

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม

เพื่อการทำวิจัยเรื่องระบบตรวจจับ โรคคนทำงานออฟฟิศ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามสุขภาพและเทคโนโลยีสำหรับการจดจำท่าทางของมนุษย์ จากงานวิจัยที่เกิดขึ้นในอดีต การค้นคว้าดังกล่าว มีวัตถุประสงค์เพื่อการเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี เพื่อเข้าใจถึงข้อดีข้อเสียและจุดแข็งจุดอ่อนของแต่ละเทคโนโลยีแต่ละชนิด ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกล้อง Kinect เพื่อเข้าใจศักยภาพและฟังก์ชันการทำงานอย่างละเอียด และนอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ศึกษางานวิจัยทางการแพทย์ เพื่อให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงความหมายของ “ท่าทางที่ถูกสุลัดขณะ” ตามหลักการยศาสตร์ และชีวการแพทย์ (Biomedical)

2.1 เทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามสุขภาพ

และเทคโนโลยีสำหรับการจดจำท่าทางของมนุษย์

การติดตามสุขภาพในอดีต อาศัยการใช้ผู้ดูแล (Caretaker) หรือบริการจากผู้ให้บริการด้านสุขภาพ (Health Care Provider) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงและมีความยุ่งยาก ทั้งยังต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก เนื่องจากผู้ดูแลจะต้องคอยติดตามสุขภาพของผู้ถูกติดตามตลอดเวลา ในภายหลัง เทคโนโลยีสารสนเทศได้ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างระบบติดตามสุขภาพแบบอัตโนมัติ งานวิจัยได้เกิดขึ้นจำนวนมาก พัฒนาการและแนวโน้มทางเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในแต่ละปี

2.1.1 ก่อนปี 2005

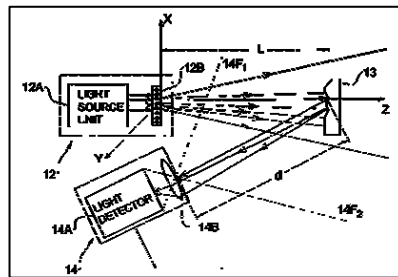
ในปี 2002 Nelwan และคณะ [10] ได้พัฒนาระบบติดตามสุขภาพสำหรับใช้ในโรงพยาบาล ซึ่งจะคอยติดตามรูปคลื่นทางสรีรวิทยา (Physiological Waveform) 6 ชนิด งานวิจัยชิ้นนี้อาศัยการเชื่อมต่อเครื่องมีควัดทางการแพทย์เข้ากับมือถือ โดยมือถือถูกใช้เป็นหน้าจอแสดงผล และเป็นตัวส่งข้อมูลข้อมูลตำแหน่ง GPS ผ่านเครือข่ายไร้สายให้แก่ผู้ดูแล

ในปี 2004 งานวิจัยของ Nelwen และคณะ ได้ถูกกล่าวถึงโดย Anliker [10] และ Lee [11] โดย Anliker และคณะได้นำเสนอระบบชื่อว่า AMON ซึ่งเป็นระบบติดตามสุขภาพแบบพกพา เพื่อติดตามผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านหัวใจและระบบทางเดินหายใจอย่างรุนแรง ขณะที่ Lee และคณะ พบว่าข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดที่มากขึ้นตามไปด้วย พวกเขาเสนอการใช้ Sensor-Network Domain Knowledge เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งภายหลังงานวิจัยชิ้นนี้ได้ถูกอ้างถึงหลายครั้ง ในงานวิจัยด้าน Ambient Intelligence

ระบบอัจฉริยะเพื่อการติดตามสุขภาพได้ถูกนำเสนอโดย Majeed และคณะ [12] โดยอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ทั่วไปได้ถูกติดตั้งในบ้านพัก เพื่อติดตามผู้ที่ต้องการการดูแลด้านสุขภาพ โดยงานวิจัยนี้ใช้ Fuzzy Reasoning ในการสร้างโมเดลและศึกษาพฤติกรรม พวกเขาเชื่อว่า การจะสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีในระยะยาวนั้น ต้องอาศัยการติดตามสุขภาพอย่างสม่ำเสมอ ไม่ใช่การใช้แค่ระบบแจ้งเตือน ที่แก้ไขเฉพาะปัญหาลับพลัน

2.1.2 ช่วงปี 2005

Xbox360 ได้ออกวางตลาดในเดือนพฤศจิกายน และเทคโนโลยีการตรวจวัดความลึก (Depth Sensing Technology) โดยใช้แสงอินฟราเรด ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่อยู่เบื้องหลัง Kinect ได้ถูกคิดค้นขึ้นโดย Zalevsky และคณะ [13] ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 เทคโนโลยีการตรวจวัดความลึก [13]

Jaimes และคณะ [14] ได้นำเสนอระบบเพื่อตรวจจับพฤติกรรมการทำงาน โดยงานวิจัยนี้ถูกอ้างถึงว่าเป็นระบบที่ใช้กล้อง (Camera-Based System) ระบบแรก พวกเขาได้ใช้กล้อง Webcam และนำเสนออัลกอริทึมในการดึงโครงร่างของมนุษย์ออกจากพื้นหลัง ระบบทำงานโดยผู้ใช้ให้ข้อมูลว่า “ทำนองที่ดี” คืออะไร โดยระบบจะจดจำและคอยแจ้งเตือน เมื่อทำนอง ณ เวลาใดๆ ไม่ใช่ทำนองที่ดี นอกจากนี้ ระบบยังสามารถออกรายงานที่สรุปผลสุขภาพการนั่งในแต่ละวัน และบ่งบอกสัดส่วนเวลาที่ใช้กับทำนองต่างๆ ได้ ดังรูปที่ 2.2

	40% of the time.		25% of the time.
	20% of the time.		15% of the time.

รูปที่ 2.2 การตรวจจับทำนองขณะทำงาน [14]

2.1.3 ช่วงปี 2006 - 2008

ในปี 2006 ระบบติดตามสุขภาพผู้ใช้แล็ปท็อปได้ถูกสร้างขึ้นโดย Demmans และคณะ [15] งานวิจัยนี้พยายามที่จะวัดองศาของข้อศอกของผู้ใช้ โดยอาศัย FLX-01 ที่เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับความโค้งงอ (Flex Sensor) ระบบพยายามที่จะปรับปรุงพฤติกรรมกำกวมของผู้ใช้ และส่งเสริมให้มีการออกกำลังกาย

เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของต้นคอ เพื่อป้องกันการเจ็บป่วยจากการเคลื่อนไหวซ้ำๆ (RSI: Repetitive Stress Injuries) ปัญหาที่ถูกกล่าวถึงในงานวิจัยชิ้นนี้ คือ ระบบมีความสามารถต่ำในการจูงใจผู้ใช้ และอีกปัญหาหนึ่งคือการแจ้งเตือนของระบบเกิดบ่อยเกินไป ซึ่งมากกว่าหนึ่งครั้งในแต่ละนาที่ ซึ่งบ่งบอกถึงปัญหาด้านความแม่นยำของการตรวจจับ

ในปี 2007 Becker และคณะ [16] ได้พัฒนา Ambient Intelligent Home Care ที่สามารถแก้ไขปัญหาของระบบ Home Care ในยุคนั้น ที่ต้องอาศัยคนงานเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม พวกเขาพบว่าระบบที่พวกเขาสร้างให้ความสำคัญมากเกินไปกับส่วนของเทคโนโลยี ขณะที่ให้ความสำคัญไม่เพียงพอกับเรื่องการนำไปใช้ประโยชน์และทัศนคติของผู้ใช้ระบบ

ในปี 2008 Lee และคณะได้นำเสนอระบบติดตามผู้สูงอายุและผู้ทุพพลภาพ [17] โดยเครื่องมีวัตถุประสงค์ทางการแพทย์ได้ถูกติดตั้งในบ้านพัก และมีการติดตั้งเครือข่ายเพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลทราบเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด เป้าหมายของงานวิจัยคือเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้ที่ขาดคนดูแล

ในงานวิจัยของ Arteaga และคณะ [18] ระบบติดตามผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้ถูกสร้างขึ้นโดยใช้เครื่องวัดความเอียง 3-Axial Accelerometer ระบบมีเป้าหมายเพื่อติดตามจำนวนความเสี่ยงในแต่ละวัน และแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้เมื่อตรวจพบท่าทางที่เป็นอันตราย นอกจากนี้ ระบบยังสามารถออกรายงานอัตโนมัติเพื่อให้แพทย์นำไปใช้วินิจฉัยต่อไป

2.1.4 ช่วงปี 2009

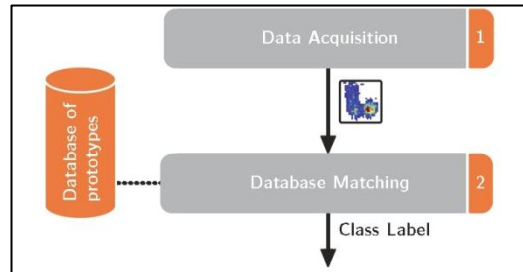
กล้อง Kinect for Xbox ได้เปิดตัวในเดือนมิถุนายน ที่งานสัมมนา Microsoft's E3 ตัวอย่างจำนวนสามตัวอย่างที่ถูกนำเสนอได้แก่ Ricochet, Paint Party และ Milo & Kate ซึ่งสำหรับแอปพลิเคชัน Milo & Kate นั้น (รูปที่ 2.3) ทาง Kipman ผู้สร้าง Kinect ได้กล่าวว่า มัน ไม่ใช่เกมส์ แต่เป็นสิ่งจำลองที่มนุษย์สามารถปฏิสัมพันธ์กับเครื่องจักรผ่านทางภาษาธรรมชาติ [19] [20]



รูปที่ 2.3 แอปพลิเคชัน Milo & Kate [20]

สำหรับงานวิจัยที่เกิดขึ้นในปีนี้ Tessendorf และคณะได้นำเสนอระบบติดตามพฤติกรรมการณ์นั่งโดยปราศจากการควบคุม (Unsupervised Manner) [21] โดยระบบอาศัยตัววัดแรงกด และมีการ

เปรียบเทียบข้อมูลที่อ่านได้กับข้อมูลตัวอย่าง (Prototypes) ในฐานข้อมูลอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 2.4) โดยใช้อัลกอริทึม Adaptive Resonance Theory (ART) ระบบสามารถให้ผลตอบกลับแบบเรียลไทม์ว่าผู้ใช้นั่งนิ่งเป็นเวลานานเท่าไร และก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสุขภาพเท่าไร



รูปที่ 2.4 การเปรียบเทียบข้อมูลที่อ่านได้กับข้อมูลตัวอย่าง [21]

ระบบของ Nelwan ในปี 2002 [9] และระบบของ Anliker ในปี 2004 [10] ได้ถูกนำมาพัฒนาต่อเป็นระบบพกพาแบบไร้สาย (WHMS: Wireless Homecare Monitoring System) โดย Dobrescu และคณะ [22] พวกเขาได้กล่าวว่า การจะสร้าง WHMS ที่สมบูรณ์ได้ จะต้องพัฒนาด้านการสื่อสารข้อมูล การป้องกันคลื่นรบกวน การรวมข้อมูลจากอุปกรณ์หลายอุปกรณ์ อนุรักษ์พลังงาน และการเชื่อมต่อแบบหลายชั้น (Multi-tiered)

ตัวอย่างเป้าหมายในงานวิจัยของ Dobrescu และคณะ

- Sleep Apnea: ติดตามปริมาณออกซิเจนในเลือด การหายใจ การเต้นของหัวใจ EEG และ EOG ขณะนอนหลับ โดยใช้เซ็นเซอร์ที่ติดกับตัวผู้ป่วย
- Journaling Support: กระตุ้นให้ผู้ป่วยช่วยเหลือผู้บำบัดในการวินิจฉัยโรค โดยมีระบบคอยช่วยบันทึกการเปลี่ยนแปลงของการทำงานต่างๆของร่างกาย เช่น ระยะเวลาเคลื่อนไหว ความเจ็บปวด ความเมื่อยล้า การนอนหลับ การปวดหัว และอื่นๆ
- Cardiac Health: ตรวจจับจังหวะการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ ด้วยเซ็นเซอร์ EKG

2.1.5 ช่วงปี 2010

กล้อง Kinect for Xbox ได้ถูกวางตลาด และไลบรารี OpenNI ได้ถูกปล่อยออกมาใน 2 เดือนให้หลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีคาร์ลสรูห์ (KIT: Karlsruhe Institute of Technology) [23, 24] ได้นำเสนอ การตรวจจับโครงร่างของมนุษย์ทั้งร่างกายและแสดงผลเป็นคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ ที่เรียกว่า Voodoo โดยใช้กล้อง Kinect ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ระบบ Voodoo Tracking [24]

Feng และ Lin ได้ติดตั้งระบบเพื่อแจ้งเตือนเวลาผู้สูงอายุล้มโดยไม่คาดคิด [25] ตาราง “Unusual Event” ได้ถูกนำเสนอ (ตารางที่ 2.1) และ Support Vector Machine (SVM) ได้ถูกใช้สำหรับการจดจำแบบแผน (Pattern Recognition) ระบบทำงานโดยดึงส่วนที่เคลื่อนไหวออกด้วยอัลกอริทึมการแยกความแตกต่างของพื้นหลัง (Background Difference Algorithm) ทำทางได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับตารางถ้าพบว่าผู้สูงอายุมีการล้ม ดังรูปที่ 2.6 ระบบจะแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลโดยทันที

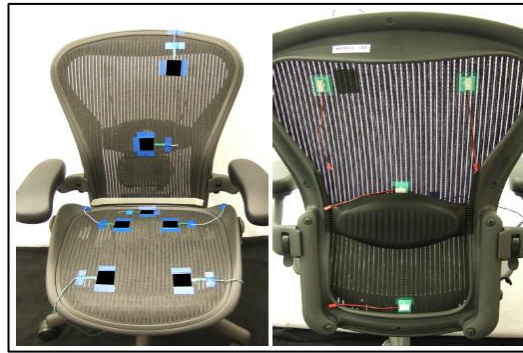
ตารางที่ 2.1 ตาราง Unusual Event [25]

index number	standing	bending	sitting	lying	state
1	1	1	1	1	un- normal
2	1	1	1	0	un- normal
3	1	1	0	1	un- normal
4	1	1	0	0	normal
5	1	0	1	1	un- normal
6	1	0	1	0	normal



รูปที่ 2.6 การตรวจจับการล้ม [25]

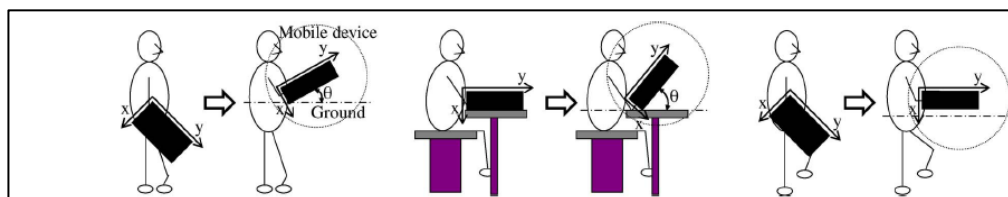
Zheng และ Morrell สร้างเก้าอี้การยศาสตร์ (Ergonomic chair) (รูปที่ 2.7) ที่จะชี้แนะให้ผู้ใช้นั่งมีท่าทางที่ถูกสุขลักษณะ โดยเก้าอี้จะสั่นเตือนเมื่อตรวจพบท่าทางที่ไม่ดีต่อสุขภาพ [26]



รูปที่ 2.7 เก้าอี้การยศาสตร์ [26]

ด้วยเหตุที่ระบบดูแลสุขภาพในสมัยนั้น ประสบปัญหาจากค่าใช้จ่ายเริ่มต้นที่สูง ระบบส่วนใหญ่ถูกสร้างขึ้นเพื่อควบคุมอาการป่วย มากกว่าจะป้องกัน และระบบส่วนมากจะไม่เน้นความสำคัญในด้านสังคมหรือความต้องการทางจิตของผู้ใช้ Singh และคณะ [27] จึงพัฒนาระบบที่จะแก้ไขปัญหาเหล่านี้ พวกเขาได้นำเสนอ Healthcare4Life ที่ใช้กล้อง Webcam เพื่อการบริหารมือ ใช้ iPhone เพื่อการติดตามและส่งเสริมการออกกำลังกายของแขนและข้อต่อ ภาษา HealthML ได้ถูกนำเสนอเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างองค์ประกอบของระบบ งานวิจัยดังกล่าวนี้ ได้ถูกพัฒนาต่อไปเป็น Health Care Alliance For Life Inc. [28] ในภายหลัง

Baek และ Yun [29] ได้เพิ่มขีดความสามารถของสมาร์ทโฟน ให้สามารถตรวจจับท่าทางของมนุษย์ ระบบติดตามท่าทางของผู้ใช้ (UPMS: User Posture Monitoring System) ที่สร้างขึ้น สามารถจำแนกประเภทของกิจกรรม 3 อย่าง ได้แก่ การนั่ง การยืน และการเดิน และสามารถอ่านองศาการก้ม โดยใช้ Accelerometer ที่อยู่ในมือถือ ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การจำแนกท่าทางของมนุษย์โดยใช้ Accelerometer ในมือถือ [29]

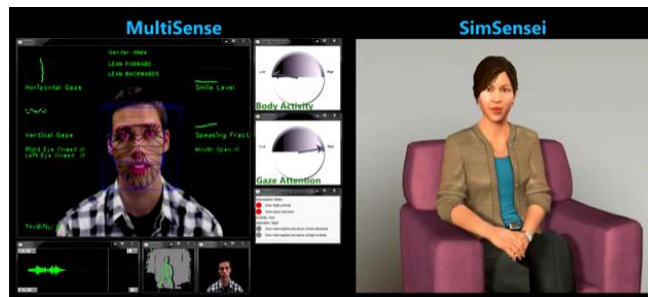
2.1.6 ช่วงปี 2011

บริษัท AR Door ได้ร่วมมือกับร้านเสื้อผ้า Topshop สร้างห้องลองเสื้อผ้าเสมือน (Virtual Fitting Room) ดังรูปที่ 2.9 ที่ผู้ซื้อสามารถทดลองใส่เสื้อผ้าผ่านมอนิเตอร์ที่ใช้กราฟฟิก 3 มิติ โดยห้องลองเสื้อผ้านี้ได้ถูกติดตั้งใน Topshop สาขายุโรป ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม [30]



รูปที่ 2.9 ห้องลองเสื้อผ้าเสมือน [30]

นักบำบัดเสมือน SimSensei (รูปที่ 2.10) ถูกพัฒนาในโครงการ DARPA ด้วยความร่วมมือระหว่าง Cognito Health และ USC Institute for Creative Technologies (ICT) SimSensei สามารถอ่านภาษาร่างกายของผู้ใช้ และรับรู้ความเครียดผ่านทางร่างกาย สีหน้า น้ำเสียง โดยภายหลัง SimSensei ถูกกล่าวถึงว่า สามารถตรวจจับความเครียดได้แม่นยำถึง 90% จากการทดสอบกับคนจำนวน 60 คน [31, 32]



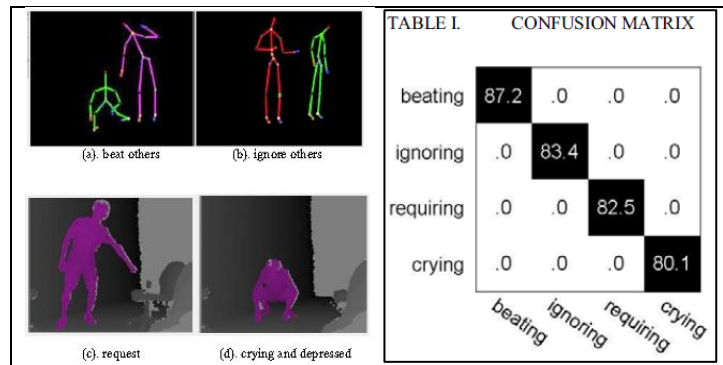
รูปที่ 2.10 นักบำบัดเสมือน SimSensei [31]

โครงการ V-Sido [33, 34] ได้ถูกจัดตั้งในญี่ปุ่น งานวิจัยมีเป้าหมายเพื่อควบคุม Humanoid Robot ผ่านทางกล้อง Kinect ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การควบคุม Humanoid Robot ผ่านทางกล้อง Kinect [33]

Yu และคณะ [35] ได้พัฒนาระบบเพื่อติดตามพฤติกรรมก้าวร้าวในเด็ก โดยใช้กล้อง Kinect ข้อมูลฝึกฝนได้ถูกจัดเก็บและใช้เพื่อการจำแนกพฤติกรรม ดังรูปที่ 2.12 ระบบมีเป้าหมายเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยเหลือแพทย์ในการบำบัด

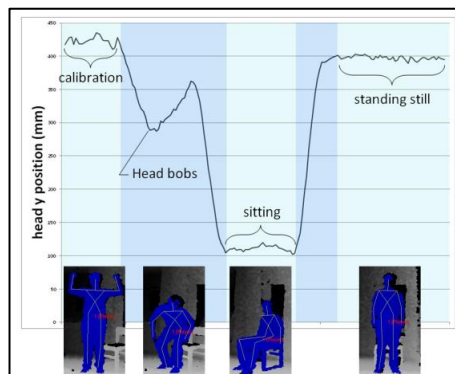


รูปที่ 2.12 การติดตามพฤติกรรมก้าวร้าวในเด็ก [35]

Chang และคณะ ได้เปรียบเทียบระหว่างระบบที่ใช้ Kinect กับระบบที่ใช้ OptiTrack [36] OptiTrack เป็นที่ยอมรับในด้านความแม่นยำและศักยภาพการประมวลผลที่สูง อย่างไรก็ตาม ระบบที่ใช้ OptiTrack จำเป็นต้องใช้กล้องจำนวนหลายตัว และใช้มากเกอร์ช่วยเพื่อเพิ่มความแม่นยำ ส่งผลให้ OptiTrack ไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้สร้างระบบ เนื่องจากค่าใช้จ่ายที่สูง และความยุ่งยากในการใช้ ขณะที่ Kinect ไม่ประสบปัญหาเหล่านี้

Huang และคณะ ได้พัฒนาระบบเพื่อช่วยเหลือคนพิการ ในการให้การกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วยที่นั่งรถเข็น [37] ความแม่นยำของการตรวจจับอยู่ที่ 80% ซึ่งเกิดจากข้อจำกัดที่ว่า ล้อของรถเข็นรบกวนการตรวจจับโครงสร้างของกล้อง

LaBelle และคณะ ได้ใช้ Kinect เป็นเครื่องมือเพื่อการถ่ายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง [38] ระบบสามารถติดตามท่าทาง (รูปที่ 2.13) และช่วยเหลือผู้ป่วยได้ทั้งภายในคลินิกและเวลาที่อยู่บ้าน พวกเขาพบว่ากล้อง Kinect สามารถตรวจจับได้ดีที่สุดเมื่อวัตถุอยู่ในระยะห่าง 3.5 เมตร และพบว่าสีของเสื้อจะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน แต่การทำงานจะมีความแม่นยำลดลงหากตรวจจับคนที่สวมเสื้อฟ้าทะเทะ



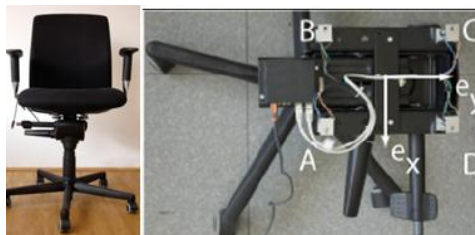
รูปที่ 2.13 การตรวจจับท่าทางของมนุษย์ [38]

Gallo, Placitelli และ Ciampi [39] นำเสนอระบบเปิด (Open-Source) เพื่อควบคุมภาพถ่ายทางการแพทย์ (รูปที่ 2.14 ภาพซ้าย) ระบบจะช่วยเหลือแพทย์ที่อยู่ในห้องผ่าตัด ที่อุปกรณ์ในห้องจะต้องผ่านการฆ่าเชื้อ ระบบนี้จะช่วยให้แพทย์สามารถดูภาพต่างๆ เช่น CT Scan หรือ MRI ได้ โดยควบคุมด้วยภาษามือ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ Renato Archer [40, 41, 42] ได้นำเสนอระบบที่คล้ายกัน เรียกว่า InVesalius (รูปที่ 2.14 ภาพขวา) ซึ่งช่วยให้แพทย์ผ่าตัด สามารถควบคุมภาพถ่ายด้วยภาษาท่าทาง โดยไม่ต้องสัมผัส



รูปที่ 2.14 ระบบควบคุมรูปภาพ โดยปราศจากการสัมผัส [39, 42]

สำหรับงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเพื่อสุขภาพ เก้าอี้อัจฉริยะ ได้ถูกสร้างขึ้นโดย Schrempf และคณะ [43] ตัววัดแรงได้ถูกติดตั้งเพื่อตรวจจับท่าทางที่ผิดปกติขณะและแรงแง่งเดือน (รูปที่ 2.15) ระบบได้สนับสนุนให้ผู้ใช้นั่งทำงานแบบไดนามิก คือ มีการเคลื่อนไหวเป็นประจำขณะที่นั่งทำงาน และนอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเกมส์สำหรับการออกกำลังกาย



รูปที่ 2.15 เก้าอี้อัจฉริยะ [43]

Illiev [44] และคณะได้ใช้สัญญาณ Accelerometer และ Photo-Pletismographic ในการตรวจจับการล้ม ระบบที่ได้เป็นระบบค่าใช้จ่ายต่ำ ที่ติดตามผู้ใช้ขณะเดิน เพื่อตรวจจับการล้มและตรวจจับกิจกรรมที่ส่งผลต่อการเต้นของหัวใจ ผลลัพธ์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือที่สูง ใช้เวลาการประมวลผลที่สั้น และเป็นเรียลไทม์

สำหรับงานวิจัยอื่นๆ ในปีนี้ Liu และคณะ [45] ได้พัฒนาระบบสำหรับการกายภาพบำบัดมือโดยใช้ Webcam Farra และคณะ [46] ได้พัฒนาระบบที่ใช้กล้องมือถือเพื่อติดตามสุขภาพของกระดูกสันหลังแบบไดนามิก และสุดท้าย Jeong และคณะ [47] ได้พัฒนาระบบที่ประเมินท่าทางการก้มของผู้ใช้ด้วย 3-Axis Accelerometer

2.1.7 ช่วงปี 2012

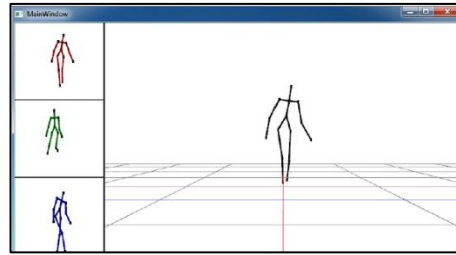
ในงานวิจัยของ Parajuli และคณะ [48] Kinect ได้ถูกใช้เพื่อติดตามผู้สูงอายุ และช่วยด้านการออกกำลังกาย โดยระบบสามารถตรวจจับเมื่อผู้ใช้ทำท่าใดท่าหนึ่ง ข้อมูลได้ถูกจัดเก็บและทำการจดจำท่าทางด้วย Support Vector Machine งานวิจัยที่คล้ายกันนี้ ยังถูกทำขึ้นโดย Maggiorini และคณะ [49] โดย Kinect ถูกใช้เพื่อการดูแลผู้สูงอายุในระยะยาว (LTC: Long Term Care) ระบบเป็น Ambient Intelligence ที่สามารถช่วยเรื่องการออกกำลังกาย ตรวจจับท่าทางว่าถูกต้องหรือไม่ ติดตามดัชนีด้านสุขภาพ และแจ้งเตือนแก่ผู้ดูแล เมื่อเกิดเหตุผิดปกติ

สำหรับงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Kinect ในปีนี้ Kepski และ Kwolek [50] ได้นำเสนอระบบเพื่อตรวจจับการล้มโดยใช้ Kinect Marquardt และคณะ [51] ได้พัฒนา “Super Mirror” ที่ช่วยฝึกสอนการเดินร่าแก่นักเต้นบัลเล่ย์ ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 Super Mirror เพื่อฝึกสอนการเดินร่าแก่นักเต้นบัลเล่ย์

สำหรับงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ประเทศไทย Patsadu และคณะ [52] ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการจดจำท่าทางของมนุษย์ด้วยกล้อง Kinect นราวดี พัฒโนทัย [53] ได้นำเสนอการตรวจจับโครงร่างโดยใช้กล้อง Kinect หลายตัว เพื่อแก้ไขปัญหาในกรณีที่วัตถุโดนบัง และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องเพียงตัวเดียว สุทธิพงษ์ แก่นจันทร์ [54] ได้นำเสนอระบบที่ตรวจจับท่าทางของมนุษย์โดยปราศจากเครื่องมือวัดตำแหน่ง ระบบทำงานโดยใช้การประกอบข้อมูลโครงร่างจากกล้อง Kinect หลายตัว ดังรูปที่ 2.17 และได้ทดสอบกับการตรวจจับท่าทางการเดินที่ผิดปกติ เช่น Trendelenburg's gait (Gluteus Medius gait), Gluteus Maximus gait, Quadriceps Paralysis และ Stepage gait



รูปที่ 2.17 การติดตั้งกล้อง Kinect หลายตัวเพื่อประกอบโครงร่างมนุษย์ [54]

Dhillon และคณะ [55] ที่เคยพัฒนา HealthCare4Life ได้ทำการสำรวจเกี่ยวกับเทคโนโลยีการติดตามสุขภาพ และพบว่าเป้าหมายของระบบติดตามสุขภาพสามารถบรรลุได้ ภายใต้อุปกรณ์ที่เหมาะสม เมื่อใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์ตรวจจับที่หาได้ทั่วไป เช่น เกมส์คอนโทรลเลอร์ และสมาร์ตโฟน ระบบได้ทำการจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ และวิเคราะห์ระดับตามความสามารถ ซึ่งได้ผลออกมาดังตาราง 2.2 Kinect ได้ถูกกล่าวถึงในงานวิจัยว่ามีการนำไปใช้ในทางการดูแลสุขภาพมากขึ้นเรื่อยๆ การใช้กล้อง Kinect หลายตัวจะสามารถเพิ่มความสามารถในการจดจำแบบแผน และ Kinect ยังเหมาะกับผู้ใช้หลากหลายประเภท เพราะสามารถติดตั้งและใช้งานได้ง่าย

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบเทคโนโลยีการติดตามสุขภาพ [55]

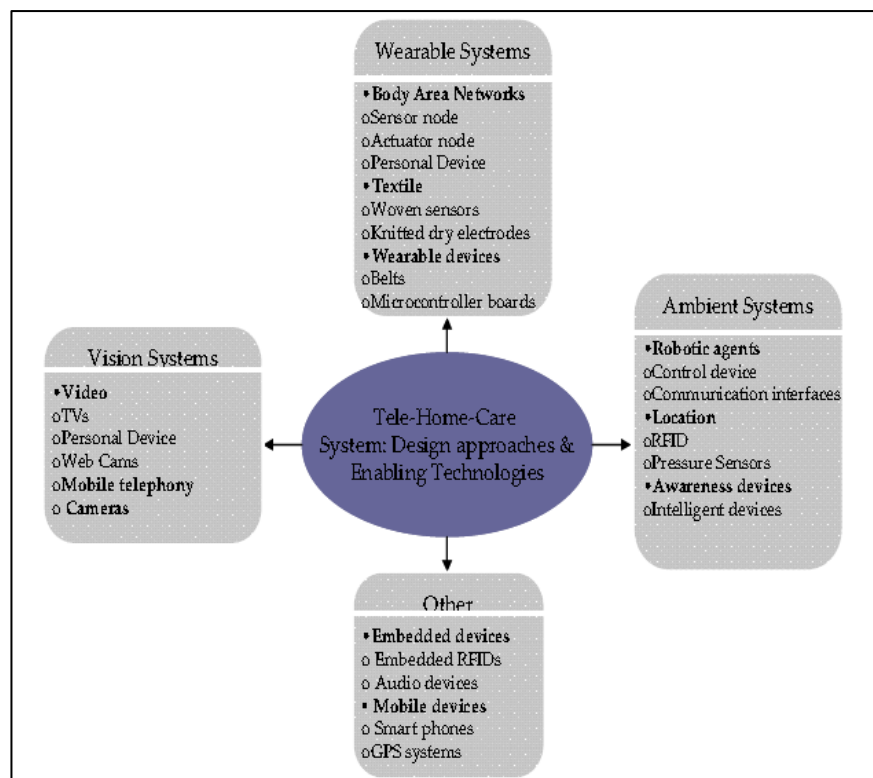
Categories	Handheld Sensing Devices		Handsfree Sensing Devices		Mobile Sensing Devices	
Devices	<i>Wii</i>	<i>PS Move</i>	<i>Kinect</i>	<i>Webcam</i>	<i>iPhone</i>	<i>Nintendo DS</i>
Main purpose	Gaming	Gaming	Gaming	Online video conferencing	Communication	Gaming
Motion detection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Open source	Yes	No	Yes	Yes	No	No
Range	Wireless short-range	Wireless short-range	Wireless short-range	Wired short-range	Limited to its connection method	Limited to its connection method
Feedback	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Microphone	No	Yes	Yes	Depends on product brand	Yes	Yes
Voice recognition	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Buttons	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes
Camera	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Accelerometers	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes
Connectivity	Bluetooth	Bluetooth, USB	USB	USB	Bluetooth, Wi-Fi	Wi-Fi
Other technology	Optical sensor, Infrared	Gyroscope, Terrestrial magnetic field sensor	Infrared	Image sensor (CCD or CMOS)	Touchscreen, GPS, 3G, Infrared	Touchscreen, Nintendo proprietary communication protocol
Potential in telehealth	Rehabilitation (e.g. arm exercise) [2], Monitoring [6], Social support [4], Fall detection	Rehabilitation (e.g. arm exercise), Monitoring (e.g. fall detection), Social support	Rehabilitation (e.g. physical body exercise, weight control) [3], Handsfree imaging tool [8], Diagnosis [33], Video calling, Social support, Therapy	Rehabilitation (e.g. hand exercise) [30], Video call [18,19], Monitoring [15], Social support, Diagnosis	Rehabilitation (e.g. arm exercise) [11], Monitoring (e.g. heart monitor, diet tracker) [26], Data collection [12], Diagnosis [18], Medication reminder, Video	Rehabilitation (e.g. mental exercise) [27], Monitoring [28], Data collection [31], Fall detection [31], Social support [31], Video calling

การสำรวจอีกงานหนึ่งได้ทำขึ้นโดย AI-Attas และคณะ [56] งานวิจัยได้ทำอนุกรมวิธาน สรุปจุดแข็ง และจุดด้อย และอธิบายถึงประเด็นต่างๆ รวมถึงข้อเสนอแนะต่องานวิจัยในอนาคตอย่างละเอียด

AI-Attas และคณะได้แบ่งเทคโนโลยีการดูแลสุขภาพออกเป็น 4 หมวดหมู่ ดังรูปที่ 2.18

1. Wearable System: ระบบที่ผู้ใช้สวมใส่อุปกรณ์ตรวจวัด
2. Ambient Home System: ระบบที่อุปกรณ์ต่างๆ ถูกติดตั้งในที่พักอาศัย
3. Vision System: ระบบที่ใช้กล้อง และอุปกรณ์จับภาพ
4. Other System: ระบบที่ใช้อุปกรณ์อื่นๆ เช่น RFID มือถือ หรือเครื่องตรวจจับการเคลื่อนไหว

สำหรับคำแนะนำในงานวิจัยในอนาคต AI-Attas และคณะ ได้สรุปว่าการออกแบบทางสถาปัตยกรรมสนับสนุนให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ Ambient Home ควรลดค่าใช้จ่ายเพื่อให้มีความคุ้มค่าในทางปฏิบัติ ระบบยังสมควรคำนึงถึงพฤติกรรมการทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดผลในการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อน การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ควรมีการพัฒนา แหล่งพลังงานถือเป็นปัญหาที่สำคัญ โดยเฉพาะกับระบบแบบสวมใส่ ด้านอื่นๆ ที่ต้องคำนึงถึง คือ การประสานระหว่างอุปกรณ์ ความมั่นคง ความน่าเชื่อถือ ความเป็นส่วนตัว และการใช้งาน



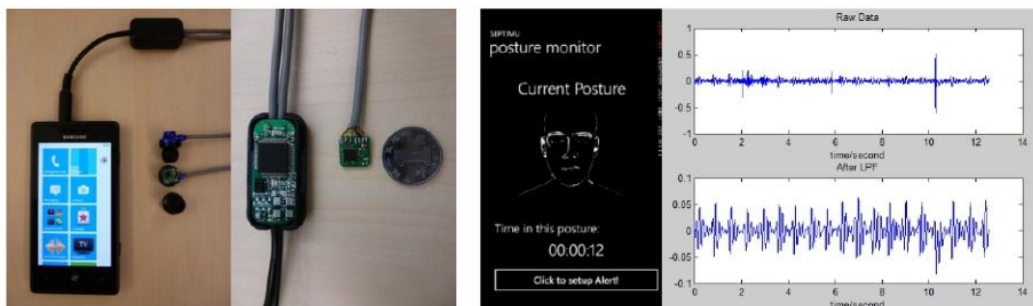
รูปที่ 2.18 เทคโนโลยีการติดตามสุขภาพ [56]

ในการสำรวจของ Bai และคณะ [58] ระบบติดตามการล้มได้ถูกแบ่งเป็น 3 ประเภท ประเภทแรกใช้การจดจำภาพ ประเภทที่สองใช้เครื่องตรวจจับเสียงและแรงสั่นสะเทือน และประเภทที่สาม ใช้อุปกรณ์ดั้งเดิม เช่น เครื่องมือวัดทางการแพทย์ ซึ่งผู้ใช้อาจต้องสวมใส่อุปกรณ์ต่างๆ Bai และคณะ ได้นำเสนอระบบแบบใหม่ ซึ่งใช้ 3-Axis Accelerometer ที่เป็นเซ็นเซอร์ที่มีอยู่แล้วบนสมาร์ทโฟนเพียงอย่างเดียวในการตรวจจับการล้ม ซึ่งข้อดีของระบบ เปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบระบบตรวจจับการล้มแบบต่างๆ

	ระบบของ Bai et al. [58]	ระบบประเภท A	ระบบประเภท B
วิธีตรวจจับการล้ม	3-Axis Accelerometer	การจดจำภาพ	เครื่องตรวจจับเสียงและแรงสั่นสะเทือน
ความสะดวก	ดี	ปานกลาง	ปานกลาง
ทำงานกลางแจ้ง	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
ค่าใช้จ่าย	ต่ำ	สูง	สูง
ตรวจจับการวิ่ง	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้

Hong และคณะได้นำเสนอระบบมือถือ SEPTIMU (รูปที่ 2.19) ซึ่งใช้เฉพาะเซ็นเซอร์ที่ฝังอยู่ในมือถือ ตรวจจับว่าผู้ใช้นั่งนิ่งเป็นเวลานานเท่าไร และให้ผลตอบกลับโดยอิงจากโมเดลทางสุขภาพ [59, 60]



รูปที่ 2.19 SEPTIMU [59]

งานวิจัยต่างๆที่ใช้มือถือ [29, 46, 59, 60] ได้ถูกอ้างอิงถึง และนำมาพัฒนาต่อโดย Lee และคณะ [61] ระบบที่ออกมาเป็นระบบตรวจจับท่าทางด้วยมือถือเพื่อป้องกันความเสี่ยงทางสุขภาพ วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าผู้ใช้งานกำลังใช้งานอุปกรณ์อยู่หรือไม่ มีองศาการก้มคอเท่าไร (ตรวจจับด้วย 3-Axis Accelerometer) จ้องนานขนาดไหน และกระพริบตาก็ครั้ง (ตรวจจับด้วยการประมวลผลภาพ)

ในงานวิจัยของ Liu และคณะ การประมาณท่าทางของศีรษะแบบ 3 มิติ ได้ถูกทำขึ้นโดยใช้การไหลเวียนของฉาก (Scene Flow) และ โมเดลศีรษะทั่วไป (Generic Head Model) ระบบอาศัย Webcam

ดึงจุดบนใบหน้าออกมา (รูปที่ 2.20) และคำนวณองศาการก้มหน้า หันหน้า และเอียงศีรษะ โดยระบบมีข้อจำกัดในเรื่องระยะและความแม่นยำในการตรวจจับ [62]



รูปที่ 2.20 การตรวจจับใบหน้าด้วยกล้อง Logitech Webcam [62]

2.1.8 ช่วงปี 2013

กล้อง Kinect 2.0 สำหรับ Xbox One ได้เปิดตัวสู่สาธารณะ โดยสมรรถนะการมองเห็นดีขึ้น 60% โหมด Close Range รองรับการตรวจจับถึงระดับนิ้วมือ โครงร่างสามารถอ่านได้สูงสุด 6 โครงร่าง และความสามารถในการตรวจจับวัตถุขนาดเล็กดีขึ้น 200-300% มีความสามารถในการอ่านสีหน้า โดยสามารถรับรู้ได้เวลาผู้ใช้รู้สึกสนุกหรือรู้สึกเบื่อ ความละเอียดได้ถูกปรับเป็น 1080p HD รองรับ Wifi direct และยิ่งอ้างถึงว่า เมื่อผสมผสานข้อมูลภาพสี และเซ็นเซอร์ Active IR กล้อง Kinect จะสามารถอ่านสีผิวจากใบหน้าได้ [63]

Fast Mocap [64] ได้เปิดตัวสู่สาธารณะ โดยเป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยให้นักคอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติสามารถสร้างอนิเมชันได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย (รูปที่ 2.21) โดยใช้ประโยชน์จากกล้อง Kinect แอปพลิเคชันดังกล่าวสามารถนำไปใช้กับโปรแกรมกราฟฟิก เช่น Autodesk Maya



รูปที่ 2.21 การใช้ Fast Mocap สร้างกราฟฟิก 3 มิติ [64]

โดยอาศัยประโยชน์จากกล้อง Kinect นักวิจัยของมหาวิทยาลัย Cornell [65] ได้สร้างหุ่นยนต์ที่ใช้ข้อมูลโครงร่างจากกล้อง เพื่อคาดคะเนการกระทำต่อไปของมนุษย์ หุ่นยนต์ดังกล่าวจะคาดคะเนถึงสิ่งที่มนุษย์จะทำ และคิดว่ามันสามารถทำอะไรได้เพื่อช่วยเหลือมนุษย์ในการทำสิ่งนั้นๆ เช่น การช่วยเปิดประตูตู้เย็น เมื่อมนุษย์เดินไปที่ตู้เย็น (รูปที่ 2.22)



รูปที่ 2.22 หุ่นยนต์ที่ใช้ข้อมูลจากกล้อง Kinect เพื่อคาดคะเนพฤติกรรมในอนาคตของมนุษย์ [65]

Uribe-Quevedo และคณะ [66] ได้นำเสนอระบบสำหรับติดตามและแก้ไขท่าทางในการนั่งทำงาน (รูปที่ 2.23) ผลลัพธ์ที่ออกมาแสดงให้เห็นว่า ประสบความสำเร็จในการตรวจจับตำแหน่งของศีรษะ และองศาต่างๆ กล้อง Kinect ถูกพิสูจน์ว่าเป็นเครื่องมือที่เชื่อถือได้ในการตรวจจับโครงร่าง ระบบสามารถตรวจจับท่าทางที่ผิดปกติขณะและแสดงข้อความป๊อปอัพแจ้งเตือน พวกเขาได้ให้คำแนะนำสำหรับงานวิจัยในอนาคตว่า สมควรมีการทดลองใช้อุปกรณ์ทางเลือกอื่นๆ ในการตรวจจับอารมณ์ เช่น ความเครียด ความเจ็บปวด ความสนุก



รูปที่ 2.23 การติดตามท่าทางขณะนั่งทำงาน [66]

Lee และคณะได้ปรับปรุงระบบเดิม [61] และออกมาเป็นระบบสมบูรณ์ชื่อว่า Smart pose [67, 68] โดยเป็นระบบมือถือเพื่อระวังท่าทาง (Mobile Posture-Aware System) ที่ใช้เฉพาะเซ็นเซอร์ที่ติดมากับมือถือ ระบบสามารถคาดคะเนท่าทางของผู้ใช้ เช่น ตำแหน่งศีรษะและองศาคอ โดยอาศัยการประมวลผลภาพจากกล้องด้านหน้า ระบบจะแจ้งเตือนเมื่อพบท่าทางที่ผิดปกติขณะ

2.1.9 ข้อสรุป เรื่องเทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามสุขภาพ

และเทคโนโลยีสำหรับการจดจำท่าทางของมนุษย์

ระบบติดตามสุขภาพแบบดั้งเดิมจะอยู่บนพื้นฐานของการติดตั้งอุปกรณ์ ไม่ว่าจะเป็นแบบสวมใส่โดยผู้ใช้ หรือติดตั้งอุปกรณ์ในสถานที่ ระบบประเภทนี้จะใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์และเซ็นเซอร์กายภาพ เช่น ตัววัดแรง ตัววัดความดัน [57] ระบบแบบสวมใส่มีความยุ่งยาก ไม่สะดวก และมีปัญหาในด้าน

การประสานข้อมูล รวมถึงแหล่งพลังงาน และต้องการเน็ตเวิร์คไร้สายเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [9, 10] ขณะที่ระบบแบบติดตั้งอุปกรณ์ในสถานที่ที่มีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายที่สูง โดยเฉพาะกรณีที่ระบบจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์มากกว่า 1 จุด [11, 12, 16, 22, 44] แต่เดิม ระบบติดตามสุขภาพจึงถูกใช้เฉพาะกับผู้ที่ต้องการการดูแลในระดับสูง เช่น ผู้ป่วยในโรงพยาบาล นักวิจัยได้พยายามที่จะลดจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้เท่าที่เป็นไปได้ รวมทั้งสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้ที่สามารถลดความซับซ้อนของระบบ ซึ่งในยุคหลัง ระบบประเภทนี้ ยังมีการนำอุปกรณ์ทรงคนะ (Vision) เข้ามาช่วย [17, 25, 27]

เมื่อเทคโนโลยีการประมวลผลภาพเริ่มแพร่หลาย ระบบประเภททรงคนะและระบบที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้กล้องได้ถูกพัฒนามากขึ้น และเริ่มมีระบบติดตามสุขภาพสำหรับคนรักสุขภาพทั่วไป ระบบติดตามสุขภาพค่าใช้จ่ายต่ำได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม เรื่องความแม่นยำในการตรวจจับและความยุ่งยากทางอัลกอริทึมในการประมวลผลภาพ ก็ยังเป็นปัญหาหลักของการวิจัยระบบประเภทนี้

ในช่วงปีหลังๆ ระบบจำนวนมากใช้อุปกรณ์ 3-Axis Accelerometer เพื่อตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดย 3-Axis Accelerometer เป็นเซ็นเซอร์หนึ่งที่ติดมากับสมาร์ตโฟน [18, 29, 46, 47, 58, 59, 61] การค้นคว้าวิจัยระบบที่อยู่บนมือถือมากขึ้น เนื่องจากในยุคหลัง มือถือถูกพกพาและใช้งานในทุกสถานที่ มันจึงกลายเป็นเครื่องมือที่ได้รับความสนใจ ที่จะใช้สร้างระบบติดตามสุขภาพแบบพกพา [61, 67]

หลังจากที่ไครเวอร์ Open Source ของ Kinect ถูกปล่อยออกมา งานวิจัยที่ใช้กล้อง Kinect เป็นอุปกรณ์ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว กล้อง Kinect เป็นอุปกรณ์ราคาถูก และมีการใช้งานอยู่แล้วในบางบ้านที่มีเครื่องเกมส์ Xbox มันแก้ไขปัญหาเรื่องความเป็นส่วนตัวที่เกิดในระบบทรงคนะ เนื่องจากกล้องสามารถตรวจจับเฉพาะโครงร่าง โดยไม่ต้องเก็บข้อมูลที่เป็นภาพสี นอกจากนี้การพัฒนายังทำได้ง่าย เพราะชุดพัฒนาซอฟต์แวร์มีอยู่แล้ว ไม่จำเป็นต้องยุ่งกับเรื่องอัลกอริทึมในการประมวลผลภาพอีก [38, 48-50]

สมรรถนะหลักของกล้อง Kinect คือ การจดจำท่าทาง ซึ่งทำให้มันกลายเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความสนใจอย่างมากในการทำระบบเพื่อการกายภาพบำบัด [36, 37, 45] กล้อง Kinect สามารถช่วยในการออกกำลังกาย และติดตามว่าท่าทางที่ทำถูกต้องหรือไม่ ข้อดีที่กล่าวมานี้ ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัยหลากหลายแขนง [35, 51, 65]

2.2 กล้อง Kinect



รูปที่ 2.24 Project Natal ในงานสัมมนา E3 2009 Microsoft [69]

กล้อง Kinect ได้ถูกคิดค้นโดยบริษัท Microsoft และเปิดตัวต่อสาธารณะครั้งแรกในวันที่ 1 มิถุนายน 2009 ภายใต้ชื่อโครงการ “Project Natal” (รูปที่ 2.24) กล้องนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับเครื่องเกมน์วิดีโอ Xbox360 Kinect ถือเป็นส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้ธรรมชาติ ที่ช่วยให้ผู้เล่นสามารถส่งคำสั่งผ่านภาษาท่าทางในโลกแห่งความเป็นจริง กล้องนี้รองรับการตรวจจับท่าทางและการเคลื่อนไหวของมนุษย์ รวมถึงคำพูดและเสียง หรืออีกนัยหนึ่ง Kinect มีเทคโนโลยีทั้งในด้านการประมวลผลภาพและการประมวลผลสัญญาณเสียง [70]

บริษัท Microsoft มองความสำเร็จในการพัฒนากล้อง Kinect ว่าเป็น “การเริ่มต้นของความบันเทิงในบ้านยุคต่อไป (The birth of the next generation of home entertainment)” [71] กล้อง Kinect for Xbox ได้ออกวางตลาดในปี 2010 จำนวน 8 ล้านเครื่องถูกขายออกไปภายในระยะเวลา 60 วัน (4 พฤศจิกายน 2010 - 3 มกราคม 2011, อเมริกาเหนือ) ทำให้ Kinect ได้ถูกบันทึกว่าโดย Guinness World Record ว่าเป็น “เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนที่ขายดีที่สุดที่สุดในโลก (Fastest-Selling Consumer Electronics Device)” [72-75]

2.2.1 เวอร์ชันของกล้อง Kinect

Kinect for Xbox (รูปที่ 2.25) เป็นเวอร์ชันแรกของกล้อง Kinect ที่ถูกพัฒนาเพื่อใช้กับ Xbox360 มันสามารถนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยอาศัยชุดพัฒนาซอฟต์แวร์ OpenNI [78] หรือ Microsoft SDK [7, 8]



รูปที่ 2.25 Kinect for Xbox360 [5]

Kinect for Windows (รูปที่ 2.26) เปิดตัวในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2011 และออกวางตลาดในต้นปี 2012 โดยมันถูกสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ด้านการค้า และคุณสมบัติใหม่ที่มีการนำเสนอ คือ พัฒนาการตรวจจับในระยะใกล้ (Close Range Mode) [76]



รูปที่ 2.26 Kinect for Windows [5]

Kinect 2.0 (รูปที่ 2.27) คือ เวอร์ชันถัดไปของ Kinect ที่เปิดตัวในวันที่ 23 มีนาคม 2013 และจะออกวางตลาดพร้อม Xbox One ในอนาคตอันใกล้ [63]



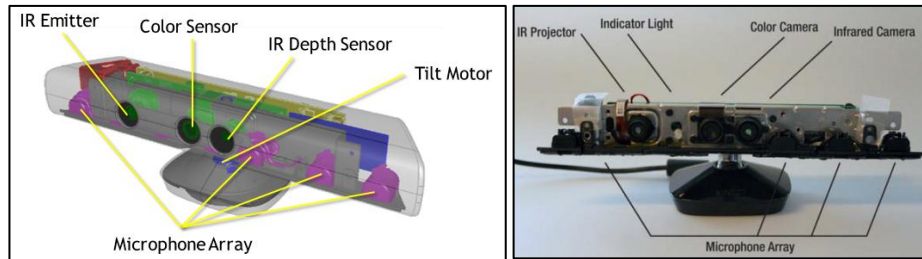
รูปที่ 2.27 Kinect 2.0 [5]

2.2.2 ส่วนประกอบและความสามารถของกล้อง Kinect

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้กล้อง Kinect สองรุ่นได้แก่ Kinect for Xbox และ Kinect for Windows จากการทดลองและเปรียบเทียบ ผู้วิจัยพบว่ากล้องทั้งสองมีความคล้ายคลึงกันมาก ในที่นี้จึงจะกล่าวถึงส่วนประกอบและความสามารถของกล้องทั้งสองไปพร้อมๆกัน (รูปที่ 2.28 และตารางที่ 2.4)

กล้อง Kinect ประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ ได้แก่ [4, 5, 77]

1. IR Emitter: ตัวยิงแสงอินฟราเรด
2. IR Depth Sensor: ตัวรับแสงอินฟราเรด ซึ่งจะได้ข้อมูลความลึกของแสงที่ตกกระทบ
3. Tile Motor: มอเตอร์สำหรับปรับองศาการก้มเงยของกล้อง
4. Color Sensor: เซ็นเซอร์จับภาพสี
5. Microphone Array: กลุ่มของไมโครโฟนที่เรียงตัวเป็นแนวนอน ใช้รับเสียง



รูปที่ 2.28 ส่วนประกอบของกล้อง Kinect [5]

ตารางที่ 2.4 ความสามารถของกล้อง Kinect [5, 77]

Kinect	Array Specifications
Sensor	<ul style="list-style-type: none"> ■ Color and depth-sensing lenses ■ Microphone array
Field of View	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tilt motor for sensor adjustment ■ Horizontal: ± 57 degrees ■ Vertical: ± 43 degrees ■ Physical tilt range: ± 27 degrees
Data Streams	30 frames per second (FPS)
Audio format	<ul style="list-style-type: none"> ■ 320x240 16-bit depth @ 30 frames/sec ■ 640x480 32-bit color @ 30 frames/sec ■ 16-bit audio @ 16 kHz

2.2.3 ชุดเครื่องมือพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับ Kinect

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้กล้อง Kinect จะต้องมีการติดตั้งส่วนเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์และเฟรมเวิร์ค หรือชุดเครื่องมือพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งปัจจุบันมีตัวเลือกได้แก่

ก. OpenNI

เนื่องจากบริษัท Microsoft ไม่ได้ปล่อยส่วนเชื่อมต่อของ Kinect ออกมาในช่วงแรก เดือนธันวาคม ปี 2010 องค์กรไม่แสวงผลกำไร PrimeSense จึงได้ปล่อยชุดโคดโอเพ่นซอร์ส Open Source ออกมา สำหรับใช้งานกล้อง Kinect เรียกว่า NITE ซึ่งต่อมาก็คือ OpenNI [78, 79, 80]

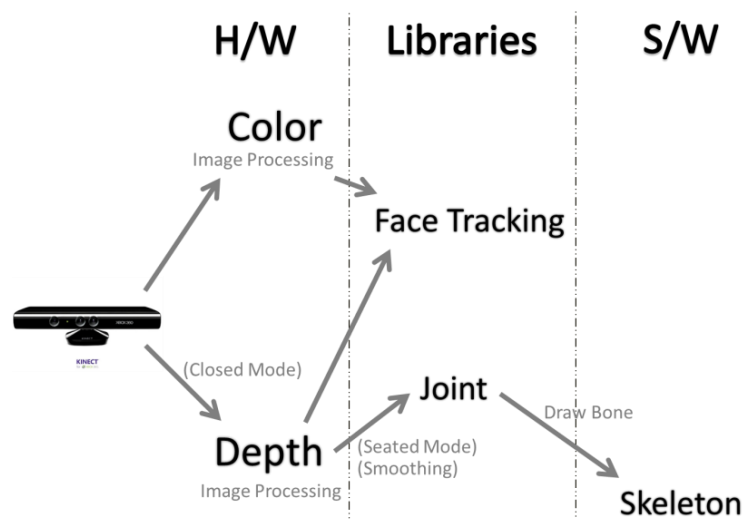
ข. Microsoft SDK

ชุดเครื่องมือพัฒนาซอฟต์แวร์อย่างเป็นทางการของ Microsoft ได้ถูกปล่อยออกมาสำหรับใช้กับ Windows 7 ในเดือนมิถุนายน 2011 ชุดพัฒนาดังกล่าว ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างแอปพลิเคชันที่ทำงานกับ Kinect ได้ด้วยภาษา C++/CLI, C#, หรือ Visual Basic .NET [4, 5, 82, 83, 84]

เนื่อง Microsoft เป็นผู้พัฒนากล้อง Kinect โดยตรง ดังนั้น จึงน่าจะรู้ข้อมูลการทำงานภายในของ Kinect ที่ดีกว่า PrimeSense ที่ทำวิศวกรรมย้อนกลับ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระหว่าง Microsoft SDK 7.1 และ OpenNI 2.0 และพบว่า Libraries จาก Microsoft SDK มีฟังก์ชันโปรแกรมมิ่งที่มีประโยชน์มากกว่า และสามารถอ่านจุดบนร่างกายได้ 20 จุด ซึ่งมากกว่า OpenNI ที่อ่านได้ 15 จุด อย่างไรก็ตาม Microsoft SDK จะรองรับเฉพาะภาษา C++, C#, หรือ Visual Basic โดยต้องพัฒนาบนโปรแกรม Microsoft Visual Studio บนระบบปฏิบัติการ Windows 7 หรือ Window 8 ขณะที่ OpenNI จะสนับสนุนภาษา Python, C, C++, C#, Java, Lisp และอื่นๆอีกหลายภาษา ไม่จำเป็นต้องพัฒนาบนโปรแกรม Visual Studio และยังสามารถรองรับระบบปฏิบัติการ Linux และ OS X

Microsoft SDK ได้ถูกเลือกเป็นชุดเครื่องมือพัฒนาซอฟต์แวร์ในงานวิจัยนี้

2.2.4 การประมวลผลภาพของกล้อง Kinect โดย Microsoft SDK



รูปที่ 2.29 การทำงานของกล้อง Kinect

ในการประมวลผลภาพ ฮาร์ดแวร์ของ Kinect จะรับข้อมูลหลักๆอยู่ 2 อย่าง คือ ข้อมูลความลึก (Depth Data) และข้อมูลภาพสี (Color Data) หลังจากกล้องรับข้อมูลดังกล่าวแล้ว ข้อมูลโครงร่างจะถูกสร้างจากข้อมูลความลึก โดย Library ของชุดพัฒนาซอฟต์แวร์ [4, 5] (รูปที่ 2.29)

ก. ข้อมูลภาพสี

ข้อมูลภาพสีคือภาพวิดีโอสี RGB ที่จับได้จากกล้องวิดีโอทั่วไป โดยจากการทดสอบพบว่าภาพสีที่ได้จากกล้อง Kinect for Windows จะมีความละเอียดมากกว่า Kinect for Xbox

ข. ข้อมูลความลึก

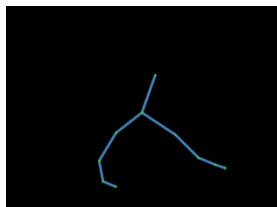
ข้อมูลความลึก คือ ข้อมูลที่มาจากการใช้แสงอินฟราเรด (รูปที่ 2.30)



รูปที่ 2.30 ข้อมูลความลึก

ค. ข้อมูลโครงร่าง

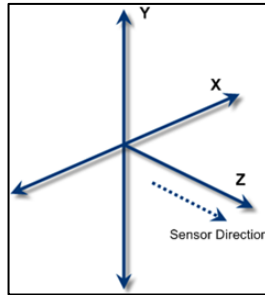
เป็นข้อมูลที่เกิดจากการประมวลผลบนข้อมูลความลึก (รูปที่ 2.31) โดยจุดบนร่างกายได้ถูกคำนวณออกมาจากโครงร่างของมนุษย์ แต่ละจุดจะประกอบด้วยเอกลักษณ์ (Identity) ว่าเป็นจุดใดของร่างกาย และค่าเวกเตอร์ 3 มิติ ที่บอกตำแหน่งของจุดดังกล่าว (รูปที่ 2.32)



รูปที่ 2.31 ข้อมูลโครงร่าง

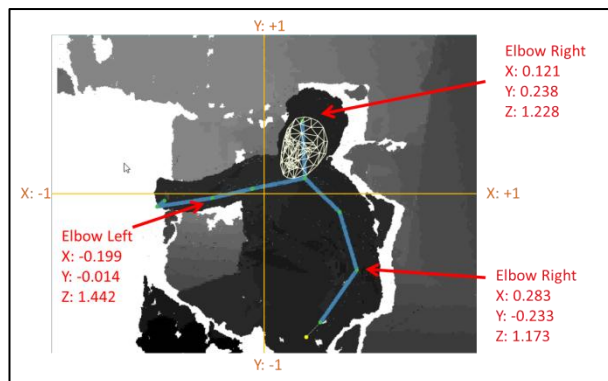
เวกเตอร์ของ Kinect (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

- X : พิกัดในแนวนอน โดยมีค่า 0 เมื่ออยู่ที่กึ่งกลางกล้อง เป็นบวกเมื่อวัตถุไปทางขวา (ทางซ้ายจากมุมมองของกล้อง) และเป็นลบเมื่อวัตถุขยับไปทางซ้าย
- Y : พิกัดในแนวตั้ง เป็น 0 เมื่อวัตถุอยู่แนวระนาบกับกล้อง เป็นบวกเมื่อวัตถุอยู่สูงกว่า และเป็นลบเมื่อวัตถุอยู่ต่ำกว่า
- Z : ระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุ



รูปที่ 2.32 พิกัดของ Kinect [5]

จากการทดลองใช้ Microsoft SDK กล้อง Kinect สามารถดึงข้อมูลจุดบนร่างกายได้ 20 จุดภายใต้ Default Mode และ 10 จุดภายใต้ Seated Mode ผู้วิจัยพบว่าภาพที่จับได้ด้วยกล้อง Kinect (ข้อมูลภาพสี RGB และข้อมูลความลึก) จะมีลักษณะกลับซ้ายขวาเป็นภาพสะท้อนในกระจก (Mirror image หรือ Lateral Inversion) ขณะที่ข้อมูลโครงร่างจะมีด้านซ้ายขวาที่ตรงกับโลกแห่งความเป็นจริง (รูปที่ 2.33)



รูปที่ 2.33 โลกแห่งความเป็นจริง และข้อมูลโครงร่าง: ผู้ใช้ยกแขนขวา
ข้อมูลภาพสี RGB และข้อมูลความลึกที่ออกมา: ผู้ใช้ยกแขนซ้าย

ข้อมูลโครงร่างประกอบด้วยจุดบนร่างกาย (Joints) และกระดูก (Bones) กระดูกเป็นเส้นตรงที่ลากเพื่อเชื่อมจุดต่างๆเข้าด้วยกัน จุดบนร่างกายจะมีค่าสถานะที่เรียกว่า “Tracking State” ซึ่งบ่งบอกความเชื่อมั่นของการตรวจจับ ถ้าสถานะเป็น “Tracked” ค่าความเชื่อจะเป็น 1 หมายถึง จุดดังกล่าวตรวจจับได้ชัดเจน หากสถานะเป็น “Inferred” หมายถึง การตรวจจับมีความไม่แน่นอน เช่น จุดดังกล่าวโดนบังหรือโดนรบกวน หากสถานะของจุดใดจุดหนึ่งเป็น “Not Tracked” Microsoft SDK จะไม่ให้ค่าจุดบนร่างกายใดๆเลย

เนื่องจากข้อมูลโครงร่างคำนวณมาจากข้อมูลความลึกโดยใช้แสงอินฟราเรด ผู้วิจัยพบว่า ข้อมูลโครงร่างและข้อมูลความลึกจะสามารถตรวจจับได้ โดยไม่ได้รับผลกระทบจากสีของวัตถุที่ตรวจจับ และทำงานได้แม้ในสภาพแวดล้อมที่ไร้แสง (รูปที่ 2.34) อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของกล้อง Kinect จะ

ได้รับผลกระทบอย่างมีนัยยะจากรูปร่างของวัตถุที่ตรวจจับ เช่น การตรวจจับคนที่ใส่เสื้อผ้าที่ดูเทอะทะ หรือคนที่ไว้ผมยาวและผมหยิก นอกจากนี้ ผู้วิจัยพบว่ากล้องจะทำงานได้ดีที่สุดในสภาพแวดล้อมที่แสงน้อย และทำงานได้แย่ที่สุดในสภาพแวดล้อมที่มีแดด เนื่องจากแสงอินฟราเรดจะถูกรบกวน

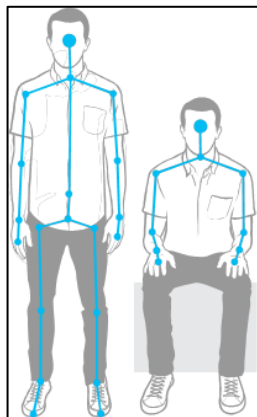


รูปที่ 2.34 ข้อมูลความลึก และข้อมูลภาพสีที่จับได้จากกล้อง Kinect ในห้องที่ปิดไฟ

2.2.5 คุณสมบัติพิเศษใน Microsoft SDK

ก. Default Mode vs. Seated Mode

โดยปกติแล้ว เวลาตรวจจับ กล้อง Kinect จะต้องหาจุดทั้งหมดของร่างกาย ซึ่งหากจุดใดๆ แม้เพียงจุดเดียว ไม่สามารถหาได้ กล้องก็จะไม่ให้ข้อมูลโครงร่างออกมาเลย ซึ่งหมายถึง การตรวจจับโครงร่างของมนุษย์จะทำได้ยากขณะนั่ง เพราะกล้องจะเห็นลำตัวช่วงล่างไม่ครบ หรือไม่ชัดเจน ซึ่งปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้ Seated Mode [4, 5] ที่จะเป็นการสั่งการให้ Kinect ค้นหาเฉพาะจุด 10 จุดของลำตัวส่วนบน ดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 Default Mode และ Seated Mode

ข. Smoothing

โดยปกติ กล้อง Kinect จะให้ข้อมูลที่ไม่เสถียรเพราะได้รับผลกระทบจากสิ่งรบกวนต่างๆ ตัวอย่างเช่น เวลาที่มนุษย์อยู่นิ่งๆ ข้อมูลโครงร่างที่กล้องจับได้จะมีความแปรปรวน เช่น โครงร่างต้นเหมือนมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา หรืออีกตัวอย่าง คือ เวลาที่จุดใดๆ ถูกบดบังจากทิสันวิสัย กล้องจะเดาส่วนจุดนั้นๆ และจะกระทบต่อความแม่นยำของโครงร่างทั้งหมด ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้ โดยใช้คุณสมบัติที่เรียกว่า Smoothing [4, 5] โดยปรับพารามิเตอร์ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 พารามิเตอร์ 5 ค่า ของ Smoothing [4, 5]

Correction	Takes a float ranging from 0 to 1.0. The lower the number, the more correction is applied.
JitterRadius	Sets the radius of correction. If a joint position “jitters” outside of the set radius, it is corrected to be at the radius. The property is a float value measured in meters.
MaxDeviationRadius	Used this setting in conjunction with the <i>JitterRadius</i> setting to determine the outer bounds of the jitter radius. Any point that falls outside of this radius is not considered a jitter, but a valid new position. The property is a float value measured in meters.
Prediction	Returns the number of frames predicted.
Smoothing	Determines the amount of smoothing applied while processing skeletal frames. It is a float type with a range of 0 to 1.0. The higher the value, the more smoothing applied. A zero value does not alter the skeleton data.

ค. Close Range Mode vs. Default Range Mode

Close Range Mode [4, 5] เป็นโหมดสำหรับการตรวจจับระยะใกล้ โดยเป็นคุณสมบัติใหม่ที่มีใน Kinect for Windows ทำงานโดยการปรับโฟกัสของเซ็นเซอร์วัดความลึก จากการทดสอบโหมดนี้ ผู้วิจัยได้พบว่า ช่วยให้ Kinect ตรวจจับวัตถุที่อยู่ใกล้ได้ดีขึ้น โดยแลกกับความสามารถในการตรวจจับวัตถุที่อยู่ไกล

ในงานวิจัยนี้ ต้องการตรวจจับผู้ที่นั่งทำงาน ซึ่งปกติจะอยู่ในระยะระหว่าง 1 ถึง 2 เมตร จากการทดลอง ผู้วิจัยพบว่า Close Range Mode ไม่ช่วยให้ได้การตรวจจับที่แม่นยำขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญ

คุณสมบัตินี้จึงไม่ถูกนำมาใช้ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้กับ Kinect for Xbox ที่ไม่มี Close Range Mode ด้วย

2.3 โรคคนทำงานออฟฟิศ และการยศาสตร์

2.3.1 โรคคนทำงานออฟฟิศ

โรคคนทำงานออฟฟิศ (Office Workers Syndrome) [1] หรือที่ในประเทศไทยนิยมเรียกสั้นๆว่า ออฟฟิศซินโดรม (Office Syndrome) [2, 85, 86] เป็นกลุ่มของอาการที่มักพบในกลุ่มคนทำงาน มีสาเหตุจากพฤติกรรมที่ไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น การนั่งทำงานเป็นเวลานาน นั่งในท่าที่ไม่เหมาะสม หรืออยู่ในสภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่ดี ส่งผลให้เกิดอาการเจ็บปวดกับกล้ามเนื้อและกระดูก เช่น ปวดเมื่อยหรือชาที่แขน ข้อมือ นิ้วมือ หรือเท้า อาจมีอาการอื่น เช่น ปวดตา ตาแห้ง และบางรายอาจมีการป่วยด้วยโรคข้ออักเสบหรือโรคประสาทอักเสบเรื้อรัง

ในปัจจุบัน โรคคนทำงานออฟฟิศกลายเป็นอาการป่วยที่พบบ่อย เนื่องจากคนส่วนใหญ่ใช้เวลากับคอมพิวเตอร์หรือมือถือเป็นเวลานาน โดยไม่มีการเคลื่อนไหวหรือการพักที่เพียงพอ งานวิจัยที่จัดทำขึ้นในยุโรป ระบุว่า พนักงานออฟฟิศเข้าพบแพทย์ ด้วยสาเหตุอันดับหนึ่งคืออาการปวดหลัง ตามด้วยปวดไหล่ และปวดศีรษะ ตามลำดับ อีกรงานวิจัยหนึ่งจัดทำโดยสถาบันสถาบันสถิติสุขภาพแห่งชาติแห่งสหรัฐอเมริกา (National Institute of Health Statistics, The United States) ระบุว่า ประเภทของอาการปวดที่พบบ่อยในระยะเวลา 3 เดือนของพนักงาน ได้แก่ การปวดหลังส่วนล่าง 28.4% ไมเกรน 16.6% และปวดต้นคอ 16.6% และ 15.4% เป็นที่เชื่อกันว่าอาการเหล่านี้เกี่ยวข้องกับโรคคนทำงานออฟฟิศ และนอกจากนี้ยังมีการค้นพบว่าร้อยละ 55 ของพนักงานออฟฟิศจะประสบกับอาการเหล่านี้ เนื่องจากนั่งก้มหลังทำงานมากกว่า 6 ชั่วโมงต่อวัน ความเครียด ความหิว ความวิตก และการนอนหลับพักผ่อนไม่เพียงพอ ยังถูกระบุว่าเป็นสาเหตุของโรคคนทำงานออฟฟิศถึง 80%

นพ.กฤษณ์ ไกรภักดี ผู้เชี่ยวชาญที่ไคโรเมด สหคลินิก (Chiromed Clinic) พบว่าอาการปวดจะเกิดจากสาเหตุหลักๆ 3 สาเหตุ ได้แก่ กระดูกและข้อ เส้นประสาท และกล้ามเนื้อ ซึ่งทั้งหมดทำงานประสานกัน อาการปวดที่เกิดจากกระดูกและข้อ ยกตัวอย่างเช่น เจ็บแปริ็บ คอขื่น หลังค่อม อาการปวดที่เกิดจากเส้นประสาท ยกตัวอย่างเช่น รู้สึกไม่มีแรง หรือกล้ามเนื้อกระดูก และอาการปวดที่เกิดจากกล้ามเนื้อ ยกตัวอย่างเช่น อาการปวดเมื่อย อ่อนล้า กล้ามเนื้อยึด บางคนมีปวดตา และเข้าใจว่าเป็นไมเกรน แต่ที่จริงอาจเกิดจากการนั่งทำงานเป็นระยะเวลานาน พนักงานที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์มัก

นั่งก้มหลังและยื่นหน้าเข้าหาหน้าจอ ซึ่งการทำเช่นนี้ จะทำให้กระดูกค่อยๆเสื่อมสภาพและทรุดตัวในที่สุด [85]

คนจำนวนมากมีอาการปวดหลัง โดยไม่รู้สาเหตุที่แน่ชัด นพ.กฤษณ์ ใต้ธิบายในจุดนี้ว่า โดยปกติกล้ามเนื้อของมนุษย์จะหดตัว และจะคลายตัวเวลาที่ทำงาน แต่เมื่อมีการทำงานเป็นเวลานาน กล้ามเนื้อจะปิดการคลายตัว ทำให้เวลาที่ต้องคลายตัว กล้ามเนื้อจะคลายตัวได้ลำบาก และจะเกิดพังผืดขึ้นเกาะ พังผืดจะทำให้เลือดไหลเวียนไม่สะดวก ส่งผลให้กล้ามเนื้ออักเสบและกระทบกับปลายประสาท และเป็นที่มาของอาการปวดกล้ามเนื้อ [85]

ก. อาการปวดหลังส่วนล่าง

อาการปวดหลังส่วนล่างส่วนล่างเป็นปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในสังคมอุตสาหกรรม โดยผลสำรวจระบุว่า คนอังกฤษร้อยละ 59 เคยประสบกับอาการปวดหลังส่วนล่าง และ ณ เวลาที่มีการสำรวจ พบว่าร้อยละ 39 มีอาการปวดหลังในระยะหนึ่งปีที่ผ่านมา และร้อยละ 19 มีอาการปวดหลังอยู่ในขณะนั้น [87] สำหรับการปวดหลังส่วนล่างใน 12 เดือนที่ผ่านมา พบร้อยละ 21 ในฮ่องกง [88] และร้อยละ 54 ในเดนมาร์ก [89] ผลกระทบจากการปวดหลังส่วนล่าง ทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมแห่งชาติ (GNP: Gross National Product) และคุณภาพชีวิตตกลงจากอาการนี้ และทำให้หลายคนต้องออกจากงานเพื่อเข้ารับการรักษา [90]

ในปี 1997 สถาบันเพื่อความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (BAuA: Federal Institute for Occupational Safety and Health) กล่าวว่า ประมาณร้อยละ 40 ของคนทำงานสำนักงาน ประสบกับอาการปวดหลังส่วนล่าง [91] การสำรวจสภาพแวดล้อมการทำงานของชาวยุโรปครั้งที่ 3 (Third European survey on working conditions) ในปี 2000 รายงานว่า อาการที่พบบ่อยที่สุดในผู้ทำงาน คือ อาการปวดหลังส่วนล่างที่ร้อยละ 33 [92]

งานวิจัยหลายงานได้จัดทำขึ้นในญี่ปุ่นเพื่อค้นหาปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง Hirose และคณะพบว่า เจ้าของกิจการหรือและคนที่ทำธุรกิจส่วนตัว ที่ทำงานเป็นเวลายาวนานหลายชั่วโมงในแต่ละวัน จะมีอาการเหนื่อยล้าต่อเนื่อง ไปในวันถัดไป [93] Ohta และคณะระบุว่า คนที่ทำธุรกิจส่วนตัวจะประสบกับความยากลำบากมากกว่าอาชีพอื่น และมีความเสี่ยงที่จะป่วยไข้หรือมีอาการหุนหันพลันแล่นสูง [94]

ในปี 2011 ศูนย์วิจัยสุขภาพและมหาวิทยาลัย Baqiyatallah ในอิหร่าน ได้จัดทำวิจัย โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ นักวิจัยพบว่าอาการปวดหลังส่วนล่างเป็นอาการป่วยที่พบมาก

ที่สุดของคนวัยทำงาน จากอาสาสมัคร 1,580 คน 1,436 ได้ให้ความร่วมมือ โดยมีอายุเฉลี่ย 35 ปี ผลวิจัยชี้ว่า กว่าร้อยละ 60 ของอาสาสมัครเคยมีอาการปวดหลังส่วนล่างในช่วงเวลาที่ทำงาน ร้อยละ 45 ต้องทรมานกับอาการอย่างรุนแรงในช่วงที่เริ่มทำงาน นักวิจัยชี้ว่า อายุ น้ำหนักตัว และระยะเวลาที่นั่งทำงาน มีความสัมพันธ์ที่มีนัยยะสำคัญกับอาการปวดหลังส่วนล่าง ในขณะที่เพศ อายุงาน การสูบบุหรี่ ตำแหน่ง และการใช้คอมพิวเตอร์น้อยกว่า 5 ชั่วโมง ไม่มีผลเกี่ยวข้อง การวิจัยยังพบว่า 87.9% ของอาการปวดหลังส่วนล่าง ทำให้เกิดอาการปวดในส่วนอื่นๆของร่างกายตามมา เช่น คอ (53.2%) ไหล่ (43.5%) และเข่า (39.2%) โดยร้อยละ 54 ของอาสาสมัครที่ให้ความร่วมมือ ออกกำลังกายเป็นประจำ แต่พบว่าไม่มีส่วนช่วยป้องกันอาการปวดหลังส่วนล่าง [95]

ในอเมริกา คนจำนวน 31 ล้านคน เคยประสบกับอาการปวดหลังส่วนล่าง [96] และอาการนี้ เป็นหนึ่งในสาเหตุต้นๆ ที่ทำให้เกิดการพิการ [97] ครั้งหนึ่งของคนอเมริกันมีอาการปวดหลังส่วนล่างในแต่ละปีโดยเฉลี่ย หนึ่งในสี่ของผู้ใหญ่มีอาการปวดหลังส่วนล่างอย่างน้อยที่สุด 1 วันเต็ม ใน 3 เดือนที่ผ่านมา และ 7.6% รายงานว่า มีอาการปวดที่รุนแรงอย่างน้อยหนึ่งครั้งในช่วงเวลาหนึ่งปีที่ผ่านมา [98, 99] อาการปวดหลังส่วนล่างเป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญที่ทำให้สูญเสียความสามารถในการทำงาน และเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการหยุดงาน และการพบแพทย์ [100-103] ในคนที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง พบว่าอาการปวดยังกระจายไปที่ส่วนอื่นๆของร่างกาย และมียังผลกับการนอนหลับ ซึ่ง 58.7% ของผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง จะเป็นโรคนอนไม่หลับ [104, 105] มีการประมาณว่า 8 ใน 10 ของคนเคยปวดหลัง จะมีขีดจำกัดในการทำงานน้อยกว่าคนทั่วไป มีโอกาสมีปัญหาลักษณะเป็น 3 เท่าของคนทั่วไป และ โอกาสเป็น โรคเครียด 4 เท่าของคนทั่วไป [98, 106-109]

ทีมประเมินผู้ป่วยจากอาการปวดหลัง (Back Pain Patient Outcomes Assessment Team, MEDTEP) ได้ทำการวิจัยช่วงปี 1989 ถึง 1994 พบว่า คนอเมริกันใช้เงินมากกว่าห้าหมื่นล้านเหรียญสหรัฐต่อปีในการรักษาอาการปวดหลัง [110, 111] คนที่มีอาการปวดหลังใช้จ่ายประมาณ 1.6 เท่าในการดูแลสุขภาพ เมื่อเทียบกับคนทั่วไป [112] และงานวิจัยในปี 2011 รายงานว่า เก้าหมื่นหกพันล้านเหรียญสหรัฐถูกใช้ต่อปีใช้ในการรักษาอาการปวดหลัง [104]

มีการค้นพบว่า การอยู่ในท่าเดิมนานๆ หรือการนั่งที่นานเกินไป ทำให้เกิดความเครียดให้เกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง กล้ามเนื้ออักเสบ กระดูกผิดรูป กระดูกทรุด หรือสันหลังยึด [113, 114] การนั่งและการขยับบ่อยๆ จะช่วยป้องกันอาการเหล่านี้ได้ แต่อย่างไรก็ตาม มันเป็นการยากที่จะคอยระวังท่าทาง การนั่ง และขยับตัวเรื่อยๆในขณะที่กำลังคิดพันอยู่กับงาน [115]

ข. การนั่งนิ่งเป็นเวลานาน

การนั่งนิ่งเป็นเวลานานเป็นสิ่งที่ควรระวังในทุกวันนี้ งานวิจัยหลายฉบับได้พยายามค้นหาความเกี่ยวพันระหว่างการนั่งนิ่งเป็นเวลานานกับกับความเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรค งานวิจัยชี้ว่าการนั่งที่นานเกินไป สามารถทำให้ความดันโลหิตสูง ระดับน้ำตาลและไขมันในเลือดสูง ซึ่งทำให้เกิดโรคอ้วน เบาหวาน และกลุ่มโรคที่เกิดจากการเผาผลาญพลังงานที่ผิดปกติ (Metabolic Syndrome) การนั่งเป็นเวลาหลายชั่วโมงเพิ่มความเสี่ยงในการเสียชีวิตจากโรคหัวใจและมะเร็ง จากการเปรียบเทียบในผู้ใหญ่ที่ใช้เวลาน้อยกว่าสองชั่วโมงในแต่ละวัน นั่งดูทีวี กับคนที่ใช้เวลามากกว่า 4 ชั่วโมง พบว่าความเสี่ยงการตายจากโรคต่างๆสูงกว่า 50 % และ 125% มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในการเสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือด เช่นอาการเจ็บหน้าอก หรือหัวใจวาย [116]

“เก้าอี้ฆ่าเราได้” Levine แพทย์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความผิดปกติของต่อมไร้ท่อที่สถาบันการแพทย์มาโย ได้กล่าวแก่นิตยสาร Los Angeles Times [117] สุขภาพจากการนั่งนิ่งเป็นเวลานานได้ถูกชี้ให้เห็นในงานวิจัยหลายฉบับ จากการศึกษาผู้หญิงที่มีอายุมากกว่า 40 ปี พบว่าเวลาของการนั่งมีผลกับโรค ทำให้การผลิตอินซูลินในเลือดลดลงหรือถูกระงับ ซึ่งนำไปสู่โรคเบาหวานประเภทที่สอง จากการศึกษาผู้ชายวัยกลางคน 4,500 คน ใน สกอตแลนด์การนั่งหน้าทีวีหรือคอมพิวเตอร์ 2 ชั่วโมงต่อวัน เพิ่มความเสี่ยงการโรคหัวใจสองเท่า และเพิ่มความเสี่ยงในการเสียชีวิต 50% [118] นักวิทยาศาสตร์ที่ศูนย์วิจัยชีวการแพทย์เพนนิ่งตันในรัฐหลุยเซียนา (Pennington Biomedical Research Center) ได้ติดตามผู้ชายและผู้หญิงจำนวนมากกว่า 17,000 คน เป็นเวลากว่า 13 ปี จากการวิเคราะห์ พบว่าคนที่นั่งเกือบทั้งวันมีโอกาเสียชีวิตจากอาการหัวใจวายถึง 54% [119] Katzmarzyk พบว่าการนั่งนานเพิ่มความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจ มีผลด้านลบกับการดูดซึมอาหารและทำให้อายุสั้น [120] จากอีกงานวิจัย กับคนฟินแลนด์ 27 คน พบว่าในกลุ่มคนที่ทำงานนั่งโต๊ะ กล้ามเนื้อจะขาดการเคลื่อนไหวถึง 70% ในแต่ละวัน ถึงแม้ว่าจะมีการออกกำลังกายประจำวัน รวมอยู่ด้วยก็ตาม [121]

สมาคมมะเร็งแห่งสหรัฐอเมริกา (American Cancer Society) พบว่าผู้หญิงที่นั่งนานกว่าหกชั่วโมงในแต่ละวัน มีโอกาสเสียชีวิตเพิ่มขึ้น 37% จากผู้หญิงที่นั่งนานไม่เกินสามชั่วโมง และในผู้ชาย มีโอกาสเสียชีวิตเพิ่มขึ้น 18% และสรุปว่า การออกกำลังกายทุกวันจะไม่ช่วยอะไร ถ้าเวลาที่เหลือเป็นการนั่ง [118, 119, 122]

“การนั่งคือการสูบบุหรี่แบบใหม่” Kanodia แพทย์และนักวิจัยที่ศูนย์การดูแลสุขภาพส่วนบุคคลที่ของศูนย์การแพทย์เวกซ์เนอร์ มหาวิทยาลัยรัฐโอไฮโอ (Ohio State University's Wexner Medical Center) กล่าวใน Los Angeles Times ว่าระยะเวลาการนั่ง และการขาดการเคลื่อนไหวของ

กล้ามเนื้อเกี่ยวข้องอย่างมากกับโรคอ้วน โรคการเผาผลาญพลังงานผิดปกติ โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคมะเร็ง รวมถึงอัตราการเสียชีวิต ผู้ที่นั่งเป็นเวลานานมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคมากกว่าคนที่มีการเคลื่อนไหวบ่อยๆ ถึงแม้การเคลื่อนไหวจะไม่ใช้การออกกำลังกาย เช่น การเดินขึ้นบันได การเดินไปหยิบกาแฟ การนั่งจะระงับการผลิตโมเลกุลที่เรียกว่าไลโปโปรตีนไลเปส (Lipoprotein Lipase) ซึ่งเป็นตัวเผาผลาญไขมันและน้ำตาล ทุกชั่วโมงที่คนนั่งดูโทรทัศน์ จะทำให้อายุสั้นลง 22 นาที เทียบกับการสูบบุหรี่ ที่ทำให้อายุสั้นลง 11 นาทีต่อบุหรี่ต่อหนึ่งมวน Kanodia เชื่อว่าในการที่จะสร้างชีวิตที่มีสุขภาพดี ต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการทำงาน โดยต้องลดระยะเวลาการนั่งนิ่ง Kanodia ยังกล่าวว่า “ถ้าคนที่เข้ามาทำงาน นั่งทำงานเป็นเวลานานถึงชั่วโมงต่อวัน งานที่ออกมาจะแย่กว่าการไม่ทำมันเสียอีก” [119, 120, 122, 124, 125]

จากการศึกษาที่ตีพิมพ์ใน Archives of Internal Medicine จากการติดตามผู้ใหญ่ชาวออสเตรเลียจำนวน 222,497 คน เป็นเวลาหลายปี นักวิจัยพบว่าจำนวนเวลาที่นั่งมีผลกับความเสี่ยงที่จะเสียชีวิต Friedman หัวหน้าศูนย์บริการหัวใจล้มเหลวที่ North Shore Plain กล่าวว่า การนั่งนานเกินไป จะทำให้เสี่ยงต่อการป่วยจากโรคอ้วนและโรคหัวใจ ร้อยละ 40 ของคนที่นั่งวันละ 11 ชั่วโมงหรือมากกว่านั้น จะเสียชีวิตในสามปีให้หลัง ไม่ว่าเขาจะมีการออกกำลังกายหรือใช้ร่างกายในด้านอื่นหรือไม่ van der Ploeg นักวิจัยอาวุโสที่ Sydney School of Public Health กล่าวว่า การนั่งนานเกินไปจะขวางการดูดซึมอาหาร ซึ่งจะทำให้เกิดระดับของไตรกรีเซอไรด์สูง ระดับของไขมันดีและลดการผลิตอินซูลิน ผู้ใหญ่ที่ใช้เวลา 90% ของเวลาว่างกับการนั่ง จะเสี่ยงเป็นโรคหัวใจ โรคอ้วน เบาหวาน โรคสมองเสื่อม และมะเร็งบางชนิด [121, 125-127]

van der Ploeg ส่งเสริมให้คนที่ทำงาน พยายามหันมาขึ้นและเดินเมื่อทำได้ โดยกล่าวว่า เป็นเรื่องสำคัญมากที่จะต้องมีการเคลื่อนที่ทางกาย เช่น เดิน 30 นาทีต่อวัน สำหรับผู้ใหญ่ และ 60 นาทีสำหรับเด็ก “คุณไม่จำเป็นต้องยืนหรือเดินตลอดเวลาว่างที่คุณมี แน่ใจว่าการนั่งเป็นสิ่งที่สบายกว่า แต่คุณต้องพยายามหาจุดสมดุลระหว่างการนั่ง การยืน และการเดิน หรือ การใช้ร่างกายเคลื่อนไหวในแบบอื่นๆ” van der Ploeg กล่าว [121, 125-128]

Hamilton จากศูนย์วิจัยชีวการแพทย์เพนนิ่งตัน กล่าวว่า การทำงานของไฟฟ้าในกล้ามเนื้อจะลดลงทันทีเมื่อมีการนั่ง ก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อการเผาผลาญพลังงานในทุกๆ นาที ไม่เพียง แต่อัตราการเผาผลาญแคลอรีของร่างกายจะลดลงอย่างมาก มันยังมีผลกับการผลิตอินซูลินในร่างกายทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และการนั่งนานจะลดการผลิตไขมันดีในเลือด นำไปสู่ความเสี่ยงของโรคหัวใจ [120] จากการวิจัยพบว่าการนั่งเป็นเวลานาน จะชะลอการเผาผลาญไขมันและก่อให้เกิดกลุ่มอาการของโรคการดูดซึมอาหาร

โรคเบาหวานชนิดที่สอง โรคอ้วน โรคหัวใจและหลอดเลือด ในทางกลับกัน การเดิน 2 นาทีและหยุดพักจากการทำงานทุก 20 นาที สามารถเพิ่มการควบคุมระดับน้ำตาล และก่อให้เกิดความอยากอาหาร 30% ดังนั้นจึงควรสร้างนิสัยของการหยุดพักเป็นระยะขณะทำงาน [118, 129]

Wilmot และคณะ จากมหาวิทยาลัยเลสเตอร์ (Leicester) สหราชอาณาจักร รวบรวมผลลัพธ์จาก 18 งานวิจัย ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 794,577 คน ในประเทศสหรัฐอเมริกาแคนาดา ออสเตรเลีย ยุโรป และญี่ปุ่น พวกเขาพบว่า การนั่งเป็นเวลานาน เพิ่มความเสี่ยงเป็นสองเท่าต่อการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่สอง โรคหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต ผลดังกล่าวนี้ ไม่มีความแตกต่างว่าผู้ที่นั่งนานจะออกกำลังกายทุกวันหรือไม่ “ผู้ใหญ่อายุส่วนใหญ่ใช้เวลา นั่งโดยเฉลี่ย 50-70% ของเวลาทั้งหมด ดังนั้นผลของการศึกษานี้ พบว่ามีผลกระทบเป็นวงกว้าง” Wilmot กล่าว และเสริมว่า “เพียงการจำกัดเวลาที่เราใช้ในการนั่ง เราสามารถลดความเสี่ยงต่อการโรคเบาหวาน โรคหัวใจ และการเสียชีวิตได้” [118, 120, 130-132]

ในการป้องกันความเสี่ยงการเกิดโรคจากการนั่งเป็นระยะเวลาาน ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้คิดถึง การนั่งแบบเคลื่อนไหวบ่อยๆ (Dynamic Sitting) และพักระยะสั้น (Micro-Break) การยืนจะเผาผลาญแคลอรีมากกว่าการนั่งร้อยละ 50 จึงแนะนำให้ยืนและเดินเมื่อใดก็ตามที่เป็นไปได้ เช่น เดินไปหยิบกาแฟ เดินไปคุยกับเพื่อนร่วมงาน เดินไปรอบๆ เดินขึ้นลงบันได ยืนพูดโทรศัพท์ ยืนขณะประชุม Hedge จากศูนย์วิจัยการยศาสตร์และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ แนะนำว่าการนั่งทำงานด้วยการยศาสตร์ที่ถูกต้องคือ ทุกๆ 20 นาที ควรยืนขึ้นและเคลื่อนไหวไปรอบๆ เป็นเวลาสั้นๆ “คุณไม่จำเป็นต้องทำการออกกำลังกายอย่างจริงจังเพื่อให้ได้ประโยชน์ แค่เดินไปรอบๆ ก็เพียงพอ ดังนั้น จงสร้างนิสัยการทำงาน ให้เคลื่อนไหวให้มากขึ้น และหลากหลายในที่ทำงานของคุณ” Hedge กล่าว [116, 119]

2.3.2 การยศาสตร์

การยศาสตร์ หรือมนุษย์ปัจจัย เป็นสหวิทยาการที่รวมการศึกษาทั้งในด้านจิตวิทยา วิศวกรรมศาสตร์ ชีวกลศาสตร์ การออกแบบอุตสาหกรรม การออกแบบกราฟิก สถิติ การปฏิบัติการและการวิจัย และมานุษยวิทยา โดยให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพของมนุษย์ การยศาสตร์มุ่งเน้นไปที่การออกแบบ การทดสอบ และการประเมินผลระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับระหว่างมนุษย์และเครื่องจักร เพื่อให้บรรลุ “สมดุลระหว่างมนุษย์และเครื่องจักร” ด้วยความเชื่อว่าพฤติกรรมของมนุษย์ จะได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อม การยศาสตร์จะส่งเสริมให้นักออกแบบสร้างอุปกรณ์สำนักงานและออกสถานที่ทำงาน ให้เหมาะสมกับร่างกายและความคิดของมนุษย์ เพื่อลดความเครียดของร่างกาย รวมถึงควบคุมปัจจัยภายนอก เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ และเสียง เพื่อให้คนงานสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นเวลานานที่สุด [3, 133, 134]

วิศวกรรมทางกายภาพ (Physical Engineering) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งในการยศาสตร์ ว่าด้วยวิธีการที่ร่างกายมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือ และผลกระทบที่เกิดต่อร่างกายของพวกเขา เช่น โรคที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและกล้ามเนื้อ ความผิดปกติจากการจากเคลื่อนไหวนซ้ำๆ (Repetitive Disorders) การออกแบบสภาพแวดล้อมของสถานที่ทำงาน สุขลักษณะและความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน จุดประสงค์ของวิศวกรรมทางกายภาพ คือ เพื่อเข้าใจและป้องกัน ปัญหาสุขภาพที่อาจจะเกิดที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ เช่น ปัญหาจากรังสี ปัญหาการเคลื่อนไหวนซ้ำๆเป็นเวลานาน ปัญหาการมองเห็น และปัญหากล้ามเนื้อ [134, 135]

ก. การพักย่อย (Micro-Break)

เพื่อสุขภาพที่ดี มีคำแนะนำให้มีการพักระหว่างการทำงาน โดยการพักคือกุญแจสำคัญเพื่อมั่นใจว่าระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจะทำงานได้เป็นปกติ และป้องกันความเสี่ยงจากการเจ็บป่วยทางการยศาสตร์

Janaro และ Bechtold [136] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ผลผลิต (Productivity) กับการพักระหว่างการทำงาน (Rest Break) พวกเขาได้พบว่าตารางการพักที่ดีที่สุด คือ พัก 3 นาที ในทุกๆ การทำงาน 10 นาที Hedge [137] อ้างอิงผลงานชิ้นนี้ และพิสูจน์ให้เห็นในงานวิจัยของเขาว่า การบริหารจัดการทางการยศาสตร์และการใช้การพักที่เหมาะสม สามารถลดการบาดเจ็บจากการใช้แป้นพิมพ์และเมาส์ได้ และยังเพิ่มผลผลิตของคณงาน เช่น ลดข้อผิดพลาดในการพิมพ์

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) [138, 139] กระทรวงแรงงานแห่งสหรัฐอเมริกา แนะนำว่าคนทำงานควรหลีกเลี่ยงการอยู่ในท่าหนึ่ง การทำงานที่ดี ควรให้คนทำงาน

เปลี่ยนแปลงท่าทางบ่อยๆ ขณะทำงานคอมพิวเตอร์ หน้าจอกวอยู่ห่าง 18 ถึง 30 นิ้ว และอยู่ในระดับสายตาของผู้ใช้ ควรมีการพักย่อย 3 ถึง 5 นาทีในทุกๆการทำงาน 20-30 นาทีและในการใช้แป้นพิมพ์หรือเมาส์ ขณะพักควรออกกำลังและบริหารมือเล็กน้อย และหลังจากทำงานคอมพิวเตอร์ทุกๆ สองชั่วโมง ควรมีการพัก 10 นาที

เวลาที่แนะนำให้มีการพักย่อย แตกต่างกันในหลายการศึกษา

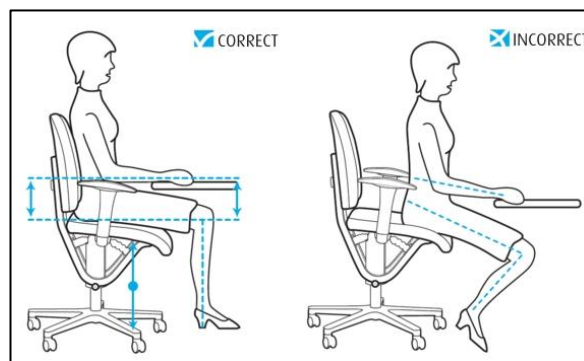
- คณะอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford Environmental Health & Safety) [141] แนะนำว่าการใช้คอมพิวเตอร์ หรือการทำงานในห้องปฏิบัติการ ไม่ควรต่อเนื่องเกิน 30 นาที และควรมีการพัก 2 นาที ก่อนทำงานอื่นต่อไป และแนะนำว่าการพักย่อยที่ดี ควรเป็น 30 วินาที ถึง 1 นาทีในทุกๆ การทำงาน 10 นาที
- Workers' Compensation Board [142] แนะนำให้พักย่อย 5 นาที ในแต่ละชั่วโมง และแนะนำให้หลีกเลี่ยงการนั่งเป็นเวลายาวนาน หรือให้ยืนและเดินขณะทำงาน หรือลุกขึ้นและทำการยืดเส้นยืดสาย นอกจากนี้ ยังได้แนะนำให้ขยับคอและไหล่อย่างน้อยทุก 10 นาที หรือใช้การออกกำลังภายในสำนักงานแบบอื่นๆ
- Work Cover [143] แนะนำให้มองออกไปไกลๆ เพื่อพักสายตาสักครู่ในทุกๆ 10 นาที และกิจกรรมที่เหมาะสมและควรทำสม่ำเสมอ คือ การพักย่อย 2-3 นาที ทุกๆ ครึ่งชั่วโมง
- Liebensohn [144] ระบุว่า หากมีการลุกขึ้นหนึ่งครั้งในทุกๆ 20-30 นาที การพักยาวไม่จำเป็นต้องมีก็ได้ มิฉะนั้น ควรพักเบรกและบริหารร่างกายทุก 30 นาที เมื่อต้องนั่งทำงานเป็นเวลานาน
- กระทรวงแรงงานรัฐออนแทรีโอ (Ontario, Ministry of Labor) [145] กล่าวว่า การพักลึ้นๆ แต่บ่อยๆ มีผลดีกับการทำงาน และลดความไม่สบายตัวมากกว่า เมื่อเทียบกับการนั่งทำงานเป็นเวลานานและยาวทีเดียว เพียงจัดตารางให้มีการพัก 5 นาที ทุกหนึ่งชั่วโมง จะช่วยบรรเทา บรรเทาร่างกายและสายตาจากการทำงานคอมพิวเตอร์

ข. ท่าที่นั่งที่เหมาะสม (Proper Sitting Posture)

จากหลายงานค้นคว้าในเรื่องท่าที่นั่งที่เหมาะสมหรือท่าที่นั่งที่ถูกต้องลักษณะ การนั่งควรนั่งตัวตรง ศีรษะและคออยู่ในแนวขนานกับลำตัว ร่างกายไม่งอ ไม่เอนไปข้างหน้าหรือข้างหลัง ต้นขาขนานกัน และขาช่วงล่างตั้งฉาก 90 องศา ลำตัวหันไปข้างหน้า ข้อศอกขนานกับพื้น แขนช่วงบนและข้อศอกติดกับลำตัว แขนเป็น 90 องศา กับต้นแขนส่วนบน ข้อมือและมือเหยียดตรง เท้าพักวางราบกับพื้น หรือวางบนที่พักเท้า ควรมีที่พนักหลังเพื่อหนุนหลังส่วนล่าง มีที่พนักแขนเพื่อวางแขน และเก้าอี้ควรปรับความสูงได้ [135, 146-150] ดังรูปที่ 2.36 และรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.36 ท่าที่นั่งที่เหมาะสม [135]



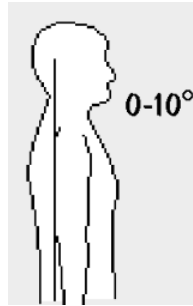
รูปที่ 2.37 ท่าที่นั่งที่เหมาะสม และท่าที่นั่งที่ไม่เหมาะสม [150]

ค. หลักการ RULA และ REBA

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) [151, 152] เป็นวิธีการในการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ ที่มุ่งเน้นไปที่การเกิดความผิดปกติต่อร่างกายส่วนบน ซึ่งสร้างแนวทางในการเข้าถึงความเสี่ยงจากท่าทางอย่างเป็นระบบ ด้วยการวิเคราะห์ห้องสาคของร่างกาย และคำนวณคะแนนความเสี่ยง ณ เวลาต่างๆ

Rapid Entire Body Assessment (REBA) [152, 153] เป็นอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งใกล้เคียงกับ RULA แต่จะครอบคลุมร่างกายทั้งร่าง รวมทั้งคำนึงถึงผลการจากนั่งนิ่ง และการนั่งแบบมีการเคลื่อนไหวเป็นระยะ โดยจะทำการวิเคราะห์การเกิดซ้ำของท่าทางต่างๆ ว่าแต่ละท่ามีความต่อเนื่องเป็นระยะเวลาเท่าไร

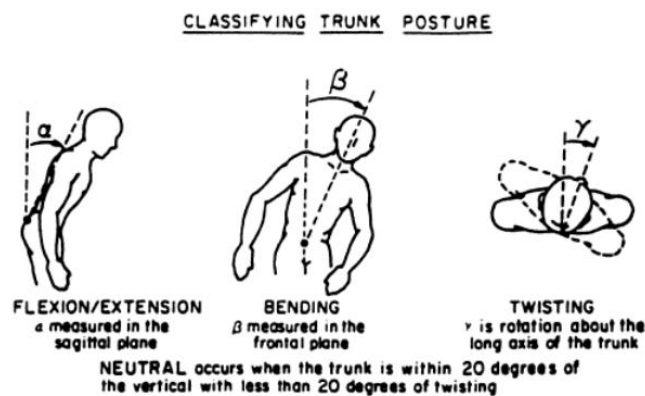
RULA และ REBA ได้ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาหาค่าคงที่ขององศาร่างกายที่เหมาะสม ในการตรวจจับท่าทาง ตัวอย่างเช่น หลักของ RULA และ REBA ที่ระบุว่า การก้มหน้าจะเกิดขึ้นเมื่อองศาต่ำกว่า -10 องศา โดยองศา นี้ จะวัดจากเส้นตรงที่ขนานลำตัวกับส่วนหัว (รูปที่ 2.38) ซึ่งเทียบได้กับจุด *Head* และ *Shoulder Center* บนข้อมูลที่ได้จากกล้อง Kinect



รูปที่ 2.38 องศาที่ถือว่าอยู่ในระดับปกติ ตามหลัก RULA [151, 152]

ง. หลักการอื่นๆ

หลักการอื่นๆ เช่น การประเมินองศาการบิดตัว จากงานวิจัย “Computer-Aided Postural Analysis” ของ Keyserling et al. ใน [154] ได้ถูกนำมาใช้ ซึ่งในงานวิจัยระบุว่า การนั่งบิดตัวจะเกิดขึ้นเมื่อองศาผิดจากแนวตรงไปด้านข้างมากกว่า 20 องศา ดังรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39 องศาการบิดตัวที่ถือว่าอยู่ในระดับปกติ

ตามหลักของ Keyserling et al. (ภาพซ้าย) [154]

ผู้วิจัยยังได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ใน [154] เช่น “Comparison of Different Approaches for the Prevention of Low Back Pain” ที่เขียนโดย Snook et al. ซึ่งเนื้อหาส่วนหนึ่งได้อธิบายถึงระดับความเสี่ยงที่จะเกิดการปวดหลังส่วนล่าง จากท่าทางการบิดตัว และอธิบายแนวทางการป้องกันดังกล่าว

2.3.3 ข้อสรุป เรื่องโรคคนทำงานออฟฟิศและการยศาสตร์

โรคคนทำงานออฟฟิศ คือ กลุ่มอาการของโรคที่เกิดจากการทำงานนั่งโต๊ะ ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรใส่ใจอย่างยิ่งในปัจจุบัน สาเหตุหลักของการเป็นโรคคนทำงานออฟฟิศ คือ การนั่งนิ่งๆเป็นระยะเวลานาน และการนั่งในท่าที่ไม่ถูกสุขลักษณะ โรคคนทำงานออฟฟิศทำให้เกิดอาการปวดตามส่วนต่างๆของร่างกาย และส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาท การนั่งนิ่งๆนานเกินไปจะทำให้การเผาผลาญพลังงานผิดปกติ มีผลกับระดับกลูโคสและการควบคุมอินซูลิน นำมาซึ่งกลุ่มอาการของโรคที่เกิดจากการดูดซึมอาหารที่ผิดปกติ เช่น เบาหวานชนิดที่สอง โรคอ้วน โรคหัวใจและหลอดเลือด การวิจัยยังบอกไว้ว่าโรคคนทำงานออฟฟิศ ส่งผลอายุสั้น นำมาซึ่งโรคหัวใจ มะเร็ง และโรคหลอดเลือดสมอง

มีคำแนะนำว่า ขณะทำงาน ผู้ทำงานควรเคลื่อนไหวร่างกายบ่อยๆ และมีการพักย่อยทุกช่วงเวลาหนึ่ง การเคลื่อนไหวไม่จำเป็นต้องถึงขั้นออกกำลัง อย่างน้อยการยืนหรือเดินเมื่อมีโอกาส ก็สามารถป้องกันโรคที่เกิดจากการทำงานได้

ในความเป็นจริง หลายคนอาจรู้ว่าท่าที่นั่งที่เหมาะสมเป็นอย่างไร และรู้ผลเสียจากการนั่งทำงานเวลานาน พวกเขาเห็นว่าสิ่งใดดีหรือไม่ดีต่อสุขภาพ แต่มันไม่ง่ายที่จะคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ ในขณะที่กำลังติดพันกับการทำงาน เห็นได้ว่า สมควรมีอุปกรณ์ที่ช่วยติดตามการนั่งของพวกเขา และแจ้งเตือนพวกเขา เมื่อตรวจพบพฤติกรรมเสี่ยงที่ไม่ดีต่อสุขภาพ ซึ่งจากการสำรวจเรื่องเทคโนโลยีในการติดตามสุขภาพ ผู้วิจัยเชื่อว่า หนึ่งในเครื่องมือที่ดีที่สุด ที่จะทำหน้าที่นี้ได้ ก็คือกล้อง Kinect