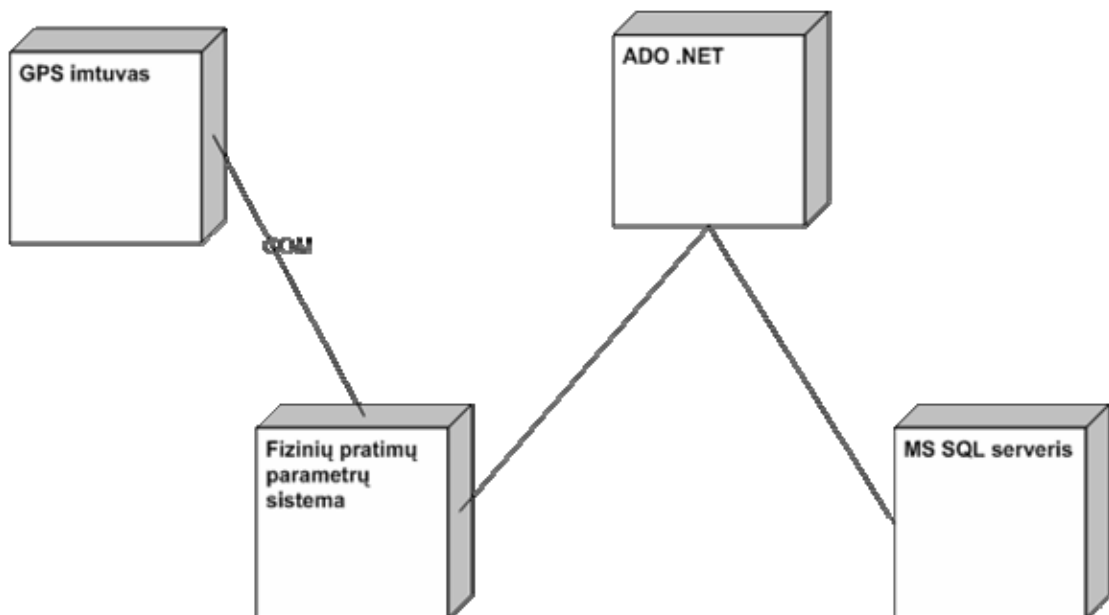
Sistemos pagrindiniai komponentai:



15 pav. Sistemos komponentų diagrama

Šioje sistemoje panaudotas paprastas sistemos modelis. Vartotojas naudojasi programa, kurioje realizuotos visos anksčiau aprašytos posistemės, jų pagalba atlieka duomenų įvedimą, peržiūrėjimą, analizę ir kitus numatytus veiksmus. Visi duomenys yra saugomi duomenų bazėje, ji gali būti įdiegta tame pačiame kompiuteryje arba tarnybinėje stotyje, kompiuteryje su kuriuo galima susisiekti naudojant internetinį ryšį.

Kadangi, fizinių pratimų parametrų sistema yra „Windows“ operacinės sistemos aplikacija, tai išoriniai bendravimai yra tik su duomenų baze ir GPS imtuvu.



16 pav. Paskirstymo diagrama

Programinės įrangos įdiegimui reikalingi resursai:

- Microsoft Windows operacinė sistema;
- Microsoft .NET Framework 2.0 versija;

- Laisvos 5 MB vietos kietajame kompiuterio diske.

Kadangi programa dirba su duomenų baze, kurioje saugoma visa informacija, todėl reikalinga turėti prieigą prie DB. Šioje programos versijoje yra privaloma MS SQL DBVS.

Šie visi resursai turi būti prieinami kliento kompiuteryje, kuriame diegiama fizinių pratimų parametrų automatinio surinkimo ir apdorojimo sistema.

5.2. Fizinių pratimų parametrų analizės pavyzdžiai

Šiame skyriuje aprašysime kelis atliktus eksperimentus, užduotis, jų metu buvo imituotos treniruotės, su tam tikrais nurodymais atletams, kurių jie turi laikytis.

Pirma treniruotė. Lengva treniruotė, atletas turi bėgti 10 minučių. Tikslai:

- nubėgti nemažiau kaip 1,5 km.;
- greitis nebūtų lėtesnis kaip 8.5 km/h.

Sportininkas atliko treniruotę GPS imtuvo pagalba surinkti duomenys, atlikus analizę gauti rezultatai:

Atletas:	XXXXXX		
Serija:	Pirma Treniruotė		
Pradėta:	2003.10.07 14:14:59		
Baigta:	2003.10.07 14:24:59		
Užtruko:	00:10:00		
	Minimumas	Maksimumas	Vidurkis
Greitis:	7,30 km/h	12,60 km/h	10,68 km/h
Aukštis virš jūros lygio:	601,00 m	620,00 m	610,74 m
Distancija:	1823,40 m		

17 pav. Pirmos treniruotės suvestinė



18 pav. Pirma treniruotė. Sportininko greičio kitimas

Treneris ir sportininkas, gavęs tokius analizės rezultatus gali jau daryti išvadas kaip buvo įvykdyti treniruotės uždaviniai. Kaip matyti 17 pav. atletas nubėgo per 10 minučių tikrai daugiau kaip 1,5 km., tai yra viršijo numatyta minimalų atstumą daugiau kaip 0,3 km. Antra užduotis buvo viso pratimo metu bėgti greičiau nei 8,5 km/h. 18 pav. pateikiama sportininko greičio kitimas treniruotės metu, galime pastebėti, kad ir šį uždavinį atletas irgi visai neblogai išpildė, nes tik kelioms akimirkoms greitis buvo mažesnis nei nustatytas.

Antra treniruotė. Sudėtinga treniruotė. Ši treniruotė yra sudėtingesnė, tai yra sportininkui keliami uždaviniai yra sudėtingesni, treniruotė turi trukti apie 6 minutes. Jos metus atletas turi bėgti ne pastoviu greičiu, o kintančiu, tam tikrais laiko momentais turi spurtuoti ir apibrėžtą laiko momentą bėgti pasiektu greičiu. Spurtai numatyti pirmą kartą praėjus 30 sekundžių nuo treniruotės pradžios, o vėliau kas minutę nuo paskutinio spurto pabaigos, kiekvienas spurtas turi trukti 30 sekundžių. Kuomet sportininkas spurtuoja, turi pasiekti nemažesnę kaip 24,5 km/h greitį, o pertraukų metu greičiau nei 4 km/h.

Gauti treniruotės rezultatai:

Atletas:	XXXXXX		
Serija:	Antra Treniruotė		
Pradėta:	2004.10.12 18:25:00		
Baigta:	2004.10.12 18:30:59		
Užtruko:	00:05:59		
	Minimumas	Maksimumas	Vidurkis
Greitis:	0,20 km/h	28,00 km/h	8,00 km/h
Aukštis virš jūros lygio:	653,00 m	666,00 m	659,39 m
Distancija:	813,57 m		

19 pav. Antros treniruotės suvestinė



20 pav. Antra treniruotė. Sportininko greičio kitimas ir planuotos treniruotės palyginimas

Iš gautų rezultatų galima daryti išvadą, kad ši treniruotė sportininkui buvo sudėtingesnė ir ją pilnai išpildyti sekėsi sunkiau, nei pirmąją. Spurto metu pageidaujama greiti pavykdavo išlaikyti, tačiau reikiamą laiką, 30 sekundžių, sekėsi sunkiai. Spurtai trukdavo tikrai apie 15 – 20 sekundžių. Taip pat matoma 20 pav. pratimo pradžioje poilsio zonose minimalų greitį išlaikyti pavykdavo, tačiau antroje pusėje šį reikalavimą įgyvendinti sekėsi labai sunkiai, tačiau spurto metu nurodytą greitį stengtasi pasiekti ir net būdavo viršijama. Matyt, ši priežastis buvo viena svarbiausių, kad atletui pritrūkdavo jėgų pilnai išpildyti poilsio atkarpos reikalavimus. Gauti analizės rezultatai rodo kad tokiose situacijose, kada reikia spurtuoti po tam tikro laiko momento, sportininkas turi siekti geresnių rezultatų, tobulinti įgūdžius. Norint pasiekti tikslą privalo atlikinėti daugiau tokio tipo

treniruočių, kuriose būtų palaikomas nepastovus greitis, o kaitaliojamas, tai yra turi ugdyti ištvermę ir kitus fizinius parametrus.

Kaip matyti iš pateiktų pavydžių sistema atlieka atletų treniruočių parametrų analizę. Šio proceso pasiekoje treneriai ir sportininkai gali stebėti parametrus ir priimti reikalingus sprendimus, kurie padėtų siekti geresnės fizinės formos, tolygaus tobulėjimo, geresnių rezultatų varžybų metu.

IŠVADOS

1. Technologijoms tobulėjant ir skverbiantis į visas sferas, svarbu ir naudinga, kad šios visos naujovės neaplenktų ir sporto, padėtų sportininkas tobulėti, treneriams stebėti ir analizuoti atleto fizinę būklę, pasirengimo lygį. Viena iš tokių technologijų, kurios panaudojimas įvairiose srityje labai plečiasi yra GPS, jos pagalba žmonėms palengvėja kelionės, aviacijoje, medicinoje ir kitose srityse. Apžvelgiau GPS panaudojimo galimybes, pagal tai matyti, kad šią technologiją galima naudoti sporte, stebėti sportininkų atliekamų fizinių pratimų parametrus.
2. Apžvelgtos GPS galimybės, aptarti ir išanalizuoti sportui skirti GPS imtuvai ir taip pat informacinės sistemos, kurios yra naudojamos analizuoti atletų treniruotėse surinktus duomenis.
3. Aprašytas universalios sistemos karkasas, jis nusako kokia yra reikalinga sistema sporte, kad apimtų visus keliamus reikalavimus.
4. Pastebėta, kad apžvelgtos esamos sistemos nesuteikia visų reikalingų funkcijų, kurių pagalba treneriai ir sportininkai galėtų stebėti ir analizuoti pratimų parametrus.
5. Išnagrinėta ir pateikta metodika, kaip reikėtų atlikti fizinių pratimų parametrų analizę, naudojantis surinktais GPS duomenimis. Tai yra kaip išgauti reikalingus duomenis naudojant informacinę sistemą, pagal kuriuos treneriai ir sportininkai analizuoja ir planuoja treniruotes, kad atletas įgytų geriausią fizinę formą, reikalingą siekiant geriausių rezultatų varžybose.
6. Suprojektuota ir sukurta fizinių pratimų parametrų automatinio surinkimo ir apdorojimo sistema, remiantis pasiūlyta ir aptarta metodika.
7. Ateityje būtų galima praplėsti, patobulinti sistemą pritaikant ir kitose srityse, kaip navigacijos sistema ar kitoje srityje.

LITERATŪRA

- [1] *An Introduction to Global Positioning Systems* [žiūrėta 2005-12-11]. Prieiga per internetą: <http://www.geog.le.ac.uk/jad7/gps/intro.html>.
- [2] *Athlete Edition Features* [žiūrėta 2005-12-02]. Prieiga per internetą: <http://www.trainingpeaks.com/traininglog.asp?sn=ae>.
- [3] BOMPA, *Theory and methodology of training: the key to athletic performance*. 3th edition Kendal / Aunt, Dubugue, Jowa. 1994.
- [4] CHRIS RIZOS, *Introduction to GPS*. University of New South Wales, 1999 [žiūrėta 2005-10-28]. Prieiga per internetą: http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/gps_notes1.pdf.
- [5] CLOUTIER, R., WINKLER, A., WATSON, J., FICKLE, C. *Modeling a System of Systems Using UML*. The 3rd Annual Conference on Systems Engineering Research, Stevens Institute of Technology, 2005 04 [žiūrėta 2006-01-06]. Prieiga per internetą: <http://www.calimar.com/Papers/Modeling a System of Systems using UML.pdf>.
- [6] *Common NMEA Setence typer* [žiūrėta 2005-12-10]. Prieiga per internetą: http://www.commlinx.com.au/NMEA_sentences.htm.
- [7] CROSS, N. *Individualization of training programes*. The coaching process: Principles and practice for sport. Oxford: Butterworth Heinemann, 1999, p. 174–191.
- [8] DONNA ROSATO, *Parents, athletes put GPS to work*. USA Today, 2002 12 04 [žiūrėta 2006-03-18]. Prieiga per internetą: http://www.usatoday.com/money/industries/technology/2002-12-03-gps_x.htm.
- [9] *Forerunner Logbook* [žiūrėta 2005-12-14]. Prieiga per internetą: http://walking.about.com/cs/measure/fr/garminforerunr_2.htm.
- [10] *Garmin GPS receivers* [žiūrėta 2005-12-15]. Prieiga per internetą: <http://www.garmin.com>.
- [11] *Global Positioning System* [žiūrėta 2005-10-20]. Prieiga per internetą: <http://www.gisdevelopment.net/tutorials/tuman004.htm>.
- [12] *Global Positioning System* [žiūrėta 2005-12-02]. Prieiga per internetą: http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System.
- [13] *GPS Athlete Management System to revolutionize sport* [žiūrėta 2005-10-28]. Prieiga per internetą: <http://www.gizmag.co.uk/go/2413/>.
- [14] *GPSports* [žiūrėta 2005-10-29]. Prieiga per internetą: <http://www.gpsports.com/products/spi10/index.php>.

- [15] *GPSports Analysis Software* [žiūrėta 2005-12-14]. Prieiga per internetą: <http://www.gpsports.com/products/analysissoftware/index.php>.
- [16] GRAHAM ELLIS, NEVILLE CROSS, *Performance Coaching: The individualization of training programmes*. [žiūrėta 2006-04-03]. Prieiga per internetą: http://coachesinfo.com/category/becoming_a_better_coach/8/.
- [17] *Introduction To The Global Positioning System for GIS and TREVARSE* [žiūrėta 2005-12-12]. Prieiga per internetą: <http://www.cmtinc.com/gpsbook/index.htm>.
- [18] JANET CROMLEY, *Athletes get edge with GPS devices*. Los Angeles Time, 2006 04 26 [žiūrėta 2006-05-05]. Prieiga per internetą: <http://www.baltimoresun.com/entertainment/bal-li.gadgets27apr27,0,3135598.story?coll=bal-live-utility>.
- [19] KAROBLIS, P. *Sportinio rengimo teorija ir didaktika*. Vilnius, Elada, 2005.
- [20] *NMEA 0183 Standart* [žiūrėta 2005-12-10]. Prieiga per internetą: <http://www.nmea.org/pub/0183/>.
- [21] *Sportsim* [žiūrėta 2005-12-14]. Prieiga per internetą: <http://www.sportsim.com/web/index.php>.
- [22] *Unified Modeling Language* [žiūrėta 2006-01-06]. Prieiga per internetą: <http://www-306.ibm.com/software/rational/uml/>.
- [23] VINCENTY, T. *Direct And Inverse Solutions Of Geodesics On The Ellipsoid With Application Of Nested Quations*. Survey Review XXII, 176, 1975 04, p. 88 - 93.

TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

- **GPS** – Global Positioning System - pasaulinė navigacijos sistema.
- **C/A** – Coarse Acquisition – grubus kodas.
- **SA** – Selective Availability – „selektyvaus priėjimo režimas“.
- **P** - Precision code - sankcionuoto priėjimo kodas.
- **DGPS** – diferencialinis GPS imtuvas.
- **WAAS** – Wide Area Augmentation System – sistema siunčianti korekcijos signalą.
- **EGNOS** – Euro Geostationary Navigation Overlay Service – Europoje naudojama sistema siunčianti korekcijos signalą.
- **NMEA** – National Marine Electronics Association - nacionalinės jūrų elektronikos asociacijos.
- **NMEA 0183** – signalų interfeiso standartas.
- **UTC** – Universal Time Coordinated – koordinuotasis pasaulinis laikas.
- **XML** - eXtensible Markup Language – bendros paskirties duomenų struktūrų bei jų turinio aprašomoji kalba.
- **TPS** – taikomosios programos sąsaja.
- **C#** - programavimo kalba.
- **ODBC** – Open DataBase Connectivity – susijungimo su atvirosiomis duomenų bazėmis tvarkyklės.
- **DB** – duomenų bazė.
- **UML** - Unified Modeling Language - vieninga modeliavimo kalba.