



SPU
SRIPATUM
UNIVERSITY



การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๑

The 41st Electrical Engineering Conference (EECON-41)

วันที่ ๒๑ - ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๑

โรงแรมสุมิย์ แกรนด์ โอเทล แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี
เจ้าภาพจัดงาน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

Volume 2

**ไฟฟ้าสื่อสาร
อิเล็กทรอนิกส์
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิศวกรรมชีวการแพทย์
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า**



รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวุฒิ ฉัตรอุทัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ์ อัครเอกมลิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ศาสตราจารย์ ดร.โกสินทร์ จำนงไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รองศาสตราจารย์ ดร.อริคม ฤกษ์บุตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ศาสตราจารย์ ดร.อภิรัฐ ศิริธราวัตร

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย หิรัญวโรดม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิณิจ เทพสาธ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ ธนวิษญ์ ชุติกาวิทย์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เดชา วิไลรัตน์

มหาวิทยาลัยมหิดล

ประธาน

ผศ.ดร.วรการ	วงศ์สายเชื้อ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร.ภรชัย	จูนุวัฒน์กุล	มหาวิทยาลัยศรีปทุม

กรรมการสามัญ

อ.บุญช่วย	ทรัพย์มนชัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.ศิริโรจน์	ศิริสุขประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.นันทิยา	ชัยบุตร	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
อ.ดร.ชาติ	ฤทธิหิรัญ	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ผศ.ดร.นรารัตน์	เรืองชัยจตุพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อ.ยศนัย	ศรีอุทัยศิริวงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร.ไกรสร	ไชยขาววงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อ.ดร.เอกชัย	มูจจลินท์วิมุตติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร.สมมาตร	แสงเงิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
รศ.ดร.บุญยัง	ปลั่งกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร.มนตรี	วิบูลย์รัตน์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อ.ดร.สุพรรณ	ทิพย์ทิพากร	มหาวิทยาลัยมหิดล
อ.ดร.สุพัฒนา	นิรัคมนาภรณ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผศ.ดร.กำพล	วรดิษฐ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.วันชัย	จันไกรผล	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อ.ดร.มงคล	แช่เจีย	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร.ยงยุทธ	นาราษฎร์	มหาวิทยาลัยสยาม
ผศ.ดร.วันชัย	ฉิมฉวี	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
รศ.ดร.บุญเลิศ	สี่เฉย	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
ผศ.ดร.ชาย	ชมภูอินไหว	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.สาคร	วุฒิพัฒน์พันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผศ.ดร.ภัควัฒน์	จันทร์ตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อ.ดร.ยุทธนา	จงเจริญ	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ผศ.ดร.มูชิตา	สงฆ์จันทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ปฎิภาณ	เกิดลาภ	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
ผศ.ดร.วรการ	วงศ์สายเชื้อ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ดร.สิรินทร	อินทร์สวาท	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
อ.ณรงค์	นันทกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อ.ดร.วุฒิวัฒน์	คงรัตน์ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

รศ.ดร.เชวศักดิ์ รักเป็นไทย
รศ.ดร.ภาณงษ์ เกิดชื่น
รศ.ดร.กীরติ ชยะกุลศิริ
อ.ดร.ทัศน์ัย ภาธรรัตน์
ผศ.ดร.กัณฑ์พงษ์ ศรีสถิตย์

มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

กรรมการสมทบ

อ.ดร.ณัฐพงศ์ วงศ์พร้อมมูล

มหาวิทยาลัยศิลปากร

เลขานุการ

ผศ.วันชัย จันไกรผล

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

PW	ศ.ดร.อิสระชัย งามหุ
PE	รศ.ดร.วีระเชษฐ์ ชื่นเงิน
CM	ศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ
CT	ศ.ดร.วันชัย รวีรุจา
EL	ศ.ดร.อภิวัฒน์ ธนชยานนท์
CP	ผศ.ดร.สุรินทร์ กิตติธรรกุล
DS	รศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์
PH	รศ.ดร.สุริภณ สมควรพาณิชย์
BE	รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์
GN	ผศ.ดร.เชาว์ ชมภูอินไหว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PW	ผศ.ดร.สมบูรณ์ แสงวงศ์วานิชย์
PE	รศ.เจตกุล โสภานิตย์
CM	ศ.ดร.วาทีต เบญจพลกุล
CT	ผศ.ดร.สุชิน อรุณสวัสดิ์วงศ์
EL	รศ.ดร.สมชัย รัตนธรรมพันธ์
CP	รศ.ดร.เชาว์ดิศ อัครกุล
DS	ผศ.ดร.สุภาวดี อร่ามวิทย์
PH	รศ.ดร.ดวงฤดี วรสุชีพ
BE	ผศ.ดร.อาภรณ์ ธีรมงคลรัศมี
GN	รศ.ดร.มานะ ศรียุทธศักดิ์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PW	รศ.ดร.ตฤณ แสงสุวรรณ
PE	ผศ.ดร.ศิริโรจน์ ศิริสุขประเสริฐ
CM	รศ.ดร.ศรีจิตรา เจริญลาภานพรัตน์
CT	ผศ.ดร.เชาวลิต มิตรสันติสุข
EL	ผศ.ดร.ชูเกียรติ การะเกตุ
CP	รศ.ดร.มงคล รักษาพัชรวงศ์
DS	รศ.ดร.วุฒิพงศ์ อารีกุล
PH	อ.ดร.พิสุทธิ์ รัตติกดิ์
BE	ผศ.ดร.ดุสิต ธนเพทาย
GN	ผศ.ดร.วชิระ จงบุรี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

PW	รศ.ดร.สมบูรณ์ นุชประยูร
PE	รศ.ดร.สิทธิชัย เปรมฤดีปรีชาชาญ
CM	ผศ.ดร.นิภาภรณ์ ศิริพล
CT	ผศ.ดร.บุญศรี แก้วคำอ้าย

EL	รศ.ดร.เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์
CP	รศ.ดร.ศันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล
DS	รศ.ดร.นิพนธ์ ธีรอำพน
PH	รศ.ดร.อุกฤษฏ์ มั่นคง
BE	รศ.ดร.นิพนธ์ ธีรอำพน
GN	รศ.ดร.ยุทธนา ข้าสุวรรณ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

PW	ผศ.ดร.กุสุมาลย์ เฉลิมยานนท์
PE	ดร.วฤทธิ์ วิชกุล
CM	ผศ.ดร.วิกรม ธีรภาพจรเดช
CT	รศ.คณดิถ เจษฎ์พัฒนานนท์
EL	รศ.ดร.ภาณุมาศ คำสตัย
CP	ดร.กิตติคุณ ทองพูล
DS	ดร.รักกฤตว์ ดวงสร้อยทอง
BE	รศ.ดร. พรชัย พลฤกษ์ภัทรานนท์
GN	อ.ดร.เกียรติศักดิ์ วงษ์โสพนากุล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

PW	ดร.เชิดชัย ประภาณวรัตน์
PE	ดร.เอกชัย มุจจลินท์วิมุติ
CM	ผศ.ดร.พินิจ กำหอม
CT	ผศ.ดร.วันจักรี เล่นวารี
EL	ผศ.ดร.กมล จิรเสรีอมรกุล
CP	ผศ.ดร.วีรพล จิรจรีต
DS	อ.ดร.สันติ นุราช
PH	อ.ดร.ปิยสวัสดิ์ นวรัตน์ ณ อยู่ธยา
BE	ผศ.ดร. บุญเสริม แก้วก้าเหน็ดพงษ์
GN	ศ.ดร.โกสินทร์ จ้านงไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

PW	รศ.ดร.สมพร สิริสำราญนุกุล
PE	รศ.ดร.พิสิษฐ์ ลีวชนกุล
CM	รศ.ดร.ชาตรี มหัทธนาจตุภักดิ์
CT	ผศ.ดร.นที ทองอุ่น
EL	ผศ.ดร.กฤษณ์ อ่างแก้ว
CP	ผศ.ดร.วรัญญู วงษ์เสรี
DS	รศ.ดร.วิไลพร แซ่ลี่
PH	ผศ.ดร.อมรินทร์ รัตนะวิศ
BE	ผศ.ดร.ไกรสร ไชยขาววงศ์
GN	รศ.ดร.สุรพันธ์ ยิ้มมั่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

- PW รศ.อำนาจ สุขศรี
- PE ผศ.ดร.ปานหทัย บัวศรี
- CM ผศ.ดร.นรารัตน์ เรืองชัยจตุพร
- CT ผศ.ดร.อานูภาพ มีสมบุญ
- EL ผศ.ดร.กิตติพิชญ์ มีสวาสดี
- DS รศ.ดร.วิระสิทธิ์ อิมถวิล
- PH ผศ.ดร.อาคม แก้วระวัง
- BE ผศ.ดร.บุญยั้ง เจริญ
- GN ดร.ศรารัฐ ชัยมูล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

- PW รศ.ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภักติพิชญ์
- PE ผศ.ดร.ณัฐภัทร พันธุ์คง
- CM ผศ.ดร.ไพฑูรย์ รักเหลือ
- CT ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล
- EL ผศ.ดร.อำนาจ เรืองวารี
- CP ผศ.ดร.อิฐอาร์ณ ปิติมล
- DS ผศ.ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร
- PH ผศ.ดร.นรเสฏฐ์ วิชัยพานิชย์
- BE ดร.กิตติวัฒน์ นิมเกิดผล
- GN รศ.ดร.บุญยั้ง ปลั่งกลาง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

- PW ดร.ไชยพร หล่อทองคำ
- PE อ.นรงค์ฤทธิ์ เสนาจิตร
- CM ผศ.ดร.สาวิตรี บุญยเวช
- CT ผศ.ดร.วิระชัย มาलयเวช
- EL ผศ.ดร.ประจวบ ปวรังกูร
- CP ผศ.ดร.ธันวา ศรีประโม่ง
- DS รศ.ดร.พีระพล ยุวภูษิตานนท์
- PH อ.ดร.สมมาตร แสงเงิน
- GN รศ.ดร.อริคม ฤกษ์บุตร

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

- PW ผศ.ดร.ณัฐพงศ์ ตันทนุช
- PE รศ.ดร.ไพบูลย์ นาคมหาซลาสินธุ์
- CM ผศ.ดร.ตามพ์เมษ บุญยะเวช
- CT ผศ.ดร.ศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์
- CP อ.ดร.ศุภกิจ พฤกษ์อรุณ
- DS รศ.ดร.สมชาติ โชคชัยธรรม
- PH รศ.ดร.วันชัย ไพจิตรโรจนา

- BE รศ.ดร.นภดล อุชายภิชาติ
- GN ผศ.ดร.ยศวีร์ วีระกำแหง

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- PW รศ.ดร.เวทิน ปิยรัตน์
- PE รศ.ดร.วุฒิพล ธาราธีรเศรษฐ์
- CM ผศ.ดร.กำพล วรดิษฐ์
- EL ผศ.ศิริพงษ์ ฉายสินธุ์
- CP ผศ.ดร.สมภาพ รอดอัมพร
- DS อาจารย์ ดร.บำรุง ท้าวศรีสกุล
- BE รศ.ดร.พีชพันธ์ุ เจริญพงษ์
- GN ผศ.ดร.คณิตร์ มาตรา

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

- PW ผศ.ดร.สำเร็จ อินท่าไม้
- PE ผศ.วันชัย จันไกรผล
- CM รศ.ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม
- CT ผศ.ดร.นิมิต บุญภิรมย์
- EL ผศ.สุรพล จันท
- CP ผศ.เต็มพงษ์ ศรีเทศ
- DS ผศ.เอกชัย ดีศิริ
- PH ผศ.เพชร นันทวิวัฒนา
- BE ดร.วนายุทธ์ แสนเงิน
- GN ผศ.พศวีร์ ศรีโหมด

มหาวิทยาลัยมหิดล

- PW ผศ.ดร.ธรรมาฤทธิ์ สิงหวิสัย
- PE ผศ.ดร.ชัชวาลย์ เจริญบุตร
- CM รศ.ดร.พงศธร เศรษฐีธรรม
- CT อ.ดร.พัฒนาช พัฒนาศรี
- EL ผศ.ดร.สุรโชค ธนพิทักษ์
- CP อ.ดร.ก่อพร พันธุ์ยิ้ม
- DS อ.ดร.พรชัย ชันยากร
- PH รศ.ดร.ภูมินท์ กิระวานิช
- BE ผศ.ดร.เชง เลิศมโนรัตน์
- GN ผศ.ดร.กฤษฎา อัครสกุลเกียรติ

มหาวิทยาลัยสยาม

- PW ผศ.ดร.อาทิตย์ ไสตรโยม
- PE ผศ.ดร.ยงยุทธ นาราชกูร์
- CM พล.ท.ดร.สมพงษ์ ตุ่มสวัสดิ์
- EL ผศ.วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

CP ผศ.พกิจ สุวัฒน์
DS ผศ.ดร.ทักษ์นัย พลอยสุวรรณ
GN ผศ.ไวพจน์ ศุภาวรเสถียร

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

PW ผศ.ดร.นันทิยา ชัยบุตร
CM อ.ดร.ปกรณ์ ยุบลโกศล
CP อ.ดร.จักรพงษ์ สุธาธุกุล
DS ผศ.ดร.วิศาล พัฒน์ชู
PH รศ.ดร.ภูมิพัฒน์ แสงอุดมเลิศ
BE ผศ.ดร.สุพจน์ สุขโพธารมณ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

PW ดร.เจษฎา ชัดทองงาม
PE นายสุทัศน์ ปฐมนุพงษ์
CM ดร.กิตติ วงศ์ถาวรวัฒน์
CT ดร.สุธี ผู้เจริญชนะชัย
EL ดร.ราชพร เขียนประสิทธิ์
CP ดร.ชาลี วรรณพิพัฒน์
DS ดร.อภิชาติ อินทรพานิชย์
PH ดร.ศรัณย์ สัมฤทธิ์เดชขจร
BE ดร.พศิน อิศรเสนา ณ อยุธยา
GN ดร.วุฒิกัทร คอวนิช

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

PW ผศ.ดร.คมสันดี ดาโรจน์
PE ดร.ประชา คำภักดิ์
CM ผศ.ดร.ประสิทธิ์ นครราช
CT ดร.ธรรมรส รักธรรม
EL ผศ.ดร.ชนิษฐา แก้วแดง
CP ผศ.อารยา ฟลอเรนซ์
DS ผศ.ดร.วรการ วงศ์สายเชื้อ
PH รศ.ดร.สุชิน ไตรรงค์จิตเหมาะ
BE ผศ.ดร.ศุภฤกษ์ จันทร์จรัสจิตต์
GN ผศ.ดร.อธิพงศ์ สุริยา

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

PW อ.ดร.วรภัทร กอแก้ว
PE ผศ.ดร.เกษม อุทัยไขฟ้า
CM ผศ.ดร.สันต์ชัย รัตนนนท์
CT ผศ.ดร.ศุภเชษฐ์ อินทร์เนตร
EL ผศ.สุภานันท์ ต้นวรรณรักษ์

CP ผศ.ณัฐชา พุกักษ์กานนท์
DS ผศ.ดร.วรินทร์ วงษ์มณี
PH ผศ.ณัฐพร ฤทธิ์นุ่ม
BE ผศ.ดร.ศุภฤกษ์ มานิตพรสุทธิ์
GN ผศ.ดร.วันชัย ฉิมฉวี

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

PW รศ.ดร.บุญเลิศ สือเฉย
PE ผศ.ชูเกียรติ พงษ์พานิช
CM รศ.ดร.อดิศักดิ์ มนต์ประภัสสร
CT รศ.ดร.เดชา พวงดาวเรือง
EL รศ.ดร.อิทธิพงศ์ ชัยสายัณห์
CP ผศ.น.อ.ไชโย ธรรมรัตน์ ร.น.
DS ผศ.สมศักดิ์ สิริโพรณานนท์
PH รศ.สิริวิษ ทัดสวน
BE ผศ.ดร.สมเกียรติ เพียงพรานทอง
GN ผศ.วิชัย แซ่ลี

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

PW อ.ดร.ชาติ ฤทธิ์หิรัญ
PE ผศ.อนุชิต เจริญ
CT ผศ.ณธรรม เกิดสำอางค์
EL อ.ธีรยุทธ จันทร์แจ่ม
CP อ.ดร.ประภาส ผ่องสนาม
DS รศ.ดร.พิศิษฐ์ โภคารัตน์กุล
GN ผศ.วิญญู แสงวงสินกสิกิจ

มหาวิทยาลัยรังสิต

PW ดร.สุพัฒนา นิรัคฆนาภรณ์
PE ผศ.ดร.วันชัย ทรัพย์สิงห์
CM ดร.ไพศาล งามจรรยาภรณ์
CT รศ.ดร.อดิรักษ์ กาญจนหฤทัย
EL รศ.มณูญ พ่วงพูล
CP รศ.ดร.ดวงอาทิตย์ ศรีมูล
DS รศ.ดร.โอภาส จุฑาทเทพ
PH ดร.สือจิตต์ เพ็ชรประสาน
BE รศ.ดร.มนัส สัจจวรศิลป์
GN ดร.สมบูรณ์ สุขสาตร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

PW ผศ.ดร.นิพัทธ์ จันทร์มินทร์
CT ผศ.ดร.มูจิตา สงฆ์จันทร์

EL ผศ.ดร.สุวิทย์ กิระวิทยา
CP อ.ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล
DS ผศ.ดร.อัครพันธ์ วงศ์กั้งแห
PH ผศ.ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา
GN ผศ.ดร.พนัส นัถฤทธิ

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

PW รศ.ดร.นิตย เพ็ชรรักษ์
PE อ.ดร.ยุทธนา จงเจริญ
CM ผศ.ดร.ปราโมทย์ งามอิสระกุล
CT ผศ.ดร.ณรงค์เดช กิระพิรานนท์
CP ผศ.ดร.เนืองวงศ์ ทวยเจริญ
GN อ.ดร.รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

PW ผศ.ธนากร น้ำหอมจันทร์
PE อ. ณัฐพงษ์ เมืองจันทร์
CM อ. กิตติเชษฐ์ นนทะสุด
CP อ. อัคร อ่อนบุญเอื้อ
GN ผศ.ปฏิภาณ เกิดลาภ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

PW รศ.ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ
PE ผศ.ดร.สาคร วุฒิพัฒน์พันธุ์
CM อ.ดร.พลกฤษณ์ จรรย์ตันติเวทย์
CT ผศ.ดร.ณัฐพงศ์ พันธุ์นะ
EL อ.ดร.ฉัตรแก้ว จรรย์ตันติเวทย์
CP ผศ.ดร.วรินทร์ สุดคณิง
GN ผศ.ดร.มนัส บุญเกียรติทอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

PW ผศ.ดร.วิวัฒน์ ทิพจร
PE ผศ.ดร.อุเทน คำน่าน
CM อ.ดร.ศุภกิจ แก้วดวงตา
CT รศ.ดร.โกศล โอฬารไพโรจน์
EL ผศ.ดร.กฤษดา ยิ่งขยัน
CP อ.ดร.ขวัญชัย เอื้อวิริยานุกุล
DS อ.ดร.นภดล มณีเชียร
GN อ.ดร.ยุพดี หัตถสิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

PW รศ.ชัยณรงค์ วิเศษศักดิ์วิชัย
PE ผศ.ดร.สายชล ชูดเจือจัน

CM ผศ.นิพนธ์ ทางทอง
EL ผศ.สุภณ พลสิงห์
CP ผศ.ปราโมทย์ อนันต์วราพงษ์
GN ผศ.ดร.วุฒิวินน์ คงรัตนประเสริฐ

มหาวิทยาลัยพะเยา

PW ผศ.ดร.จงลักษณ์ พาพะชา
PE ดร.ดำรงค์ อมรเดชาพล
CT ผศ.ดร.สิทธิเดช วชิราศรีศิริกุล
DS อ.ดร.ธนาทิพย์ จันทร์คง
GN รศ.ดร.เชวศักดิ์ รักเป็นไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

PW รศ.ดร.กานต์ เกิดชื่น
PE ผศ.ดร.พินิจ ศรีธร
CM ผศ.ดร.วรรณรีย์ วงศ์ไตรรัตน์
CT ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล
EL ผศ.ดร.สมชาย ศรีสกุลเตียว
CP ผศ.ดร.ถนอมศักดิ์ ไสภณ
DS อ.ดร.ประจวบ อินระวงศ์
PH อ.ดร.นิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ
BE อ.ดร.ประจวบ อินระวงศ์
GN ผศ.ดร.กฤติเดช บัวใหญ่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

PW ผศ.ดร.บุญเรือง มะรังศรี
PE รศ.ดร.กองพล อารีรักษ์
CM รศ.ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล
CT รศ.ดร.กองพัน อารีรักษ์
EL รศ.ดร.อาทิตย์ ศรีแก้ว
CP รศ.ดร.นิตยา เกิดประสพ
DS รศ.ดร.กิตติ อรรถกิจมงคล
PH ผศ.ดร.ทิพย์วรรณ พิงสุวรรณรักษ์
BE ผศ.ดร.ปรเมศวร์ ห่อแก้ว
GN ผศ.ดร.อนันท์ อุ่นศิริไฉย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

PW ผศ.ดร.ประมุข อุณหเลขกะ
PE ผศ.ดร.ยุทธนา กันทะพะเยา
CM ผศ.ดร.ภัควินน์ จันทร์ตรี
CT รศ.ดร.ปรีชา สาคระรังค์
EL ผศ.ดร.ไพบูลย์ เกียรติสุขคนธาธร
DS รศ.ดร.สมเกียรติ อุดมพรรษากุล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

PW	รศ.ศุภี บรรจงจิต
PE	ผศ.ดร.ประสพโชค ให้อทองคำ
CM	อ.ดร.เอกสิทธิ์ นกุลเจริญลาภ
CT	อ. อติศักดิ์ แข็งสาริกิจ
EL	อ.ดร.ปรัชญา มงคลไวย์
CP	อ.ดร.ชัยพร ปานยินดี
DS	รศ.ดร.พุศกัณฑ์ ชิวสุวิทย์
PH	อ. ดิสพล น้าเขียวกุล
GN	อ. สุธี รุกขพันธ์

ประธาน

ผศ.ดร.วรการ วงศ์สายเชื้อ (UBU)
ผศ.ดร.ภรชัย จูอนุวัฒน์กุล (SPU)

ฝ่ายบทความวิชาการ

ผศ.ดร.นิมิต บุญภิรมย์ (SPU)
ผศ.ดร.สำเร็จ อินทาม้า (SPU)
ดร.ประชา คำภักดี (UBU)
ผศ.ดร.คมสันต์ ดาโรจน์ (UBU)
ผศ.ดร.ชนิษฐา แก้วแดง (UBU)
นายผดุง กิจแสวง (UBU)
ดร.ธิติกานต์ บุญแข็ง (UBU)
นายจิรานุวัฒน์ จันทร์รุกษา (UBU)
นายชิตชัย เลิศศิริวัฒนวงศ์ (UBU)
ดร.วนายุทธ์ แสนเงิน (SPU)

ฝ่ายสื่อและประชาสัมพันธ์

ผศ.เพชร นันทิวัดนา (SPU)
ผศ.อารยา ฟลอเรนซ์ (UBU)
ดร.อติพงศ์ สุริยา (UBU)
ผศ.พศวีร์ ศรีโหมด (SPU)
นายวุฒิไกร สร้อยสิงห์ (UBU)
นายประจัญบาน อ่อนสนิท (UBU)
นายเพลิน วิชัยวงศ์ (UBU)
ผศ.เอกชัย ดีศิริ (SPU)

ฝ่ายพิธีการและการต้อนรับ

ผศ.ดร.ประสิทธิ์ นครราช (UBU)
ผศ.ดร.อติพงศ์ สุริยา (UBU)
ผศ.ดร.วิชากร เฮงศรีธวัช (SPU)
ผศ.สุรพล จันท (SPU)
นางปาริชาติ สุรมาตย์ (UBU)
นางสาวเฉลิมพร แสนทวีสุข (UBU)
นางสาวสุมาลินี จิตรัสายไหม (UBU)
นางสุนิสา กิจแสวง (UBU)
นางรุจิรา โชคสวัสดิ์ (UBU)
นางสาววัชรภรณ์ จันทระกาญจน์ (UBU)

นางวนิดา ยิ่งไพบูลย์สุข (UBU)
นางสาวนาตยา ศรีดา (UBU)
นายเอกลักษณ์ สมบูรณ์ (UBU)
นายเฉลิมชัย ไชยกาล (UBU)
นางสาวอมรรัตน์ เขาแก้ว (UBU)
นางสาวนันทวรรณ มาติยะภักดี (UBU)
นางสาววาณี ปั้นปรีชา (UBU)
นางธิมาพร เนาว์โสภา (UBU)
นางสาวนิตยาพร เลาพิลา (UBU)
ผศ.ดร.คมสันต์ ดาโรจน์ (UBU)

ฝ่ายการเงินและการลงทะเบียน

ผศ.ธนภัทร พรหมวัฒน์ภักดี (SPU)
เจ้าหน้าที่สำนักงานการคลัง (SPU)
ผศ.ดร.ศุภฤกษ์ จันทร์จรัสจิตต์ (UBU)
ผศ.ดร.ชนิษฐา แก้วแดง (UBU)
ผศ.ดร.วรการ วงศ์สายเชื้อ (UBU)
นางลัษณวรรณ วงศ์บุญ (UBU)
นางสาวเพลินพิศ สกุลพงษ์ (UBU)
นายเอกชัย ดีศิริ (SPU)

ฝ่ายสื่อสารสนเทศและโสตทัศนูปกรณ์

ดร.ธีรวุฒิ ไชยธรรม (UBU)
ผศ.เต็มพงษ์ ศรีเทศ (SPU)
นายเสมา พัฒน์ฉิม (SPU)
นายธนกร รักประเสริฐ (SPU)
ผศ.กษิเดช ทิพย์อมรวิวัฒน์ (SPU)
นายวิชชุกร อุดมรัตน์ (UBU)
นายผสม สุคนนท์ (UBU)
นายไทรภพ มั่นคง (UBU)
นางศกุนตลา เกตวงศา(UBU)
นายธวัชชัย พันธุ์จำปา (UBU)
นายธนาชัย โสภามี่ (UBU)
นายธนกร ลิ่มสุวรรณ (UBU)
นายสุรชิต อิศรางกูร ณ อยุธยา (SPU)

ฝ่ายสถานที่ การจัดเลี้ยง และการขนส่ง

รศ.ดร.สุชิน ไตรรงค์จิตเหมาะ (UBU)
นายปวรุตม์ กองสมบัติสุข (UBU)
ดร.ธีรวุฒิ ไชยธรรม (UBU)
นายชัยรัตน์ วิสุทธีรัตน์ (SPU)
นายก้องภพ โคตรภักดิ์ (UBU)
ผศ.ดร.คมสันต์ ดาโรจน์ (UBU)
นายธนกร รักประเสริฐ (SPU)

ดร.ธิดิกานต์ บุญแข็ง (UBU)

เจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ (SPU)

ฝ่ายนิทรรศการและของที่ระลึก

ผศ.ดร.บงกช สุขอนันต์ (UBU)
ดร.ธีรวุฒิ ไชยธรรม (UBU)
รศ.ดร.สุชิน ไตรรงค์จิตเหมาะ (UBU)
นายกฤษฎา ไทยวัฒน์ (SPU)
นายปรากฏต เหลียงประดิษฐ์ (SPU)
นายสมนึก เวียนวัฒนชัย (UBU)
นายวุฒิไกร สร้อยสิงห์ (UBU)
นางสาวสยมพร บุญไชย (UBU)
นายปวรุตม์ กองสมบัติสุข (UBU)

ฝ่ายจัดหาผู้สนับสนุน

ผศ.ดร.ภรชัย จุอนูวัฒนกุล (SPU)
ดร.ประชา คำภักดิ์ (UBU)
นายปวรุตม์ กองสมบัติสุข (UBU)
ผศ.ดร.มงคล ปุษยตานนท์ (UBU)
นางสาวไทวัลย์ กองสิน (UBU)
นางสาวอุษณีย์ ซูรัตน์ (UBU)
นายปรากฏต เหลียงประดิษฐ์ (SPU)
ดร.วนายุทธ์ แสนเงิน (SPU)

ฝ่ายเลขานุการ

ผศ.วันชัย จันไกรผล (SPU)
ผศ.พศวีร์ ศรีโหมด (SPU)
ผศ.วิชิต เครือสุข (SPU)
นายธรรมรส รักธรรม (UBU)
ผศ.ดร.มงคล ปุษยตานนท์ (UBU)
นายธีระพงษ์ วงศ์บุญ (UBU)

Reviewer	Organization
Akekachai Deesiri	Sripatum University
Amarin Ratanavis	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Amnoiy Ruengwaree	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Amorn Jirasereeamornkun	Mahanakorn University of Technology
Anon Namin	Rajamangala University of Technology Lanna
Anuree Lorsawatsiri	Mahanakorn University of Technology
Aphibal Pruksanubal	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Aphirak Jansang	Kasetsart University
Apichai Bhatranand	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Apinan Aurasopon	Maharakham University
Apiwat Lekuthai	Chulalongkorn University
Araya Florence	Ubon Ratchathani University
Arporn Teeramongkonrasmee	Chulalongkorn University
Arthit Sodeyome	Siam University
Arthit Srikaew	Suranaree University of Technology
Atipong Suriya	Ubonratchathani University
Atipong Suriya	Ubon Ratchathani University
Bhichate Chiewthanakul	Khonkhan University
Bongkoj Sookananta	Ubon Ratchathani University
Boonchai Boonchu	Mahanakorn University of Technology
Boonchai Techaumnat	Chulalongkorn University
Boonchuay Supmonchai	Chulalongkorn University
Boonlert Suechoey	Southeast Asia University
Boonruang Marungsri	Suranaree University of Technology
Boonsong Sutapun	Suranaree University of Technology
Boonsri Kaewkhamai	Chiang Mai University
Boonyang Plangklang	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Budhapon Sawetsakulanond	Mahanakorn University of Technology
Cattareeya Suwanasri	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Chai Chompooinwai	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chainarin Ekkaravarodome	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Chainarong Wisassakwichai	Rajamangala University of Technology Krungthep
Chaiwut Chatuthai	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chaiyachet Saivichit	Chulalongkorn University
Chaiyan Jettanasen	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chaiyaporn Lothongkam	Mahanakorn University of Technology

Reviewer	Organization
Chaiyo Thammarat	South East Asia University
Chaiyut Sumpavakup	Suranaree University of Technology
Chalee Vorakulpipat	National Electronics and Computer Technology Center
Chanchai Dechthummarong	Rajamangala University of Technology Lanna Chiangmai
Chanchai Thongsopa	Suranaree University of Technology
Chanchana Tangwongsan	Chulalongkorn univerisy
Chanin Wissawinthanon	Chulalongkorn univerisy
Channarong Banmongkol	Chulalongkorn University
Chantana Chantrapornchai	Kasetsart University
Chanwit Kaewkasi	Suranaree University of Technology
Chaowanam Jamroen	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Charnyut Karnjanapiboon	Rajamangala University of Technology Lanna
Chatchai Suppitaksakul	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Chawasak Rakpenthai	University of Phayao
Chirawat Kotchasarn	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Chirdpong Deelertpaiboon	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Chokchai Sangdao	Mahanakorn University of Technology
Chonlatee Photong	Maharakham University
Chowarit Mitsantisuk	Kasetsart University
Chutham Sawigun	Mahanakorn University of Technology
Chutham Sawigun	Mahanakorn University of Technology
Chuttchaval Jeraputra	Mahidol University
Chuwong Phongcharoenpanich	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Danucha Prasertsom	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Daranee Hormdee	Khonkhan University
David Banjerdpongchai	Chulalongkorn University
Decha Wilairat	Mahidol University
Denchai Worasawate	Kasetsart University
Doldet Tantraviwat	Chiang Mai Univeristy
Don Isarakorn	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Duangarhit Srimoon	Rangsit University
Dulpichet Rerkpreedapong	Kasetsart University
Dusit Thanapatay	Kasetsart University
Jakkree Srinonchat	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Jantana Panyavaraporn	Burapha University
Jasada Kudtongngam	National Electronics and Computer Technology Center.

Reviewer	Organization
Jedsada Arunuerk	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Jirapat Sangthong	Mahanakorn University of Technology
Jirasak Chanwutitum	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Jirawadee Polprasert	Narasauen University
Jukkrit Kluabwang	Rajamangala University of Technology Lanna Tak
Jukkrit Tagapanij	Mahanakorn University of Technology
Kampol Woradit	Srinakharinwirot University
Kanokphan Lertniphonphan	KDDI Research
Karn Patanukhom	Chiang Mai University
Khanit Matra	Srinakharinwirot University
Khanittha Kaewdang	Ubon Ratchathani University
Kiattisin Kanjanawanishkul	Maharakham University
Kittaya Somsai	Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon
Kittisak Kerdprasop	Suranaree University of Technology
Kittisak Tripipatpornchai	Rangsit University
Kittiwann Nimkerdphol	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Komsan Hongesombut	Kasetsart University
Komson Daroj	Ubonratchathani University
Kornchawal Chaipah	Khon Kaen University
Kraisorn Chaisaowong	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Krerk Piromsopa	Chulalongkorn University
Krischonme Bhumkittipich	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Mana Sriyudthsak	Chulalongkorn University
Mongkol Konghirun	King Mongkut University's Technology Thonburi
Monthon Nawong	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Nachirat Rachburee	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Nalin Sidahao	Mahanakorn University of Technology
Nararat Ruangchaijatupon	Khon Kaen University
Narong Yoothanom	Sripatum University
Narongrit Sanajit	Mahanakorn University of Technology
Natee Thongun	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Nathabhat Phankong	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Nattachai Watcharapinchai	National Electronics and Computer Technology Center
Nattachote Rugthaicharoencheep	Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Nattapong Phanthuna	Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Nattha Jindapetch	Prince of Songkla University

Reviewer	Organization
Natthawuth Somakettarin	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Nimit Boonpirom	Sripatum University
Nirudh Jirasuwankul	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Nisachon Tangsangiumvisai	Chulalongkorn University
Nisai Fuengwarodsakul	King Mongkut 's University of Technology North Bangkok
Nit Petcharaks	Dhurakij Pundit University
Nithiphat Teerakawanich	Kasetsart University
Nitikarn Nimsuk	Thammasat University
Nitipong Panklang	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Nopporn Patcharaprakiti	Rajamangala University of Technology Lanna
Norasage Pattanadech	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Noraset Wichaipanich	Rajamangala university of Technology Thanyaburi
Nuttaporn Ritnoom	University of the Thai Chamber of Commerce
Nutthaphong Tanthanuch	Thammasat University
Ongart Sadmai	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Pakit Suwat	Siam University
Pakpum Somboon	Chulalongkorn University
Panich Intra	Rajamangala University of Technology Lanna
Panjai Tantatsanawong	Silpakorn University
Panuwat Janpugdee	Chulalongkorn University
Parachai Juanuwattanakul	Sripatum University
Parnjit Damrongkulkamjorn	Kasetsart University
Pasawee Srimode	Sripatum University
Pasist Suwanapingkarl	Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Patamaporn Sripadungtham	Kasetsart University
Pattarawit Polpinit	Khon Kaen University
Pauline Kongsuwan	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Peerapol Yuvapoositanon	Mahanakorn University of Technology
Petch Nantivatana	Sripatum University
Phakkawat Jantree	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
Phayung Desyoo	King Mongkuts University of Technology North Bangkok
Phichai Youplao	Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon
Phisan Kaewprapha	Thammasat University
Pichai Aree	Thammasat University
Pichaya Chaipanya	Srinakharinwirot University
Pinit Jitjing	Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Reviewer	Organization
Pinit Nuangpirom	Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Mai
Pinit Thepsatorn	Srinakharinwirot University
Pipat Prommee	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Pisut Raphisak	Kasetsart University
Pitikhate Sooraksa	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Pokkrong Vongkoon	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Poompat Saengudomlert	Bangkok University
Poonlap Lamsrichan	Kasetsart University
Poonsri Wannakarn	Rajamangala University of Technology Phra Nakorn
Pornrapeepat Bhasaputra	Thammasat University
Pracha Khamphakdi	Ubon Ratchathani University
Prajuab Pawarangkoon	Mahanakorn University of Technology
Prasit Nakonrat	Ubon Ratchathani University
Prasopchok Hothongkham	Rajamangala University of Technology Rattanakosin
Prattana Kaewpet	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Prayoth Kumsawat	Suranaree university of technology
Promsak Apiratikul	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Pruet Boonma	Chiang Mai University
Punyaphat Phumiphak	Mahanakorn University of Technology
Rachu Punalard	Mahanakorn University of Technology
Rangsan Wongsan	Suranaree University of Technology
Rathdharshagorn Suriyakulnaayudhya	Kasetsart University
Rawid Banchuin	Siam University
Rungsimant Sitdhikorn	Mahanakorn University of Technology
Sakhon Woothipatanapan	Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Saliltip Sinthusonthisat	Mahanakorn University of Technology
Samroeng Hintamai	Sripatum University
Sanchai Dechanupaprittha	Kasetsart University
Sangsuree Vasupongayya	Prince of Songkla University
Sansanee Auephanwiryakul	Chiangmai University
Sernsak Uatrongjit	Chiang Mai University
Settawit Poochaya	Suranaree University of Technology
Sipat Triukose	Chulalongkorn University
Sirichai Dangeam	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Sirichai Triamlumlerd	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Siroj Sirisukprasert	Kasetsart University

Reviewer	Organization
Sirivat Poonvasin	Kasetsart University
Sitthidet Vachirasricirikul	University of Phayao
Somboon Sooksatra	Rangsit University
Somchat Jiriwibhakorn	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Sompnop Rodamporn	Srinakharinwirot University
Sompob Polmai	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Somying Thainimit	Kasetsart University
Songphol Kanjanachuchai	Chulalongkorn University
Suchin Trirongjitmoah	Ubon Ratchatani University
Sudarat Khwanon	Suranaree University of Technology
Sunisa Kunarak	Srinakharinwirot University
Supachai Vorapojpisut	Thammasat University
Supachate Innet	University of the Thai Chamber Commerce
Supakit Kawdungta	Rajamangala university of Technology Lanna Chiang Mai
Suparek Janjarasjitt	Ubon Ratchathani University
Suparek Manitpornsut	University of the Thai Chamber Commerce
Supat Kittiratsatcha	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Supattana Nirukkanaporn	Rangsit University
Suphattra Phetnil	Mahanakorn University of Technology
Surachai Chaitusaney	Chulalongkorn University
Surachoke Thanapitak	Mahidol University
Suradej Tretriluxana	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Surapong Suwankawin	Chulalongkorn University
Suree Pumrin	Chulalongkorn University
Surin Kittitornkun	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Surin Ngaemngam	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Suwannee Adsavakulchai	University of the Thai Chamber Commerce
Suwat Pattaramalai	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Suwit Kiravittaya	Naresuan University,
Tatpong Katanyukul	Khonkhan University
Teeraphon Phophongviwat	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Teerasak Somsak	Rajamankala University of Technology Lanna
Teratam Bunyagul	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thanakorn Khongdeach	Kasetsart University
Thanakorn Namhormchan	Eastern Asia University
Thanapat Promwatthanapakdee	Sripatum University

Reviewer	Organization
Thanaset Thosdeekoraphat	Suranaree University of Technology
Thanatchai Kulworawanichpong	Suranaree University of Technology
Theerawut Chaiyatham	Ubon Ratchathani University
Theerayod Wiangtong	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Thummaros Rugthum	Ubon Ratchathani University
Thumrongrat Amornraksa	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Toempong Phetchakul	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Tosaporn Narongrit	Suranaree University of Technology
Touchai Angchuan	Prince of Songkla University
Ukrit Mankong	Chiang Mai University
Upady Hatthasin	Rajamangala University of Technology Lanna Chiangmai
Usana Tuntoolavest	Kasetsart University
Uthen Kamnarn	Rajamangala University of Technology Lanna
Uthen Leeton	Suranaree University of Technology
Vara Varavithya	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Varakorn Kasemsuan	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Vichakorn Hengsitawat	Sripatum University
Vijit Kinnares	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Vinai Silaruam	Mahanakorn University of Technology
Virote Pirajanchai	Rajamangala University Technology Thanyaburi
Vorapoj Patanavijit	Assumption University
Vuttiapon Tarateeraseth	Srinakharinwirot University
Wachira Chongburee	Kasetsart University
Wanayuth Sanngoen	Sripatum University
Wanchai Chankaipol	Sripatum University
Wanchai Chimchavee	University of the Thai Chamber Commerce
Wanchai Khamsen	Rajamangala University of Technology Lanna Lampang
Wanchai Subsingha	Rangsit University
Wanchak Lenwari	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Wanchalerm Pora	Chulalongkorn University
Wannarat Suntiamorntut	Prince of songkla university
Wannaree Wongtrairat	Rajamangala University of Technology Isan
Warin Sootkaneung	Rajamangala University of Technology Phra Nakorn
Watanyu Meesrisuk	Nakhon Pathom Rajabhat University
Watcharee Veerakachen	Kasetsart University
Wattana Punlumjeak	Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Reviewer**Organization**

Wekin Piyarat	Srinakharinwirot University
Werachet Khanngern	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Wichian Ooppakaew	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Wijittra Petchakit	Walailak University
Wipavan Narksarp	Siam University
Wiroonsak Santipach	Kasetsart University
Wirot Ponglangka	Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Rai
Wirote Sangtungtong	Suranaree University of Technology
Worakarn Wongsachua	Ubon Ratchathani University
Worapong Tangsirat	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Worawat Nakawiro	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Worawat Sangiamvibool	Maharakham University
Wuthiporn Loedwassana	Mahanakorn university of technology
Wuttipong Kumwilaisak	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Wuttiwat Kongrattanaprasert	Rajamangala University of Technology Krungthep
Yongyuth Naras	Siam University
Yutana Chongjarearn	Dhurakij Pundit University
Yuthapong Somchit	Chiang Mai University
Yuttana Kumsuwan	Chiang Mai university
Yuttapong Jiraksopakun	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Yutthana Kanthaphayao	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
ทัศนัย พลอยสุวรรณ	Siam University
นิพนธ์ ทางทอง	Rajamangala University of Technology Krungthep
ประเมศวร์ ห่อแก้ว	Suranaree University of Technology
ปราโมทย์ อนันต์วรพงษ์	Rajamangala University of Technology Krungthep
ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร	Siam University
สายชล ชุตเจื้อจิ้น	Rajamangala University of Technology Krungthep
สุภณ พลสิงห์	Rajamangala University of Technology Krungthep

	Organization	Accept
1	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	4
2	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	12
3	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	5
4	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	0
5	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	3
6	มหาวิทยาลัยธนบุรี	0
7	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	9
8	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	4
9	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	15
10	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	10
11	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	5
12	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	1
13	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	4
14	มหาวิทยาลัยมหิดล	4
15	มหาวิทยาลัยสยาม	0
16	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	0
17	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ	1
18	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	8
19	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย	2
20	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	1
21	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	3
22	มหาวิทยาลัยรังสิต	1
23	มหาวิทยาลัยนเรศวร	1
24	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	0
25	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย	0
26	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	1
27	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	0
28	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	2
29	มหาวิทยาลัยพะเยา	2
30	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	6
31	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	16
32	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	0

	Organization	Accept
33	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์	2
34	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	0
35	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	1
36	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	5
37	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	1
38	วิทยาลัยพณิชยบัณฑิต	1
39	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	1
40	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	4
41	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี	0
42	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน	2
43	วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา	3
44	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์	0
45	มหาวิทยาลัยนอร์ทเชียงใหม่	1
46	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์	1
47	มหาวิทยาลัยศิลปากร (สมทบ)	3
48	อื่นๆ (ไม่ระบุ)	1
ผลรวมทั้งหมด		146

ไฟฟ้ากำลัง Electrical Power System (PW)	27 บทความ
อิเล็กทรอนิกส์กำลัง Power Electronics (PE)	28 บทความ
ไฟฟ้าสื่อสาร Communication (CM)	15 บทความ
ระบบควบคุมและการวัดคุม Control system and Instrument Technology (CT)	11 บทความ
อิเล็กทรอนิกส์ Electronics (EL)	7 บทความ
การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล Digital Signal Processing (DS)	6 บทความ
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ Computer and Information Technology (CP)	12 บทความ
โฟโตนิกส์ Photonics (PH)	2 บทความ
วิศวกรรมชีวการแพทย์ Bio-Electronics (BE)	6 บทความ
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า General Research Related to Electrical Engineering (GN)	32 บทความ
รวม	146 บทความ

เวลา	กิจกรรม
10.00 - 12.00 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมการประชุม และรับเอกสาร
13.00 - 15.00 น.	- การนำเสนอบทความวิชาการ (Parallel Session) ห้อง : ปทุมวัน ปทุมมาศ ปทุมชาติ ปทุมทิพย์ และ A5 - Tutorial 1-2 ห้อง : A2 เรื่อง “ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกและภายใน” โดย บริษัท นาคา เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เรื่อง “แนวโน้มนำไปใช้และการเติบโตของระบบอินเวอร์เตอร์สำหรับเครื่องปรับอากาศและระบบทำความเย็น” โดย บริษัท สยามคอมเพรสเซอร์ อุตสาหกรรม จำกัด (SCI)
15.00 - 15.20 น.	พักอาหารว่าง
15.20 - 17.40 น.	- การนำเสนอบทความวิชาการ (Parallel Session) ห้อง : ปทุมวัน ปทุมมาศ ปทุมชาติ และ ปทุมทิพย์ - ประชุมใหญ่สามัญ สมาคม EEAAT ห้อง : A5 - Tutorial 3-4 ห้อง : A2 เรื่อง “How to Design and Build Your Own Electric Vehicles” โดย รองศาสตราจารย์ ร.อ.ดร.วีระเชษฐ์ ชันเงิน เรื่อง “PWM Techniques for Modern Power Convertors and Their Applications” โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ชาญสุวรรณ์
18.00 - 21.00 น.	งานเลี้ยงต้อนรับ (Welcome dinner) สถานที่ : ริมสระว่ายนํ้า ชั้น 5

Day 2

วันพฤหัสบดีที่ 22 พฤศจิกายน 2561

เวลา	กิจกรรม
08.00 - 09.00 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมการประชุม และรับเอกสาร
09.00 - 09.30 น.	พิธีเปิดการประชุม ห้อง : ทัพบิมสยาม 3
09.30 - 10.10 น.	Keynote Speaker 1: เรื่อง “Advancing Microelectronics Toward Precision Medicine” โดย ศ. ดร. อภินันท์ ธนชยานนท์
10.10 - 10.30 น.	พักอาหารว่าง
10.30 - 11.10 น.	Keynote Speaker 2: เรื่อง "ความก้าวหน้าด้านไฟฟ้าสื่อสารเพื่ออุตสาหกรรมไทย" โดย รศ.ดร. อธิคม ฤกษ์บุตร
11.10 - 11.50 น.	Keynote Speaker 3: เรื่อง “Big Data Analytics & Digital Transformation” โดย รศ. ดร. ชนชาติ นุ่มนนท์
11.50 - 13.00 น.	พักอาหารกลางวัน
13.00 - 15.00 น.	- การนำเสนอบทความทางวิชาการ (Parallel Session) ห้อง : ปทุมวัน ปทุมมาศ ปทุมชาติ ปทุมทิพย์ และ A5 - Tutorial 5-6 ห้อง : A2 เรื่อง “EECU-BEMS and Demand Response Pilot Project for 100 Households in Thailand” โดย รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษศ อุตมวงศ์เสรี เรื่อง “5G Wireless Technology” โดย รองศาสตราจารย์ ดร.สัญญากร วุฒิสัทธาธิกุลกิจ
15.00 - 15.20 น.	พักอาหารว่าง
15.20 - 17.40 น.	- การนำเสนอบทความทางวิชาการ (Parallel Session) ห้อง : ปทุมวัน ปทุมมาศ ปทุมชาติ ปทุมทิพย์ และ A5 - ประชุมคณะกรรมการ EECON-41 ครั้งที่ 5/2561 ห้อง : A2
18.00 - 22.00 น.	งานเลี้ยงรับรอง (Banquet) ห้อง : ทัพบิมสยาม 3

Day 3

วันศุกร์ที่ 23 พฤศจิกายน 2561

เวลา	กิจกรรม
08.30 – 10.30 น.	การนำเสนอบทความทางวิชาการ (Parallel Session) ห้อง : ปทุมวัน ปทุมมาศ ปทุมชาติ ปทุมทิพย์ A5 และ A2
10.30 – 10.50 น.	พักอาหารว่าง
10.50 – 12.10 น.	การนำเสนอบทความทางวิชาการ (Parallel Session) ห้อง : ปทุมวัน ปทุมมาศ ปทุมชาติ - Tutorial 7 ห้อง : ปทุมทิพย์ เรื่อง “โรงเรียนต้นแบบพลังงานทดแทน (Smart Energy School)” โดย พระครูวิมลปัญญาคุณ
12.10 – 13.00 น.	พักอาหารกลางวัน

กำหนดการนำเสนอบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๑

Day 1

วันพุธที่ 21 พฤศจิกายน 2561

วันพุธ ที่ 21 พฤศจิกายน 2561					
Presentation / Tutorial					
13.00-15.00	Room	Session	Paper IDs	Session Chair	Session / Tutorial
					A2
					Tutorial 1: ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกและภายใน
					Tutorial 2: แนวโน้มการนำไปใช้และการเติบโตของระบบอินเวอร์เตอร์สำหรับเครื่องปรับอากาศและระบบทำความเย็น
Coffee Break					
15.20-17.40					
Presentation / Tutorial					
					A5
					Tutorial 3: How to Design and Build Your Own Electric Vehicles
					Tutorial 4: PWM Techniques for Modern Power Convertors and Their Applications

กำหนดการนำเสนอบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๑

Day 2

วันพฤหัสบดีที่ 22 พฤศจิกายน 2561

วันพฤหัสบดี ที่ 22 พฤศจิกายน 2561						
Presentation / Tutorial						
	ปทุมวัน	ปทุมมาศ	ปทุมชาติ	ปทุมทิพย์	A5	A2
13.00-15.00						
Room						
Session	PW3	PE3	GN3	CM2	CP2	
Paper IDs	IPW01, PW12-PW16	IPE01, PE12-PE16	GN14-GN19	ICM02, CM06-CM10	ICP01, CP07-CP11	Tutorial 5: EECU-BEMS and Demand Response Pilot Project for 100 Households in Thailand
Session Chair	รศ.ดร.กัรัตติ ชยะกุลศิริ SUT	รศ.ดร.ทองพัน อารีรักษ์ SUT	รศ.ดร.อธิคม ฤกษ์บุศกร MUT	รศ.ดร.ประยุทธ์ อัครเอกขมาทิน KMUTNB	ศ.ดร.โกสินทร์ จันทน์ไทย KMUTT	Tutorial 6: "5G Wireless Technology
15.00-15.20	Coffee Break					
15.20-17.40	Presentation / Committee Meeting					
Room						
Session	PW4	PE4	GN4	CM3	CT2	
Paper IDs	IPW02, PW17-PW22	IPE02, PE17-PE22	GN20-GN26	ICM03-04, CM11-CM15	ICT02, CT07-CT11, CP12	Committee-Meeting
Session Chair	ศ.ดร.คมสันต์ พงษ์สมบัติ KU	อ. ธีรพัฒน์ ทาอุปละ RMUTT	อ. สุวี รัชชพันธ์ RMUTR	ผศ.ดร.กันต์พงษ์ ศรีสัตรูย์ RMUTR	รศ.ดร.เดชา พวงดาวเรือง SAU	

กำหนดการนำเสนอบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔๑

Day 3

วันศุกร์ที่ 23 พฤศจิกายน 2561

วันศุกร์ ที่ 23 พฤศจิกายน 2561						
Presentation						
08.30-10.30	ปทุมวัน	ปทุมมาศ	ปทุมชาติ	ปทุมทิพย์	A5	A2
Room	PW5	PE5	GN5	EL1	DS1	BE1
Session	PW23-PW27	PE23-PE28	GN27-GN32	IEL01, EL01-EL05	IDS01, DS01-DS05	IBE01, BE01-BE05
Paper IDs	ผศ.ดร.อรรณรัตน์ นภวิภาดาการ	ผศ.ดร.อุเทน ค้านาน	ผศ.ดร.สุจิตวิวัฒน์ คงรัตนประเสริฐ	ผศ.ดร.อำนาจ เรืองวารี	ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล	ผศ.ดร.ไกรสร ไชยชาวงค์
Session Chair	SAU	RMUTL	RMUTK	RMUTT	RMUTT	KMUTNB
10.30-10.50 Coffee Break						
Presentation / Tutorial						
10.50-12.10	ปทุมวัน	ปทุมมาศ	ปทุมชาติ	ปทุมทิพย์	A5	A2
Room	PH1	EL2	Tutorial 7: โรงเรียนต้นแบบ พลังงานทดแทน (Smart Energy School)			
Session	IPH01, PH01-PH02	EL06-EL07, BE06, DS06				
Paper IDs	ผศ.ดร.สมมาตร แสงเงิน	ผศ.ดร.สุโรชิต ชนพิทักษ์				
Session Chair	MUT	MU				

รหัส	ชื่อบทความ	หน้า
ICM01	Reduction of RSSI Variation Caused by Human Movements in a RSSI-based Indoor Localization System	1
ICM02	On the Distribution of Transmit Antennas in MegaMIMO	9
ICM03	การเรียนรู้พื้นที่การครอบคลุมสัญญาณในย่านความถี่เทระเฮิรตซ์โดยใช้กระจกสะท้อน	13
ICM04	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสเปกตรัม 5 จีในกรณีของจำนวนผู้ใช้แบบสุ่ม	21
CM01	เรโซเนเตอร์อันดับที่ศูนย์บนโครงสร้างเสมือนเห็ดสำหรับการตรวจรู้ความเข้มข้นของเหลวผสมในสารละลายโซเดียมคลอไรด์	25
CM02	สายอากาศแนวระนาบต้นทุ่นต่ำโดยใช้แผ่นฐานรองไดโอดีเล็กทริกจากการพิมพ์สามมิติ	29
CM03	สายอากาศรูปทรงคล้ายยาสูบ – อูตะ มัลติอินพุต มัลติเอาต์พุต สำหรับเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย	33
CM04	สายอากาศแท่งอาร์เอฟไอเดียโนยูเอชเอฟที่มีความยืดหยุ่นที่ใช้วงจรขยายการแมตซ์รูป T สำหรับร่างกายมนุษย์	37
CM05	สายอากาศแถวลำดับไดโพลแบบระบายคาบถ็อกแฟร์ทรีตันไม้สำหรับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอเดียโนยูเอชเอฟ	41
CM06	การเลือกผู้ใช้ที่เหมาะสมที่สุดด้วยการสืบค้นไบนารีสำหรับโนมาดาวันลิงค์	45
CM07	การพัฒนาโปรแกรมไพทอนสำหรับการเรียนรู้รหัสรีดโซโลมอนด้วยตนเอง	49
CM08	การทดสอบระบบแปลงกำลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นกำลังงานไฟฟ้าทดแทน	53
CM09	วงจรรขยายแถบผ่านแถบคู่เชิงกระจายต่อเรียงกันสำหรับ WLAN ย่านความถี่ 2.4GHz/5GHz	57
CM10	การชิงโครโนในระบบไฮเปอร์เคออสเพื่อความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูลดิจิทัล	61
CM11	การออกแบบการทดลองเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยเทคโนโลยีอัลตราไวด์แบนด์	65
CM12	การประยุกต์ใช้การสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็นสำหรับพิพิธภัณฑสถานอัจฉริยะ	69
CM13	การศึกษาประสิทธิภาพการสื่อสารผ่านแสงแอลอีดีที่มองเห็นได้	73
CM14	การตรวจสอบแร่ธาตุชนิด NPK ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	77
CM15	การประยุกต์ใช้นวัตกรรมเชิงพันธุกรรมและตัวกรองกาลมานเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยเทคโนโลยีบลูทูธพลังงานต่ำ	81
IEL01	การวิเคราะห์ไดนามิกเรจันท์ของวงกรองความถี่ผ่านต่ำแบบบัพเฟอร์ประมวลผลสัญญาณไอซีจี	85
EL01	วงจรรขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่สร้างขึ้นจากวงจรรสายพานกระแสรุ่นที่ 2 ที่มีการยับยั้งไฟตรง	89
EL02	Modeling and Simulation of a Standalone Photovoltaic Water Pumping System (PWPS)	93
EL03	การสังเคราะห์อุปกรณ์แพสซีฟอันดับย่อยโดยใช้ไอทีเอ-ซี	97
EL04	วงจรมอดูเลต QPSK โดยใช้เทคโนโลยีซีมอส	101
EL05	วงจรรกำเนิดสัญญาณรูปไซน์หลายเฟสสองรูปแบบโดยใช้อุปกรณ์แอกทีฟเพียงอย่างเดียว	105
EL06	วงจรรองแถบความถี่ผ่านการปรับค่าอัตราขยายช่วงความถี่ผ่านสำหรับใช้ในงานวัดสัญญาณชีพ	109
EL07	Optimization of GaSb/GaAs Quantum Dot Size and Density for Photovoltaic Applications	113
ICP01	Analysis of Target User Experiences on TPMAP toward Poverty Alleviation	117
CP01	การประเมินผล IoT LoRaWAN สำหรับเมืองอัจฉริยะ : กรณีใช้ตรวจสอบสภาพแวดล้อม	121
CP02	ผลกระทบของน้ำหนักเมาส์ที่มีต่อความเร็วและความแม่นยำของการชี้ตำแหน่ง	125

รหัส	ชื่อบทความ	หน้า
CP03	การพัฒนาโต๊ะแสดงผลการใช้งานแบบสัมผัสโดยใช้เทคนิค LLP ในการสร้างภาพจากจุดสัมผัส	129
CP04	อัลกอริทึมระบบการจัดการพลังงานภายในบ้าน สำหรับการวิเคราะห์การตอบสนองความต้องการไฟฟ้า	133
CP05	ระบบแจ้งเตือนเหตุฉุกเฉินโดยใช้อุปกรณ์สวมใส่	137
CP06	การประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และเซ็นเซอร์สำหรับเครื่องให้อาหารแมว	141
CP07	การพัฒนาต้นแบบตู้ล็อกเกอร์อัจฉริยะสำหรับใช้งานร่วม	145
CP08	การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างยานพาหนะ	149
CP09	อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งสำหรับระบบบันทึกอุณหภูมิอัตโนมัติ	153
CP10	ต้นแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฟิลด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อสนับสนุนการเกษตรอัจฉริยะ	158
CP11	การออกแบบโมเดลการรู้จำใบหน้าที่ใช้สำหรับหุ่นยนต์โดยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก	162
CP12	ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยการควบคุมความเย็นสะสมของลมจ่ายออก	167
IBE01	การประยุกต์ใช้สนามไฟฟ้าในเทคโนโลยีแล็บบนชิพ	171
BE01	การหาพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของเซลล์เลือดโดยใช้ไดโอดทรานซิสเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์	176
BE02	การพัฒนา ระบบตรวจวัดแคลเซียมออกซาเลตในปัสสาวะเพื่อการคัดกรองโรคนิ่วไต	180
BE03	การพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อตรวจจับภาวะหัวใจห้องบนสั่นพลิ้วจากสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจระยะสั้นประเภท 1 ช่องสัญญาณ	184
BE04	การเปรียบเทียบวิธีการกำจัดคาร์บอนของเบสไลนในสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่วัดจากปลายนิ้วมือ	188
BE05	การประเมินค่าอัตราการเต้นหัวใจด้วยแรงบีบปั๊มเครื่องชั่งน้ำหนัก	192
BE06	การพัฒนา ระบบเฝ้าระวังและตรวจจับความถี่ของผู้ขับขีรถยนต์ด้วยสัญญาณชีวการแพทย์และตัวรับรู้	196
GN01	การโคลนลิ้มของเสาไฟฟ้าคอนกรีต กพท. เนื่องจากอิทธิพลของสายเคเบิลสื่อสารโทรคมนาคม	200
GN02	วิเคราะห์การจ่ายโหลดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและพลังงานสูญเสียรวมของหม้อแปลงไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์	204
GN03	การออกแบบชุดควบคุมอุณหภูมิสำหรับตู้อบขนาดเล็กด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	208
GN04	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบควบคุมความร้อนสำหรับเครื่องผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลขนาดเล็ก	212
GN05	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบควบคุมความเข้มแสงหลอดไฟ LED ที่ใช้ในการปลูกพืช	216
GN06	การลดทอนระยะเวลาแก่สมการเชิงเส้นสำหรับการคำนวณค่าสนามไฟฟ้าด้วยอัลกอริทึมคัทฮิลล์ แมคกี	220
GN07	เอ็มพีพีทีใหม่ลดการเคลื่อนที่มีอัลกอริทึมพีแอนด์ไอสำหรับวงจรแปลงผันพีวีสองภาค	224
GN08	การพัฒนา ระบบให้น้ำและปุ๋ยอัตโนมัติสำหรับแปลงเกษตรแบบไฮโดรโปนิคส์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์	228
GN09	การวางแผนเส้นทางเคลื่อนที่ของรถขนส่งวัสดุอัตโนมัติด้วยวิธีระบบมดแบบกำหนดขอบเขตสูงสุด-ต่ำสุดที่ถูกปรับปรุงเพิ่มเติม	233
GN10	ระบบสายพานอัตโนมัติคัดแยกมะขามขึ้นราในฝัก	237
GN11	เครื่องบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าชนิดต่อเนื่องแบบไร้สายสำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์	241
GN12	การพัฒนาวิธีการวัดมุมในการวิเคราะห์หยดน้ำโดยวิธีการประมวลผลภาพเพื่อประเมินระดับของความไม่ชอบน้ำของผิวฉนวนไฟฟ้า	245

รหัส	ชื่อบทความ	หน้า
GN13	เทคนิคการพิจารณาเพื่อการเชื่อมต่อระบบโซลาร์เซลล์ในโรงงานขนาดใหญ่	249
GN14	การวิเคราะห์สมรรถนะกำลังการผลิตไฟฟ้าด้วยโปรแกรม PVSYST และผลการติดตั้งจริงของสองโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 6 เมกกะวัตต์ พื้นที่ติดตั้งในจังหวัดปราจีนบุรี	253
GN15	ระบบสมองกลฝังตัวสำหรับการจ่ายน้ำแบบรีเวอร์สออสโมซิสแบบพกพาที่สามารถจัดการกำลังไฟฟ้าสามแหล่งจ่าย	257
GN16	การจำแนกลักษณะเฉพาะเพื่อใช้ในการทำนายความเข้มแสงอาทิตย์ โดยใช้การประมวลผลภาพและโครงข่ายประสาทเทียม	261
GN17	เครื่องฝึกฝนการบริหารปอด	266
GN18	การระบุตำแหน่งบนพื้นห้องโดยการสื่อสารด้วยแสงที่สามารถมองเห็นได้	270
GN19	การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเศรษฐศาสตร์และสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดฟิล์มบางและผลึกรวมซิลิคอน	274
GN20	การค้นหาทรานเซอร์ฟังก์ชันอัตโนมัติโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม	278
GN21	การเขียนโปรแกรมเชิงสัญลักษณ์ที่ใช้หาค่าตอบของระบบสมการไม่เชิงเส้นที่มี 8 สมการและ 8 ตัวแปร	282
GN22	การศึกษาและออกแบบระบบฟอกอากาศโดยใช้ก๊าซโอโซน	286
GN23	ปฏิพัฒนาการเพื่อหาขอบเขตบนและล่างของแบบจำลองการสูญเสียในเส้นทางการแพร่กระจายคลื่น	290
GN24	การวิเคราะห์ ผลกระทบจากการติดตั้งต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคาขนาดใหญ่ พิกัด 1 เมกกะวัตต์ ตำบลแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม	294
GN25	ระบบยืม-คืนเครื่องมือห้องปฏิบัติการสำหรับสถาบันการศึกษาผ่านระบบออนไลน์	298
GN26	อุปกรณ์แสดงปริมาณการใช้และประเมินค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าด้วยเวลาจริงผ่านระบบออนไลน์	302
GN27	การวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะกำลังการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ระหว่างแบบติดตั้งบนหลังคา และแบบติดตั้งบนพื้นดิน พิกัด 1 เมกกะวัตต์	306
GN28	ชุดจำลองเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวงจรทอนระดับแรงดันแบบควบคุมกระแส	310
GN29	จิกซอร์วีเอ็ล็กทรอนิกส์	314
GN30	เตียงป้องกันแผลกดทับแบบพลิกตะแคงอัตโนมัติ	318
GN31	การตรวจหาความแก่อ่อนของทุเรียนแบบไม่ทำลายโดยใช้เสียงเคาะ	322
GN32	การออกแบบเครื่องกรองความถี่แบนด์พาสแบบปรับตัวได้	326

การประยุกต์ใช้การสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็นสำหรับพิพิธภัณฑ์อัจฉริยะ

Application of Visible Light Communication for Smart Museum

เติมพงษ์ ศรีเทศ¹ ททา จารวงษ์รังสี² เพชร นันทิวัฒนา¹ ณรงค์ อยู่ถนอม¹ และ ปรีชา กอเจริญ³¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม petch.na@spu.ac.th²ห้องปฏิบัติการวิจัยนาโนอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องกลจุลภาค ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค)³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการนำเทคโนโลยีการสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็นเพื่อประยุกต์ใช้ในการนำเสนอข้อมูลงานศิลปะในพื้นที่จัดแสดงของพิพิธภัณฑ์ ซึ่งเป็นการนำการสื่อสารมาใช้ในลักษณะเป็นฟังก์ชันเสริมของการส่องสว่างปกติที่ใช้ส่องสว่างงานศิลปะ ระบบจะประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ฝังตัวเข้ากับโคมไฟที่ใช้ส่องสว่างภาพเขียนหรืองานศิลปะ ซึ่งจะทำหน้าที่เข้ารหัสเฉพาะของโคมไฟที่มีค่าแตกต่างกันโดยแสงสว่างที่ฉายมีค่าการส่องสว่างเหมือนกันในทุกๆ โคมไฟไม่สามารถแยกได้ว่าโคมไฟที่ส่องสว่างมีข้อมูลส่งมาหรือไม่ หรือมีข้อมูลแตกต่างกันอย่างไร และส่วนวงจรรับจะมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถถอดรหัสข้อมูลการสื่อสารที่แผ่มาที่แสงสว่าง เชื่อมต่อกับสมาร์ตโฟนเพื่อนำรหัสเฉพาะที่ได้ไปประมวลผล จากนั้นจึงแสดงข้อมูลงานศิลปะบนสมาร์ตโฟนในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ เสียง หรือวีดิทัศน์ได้

คำสำคัญ: การสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็น พิพิธภัณฑ์อัจฉริยะ สมองกลฝังตัว

Abstract

This article shows implementation of visible light communications technology for applications in the Museum's exhibition space. Communication is used as an auxiliary function of illumination, usually using a projected luminous at the art work. System will contain an embedded electronic device into a lamp that uses to projected luminous at the art work. Each lamp has the unique code of art work that will be beam to the specific art work. All lamps have light up in the same luminous intensity but provide different information. At the receiver, electronic circuit is used to decode the information from communication's light. The decoded information will pass through the smartphone in order to display the information of the art work in the form of text, image, audio, or video.

Keywords: Visible Light Communication, Smart Museum, Embedded System

1. ข้อมูลทั่วไป

ในโลกปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง มีเทคโนโลยีอุบัติใหม่เกิดขึ้นมากมายภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ของสินค้าและบริการให้ทันนวัตกรรมใหม่ที่ทันสมัย และสามารถแข่งขันบนเวทีการค้าโลกได้ ในการพิจารณาจุดแข็งและ

จุดอ่อนของประเทศไทยเพื่อการป้องกันจุดอ่อนและภัยคุกคาม สามารถทำได้โดยการลดการนำเข้าเทคโนโลยีที่สามารถทำการผลิตได้เองในประเทศ และทำการเพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่างๆด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ การผลักดันนวัตกรรมที่สอดคล้องและมีพื้นฐานจากตลอด แอลอีดี จะเป็นการสร้างมูลค่าของบริการจากการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ อันจะเป็นการสร้างความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมได้ วัตถุประสงค์ของโครงการจึงดำเนินการเพื่อสร้างระบบสื่อสารจากไฟส่องสว่างในพื้นที่จัดแสดงสำหรับพิพิธภัณฑ์อัจฉริยะที่มีคุณสมบัติดังนี้ อุปกรณ์ส่งสัญญาณด้วยแสงที่มองเห็นได้ ต้นทุนต่ำ เพื่อใช้สำหรับการให้ข้อมูลในพิพิธภัณฑ์ อุปกรณ์รับสัญญาณที่มีความสามารถในการถอดรหัสแสงตามมาตรฐาน CP1223 (IEC PT 62943 Visible Light Beacon System for Multimedia Applications) [1] และเล่นไฟล์เสียงพูดได้ มีขนาดเล็ก สามารถพกพาได้ง่าย มีการใช้พลังงานต่ำ สำหรับการรับข้อมูลจากแสงที่ส่องสว่างในพิพิธภัณฑ์ ซึ่งจะระบบต้นแบบสำหรับการพัฒนาในอุตสาหกรรมส่องสว่างอัจฉริยะ (Smart Lighting) และสามารถขยายผลการวิจัยไปสู่ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการส่องสว่างข้อมูลได้เช่น ระบบการระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคาร เป็นต้น

2. การออกแบบและพัฒนา

การประยุกต์การสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็นสำหรับพิพิธภัณฑ์อัจฉริยะ นำการสื่อสารมาใช้ในลักษณะเป็นฟังก์ชันเสริมของการส่องสว่างปกติที่ใช้ส่องสว่างงานศิลปะ โดยจะทำการสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อฝังตัวเข้ากับโคมไฟที่ใช้ส่องสว่างภาพเขียนหรืองานศิลปะ ซึ่งโคมไฟแต่ละดวงจะมีการเข้ารหัสเฉพาะของโคมไฟที่มีค่าแตกต่างกัน แต่แสงสว่างที่ฉายมายังงานศิลปะนั้นจะมีค่าการส่องสว่างเหมือนกันในทุกๆ โคมไฟ ซึ่งหากมองงานศิลปะแล้วจะไม่สามารถแยกได้ว่าโคมไฟที่ส่องสว่างมีข้อมูลส่งมาหรือไม่ หรือมีข้อมูลแตกต่างกันอย่างไร ในส่วนวงจรรับจะมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถถอดรหัสข้อมูลการสื่อสารที่แผ่มาที่แสงสว่าง และนำรหัสเฉพาะที่ได้ไปประมวลผลเพื่อแสดงข้อมูลงานศิลปะบนอุปกรณ์พกพา ในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ เสียง หรือวีดิทัศน์ได้

2.1 การออกแบบและพัฒนาวงจรฝังตัว

ในการพัฒนาด้านส่งสัญญาณแสงที่มองเห็นได้มีการดำเนินการสามส่วนคือ 1) แหล่งกำเนิดแสง 2) วงจรควบคุม และ 3) วงจรเข้ารหัสสัญญาณ โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานดังนี้

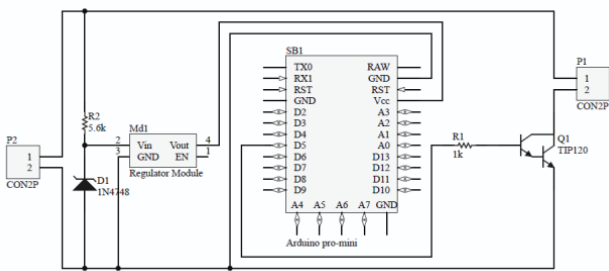
2.1.1 แหล่งกำเนิดแสง

การเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงถือเป็นส่วนสำคัญต่อการออกแบบการส่องสว่างภายในพิพิธภัณฑ์ประเด็นสำคัญที่ใช้ในการเลือกแหล่งกำเนิดแสงสำหรับการส่องในพิพิธภัณฑ์คือแหล่งกำเนิดแสงจะต้องให้ค่าแสง

สว่างที่ใกล้เคียงกับแสงสว่างจากธรรมชาติ หรือแสงจากดวงอาทิตย์ โดยค่าแสงสว่างที่ได้จากแหล่งกำเนิดจะมีการแสดงค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index : CRI) เทียบกับแสงจากธรรมชาติ ซึ่งหากค่า CRI สูงในระดับ 100 จะใกล้เคียงกับแสงจากธรรมชาติมากที่สุด แหล่งกำเนิดแสงที่เลือกมาใช้ในการวิจัยนี้มีค่า CRI ในระดับ 90 นอกจากนี้ต้องพิจารณาประเด็นที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือแสงสว่างเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic radiation) ชนิดหนึ่งซึ่งอาจมีค่ารังสีอัลตราไวโอเลต ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ผ่รวมมามีกับคลื่นแสงที่ถูกสร้างมาจากแหล่งกำเนิดแสง และรังสีอัลตราไวโอเลตนี้เองสามารถทำอันตรายต่ออินทรีย์วัตถุในพิพริกกันซ์ได้ ซึ่งหลอดไฟแอลอีดีมีคุณสมบัติที่ดีเนื่องจากเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วงแคบ ทั้งยังมีอุณหภูมิไม่สูง ไม่ทำให้วัตถุที่ถูกฉายร้อน ดังนั้นการเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงจึงเลือกใช้ไฟรางสปอตไลท์ (Track Light) ชนิดแอลอีดี (LED) แทนที่การใช้หลอดชนิดฮาโลเจน (Halogen Incandescent Lamp)

2.1.2 วงจรควบคุม

ในการส่งสัญญาณการสื่อสารจากแหล่งกำเนิดแสงไปยังอุปกรณ์การรับ จำเป็นจะต้องใช้การควบคุมการเปิดและปิดแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งเมื่อทำอย่างรวดเร็วจะมีลักษณะเป็นการกระพริบของแสงที่มีความเร็วสูงจนกระทั่งสายตามนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ การเปิดและปิดแหล่งกำเนิดแสงดังกล่าวทำได้โดยใช้วงจรควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบให้มีความซับซ้อนต่ำซึ่งจะทำให้มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมาก นอกจากนี้ยังต้องออกแบบให้มีขนาดเล็กเพื่อจะสามารถนำวงจรควบคุมนี้ไปรวมไว้กับอุปกรณ์โคมไฟชนิดต่างๆ ได้ด้วย โดยการทำการดัดแปลงวงจรเพื่อสวิตช์สัญญาณตามมาตรฐาน CP1223 ที่ควบคุมกระแสที่ไหลผ่านไปยังหลอดแอลอีดีด้วยทรานซิสเตอร์ TIP120 ด้วยวงจรที่มีขนาดเล็กที่ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ ซีเนอโรไดโอด ตัวต้านทาน และวงจรควบคุมแรงดันคงที่ วงจรควบคุมและวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ได้ออกแบบและแผ่นวงจรพิมพ์ แสดงดังรูปที่ 1 แผ่นวงจรพิมพ์ที่นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบรวมแล้วเป็นวงจรควบคุมการเปิดปิดแหล่งกำเนิดแสงแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 วงจรควบคุมการเปิดปิดแหล่งกำเนิดแสง



รูปที่ 2 แผ่นวงจรพิมพ์ที่นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบรวมแล้ว

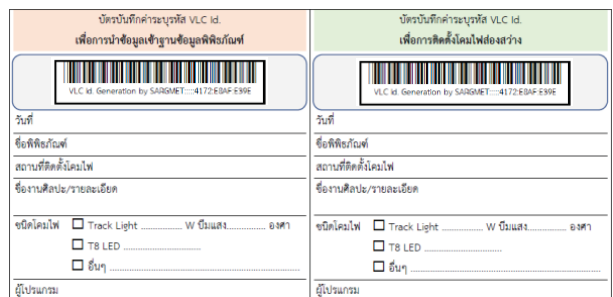
2.1.3 วงจรเข้ารหัสสัญญาณ

วงจรเข้ารหัสสัญญาณมีส่วนประกอบสองส่วนคือ ส่วนอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และส่วน โปรแกรมควบคุม ที่ทำการเข้ารหัสตามมาตรฐาน CP1223 ที่มีรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลทิศทางเดียว ในส่วนฮาร์ดแวร์ ได้

เลือกไมโครคอนโทรลเลอร์คือ Arduino Pro mini เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ในส่วนของโปรแกรมควบคุม ได้ทำการเขียนโปรแกรมต้นแบบเพื่อให้สามารถเรียกใช้ หรือทำการแก้ไขได้โดยง่าย มีโครงสร้างของโปรแกรมชัดเจน การควบคุมการทำงานของวงจรเข้ารหัสสัญญาณสามารถทำได้จากการป้อนโปรแกรมควบคุมผ่านอินเตอร์เฟซบอร์ดที่ต่อผ่านบอร์ดยูเอสบีของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการโปรแกรมสามารถทำได้โดยการโปรแกรมผ่าน Arduino bootloader ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถดาวน์โหลดได้ที่ <http://bit.ly/VLC-kit-lib-manual>

การเข้ารหัสสัญญาณการสื่อสารทางแสงแบบไร้สายเป็นไปตามโปรโตคอลของมาตรฐาน CP1223 ที่ว่าด้วยมาตรฐานการส่งรหัสระบุตัวตนหรือข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ด้านมัลติมีเดียด้วยแสงที่มองเห็น ซึ่งมาตรฐานระบบนี้มีรูปแบบการสื่อสารทิศทางเดียวผ่านตัวกลางแสงที่มองเห็น การกำหนดโปรโตคอลตามมาตรฐาน CP1223 มีการกำหนดสองชั้นคือชั้นฟิสิกคอลล (Physical layer) และชั้นเฟรม (Frame Layer) ที่ความเร็วในการสื่อสาร 4.8 kbps และใช้เทคนิคการมอดูเลตแบบอินเวอร์ต 4 ตำแหน่งพัลส์ (Inverted 4 Pulse Position Modulation, I-4PPM) รูปแบบเฟรมข้อมูลมีโครงสร้างประกอบด้วย 1) ส่วนเริ่มต้นเฟรมที่มีข้อมูลสองส่วนคือส่วนเริ่ม (preamble, PRE) จำนวน 6 บิต และประเภทของเฟรม (frame type, FTYPE) จำนวน 8 บิต เพื่อบุขนิดของข้อมูลในเพย์โหลด 2) ส่วนเพย์โหลด จำนวน 128 บิตสามารถบรรจุรหัสระบุตัวตนหรือข้อมูลตามชนิดที่ระบุไว้ในประเภทของเฟรม และ 3) ส่วนจบเฟรมจำนวน 16 บิต ที่มีการส่งรหัสตรวจสอบบิตผิดพลาด โดยใช้อัลกอริทึม CRC-16 ซึ่งสร้างจากโพลิโนเมียลกำเนิด (Generator polynomial) $\{x^{16} + x^{15} + x^2 + 1\}$ [2]

อีกส่วนสำคัญของการพัฒนางจรเข้ารหัสคือการกำหนดรหัสระบุตัวตน (Identification Code) สำหรับป้อนเข้าสู่วงจรเข้ารหัสในส่วนของเพย์โหลด (Payload) ที่มีความยาว 128 บิต ซึ่งการสร้างรหัสระบุตัวตนนี้ทำได้โดยการโปรแกรมรหัสแบบสุ่ม โดยกำหนดรูปแบบให้มีเลขฐานสองเป็นค่า '0' จำนวน 80 บิต และตามด้วยรหัสแบบสุ่มที่สร้างขึ้นมาจากจำนวน 48 บิต ข้อมูลรหัสระบุตัวตนที่สร้างขึ้นมาจากเลขฐานสองถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบตัวเลขฐาน 16 เพื่อให้สามารถอ่านและตรวจทานได้ง่ายเมื่อนำไปใช้ โดยจะถูกพิมพ์ลงบนสติ๊กเกอร์เพื่อแปะบนโคมไฟ และเอกสารบัตรบันทึกค่าระบุรหัส VLC Id. เพื่อการนำข้อมูลเข้าฐานข้อมูลพิพริกกันซ์ และเพื่อการติดตั้งโคมไฟส่องสว่าง ดังแสดงในรูปที่ 3 บนสติ๊กเกอร์ที่พิมพ์ออกมานั้นนอกจากจะมีรหัสระบุตัวตนในรูปแบบเลขฐาน 16 แล้ว ยังพิมพ์ในรูปแบบบาร์โค้ดเพื่อให้ง่ายในการนำไปใช้งานตอนติดตั้งและโปรแกรมด้วย ในส่วนค่าตัวเลข '0' จำนวน 80 บิต จะใช้สัญลักษณ์ '.' หนึ่งตัวแทนเลข '0' ฐาน 16 จำนวน 4 ตัวในสติ๊กเกอร์



รูปที่ 3 ตัวอย่างเอกสารบัตรบันทึกค่าระบุรหัส VLC Id.

2.2 การออกแบบและพัฒนางจรฝังรับ

วงจรมีลักษณะคล้ายกันกับวงจรมีส่วนประกอบสองส่วนเช่นกันคือ ส่วนอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และส่วนโปรแกรมควบคุม โดยในการออกแบบมีการคำนึงถึงความง่ายในการใช้งานและสามารถทำการถอดรหัสมาตรฐาน CP1223 ได้ ในส่วนฮาร์ดแวร์ ได้เลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega32U4 เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ควบคุมการทำงานของวงจรมีลักษณะคล้ายกันกับโปรแกรมควบคุม ได้ทำการเขียนโปรแกรมให้สอดคล้องกับ Arduino ที่มีความง่ายในการใช้งานและเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับโปรแกรมฝังส่งสัญญาณ บอร์ดวงจรรับที่สร้างขึ้นและลงอุปกรณ์พร้อมใช้งาน แสดงดังรูปที่ 4 โดยการออกแบบสามารถเชื่อมต่อบอร์ดวงจรรับที่พัฒนาขึ้นนี้เข้ากับอุปกรณ์สมาร์ทโฟนเพื่อแสดงผลและควบคุมการทำงานของบอร์ดนี้ผ่านทางโปรแกรมแอนดรอยด์ที่พัฒนาขึ้นให้ติดตั้งบนสมาร์ตโฟน ในรูปที่ 5 แสดงถึงบอร์ดวงจรรับที่ประกอบลงในเคสพลาสติกสำหรับเตรียมพร้อมใช้



รูปที่ 4 บอร์ดวงจรรับที่พัฒนาขึ้น



(ก)



(ข)

รูปที่ 5 (ก) หน้าจอโปรแกรมแอนดรอยด์ที่พัฒนาขึ้นอย่างง่ายในการรับข้อมูลจากบอร์ดวงจรรับเข้าสู่สมาร์ตโฟน และ (ข) หน้าจอตัวอย่างโปรแกรมการแสดงผลบนสมาร์ตโฟนแอนดรอยด์ที่ออกแบบขึ้น

3. การทดสอบการใช้งานเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ

3.1 การทดสอบการรับส่งข้อมูล

ทำการทดสอบการเข้ารหัสสัญญาณและควบคุมการเปิดปิดแหล่งกำเนิดแสงเพื่อกำเนิดสัญญาณตามมาตรฐาน CP1223 และทำการวัดสัญญาณหลังการเข้ารหัส ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยใช้โคมไฟจาก Maxblue ขนาด 20 W มีระยะการสื่อสารได้มากกว่า 40 เมตร ในการสื่อสารภายในอาคาร

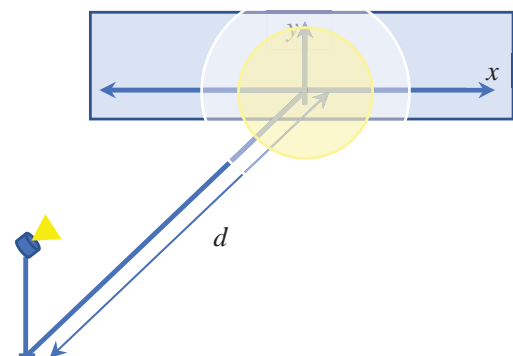


รูปที่ 6 สัญญาณรหัส VLC Id. หลังการเข้ารหัส

3.2 การทดสอบระยะห่างและมุมที่เหมาะสมในการรับสัญญาณ

จากการทดสอบระยะการรับส่งข้อมูลของโคมไฟจาก Maxblue ขนาด 20 W มุมการกระจายแสง 38 องศา มีระยะการสื่อสารได้มากกว่า 40 เมตร ในการสื่อสารภายในอาคาร ระยะห่างดังกล่าวมากเพียงพอที่จะนำมาใช้ในระบบพิพิธภัณฑ์อัจฉริยะของโครงการที่มีระยะห่างจากโคมไฟส่องสว่างซึ่งงานศิลปะในระยะ 2 – 8 เมตรเท่านั้น โดยในการประเมินเบื้องต้นจากภาพจิตรกรรมโดยทั่วไปของหอศิลป์ วิทยาลัยช่างศิลป์ และพิพิธภัณฑ์ที่ได้เข้าสำรวจ งานจิตรกรรมส่วนใหญ่มีขนาดความกว้างน้อยกว่าสองเมตร การทดสอบหาระยะห่างและมุมที่เหมาะสมในการรับแสงจึงพิจารณาทำการทดสอบในเดือนมิถุนายนนี้

ในการรับส่งสัญญาณ นอกจากมุมการกระจายแสงของแหล่งกำเนิดแสงที่มีผลต่อการรับแล้ว มุมการรับแสงของอุปกรณ์โฟโตไดโอดก็เป็นปัจจัยหลักด้วย ในโครงการนี้เลือกใช้โฟโตไดโอดของ OSRAM รุ่น SFH213 ที่มีมุมการรับแสง 10 องศา ซึ่งมุมการวางอุปกรณ์ตัวรับต่ออุปกรณ์ตัวส่งจะมีผลต่อการรับสัญญาณ และเป็นข้อดีของการนำมาใช้กับระบบพิพิธภัณฑ์อัจฉริยะด้วย เนื่องจากระบบการสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็นของพิพิธภัณฑ์อัจฉริยะเป็นการให้ข้อมูลรหัสระบุตัวตนเฉพาะของแต่ละงานศิลปะที่ถูกส่งออกมาพร้อมกับการส่องสว่างที่ฉายเน้นไปยังงานนั้นๆ ดังนั้นมุมในการรับแสงที่แคบจะทำให้การรบกวนกันของข้อมูลแสงจากแหล่งกำเนิดอื่นๆข้างเคียงมีผลกระทบน้อยลงด้วยเช่นกัน ในการทดสอบทำการปิดแหล่งกำเนิดแสงอื่น ๆ มีเพียงแสงจากภายนอกเล็กน้อยซึ่งมีค่าแสงพื้นหลัง (ambient light) อยู่ที่ 3 lux การทดสอบเริ่มต้นด้วยการติดตั้งโคมไฟรางในระยะห่าง (d) ต่างๆของการทดสอบ โดยให้ฉายแสงไปยังตำแหน่ง $x = 0$ และ $y = 0$ ดังรูปที่ 7 ซึ่งจากลักษณะของการกระจายแสงของโคมไฟรางที่ให้แสงสมมาตร ความเข้มแสงที่ตำแหน่งทั้งสามคือ $(x = 1.0, y = 0)$ เมตร, $(x = -1.0, y = 0)$ เมตร และ $(x = 0, y = 1.0)$ เมตร จึงมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ผลการทดสอบการกระจายความเข้มแสงของโคมไฟราง Maxblue ขนาด 20 W แสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 7 รูปแบบทดสอบการกระจายแสงของโคมไฟราง Maxblue

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการกระจายแสงของโคมไฟราง Maxbluc

ระยะห่าง, d (เมตร)	ระยะห่างในแนวแกน x (เมตร)		
	0	0.5	1.0
2.5	662 lux	430 lux	121 lux
3.0	460 lux	354 lux	142 lux
3.5	347 lux	291 lux	147 lux
4.0	279 lux	241 lux	146 lux
5.0	177 lux	163 lux	119 lux

อีกส่วนหนึ่งของการทดสอบรวมกับการทดสอบการกระจายแสงของโคมไฟคือการทดสอบการรับสัญญาณ ซึ่งการทดสอบทุกตำแหน่งในตารางที่ 1 วงจรรับสามารถรับสัญญาณที่สื่อสารออกมาทางแสงได้ถูกต้องทุกตำแหน่ง โดยการวางอุปกรณ์ตัวรับนั้น ทำการวางในลักษณะมุมการรับขนานกับมุมการส่ง และทำการทดสอบตำแหน่งที่สามารถรับสัญญาณได้จากแกน x มากที่สุดที่ระยะห่างของแหล่งกำเนิด d เท่ากับ 5 เมตรเมื่อทำการวางมุมการรับและมุมการส่งขนานกันคือ ระยะ $(x = 1.75, y = 0)$ เมตร ที่ความเข้มแสง 50 lux และหากทำการหันมุมการรับของวงจรรับไปยังแหล่งกำเนิดแสง ตำแหน่งที่สามารถรับสัญญาณได้ห่างจากแกน x มากที่สุดที่ระยะห่างของแหล่งกำเนิด d เท่ากับ 5 เมตร คือ ระยะ $(x = 3.2, y = 0)$ เมตร ที่ความเข้มแสง 10 lux ซึ่งจากค่าการทดสอบดังกล่าวสามารถคำนวณมุมการส่งสัญญาณคือ หากมุมการรับและมุมการส่งขนานจะมีมุมการส่งสัญญาณ 19.29 องศา แต่หากหันมุมการรับของวงจรรับไปยังแหล่งกำเนิดแสงจะมีมุมการส่งสัญญาณ 32.62 องศา

4. การเตรียมการใช้งานในสถานที่จริง

ในสวนการใช้งานในสถานที่จริง ได้รับการสนับสนุนสถานที่สำหรับการติดตั้งเพื่อทดสอบระบบที่วิทยาลัยช่างศิลป์ สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ กระทรวงวัฒนธรรม ตั้งอยู่ที่เขตลาดกระบัง ทำการปรับปรุงบริเวณห้องแสดงนิทรรศการให้เป็นส่วนแสดงภาพจำลองจิตรกรรมไตรภูมิภูมิกถา สมัยรัชกาลที่ 9 [3] ที่ทางวิทยาลัยช่างศิลป์เป็นหน่วยงานหลักของประเทศไทยในการเก็บรักษางานศิลปะชิ้นนี้ ข้อมูลภาพจะถูกถ่ายทอดผ่านอุปกรณ์แสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ที่แสดงผลโดยอัตโนมัติเมื่อได้รับแสงสว่างจากโคมไฟส่องภาพแต่ละภาพ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกแสดงผลที่แตกต่างกัน เมื่ออยู่ในบริเวณที่แสดงภาพแต่ละภาพ การทดสอบที่หอศิลป์ แสดงในรูปแบบที่ 8 นอกจากนี้ในภาพรวมและรายละเอียดของโครงการจะนำเสนอผ่านแผ่นป้ายแนะนำโครงการขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่ด้านหน้า พื้นที่หอศิลป์ วิทยาลัยช่างศิลป์ดังแสดงในรูปแบบที่ 9 จากการติดตั้งภาพจำลองไตรภูมิภูมิกถา จำนวน 11 ภาพ ภายในห้องแสดงนิทรรศการ



รูปที่ 8 การทดสอบที่หอศิลป์

รูปที่ 9 รายละเอียดของโครงการ

5. สรุป

การนำเทคโนโลยีการสื่อสารด้วยแสงที่มองเห็นเพื่อประยุกต์ใช้ในการนำเสนอข้อมูลงานศิลปะในพื้นที่จัดแสดงของพิพิธภัณฑ์สามารถทำให้มีความกลมกลืนกับการส่องสว่างงานศิลปะเดิมได้ แสงสว่างที่จำมีค่าการส่องสว่างเหมือนกันในทุกๆ โคม ไม่สามารถแยกได้ว่าโคมไฟที่ส่องสว่างมีข้อมูลส่งมาหรือไม่ หรือมีข้อมูลแตกต่างกันอย่างไร ในส่วนวงจรรับสามารถถอดรหัสข้อมูลการสื่อสารที่แฟงมากับแสงสว่างเชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟนเพื่อแสดงข้อมูลงานศิลปะบนสมาร์ทโฟนในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ เสียง หรือวีดิทัศน์ได้ ระบบนี้ถูกติดตั้งจริงที่ห้องจัดแสดงหอศิลป์ วิทยาลัยช่างศิลป์ สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ กระทรวงวัฒนธรรม

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทํากิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี พ.ศ. 2559 จากโครงการระบบสื่อสารจากไฟส่องวัตถุในพื้นที่จัดแสดงสำหรับพิพิธภัณฑ์อัจฉริยะ

เอกสารอ้างอิง

- [1] JEITA, JEITA visible light communication standards, URL: http://www.jeita.or.jp/cgi-bin/standard_e/list.cgi?ateid=1&subcateid=50. [Accessed 26/6/2015]
- [2] Petch Nantivatana, Kata Jaruwongrungee, Tempong Sried, Piya Kovintavewat, and Preecha Kocharoen, "Visible Light Communication Development Kits Compliant to CP1223 Standard," The 31st International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2016), 10 – 13 July 2016, Okinawa Pref. Municipal Center, Okinawa, Japan, pp.69 – 72.
- [3] สันัน รัตนะ, "จิตรกรรมไตรภูมิ สมัยรัชกาลที่ 9," วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ฉบับที่ 8(2), หน้า 35-50, 2559.