

แบบเสนอโครงการวิจัย (research project)

ประกอบการเสนอ ของงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 ตามมติคณะรัฐมนตรี

ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย)...การวิเคราะห์การลดทอนสัญญาณรบกวนในการถ่ายภาพคลื่นเสียงความถี่สูง...

(ภาษาอังกฤษ)Analysis of Noise Reduction in Medical Ultrasound Imaging.....

ชื่อแผนงาน/ชุดโครงการวิจัย(กรณีเป็น โครงการย่อยในชุดโครงการ)

(ภาษาไทย)...การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับงานประยุกต์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ภาษาอังกฤษ)Mathematical Modeling for Science and technology Applications.....

ส่วน ก : ลักษณะโครงการวิจัย

× โครงการวิจัยใหม่

.....โครงการวิจัยต่อเนื่องระยะเวลา.....ปี ปีนี้เป็นปีที่.....รหัสโครงการวิจัย (จากระบบ NRPM).....

I ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ซึ่งประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์

II ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2554) ซึ่งประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์

ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาทางวิชาการและทรัพยากรบุคคล
กลยุทธ์การวิจัยที่ 1 พัฒนานวัตกรรมและองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ และการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ในวิชาการต่าง ๆ

แผนงานวิจัยที่ 1 การวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ และองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

III ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วนตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2554)

9. เทคโนโลยีใหม่และเทคโนโลยีที่สำคัญเพื่ออุตสาหกรรม

IV ระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบายรัฐบาล

2. นโยบายระยะการบริหารราชการ 3 ปี ของรัฐบาล

2.5 นโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัย และนวัตกรรม

หมายเหตุ : หากโครงการวิจัยไม่สอดคล้องตามข้อ I, II, III และ IV ก็ไม่ต้องระบุความสอดคล้อง

ส่วน ข : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย (โปรดดูคำชี้แจงประกอบตอนท้าย)

1. ผู้รับผิดชอบ [คณะผู้วิจัย บทบาทของนักวิจัยแต่ละคนในการทำวิจัย และสัดส่วนที่ทำงานวิจัย (%)] และหน่วยงาน [ประกอบด้วยหน่วยงานหลัก หน่วยงานสนับสนุน โดยระบุที่อยู่ พร้อมทั้งลักษณะของการร่วมงานวิจัยกับหน่วยงานอื่น (ถ้ามี)]

1.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจษฎา ตันตานุช (Asst. Prof. Dr. Jessada Tanthanuch)
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา
(50% responsible for project)

1.2 ผู้วิจัยร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอ็กการ์ท โรเบิร์ต ชูลซ์ (Asst. Prof. Dr. Eckart Schulz)
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา
(50% responsible for project)

2. ประเภทของการวิจัย(ประกอบด้วยการวิจัยพื้นฐาน หรือการวิจัยประยุกต์ หรือการพัฒนาทดลอง ระบุเพียง 1 ประเภทเท่านั้น)

วิจัยพื้นฐาน (basic research)

3. สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย (จัดตามกลุ่มของ วช. โปรดดูคำชี้แจงที่ <http://www.sut.ac.th/ird>)

สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพและคณิตศาสตร์ กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์
(Physical Sciences and Mathematics : Mathematics)

4. คำสำคัญ (keywords) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ของโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) ภาพคลื่นเสียงความถี่สูง สัญญาณรบกวนสเปกเคิล
แคลคูลัสของการแปรผัน สมการออยเลอร์-ลากรองซ์
การแจกแจงความน่าจะเป็น

(ภาษาอังกฤษ) Ultrasound Image, speckle noise, calculus of variations, Euler-
Lagrange equation, probability distributions

5. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

Ultrasound images provide low cost, non-invasive and real-time images which can help clinicians in diagnosis and therapy. One of the main causes of image degradation in ultrasound imaging is speckle noise. This is the result of a superposition of many waves of different phases. Speckle occurs in an

ultrasound image because the ultrasonic wave encounters rough surfaces that result in the scattering of waves, and each scattered wave from a rough surface has a different phase, leading to the forming of speckles and resulting in a very grainy image.

Various methods for noise reduction have been developed. The simplest of these are multiple sampling and simple filtering, such as the mean or median filter. Other filter methods include the Kuan filter, the Lee filter and the Frost filter, for example, or mathematically more elaborate methods such as wavelet filters. A common feature of all these methods is that they vary image values locally, by taking into account the image features in a small neighborhood of a given image point.

One technique which has not found wide application yet employs the calculus of variations. This is a global method; representing a noisy image as a function of two variables on some domain. One searches for a function of predetermined smoothness which best approximates this noisy image in some metric. Since speckle noise is usually distributed randomly across an image, this method appears well-suited to its removal. The choice of metric is crucial here; it should reflect the stochastic properties of the noise.

Few models for speckle noise reduction by the variational method, including applications to radar images are described in the literature, and they assume that the noise has Gaussian, Poisson or exponential distribution. However, image and noise intensity in ultrasound images can be assumed to have Rayleigh distribution. Thus, a variational model whose metric incorporates the Rayleigh distribution is required for the denoising of ultrasound images. This is the objective of the proposed research project.

6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

The objective of this research work is to develop a fast and efficient method for speckle noise reduction in ultrasound images. It is to be based on the calculus of variation, taking account of the probability distribution of the image and speckle noise intensity.

7. ขอบเขตของโครงการวิจัย

A method for noise reduction in images will be developed. We will only consider techniques combining calculus of variations with statistical methods. Although it is expected that this method can be applied to a wide class of images, the computational experiments will be carried out on medical ultrasound images dominated by speckle noise only.

8. ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย (Conceptual Framework)

In this research, a variational approach is used to construct the model to reduce the speckle noise in the ultrasound image. It is assumed that image intensity has Rayleigh distribution. The model takes

the form of an integral, and calculus of variations leads to the problem of solving an Euler-Lagrange partial differential equation.

9. การทบทวนวรรณกรรม (reviewed literature) / สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

There are numerous research articles describing speckle denoising models. [12.] shows a comparison of speckle filters in radar images dealing with minimum mean square error model. The main disadvantage of those filters is that one has to know the information of the noise in the computation. Difficulties arise in particular when one works with an ultrasound video because one does not have the speckle noise information.

This problem can be solved by the mathematical model called the *variational approach*. The representation of the image in several variational models is given by the additive noise model

$$\tilde{u}(x, y) = u(x, y) + n(x, y)$$

or the multiplicative noise model

$$\tilde{u}(x, y) = u(x, y)n(x, y),$$

where $u(x, y)$ is the intensity of the desired image at coordinate (x, y) , $\tilde{u}(x, y)$ is intensity of the observed image at coordinate (x, y) and $n(x, y)$ is intensity of noise at coordinate (x, y) . The variational approach is used for finding of desired image u from the obtained image \tilde{u} .

There are few studies of digital image denoising models dealing with the variational approach. In 1992, Rudin, Osher, and Fatemi [14.] presented a mathematical denoising model now called the ROF model, which uses the additive noise model and is based on calculus of variations. The ROF model considers u as the solution to a problem of calculus of variation which minimizes the functional

$$F(u) = \iint_{\Omega} \sqrt{u_x^2 + u_y^2} dA + \lambda \iint_{\Omega} (u - \tilde{u})^2 dA ,$$

where $\Omega \in \mathbb{R}^2$ is the domain of the image function and λ is a chosen parameter. By calculus of variations, the solution of this problem is obtained when the Euler-Lagrange differential equation is satisfied, i.e.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u_x}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{u_y}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) + \lambda(\tilde{u} - u) = 0 ,$$

where $\frac{\partial u}{\partial N} = 0$ on $\partial\Omega$ and N is the normal vector to the boundary $\partial\Omega$.

Le, Chatrand and Asaki [11.] adapted the ROF model to present the data-fidelity term of the model which is suitable for Poisson noise. The model is minimizing the functional

$$G(u) = \beta \iint_{\Omega} \left(\sqrt{u_x^2 + u_y^2} \right) dA + \iint_{\Omega} (u - \tilde{u} \ln u) dA.$$

The Euler-Lagrange differential equation for solving this problem is

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u_x}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{u_y}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) + \frac{1}{\beta u} (\tilde{u} - u) = 0,$$

where $\frac{\partial u}{\partial N} = 0$ on $\partial\Omega$ and N is the normal vector to the boundary $\partial\Omega$.

Aubert and Aujol [2.] focus on the problem of multiplicative noise removal. They consider the modeling of speckle noise and present the functional:

$$H(u) = \iint_{\Omega} \left(\sqrt{u_x^2 + u_y^2} \right) dA + \lambda \iint_{\Omega} \left(\ln u + \frac{\tilde{u}}{u} \right) dA.$$

The Euler-Lagrange differential equation for solving this problem is

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u_x}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{u_y}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) + \frac{\lambda}{u^2} (\tilde{u} - u) = 0$$

with the initial data $u(x, 0) = \frac{1}{|\Omega|} \iint_{\Omega} \tilde{u} dA$, where $|\Omega|$ denotes the area of the region Ω .

Green [6.] presents the statistical description of the ROF model [14.] which deals with the Gaussian noise. On the other hand Le et al. [10.] draw their inspiration from the modeling of Poisson noise.

In Aubert's model [2.] for multiplicative speckle noise reduction in Synthetic Aperture Radar (SAR) images, the image intensity is considered as the random variable and the density function of image intensity is given by

$$g(\tilde{u}) = \frac{1}{\mu} e^{-\frac{\tilde{u}}{\mu}},$$

where \tilde{u} is the image intensity of observed image at each point and μ is both mean and standard deviation of the observed image. However a good ROF model for speckle noise reduction in ultrasound image is still needed.

In this research, a variational approach adapted from the ROF model will be used to construct a model to reduce the speckle noise in the ultrasound image. Different from [2.], we will describe the image intensity of the ultrasound image by Rayleigh distribution and apply the variational approach to the additive noise model.

10. เอกสารอ้างอิง (reference) ของโครงการวิจัย

1. Anaesthesia UK. "Types of ultrasound" [On-line]. Available:
<http://www.frca.co.uk/SectionContents.aspx?sectionid=86>.
2. Aubert G. and Aujol J.F. "A Variational Approach to Remove Multiplicative Noise", SIAM J. Appl. Math. (2008).

3. Abbot. J.G. and Thurstone, F.L. "Acoustic speckle: Some fundamental properties of speckle", J. Opt. Soc. Amer. (1976).
4. Frost, V.S., Stiles, J.A., Shanmugan, K.S. and Holtzman, J.C. "A model for radar images and its application to adaptive digital filtering for multiplicative noise", IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intel. (1982).
5. Goodman J.W. "Statistical Optics", John Wiley & Sons (2000).
6. Green M.L. "Statistics of Images, the TV Algorithm of Rudin-Osher-Fatemi for Image Denoising and an Improved Denoising Algorithm", CAM Report, UCLA (2002).
7. Greenberg N. L., Fukuda S., Agler D., Matsumura Y., Shiota T. and Thomas J. D. "4D Ultrasound Quantification of LV Function and Valvular Pathology", Journal of IEEE (2006).
8. Jansen, M. "Noise Reduction by Wavelet Thresholding", Springer Verlag (2000).
9. Kuan, D.T., Sowchank, T, Strand. C. and Chavel. P. "Adaptive noise smoothing filters for signal dependent noise", IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intel. (1985).
10. Le T., Chatrand R. and Asaki T.J. "A Variational Approach to Reconstructing Images Corrupted by Poisson Noise", J. Math. Imag. Vision (2007).
11. Lee. J.S., "Speckle analysis and smoothing of synthetic aperture radar images", Comp. Graph. Image Process. (1981).
12. Lopes A., Touzi R. and Nezry E. "Adaptative speckle filters and scene heterogeneity", Journal of IEEE (1990).
13. Pedrotti F.L. and Pedrotti L.S. "Introduction to Optics", Prentice-Hall, (1993).
14. Rudin L.I., Osher S. and Fatemi E. "Nonlinear Total Variation Based Noise Removal Algorithms" J. of Physica D (1992).
15. Wataganara T., Sutanthavibool A. and Limwongse C. "Real-Time Three Dimensional Sonographic Features of an Early Third Trimester Fetus with Achondrogenesis", Journal of Med Assoc Thai (2006).

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดดูคำชี้แจงเพิ่มเติม)

The results will be published in an international journal. Within one year at least one international journal article is expected to be produced. The work should be able to be continued after the end of the grant period.

เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป และ นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ได้

12. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

The main purpose of this research work is to investigate and develop denoising techniques theoretically. The results obtained will be published and presented at conferences in image processing and related fields, and can be freely integrated into their products by Thai engineers from the private sector.

13. วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล

This project consists of two major parts. In the first part, we will develop an analytical method for reducing noise in ultrasound images, and present a rigorous mathematical proof for the existence of a solution. In the second part, we will apply this method to denoise real-world ultrasound images from doctors on a computer, and compare our method with other denoising methods currently in use. The research will be carried out at SUT, with real ultrasound images obtained from doctors.

14. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนนี้โดยละเอียด)

This is a project of 1 year duration. It can begin as soon as funding has been approved.

Detail / Month	Months 1-3	Months 4-6	Months 7-9	Months 10-12
Completion of Literature Review	x			
Data acquisition	x	x		
Theoretical investigation		x	x	
Numerical experiments			x	x

15. ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย (อุปกรณ์การวิจัย โครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ) ระบุเฉพาะที่ต้องการเพิ่มเติม

Since this project deals with the processing of images, computer equipment for image acquisition, processing and display is required. The following equipment is currently not available to the research group and needs to be purchased.

one film scanner to digitize images from film

one color printer for analysis and dissemination of images

one multi-core large-memory CUDA workstation for image processing by graphic stream processors

one SPVA LCD monitor to display images at full color spectrum and contrast.

16. งบประมาณของโครงการวิจัย

16.1 รายละเอียดงบประมาณที่เสนอขอ(เฉพาะปีที่เสนอขอ) แยกตามหมวดเงินประเภทต่าง ๆ

The budget is for a 1 year project. Only the current budget 2554 (2011) is given.

รายการค่าใช้จ่าย	งบฯที่เสนอขอ ปี...2554...(บาท)
1. ค่าจ้างชั่วคราว ได้แก่ ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย วุฒิ ..M.Sc.. เป็นเวลา ..12... เดือน เดือนละ . . บาท จำนวน ..1.. คน (อัตราค่าจ้างใช้อัตราของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	
2. ค่าใช้สอย และ ได้แก่ - Travel in Thailand, including hotel cost and daily allowances (SUT rate) - Travel abroad, including hotel cost and daily allowances - Conference registration fee - Photocopying and printing charges - Manuscript preparation and journal publication costs - Books and reprints of research articles - Computer parts - Office supplies (paper, ink etc) - Computer software	
3. ค่าครุภัณฑ์ ได้แก่Film Scanner.....High resolution Color Printer.....multi core CUDA workstationSPVA Panel or better Panel LCD Monitor.....	
รวม	

17. ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ (*โปรดดูคำชี้แจงเพิ่มเติม*)**P** (according to the objectives of this research project)

18. สำหรับโครงการวิจัยต่อเนื่องปีที่ 2 ขึ้นไป

18.1 คำรับรองจากหัวหน้าโครงการวิจัยว่าโครงการวิจัยได้รับการจัดสรรงบประมาณจริงในปีงบประมาณที่ผ่านมา

This project is a **one year** project. It has not been supported previously.18.2 โปรดระบุว่าโครงการวิจัยนี้อยู่ระหว่างเสนอขอของบประมาณจากแหล่งเงินทุนอื่นหรือเป็นการวิจัย
ต่อยอดจากโครงการวิจัยอื่น (ถ้ามี)There is **no other funding** requested for this project.

18.3 รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัย (ตามแบบ ต-1ด)

19. คำชี้แจงอื่น ๆ (ถ้ามี)

None.

(ลายเซ็น)
(.....)
ผู้ร่วมโครงการวิจัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

(ลายเซ็น)
(.....)
หัวหน้าโครงการวิจัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

(ลายเซ็น)
(.....)
หัวหน้าสาขาวิชา
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

(ลายเซ็น)
(.....)
หัวหน้าสถานวิจัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ส่วน ค : ประวัติคณะผู้วิจัย (ต้องระบุประวัติคณะผู้วิจัย / ที่ปรึกษาโครงการฯ ครบทุกคน)

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-สกุล นายเจษฎา ตันทนุช (Mr. Jessada Tanthanuch)
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3909800232547
3. ตำแหน่งวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานที่สังกัด สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ.มหาวิทยาลัย
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทร 044-224641 โทรศัพท์มือถือ 081-5485700
โทรสาร 044-224185
email : jessada@sut.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
 - วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ พ.ศ. 2547 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
 - วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ (เกียรตินิยมอันดับที่ 2) พ.ศ. 2541 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
6. สาขาวิชาที่ชำนาญเป็นพิเศษ
สมการเชิงอนุพันธ์ กระบวนการภาพถ่าย (image processing)
7. ประสบการณ์
 - 7.1 แผนงานวิจัยในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัย n/a
 - 7.2 โครงการวิจัยในฐานะที่เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย
โครงการ การวิเคราะห์สมมาตรของสมการ $\frac{\partial u}{\partial t}(x,t) + u(x,t) \frac{\partial u}{\partial x}(x,t) = G(u(x,t), u(x,t-\tau))$
- ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ
- แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- สถานภาพ กำลังดำเนินการแก้ไขบทความ ตามคำแนะนำของ บรรณาธิการ วารสารออนไลน์ Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications (SIGMA) เพื่อตีพิมพ์บทความ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

ผลงานตีพิมพ์

- ขจรศักดิ์ ทองรอด, เจษฎา ตันthanuch, จิตติมนต์ อังสกุล และ ธารา อังสกุล, การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการขนส่งน้ำมัน (The development of decision support system for oil transportation) การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 2 ECTI-CARD 2010, 10-12 พฤษภาคม 2553, มหาวิทยาลัยมหานคร ISBN 978-974-8242-54-5
- เจษฎา ตันthanuch, มาตรฐานภาพเคลื่อนไหวและเสียงดิจิทัล MPEG วารสาร กทข. ๒๕๕๒ เล่ม ๒/๒, ISSN 1905-5870
- Seekot, W. and Tanthanuch, J. Ultrasound Image Enhancement by Means of a Variational Approach., **Proceedings of 11th National Graduate Research Conference, Graduate Studies: "Sustainable Local Development"**, 17-18 December 2008, Graduate School, Valaya Alongkorn Rajabhat University, Pathum Thanni, Thailand.
- เจษฎา ตันthanuch, คณิตศาสตร์ในโทรคมนาคม วารสาร กทข. ๒๕๕๑ เล่ม ๑/๒, ISSN 1905-5870
- Tanthanuch, J. (2007). Symmetry Analysis on $\frac{\partial u}{\partial t}(x,t) + u(x,t)\frac{\partial u}{\partial x}(x,t) = G(u(x,t), u(x,t-\tau))$. **Proceedings of the 3rd IMT-GT Regional Conference on Mathematics, Statistics and Their Applications**, 5-6 December 2007, Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia, ISBN 978-983-3986-25-5.
- Phosaard, S. and Tanthanuch J. PakPao 3D: The Design and Implementation of a Three-Dimensional User Interface for an Operation System Using a Game Engine. **The 2007 International Conference of Applied and Engineering Mathematics (ICAEM)**, World Congress on Engineering 2007 (WCE 2007), London, U.K., 2-4 July, 2007.
- Tanthanuch, J. (2549). Symmetry Analysis on $\frac{\partial u}{\partial t}(x,t) + u(x,t)\frac{\partial u}{\partial x}(x,t) = G(u(x,t), u(x,t-\tau))$. **Proceedings of the 2nd IMT-GT Regional Conference on Mathematics, Statistics and Their Applications**. Vol. I - Pure Mathematics ISBN : 983-3391-86-9.
- เจษฎา ตันthanuch, “โซลิตอน” คณิตศาสตร์สำหรับคลื่นสึนามิ วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2548, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดสงขลา
- Tanthanuch, J., and Meleshko, S.V. On definition of an admitted Lie group for functional differential equations. **Communications in nonlinear science and numerical simulation**. 9 (2004) 117-125.
- Tanthanuch, J., and Meleshko, S.V. Application of group analysis to delay differential equations. **Nonlinear acoustics at the beginning of the 21st century**. (2002). (pp 607-610) Moscow, Russia: Faculty of Physics, Moscow State University.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ:

โครงการ การพัฒนาเครือข่ายเพื่อหนุนเสริมกระบวนการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา (SUT-LLEN)

ตำแหน่ง นักวิจัย

แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สถานภาพ อยู่ระหว่างดำเนินงานวิจัย ซึ่งได้ดำเนินงานวิจัยไปได้ 1 ปี จากโครงการ 2 ปี

ประวัติผู้วิจัยร่วม

1. ชื่อ-สกุล นาย เอ็กการ์ท โรเบิร์ต ชูลซ์ (Mr. Eckart Schulz)
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน Passport number 333709541
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (Assistant Professor).
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ.มหาวิทยาลัย
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทร 0-44 224283
โทรสาร 0-44 224185
e-mail eckart@sut.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

M.Sc. in Mathematics, 1985 (2528), University of Saskatchewan, Canada
Ph.D. in Mathematics, 1991 (2534), University of Saskatchewan, Canada
6. สาขาวิชาที่ชำนาญเป็นพิเศษ

Harmonic Analysis
7. ประสบการณ์
 - 7.1 แผนงานวิจัยในฐานะผู้อำนวยการแผนงานวิจัย n/a
 - 7.2 โครงการวิจัยในฐานะที่เป็นหัวหน้าโครงการวิจัย
 1. “Multiresolution Analysis on the Sphere”, SUT Research Fund, completed
 2. “Construction of Frames”, SUT Research Fund, completed
 - 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

(Only recent international journal papers or books listed)

 - Meleshko, S.V. and Schulz, E. “Linearization of first order stochastic differential equations” *East-West J. Math.* special volume (2010), to appear.
(funded by Center of Excellence in Mathematics, CHE)
 - Meleshko, S.V. and Schulz, E. “A new set of admitted transformations for autonomous stochastic ordinary differential equations” *J. Nonlin. Math. Physics* **17(2)**, 179-196 (2010).
(funded by Center of Excellence in Mathematics, CHE)
 - Srihirun, B., Meleshko, S.V. and Schulz, E. “On the definition of an admitted Lie group for stochastic differential equations” *Comm. Nonlin. Sci. Numer. Comp.* **(12)(8)**, 1379-1389 (2007).
 - Srihirun, B., Meleshko, S.V. and Schulz, E. “On the definition of an admitted Lie group for stochastic differential equations with multi-Brownian motion” *J. Physics A: Math. General* **(39)(6)**, 13951-13966 (2006).
 - Larson, D, Schulz, E., Speegle, D. and Taylor. K.F. “Explicit cross sections of singly generated group actions, in: Harmonic Analysis and Applications,(in honor of J. Benedetto), Christopher Heil, editor, 209-230, Birkhauser (2006).

- Schulz, E and Taylor. K.F. “*Projections in L^1 -algebras and Tight Frames*”, Contemporary Mathematics (363), 313-319 (2004).
- Schulz, E and Taylor. K.F. “*Extensions of the Heisenberg Group and Wavelet Analysis in the Plane*, CRM Lecture Notes and Conference Proceedings, 18 (2000).

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ:

โครงการ Applications of group analysis to stochastic differential equations (การประยุกต์กลุ่มวิเคราะห์เพื่อใช้แก้สมการเชิงอนุพันธ์เป็นกลุ่ม (project leader Prof. Dr. S.V. Meleshko)

ตำแหน่ง นักวิจัย

แหล่งทุน Center of Excellence in Mathematics, CHE

สถานภาพ อยู่ระหว่างดำเนินงานวิจัย ซึ่งได้ดำเนินงานวิจัยไปได้ 1 ปี 9 เดือน จากโครงการ 3 ปี (60% complete)