

รายงานสรุปเนื้อหาและการนำไปใช้ประโยชน์จากการเข้าร่วมประชุมวิชาการ

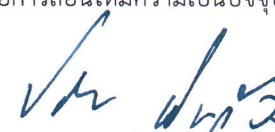
การประชุมวิชาการ The 4th International Conference on Digital Arts, Media and Technology and 2nd ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering ก่อตั้งโดยภาคส่วนอุตสาหกรรมและสถานศึกษาในภาคเหนือของประเทศไทยที่จะเป็นฟอรัมระดับนานาชาติประจำปีในภูมิภาคนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโอกาสสำหรับนักวิจัย, นักพัฒนานักออกแบบวิศวกรและนักเทคโนโลยีเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและหารือเกี่ยวกับการพัฒนาในระบบดิจิทัลศิลปะสื่อและเทคโนโลยีสำหรับการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมสร้างสรรค์

โดยการประชุมในครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยจากหลายประเทศ รวมทั้งสิ้น 86 บทความ โดยมี Acceptance rate อยู่ที่ 81.9% กลุ่มของหัวข้อวิจัยในการนำเสนอประกอบไปด้วย

- Information Technology
- Power Systems
- Digital Arts and Media
- Control Systems
- Applications of AI
- Media and Medium Engineering
- AniAge
- Knowledge Management
- Data Science for IOT
- Media Systems and Implementations
- Multi-signal Processing and Applications
- Information Technology

งานวิจัยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของ การจัดการความรู้และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางด้านปัญญาประดิษฐ์ การเข้าร่วมประชุมแนะนำเสนองานวิจัยในครั้งนี้ ช่วยในการสร้างเครือข่ายการทำวิจัย และงานวิจัยใหม่ๆที่ได้ถูกนำมานำเสนอในงานนี้ มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาพัฒนาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านการเกษตร ตลอดจนการปรับปรุงเนื้อหาการสอนให้มีความเป็นปัจจุบันอีกด้วย

ลงชื่อ



(นายปวิณ เชื้อนกแก้ว)

ตำแหน่งอาจารย์

...../...../.....

ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชาชั้นต้น

บุคลากรดังกล่าวไปนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการสอน และงานวิจัย ทดสอบ หรือพัฒนา เทคโนโลยี อื่นๆ

ลงชื่อ

(อ.ดร.กิตติกร หาญตระกูล)

ตำแหน่ง ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีดิจิทัล

...../...../.....

ความคิดเห็นของคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ลงชื่อ

(ผศ.ดร.ธูปน ชื่นบาล)

ตำแหน่ง คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

...../...../.....



ECTI & DAMT NCON 2019

The 4th International Conference on Digital Arts, Media and Technology and
2nd ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering

JANUARY 30 - 2 FEBRUARY 2, 2019 NAN, THAILAND

www.icdamt.org

Table of Contents

Message from President of ECTI Association	II
Message from General Chair	IV
Message from Technical Program Chair	VI
Organizing Committee	VII
Keynote Speaker I	IX
Keynote Speaker II	XI
Keynote Speaker III	XII
Keynote Speaker IV	XIV
Conference Venue	XVI
Program at a Glance	XVIII
Technical Program	XXIII
Manuscript	1
Author Index	378

Organizing Committee

Advisory Committee

Abdelaziz Bouras, QU, Qatar
Eric Tsui, PolyU, Hong Kong SAR
Prayoot Akkaraekthalin, KMUTNB

Steering Committee

Keshav Dahal, UWS, UK
Yacine Ouzrout, UL2, France
Ahmed Lbath, LIG, France
Sebti Foufou, uB, France
Gilles Neubert, UL, France
Hongnian Yu, BU, UK
Rameshwar Rijal, KEC, Nepal
Amir Qayyum, MAJU, Pakistan
Noppasit Chakpitak, CMU
Thongchai Yooyativong, MFU
Sathaporn Promwong, KMITL
Roungsan Chaisricharoen, MFU
Surachet Kanpracha, NU
Bowonsak Srisungsittisunti, UP

General Chair

Kosin Chamnongthai, KMUTT

General Co-chair

Pradorn Sureephong, CMU
Somchat Hanvongsa, RMUTL

Vice General Chair

Pitipong Yodmongkol, CMU
Thitirat Cheawsuwan, UP
Teeravisit Laohapensaeng, MFU
Supawadee Sriyam, RMUTL

Technical Program Chair

Krittika Kantawong, UP

Technical Program Committee

Ridha Derrouich, ESC-SE, France
Shuang Cang, BU, UK
Ingrid Rügge, UB, Germany
Fu Jing, CDU, China
Diego Bellan, POLIMI, Italy
Hamed Yahoui, UL1, France
Punnarumol Temdee, MFU
Santichai Wicha, MFU
Rawid Banchuin, SU
Part Pramokchon, MJU
Pornthep Rojanavas, UP
Yingrak Auttawaitkul, MJU
Paween Khoenkaw, MJU
Sakkayaphop Pravesjit, UP
Prompong Sugunnasi, CMU
Nakarin chaikaew, UP
Panuphan Jitkham, CRRU
Worawit Fankam-ai, RMUTL

Publication Chair

Charnyut Karnjanapiboon, RMUTL
Katawut Kaewbanjong, RMUTL
Wanus Srimaharaj, MFU

Special Session Chair

Sakorn Mekruksavanich, UP
Punnarumol Temdee, MFU
Ekachai Duangjai, RMUTL
Boonruk Chipipop, RSU
Deacha Puangdownreong, SAU

Local Arrangement Chairs

Kitjanat Tangjitnusorn, RMUTL

General Secretary

Kanyaphorn Chaiwong, RMUTL

Financial Chair

Nongyao Santhueankaew, RMUTL

Publicity Chair

Vimolboon Cherapanukorn, CMU

Technical Program

NCON: Information Technology 01	1
NCON: Power Systems	21
DAMT: Digital Arts and Media	45
NCON: Control Systems 01	69
NCON: Applications of AI 01	89
DAMT: Media and Medium Engineering	109
NCON: Applications of AI 02	132
DAMT: AniAge	159
DAMT: Knowledge Management 01	184
NCON: Data Science for IOT	206
NCON: Applications of AI 03	230
DAMT: Knowledge Management 02	255
NCON: Control Systems 02	282
DAMT: Media Systems and Implementations	300

DAMT: Multi-signal Processing and Applications	322
NCON: Information Technology 02	343
DAMT: Knowledge Management 03	364

An Implementation of Automatic Inductive-Loop Vehicle Sensor Using Low-Cost Microcontroller

Paween Khoenkaw
Digital Technology Innovation Program
Faculty of Science, Maejo University
Chiang Mai, Thailand
paween_k@maejo.mju.ac.th

Part Pramokchon
Digital Technology Innovation Program
Faculty of Science, Maejo University
Chiang Mai, Thailand
part@maejo.mju.ac.th

Abstract— This paper presents a vehicle sensor circuit. This circuit is based on inductive-loop as a resonant circuit. The signal from this circuit is capture on a low-cost microcontroller with a low-speed build on ADC. This automatic calibration algorithm is based on k-mean clustering. The experimental results showed 100% accuracy detecting the subcompact car.

Keywords—Vehicle Sensor, Inductive-Loop, Resonant Circuit, Digital Signal Processing, Magnetic Signature

I. INTRODUCTION

Vehicle sensor is a device used to detect the presence of a vehicle, such as a car and truck. This device is a crucial component for modern traffic management and parking lot management. There are many technologies have been used in this application such as radar, infrared, video image processing and inductive loop detector.

Today, the most widely used vehicle detection technology is inductive loop detector. This technology is operating based on 3 components, oscillator, inductive loop, and the signal comparator.

The oscillator is an electronic circuit that produces a periodic signal, a square wave ranging from 10 kHz to 200 kHz is widely used in this application

The inductive loop is an inductor created by a coil of insulated conducting wire that produced the electrical inductance ranging from $100\mu\text{H}$ to $700\mu\text{H}$. This component also called detector loop since it acts as a vehicle detecting probe. The electrical inductance value will be change if the metal is present over the coil, this effect is also equivalence to changing the resistance in AC circuit and its resonant frequency. The capacitor is connected to this loop wire to tune the resonant frequency. The LC resonant circuit or Tank circuit is commonly used.

The signal analyzer is a circuit that used to compare the signal from the oscillator with the predefined on to determine that the vehicle is present on a detector loop or not. The comparing parameter can be frequency or magnitude deepened on the circuit implementation.

There are 4 types of the circuit implementation that widely used, LC-Generator, Resonant Circuit, AC-Bridge and Impedance-to-Voltage Converter[1] as shown in Fig.1.

LC-Generator implementation used inductive loop to control oscillation frequency. The vehicle presents over the loop is result in the changing frequency output of the oscillator circuit. The changing frequency is detected by the signal comparator circuit to identify the presence of a vehicle. The frequency counter circuit is commonly used in this circuit [2, 3].

Resonant circuit implementation does not change the oscillator frequency, but it changes the output amplitude by passing the waveform through the inductive-loop. This loop is allowing the waveform that matches its resonant frequency to pass while blocking others. The present of a vehicle over the loop results in changing its resonant frequency, this will affect the amplitude of the output signal. This changing is detected using the voltage comparator circuit. Operational Amplifier (Op-Amp) is commonly used in this circuit.

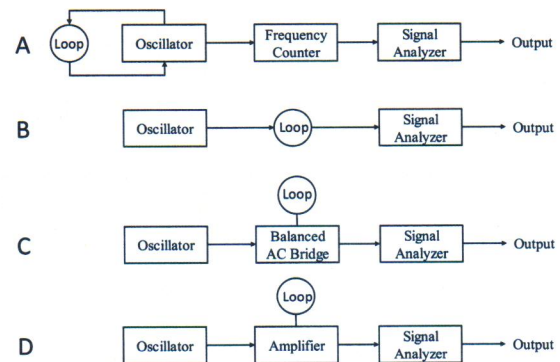


Fig. 1. The 4 types of Inductive loop vehicle sensor implementation, LC-Generator (A), Resonant Circuit (B), AC-Bridge (C) and Impedance-to-Voltage Converter (D)

AC-Bridge implementation is based on inductive-loop as a pre-balanced AC-bridge working in the quasi-balanced state. This state is produced zero voltage at the output, however, the presence of vehicle cause the bridge to unbalanced, finally output voltage is produced[4-7].

Impedance-to-Voltage Converter implementation is based on amplifier circuit. The oscillator output is feed to Op-Amp input using inductive-loop as a feedback impedance to control amplifier gain. The presence of a vehicle is causing the gain to change. The voltage comparator circuit is often used to detect the changing of signal gain[1].

These implementations required a complex installation process. The loop wire must be carefully winding to match the designed resonant frequency. The circuit requires fine-tuning to operate correctly. The signal comparator circuit must be calibrated in every installation to prevent the false detection that can cause by the installation environment, such as steel mesh buried in the concrete pavement.

The automatic tuning inductive-loop vehicle sensor is proposed based on a bridge-balance implementation. However, this implementation required additional circuit and the sensitivity of this sensor can be effect by the lead-in cable [4].

The Inductive-loop vehicle sensor is widely used in many application, such as vehicle counting, vehicle type classification, speed measurement, and undisciplined traffic detection. These applications required the additional microcomputer or microcontroller to process the sensor output. However, a separated inductive-loop sensor circuit that does not utilize the microcontroller that already presents is used.

In this research, the inductive-loop vehicle sensor implementation based on a microcontroller is proposed. The circuit is simple, the signal processing algorithm does not require intensive computational power and can be implemented on a low-cost microcontroller.

II. METHOD

The challenge of design the microcontroller for inductive loop applied to vehicle detection is the high bandwidth of the signal requirement. The operation of the oscillator is ranging from 10kHz to 100kHz, in order to correctly sampling this signal is required the sampling rate must be double the signal bandwidth[8]. This required a dedicated Digital Signal Processor or High Bandwidth Analog to digital converter, which is not capable of a low-cost microcontroller. Decrease the oscillation frequency is possible, but the inductive-loop must be designed to match the resonant frequency. The recommend inductance value by NEMA is 100 μ H to 700 μ H, the out of range value is result in decreasing the detection sensitivity[9].

The inductive-loop vehicle sensor circuit can be simplified as a signal modulation and demodulation circuit. There are two signals, oscillator signal (f_c) and information signal generated by a vehicle passing over inductive-loop (f_i). The output of the circuit is the modulation of both signal (f_o), then the output signal is demodulating base on frequency, phase or amplitude depending on the implementation to recover the information signal (f_i).

A. The Circuit

The proposed model is based on a resonant circuit implementation. This model is equivalent to an amplitude modulation and demodulation as shown in Fig. 2. The f_c signal is generated using 555 timer IC, this circuit is designed to oscillate at the 100kHz. However, the frequency can be fine-tuning using VR1 to match the resonant frequency of the inductive-loop. The output from the oscillator is grounded by the Tank circuit created by inductive-loop (L1) and C4. This circuit is equivalent connecting f_c to ground via a high-resistant resistor, the amplitude of f_c is not changing. However, the presence of a vehicle over inductive-loop is causing the decreased of the inductance value [2, 3], this results in changing the resonant frequency of the Tank circuit. This effect lowers the resistance of the Tank circuit and creates a short circuit of signal f_c to ground, the amplitude of the f_c will be decreased. The current from the oscillator is limited by R3 to prevent a long short circuit caused by the vehicle parking over the inductive-loop. The output from Tank circuit is rectified by D1, since the current in the loop is low due to the high value of R3, then a Schottky diode is used. The output of this circuit is f_o . However, the frequency of f_o is equal to 2 times of f_c . Then this output current signal is converted to voltage by R4 and sampling to digital data by a microcontroller.

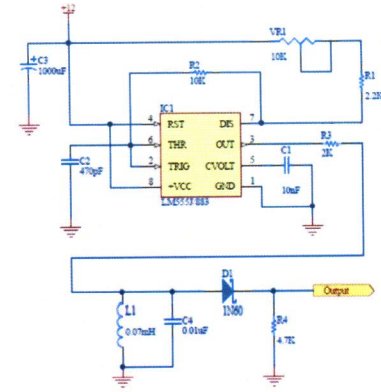


Fig. 2. The proposed oscillator and detector circuit

B. The Sampling Algorithm

The output signal from the inductive loop circuit is impossible to sampling without distortion due to the high bandwidth requirement of analog-to-digital converter module: ADC. The bandwidth of this signal is 200kHz, thus the 400kHz ADC is required. However, the operation principle of this proposed circuit is similar to an Amplitude Modulation, thus the full digitally reconstruction of f_o is not necessary. Since the bandwidth of the information (f_i) created by a vehicle passing over the inductive-loop is very low, this information is possible to recover using a low-speed ADC.

The output from circuit (f_o) is sampling by a low-speed ADC and, then the information (f_i) is extracted, as in:

$$f'_i(t) = \text{Max}(f'_o[t, \dots, t + j]) \quad (1)$$

$$f_s(t) = f'_i * G \quad (2)$$

The low-speed sampling of signal f_o is collected for j samples as f'_o . The information is recovered by extract the maximum value of each f'_o . This process will capture the signal envelope caused by the vehicle similar to AM demodulation circuit. The spike can occur in the moment vehicle enter and leave the detector loop, but it is removed using low-pass filter by convolution the signal with the low-pass filter kernel G

The signal f_s is now representing the magnetic signature, which is unique for each vehicle [1, 10], in addition, this signal is also containing noise caused by the ambient environment.

This signal is then analyzed by comparing its amplitude with the threshold value θ to determine the vehicle is present or not, where 5 is mean detected and 0 for not detected, as in:

$$f(t) = \begin{cases} 5; f_s(t) \leq \theta \\ 0; \text{others} \end{cases} \quad (3)$$

C. Automatic Calibration Algorithm

The signal magnitude difference between the presence of a vehicle and not present varies in every installation. This is because by the different inductance value of loop-wire, stray capacitance, steel mesh buried in the concrete, and the oscillation frequency error. The threshold value θ must be changed in every installation for the sensor to be working correctly. The threshold value is automatically determining in the installation process using the automatic calibration algorithm.

The first step of this algorithm is preparing a training dataset by collecting sample data for n samples. This data must contain both the presence of a vehicle and not. Then, the training data is cluster into 2 classes; vehicle present and not present, using k-mean algorithm.

The k-mean is a data clustering algorithm by partition observation samples into k clusters in which each observation belongs to the cluster with the nearest mean. This algorithm is represented as an optimization problem (4), the goal is to partition sampling data f into k group while keeping the variance as low as possible. This automatic calibration algorithm is using $k = 2$, because it is a binary sensor that reporting the presence of a vehicle.

$$\underset{s}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^k \sum_{f \in S_i} \|f - \mu_i\|^2 \quad (4)$$

Finally, the centroid of both cluster are determined (μ_{S_1}, μ_{S_2}) , the threshold is calculated by averaging both values ,as in:

$$\theta = \frac{\mu_{S_1} + \mu_{S_2}}{2} \quad (5)$$

III. EXPERIMENTS AND RESULT

The actual circuit for testing scenario is shown in Fig. 3, the inductor loop was coiled 6 turns into a circle shape with a diameter of 80 cm using 17 AWG wire. The inductance value of this loop is $700\mu\text{H}$ and the resistance is 0.4Ω . The inductive-loop was placed on the top of a steel reinforced concrete pavement.

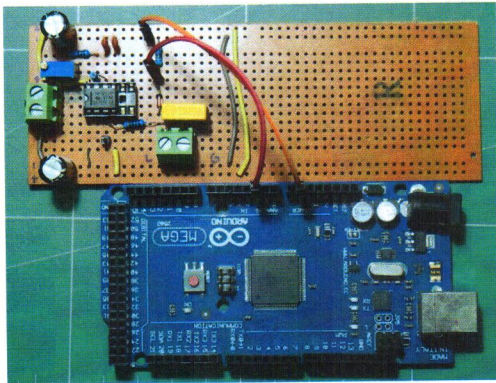


Fig. 3. The actual circuit used in this experiments

The oscillator frequency was tuned to 94kHz, the circuit producing the square wave with 64% duty cycle. The oscillator output signal is shown in Fig. 4.

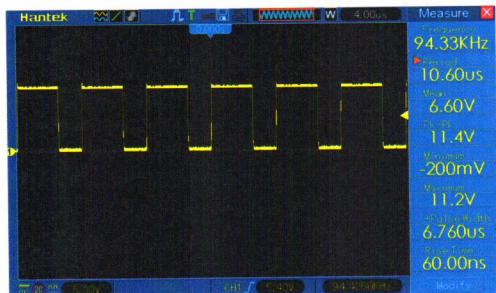


Fig. 4. The captured of the oscillator signal

The output from inductive-loop was deformed into AC sine wave with the 196 kHz, this signal is shown in Fig. 5.

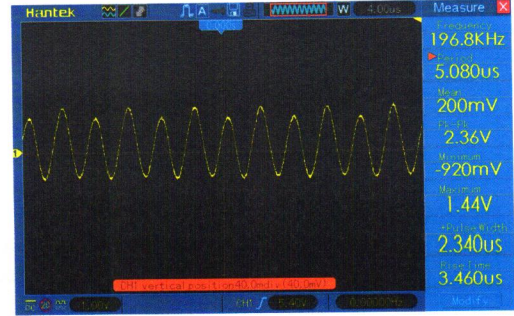


Fig. 5. The captured of the inductive loop output signal

The rectified signal from inductive-loop is shown in Fig. 6, the negative half is removed and the amplitude is smaller because 320mV is the loss in the diode.

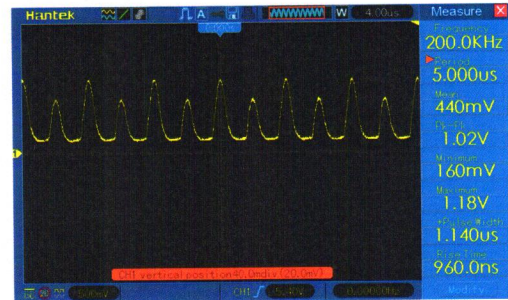


Fig. 6. The captured of the circuit output signal

The raw signal sampling by ADC is shown in Fig. 7, the microcontroller used in this experiment is ATmega2560 on an Arduino MEGA 2560 platform. The processor of this platform is running at 16 MHz capable of sampling analog signal at 10kHz[11].

The captured circuit output signal is heavily suffered from aliasing error caused by the insufficient sampling frequency. The original signal capture using the 200MHz oscilloscope is shown in Fig. 6.

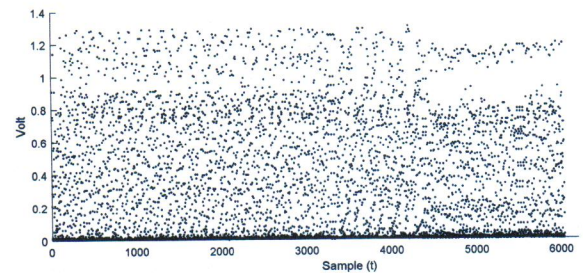


Fig. 7. The raw sample data from microcontroller build-in ADC

The envelope signal that recovered using proposed algorithm is shown in Fig. 8. The parameter $j = 400$ and the low-pass filter is implement using the moving average algorithm with 20 samples window size. The result shows that the shape of the magnetic signature is correctly recovered.

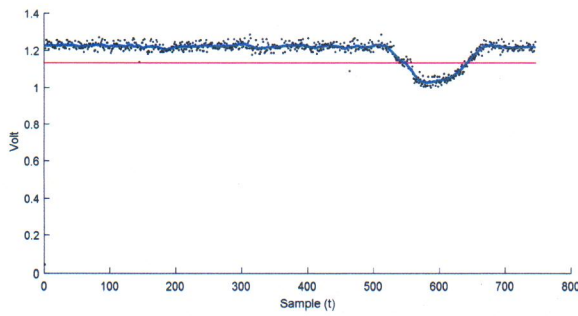


Fig. 8. The magnetic signature recovered by proposed algorithm, point data show the individual data of f'_i , the magnetic signature (f_s) shown as the blue line and the threshold θ determined by automatic calibration algorithm shown as the red line.

A horizontal red line is threshold determined by automatic calibration algorithm and final sensor result is shown as a blue line.

This proposed vehicle sensor was tested 30 times with subcompact car in both directions, the bottom frame height of this car is 10 cm. The result is shown that this sensor can detect with a 100% accuracy. The complexities of automatic calibration algorithm is $O(n^3)$, however, the detection process was finished in real-time. This power consumption of this circuit is 0.1mA in idle and when a vehicle is present over the inductive-loop.

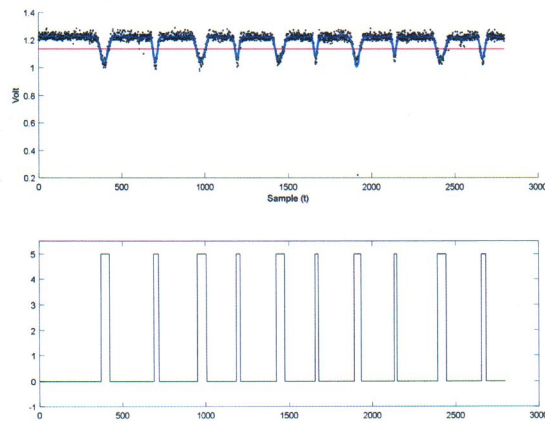


Fig. 9. The sample magnetic signature (top) and sensor output (bottom) signal $f(t)$ of 10 cars passing over the detector loop, where the detected is reported as 5 volts.

IV. DISCUSSION

This circuit is designed to output a type of signal that possible for low-speed ADC. The inductor is used as a tank filter to pass non-resonant signal to the ground. This technic allows microcontroller to detecting a missing loop wire and providing a reference signal in the automatic calibration algorithm. However, this configuration also limited the sensitivity of the circuit. Increase the oscillator voltage to gain more sensitivity is possible but do not recommend because it will damage resistor R3. This circuit cannot detect small vehicles such as bicycle, the signal amplifier circuit is needed in order to overcome this problem.

V. CONCLUSION

In this research, the vehicle sensor is proposed. the sensor is based on the inductive-loop detector circuit. The circuit is proposed based on the resonant circuit implementation. The digital signal analysis for detecting a magnetic signature is proposed, the algorithm is designed for a low-speed ADC and low-cost microcontroller. The automatic calibration algorithm based on k-mean clustering algorithm is proposed. This process allows changing the inductive-loop without re-tune the oscillator. The experimental results show that the proposed sensor is low power consumption and produces 100% accuracy detecting the subcompact car.

ACKNOWLEDGMENT

This research was partially supported by National Science Technology and Innovation Policy Office. The authors would like to thank the Northern Talent Mobility Clearing House and The colleagues at INTNIN Laboratory, Faculty of Science, Maejo University for their support.

REFERENCES

- [1] Z. Marszalek and K. Duda, "Vehicle Magnetic Signature Compatibility for Inductive Loop Sensor with Various Signal Conditioning Systems," in *2018 International Conference on Signals and Electronic Systems (ICSES)*, 2018, pp. 33-36.
- [2] Y. Ki and D. Baik, "Vehicle-Classification Algorithm for Single-Loop Detectors Using Neural Networks," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 55, pp. 1704-1711, 2006.
- [3] K. Yong-Kul and B. Doo-Kwon, "Model for accurate speed measurement using double-loop detectors," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 55, pp. 1094-1101, 2006.
- [4] R. L. Anderson, "Electromagnetic loop vehicle detectors," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 19, pp. 23-30, 1970.
- [5] J. Gajda, P. Piwowar, R. Sroka, M. Stencel, and T. Zeglen, "Application of inductive loops as wheel detectors," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 21, pp. 57-66, 2012/04/01/ 2012.
- [6] Z. Marszalek, R. Sroka, and M. Stencel, *A New Method of Inductive Sensor Impedance Measurement Applied to the Identification of Vehicle Parameters* vol. 18, 2011.
- [7] Z. Marszalek, R. Sroka, and T. Zeglen, "Inductive loop for vehicle axle detection from first concepts to the system based on changes in the sensor impedance components," in *2015 20th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR)*, 2015, pp. 765-769.
- [8] S. S. M. Ali, B. George, and L. Vanajakshi, "A simple multiple loop sensor configuration for vehicle detection in an undisciplined traffic," in *2011 Fifth International Conference on Sensing Technology*, 2011, pp. 644-649.
- [9] L. A. Klein, *Traffic Detector Handbook*, 3 ed. vol. 1: Research, Development, and Technology Turner-Fairbank Highway Research Center, 2006.
- [10] J. Gajda, R. Sroka, M. Stencel, A. Wajda, and T. Zeglen, "A vehicle classification based on inductive loop detectors," in *IMTC 2001. Proceedings of the 18th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference. Rediscovering Measurement in the Age of Informatics (Cat. No. 01CH 37188)*, 2001, pp. 460-464 vol.1.
- [11] Arduino. (2018, 14/8/2018). *The Arduino Reference text*. Available: <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/analog-io/analogread/>



ECTI & NCON
2019

Certification of Appreciation

presented to

Paween Khoenkaw and Part Pramokchon

as Speaker of

An Implementation of Automatic Inductive-Loop Vehicle Sensor Using Low-Cost Microcontroller

Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics,

Computer and Telecommunications Engineering

The Impress Nan Hotel, NAN, THAILAND

January 30 – February 2, 2019

Handwritten signature

(Prof. Kosin Chamnongthai, Ph.D.)

General Chair of ECTI DAMT and NCON 2019



แบบฟอร์มแจ้งความประสงค์การใช้งบประมาณสำหรับการพัฒนาบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ข้าพเจ้า นาย ปิยะ นวลแก้ว ตำแหน่ง อาจารย์สังกัด วิทยาเขตมอวโตน
ได้ขออนุญาตเข้าร่วม นิทรรศการงานประชุมสัมมนา ECTI DANT and NCON 2019
ตามหนังสือขออนุญาต ศธ.๐๕๒๓.๔. 1/3 ลงวันที่ 14 มกราคม 2562 โดยข้าพเจ้ามีความประสงค์จะ
ขอใช้งบประมาณพัฒนาบุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์เพื่อไปพัฒนาตนเอง ดังนี้

- ☐ กรณีที่ ๑ ใช้งบประมาณไม่เกิน ๖,๐๐๐ บาท สำหรับการเข้าร่วมอบรม สัมมนา หรือประชุมวิชาการทั่วไปที่เกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพ
ของตนเองฯ (ไม่ต้องรายงาน)
- ☐ กรณีที่ ๒ ใช้งบประมาณไม่เกิน ๘,๐๐๐ บาท สำหรับการเข้าร่วมอบรม สัมมนา หรือประชุมวิชาการทั่วไปที่เกี่ยวกับการ
พัฒนาวิชาชีพของตนเอง ต้องส่งรายงานสรุปเนื้อหาและการนำไปใช้ประโยชน์ อย่างน้อย ๑ หน้ากระดาษ A๔ (เนื้อหาสรุปไม่
น้อยกว่า ๒๕ บรรทัด)
- ☒ กรณีที่ ๓ สำหรับการเข้าร่วมนำเสนอผลงานวิชาการในรูปแบบโปสเตอร์ หรือปากเปล่า โดยต้องเป็นผู้เขียนชื่อแรก (First author)
หรือต้องเป็นผู้เขียนหลัก (Corresponding author) ซึ่งได้รับการตอบรับเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
- คนละไม่เกิน ๑๕,๐๐๐ บาท (สำหรับสายวิชาการ)
 - คนละไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ บาท (สำหรับสายสนับสนุนวิชาการ)
- โดยต้องจัดส่งเอกสาร ดังนี้ สำเนาบทคัดย่อ หรือโปสเตอร์(ย่อขนาด A๔) หรือบทความฯ ฉบับเต็ม และต้องทำรายงาน
สรุปเนื้อหาและการนำไปใช้ประโยชน์ของการเข้าร่วม อย่างน้อย ๑ หน้ากระดาษ A๔ (เนื้อหาสรุปไม่น้อยกว่า ๒๕ บรรทัด)
- ☐ กรณีที่ ๔ สำหรับการเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเพิ่มสมรรถนะในสายวิชาชีพที่เกี่ยวข้องตามตำแหน่งงานของตนเอง
- คนละไม่เกิน ๑๕,๐๐๐ บาท (สำหรับสายวิชาการ)
 - คนละไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ บาท (สำหรับสายสนับสนุนวิชาการ)
- โดยต้องจัดส่งเอกสาร ดังนี้ สำเนาใบรับรองหรือหนังสือรับรองหรือใบประกาศนียบัตรหรือวุฒิบัตร จากการเข้าร่วมอบรมเชิง
ปฏิบัติการ และรายงานสรุปเนื้อหาและการนำไปใช้ประโยชน์ อย่างน้อย ๑ หน้ากระดาษ A๔ (เนื้อหาสรุปไม่น้อยกว่า ๒๕ บรรทัด)

ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 (๑ ต.ค. ๖1 - ๓๐ ก.ย. ๖2) ข้าพเจ้าได้ใช้งบประมาณพัฒนาบุคลากรฯ ไปแล้ว จำนวนทั้งสิ้น..... ครั้ง ดังต่อไปนี้

-ครั้งที่	ในกรณีที่.....	ใช้งบประมาณไปแล้วเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น.....บาท
-ครั้งที่	ในกรณีที่.....	ใช้งบประมาณไปแล้วเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น.....บาท

(หากมีจำนวนครั้งเกินกว่านี้ ให้ทำรายละเอียดแนบท้ายเพิ่มเติม)

นาย ปิยะ นวลแก้ว
14 / 1 / 2562

ผู้ขออนุญาต

ดร. พิชญ์ พงษ์พานิช
10 / ๒๐ / ๖2

ประธานหลักสูตร/เลขานุการคณะ/หัวหน้างาน

- หมายเหตุ : ๑. งบประมาณที่ใช้สำหรับการพัฒนาบุคลากร หมายรวมถึงค่าใช้จ่ายทุกประเภทที่ใช้ในการเข้าร่วมการอบรม/สัมมนา/ประชุม
เช่น ค่าลงทะเบียน ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๒. การใช้งบประมาณพัฒนาบุคลากรในที่คณะวิทยาศาสตร์จัดสรร ให้ถือปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในแต่ละกรณี
๓. ให้แนบบแบบฟอร์มแจ้งความประสงค์ฯ นี้มาพร้อมการส่งรายงานสรุปเนื้อหาและการนำไปใช้ประโยชน์ฯ ด้วย

เห็นชอบตามมติที่ประชุมคณะกรรมการประจำคณะ ครั้งที่ 1/2560

เริ่มใช้ตั้งแต่เดือน 1 กุมภาพันธ์ 2560