ภาคผนวก ข บทความวิชาการ เรื่อง “การประมาณค่าน้ำหนักผลมะม่วงบนระบบการชั่งน้ำหนักแบบพลวัตโดยใช้วงจรกรองมัธยฐานปรับปรุง” ซึ่งได้นำเสนอในงานการประชุมทางวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 9” ระหว่างวันที่ 23–24มิถุนายน2554 ณ โรงแรมพัทยาพาร์ค บีช รีสอร์ท จังหวัด ชลบุรี

Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 446-449 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 446-449 (2554)

การประมาณค่าน้ำหนักผลมะม่วงบนระบบการชั่งน้ำหนักแบบพลวัตโดยใช้วงจรกรองมัธยฐานปรับปรุง

Weight estimation of mangoes on dynamic weighing system by using modified median filter

ชลีดล อินยาศรี[1] สุชาติ แย้มเม่น[1,2] และ พีระศักดิ์ ฉายประสาท[2,3]
Chaleedol Inyasri[1], Suchart Yammen[1,2] and Peerasak Chaiprasart[2,3]

Abstract

For mango grading according to the weight criteria, the mangoes are weighed by the load cell on the dynamic weighing system. Load cell is a device that converts the mechanical weight to an electrical signal which passes through the filter. In the previous research work, it focused on the development of filters for increasing the speed of weighing, measurement accuracy and precision as well as eliminating high frequency noise.

In this research article, an effective filter is proposed for estimating a weight signal obtained from the load cell. The results showed that although the weight signal was interfered with heavily impulse noise, the developed filter could provide accurate and precise value of the weight. Furthermore, the results obtained from the proposed filter were more accurate than the results obtained from the moving average filter and the median filter.

Keywords: dynamic weighing system, filter, estimation

บทคัดย่อ

การคัดขนาดมะม่วงในปริมาณมากโดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ ต้องมีการชั่งน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์บนระบบชั่งน้ำหนักแบบพลวัต โหลดเซลล์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำหนักทางกลให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าที่ผ่านวงจรกรองสัญญาณ ในงานวิจัยที่ผ่านมา มุ่งเน้นพัฒนาทางด้านวงจรกรองสัญญาณเพื่อเพิ่มความเร็วของการชั่งน้ำหนัก ความถูกต้องและความแม่นยำในการวัด รวมทั้งกำจัดสัญญาณรบกวนความถี่สูงออก

ในบทความวิจัยนี้ จึงเสนอวงจรกรองสัญญาณที่มีประสิทธิภาพสำหรับการประมาณค่าสัญญาณน้ำหนักที่ได้รับจากโหลดเซลล์ จากผลการทดสอบ พบว่า ถึงแม้ว่าสัญญาณน้ำหนักจะเจือปนด้วยสัญญาณรบกวนชนิดอิมพัลส์จำนวนมากก็ตาม วงจรกรองที่พัฒนาขึ้นยังคงสามารถประมาณค่าน้ำหนักได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ นอกจากนี้ ผลที่ได้รับจากวงจรกรองที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพมากกว่าผลที่ได้รับจากวงจรกรองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ได้และวงจรกรองมัธยฐาน

คำสำคัญ: ระบบชั่งน้ำหนักแบบพลวัต วงจรกรอง การประมาณค่า

คำนำ

พันธุ์มะม่วงในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพันธุ์รับประทานสุก ได้แก่ น้ำดอกไม้ หนังกลางวัน แรด ทองดำ อกร่อง พิมเสนเบี้ยวหรือพิมเสนแดง เป็นต้น (นิรนาม, 2539) มะม่วงเป็นผลไม้ที่นิยมปลูกกันแพร่หลายในทุกภูมิภาค จากข้อมูลปริมาณและมูลค่าการส่งออกมะม่วงสดจากกรมศุลกากร พบว่า ศักยภาพการส่งออกมะม่วงสดไปยังต่างประเทศมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี แต่ยังมีปัญหาพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสมทำให้ผลมะม่วงที่ได้รับหลังการเก็บเกี่ยวมีคุณภาพต่ำ อีกทั้งปัจจุบันนิยมซื้อขายมะม่วงสดในตลอดตามเกรดน้ำหนักซึ่งแบ่งเป็น 4 เกรด คือ ขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก (วีระ, 2535) โดยปกติทั่วไปผู้ประกอบการจะใช้แรงงานคนในการคัดขนาดของมะม่วง แต่มักมีข้อด้อยในแง่ของความเที่ยงตรง (Precision) และความแม่นยำ (Accuracy) อันเนื่องมาจากความเมื่อยล้าทางร่างกายและสายตาจากการทำงานต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานาน ทำให้คุณภาพในการคัดแยกไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองสำหรับการประมาณค่าน้ำหนักผลมะม่วงบนระบบการชั่งน้ำหนักแบบพลวัตโดยใช้วงจรกรองมัธยฐานปรับปรุง

[1] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1] Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok, 650000
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาคี มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Naresuan University, Phitsanulok 65000
[3] ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3] Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

อุปกรณ์และวิธีการ

เมื่อมะม่วงเข้าสู่ระบบชั่งน้ำหนักสัญญาณที่ได้รับจากการวัดสัญญาณโหลดเซลล์ซึ่งมักมีการเจือปนสัญญาณรบกวนเข้าไปด้วย สัญญาณรบกวนเหล่านี้อาจเกิดมาจากการสั่นสะเทือนของระบบลำเลียงหรือ/และการเคลื่อนไหวของผลมะม่วงบนสายพานรวมทั้งการทำงานของชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ไม่เป็นเชิงเส้น โดยปกติทั่วไปสัญญาณน้ำหนักจะอยู่ในช่วงความถี่ต่ำและสัญญาณรบกวนจะอยู่ในช่วงความถี่สูง จึงมีความจำเป็นต้องกำจัดสัญญาณรบกวนความถี่สูงเหล่านี้ออกจากสัญญาณน้ำหนัก (เอกพงษ์, 2548 - Yamazaki, 2002) เพื่อการประมวลผลสัญญาณสำหรับระบบการชั่งน้ำหนักในการลดผลกระทบของการสั่นสะเทือนของระบบและปรับปรุงความถูกต้องของการวัดได้โดยไม่สูญเสียความเร็ว อาทิเช่น วงจรกรองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ได้และวงจรกรองมัธยฐาน (Cadzow, 1987) สามารถลดสัญญาณรบกวนอิมพัลส์ได้ดีและเป็นวงจรกรองผ่านต่ำแบบเต็มหน่วยที่มีหลักการที่เรียบง่าย เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนรวมทั้งเพิ่มความเร็วและความแม่นยำในการประมาณค่าน้ำหนัก บทความนี้ จึงนำเสนอแนวทางออกแบบและพัฒนาวงจรกรองมัธยฐานชนิดปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสำหรับการประมาณค่าน้ำหนักของมะม่วงโดยเปรียบเทียบกับวงจรกรองเฉลี่ยเคลื่อนที่ได้และวงจรกรองมัธยฐาน

ในการออกแบบและขั้นตอนการทดลองการประมาณค่ามวลของมะม่วง เริ่มจากนำมะม่วงไหลผ่านสายพานชั่งน้ำหนักแบบพลวัต ต่อมาน้ำหนักจะกดลงบนโหลดเซลล์ 2 ตัว ทำให้วงจรบริดไม่สมดุล มีผลห้วงจรบริดผลิตสัญญาณแรงดันขนาดเล็ก (Andrews,1950) จากนั้นนำสัญญาณขนาดเล็กมาขยายขนาดด้วยวงจรขยาย ผ่านเข้าวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อนำมาใช้เป็นสัญญาณขาเข้าของวงจรผ่านต่ำที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการประมาณค่ามวลของผลมะม่วงด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยสามารถสรุปรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการเป็นแผนภาพขั้นตอนได้ดัง Figure 1

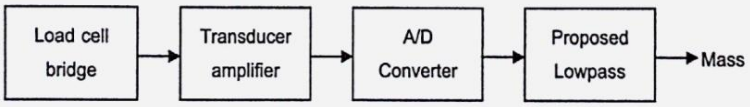

Figure 1 Flow chart of the modified median filter for dynamic weighing signal.

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของการประมาณค่ามวลของมะม่วงด้วยวงจรกรองผ่านต่ำที่พัฒนาขึ้น ใช้มวลของมะม่วง 4 ขนาด คือ ขนาดเล็ก (196 กรัม) ขนาดกลาง (362 กรัม) ขนาดใหญ่ (408 กรัม) และขนาดใหญ่พิเศษ (450 กรัม) ไหลบนสายพานด้วยอัตราความเร็ว 4 ระดับ คือ 10 เมตรต่อนาที 20 เมตรต่อนาที 30 เมตรต่อนาที และ 40 เมตรต่อนาที แต่ละระดับความเร็วจะใช้มะม่วงแต่ละขนาด 10 ครั้งผ่านสายพาน จากนั้นนำข้อมูลสัญญาณน้ำหนักมาวิเคราะห์การประมาณค่ามวลด้วยการผ่านวงจรกรองผ่านต่ำที่พัฒนาขึ้น ตลอดการทดลองใช้อัตราการสุ่มสัญญาณแรงดัน 1,000 ข้อมูลต่อวินาที เมื่อได้รับผลการประมาณค่ามวลจะนำมาเปรียบเทียบกับผลการประมาณที่ได้รับจากวงจรกรองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ได้กับวงจรกรองมัธยฐานโดยวัดค่าประสิทธิ์ภาพของการประมาณค่าในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE)

ผล

Figure 2 แสดงตัวอย่างสัญญาณน้ำหนักของผลมะม่วงที่มีมวล 408 กรัม วางอยู่บนสายพานที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 30 เมตรต่อนาที

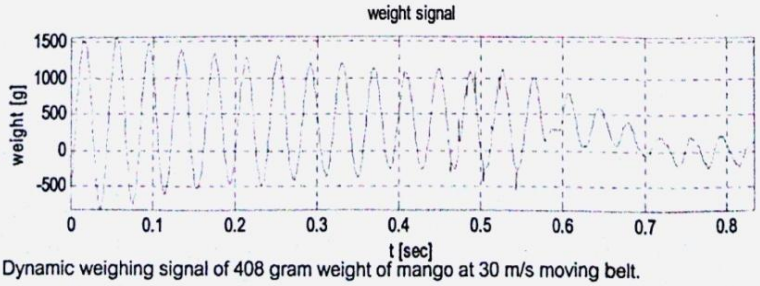

Figure 2 Dynamic weighing signal of 408 gram weight of mango at 30 m/s moving belt.

จะเห็นได้ว่าสัญญาณน้ำหนักใน Figure 2 จะมีสัญญาณรบกวนเจือปนอยู่ เมื่อนำสัญญาณนี้ผ่านวงจรกรองที่พัฒนาขึ้นที่ได้รับจากการนำผลมะม่วงผ่านสายพานทั้ง 10 ครั้ง และนำผลที่ได้รับเหล่านี้มาเปรียบเทียบผลการประมาณค่ามวลแต่ละครั้งที่ได้รับจากวงจรกรองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวงจรกรองมัธยฐานดังที่แสดงไว้ใน Figure 3 โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้รับจากการประมาณค่ามวล 408 กรัม ของวงจรกรองที่พัฒนาขึ้นกับวงจรกรองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวงจรกรองมัธยฐาน คือ 0.98, 7.90 และ 6.05 ตามลำดับ

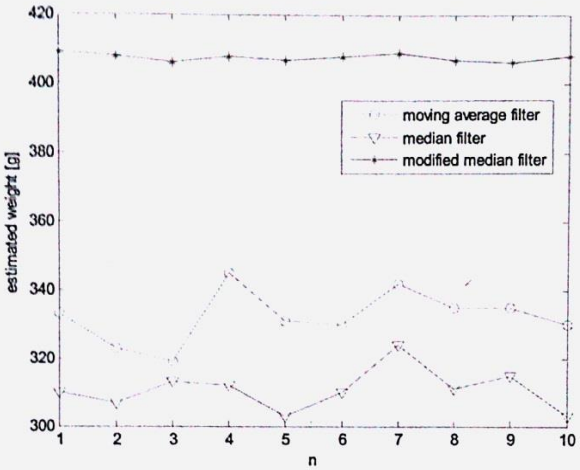

Figure 3 Weight results obtained from three noise filtering systems of 408 grams mass on moving belts.

ส่วนการวัดค่าความผิดพลาดของการประมาณค่ามวลกับค่าจริงในแต่ละกรณีของวงจรกรองทั้ง 3 ชนิดกับ 4 ขนาดผลมะม่วง 196 กรัม 362 กรัม 408 กรัม และ 450 กรัม ตามลำดับ ณ อัตราเร็วสายพาน 10 เมตรต่อนาที 20 เมตรต่อนาที 30 เมตรต่อนาที และ 40 เมตรต่อนาที โดยทดลองซ้ำ 10 ครั้ง พร้อมด้วยหาค่าเปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE) ทุกกรณี ได้ผลสรุปดัง Table 1, 2, 3 และ 4

Table 1 Results from MAPE obtained from different noise filtering systems at 10 m/s belt speed.

Filter	Mean absolute percentage error (MAPE) of 4 mango grades, %				Average
	196 g	362 g	408 g	450 g	
Moving average filter	6.54	12.80	12.29	13.90	11.38
Median filter	7.31	11.11	12.71	16.02	11.79
Modified median filter	1.33	0.67	0.82	0.79	0.90

Table 2 Results from MAPE obtained from different noise filtering systems at 20 m/s belt speed.

Filter	Mean absolute percentage error (MAPE) of 4 mango grades, %				Average
	196 g	362 g	408 g	450 g	
Moving average filter	12.94	20.46	25.03	28.26	21.67
Median filter	15.23	26.36	28.58	33.72	25.97
Modified median filter	0.58	0.59	0.57	1.35	0.78

Table 3 Results from MAPE obtained from different noise filtering systems at 30 m/s belt speed.

Filter	Mean absolute percentage error (MAPE) of 4 mango grades, %				Average
	196 g	362 g	408 g	450 g	
Moving average filter	18.67	37.35	38.58	43.51	34.53
Median filter	24.16	42.06	49.55	53.53	42.33
Modified median filter	0.84	1.88	0.42	3.83	1.74

Table 4 Results from MAPE obtained from different noise filtering systems at 40 m/s belt speed.].

Filter	Mean absolute percentage error (MAPE) of 4 mango grades, %				Average
	196 g	362 g	408 g	450 g	
Moving average filter	24.33	50.72	55.99	58.89	47.48
Median filter	31.44	55.31	61.18	62.72	52.66
Modified median filter	0.53	2.64	1.71	1.74	1.66

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลองเปรียบเทียบวงจรกรองทั้ง 3 ชนิดในสัญญาณน้ำหนักมะม่วงทั้ง 4 ขนาด ที่อัตราเร็วสายพาน 10 เมตรต่อนาที 20 เมตรต่อนาที 30 เมตรต่อนาที และ 40 เมตรต่อนาที ใน Table 1, 2, 3 และ 4 พบว่า วงจรกรองมัธยฐานปรับปรุงที่พัฒนาขึ้นมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยสมบูรณ์ของมวลมะม่วง (MAPE) ทั้ง 4 ขนาด น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้รับจากวงจรกรองเฉลี่ยเคลื่อนที่และวงจรกรองมัธยฐานซึ่งได้รับค่า MAPE สูงสุด

สรุป

จากการทดลองประมาณค่ามวลของผลมะม่วงบนระบบชั่งน้ำหนักแบบพลวัต ถึงแม้ว่าสัญญาณน้ำหนักเจือปนด้วยสัญญาณรบกวน วงจรกรองที่พัฒนาขึ้นยังคงสามารถประมาณค่าน้ำหนักได้อย่างถูกต้องด้วยค่าความผิดพลาด MAPE อยู่ระหว่าง 0.42% ถึง 3.83% ซึ่งน้อยกว่าค่า MAPE ที่ได้รับจากวงจรกรองเฉลี่ยค่าเคลื่อนที่และวงจรกรองมัธยฐาน จึงสรุปได้ว่าผลการประมาณค่ามวลที่ได้รับจากวงจรกรองที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและความแม่นยำมากกว่าผลการประมาณค่ามวลที่ได้รับจากวงจรกรองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวงจรกรองมัธยฐาน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2539. ปริมาณการส่งออกผลไม้สดแยกเป็นรายประเทศปี 2538. ศูนย์สถิติการพาณิชย์กรมส่งเสริมการส่งออก. กระทรวงพาณิชย์. 243.

วีระ ภาคอุทัย และเพียรศักดิ์ ภักดี. 2535. รายงานการศึกษาการตลาดมะม่วงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอกพงษ์ ชีวิตโสภณ. 2548. การประมาณค่าน้ำหนักผลมังคุดบนระบบชั่งน้ำหนักแบบไดนามิกส์โดยใช้ Fuzzy C-Means. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Andrews, H.I. 1950. Electrical Weighing. Proceedings of the IEE-Part I: General. 97(105). 98.

Cadzow, J. A.. 1987. Foundations of Digital Signal Processing and Data Analysis. Prentice-Hall. MacMillan.

Yamazaki, T., Y. Sakuri and H. Ohnishi. 2002. Continuous Mass Measurement in Checkweighers and Conveyor Belt scales. Proceedings of the 41st sice annual conference. IEEE. pp. 470-474.