

## Interaktyviosios aprangos signalų apdorojimo sistema

**R. Lukočius, J. A. Virbalis**

*Teorinės elektrotechnikos katedra, Kauno technologijos universitetas,*

*Studentų g. 48, LT-51367 Kaunas, Lietuva, tel. +370 37 300267, el. p. robertas.lukocius@ktu.lt*

**J. Daunoras**

*Valdymo technologijų katedra, Kauno technologijos universitetas,*

*Studentų g. 48, LT-51367 Kaunas, Lietuva, tel. +370 37 300251, el. p. jonas.daunoras@ktu.lt*

**A. Vegys**

*Ergonomikos katedra, Kauno technologijos universitetas,*

*Studentų g. 50, LT-51368 Kaunas, Lietuva, tel. +370 37 300255, el. p. algis.vegys@ktu.lt*

### Įvadas

Žmogaus būklę galima įvertinti matuojant fiziologinius parametrus realiu laiku. Tai aktualu medicinoje, darbo saugoje, sporte, mityboje ir daugelyje kitų sričių.

Pastarųjų metų elektronikos, telekomunikacijų, medžiagų mokslo laimėjimai – komponentų minimizavimas, bevielio ryšio plėtotė, naujų medžiagų sukūrimas bei prieinamumas (kaina) – leidžia galvoti apie visuotinės fiziologinių parametrų sekimo sistemos sukūrimą ir platų jos taikymą. Minimizuotus elektronikos komponentus galima montuoti tiesiai į drabužius. Taigi mobili sistemos dalis galėtų būti tiesiog aprangos dalis.

### Pagrindiniai reikalavimai interaktyvios aprangos duomenų surinkimo ir apdorojimo sistemai

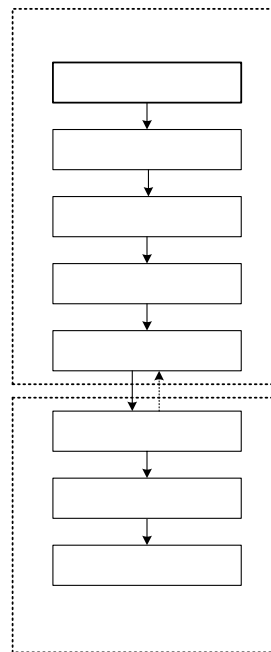
Interaktyvios aprangos sistemos struktūrinė schema pateikta 1 paveiksle.

Projektuojant interaktyvios aprangos signalų surinkimo ir apdorojimo sistemą, keliami šie pagrindiniai uždaviniai:

- 1) matavimo principų parinkimas;
- 2) jutiklių parinkimas ir projektavimas;
- 3) analoginių signalų stiprinimas ir apdorojimas;
- 4) analoginio signalo keitimo į skaitmeninį sistemos įdiegimas ir analoginių signalų diskretizavimo dažnio parinkimas;
- 5) skaitmeninių signalų apdorojimas;
- 6) duomenų perdavimas ir analizė.

Interaktyvios aprangos signalų surinkimo ir apdorojimo sistemai keliami specifiniai reikalavimai. Šioje sistemoje galima išskirti dvi dalis: mobiliąją ir stacionariąją. Pirmajai priskiriami visi nešiojamieji sistemos komponentai: jutikliai, filtrai, analoginiai kodiniai keitikliai, mikroprocesoriai, siųstuvai, imtuvai, antenos ir kiti komponentai, kurie yra nešiojami ar įmontuoti į drabužius. Antrajai – imtuvai, siųstuvai, asmeniniai

kompiuteriai, vizualizavimo priemonės ir kitos stacionarios sistemos dalys. Pirmasis reikalavimas – abiejų šių dalių sujungimas bevieliu ryšiu. Kitas svarbus reikalavimas, taikomas mobiliąjai sistemos daliai, – komponentų minimizavimas.



1 pav. Interaktyvios aprangos sistemos struktūrinė schema

Komponentai gali būti minimizuojami ne tik parenkant mažiausius ir lengviausius elektronikos komponentus, bet ir signalų apdorojimo būdus: analoginį signalo apdorojimą, kur įmanoma, pakeičiant skaitmeniniu. Ši problema taip pat gali būti sprendžiama subalansuojant signalų apdorojimo apimtis atskirose sistemos dalyse: signalus apdorojant (pvz., filtruojant) stacionariojoje sistemos dalyje.

Tačiau signalo apdorojimo apimtis, tenkanti stacionariajai ar mobiliariajai daliai, turi būti parinkta atsižvelgiant į dar vieną sistemos reikalavimą – minimalią kainą.

### Jutiklių parinkimas

Daugeliu atvejų matuojamus fizikinius dydžius paversti į patogų išmatuoti dydį (elektros srovę ar įtampą) galima įvairiais būdais. Pavyzdžiui, širdies ritmą galima nustatyti, matuojant elektrinius širdies veiklos sukeltus potencialų pokyčius (elektrokardiogramą), kraujo spaudimą, deguonies kiekį kraujyje ar sklindančius garsus [1]. Interaktyvios aprangos jutikliai parenkami atsižvelgiant į tokius specifinius reikalavimus:

- 1) dydį. Jutikliai turi būti kuo mažesni;
- 2) jautrumą judesiui. Jutikliai turi būti kuo mažiau jautrūs žmogaus judesiams;
- 3) minimalias energijos sąnaudas;
- 4) pašalines organizmo ar kūno reakcijas. Jutikliai neturi sukelti alergijos, nemalonių pojūčių, odos sužeidimų ar kitų neigiamų reakcijų;
- 5) patogumą. Žmogus, dėvėdamas jutiklius, turi nejauti diskomforto;
- 6) kainą.

### Analoginis signalų apdorojimas

Pagrindiniai analoginiai signalų apdorojimo būdai – signalų stiprinimas ir filtravimas. Matuojami signalai yra sumišę su triukšmais. Triukšmų šaltiniai gali būti įvairūs: 50 Hz dažnio triukšmai, besiuindukuojantys stebimojo žmogaus kūne, jutikliuose, laiduose ar kitokuose elektronikos komponentuose dėl elektros energijos tiekimo linijų ar instaliacijos, taip pat bevielio ryšio ar elektronikos įrenginių aukštojo dažnio triukšmai [1]. Triukšmais taip pat gali būti ir kiti stebimojo žmogaus parametrai. Pavyzdžiui, matuojant elektrokardiogramą, triukšmas gali būti to paties žmogaus elektromiograma.

Pasyvusis filtras užima daug fizinės erdvės. Didelis filtrų dydis ir svoris – trūkumas įtaisant juos į drabužius. Fizinės erdvės klausimą lengviau išspręsti naudojant skaitmeninius filtrus, o kur reikia analoginių, – naudoti aktyviuosius filtrus.

Dažniausiai naudojami šių tipų filtrai: Besselio, Butterwortho, Čebyševo ir Cauerio (elipsiniai).

Besselio filtrų perdavimo funkcija [3]

$$H(s) = \frac{1}{\sinh(s) + \cosh(s)}. \quad (1)$$

Besselio filtrai turi lygią perdavimo funkciją tiek pralaidžiojoje, tiek slopinančiojoje dalyse. Jiems būdingas lėtas slopinimo didėjimas užtvarinėje srityje. Besselio filtrai turi tiesinę fazinę charakteristiką. Tačiau šio tipo filtrai dažniausiai per mažai slopina už pralaidžiosios srities.

Butterwortho filtrai taip pat turi lygią perdavimo funkciją tiek pralaidžiojoje, tiek slopinančiojoje dalyse. Nuo Besselio filtrų jie skiriasi greitesniu slopinimo už pralaidžiosios srities didėjimu, didėjant dažniui.  $n$  – tosios eilės Butterwortho filtro slopinimas iškart už pralaidžiosios

srities didėja maždaug  $n \cdot 6$  dB per oktavą. Butterwortho filtrų perdavimo funkcija [3]

$$H(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^{2n}}}. \quad (2)$$

Filtro eilė randama iš formulės [3]:

$$n \geq \frac{\ln \left( \frac{\sqrt{10^{0.1A_u} - 1}}{\sqrt{10^{0.1A_p} - 1}} \right)}{\ln \frac{\omega_u}{\omega_p}}; \quad (3)$$

čia  $A_u$  – užtvarinės srities minimalus slopinimas;  $A_p$  – pralaidžiosios srities maksimalus slopinimas;  $\omega_u$  – užtvarinės srities kampinis dažnis;  $\omega_p$  – pralaidžiosios srities kampinis dažnis.

Čebyševo filtrai turi nelygią perdavimo funkciją pralaidžiojoje srityje ir lygią – užtvarinėje. Šių filtrų slopinimas už atkirtos taško didėja greitai. Toliau nuo atkirtos taško  $n$  – tosios eilės Čebyševo filtrų slopinimas didėja  $n \cdot 6$  dB per oktavą. Čebyševo filtrų eilė randama taip [5]:

$$n \geq \frac{\cosh^{-1} \left( \frac{\sqrt{10^{0.1A_u} - 1}}{\sqrt{10^{0.1A_p} - 1}} \right)}{\cosh^{-1} \frac{\omega_u}{\omega_p}}; \quad (4)$$

čia  $A_u$  – užtvarinės srities minimalus slopinimas;  $A_p$  – pralaidžiosios srities maksimalus slopinimas;  $\omega_u$  – užtvarinės srities kampinis dažnis;  $\omega_p$  – pralaidžiosios srities kampinis dažnis.

Cauerio, arba dar vadinami elipsiniai, filtrai turi nelygią perdavimo funkciją tiek pralaidžiojoje, tiek užtvarinėje dalyse. Cauerio filtrai naudojami, kai reikalingas status perėjimas nuo pralaidžiosios srities prie užtvarinės srities. Jų trūkumas tas, kad jie turi netiesinę fazinę charakteristiką ir filtro sekciją sudaro daug komponentų. Elipsinio filtro eilė priklauso nuo pralaidžiosios srities dažnio ir pulsacijos, ir nuo užtvarinės srities dažnio ir pulsacijos. Filtro eilė apskaičiuojama taip [3]

$$n \geq \frac{K\left(\frac{1}{k}\right) \cdot K\left(\sqrt{1 - \frac{1}{L^2}}\right)}{K\left(\frac{1}{L}\right) \cdot K\left(\sqrt{1 - \frac{1}{k^2}}\right)}; \quad (5)$$

čia

$$L = \sqrt{\frac{10^{A_{\min}/10} - 1}{10^{P_{\max}/10} - 1}}; \quad (6)$$

$A_{\min}$  – užtvarinės srities minimalus slopinimas;  $P_{\max}$  – didžiausia pralaidžiosios dalies pulsacija;  $k$  – užtvarinės ir pralaidžiosios sričių dažnių santykis.

Funkcija  $K(x)$  – elipsinis integralas, kuris gali būti apskaičiuotas pagal formules [3]:

$$x_0 = x; \quad (7)$$

$$x'_m = \sqrt{1 - x_m^2}; \quad (8)$$

$$x_{m+1} = \frac{1 - x'_m}{1 + x'_m}; \quad (9)$$

$$K(x) = \frac{\pi}{2} \prod_{m=0}^{\infty} (1 + x_{m+1}). \quad (10)$$

Jei  $x_m < 10^{-7}$ , tai  $x_m, x_{m+1}, x_{m+2}, \dots$  gali būti nevertinami.

Parentant analoginį filtrą interaktyviosios aprangos sistemai, būtina atsižvelgti ne tik į amplitudines ir fazines charakteristikas, bet ir į filtro dydį ir energijos sąnaudas. Fizinis dydis priklauso nuo filtro eilės ir nuo elementų sekcijoje skaičiaus. Besselio filtrų slopinimas už užtvarinės srities labai mažas. Cauerio filtrų slopinimas labai didelis, tačiau jų sekcijai reikia daugiau elementų. Tam pačiam slopinimui pasiekti naudojami Čebyševo filtrai turi būti aukštesnės eilės nei Cauerio, tačiau jiems reikia mažiau elementų, tarp jų ir operacinių stiprintuvų. Dėl to mažėja filtrų dydis ir energijos sąnaudos. Todėl daugeliu atvejų interaktyviojoje tekstilėje tikslinga naudoti Čebyševo filtrus. Besselio filtrai gali būti naudojami tik tuo atveju, jei būtina tiesinė fazinė charakteristika.

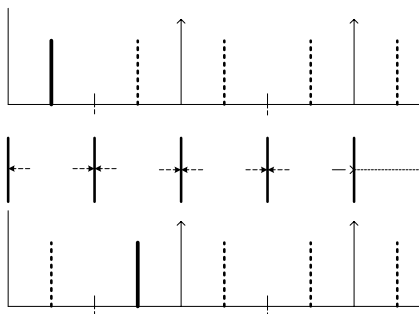
### Analoginio signalo vertimas skaitmeniniu

Analoginiai duomenys negali būti tiesiogiai naudojami skaitmeninėse sistemose. Pirmiausia jie turi būti paversti skaitmeniniu atitikmeniu. Analoginis signalas verčiamas skaitmeniniu vienodais laiko intervalais

$$t_d = \frac{1}{f_d}; \text{ čia } f_d - \text{ diskretizavimo dažnis. Jei realiu laiku}$$

atliekamas skaitmeninis signalų apdorojimas, tai diskretizavimo dažnis turi būti pakankamai mažas, kad vienas signalo duomenų blokas būtų apdorotas per laiką, trumpesnę už  $t_d$ . Taip pat jis turi būti pakankamai didelis, kad skaitmeninis kodas atitiktų analoginį signalą. Diskretizavimo dažniui parinkti taikomas Nyquisto kriterijus. Jis teigia, kad signalas, kurio dažnių juostos plotis yra  $f_s$ , turi būti diskretizuojamas dažniu  $f_d < 2f_s$ , kitaip signalas bus iškraipytas.

Jei sinusinis  $f_s$  dažnio signalas verčiamas skaitmeniniu, tik tiek tiek už jį didesniu diskretizavimo dažniu  $f_d$ , Nyquisto kriterijus pažeidžiamas. Gaunamas sinusinis signalas, kurio dažnis lygus  $f_d - f_s$ . Analoginį signalą verčiant skaitmeniniu, įvyksta procesas, panašus į moduliaciją. Tik analoginį signalą paveikiant impulsiniu, t. y. diskretizuojant, signalo vaizdai dažnio srityje pasirodo esant dažniams  $|\pm Kf_d \pm f_s|$ , kur  $K=1,2,3,4,\dots$  Tai parodyta 2 pav. a ir b.



2 pav. Analoginio signalo vaizdai dažnių srityje: a – kai  $f_d > 2f_s$ ; b – kai  $f_d < 2f_s$ .

2 paveiksle, b, parodytas atvejis, kai pažeidžiamas Nyquisto kriterijus. Nors matuojamas signalas  $f_s$  yra už pirmosios Nyquisto zonos, jo vaizdas  $f_d - f_s$  patenka į pirmąją zoną. Signalas, kurio dažnis lygus bet kokiam  $f_s$  vaizdui, t. y.  $|\pm Kf_d \pm f_s|$ , pasireiškia dažniu  $f_s$  ir iškreips tikrąjį signalą. Todėl analoginį signalą verčiant skaitmeniniu, būtina jį pirmiausia išfiltruoti analoginiu žemųjų dažnių ar juostiniu filtru. Paliekamas tik naudingas signalas, kurio dažnių juosta ne platesnė nei  $f_d/2$  [2,3,4]. Šito nepadarius, visi signalo ar triukšmo komponentų vaizdai, kurie nepriklauso pirmajai Nyquisto zonai, pateks į pirmąją Nyquisto zoną ir iškreips tikrąjį signalą. Analoginio filtro projektavimas dažnai pradedamas parinkus diskretizavimo dažnį 2,5 – 4 kartus didesnę už matuojamojo signalo dažnių juostos plotį  $f_s$ . Kuo didesnę pasirinktume diskretizavimo dažnį, tuo paprastesnis, pigesnis ir mažesnis bus reikalingas analoginis filtras.

### Skaitmeninis signalų apdorojimas

Pagrindinė skaitmeninio signalo apdorojimo priemonė – skaitmeniniai filtrai. Skaitmeninių filtrų pranašumai prieš analoginius filtrus [2]:

- 1) yra tikslesni;
- 2) turi tiesinę fazinę charakteristiką (baigtinės delsos impulsiniai filtrai);
- 3) neturi paklaidų dėl komponentų parametrų kitimo, keičiantis išorės veiksniams (pvz., neįtariūs temperatūrai);
- 4) yra lankstūs. Gali būti panaudojami kaip adaptyvūs filtrai;
- 5) juos lengva patikrinti ir projektuoti.

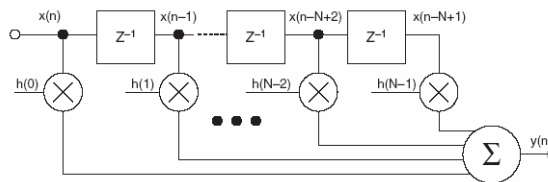
Skaitmeninių filtrų trūkumas tas, kad jiems reikia greito analoginio kodinio keitiklio, skaitmeninių signalų apdorojimo procesoriaus, o dažnai ir kodinio analoginio keitiklio.

Skaitmeninius filtrus galima suskirstyti į baigtinės delsos ir begalinės delsos impulsinius filtrus.

Baigtinės delsos impulsiniai filtrai neturi grįžtamojo ryšio. Jiems būdinga tiesinė fazinė charakteristika. Bendriausiu atveju jie aprašomi tokia lygybe [3]:

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k) \cdot x(n-k). \quad (11)$$

Čia  $h(k)$  – filtro koeficientų masyvas,  $x(n-k)$  – įėjimo duomenų masyvas.



3 pav. N atšakų baigtinės delsos impulsinio filtro struktūrinė schema

Idealaus žemųjų dažnių filtro charakteristika laiko srityje yra funkcija  $y = \text{sinc}(x) = \sin(x)/x$ . Praktikoje naudojama apribota  $\text{sinc}(x)$  funkcija. Skaitmeninių filtrų koeficientų vertės randamos taip:

Žemųjų dažnių filtro:

$$\omega_c = \frac{f_a}{f_d}; \quad (12)$$

čia  $f_a$  – atkirtos dažnis;  $f_d$  – diskretizavimo dažnis.

Centrinio koeficiento vertė:

$$h(0) = \frac{\omega_c}{\pi}. \quad (13)$$

Kiti koeficientai randami taip:

$$h(n) = \frac{\sin(\omega_c \cdot n)}{\pi \cdot n}. \quad (14)$$

Aukštųjų dažnių filtro:

$$\omega_c = \frac{f_a}{f_d}. \quad (15)$$

Centrinio koeficiento reikšmė:

$$h(0) = 1 - \frac{\omega_c}{\pi}. \quad (16)$$

Kiti koeficientai randami taip:

$$h(n) = \frac{\sin(\omega_c \cdot n)}{\pi \cdot n}. \quad (17)$$

Juostinio filtro:

$$\omega_{c1} = \frac{f_{a1}}{f_d}; \quad (18)$$

$$\omega_{c2} = \frac{f_{a2}}{f_d}. \quad (19)$$

Centrinio koeficiento vertė:

$$h(0) = \frac{\omega_{c2} - \omega_{c1}}{\pi}. \quad (20)$$

Kiti koeficientai randami taip:

$$h(n) = \frac{\sin(\omega_{c2} \cdot n) - \sin(\omega_{c1} \cdot n)}{\pi \cdot n}. \quad (21)$$

Užtvarinio filtro:

$$\omega_{c1} = \frac{f_{a1}}{f_d}; \quad (22)$$

$$\omega_{c2} = \frac{f_{a2}}{f_d}. \quad (23)$$

Centrinio koeficiento vertė:

$$h(0) = 1 - \frac{\omega_{c2} - \omega_{c1}}{\pi}. \quad (24)$$

Kiti koeficientai randami taip:

$$h(n) = \frac{\sin(\omega_{c1} \cdot n) - \sin(\omega_{c2} \cdot n)}{\pi \cdot n} [3]. \quad (25)$$

Praktikoje taikoma apribota  $y = \text{sinc}(x)$  funkcija. Apriboti galima įvairiomis funkcijomis, dar vadinamomis langais. Nuo pasirinkto apribojimo lango priklauso slopinimas ir amplitudinės charakteristikos perėjimo nuo pralaidžiosios srities prie užtvarinės statusas.

Toliau pateikta keletas apribojimo pavyzdžių, kai  $n = -(N-1)/2, \dots, -1, 0, 1, \dots, (N-1)/2$ :

1) kvadratinis langas:

$$h(n) = 1; \quad (26)$$

2) trikampis (Bartletto) langas:

$$h(n) = 1 - \frac{|n|}{\left(\frac{N-1}{2}\right)}; \quad (27)$$

3) Van Hanno langas:

$$h(n) = \cos^2\left(\frac{n \cdot \pi}{N}\right); \quad (28)$$

4) Blackmano langas:

$$h(n) = 0,42 + 0,5 \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot n}{N}\right) + 0,08 \cos\left(\frac{4\pi \cdot n}{N}\right) [3]. \quad (29)$$

Baigtinės delsos impulsinių filtrų charakteristikos gali būti įvairios. Tačiau, norimam slopinimui pasiekti reikia panaudoti gana daug sandaugų ir sumų per ribotą laiką  $t_d = \frac{1}{f_d}$ . Naudojant baigtinės delsos impulsinio tipo

filtrus, padidėja reikalavimai skaitmeninio signalo apdorojimo procesoriams. Jie kur kas mažesni naudojant begalinės delsos impulsinius filtrus.

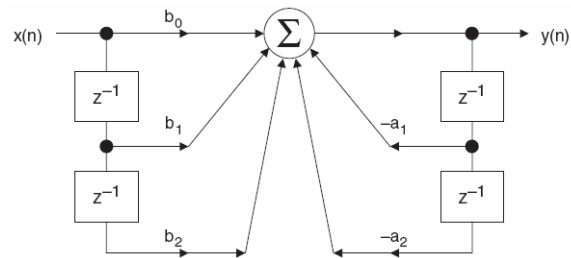
Skaitmeniniai begalinės delsos impulsiniai filtrai, skirtingai nuo baigtinės delsos impulsinių filtrų, turi grįžtamąjį ryšį. Naudojant begalinės delsos impulsinius filtrus, sumažėja skaičiavimų. Tačiau jų fazinė charakteristika nėra tiesinė, kaip baigtinės delsos impulsinių filtrų.

Begalinės delsos impulsiniai filtrai modeliuojami naudojant analoginių filtrų (Butterwortho, Čebyševio, Cauerio) perdavimo funkcijas. Šių filtrų išėjimo dydis apskaičiuojamas taip [2]:

$$y(n) = \sum_{k=0}^M b_k \cdot x(n-k) - \sum_{k=1}^N a_k \cdot y(n-k). \quad (30)$$

Begalinės delsos impulsinių filtrų perdavimo funkcija  $z$  srityje [2]

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^M b_k z^{-k}}{1 + \sum_{k=1}^N a_k z^{-k}}. \quad (31)$$



4 pav. Begalinės delsos impulsinių filtrų blokinė schema

Dažniausiai skaitmeninių begalinės delsos impulsinių filtrų projektavimas pradedamas nuo analogiško analoginio filtro projektavimo. Tuomet šio filtro perdavimo funkcija  $H(s)$  matematiškai paverčiama į  $z$  srities perdavimo funkciją  $H(z)$ . Iš perdavimo funkcijos

$H(z)$  gaunami filtro koeficientai. Projektuojant begalinės delsos impulsinius filtrus, dažniausiai naudojamos dviejų polių sekcijos. Aukštesnės eilės filtrai gaunami naudojant kelias dviejų polių filtrų pakopas.

#### Išvados

1. Sistemos mobilioji dalis gali būti minimizuojama analoginio signalo apdorojimą keičiant skaitmeninio signalo apdorojimu stacionariojoje sistemos dalyje.

2. Jutikliai parenkami atsižvelgiant į jų dydį, jautrumą judesiui, energijos sąnaudas, pašalines organizmo reakcijas, patogumą ir kainą.

3. Interaktyviosios aprangos sistemoje tikslinga naudoti Čebyševio filtrus. Jie yra optimalūs energijos sąnaudų ir fizinio dydžio atžvilgiu.

4. Diskretizavimo dažnis parenkamas atsižvelgiant į Nyquisto kriterijų: diskretizavimo dažnis turi būti ne mažiau kaip du kartus didesnis už naudingo signalo dažnių juostos plotį.

5. Prieš verčiant į skaitmeninį, analoginį signalą reikia filtruoti analoginiu filtru.

6. Jei tiesinė fazinė charakteristika ne būtina, interaktyviosios aprangos sistemoje efektyviau naudoti begalinės delsos impulsinius filtrus nei baigtinės delsos impulsinius filtrus.

#### Literatūra

1. **Jennings D., Flint A., Turton B.C.H., Nokes L.M.D.** Introduction to Medical Electronics Applications. 1995. British Library Cataloguing in Publication Data. ISBN 0 340 61457 9.
2. **Analog Devices.** Mixed – Signal and DSP Design Tehniques. 2003. Library of Congress Cataloging – in- Publication Data. ISBN 0750676116.
3. **Winder S.** Analog and Digital Filter Design. Second edition. 2002. Library of Congress Cataloging – in- Publication Data. ISBN 0 7506 7547 0.
4. **Vanhammar L.** DSP Integrated Circuits. 1999. Academic Press. Library of Congress Cataloging- in- Publication: 98-22149. ISBN 0 12 734530 2.
5. **Douglas F. Elliot.** Handbook of digital signal processing. 1978. Library of Congress Cataloging – in- Publication Data. ISBN 0-12-237075-9.

Pateikta spaudai 2005 04 28

**R. Lukočius, J. A. Virbalis, J. Daunoras, A. Vegys. Interaktyviosios aprangos signalų apdorojimo sistema // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2005. – Nr. 5(61). – P. 13–17.**

Pristatoma interaktyviosios aprangos sistema ir jai būdingi reikalavimai. Nusakomi reikalavimai interaktyviosios aprangos jutikliams. Analizuojami ir lyginami analoginių filtrų tipai. Aptariama analoginio kodinio keitimo sistema. Nusakomi diskretizavimo dažnio parinkimo reikalavimai, apkreipiamas dėmesys į būtinybę signalą apdoroti analoginiais filtrais prieš verčiant jį į skaitmeninį. Straipsnyje analizuojami ir lyginami skaitmeniniai filtrai, aptariamoms interaktyviosios aprangos sistemai svarbaus kriterijaus – fizinio dydžio ir svorio minimizavimo galimybės. Il. 4, bibl. 5 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų ir rusų k.)

**R. Lukočius, J. A. Virbalis, J. Daunoras, A. Vegys. Interactive Textile's Signals Processing System // Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, 2005. – No. 5(61). – P. 13–17.**

There is presented interactive textile's system and requirement for it. The main requirements specified for interactive textiles system sensors. There are analyzed and compared analog filter types in this article. There are presented sampling frequency rate selection requirements for analog to digital conversion, and the need for anti – aliasing filters for ADC systems. There are presented the comparison between FIR and IIR digital filters and possibilities of physical space miniaturizing of the portable part of the system. Ill. 4, bibl. 5 (in Lithuanian; Summaries in Lithuanian, English, Russian).

**Р. Лукочюс, Ю. А. Вирбалис, Ю. Даунорас, А. Вегис. Система для обрабатывания сигналов в интерактивном текстиле // Электроника и электротехника. – Каунас: Технология, 2005. – № 5(61). – С. 13–17.**

Представлена система интерактивного текстиля и требования к ней. Определены главные требования для датчиков интерактивного текстиля. Проанализированы и сравнены типы аналоговых фильтров. Представлены требования для определения частоты дискретизации аналого – кодовых преобразователей, обращено внимание на потребность фильтрации аналоговых сигналов аналоговыми фильтрами перед преобразованием их в код. Сравнены нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры, проанализированы возможности миниатюризации портативной части системы. Ил. 4, библи. 5 (на литовском языке, рефераты на литовском, английском и русском яз.).