

## ข้อเสนอโครงงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### 1. ชื่อโครงงาน

(ภาษาไทย)                      ปลอกคอแมวอัจฉริยะ  
(ภาษาอังกฤษ)                  Smart Cat Collar

#### 1.1 ชื่อนิติ (หัวหน้าโครงงาน)

นาย ศศิ ศิตติธนะพันธ์

#### 1.2 ชื่อนิติ (ชื่อผู้ร่วมงาน)

-

#### 1.3 ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

1. อ.ดร. วิธวัช ตั้งตรงไพโรจน์	ที่ปรึกษาหลัก
2. ผศ. ดร.ชัยพร ใจแก้ว	ที่ปรึกษาร่วม
3. ผศ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	ที่ปรึกษาร่วม
4. รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม	ที่ปรึกษาร่วม

#### 1.4 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากในการเลี้ยงแมวความปลอดภัยของแมวถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการเลี้ยง โดยสิ่งที่มีผลต่อความปลอดภัยนั้นคือพฤติกรรมที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไปของแมว หรือไม่ว่าจะเป็นการที่แมวมีการหนีออกจากบ้านไปและอาจจะหายไป ผู้จัดทำจึงต้องการอุปกรณ์ในการช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้จึงได้ทำโครงงานนี้ออกมา

#### 1.5 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. แก้ปัญหาแมวหนีออกจากบ้าน หรือ หาแมวไม่เจอ
2. ติดตามพฤติกรรมของแมว

#### 1.6 เป้าหมายของโครงงาน

1. สามารถทราบตำแหน่งของแมวได้
2. สามารถทราบได้ว่าแมวมีการออกนอกพื้นที่ที่กำหนดไว้
3. สามารถทราบได้ว่าแมวกำลังทำพฤติกรรมอะไรอยู่

#### 1.7 ขอบเขตของโครงงาน















มีการแสดงค่าของตำแหน่งปัจจุบันของแมวและมีการแจ้งเตือนเมื่อแมวกำลังออกนอกพื้นที่ที่กำหนดไว้ รวมถึงมีการใช้งาน machine learning ในการดูว่าปัจจุบันแมวกำลังทำพฤติกรรมอะไรอยู่ โดยตัวปลอกคอเองจะเป็นตัวตัดสินใจว่าปัจจุบันแมวกำลังทำพฤติกรรมอะไรอยู่

## 2. ทบทวนวรรณกรรม

ฟังก์ชันต่างๆที่กล่าวมานั้นมีวิธีทำได้หลากหลายแบบ หลากหลายอุปกรณ์ ซึ่งจากการหาข้อมูลมานั้นสามารถสรุปของแต่ละฟังก์ชันแยกกันไปได้ดังนี้

1. **การติดตามตำแหน่ง** จะเป็นการใช้ระบบของ GPS(Global Positioning System) เพื่อดูตำแหน่งของละติจูด และ ลองจิจูด ซึ่งในส่วนนี้สามารถใช้อุปกรณ์ ATGM336H (อ้างอิงจาก “Developing a Smart Dog Collar for Enhanced Canine Welfare”[1]) หรืออาจจะเป็นอุปกรณ์ antrackerA9G (อ้างอิงจาก “Intelligent pet protection system based on IoT devices”[2]) หรืออาจจะเป็นอุปกรณ์ Adafruit Ultimate GPS FeatherWing Module (อ้างอิงจาก “อุปกรณ์ขนาดเล็กสำหรับติดตามตำแหน่งและเก็บข้อมูลจากสัตว์” [3])
2. **ระบบแจ้งเตือนเมื่อออกนอกพื้นที่ที่กำหนด** ตรงส่วนนี้เราจะใช้วิธี Geofencing โดยการที่จะเป็นการระบุขอบเขตของพื้นที่ด้วยการใช้ ละติจูด ลองจิจูด ในการนำมาคิดคำนวณ และ เมื่อออกนอกขอบเขตที่กำหนดเมื่อไหร่จะมีการแจ้งเตือนไปที่แอปของเจ้าของทันที (อ้างอิงจาก “TechTarget: Geofencing” [4])
3. **การตรวจจับพฤติกรรมของแมว** เป็นการใช้งานอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูล Accelerometer, Gyroscope, Magnetometer เพื่อระบุการเคลื่อนที่ของแมวว่าการขยับไปในทิศทางใดโดยจะนำข้อมูลมาใช้ machine learning ในการแยกประเภทของการเคลื่อนไหว โดยมีโมเดลที่น่าสนใจได้แก่ Random Forest, Self-Organizing Maps (SOMs) (อ้างอิงจาก “The Use of Triaxial Accelerometers and Machine Learning Algorithms for Behavioural Identification in Domestic Cats”[5]) โดยมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ตำแหน่งของการวางเซนเซอร์ซึ่งมีผลต่อความแม่นยำของการจัดประเภทได้ และเหตุผลที่เราจำเป็นต้องใช้เซนเซอร์ทั้ง 3 ตัวนี้เลยเพราะจะมีความแม่นยำมากที่สุด และสามารถแยกประเภทพฤติกรรมได้ทั้งหมดหลากหลายอย่างมากขึ้น (อ้างอิงจาก “Sensor Data Fusion for Enhanced Monitoring”[6])

ตารางเปรียบเทียบปลอกคอต่างๆในตลาด

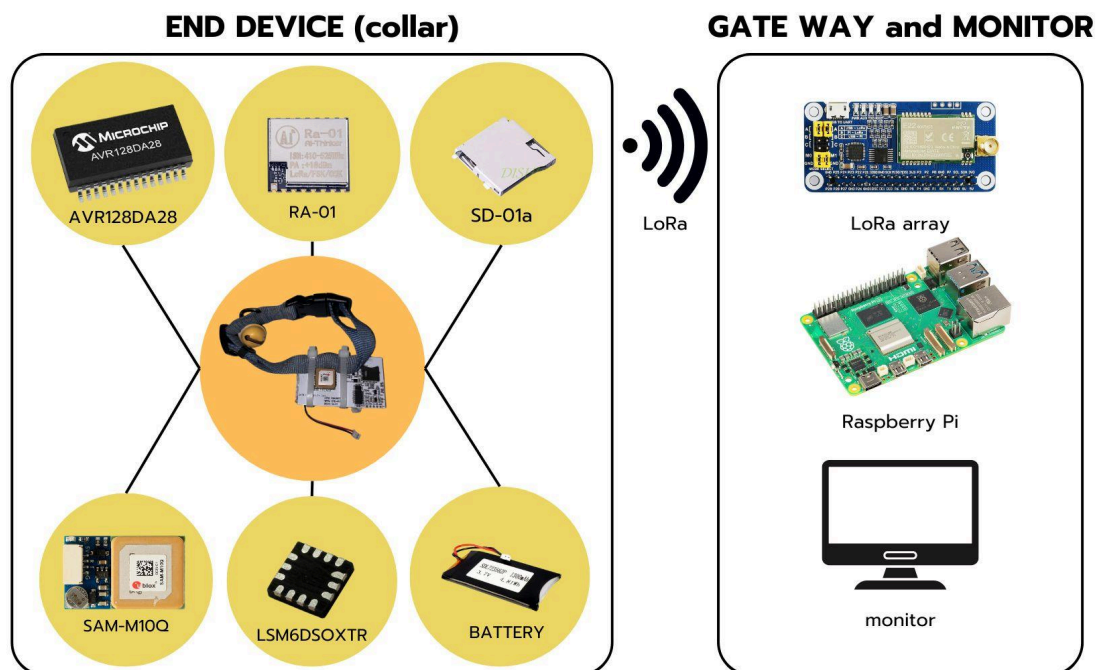
product name	animal	battery(per 1 charge)	weight	price	gps	geofencing	activity tracking
PetPace Health 2.0 [7]	dog	up to 3 weeks	60/90/100	299\$			
Catmos - The Smart Cat Collar [8]	cat	2 weeks	9 g	79\$			
Tractive CAT Mini [9]	cat	up to 7 days	25.5 g	49.99\$			
pawfit 3 [10]	cat	up to 6 days	27 g	£54.99			
telonics collar [11]	wildlife	up to 5 years	50 g	-			
Lotek [12]	wildlife	up to 5 years	650g	-			
Vertex Collar [13]	wildlife	up to 8 years	830g	-			
Smart Cat Collar	cat	up to 1 years	-	-			

### 3. รายละเอียดของโครงการงาน

จะแบ่งการทำงานออกมาเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่

1. End Device หรือส่วนของปลอกคอ ซึ่งจะใช้บอร์ดของทางห้องปฏิบัติการ iwing นั้นคือบอร์ด LoRa Tracker IWING, CPE-KU 2024-12-17 ซึ่งจะมีชิปที่ใช้ในงานนี้ดังนี้
  - AVR128DA28 – ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 8 บิตจาก Microchip ใช้สำหรับงานระบบสมองกลฝังตัว (Embedded) และการประมวลผลที่ใช้พลังงานต่ำ
  - SAM-M10Q – โมดูล GNSS (GPS) จาก u-blox ใช้สำหรับการระบุตำแหน่งที่แม่นยำ เหมาะกับงานนำทางและติดตามตำแหน่ง
  - LSM6DSOXTR – เซ็นเซอร์ IMU แบบ 6 แกน (Accelerometer + Gyroscope) ใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหวและการหมุนของวัตถุ
  - RA-01 – โมดูลสื่อสารไร้สาย LoRa (Long Range) ที่ใช้ชิป SX1278 เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลระยะไกลด้วยพลังงานต่ำ เช่น ระบบ IoT
  - SD-01A – โมดูลอ่าน/เขียนการ์ด SD ใช้สำหรับเก็บข้อมูลในระบบสมองกลฝังตัว
2. Gateway ส่วนสำหรับรับสัญญาณจาก End Device โดยจะมีบอร์ด 2 อย่างได้แก่
  - LoRa array ตัวรับข้อมูลจาก Adafruit Feather M0 LoRa Radio Module และคอยส่งข้อมูลไปที่ Raspberry pi
  - Raspberry pi ที่จะเป็นตัวประมวลผลข้อมูลและแสดงผลออกทางหน้าจอ

#### 3.1 ภาพรวมของโครงการงาน



#### 3.2 ระบบ/เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้

1. LoRa Tracker IWING, CPE-KU 2024-12-17
  - 1.1. AVR128DA28
  - 1.2. SAM-M10Q
  - 1.3. LSM6DSOXTR
  - 1.4. RA-01
  - 1.5. SD-01A
2. LoRa Array
3. Raspberry Pi

#### 3.3 รายละเอียดขอบเขตของโครงการงาน

ลำดับ	คุณสมบัติของโครงการที่เสนอ	สิ่งส่งมอบ (Deliverable)	วิธีการประเมิน/ผู้ประเมิน	ดัชนีในการประเมิน (KPI)	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
-------	----------------------------	--------------------------	---------------------------	-------------------------	------------------------

เตรียมความพร้อม	ร่างขอบเขตของโครงการวิศวกรรม	ผลการวิเคราะห์โครงการด้วย MindMap (AS#1,2,#3)	ประเมินเชิงคุณภาพ/อาจารย์ประจำวิชา+อาจารย์ที่ปรึกษา	คุณภาพของงานระดับชั้นของ MindMap	คุณภาพระดับดีขึ้นไป MindMap มีความลึกเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3 ระดับในแต่ละกิ่ง
	การศึกษาทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิศวกรรมที่เสนอ	ตารางเปรียบเทียบงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่เสนอ (AS#2)	ประเมินเชิงคุณภาพ/อาจารย์ประจำวิชา+อาจารย์ที่ปรึกษา	คุณภาพของงานจำนวนงานที่เกี่ยวข้อง	คุณภาพระดับดีขึ้นไปจำนวน 2 หน้า A4 ใน AS#2 จำนวนงานที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่า 20 งานใน AS#2 และ
		การทบทวนวรรณกรรม(AS#2)			
	ร่างขอบเขตข้อเสนอโครงการวิศวกรรม	Project Charter(AS#3)	ประเมินเชิงคุณภาพ/อาจารย์ที่ปรึกษา+ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	ความสอดคล้องกับความต้องการ	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
	ข้อเสนอโครงการวิศวกรรม	รายงานข้อเสนอโครงการวิศวกรรม + Project Charter ฉบับจริง + เอกสารประกอบ (ตารางความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย)	ประเมินเชิงคุณภาพ/อาจารย์ที่ปรึกษา+ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	ความสอดคล้องกับความต้องการความเหมาะสม (ปริมาณและความยากง่ายของโครงการที่เสนอ) ประโยชน์ที่ผู้มีส่วนได้เสียได้รับ	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ระดับความเหมาะสมมากขึ้นไป (7/10) ระดับของผลประโยชน์มากขึ้นไป (7/10)
1	การติดตามตำแหน่งของปลอกคอ	ใช้ระบบ GPS โดยการใช้ SAM-M10Q เพื่อติดตามตำแหน่ง	การติดตามตำแหน่งมีความแม่นยำและ realtime	ตำแหน่งผู้สวมใส่อยู่จริงกับตำแหน่งที่ขึ้นบน GPS	ตำแหน่งคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เมตร
2	ระบบแจ้งเตือนเมื่อปลอกคอออกนอกพื้นที่ที่กำหนด	ใช้การทำ Geofencing เพื่อจำกัดขอบเขตของผู้สวมใส่ และทำการแจ้งเตือนไปยังเว็บหรือแอปที่มีพื้นที่	การทำ Geofencing ทำได้จริงและแม่นยำ	เมื่อออกนอกเขตที่กำหนดไว้ ต้องมีการแจ้งเตือนทางหน้าจอ	เมื่อออกห่างจากเขตที่กำหนดไว้ 2 เมตร ต้องมีการแจ้งเตือนในทันที และ ไม่มีการแจ้งเตือนเมื่อยังไม่ออกจากเขตที่กำหนด
3	ระบบตรวจจับพฤติกรรม	ใช้ machine learning ในการตัดสินใจว่าการขยับในปัจจุบันเป็นพฤติกรรมใด โดยเก็บข้อมูลด้วย LSM6DSOXTR	สามารถตัดสินใจพฤติกรรมได้อย่างแม่นยำ	สามารถตัดสินใจพฤติกรรมได้ว่าปัจจุบันผู้สวมใส่กำลังทำพฤติกรรมใดอยู่	มีความแม่นยำในการตัดสินใจมากกว่า 80%

#### 4. วิธีการดำเนินการ

เริ่มจากการนำอุปกรณ์มาทดลองใช้แยกตามฟังก์ชันต่างๆกันได้แก่เรื่อง GPS และ การตรวจจับพฤติกรรม โดยในเรื่อง GPS จะประกอบไปด้วยการระบุตำแหน่งปัจจุบัน และการทำ geofencing โดยส่วนเรื่องของการตรวจจับพฤติกรรมจะดูใช้ค่าของ Acceleration, Gyroscope, Magnetomete ที่เก็บจากตัวอย่างมาใช้ machine learning ในการดูว่าค่าแบบใดเป็นพฤติกรรมแบบใด

##### 4.1 แนวคิด/หลักการที่ใช้ออกแบบ

1. แนวคิดการใช้อุปกรณ์สำหรับ GPS

ใช้ โมดูล SAM-M10Q ที่มีอยู่ในบอร์ด LoRa Tracker IWING ในการอ่านค่าตำแหน่งปัจจุบัน (Latitude, Longitude, และ Timestamp) โดยโมดูลนี้สามารถให้ข้อมูลที่แม่นยำสำหรับการติดตามตำแหน่ง

2. แนวคิดการตรวจจับพฤติกรรม

ใช้ LSM6DSOXTR ที่ติดตั้งภายในบอร์ด LoRa Tracker IWING เพื่ออ่านค่าการเคลื่อนไหวของปลอกคอ โดยสามารถวัด Acceleration (ความเร่ง), Gyroscope (การหมุน)

ข้อมูลการเคลื่อนไหวจะถูกบันทึกลงใน SD-01A (โมดูล SD card) ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาพัฒนาโมเดล machine learning และนำโมเดลเข้ามาประมวลผลโดย AVR128DA28 บนบอร์ดเพื่อลดภาระของการส่งข้อมูลทั้งหมดไปยัง Gateway วิธีนี้ช่วยให้ปลอกคอสามารถ "วิเคราะห์พฤติกรรม" และตัดสินใจในตัวเองได้ เช่น ตรวจจบบอกกำลัง ยืน,นอน,นั่ง

1. แนวคิดการส่งข้อมูล

ใช้ RA-01 (โมดูล LoRa) ที่มีอยู่ในบอร์ด LoRa Tracker IWING เพื่อส่งข้อมูลตำแหน่ง GPS และพฤติกรรมของสัตว์ไปยัง Gateway และแสดงผลบน monitor

##### 4.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ทดลองใช้อุปกรณ์แต่ละชิ้นเพื่อความคุ้นเคย
2. ทำการเก็บค่าข้อมูล Acceleration, Gyroscope, Magnetomete จากตัวอย่างเพื่อนำมาใช้ machine learning เพื่อได้ค่าข้อมูลตัวอย่างของแต่ละพฤติกรรมสำหรับใช้ในการตัดสินใจว่าค่าใดเป็นพฤติกรรมใด
3. ทำการทดสอบระบบ GPS และ geofencing ก่อนให้มีการอ่านค่าที่ถูกต้อง
4. นำอุปกรณ์มาใช้งานจริงให้มีทั้งระบบ GPS และตรวจจับพฤติกรรม

#### 4.3 แผนการดำเนินการ/ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ

ลำดับ	กิจกรรม/กิจกรรมย่อย	ผลลัพธ์/สิ่งส่งมอบ (สัมพันธ์กับตารางที่ 2)	สัปดาห์	วันส่งมอบ	ช่วงเวลา ดำเนินการ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
						2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	1	2	1	2
						/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
						6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
						6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8
0	การเตรียมข้อเสนอโครงการ	AS#1,AS#2	8	08/01/67	12/12/66-08/01/67	x	x															
	การศึกษางานที่เกี่ยวข้อง					x	x															
	การเก็บข้อมูลความต้องการจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง					x	x															
	ร่างโครงการวิศวกรรม	Project Charter AS#3		26/01/67	07/01/67-26/01/67		x	x														
	ข้อเสนอโครงการวิศวกรรม	ข้อเสนอโครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์		130/2/67	26/01/67-13/02/67		x	x														
1	การวิเคราะห์ความต้องการ(เพิ่มเติม)	ขอบเขตที่ชัดเจน	2	02/02/67	13/01/67-02/02/67		x	x														
2	การวางแผน	ตารางที่ 3 ที่มีรายละเอียดที่ชัดเจน	5	02/02/67	13/01/67-02/02/67		x	x														
3	การออกแบบอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์ hardware ที่ใช้	10	27/02/67	26/01/67-27/02/67		x	x														
4	ระบบ GPS	ฟังก์ชัน GPS และการทำระบบ geofencing	25	31/01/68	01/02/67-31/01/68			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	เตรียมอุปกรณ์	เตรียมอุปกรณ์สำหรับวัดตำแหน่ง	5	13/12/67	01/02/67-13/12/67			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	ทำระบบตรวจจับตำแหน่ง	อ่านค่าตำแหน่งจากอุปกรณ์	5	20/12/67	13/12/67-20/12/67														x			
	ทำระบบ geofencing	ทำระบบให้กำหนดขอบเขต geofencing	5	31/12/67	21/12/67-31/12/67														x			
	สื่อสารข้อมูลกับทาง gateway	สื่อสารข้อมูลผ่านระบบ LoRa	10	31/01/68	01/01/68-31/01/68																x	
	ทดสอบการทำงานของฟังก์ชันเกี่ยวกับ GPS	การแสดงผลแม่นยำและถูกต้อง	5	31/01/68	01/12/67-31/01/68														x	x		
5	ระบบตรวจจับพฤติกรรม	ตรวจจับพฤติกรรมและการทำ machine learning	35	31/01/68	01/02/67-31/01/68			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	เตรียมอุปกรณ์	เตรียมอุปกรณ์สำหรับวัด Acceleration, Gyroscope, Magnetometer	5	13/12/67	01/02/67-13/12/67			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	เก็บข้อมูลจากตัวอย่าง	เก็บค่าการเคลื่อนที่ของแมวที่สวมใส่	5	13/12/67	09/12/67-13/12/67														x			
	นำข้อมูลมาวิเคราะห์	นำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์โดย machine learning	10	31/12/67	13/12/67-31/12/67														x			
	ทำให้อุปกรณ์ตัดสินใจพฤติกรรมได้เอง	นำโมเดลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาใส่ในอุปกรณ์เพื่อให้อุปกรณ์ตัดสินใจ	10	31/01/68	01/01/67-31/01/68															x		
	ทดสอบการทำงานของฟังก์ชันเกี่ยวกับการตรวจจับพฤติกรรม	สามารถตรวจ พฤติกรรม และ ปังจ้ยภายนอกได้อย่างแม่นยำ รวมทั้งแสดงผลอย่างถูกต้อง	5	31/01/68	01/12/67-31/01/68														x	x		
5	การทดสอบการทำงานของฟังก์ชันทั้งหมด	ต้องทำฟังก์ชันทุกอย่างพร้อมกันได้ และใช้งานได้จริงอย่างแม่นยำและถูกต้อง	5	31/01/68	31/01/68-03/02/68															x	x	

ลำดับ	กิจกรรม/กิจกรรมย่อย	ผลลัพธ์/สิ่งส่งมอบ (สัมพันธ์กับตารางที่ 2)	สัดส่วน	วันส่งมอบ	ช่วงเวลา ดำเนินการ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
						2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	1	2
						/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
						6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
						6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8
6	การส่งมอบโครงการและการแสดงผลงานโครงการวิศวกรรม	โครงการวิศวกรรมและเอกสารนำเสนอ	5	11/02/68	11/02/68															x
7	การส่งมอบรายงานโครงการวิศวกรรม	รายงานโครงการวิศวกรรม	5	25/02/68	25/02/68															x

##### 5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1. แก้ปัญหาการตามแมวไม่เจอ
2. แก้ปัญหาเรื่องการทราบว่แมวออกนอกบ้านไปตอนไหน
3. ช่วยติดตามสุขภาพของแมว
4. พัฒนาความรู้ของผู้จัดทำด้าน IOT และ machine learning



## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Haverkämper, M. (2022). "Developing a Smart Dog Collar for Enhanced Canine Welfare". [https://essay.utwente.nl/96533/1/Haverkaemper\\_BA\\_EEMCS.pdf](https://essay.utwente.nl/96533/1/Haverkaemper_BA_EEMCS.pdf)
- [2] Xu, Y., Wei, R., Mao, R., Zheng, Z., Nie, D., Xu, Z., & Tian, C. (2022). "Intelligent pet protection system based on IoT devices". <https://ieeexplore.ieee.org/document/9856199>
- [3] พอเพียง มณีสวัสดิ์. (2022). "อุปกรณ์ขนาดเล็กสำหรับติดตามตำแหน่งและเก็บข้อมูลจากสัตว์". <https://ecourse.cpe.ku.ac.th/projar/project/details/1592/>
- [4] Awati, R. (2022). "What is geofencing and how is it used? – TechTarget Definition". <https://www.techtarget.com/whatis/definition/geofencing>
- [5] Michelle, S., Seer, J., Rene, A., Christopher, J., Ina, D., David, G. (2023). "The Use of Triaxial Accelerometers and Machine Learning Algorithms for Behavioural Identification in Domestic Cats". <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/16/7165>
- [6] Carlos, A., Ismael, E., Jorge, A., Francisco, A., Humberto, P. (2023) "Machine Learning-Based Sensor Data Fusion for Animal Monitoring". <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/12/5732>
- [7] Kasim Rafiq. (2023). "OpenDropOff: An open-source, low-cost drop-off unit for animal-borne devices". <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/2041-210X.13231>
- [8] "Catmos - The Smart Cat Collar. (n.d.)". [https://tractive.com/en/pd/gps-tracker-cat?edition=cat-mini&shopCountry=US&ranMID=45904&ranEAID=4108913&utm\\_source=rakuten&utm\\_term=4108913&ranSiteID=N7HHaANJWY4-N.UsvqTARog3iTabO6IWA#features](https://tractive.com/en/pd/gps-tracker-cat?edition=cat-mini&shopCountry=US&ranMID=45904&ranEAID=4108913&utm_source=rakuten&utm_term=4108913&ranSiteID=N7HHaANJWY4-N.UsvqTARog3iTabO6IWA#features)
- [9] tractive. (n.d.). "GPS Tracker for Cats". [https://tractive.com/en/pd/gps-tracker-cat?edition=cat-mini&shopCountry=US&ranMID=45904&ranEAID=4108913&utm\\_source=rakuten&utm\\_term=4108913&ranSiteID=N7HHaANJWY4-N.UsvqTARog3iTabO6IWA#features](https://tractive.com/en/pd/gps-tracker-cat?edition=cat-mini&shopCountry=US&ranMID=45904&ranEAID=4108913&utm_source=rakuten&utm_term=4108913&ranSiteID=N7HHaANJWY4-N.UsvqTARog3iTabO6IWA#features)
- [10] Pawfit. (n.d.). "Pawfit GPS location tracker and activity monitor for dogs and cats". <https://www.pawfit.com/en-gb/product/pawfit-3.html>
- [11] PetPace. (n.d.). "PetPace Smart Collar 2.0". <https://petpace.com/product/the-new-petpace-health-2-0/>
- [12] Telonics. (2024). "Programmable Collar Releases". <https://www.telonics.com/products/collarReleases/>
- [13] Lotek. (n.d.). "Drop-off Mechanism for Lotek Collars | Lotek". <https://www.lotek.com/products/drop-off-mechanism/>
- [14] vectronic aerospace. (n.d.). "Vectronic Aerospace". <https://www.vectronic-aerospace.com/drop-offs/>

ลงชื่อ ..... (ผู้เสนอโครงการ)

(.....)

วันที่ .....

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการได้พิจารณาเห็นชอบแล้ว

ลงชื่อ ..... (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก)

(.....)

วันที่ .....

ลงชื่อ.....(อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม)

(.....)

วันที่ .....