

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เราสามารถวัดค่าระยะห่างระหว่างจุดบ่งชี้ของชั้นยางทดสอบได้ ณ ช่วงเวลาต่างๆกัน ดังตารางที่ 3 เพอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างการวัดด้วยซอฟต์แวร์กับการวัดโดยพิจารณาจุดเคลื่อนบนหน้าจอภาพด้วยตนเอง

สำหรับภาพที่มาจากกล้อง ICCD เพอร์เซ็นต์ความแตกต่างสูงสุด อยู่ที่ 5.74% ต่ำสุดอยู่ที่ 1.36 % เฉลี่ยอยู่ที่ 2.84%

ตารางที่ 3 ค่าที่วัดระยะยืด

เฟรม	เวลา	red	blu	dist	dist-mm	dmea	dmmmea	%diff	avg
1	6.518	364	523	159	114.5573	166	119.6007	4.31%	117.0790
2	6.718	350	523	173	124.6441	182	131.1285	5.07%	127.8863
3	6.918	338	523	185	133.2899	192	138.3333	3.71%	135.8116
4	7.118	331	524	193	139.0538	202	145.5382	4.56%	142.2960
5	7.318	321	524	203	146.2587	215	154.9045	5.74%	150.5816
6	7.518	313	524	211	152.0226	218	157.066	3.26%	154.5443
7	7.718	303	522	219	157.7865	230	165.7118	4.90%	161.7492
8	7.918	295	524	229	164.9913	238	171.4757	3.85%	168.2335
9	8.118	288	524	236	170.0347	242	174.3576	2.51%	172.1962
10	8.318	282	524	242	174.3576	248	178.6806	2.45%	176.5191
11	8.671	273	524	251	180.8420	260	187.3264	3.52%	184.0842
12	8.758	264	524	260	187.3264	267	192.3698	2.66%	189.8481
13	8.958	256	523	267	192.3698	276	198.8542	3.31%	195.6120
14	9.159	249	523	274	197.4132	281	202.4566	2.52%	199.9349
15	9.358	242	523	281	202.4566	290	208.941	3.15%	205.6988
16	9.558	239	523	284	204.6181	293	211.1024	3.12%	207.8603
17	9.758	232	524	292	210.3819	300	216.1458	2.70%	213.2639

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เฟรม	เวลา	red	blu	dist	dist-mm	dmea	dmmmea	%diff	avg
18	9.958	227	524	297	213.9844	305	219.7483	2.66%	216.8663
19	10.159	221	523	302	217.5868	309	222.6302	2.29%	220.1085
20	10.358	213	523	310	223.3507	320	230.5556	3.17%	226.9531
21	10.558	205	523	318	229.1146	328	236.3194	3.10%	232.7170
22	10.758	196	523	327	235.5990	336	242.0833	2.71%	238.8412
23	10.958	187	523	336	242.0833	343	247.1267	2.06%	244.6050
24	11.158	179	524	345	248.5677	352	253.6111	2.01%	251.0894
25	11.358	169	523	354	255.0521	365	262.9774	3.06%	259.0148
26	11.558	165	523	358	257.9340	369	265.8594	3.03%	261.8967
27	11.758	158	523	365	262.9774	375	270.1823	2.70%	266.5798
28	11.958	150	523	373	268.7413	383	275.9462	2.65%	272.3437
29	12.159	144	523	379	273.0642	388	279.5486	2.35%	276.3064
30	12.358	131	523	392	282.4306	404	291.0764	3.02%	286.7535
31	12.558	121	523	402	289.6354	412	296.8403	2.46%	293.2378
32	12.758	112	523	411	296.1198	419	301.8837	1.93%	299.0017
33	12.958	103	524	421	303.3247	430	309.809	2.12%	306.5669
34	13.158	96	523	427	307.6476	439	316.2934	2.77%	311.9705
35	13.358	87	524	437	314.8524	444	319.8958	1.59%	317.3741
36	13.558	79	524	445	320.6163	453	326.3802	1.78%	323.4983
37	13.757	69	523	454	327.1007	463	333.5851	1.96%	330.3429
38	13.958	59	523	464	334.3056	473	340.7899	1.92%	337.5478
39	14.158	50	523	473	340.7899	485	349.4358	2.51%	345.1128
40	14.358	40	524	484	348.7153	494	355.9201	2.04%	352.3177
41	14.558	31	524	493	355.1997	500	360.2431	1.41%	357.7214
42	14.758	24	523	499	359.5226	509	366.7274	1.98%	363.1250
43	14.958	13	523	510	367.4479	517	372.4913	1.36%	369.9696
44	15.158	0	523	523	376.8142	523	376.8142	*****	376.8142
45	15.358	0	523	523	376.8142	523	376.8142	*****	376.8142

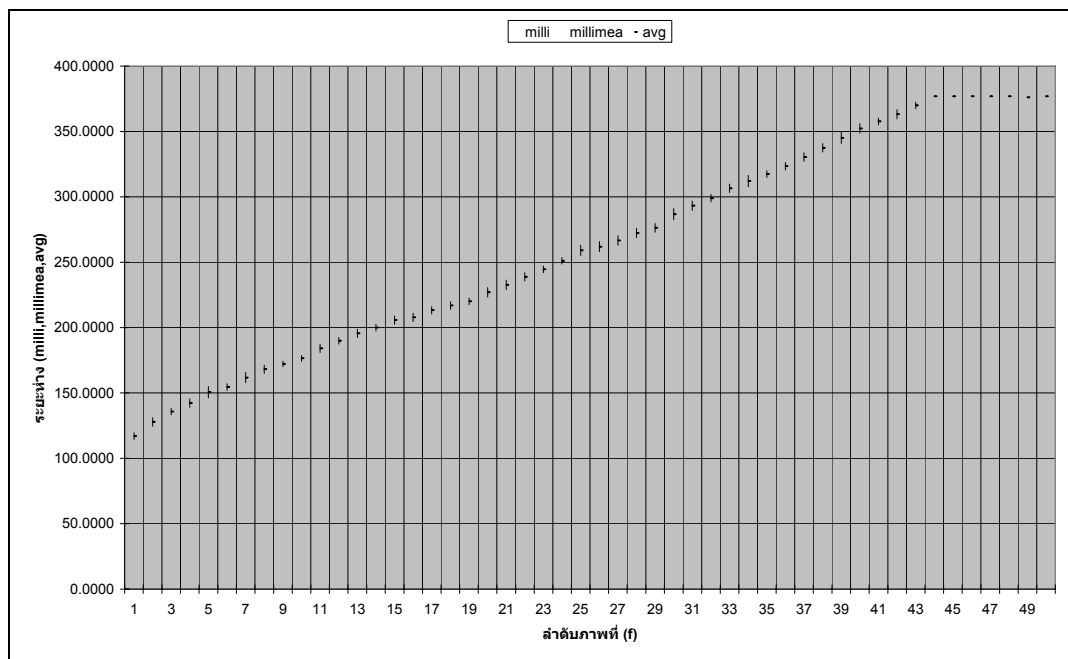
ตารางที่ 3 (ต่อ)

เฟรม	เวลา	red	blu	dist	dist-mm	dmea	dmmmea	%diff	avg
46	15.558	0	523	523	376.8142	523	376.8142	*****	376.8142
47	15.758	0	523	523	376.8142	523	376.8142	*****	376.8142
48	15.958	0	523	523	376.8142	523	376.8142	*****	376.8142
49	16.159	0	522	522	376.0938	522	376.0938	*****	376.0938
50	16.359	0	523	523	376.8142	523	376.8142	*****	376.8142

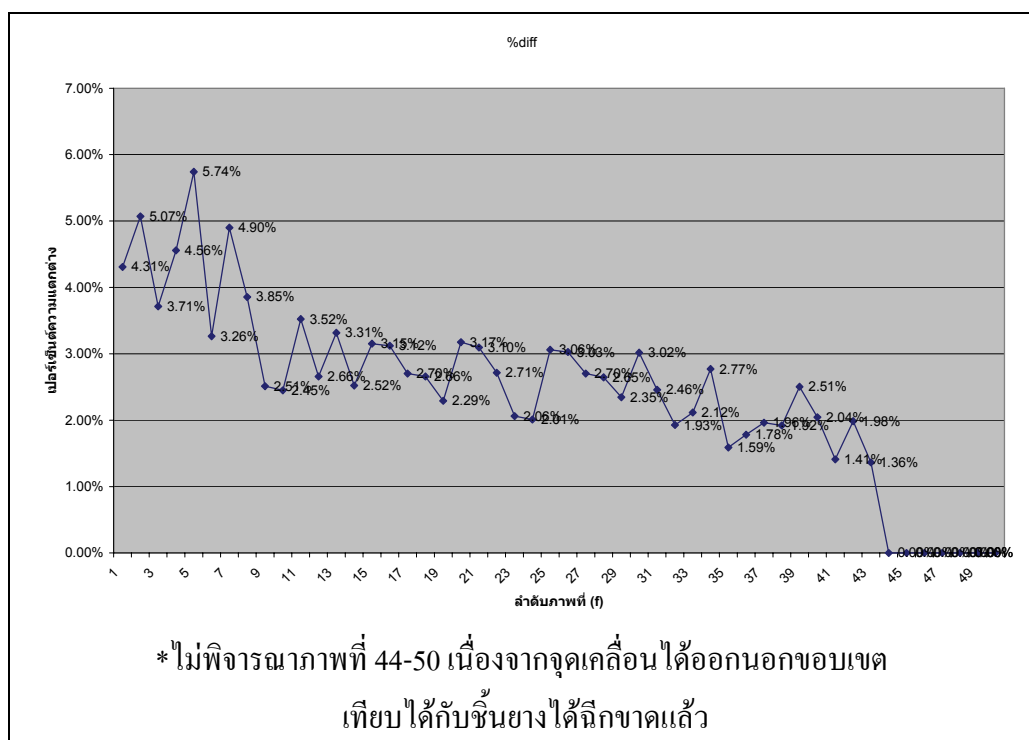
หมายเหตุ กำหนดให้

- เฟรม เป็นลำดับที่ของภาพ (เฟรม)
- เวลา ลำดับเวลาที่จับภาพ (วินาที)
- red เป็นพิกัดของจุดแดง (พิกเซล)
- blu เป็นพิกัดของจุดน้ำเงิน (พิกเซล)
- dist เป็นระยะห่างระหว่างจุดแดงและน้ำเงิน (พิกเซล)
- dist-mm เป็นระยะห่างระหว่างจุดแดงถึงน้ำเงิน โดยโปรแกรม (มิลลิเมตร)
- dmea เป็นระยะห่างระหว่างจุดแดงถึงน้ำเงิน (พิกเซล)
- dmmmea เป็นระยะห่างระหว่างจุดแดงถึงน้ำเงิน โดยสายตา (มิลลิเมตร)
- %diff เป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
- avg ค่าเฉลี่ยจากการวัดทั้งสองวิธี (มิลลิเมตร)

จากตารางสามารถนำมาจัดเป็นรูปภาพแสดงความสัมพันธ์การยึดได้ดังภาพที่ 34



ภาพที่ 34 กราฟแสดงการยืดของยาง ณ ช่วงเวลาต่างๆ



ภาพที่ 35 กราฟแสดงแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจากการวัด

การเปรียบเทียบผลระหว่างภาพจาก Image Segmentation และ Threshold

จากการทดลองพบว่า การใช้ Image Threshold เพื่อที่จะเป็นการหาค่าตำแหน่งของภาพนั้น สามารถทำได้เช่นกัน แต่ไม่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้กับโปรแกรม เนื่องจาก ชิ้นงานยางนั้นมีสี ออกในโทนขาว ซึ่งในการแยกประเภทสีอาจจะผิดเพี้ยนไปได้ อันเกิดจากความสว่างและแสงเงา ของภาพ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้สามารถนำมาใช้วัดขนาดความกว้างของชิ้นงานยางที่ถูกยึดออก แบบ biaxial แต่ในงานวิจัยนี้เน้นการทดสอบแบบ uniaxial และในการดึงแบบ biaxial มี มาตรฐานสากลในรายละเอียดที่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 36

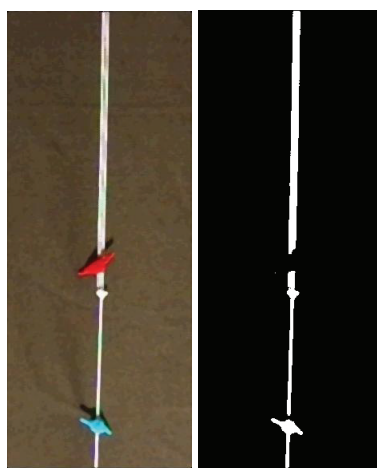


Image Threshold

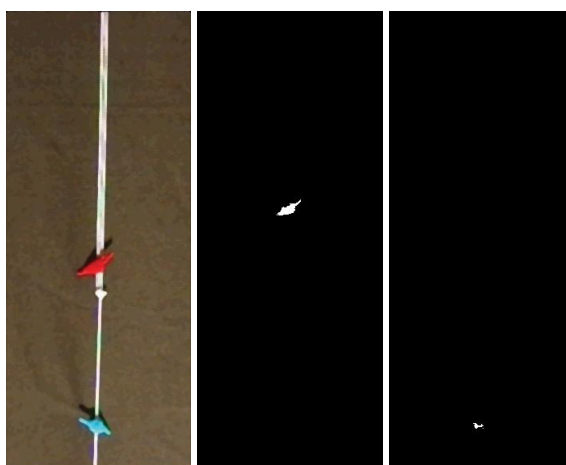
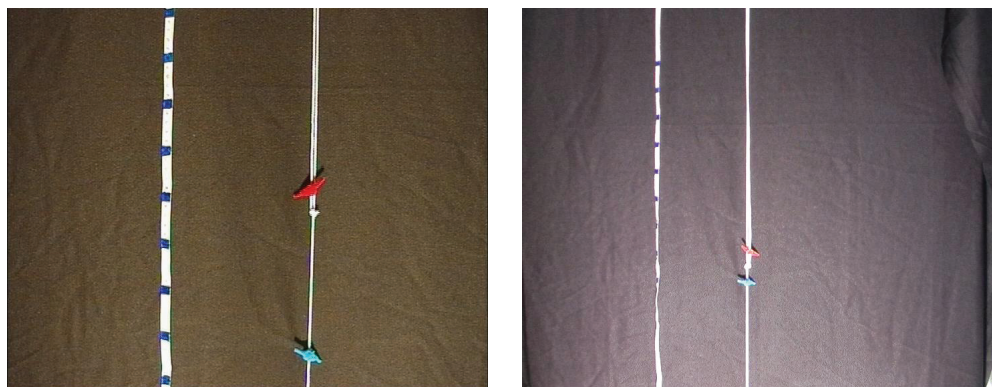


Image Segmentation

ภาพที่ 36 ต้นฉบับ ภาพ Threshold และภาพ Segmentation แดง น้ำเงิน

การเปรียบเทียบผลระหว่างภาพจากกล้อง 1CCD และ 3CCD

จากภาพที่ทดสอบ พบว่าภาพที่ได้จากกล้องทั้งสองชนิดนั้นมีความแตกต่าง แต่ผลที่ใช้ในการคำนวณนั้น ภาพ 1CCD และ 3CCD ได้ผลที่ใกล้เคียงกัน การใช้กล้องในการประมวลผลจึงขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและวัตถุประสงค์การนำไปใช้เป็นหลัก

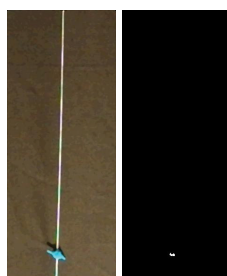


ภาพที่ 37 การเปรียบเทียบผลระหว่างภาพจากกล้อง 1CCD และ 3CCD

ค่าความคลาดเคลื่อน

จากการทดลองพบว่า เราสามารถวัดค่าระยะห่างระหว่างจุดบ่งชี้ของชิ้นยางทดสอบได้ ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนระหว่างการวัดด้วยซอฟต์แวร์กับการวัด โดยพิจารณาจุดเคลื่อนบนหน้าจอภาพด้วยตนเอง โดยรวมอยู่ที่ 2.84% และเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

ในงานวิจัยนี้ เน้นการยืดของยางระยะสั้น เมื่อยางออกนอกกรอบที่กล้องสามารถบันทึกภาพได้ จะทำให้ไม่สามารถคำนวณระยะยืดต่อไปได้

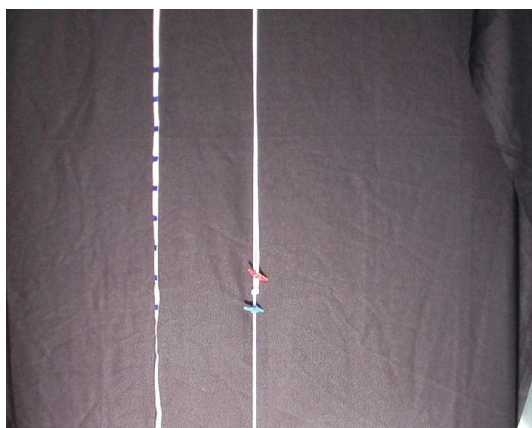


ภาพที่ 38 ยางออกนอกกรอบที่กล้องสามารถบันทึกภาพได้

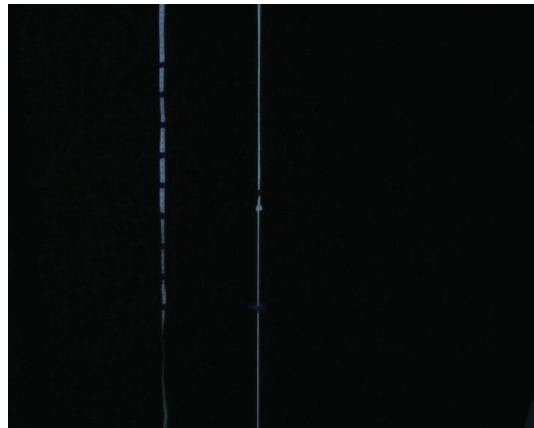
สภาพแวดล้อมและสิ่งรบกวน

ปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อเสถียรภาพของการประมวลผลภาพ ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและสิ่งรบกวนภายนอก เช่นระดับความสว่างของแสงที่ฉาย หรือแสงรบกวนจากภายนอก แหล่งกำเนิดแสง การสะท้อนของแสงกับวัตถุ การตอบสนองของสีกับตัวชี้ตำแหน่ง (Marker) กับคุณลักษณะเฉพาะของระบบ CCD ในกล้องแต่ละรุ่น การจัดวางตำแหน่งของกล้อง การปรับเทียบ คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ และวัตถุประสงค์การนำไปใช้

การควบคุมสิ่งแวดล้อมและสิ่งรบกวนภายนอกให้อยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ จะส่งผลต่อการตั้งขอบเขตในการโปรแกรมส่วนรับภาพและส่วนประมวลผล ทำให้สามารถลดตัวแปรการพิจารณา อัลกอริทึมในการกำจัดสิ่งรบกวนต่างๆ ทำให้ความแม่นยำและเที่ยงตรงมีมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ จะทำให้ลดขั้นตอนการประมวลผล โปรแกรมมีลำดับกระบวนการทำงานลดน้อยลง ส่งผลให้ความเร็วและประสิทธิภาพในการทำงานรวดเร็วยิ่งขึ้น



ภาพที่ให้แสงเพิ่มเติม



ภาพที่ใช้แสงห้องปกติ

ภาพที่ 39 สภาพแวดล้อมและสิ่งรบกวน

ข้อจำกัดในการทดลอง

กล้องที่ใช้จับภาพ ยังมีการตอบสนองต่อภาพที่ค่อนข้างช้าอยู่ เนื่องจากเป็นไปตามคุณลักษณะเฉพาะของกล้อง ถ้าสามารถใช้กล้องที่มีคุณภาพสูงกว่านี้ อาจจะทำให้ความแม่นยำสูงขึ้น และในการทดลองนี้ต้องการทำให้เครื่องวัดนั้นมีราคาที่ถูก จึงใช้เพียงแหล่งกำเนิดแสงชนิดเดียว เราสามารถปรับปรุงการสร้างแหล่งกำเนิดแสงได้ เช่น ใช้เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ ซึ่งจะนำไปสู่การใช้เทคโนโลยีการประมวลผลอื่นเช่น Optical Triangulation และ Structured light technique (Wongchinda, 2002) แต่ในท้องตลาด เครื่องฉายโปรเจกเตอร์มีราคาค่อนข้างสูงอยู่

เนื่องจากงานวิจัยนี้ ใช้โปรแกรม MATLAB ในการพัฒนาและประมวลผล ซึ่ง MATLAB m file script จัดว่าเป็นภาษาระดับที่สูง ดังนั้นการประมวลผลจะค่อนข้างช้า แต่เมื่อแปลงไปเป็นไฟล์ executable ได้เพื่อใช้งานในลักษณะ stand alone และหรือนำส่วนของโปรแกรมที่ทำงานช้า เป็นภาษาโปรแกรมอื่นที่ทำงานได้รวดเร็วกว่าเช่น C หรือ FORTRAN เพื่อแปลงในรูปแบบ MEX ก็จะทำให้การประมวลผลเร็วขึ้น