

## SUMMARIES

**B. Reháč.** Large-Scale Systems Control Design via LMI Optimization. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 247–253.

A control design for a large-scale system using LMI optimization is proposed. The control is designed in a way such that the LQ cost in the case of the decentralized control does not exceed a certain limit. The optimized quantity are the values of the control gain matrices. The methodology is useful even for finding a decomposition of the system, however, some expert knowledge is necessary in this case. The capabilities of the algorithm are illustrated by two examples.

**A. Kačeniauskas, R. Pacevič, M. Staškūnienė, D. Šėok, D. Rusakevičius, A. Aidietis, G. Davidavičius.** Private Cloud Infrastructure for Applications of Mechanical and Medical Engineering. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 254–261.

The paper presents the development of the private cloud infrastructure providing advanced services for research in mechanical and medical engineering. The cloud services have been developed by using Apache jclouds API and JetS3t Toolkit to enhance management of Eucalyptus cloud infrastructure and to increase accessibility of engineering software. The performance of the developed cloud infrastructure has been assessed testing CPU, memory IO, disk IO, network and the deployed software services. The obtained results have been compared with the performance of the native hardware. The technical implementation of deployed cloud services has been evaluated by utilising a number of use cases from different research areas of mechanical and medical engineering.

**J. Su, M. Nakonechnyi, O. Ivakhiv, A. Sachenko.** Developing an Automatic Control System Based on the Neural Controller. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 262–270.

Mostly the dynamics of controlled objects is described by nonlinear equalizations. For nowadays the methodology of neural networks is engaged into designing the systems controlling nonlinear objects. These nonlinearities can be taken into account by nonlinear functions of the activation. Neural networks methodology brings some intelligence to the designed system.

We propose both the purposeful procedure of forming the structure of the neural controller according to the desired law of the control using the discrete transformation of the motion equation and proper combination an object with controller that provides the formation of a desired output signal. Requirements to the mathematical model of the reference and method of network training are determined, and the control quality is estimated both at traditional passing the disagreement error in the controller input and for the new configuration of its input circuit, namely with separated inputs, proposed in this paper. Simulation results confirmed the better quality of the system control in the last case.

**A. Durdu, A. T. Özcerit, Y. Uyaroglu.** A Novel Chaotic System for Secure Communication Applications. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 271–278.

The secure communication using synchronization between identical chaotic systems have been introduced in literature for a long time. A well-known practical application of chaotic synchronized systems is the Pecora and Carroll (P-C) secure communication method. In this paper, the P-C secure communication algorithm is applied to a novel three dimensional, autonomous chaotic attractor. Having a 45° slope between sub-driver and sub-receiver circuits of a novel chaotic attractor clearly demonstrates that it can be used for the purpose of secure communications.

**D. Komosny, M. Voznak, K. Ganeshan, H. Sathu.** Estimation of Internet Node Location by Latency Measurements – The Underestimation Problem. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 279–286.

In this paper we deal with discovering a geographic location of a node in the Internet. Knowledge of location is a fundamental element for many location based applications and web services. We focus on location finding without any assistance of the node being located – client-independent estimation. We estimate a location using communication latency measurements between nodes in the Internet. The latency measured is converted into a geographic distance which is used to derive a location by the multilateration (triangulation) principle. We analyse the latency-to-distance conversion with a consideration of location underestimation which is a product of multilateration failure. We demonstrate that location underestimations do not appear in experimental conditions. However with a real-world scenario, a number of devices cannot be located due to underestimations. Finally, we propose a modification to reduce the number of underestimations in real-world scenarios.

**M. Alcaraz-Mejia, R. Campos-Rodriguez, E. Lopez-Mellado, A. Ramirez-Trevino.** Partial Reconfiguration of Control Systems using Petri Nets Structural Redundancy. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 287–301.

This paper deals with the partial reconfiguration of the discrete control systems due to resource failures using the structural redundancy of the global system model. The approach herein proposed introduces a new subclass of Interpreted Petri Nets (IPN), named Interpreted Machines with Resources (IMR), allowing representing both the behaviour of a system and the resource allocation. Based on this model, an efficient reconfiguration algorithm is proposed; it is based on finding the set of all redundant

sequences using alternative resources. The advantages of this structural reconfiguration method are: (1) it provides minimal reconfiguration to the system control assuring the properties of the original control system, (2) since the model includes resource allocation, it can be applied to a variety of systems such as Business Processes, and FPGAs, among others, (3) it takes advantage of the implied features of Petri net models, such as structural analysis and graphical visualization of the system and control. The method is illustrated through a case study that deals with a manufacturing system controller, which includes both alternative resources and operation sequences.

**L. Pan, J. Shen, C. Cao.** A Collaborated Multi-controller Strategy by Using  $L_1$  Adaptive Augmentation Control for Power-generation Systems with Uncertainties. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 302–314.

For dealing with uncertain operation circumstances, a collaborated multi-controller strategy of the cascade architecture with a  $L_1$  adaptive augmentation controller and a conventional baseline controller is introduced to power-generation systems. For its arbitrarily close, fast, and robust tracking performance, the  $L_1$  adaptive output feedback controller is designed as the augmentation controller in the inner-loop to keep the nominal dynamics of the system in the overall operation scope. The robust PID controller and offset-free linear MPC controller are recommended as the available outer-loop baseline controllers to follow control commands. The closed-loop stability of the cascade control system is ensured. The simulation experiments on a benchmark nonlinear boiler-turbine generation model verify the greatly improved adaptation and robustness of the augmentation control system in the presence of unknown uncertainties. Additionally, it is easy to upgrade a conventional control system to this cascade one in practice because the add-in  $L_1$  adaptive augmentation controller influences little on the augmented system setup.

**K. A. Darabkh, I. F. Jafar, R. T. Al-Zubi, M. Hawa.** A New Image Steganographic Approach for Secure Communication Based on LSB Replacement Method. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 315–328.

With the development of internet technologies and communication services, message transmissions over the internet still have to face all kinds of security problems. Hence, how to protect secret messages during transmission becomes a challenging issue for most of current researchers. It is worth mentioning that many applications in computer science and other related fields rely on steganography and watermarking techniques to ensure information safety during communication. Unlike cryptography that focuses on scrambling the secret message so that it cannot be understood, the main objective of steganography and watermarking is to communicate securely in such a way that the hidden data are not visible to the observer. In other words, it seeks for the imperceptibility of stego-images quality to an unintended party through embedding efficiently the secret message in a digital media such as image, video, or audio. In this paper, we propose a new steganographic method to embed the secret data inside a cover image based on least-significant-bit (LSB) replacement method. The embedding process predominantly concentrates on distributing the secret message inside one share of a color image to appear like a 3D geometric shape that is constructed according to well-analyzed geometric equations. The dimensions of the geometric shape are determined pursuant to the size of secret message. Data distribution process makes our method to be of a great interest as of being so difficult for the hackers or intruders to reconstruct the shape from stego-images, thereby the security is improved. Furthermore, we compare the performance of our approach with two other relevant approaches in terms of peak signal-to-noise ratio (PSNR) and payload. The contribution of our approach was immensely impressive.

**P. Gope, T. Hwang.** Security Weaknesses on a Delegation-Based Authentication Protocol for PCSs. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 329–333.

Rapid development of wireless networks brings about many security problems in Portable Communication Systems (PCS), which can provide mobile users with an opportunity to enjoy global roaming services. In this regard, designing a secure user authentication scheme, especially for recognizing legal roaming users is indeed a challenging task. Recently, C-C Lee et al. proposed such scheme, which is claimed to be an improvement of T. F. Lee et al.'s protocol. However, in this article, we reveal that the scheme proposed by C-C Lee et al. still suffers from certain weaknesses like vulnerability to DoS attack, no perfect forward secrecy, loss of untraceability, etc. Hence, C-C Lee et al.'s delegation-based protocol cannot guarantee secure communication for PCS environment.

**A. Paulauskaite-Taraseviciene, N. Morkevicius, V. Jukavicius, R. Jasinevicius, V. Petrauskas, V. Kazanavicius.** Statistical Evaluation of Four Technologies used for Intellectualization of a Smart Home Environment. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 334–344.

This paper addresses the issues of decision-making methods and their usage capabilities for intelligent control based on the habits of home residents. Learning from the behaviour of the resident is essential for the system to adapt and provide intelligent control based on behavioural habits. However, even deeply ingrained habits are subject to change over time. Therefore, an intelligent system has to respond to a changing and diverse environment. Various decision-making methods have the potential of a number of benefits in providing intelligent control for smart home systems. In this paper, concurrent decision-making methods, including Artificial Neural Networks, Fuzzy Logic, Linear Programming and Bayesian technique, are employed with proposed algorithms in order to provide control based on the habits of residents. These approaches are tested and compared in experimental scenarios for intelligent lighting control with the constant and changing habits of the residents.

## SANTRAUKOS

**B. Rehák.** Didelės apimties sistemų valdymo projektavimas taikant tiesinės matricos nelygybės optimizaciją. *Informacinės technologijos ir valdymas, Kaunas, Technologija*, 2015, T. 44, Nr. 3, 247–253.

Šiame straipsnyje pateikiamas didelės apimties sistemų valdymo projektavimo metodas, taikant tiesinės matricos nelygybės optimizaciją. Valdymas yra projektuojamas taip, kad decentralizuotos kontrolės įverčio tiesiniai kvadratiniai kaštai neperžengtų nustatytos ribos. Optimizuoti dydžiai – tai valdymo naudos matricos reikšmės. Metodologiją galima taikyti ir sistemos dekompozicijai atlikti, tačiau šiuo atveju reikalingos ekspertinės žinios. Algoritmo galimybes iliustruoja du pavyzdžiai.

**A. Kačeniauskas, R. Pacevič, M. Staškūnienė, D. Šešok, D. Rusakevičius, A. Aidietis, G. Davidavičius.** Privati debesų kompiuterijos infrastruktūra mechanikos ir medicinos inžinerijos uždaviniams spręsti. *Informacinės technologijos ir valdymas, Kaunas, Technologija*, 2015, T. 44, Nr. 3, 254–261.

Straipsnyje pristatoma privati debesų kompiuterijos infrastruktūra, teikianti modernias e. paslaugas mechanikos ir medicinos inžinerijos problemoms tirti. Debesų kompiuterijos e. paslaugos, skirtos *Eucalyptus* debesų infrastruktūros valdymui palengvinti ir inžinerinių uždavinių sprendimo programinės įrangos prieinamumui padidinti, buvo sukurtos naudojant *Apache jclouds API* ir *JetS3t* programinę įrangą. Debesų kompiuterijos infrastruktūros efektyvumas buvo ištirtas testuojant virtualiojo CPU, virtualiosios operatyviosios atmintinės, virtualiojo standžiojo disko, virtualiojo tinklo ir sukurtų e. paslaugų greitaveiką. Atliktas kiekybinis virtualiųjų resursų greitaveikos palyginimas su grynais aparatinės įrangos greitaveika. Pateikta debesų kompiuterijos e. paslaugų realizacija buvo ištirta sprendžiant įvairius mechanikos ir medicinos inžinerijos uždavinius.

**J. Su, M. Nakonechnyi, O. Ivakhiv, A. Sachenko.** Automatinės valdymo sistemos, naudojančios neuroninį valdiklį, kūrimas. *Informacinės technologijos ir valdymas, Kaunas, Technologija*, 2015, T. 44, Nr. 3, 262–270.

Valdomo objekto dinamika dažniausiai aprašoma netiesinėmis lygtimis. Šiandien neuroninių tinklų metodologija yra taikoma sistemoms, valdančioms netiesinius objektus, projektuoti. Šie netiesiškumai gali būti apibrėžti netiesinėmis aktyvacijos funkcijomis. Taikant neuroninių tinklų metodologiją suprojektuota sistema tampa išmanesnė. Autoriai pateikia galingą procedūrą, skirtą neuroninio valdiklio struktūrai suformuoti pagal pasirinktą valdymo dėsnį, taikant judesio lygties diskrečiąją transformaciją. Naudojant šią procedūrą pateikiama tinkama objekto su valdikliu kombinacija, kuri padeda suformuoti norimus išvesties signalus. Šiame straipsnyje pateikiami matematinio modelio reikalavimai ir apibrėžiamas tinklo mokymo metodas. Valdymo kokybė yra vertinama dviem būdais: taikant tradicinį metodą, kai matuojama neatitikimo klaida valdiklio įvestyje ir naujos konfigūracijos valdiklio įėjimo schemoje tarp atskirtų įvesčių. Elgsenos modeliavimo rezultatai rodo, kad sistema geriau valdoma tada, kai neatitikimo klaida matuojama naujos konfigūracijos valdiklio įėjimo schemoje tarp atskirtų įvesčių.

**A. Durdu, A. T. Özcerit, Y. Uyaroğlu.** Saugios komunikacijos sinchronizavimas naujoje chaotinėje sistemoje. *Informacinės technologijos ir valdymas, Kaunas, Technologija*, 2015, T. 44, Nr. 3, 271–278.

Saugi komunikacija, naudojanti sinchronizaciją tarp identiškų chaotiškų sistemų, literatūroje buvo aptariama gana seniai. Gerai žinomas sinchronizuotų chaotiškų sistemų praktinio taikymo metodas – *Pecora* ir *Carroll (P-C)* saugios komunikacijos metodas. Straipsnyje P-C saugios komunikacijos algoritmas yra taikomas naujame trijų matmenų, autonominiame, chaotiškame atraktoriuje. Turint 450 nuolydį tarp siuntėjo ir gavėjo schemų naujame chaotiškame atraktoriuje, ši metodas gali būti taikomas saugiai komunikacijai užtikrinti.

**D. Komosny, M. Voznak, K. Ganeshan, H. Sathu.** Interneto mazgo vietos įvertinimas remiantis vėlinimo matavimais – nepakankamo vertinimo problema. *Informacinės technologijos ir valdymas, Kaunas, Technologija*, 2015, T. 44, Nr. 3, 279–286.

Straipsnyje nagrinėjami interneto mazgo geografinės vietos nustatymo uždaviniai. Informacija apie interneto mazgo vietą yra fundamentali daugeliui taikomųjų programų ir interneto servisų, kurie naudoja vietos nustatymą. Straipsnyje koncentruojamasi į vietos nustatymą iš konkretaus interneto mazgo, kurio vietą norima nustatyti. Straipsnyje nustatoma vieta, matuojant ryšio vėlinimą tarp atskirų interneto mazgų. Išmatuotas vėlinimas yra konvertuojamas į geografinį atstumą, kuris naudojamas vietai išvesti, taikant trianguliacijos principą. Analizuojamas vėlinimo konvertavimas į atstumą, atsižvelgiant į vietos neįvertinimą, kuris yra trianguliacijos klaidos rezultatas. Parodoma, kad vietos neįvertinimas neatsiranda eksperimentinėmis sąlygomis. Vis dėlto realioje aplinkoje nemažos dalies įrenginių vieta negali būti nustatoma dėl neįvertinimo problemos. Galiausiai siūloma modifikacija, kuri padeda sumažinti neįvertinimo atvejų skaičių realioje aplinkoje.

**M. Alcaraz-Mejia, R. Campos-Rodriguez, E. Lopez-Mellado, A. Ramirez-Trevino.** Dalinis valdymo sistemų perkonfigūravimas, taikant *Petri* tinklų struktūrinį dubliavimą. *Informacinės technologijos ir valdymas, Kaunas, Technologija*, 2015, T. 44, Nr. 3, 287–301.

Straipsnyje nagrinėjamas dalinis diskrečių valdymo sistemų perkonfigūravimas, naudojamas išteklių sutrikimams panaikinti, taikant globalaus sistemos modelio struktūrinį dubliavimą. Pateiktas metodas veikia su naujos klasės interpretuojamais *Petri* tinklais (angl. IPN), vadinamais interpretuojamomis mašinomis su ištekliais (angl. IMR), leidžiančiais tiek modeliuoti sistemos elgseną, tiek paskirstyti išteklius. Remiantis šiuo modeliu, buvo pasiūlytas efektyvus perkonfigūravimo

algoritmas. Jis ieško visų besidubliuojančių sekų, naudojančių alternatyvius išteklius. Struktūrinio perkonfigūravimo metodo pranašumai yra šie: 1) taikant šį metodą atliekamas minimalus sistemos valdymo perkonfigūravimas ir taip užtikrinami originalios valdymo sistemos nustatymai; 2) kadangi metodas apima išteklių paskirstymą, jis gali būti taikomas įvairioms sistemoms, tokioms kaip verslo procesai, FPGA, ir kitoms; 3) jo pranašumai, kuriuos teikia *Petri* tinklų modelis: struktūrinė analizė ir grafinis sistemos valdymo pavaizdavimas. Metodas iliustruojamas remiantis praktiniu pavyzdžiu su pramoninės sistemos valdikliu, kuris apima tiek alternatyvius išteklius, tiek operacijų sekas.

**L. Pan, J. Shen, C. Cao.** Bendradarbiaujančių multivaldiklių strategija, taikant L1 adaptyvų padidinimo valdymą energijos generavimo sistemoms su neapibrėžtumu. *Informacinės technologijos ir valdymas, Kaunas, Technologija*, 2015, T. 44, Nr. 3, 302–314.

Problemoms, kylančioms dėl neapibrėžtų operacijų, energijos generavimo sistemose spręsti pateikiama bendradarbiaujančių multivaldiklių strategija, naudojanti kaskadinę architektūrą su L1 adaptyviu padidinimo valdikliu ir su įprastu baziniu valdikliu. Dėl jo santykinai artimo, greito ir robastiško sekimo veikimo L1 adaptyvios grįžtamojo ryšio išvesties valdiklis yra suprojektuotas vidiniame cikle kaip padidinimo valdiklis, kad palaikytų nominalią sistemos dinamiką bendrų sistemos operacijų kontekste. Robastiškas PID valdiklis ir nekompensuojantis tiesinis MPC valdiklis yra rekomenduojami baziniai išorinio ciklo valdikliai, skirti valdymo komandoms sekti. Kaskadų valdymo sistemos uždaro ciklo stabilumas yra užtikrinamas. Elgsenos modeliavimo eksperimentai, atlikti su etaloniniu netiesiniu šildytuvo turbinos generavimo modeliu, rodo, kad didinimo valdymo sistemos adaptyvumas ir robastiškumas, esant neapibrėžtumams, gerokai padidėja. Be to, praktikoje yra nesudėtinga patobulinti įprastinę valdymo sistemą, kad ji taptų kaskadine, nes papildomas L1 adaptyvaus didinimo valdiklis daro mažą įtaką papildytos sistemos nustatymams.

**K. A. Darabkh, I. F. Jafar, R. T. Al-Zubi, M. Hawa.** Naujas saugios komunikacijos paveikslėlių steganografijos metodas, grįstas LSB pakeitimo metodu. *Informacinės technologijos ir valdymas, Kaunas, Technologija*, 2015, T. 44, Nr. 3, 315–328.

Gerėjant interneto technologijos ir komunikacijos paslaugoms, vis dar kyla įvairių saugumo problemų žinučių siuntimo srityje. Taigi slaptų žinučių apsaugojimas siunčiant tampa iššūkiu daugumai šiuolaikinių tyrėjų. Verta paminėti, kad daugelis kompiuterių mokslo ir susijusių sričių taikomųjų programų remiasi steganografija ir vandens ženklų technologijomis, kad užtikrintų informacijos saugumą vykstant komunikacijai. Skirtingai nuo kriptografijos, kuri koncentruojasi į slaptų žinučių pakeitimą, kad jų nebūtų galima suprasti, pagrindinis steganografijos ir vandens ženklų tikslas yra saugiai komunikuoti, kad paslėpti duomenys nebūtų matomi stebėtojų. Kitais žodžiais tariant, steganografijos tikslas – stegopaveikslėlių kokybė turi būti nepastebima asmenims, kuriems jie nėra skirti, efektyviai įterpiant slaptą pranešimą į skaitmeninę mediją, tokią kaip paveikslėliai, vaizdo ar garso medžiaga. Šiame straipsnyje pateiktas naujas steganografijos metodas, kuris leidžia įterpti slaptus duomenis į priedangos paveikslėlį, taikant LSB perstatymo metodą. Įterpimo procesas daugiausia koncentruojasi į slapto pranešimo paskirstymą vienoje spalvoto paveikslėlio dalyje, kad jis atrodytų kaip 3D geometrinė figūra, sukonstruota pagal gerai išanalizuotas geometrinės lygtis. Geometrinės figūros matmenys yra nustatomi pagal slapto pranešimo dydį. Duomenų paskirstymo procesas neleidžia hakeriams ir įsibrovėliams lengvai atkurti figūros formos iš stegopaveikslėlio, ir taip pagerinamas saugumas. Be to, straipsnyje lyginama autorių metodo greitaveika su dviem aktualiais metodais pagal PSNR metriką ir naudingąją apkrovą. Taigi metodo įnašas buvo nepaprastai įspūdingas.

**P. Gope, T. Hwang.** Atstovavimu grįstų autentifikavimo protokolų saugumo trūkumai nešiojamosiose komunikacijos sistemose. *Informacinės technologijos ir valdymas, Kaunas, Technologija*, 2015, T. 44, Nr. 3, 329–333.

Sparčiai besiplėtojant belaidžiams tinklams kyla daug saugumo problemų nešiojamosiose komunikacijos sistemose, kurios suteikia mobiliesiems klientams galimybę džiaugtis globaliojo tarptinklinio ryšio paslaugomis. Atsižvelgiant į tai, saugių vartotojų autentifikavimo schemų projektavimas, ypač legalių tarptinklinio ryšio vartotojų atpažinimo srityje, yra išties didelis iššūkis. Neseniai, C.C. Lee ir kt. pasiūlė tokią schemą, kuri, kaip sakoma, turėtų būti T. F. Lee ir kt. protokolo patobulinimas. Vis dėlto šiame straipsnyje atskleidžiama, kad C.C. Lee ir kt. pasiūlyta schema vis dar turi rimtų trūkumų: neatsparumas DoS atakoms, netobulas peradresavimo slaptumas, neatsekamumo praradimas ir t. t. Taigi C.C. Lee ir kt. atstovavimu grįstas protokolas negali garantuoti saugios komunikacijos nešiojamųjų komunikacijos sistemų aplinkoje.

**A. Paulauskaite-Taraseviciene, N. Morkevicius, V. Jukavicius, R. Jasinevicius, V. Petrauskas, V. Kazanavicius.** Statistinis keturių metodų, skirtų išmaniojo namo aplinkoms intelektualizuoti, vertinimas. *Information Technology and Control, Kaunas, Technologija*, 2015, Vol. 44, No. 3, 334–344.

Straipsnyje tiriamos sprendimo priėmimo metodų taikymo galimybės sprendžiant intelektualiojo valdymo uždavinius, paremtus gyvenamojo namo gyventojų įpročiais. Tam, kad sistema galėtų atlikti adaptaciją ir pateikti intelektualųjį valdymą pagal elgsenos įpročius, reikia mokytis iš gyventojų elgsenos. Tačiau reikia įvertinti ir tai, jog net ir labiausiai įsisenėję įpročiai gali kisti laike. Todėl intelektuali valdymo sistema privalo reaguoti į kintančią ir dinamišką aplinką. Siekiant pateikti gyventojų įpročiais paremtą intelektualųjį valdymą, šiame darbe buvo taikyti skirtingi metodai: dirbtiniai neuroniniai tinklai, neraiškioji logika, tiesinis programavimas ir *Bajeso* metodas, kuriais remiantis buvo pasiūlyti atitinkami sprendimo priėmimo algoritmai. Sukurti eksperimentiniai scenarijai, kurie leido ištestuoti, palyginti ir patikrinti pasiūlytų algoritmų tinkamumą gyvenamojo namo intelektualiajam valdymui, pvz., namo apšvietimo valdymui, remiantis pastoviais ir kintančiais gyventojų valdymo įpročiais.



## **INFORMACINĖS TECHNOLOGIJOS IR VALDYMAS**

**Tomas 44, Nr. 3**

ISSN 1392–124X (print)

ISSN 2335–884X (online)

*Techninė redaktorė R. Kukučionytė*

---

SL 344. 2015 09 25. 13,75 leidyb. apsk. l. Tiražas 50 egz.

Užsakymas 323. Kaina sutartinė.

Išleido Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, LT-44029 Kaunas  
Spausdino leidyklos „Technologija“ spaustuvė, Studentų g. 54, LT-51424 Kaunas