



## รายงานการปฏิบัติงาน (ฝึกงาน)

การวิจัยในโครงการตรวจสอบความง่วงด้วยตัววัดชีวภาพ  
Research Assistant in Biomarkers-based Fatigue Detection

ณ สถาบันวิทย์สิริเมธี (VISTEC)

ศิระกร ลำไย

รหัสนิสิต 5910500023

ประจำปีการศึกษา 2562

ภาควิชาชีวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะชีวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## บทคัดย่อ

การฝึกงาน ณ สำนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันวิทย์สิริเมธี ในระหว่างวันที่ 4 มิถุนายน 2562 ถึงวันที่ 31 กรกฎาคม 2562 นั้นเป็นไปตามข้อบังคับของหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวข้อในการฝึกงานครั้งนี้ คือการวิจัยความง่วงและความเมื่อยล้าจากการทำงานออฟฟิซ โดยมุ่งหัวการออกแบบ การทดลองเพื่อสร้างความง่วง และหาวิธีการตรวจวัดระดับความง่วงนั้นด้วยข้อมูลชีวภาพ (biomarkers) นอกจากนี้ยังได้รับมอบหมายให้ช่วยทีมวิจัยการสั่งงานคลื่นสมองต่อเนื่องในการเขียนวารสารวิชาการ

ผลลัพธ์ในช่วงฝึกงาน คือทำการทดลองเก็บข้อมูลรอบแรก เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลชีวภาพและระดับความง่วงในขั้นเบื้องต้น และเพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการทดลองในอนาคต และบทความวิชาการว่าด้วยการสั่งงานคลื่นสมอง ต่อเนื่อง อธิบายระหว่างการตอบรับตีพิมพ์ในวารสาร IEEE Access

## กิตติกรรมประกาศ

ถ้าจะมีอะไรที่การฝึกงานครั้งนี้สอนให้ข้าพเจ้ารู้และมั่นใจ คงหนีไม่พ้นความจริงที่ว่าเราอยู่ในโลกที่ขับเคลื่อนด้วยความเชื่อ—และความเชื่อเหล่านั้นสร้างความเปลี่ยนแปลงทั้งในระดับที่เล็กจนเราลืมใส่ใจ และใหญ่จนเรามีคิดผ่านว่าจะเกิดขึ้นได้

ประการแรก ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณครอบครัวที่เชื่อในตัวของข้าพเจ้า และเชื่อในทางที่ข้าพเจ้าเลือกเดิน ด้วยการให้อิสระทางความคิด แน่นอนว่าความเชื่อเหล่านั้นมีค่าอย่างยิ่ง และทำให้ข้าพเจ้าเติบโตมาในสภาวะที่กล้าตัดสินใจโดยไม่ลังเลหากไม่จำเป็น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ธนาวนิท รักธรรมานันท์ สำหรับความเชื่อในตัวนิสิตคนหนึ่งมากพอที่จะแนะนำให้เข้าฝึกงานที่นี่เมื่อปีที่แล้ว และขอขอบพระคุณอาจารย์ธีรวิทย์ วิไลประสิทธิ์พิร สำหรับความเชื่อในตัวข้าพเจ้าที่มากพอ จนได้มายเป็นส่วนหนึ่งของสถาบันที่มุ่งเน้นความเป็นเลิศทางวิชาการ แม้จะเป็นเวลาไม่นานก็ตาม

ขอขอบพระคุณอาจารย์จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หลายคนต่างมีความเชื่อในรูปแบบที่ต่างกันไป ความเชื่อเหล่านั้นถ่ายทอดออกมาเป็นความตั้งใจ ความมุ่งมั่น และทัศนะอันหลากหลายยิ่ง: อาจารย์จิตต์หัคค์ ผັກເຈຣີຍຸພລ, อาจารย์ชัยพร ໄຈແກ້ວ, อาจารย์ธนาวนิท รักธรรมานันท์, อาจารย์ภาครุจ ຮັດນວນພັນອຸ່ງ, อาจารย์ຈະເລີສຸດວິຫັນ, อาจารຍກາງູນພັນອຸ່ງ ສຸຂົວຂ້າຍ ແລະທ່ານອືນ່າ ທີມອາຈາເອີ່ນນາມໄດ້ໜົດ

ขอบคุณในความเชื่อที่จะเปลี่ยนโลกด้วยงานวิจัย ของอาจารย์จากสำนักวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ: อาจารย์สรณะ ນຸ່ອນອົງຄົງ, อาจารย์ธีรวิทย์ วิไลประสิทธิ์พิร, อาจารย์ปรเมษฐ์ ມນູນຸພງສົງ, อาจารย์ศຸກຄຣນ ສຸຈຸນກຣນ ຮົມ ດຶງอาจารຍືໂຄຫຼາຍ ເລີ່ມສຸຂໍສັນຕິ ຄົບດີຄົນແຮງຂອງສຳນັກວິຊາ ແລະຂອບຄຸນບຸຄຸລາກຣ ນິສິຕ ແລະນິສິຕ-ນັກສຶກສາຝຶກງານຂອງສຳນັກວິຊາ ທີ່ພົວມືຜົກດັນຄວາມເຂື້ອນໄຟສາພາວແວດລ້ວມາການທຳງານທີ່ວິເສດ ເປີມໄປດ້ວຍພັ້ນຂັບເລືອນແລະກຳລັ້ນໃຈ: ພື້ອົມ, ພື້ນ້າເຈັນ, ພື້ເຕີຣີດ, ພື້ໄອ້໌, ພື້ແກ້ປີ, ພື້ກ້ອງ, ພື້ເຈັບັງ, ພື້ນັ້ກ, ພື້ໂອ, ພື້ອັນ, ພື້ໜີພູ້໌, ບິລ, ພື້ລິລີ່, ພື້ບໍລິມ, ພື້ແທນ, ພື້ອັຕິ, ພື້ມິນທີ, ພື້ສົມ, ພື້ພລອຍ, ໄທທັນ, ພື້ແບນຄົງ, ອອົພ, ມານີ້າ, ແບສໍ່, ປາລົມ, ເຈ, ພື້ນານາໄອ້໌ ແລະທີ່ຈາໄມໄດ້ເອີ່ນນາມ ທັນນີ້ບຸຄຸລາກຈຳນວນ ໄມ່ນອ້າຍໃນสถาบันແທ່ງນີ້ປັບຜົດລິຕແທ່ງຄວາມກວາງມົງໃຈຂອງກາວົວວິສະວົນຄອມພິວເຕັກ ມາວິທາຍາລັບກະຊວງ ພື້ຕ໏າ, ພື້ວິທ, ພື້ເຕີລ, ພື້ບ່ອງ, ພື້ທິນ, ພື້ບ່ອສ, ພື້ຈຸບຸ, ພື້ນັ້ກ ແລະຕ້ອງ

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สำหรับความเชื่อที่มีให้ และขอบคุณยิ่งกว่าสำหรับทุกคำพูดที่บอกให้เชื่อในตัวเอง: ร่วิส, อัน, กิต, รล, เบนซ์, ມອຮັກນ, ນັກ, ນິວ, ເປຣມ, ຈຸ່ຍ, ປ່ານ, ແພວ, ບ້າວ, ເຕິ່ງ, ພົຮ້ມກັບນິສິຕໃນຮຸ່ນ ແລະໃນໜັ້ນປື້ນທຸກຄົນ

ขอขอบคุณสมาชิกรวมถึง “ແບກຮັບເຂົ້ມ” ແທ່ງກຸ່ມວິຈິຍເຊີງທຸກໆ ສຳຫັບພື້ນທີ່ສຳຫັບການເຂື້ອນສິ່ງທີ່ຕ້ວເອງເປັນອ່າງໄໝ່ຫວັນ: ພື້ເນຍສດ, ພື້ບາສ, ພື້ຈຸນ, ພື້ເຊ, ພື້ແປລຸນ, ພື້ມະເໜີ້ວາ, ພື້ວິວິນ, ພື້ໜູ້ແດງ, ພື້ບ່ອງ ແລະຂອບຄຸນມິຕີຮສຫຍບນສ່ອອຸນໄລນ໌ທຸກທ່ານທີ່ຄັ້ງທີ່ນີ້ເຄີຍໄດ້ແລກປັບປຸງຄວາມເຂື້ອແລະຄວາມເຫັນທີ່ກັນແລະກັນ

ໃນขณะທີ່ข้าพเจ้าຂັບເລືອນຕ້ວເອງ ວຽກຊາຍາກົມໂນິກແທ່ງປະເທດໄທ, ວຽກຊາຍາກົມໂຟນີແທ່ງລອນດອນ, ເບອ່ງ ລິນິຟອຍາໂມນິກ, ເດອະ ດາວັນເທິຣສ, ເດອະ ປີເທີລີ່, ແພຣີງ ຈິນາທຣາ, ປີເອັນເດໂພຣຕີເອທ, ພິເວຼອ໌, ໄປສ່ງກູບບໍສົງ, ຫາ ບຄູ້ສ ແລະຫອຄີລວັພັນຮຽມແທ່ງກົງເທິມຫານຄຣ ກົກງັບເລືອນຫລາຍອ່າງດ້ວຍຄວາມເຂື້ອຄຳລ້າຍໆ ກັນ ນ່າດີໃຈທີ່ຄວາມເຂື້ອຂອງບຸຄຸຄລ່ອງທີ່ອ່ານວ່າງານເຫັນນີ້ ເປັນແຮງສຳຄັນໃຫ້ຂ້າພເຈົ້າໄດ້ມີກຳລັງໃຈເຂື້ອຫລາຍໆ ອ່າງຕ່ອງໄປ

ขอบคุณໄທທັນ–ສານຸຮັກສ ຜັນອົງກິກຮັ້ຈ້ຕ ທີ່ທຳໃຫ້ຂ້າພເຈົ້າມັນໃຈວ່າຄວາມເຂື້ອໄດ້ ກົດາມລ້ວນຄຸມຄ່າກັບທຸກຄວາມຮູ້ສຶກທຸກຄວາມມຸ່ງມັນ ຖຸກຄວາມຕັ້ງໃຈທີ່ໄສລັງໄປ ແລະຂອບຄຸນແພັກ–ກັທຽນນັ້ກ ລື້ມອຸດົມພຣ ທີ່ທຳໃຫ້ຂ້າພເຈົ້າໄດ້ຮູ້ຈັກຄວາມເຂື້ອໃນຮູ່ນະສິ່ງທີ່ທຽບພັ້ນມາກວ່າທີ່ຂ້າພເຈົ້າຈະຈິນທາກາໄຕ ຂອບຄຸນຈາໃຈຈິງ

การເກີດຂຶ້ນຂອງສຳນັກວິชาວິທາຍາສາສົງແລະເທົ່ານີ້ໄປໄດ້ດ້ວຍຄວາມເຂື້ອຂອງ ດົບຮັບປັກປົກ. ຈຳກັດ (ມາຫັນ) ພົຮ້ມບັນຍັດໃນເກົ່າວົງ ແລະຮັນການໄທຢາພານີ້ຢ ຈຳກັດ (ມາຫັນ) ຂ້າພເຈົ້າຂອບພະຍານໃນ

ความเชื่อว่าการเกิดขึ้นของสถาบันฯ จะเป็นแรงสำคัญในการผลักดันประเทศ และหวังว่าครั้งหนึ่ง ในฐานะผู้ที่มีความเชื่อ  
นี้ร่วมกัน สิ่งที่ข้าพเจ้าได้สร้างไว้จะร่วมส่งผลให้ความเชื่อนั้นเป็นจริงในสักวัน

นาย ศิระกร ลำไย  
ผู้จัดทำรายงาน

วันสุดท้ายของการปฏิบัติงาน  
31 กรกฎาคม 2562

## สารบัญ

บทคัดย่อ . . . . .	1
กิตติกรรมประกาศ . . . . .	2
สารบัญรูป . . . . .	5
สารบัญตาราง . . . . .	6
บทที่ 1 บทนำ . . . . .	7
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานและการทบทวนวรรณกรรม . . . . .	10
บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินงาน . . . . .	17
บทที่ 4 ผลลัพธ์และการวิเคราะห์ผล . . . . .	20
บทที่ 5 บทสรุป . . . . .	23
บทที่ 6 ปัญหาและข้อเสนอแนะ . . . . .	25
บรรณานุกรม . . . . .	26
บทที่ ก บันทึกประจำวัน . . . . .	27
บทที่ ข ภาพถ่ายสถานที่ปฏิบัติงาน . . . . .	32

## สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 อาคารหอสมุด สถาบันวิทย์สิริเมธี . . . . .	8
รูปที่ 1.2 ห้องปฏิบัติการ BRAIN . . . . .	9
รูปที่ 2.1 ภาพตำแหน่งของการติดขั้วนำไฟฟ้า (electrode) ตามระบบ International 10/20 . . . . .	10
รูปที่ 2.2 ภาพคลื่น EOG ขณะอยู่ในสถานะการนอนหลับ . . . . .	11
รูปที่ 2.3 (จากขวาไปซ้าย) โอลิฟีชีโอ พร้อมตัวรับสัญญาณ . . . . .	12
รูปที่ 2.4 จาบนลงล่าง: อิเล็ก trode แบบถ้วยทอง (Gold Cup) พร้อมสายสีเหลือง, หูฟัง, และอิเล็ก trode แบบเจง (Gel) บริเวณติ่งหู . . . . .	13
รูปที่ 2.5 เปอร์เซปตรอน . . . . .	14
รูปที่ 2.6 เปอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น . . . . .	16
รูปที่ 2.7 เปอร์เซปตรอนแบบหลายชั้นซึ่งทำหน้าที่เป็นประตุสัญญาณ XOR . . . . .	16
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเกลการนอนแครลินสก้า (KSS), PERCLOS และอัตราการกระพริบตา . . . . .	21
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจ จำนวนคีย์ที่กด และจำนวนคีย์ลับ . . . . .	21
รูปที่ ก.1 ภาพถ่ายตาจากกล้อง IR . . . . .	28
รูปที่ ก.2 ภาพถ่ายตาจากกล้องที่ประมวลผลภาพเพื่อหาตำแหน่งของดวงตา ทั้งกรณีที่เปิดและปิดตา โดยประมวลผลภาพอกมาเป็นที่เรียบร้อย . . . . .	29
รูปที่ ข.1 สถานที่ทำงานหลังจากจัดที่ทำงานแล้ว . . . . .	32
รูปที่ ข.2 หนังสือที่ได้รับมอบหมายให้อ่านและศึกษา ถ่ายคู่กับสไลด์สรุปงานวิจัย . . . . .	32
รูปที่ ข.3 อุปกรณ์สำหรับติดตามดวงตา Gazepoint ขณะกำลังจับม่านตา . . . . .	33
รูปที่ ข.4 สมาชิกทีม Drowsiness Research และสมาชิกทีม BRAIN ขณะทดสอบสมมติฐาน . . . . .	33
รูปที่ ข.5 อาจารย์ธีรวิทย์ วีไลประสิทธิ์พร ขณะทบทวนงานวิจัยโดยคร่าว . . . . .	34
รูปที่ ข.6 บรรยายจาก Prof Guan Cuntai . . . . .	34
รูปที่ ข.7 ห้องวิศวกรรมคอมพิวเตอร์เกษตรศาสตร์ ณ สถาบันวิทย์สิริเมธี . . . . .	35

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	ตารางเปรียบเทียบชนิดของอิเล็กโทรด . . . . .	13
ตารางที่ 4.1	ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์ ( $R^2$ ) ระหว่างสเกลการนอนแคลรินสกา, PERCLOS และอัตราการหลับตา	
	20	
ตารางที่ 4.2	ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์ ( $R^2$ ) ระหว่างระดับความมั่นใจ จำนวนคีร์ทิกด และจำนวนคีร์ลับ . . .	20

## บทที่ 1

### บทนำ

#### **1.1 ความสำคัญและที่มา**

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวกรรมคอมพิวเตอร์ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ 2556 ระบุให้ผู้เรียน ทุกคนต้องเข้ารับการฝึกงาน เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ไม่อาจหาได้ในห้องเรียน และเป็นการฝึกทักษะของวิศวกร ในการทำงานจริง

คณะกรรมการคอมพิวเตอร์ และภาควิชาชีวกรรมคอมพิวเตอร์ จึงกำหนดให้มีการเรียนการสอนในรายวิชา 01204399 หรือการฝึกงาน แบ่งเป็นการฝึกงานภาคฤดูร้อนสำหรับนิสิตที่ไม่ได้สหกิจ และฝึกงานต่อเนื่องในช่วงเวลาของภาคฤดูร้อน และภาคการศึกษาต้นของมหาวิทยาลัยสำหรับนิสิตที่สหกิจ จึงเป็นที่มาของรายงานเล่มนี้ซึ่งเป็นหนึ่งในข้อกำหนด/ข้อบังคับ ของการฝึกงาน

#### **1.2 วัตถุประสงค์การปฏิบัติงาน**

- เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ไม่อาจหาได้ในห้องเรียน
- เพื่อพัฒนาทักษะการทำงาน การสื่อสาร และทักษะ soft skills อื่นๆ
- เพื่อเป็นการเตรียมตัวในการทำโครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และเป็นการเตรียมตัวเขียนวารสารทางวิชาการ

#### **1.3 ขอบเขต**

- นำทีมวิจัยในส่วนการวิจัยความจำง่วงและความเมื่อยล้าจากการทำงาน
- ช่วยทีมสั่งงานคลื่นสมองแบบต่อเนื่องในการเขียนงานวิจัย

## 1.4 ประวัติและรายละเอียดสถานประกอบการ



รูปที่ 1.1: อาคารหอสมุด สถาบันวิทย์สิริเมธี

สถาบันวิทย์สิริเมธี (VISTEC) เป็นบ้านพิเศษทางวิชาการ (graduate school) ซึ่งมุ่งเน้นความเป็นเลิศในการทำวิจัย ตั้งอยู่ในพื้นที่วังจันทร์วัลเลย์ (Wangchan Valley) และเขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor of Innovation: EECI) เลขที่ 555 หมู่ 1 ตำบลป่าบุบิน อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2558 โดยมูลนิธิพลังสร้างสรรค์นวัตกรรม ภายใต้การสนับสนุนเงินทุนจากบริษัทในกลุ่มของการบิ๊กโตรเลิมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

VISTEC มุ่งเน้นการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี โดยมีศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นแนวหน้า (Frontier Research Center) ซึ่งเป็นศูนย์กลาง ในการเริ่มสร้างความเข้มแข็งทางการวิจัย และให้การสนับสนุน ด้านทุนการวิจัยแก่สถาบันฯ เป็นศูนย์รวมนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญสูง ช่วยขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านการศึกษา วิจัย การสร้างนวัตกรรม สร้างความร่วมมือทางด้านวิจัยกับสถาบันการศึกษา ภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม และหน่วยงานด้าน การวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [1]



รูปที่ 1.2: ทีมวิจัย Interfaces, ห้องปฏิบัติการ BRAIN

ห้องปฏิบัติการเบرن (Bio-inspired Robotics and Neural Engineering: BRAIN) ใน สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันวิทยาลัยเริมี มุ่งเน้นศึกษาการสร้างหุ่นยนต์ที่มีลักษณะร่วมกับกายวิภาค (anatomy) ของ สิ่งมีชีวิต และใช้เทคโนโลยีจำพวก Machine Learning หรือ Deep Learning ในการจำแนก วิเคราะห์ และประมวลผล คลื่นสมองของมนุษย์ เพื่อสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้ผ่านสมอง (Brain Controlled Interfaces: BCIs)

ลักษณะงานที่ได้รับผิดชอบจากห้องปฏิบัติการฯ เป็นงานของผู้ช่วยนักวิจัย (Research Assistant: RA) ซึ่งช่วย นิสิตระดับบัณฑิตศึกษาในการเตรียมการทดลอง ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือวัดผล ควบคุมการทดลอง และทดสอบสมมติฐาน เพื่อตีพิมพ์องค์ความรู้ในวารสารวิชาการต่อไป

ที่ปรึกษาและผู้ควบคุมการฝึกงานในครั้งนี้ คือ อ. ดร. ธีรวิทย์ วิไลประสิทธิ์พิร หัวหน้าหน่วยวิจัย (Principal Investigator: PI) และมีระยะเวลาบัญชีงานประมาณ 2 เดือน กล่าวคือตั้งแต่วันที่ 4 มิถุนายน ถึง 31 กรกฎาคม 2562

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นการสร้างพื้นฐานในด้านงานวิจัย รวมถึงเตรียมพื้นฐานในการทำโครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยมีความ มุ่งหวังจะต่อยอดงานดังกล่าวเป็นงานวิจัยตีพิมพ์ต่อไป

## บทที่ 2

### ความรู้พื้นฐานและการทบทวนวรรณกรรม

#### 2.1 ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarkers)

ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (biomarkers) เป็นตัวบ่งชี้ต่อสภาวะต่างๆ ที่เกิดกับร่างกาย ซึ่งรวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียงแต่สถานะการดื่น สภาพอารมณ์ หรือสัญญาณบ่งชี้ของโรค

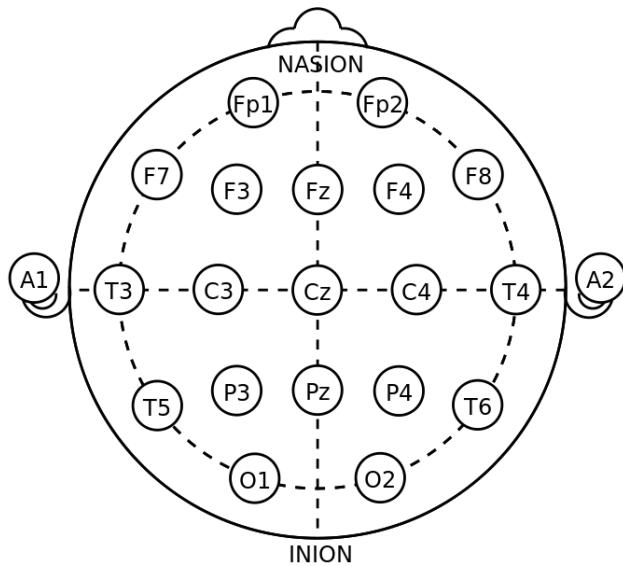
#### 2.2 คลื่นสัญญาณชีวภาพ (Biosignals)

คลื่นสัญญาณชีวภาพ (biosignals) เป็นคลื่นสัญญาณจากการกระแสไฟฟ้าในร่างกาย ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ด้วยวิธีการที่ต่างกันไป และผลจากการตรวจวัดคลื่นแต่ละส่วนจะบ่งบอกซึ่งข้อมูลที่แตกต่างกันออกໄປ เช่น กัน

#### 2.3 คลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography)

Electroencephalography หรือ EEG เป็นคลื่นที่เกิดจากการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าของสมอง การตรวจวัดโดยมากไม่จำเป็นต้องทำการเจาะผิวหนัง (noninvasive) โดยใช้อิเล็กโทรดนำไฟฟ้าอ่านคลื่นสมองจากกระแสไฟฟ้า

การตรวจวัดและใช้ข้อมูลจากคลื่น EEG ส่วนมากมุ่งเน้นการใช้ศักยไฟฟ้าที่เข้มข้นกับเหตุการณ์กระตุนของผู้ถูกวัด (Event Related Potential) กล่าวคือมุ่งสังเกตจุดสูงสุดและต่ำสุดของศักยไฟฟ้าของคลื่นสมอง และหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์กระตุนและการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของศักยไฟฟ้า



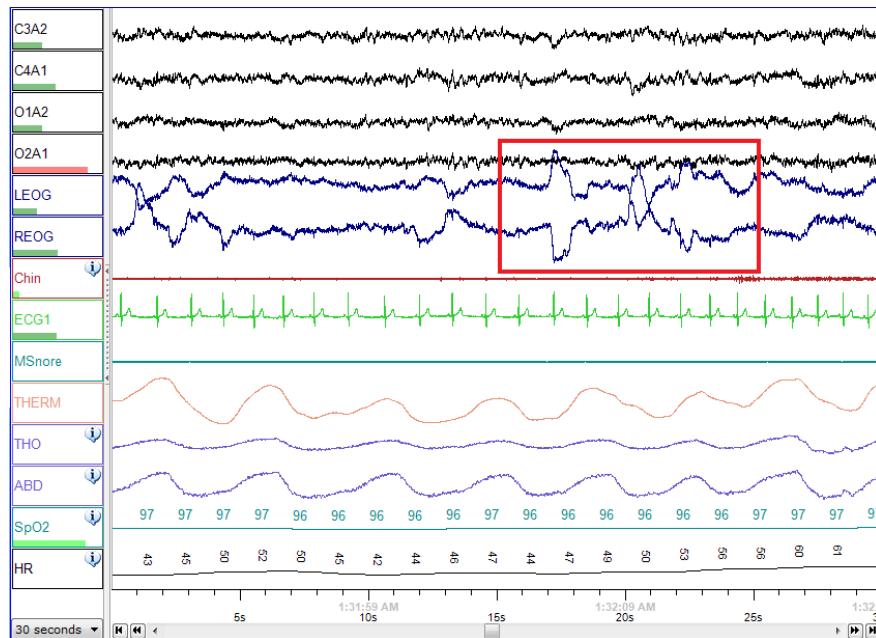
รูปที่ 2.1: ภาพตำแหน่งของการติดขั้วนำไฟฟ้า (electrode) ตามระบบ International 10/20

รูปภาพประกอบโดยผู้ใช้ Tomaton 124 บนโครงสร้างวิกิมีเดีย คอมมอนส์ ซึ่งงานเป็นสาธารณะลับบดี

อย่างไรก็ตาม การใช้คลื่นไฟฟ้านั้นยังสามารถใช้ประโยชน์จากคลื่นส่วนอื่น อันได้แก่คลื่นส่วน Motor Cortex ซึ่งถูกกระตุนด้วยการ "จินตนาการ" การยับร่างกาย และการใช้คลื่นส่วน Vision Cortex เพื่อกระตุนการมองเห็น เช่นการใช้สัญญาณ SSVEP จากสมองส่วนท้ายทอยซึ่งจะสั่นพ้อง กับการกระพริบของแสงในความถี่ที่ตามองเห็น

## 2.4 คลีนไฟฟ้าจากการขับลูกตา (Electrooculography)

Electrooculography หรือ EOG เป็นคลีนไฟฟ้าที่เกิดจากการขับลูกตา โดยหากมองลูกตาเป็นวัตถุที่สามารถหมุนได้ด้วยองศาอิสระ (Degree of Freedom: DOF) ทั้งหมด 2 องศาอิสระ สามารถจำความรู้นี้มาพิจารณาการใช้คลีนจากกล้ามเนื้อการกลอกตาในการหาตำแหน่งการกลอกตาได้ [2]



รูปที่ 2.2: ภาพคลีน EOG ขณะอยู่ในสถานะการนอนหลับ

รูปภาพประกอบโดยผู้ใช้ NascarEd บนโครงการวิกิมีเดีย คอมมอนส์ สัญญาอนุญาต Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported

การวัดคลีน EOG สามารถทำได้ด้วยการติดอิเล็กโทรดจำนวน 2 คู่ เพื่อวัดการกลอกตาในแนวระนาบ (yaw) และการกลอกตาในแนวตั้ง (pitch) โดยค่าที่อ่านได้จากอิเล็กโทรดหนึ่งคู่จะเป็นการกลอกตาในทิศทางหนึ่ง กล่าวคือการวัด EOG มุ่งสนใจความต่างศักย์ไฟฟ้าของอิเล็กโทรดคู่นั้น โดยการกลอกตาไปทางซ้าย (หรือการกลอกตาขึ้น) จะให้ทิศทางของความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ต่างจากการกลอกตาไปทางขวา (หรือการกลอกตาลง)

## 2.5 PERCLOS

PERCLOS [3] เป็นหนึ่งในวิธีการวัดความว่าง โดยใช้การวัดอัตราส่วนเวลาขณะตาปิดมากกว่าร้อยละ 70 หรือ 80 เทียบกับเวลาทั้งหมด เรียกมาตรวัดทั้งสองตัวว่า PERCLOS-70 และ PERCLOS-80 ตามลำดับ

## 2.6 การติดตามดวงตา

การติดตามดวงตา (eye tracking) [4] จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเฉพาะสำหรับการติดตาม เรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า อุปกรณ์ติดตามดวงตา (eye tracker) ซึ่งมีโดยหลักสองประเภท ได้แก่อุปกรณ์แบบติดตั้งนิ่ง (fixed installation) และ อุปกรณ์แบบสวมหัว (head-mounted)

การใช้อุปกรณ์ติดตามดวงตา จำเป็นจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสภาวะแสง สภาพการติดตั้ง และปัจจัยของผู้ทดลอง ส่งผลกระทบต่อการอ่านและประมวลผลได้โดยง่าย ยกตัวอย่างเช่น

- ไม่ควรวางอุปกรณ์บนโต๊ะร่วมกับมาส์และคีย์บอร์ด เนื่องจากการกดมาส์และคีย์บอร์ดจะทำให้อุปกรณ์สั่น
- ผู้ทดลองไม่ควรใส่แว่นหรือคอนแทคเลนส์ เพราะจะทำให้การอ่านค่าผิดเพี้ยน

## 2.7 การวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณร่างกาย

อุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณร่างกายโดยส่วนมากมักเป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ (medical equipments) ซึ่งต้องมีความแม่นยำและ ความถูกต้องสูง เนื่องจากความถูกต้องในการอ่านค่าเพื่อวินิจฉัยโรคเป็นสิ่งสำคัญ จะผิดพลาดไม่ได้ อย่างไรก็ต้องแสดงของ "นักสร้าง" (makers) ในกลุ่มนักพัฒนาและผู้สนใจในเทคโนโลยี ทำให้การเข้าถึงอุปกรณ์ ดังกล่าวเป็นไปได้ง่ายขึ้น เนื่องด้วยมีความพยายามในการสร้างฮาร์ดแวร์เปิดชอร์ส (open-source hardware) สำหรับวัดคลื่นดังกล่าว

### 2.7.1 โอเพนบีชีไอ (OpenBCI)



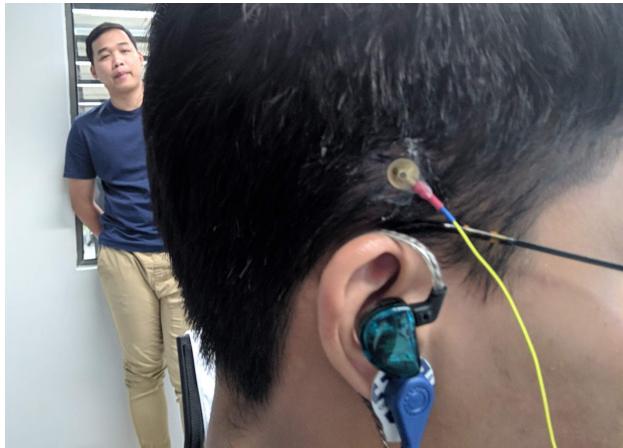
รูปที่ 2.3: (จากขวาไปซ้าย) โอเพนบีชีไอ พร้อมตัวรับสัญญาณ

โอเพนบีชีไอ (OpenBCI) เป็นฮาร์ดแวร์แบบเปิดชอร์ส (open-source hardware) สำหรับการวัดค่าทางชีวภาพ (biosensing) อันได้แก่ค่าศักย์ไฟฟ้าในร่างกายมนุษย์ ตัวฮาร์ดแวร์เปิดแบบผังออกแบบในลักษณะเดียวกับที่อาร์ดูโน (Arduino) เปิดผังการออกแบบวงจรเป็นสาระนั้น

โอเพนบีชีไอสามารถใช้ในการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าซึ่งเกิดจากหัวใจ (EEG) กล้ามเนื้อ (EMG) และหัวใจ (EKG) โดยตัวบอร์ดเป็นวงจรรีดแบบ 32 บิตซึ่งใช้ชิป ADS1229 สำหรับการวัดค่าไฟฟ้าร่างกาย ผลิตโดยบริษัท Texas Instruments และรองรับการวัดซึ่งสัญญาณได้สูงสุด 8 ช่องสัญญาณพร้อมกัน

ห้องปฏิบัติการ BRAIN ณ สถาบันวิทยาลีเมือง ประสบความสำเร็จในการใช้ OpenBCI เพื่อวัดคลื่นสมองและจำแนกข้อมูลในงานติพมพ์วิชาการหลายฉบับ เช่นการใช้ OpenBCI เพื่อการตรวจวัดอารมณ์ [5]

## 2.7.2 อิเล็กโทรด (Electrode)



รูปที่ 2.4: จากบนลงล่าง: อิเล็กโทรดแบบถ้วยทอง (Gold Cup) พร้อมสายสีเหลือง, หูฟัง, และอิเล็กโทรดแบบเจล (Gel) บริเวณติ่งหู

อิเล็กโทรดคือขั้วไฟฟ้าที่ทำการติดบนผิวน้ำเพื่อวัดค่าศักย์ไฟฟ้าบริเวณจุดต่างๆ ที่สนใจ โดยมากนักใช้อิเล็กโทรดแบบถ้วยทอง (Gold cup electrodes) และแบบเจล (Get electrodes) ซึ่งสามารถเทียบกันได้ดังนี้

	แบบถ้วยทอง	แบบเจล
การทำความสะอาดผิวน้ำ	ต้องทำความสะอาดผิวน้ำก่อน	
การติดอิเล็กโทรด	ต้องใช้ยา naïve ผิวน้ำ (skin conducting paste) เสมอ	อาจไม่ใช้ยา naïve ผิวน้ำ (skin conducting paste) แต่การใช้จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า
ความง่ายในการติด	ติดง่ายกว่าบริเวณที่มีผิวน้ำ	ติดผิวน้ำยากกว่าหากมีผิวน้ำ
ความ preready	มาก เพราะยา naïve ผิวน้ำจะติดบริเวณผิวและศีรษะ	น้อย เจลสามารถออกออกได้จากผิวน้ำโดยไม่ทิ้งคราบ
ราคา	ถูกกว่า ใช้ซ้ำได้	แพงกว่า ส่วนเจลใช้ได้ครั้งเดียว

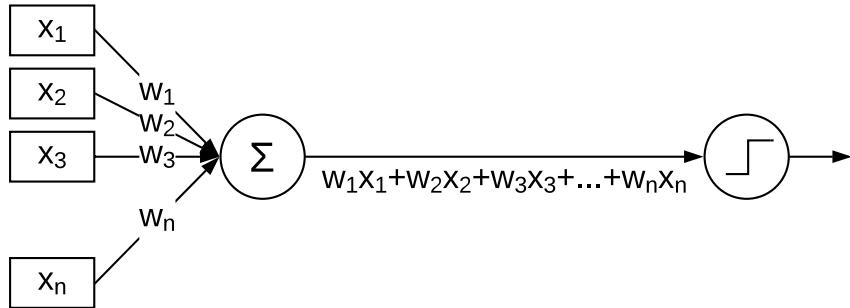
ตารางที่ 2.1: ตารางเปรียบเทียบชนิดของอิเล็กโทรด

## 2.8 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) คือความพยายามในการจำลองเซลล์ประสาทของมนุษย์ให้อยู่ในรูปโมเดลคอมพิวเตอร์ ด้วยความเชื่อทางหลักประสาทวิทยา (neurosciences) ว่าความฉลาดของสมองมนุษย์เกิดขึ้นได้จากโครงข่ายประสาทจำนวนมาก ที่เชื่อมเข้าถึงกัน [6]

### 2.8.1 เปอร์เซปตรอน (Perceptron)

เปอร์เซปตรอน (Perceptron) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเซลล์สมองหนึ่งเซลล์ โดยมีคุณสมบัติดังนี้



รูปที่ 2.5: เปอร์เซปตรอน

- รับเข้าข้อมูลมาในชุดๆ จากหลายแหล่ง และให้น้ำหนักกับข้อมูลนั้นต่างกันไป
- ส่งออกข้อมูลเพียงค่าเดียว

ดังนั้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถเขียนออกมาจากหลักการสองข้อดังกล่าวได้ด้วยสมการ

$$y = f(W^T X + b)$$

เมื่อ  $W$  และ  $X$  เป็นเวกเตอร์ขนาด  $1 \times n$  (โดย  $n$  เป็นจำนวนข้อมูลรับเข้า),  $b$  เป็นค่าสัมประสิทธิ์คงที่ (ไบเอส: bias) และ  $f$  เป็นฟังก์ชันกระตุ้น (activation function) ซึ่งอาจเขียนรูป่างของเปอร์เซปตรอนให้มีลักษณะรูปคล้ายเซลล์สมองได้ในลักษณะรูปที่ 2.5

ยกตัวอย่างการใช้เปอร์เซปตรอนในการแก้ปัญหาอย่างง่ายได้ในที่นี้

### การคาดเดาราคาอสังหาริมทรัพย์

หากสำรวจราคาก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์แล้วพบว่า

- ราคาก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์จะเพิ่มขึ้นตามที่ดิน โดยเพิ่มขึ้นทุก 10,000 บาทต่อตารางวา
- ราคาก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนห้องนอน โดยเพิ่มขึ้นทุก 200,000 บาทต่อห้องนอน
- ราคาก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์จะลดลงตามจำนวนอายุปี โดยลดลงทุก 7,000 บาทต่ออายุของอสังหาริมทรัพย์

จะสามารถเขียนเปอร์เซปตรอนเพื่อคาดเดาราคาอสังหาริมทรัพย์ได้โดย

$$y = f(W^T X + b)$$

เมื่อ  $W$  ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์แสดงถึงความสัมพันธ์ข้อมูลรับเข้า ซึ่งเขียนได้จากความสัมพันธ์ดังแสดงด้านล่าง

$$W^T = [10000 \quad 200000 \quad -7000]$$

$b$  เป็นไบเอส, จะสมมติให้  $b = 0$  (กล่าวโดยละเอียด ในที่นี้  $b$  คือราคาก่อสร้างตั้งต้นของบ้าน 0 ห้องนอน พื้นที่ 0 ตารางวา อายุ 0 ปี) และ  $f(x) = x$  กล่าวคือเป็นฟังก์ชันเชิงเส้น

หากต้องการคาดเดาราคาบ้านที่มี 3 ห้องนอน เนื้อที่ 100 ตารางวา และมีอายุ 7 ปี จะสามารถเขียนเวกเตอร์  $P$  ได้เป็น

$$X = \begin{bmatrix} 3 \\ 100 \\ 7 \end{bmatrix}$$

และผลการคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned} y &= f(W^T X + b) \\ &= f\left(\begin{bmatrix} 10000 & 200000 & -7000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 \\ 100 \\ 7 \end{bmatrix}\right) \\ &= f(30000 + 20000000 + (-49000)) = f(19981000) \\ &= 19981000 \end{aligned}$$

### การสร้างประตูสัญญาณตรรกะด้วยเปอร์เซปตロン

เราสามารถสร้างประตูสัญญาณตรรกะ (logic gates) บางชนิดได้ด้วยเปอร์เซปตرون เช่น การสร้าง AND และ OR gate

ยกตัวอย่างโครงสร้างของ AND gate ซึ่งสามารถสร้างได้ด้วยการทำให้

- $X$  เป็นเมตริกซ์ขนาด  $1 \times 2$  กล่าวคือเมื่อรับค่า  $x_1, x_2$  เป็นค่า 0 หรือ 1 แทนสัญญาณจริงหรือเท็จแล้ว

$$X = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}$$

- กำหนดค่าของเมตริกซ์  $W$  เป็น

$$W^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- กำหนดค่าของบีอีเอส  $b = -2$

- กำหนดฟังก์ชัน  $f(x)$  เป็น step function กล่าวคือ

$$f(x) = \begin{cases} 1; & x \geq 0 \\ 0; & \text{ในกรณีอื่น} \end{cases}$$

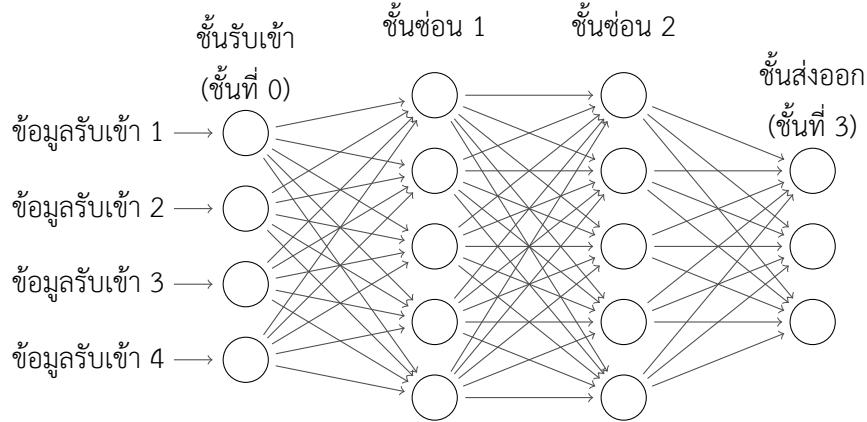
และการสร้าง OR gate สามารถทำได้ในลักษณะเดียวกันโดยเปลี่ยน  $b$  เป็น  $b = -1$

### 2.8.2 เปอร์เซปตرونแบบหลายชั้น (Multi Layer Perceptron)

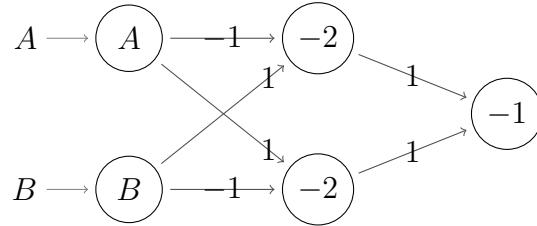
เราร้าวสังเกตว่าเปอร์เซปต่อนหนึ่งตัวนั้นทำหน้าที่ได้เพียงแยก (classify) หรือลดถอย (regress) ปัญหาที่เป็นปัญหาเชิงเส้น (linear problems) ได้เท่านั้น อย่างในก็ตามหากเรากำหนดให้ฟังก์ชัน  $f$  เป็นฟังก์ชันที่ไม่ใช่ฟังก์ชันเส้น ตรงแล้ว เราอาจสร้างเปอร์เซปต่อนแบบหลายชั้น (Multi Layer Perceptron) ขึ้นมาได้โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.6

เราร้าวเขียนแทนน้ำหนักของโครงข่ายจากเปอร์เซปต่อนชั้นที่  $i$  ไปยังชั้นที่  $j$  ( $j = i + 1$ ) ได้เป็น

$$\mathbf{W}_{ij} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{21} & \dots & w_{n_i 1} \\ w_{12} & w_{22} & \dots & w_{n_i 2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{1n_j} & w_{2n_j} & \dots & w_{n_i n_j} \end{bmatrix}$$



รูปที่ 2.6: เปอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น



รูปที่ 2.7: เปอร์เซปตรอนแบบหลายชั้นซึ่งทำหน้าที่เป็นประตูสัญญาณ XOR

เมื่อจำนวนเปอร์เซปตรอนในชั้นที่  $k$  เขียนแทนด้วย  $n_k$

ยกตัวอย่างเช่น เราจะสามารถสร้างประตูสัญญาณ XOR (XOR gate) ได้จากเปอร์เซปตรอนแบบหลายชั้นดังแสดงในรูปที่ 2.7 โดยเลขในแต่ละเปอร์เซปตรอนแทนค่าไบแอส ( $b$ ) และเลขบนเส้นเชื่อมแทนค่าน้ำหนัก ( $w$ ) และกำหนดให้ฟังก์ชันกราฟตุน  $f$  เป็นฟังก์ชันขั้นบันได (step function) กล่าวคือ

$$f(x) = \begin{cases} 1; & x \geq 0 \\ 0; & \text{ในกรณีอื่น} \end{cases}$$

เปอร์เซปตรอนตั้งกล่าว เมื่อรับค่า  $A$  และ  $B$  เป็น 0 หรือ 1 จะส่งออกค่า  $A \oplus B$

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีดำเนินงาน

#### 3.1 การออกแบบการทดลอง

เพื่อจำลองสถานการณ์ในการสร้างความง่วงและตรวจวัดความง่วง การทดลองจึงมีรูปแบบและกระบวนการ (experiment protocol) ดังนี้

##### 3.1.1 งานสมீอัน (task load)

งานสมீอัน หรือ task load คือการออกแบบภาระงานให้ผู้ใช้รู้สึกง่วงและเหนื่อยล้าเมื่อปฏิบัติตามงานนั้นเป็นเวลา的工作 การออกแบบงานนั้นถูกออกแบบมาจากการ [ข้อมูลปกปิด] ของบริษัท [ข้อมูลปกปิด] ซึ่งผู้ [ข้อมูลปกปิด] จำเป็นจะต้องเปรียบเทียบ [ข้อมูลปกปิด] ว่า [ข้อมูลปกปิด] สอดคล้องกับ [ข้อมูลปกปิด] ที่ได้รับหรือไม่

ด้วยข้อพิจารณาข้างต้น จึงทำการออกแบบงานสมீอันในลักษณะดังนี้

(ข้อมูลปกปิด)

##### 3.1.2 การตรวจวัดชีวภาพ

การตรวจวัดชีวภาพในการทดลอง จะใช้อุปกรณ์ตามนี้

- PERCLOS: กล้อง Logitech BRIO

• (ข้อมูลปกปิด)

• (ข้อมูลปกปิด)

• (ข้อมูลปกปิด)

• (ข้อมูลปกปิด)

ทั้งหมดต่อเขื่อมกับระบบคอมพิวเตอร์ ผู้ทดสอบต้องนั่งบนอุปกรณ์ดัดแปลงศีรษะ (head mounting device)

### 3.1.3 การตรวจความถูกต้องของโหลดงาน

เพื่อให้มั่นใจว่าโหลดงานที่ออกแบบนั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง จึงจำเป็นต้องออกแบบการทดลองเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้อง (task validation) โดยออกแบบให้มีกลุ่มควบคุม (ข้อมูลปกปิด) กลุ่ม กลุ่มละประมาณ (ข้อมูลปกปิด) คน ในการทำงานที่มีสภาพแตกต่างกันไปดังนี้

• กลุ่มที่ 1: (ข้อมูลปกปิด)

• กลุ่มที่ 2: (ข้อมูลปกปิด)

• กลุ่มที่ 3: (ข้อมูลปกปิด)

(ข้อมูลปกปิด)

### 3.1.4 การตรวจความสัมพันธ์

จะสนใจในการตรวจความสัมพันธ์ 2-3 อย่างดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่าง PERCLOS และ (ข้อมูลปกปิด)

เป็นการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานและตรวจสอบการตั้งค่าของอุปกรณ์ ซึ่งสนใจการทดลองดังนี้

(ข้อมูลปกปิด)

--

ความสัมพันธ์ระหว่าง **(ข้อมูลปกปิด)** เมื่อ **(ข้อมูลปกปิด)**

จากการทดลองในขั้นต้นก่อนออกแบบการทดลอง พบร่วมกับลิ้น **(ข้อมูลปกปิด)** นั้นมีการตอบสนองที่เปลี่ยนไปตาม  
**(ข้อมูลปกปิด)**

**(ข้อมูลปกปิด)**

ด้วยเหตุนี้ จึงออกแบบการทดลองในกลุ่มที่ใหญ่ขึ้นเพื่อพิสูจน์สมมติฐานนี้ตั้งนี้

**(ข้อมูลปกปิด)**

## บทที่ 4

### ผลลัพธ์และการวิเคราะห์ผล

#### 4.1 ผลลัพธ์

ผลลัพธ์จากการทดลองเก็บตัวอย่างครั้งแรกสามารถแสดงออกมาได้ดังนี้

##### 4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเกลการนอนแครโอลินสกา, PERCLOS และอัตราการหลับตา

	PERCLOS	Smoothed PERCLOS	Eye Blink Count	Smoothed Eye Blink Count	Interpolated KSS
PERCLOS	1.0000	0.9795	0.6829	0.6643	0.0417
Smoothed PERCLOS	0.9795	1.0000	0.6620	0.6862	0.0380
Eye Blink Count	0.6829	0.6620	1.0000	0.9635	0.1814
Smoothed Eye Blink Count	0.6643	0.6862	0.9635	1.0000	0.1874
Interpolated KSS	0.0417	0.0380	0.1814	0.1874	1.0000

ตารางที่ 4.1: ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์ ( $R^2$ ) ระหว่างสเกลการนอนแครโอลินสกา, PERCLOS และอัตราการหลับตา

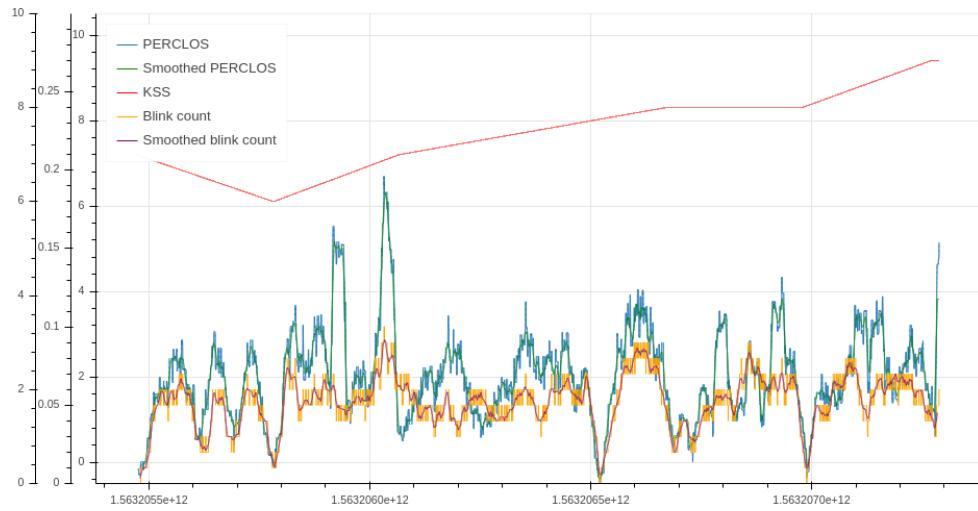
ความสัมพันธ์ระหว่างสเกลการนอนแครโอลินสกา (KSS), PERCLOS และอัตราการกระพริบตา นั้นดังแสดงในรูปที่ 4.1 และตารางค่าสหสัมพันธ์นั้นดังแสดงในตารางที่ 4.1

##### 4.1.2 ความสัมพันธ์จากการกดคีย์บอร์ด

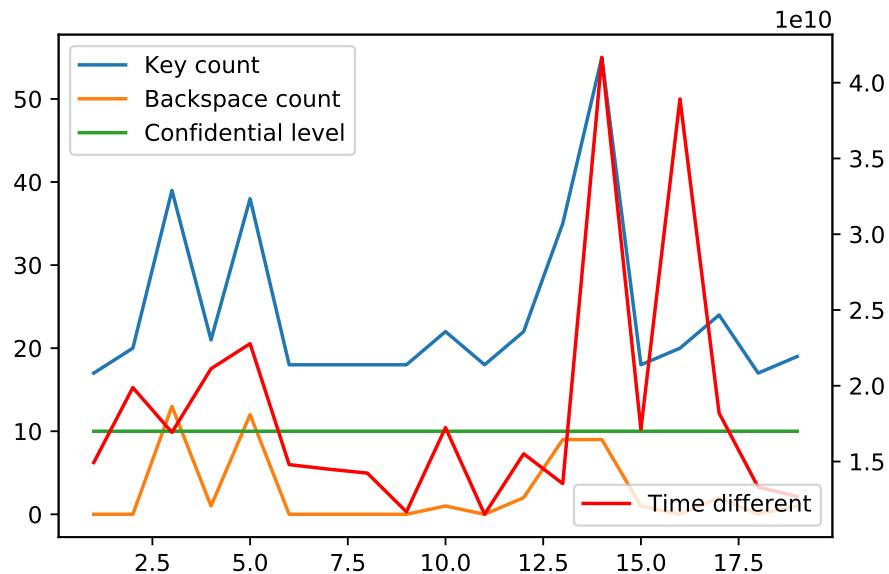
	Confidence	Key count	Backspace count
Confidence	1.000000	0.467981	0.126614
Key count	0.467981	1.000000	0.832906
Backspace count	0.126614	0.832906	1.000000

ตารางที่ 4.2: ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์ ( $R^2$ ) ระหว่างระดับความมั่นใจ จำนวนคีย์ที่กด และจำนวนคีย์ลบ

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจ จำนวนคีย์ที่กด และจำนวนคีย์ลบ นั้นดังแสดงในรูปที่ 4.2 และตารางค่าสหสัมพันธ์นั้นดังแสดงในตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.1: ความสัมพันธ์ระหว่างสเกลการนอนแครอไลนสก้า (KSS), PERCLOS และอัตราการกระพริบตา



รูปที่ 4.2: ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจ จำนวนคีย์ที่กด และจำนวนคีย์ลบ

## 4.2 อกิจกรรมการทดลอง

### 4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเกลการนอนแครโอลินสกา, PERCLOS และอัตราการหลับตา

ตารางที่ 4.1 ชี้ว่างแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสเกลการนอนแครโอลินสกา, PERCLOS และอัตราการหลับตา แสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่ความมีความสัมพันธ์กัน แต่กลับได้ค่าสหสัมพันธ์ ( $R^2$ ) ไม่สูง ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้

- ความไม่แม่นยำในการประมวลผลภาพจากกล้องเว็บแคม
- ความไม่แม่นยำในการเลือกค่าตัดแบ่ง (threshold) สำหรับนับการกระพริบตา

ทั้งนี้ส่วนหนึ่งมาจากความท้าทายในการเลือกใช้วิธีการประมวลผลจุดสนใจ (landmarks) บนดวงตา และวิธีการเลือกประมวลผลสัญญาณการกระพริบตา ซึ่งความซับซ้อนของสัญญาณอันเกิดจากความไม่แม่นยำในการประมวลผลภาพ ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าอย่างต่อเนื่อง

อีกหนึ่งประการที่ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่พบค่าสหสัมพันธ์ที่น่าสนใจ เกิดจากการให้ผู้ร่วมทดลองทำแบบทดสอบแครโอลินสกาในความถี่ที่มากไป การปรับความถี่ดังกล่าวให้เพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้ได้ข้อมูลที่ดีขึ้น

### 4.2.2 ความสัมพันธ์จากการกดคีย์บอร์ด

ตารางที่ 4.2 ชี้ว่างแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความมั่นใจในการเลือกรับหรือไม่รับธุรกรรม และจำนวนแป้นคีย์บอร์ดที่กด

ข้อมูลทั้งสองไม่สามารถบอกร้อยละได้มาก เนื่องจากโดยปกติจำนวนการกรอกแป้นคีย์บอร์ดในการยืนยันธุรกรรม แต่ละครั้งมีจำนวนไม่เท่ากัน (กล่าวคือกรอกเฉพาะเมื่อ **(ข้อมูลบกปิด)**) อย่างไรก็ได้ ข้อมูลอื่น เช่น ความเร็วในการพิมพ์ เป็นข้อมูลที่น่าสนใจมากวิเคราะห์ต่อไป

## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในครั้งนี้เป็นไปได้ตามความคาดหวังของนิสิตและสถานประกอบการ แม้จะมีข้อจำกัดทางด้านระยะเวลาที่ทำให้ไม่สามารถออกแบบและทำการทดลองแบบเต็มรูปแบบได้ แต่การทดลองในเบื้องต้น (initial findings) นั้นเพียงพอที่จะนำไปต่อยอดเป็นหัวข้อโครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

#### 5.2 สิ่งที่คาดหวัง

- เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ไม่อาจหาได้ในห้องเรียน: เป็นไปตามที่คาดหวัง, ได้ทำงานในสภาพางานจริง ได้เขียนโค้ดในสภาพะที่มีแรงกดดัน และไม่ใช่การเขียนเป็นงานอดิเรก (hobby) ที่สามารถหยุดได้กลางทาง
- เพื่อพัฒนาทักษะการทำงาน การสื่อสาร และทักษะ soft skills อื่นๆ: เป็นไปมากกว่าที่คาดหวัง, ได้รับมอบหมายให้คุณแล้วที่มีวิจัยความรู้สึก ซึ่งต้องใช้ทักษะในการแก้ปัญหา ตัดสินใจ และสื่อสารกับผู้อื่นอย่างมาก
- เพื่อเป็นการเตรียมตัวในการทำโครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และเป็นการเตรียมตัวเขียนนวนิยายทางวิชาการ: เป็นไปตามที่คาดหวัง, ขณะนี้ส่งบทความในนวนิยายทางวิชาการ รอการตีพิมพ์ 1 ชิ้นบนนวนิยาย IEEE Access และกำลังจะส่งการประชุมอีก 1 ชิ้น

#### 5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติงาน

- ประโยชน์ต่อตนเอง: เป็นการเพิ่มพูนทักษะและเตรียมพร้อมต่อสายงานวิชาการ และการทำโครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
- ประโยชน์ต่อสถานประกอบการ: สามารถช่วยผลิตผลงานทางวิชาการ ตามเป้าหมายและความมุ่งมั่นของสถาบัน วิทยบริการฯ
- ประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัย: เป็นการสร้างความเชื่อมั่นต่อคณะกรรมการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพิ่มเติมจากที่ศิษย์เก่าของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้รับการยอมรับจากสถาบันวิทยบริการฯ

#### 5.4 การวิเคราะห์ส่วน (SWOT)

##### 5.4.1 ปัจจัยภายในที่เอื้อประโยชน์ (Strength)

องค์ความรู้เก่าที่มี และความสามารถในการเรียนรู้เพิ่มเติม ทำให้สามารถตัดสินใจและทำงานในทั้งส่วนที่มีประสบการณ์ และไม่มีประสบการณ์มาก่อน

##### 5.4.2 ปัจจัยภายในที่ส่งผลกระทบ (Weakness)

ความสามารถในการรับแรงกดดัน ความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสถานการณ์

##### 5.4.3 ปัจจัยภายนอกที่เอื้อประโยชน์ (Opportunities)

สถาบันฯ และบุคลากร พร้อมให้โอกาส คำปรึกษา และการสนับสนุนทางวิชาการที่แข็งแกร่ง การเปิดช่องอุปกรณ์ ตามความต้องการเป็นไปได้อย่างไม่ยากลำบาก และค่าตอบแทนนิสิตฝึกงานนั้นเป็นธรรมกับนิสิตฝึกงาน

#### 5.4.4 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบ (Threats)

เวลาฝึกงานที่จำกัดทำให้ไม่สามารถออกแบบการทดลองระยะยาวตามที่คาดหวังได้

#### 5.5 ความประทับใจพิเศษ

เนื่องจากเป็นการฝึกงานเป็นปีที่สอง ทำให้คุ้นเคยกับบุคลากรที่สถาบัน การปรับตัวเข้ากับที่ฝึกงานจึงกินเวลาไม่นานมาก เมื่อพิจารณาประกอบกับสวัสดิการของสถาบันฯ และความห่วงใย รวมถึงความเอาใจใส่ของบุคลากร ทำให้มั่นใจว่าสถาบันฯ พร้อมจะสนับสนุนสุขภาวะการทำงานที่ดีควบคู่กับความมุ่งมั่นในความเป็นเลิศทางวิชาการ

## บทที่ 6

### ปัญหาและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 นิสิต

##### 6.1.1 ปัญหา

- นิสิตมีความไม่มั่นใจในทักษะ ศักยภาพ และความรู้ความสามารถของ ว่าจะเพียงพอ กับการฝึกงานหรือไม่ แม้ว่า ในความจริงจะมีมากพอ ก็ตาม

##### 6.1.2 ข้อเสนอแนะ

- การจัดการกับ imposter syndrome หรือการไม่มั่นใจในตัวนิสิตเอง จำเป็นจะต้องได้รับการสนับสนุนจากทุกภาค ส่วน ทั้งนิสิต ภาควิชา คณะ และหน่วยให้คำปรึกษามหาวิทยาลัย

#### 6.2 สถานประกอบการ

##### 6.2.1 ปัญหา

(ไม่มี)

##### 6.2.2 ข้อเสนอแนะ

(ไม่มี)

#### 6.3 มหาวิทยาลัย

##### 6.3.1 ปัญหา

- มหาวิทยาลัยเลื่อนกำหนดการเปิดภาคเรียน ทำให้นิสิตไม่สามารถมาเรียนได้ในสองถึงสามสัปดาห์แรก
- มหาวิทยาลัยไม่ได้จัดนิสิตฝึกงานต่างประเทศ และในสถานประกอบการต่างจังหวัด แม้จะให้ขาดเรียนได้โดยไม่นับเป็นการขาดเรียน แต่การดำเนินการเอกสารหลายอย่างต้องมาทำที่มหาวิทยาลัย

##### 6.3.2 ข้อเสนอแนะ

- จัดหาอธิการบดี สถาบันมหาวิทยาลัย และผู้บริหารที่มีความเข้าใจในนิสิตและบริหารงานอย่างมืออาชีพได้ดีกว่านี้

## บรรณานุกรม

- [1] Wikipedia, “สถาบันวิทย์สิริเมธี — Wikipedia, the free encyclopedia.” <http://th.wikipedia.org/w/index.php?title=%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%AA%E0%B8%B4%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%98%E0%B8%B5&oldid=8139304>, 2019. [Online; accessed 31-July-2019].
- [2] A. Bulling, J. A. Ward, H. Gellersen, and G. Tröster, “Eye movement analysis for activity recognition,” in *Proceedings of the 11th International Conference on Ubiquitous Computing*, UbiComp ’09, (New York, NY, USA), pp. 41–50, ACM, 2009.
- [3] O. of Motor Carrier Researchand Standards, “PERCLOS: A valid psychophysiological measure of alertness as assessed by psychomotor vigilance,” 1998.
- [4] K. Holmqvist, M. Nyström, R. Andersson, R. Dewhurst, H. Jarodzka, and J. van de Weijer, *Eye Tracking: A Comprehensive Guide To Methods And Measures*. 01 2011.
- [5] P. Lakhan, N. Banluesombatkul, V. Changniam, R. Dhithijaiyratn, P. Leelaarporn, E. Boonchieng, S. Hompoonsup, and T. Wilaiprasitporn, “Consumer grade brain sensing for emotion recognition,” *IEEE Sensors Journal*, pp. 1–1, 2019.
- [6] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. MIT Press, 2016. <http://www.deeplearningbook.org>.

## ภาคผนวก ก

### บันทึกประจำวัน

**4/6/2562**

เนื่องจากเข้าทำงานเป็นวันแรก จึงต้องจัดสถานที่ทำงาน และทำงานต่อจากที่ได้รับมอบหมายก่อนการฝึกงาน งานที่ได้รับมอบหมายโดยคร่าวว่าคือการวิเคราะห์สภาวะความร่วงในคน โดยศึกษาจากกลุ่มเป้าหมายของพนักงาน บริษัท ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาให้สิทธิ์ในการกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ได้โดยอิสระ อย่างไรก็ตามงานของการวิเคราะห์ความร่วง โดยตั้งต้นนั้นมักใช้การวิเคราะห์ภาพจากดวงตา (gaze monitoring) ซึ่งใช้วันนี้ในการทางานวิจัยตั้งต้น นอกจากนี้ยังศึกษาแนวทาง ข้อกำหนด และมาตรฐานจริยธรรมในการทดลองภายในมนุษย์ (human subject research)

**5/6/2562**

ศึกษาแนวทางในการทำ eye gazing ตามหนังสือที่ได้รับมอบหมาย และนำเสนองานวิจัยต่อจากที่เลือกจากเมื่อวาน ปรับแก้แนวทางในการวิจัย และได้รับมอบหมายให้ออกแบบวิธีการทดลองโดยคร่าว หารือกับทีมโปรแกรมเมอร์ ว่าด้วยซอฟต์แวร์สำหรับการทดลอง

**6/6/2562**

ศึกษาอุปกรณ์สำหรับติดตามดวงตา (Gazepoint) ก่อนจะพบว่าอุปกรณ์มีข้อจำกัดในการทำงานบางส่วน ทำให้ไม่สามารถดึงภาพดวงตาออกมาก่อนได้ และติดต่อกับผู้ผลิตอุปกรณ์เพื่อหารือความเป็นไปได้ในการดึงภาพดวงตา

ศึกษาการใช้ Pytorch ในการทำการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) แทนที่ Keras

**7/6/2562**

เปลี่ยนแนวทางการทำวิจัยด้วยข้อจำกัดของอุปกรณ์ มาเป็นการทำวิจัยบนกล้ามเนื้อตา (EOG) ค้นคว้าและทบทวนวรรณกรรม ที่เกี่ยวข้องกับงาน ทำแบบทดสอบสำหรับที่เรียนจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จนอยู่ในเกณฑ์ได้รับประกาศนียบัตรผ่านการอบรม

**10/6/2562**

นักเรียนจากโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์เข้ามาร่วมในทีม โดยการทดลองในส่วนของ Drowsiness research ถูกแบ่งออกเป็นสองงานที่ต้องทดลองร่วมกัน จึงต้องตกลงแนวทางการทดลองให้ชัดเจน

ทดลองให้นักเรียนตั้งกล่าวศึกษาการวัดคลื่นสมองโดยอุปกรณ์ OpenBCI, ให้คำแนะนำถึงการเตรียมผิวหนัง (skin preparation) ก่อนการติดอิเล็ก trode, การเลือกใช้ชนิดอิเล็ก trode และข้อดี-ข้อเสียของอิเล็ก trode แต่ละชนิด

**11/6/2562**

ทำงานที่ได้รับมอบหมายต่อจากเมื่อวาน

12/6/2562

นัดประชุมงานกับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ สรุปแนวทางการทดลอง และตัดสินใจเพิ่มการวัด PVT (Psychomotor vigilance task) เพิ่มเติมในการทดลอง

เขียนโปรแกรมสำหรับทดลอง PVT โดยใช้การสื่อสารบนอุปกรณ์หลายเครื่องเพื่อลดความจำเป็นในการซื้อปุ่ม (physical button) ด้วยเหตุผลทางงบประมาณ

ช่วงเย็นรับประทานอาหารเย็นร่วมกับอาจารย์ธงชัย ชิวปรีชา

13/6/2562

ได้รับมอบหมายให้ทดลองจับภาพตาเพื่อหา PERCLOS ด้วยกล้องเร็บแคมแบบที่มีหลอดอินฟราเรด ในเบื้องต้นสามารถครอบตัดเฉพาะส่วน ที่เป็นลูกตาออกจากภาพใบหน้าแบบเต็มหน้าได้ อย่างไรก็ตาม ไม่ประสบความสำเร็จในการคำนวนร้อยละพื้นที่ของตาคำนวณที่ไม่ถูกหนังตาบดบัง

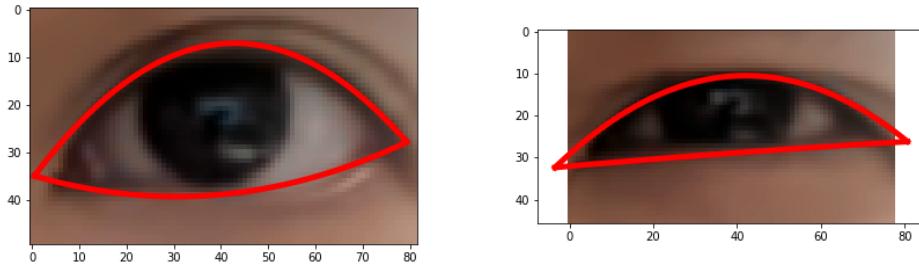


รูปที่ ก.1: ภาพถ่ายตาจากกล้อง IR

14/6/2562

ศึกษาและทดสอบทวนวรรณกรรมว่าด้วยการประมวลผลภาพลูกตา และนำมาประยุกต์เขียนบนไลบรารี OpenCV จนสามารถสกัดตำแหน่งของตาออกมานา จำกัดความแม่นยำของใบหน้าผู้ใช้ได้

ตัดสินใจเปลี่ยนจากเว็บแคมพร้อมหลอด IR เป็นกล้องธรรมดาก



รูปที่ ก.2: ภาพถ่ายตาจากกล้องที่ประมวลผลภาพเพื่อหาตำแหน่งของดวงตา ทั้งกรณีที่เปิดและปิดตา โดยประมวลผลภาพออกมาเป็นที่เรียบร้อย

**17/6/2562**

ได้รับมอบหมายกระหันหันให้ร่วมเขียนเปเปอร์กับทีม SSVEP จึงเบลี่ยนสโคปงานเป็นการเขียนเปเปอร์ให้สามารถส่งตีพิมพ์ได้เร็วที่สุด  
ศึกษาการใช้งานเครื่องมือทางสถิติ และทบทวนวรรณกรรมเท่าที่จำเป็น

**18/6/2562**

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัย

**19/6/2562**

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัยต่อ

**20/6/2562**

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัยต่อ

**21/6/2562**

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัยต่อ

**24/6/2562**

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัยต่อ

**25/6/2562**

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัยต่อ

**26/6/2562**

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัยต่อ

**27/6/2562**

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัยต่อ

**28/6/2562**

เขียน ทบทวน และตรวจงานงานวิจัยต่อ

**1/7/2562**

กลับมาทำงานในส่วนของการตรวจจับความผิด ทดสอบเครื่องมือในการตรวจสอบความผิดของผ่านดวงตา

**2/7/2562**

ประชุมรวมของห้องปฏิบัติการ และเขียนเอกสารการวิจัยในมนุษย์

**3/7/2562**

ทบทวนวรรณกรรมสำหรับการตรวจจับความผิด

**4/7/2562**

ทบทวนวรรณกรรมสำหรับการตรวจจับความผิด

**5/7/2562**

ทบทวนวรรณกรรมสำหรับการตรวจจับความผิด

**8/7/2562**

พัฒนาตัวตรวจจับดวงตาสำหรับพิจารณาความผิดต่อ

**9/7/2562**

พัฒนาตัวตรวจจับดวงตาสำหรับพิจารณาความผิดต่อ

**10/7/2562**

พัฒนาตัวตรวจจับดวงตาสำหรับพิจารณาความผิดต่อ

**11/7/2562**

ประชุมกับนักประสาทวิทยาเพื่อปรับปรุงการทดลอง ปรับปรุงการทดลองต่อจากเมื่อวาน

**12/7/2562**

ปรับปรุงการทดลองต่อจากเมื่อวาน

**15/7/2562**

รับการทดลองครั้งแรกสำหรับการวิเคราะห์ความผิด เพื่อทดลองหาข้อผิดพลาดจากการทำงาน

**17/7/2562**

รับตัวประเมินผลวิดีโอสำหรับการทดลอง

งานวิจัยที่ส่งตีพิมพ์ได้รับการตีกลับ จึงได้รับมอบหมายให้นำมาปรับทวนงานวิจัย และตรวจสอบงานใหม่

18/7/2562

ทดลองหากความสัมพันธ์บนชุดข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

19/7/2562

ทดลองหากความสัมพันธ์บนชุดข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

22/7/2562

ทดลองหากความสัมพันธ์บนชุดข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

23/7/2562

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัยต่อ

24/7/2562

เขียน ทบทวน และตรวจทานงานวิจัยต่อ

30/7/2562

ทดลองหากความสัมพันธ์บนชุดข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ประชุมโดยกรอบขึ้นเพื่อสรุปแนวทางการออกแบบการทดลอง

30/7/2562

ปรับแก้การทดลองตามที่ประชุม สรุปแนวทางการทดลองใหม่เป็นฉบับสมบูรณ์

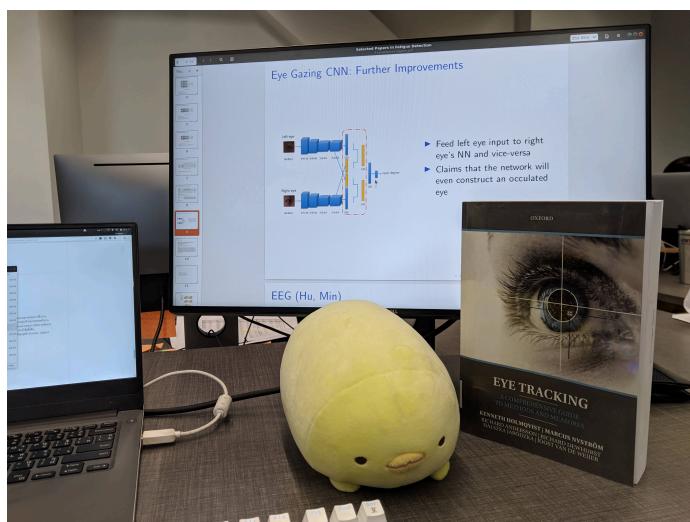
## ภาคผนวก ข ภาพถ่ายสถานที่ปฏิบัติงาน

ภาพการฝึกงานวันที่ 4/6/2562



รูปที่ ข.1: สถานที่ทำงานหลังจากจัดที่ทำงานแล้ว

ภาพการฝึกงานวันที่ 5/6/2562



รูปที่ ข.2: หนังสือที่ได้รับมอบหมายให้อ่านและศึกษา ถ่ายคู่กับสไลด์สรุปงานวิจัย

ภาพการฝึกงานวันที่ 6/6/2562



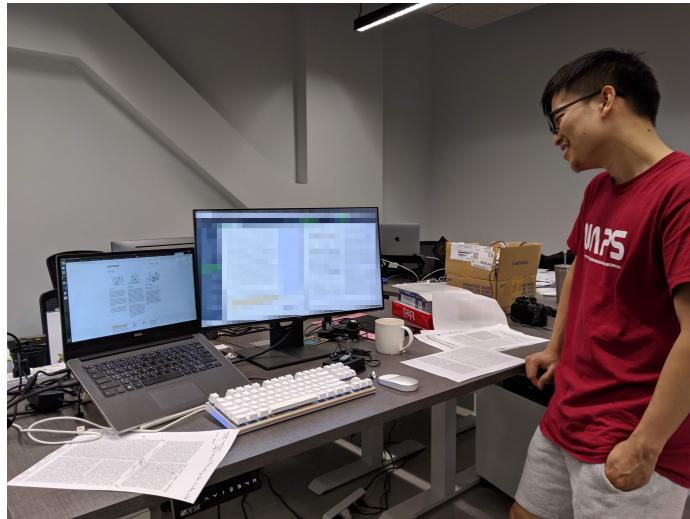
รูปที่ ข.3: อุปกรณ์สำหรับติดตามดวงตา Gazepoint ขณะกำลังจับม่านตา

ภาพการฝึกงานวันที่ 10/6/2562



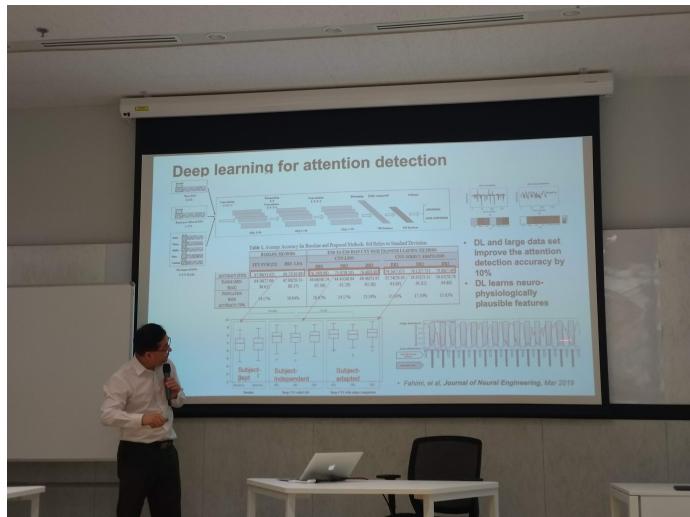
รูปที่ ข.4: สมาชิกทีม Drowsiness Research และสมาชิกทีม BRAIN ขณะทดสอบสมมติฐาน

ภาพการฝึกงานวันที่ 24/6/2562



รูปที่ ข.5: อาจารย์ธีรวิทย์ วิไลประสิทธิ์พิร ขณะทบทวนงานวิจัยโดยคร่าว

ภาพการฝึกงานวันที่ 8/7/2562



รูปที่ ข.6: บรรยายจาก Prof Guan Cuntai

ภาพการฝึกงานวันที่ 23/7/2562



รูปที่ ข.7: ทีมวิศวกรรมคอมพิวเตอร์เกษตรศาสตร์ ณ สถาบันวิทย์สิริเมธี