

อุปกรณ์ช่วยศึกษาพฤติกรรมเคลื่อนไหว ของหนู

นายอนุชิต หวายสันเทียะ

นักศึกษานิเทศศาสตร์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดร. มุกดา จิตต์เจริญธรรม

รองศาสตราจารย์

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดร. บุญยงค์ เจริญ

อาจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ การออกแบบวงจร การสร้าง และทดสอบ เครื่องต้นแบบของ อุปกรณ์ช่วยศึกษาพฤติกรรมเคลื่อนไหวของหนู เพื่อวัดการเคลื่อนที่ทั้งในแนวระดับและแนวตั้ง อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วย ชุดกำเนิดสัญญาณพัลส์ ชุดตรวจจับอินฟาเรด วงจรเชื่อมต่อ และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แผ่นวงจรประกอบด้วย วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ วงจรส่ง/รับ อินฟาเรดและวงจรเชื่อมต่อ สำหรับชุดตรวจจับอินฟาเรดประกอบด้วย กล่องพลาสติกใสสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 40x40x40 ซม.³ เปิดด้านบนส่วนด้านล่างมีตารางด้านละ 17 ช่อง ชุดส่ง และรับอินฟาเรด จำนวน 4 ชุด ชุดละ 16 คู่ ติดตั้งในแนวแกน x และ y ที่ความสูง 3 ซม. และ 15 ซม. เพื่อตรวจจับการเคลื่อนที่และการยืนตามลำดับ ข้อมูลจากชุดตรวจจับอินฟาเรด จะถูกส่งผ่านวงจรเชื่อมต่อเข้าที่เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูล ประมวลผล และแสดงผล

เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นได้รับการทดสอบความถูกต้องของการวัดตำแหน่ง ระยะทาง เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่และหยุด ตำแหน่งการยืน ความเร็วเฉลี่ยโดยใช้วัตถุและได้ทำการ

ทดลองวัดพฤติกรรมเคลื่อนที่ของหนูขาว (rat) ค่าที่ได้เทียบกับการสังเกตจากเทปวีดีโอ ผลจากการทดสอบปรากฏว่ามีความถูกต้องในการวัด ตำแหน่ง เวลา ส่วนระยะทาง ที่วัดจากเครื่อง มีค่ามากกว่าประมาณ 1.67% ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าเป็นผลเนื่องมาจากเครื่องมือวัดได้รายละเอียดมากกว่าการวัดจากเทปวีดีโอ

Rodent Locomotion Monitoring Equipment

Mr. Anuchit Waisontia

Graduate student

Department of Electrical Engineering

Khon Kaen University

Dr. Mucda Chitcharenthum

Associate Professor

Department of Pharmacology

Khon Kaen University

Dr. Boonying Charoen

Lecturer

Department of Electrical Engineering

Khon Kaen University

Abstract

This paper presents circuit design, implementation, and test result of a prototype of a locomotion monitoring equipment. Rodent Locomotion can be continuously recorded both in horizontal and vertical axes. Distance, time, number of rearing, rate and pattern of travelling are stored and processed by a microcomputer. The instrument composes of a transparent plexiglass box (40x40x40 cm³), electronic circuits for generating pulses, infrared transmitter/receiver, interfacing circuit, and a microcomputer. Two sets of 16

pair infrared transmitter/receiver are placed at the height of 3 and 15 cm from the box floor. The spacing of the individual sensor is 2.35 cm.

Well-defined movements of known position, distance, velocity, and time produced by objects of different sizes were used to test the tracking effectiveness of the prototype. The displayed parameters showed no deviation from the true values. The efficiency of tracking was then estimated in complex movements made by rats receiving either normal saline, diazepam, caffeine, and theophylline. The parameters from 4 groups of 7 rats were compared to those from observation through video tapes which was simultaneously recorded.

The prototype has accuracy in presenting time, position, and movement pattern. A 1.67% greater ($p < 0.05$) in distance of movement was observed which resulting in 1.67% faster velocity of movement. This was because the prototype is capable of detecting more details than human observation.

บทนำ

ยาที่มีผลต่อสมองของสัตว์ทดลอง (หนู) ไม่ว่าจะเป็นไปในทางกระตุ้นหรือยับยั้งจะเบี่ยงเบนพฤติกรรมให้ผิดปกติไปจนสังเกตเห็นได้ เช่น การเคลื่อนไหว (ambulatory activity) อาจมีมากขึ้นหรือน้อยลง พฤติกรรมที่อยู่กับที่บางอย่างปรากฏซ้ำซาก (stereotypic behavior) มากผิดปกติ การสังเกตพฤติกรรมด้วยตาเปล่าและการจดบันทึกนั้นมีความจำกัดขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้สังเกต ความไวในการสังเกต ตลอดจนความละเอียดถี่ถ้วนในการสังเกต และการตัดสินใจ ยังผลให้เกิดความผิดพลาดในข้อมูล

ฉะนั้นเพื่อให้การจดบันทึกข้อมูลเป็นไปด้วยความสะดวกรวดเร็ว มีความผิดพลาดน้อยที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้เป็นมาตรฐานเดียวกันโดยไม่ขึ้นกับผู้สังเกต จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือเพื่อบันทึกการเคลื่อนไหว เวลา และเส้นทางการเคลื่อนที่ของสัตว์ทดลอง เหล่านี้จะทำให้ได้ข้อมูลถูกต้องยิ่งขึ้น

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวัดพฤติกรรมของหนูมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของหนูที่แสดงออก เทคนิคที่ใช้วัดพฤติกรรมจะดัดแปลงให้เหมาะสมกับความต้องการตรวจจับพฤติกรรมนั้นๆ ในกรณีของ Wolgin และคณะ[1] ศึกษาผลของ amphetamine ต่อการเคลื่อนที่และพฤติกรรมของสัตว์ด้วยตาเปล่าในกล่องพลาสติกใสขนาด 20x38x48 ซม.³

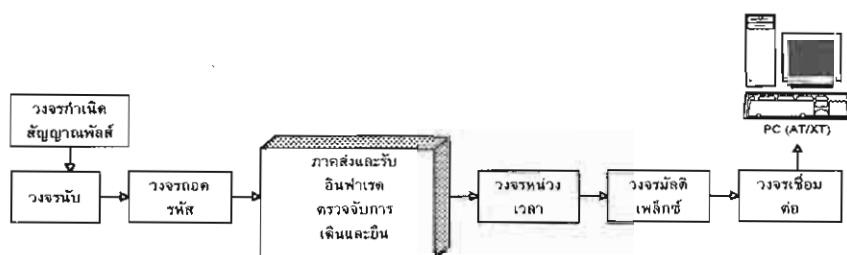
วิวัฒนาการของเครื่องมือได้ถูกปรับปรุงมาเป็นลำดับ ในระยะแรกจะใช้คนเป็นผู้สังเกตพฤติกรรมการเคลื่อนที่เช่น เครื่องมือที่ Koe และคณะ[2] ใช้ทดสอบผลของยา sertraline เป็นกล่องสี่เหลี่ยมขนาด 30x30x30 ซม.³ แบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วนมีเลนส์ติดข้างกล่องไว้สังเกตการข้ามไปมาของหนู ตัวตรวจจับอินฟราเรดได้ถูกนำมาเป็นตัวตรวจนับการเคลื่อนที่ จำนวนของตัวตรวจจับอินฟราเรด มีตั้งแต่ 2 คู่ถึง 48 คู่ สัญญาณจากการเคลื่อนที่ตัดลำแสงจะถูกส่งผ่าน ชุดเชื่อมต่อ (interface) เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากวัดการเคลื่อนที่ในแนวนอนแล้วยังวัดพฤติกรรมอย่างอื่นของหนูอีก เช่น การยืนสองเท้า โดยใช้แผ่นสัมผัสซึ่งติดตั้งสูง 15.2 ซม.[3] การบันทึกพฤติกรรมซ้ำซากจะใช้กล้องวิดีโอแบบบันทึกเนื่องจากสามารถเก็บรายละเอียดของพฤติกรรมได้มากกว่าการสังเกตด้วยตาเปล่า[4]

สำหรับเครื่องมือที่ได้สร้างขึ้นและเสนอในบทความนี้จะนำเอาตัวตรวจจับอินฟราเรดมาตรวจวัดการเคลื่อนที่ของหนูในแนวตั้ง แนวนอน และแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของหนูและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการวัด อาศัยวงจรและโปรแกรม ซึ่งง่ายไม่ซับซ้อน

การออกแบบวงจร

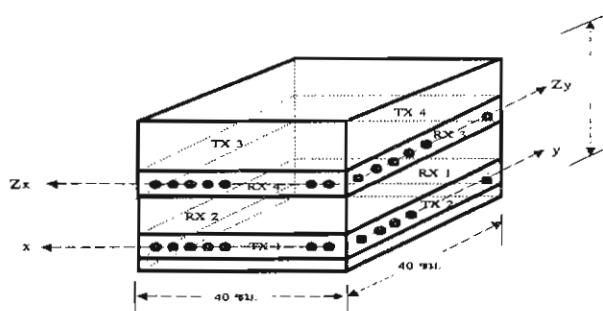
บล็อกไดอะแกรมของเครื่อง (รูปที่ 1) มีส่วนประกอบโดยละเอียดคือ

1. ชุดกำเนิดสัญญาณพัลส์ เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์มีความถี่ประมาณ 150 Hz เพื่อส่งสัญญาณไปสแกนชุดตรวจจับอินฟราเรดในภาคส่งประกอบด้วย วงจรกำเนิดสัญญาณ วงจรนับ และถอดรหัส ที่ความถี่นี้จะแน่ใจได้ว่าสามารถตรวจจับหนูที่เคลื่อนที่เร็วที่สุดได้



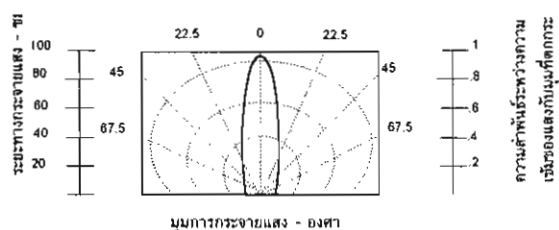
รูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมอุปกรณ์ช่วยศึกษาการเคลื่อนไหวของหนู

- ชุดตรวจจับอินฟราเรด จะแบ่งเป็น ภาศส่งและภาศรับ โดยจะมีอินฟราเรดตัวส่งและรับวางอยู่ตรงข้ามกัน ติดตั้งอยู่บนกล่องสี่เหลี่ยมขนาด $40 \times 40 \times 40$ ซม.³ ที่ระดับความสูง 3 ซม. จากพื้นกล่อง จะติดตั้งอินฟราเรดตัวส่งในแนวแกน xy แกนละ 16 ดวง สำหรับตรวจจับการเดินของหนูและที่ระดับความสูง 15 ซม. จากพื้นกล่องจะติดตั้งอินฟราเรดตัวส่งในแนว xy แต่ในทิศทางตรงข้ามกับชุดแรกสำหรับตรวจจับการยืน (รูปที่ 2) ระดับความสูงของชุดตรวจจับหาได้จากความสูงเฉลี่ยของหนูขณะเดินและยืน ภาศรับอินฟราเรดจะตรวจจับการบังแสงของหนู มีวงจรหน่วงเวลาเพื่อให้ข้อมูลยังคงอยู่นานกว่าข้อมูลจะถูกอ่าน



รูปที่ 2 ลักษณะการติดตั้งอินฟราเรดชุดส่งและชุดรับที่ชุดตรวจจับอินฟราเรด

ตัวรับอินฟราเรด (photo diode) ใช้เบอร์ BPV 23F ของ Telefunken และการใช้แผ่นพลาสติกสีดำปิดกั้นด้านหน้าจะทำให้ลดการรบกวนของแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ จากการทดลองส่งและรับสัญญาณพบว่ามุมการกระจายแสงของตัวส่งอินฟราเรด (infrared emitting diode) เบอร์ CQX 47 ของ Telefunken ประมาณ 15 องศา (รูปที่ 3) ความเข้มของแสง 0.033 W/m^2 ความยาวคลื่น 950 nm ที่กระแส 100 mA ที่ระยะ 100 ซม.



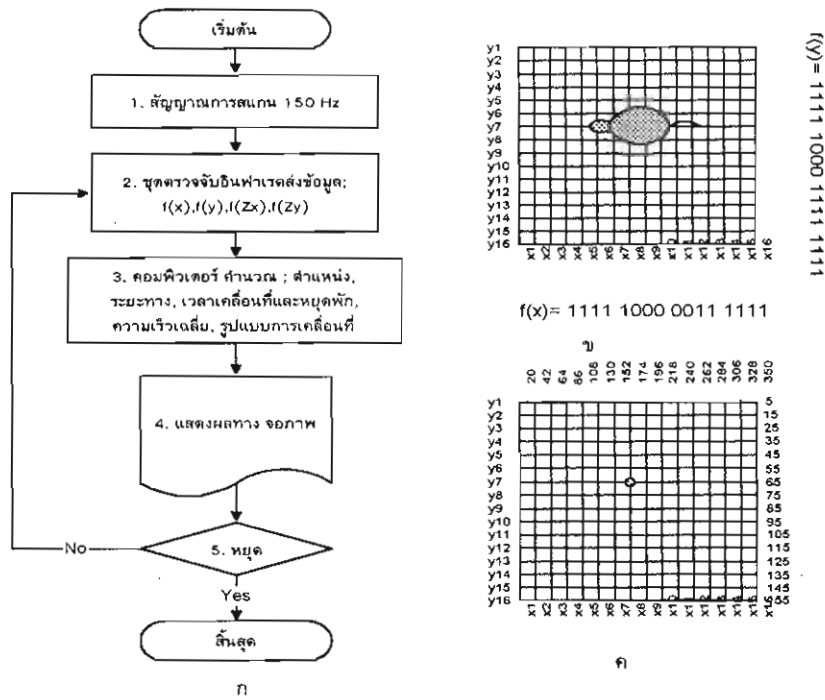
รูปที่ 3 แสดงรูปแบบการกระจายแสงของอินฟราเรดตัวส่ง

3. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ส่งมาจากวงจรมัลติเพล็กซ์ผ่านทางวงจรเชื่อมต่อ มีโปรแกรมควบคุมการทำงานและประมวลผล ข้อมูลจะถูกบันทึกลงฮาร์ดดิส เครื่องสามารถแสดงผล ตำแหน่ง ระยะทาง เวลาเคลื่อนที่และหยุดพักความเร็วเฉลี่ย รูปแบบการเคลื่อนที่และทิศทางเคลื่อนที่

หลักการทำงาน

แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ช่วยศึกษาพฤติกรรมเคลื่อนไหวยของหนู (รูปที่ 4ก) เมื่อเริ่มการทำงานภาคกำเนิดสัญญาณพัลส์จะส่งสัญญาณความถี่ 150 Hz มาที่ภาคส่งอินฟราเรดเพื่อ สแกนอินฟราเรดตั้งแต่ตัวที่ 1 ถึง 16 พร้อมกันทั้งแกน x, y ที่ระดับตรวจจับการเดินและการยืน (ขั้นที่ 1) สัญญาณที่ตัวรับอินฟราเรดจะได้เป็นลอจิก "0" ถ้าหากหนูบังลำแสง และเป็นลอจิก "1" ถ้าไม่บังลำแสง ที่ภาครับอินฟราเรดได้ชุดข้อมูล $f(x)$, $f(y)$ ที่ระดับตรวจจับการเดิน และ $f(Zx)$, $f(Zy)$ ที่ระดับตรวจจับการยืน (ขั้นที่ 2) ตัวอย่าง เช่น เมื่อหนูบังลำแสงที่ x_6 x_7 x_8 x_9 x_{10} และ y_6 y_7 y_8 จะได้ชุดข้อมูล $f(x) = 1111 1000 0011 1111$ และ $f(y) = 1111 1000 1111 1111$ (รูปที่ 4ข) ชุดข้อมูลถูกส่งเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะหาพิกัดที่หน้าจอโดยตรวจสอบว่าบิตใดเป็นที่เป็น "0" แล้วหาบิตที่อยู่กึ่งกลาง หรือในกรณีที่มีบิตกึ่งกลางมี 2 บิต จะทำการเฉลี่ยค่ากึ่งกลางระหว่างบิตทั้งสอง ในที่นี้บิตกึ่งกลางคือ x_8 และ y_7 ซึ่งตรงกับพิกัด (174, 65) คือตำแหน่งของหนูที่หน้าจอ (รูปที่ 4ค) การหาระยะทาง (ขั้นที่ 3) โปรแกรมคำนวณหาระยะทางโดยหาระยะทางระหว่างพิกัดจากสูตร

$$\text{ระยะทาง (l)} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$



รูปที่ 4 (ก) แสดงแผนผังการทำงานของอุปกรณ์ช่วยศึกษาพฤติกรรมเคลื่อนไหวนของหนู (ข) ชุดข้อมูลที่ได้จากภาครับอินฟราเรด (ค) ตำแหน่งของหนูที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

และปรับให้เท่ากับระยะที่ชุดตรวจจับ $l = \sqrt{\left(\frac{x_2 - x_1}{11}\right)^2 + \left(\frac{y_2 - y_1}{5}\right)^2} \times 1.33$ เซนติเมตร

จำนวนจุดในแนวแกน $x = 330$ จุดและแกน $y = 150$ จุด แบ่งเป็น 30 ช่อง จะได้ 11 และ 5 จุดต่อช่องตามลำดับ ความยาวของชุดตรวจจับเท่ากับ $40 \times 40 \text{ ซม.}^2$ แบ่งเป็น 30 ช่องได้ช่องละ 1.33 ซม. จึงคูณด้วย 1.33 จากนั้นเครื่องจะประมวลผลและรายงานผล (ขั้นที่ 4)

การทดสอบและทดลอง

วิธีการทดสอบ

เครื่องจะแสดงตำแหน่ง ระยะทาง การยืน ความเร็วเฉลี่ย เวลาเคลื่อนที่/หยุด และรูปแบบการเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงทำการทดสอบ

- การวัดซึ่งทราบตำแหน่ง ระยะทาง เวลาที่ใช้จริงโดยใช้วัตถุ

2. วัดตำแหน่ง ระยะทาง เวลาเคลื่อนที่/หยุด ของหนูขาวเทียบกับค่าที่ได้จากการสังเกตในเทปวีดีโอ

1. ใช้วัตถุทดสอบ:

- (ก) การทดสอบตำแหน่งของวัตถุที่ปรากฏที่จอ ความถูกต้องในการแสดงผลของขนาดวัตถุต่างๆ ต่อตำแหน่งที่ปรากฏนั้นจะใช้วัตถุทรงกระบอกและสี่เหลี่ยมขนาดต่างๆ คือ 3.5, 5.5, 7 และ 8 ซม. สูง 15 ซม. วางที่ชุดตรวจจับอินฟราเรดในตำแหน่งต่างๆ กันอย่างละ 30 ตำแหน่ง บันทึกผลที่ได้จากนั้นทำการทดสอบผลของตำแหน่งของวัตถุเมื่ออยู่ที่จุดพิกัด (X_n, Y_n) และ $((X_n+X_{n+1})/2, (Y_n+Y_{n+1})/2)$ โดยใช้วัตถุทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.5 ซม. สุ่มวางที่ตำแหน่งต่างๆ ในชุดตรวจจับ 128 ตำแหน่ง ของที่แสดงผลทั้งหมด 256 ตำแหน่งทั้ง 2 พิกัด บันทึกผลที่ได้
- (ข) การทดสอบเวลาเคลื่อนที่และหยุด ใช้นาฬิกาจับเวลาทดสอบเวลาเคลื่อนที่และหยุดนิ่งของวัตถุทรงกระบอก
- (ค) การทดสอบชุดตรวจจับการยืน ใช้วัตถุทรงกระบอกสูง 15 ซม. ทดสอบที่ตำแหน่งต่างๆ ในระดับการตรวจจับการยืนจำนวน 128 ตำแหน่ง
- (ง) การทดสอบวัดความเร็วเฉลี่ย วางทรงกระบอกไว้ที่มุมบนซ้ายทางจุดศูนย์กลาง 15 ซม. เคลื่อนทรงกระบอกให้เป็นวงกลม ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ครบรอบเท่ากับ 5 วินาที

2. ใช้หนูทดลองทดสอบ:

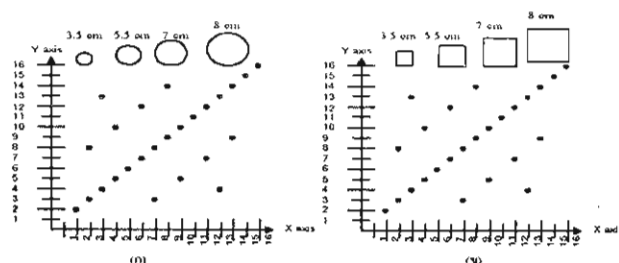
- (จ) การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ วัดระยะทางการเคลื่อนที่ของหนูจริง ในช่วงสั้นๆ ประมาณ 600-700 ซม. โดยการใช้เครื่องวัดและผลที่ได้พิมพ์โดยเครื่องพิมพ์แบ่งเป็นช่วงสั้นๆ ประมาณ 10 ช่วงวัดระยะทางด้วยไม้บรรทัดวัดเปรียบเทียบกับตัวเลขจากเครื่องวัด
- (ฉ) รูปแบบการเคลื่อนที่ โดยการตั้งกล้องวีดีโอเพิ่มเพื่อบันทึกการเคลื่อนที่ของหนูในช่วงระยะทางสั้นๆ เปรียบเทียบรูปแบบการเคลื่อนที่ที่แสดงโดยเครื่องและที่วาดจากวีดีโอ
- (ช) การทดสอบทิศทางการสแกน ปลอ่ยหนูปกติให้เดินในกล่องชุดตรวจจับขณะเดียวกันลองสลับทิศทางการสแกนของชุดตรวจจับและสังเกตพฤติกรรมที่เปลี่ยนไป
- (ณ) การทดลองใช้งานจริง วัดการเคลื่อนที่ของหนูจำนวน 28 ตัวที่ได้รับยาที่มีผลต่อพฤติกรรม การเคลื่อนไหว (locomotion) ตามการทดลองของ W.L. Kuhn และคณะ[5]

เทียบกับการวัดจากเทปวีดีโอ โดยแบ่งหนูเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 7 ตัว ทำการวัดทีละตัว ให้อาหารหนูแต่ละตัวก่อนการทดสอบประมาณ 30 นาที และระยะเวลาในการทดสอบ 30 นาที วัดการเคลื่อนที่ การยืน เวลาเคลื่อนที่และหยุด ความเร็วเฉลี่ยของหนูในกลุ่ม Diazepam Caffeine และ Theophylline ในปริมาณยา 10, 10 และ 2.5 มก./กก. โดยวิธีฉีดเข้าช่องท้องหนู เทียบกับกลุ่ม Control ที่ได้น้ำเกลือ (normal saline 0.85%) หลังจากนั้นวิเคราะห์ผลทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการวัดทั้ง 2 แบบโดยวิธี Paired t-test และความแตกต่างระหว่างกลุ่มยาโดยวิธี ANOVA Dunnet t-test

ผลการทดสอบ

ใช้วัตถุทดสอบ:

- (ก) ตำแหน่งวัตถุ ไม่ว่าขนาดใดจะปรากฏเป็นจุดเล็กๆ ที่หน้าจอโดยจะใช้จุดศูนย์กลางของวัตถุเป็นหลักในการแสดงผลตำแหน่งที่วางวัตถุพิกัด (X_n, Y_n) และ $((X_n + X_{n+1})/2, (Y_n + Y_{n+1})/2)$ จะตรงกับตำแหน่งจริง

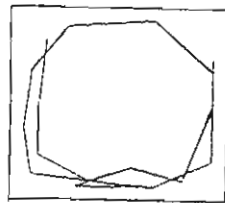


รูปที่ 5 ตำแหน่งและรูปทรงที่ปรากฏบนจอบันทึกผลจาก (ก) ทรงกระบอก (ข) ทรงสี่เหลี่ยม

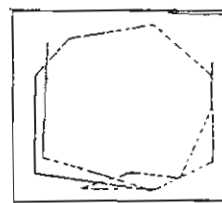
- (ข) เวลาเคลื่อนที่และหยุด จะตรงกันทั้งเครื่องต้นแบบและที่ใช้นาฬิกาจับเวลา
 (ค) ตำแหน่งการยืน ที่หน้าจอจะตรงกับตำแหน่งที่ชุดตรวจจับทั้ง 128 ตำแหน่ง
 (ง) ความเร็วเฉลี่ย ผลที่ได้จากเครื่องจะตรงกับที่คำนวณ (ประมาณ 19 ซม./วินาที)

ใช้หนูทดลองทดสอบ:

- (จ) ระยะทางการเคลื่อนที่ของหนูตัวแรกที่แสดงจากเครื่อง 659.6 ซม. จากการวัดได้ 661 ซม. ตัวที่สองเครื่องวัดได้ 700.5 ซม. จากการวัดได้ 700.25 ซม. ความแตกต่างเท่ากับ 0.05% การทดสอบทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างระหว่างการวัดทั้งสองอย่าง (Paired t-test; $p > 0.05$; two tailed)
- (ฉ) รูปแบบการเคลื่อนที่ที่แสดงโดยเครื่อง (รูปที่ 6ก) หนูจะเดินซิดขบกรงเป็นส่วนใหญ่ เส้นทางการเคลื่อนที่ไม่ยุ่งมากนักเนื่องจากเป็นช่วงระยะทางสั้นๆ ระยะที่เครื่องวัดได้คือ 220.9 ซม. เส้นทางการเคลื่อนที่ที่วัดจากเทปวิดีโอ (รูปที่ 6ข) มีลักษณะคล้ายกับที่แสดงโดยเครื่องระยะทางที่วัดได้ประมาณ 219 ซม. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างประมาณ 1.78%



(ก)



(ข)

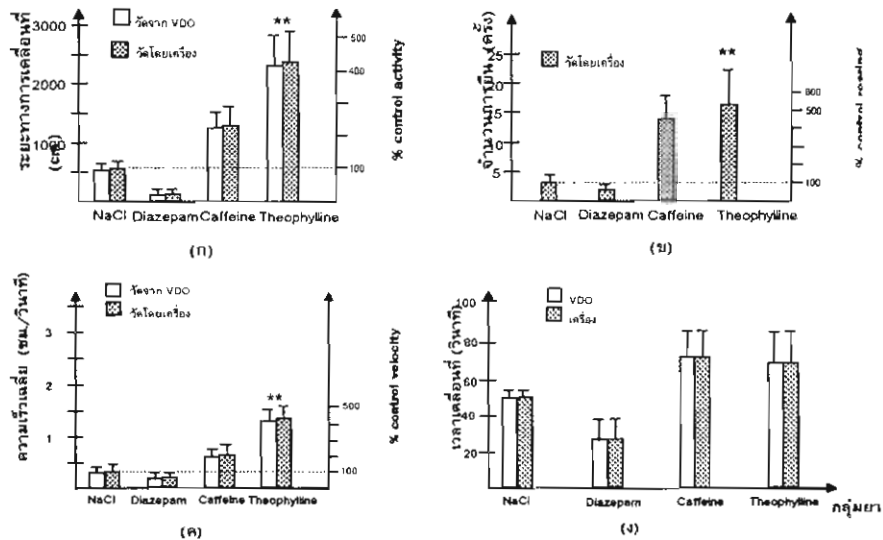
รูปที่ 6 เส้นทางการเคลื่อนที่ (ก) ผลจากเครื่อง (ข) วัดจากเทปวิดีโอ

- (ช) การทดสอบทิศทางสแกนพบว่า ในขณะที่หนูเดินไปทางซ้ายหรือขวาเมื่อสลับทิศทางสแกนจะไม่ทำให้หนูเดินเปลี่ยนทิศทาง
- (ฉ) การทดลองใช้งานจริง (รูปที่ 7)

ระยะทาง ผลการวัดจากเครื่องและจากเทปวิดีโอ (รูปที่ 7ก) หนูในกลุ่ม Diazepam เคลื่อนที่น้อยกว่ากลุ่ม Control ประมาณ 62% ในกลุ่ม Caffeine จะเคลื่อนที่มากกว่า 145% ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนกลุ่ม Theophylline เคลื่อนที่มากกว่ากลุ่ม Control 351% และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลที่ได้จากการวัดโดยเครื่องและจากวิดีโอแตกต่างกัน 1.64% (รูปที่ 8)

วัดการยืน จะกระทำไปพร้อมกันกับวัดระยะทาง (รูปที่ 7ข) ในการทดลองนี้ตั้งกล้องวิดีโอถ่ายจากทางด้านล่างของกล่องจึงไม่สามารถอ่านผลเทปวิดีโอได้ชัดเจนว่าหนูยืน

หรือแค่ยก 2 ขาขึ้นโซรืขึ้นหรือถึงระดับชุดตรวจจับหรือไม่ จึงไม่อาจแสดงการเปรียบเทียบได้ในการทดลองนี้ หากมีการเพิ่มกล้องวิดีโออีกตัวจับภาพด้านข้างกล้องจะทำให้สามารถหาความถูกต้องได้แน่นอน ดังนั้นผลในรูปแสดงเฉพาะที่วัดได้จากเครื่อง โดยหนูในกลุ่ม Diazepam ยืนน้อยกว่ากลุ่ม Control 50% กลุ่ม Caffeine ยืนมากกว่า 366% แต่ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างจากกลุ่ม Control ในทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนกลุ่ม Theophylline ยืนมากกว่ากลุ่ม Control 456% และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)



รูปที่ 7 ผลการวัดโดยเครื่องเปรียบเทียบกับวัดจากวิดีโอเทป (ก) ระยะทาง (ข) การยืน (ค) ความเร็วเฉลี่ย (ง) เวลาเคลื่อนที่: แท่งที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ SEM ของหนูกลุ่มละ 7 ตัว ($n = 7$): การทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มยาโดย ANOVA และ Dunnett's test, ** แทน $p<0.01$ (แตกต่างจากกลุ่ม Control); เปอร์เซนต์ Control แสดงเฉพาะจากเครื่อง



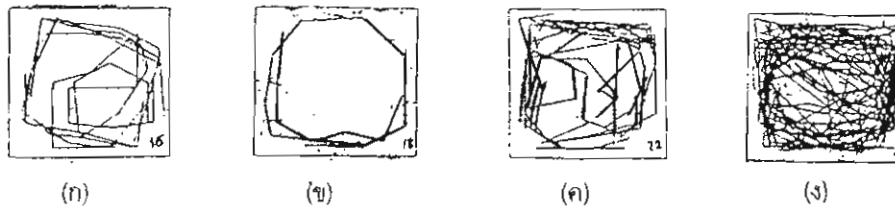
รูปที่ 8 เปอร์เซนต์ความแตกต่างของการวัดระหว่างเครื่องกับวิดีโอโดยถือค่าที่วัดจากวิดีโอเป็นหลัก

ความเร็วเฉลี่ย (ระยะทาง/เวลาทั้งหมดในการทดสอบ) ผลการวัด (รูปที่ 7ค) หนูในกลุ่ม Diazepam มีความเร็วเฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่ม Control 62% กลุ่ม Caffeine จะมากกว่า 145% แต่ทั้งสองกลุ่มพบว่า ความแตกต่างจากกลุ่ม Control ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กลุ่ม Theophylline จะมากกว่ากลุ่ม Control 351% และแตกต่างโดยมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ผลที่ได้จากเครื่องและจาก วิดีโอแตกต่างกันประมาณ 1.64% ความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ (ระยะทาง/เวลาที่ใช้เคลื่อนที่) ในกลุ่ม Control Diazepam Caffeine Theophylline จะได้ประมาณ 9, 6, 17, 32 ซม./วินาที ตามลำดับ

เวลาเคลื่อนที่และหยุดพัก ผลการวัดจะตรงกันทั้งวัดจากเครื่องและจากวิดีโอ (รูปที่ 7ง)

รูปแบบการเคลื่อนที่โดยใช้เครื่อง (รูปที่ 9) ลักษณะการเดินของหนูจากเครื่องในภาวะการได้รับยาต่างๆ กลุ่มละ 7 ตัว พอสรุปได้ว่า

- (ก) กลุ่ม Control การเดินจะชิดขอบกรง
- (ข) กลุ่ม Diazepam หนูจะเดินน้อย และชิดขอบกรง
- (ค) กลุ่ม Caffeine หนูเดินมาก ชิดขอบกรง และเดินขวกไขว่มากขึ้น
- (ง) กลุ่ม Theophylline หนูเดินมากที่สุด เดินขวกไขว่ และเต็มพื้นที่



รูปที่ 9 รูปแบบการเคลื่อนที่ในกลุ่ม (ก) Control (ข) Diazepam (ค) Caffeine (ง) Theophylline

สรุปผล

บทความนี้ได้ศึกษา พัฒนา ออกแบบ สร้าง และทดสอบ เครื่องมือเพื่อช่วยในการวัดพฤติกรรมเคลื่อนที่ของหนู ให้มีความถูกต้องและเที่ยงตรงในการวัดแทนการใช้คนเป็นผู้สังเกตและบันทึกผล การใช้เครื่องมือในการวัดและบันทึกผลนั้น จะทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว ข้อมูลที่ได้จะเป็นมาตรฐานเดียวกัน จากผลการทดสอบการวัด ตำแหน่ง เวลาที่ใช้ในการ

เคลื่อนที่และหยุดพัก มีความถูกต้องตรงตามความเป็นจริง สำหรับระยะทางที่ได้จากเครื่องมากกว่าที่สังเกตจากเทปวัดโอประมาณ 1.67% ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าเป็นผลเนื่องมาจากความละเอียดถูกต้องของเครื่องมือ ผลของยาจากการทดลองนี้คล้ายกับที่แสดงโดย W.L. Kuhn และคณะ คือ Diazepam ลดการเคลื่อนที่ ส่วน Caffeine โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Theophylline มีผลเพิ่มการเคลื่อนที่มาก ในด้านราคาเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่ขายในต่างประเทศที่แสดงพารามิเตอร์ดังกล่าวประมาณเครื่องละ 300,000 บาท ราคาในปี ค.ศ. 1995 (ไม่รวมภาษี) ซึ่งรวมเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว ในขณะที่อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเองมีต้นทุนประมาณ 40,000 บาท

เอกสารอ้างอิง

1. Wolgin, D.L. and other. **"Effect of Prior Sensitization of Stereotypy on the Development of Tolerance to Amphetammine-Induced Hypophagia."** J.Pharmacol. Exp. Ther. 262(1992): 1232-1240.
2. Koe, B.K., and other. **"Sertraline, 1S, 4S-N-Methyl-4-(3,4-Dichlorophenyl)-1, 2, 3, 4-Tetrahydro-1-Naphylamine a New Uptake Inhibit with Selectivity for Serotonin."** J. Pharmacol. Exp. Ther. 229 (1983): 686-699.
3. Chiara, G.D., and Imperato, A. **"Opposite Effects of Mu and Kappa Opiate Agonists on Dopamine Release in the Nucleus Accumbens and in the Dorsal Caudate of Freely Moving Rats."** J. Pharmacol. Exp. Ther. 244(1987): 1067-1079.
4. Callaway, and other. **"Tolerance and Cross-toleranceto the Activating Effects of 3, 4-Methylenedioxymethamphetamine and a 5-Hydroxy-tryptamine Agonist."** J. Pharmacol. Exp. Ther. 263(1992): 318-325.
5. Kuhn, W.L., and other. **"Effect of some Potent Theophylline Analogues on Locomotor Behavior in Rat."** Nova Pharmaceutial Corporation. (1987).
6. Rashid, M.H. **Power Electronics.** Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall, 1988.
7. Robert, and Louis. **Electronic Devices and Circuit Theory.** 4th ed. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall, 1987.