บทที่ 2

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

2.1 วิวัฒนาการของอุปกรณ์ฝึกซ้อมในศิลปะป้องกันตัว

อาจกล่าวได้ว่าเกือบทุกชนชาติในโลกมีศิลปะป้องกันตัวประจำชนชาติของตนเองเนื่องจากการรบพุ่งในสมัยโบราณ เพื่อปกป้องชนเผ่าและยึดดินแดนอื่นเพื่อขยายอาณาเขต ในยุคต่อมาเมื่อชนเผ่าต่างๆ มีการรวมตัวเป็นรัฐและเข้าสู่ยุคโลกไร้พรมแดนซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยการค้าและการเมือง ศิลปะป้องกันตัวได้เปลี่ยนรูปแบบเป็นกีฬา และมีการแข่งขันเพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างประเทศต่างๆ ทั้งในระดับภูมิภาคจนถึงระดับโลก

ศิลปะป้องกันตัวที่เป็นที่ยอมรับของชนชาติในเอเชีย คือศิลปะป้องกันตัวจากประเทศจีน ในอดีตที่ผ่านมา วัฒนธรรมการฝึกมวยจีนมีแหล่งกำเนิดมาจากวัด เนื่องด้วยเหล่าพระสงฆ์มีการฝึกมวยเพื่อสุขภาพ โดยในสมัยนั้น หุ่นซ้อมไม้ (Wooden dummy) นับเป็นอุปกรณ์หลักในการฝึก ซึ่งจากบันทึกทางประวัติศาสตร์ หากพระรูปใดต้องการออกจากวัด จำต้องฝ่าด่านหุ่นซ้อมไม้ 108 ตัว ให้ได้เสียก่อน จึงจะสามารถออกจากวัดไปได้ ในสมัยต่อมา หุ่นซ้อมไม้ยังคงเป็นอุปกรณ์สำคัญในการฝึกมวยจีน แต่เป็นมวยประเภทเลียนแบบท่าทางของสัตว์ประเภทต่างๆ

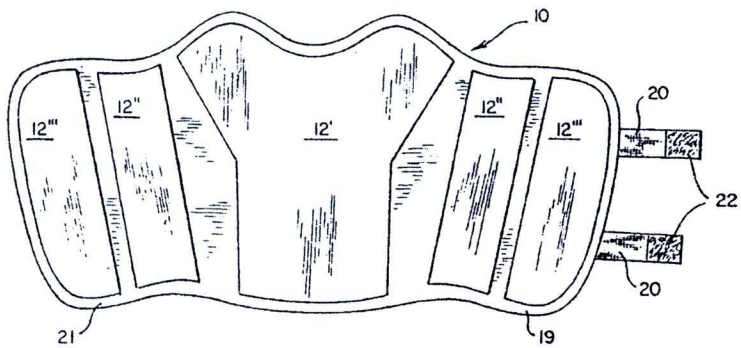
อาจารย์ยิปมัน (Yip Man) ซึ่งเป็นปรมาจารย์ด้านมวยวิงชุนเป็นผู้ที่ให้ความสำคัญของอุปกรณ์การฝึกซ้อมมวย มวยวิงชุนเป็นมวยที่เน้นการออกกหมัดและเท้าแบบสั้น และหุ่นซ้อมไม้ถือเป็นหัวใจหลักที่สำคัญในการซ้อมมวยดังกล่าวโดยให้ผู้ฝึกจินตนาการว่าหุ่นซ้อมไม้เป็นเสมือนคู่ต่อสู้ที่มีชีวิตและโต้ตอบกับแรงที่ผู้ฝึกเตะและต่อย หุ่นซ้อมไม้ที่ใช้กันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ หุ่นซ้อมไม้ประเภทตายตัว (Dead Dummy) และ หุ่นซ้อมไม้ประเภทเคลื่อนไหวได้ (Live Dummy) หุ่นซ้อมไม้ประเภทตายตัว จะเป็นหุ่นไม้ที่มีแกนกลางและมีไม้ยื่นออกมาลักษณะตำแหน่งเหมือนแขนและขาของคน แกนของหุ่นจะติดตั้งบนฐานที่มีความแข็งแรง เมื่อผู้ฝึกทำการเตะหรือต่อย หุ่นซ้อมไม้จะไม่เคลื่อนไหว ส่วนหุ่นซ้อมไม้ประเภทเคลื่อนไหว จะมีลักษณะต่างกันตรงที่ เมื่อผู้ฝึกเตะหรือต่อย หุ่นจะเคลื่อนไหวไปตามความหนักเบาของแรงที่มากระทำ ซึ่งคล้ายกับการเคลื่อนที่ของมือและเท้าของคู่ต่อสู้ (www.woodendummy.info)

ปัจจุบันเมื่อศิลปะป้องกันตัวได้พัฒนามาเป็นกีฬา และเข้าสู่ระบบการแข่งขัน อุปกรณ์การฝึกซ้อมจึงถูกประดิษฐ์คิดค้นตามหลักวิทยาศาสตร์การกีฬา เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของกีฬาประเภทนั้นๆ อาทิ

เช่น ยูโด คาราเต้ และ มวยสากล อุปกรณ์การฝึกซ้อมที่ได้รับความนิยมคือ กระสอบทราย ซึ่งมีความสำคัญต่อการฝึกการต่อยและเตะของนักกีฬา

2.2 อุปกรณ์การฝึกซ้อมที่มีการจดสิทธิบัตร

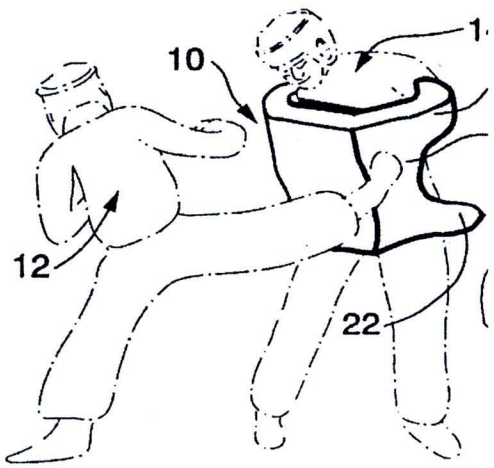
วิลแลมมินา สไลเจอร์ (1989) เอกสารสิทธิบัตร United State Patent No. 4872215 ทำการประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ใช้ปกป้องหน้าอกของนักกีฬา มีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อใช้งานในกิจกรรมของการฝึกซ้อมกีฬาเป็นหลัก ซึ่งมีขนาดครอบคลุมบริเวณหน้าอกและช่องท้องของนักกีฬา อุปกรณ์ดังกล่าวนี้ประกอบไปด้วยวัสดุสองชั้น คือ ชั้นนอกผลิตจากหนังหรือวัสดุที่มีคุณสมบัติคล้ายหนังที่มีน้ำหนักเบา ชั้นในประกอบไปด้วยแผ่นซึ่งทำจากเม็ดโฟมที่ถูกเรียงตัวกันแบบอัดแน่นโดยทั้งหมดจะเรียงต่อกันเป็นสามชั้น ได้แก่ ชั้นกลาง ชั้นใน และชั้นนอก แผ่นโฟม ดังกล่าวนี้ มีขนาดและตำแหน่งที่สามารถปกป้องส่วนที่มีความเปราะบางต่อการกระแทกบริเวณหน้าอกและช่องท้องของนักกีฬาซึ่งมักเกิดจากการกระแทกที่เกิดจากแรงแบบทางตรง แสดงในรูปที่ 1 ประโยชน์ที่ดีกว่าของการใช้โฟมแบบแผ่นแทนที่การใช้โฟมแบบชั้น คือ ผู้ใช้สามารถใช้ทักษะการต่อสู้ได้อย่างเต็มที่โดยไม่ต้องกังวลกับการหลบหลีกการถูกปะทะบริเวณหน้าอก ดังแสดงในรูป 2.1



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ปกป้องหน้าอกของนักกีฬา (สไลเจอร์ 1989)

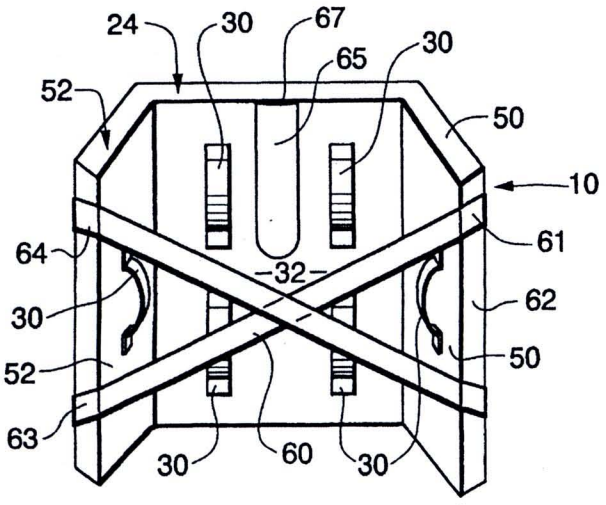
ทิมโมที เจ คิวเพท (1994) เอกสารสิทธิบัตร United State Patent No. 5,501,649 ได้คิดค้นและประดิษฐ์เกราะสำหรับฝึกซ้อมและเป็นอุปกรณ์ป้องกันภัยสำหรับกีฬาศิลปะป้องกันตัว วัตถุประสงค์หลักของการประดิษฐ์ คือ การใช้เพื่อซ้อมศิลปะป้องกันตัวของนักกีฬา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อฝึกการเตะและต่อยของนักกีฬากับคู่ซ้อมที่เคลื่อนไหวได้ ทั้งนี้เพื่อให้นักกีฬาสามารถคาดเดาการออกหมัดและเท้าของคู่ซ้อมโดยนำไปสู่การใช้แรงของหมัดและเท้าของนักกีฬาอย่างเต็มกำลัง ซึ่งเป็นการช่วยพัฒนากล้ามเนื้อของ

นักกีฬาไปในตัว อุปกรณ์ป้องกันดังกล่าวมีลักษณะเป็นแผ่นเพื่อป้องกันแรงที่กระทำจากคู่ซ้อม และยังเป็นเสมือนจุดแสดงตำแหน่งของการโจมตีบนตัวให้นักกีฬาอีกด้วย เกราะป้องกันนี้จะมีลักษณะทั้งรูปสี่เหลี่ยม วงกลมและวงรี โดยผิวหน้าจะเป็นส่วนที่รับแรงกระแทก ในส่วนด้านหลังแผ่นจะติดอุปกรณ์ที่สามารถติดกับบริเวณส่วนของลำตัวผู้ใช้ วัสดุที่ใช้เป็นวัสดุน้ำหนักเบา เพราะมีการเพิ่มวัสดุจำพวกเม็ดอากาศในกระบวนการผลิต อาทิเช่น พลาสติกและโฟม รวมไปถึงโฟมโพลียูลีเทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโฟมที่มีความหนาแน่นสองชั้น ประกอบไปด้วยโครงสร้างชั้นแรกซึ่งทำจากโฟมโพลียูลีเทนที่มีโครงสร้างยึดโยงไขว้กันและโครงสร้างชั้นที่สองที่ทำมาจากโฟมความหนาแน่นต่ำ เช่นโฟมโพลียูลีเทนแบบธรรมดา แสดงดังรูป 2.2



รูปที่ 2.2 ลักษณะการสวมใส่เกราะและการเตะของนักกีฬา (คิวเพท 1994)

สำหรับโครงสร้างชั้นแรกซึ่งมีความหนาแน่นสูงจะมีคุณสมบัติของพื้นผิวหน้าทีสามารถรับแรงกระแทกได้ ในขณะที่โฟมที่มีความหนาแน่นต่ำจะมีคุณสมบัติอ่อนนุ่ม สามารถปกป้องผู้ที่ใช้งาน โฟมทั้งสองชั้นนี้ถูกยึดติดกันด้วยวิธีแบบดั้งเดิมคือการใช้กาว แต่มีความปลอดภัยในการใช้งาน กล่าวคือพื้นผิวสัมผัสของโฟมที่มีความหนาแน่นสูงจะหันหน้าออกด้านนอก ในขณะที่พื้นผิวสัมผัสของโฟมที่มีความหนาแน่นต่ำจะหันหน้าออกด้านในเพื่อสัมผัสกับผู้ใช้ ชั้นที่สองของเกราะจะมีที่จับหลายจุดให้ผู้สวนใส่เลือกจับได้ตามความถนัดของแต่ละคนแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะของเกราะพร้อมที่จับสำหรับผู้สวมใส่ (คิวเพท 1994)

เกราะป้องกันแรงกระแทกที่ประกอบด้วยโฟมดังกล่าวจะถูกห่อหุ้มด้วยหนัง ไวนีล หรือผ้าใบหนา เป็นต้น นอกจากนี้อาจเสริมส่วนที่เป็นเครื่องหมายเสมือนจุดแสดงตำแหน่งของการโจมตีบนวัสดุห่อหุ้มดังกล่าว เพื่อให้นักกีฬาสังเกตเห็นได้ชัดเจนในขณะซ้อม

ความจำเป็นของการใช้เกราะป้องดังกล่าว คือในการฝึกซ้อมจริง นักกีฬาต้องมีความเชื่อมั่นในการโจมตีคู่ซ้อม โดยต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ของความเร็วและแรงเป็นสำคัญ เกราะป้องกันนี้จะช่วยให้นักกีฬาจู่โจมคู่ซ้อมโดยมิต้องกังวลว่าคู่ซ้อมจะได้บาดเจ็บ และในขณะเดียวกันคู่ซ้อมก็ไม่ต้องออกแรงมากในหลบหลีกและป้องกันตนเองจากการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากการจู่โจม เพราะฉะนั้น นักกีฬาจึงสามารถใช้เทคนิคการเตะและต่อยได้อย่างเต็มที่ทุกประเภท ตั้งแต่การโจมตีส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่าง การใช้อุปกรณ์นี้จึงถือได้ว่า เป็นการพัฒนาทักษะของศิลปะป้องกันตัวให้กับนักกีฬาในเวลาเดียวกัน ข้อดีอีกประการของการหนึ่งของการใช้เกราะนี้ คือ มีลักษณะเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน

2.3 ทฤษฎีเซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์

2.3.1 เซ็นเซอร์ (Sensors) เช่น การวัดความร้อน ความดัน และ ความหนาแน่น เป็นต้น เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดตัวแปรต่างๆเพื่อป้อนข้อมูลนี้ให้กับกระบวนการหรือระบบนำไปดำเนินการต่อ โดยสัญญาณที่ตรวจวัดได้ทางด้านเอาต์พุท ของเซ็นเซอร์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ สัญญาณอะนาลอก (Analog Signal) สัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) และสัญญาณไบนารี (Binary Signal)

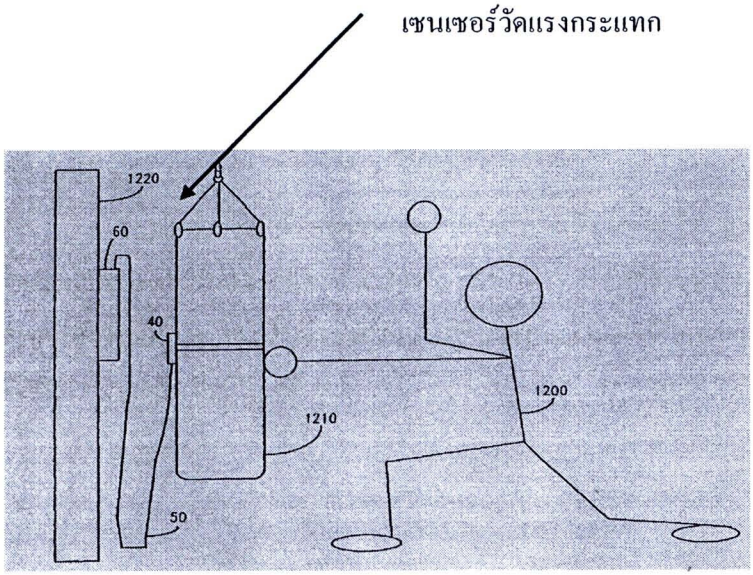
2.3.2 ทรานสดิวเซอร์ (Transducers) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงพลังงานจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง โดยก่อนทำการแปลงพลังงาน ทรานสดิวเซอร์ต้องมีการตรวจวัดปริมาณของตัวแปรนั้นก่อนแล้วทำการแปลงพลังงานนั้นไปเป็นพลังงานในรูปแบบอื่นๆ อุปกรณ์ภายในทรานสดิวเซอร์

ประกอบไปด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนที่รับรู้พลังงาน (Sensing Part) และส่วนที่แปลงพลังงาน (Transduction Part) จึงอาจกล่าวได้ว่า ทรานสดิวเซอร์เป็นเซ็นเซอร์ แต่ เซ็นเซอร์ไม่ใช่ทรานสดิวเซอร์ เนื่องจากเซ็นเซอร์ไม่มีการแปลงพลังงานนั้นเอง ทรานสดิวเซอร์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามโครงสร้างทางกายภาพ คือ

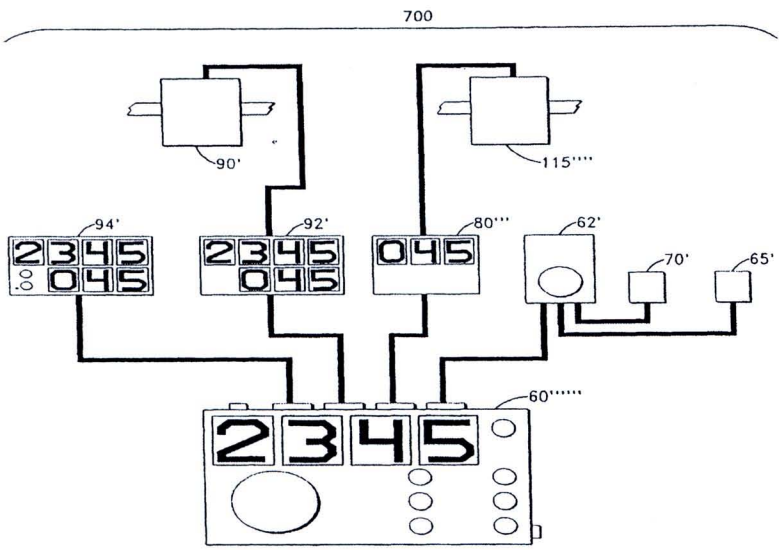
1) ทรานสดิวเซอร์แบบแอกตีฟ (Active transducers) เป็นทรานสดิวเซอร์ที่สามารถแปลงปริมาณที่ตรวจวัดได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากภายนอกมากระตุ้น เช่น เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell) หรือวัสดุจำพวกคริสตัล ควอตซ์ (Quartz Crystal) เช่น เปียโซอิเล็กตริกทรานสดิวเซอร์ (Piezoelectric Transducers)

2) ทรานสดิวเซอร์แบบพาสซีฟ (Passive Transducers) เป็นทรานสดิวเซอร์ที่ทำงานภายใต้การควบคุมพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางไฟฟ้า เช่น ความต้านทาน ความเหนี่ยวนำ และ ความจุ เป็นต้น โดยจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากภายนอกมากระตุ้นเพื่อให้เกิดสัญญาณทางเอาต์พุตที่อยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้า เช่น โหลดเซลล์ (Load Cell) มาตรวัดความเครียด (Strain Gauge) เป็นต้น (วิศรุต ศรีรัตนะ, 2550)

จากอดีตที่ผ่านมา การศึกษาด้านการวัดแรงจากการต่อยหรือเตะของนักกีฬามีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง กาโอเรียน และคณะ (1995) เอกสารสิทธิบัตร United State Patent No.5, 605,336 ได้พัฒนาวิธีการวัดสมรรถนะของนักกีฬาโดยใช้ เซ็นเซอร์วัดแรงกระแทกแบบปรอท ติดตั้งไว้ที่เป้าที่ฝึกซ้อมหรือที่กระสอบทราย ดังแสดงในรูปที่ 2.4 เมื่อนักกีฬาต่อยด้วยแรงที่มากกว่าหรือเท่ากับค่าความไวของเซ็นเซอร์ที่ตั้งไว้ ปฏิกิริยาทางไฟฟ้าจะถูกสร้างขึ้นโดยชุดควบคุม (Control Means) และส่งผลแรงและเวลาการตอบสนองของนักกีฬาไปแสดงที่หน้าจอ ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 การต่อยกระสอบทรายที่มี เซ็นเซอร์วัดแรงกระแทกติดตั้งอยู่ด้านหลัง (กาโอเรียน และคณะ 1995)

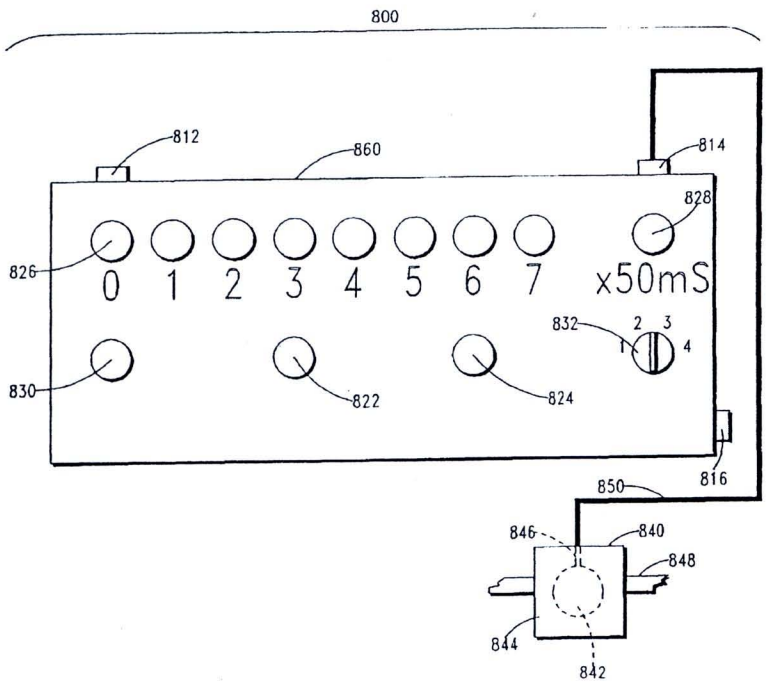


รูปที่ 2.5 ระบบแสดงแรงและเวลาการตอบสนองของนักกีฬา (กาโอเรียน และคณะ 1995)

ระบบการวัดแรงนี้ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดแรงกระแทก 2 ตัว คือ หมายเลข 90 และ 115 เมื่อนักกีฬาชกเซ็นเซอร์หมายเลข 90 แรงชกจะแสดงที่หน้าจอหมายเลข 92 พร้อมทั้งเวลาการตอบสนองต่อ

เสียงที่สั่งให้นักกีฬาชกที่ดังจากไมโครโฟนหมายเลข 70 ถ้านักกีฬาชกที่เซ็นเซอร์หมายเลข 115 แรงกระทำจะแสดงที่หน้าจอหมายเลข 80 และที่หน้าจอหมายเลข 94 จะแสดงแรงและเวลาเฉลี่ยจากเซ็นเซอร์ทั้ง2 ตัว ระบบควบคุมทั้งหมดจะอยู่ที่หมายเลข 60 ซึ่งจะเป็นระบบการประมวลผลของเวลาการตอบสนองจากเซ็นเซอร์

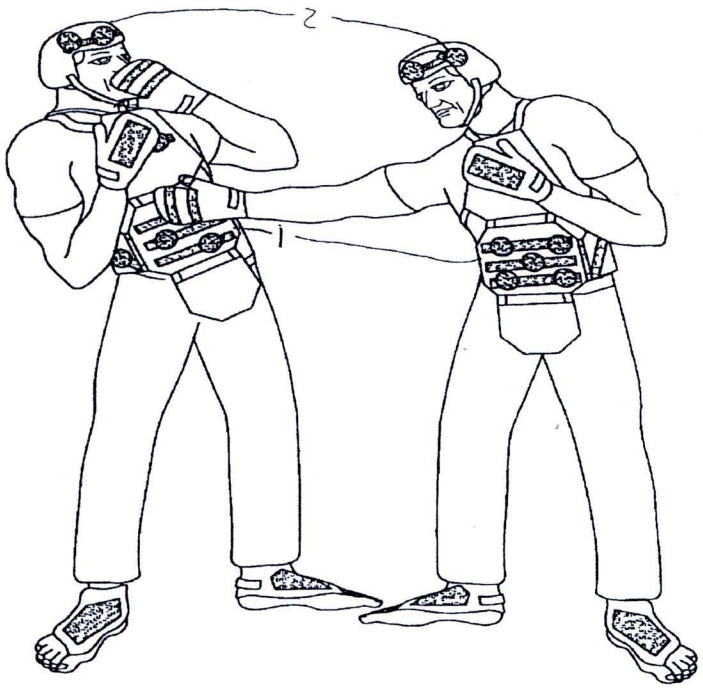
ระบบการวัดได้รับการพัฒนาต่อโดยการเพิ่มหลอดไฟแบบ LED เข้าไปในระบบ ชุดควบคุม (Control Means) จำนวน 7 ดวง ดังแสดงในรูปที่ 2. 6 การติดตั้งระบบ LED นี้เพื่อวัดการปฏิกิริยาตอบสนองของนักกีฬา เมื่อนักกีฬาเห็นว่าไฟติดให้นักกีฬาชกที่เซ็นเซอร์ที่หมายเลข 842 โดยไฟทั้ง 7 ดวงจะสลับกันติดในช่วงเวลา 50 มิลลิวินาที



รูปที่ 2.6 ระบบการวัดแรงที่มีการติดตั้ง ระบบ LED Display (กาโอเรียน และคณะ 1995)

ฮามายัน อามัด ไซ (2002) เอกสารสิทธิบัตร United State Patent No. US 2002/0077223 A1 ทำการประดิษฐ์ อุปกรณ์ในระบบการให้คะแนนของกีฬาประเภทศิลปะป้องกันตัว วัตถุประสงค์หลักของการประดิษฐ์อุปกรณ์ชิ้นนี้ คือ เพื่อใช้เครื่องมือในระบบการให้คะแนนของกีฬาประเภทศิลปะป้องกันตัว และการใช้จุดแสดงตำแหน่งของการโจมตีที่ติดกับแผ่นซึ่งนำมาติดบนพื้นที่เสี่ยงที่จะถูกโจมตีในขณะทำการแข่งขัน อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบไปด้วยแผ่นซึ่งติดตั้งในบริเวณหน้าอกและเครื่องป้องกันศีรษะของนักกีฬา

โดยต่อรวมกับระบบจุดแสดงตำแหน่งของการโจมตี อุปกรณ์นี้ยังใช้จุดแสดงตำแหน่งของการโจมตีที่ทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิก และการทำงานที่เกิดจากปฏิกิริยาจากไฟของเซ็นเซอร์ แสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงตำแหน่งของการโจมตีที่ติดกับแผ่นซึ่งนำมาติดบนพื้นที่เสี่ยงที่จะถูกโจมตีในขณะทำการแข่งขัน (ไช 2002)

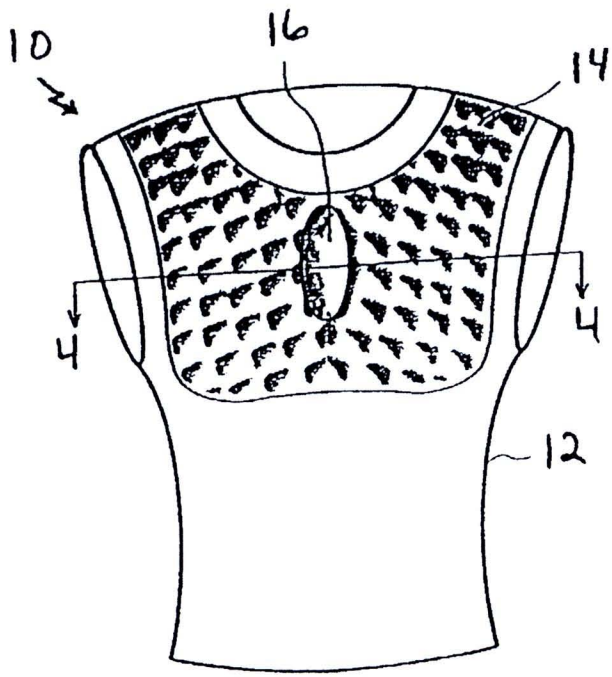
อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบไปด้วยแผ่นที่ติดตั้งบริเวณหน้าอกและบริเวณที่ป้องกันลำตัว ได้แก่ ลำตัวส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่าง รวมไปถึงบริเวณด้านข้างของลำตัว คือ ไตทั้งสองข้าง และสุดท้าย คือ หมวกป้องกันที่ใช้สวมโดยมีแผ่นป้องกันติดตั้งที่บริเวณหน้าผากและด้านข้างของใบหน้า รวมทั้งถุงมือที่สามารถระบายอากาศได้เป็นอย่างดี โดยมุ่งเน้นการใช้งานบริเวณส่วนนอกของมือ ในส่วนของรองเท้าที่ใช้ได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นจากหนังที่มีความทนทาน บริเวณที่มีการยึดระหว่างอุปกรณ์กับตัวผู้ใช้ถูกผลิตขึ้นด้วยวัสดุยี่ห้อเวลโกร (velcro) ซึ่งสามารถใช้ได้เป็นอย่างดีกับวัสดุที่หุ้มจุดแสดงตำแหน่งของการโจมตี

สำหรับการใช้งานในสถานการณ์จริง นักกีฬาที่ถูกโจมตีจะสวมเครื่องป้องกันหน้าอกและศีรษะซึ่งมีอุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่ในบริเวณที่แสดงจุดตำแหน่งของการโจมตีและในขณะเดียวกันนักกีฬาที่เป็นฝ่ายโจมตีจะสวมถุงมือและรองเท้าที่แสดงจุดตำแหน่งของการโจมตีเช่นเดียวกัน ระบบการให้คะแนนจะทำงานเมื่อจุดรับสัญญาณถูกต่อครบวงจรจากการสัมผัสของนักกีฬาคนหนึ่ง (ผู้ส่งสัญญาณ) กับนักกีฬาอีกคนหนึ่ง (ผู้รับสัญญาณ) และเมื่อมีการสัมผัส ระบบการให้คะแนนจะแสดงผลในรูปของจำนวนครั้งที่ถูกโจมตีในหนึ่งเซตของการโจมตีพร้อมกับการให้คะแนนตามจุดตำแหน่งของการโจมตี โดยเรียงตามความสำคัญของจุดแสดงตำแหน่งของการโจมตีบนตัวนักกีฬา อาทิเช่น บริเวณหน้าอก และศีรษะเป็นต้น

ประโยชน์ของการใช้อุปกรณ์ชนิดนี้คือ สามารถวัดค่าต่างๆได้อย่างแม่นยำและถูกต้องโดยไม่ต้องมีการปะทะกันแบบถึงตัว ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อนักกีฬาที่มีอายุน้อยนอกจากนั้นแล้วอุปกรณ์นี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับนักต่อสู้ที่มีความเชี่ยวชาญขั้นสูงได้อีกด้วย

ดักลาส โลวีชั่น (2004) เอกสารสิทธิบัตร United State Patent No. US2004 /0009851 A1 ประดิษฐ์เครื่องมือให้คะแนนในกีฬาประเภทการต่อสู้ วัตถุประสงค์ของการประดิษฐ์เครื่องมือให้คะแนนประเภทนี้คือ ผู้ใช้สามารถสวมใส่ได้ในขณะแข่งขัน เพื่อวัดจำนวนครั้งเมื่อมีการกระทบของแรงกับตำแหน่งของการโจมตี อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบไปด้วยส่วนของเสื้อและแผ่นที่ติดบริเวณหน้าอกซึ่งสามารถติดกับตัวเสื้อได้ แผ่นติดบริเวณหน้าอกผลิตจากวัสดุประเภทอิลาสโตเมอริก ซึ่งมีคุณสมบัติดูดซับพลังงานที่เกิดจากการกระทบ และในทำนองเดียวกัน คือ สามารถปกป้องบริเวณหน้าของผู้สวมใส่

จุดแสดงตำแหน่งของการโจมตีผลิตจากอิเลตโตรเมอริกซึ่งมีคุณสมบัติแข็งสามารถดึงออกหรือติดกับแผ่นที่ติดบริเวณหน้าอกโดยใช้วิธีการเกี่ยวหรือมัดอย่างแน่นหนา นอกจากนั้นระบบเซ็นเซอร์จะถูกติดตั้งอยู่ในจุดแสดงตำแหน่งของการโจมตีซึ่งจะส่งสัญญาณในรูปแบบของไฟฟ้าเมื่อจุดดังกล่าวถูกกระทบ ระบบจะมีการตอบสนองในรูปของแสงไฟหรือเสียง และเครื่องบันทึกจะทำการบันทึกจำนวนครั้งที่ถูกกระทบ เครื่องมือให้คะแนนแสดงในรูป 2.8

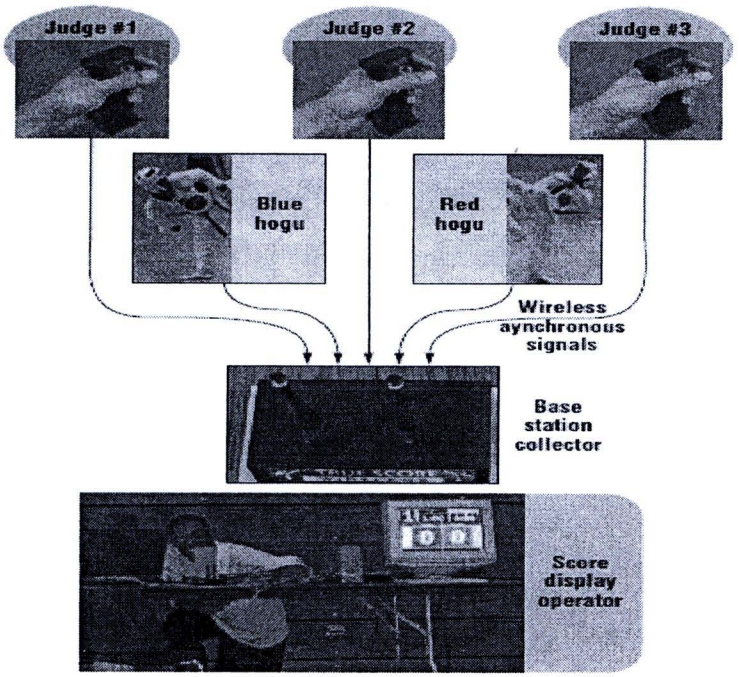


รูปที่ 2.8 แสดงเครื่องมือให้คะแนน (โลวีชั่น 2004)

เอ็ด เฮช ชิ (2005) จากศูนย์วิจัย ปาโล อัลโต ทำการวิจัยเรื่อง การใช้ เซ็นเซอร์ แบบสวมใส่ได้ในกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้ จากความพยายามในการร่วมมือของ ศูนย์โปรแกรมเทควันโดของ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 13 พ.ย. 2555
เลขทะเบียน 249781
เลขเรียกหนังสือ

สแตนฟอร์ด ศูนย์วิจัยเปาโล อัลโต และศูนย์การวัดแรงกระแทก ได้มีการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ ในการวัดค่าต่างๆภายใต้สภาพการแข่งของกีฬาเทควันโด โดยได้ประดิษฐ์ เซ็นเซอร์โฮกุ (Sensor Hogu) และใช้เซ็นเซอร์แบบ เปียโซอิเล็กตริกเซ็นเซอร์ ใช้ในการวัดแรงมาติดตั้งกับเครื่องป้องกันหรือเสื้อเกราะของกีฬาเทควันโด เพื่อช่วยให้กรรมการสามารถใช้ในการให้คะแนนในการแข่งขันได้แม่นยำและถูกต้องยิ่งขึ้น ระบบเซ็นเซอร์และการวัดแสดงในรูปที่ 2.9 และเกราะที่ทำการติดเซ็นเซอร์แสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 ระบบเซ็นเซอร์และการวัด (เฮช ชิ 2005)

รูปที่ 2.10 แสดงเกราะที่ติดเซ็นเซอร์ (เฮช ชิ 2005)

ทั้งนี้การวิจัยดังกล่าวมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ 1. เพื่อใช้เครื่องมือนี้ในการช่วยการให้คะแนนของกรรมการได้อย่างแม่นยำในการตัดสินการแข่งขัน 2. สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยกับอุปกรณ์การซ้อมแบบเก่าได้ โดยมุ่งเน้นให้มีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ซ้อมแบบเก่าให้น้อยที่สุด และสามารถนำมาใช้ร่วมกับวิธีการฝึกแบบเดิมได้ ทั้งนี้ผู้วิจัย ได้รับความร่วมมือจาก สหพันธ์เทควันโดโลก (World Teakwondo Federation) และ องค์กรเทควันโดแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Taekwondo Union) ในการอกกใบรับรองอุปกรณ์ดังกล่าว และสามารถใช้ได้อย่างถูกต้องตามกติกาของการแข่งขันเทควันโด

แพทริก เคน และคณะ (2005) ศึกษาการใช้เซ็นเซอร์ไร้สายในการให้คะแนนกับระบบการฝึกซ้อมกีฬาประเภทต่อสู้ จากพื้นฐานแนวคิดเรื่องสุขภาพของผู้เล่นกีฬาประเภทต่อสู้ และวิธีการให้คะแนนของกรรมการซึ่งต้องใช้การตัดสินใจอย่างรวดเร็วในสถานการณ์จริง จึงมีการศึกษาในเรื่องการใช้เซ็นเซอร์ไร้สายในการให้คะแนนกับระบบการฝึกซ้อมกีฬาประเภทต่อสู้ วัตถุประสงค์เบื้องต้นของการวิจัย คือ การใช้ระบบอิเล็กโทรนิคกับการให้คะแนนกีฬาประเภทมวยสากล ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วเครื่องมือนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับกีฬาแบบป้องกันตัวประเภทอื่นด้วย เช่น คาราเต้ และเทควันโด เทคโนโลยีดังกล่าวใช้หลักของตัวเซ็นเซอร์และการเชื่อมโยงเครือข่ายของเซ็นเซอร์ซึ่งติดตั้งบนศีรษะ ลำตัว และมือของนักกีฬา นอกจากนี้การใช้เครือข่าย บลูทูธช่วยให้ผลของการวัดการสัมผัสทางร่างกายของนักกีฬา มีค่าใกล้ปรากฏใกล้เคียงกับเวลาที่สัมผัสจริงหรือหลังจากการสัมผัสไม่นาน จากนั้นผลที่ได้จะปรากฏยังคอมพิวเตอร์ระยะไกลซึ่งจะบอกถึงการสัมผัสเป้าที่ถูกต้องตามกติกาของการแข่งขัน เพื่อแปรผลนั้นเป็นคะแนนในที่สุด ผู้วิจัยคาดหวังว่า ระบบดังกล่าวนี้จะช่วยลดการการกระทบเป้าบนตัวนักกีฬาแบบเต็มกำลังในการแข่งขัน รวมไปถึงสามารถวัดผลคะแนนที่สามารถเชื่อถือได้ นอกจากนี้ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษายังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์สภาพหลังการแข่งขันและการจัดช่วงเวลาในการฝึกซ้อมนักกีฬาได้

แรนดี้ เคลลี และคณะ (2006) ทำการศึกษาวิธีการสร้างแรงต่อยและความรวดเร็วของนักกีฬา ซึ่งศึกษาจากกีฬา 4 ประเภท คือ คาราเต้ มวยไทย กังฟู และ เทควันโด โดยใช้เซ็นเซอร์ชนิด โหลดเซลล์ (Load Cell) ที่เป็นอินฟราเรด ติดตั้งในหุ่นซ้อมจำนวน 4 จุด คือ คอด้านบน คอด้านล่าง หน้าอก และหัวเข่า นอกจากนั้นมีกล้องที่มีความไวสูงในการบันทึกท่าทางการเคลื่อนที่ ความเร็วและแรงกระทำต่างๆของนักกีฬาได้ โพเทนชั่นมิเตอร์ (Potentiometer) ติดตั้งบริเวณหน้าอก เพื่อวัดการการยุบตัวของหน้าอกเมื่อถูกแรงกระแทก และที่ตัวของนักกีฬามีการติด เครื่องหมาย และเซ็นเซอร์ ชนิด F Scan Sensors ในรองเท้าเพื่อใช้ในการติดตามเส้นทางการเคลื่อนที่และสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์เพื่ออธิบายวิธีการที่ร่างกายสร้างแรงในแต่ละท่าการต่อสู้ ผลการทดลอง พบว่า กีฬาชกมวย สามารถวัดแรงกระทำในท่าชกด้านหน้าได้ประมาณ 1,000 ปอนด์หรือ 453.6 กิโลกรัม ดังแสดงในรูปที่ 2.11 เทควันโด ในท่าเตะด้านหลัง spin back kick วัดแรงได้ 1,500 ปอนด์ หรือ 680.4 กิโลกรัม กังฟู ท่ากระโดดเตะ Flying Double Kick วัดแรงได้ 1,000 ปอนด์หรือ 453.6 กิโลกรัม

รูปที่ 2.11 การชกหุ่นของนักกีฬาชกมวยเพื่อวัดแรง

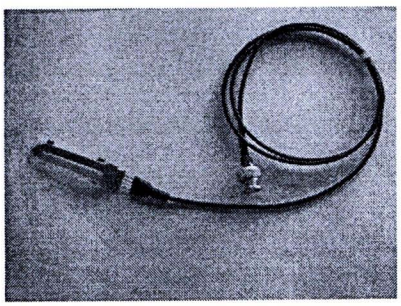
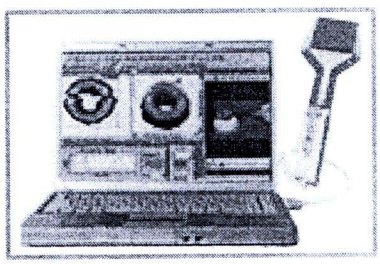
ที่มา: http://channel.nationalgeographic.com/channel/fightscience/

เอริน เอ ไฮน์ และคณะ (2008) ทำการศึกษาและทดลองเบื้องต้นในเรื่องการใช้เซ็นเซอร์แบบสวมใส่ได้เพื่อบันทึกการเคลื่อนไหวเสมือนจริงในการแข่งขันศิลปะป้องกันตัว โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้นโดยใช้ไกโรสโคป (Gyroscope) แบบสวมใส่กับลำตัวและเซ็นเซอร์วัดอัตราเร่ง (Acceleration Sensor) เพื่อวัดการเคลื่อนไหวแบบ "ชุมคุย" หรือเป็นกระบวนท่าหนึ่งในมวยวิงชุน ซึ่งเป็นการต่อสู้แบบกังฟูที่มีชื่อเสียง ผลจากการทดลองได้ยืนยันถึงความสามารถในการมองเห็นเมื่อใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ โดยการปรับให้เข้ากันอย่างลงตัวทั้งเทคนิคและรูปแบบจากการคำนวณอย่างชาญฉลาดและกระบวนการของสัญญาณ จึงทำให้สามารถบันทึกการเคลื่อนไหวของมวยวิงชุนในเวลาจริงขณะนั้นได้ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ยังช่วยให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการแยกแยะความแตกต่างความเชี่ยวชาญและคุณภาพของการเคลื่อนไหว

2.3.3 การศึกษาเปรียบเทียบเซ็นเซอร์

เซ็นเซอร์ที่นิยมใช้ในการวัดแรงมีมากมายหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติและเงื่อนไขการใช้งานที่แตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเซ็นเซอร์ สำหรับวัดแรง 3 ชนิด รายละเอียดการศึกษาแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติและราคา เซ็นเซอร์สำหรับวัดแรงจำนวน 3 แบบ

ชนิดเซ็นเซอร์	คุณสมบัติ	ราคา
1. PVDF sensor รุ่น S_25C 	1 การตอบสนองต่อแรงกระแทกที่รวดเร็วในหน่วยของ นาโนวินาที 2 สามารถรับแรงกระแทกได้ในช่วงที่กว้าง คือ ในช่วง กิโลปาสคาลถึงจิกะปาสคาล (kPa to GPa) 3 พื้นที่รับแรง 5*5 ตร.มม. 4 ความไว 4 ไมโครคูลอมบ์ต่อตร.ซม. สำหรับ 10 จิกะปาลคาล 5 มีความหนา 25 นาโนเมตร	15,000 บาท
3. I Scan sensor model 9550 	1.มีระบบการวัดแรงและความดันแบบ Dynamics load 2.โปรแกรมการคำนวณค่าแรงและความดันพร้อมแสดงผลเป็นกราฟ 3.มีจำนวนเซ็นเซอร์ทั้งหมด 42 จุด 4. พื้นที่รับแรง 4.41 x 3.78 นิ้ว 5. spatial density 2.5/in^2	1,400,000 บาท

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบเซ็นเซอร์ งานวิจัยนี้จึงเลือก พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์เพื่อใช้ในการวัดแรงและความเร็วในการตอบสนองของนักกีฬา โดยพีวีดีเอฟเซ็นเซอร์มีหลักการทำงาน ดังนี้

การทำงานของ พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ ขึ้นอยู่กับการตอบสนองของ ปฏิกิริยาเปียโซอิเล็กตริก ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีความดันหรือแรงมากระทำบนคริสตัล (Crystal) ชนิด Rochelle และ Tourmaline การแทนที่ของคริสตัลจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่บริเวณผิวหน้าแผ่นโพลิเมอร์ที่ห่อหุ้มคริสตัลไว้ โดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงกดที่สัมผัสพื้นผิวของคริสตัล พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ มีความหนาเพียง 25 นาโนเมตร และมีอัตราการตอบสนองที่รวดเร็วในหน่วยของนาโนวินาที จึงนิยมนำมาใช้ในการวัดแรงกระแทก (Shock Waves)

คุณสมบัติของ พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์

1) การตอบสนองต่อแรงกระแทกที่รวดเร็วในหน่วยของ นาโนวินาที

2) สามารถรับแรงกระแทกได้ในช่วงที่กว้าง คือ ในช่วง กิโลปาสคาลถึงจิกะปาสคาล (kPa to GPa)

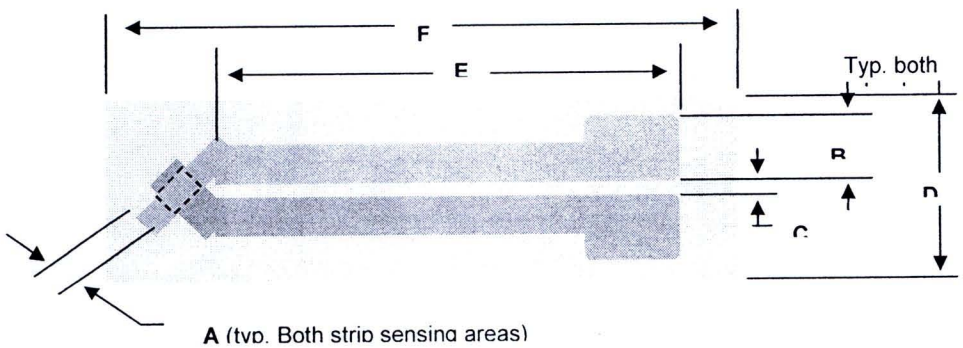
3) มีสัญญาณรบกวนน้อย

4) ความไว 4 ไมโครคูลอมบ์ต่อตารางเซนติเมตร สำหรับ 10 จิกะปาลคาล

5) มีความหนา เพียง 25 นาโนเมตร

พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ ทำมาจากวัสดุโพลิเมอร์ที่มีความยืดหยุ่นสูง ขั้วของเซ็นเซอร์ทำจากทองคำและแพลททินั่ม โดยติดตั้งให้ทองคำอยู่เหนือแพลททินั่มเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวัด

ขนาดมาตรฐานของพีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ พร้อมทั้งสัดส่วนต่างๆของเซ็นเซอร์ แสดงในรูปที่ 2.12 และรายละเอียดสัดส่วนของเซ็นเซอร์ แสดงใน ตารางที่ 2. 2



รูปที่ 2.12 แสดงสัดส่วนของ พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ (ที่มา: PIEZOTECH S.A.)

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดมาตรฐานของพีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ในหน่วยของมิลลิเมตร

สัดส่วน	พื้นที่รับแรง (Sensors active area)			
	1x1 มม.	2x2 มม.	3x3 มม.	5x5 มม.
A	1	2	3	5
B	2	2	3	5
C	1	1	1	1
D	19	19	19	19
E	50	50	50	50
F	65	65	65	65

สำหรับวัสดุที่ใช้ในการทำเซ็นเซอร์และคุณสมบัติพื้นฐานแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของพีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์

วัสดุ (Material)	วัสดุ 2 ขั้วความหนา 25 นาโนเมตร PVDF Rhone Poulenc
ขั้ว (Poling)	พื้นที่ในการรับแรงไขว้ทับกัน ทำให้เกิดการโพลาไรซ์เซชั่น = 9.2 ± นาโนคูลอมบ์ต่อตารางเซนติเมตร โดยวิธี Bauer method
การนำไฟฟ้า (Leads)	กระแสไฟฟ้าไม่ควรเกิน 1500 Å gold over 100Å Cr

การนำพีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ไปใช้ในงานต่างๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็น Piezoelectric Shear Accelerometer ใช้ในการวัดแรงสั่นสะเทือนของวัตถุหลายๆชนิด โดยนำเปียโซอิเล็กตริกไปยึดติดกับวัตถุที่ต้องการวัด ความสั่นสะเทือนที่วัดได้ในบริเวณฐานของ Accelerometer จะทำให้เกิดแรงเค้นเฉือน (Shear Stress) ขึ้นที่ผนังของวัสดุเปียโซอิเล็กตริกและความเค้นนี้จะสร้างแรงดันไฟฟ้าขึ้น ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะถูกนำไปขยายเพื่อให้มีระดับของสัญญาณที่เหมาะสมก่อนที่จะส่งไปยังเครื่องบันทึกสัญญาณต่อไป หรือใช้เป็น Compression Accelerometer วัดความสั่นสะเทือนที่ป้อนให้บริเวณฐานจะทำให้ความดันเปลี่ยนแปลงไปและทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น (วิศรุต ศรีรัตนะ, 2550)

มิเชลลิ คามและดอง ทราน 2006 ศึกษา Pediatric Dynamometer โดยใช้พีวีดีเอฟ เซ็นเซอร์ในการวัดแรงกระทำเนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของเด็ก โดยติดตั้งพีวีดีเอฟพร้อมทั้งชุดเก็บข้อมูลในรองเท้าของเด็ก เป็นต้น