

**Інститут проблем штучного інтелекту, Київ, Україна
Факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
Брестський державний технічний університет, Брест, Білорусь
НДІ прикладних проблем математики та інформатики
Білоруського державного університету, Мінськ, Білорусь
Люблінський університет технологій, Люблін, Польща
Firma "Soft Xpansion GmbH & Co. KG.", Bochum, Germany
Інститут інформаційних та обчислювальних технологій,
Алмати, Казахстан**

AIIS'2018

МАТЕРІАЛИ

Міжнародної наукової молодіжної школи

СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ

ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

**м. Київ, Україна
18 жовтня 2018 р.**

**Київ
2018**

УДК 004.89

ББК 32.973

С 34

С 34 Системи та засоби штучного інтелекту: тези доповідей Міжнародної наукової молодіжної школи. – Київ: ІІШ «Наука і освіта», 2018. – 112с.

Міжнародна наукова молодіжна школа «Системи та засоби штучного інтелекту» проводиться в рамках Міжнародної науково-практичної конференції «ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ та ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ» та традиційно сприяє інтеграції та координації зусиль молодих вчених в галузі інформаційно-комунікаційних технологій. Робота школи спрямована на підтримку та подальший розвиток інноваційних ідей та пошуків, залучення талановитої молоді до наукових досліджень, популяризацію науки та вироблення спільних концепцій та засад перспективних напрямів в галузі інформаційно-комунікаційних технологій.

**© ІІШ “Наука і освіта”
МОН І НАН України, 2018**

МЕТА ПРОВЕДЕННЯ

Налагодження контактів, об'єднання зусиль вчених у розвитку досліджень і розробок у галузі штучного інтелекту, пріоритетних напрямів розвитку інтелектуальних інформаційних систем, інформаційно-комунікаційних технологій та їх практичної реалізації в різних сферах діяльності. Надання молодим вченим можливості апробації наукових результатів. Розроблення рекомендацій з підвищення рівня підготовки фахівців у галузі штучного інтелекту.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Шевченко А.І.	чл.-кор. НАН України (Київ, Україна) – голова
Анісімов А.В.	чл.-кор. НАН України (Київ, Україна) – заступник голови
Вуйцик Вальдемар	д.т.н., професор (Люблін, Польща) – заступник голови
Крак Ю.В.	чл.-кор. НАН України (Київ, Україна) – заступник голови
Juri Stern	PhD (Bochum, Germany)
Viktor Berbyuk	Professor (Gothenburg, Sweden)
Yoshihiko Okabe	Professor (Kobe, Japan)
Ахметшина Л.Г.	д.т.н., професор (Дніпро, Україна)
Буза М.К.	д.т.н., професор (Мінськ, Білорусь)
Головко В.А.	д.т.н., професор (Брест, Білорусь)
Задірака В.К.	академік НАН України (Київ, Україна)
Керол Бейлі	віце-президент корпорації Motorola (1965-1978), (США)
Калімомлдаєв М.Н.	академік НАН Республіки Казахстан (Алмати, Республіка Казахстан)
Ковалевський С.В.	д.т.н., професор (Краматорськ, Україна)

Коваленко І.М.	академік НАН України (Київ, Україна)
Литвиненко В. І.	д.т.н., професор (Херсон, Україна)
Нікітченко М.С.	д.ф.-м.н., професор (Київ, Україна)
Палагін О.В.	академік НАН України (Київ, Україна)
Харін Ю.С.	чл.-кор. НАН Білорусі (Мінськ, Білорусь)
Хіміч О.М.	чл.-кор.НАН України (Київ, Україна)
Шаріпбай А.А.	д.т.н., професор (Астана, Республіка Казахстан)
Шаховська Н.Б.	д.т.н., професор (Львів, Україна)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Качур І.В.	к.б.н., доц. (Київ, Україна) – голова
Вольчина І.І.	(Київ, Україна)
Гаркуша Н.І.	к.е.н. (Київ, Україна)
Касьянюк В.С.	к.ф.-м.н. (Київ, Україна)
Клименко М.С.	(Київ, Україна)
Рудницька А.К.	(Київ, Україна)
Шуть В.М.	к.т.н., доц. (Брест, Білорусь)

НАПРЯМИ РОБОТИ

- ❖ Концептуальні, філософські та методологічні проблеми створення систем штучного інтелекту.
- ❖ Алгоритмічне та програмне забезпечення інтелектуальних систем.
- ❖ Людино-машинна взаємодія.
- ❖ Знання-орієнтовані системи підтримки прийняття рішень.
- ❖ Інтелектуальні робототехнічні та транспортні системи.
- ❖ Технології e-learning.
- ❖ Нейронні мережі і нейромережеві технології. Проблеми безпеки інформаційних систем.
- ❖ Кіберфізичні системи.

ЗМІСТ

<i>Г.В. Антонова, В.В. Тищенко</i> ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗ- ДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ	9
<i>І.В. Бачинін</i> ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСОБИ ЗА ГОЛОСОМ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	12
<i>М.В. Бевза, А.В. Анісімов</i> ОБ'ЄДНАННЯ ВБУДОВУВАНЬ ДЛЯ ПОКРА- ЩЕННЯ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ НЕЙРОННИХ МЕ- РЕЖ ДЛЯ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ІМЕНО- ВАНИХ СУТНОСТЕЙ	17
<i>О. Volkov, D. Voloshenuk, M. Komar</i> INTELLECTUAL INFORMATION TECHNO- LOGY OF AUTONOMOUS NAVIGATION FOR AN UNMANNED AERIAL COMPLEX	20
<i>N.I. Garkusha</i> ONE MODEL OF DYNAMICS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROBLEMS	23
<i>Ż. Grądz</i> SELECTED PROBLEMS OF DIAGNOSTICS OF THE COMBUSTION PROCESS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	25
<i>R. Dzierżak, W. Wójcik</i> DEEP LEARNING IN MEDICAL IMAGE ANALYSIS	28
<i>Г.А. Єгошина, С.М. Вороной, О.Г. Палій</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ МАСШТАБОВА- НОСТІ ВЕБ-СЕРВІСІВ НА БАЗІ СТРАТЕГІЇ «API-FIRST»	31

<i>М.С. Єфремов</i>	
СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ РУХУ КИСТІ РУКИ	34
<i>О.С. Звенігородський, І.В. Качур</i>	
МОДЕЛЬ СТРУКТУРИ СВІДОМОСТІ	38
<i>Л.О. Катеринич</i>	
МЕТОДИ АДАПТАЦІЇ У ПРОЦЕСАХ НАВ- ЧАННЯ	41
<i>М.С. Клименко</i>	
РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ СЕМА- НТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТІВ	44
<i>О.В. Ковирьова, Г.В. Антонова</i>	
ЦИФРОВЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА БЕЗДРОТОВА СЕНСОРНА МЕРЕЖА	47
<i>М.М. Козир, О.С. Крюков, О.М. Степанченко, М.В. Бойко, І.М. Бялик, М.І. Парфенюк</i>	
ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІО- НАЛЬНИХ ЗОН НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ ЗА КОСМІЧНИМИ ЗНІМКАМИ ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ	50
<i>Ю.В. Крак, Г.І. Кудін, В.С. Касьянюк, А.О. Голік</i>	
ШКАЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВІЗУАЛІ- ЗАЦІЇ ДАНИХ В ЗАДАЧАХ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ	55
<i>Ю.В. Крак, В.О. Кузнєцов</i>	
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТАНУ ОБЛИЧЧЯ І ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕО ЗОБРАЖЕНЬ	58
<i>Ю.В. Крак, О.В. Тесленко</i>	
АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ОДНОЧАСНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ ТА ВИКОРИС- ТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ЯК ОДИН З ВИДІВ ВИРІШЕННЯ ЦЬОЇ ЗАДАЧІ	60

<i>V.G. Krasilenko, A.A. Lazarev, D.V. Nikitovich</i> DESIGN AND SIMULATION OF CELLS, THAT REALIZE ARBITRARY FUNCTIONS OF ACTIVATIONS OF NEURONS IN SELFLE- ARNING EQUIVALENT-CONVOLUTIONAL NEURAL STRUCTURES	63
<i>С.Н. Коновалов, А.А. Єгошина</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИСКУССТВЕН- НОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ГИБРИДНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ	68
<i>Е.Б. Куандык, П. Анафия, А.С. Тлебалдинова</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СТРУК- ТУРИРОВАННЫХ СИМВОЛОВ	70
<i>І.А. Лур'є, А.А. Подлевський, Н.Б. Савіна, М.В. Якубчук, О.Г. Кушко, Я.С. Жмак</i> ІНДУКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ЦІЛЬОВОЇ КЛА- СТЕРИЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	74
<i>О.Г. Марголін</i> СИСТЕМА ПОРІВНЯННЯ НЕСТРУКТУРОВА- НИХ ТЕКСТОВИХ ЛАНЦЮГІВ АЛГОРИТМОМ ЛЕВЕНШТЕЙНА	76
<i>О.О. Москаленко, Т.А. Григорова</i> ОСОБЛИВОСТІ ПОШУКУ НАВЧАЛЬНОЇ ТА НАУКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ	80
<i>А.А. Nesenchuk</i> INVESTIGATION AND ROBUST SYNTHESIS OF POLYNOMIALS UNDER PERTURBATIONS BASED ON THE ROOT LOCUS PARAMETER DISTRIBUTION DIAGRAM	85

<i>Є.О. Осадчий, Л.В. Гірченко, А.М. Галуштенко, Р.В. Скуратовський</i> ТАЙМЕРНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРІ ФОН-НЕЙМАНІВСЬКОЇ АРХІТЕКТУРИ	88
<i>Д.В. Пімахова</i> ДЕЯКІ АСПЕКТИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ. ФУНКЦІОНУВАННЯ ЄДИНОГО ДЕРЖАВНОГО ДЕМОГРАФІЧНОГО РЕЄСТРУ, ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ	92
<i>Д.А. Савченко</i> МЕТОДИ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ ПРЕДПРИЯТИЯ	96
<i>А.С. Сверстюк, В.П. Марценюк, Н.В. Козодій</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ БІОСЕНСОРА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ	98
<i>А.Т. Уалханова, Н.Ф. Денисова</i> СОЗДАНИЕ ИНФОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ	101
<i>Е.А. Шевченко</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ДО ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ	104
<i>О.М. Шушура</i> ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОБМЕЖЕНЬ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ НА ЗАСАДАХ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	106
<i>С.В. Яременко</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СТРУКТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВОГНЕВОЇ ПІДГОТОВКИ	109

Наукове видання

**СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ ШТУЧНОГО
ІНТЕЛЕКТУ
AIPS' 2018**

**Тези доповідей
Міжнародної наукової
молодіжної школи
18 жовтня 2018
м. Київ, Україна**

Редакційно-видавничий відділ:

тел. +38-044-248-06-23 ;

e-mail: airjournal@gmail.com

Коректор В.Ф. Фурманюк

Комп'ютерна група А.К. Рудницька, М.С. Клименко

Здано до набору 12.11.2018. Підписано до друку 12.12.2018.

Формат 60×84/16.

Обл.-вид. арк.7,5. Наклад 50 прим.

Зам. № 05/02 від 12.12.2018.

Оригінал-макет виготовлено в редакційно-видавничому відділі

Інституту проблем штучного інтелекту

МОН і НАН України,

Україна, м.Київ, пр. академіка Глушкова, 40,

Тел . +38044-278-37-59; <http://www.ipai.net.ua>,

e-mail: ipai.kiev@gmail.com

airjournal@gmail.com

© Інститут проблем штучного інтелекту
МОН і НАН України

**DESIGN AND SIMULATION OF CELLS,
THAT REALIZE ARBITRARY
FUNCTIONS OF ACTIVATIONS OF
NEURONS IN SELF-LEARNING
EQUIVALENT-CONVOLUTIONAL
NEURAL STRUCTURES**

V.G. Krasilenko¹, A.A. Lazarev¹, D.V. Nikitovich¹
¹Vinnitsia National Technical University, Vinnitsa, Ukraine

Annotation. We consider the urgent need to create hardware accelerators for CNN. We show a overview of the equivalent models (EMs), EM-paradigms for recognition images and learning with CL-operations as: "equivalence". We consider approaches to the design of arrays of neuron-equivalentors (NEs) with different activation functions. Approach is based on the use of mixed methods, building NEs (with number of synapsis 128) and their cells based current mirrors. Simulations show that the efficiency of NEs relative to the energy is estimated at a value of not less 10^{12} an. op. / sec on W.

Introduction

The equivalence models (EMs), nonlinear transformations of adaptive-correlation weighting for recognition, clustering, neural networks, auto-associative memory and hetero-associative memory are described [1, 2]. The EM has such advantages as a significant increase in the memory capacity, the possibility of comparing correlated noised patterns. Hardware implementations of EMs are based on equivalentors (**Eqs**) [2]. And the latter are EMs in self-learning paradigms of CNNs [3-5] that combine the process of multi-level images recognition with the learning [3-4]. But for EMs, nonlinear transformations of signals are necessary. For SLECONS [3], we need certain new devices capable of calculating

normalized spatial equivalence functions (NSEqFs). Therefore, the problem of increasing the performance of CNNs and their neurons-cells, new 2D array of **Eq**s, non-equivalentors (**NEq**s) is acute [5]. Thus, at the inputs of each **Eq** we have 2 arrays of analog currents and output is signal, nonlinearly transformed in accordance with the F-activation. Non-linear component-wise transformations allow even without WTA network to allocate the most **Eq** with the greatest activity [4]. From described it follows that for SLECNS is the design array of non-linear transformations cells that adequate to auto-equivalence operations, allows to selecting of pixel-winners in maps for clustering using only several steps.

The main material

The Fig. 1a shows the structure of SLECNS, main unit, allowing compute set of convolutions. Each NEq can consist of smaller sub-pixel base nodes. At the inputs of each NEq we have 2 arrays of currents (fragment and filter), output is signal, transformed in accordance with the F-activation: equivalence (eq), nonequivalence (neq). The base node, Fig. 1b, contains N counters of maximum and minimum currents, normalizer on CM, which forms 2 outputs, corresponding to eq and neq. Modeled results of transformations are shown. The results of modeling for filter 3x3 (9 inputs) showed, that processing time is 0.1-1 μ s for $I_{max}=5\mu A$, power is 50-200 μW . We synthesized a circuit having 8 nodes, resulting in a NEq having 2 inputs of 64 dimensions, which realizes a piece-wise approximation of the F-activation (auto-equivalence).

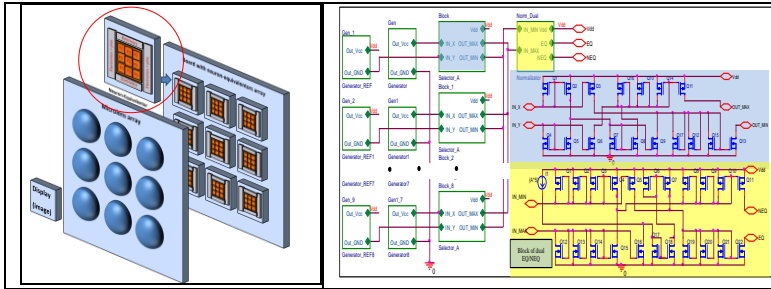


Fig. 1. a) The SLECNS - NEqs array, b) The unit Eq (NEq) by averaging the peak, minima of currents.

The simulations of 64-input NEq showed that NE does time characteristics, has power 2mW (1.8-2.5V), contains less than 1000 transistors (Ts). On the basis of combining nine 9-input NEs, NEs were designed for 2 bus 81-component inputs for convolution by 9×9 filter, Fig. 2.

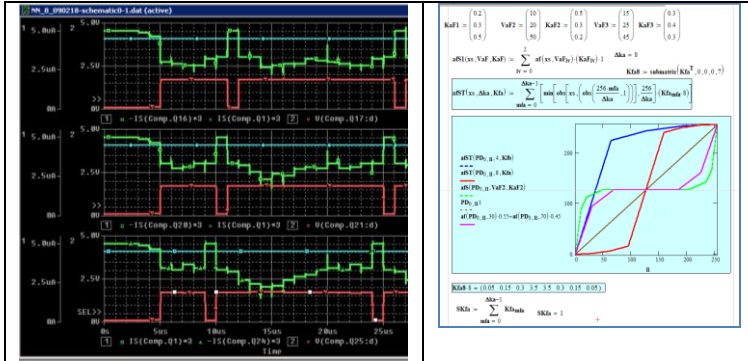


Fig. 2. On the left: The result of a network simulation of 8 9-input NEs, on the right: The Mathcad windows We created a mini-NN of eight 9-input NEs. The question of the approximations of functions was solved. The cell consisted of only 18-20Ts, allowed to work with a time 1-2.5 μ s. Result of constructing of transfer characteristics (TC) in Mathcad environment is shown. To approximate, we offer (2-step) basic N-functions:

$$\mathbf{af}(x_s, x_p) := [\mathbf{obs}(x_s, \mathbf{obs}(x_s, x_p)) + \mathbf{obs}[x_s, (\mathbf{DP} - x_p)]] \cdot \left(\frac{\mathbf{DP}}{x_p \cdot 2} \right),$$

$$\mathbf{afS}(x_s, \mathbf{VaF}, \mathbf{KaF}) := \sum_{iv=0}^2 \mathbf{af}[x_s, \mathbf{VaF}_{iv}] \cdot \mathbf{KaF}_{iv}.$$

The number of components in composition can be arbitrary, but we used 8, 16 and adjustment vectors.

Design, simulation with Orcad Pspice. Let us first consider the design cell using of a 4-piece approximation (AP) by triangular signals (TS) and scheme (Fig. 3). To form 4 TSs from the inputs, we use 4 sub-nodes, each of which consists of 14 transistors (Ts) and a CM (2Ts), and for propagation of the input current, threshold levels, the auxiliary circuit consists of 14Ts. The cell consisted of 68Ts. In this scheme, we used 4 gain values for each TS. The power is $150\mu\text{W}$ at 2.5V , $I_{\text{max}} = D = 8\mu\text{A}$, $N = 4$, $p = 2\mu\text{A}$, and the periods of signals are $200\mu\text{s}$ and $100\mu\text{s}$.

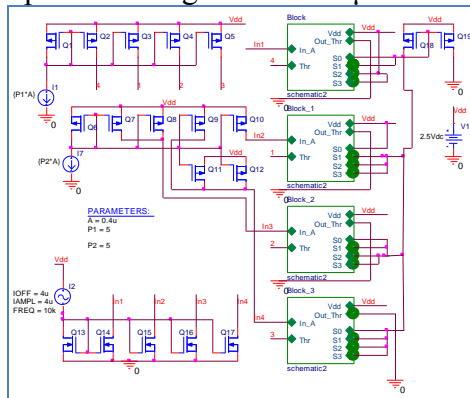


Fig. 3. Circuit for simulation of nonlinear converter cell. The scheme realizing TC with 8-piece-wise AP contains 170-200Ts, consists of 8 nodes. The A-node consists of 7Ts, generates a TS from input signal. For 2.5V , $I_{\text{max}} = D = 8\mu\text{A}$, $N = 8$, $p = 1\mu\text{A}$, the period of input increasing

TS equal to 1ms. For the simplest functions the cells consist of 17-20Ts, have $T = 0.25\mu\text{s}$, a power ($100\mu\text{W}$).

Conclusions

Several schemes have been developed, modeled of cells for TC, neuron-equivalentors. The NEs have a conversion time of $0.1-1\mu\text{s}$, voltages of $1.8-3.3\text{V}$, errors (1-5%), consumptions ($1-2\text{mW}$), can operate in low-power ($100\mu\text{W}$) and high-speed ($10-20\text{MHz}$) modes. The efficiency of NEs relative to the energy intensity is estimated at a value of not less than 10^{12} an.op./sec on W.

Literature

1. Krasilenko, V. G. "Continuous logic equivalence models of Hamming neural network architectures with adaptive-correlated weighting," Proc. of SPIE Vol. 3402, pp. 398-408 (1998).
2. Krasilenko, V. G., Lazarev, A., Grabovlyak, S., "Design and simulation of a multiport neural network heteroassociative memory for optical pattern recognitions," Proc. of SPIE Vol. 8398, 83980N-1 (2012).
3. Krasilenko V.G., Lazarev A.A., Nikitovich D.V., "Modeling and possible implementation of self-learning equivalence-convolutional neural structures for auto-encoding-decoding and clusterization of images," Proc. of SPIE Vol. 10453, 104532N (2017).
4. Krasilenko V.G., Lazarev A.A., Nikitovich D.V., "Modeling of biologically motivated self-learning equivalent-convolutional recurrent-multilayer neural structures (BLM_SL_EC_RMNS) for image fragments clustering and recognition," Proc. of SPIE Vol. 10609, 106091D (2018).
5. Krasilenko V.G., Lazarev A.A., Nikitovich D.V., "Design and simulation of optoelectronic neuron equivalentors as hardware accelerators of self-learning equivalent convolutional neural structures (SLECNS)", Proc. of SPIE Vol. 10689, 106890C (2018).