

# สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

## โปรแกรมช่วยวิเคราะห์คะแนนการเล่นสนุกเกอร์

### SNOOKER POINT ANALYSIS



รฟ.  
216452/  
2550

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 82029  
วัน,เดือน,ปี..... 4 ก.ค. 2551

b..... 119A3658  
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมช่วยวิเคราะห์คะแนนการเล่นสนุกเกอร์

### SNOOKER POINT ANALYSIS

#### ผู้จัดทำ

1. นางสาวบุพผิชาติ ไชยเจริญ รหัสประจำตัว 47010409

2. นางสาวแพร ปาละกุล รหัสประจำตัว 47010542



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.อรุณ จิตต์โสภักดิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมช่วยวิเคราะห์คะแนนการเล่นสนุกเกอร์

นางสาวนุพพัชชาติ ไชยเจริญ รหัสประจำตัว 47010409

นางสาวแพร ปาละกุล รหัสประจำตัว 47010542

ผศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2550

### บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์คะแนนการเล่นสนุกเกอร์ (Snooker point analysis หรือ SNKPTA) ใช้หลักการการประมวลผลภาพ(image processing) ในการวิเคราะห์ภาพเคลื่อนไหวจากกล้องวิดีโอมุมสูง ร่วมกับการนำกระบวนการทางปัญญาประดิษฐ์(Artificial Intelligence) มาช่วยในการแก้ปัญหาในการวิเคราะห์ลักษณะตำแหน่งการวางตัวของวัตถุในภาพ รวมไปถึงการตรวจจับรูปแบบการเกิดของเหตุการณ์ในขณะที่ดำเนินเกมสก็กาการเล่น แล้วปรับเปลี่ยนการทำงานไปตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้สามารถคิดคำนวณคะแนน และตรวจสอบกฎกติกาเบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง โดยมีเป้าหมายมุ่งไปที่ การสร้างเสริมทักษะและการเรียนรู้ให้กับผู้กำลังฝึกหัดเล่นกีฬาสนุกเกอร์ รวมไปถึงการอำนวยความสะดวกให้กับการเล่นสนุกเกอร์เพื่อความบันเทิงเฉพาะกลุ่ม เพื่อช่วยให้ผู้เล่นสามารถเล่นกีฬาได้อย่างสันทัด โดยไม่จำเป็นต้องกังวลกับการนับคะแนนอีกต่อไป โปรแกรมจะทำหน้าที่เสมือนกรรมการและครูฝึกสอนที่จะช่วยนับคะแนน ตรวจสอบความถูกต้องหรือดักจับการทำฟาวล์บางประเภท สร้างชุดฝึกหัดที่จะคอยแนะนำแนวทางการพัฒนาทักษะสำหรับผู้เริ่มต้น รวมไปถึงเครื่องมือที่ช่วยในการเก็บสถิติให้กับผู้เล่นแต่ละคน เพื่อให้สามารถปรับปรุงทักษะความสามารถของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## Snooker point analysis

Ms. Phrae Palakul 47010542

Ms. Bupannachat Chaicharoen 47010409

Assist.Prof. Orachat Chitsobhuk

Academic Year 2007

### ABSTRACT

Snooker point analysis program applied various image processing techniques and some artificial intelligence theories to analyze and determine score points and simple fouls. It is possible to detect movement and motion from top view that is obtained from video camera. The movement information is used to perceive ordinary snooker games events, analyze point, detect simple fouls and update scores for both players or teams. Tracking of score point is performed for each turn until the end of the game. The program aims to aid snooker players at beginner level all targeted at developing their skills and improving techniques with practice routines. The program will act like a trainer who gives suggestion during their games and also checking fundamental rules and points. Moreover, program can collect statistics of other useful information such as maximum break, number of lost and won games, etc. These type of statistic information can help players to further improve their skill.

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักดิ์ ดร. อรัญญา วลัยรัชต์ ดร. สมศักดิ์ วลัยรัชต์ ผศ. เกียรติกุล เจียรนัยชนะกิจ ดร. วรวัฒน์ ลีมี โภคา และ อ.เอกพล อนันตพรกิจ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของโครงการนี้ ตลอดจนให้ความรู้และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อโครงการนี้ นอกจากนี้การวิจัยนี้จะไม่สำเร็จลงได้หากไม่ได้รับความสนับสนุนจากจาก คุณกฤษณ์ ไซยเจริญ และคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์ด้านอุปกรณ์ อาคารสถานที่

ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาทั้งเรื่องโครงการ และเป็นเพื่อนพูดคุย เล่าเรื่องสนุกๆ ซึ่งช่วยลดความตึงเครียดขณะโครงการ ขอบขอบคุณห้องโปรเจกต์ olala ซึ่งเป็นที่ทำงานตลอดทั้งภาคการศึกษา เป็นที่หาความรู้ในอินเทอร์เน็ตและเพื่อนๆในห้องที่ช่วยสร้างบรรยากาศการทำงานให้เป็นไปอย่างสนุกสนานได้ ขอขอบคุณยามใต้ศึก ที่รักษาความปลอดภัยให้ตลอด 24 ชั่วโมง ขอขอบคุณพี่ชัยที่ช่วยขับรถไปส่งเอกสารของโครงการ ได้ทันเวลา

ทั้งนี้ โครงการ โปรแกรมช่วยวิเคราะห์คะแนนการเล่นสนุกเกอร์ยังได้รับทุนอุดหนุนการพัฒนาโครงการจากโครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 10 โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ ( NSC 2008 )

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัว หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากพวกเขา ข้าพเจ้าคงไม่สามารถมาถึง ณ จุดนี้ได้

น.ส.บุพผินชาติ ไชยเจริญ

น.ส.แพร ปาละกุล

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	2
ส่วนประกอบของรายงาน.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 รูปภาพดิจิทัล.....	5
2.2 องค์ประกอบและลักษณะต่างๆของรูปภาพ.....	5
2.2.1 องค์ประกอบของรูปภาพ.....	5
2.2.2 คุณลักษณะต่างๆของรูปภาพ.....	5
2.2.3 ภาพระดับสีเทาและภาพสี.....	5
2.3 แบบจำลองสี(Color Model).....	7
2.3.1 แบบจำลองสี RGB.....	7
2.3.2 แบบจำลองสี HSV.....	7
2.4 การปรับปรุงรูปภาพ.....	9
2.4.3 วิธี Spatial Domain.....	10
2.4.4 วิธี Frequency Domain.....	11
2.5 เทคนิคการกำจัดสัญญาณรบกวน.....	12

2.5.1 Morphological.....	12
2.6 เครื่องมือช่วยในการประมวลผลภาพ OpenCV.....	19
2.6.1 ข้อดีของการใช้ OpenCV ในการพัฒนาโปรแกรม.....	21
2.6.2 การตัวอย่าง Function ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม.....	21
<b>บทที่ 3 กฎ กติกา สนุกเกอร์</b> .....	24
3.1 หมวดที่ 1 อุปกรณ์ .....	24
3.2 หมวดที่ 2 คำจำกัดความ.....	25
3.3 หมวดที่ 3 การเล่น.....	28
3.4 หมวดที่ 4 ผู้เล่น .....	37
3.5 หมวดที่ 5 เจ้าหน้าที่.....	38
3.6 คำศัพท์ทางเทคนิคที่สำคัญ.....	39
<b>บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนา</b> .....	46
4.1 ขั้นตอนเริ่มต้นรับภาพ.....	46
4.2 ขั้นตอนเตรียมภาพ.....	47
4.3 ขั้นตอนตรวจจับลูกสนุกเกอร์ในภาพ.....	48
4.4 ตรวจสอบความเคลื่อนไหว.....	50
4.5 ขั้นตอนวิเคราะห์คะแนนและกติกา.....	51
4.5.1 การออกแบบสถานะและการเปลี่ยนแปลงของสถานะ.....	51
4.5.2 การออกแบบการวิเคราะห์คะแนนและการฟาวล์.....	55
4.5.3 การตรวจสอบความถูกต้องของการชนกันครั้งแรกในเที่ยว.....	61
4.5.4 การตรวจสอบการทำสนุกเกอร์ในเที่ยวแทง.....	68
4.6 ตรวจสอบการสิ้นสุดเฟรม.....	70
4.7 การออกแบบตาราง.....	70
4.7.1 ตาราง Player.....	70
4.7.2 ตาราง Practice.....	71
4.7.3 ตาราง Rules_foul.....	71

4.7.4 ตาราง statistic_game_player.....	72
4.7.5 ตาราง statistic_game_player_foul.....	73
4.7.6 ตาราง statistic_game_turn.....	73
4.7.7 ตาราง statistic_practice.....	74
4.7.8 ตาราง warning_event_suggestion.....	75
4.7.9 ตาราง image.....	75
<b>4.8 รูปแบบของแบบฝึกหัด.....</b>	<b>77</b>
4.8.1 Position 1.....	77
4.8.1 Position2.....	78
4.8.3 The "Clock".....	78
<b>บทที่ 5 ผลการทดลอง.....</b>	<b>80</b>
5.1 สร้างตัวรองรับรูปภาพ.....	80
5.2 เตรียมภาพ.....	80
5.3 แปลงระบบปริภูมิสี BGR ไปเป็นระบบปริภูมิสี HSV.....	81
5.4 แปลงข้อมูลจุดสีที่อยู่ในช่วงให้เป็นสีที่กำหนดใหม่ในระบบปริภูมิสี RGB.....	83
5.5 ตรวจสอบลูกสนุกเกอร์.....	84
5.6 ตรวจสอบการเคลื่อนไหว.....	86
5.7 สถิติการเล่น.....	90
5.7.1 ผลของการแสดงผลในตารางการเล่น.....	91
5.7.2 ผลของการแสดงกราฟการเล่น.....	91
5.8 การวิเคราะห์เส้นทางการแทง.....	92
<b>บทที่ 6 บทวิจารณ์และสรุป.....</b>	<b>93</b>
6.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	93
6.1.1 การให้คะแนน.....	93
6.1.2 การฟาวล์.....	93
6.1.3 การพิจารณาถูกลงโทษให้ลูก ฟรียอลหลังจากการทำฟาวล์ของอีกฝ่าย.....	93

	หน้า
6.2 สิ่งที่ได้ทำทั้งหมดในภาคการศึกษานี้.....	93
6.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	94
6.3.1 ปัญหาเรื่องเงา.....	94
6.3.2 ปัญหาเรื่องการ zoom (ขยาย) เข้าออกโดยอัตโนมัติของกล้อง.....	95
บรรณานุกรม.....	96



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงงานในส่วนย่อยต่างๆ ของ OpenCV.....	19
3.1 คำศัพท์ทางเทคนิคของกีฬาสนุกเกอร์ที่สำคัญ.....	39
4.1 แสดงสีและความหมายของพื้นที่ของแต่ละสีในรูปที่ 4.8-4.11.....	67
4.2 แสดงแต่ละหัวข้อในตาราง Player.....	70
4.3 แสดงแต่ละหัวข้อใน Practice.....	71
4.4 แสดงแต่ละหัวข้อใน Rules_foul.....	71
4.5 แสดงแต่ละหัวข้อใน statistic_game_player.....	72
4.6 แสดงแต่ละหัวข้อใน statistic_game_player_foul.....	73
4.7 แสดงแต่ละหัวข้อใน statistic_game_turn.....	73
4.8 แสดงแต่ละหัวข้อใน statistic_practice.....	74
4.9 แสดงแต่ละหัวข้อใน warning_event_suggestion.....	75
4.10 แสดงแต่ละหัวข้อใน image.....	75
5.1 แสดงลำดับภาพจำลองการเล่นสนุกเกอร์ตามกติกาและการวิเคราะห์ภาพการเล่น.....	86

## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงระดับค่าความสว่าง.....	6
2.2 แสดงระดับค่าความสว่าง.....	6
2.3 แสดง RGB Color Cube และ Mixtures of pigments.....	7
2.4 แสดงค่าสี.....	8
2.5 a b c และ d แสดงระบบสี HSV.....	8
2.6 แสดงการใช้หน้าต่างครอบภาพที่รับเข้ามา.....	10
2.7 แสดงการทำ average filter.....	11
2.8 ภาพต้นฉบับ.....	11
2.9 ภาพที่ผ่านการทำให้ median filtering.....	11
2.10 แสดงการทำ Erosion.....	13
2.11 แสดงการทำ Dilation.....	15
2.12 ภาพตั้งต้น.....	17
2.13 ภาพหลังการทำ Closing.....	17
2.14 ภาพหลังการทำ Opening.....	17
2.15 ภาพเมตริกการให้น้ำหนักของการทำ Gaussian blur.....	18
2.16 ภาพก่อนและหลังการทำ Gaussian blur.....	19
4.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการประมวลผลภาพเพื่อวิเคราะห์คะแนนและกติกการเล่นสนุกเกอร์.....	47
4.2 แสดงขั้นตอนการไล่หาจุดสีของลูกบิลเลียดหลังจากค้นพบจุดสีแรกของลูกบิลเลียด.....	48
4.3 แสดงช่วงเวลาที่พบจุดสีสูงสุดของแนวสีของลูกบิลเลียดบนทำให้ทราบจุดกึ่งกลางแนวราบ.....	49
4.4 แสดงการไล่หาจุดสีของลูกบิลเลียดลงด้านล่างเพื่อหาจุดศูนย์กลางในแนวตั้ง.....	49
4.5 แสดงการไล่หาจุดซ้ายสุดและขวาสุดด้วยการเริ่มต้นจากจุดกึ่งกลางที่หาได้.....	50
4.6 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนสถานะขณะดำเนินเกมสการเล่นในแต่ละที่ยวแทน.....	52
4.7 แสดงการออกแบบการทำงานภายในขั้นตอนวิเคราะห์คะแนนและกติกา(Point and rule analyze).....	56
4.8 แสดงเส้นทางการยิงของลูกแทงก่อนการชนกับลูกสีอื่นๆ.....	65
4.9 ภาพการถูบึงจากลูกอื่นทั้งลูก.....	65

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 ภาพการถูกบังจากลูกอื่นเพียงด้านใดด้านหนึ่ง.....	66
4.11 ภาพการถูกบังจากลูกอื่นทั้ง 2 ด้านโดยลูกมากกว่า 1 ลูก.....	66
4.12 แสดงแนวการยิงหลังจากลูกแทงกระทบคูกชั้น.....	68
4.13 แสดงมุมของแนวการยิงหลังจากลูกแทงกระทบคูกชั้น.....	68
4.14 แสดงการตัวอย่างการพิจารณาการวางสูกเกอร์โดยลูกที่มีระยะใกล้กับลูกแทงมากกว่า.....	69
4.15 แสดงการจัดวางลูกในแบบฝึกหัด Position 1.....	77
4.16 แสดงการวางตำแหน่งลูกสูกเกอร์ในการทำแบบฝึกหัดชุด Position2.....	78
4.17 แสดงการจัดวางลูกสูกเกอร์ในการทำแบบฝึกหัดชุด The "Clock".....	79
5.1 แสดงภาพต้นแบบก่อนทำ Preprocessing.....	80
5.2 แสดงภาพต้นแบบหลังทำการหดภาพ Erosion.....	80
5.3 แสดงภาพหลังการทำการขยายภาพ Dilation.....	81
5.4 แสดงภาพของตัวอย่างการคูก่าสีจากโปรแกรม Adobe Photoshop.....	81
5.5 แสดงช่วงสีของสีต่างๆในปริภูมิสี HSV.....	82
5.6 แสดงระดับสีของค่า S และ V.....	83
5.7 แสดงภาพของตัวอย่างหลังการแปลงข้อมูลจุดสีในระบบปริภูมิสี RGB.....	83
5.8 แสดงภาพเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีจากภาพต้นแบบเป็นช่วงสีที่กำหนดเอง.....	84
5.9 แสดงภาพของตัวอย่างภาพก่อนและหลังจากการนับลูกสูกเกอร์.....	84
5.10 แสดงภาพผลการนับลูกสูกเกอร์ที่ได้การเขียนข้อมูลลงไฟล์แล้ว.....	85
5.11 แสดงภาพของการทดสอบ โปรแกรมกับชุดภาพที่รับเข้ามา.....	89
5.12 แสดงภาพของการทดสอบ โปรแกรมที่สมบูรณ์แล้วกับภาพวิดีโอที่รับเข้ามา.....	90
5.13 แสดงภาพตารางสถิติการเล่นของแบบฝึกหัด.....	91
5.14 แสดงภาพกราฟแสดงความก้าวหน้าการเล่นของแบบฝึกหัด.....	91
5.15 แสดงหน้าต่างของการวิเคราะห์เส้นทางการเล่น.....	92
6.1 แสดงภาพก่อนผ่านขั้นตอนการแปลงช่วงสีสนใจไปเป็นสีที่ต้องการ.....	94
6.2 แสดงภาพหลังผ่านขั้นตอนการแปลงช่วงสีสนใจไปเป็นสีที่ต้องการ.....	95

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

กีฬาสนุกเกอร์เป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมและมีการเล่นกันอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันยังคงใช้คนในการนับคะแนน และตรวจสอบกติกาทั้งในการแข่งขัน และการเล่นเพื่อความบันเทิงเฉพาะกลุ่ม ซึ่งยังคงมีปัญหาด้านความแตกต่างของมาตรฐานของผู้พิจารณาคะแนนแต่ละคน ปัญหาการนับคะแนนผิดพลาดที่มักเป็นอุปสรรคกับการเล่นอย่างต่อเนื่อง ปัญหาการตรวจสอบกติกาด้วยตนเอง

ส่วนในการฝึกหัดของผู้เล่นทั่วไปนั้นก็ยังไม่มีเครื่องมือที่รวบรวมเทคนิค ความรู้เรื่องกติกาการเล่น ทำให้เกิดความยากลำบากในการฝึกฝนทักษะการเล่นด้วยตนเอง ดังนั้นผู้เล่นฝึกหัดจึงต้องการความรู้เรื่องกติกาพื้นฐาน และเทคนิคต่างๆ

ผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีความต้องการที่พัฒนาโปรแกรม SNKPTA ให้มีส่วนช่วยผู้เล่นในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยสร้างเครื่องมือที่ช่วยคำนวณคะแนนและตรวจสอบกติกาเบื้องต้น, อีกทั้งยังมีส่วนส่งเสริมทักษะการเล่นด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังมีการสร้างเครื่องมือที่ช่วยในการเก็บสถิติและข้อมูลการเล่น เพื่อให้ผู้เล่นสามารถวิเคราะห์จุดบกพร่อง และพิจารณาสถิติการเล่นในอดีต ที่ช่วยให้ผู้เล่นสามารถฝึกฝนทักษะการเล่นสนุกเกอร์ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการและกระบวนการทาง Image Processing ที่เกี่ยวข้องในการประมวลผลภาพการแข่งขันสนุกเกอร์ที่รับเข้ามา
- 1.2.2 เพื่อทำกระบวนการเตรียมภาพ (Preprocessing) เพื่อให้ได้ภาพที่ดีที่สุดที่จะสามารถนำภาพนั้นมาประมวลผลในขั้นตอนต่อไปได้
- 1.2.3 เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบการนับคะแนนในกีฬาสนุกเกอร์ที่สามารถนับคะแนนได้อย่างถูกต้อง และเป็นไปตามกติกากติกา
- 1.2.4 เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบการสอนและพัฒนาทักษะการเล่นสนุกเกอร์ที่สามารถสร้างแบบฝึกหัด แนะนำเทคนิค รวมไปถึงการเก็บสถิติข้อมูลการเล่น ที่เป็นประโยชน์กับผู้ฝึกหัด
- 1.2.5 เพื่อเป็นต้นแบบในการนำไปพัฒนาต่อยอดให้สามารถนำไปใช้จริงในการแข่งขัน อันจะเป็นการเพิ่มความสนใจของบุคคลทั่วไปที่จะมีต่อกีฬาสนุกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.2.6 เพื่อเป็นต้นแบบในการนำไปพัฒนาต่อยอดให้สามารถนำไปใช้จริงในสถานประกอบการ อันจะเป็นการช่วยลดต้นทุนในการใช้บุคคลกรนับคะแนน อีกทั้งยังทำให้การนับคะแนนในทุกที่มีมาตรฐานเดียวกัน

### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้รับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและกระบวนการของ Image Processing
- 1.3.2 ได้รับประสบการณ์ในการพัฒนาออกแบบ Software ที่มีประโยชน์และสามารถใช้งานได้
- 1.3.3 สามารถเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสม
- 1.3.4 เพื่อให้ผู้เล่นเพลิดเพลินไปกับเกมส์การแข่งขัน โดยไม่ต้องกังวลกับการนับคะแนนอีกต่อไป
- 1.3.5 ผู้เล่นฝึกหัดสามารถฝึกฝนทักษะการเล่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เสมือนมีครูฝึกส่วนตัวที่จะคอยแนะนำเทคนิค ทดถึกาการเล่น รวมไปถึงการช่วยเก็บสถิติข้อมูลการเล่นอีกด้วย

### 1.4 ขอบเขตของโครงการ

โครงการ โปรแกรมช่วยวิเคราะห์คะแนนการเล่นสนุกเกอร์ (Snooker point analysis หรือ SNKPTA) ใช้หลักการการประมวลผลภาพ image processing ในการวิเคราะห์ภาพเคลื่อนไหวจากกล้องวิดีโอมุมสูง ร่วมกับการนำขั้นตอน และกระบวนการทางปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) หรือ เอไอ (AI) มาช่วยในการแก้ปัญหาในการวิเคราะห์ลักษณะ ตำแหน่งการวางตัวของวัตถุในภาพ เพื่อให้สามารถคิดคำนวณคะแนน และตรวจสอบกฎกติกาเบื้องต้นได้อย่างถูกต้อง โดยมีเป้าหมายมุ่งไปที่ การสร้างเสริมทักษะและการเรียนรู้ให้กับผู้กำลังฝึกหัดเล่นกีฬาสนุกเกอร์ รวมไปถึงการอำนวยความสะดวกให้กับการเล่นสนุกเกอร์เพื่อความบันเทิงเฉพาะกลุ่ม เพื่อช่วยให้ผู้เล่นสามารถเล่นกีฬาได้อย่างลื่นไหล โดยไม่จำเป็นต้องกังวลกับการนับคะแนนอีกต่อไป โดยที่ในการเล่นแต่ละครั้ง โปรแกรมสามารถรองรับการเล่นของผู้เล่นได้หลายคน สามารถนับคะแนนตามเที่ยวทางของผู้เล่นได้ สามารถจัดการทำฟาวล์บางประเภท และยังสามารถพิจารณาการให้ Freeball หลังการทำฟาวล์ ในกรณีลูกในเที่ยวทางถูกสนุกเกอร์ได้อีกด้วย

โปรแกรมจะทำหน้าที่เสมือนกรรมการและครูฝึกสอนที่จะช่วยนับคะแนน ตรวจสอบความถูกต้อง หรือค้กจับการทำฟาวล์บางประเภท สร้างชุดฝึกหัดที่จะคอยแนะนำแนวทางการพัฒนาทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผู้เริ่มต้น รวมไปถึงเครื่องมือที่ช่วยในการเก็บสถิติให้กับผู้เล่นแต่ละคน เพื่อให้สามารถปรับปรุงทักษะความสามารถของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สำหรับโครงการช่วยนับคะแนนในกีฬาสนุกเกอร์จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

### 1. ส่วนคำนวณคะแนนและตรวจสอบกติกาเบื้องต้น (Point and rule checking module)

รับผิดชอบการนำภาพแต่ละภาพมาประมวลผล เพื่อหาพิกัดที่แน่นอนของลูกแต่ละลูกบนโต๊ะ โดยใช้หลักการของ Object เพื่อเก็บรายละเอียดของการเล่นทั้งหมด เช่น ลูกสนุกเกอร์ เกมการเล่น เฟรมการเล่น และทำการคำนวณหาคะแนนโดยพิจารณาจากการเล่นตามกติกา และการทำฟาวล์ในแต่ละเกมการเล่นได้ โดยมีการบันทึกการเคลื่อนไหวของลูกแต่ละทีวแห่งของทั้งเกมการเล่น

### 2. ส่วนส่งเสริมทักษะการเล่น (Practical support module)

เป็นส่วนของแบบฝึกหัดเสริมทักษะและส่วนของภารกิจการแข่งขัน ที่จะส่งเสริมการฝึกฝนด้วยเทคนิคพื้นฐาน และช่วยผู้เล่นให้วิเคราะห์การยิงในแต่ละทีวแห่ง ให้ได้เป้าหมายที่มีความเป็นไปได้และสร้างประโยชน์ให้มากที่สุด

### 3. ส่วนรวบรวมสถิติและข้อมูลการเล่นของผู้เล่นแต่ละคน (Player history and information support Module)

เก็บรวบรวมสถิติ คะแนน ผลการแข่งขัน จำนวนครั้งที่ฟาวล์ของผู้เล่นแต่ละคน สำหรับใช้ในการพิจารณาจุดแข็งจุดอ่อนในการเล่นของตนเอง เพื่อให้สามารถปรับปรุงจุดด้อยเหล่านั้นได้ด้วยตนเอง

## 1.5 ส่วนประกอบของรายงาน

รายงานเรื่องโปรแกรมช่วยวิเคราะห์คะแนนการเล่นสนุกเกอร์ ฉบับนี้ประกอบไปด้วยเนื้อหา 5 บทซึ่งแต่ละบทมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

เนื้อหาในบทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์ของโครงการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขอบเขตของโครงการ และส่วนประกอบของรายงานฉบับนี้

เนื้อหาในบทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการประมวลผลภาพ เช่น เทคนิคการปรับภาพด้วยกระบวนการต่างๆ การกำจัดสัญญาณรบกวน รวมไปถึงการแนะนำ OpenCV ซึ่งเป็นไลบรารีที่รวบรวมเครื่องมือประมวลผลภาพที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนี้อีกด้วย

เนื้อหาในบทที่ 3 กล่าวถึงกติกาสากลของกีฬาสนุกเกอร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมให้สามารถเข้าใจเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในเกมส์

เนื้อหาในบทที่ 4 กล่าวถึงโครงสร้างการออกแบบและพัฒนาโดยรวม อธิบายส่วนประกอบขั้นตอนการทำงานในส่วนต่างๆ แนวคิดในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในทุกส่วนอย่างละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาในบทที่ 5 กล่าวถึงการทดลองเพื่อดูผลการทำงานในส่วนต่างๆ ขั้นตอนการทดลอง ผลที่ได้จากการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

เนื้อหาในบทที่ 6 กล่าวถึงบทวิจารณ์และสรุป โดยจะบรรยายถึงบทสรุปของโครงการ วิจัย สิ่งที่ได้รับจากโครงการ ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข รวมไปถึงข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 รูปภาพดิจิทัล

รูปภาพนั้นสามารถนิยามได้ด้วย two-dimension function,  $f(x,y)$  โดยที่  $x$  และ  $y$  เป็นจุดใดๆ บนระนาบ และค่าของ  $f$  ที่จุด  $(x,y)$  ใดๆก็คือค่าความเข้มสี (intensity)หรือระดับเทาที่จุดๆนั้นนั่นเอง ถ้าค่า  $x, y$  และ  $f$  ทั้งหมดนี้เป็นค่าที่จำกัด เราจะเรียกภาพนี้ว่า digital image โดยจะเรียกจุด  $(x,y)$  ใดๆว่า picture element, image element, pels และ pixels ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเรียกว่า pixelนั่นเอง

### 2.2 องค์ประกอบและลักษณะต่างๆของรูปภาพ

#### 2.2.1 องค์ประกอบของรูปภาพ

รูปภาพดิจิทัล (Digital Image) ซึ่งเป็นภาพ 2 มิติที่มี  $x$  และ  $y$  เป็นพิกัดของภาพ เรียกพิกัด  $(x, y)$  นี้ว่าค่าความเข้มแสงของภาพ (Intensity) หรือ พิกเซล (Pixel) ซึ่งแต่ละภาพจะประกอบไปด้วยพิกเซลจำนวนมากน้อยต่างกันตามขนาด และความละเอียดของภาพ กำหนดให้  $f(x, y)$  เป็นภาพดิจิทัลใดๆ แล้ว สามารถเขียนสมการให้อยู่ในรูปแมทริกซ์ (Matrix) ได้ดังนี้

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

ค่าแต่ละค่าที่อยู่ในแมทริกซ์จะเรียกว่าอิลิเมนต์ของภาพ (Picture Element) หรือพิกเซลนั่นเอง

#### 2.2.2 คุณลักษณะต่างๆ ของรูปภาพ

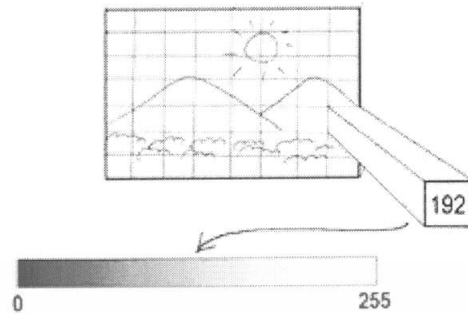
คุณลักษณะที่ปรากฏอยู่ในรูปภาพ คือ คุณลักษณะพื้นผิว และคุณลักษณะรูปร่างของวัตถุภายในภาพ โดยคุณลักษณะเหล่านี้จะถูกคัดแยก (Extract) ออกมาด้วยวิธีการต่างๆ จากนั้นจะทำการวัดค่าความเหมือนของรูปภาพด้วยวิธีการที่เหมาะสม

#### 2.2.3 ภาพระดับสีเทาและภาพสี (Gray Level Image and Color Image)

ภาพระดับสีเทา หมายถึง ภาพที่มีค่าความสว่าง (Intensity) ของแต่ละพิกเซลอยู่ในช่วงเฉดสีเทา ซึ่งสีดำจะมีค่าความสว่างมากที่สุดจนไปถึงสีขาวจะมีค่าความสว่างน้อยที่สุด โดยทั่วไปแล้วจะเก็บเป็น 8 บิตต่อหนึ่งพิกเซล ซึ่งสามารถให้ค่าความสว่างได้

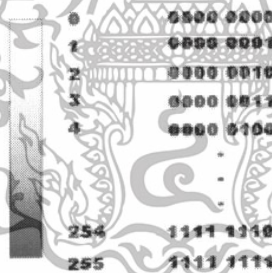
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง 256 สี แต่ละจุดในภาพจะถูกแทนด้วยสี ภาพในโทนสีเทา หรือ Grayscale จะประกอบไปด้วยสีดำและไล่เฉดสีจางลงไปจนถึงสีขาวดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงระดับค่าความสว่าง

สีดำ จะแทนด้วยค่าตัวเลข 255 สีขาวจะแทนด้วยค่าตัวเลขคือ 0 รวมทั้งสิ้น 256 ระดับสี (0-255) หรือ 2 กำลัง 8 โดยที่ 8 ก็คือ จำนวนบิตในหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บค่านี้หนึ่งค่า เพราะฉะนั้น สีดำ จะถูกแทนด้วยรหัสในเลขฐานสองคือ 00000000 และสีขาวก็จะถูกแทนด้วยรหัส 11111111 และสีที่อยู่ตรงกลางระหว่างสีดำกับสีขาวก็จะไล่ไปตามลำดับการนับของบิตในเลขฐานสองดังรูป



รูปที่ 2.2 แสดงระดับค่าความสว่าง

จะเห็นได้ว่า แต่ละจุด ๆ จะถูกแทนที่ด้วยตัวเลข ซึ่งตัวเลขเหล่านี้ก็อยู่ระหว่าง 0-255 ก็ตั้งแต่ 0,1,2,3,4,..... 255 เป็นโทนสีเทา แต่ถ้าเป็นภาพขาวดำละก็จะมีอยู่ด้วยกันแค่ 2 สีคือ สีดำ แทนด้วยเลข 0 กับสีขาวแทนด้วยเลข 255 เพราะฉะนั้นถ้าเป็นภาพขาวดำหนึ่งจุดภาพจะใช้พื้นที่เก็บข้อมูลเพียง 1 บิตเท่านั้น แต่ถ้าเป็นภาพในโทนสีเทานั้น ใน 1 จุดภาพจะใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูล 8 บิต ที่เป็น 8 บิตก็เพราะว่าค่าระดับสีเมื่อเปลี่ยนเป็นเลขฐานสองแล้วจะได้ 8 บิต เช่น

- ค่าระดับสี 0 ก็คือ 00000000

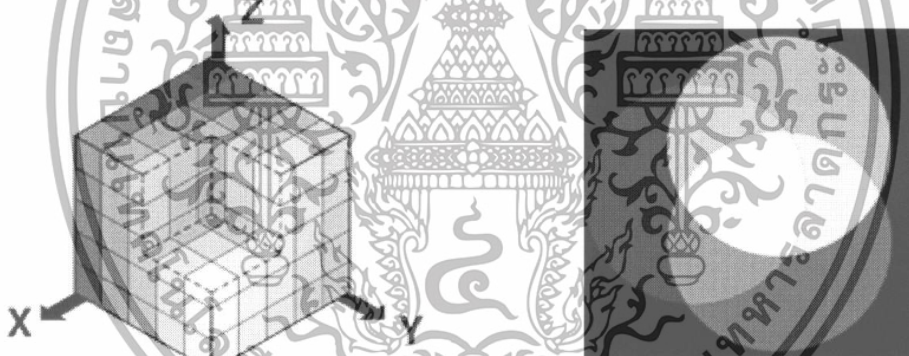
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าระดับสี 2 ก็คือ 00000010 ... ..
- ค่าระดับสี 256 ก็คือ 11111111

## 2.3 แบบจำลองสี (Color Model)

### 2.3.1 แบบจำลองสี RGB

แบบจำลองสี RGB คือ แบบจำลองสีที่มาจากองค์ประกอบหลักสามสี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ประกอบกันกลายเป็นสีอื่นๆ 24-bit representation รูปภาพที่แทนด้วยแบบจำลองสี RGB แต่ละระดับสีจะแทนด้วยเลข 24 บิต ซึ่งเป็นค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน สีละ 8 บิต โดยจะอยู่ในรูปแบบ (R, G, B) และสามารถมีระดับสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด 16.7 ล้านสี แบบจำลองนี้จะใช้ระบบพิกัดคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate System) ค่าสีแดง(แกน X) สีเขียว(แกน Y) และสีน้ำเงิน(แกน Z) จะอยู่ที่มุมของลูกบาศก์ทั้ง 3 มุม ส่วนสีเขียวน้ำเงิน(Cyan) สีม่วงแดง(Magenta) และสีเหลืองจะอยู่ที่มุมอีก 3 มุมที่เหลือ

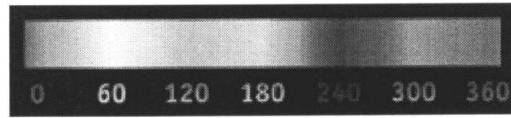


รูปที่ 2.3 แสดง RGB Color-Cube และ Mixtures of pigments

### 2.3.2 แบบจำลองสี HSV

ระบบสี HSV (Hue Saturation Value) เป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือค่าสีของสีหลัก(แดง เขียวและน้ำเงิน)ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงค่าสี

ค่าสีของสีหลัก หรือ Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

$$red_h = red - \min(red, green, blue)$$

$$green_h = green - \min(red, green, blue)$$

$$blue_h = blue - \min(red, green, blue)$$

(2.2)



รูปที่ 2.5 a b c และ d แสดงระบบสี HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลักษณะ โมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว hue จะเป็นมุมของสี(ค่าสี)มีค่าเป็นไปตามสีที่สามและถ้าทั้ง สามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือ การให้นำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ 0

$$\frac{(240 \times \text{blue}_k) + (120 \times \text{green}_k)}{\text{blue}_k + \text{green}_k} \quad (2.3)$$

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 แล้วสีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาวล้วนแต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าจะไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย

Saturation สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Saturation} = \frac{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})}{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue})} \quad (2.4)$$

Value คือความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกันสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{value} = \max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) \quad (2.5)$$

## 2.4 การปรับปรุงรูปภาพ (Image Enhancement)

วัตถุประสงค์หลักในการปรับปรุงรูปภาพก็คือ การประมวลผลภาพให้ภาพที่ได้ออกมาใหม่นั้น มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้มากขึ้น ซึ่งการปรับปรุงรูปภาพนี้ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนที่จะบอก ว่าวิธีใดดีที่สุด ทั้งนี้การจะตัดสินใจควรใช้วิธีใดจึงขึ้นอยู่กับว่าจะนำภาพไปใช้ทำอะไรใน แอปพลิเคชันนั้นๆ

วิธีการปรับปรุงรูปภาพจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- วิธีสเปซโดเมน (Spatial Domain Method) คือ การประมวลผลกับค่าที่อยู่ในแต่ละ พิกเซลนั้น โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

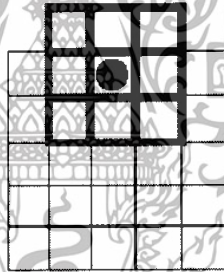
• วิธีพีริเคนซีโดเมน (Frequency Domain Method) คือ การประมวลผลกับภาพที่ถูกแปลงด้วยวิธีฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์ม (Fourier Transform) มาก่อน

#### 2.4.1 วิธี Spatial Domain

กระบวนการที่ทำกับ spatial domain สามารถแทนด้วยสมการคณิตศาสตร์ดังนี้

$$g(x,y) = T(f(x,y)) \quad (2.6)$$

โดยที่  $f(x,y)$  เป็นรูปภาพที่รับเข้ามา  $g(x,y)$  เป็นภาพที่ได้ประมวลผลแล้ว และ  $T$  คือกระบวนการที่ทำกับ  $f$  โดยทำกับจุดข้างเคียงของ  $(x,y)$  ด้วย การที่จะนำจุดข้างเคียงมาประมวลผลด้วย สามารถทำได้โดยใช้ภาพสี่เหลี่ยม หรืออาจจะเรียกว่า หน้ากาก(mask) หรือหน้าต่าง(window) มาครอบกับภาพที่รับเข้ามา และให้จุดกึ่งกลางของหน้าต่างอยู่ที่จุด  $(x,y)$  ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงการใช้หน้าต่างครอบภาพที่รับเข้ามา

การนำหน้าต่างมาครอบทีละจุดนี้ จะมีการคำนวณค่าทั้งหมดที่อยู่ในหน้าต่างแล้วแทนที่ลงไป ณ จุดนั้น จากนั้นจะเลื่อนหน้าต่างและคำนวณเหมือนเดิมไปเรื่อยๆ วิธีที่ง่ายที่สุดในการสร้าง  $T$  คือใช้หน้าต่างขนาด  $1 \times 1$  ซึ่งก็คือ 1 พิกเซลนั่นเอง ในกรณีนี้  $g$  จะขึ้นกับค่าของภาพที่รับเข้ามาที่จุด  $(x,y)$  นั่นเอง

##### • Averaging Filters

ใช้สำหรับการทำให้ภาพเบลอและสำหรับการลบสัญญาณรบกวนออก โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ averaging filter ในแต่ละจุดก็คือ ค่าเฉลี่ยของพิกเซลทุกพิกเซลที่อยู่ในหน้าต่างของ filter นั้นๆ เช่น การใช้ filter ขนาด  $3 \times 3$  ดังรูปที่ 2.7 จะได้ค่าที่จุดกึ่งกลางเป็น  $(4+7+2+9+5+3+8+12+46)/9 = 10.67$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	7	2		
9	5	3		
8	12	46		

รูปที่ 2.7 แสดงการทำ average filter

- Median filters

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ median filter ก็คือ การแทนที่ค่าในพิกเซลทั้งหมดที่หน้าต่างครอบอยู่ด้วยค่ามัธยฐานนั่นเอง จากรูปที่ 2.3 ถ้าจะประมวลผลกับภาพด้วย median filter จะทำได้โดย เรียงค่าจากน้อยไปมากนั่นก็คือ 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12 และ 46 เพราะฉะนั้นค่ามัธยฐานก็คือ 7 ภาพที่ใช้ median filter แสดงดังตัวอย่างข้างล่างดังนี้



รูปที่ 2.8 ภาพต้นฉบับ

รูปที่ 2.9 ภาพที่ผ่านการทำ median filtering

#### 2.4.2 วิธี Frequency Domain

การปรับปรุงภาพด้วยวิธีนี้จะต้องมีการแปลงโดย Fourier Transform ซึ่งใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มากในการประมวลผลทำให้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในโครงการครั้งนี้ โยชนด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 เทคนิคการกำจัดสัญญาณรบกวน

สัญญาณรบกวน(Noise) เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับทุกๆระบบ โดยในโครงงานนี้สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นมักมีลักษณะเป็นจุดภาพสีขาวในภาพ ซึ่งอาจทำให้เป็นอุปสรรคต่อการนำภาพมาประมวลผลในขั้นตอนต่อไป ดังนั้นจึงต้องแก้ไขปัญหานี้โดยการนำวิธีกำจัดสัญญาณรบกวนแบบ Erosion and Dilation ซึ่งเป็นการหดและขยายภาพ

### 2.5.1 Morphological

เป็นการนำโครงสร้าง 0 หรือ 1 ขนาดหนึ่งไปวางบนภาพ ที่แต่ละตำแหน่งบนภาพ จะใช้การ อนุมาณด้วยเหตุผลระหว่างโครงสร้างกับภาพที่อยู่ใต้โครงสร้าง ได้ผลลัพธ์มาปรับค่าที่ตำแหน่งนั้น Morphological มีการทำงานพื้นฐาน 2 แบบ คือ Erosion and Dilation และ Operation Opening and Closing

- **Erosion & Dilation**

#### Erosion

การย่อภาพเป็นลักษณะของการลบข้อมูลภาพบริเวณขอบของภาพ การย่อภาพสามารถทำได้มีลักษณะคล้ายกับการขยายภาพโดยการสร้าง Template ขึ้นแล้วนำ Template ไปสแกนตามข้อมูลภาพ

สำหรับทุกตำแหน่งที่เลื่อน Template ไปบนภาพก็จะมีกรเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพ ถ้าข้อมูลภาพมีค่าเหมือนกับ Template จะทำการกำหนดค่าข้อมูลภาพในตำแหน่งที่ตรงกับจุดเริ่มต้น(Origin)ของ Template ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1

#### ตัวอย่าง

ข้อมูลภาพ	Template
* * * * * 1 * * 1 *	
* * * * * 1 * * * 1	
* * * * * 1 1 * 1 1 *	
* * * * 1 1 1 1 1 1 1	1 *
* * * * 1 1 1 1 1 * 1	1 1
* * * * 1 1 1 1 1 1 1	
* * * * 1 1 1 1 1 1 1	

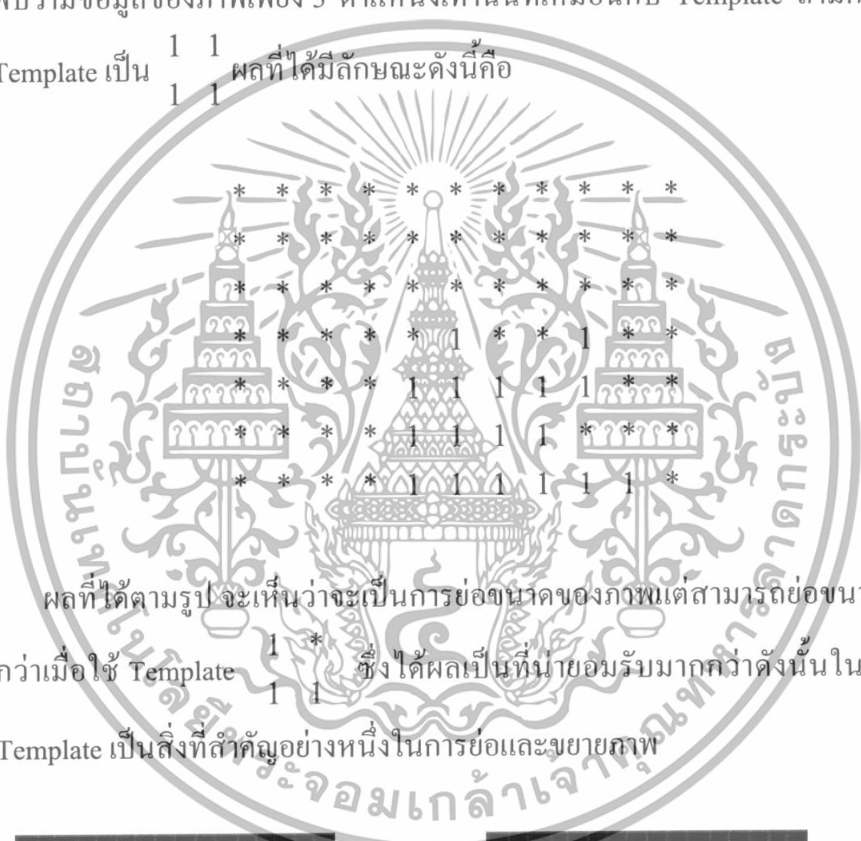
ผลที่ได้จะมีเพียง 3 ตำแหน่งเท่านั้นที่มีค่าเหมือนกับ Template

```

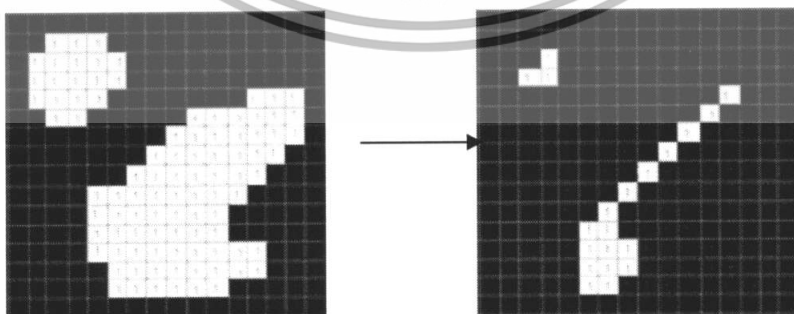
* * * * * * * * * *
* * * * * * * * * *
* * * * * * * * * *
* * * * * * 1 * * 1 *
* * * * * * * * * *
* * * * * * * * 1 * *
* * * * * * * * * *
    
```

ผลที่ได้ตามรูปด้านบน ข้อมูลภาพที่ผ่านการทำโอเปอเรชันกับ Template แล้ว พบว่ามีข้อมูลของภาพเพียง 3 ตำแหน่งเท่านั้นที่เหมือนกับ Template ถ้ามีการเปลี่ยน

Template เป็น  $\begin{matrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{matrix}$  ผลที่ได้มีลักษณะดังนี้คือ



ผลที่ได้ตามรูปจะเห็นว่าจะเป็นการย่อขนาดของภาพแต่สามารถย่อขนาดได้น้อยกว่าเมื่อใช้ Template  $\begin{matrix} 1 & * \\ 1 & 1 \end{matrix}$  ซึ่งได้ผลเป็นที่น่ายอมรับมากกว่าดังนั้นในการเลือก Template เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งในการย่อและขยายภาพ



รูปที่ 2.10 แสดงการทำ Erosion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Dilation**

การขยายภาพจะทำได้โดยกำหนด Template (ซึ่งสามารถสร้างได้จาก \* และ 1 โดยมีจุดเริ่มต้นที่กำหนดโดยวงกลม) และนำ Template นี้สแกนไปบนข้อมูลภาพตามลำดับตลอดทั้งภาพซึ่งในขณะที่จุดเริ่ม(Origin)ของ Template ตรงกับตำแหน่งข้อมูลภาพที่พิกเซลมีค่าเท่ากับ 1 นั่นก็จะทำการยูเนียน Template นี้เข้ากับข้อมูลภาพดังตัวอย่าง

**ตัวอย่าง**

ข้อมูลภาพ	Template
* * * * * 1 * * 1 *	
* * * * * 1 * * * 1	
* * * * * 1 1 * 1 1 *	
* * * * 1 1 1 1 1 1 1	1 *
* * * * 1 1 1 1 1 * 1	1 1
* * * * 1 1 1 1 1 1 1	
* * * * 1 1 1 1 1 1 1	
ข้อมูลแถวแรกของภาพเป็นดังนี้	
* * * * * 1 * * 1 *	

เมื่อทำการยูเนียนกับ Template ณ ตำแหน่งข้อมูลภาพที่พิกเซลเท่ากับ 1 ในแถวแรก

```
* * * * * 1 * * * *
* * * * * 1 1 * 1 *
```

เมื่อทำการยูเนียนกับ Template เข้ากับพิกเซลที่มีค่าเท่ากับ 1 ณ ตำแหน่งพิกเซลที่สองในแถวแรก

```
* * * * * 1 * * * *
* * * * * 1 1 * 1 1
```

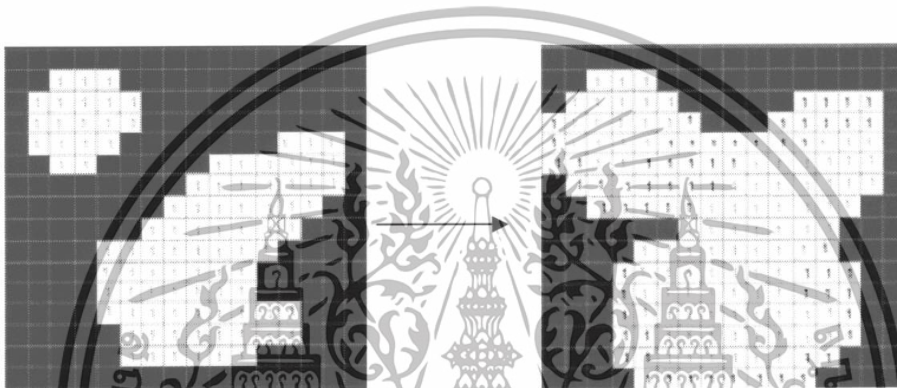
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการยูเนียนทั้งภาพจะได้ภาพสุดท้ายดังนี้

```

* * * * * 1 * * 1 * *
* * * * * 1 1 * 1 1 *
* * * * * 1 1 1 1 1 1
* * * * 1 1 1 1 1 1 1
* * * * 1 1 1 1 1 1 1
* * * * 1 1 1 1 1 1 1
* * * * 1 1 1 1 1 1 1
* * * * 1 1 1 1 1 1 1

```



รูปที่ 2.11 แสดงการทำ Dilation

- **Operation Opening and Closing**

- Operation Opening**

กำหนดให้ OPEN (I, T) เป็นการกระทำ Opening ของภาพ I โดยใช้ Template T ซึ่งมีลักษณะดังสมการต่อไปนี้

$$\text{OPEN}(I, T) = D(E(I)) \quad (2.7)$$

จากสมการจะเห็นว่า การทำโอเพอเรชัน OPEN คือ การนำข้อมูลภาพ I ผ่านการการย่อภาพ (Erosion) จากนั้นจึงตามด้วยทำขยายภาพ (Dilation) โดยการใช้ Template ชุดเดียวกันคือ T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตัวอย่าง**

Original								Opened With							
								1							
								1							
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	1	4
0	0	0	0	1	2	4	5	0	0	0	0	1	2	4	4
0	0	1	1	2	5	5	4	0	0	0	0	1	2	4	4
0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	1	2	3
0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	3
0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	1	2	3
0	0	0	0	1	2	2	3	0	0	0	0	0	1	2	3

**Operation Closing**

กำหนดให้ CLOSE (I, T) เป็นการกระทำแบบ Closing ของภาพ I โดยใช้ Template T ซึ่งมีลักษณะดังสมการต่อไปนี้

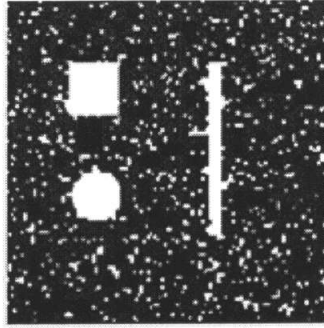
$$CLOSE(I, T) = E(D(I)) \tag{2.8}$$

จากสมการจะเห็นว่า การทำโอเพอเรชั่น CLOSE คือการนำข้อมูลภาพ I ผ่านการทำการขยายภาพ (Dilation) แล้วตามด้วยการย่อภาพ (Erosion) โดยใช้ Template ชุดเดียวกันคือ T

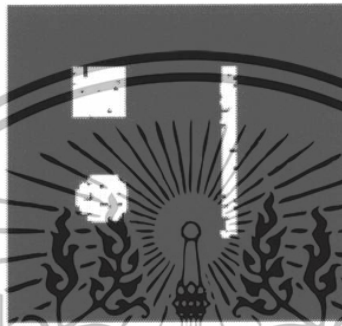
**ตัวอย่าง**

Original								Closed With							
								1							
								1							
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	1	4
0	0	0	0	1	2	4	5	0	0	0	0	1	2	4	5
0	0	1	1	2	5	5	4	0	0	1	1	2	5	5	4
0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	1	2	3
0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	2	3
0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	1	2	3
0	0	0	0	1	2	2	3	0	0	0	0	1	2	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ภาพดั้งเดิม



รูปที่ 2.13 ภาพหลังการทำ Closing



รูปที่ 2.14 ภาพหลังการทำ Opening

- **Gaussian blur**

เป็น function ที่ใช้ลด noise ต่างๆที่เกิดขึ้นในภาพ โดยที่เป็นการลดรายละเอียดของภาพด้วย ซึ่งจะทำให้ภาพมัว เหมือนกับการมองผ่านเลนส์ของกล้องที่ไม่โฟกัสที่ภาพ Gaussian blur เป็นการทำให้ภาพเบลอย่างหนึ่ง โดยการคำนวณนั้นใช้พิจารณาทีละ pixel ดังสูตรการคำนวณดังนี้

$$G(r) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N/2}} e^{-r^2/(2\sigma^2)} \quad (2.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$G(u, v) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(u^2+v^2)/(2\sigma^2)} \quad (2.10)$$

โดยที่

$r$  คือ รัศมีของการเบลอ ( $r^2 = u^2 + v^2$ )

$\sigma$  คือ ค่าของการหักเห Gaussian distribution

เมื่อใช้แบบ 2 มิติเราจะเห็นพื้นผิวและขอบของภาพซึ่งจะมีจุดศูนย์กลางจากการพิจารณาพร้อมกับจุดรอบข้าง แล้วนำค่าที่ได้จากการคูณแต่ละ pixel นั้น นำมาเฉลี่ยค่าน้ำหนักโดยการ weight นั้นจำให้น้ำหนักกับจุดศูนย์กลางมากที่สุด และจุดอื่นๆที่อยู่ในรัศมีของการเบลอนั้น จะค่อยๆลดลงตามระยะห่าง โดยแต่ละจุดนั้นเมื่อคำนวณค่าออกมาต้องมีค่าไม่เป็น 0 แต่ถ้าระยะห่าง ห่างเกิน  $3\sigma$  นั้นค่าที่คำนวณได้จะมีค่าเข้าใกล้ 0 จึงแทบไม่ต้องนำมาใช้ในการคำนวณ เพราะฉะนั้นการคำนวณจึงมีพื้นที่ของการคำนวณเท่ากับ  $\lceil(6\sigma)\rceil \times \lceil(6\sigma)\rceil$

ตัวอย่าง Gaussian matrix

นี่คือตัวอย่างของ matrix ที่มีขนาดของ gaussian distribution  $\sigma = 0.84089642$  ซึ่งทำการคิดจาก (at [4, 4]) ที่มีค่า weight มากที่สุดเป็นศูนย์กลางและจุดที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางนั้นก็ลดลงเรื่อยๆ

0.00000067	0.00002292	<b>0.00019117</b>	0.00038771	<b>0.00019117</b>	0.00002292	0.00000067
0.00002292	0.00078633	0.00655965	0.01330373	0.00655965	0.00078633	0.00002292
<b>0.00019117</b>	0.00655965	0.05472157	0.11098164	0.05472157	0.00655965	<b>0.00019117</b>
0.00038771	0.01330373	0.11098164	<b>0.22508352</b>	0.11098164	0.01330373	0.00038771
<b>0.00019117</b>	0.00655965	0.05472157	0.11098164	0.05472157	0.00655965	<b>0.00019117</b>
0.00002292	0.00078633	0.00655965	0.01330373	0.00655965	0.00078633	0.00002292
0.00000067	0.00002292	<b>0.00019117</b>	0.00038771	<b>0.00019117</b>	0.00002292	0.00000067

รูปที่ 2.15 ภาพเมตริกการให้น้ำหนักของการทำ Gaussian blur

หมายเหตุ ค่า 0.00019117 ถือเป็นค่าที่มีค่าใกล้เคียง 0 เป็นขอบของรัศมีการเบลอ เพราะห่างเกิน  $3\sigma$

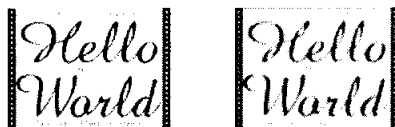


Image 1: The original

Image 2: The blurred  
image with  $\sigma = 2$ 

## รูปที่ 2.16 ภาพก่อนและหลังการทำ Gaussian blur

ภาพแสดงตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงหลังการใช้ function Gaussian blur ทั้งก่อนทำ และหลังทำ

## 2.6 เครื่องมือช่วยในการประมวลผลภาพ OpenCV

OpenCV หรือ Open Source Computer Vision Library เป็น โอเพนซอร์สไลบรารีที่พัฒนาโดยบริษัทอินเทล มีเป้าหมายหลักๆ คือเพื่อใช้ในงานด้าน real time computer vision เพื่อใช้ในการพัฒนาโดยภาษา C++ .net ซึ่ง OpenCV นั้นประกอบไปด้วยฟังก์ชันการทำงาน และอัลกอริทึมที่จำเป็นในการประมวลผลภาพทั่วไป โดยแบ่ง ไลบรารี ออกเป็นส่วนย่อยต่างๆ ตามลักษณะงานที่ทำได้ดังตาราง

### ตารางที่ 2.1 แสดงงานในส่วนย่อยต่างๆ ของ OpenCV

Chapter	Contents
<b>Image functions</b>	Creation, allocation, destruction of images. Fast pixel access macros.
<b>Data Structures</b>	Static types and dynamic storage.
<b>Contour Processing</b>	Finding, displaying, manipulation, and simplification of image contours.
<b>Geometry</b>	Line and ellipse fitting. Convex hull. Contour analysis.
<b>Features</b>	1st & 2nd Image Derivatives. Lines: Canny, Hough. Corners: Finding, tracking.
<b>Image Statistics</b>	In region of interest: Count, Mean, STD, Min, Max, Norm, Moments, Hu Moments.
<b>Image Pyramids</b>	Power of 2. Color/texture segmentation.
<b>Morphology</b>	Erode, dilate, open, close. Gradient, top-hat, black-hat.
<b>Background</b>	Accumulate images and squared images. Running averages.
<b>Differencing</b>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

<b>Distance Transform</b>	Distance Transform
<b>Thresholding</b>	Binary, inverse binary, truncated, to zero, to zero inverse.
<b>Flood Fill</b>	4 and 8 connected
<b>Camera Calibration</b>	Intrinsic and extrinsic, Rodrigues, un-distortion, Finding checkerboard calibration pattern
<b>View Morphing</b>	8 point algorithm, Epipolar alignment of images
<b>Motion Templates</b>	Overlaying silhouettes: motion history image, gradient and weighted global motion.
<b>CAMSHIFT</b>	Mean shift algorithm and variant
<b>Active Contours</b>	Snakes
<b>Optical Flow</b>	HS, L-K, BM and L-K in pyramid.
<b>Estimators</b>	Kalman and Condensation.
<b>POSIT</b>	6DOF model based estimate from 1 2D view.
<b>Histogram (recognition)</b>	Manipulation, comparison, backprojection. Earth Mover's Distance (EMD).
<b>Gesture Recognition</b>	Stereo based: Finding hand, hand mask. Image homography, bounding box.
<b>Matrix</b>	Matrix Math: SVD, inverse, cross-product, Mahalanobis, eigen values and vectors. Perspective projection.
<b>Eigen Objects</b>	Calc Cov Matrix, Calc Eigen objects, decomp. coeffs. Decomposition and projection.
<b>embedded HMMs</b>	Create, destroy, observation vectors, DCT, Viterbi Segmentation, training and test.
<b>Drawing Primitives</b>	Line, rectangle, circle, ellipse, polygon. Text on images.
<b>System Functions</b>	Load optimized code. Get processor info.
<b>Utility</b>	Abs difference. Template matching. Pixel order<->Plane order. Convert Scale. Sampling lines. Bi-linear interpolation. ArcTan, sqrt, inv-sqrt, reciprocal. CartToPolar, Exp, Log. Random numbs. Set image. K-Means.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6.1 ข้อดีของการใช้ OpenCV ในการพัฒนาโปรแกรม

- ฟังก์ชันการทำงานใช้เวลาในการประมวลผลต่ำ เมื่อเทียบกับเครื่องมือพัฒนาอื่นๆ เนื่องจากใช้งานบน C++.net จึงเหมาะกับการประมวลผลภาพเคลื่อนไหวแบบทันที
- เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส จึงไม่ต้องออกแบบและพัฒนาเองเพราะ มีโมดูลต่างๆ ให้เลือกใช้ ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมได้เร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- มีฟังก์ชันการทำงานหลักๆ ที่ต้องใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์คะแนนสนุกเกอร์ เช่น การติดต่อกล้องวิถีทัศน์ การดำเนินการอิงมอร์โฟโลยี และตัวกรองต่างๆ เป็นต้น

## 2.6.2 การตัวอย่าง Function ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

### 2.6.2.1 การจัดการไฟล์ภาพนิ่ง

การอ่านภาพจากไฟล์

```
IplImage* img;
img=cvLoadImage(fileName);
if(!img){
    printf("Could not load image file: %s\n",fileName);
}
```

การเขียนภาพลงไฟล์

```
If(!cvSaveImage(outFileName,img)){
    printf("Could not save: %s\n", outFileName);
}
```

### 2.6.2.2 การจัดการหน่วยความจำ

การกำหนดพื้นที่ของรูปภาพ

```
IplImage* cvCreateImage(CvSize size, int depth, int channels);
```

size : cvSize(width,height);

depth: ความยาวของ pixel ในหน่วยบิต: IPL\_DEPTH\_8U, IPL\_DEPTH\_8S, IPL\_DEPTH\_16U, IPL\_DEPTH\_16S, IPL\_DEPTH\_32S, IPL\_DEPTH\_32F, IPL\_DEPTH\_64F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใช้สำหรับอ่านค่าคุณสมบัติต่างๆของไฟล์วีดีโอเช่น

CV_CAP_PROP_POS_MSEC	-ภาพในตำแหน่งเวลาที่ต้องการในหน่วย millisecond
CV_CAP_PROP_POS_FRAMES	- index ที่ใช้ในการหาภาพเริ่มตั้งแต่ 0
CV_CAP_PROP_POS_AVI_RATIO	- ค่า relative position ของ AVI file (0 - เริ่มต้นภาพ, 1 - สิ้นสุดภาพ)
CV_CAP_PROP_FRAME_WIDTH	- ความกว้างของภาพในวีดีโอ
CV_CAP_PROP_FRAME_HEIGHT	- ความสูงของภาพในวีดีโอ
CV_CAP_PROP_FPS	- frame rate
CV_CAP_PROP_FOURCC	-codeยาวขนาด 4 ตัวอักษร ของ codec.
CV_CAP_PROP_FRAME_COUNT	- จำนวนของเฟรมใน AVI ไฟล์

การตั้งค่าคุณสมบัติต่างๆของไฟล์วีดีโอ

cvSetCaptureProperty.

ใช้สำหรับตั้งค่าคุณสมบัติต่างๆของไฟล์วีดีโอเช่น

CV_CAP_PROP_POS_MSEC	-ภาพในตำแหน่งเวลาที่ต้องการในหน่วย millisecond
CV_CAP_PROP_POS_FRAMES	- index ที่ใช้ในการหาภาพเริ่มตั้งแต่ 0
CV_CAP_PROP_POS_AVI_RATIO	- ค่า relative position ของ AVI file (0 - เริ่มต้นภาพ, 1 - สิ้นสุดภาพ)
CV_CAP_PROP_FRAME_WIDTH	- ความกว้างของภาพในวีดีโอ
CV_CAP_PROP_FRAME_HEIGHT	- ความสูงของภาพในวีดีโอ
CV_CAP_PROP_FPS	- frame rate
CV_CAP_PROP_FRAME_COUNT	- จำนวนของเฟรมใน .avi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# กฎ กติกา สนุกเกอร์

### 3.1 หมวดที่ 1 อุปกรณ์

#### 1. โต๊ะมาตรฐาน

##### ขนาด

A พื้นที่สำหรับใช้ในการเล่น วัดจากขอบผิวของคู้ชชั้น จะต้องมีความยาว 11 ฟุต 8 1/2 นิ้ว x 5 ฟุต 10 นิ้ว (3,569 มม. X 1,778 มม.) โดยมีความคลาดเคลื่อนได้ +/- 1/2 นิ้ว (+-13 มม.)

##### ความสูง

B ความสูงของโต๊ะ วัดจากพื้นห้องถึงขอบผิวรางคู้ชชั้น จะต้องอยู่ระหว่าง 2 ฟุต 9 1/2 นิ้ว ถึง 2 ฟุต 10 1/2 นิ้ว (851 มม. ถึง 876 มม.)

##### หลุม

##### C

1. โต๊ะจะมีหลุมอยู่ตามมุม (2 หลุม ทางด้าน "จุดสปอต" ซึ่งเรียกว่า "หลุมมุมบน" อีก 2 หลุม ทางด้านในเมือง ซึ่งเรียกว่า "หลุมมุมล่าง" และมีหลุมที่กึ่งกลางทางด้านยาวอีกข้างละ 1 หลุม เรียกว่า "หลุมกลาง")
3. ขนาดต่างๆ ของหลุม จะต้องเป็นไปตามแม่แบบ (เทมเพลต) ซึ่งได้รับรองของสมาคมบิลเลียดและ สนุกเกอร์อาชีพโลก (WPBSA)

#### 2. เส้นเมืองและในเมือง

D เส้นตรงซึ่งลากห่างจากขอบและขนานกับคู้ชชั้นล่าง 29 นิ้ว (737 มม.) เรียกว่า "เส้นเมือง" และเนื้อที่ที่อยู่ระหว่างเส้นกับขอบคู้ชชั้นล่างเรียกว่า "ในเมือง" ครั้งวงกลม (ตัว "D")

E ครั้งวงกลมซึ่งเขียนไว้ในเมือง โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่กึ่งกลางของ "เส้นเมือง" และมีรัศมี 11 1/2 นิ้ว (292 มม.)

#### 3. จุดต่างๆ

F มีจุด 4 จุดตั้งอยู่บนแนวกึ่งกลางของโต๊ะตามทางยาวคือ

1. จุดสปอต (เรียกว่า "จุดดำ") ห่างจากจุดกึ่งขอบด้านในของคู้ชชั้นบน 12 3/4 นิ้ว
2. จุดเซ็นเตอร์ (เรียกว่า "จุดน้ำเงิน") ตั้งอยู่ที่กึ่งกลางระหว่างขอบคู้ชชั้นบนกับขอบคู้ชชั้นล่าง
3. จุดปิรามิด (เรียกว่า "จุดชมพู") ตั้งอยู่ที่กึ่งกลางระหว่างขอบคู้ชชั้นบนกับ "จุดน้ำเงิน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. จุดกลางของเส้นเมือง (เรียกว่า"จุดน้ำตาล")

อีก 2 จุด ตั้งอยู่บนมุมของ "D" มองจากในเมือง จุดที่อยู่มุมขวาเรียกว่า"จุดเหลือง"จุดที่อยู่มุมซ้ายเรียกว่า "จุดเขียว"

#### 4. ลูกต่างๆ

ลูกต่างๆจะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 52.5 มม.โดยมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.05 มม.

A ลูกจะต้องมีน้ำหนักเท่ากัน โดยมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 3 กรัม ต่อ 1 ลูก

B ลูก 1 ลูก หรือทั้งชุดอาจจะเปลี่ยนได้ โดยความเห็นชอบของผู้เล่นหรือจากการตัดสินใจของผู้ตัดสิน

#### 5. คิว

คิวที่ใช้ในการเล่นต้องไม่สั้นกว่า 3 ฟุต (914 มม.) และจะต้องไม่มีรูปร่างลักษณะทั่วไปแตกต่างไปจากที่ใช้กันอยู่เป็นปกติ

#### 6. อุปกรณ์อื่นๆ

เรสต์ต่างๆ, คิวขาว (เรียกว่า "BUTTS" และ "HALF BUTTS" ขึ้นอยู่กับความยาว) ตัวต่อและตัวปรับระยะ อาจจะนำมาใช้เมื่อผู้เล่นไม่สะดวกในการแทง อุปกรณ์ดังกล่าวนี้ปกติมีอยู่ตามโต๊ะรวมไปถึงที่ผู้เล่นหรือผู้ตัดสินนำเข้ามา (คู่มือ 3 ข้อ 18) อุปกรณ์ตัวต่อ, ตัวปรับระยะหรือสิ่งประดิษฐ์อื่นๆ เพื่อใช้ประกอบในการแทง จะต้องได้รับการรับรองโดย WPBSA

### 3.2 หมวดที่ 2 คำจำกัดความ

#### 1. เฟรม

เฟรมหนึ่งๆ ของสนุกเกอร์ประกอบด้วยการเล่นจากไม้แรก ด้วยลูก 1 ลูก ที่ได้กล่าวไว้ในหมวด 3 ข้อ 2 จนกระทั่งจบเฟรม โดย

A ผู้เล่นฝ่ายหนึ่งยอมแพ้ขณะอยู่ในเทียวง

B เมื่อเหลือเพียงลูกดำลูกเดียวและมีแต้มต่างกันมากกว่า 7 แต้ม

C ลูกดำลูกสุดท้ายลงหลุมหรือมีการฟาวล์

D ถูกตัดสินโดยผู้ตัดสินภายใต้ หมวด 3 ข้อ 14 (C2) หรือ หมวด 4 ข้อ 2

#### 2. เกม

"เกม" คือจำนวนเฟรมที่ตกลงกันหรือกำหนดให้ว่าจะต้องเล่น

#### 3. แมทช์

"แมทช์" คือจำนวนเกมที่ตกลงกันหรือกำหนดให้ว่าจะต้องเล่น

#### 4. ลูกต่างๆ

A "ลูกขาว" เรียกว่า "ลูกแทง"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B ลูกแดง 15 ลูกและลูกสี 6 ลูก เรียกว่า "ลูกเป่า"

### 5. ผู้แทง

ผู้ที่กำลังจะเข้าเล่นหรือกำลังเล่นอยู่จะเป็น "ผู้แทง" และจะเป็นผู้แทงอยู่จนกระทั่งผู้ตัดสินเห็นว่าเขาได้ออกจากโต๊ะไปเมื่อเที้ยวแทงแล้ว

### 6. การแทง

A การแทงเริ่มขึ้นเมื่อ "ผู้แทง" แทง "ลูกแทง" ด้วยส่วนของหัวคิว

B การแทงที่ถูกต้อง ต้องไม่มีการทำผิดกติกา

C การแทงจะสมบูรณ์เมื่อลูกทุกลูกได้หยุดกับที่แล้ว

D การแทงอาจจะเป็นการแทง "โดยตรง" หรือ "โดยอ้อม" ก็ได้ดังนี้

1. การแทงโดยตรงคือ การแทง "ลูกแทง" ไปกระทบลูกเป้าก่อนที่จะกระทบคูดั้ง
2. การแทงโดยตรงคือ การแทง "ลูกแทง" ไปกระทบคูดั้งหนึ่งครั้งหรือมากกว่า ก่อนที่จะกระทบลูกเป้า

### 7. การตบหลัง

การตบหลังเกิดขึ้นเมื่อลูกเป่าภายหลังจากถูกกระทบจากลูกใดลูกหนึ่งโดยไม่มีการทำผิดกติกลางหลุมไป การทำให้ลูกตกลงหลุมเรียกว่า "ตบหลัง"

### 8. เบรค

การทำเบรคคือ จำนวนเต็มที่ได้จากการตบหลังต่อเนื่องในเที้ยวแทงเดียวกัน

### 9. ลูกในมือ

A ลูกแทงจะเป็นลูก "ในมือ" ต่อเมื่อ

1. ก่อนการเริ่มต้นของทุกๆ เฟรม
2. ลงหลุมไป หรือ
3. ตกโต๊ะ

B เป็นลูก "ในมือ" จนกว่า

1. จะมีการเล่นอย่างถูกต้องจากลูก "ในมือ" หรือ
2. มีการทำฟาวล์ขณะลูกอยู่บนโต๊ะ

C ผู้แทงจะเล่นลูก "ในมือ" ได้เมื่อลูกแทงอยู่ในลักษณะข้างบนนี้

### 10. ลูกที่อยู่ในการเล่น

A "ลูกแทง" เป็นลูกในการเล่นเมื่อไม่ใช่ลูก "ในมือ"

B ลูกเป่าทั้งหลายเป็นลูกในการเล่น จากตอนเริ่มต้นเฟรมจนกระทั่งลงหลุมไปหรือถูกทำตกโต๊ะ

C ลูกสีจะกลับมาเป็นลูกในการเล่นอีก เมื่อนำกลับมาตั้งจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 11. ลูกในเที่ยวแทง

ลูกใดที่อาจจะถูกกระทบอย่างถูกต้อง โดยลูกแทงเป็นลูกแรก หรือใดๆ ก็ตาม ที่อาจจะถูกคบล้างลงหลุมได้เรียกว่าเป็น "ลูกในเที่ยวแทง"

### 12. ลูกที่เลือกแทง

A คือลูกเป้าที่ "ผู้แทง" ระบุหรือแสดงให้ตัดสินทราบจนเป็นที่พอใจ ซึ่งเขารับรองว่า จะต้องถูกกระทบเป็นลูกแรก

B เมื่อร้องขอโดยผู้ตัดสิน ผู้แทงจะต้องแจ้งให้ทราบว่าลูกใดเป็นลูกในเที่ยวแทง

### 13. ลูกฟรีบอล

ลูกฟรีบอล คือลูกที่ผู้แทงเลือกให้เป็นลูกในเที่ยวแทง เมื่อมีการ "สนุกเกอร์" หลังการทำ "ฟาวล์" (คู่มือ 3 ข้อ 10)

### 14. ลูกตกโต๊ะ

ลูกที่ตกโต๊ะ คือลูกที่ไม่หยุดอยู่บน โต๊ะหรือลงหลุมไปหรือถูกหีบขึ้นมา โดย "ผู้แทง" ขณะกำลังเล่น ยกเว้นตามที่ได้กำหนดไว้ในหมวด 3 ข้อ 14 (H)

### 15. การ "ฟาวล์"

"ฟาวล์" คือการทำผิดต่างๆ ตามกติกา

### 16. สนุกเกอร์

ลูกแทงถือว่าลูกสนุกเกอร์ เมื่อการแทงเป็นเส้นตรงไปยังในเที่ยวแทงถูกลูกอื่นบังอยู่ทั้งลูกหรือบางส่วน ถ้าลูกในเที่ยวแทงลูกหนึ่งลูกใดสามารถจะแทงให้ลูกขอบปลายสุดทั้งสองข้างได้โดยไม่ถูกลูกอื่น ลูกแทงนั้นไม่ถูกสนุกเกอร์

A ถ้าเป็นลูกในมือ ลูกแทงจะถือว่าลูก "สนุกเกอร์" ถ้าลูกบังจากทุกๆ ตำแหน่งที่วางได้บนหรือในเส้นครึ่งวงกลม

B ถ้าลูกแทงถูกบังโดยลูกที่ไม่ใช่ลูกในเที่ยวแทงหลายลูก

1. ลูกที่อยู่ใกล้ลูกแทงที่สุด ถือว่าเป็นลูกที่ทำให้เกิดการสนุกเกอร์ (EFFECTIVE SNOOKER BALL)

2. ถ้าลูกบังมีมากกว่า 1 ลูก และอยู่ในระยะที่ห่างจากลูกแทงเท่ากัน ลูกทุกลูกนี้ถือเป็นลูกที่ทำให้เกิดการสนุกเกอร์

C เมื่อลูกแดงเป็นลูกในเที่ยวแทง ถ้าลูกขาวถูกลูกอื่นๆ บังจนไม่สามารถจะแทงไปยังลูกแดงใดๆ ได้ ให้ถือว่าไม่มี EFFECTIVE SNOOKER BALL

D "ผู้แทง" ถือว่าลูก "สนุกเกอร์" เมื่อ "ลูกแทง" ถูก "สนุกเกอร์" ตามกล่าวข้างบน

E ลูกแทงจะไม่ถูก "สนุกเกอร์" โดยคущชั้น ถ้าส่วนโค้งของคущชั้นบังลูกแทงและใกล้ "ลูกแทง" จะไม่ถือว่าลูกสนุกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 17. จุดที่มีลูกอื่นครองอยู่

จุดใดที่ถือว่ามีลูกอื่นครองอยู่ เมื่อไม่สามารถตั้งบนจุดนั้น โดยไม่สัมผัสกับลูกค้ำอื่นๆ

## 18. ไม้ยาว

ไม้ยาวเกิดขึ้นเมื่อหัวคียังคงสัมผัสลูกแทงอยู่

A ภายหลังจากลูกแทงเคลื่อนไปข้างหน้าแล้ว หรือ

B เมื่อลูกแทงและลูกเป้าอยู่ใกล้กันมาก จะไม่ถือว่าเป็นการแทง "ไม้ยาว" เมื่อแทงด้วยมุมที่บาง

## 19. ลูกกระโดด

ลูกกระโดดเกิดขึ้นเมื่อลูกแทงข้ามเหนือของเป้าไม่ว่าจะกระทบลูกนั้นมาก่อนหรือไม่ ยกเว้น

A เมื่อลูกแทงกระทบลูกเป้าและกระโดดข้ามลูกอื่น

B เมื่อลูกแทงกระโดดและกระทบลูกเป้า แต่ไม่ได้ตีสู่พื้นในลักษณะเป็นการข้ามเหนือลูกนั้น

C เมื่อหลังจากกระทบลูกเป้าอย่างถูกต้องแล้ว ลูกแทงกระโดดข้ามลูกเป้านั้นหลังจากไปกระทบลูกอื่นหรือลูกอื่น

## 20. MISS

การ "MISS" เกิดขึ้นเมื่อลูกแทงพลาดจากการกระทบในเที่ยวแทง และผู้ตัดสินพิจารณาว่าผู้แทงนั้นไม่ได้ใช้ความพยายามอย่างเพียงพอที่จะแทงให้ลูก "ลูกในเที่ยวแทง" นั้น

## 3.3 หมวดที่ 3 การเล่น

## 1. คำจำกัดความ

เกมสนุกเกอร์อาจจะเล่นโดยมีผู้เล่น 2 คนหรือมากกว่า เล่นได้ทั้งเป็นฝ่ายหรือเดี่ยว การเล่นนี้สรุปได้ย่อๆ ดังนี้

A ผู้เล่นทุกคนใช้ "ลูกแทง" สีขาวลูกเดียวกัน และมีลูกเป็ารวม 21 ลูก ลูกแดง 15 ลูก ลูกแดงทุกลูกมีค่าเท่ากับ 1 แต้ม และลูกสี 6 ลูก ลูกเหลืองมีค่า 2 ลูกเขียว 3 ลูกน้ำตาล 4 ลูกน้ำเงิน 5 ลูกชมพู 6 และลูกดำ 7

B การแทงทำแต้มในทุกเที่ยวแทงเกิดขึ้นจากตบหลังลูกแดงและลูกสีสลับกันไป จนกระทั่งลูกแดงหมดไปจากโต๊ะ จึงเล่นตบหลังลูกสีตามลำดับจากแต้มน้อยไปหามาก

C แต้มที่ได้จากการแทงจะนำไปบวกให้กับ "ผู้แทง"

D แต้มที่ลูกทำโทษจากการ "ฟาวล์" จะนำไปบวกให้กับคู่ต่อสู้

E กลวิธีที่ใช้ในการเล่นระหว่างเฟรมคือการวาง "ลูกแทง" ไว้หลังลูกที่ไม่ใช่ลูกในเที่ยวแทง นั่นคือการทำ "สนุกเกอร์" กับผู้เล่นคนถัดไป ถ้าผู้เล่นหรือฝ่ายใดมีแต้มตามหลังมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักผู้ดูเห็นหน้าเป็เซ็บระเ็ยชันดานการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต้มที่เหลืออยู่บนโต๊ะ การวาง "สนุกเกอร์" เพื่อความหวังที่จะได้รับแต้มจากการทำ "ฟาวล์" ของ คู่ต่อสู้ จึงกลายเป็นความสำคัญอย่างที่สุด

F ผู้ชนะในเฟรมหนึ่งคือ ผู้เล่นหรือฝ่ายที่

1. ทำแต้มสูงที่สุด
2. ผู้ที่ได้รับการยอมแพ้ในเฟรมนั้น
3. ได้รับการตัดสินให้ตามกติกาหมวด 3 ข้อ 14(C) หรือหมวด 4 ข้อ 2

G ผู้ชนะในเกมหนึ่งคือผู้เล่นหรือฝ่าย

1. ผู้ชนะมากเฟรมที่สุดในจำนวนเฟรมตามที่ต้องการ
2. ทำแต้มรวมทั้งสิ้นได้มากที่สุด เมื่อเล่นแบบนับแต้มของทุกๆ เฟรม
3. ผู้ที่ได้รับการตัดสินให้ตามกติกาหมวด 4 ข้อ 2

H ผู้ชนะในแมตช์หนึ่งคือผู้เล่นหรือฝ่ายที่มีเฟรมชนะมากที่สุดคือการแข่งขันแบบแต้มรวม ด้วยการทำแต้มรวมทั้งสิ้นได้มากที่สุด

## 2. ตำแหน่งของลูกต่างๆ

A ในตอนเริ่มต้นของแต่ละเฟรม ลูกแทงจะเล่นจาก "ลูกในมือ" ลูกเป้าต่างๆ จะถูกตั้งบน ตำแหน่งต่อไปนี้

1. ลูกแดง วางเป็นกลุ่มแน่นอยู่ในรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า โดยมีลูกแดงลูกยอดอยู่ใน แนวกลาง ใต้เหนือจุดพีรามิด โกล์ลูกชมพูเท่าที่จะใกล้ได้ และฐานของสามเหลี่ยม ต้องขนานกับคูซันบน
2. ลูกเหลือง บนมุมขวามือของครึ่งวงกลม
3. ลูกเขียว บนมุมซ้ายมือของครึ่งวงกลม
4. ลูกน้ำดาล บนกึ่งกลางของเส้นเมือง
5. ลูกน้ำเงิน บนจุดเซ็นเตอร์
6. ลูกชมพู บนจุดพีรามิด และ
7. ลูกดำ บนจุดสปอต

B หลังจากเฟรมได้เริ่มต้นไปแล้ว ลูกที่อยู่ในการเล่นจะได้รับการทำความสะอาดโดยผู้ ตัดสินด้วยคำขอที่สมเหตุสมผลของผู้แทง

1. ตำแหน่งของลูกที่ไม่ใช่ลูกตั้งจุด ก่อนที่จะหยิบลูกขึ้นมาทำความสะอาด ต้องมีการ ทำเครื่องหมาย

ด้วยสิ่งทีประดิษฐ์เหมาะสม

2. สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้เป็นเครื่องหมายบอกตำแหน่งของลูกที่จะทำความสะอาดนั้น ถือว่า เป็นเสมือนลูกและมีค่าเท่ากับลูกนั้น จนกว่าจะนำลูกกลับไปตั้งที่จุดเดิมแล้ว หากผู้ เล่นที่ไม่ใช่ผู้แทงจะไปสัมผัสหรือรบกวนสิ่งประดิษฐ์นี้ เขาจะถูกทำโทษเท่ากับผู้แทง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยไม่มีผลต่อลำดับการแทง ผู้ตัดสินจะเก็บสิ่งประดิษฐ์และนำลูกที่ทำความสะดวกเสร็จแล้ว ไว้ในตำแหน่งที่มันอยู่ตามความเห็นของผู้ตัดสิน

### 3. วิธีการเล่น

ผู้เล่นจะเลือกลำดับการเล่นจากการเสี่ยงทาย หรือตกลงยินยอมกันเอง

A ลำดับการเล่นที่เลือกมาได้นั้นจะคงไว้โดยไม่เปลี่ยนแปลงตลอดเฟรม ยกเว้นผู้เล่นคนหนึ่ง อาจถูกขอร้องให้เล่นอีกภายหลังการ "ฟาวล์" ต่างๆ

B ผู้เล่นหรือฝ่ายจะสลับกันแทงเปิดเฟรมของทุกๆ เฟรมในระหว่างเกม

C ผู้เล่นคนแรกเล่นจาก "ลูกในมือ" เฟรมเริ่มต้นเมื่อลูกแทงได้ลูกวางบน โຕ้ะและลูกแทงด้วย ส่วนหัวคิ้วดังนี้คือ

1. เมื่อแทงอย่างถูกต้อง
2. หัวคิ้วสัมผัสกับลูกแทงขณะจรดคิ้ว (ฟาวล์)

D การแทงจะถือว่าถูกต้อง ต้องไม่มีการฝ่าฝืนกติกาตามที่ได้ระบุไว้ในข้อ 12 ในหมวดนี้

E การแทงครั้งแรกของแต่ละเที่ยวแทงเมื่อลูกแดงยังไม่หมด โຕ้ะ ลูกแดงหรือลูกพรีบอลที่เลือกแทงแทนลูกแดงจะเป็นลูกในเที่ยวแทง และค่าของลูกแดงแต่ละลูกกับลูกพรีบอลที่เลือกแทนแดงลูกตบหลังในการแทงไม่เดียวกัน จะได้แต้มทุกลูก

F

1. เมื่อลูกแดงหรือลูกพรีบอลที่เลือกแทงแทนแดงลูกตบหลังลงหลุม ผู้เล่นคนเดิมเล่นต่อ ลูกในเที่ยวแทงต่อไปคือลูกสีที่ผู้แทงเลือก หากลูกตบหลังลงหลุม ไปจะได้แต้มและกลับขึ้นมาตั้งจุด

2. เบรคจะดำเนินต่อไปด้วยการตบหลังลูกแดงและลูกสีสลับกัน จนเมื่อลูกแดงลูกสุดท้ายได้ลูกตบหลังลงหลุม ลูกสีลูกใดลูกหนึ่งจะมีโอกาสถูกแทงเพื่อให้ครบสิทธิ์

3. ลูกสีจะเริ่มมาเป็นลูกในเที่ยวแทงตามลำดับจากค่าน้อยไปหามาก ตามกติกาหมวดที่ 3 ข้อ 1(A) เมื่อลูกสีลูกตบหลังลงหลุมจะไม่นำมาตั้งจุดอีก เว้นแต่ที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 4 ข้างล่างนี้ และผู้แทงคนต่อไปจะแทงลูกสีที่เป็นลูกในเที่ยวแทงต่อไป

G ลูกแดงจะไม่นำกลับมาตั้งใหม่เมื่อได้ลงหลุมไปแล้ว หรือเป็นลูกตกโຕ้ะโดยไม่ต้องคำนึงถึงข้อเท็จจริง ที่ผู้เล่นอาจจะได้ประโยชน์จากการฟาวล์นี้ ยกเว้นได้กำหนดไว้ในหมวด 3 ข้อ 2 (B) (2), 9,14 (F),14 (H) และ 15

H ถ้าผู้เล่นทำแต้มไม่ได้หรือทำฟาวล์จะหมดเที่ยวแทง ผู้เล่นคนต่อมาจะแทงจากจุดที่ลูกหยุด หรือเล่นลูกขาวจากในมือในกรณีที่ลูกขาวอยู่นอกโຕ้ะ

### 4. การสิ้นสุดของเฟรม, เกมหรือแมทช์

A เมื่อเหลือลูกดำลูกเดียวบน โຕ้ะ การทำคะแนนได้หรือทำ "ฟาวล์" เป็นอันสิ้นสุดของเฟรม ยกเว้นเมื่อมีคะแนนเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขข้อ (A) ข้างบนนี้

1. ลูกคำจะถูกตั้งจุด
2. ผู้เล่นเสียงทายเลือกเล่น ผู้เล่นเสียงทายจะเลือกที่จะเล่นก่อนหรือไม่เล่น
3. ผู้เล่นถัดไปเล่นลูกจากในมือ
4. แด้มที่ทำได้หรือฟาวล์เป็นอันสิ้นสุดเฟรม

C การเล่นเกมแบบใช้คะแนนรวมหาผู้ชนะของเกมสหรือแมชท์ เมื่อแเด้มมาเท่ากันในเฟรมสุดท้ายผู้เล่นในเฟรมนั้นจะต้อง เล่นตามรายละเอียดในข้อ B

#### 5. การเล่นเกมในมือ

การเล่นเกมในมือ ลูกแทงจะถูกแทงจากบนเส้นหรือภายในครึ่งวงกลม (D) โดยจะแทงไปได้ทุกทิศทาง

A ผู้ตัดสินจะบอกถ้าลูกถามว่าลูกแทงวางถูกต้องหรือไม่

B ถ้าหัวคิวไปถูกลูกแทงขณะใช้คิวตั้งลูก ผู้ตัดสินเห็นว่าผู้เล่นไม่มีความตั้งใจที่จะแทงลูกแทงยังไม่เป็นลูกอยู่ในการเล่น

#### 6. ลูกแทงกระทบลูกเป้าพร้อมกัน

ลูกสองลูกที่ไม่ใช่ลูกแดงหรือลูกพรีบอลกับลูกในเที่ยวแทง จะถูกกระทบโดยลูกแทงพร้อมกันนั้น ไม่ได้

#### 7. การตั้งลูกสี

ลูกสีใดที่ลงหลุม ไปหรือถูกทำตกโต๊ะจะนำมาตั้งจุดก่อนจะมีการแทงในไม้ต่อไป จนกระทั่งมีการตบลูกสีสุดท้ายตามกติกาหมวด 3 ข้อ 3 (F)

A ผู้เล่นจะไม่ต้องรับผิดชอบกับการตั้งลูกไม่ถูกต้องของผู้ตัดสิน

B ถ้าผู้ตัดสินตั้งลูกไม่ถูกต้อง เมื่อตรวจพบผู้ตัดสินจะนำลูกมาตั้งใหม่ โดยไม่มีการปรับโทษใดๆ การเล่นเกมดำเนินต่อไป

C เมื่อการแทงเกิดขึ้นขณะที่ลูกสีหนึ่งลูกหรือหลายลูกตั้งจุดไม่ถูกต้อง ให้ถือว่าเป็นการตั้งจุดถูกต้องแล้ว สำหรับการแทงครั้งต่อไป ลูกสีใดที่ล้มตั้งจุดจะนำมาตั้งจุด

1. ไม่มีการปรับโทษใดๆ เมื่อพบว่าการผิดพลาดเกิดขึ้นก่อน

2. สามารถปรับโทษได้ถ้าผู้เล่นก่อนที่ผู้ตัดสินจะตั้งลูกเสร็จ

D ถ้าจุดของลูกสีนั้นไม่ว่าง จะนำไปตั้งจุดที่มีค่าสูงที่สุดที่ว่างอยู่

E ถ้ามีลูกสีที่จะต้องตั้งจุดมากกว่า 1 ลูก และจุดของมันไม่ว่าง ลูกสีที่มีค่าสูงสุดจะถูกตั้งก่อน ส่วนที่เหลือไล่ตามค่ามากไปหาน้อย

F ถ้าจุดทุกจุดไม่ว่าง ลูกสีจะถูกตั้งใกล้จุดตัวเองมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จากขุขชั้นบน

G ในกรณีตั้งลูกชมพูและลูกดำ ถ้าจุดทุกจุดไม่ว่างและไม่มีที่ว่างระหว่างจุดของมันและ

ขุขชั้นบน ลูกจะถูกวางใกล้จุดของมันที่สุดทางด้านล่างในแนวกึ่งกลางโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H ในกรณีลูกสี่ที่ตั้งจุดจะต้องไม่สัมผัสกับลูกใด ๆ

J ลูกสี่จะถูกนำมาตั้งอย่างถูกต้องด้วยมือเท่านั้น 1.

#### 8. ลูกติด

A ถ้าลูกแทงติดกับลูกใดลูกหนึ่งซึ่งเป็นลูกในเทียวงหรืออาจเป็นลูกในเทียวงของผู้ตัดสินจะประกาศว่า "ลูกติด" และชี้ว่าลูกใดเป็นลูกติดกับลูกแทง

B เมื่อผู้ตัดสินชี้ว่า "ลูกติด" ผู้แทงจะต้องแทงลูกแทง "จาก" โดยไม่ทำให้ลูกติดเคลื่อนไหว มิฉะนั้น จะถือว่าเป็นไม๊ยาว

C หากว่าผู้แทง ไม่ได้ทำให้ลูกเป่าเคลื่อนไหว จะไม่มีการทำโทษถ้า

1. เป็นลูกในเทียวง
2. เป็นลูกที่อาจจะเป็นลูกในเทียวงและผู้แทงเลือกให้เป็นลูกในเทียวง
3. เป็นลูกที่อาจจะเป็นลูกในเทียวงแต่ผู้แทงระบุลูกอื่น

D ลูกแทงมาติดหรือเกือบติดกับลูกที่ไม่ใช่ลูกในเทียวง หากลูกถามว่าลูกนั้นติดหรือไม่ ผู้ตัดสินจะต้องตอบ "ติด" หรือ "ไม่ติด" และผู้แทงแทงลูกแทงจากลูกนั้น โดยไม่ได้ทำให้เคลื่อนไหว แต่ต้องแทงลูกลูกในเทียวงก่อน

E เมื่อลูกแทงติดกับลูกในเทียวงและลูกที่ไม่ใช่ลูกในเทียวง ผู้ตัดสินจะชี้ให้ทราบเฉพาะลูกในเทียวงเท่านั้น ถ้าผู้แทงถามกรรมการผู้ตัดสินว่าลูกที่ไม่ใช่ลูกในเทียวงนั้นติดด้วยหรือไม่ ผู้ตัดสินจะต้องตอบ

F ถ้าผู้ตัดสินเห็นว่าการเคลื่อน ไหวของลูกติด ไม่ได้เกิดจากการกระทำของผู้แทง จะไม่ถือเป็นการทำฟาวล์

G เมื่อผู้ตัดสินตรวจดูแล้วว่าลูกแทงไม่ได้ติดกับลูกเป่า แต่ต่อมาลูกเคลื่อน ไปติดกันก่อนที่จะมีการแทง ผู้ตัดสินจะนำลูกกลับไปตั้งที่เดิม

#### 9. ลูกอยู่บนขอบปากหลุม

A เมื่อลูกใดตกลงหลุมไปโดยไม่ได้ถูกระทบจากลูกหนึ่งลูกใดและไม่มีส่วนกับการแทงในไม้นั้น จะนำกลับมาตั้งที่เดิม และจะได้แต้มที่ทำมาแล้วทั้งหมด

B อาจจะถูกกระทบโดยลูกที่เกี่ยวข้องในการแทงในไม้นั้น

1. ถ้าไม่มีการฝ่าฝืนกติกา ลูกทุกลูกจะนำกลับมาตั้งใหม่ โดยจะแทงรูปแบบเดิม หรือจะแทงรูปแบบอื่นๆ ก็ได้สุดแต่ดุลยพินิจของผู้แทงคนเดิม
2. เมื่อมีการทำ "ฟาวล์" ผู้แทงจะถูกทำโทษปรับแต้มตามที่กำหนดไว้ ลูกทุกลูกนำกลับมาตั้งที่เดิม ผู้เล่นคนถัดไปมีสิทธิ์เลือกเล่นตามปกติ

C ถ้าลูกในเทียวงทรงตัวอยู่บนขอบปากหลุมชั่วขณะแล้วตกลงไป ให้ถือเป็นลูกตกลงหลุม

#### 10. สนุกเกอร์หลังการฟาวล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการทำฟาวล์ และลูกแทงลูกสนุกเกอร์ ผู้ตัดสินจะประกาศให้ " ฟรีบอล" (หมวด 2 ข้อ 16)

- A ถ้าผู้เล่นเลือกที่จะเล่น ผู้เล่นในเที่ยวแทงคนถัดไปเลือกแทงในการแทงไม้ถัดไป
1. เขาอาจจะเลือกลูกใดลูกหนึ่งเป็นลูกในเที่ยวแทง และ
  2. ลูกที่เลือกแทงถือว่าเป็นลูกในเที่ยวแทง เว้นแต่ว่าเมื่อลูกตบหลังจะนำกลับมาตั้งจุด
- B จะถือว่าเป็นการ"ฟาวล์" ถ้าลูกแทง
1. ไม่กระทบลูกที่เลือกแทงเป็นลูกแรกหรือไม่ได้กระทบพร้อมกันกับลูกในเที่ยวแทง
  2. สนุกเกอร์กับลูกแดงทุกๆ ลูกหรือลูกในเที่ยวแทง โดยลูกฟรีบอลที่เลือก ยกเว้น เหลือเพียงลูกชมพูและลูกดำอยู่บน โต๊ะ
- C ถ้าลูก"ฟรีบอล" ถูกตบหลัง จะนำกลับไปตั้งจุดและได้แต้มเท่ากับลูกในเที่ยวแทง
- D ถ้าลูกในเที่ยวแทงถูกตบหลังหลังจากลูกแทงกระทบลูกฟรีบอลก่อนแล้วหรือกระทบพร้อมกัน ได้แต้มตามค่าของลูกในเที่ยวแทงและไม่ต้องนำกลับมาตั้ง
- E ถ้าทั้งลูกฟรีบอลและลูกในเที่ยวแทงถูกตบลงด้วยกัน ได้แต้มเพียงค่าของลูกในเที่ยวแทง เว้นแต่ลูกในเที่ยวแทงเป็นลูกแดง จะ ได้แต้มตามค่าของลูกทุกลูกที่ลงหลุม ลูก"ฟรีบอล" จะ นำมาตั้งจุด ส่วนลูกในเที่ยวแทง ไม่ต้องนำกลับมาตั้ง

#### 11. การฟาวล์

เมื่อมีการทำฟาวล์ ผู้ตัดสินจะขานฟาวล์

- A ถ้าผู้เล่นยัง ไม่ได้แทง เที่ยวแทงของเขาถือว่าสิ้นสุด ผู้ตัดสินประกาศปรับแต้ม
- B ถ้ามีการแทงแล้ว ผู้ตัดสินจะคอยจนกว่าการแทงไม้นั้นจะเสร็จสิ้น ก่อนจะประกาศปรับแต้ม
- C ถ้าผู้ตัดสิน ไม่ได้ขานฟาวล์และไม่มีการทักท้วงก่อนการแทงไม้ถัดไป ถือว่าไม่ฟาวล์ และให้เกมส์ดำเนินต่อไป
- D ลูกสีใดที่ตั้งจุดไม่ถูกต้องให้คงไว้ในตำแหน่งนั้น ยกเว้นเมื่อพ้นจากโต๊ะ จึงจะนำมาตั้งจุดให้ถูกต้อง
- E ผู้แทงจะได้แต้มทุกแต้มจากการทำเบรค แต่จะไม่ได้แต้มจากไม้ที่แทงฟาวล์
- F ไม้แทงต่อไปจะเล่นจากที่ลูกแทงหยุดอยู่ ถ้าลูกแทงเป็นลูกพ้นจากโต๊ะจะเล่นจากในมือ
- G ถ้ามีการทำฟาวล์มากกว่าหนึ่งอย่างในไม้แทงเดียวกัน ให้ปรับค่าสูงสุดของการฟาวล์นั้น
- H ผู้เล่นที่ทำฟาวล์
1. จะถูกทำโทษตามที่กำหนดไว้ตามข้อ 12 ข้างล่างนี้
  2. จะต้องเล่นในไม้ต่อไป ถ้าถูกขอให้เล่น

#### 12. การปรับโทษ

การฟาวล์ทั้งหมดจะถูกปรับแต้ม 4 แต้ม หรือมากกว่า ตามที่ระบุไว้จาก A ถึง D เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### A ค่าของลูกในเที่ยวแทง

1. แทงลูกลูกแทงมากกว่า 1 ครั้ง
2. แทงขณะที่เท้าทั้งสองข้างพ้นจากพื้น
3. เล่นผิดลำดับ
4. เล่น ไม่ถูกต้องจากลูกในมือ รวมถึงตอนเริ่มเฟรม
5. แทงไม่ถูกลูกใดๆ
6. ทำให้ลูกแทงลงหลุม
7. วางสนุกเกอร์หลังลูกฟรีบอล
8. แทงลูกกระโดด
9. เล่นด้วยคิวที่ไม่ได้มาตรฐาน หรือ
10. ให้คำปรึกษากับผู้เล่น ผิดกติกาหมวด 3 ข้อ 17 (E)

### B ค่าของลูกในเที่ยวแทงหรือลูกที่เกี่ยวข้อง โดย

1. แทงขณะลูกทุกลูกยังไม่หยุดนิ่ง
2. แทงก่อนที่ผู้ตัดสินจะตั้งลูกเสร็จ
3. ทำให้ลูกที่ไม่ใช่ลูกในเที่ยวแทงลงหลุม
4. แทงไม่ถูกลูกในเที่ยวแทง
5. แทงไม้ยาว
6. สัมผัสลูกอื่นในขณะที่เล่น
7. ทำให้ลูกตกโต๊ะ

### C หากว่าผู้แทงไม่ได้ทำให้ลูกเข้าเคลื่อนไหว จะไม่มีการทำโทษถ้า

ค่าของลูกในเที่ยวแทงหรือค่าสูงกว่าของลูกที่เกี่ยวข้องที่ถูกกระทบพร้อมกันก่อน นอกเหนือจากลูกแดง 2 ลูก หรือลูกฟรีบอลกับลูกในเที่ยวแทง

### D ปรับโทษ 7 แด้ม ถ้าผู้แทง

1. ใช้ลูกที่อยู่นอกโต๊ะเพื่อจุดประสงค์ใดๆ
2. ใช้สิ่งหนึ่งสิ่งใดก็ตามเพื่อการวัดช่องว่างหรือระยะห่างของลูก
3. เล่นลูกแดงหลังจากตบลูกแดงหรือลูกฟรีบอลใน ไม้ต่อเนื่องกัน
4. ใช้ลูกอื่นๆ ที่ไม่ใช่ลูกขาวเป็น "ลูกแทง" หลังจากเฟรมได้เริ่มขึ้นแล้ว
5. ไม่ระบุลูกแทงเมื่อผู้ตัดสินถาม
6. หลังจากตบลูกแดงหรือลูกฟรีบอลที่เลือกแทงแทนลูกแดงแล้วทำฟาวล์ก่อนที่จะระบุตี

### 13. ลูกอยู่บนขอบปากหลุม

#### A ตัดสินใจได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มีสิทธิ์ในการแทงโดยอิสระ
2. มีสิทธิ์ในการเลือกลูกในเที่ยวแทง

B ได้แต้มตามค่าของลูกหากเขาตบหลังลงหลุมไป

#### 14. FOUL AND A MISS

ผู้แทงจะต้องพยายามแทงให้ลูกลูกในเที่ยวแทง ถ้าผู้ตัดสินเห็นว่าเป็นการฝ่าฝืนกติกา จะชาน "FOUL AND A MISS" เว้นแต่เป็นสถานการณ์ที่ไม่สามารถจะแทงให้ลูกลูกในเที่ยวแทงได้ กรณีนี้ให้สันนิษฐานว่าผู้เล่นตั้งใจที่จะแทงให้ลูกลูก ในเที่ยวที่แทงแล้ว เมื่อเขาแทงด้วยความแรงที่เพียงพอที่ลูกแทงจะ ไปถึงลูกในเที่ยวแทง ไม่ว่าจะเป็นการแทง "โดยตรง" หรือ "โดยอ้อม"

A ภายหลังจากที่ผู้ตัดสินชาน ". FOUL AND A MISS" ผู้เล่นคนถัดไปอาจขอให้ผู้ทำฟาวล์เล่นใหม่อีกครั้งจากตำแหน่งที่ลูกแทงหยุดอยู่ หรือตำแหน่งเดิมก่อนการฟาวล์โดยมีลูกในเที่ยวแทงดังนี้

1. ลูกแดงใดๆ เมื่อลูกแดงเป็นลูกในเที่ยวแทง
2. ลูกสีเป็นลูกในเที่ยวแทง เมื่อลูกแดงลงหลุมหมดแล้ว หรือ
3. ลูกสีที่ผู้แทงเลือกแทง เมื่อลูกในเที่ยวแทงเป็นลูกสีหลังจากตบหลังลูกแดงลงหลุม

B เมื่อผู้แทงเห็นลูกเป้าเพียงบางส่วน แต่แทงไม่โดนลูกเป้านั้น ผู้ตัดสินชาน "FOUL AND A MISS" เว้นผลของการแทงไม้นั้นจะทำให้แต้มขาด หรือผู้ตัดสินเห็นว่าไม่มีเจตนา

C ในกรณีที่ชาน "MISS" จากข้อ B นั้น หากผู้แทงเห็นลูกเป้าเต็มลูก (ในกรณีที่ลูกเป้าเป็นลูกแดงใดๆ ลูกแดงนั้นจะต้องไม่ถูกบังโดยลูกสี) กรณีนี้

1. การเรียก ". FOUL AND A MISS" จะไม่คำนึงถึงผลต่างของแต้มและ
2. หากถูกร้องขอให้แทงจากตำแหน่งเดิมอีกครั้ง ผู้ตัดสินจะเตือนว่า การแทงไม่ถูกในครั้งที่
- 3 จะมีผลให้ลูกปรับแพ้ในเฟรมนี้

D หลังจากนำลูกแทงกลับวางที่เดิมภายใต้กติกานี้ ผู้แทงทำฟาวล์กับลูกใดลูกหนึ่งก่อนการแทง จะไม่มีการชาน "MISS" ซึ่งในกรณีนี้จะมีการทำโทษตามสมควรแก่กรณีและ

1. ผู้เล่นคนถัดไปอาจเลือกเล่นเอง หรืออาจให้ผู้ทำผิดเล่นอีกครั้งจากที่ลูกแทงหยุดอยู่
2. ผู้เล่นคนถัดไปอาจขอให้ผู้ตัดสินย้ายลูกกลับไปตั้งที่เดิมและให้ผู้ผิดเล่นอีกครั้งหนึ่ง
3. หากสถานการณ์ข้างบนนี้เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนของการชาน "MISS" การเตือนที่เกี่ยวกับการปรับแพ้ให้คู่ต่อสู้ยังมีผลใช้บังคับ

E การ "MISS" อื่นๆ อาจถูกให้ตามดุลยพินิจของผู้ตัดสิน

F หลังจาก "MISS" และถูกร้องโดยผู้เล่นคนถัดไปให้ผู้ตัดสินนำลูกแทงไปตั้งที่เดิม ลูกเป้าต่างๆ ที่เคลื่อนที่ (ถูกกระทบ, รบกวน จะคงอยู่ในที่นั้น เว้นแต่ผู้ตัดสินมีความเห็นว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ทำพาวล์จะได้รับประโยชน์จากกรณีนี้ กรณีนี้จะนำมาจัดตั้งที่เดิมตามที่เห็นสมควรและถูก  
 สิที่อยู่นอกการเล่น (ลงหลุม, ตกโต๊ะ) จะนำมาตั้งจุดหรือตำแหน่งเดิมอันเหมาะสม

G เมื่อลูกต่างๆ ถูกนำกลับมาวางไว้ที่เดิมภายหลังการ "MISS" ทั้งผู้ทำพิดและผู้เล่นคน  
 ถัดไปจะปรึกษากันถึงตำแหน่งของลูก หลังจากนั้นการตัดสินใจของผู้ตัดสินเป็นอันสิ้นสุด

H ในระหว่างการปรึกษาหารือเรื่องตำแหน่งของลูกกันอยู่นั้น ถ้าผู้เล่นผู้ใดคนหนึ่ง ไปสัมผัส  
 ลูกในการเล่น ผู้เล่น จะถูกปรับแต้ม แต่ไม่มีผลกับลำดับการเล่น ลูกที่ถูกสัมผัสจะนำ  
 กลับมาวางที่เดิมตามสมควร โดยผู้ตัดสิน แม้ว่าลูกนั้นจะถูกหยิบขึ้นมา

J กรณีที่ผู้เล่นคนถัดไปขอร้องให้ผู้ตัดสินพยายามนำลูกทุกลูกกลับไปตั้งยังตำแหน่งเดิม ผู้  
 ตัดสินจะต้องแสดงให้เห็นว่าได้ทำหน้าที่อย่างรอบคอบและเหมาะสมอย่างที่สุดแล้ว

#### 15. ลูกที่เคลื่อนไหวโดยสิ่งอื่น

ถ้าลูกใดไม่ว่าจะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่อันเกิดจากการกระทำของผู้อื่นที่ไม่ใช่ผู้แทง ผู้  
 ตัดสินจะนำลูกนั้นกลับไปตั้งที่เดิม

A กรณีนี้คลุมถึงบุคคลหรือสิ่งอื่นใด เป็นสาเหตุให้ผู้แทง ทำให้ลูกเคลื่อนไหว

B ไม่มีผู้เล่นคนใดถูกปรับโทษโดยการผิดพลาดของผู้ตัดสิน

#### 16. สถานการณ์จุดอับ

ถ้าผู้ตัดสินเห็นว่าสถานการณ์จุดอับ ใกล้จะเกิดหรือเกิดขึ้น ผู้ตัดสินจะแจ้งให้ผู้เล่นได้มีทาง  
 ที่จะเริ่มต้นเฟรมนั้นใหม่ ถ้าผู้เล่นคนใดคนหนึ่งไม่ยอม ผู้ตัดสินจะอนุญาตให้เล่นต่อได้ด้วย  
 เงื่อนไขที่ว่าสถานการณ์นี้ จะต้องเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาที่กำหนดให้ โดยปกติจะให้ทาง  
 คนละ 3 ครั้งแล้วแต่ดุลยพินิจของผู้ตัดสิน ถ้าสถานการณ์ยังคงไม่เปลี่ยนแปลง ผู้ตัดสินจะ  
 ประกาศยกเลิกเฟรมนี้และให้เริ่มเล่นเฟรมนี้ใหม่โดย

A ผู้เล่นคนเดิมเป็นผู้แทงเปิดเฟรม

B ลำดับการเล่นให้คงไว้เหมือนเดิม

#### 17. การเล่นเกมคู่ (การเล่นที่มีผู้เล่น 4 คน)

A การเล่นเกมคู่ แต่ละฝ่ายจะเปิดเฟรมสลับกัน ลำดับการเล่นจะเลือกตอนเริ่มต้นของ  
 แต่ละเฟรม เมื่อเลือกเล่นได้แล้วจะต้องรักษาลำดับการเล่นตลอดเฟรมนั้น

B ผู้เล่นจะเปลี่ยนลำดับการเล่นในตอนเริ่มต้นใหม่ของแต่ละเฟรม ได้

C การทำพาวล์และได้รับการขอร้องให้เล่นใหม่โดยผู้เล่นคนเดิมถึงแม้ว่าการพาวล์นั้นจะ  
 เกิดจากการเล่น "พิดเที่ยวแทง" จะต้องรักษาลำดับการเล่นไว้คงเดิม คู่ของผู้ทำพิดจะเสี  
 เที่ยวแทงนั้นไป

D เมื่อจบเฟรม แต้มที่ทำเท่ากัน จะนำกติกาหมวด 3 ข้อ 4 มาใช้ โดยนำลูกคามาตั้งจุด  
 ที่ได้แทงในไม้แรกจะเลือกกว่าใครจะได้แทงก่อนก็ได้และลำดับการเล่นคงรักษาไว้  
 เหมือนเดิมตลอดเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E ผู้เล่นจะปรึกษากันได้ระหว่างเฟรมแต่ต้องไม่

1. ในขณะที่ผู้แทงกำลังอยู่ที่โต๊ะ หรือ
2. ขณะแทงอยู่ จนกว่าจะหมดเบรคในไม้นั้น

#### 18. การใช้อุปกรณ์ต่างๆ

เป็นความรับผิดชอบของผู้แทงในการเก็บหรือเอาอุปกรณ์ออกไปใช้ที่โต๊ะ

A ผู้เล่นจะต้องรับผิดชอบต่ออุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้เอง หากชำรุดและทำให้เกิดการพาวล์จะต้องรับโทษปรับแต้ม สำหรับการพาวล์ที่เกิดขึ้นเมื่อขึ้นเมื่อใช้อุปกรณ์นั้น

B อุปกรณ์ปกติจะมีที่โต๊ะจากการจัดหาของเจ้าหน้าที่ต่างๆรวมทั้งผู้ตัดสิน และผู้แทงไม่ต้องรับผิดชอบต่อการชำรุดของอุปกรณ์นี้ ถ้าอุปกรณ์เหล่านั้นเกิดชำรุดเป็นเหตุให้ไปสัมผัสลูก จะไม่มีการชานพาวล์ ผู้ตัดสินจะนำลูกต่างๆ วางไว้ในตำแหน่งเดิมให้สอดคล้องกับกติกาข้อ 15 ถ้าอยู่ในการทำเบรค ก็จะดำเนินต่อไปโดยไม่มีการปรับแต้มอย่างใด

#### 19. INTERPRETATION

A กติกาที่ใช้บังคับทั้งชายและหญิงโดยเท่าเทียมกัน

B ในสถานการณ์บางกรณีการตีความตามกติกานี้จะไม่ใช้กับบุคคลดังนี้

1. คนพิการทางร่างกาย
2. คนตาบอดสี

### 3.4 หมวดที่ 4 ผู้เล่น

#### 1. การถ่วงเวลา

ถ้าผู้ตัดสินพิจารณาเห็นว่าผู้เล่นใช้เวลาเกินสมควรในการแทง จะเตือนผู้เล่นว่า เขาอาจถูกปรับเฟรมให้กับคู่แข่ง

#### 2. การประพฤติที่ไม่เหมาะสม

การที่ผู้เล่นปฏิเสธที่จะเล่นต่อที่ดี หรือมีกริยาที่ไม่เหมาะสม ผู้ตัดสินเห็นว่าเป็นการทำโดยจงใจหรือบ่อยครั้ง รวมถึงยังคงถ่วงเวลาอยู่อีกหลังจากได้รับการเตือนในกติกาข้อ 1 ข้างบนแล้วมีความประพฤติไม่เป็นสุภาพบุรุษ ผู้เล่นอาจจะถูกปรับแพ้ในเฟรมนี้ ผู้ตัดสินจะเตือนว่าถ้ายังประพฤติเช่นนั้นอีกก็จะปรับให้แพ้ในเกมนี้

#### 3. การลงโทษ

A หากมีการตัดสินให้แพ้ในเฟรมใดภายใต้กติกาหมวดนี้ ผู้กระทำผิดจะต้อง

1. แพ้ในเฟรมนั้น
2. ถูกปรับแต้มทั้งหมดที่ทำได้ และผู้ที่ไม่ได้กระทำผิดจะได้แต้มจากลูกที่เหลืออยู่บนโต๊ะ ลูกแดงทุกลูกมีค่าเท่ากับ 8 แต้ม ลูกสีที่อยู่นอกโต๊ะจะถูกนับแต้มเสมือนกับว่าได้อยู่บนโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B หากมีการตัดสินให้แพ้ในเกมใดภายใต้กติกาหมวดนี้ ผู้กระทำผิดจะต้อง

1. แพ้ในเฟรมที่กำลังเล่นนั้น เช่นเดียวกับข้อ 3 (A) และ
2. แพ้ในเฟรมที่เหลือที่ยังไม่ได้เล่นให้ครบตามจำนวนเฟรมที่กำหนดในเกมนั้น
3. ผู้ที่ไม่อยู่ในเที่ยวแทงเมื่อผู้แทงอยู่ จะต้องหลีกเลี่ยงในการยื่นหรือเคลื่อนไหวนในแนวสายตาของผู้แทง จะนั่งหรือยืนต้องอยู่ในระยะห่างจากโต๊ะตามสมควร

#### 4. การออกไปจากห้องแข่งขัน

เมื่อไม่อยู่ในห้องแข่งขัน ผู้เล่นอาจจะตั้งผู้ใดผู้หนึ่งเป็นผู้แทนสำหรับการดูแลผลประโยชน์เรียกร้องการฟาวล์ แต่ต้องแจ้งให้กรรมการผู้ตัดสินทราบก่อนจะออกจากห้อง

#### 5. เฟรมยุติ

A การยุติให้"เฟรม" จบทำได้ต่อเมื่อขณะเป็นผู้แทง

B เมื่อมีการเล่นแบบนับแต้มรวมและมีการยุติเฟรม ค่าของลูกต่างๆ ที่เหลืออยู่บนโต๊ะจะถูกบวกให้อีกฝ่าย ดังนั้นลูกแดงทุกลูกมีค่าลูกละ 8 แต้ม ถ้าลูกใดที่อยู่นอกการเล่นอย่างผิดกติกานับแต้มเหมือนเป็นลูกตั้งจุด

### 3.5 หมวดที่ 5 เจ้าหน้าที่

#### 1. ผู้ตัดสิน

A ผู้ตัดสินต้อง

1. พิจารณาความยุติธรรมและไม่ยุติธรรมในการเล่น
2. มีการตัดสินใจโดยอิสระเพื่อผลแห่งความยุติธรรมในทุกสถานการณ์ ถึงแม้ว่ากติกาอาจมิได้ระบุไว้
3. รับผิดชอบให้เกมดำเนินไปภายใต้กติกานี้
4. ตักเตือน เมื่อเห็นว่าฝ่าฝืนกติกานี้
5. บอกลีให้เล่น เมื่อได้รับการร้องขอจากผู้เล่น
6. ทำความสะอาดลูกเมื่อได้รับการร้องขออย่างมีเหตุผลอันเหมาะสม

B ผู้ตัดสินจะไม่

1. ตอบคำถามอันไม่เกี่ยวข้องกับกติกานี้
2. ให้ข้อชี้แนะว่าผู้เล่นกำลังจะทำฟาวล์
3. ให้คำแนะนำหรือความเห็นอันเกี่ยวกับผลของแต้ม
4. ตอบคำถามอันเกี่ยวกับผลต่างของแต้มระหว่างผู้เล่น

C ในกรณีที่ผู้ตัดสินไม่เห็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ผู้ตัดสินจะเอาข้อมูลจากผู้ใส่แต้ม, เจ้าหน้าที่อื่นๆ หรือผู้ดูที่อยู่ในตำแหน่งที่เห็นเหตุการณ์ได้ชัดเจนที่สุด เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

#### 2. ผู้ใส่แต้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นผู้ใส่แต้มบนป้ายคะแนนและหน้าที่ผู้ช่วยผู้ตัดสินและต้องเป็นผู้บันทึกผลถ้าจำเป็น

### 3. ผู้บันทึกผล

ผู้บันทึกผลจะต้องบันทึกข้อมูลการแทงในแต่ละไม้

### 4. การให้ความช่วยเหลือ

A เมื่อผู้เล่นร้องขอ ผู้ตัดสินหรือเจ้าหน้าที่จะต้องให้การช่วยเหลือในสถานะที่เหมาะสม

B ให้ความช่วยเหลือผู้เล่นพิการตามควรแก่กรณี

## 3.6 คำศัพท์ทางเทคนิคที่สำคัญ

### ตารางที่ 3.1 คำศัพท์ทางเทคนิคของกีฬาสนุกเกอร์ที่สำคัญ

#### ANCILLARY

อุปกรณ์ต่างๆโดยปกติจะมีอยู่กับโต๊ะมาตรฐาน เพื่อใช้ประกอบ เมื่อผู้เล่นไม่สะดวกในการแทง ประกอบด้วย

1. เรตสั้น-เรตกลาง-เรตยาว
2. เรตโค้งมีทั้งสั้น 3 แบบ
3. ตัวต่อปรับระยะสั้น-ยาวของคิว

#### BALL

ลูกต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 52.5 มม. ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.05 มม. ต้องมีน้ำหนักเท่ากัน ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 3 กรัม ต่อ 1 ชุดมีทั้งหมดจะมี 22 ลูก แบ่งเป็นลูกขาว 1 ลูกและลูกเป้า 21 ลูก แยกเป็นลูกแดง 15 ลูก มีค่าลูกละ 1 แต้ม ลูกสี 6 ลูก ประกอบด้วยลูกเหลืองมีค่า 2 แต้ม, ลูกเขียวมีค่า 3 แต้ม, ลูกน้ำตาลมีค่า 4 แต้ม, ลูกน้ำเงินมีค่า 5 แต้ม, ลูกชมพูมีค่า 6 แต้ม และลูกดำมีค่า 7 แต้ม

#### BALL IN HAND

ลูกในมือ ลูกแทงจะเป็นลูก " ในมือ " ต่อเมื่อ

1. ก่อนการเริ่มต้นของทุกๆเฟรม
2. ลงหลุมไป หรือ
3. ตกโต๊ะเป็นลูก " ในมือ " จนกว่า

1. จะมีการเล่นอย่างถูกต้องจากลูก " ในมือ " หรือ
2. จะมีการทำฟาวล์ขณะลูกอยู่บนโต๊ะผู้แทงจะเล่นลูก " ในมือ " ได้ เมื่อลูกแทงอยู่ในลักษณะข้างบนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

BALL IN PLAY	ลูกที่อยู่ในการเล่น 1. " ลูกแทง " เป็นลูกในการเล่นเมื่อไม่ใช่ลูก " ในมือ " 2. ลูกเป้าทั้งหลายเป็นลูกในการเล่น จากตอนเริ่มต้นเฟรมจนกระทั่งลงหลุมไปหรือลูกทำตกโต๊ะ 3. ลูกสีจะกลับมาเป็นลูกในการเล่นอีก เมื่อได้นำกลับมาตั้งจุด
BALL MARKER	อุปกรณ์ที่ใช้กำหนดตำแหน่งของลูก ในกรณีที่มีความจำเป็น จะต้องเอาลูกที่อยู่ในการเล่นขึ้นมาทำความสะอาด
BALL ON	ลูกใดที่อาจจะถูกกระทบอย่างถูกต้อง โดยลูกแทงเป็นลูกแรกหรือลูกใดๆก็ตามที่อาจจะถูกตบหลังลงหลุมได้เรียกว่าเป็น " ลูกในเทียวงแทง "
BALK LINE	เส้นตรงซึ่งลากห่างจากขอบและขนานกับคูด้านล่าง 29 นิ้ว (737 มม.) เรียกว่า " เส้นเมือง " และเนื้อที่ที่อยู่ระหว่างเส้นกับขอบคูด้านล่างเรียกว่า " ในเมือง "
BLACK SPOT	คือ ตำแหน่งของจุดดำ
BOTTOM POCKET	คือ หลุมมุมล่าง
BREAK	การทำเบรกคือ จำนวนแต้มที่ได้จากการตบหลังต่อเนื่องในเทียวงเดียวกัน
BRIDGE HAND	การวางมือตามมาตรฐาน
BROWN SPOT	คือ ตำแหน่งของจุดน้ำตาล
CANNON	เป็นการแทงให้ลูกขาวหลังจากกระทบลูกเป้าลูกที่หนึ่งแล้ว ยังคงวิ่งไปกระทบลูกเป้าลูกที่สอง (ในบิลเลียดได้สองแต้ม)
CENTER POCKET	หลุมกลาง ( มี 2 หลุม )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

CENTER SPOT	คือ ตำแหน่งของจุดนำเงิน
CENTURY BREAK	คือ การทำแต้มได้ตั้งแต่ 100 แต้ม ขึ้นไปในการแทงไม้เดียว
COMBINATION	ลูกสปีด นอกจากจะใช้คำว่า ลูกสปีดแล้ว การอธิบายความจะพูดว่า เป็นลูกบังค้ำลง
CUE	คิวที่ใช้ในการเล่นต้องไม่สั้นกว่า 3 ฟุต (914 มม.) และจะต้อง ไม่มีรูปร่างลักษณะทั่วไป แตกต่างไปจากที่ใช้กันอยู่เป็นปกติ
CUE BALL	คือ ลูกขาวที่ใช้เป็นลูกแทง
CUSHION	ปกติ จะใช้ทับศัพท์ แต่ภาษาพูดจะใช้คำว่า ชิง
DRAG SHOT	เป็นการแทงลูกขาวตรงตำแหน่ง 6 นาฬิกาอย่างไม่แรงนักเพื่อบังค้ำให้ลูกขาววิ่งให้เป็นเส้นตรงมากที่สุด
FOLLOW THROUGH	ลักษณะการแทง/หรือออกคิวอันเป็นมาตรฐาน
FORCED OF THE TABLE	ลูกที่ตกโต๊ะ คือลูกลูกที่ไม่หยุดอยู่บนพื้น โต๊ะหรือลงหลุมไป
FOUL	" ฟาวล์ " คือการทำผิดต่างๆตามกติกา
FOUL AND MISS	ผู้แทงจะต้องพยายามแทงให้ลูกลูกในเทียวงแทง ถ้าผู้ตัดสินเห็นว่าเป็นการฝ่าฝืน กติกาจะประกาศ FOUL AND MISS เว้นแต่เป็นสถานการณ์ที่ไม่สามารถจะแทงให้ลูกลูกในเทียวงแทงได้ ให้สันนิษฐานว่าผู้เล่นตั้งใจที่จะแทงให้ลูกลูกแล้ว
FRAME	จำนวนของเฟรม จะใช้เป็นตัวกำหนดการแพ้-ชนะของเกมส์
FREE BALL	ลูกฟรีบอล คือ ลูกที่ผู้แทงเลือกให้เป็นลูกในเทียวงแทง เมื่อมีการ ' สนุกเกอร์ ' หลังการทำ " ฟาวล์ "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

FULL BALL	การแทงเต็มใบ
GAME	คือ จำนวนเฟรมที่ตกลงกันหรือกำหนดให้ว่าจะต้องเล่นในการแข่งขัน ผู้ที่ทำเฟรมชนะได้ครบก่อนจะเป็นผู้ชนะในเกมส้นั้นเช่น การแข่งขันกำหนดให้เป็นแบบ ดิที่สูดใน 9 เฟรม หมายความว่า ผู้เล่นฝ่ายที่ทำเฟรมชนะได้ 5 เฟรมก่อนจะเป็นผู้ชนะดั่งนั้น ผลการแข่งขัน อาจจะเป็นได้ ดังนี้ 5:0,5:1,5:2,5:3,5:4
GREEN SPOT	คือ ตำแหน่งของจุดเขียว
GRIP	การจับคิวแบบมาตรฐาน
HALF BALL	การแทงครึ่งใบ
IN - OFF	คือ การแทงเปลี่ยน หมายความว่าเป็นการแทงให้ลูกขาว หลังจากกระทบกับลูกเป้าแล้ววิ่งลงหลุมไป ในสนามเกอร์เป็นการฟาวด์แต่ในบิลเลียดเป็นการทำแต้ม
JUMP SHOT	ลูกกระโดดเกิดขึ้นเมื่อลูกแทงข้ามเหนือของลูกเป้า ไม่ว่าจะกระทบลูกนั้นมาก่อนหรือไม่
KNOCK OUT	คือ การแข่งขันแบบแพ้คัดออก
LOSING HAZARD	ให้คู่คำอธิบาย IN - OFF
MATH	คือ จำนวนเกมที่ตกลงกันหรือกำหนดให้ว่าจะต้องเล่น
MAXIMUM BREAK	คือ การทำแต้ม 147 แต้ม ในการแทงไม้เดียว
MISS	เกิดขึ้นเมื่อลูกแทงพลาดจากการกระทบลูกในเที่ยวแทง
NOMINATED BALL	คือ ลูกเป้าที่ " ผู้แทง" ระบุหรือแสดงให้ผู้ตัดสินทราบจนเป็นที่พอใจ ซึ่งเขารับรองว่าจะต้องถูกระทบเป็นลูกแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

OBJECT BALL	คือ ลูกเป้า ประกอบด้วย ลูกแดง 15 ลูก และลูกสี 6 ลูก
PLAIN BALL	การแทงโดยให้หัวคิวกระทบกับศูนย์กลางของลูกขาว
PLAINS	คือ การแทงให้ลูกขาวกระทบกับลูกเป้าลูกหนึ่ง และไปแค่นอนกับลูกเป้าอีกลูกหนึ่งแล้วลงหลุมไป
POT	การตบหลังเกิดขึ้นเมื่อลูกเป้าภายหลังจากถูกกระทบ โดยลูกแทงหรือจากลูกใดลูกหนึ่งลงหลุมไป เรียกว่า " ตบหลัง "
PUSH STROKE	ไม้ยาวเกิดขึ้นเมื่อหัวคิวยังคงสัมผัสลูกแทงอยู่ ภายหลังจากลูกแทงเคลื่อนไปข้างหน้าแล้ว
PYRAMID SPOT	คือ ตำแหน่งของจุดชมพู
ROUND ROBIN	คือ การแข่งขันแบบพบกันหมด
SCREW	การแทงให้หัวคิวกระทบกับลูกขาวตรงตำแหน่ง 6 นาฬิกาเพื่อให้ลูกขาวหลังจากกระทบกับลูกเป้าแล้วไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
SIDE SPIN	เป็นการแทงลูกขาวตรงตำแหน่งข้างลูกขาวเช่น ตำแหน่ง 10,9,8,7 หรือ 1,2,3,4 ตามรูป เพื่อให้ลูกขาวเปลี่ยนมุมสะท้อนออกจากคู้ชชั่น
SNOOKER	ลูกแทงถือว่าถูกสนุกเกอร์ เมื่อการแทงเป็นเส้นตรงไปยังลูกในเทียวแทงลูกลูกอื่นบังอยู่ทั้งลูกหรือบางส่วน ถ้าลูกในเทียวแทงลูกหนึ่งลูกใด สามารถจะลูกแทงให้ลูกขอบปลายสุดทั้งสองข้างได้โดยไม่ถูกลูกอื่น ลูกแทงนั้นไม่ถูกสนุกเกอร์
SPOTS	มีจุด 4 จุด ตั้งอยู่บนแนวกึ่งกลางของโต๊ะตามทางยาวคือ <ol style="list-style-type: none"> <li>จุดสปอต ( เรียกว่า " จุดดำ ") ห่างจากจุดกึ่งขอบด้านในของคู้ชชั่นบน 12/3.4 นิ้ว</li> <li>จุดเซ็นเตอร์ ( เรียกว่า " จุดน้ำเงิน ") ตั้งอยู่กึ่งกลางระหว่างขอบคู้ชชั่นบนกับ</li> </ol>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

	<p>คูชชั้นล่าง</p> <p>3. จุดพีรามิด ( เรียกว่า " จุดชมพู" ) ตั้งอยู่ที่กึ่งกลางระหว่างขอบคูชชั้นบนกับ "จุดน้ำเงิน "</p> <p>4. จุดกลางของเส้นเมือง ( เรียกว่า " จุดน้ำตาล " ) อีก 2 จุดตั้งอยู่บนมุมของ "D" มองจากในเมือง จุดที่อยู่มุมขวาเรียกว่า "จุดเหลือง" จุดที่อยู่มุมซ้ายเรียกว่า "จุดเขียว"</p>
SPOT OCCUPIED	จุดใดที่ถือว่ามียูกอื่นครองอยู่ เมื่อไม่สามารถตั้งบนจุดนั้นโดยไม่สัมผัสกับลูกอื่นๆ
STALE MATE	เป็นลักษณะของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะที่แข่งขัน ที่ทำให้สถานการณ์ของเฟรมนั้นไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเราเรียกว่า " สถานการณ์จุดอับ"
STANDARD TABLE	โต๊ะมาตรฐาน ต้องมีขนาด 11 ฟุต 8/1.5 นิ้ว x 5 ฟุต 10 นิ้ว ( 3,569 มม. x 1,778 มม.) โดยมีความคลาดเคลื่อนได้ $\pm 1.5$ นิ้ว ( $\pm 13$ มม. ) ความสูงอยู่ระหว่าง 2 ฟุต 9/15 นิ้วถึง 2 ฟุต 10/1.5 นิ้ว ( 851 มม. ถึง 876 มม.) โต๊ะจะมีหลุมอยู่ตามมุม ( 2 หลุม ทางด้าน " จุดสปอต " ซึ่งเรียกว่า " หลุมมุมบน " อีก 2 หลุม ทางด้านในเมือง ซึ่งเรียกว่า " หลุมมุมล่าง " และมีหลุมที่กึ่งกลางทางด้านยาวอีกข้างละ 1 หลุม เรียกว่า " หลุมกลาง " ขนาดต่างๆของหลุมจะต้องเป็นไปตามแม่แบบ ( เทมเพลท ) ซึ่งได้รับการรับรองของสมาคมบิลเลียดและสนุกเกอร์อาชีพโลก ( WPBSA ) ดังรูปที่
STANCE	การยืนท่ามาตรฐาน
STRIKER	ผู้แทงผู้ที่กำลังจะเข้าเล่นหรือกำลังเล่นอยู่จะเป็น " ผู้แทง " และจะ เป็นผู้แทงอยู่จนกระทั่งผู้ตัดสินเห็นว่า เขาได้ออกจากโต๊ะไปเมื่อจบเที้ยวแทงแล้ว
STROKE	การแทงเริ่มขึ้นเมื่อ " ผู้แทง " แทง " ลูกแทง " ด้วยส่วนของหัวคิว การแทงจะสมบูรณ์เมื่อลูกทุกลูกได้หยุดกับที่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

STUN	เป็นการแทงลูกขาวในตำแหน่งต่ำกว่าจุดศูนย์กลางของลูกขาว เพื่อให้ไม่ให้ลูกขาววิ่งไปมากหลังกระทบกับลูกเป้าแล้ว
SWERVE SHOT	การแทงให้ลูกขาววิ่งเป็นแนวโค้ง
THE "D"	ครึ่งวงกลมซึ่งเขียนไว้ในเมือง โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่กึ่งกลางของ " สันเมือง " และมีรัศมี 11/1.5 นิ้ว ( 292 มม. )
TOP POCKET	คือ หลุมมุมบน
TOP SPIN	การแทงให้หัวคิวกระทบกับลูกขาว ตรงตำแหน่ง 12 นาฬิกาเพื่อให้ลูกขาวหลังกระทบลูกเป้าแล้วยังคงวิ่งไปข้างหน้าอีก
TOTAL CLEARANLE	คือ การแทงลูกให้หมดโต๊ะ
TOUCHING BALL	ถ้าลูกแทงติดกับลูกใดลูกหนึ่งซึ่งเป็นลูกในเที่ยวแทง หรืออาจเป็นลูกในเที่ยวแทง ผู้ตัดสินจะประกาศว่า " ลูกติด "
WINNIG HAZARD	ให้คู่คำอธิบายของคำว่า <u>POT</u>
YELLOW SPOT	คือ ตำแหน่งของจุดเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การออกแบบและพัฒนา

ในการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมช่วยวิเคราะห์คะแนนการเล่นสนุกเกอร์นั้นจะแบ่งโครงสร้างการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 โดยในภาคการศึกษา 1/2550 นั้นได้มีการออกแบบและพัฒนาในส่วนแรกคือ ส่วนวิเคราะห์คะแนนและตรวจสอบกติกาเบื้องต้น และจะทำการพัฒนาสองส่วนหลังซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนรวบรวมสถิติและข้อมูลการเล่นของผู้เล่นแต่ละคน ในภาคการศึกษาที่ 2/2550 ต่อไป

สามารถอธิบายการออกแบบและการพัฒนาโปรแกรมในส่วนวิเคราะห์คะแนนและตรวจสอบกติกาเบื้องต้น ได้ดังต่อไปนี้

ส่วนวิเคราะห์คะแนนและตรวจสอบกติกาเบื้องต้น (Point and rule checking module) เป็นส่วนที่ต้องดูแลเรื่องการจัดการข้อมูลภาพที่รับเข้ามาให้มีความพร้อมที่จะนำมาใช้ประมวลผลหาข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ภายในภาพก่อนที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลสถานะภายในเกมส์การเล่น ณ ช่วงเวลานั้น เพื่อตีความเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในภาพ ทำให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์คะแนนและการทำฟาวล์ที่เกิดขึ้นภายในเกมส์การเล่นได้อย่างถูกต้องและใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด โดยโปรแกรมในส่วนวิเคราะห์คะแนนและตรวจสอบกติกาเบื้องต้น (Point and rule checking module) จะมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

#### 4.1 ขั้นตอนเริ่มต้นรับภาพ (Create image object)

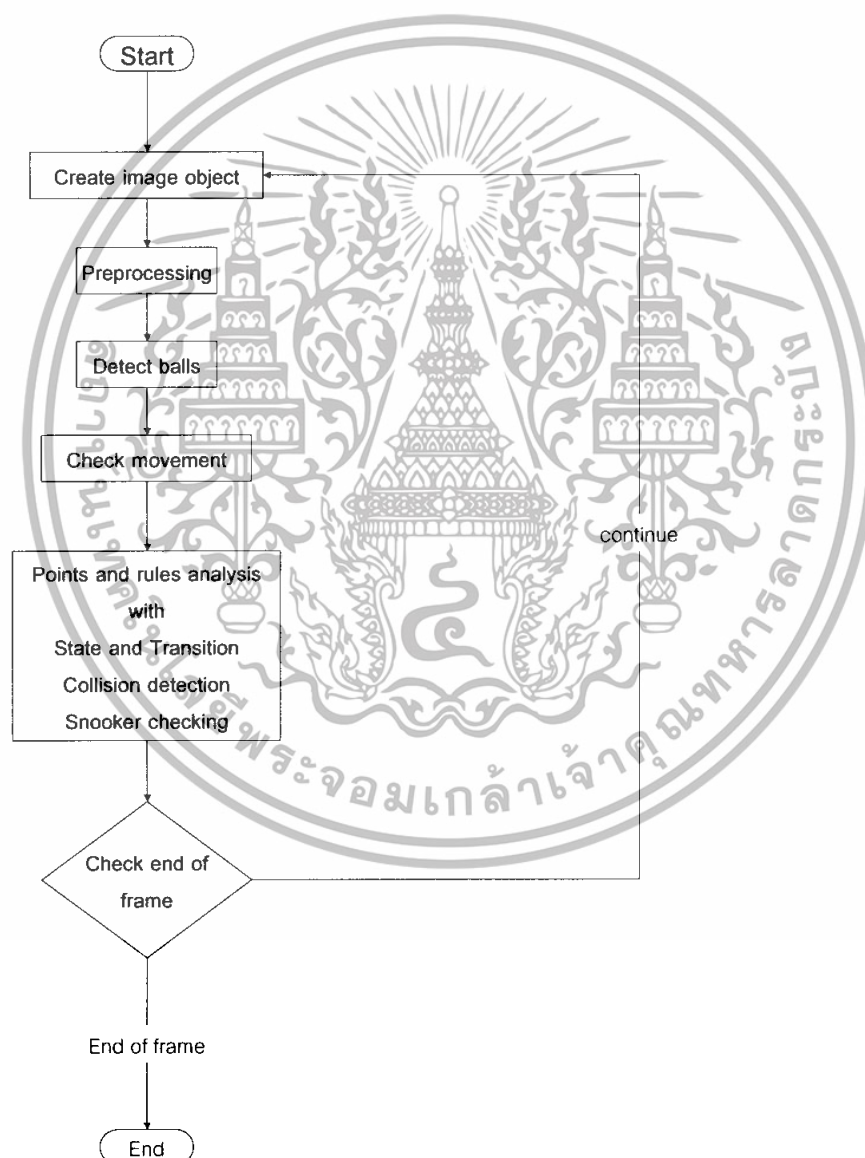
เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของโปรแกรมในการรับ ไฟล์ภาพหลายๆ เข้ามาก่อนจะทำการปรับภาพและประมวลผลต่อไป ในขั้นตอนนี้จะมีการสร้างออบเจกต์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่สำคัญของภาพที่รับเข้ามา เช่น องค์กรประกอบสีในแต่ละจุดสี ลำดับในการรับภาพ ลำดับการเคลื่อนไหวภายในเฟรมที่กำลังดำเนินการเล่นอยู่ ข้อมูลสีและตำแหน่งของบอลแต่ละลูกในภาพ เป็นต้น โดยแต่ละภาพที่รับเข้มานั้นเป็นภาพที่ได้จากไฟล์วีดีโอที่ได้ทำการถ่ายภาพการเล่นมุมสูงบนโต๊ะสนุกเกอร์ที่ตัดภาพออกมาคิดตาม Frame rate (อัตราการส่งภาพใน 1 วินาที) ที่กำหนดคือ 25 ภาพต่อวินาที โดยปกติกล้องวีดีโอคุณภาพดีจะมี Frame rate (อัตราการส่งภาพใน 1 วินาที) ของกล้องวีดีโอนั้นอยู่ที่ 30 frames/sec ที่ได้นำมาใช้ทำโปรเจกต์นี้เป็นกล้อง harddisk ซึ่งจะทำการบันทึกภาพเป็นไฟล์วีดีโอเป็นชนิด .mod ซึ่งยังไม่สามารถที่จะใช้ในการประมวลผลภาพได้ทันทีจึงต้องนำไฟล์วีดีโอ .mod ดังกล่าวไปแปลงเป็น .avi ก่อนจึงสามารถใช้ได้ แล้วจึงนำมาผ่านกระบวนการ sampling (ดึงภาพ) เพื่อให้ได้ไฟล์ภาพนามสกุล .bmp จากนั้นนำมาภาพมาเก็บข้อมูลภาพใน โครงสร้างข้อมูลใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ library สามารถนำมาใช้งานได้ประมวลผลในขั้นตอนต่อไป โดยอัตราในการดึงภาพ  
ออกมาจากไฟล์วีดีโออยู่ที่ 40 msec/picture ซึ่งขนาดของแต่ละภาพนั้นเท่ากับ 640 X 480 pixel

## 4.2 ขั้นตอนเตรียมภาพ (Preprocessing)

เป็นขั้นตอนในการเตรียมภาพให้ภาพที่ออกมามีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้มากขึ้น โดยใช้  
เทคนิคและกระบวนการต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาในภาคทฤษฎี ซึ่งหากว่าภาพที่ออกมามีปริมาณ  
สัญญาณรบกวนน้อยลง หรือมีคุณภาพมากขึ้นแล้วก็จะช่วยให้การประมวลผลภาพในขั้นตอนต่อไป  
มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย



รูปที่ 4.1 ฟังงานแสดงขั้นตอนการประมวลผลภาพเพื่อวิเคราะห์คะแนนและกติกาการเล่นสนุกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเตรียมภาพนั้นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 4.2.1 เตรียมภาพด้วยกระบวนการทาง Morphological โดยจะกำจัดสัญญาณรบกวน ออกจากภาพ ด้วยวิธี erosion(การย่อภาพ) และ dilation(การขยายภาพ)
- 4.2.2 แปลงข้อมูลภาพซึ่งเดิมใช้ระบบปริภูมิสี BGR ไปเป็นระบบปริภูมิสี HSV
- 4.2.3 พิจารณาข้อมูลจุดสีแต่ละจุดว่ามีสีในระบบปริภูมิสี HSV อยู่ในช่วงใด จากนั้นจึงแปลงข้อมูลจุดสีที่อยู่ในช่วงให้เป็นสีที่กำหนดใหม่ในระบบปริภูมิสี RGB เพื่อความสะดวกในการประมวลผลในขั้นตอนต่อไป เพราะขั้นตอนนี้จะทำให้ได้ภาพที่มีเฉพาะสีในระบบปริภูมิสี RGB ที่กำหนดเอาไว้ อีกทั้งลูกบอลในภาพทุกลูกจะไม่วางตัวติดกัน ช่วยให้ขั้นตอนการตรวจหาลูกสนุกเกอร์ในภาพที่จะกล่าวในขั้นตอนต่อไปง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

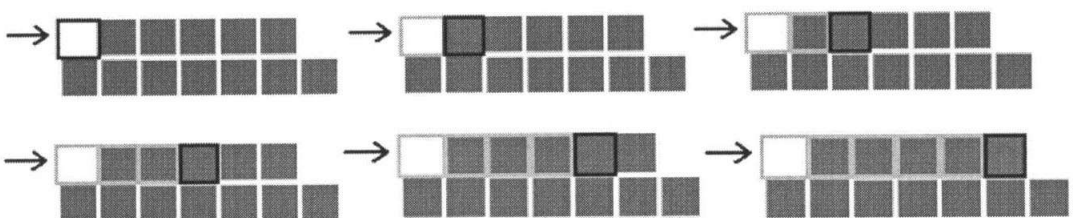
หมายเหตุ ในการกำหนดช่วงสีนั้นจะต้องทำการตรวจสอบเอาไว้ก่อนหน้าว่าลูกสนุกเกอร์แต่ละสีอยู่ในช่วงปริภูมิสี HSV ช่วงใดแล้วจึงกำหนดค่าเหล่านี้ลงไปโปรแกรม นอกจากช่วงสีของลูกบอลที่ต้องพิจารณาแล้วยังต้องมีการพิจารณาค่าสีที่ส่วนขอบของลูกสนุกเกอร์ที่มีการวางตัวติดกัน ซึ่งเป็นบริเวณความสว่างต่ำเนื่องจากเป็นเงาที่เกิดจากลูกข้างเคียง โดยมีจุดประสงค์คือเพื่อแก้ปัญหาการพิจารณาลูกสนุกเกอร์ที่ติดกัน ด้วยการแปลงค่าสีในบริเวณขอบของลูกที่เกิดเงาจากลูกข้างเคียงที่ติดกันให้เป็นค่าในระบบปริภูมิสี RGB ค่าเดียวกับพื้นโต๊ะ

### 4.3 ขั้นตอนตรวจจับลูกสนุกเกอร์ในภาพ (Detect ball)

เป็นขั้นตอนในการนำภาพที่ผ่านขั้นตอนเตรียมภาพ(Preprocessing) แล้ว มาตรวจหาลูกบอลทั้งหมดที่มีอยู่ในภาพ ตำแหน่งพิกัดจุดกึ่งกลางของลูกสนุกเกอร์แต่ละลูก และสีของลูกสนุกเกอร์แต่ละลูก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในส่วนที่ต้องพิจารณาการเคลื่อนไหว ส่วนนับคะแนน และส่วนตรวจสอบกติกาต่อไป

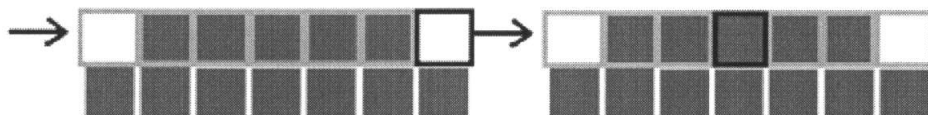
ขั้นตอนในการตรวจจับลูกสนุกเกอร์นั้นเริ่มจาก

- 4.3.1 ทำการไล่หาจุดสีมีค่าในระบบปริภูมิสี RGB เท่ากับค่าที่กำหนดเอาไว้ โดยไล่หาที่จุดบนแถวแนวราบเดียวกันจนครบ ก่อนจะเริ่มไล่ที่จุดเริ่มต้นของแถวต่อไปจนกระทั่งครบทุกจุดในภาพ



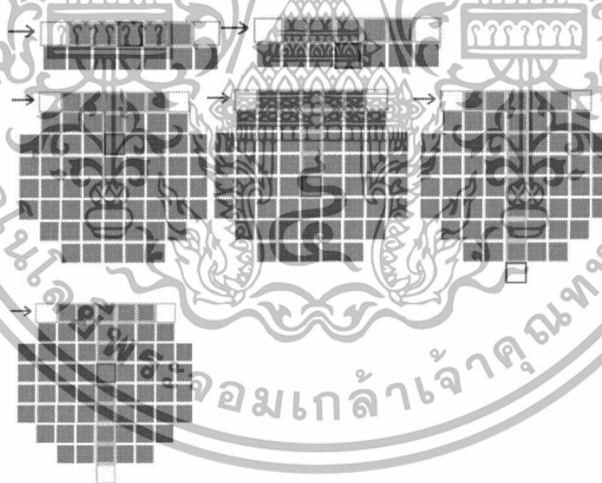
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของศูนย์พัฒนาระบบงานคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

4.3.2 หากพบว่าจุดสีมีค่าในระบบปริภูมิสี RGB เท่ากับค่าที่กำหนดเอาไว้และไม่ได้อยู่ในพื้นที่ที่วงกลมของลูกศรลูกเกอร์ลูกอื่นที่ลูกคั่นพบมาก่อนหน้า จึงทำการหาจุดกึ่งกลางของแนวจุดสีที่มีค่าสีเท่ากันและอยู่ติดกันในแนวราบ ทำให้ได้พิกัดของจุดบนสุดของวัตถุนั้นเอง



รูปที่ 4.3 แสดงช่วงเวลาที่พบจุดสีสิ้นสุดของแนวสีของลูกบอลแถวบนทำให้ทราบจุดกึ่งกลางแนวราบ

4.3.3 ทำการไล่หาจุดต่ำสุดและจุดกึ่งกลางของแนวจุดสีที่มีค่าสีเท่ากันและอยู่ติดกันในแนวดิ่ง โดยทำการไล่จากจุดบนสุดที่หามาถ่อนหน้า จุดต่ำสุดและจุดกึ่งกลางที่หาได้นั้นก็คือพิกัดของจุดต่ำสุดและจุดศูนย์กลางของวัตถุนั้นเอง



รูปที่ 4.4 แสดงการไล่หาจุดสีของลูกบอลลดด้านล่างเพื่อหาจุดศูนย์กลางในแนวดิ่ง

4.3.4 ทำการไล่หาจุดซ้ายสุดและจุดขวาสุดของแนวจุดสีที่มีค่าสีเท่ากันและอยู่ติดกันในแนวราบ โดยทำการไล่จากจุดศูนย์กลางที่หามาถ่อนหน้า จุดซ้ายสุดและจุดขวาสุดที่หาได้นั้นก็คือพิกัดของจุดซ้ายสุดและจุดขวาสุดของวัตถุนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4.4.4 หลังจากพบว่ามีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นก็จะทำการเก็บข้อมูลของภาพที่กำลังพิจารณาอย่างถาวร เพื่อให้สามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการเปรียบเทียบการเคลื่อนไหวในเฟรมภาพถัดไป ซึ่งข้อมูลที่ทำกรเก็บนั้นประกอบไปด้วย หมายเลขลำดับภาพที่รับเข้า หมายเลขลำดับภาพที่รับเข้ามาแล้วมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น และตำแหน่งพิกัดจุดศูนย์กลางของลูกสนุกเกอร์ทั้งหมดที่ปรากฏในภาพนั้น

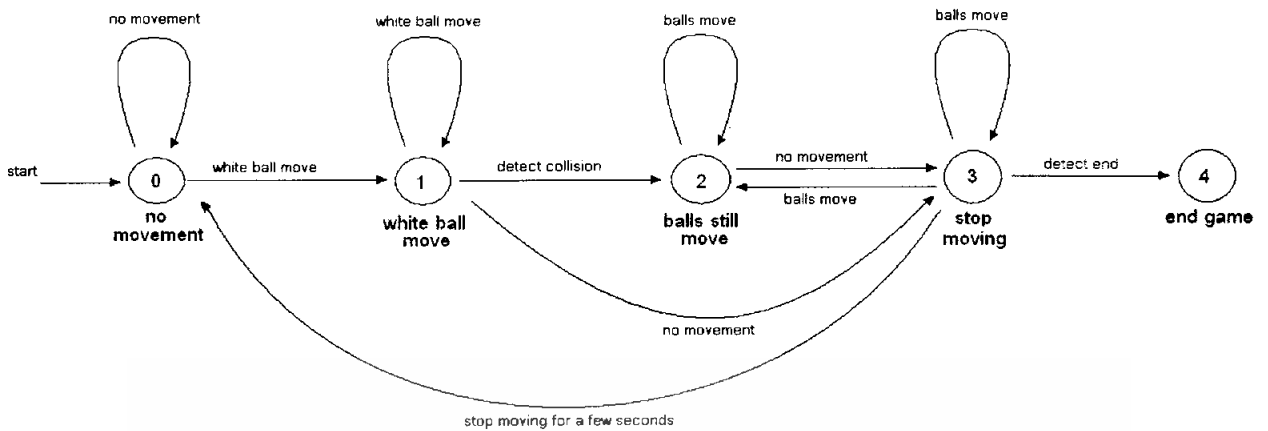
หมายเหตุ ในขั้นตอนนี้จะถือว่าลูกสนุกเกอร์สีแดงบนโต๊ะในภาพหนึ่งๆ จะไม่สามารถสลับตำแหน่งซึ่งกันและกันได้พอดีในช่วงเวลาก่อนที่จะรับภาพต่อไป

#### 4.5 ขั้นตอนวิเคราะห์คะแนนและกติกา (Points and rules analysis)

เป็นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์คะแนนและตรวจสอบกฎกติกาทั้งหมดภายในเกมส์ โดย

##### 4.5.1 การออกแบบสถานะและการเปลี่ยนแปลงของสถานะ ()

ในการออกแบบโปรแกรมให้มีความเข้าใจเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะเกมส์การเล่นในแต่ละเที่ยวแทงว่าเริ่มต้นจากการแทงลูกสนุกเกอร์สีขาว เพื่อตบหลังลูกในเที่ยวแทงจากนั้นลูกสนุกเกอร์สีขาว (ลูกแทง) จะเคลื่อนที่ไปจนกระทบกับลูกสนุกเกอร์ลูกอื่น หรืออาจจะไม่กระทบหรือชนกับลูกสนุกเกอร์อื่นๆ บนโต๊ะแล้วหยุดนิ่งไปก็ได้ ซึ่งถ้าหากมีการชนกันเกิดขึ้นลูกสนุกเกอร์เหล่านั้นก็จะมีการเคลื่อนไหวไปเรื่อยๆจนกระทั่งหยุดนิ่ง ในที่สุดถือเป็นการสิ้นสุดเที่ยวแทงนั้น และสถานะหยุดนิ่งนั้นจะดำเนินต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีแทงลูกสนุกเกอร์สีขาว(ลูกแทง) ในเที่ยวแทงถัดไป จากลักษณะการดำเนินเกมส์สนุกเกอร์นี้ทำให้สามารถออกแบบสถานะและการเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์คะแนนได้ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนสถานะขณะดำเนินเกมส่การเล่นในแต่ละเที่ยวทาง

#### 4.5.1.1 รายละเอียดของสถานะที่ออกแบบได้

ในขั้นตอนนี้จากรูปที่ 4.6 จะมีการกำหนดสถานะทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นในเกมส์  
ดังนี้

➤ สถานะ 0 หรือ no movement

หมายถึงสถานการณ์ที่ไม่มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นหลังจากที่ได้ตรวจสอบ

ในขั้นตอนตรวจสอบความเคลื่อนไหว (check movement)

➤ สถานะ 1 หรือ white ball move

อธิบายสถานการณ์ขณะนั้นว่ามีเพียงลูกสนุกเกอร์สีขาวขยับเพียงลูกเดียวเท่านั้น ส่วนลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นๆ นั้นยังหยุดนิ่งและไม่มีการเคลื่อนไหว

➤ สถานะ 2 หรือ balls still move

อธิบายสถานการณ์ขณะนั้นว่า ลูกสนุกเกอร์บนโต๊ะยังมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นอยู่ หลังจากการตรวจพบการชนกันระหว่างลูกสนุกเกอร์สีขาว(ลูกแทง) และลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นๆ บนโต๊ะ ในขณะที่เกมส์อยู่ในสถานะที่สอง

➤ สถานะ 3 หรือ stop moving

หมายถึงสถานการณ์ที่ลูกสนุกเกอร์ทุกลูกบนโต๊ะหยุดนิ่งหลังจากการแทงในเที่ยวทางนั้น โดยเกมส์การเล่นจะคงสถานะนี้ไปจนกว่าจะครบช่วงเวลาที่กำหนดไว้เพื่อให้แน่ใจว่าลูกทุกลูกหยุดนิ่งอย่างแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➤ สถานะ 4 หรือ end game

หมายถึงสถานการณ์ที่เกมส์ดำเนินมาถึงจุดสิ้นสุด

4.5.1.2 เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับสถานะและการเปลี่ยนแปลงสถานะ

หลังจากทำการออกแบบสถานะต่างๆ ภายในเกมส์การเล่นแล้ว ต่อไปจึงเป็นการกำหนดเหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับสถานะและการเปลี่ยนแปลงสถานะให้กับแต่ละสถานะ โดยจะเป็นการบรรยายประกอบ รูปที่ 4.6 ได้ดังนี้

เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับสถานะซึ่งเป็นเหตุการณ์อื่นๆที่ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะและเหตุการณ์นั้นจะต้องอยู่ภายในขอบเขตการเล่นที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.4 (ขอบเขตของโครงการ)

เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสถานะซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะที่เป็นอยู่ไปเป็นสถานะอื่น และเหตุการณ์นั้นจะต้องอยู่ภายในขอบเขตการเล่นที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.4 (ขอบเขตของโครงการ)

➤ สถานะ 0 หรือ no movement

- เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับสถานะ

*No movement*

เป็นเหตุการณ์ที่ไม่มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น ลูกสนุกเกอร์ทุกลูกต่างหยุดนิ่ง ทำให้โปรแกรมยังคงสถานะเดิมของเกมส์ไว้

- เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสถานะ

*Detect white ball move*

เป็นเหตุการณ์ที่ตรวจพบการเคลื่อนไหวของลูกสนุกเกอร์สีขาวเป็นครั้งแรก ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะจาก 0 หรือ no movement ไปเป็น 1 หรือ white ball move

➤ สถานะ 1 หรือ white ball move

- เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับสถานะ

*White ball move*

เป็นเหตุการณ์ที่ลูกสนุกเกอร์สีขาวเคลื่อนไหว ทำให้โปรแกรมยังคงสถานะเดิมของเกมส์ไว้

- เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสถานะ

*No movement*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเหตุการณ์ที่ไม่มีเกิดการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น ลูกสนุกเกอร์ทุกลูกต่างหยุดนิ่ง ซึ่งการเกิดเหตุการณ์นี้ในขณะที่สถานะของเกมส์เป็น 1 นั้นหมายความว่าลูกบอลสนุกเกอร์สีขาวเคลื่อนไหวจากการแทงในเที่ยวแทง แล้วจึงหยุดนิ่งโดยที่ไม่มีเกิดการกระทบกับลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นในระหว่างที่เคลื่อนไหวเลย ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะจาก 1 หรือ white ball move ไปเป็น 3 หรือ stop moving

#### *Detect collision*

เป็นเหตุการณ์ที่มีการตรวจพบการชนกันเกิดขึ้น ซึ่งถ้าหากว่าการเกิดเหตุการณ์นี้ในขณะที่สถานะของเกมส์เป็น 1 หมายความว่าลูกสนุกเกอร์สีขาวเคลื่อนไหวจากการแทงในเที่ยวแทง ไปกระทบกับลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นในระหว่างที่เคลื่อนไหวเลย ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะจาก 1 หรือ white ball move ไปเป็น 2 หรือ balls still move

#### ➤ สถานะ 2 หรือ balls still move

- เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับสถานะ

#### *Balls move*

เป็นเหตุการณ์ที่มีลูกสนุกเกอร์เคลื่อนไหว ทำให้โปรแกรมยังคงสถานะเดิมของเกมส์ไว้

- เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสถานะ

#### *No movement*

เป็นเหตุการณ์ที่ลูกสนุกเกอร์ทั้งหมดหยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหว เป็นครั้งแรกหลังจากที่ได้เคลื่อนที่เนื่องจากการชนกันระหว่างลูกสนุกเกอร์ลูกสีขาวกับลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นๆ บนโต๊ะ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะจาก 2 หรือ balls still move ไปเป็น 3 หรือ stop moving

#### ➤ สถานะ 3 หรือ stop moving

- เหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสถานะ

#### *Stop moved for a few seconds*

เป็นเหตุการณ์ที่ลูกสนุกเกอร์ทั้งหมดหยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหว มาเป็นระยะเวลาช่วงหนึ่งที่ได้กำหนดเอาไว้เพื่อให้มั่นใจได้ว่าลูกสนุก

เกอร์ ได้หยุดเคลื่อนไหวนหลังจากถูกแทงในเที่ยวแทงนั้นๆ อย่างแน่นอน

#### 4.5.2 การออกแบบการวิเคราะห์คะแนนและการฟาวล์ (Collision detection)

ในหัวข้อนี้จะเป็นการตีความเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะที่เกมส์การเล่นกำลังอยู่ในสถานะต่างๆ โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลภาพเพื่อให้สามารถทราบว่า เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กับสถานะและการเปลี่ยนแปลงสถานะหรือไม่อย่างไร ซึ่งถ้าพบว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นเหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับสถานะและการเปลี่ยนแปลงสถานะแล้วก็จะมีการกำหนดการทำงานเพื่อสนองตอบ ต่อเหตุการณ์นั้นๆ (พิจารณารูปที่ 4.7 ประกอบ)

##### ➤ ขณะอยู่ในสถานะ 0 หรือ no movement

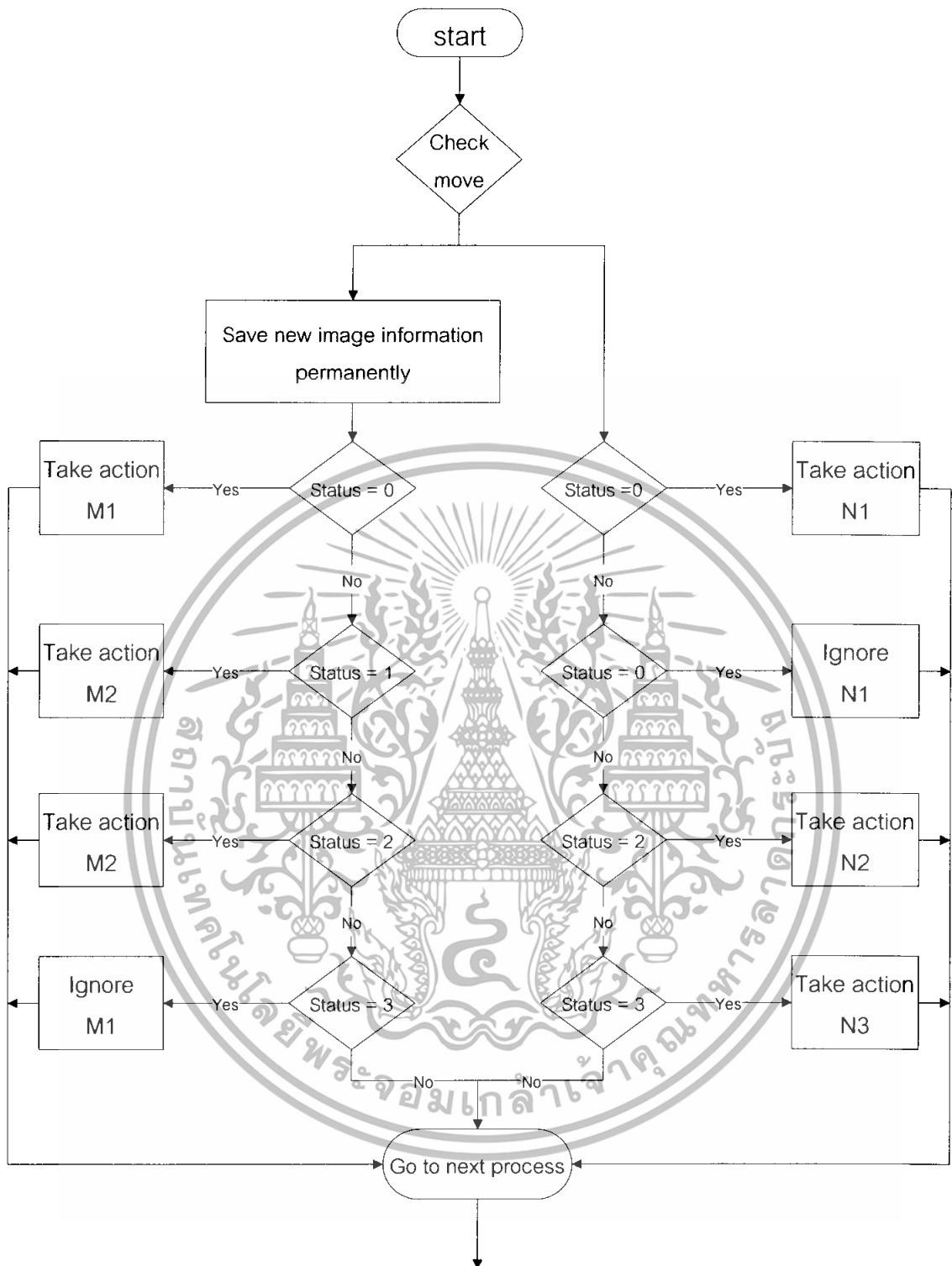
○ เมื่อพบว่ามี การเคลื่อนไหวกเกิดขึ้นแล้ว จะมีการทำงาน (Take action M1) ดังต่อไปนี้

i. หากพบว่ามีจำนวนลูกสนุกเกอร์ในภาพที่กำลังพิจารณาเท่ากับจำนวนลูกสนุกเกอร์ในภาพก่อนหน้าแล้ว ตรวจสอบว่าเป็นการเคลื่อนไหวกของลูกสนุกเกอร์สีขาวซึ่งเป็นลูกแทงเพียงลูกเดียวหรือไม่

ii. จากข้อ i. ถ้าใช่ จะตีความว่าเป็นการเริ่มต้นของเที่ยวแทงใหม่ซึ่งมีการแทงลูกสนุกเกอร์สีขาวหรือลูกแทงเกิดขึ้นแล้ว จากนั้นจึงทำการตั้งค่าสถานะของเกมส์ให้เป็นสถานะ 1 หรือ white ball move

iii. จากข้อ i. ถ้าไม่ใช่ จะตีความว่าเป็นการเคลื่อนไหวกของลูกสนุกเกอร์ที่ไม่ใช่ลูกขาว หรือเป็นการเคลื่อนไหวกของลูกสนุกเกอร์ที่ไม่ใช่ลูกขาวแต่เพียงลูกเดียวอย่างรวดเร็วเพราะ โปรแกรมไม่สามารถตรวจจับได้เลยในระยะเวลาก่อนหน้าเนื่องจากสถานะปัจจุบันคือ 0 หรือ no movement ดังนั้นในกรณีจึงไม่มีการทำงานใดๆ เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงการออกแบบการทำงานภายในขั้นตอนวิเคราะห์คะแนนและกติกา

(Point and rule analyze)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

iv. หากพบว่าปริมาณลูกสนุกเกอร์ในภาพที่กำลังพิจารณาน้อยกว่าปริมาณลูกสนุกเกอร์ในภาพก่อนหน้าแล้ว จะตีความว่าจำนวนของลูกสนุกเกอร์ลดลงอย่างรวดเร็วซึ่งอาจเกิดจากกรณีที่มีเหยียบลูกออกจากโต๊ะเพื่อนำมาทำความสะอาด หรือกรณีอื่นๆ ที่ไม่ใช่เกิดจากการที่ผู้เล่นแทงลูกสนุกเกอร์ลงหลุมไป เนื่องโปรแกรมนี้จะมีการกำหนดไว้ว่าช่วงระยะเวลาระหว่างภาพที่รับเข้ามานั้นมีไม่มากพอที่จะทำให้ผู้เล่นแทงลูกสนุกเกอร์ลูกใดลูกหนึ่งลงหลุมได้ ดังนั้นในกรณีจึงไม่มีการทำงานใดๆ เกิดขึ้น

v. หากพบว่าปริมาณลูกสนุกเกอร์ในภาพที่กำลังพิจารณามากกว่าปริมาณลูกสนุกเกอร์ในภาพก่อนหน้าแล้ว จะตีความว่าจำนวนของลูกสนุกเกอร์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งอาจเกิดจากกรณีที่มีนำลูกสนุกเกอร์มาตั้งจุดใหม่ หรืออาจเป็นการนำลูกสนุกเกอร์มาวางคืนหลังจากที่ได้หยิบออกมาเพื่อทำความสะอาด หรือในกรณีอื่นในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นในกรณีจึงไม่มีการทำงานใดๆ เกิดขึ้น

หมายเหตุ โปรแกรมนี้จะกำหนดว่าช่วงระยะเวลาระหว่างภาพที่รับเข้ามานั้นมีไม่มากพอที่จะทำให้ผู้เล่นแทงลูกสนุกเกอร์ลูกใดลูกหนึ่งลงหลุมได้

○ เมื่อพบว่าไม่มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นแล้ว จะมีการทำงาน (Take action N1) ดังต่อไปนี้

i. ตีความว่ายังไม่มีการเริ่มแทงในเที่ยวแทงถัดไปเพราะยังไม่มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น ให้ทำการคงสถานะเดิมเอาไว้จนกว่าจะตรวจพบว่าเกมสัการเล่นขณะนั้นคงสถานะ 0 หรือ no movement เอาไว้นานเกิน ไปจนถือว่าผู้เล่นหยุดเล่น หรือพักการเล่นเอาไว้ก่อน

➤ ขณะอยู่ในสถานะ 1 หรือ white ball move

○ เมื่อพบว่ามีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นแล้ว จะมีการทำงาน (Take action M2) ดังต่อไปนี้

i. ตรวจสอบว่ายังคงมีเพียงลูกสนุกเกอร์สีขาวหรือลูกแทงเท่านั้นที่มีการเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ii. จากข้อ i. ถ้าไม่ใช่ให้ตีความว่าลูกสนุกเกอร์สีขาว(ลูกแทง)ยังคงเคลื่อนที่ไปหลังจากที่ลูกแทง และให้คงสถานะของเกมส์ไว้ดั้งเดิม โดยที่ไม่ต้องมีการทำงานใดๆ เกิดขึ้น
- iii. จากข้อ i. ถ้าไม่ใช่ให้ตีความว่ามีการเคลื่อนไหวจากจากลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นๆ ที่ไม่ใช่ลูกสนุกเกอร์สีขาว(ลูกแทง) ซึ่งก็หมายความว่ามีการชนกันของลูกสนุกเกอร์สีขาว(ลูกแทง)และลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นๆ ที่ไม่ใช่ลูกสนุกเกอร์สีขาว(ลูกแทง)เกิดขึ้นจนทำให้ลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นๆ ที่ไม่ใช่ลูกสนุกเกอร์สีขาว(ลูกแทง) เกิดการเคลื่อนไหวในที่สุด ดังนั้นสิ่งที่จะต้องทำต่อไปคือตรวจสอบความถูกต้องของการชนกันครั้งแรกในเทียวแทงว่า มีความถูกต้องตามกฏกติกาหรือไม่ เนื่องจาก ตามกฏกติกาสนุกเกอร์ที่ได้กล่าวมาแล้วในภาคทฤษฎีนั้น ลูกแทงจะต้องกระทบกับลูกในเทียวแทงก่อนเสมอ **หมายเหตุ** ขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้องของการชนกันนั้นจะมีการอธิบายต่อไป ในหัวข้อ 4.5.3 การตรวจสอบความถูกต้องของการชนกันครั้งแรกในเทียวแทง
- iv. จากข้อ iii. หลังจากตรวจพบว่าการชนกันที่เกิดขึ้นครั้งแรกในเทียวแทงนั้นถูกต้องตามกฏกติกาแล้ว จากนั้นจึงทำการตั้งค่าสถานะของเกมส์ให้เป็นสถานะ 2 หรือ balls still move
- v. จากข้อ iii. หลังจากตรวจพบว่าการชนกันที่เกิดขึ้นนั้นผิดกติกาหรือก็คือการชนกันครั้งแรกในเทียวแทงนั้น ไม่ได้เกิดจากลูกแทงไปกระทบกับลูกในเทียวแทงแล้ว จะต้องทำการให้ฟาวล์กับผู้เล่นในเทียวแทงนี้ โดยที่จะต้องเก็บข้อมูลประเภทของการฟาวล์นี้เอาไว้สำหรับการพิจารณาคะแนนได้เสีย เมื่อจบเทียวแทงนี้ไปแล้ว
- เมื่อพบว่าไม่มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นแล้ว จะมีการทำงาน (Ignore N1) ดังต่อไปนี้
- i. ตีความว่าลูกสนุกเกอร์สีขาวได้หยุดนิ่งหลังจากถูกแทงในเทียวแทง โดยที่ไม่ได้มีการกระทบกับลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นๆ เลย จากนั้นทำการตั้งค่าสถานะของเกมส์ให้เป็นสถานะ 3 หรือ balls still move

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➤ ขณะอยู่ในสถานะ 2 หรือ balls still move

○ เมื่อพบว่ามีอาการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นแล้ว จะมีการทำงาน (Take action M3) ดังต่อไปนี้

- i. ตรวจสอบว่ามีลูกสนุกเกอร์ลงหลุมหรือไม่ ด้วยการเปรียบเทียบจำนวนลูกสนุกเกอร์ในภาพที่กำลังพิจารณากับจำนวนลูกสนุกเกอร์ในภาพที่พิจารณามาแล้วก่อนหน้านี้
- ii. จากข้อ i. หากพบว่ามีจำนวนลูกสนุกเกอร์ในภาพที่กำลังพิจารณา น้อยกว่าจำนวนลูกสนุกเกอร์ในภาพก่อนหน้านี้แล้วจะตีความว่ามีลูกสนุกเกอร์ลงหลุม จึงต้องทำการเก็บค่าคะแนนของลูกสนุกเกอร์ที่ลงหลุมเอาไว้สำหรับการพิจารณาคะแนนได้เสีย เมื่อจบเที้ยวแห่งนี้ไปแล้ว
- iii. จากข้อ i. หากพบว่ามีจำนวนลูกสนุกเกอร์ในภาพที่กำลังพิจารณา เท่ากับจำนวนลูกสนุกเกอร์ในภาพก่อนหน้านี้แล้วจะตีความว่าลูกสนุกเกอร์บนโต๊ะกำลังเคลื่อนที่หลังจากการแทง โดยที่ขณะนี้ไม่มีลูกใดลงหลุม จึงไม่ต้องมีการทำงานใดๆ เกิดขึ้น

○ เมื่อพบที่ไม่มีอาการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นแล้ว จะมีการทำงาน (Take action N2) ดังต่อไปนี้

- i. ตีความว่าลูกสนุกเกอร์ทั้งหมดหยุดได้นิ่งหลังจากที่มีการเคลื่อนที่ เนื่องจากการแทงในเที้ยวแห่งนี้ จากนั้นทำการตั้งค่าสถานะของเกมให้เป็นสถานะ 3 หรือ balls still move

➤ ขณะอยู่ในสถานะ 3 หรือ stop moving

○ เมื่อพบว่ามีอาการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นแล้ว จะมีการทำงาน (Ignore M1) ดังต่อไปนี้

- i. ตีความได้ว่า เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นกรณีที่มีการเคลื่อนไหวของลูกสนุกเกอร์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากที่ถูกสนุกเกอร์ทั้งหมดเริ่มจะหยุดนิ่งหลังจากเคลื่อนไหวจากการแทงในเที้ยวแห่งนี้ ซึ่งกรณีนี้เป็นกรณีที่ยากที่จะเกิดขึ้นได้จริง ดังนั้นจึงไม่ต้องมีการทำงานใดๆ เกิดขึ้น

○ เมื่อพบที่ไม่มีอาการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นแล้ว จะมีการทำงาน (Take action N3) ดังต่อไปนี้

- i. ถ้าพบว่าเกมการเล่นคงสถานะ 3 หรือ stop moving ยังไม่ครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกลูกบนโต๊ะหยุดนิ่งหลังจากการแทงในเที่ยวแทงนั้น และกำลังรอให้แน่ใจว่าลูกทุกลูกหยุดนิ่งอย่างแน่นอน ดังนั้นจึงไม่ต้องมีการทำงานใดๆ เกิดขึ้น

- ii. ถ้าพบว่าเกมสกีการเล่นคงสถานะ 3 หรือ stop moving จนครบเวลาที่กำหนดแล้ว จะตีความว่าได้ถึงจุดสิ้นสุดของเที่ยวแทงปัจจุบันแล้ว จากนั้นจะคิดคะแนนบวกสุทธิที่ได้รับจากการแทงในเที่ยวแทงปัจจุบัน คะแนนบวกสุทธิจะพิจารณาจากข้อมูลของลูกสนุกเกอร์ทั้งหมดในภาพที่สามารถดบหลังด้วยลูกแทง จากนั้นจึงพิจารณาว่าคะแนนบวกสุทธินี้จะถูกบวกให้กับสกอร์การเล่นหรือไม่ดังนี้

a) ถ้ามีการทำฟาวล์เกิดขึ้นในเที่ยวแทง แล้วผู้เล่นจะไม่ได้รับคะแนนบวกสุทธิถึงแม้จะตบหลังลูกในเที่ยวแทงลงหลุมไปแล้วก็ตาม ตรงกันข้ามผู้เล่นจะถูกตัดคะแนนจากการทำฟาวล์ที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งบวกค่าคะแนนค่าเดียวกันนั้นให้กับผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม ซึ่งถ้าหากว่าสามารถตรวจจับการทำฟาวล์ได้มากกว่าหนึ่งประเภทในเที่ยวแทงเดียวแล้ว คะแนนที่ถูกตัดและคะแนนที่ต้องไปบวกให้กับผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามจะมีค่าเท่ากับคะแนนที่ถูกหักจากประเภทการทำฟาวล์ที่มีการหักคะแนนมากที่สุดจากประเภทการทำฟาวล์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นเพียงประเภทเดียว นอกจากนั้นยังต้องทำการตั้งค่าให้กับเที่ยวแทงถัดไปที่จะมีการเริ่มเบรกใหม่ ด้วยการตั้งค่าสถานะสีของลูกในเที่ยวแทงถัดไปให้เป็นลูกแดง และตั้งค่าผู้เล่นในเที่ยวแทงถัดไปให้เป็นผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามอีกด้วย

b) ถ้าไม่มีการทำฟาวล์เกิดขึ้นในเที่ยวแทง จะตีความได้ดังนี้

- ถ้าผู้เล่นมีคะแนนบวกสุทธิที่ได้รับจากการแทงในเที่ยวแทงปัจจุบัน จะตีความว่าผู้เล่นสามารถตบหลังลูกในเที่ยวแทงได้ ผู้เล่นจะได้รับคะแนนบวกสุทธิที่ได้คำนวณไว้ และยังคงสามารถดำเนินเบรกของตัวเองในเที่ยวแทงถัดไปได้อีกด้วย จากนั้นทำการตั้งค่าสถานะสีของลูกใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เที่ยวทางถัดไปให้เป็นสถานะตรงข้าม เช่น ถ้าสถานะสีของลูกในเที่ยวทางปัจจุบันเป็นลูกแดง ดังนั้นสถานะสีของลูกในเที่ยวทางถัดไปจะต้องเป็นลูกสี หรือถ้าหากสถานะสีของลูกในเที่ยวทางปัจจุบันเป็นลูกสี ดังนั้นสถานะสีของลูกในเที่ยวทางถัดไปจะต้องเป็นลูกแดง เป็นต้น

- ผู้เล่นไม่มีคะแนนบวกสุทธิที่ได้รับจากการแทงในเที่ยวทางปัจจุบัน จะตีความว่าผู้เล่นไม่สามารถตบหลังลูกในเที่ยวทางลงหลุมไปได้ จึงต้องตั้งค่าให้กับเที่ยวทางถัดไปที่จะมีการเริ่มเบรคใหม่ ด้วยการตั้งค่าสถานะสีของลูกในเที่ยวทางถัดไปให้เป็นลูกแดง และตั้งค่าผู้เล่นในเที่ยวทางถัดไปให้เป็นผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามอีกด้วย

iii. ทำการตรวจสอบการทำสนุกเกอร์บนโต๊ะ

- a) ถ้าพบว่าไม่มีการวางสนุกเกอร์เกิดขึ้น แล้วจะตั้งค่าให้สถานะสีของลูกในเที่ยวทางถัดไปเป็นไปตามปกติ
- b) ถ้าพบว่ามี การวางสนุกเกอร์เกิดขึ้น แล้วจะตั้งค่าให้สถานะสีของลูกในเที่ยวทางถัดไปจะเป็นลูกฟรีบอล

หมายเหตุ การออกแบบการทำงานในส่วนของ การตรวจสอบการวางสนุกเกอร์นั้นจะอธิบายในหัวข้อ 4.5.4 การตรวจสอบการทำสนุกเกอร์ในเที่ยวทาง

- iv. สิ้นสุดเที่ยวทางปัจจุบัน และตั้งค่าสถานะของเกมสกีให้กลับไปเป็นสถานะ 0 หรือ no movement ก่อนที่จะมีการเริ่มต้นเที่ยวทางถัดไป

#### 4.5.3 การตรวจสอบความถูกต้องของการชนกันครั้งแรกในเที่ยวทาง (Check collision rules)

หลังจากที่ได้ตรวจสอบพบว่ามี การเคลื่อนไหวที่เกิดจากลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นๆ ที่ไม่ใช่ลูกสนุกเกอร์ลูกสีขาวร่วมด้วย ซึ่งก็หมายความว่ามีการชนกันของลูกสนุกเกอร์สีขาว(ลูกแทง)และลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นๆ ที่ไม่ใช่ลูกสนุกเกอร์สีขาวเกิดขึ้นจนทำให้ลูกสนุกเกอร์ลูกอื่นที่ไม่ใช่ลูกสนุกเกอร์สีขาว(ลูกแทง) เกิดการเคลื่อนไหวในที่สุด ดังนั้นสิ่งที่ต้องทำต่อไปคือตรวจสอบความถูกต้องของการชนกันครั้งแรกในเที่ยวทางว่า มี

ความถูกต้องตามกฎกติกาหรือไม่เนื่องจาก ตามกติกาสนุกเกอร์ที่ได้กล่าวมาแล้วใน ภาคทฤษฎีนั้น หลังจากการแทงลูกแทงจะต้องกระทบกับลูกในเที่ยวแทงก่อนเสมอ

การตรวจสอบความถูกต้องของการชนกันครั้งแรกในเที่ยวแทงจำเป็นต้องอาศัย ข้อมูลภาพที่พิจารณามาแล้วก่อนหน้า และสถานะสีของลูกในเที่ยวแทงนั้นๆ เช่น เป็น ลูกแดง หรือลูกสี มาประกอบการพิจารณาเพื่อให้สามารถคาดเดาลักษณะการชนกันได้ อย่างถูกต้องและใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

#### 4.5.3.1 ขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้องของการชนกัน

ขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้องของการชนกันสามารถอธิบายตามกรณี การเคลื่อนไหวของลูกสนุกเกอร์ในภาพที่เกิดขึ้นหลังเกิดการชนดังนี้

- ลูกสนุกเกอร์ลูกสีขาว(ลูกแทง) มีการเคลื่อน ไหวร่วมกับลูกสนุกเกอร์ที่เป็นลูก สีทั้งหมด
  - ถ้าในเที่ยวแทงนั้นมีสถานะสีของลูกในเที่ยวแทงเป็นลูกแดง แล้วจะถือว่าการชนที่เกิดขึ้นผิดกติกาเพราะ หลังจากการแทงลูกแทงจะไม่ได้กระทบกับลูกในเที่ยวแทงก่อนเป็นลูกแรก
  - ถ้าในเที่ยวแทงนั้นมีสถานะสีของลูกในเที่ยวแทงเป็นลูกสี แล้วจะถือว่าการชนที่เกิดขึ้นถูกต้องตามกติกาเพราะ หลังจากการแทงลูกแทงจะกระทบกับลูกในเที่ยวแทงก่อนเป็นลูกแรก
- ลูกสนุกเกอร์ลูกสีขาว(ลูกแทง) มีการเคลื่อน ไหวร่วมกับลูกสนุกเกอร์ที่เป็นลูกแดงทั้งหมด
  - ถ้าในเที่ยวแทงนั้นมีสถานะสีของลูกในเที่ยวแทงเป็นลูกแดง แล้วจะถือว่าการชนที่เกิดขึ้นถูกต้องตามกติกาเพราะ หลังจากการแทงลูกแทงจะกระทบกับลูกในเที่ยวแทงก่อนเป็นลูกแรก
  - ถ้าในเที่ยวแทงนั้นมีสถานะสีของลูกในเที่ยวแทงเป็นลูกสี แล้วจะถือว่าการชนที่เกิดขึ้นผิดกติกาเพราะ หลังจากการแทงลูกแทงจะไม่ได้กระทบกับลูกในเที่ยวแทงก่อนเป็นลูกแรก
- ลูกสนุกเกอร์ลูกสีขาว(ลูกแทง) มีการเคลื่อน ไหวร่วมกับลูกสนุกเกอร์ที่เป็นลูกสีและลูกแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการพิจารณาค่าแห่งของลูกสนุกเกอร์ในภาพที่ได้ทำการพิจารณาก่อนหน้าที่มีตำแหน่งต่างกับลูกสนุกเกอร์ในภาพที่กำลังพิจารณา
- ถ้าตำแหน่งลูกใดอยู่ในเส้นทางการยิงของลูกแทง จะถือว่าลูกนั้นเป็นลูกที่ถูกกระทบเป็นลูกแรก
- แต่หากมีลูกสนุกเกอร์ที่มีตำแหน่งอยู่ในเส้นทางการยิงของลูกแทงมากกว่า 1 ลูก ก็นำลูกสนุกเกอร์เหล่านั้นมาพิจารณาว่าลูกสนุกเกอร์ลูกใดมีตำแหน่งอยู่ใกล้กับลูกแทงมากที่สุด

#### 4.5.3.2 การหาเส้นทางการยิงของลูกแทง มีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อทราบตำแหน่งของลูกแทงที่มีการเคลื่อนไหวทั้งทั้งตำแหน่งในภาพที่พิจารณาไปแล้วก่อนหน้า และตำแหน่งในภาพที่กำลังพิจารณา แล้วก็จะมีการเก็บค่าความชันที่เกิดจากเส้นตรงที่ลากระหว่างตำแหน่งจุดศูนย์กลางของลูกแทงในภาพที่พิจารณาไปแล้วก่อนหน้า และตำแหน่งจุดศูนย์กลางของลูกแทงในภาพที่กำลังพิจารณา โดยจะทำการเก็บค่าความชันเอาไว้ ตั้งแต่ลูกแทงเริ่มมีการเคลื่อนไหวไปจนถึงเหตุการณ์ก่อนที่จะมีการชนลูกสีอื่นๆหรือลูกแดงเป็นลูกแรก และมีการเก็บจุดศูนย์กลางของลูกแทงในภาพเหตุการณ์ก่อนการชนลูกใดๆ
2. นำเส้นทางการยิง(ความชัน)นั้นออกมาเพื่อสร้างสมการเส้นตรง สมการเส้นตรง คือ  $y = mx + c$  โดยที่  $y$  คือ จุดศูนย์กลางของลูกแทงในภาพก่อนหน้าที่จะมีลูกสีอื่นๆหรือลูกแดงเริ่มขยับในแนวแกนตั้ง  $x$  คือ จุดของลูกแทงในภาพก่อนหน้าที่จะมีลูกสีอื่นๆหรือลูกแดงเริ่มขยับในแนวแกนนอน  $m$  คือ ความชันก่อนหน้าของการชนกันของลูกสีอื่นๆหรือลูกแดง กับลูกขาว (ความชันที่นำมาใช้นั้นต้องมีเส้นทางการยิงที่คงที่ก่อนลูกสีอื่นๆหรือลูกแดงเริ่มขยับ อย่างน้อย 2 ภาพ)  $c$  คือ ระยะห่างของเส้นตรงกับจุดกำเนิด (0,0) ที่สามารถหาค่าได้จากการแก้สมการ

เมื่อได้ค่าต่างๆครบแล้วก็จะสามารถหาเส้นทางการยิงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่จะทราบได้ว่าลูกโคเป็นลูกที่อยู่ในเส้นทางกริ่งหรือไม่นั้น ให้พิจารณาจากจุดศูนย์กลางของลูกสี่ทุกลูกที่อยู่บน โด๊ะะ ทำการพิจารณาระยะห่างระหว่างลูกสี่อื่นๆ กับเส้นทางกริ่ง โดยใช้สูตรการคำนวณทางคณิตศาสตร์ พิจารณาความห่างจากเส้นทางกริ่ง ถ้าความห่างมีค่ามากกว่าสองเท่าของรัศมี แสดงว่าลูกนั้นไม่ได้อยู่ในเส้นทางกริ่ง ซึ่งสมการกำหนดขอบเขตการกริ่งเป็นเส้นตรงที่ขนาด 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกแท่งโดยมีความชันขนานไปกับเส้นทางกริ่งเดิม และห่างจากเส้นตรงของเส้นทางกริ่งเดิมเป็นระยะทาง  $+2R$  และ  $-2R$  (รัศมีของลูกสนุกเกอร์)

#### 4.5.3.3 การหาระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด

ทฤษฎีบท ระยะห่างระหว่างเส้นตรง  $Ax + By + C = 0$  หรือ  $y=mx+c$  กับจุด  $(x_1, y_1)$  คือ

$$d = \frac{Ax_1 + By_1 + C}{\sqrt{A^2 + B^2}} \quad (4.1)$$

จากสมการข้างต้น ต้องการหาสมการเส้นตรงซึ่งห่างจากเส้นตรงเดิม เท่ากับขนาด  $+2R$  และ  $-2R$  ( $R$  คือรัศมีของลูกสนุกเกอร์)

เพราะฉะนั้นแทน  $d=2*R$  และ  $-2*R$

โดยที่  $x, y$  คือ จุดศูนย์กลางของลูกขาวก่อนที่จะชนลูกโคๆ

$$\begin{aligned} \text{สมการที่ 1} \quad & 2*R(\sqrt{A^2 + B^2}) = Ax + By + C_1 \\ & C_1 = 2*R(\sqrt{A^2 + B^2}) - Ax - By \\ \text{สมการที่ 2} \quad & -2*R(\sqrt{A^2 + B^2}) = Ax + By + C_2 \\ & C_2 = -2*R(\sqrt{A^2 + B^2}) - Ax - By \end{aligned} \quad (4.2)$$

แก้สมการได้ค่า  $C_1$  และ  $C_2$  จากนั้นก็นำจุดของลูกสี่ต่างๆมาพิจารณาว่าอยู่ในช่วงระหว่างทั้ง 2 สมการนี้หรือไม่ เมื่อลูกโคที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ในเส้นทางกริ่งนี้ก็คือว่าอยู่ในเส้นทางกริ่ง และถ้าหากว่าลูกนั้นอยู่ในทิศทางการกริ่งที่กำหนดไว้ด้วย ก็ถือว่าลูกนั้นก็น่าจะมีโอกาสโดนยิงได้มากขึ้น

การพิจารณาเส้นทางกริ่งนั้น ได้จากการแก้สมการ

$$y = -mx + c \quad (\text{คิดจากความชันใหม่ที่ตั้งฉากกับความชันเดิม } m \_ \_ \text{ กับ } -m)$$

และพิจารณาจากเส้นทางในการเคลื่อนที่ จากตำแหน่งของลูกขาวก่อนหน้า ว่าจะ

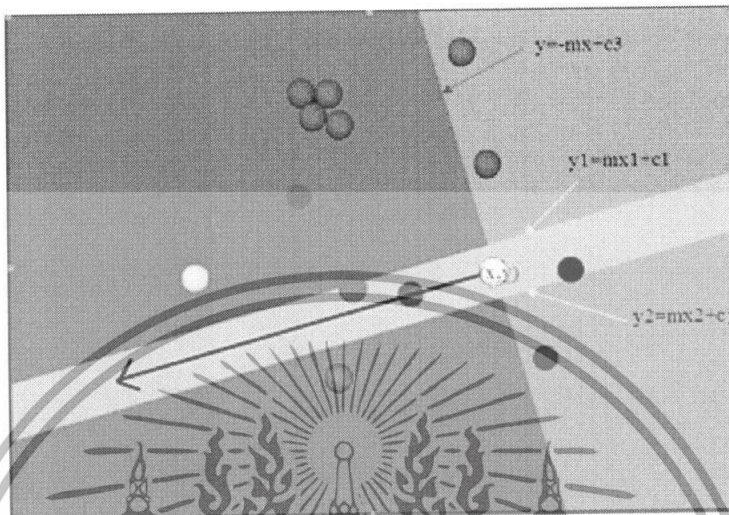
ให้ค่าของเส้นทางกริ่งนี้สามารถแก้ปัญหาด้วยสมการ

(4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

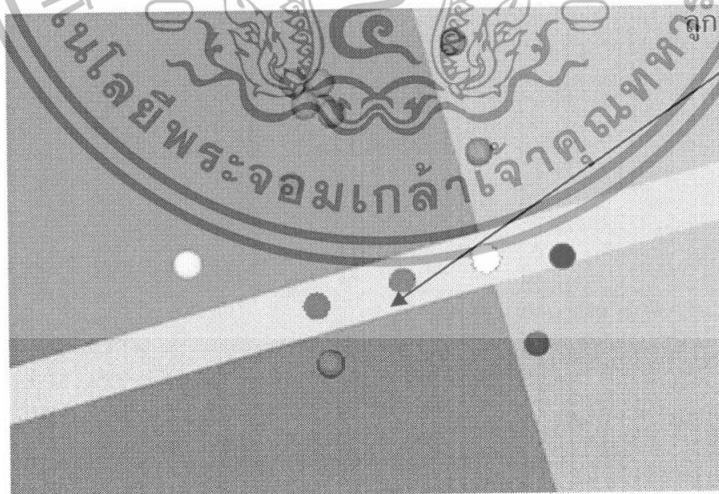
$$y + mx - c > 0 \text{ หรือ } y = - mx + c < 0$$

ซึ่งถ้าลูกตีได้อยู่ในขอบเขตของอสมการทั้ง 2 นี้ก็จะถือว่าลูกนั้นอยู่ในเส้นทางกรยิงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงเส้นทางกรยิงของลูกแทงก่อนการชนกับลูกตีอื่นๆ

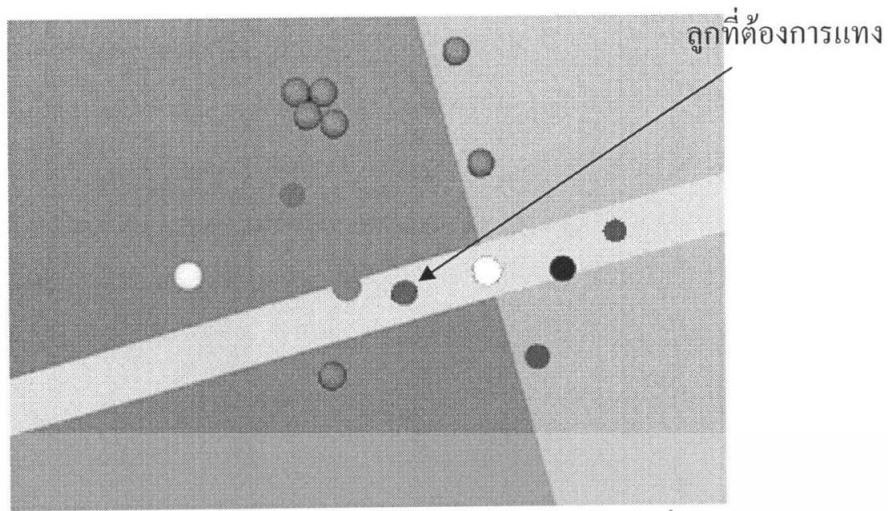
จากรูป 4.8 สามารถแทงไปยังลูกเขียวได้โดยไม่ถูกลูกโคบคบัง แต่ก็ยังมีเหตุการณ์แบบอื่นๆอีกซึ่งบางกรณีถือเป็นกรถูกลูกคบังโดยสมบูรณ์ แต่ในบางกรณีเช่นการถูกลูกคบังจากด้านเดีวนั้นยังสามารถแทงไปยังลูกเป้าหมายได้ดังรูป 4.9-4.11



รูปที่ 4.9 ภาพการถูกลูกคบังจากลูกอื่นทั้งลูก

ดังรูปที่ 4.9 ต้องการแทงไปยังลูกสีแดง โดยที่มีลูกเขียวทั้งลูกบังเส้นทางกรแทงอยู่ จึงทำให้ไม่สามารถแทงไปยังลูกแดงเป็นเส้นตรงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ภาพการถูกบังจากลูกอื่นเพียงด้านใดด้านหนึ่ง

ดังรูปที่ 4.10 ต้องการแทงไปยังลูกสีแดง โดยที่มีลูกน้ำเงินบังอยู่ แต่ก็ยังสามารถแทงไปยังลูกแดงได้เนื่องจากลูกสีน้ำเงินนั้นบังเส้นทางการแทงไปยังลูกแดงเพียงด้านเดียวเท่านั้น






รูปที่ 4.11 ภาพการถูกบังจากลูกอื่นทั้ง 2 ด้าน โดยลูกมากกว่า 1 ลูก

ดังรูปที่ 4.11 ต้องการแทงไปยังลูกสีแดง โดยที่มีลูกน้ำเงินบังอยู่ แต่ก็ยังสามารถแทงไปยังลูกแดงได้เนื่องจากลูกสีน้ำเงินนั้นบังเส้นทางการแทงไปยังลูกแดงเพียงด้านเดียวเท่านั้น


โดยการหาเส้นทางการแทงนี้จะช่วยให้ผู้เล่นสามารถฝึกแทงจากมุมต่างๆเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในการแทงที่ดีที่สุด จึงได้ทำการบรรจุส่วนของการหาเส้นทางการแทงไว้ในการเล่นแบบปกติ และการทำแบบฝึกหัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงสีและความหมายของพื้นที่ของแต่ละสีในรูปที่ 4.8-4.11

สี	ความหมาย
	สีเขียวเข้มแสดงทิศทางการยิง
	เป็นสีพื้นเดิมที่ไม่ได้อยู่ในทิศทางการยิง
	เป็นสีที่แสดงเส้นทางการยิง

#### 4.5.3.4 พิจารณาหาลูกที่อยู่在线ทางการยิงหรือลูกที่มีตำแหน่งใกล้กับลูกแทงมากที่สุด

นำเส้นทางการยิงที่ได้ไปพิจารณาต่อว่ามีลูกใดบ้างที่อยู่ในเส้นทางการยิงและมีการเริ่มขยับ เมื่อได้ลูกที่ต้องการแล้วขั้นตอนต่อไปคือการพิจารณาว่าลูกที่ขยับพร้อมกันนั้นลูกใดอยู่ใกล้ลูกแทงในเส้นทางการยิงมากที่สุด จะมีการพิจารณาให้ลูกนั้นเป็นลูกที่ถูกยิงเป็นอันดับแรก ซึ่งจากรูปนี้มีลูกแดง  และลูกสีเขียว  ที่อยู่ในเส้นทางการยิงและทิศทางการยิงที่ถูกต้อง แต่ลูกเขียวอยู่ใกล้กว่า ถ้าลูกทั้งสองขยับพร้อมกัน (ภาพที่จับได้พบว่ามีลูกเคลื่อนพร้อมกัน) ก็จะถือว่าลูกเขียว  ถูกยิงก่อน เพราะลูกเขียวอยู่ใกล้กับลูกแดงก่อนการเกิดการชนมากที่สุด

โดยการพิจารณาระยะห่างของจุดศูนย์กลางระหว่างลูกที่อยู่ในเส้นทางการยิงกับลูกแทง ซึ่งใช้สมการคณิตศาสตร์ในการพิจารณาดังนี้

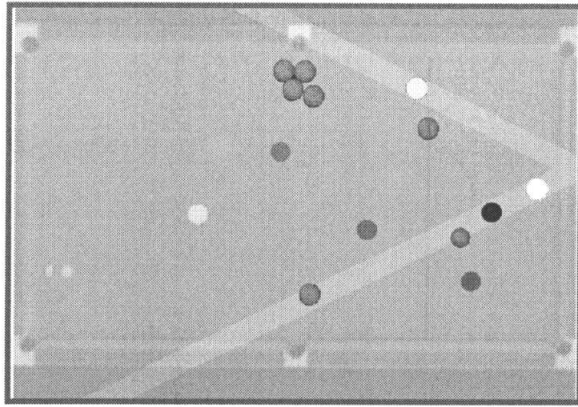
ทฤษฎีบท ระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด คือ  $(X_1, Y_1)$  กับ  $(X_2, Y_2)$  มีระยะห่าง  $d$  ดังนี้

$$d = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

ซึ่งฟังก์ชันที่ใช้ในการพิจารณาลูกที่ถูกแทงในเที่ยวแทงนั้นๆ ในกรณีที่มีลูกสีอื่นๆ ขยับมากกว่า 1 ลูก ยังมีกรณีพิเศษที่ต้องพิจารณาอีกคือ

ในกรณีที่กล้องจับภาพได้ว่ามีลูกมากกว่า 1 ลูกที่ถูกชนหลังจากการชนขอบคูดุชนอย่างรวดเร็วทำให้เมื่อพิจารณาภาพและดูเส้นทางการยิงนั้น ปรากฏว่าลูกแทงมีการเปลี่ยนแปลงความชันที่ปลายสุดของtum ก่อนมีการเข้าชนลูกสีอื่นๆ ซึ่งไม่สามารถหาความชันที่เปลี่ยนแปลงจากการที่ลูกกระทบคูดุชน จากการนำจุดศูนย์กลางของลูกที่เคลื่อนไหวในแต่ละภาพมาหาเส้นทางการยิง จึงต้องสร้างสมการเพื่อหาจุดตัด เพื่อหาเส้นทางการยิงใหม่หลังจากลูกกระทบคูดุชนและสะท้อนกลับมาอีกทางหนึ่งก่อนการชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

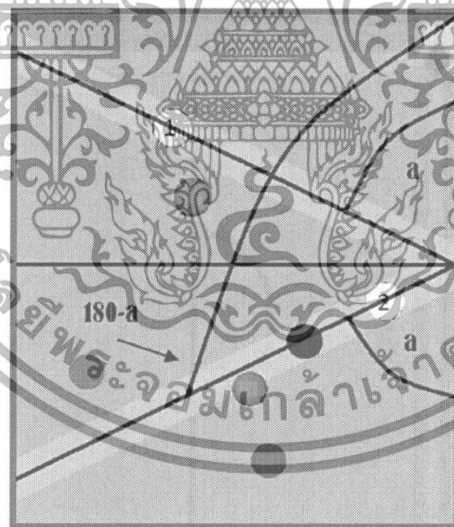


รูปที่ 4.12 แสดงแนวการยิงหลังจากลูกแทงกระทบลูกชน

การพิจารณามุมการยิงใหม่นั้น ทำโดยการนำมุมที่เกิดขึ้นใหม่หลังจากการชน โดยให้

มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน

ซึ่งถ้ามุมเดิมเท่ากับ  $a$  องศา มุมใหม่ที่เกิดขึ้นนั้นย่อมมีค่าเท่ากับ  $180-a$  องศา และ  
 คิดตำแหน่งของลูกขาวก่อนลูกขาวที่ 2 เป็นจุดตัดของเส้นตรงสองเส้นที่เกิดจากมุม  
 สะท้อนเมื่อลูกชนลูกชน



รูปที่ 4.13 แสดงมุมของแนวการยิงหลังจากลูกแทงกระทบลูกชน

#### 4.5.4 การตรวจสอบการทำสนุกเกอร์ในเที๊วแทง (Snooker checking)

วิธีดักจับการวางสนุกเกอร์ นี้มีประโยชน์อยู่ด้วยกัน 2 ด้าน คือ

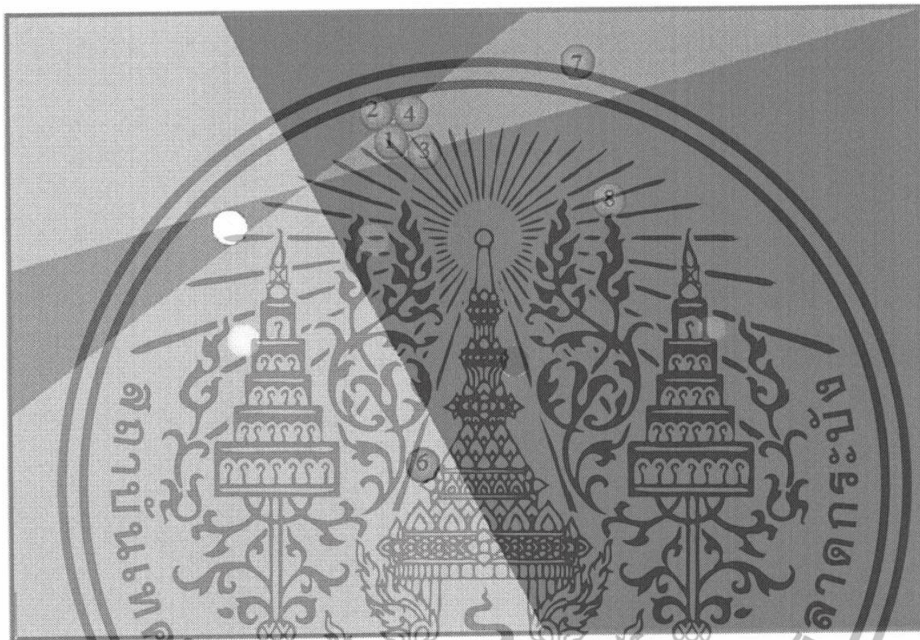
- ช่วยผู้เล่นในการตัดสินใจว่าสามารถยิงลูกในเที๊วแทงลูกใดได้บ้างจากลูกที่อยู่บนโต๊ะทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่วยในการตัดสินใจการให้ลูกฟรีบอล (freeball) กับผู้เล่นที่คนก่อนหน้าทำฟาวล์และได้ทำการวางสนุกเกอร์ไว้




#### 4.5.4.1 ขั้นตอนการตรวจสอบการทำสนุกเกอร์ในเที่ยวแทง



ตรวจสอบการทำสนุกเกอร์ในเที่ยวแทงโดยทำการ กวาดดู (scan) ลูกทุกลูกบนโต๊ะทั้งหมดที่สามารถยิงได้โดยเริ่มจากลูกที่อยู่ใกล้ลูกแทง(ลูกขาว)มากที่สุด และให้ค่าออกมาเป็นลูกที่สามารถเป็นลูกในเที่ยวแทงที่สามารถยิงได้โดยไม่ถูกลูกอื่นบังทั้งหมด



รูปที่ 4.14 แสดงการตัวอย่างการพิจารณาการวางสนุกเกอร์โดยลูกที่มีระยะใกล้กับลูกแทงมากกว่า

ตารางที่ 4.2 แสดงสีและความหมายของพื้นที่ของแต่ละสีในรูปที่ 4.14

สี	ความหมาย
	คือ พื้นที่สีเขียวคือ พื้นที่โต๊ะ
	คือ พื้นที่ที่อยู่ในเส้นทางมายังจากลูกแทง(ลูกขาว) ไปยังลูกแดงที่อยู่ใกล้ที่สุด
	คือ พื้นที่ที่ลูกแดงที่นำมาพิจารณาการวางสนุกเกอร์สามารถบังลูกอื่นๆ ได้จากการยิงลูกแทง (ลูกขาว)

จากตัวอย่างดังรูปที่ยกขึ้นมา นั้นลูกแดง ① เป็นลูกที่ถูกพิจารณาการวาง สนุกเกอร์ เป็นอันดับที่ 3 ต่อจากลูกเหลือง  ซึ่งเป็นลูกแรก และลูกชมพู  ตามการทำงานของ method Detect\_สนุกเกอร์\_ball()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากขอบเขตของ ████████ ซึ่งแสดงพื้นที่ที่ลูกแดง 1 สามารถบดบังลูกอื่นๆ ซึ่งในขอบเขตการบดบังพบว่ามีลูกที่ 4, 3 และ 7 อยู่ในขอบเขตของการบดบัง

โดยแต่ละลูกถูกบดบังแตกต่างกันดังนี้

- 7 ลูกบดบังหมดทั้ง 2 เส้นทางไม่ว่าจะยิงตรงเหนือลูก 1 หรือด้านล่างของลูก 1
- 4 ลูกบดบังหมดทั้ง หมดทั้งลูกโดยลูกแดง 1 และลูกแดง 2
- 3 ลูกบดบังเพียงด้านเดียวเท่านั้น

เพราะฉะนั้นในการตัดสินใจว่าลูกใด โคนบดบังนั้น ลูกนั้นจะต้องถูกบดบังจากลูกที่อยู่ใกล้กว่าทั้งลูกหรือ ลูกบดบังทั้ง 2 ด้านในเส้นทางการแทง จึงให้ 4 และ 7 โคนวาง สนุกเกอร์ โดยสมบูรณ์

#### 4.6 ตรวจสอบการสิ้นสุดเฟรม (Check end of frame)

เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบว่าถึงจุดสิ้นสุดของเฟรมหรือไม่ โดยจะมีการพิจารณาจาก

- 4.6.1 เมื่อมีการเล่นจนลูกบนโต๊ะทั้งหมดถูกตบหลังลงหลุมและเหลือเพียงลูกแทง หรือลูกสนุกเกอร์สีขาวอยู่บนโต๊ะเพียงลูกเดียว
- 4.6.2 เมื่อผลรวมของจำนวนแต้มจากลูกสนุกเกอร์บนโต๊ะ มีค่าน้อยกว่า ผลจากการลบคะแนนคะแนนของผู้เล่นในเทย์ม์แทงนั้น ออกจากคะแนนของผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม

#### 4.7 การออกแบบตาราง

สร้างตารางใน Mysql ในฐานข้อมูลที่จะใช้ในการนับคะแนน snooker โดยมีตารางดังต่อไปนี้

##### 4.7.1 ตาราง Player

ตารางที่ 4.2 แสดงแต่ละหัวข้อในตาราง Player

Field
ID_USER
USERNAME
PASSWORD

คำอธิบายในแต่ละ field (สดมภ์)

- ID\_USER (int 10) คือ หมายเลขประจำตัวผู้เล่น
- USERNAME (int 30) คือ ชื่อเข้าใช้งานของผู้เล่น
- PASSWORD (int 20) คือ รหัสเข้าใช้งานของผู้เล่น

เอกสารนี้เป็นการใช้งานที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางนี้มีไว้เพื่อเก็บข้อมูลของผู้เข้าใช้งาน โดยใช้เมื่อผู้ใช้ต้องการเล่นเกม หรือทำแบบฝึกหัดต้องมีการ login และนำ username และ password ป้อนเข้ามาเพื่อทำการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าใช้งานกับข้อมูลในตารางนี้

#### 4.7.2 ตาราง Practice

ตารางที่ 4.3 แสดงแต่ละหัวข้อใน Practice

Field
<u>PRACTICE_NO</u>
<u>PRACTICE_NAME</u>
<u>LIMIT_TIME</u>

คำอธิบายในแต่ละ field (สดมภ์)

- **PRACTICE\_NO** (int 10) คือ หมายเลขของชุดแบบฝึกหัด
- **PRACTICE\_NAME** (int 30) คือ ชื่อของแต่ละแบบฝึกหัด
- **LIMIT\_TIME** (int 20) คือ เวลาที่ใช้ในการเล่นในแต่ละแบบฝึกหัด

การใช้งาน

ตารางนี้มีไว้เพื่อเก็บข้อมูลของผู้เข้าใช้งาน โดยใช้เมื่อผู้ใช้ต้องการเล่นเกม หรือทำแบบฝึกหัดต้องมีการ login และนำ username และ password ป้อนเข้ามาเพื่อทำการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าใช้งานกับข้อมูลในตารางนี้

#### 4.7.3 ตาราง Rules\_foul

ตารางที่ 4.4 แสดงแต่ละหัวข้อใน Rules\_foul

Field
<u>ID_FOUL_TYPE</u>
<u>FOUL_TYPE</u>

คำอธิบายในแต่ละ field (สดมภ์)

- **ID\_FOUL\_TYPE** (int 3) คือ หมายเลขชนิดของการทำฟาวล์
- **FOUL\_TYPE** (varchar 150) คือ ชื่อชนิดของการทำฟาวล์ในแต่ละประเภท

การใช้งาน

เอกสารนี้เป็นตารางที่มีไว้เพื่อเก็บลักษณะการฟาวล์ในแบบต่างๆที่โปรแกรมสามารถทำการตรวจพบได้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.7.4 ตาราง statistic\_game\_player

ตารางที่ 4.5 แสดงแต่ละหัวข้อใน statistic\_game\_player

Field
<u>ID_FRAME</u>
<u>ID_GAME</u>
SINGLE_DOUBLE
ID_PLAYER_1
ID_PLAYER_2
ID_PLAYER_3
ID_PLAYER_4
SCORE_TEAM1
SCORE_TEAM2
STATUS
BREAK_MAX1
BREAK_MAX2
FRAME:GAME
DATE_TIME

คำอธิบายในแต่ละ field (สคปร.)

- **ID\_FRAME** (int 10) คือ หมายเลขของแต่ละเฟรมในแต่ละเกม
- **ID\_GAME** (int 10) คือ หมายเลขของแต่ละเกม
- **SINGLE/DOUBLE**(varchar 10) คือ สถานการณ์เล่นที่ระบุว่าเป็นการเล่นประเภทเดี่ยวหรือประเภทคู่
- **ID\_PLAYER\_1** และ **ID\_PLAYER\_2** (varchar 30) คือ หมายเลข ID ของผู้เล่นฝ่ายแรก
- **ID\_PLAYER\_3** และ **ID\_PLAYER\_4** (varchar 20) คือ หมายเลข ID ของผู้เล่นฝ่ายที่สอง
- **SCORE\_TEAM1** (int 4) คือ คะแนนการเล่นของฝ่ายที่ 1
- **SCORE\_TEAM2** (int 4) คือ คะแนนการเล่นของฝ่ายที่ 2
- **BREAK\_MAX1** (int 3) คือ เบรกสูงสุดที่ได้ในแต่ละเกมส้ของผู้เล่นฝ่ายที่ 1
- **BREAK\_MAX2** (int 3) คือ เบรกสูงสุดที่ได้ในแต่ละเกมส้ของผู้เล่นฝ่ายที่ 2
- **FRAME/GAME** (int 2) คือ จำนวนเฟรมที่เล่นในแต่ละเกม
- **DATE\_TIME**(datetime) คือวันและเวลาที่เริ่มเล่นเกม

การใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางนี้มีไว้เพื่อเก็บสถิติการเล่นของผู้เล่นในแต่ละเกมส์โดยมีการเก็บทั้งแบบที่เป็นการเล่นแบบเดี่ยว และสถิติการเล่นแบบคู่ โดยระบุคะแนนที่แต่ละฝ่ายได้ และสรุปคะแนน break สูงสุดที่ได้ในแต่ละทีมที่เล่น

#### 4.7.5 ตาราง statistic\_game\_player\_foul

ตารางที่ 4.6 แสดงแต่ละหัวข้อใน statistic\_game\_player\_foul

Field
ID_FOUL
ID_GAME
ID_USER
ID_FOUL_TYPE
ID_FRAME
ID_TURN

คำอธิบายในแต่ละ field (สดมภ์)

- ID\_FOUL (int 10) คือ หมายเลขของการทำฟาวล์แต่ละครั้งในแต่ละเกม
- ID\_GAME (int 10) คือ หมายเลขของแต่ละเกม
- ID\_USER (int 10) คือ หมายเลขประจำตัวผู้เล่น
- ID\_FOUL\_TYPE (int 3) คือ หมายเลขของการทำฟาวล์ในแต่ละประเภท
- ID\_FRAME (int 2) คือ หมายเลขเฟรมที่เกิดการทำฟาวล์
- ID\_TURN (int 10) คือ หมายเลข turn การเดิน

การใช้งาน

ตารางนี้มีไว้เพื่อเก็บสถิติการฟาวล์ที่เกิดขึ้นในการเล่นแต่ละเกม

#### 4.7.6 ตาราง statistic\_game\_turn

ตารางที่ 4.7 แสดงแต่ละหัวข้อใน statistic\_game\_turn

Field
ID_TURN
ID_BREAK
ID_FRAME
ID_GAME
ID_USER
TURN_POINT

คำอธิบายในแต่ละ field (สดมภ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ID\_TURN** (int 10) คือ หมายเลขของการ turn การเล่นในแต่ละเฟรม
- **ID\_BREAK** (int 10) คือ หมายเลขของแต่ละเกม
- **ID\_FRAME** (int 2) คือ หมายเลขเฟรมที่เกิดการทำฟาวล์
- **ID\_GAME** (int 10) คือ หมายเลขของแต่ละเกม
- **ID\_GAME** (int 10) คือ หมายเลขของแต่ละเกม
- **ID\_USER** (int 10) คือ หมายเลขประจำตัวผู้เล่น
- **ID\_FOUL\_TYPE** (int 3) คือ หมายเลขของการทำฟาวล์ในแต่ละประเภท
- **TURN\_POINT** (int 2) คือ คะแนนที่ได้ในแต่ละเฟรม

การใช้งาน

ตารางนี้มีไว้เพื่อเก็บสถิติการทำเบรกในแต่ละ turn การเล่น

#### 4.7.7 ตาราง statistic\_practice

ตารางที่ 4.8 แสดงแต่ละหัวข้อใน statistic\_practice

Field
<u>PRACTICE_ID</u>
ID_USER
PRACTICE_NO
HOLE_IN
TRY
USAGE_TIME
STATUS
DATE_TIME

คำอธิบายในแต่ละ field (สดมภ์)

- **PRACTICE\_ID** (int 10) คือ หมายเลขของการเก็บสถิติของการทำแบบฝึกหัดในแต่ละแบบฝึกหัด ของผู้เล่นแต่ละคน ที่เข้ามาใช้งานในแต่ละครั้ง
- **ID\_USER** (int 10) คือ หมายเลขประจำตัวผู้เล่น
- **PRACTICE\_NO** (int 3) คือ หมายเลขประจำแบบฝึกหัด
- **HOLE\_IN** (int 1) หมายเลขของหลุมที่ลูกสนุกเกอร์ลง
- **TRY** (int 2) จำนวนครั้งที่ลองแทงทั้งหมดในเกม
- **USAGE\_TIME** (float 5) คือ เวลาที่ได้ใช้ไปในแต่ละการทำแบบฝึกหัด
- **STATUS** (varchar 10) สถานะของการเล่นมี 2 แบบคือ finish (เล่นจบ) กับ unfinish (เล่นไม่จบ)

- **DATE\_TIME** (DATETIME) คือ เวลาที่เริ่มทำแบบฝึกหัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การใช้งาน

ตารางนี้มีไว้เพื่อเก็บสถิติการทำแบบฝึกหัดของผู้เล่นแต่ละคน ในการเข้ามาใช้งานในแต่ละแบบฝึกหัด ในแต่ละครั้ง และมีการระบุคะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ได้จากการเล่นและ เวลาที่ใช้ไปทั้งหมดในการทำแบบฝึกหัด

### 4.7.8 ตาราง warning\_event\_suggestion

#### ตารางที่ 4.9 แสดงแต่ละหัวข้อใน warning\_event\_suggestion

Field
ID_WARNING
DESCRIPTION_WARNING

คำอธิบายในแต่ละ field (สดมภ์)

- ID\_WARNING (int 4) คือ หมายเลขประเภทของการเตือน
- DESCRIPTION\_WARNING (varchar 150) คือ ประเภทของการเตือน เหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น และ ข้อเสนอแนะในการเล่น

## การใช้งาน

ตารางนี้มีไว้เพื่อเก็บค่าเตือน คำแนะนำการเล่น รวมไปถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ในการเล่น เพื่อนำไปแสดงผลให้ผู้เล่นสามารถทราบสถานการณ์ต่างๆขณะที่ทำการเล่น หรือการทำแบบฝึกหัด (การเล่นนั้นจะบอกแต่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เท่านั้น)

### 4.7.9 ตาราง image

#### ตารางที่ 4.10 แสดงแต่ละหัวข้อใน image

Field	RED_POS_Y5	RED_POS_Y12	BLUE_POS_Y
TURN_ID	RED_POS_X6	RED_POS_X13	PINK_POS_X
MOVEMENT_ORDER	RED_POS_Y6	RED_POS_Y13	PINK_POS_Y
WHITE_POS_X	RED_POS_X7	RED_POS_X14	BLACK_POS_X
WHITE_POS_Y	RED_POS_Y7	RED_POS_Y14	BLACK_POS_Y
RED_POS_X1	RED_POS_X8	RED_POS_X15	NUMBER_OF BALL
RED_POS_Y1	RED_POS_Y8	RED_POS_Y15	IMAGEORDER
RED_POS_X2	RED_POS_X9	YELLOW_POS_X	
RED_POS_Y2	RED_POS_Y9	YELLOW_POS_Y	
RED_POS_X3	RED_POS_X10	GREEN_POS_X	
RED_POS_Y3	RED_POS_Y10	GREEN_POS_Y	
RED_POS_X4	RED_POS_X11	BROWN_POS_X	
RED_POS_Y4	RED_POS_Y11	BROWN_POS_Y	
RED_POS_X5	RED_POS_X12	BLUE_POS_X	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายในแต่ละ field (สดมภ์)

- **TURN\_ID** (int 10) คือ หมายเลขของการเล่นในแต่ละ turn
- **MOVEMENT\_ORDER** (int 10) คือ เก็บการเคลื่อนไหวในแต่ละภาพในแต่ละ turn
- **WHITE\_POS\_X** และ **WHITE\_POS\_Y** (int 4) คือจุดศูนย์กลางในแนวแกน X,Y ของลูกสีขาว(ลูกแทง)ที่อยู่บน โต้ะ
- **RED\_POS\_X1** ถึง **RED\_POS\_X15** (int 4) คือจุดศูนย์กลางในแนวแกน X ของลูกสีแดงที่อยู่บน โต้ะ
- **RED\_POS\_Y1** ถึง **RED\_POS\_Y15** (int 4) คือจุดศูนย์กลางในแนวแกน Y ของลูกสีแดงที่อยู่บน โต้ะ
- **YELLOW\_POS\_X** และ **YELLOW\_POS\_Y** (int 4) คือจุดศูนย์กลางในแนวแกน X,Y ของลูกสีเหลืองที่อยู่บน โต้ะ
- **GREEN\_POS\_X** และ **GREEN\_POS\_Y** (int 4) คือจุดศูนย์กลางในแนวแกน X,Y ของลูกสีเขียวที่อยู่บน โต้ะ
- **BROWN\_POS\_X** และ **BROWN\_POS\_Y** (int 4) คือจุดศูนย์กลางในแนวแกน X,Y ของลูกสีน้ำตาลที่อยู่บน โต้ะ
- **BLUE\_POS\_X** และ **BLUE\_POS\_Y** (int 4) คือจุดศูนย์กลางในแนวแกน X,Y ของลูกสีน้ำเงินที่อยู่บน โต้ะ
- **PINK\_POS\_X** และ **PINK\_POS\_Y** (int 4) คือจุดศูนย์กลางในแนวแกน X,Y ของลูกสีชมพูที่อยู่บน โต้ะ
- **BLACK\_POS\_X** และ **BLACK\_POS\_Y** (int 4) คือจุดศูนย์กลางในแนวแกน X,Y ของลูกดำที่อยู่บน โต้ะ
- **NUMBER\_OF\_BALL** (int 2) คือ จำนวนลูกที่อยู่บน โต้ะทั้งหมดในขณะนั้น
- **IMAGE\_ORDER** (int 10) คือ หมายเลขภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหว

การใช้งาน

ตารางนี้มีไว้เพื่อเก็บตำแหน่งของลูกที่เกิดขึ้นในแต่ละ turn การเล่นที่มีการเคลื่อนไหว และจำนวนลูกที่มีอยู่บน โต้ะทั้งหมดในขณะนั้น ซึ่งนำไปใช้ในการช่วยในการพิจารณาเส้นทางการแทงในแต่ละเที่ยวแทงว่าเป็นไปตามกติกาหรือไม่ เช่น มีการชนกันเกิดขึ้น ลูกที่ถูกชนเป็นลูกแรกนั้นเป็นลูกในเที่ยวแทงหรือไม่ เพื่อนำไปช่วยในการพิจารณาคะแนน รวมถึงการให้ฟาวล์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.8 รูปแบบของแบบฝึกหัด

แบบฝึกหัดเสริมทักษะการเล่นภายในโปรแกรมประกอบด้วย 3 แบบฝึกหัดด้วยกัน ซึ่งถือเป็นแบบฝึกหัดที่ใช้เล่นกันอย่างสากล โดยจะมีวิธีคิดคะแนนที่แตกต่างไปจากการเล่นเกมคือ ในแบบฝึกหัดมีการคิดคะแนนเป็น เปอร์เซ็นต์การทำได้ และมีกติกาการคิดคะแนนที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละแบบฝึกหัด ประกอบด้วยแบบฝึกหัดดังนี้

### 4.8.1 Position 1

ช่วยเสริมสร้างทักษะทางด้านทิศทางการแทง



รูปที่ 4.15 แสดงการจัดวางลูกในแบบฝึกหัด Position 1

แบบทดสอบในเรื่องของทิศทางการยิง ช่วยเสริมทักษะในด้านการยิงได้ในทุกๆส่วนของโต๊ะ โดยการฝึกนั้นต้องกระทำอย่างจริงจังโดยไม่มีการเล่นย้ายลูกที่อยู่บนโต๊ะอย่างเด็ดขาด โดยกำหนดให้ผู้เล่นจัดลูกบอลบนโต๊ะตามภาพ โดยใช้ลูกบอลสีแดงจำนวน 10 ลูก ลูกดำ 1 ลูก และลูกขาว

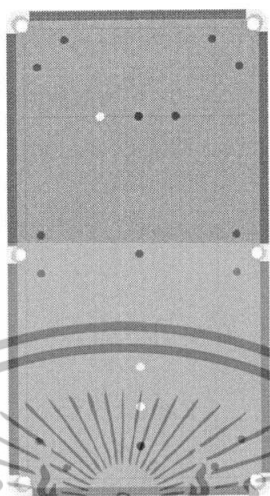
โดยตำแหน่งของลูกดำจะเป็นตำแหน่งที่ลูกสามารถถูกตบหลังได้ง่ายที่สุด และลูกแดงทุกๆสองลูกจะถูกวางลงใกล้ๆกับหลุมอีก 5 หลุมที่เหลือ โดยการเริ่มยิงนั้นเราจะเลือกยิงที่ลูกแดงก่อนเมื่อยิงลูกแดงได้แล้วสามารถยิงลูกแดงหรือลูกดำก็ได้ เนื่องจากลูกดำยิงง่ายกว่าและอาจช่วยให้หลังการยิงลูกดำนั้นลูกแทงอาจจะมีการเปลี่ยนตำแหน่งไปอยู่ตำแหน่งที่ดีกว่าที่จะยิงไปยังลูกแดงต่อไป และหลังจากมีการตบหลังลูกดำลงหลุมแล้วต้องนำลูกดำจุดเดิมใหม่ การคิดคะแนนการเล่น (Position1)

- หากแทงลูกไม่ลงหลุมถือว่าทำไม่สำเร็จในเทียวนั้น
- หากมีการฟาวล์จะถือว่าทำไม่สำเร็จในเทียวนั้น

มีการเล่นลูกแดงสลับสีหรือลูกแดงคู่ด้วยลูกแดงก็ได้ ไม่ผิดกติกา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.8.2 Position2

ช่วยเสริมสร้างทักษะทางด้านทิศทางการแทงเช่นเดียวกับ Position 1 แต่มีความยากยิ่งกว่า



รูปที่ 4.16 แสดงการวางตำแหน่งลูกสนุกเกอร์ในการทำแบบฝึกหัดชุด Position2

จัดลูกบอลบนโต๊ะตามภาพ โดยใช้ลูกบอลสีแดงจำนวน 12 ลูก วางใกล้ตำแหน่งหลุมทั้ง 6 หลุม ดังภาพ ลูกสีทั้ง 6 ลูกนั้นวางอยู่ในตำแหน่งเหมือนการเล่นตามกติกาแบบปกติ และลูกแทงวางอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างลูกดำกับลูกชมพู โดยการเริ่มยิงนั้นเราจะเลือกยิงที่ลูกแดงก่อนเมื่อยิงลูกแดงได้แล้วสามารถยิงลูกสีลูกอื่นๆ ได้ และยังสลับแบบนี้ไปเรื่อยๆ เมื่อลูกสีถูกยิงโดยที่ลูกแดงยังไม่หมดโต๊ะ ให้นำลูกเหล่านั้นกลับมาตั้งจุดใหม่

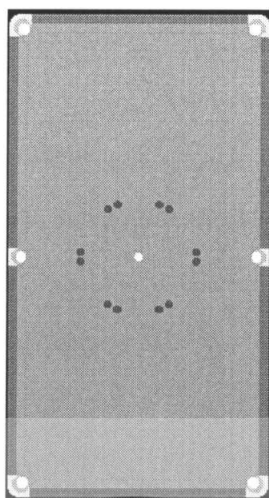
การคิดคะแนนการเล่น (position2)

- หากแทงลูกไม่ลงหลุมถือว่าทำไม่สำเร็จในเที่ยวเท่านั้น
- หากมีการฟาวล์จะถือว่าทำไม่สำเร็จในเที่ยวเท่านั้น
- มีการคิดคะแนนการเล่นเหมือนกับการเล่นเกมแบบธรรมดา

#### 4.8.3 The "Clock"

ช่วยเสริมสร้างทักษะการเล่นทางด้านทิศทางการแทง และการกะน้ำหนักในการแทง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แสดงการจัดวางลูกสนุกเกอร์ในการทำแบบฝึกหัดชุด The "Clock"

เหมาะสำหรับผู้ที่มีประสบการณ์น้อย ในการเล่น ไม่มีลำดับการเล่นลูกซึ่งจะยิงลูกแดงลูกใดก็ได้ก่อน หลังจากตบหลังลูกแดงลงหลุมไปแล้วจะต้องนำลูกแทงกลับมาตั้งจุดเดิมคือจุดกึ่งกลางโต๊ะให้เหมือนเดิมเพื่อเล่นลูกต่อไป ถ้าหากยิงลูกใดพลาด โดยที่ไม่ลงหลุม เป็นข้อบังคับเลยว่าต้องนำลูกที่ไม่ลงหลุมนั้นกลับมาตั้งจุดเดิมและเริ่มเล่นต่อ สังเกตได้ว่าลูกทุกลูกที่อยู่บนโต๊ะสามารถตบหลังโดยใช้เพียงไม้กิวคงเป็นการยาก จึงให้ใช้ rest ในการทำแบบทดสอบได้ และเป็นการยิงจากลูกแทงไปยังลูกแดงโดยแทงไปยังหลุมโดยทิศทางตรง

การคิดคะแนนการเล่น (clock position level 1)

- หากแทงลูกไม่ลงหลุมถือว่าทำไม่สำเร็จในเที่ยวเท่านั้น
- หากมีการฟาวส์จะถือว่าทำไม่สำเร็จในเที่ยวเท่านั้น
- มีการคิดคะแนนเฉพาะลูกแดงเท่านั้น

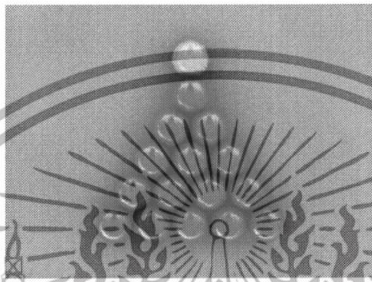
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

#### 5.1 สร้างตัวรองรับรูปภาพ (Create image object)

รับไฟล์ภาพหนึ่งๆ เข้ามาก่อนและทำการปรับภาพเพื่อประมวลผลต่อไป



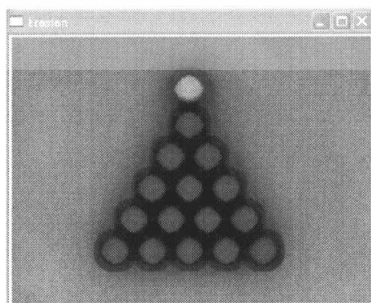
รูปที่ 5.1 แสดงภาพต้นแบบก่อนทำ Preprocessing

ภาพต้นแบบที่รับเข้ามา ซึ่งยังไม่สามารถนำไปใช้ได้เลย เนื่องจากยังมีปัญหาจุดแสงที่สะท้อนกับแสงไฟอย่างชัดเจน อาจนำมาซึ่งปัญหาการอ่านค่าสีผิดเพี้ยนได้

#### 5.2 เตรียมภาพ Preprocessing

เป็นขั้นตอนในการเตรียมภาพให้ภาพที่ออกมามีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้มากขึ้น ซึ่งมีการเตรียมภาพด้วยกระบวนการทาง Morphological โดยจะกำจัดสัญญาณรบกวน ออกจากภาพด้วยวิธี

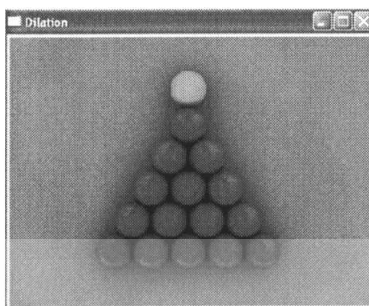
5.2.1 erosion(การย่อภาพ) เป็นการเตรียมภาพเพื่อลดสัญญาณรบกวน



รูปที่ 5.2 แสดงภาพต้นแบบหลังทำการหดภาพ Erosion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 dilation(การขยายภาพ) ขยายภาพหลังจากการย่อภาพเพื่อให้รูปของบอลหลังจากการลดสัญญาณรบกวน มีขนาดของบอลเท่าภาพเดิมที่รับเข้ามา

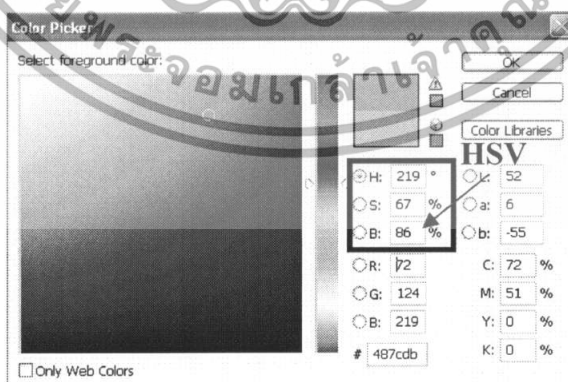


รูปที่ 5.3 แสดงภาพหลังการทำการขยายภาพ Dilation

### 5.3 แปลงระบบปริภูมิสี BGR ไปเป็นระบบปริภูมิสี HSV

ใช้ฟังก์ชันเปลี่ยนสีภาพของ OpenCV คือ `OpenCV::cvtColor(src, hsv, CV_BGR2HSV)`; ซึ่งค่าสีที่ได้นั้นต้องเป็นค่าสีที่ประกอบไปด้วย 3 ค่าที่เกี่ยวข้องคือ

- ค่า H เป็นค่าของสีต่างๆซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่าตั้งแต่ 0-360 แต่การคืนค่าของสีใน byte แรก ออกมาเป็น 0-180
- ค่า S เป็นค่าของความเข้มสีโดยปกติแล้วจะมีค่าตั้งแต่ 0-100 แต่การคืนค่าของสีใน byte ที่ 2 ออกมาเป็น 0-255
- ค่า V เป็นค่าที่ระบุความสว่างของสี โดยปกติแล้วจะมีค่าตั้งแต่ 0-100 แต่การคืนค่าของสีใน byte ที่ 2 ออกมาเป็น 0-255



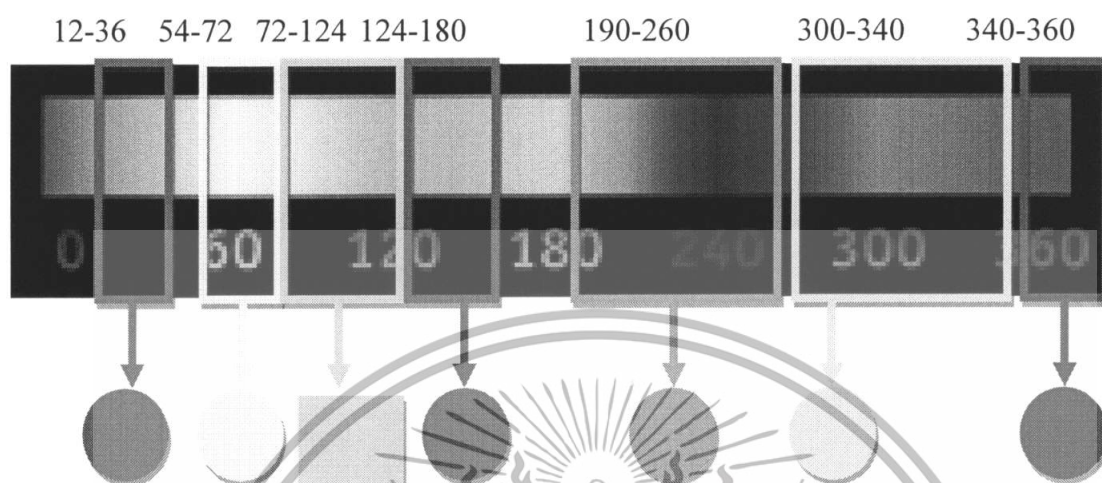
รูปที่ 5.4 แสดงภาพของตัวอย่างการดูค่าสีจาก โปรแกรม Adobe Photoshop

ซึ่งในการพิจารณาค่าสีนั้นต้อง อาศัยการเทียบค่าเป็นสัดส่วนกับค่าสีเดิม โดยทำการเทียบค่าสี

ต่างๆใน โปรแกรม Adobe Photoshop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

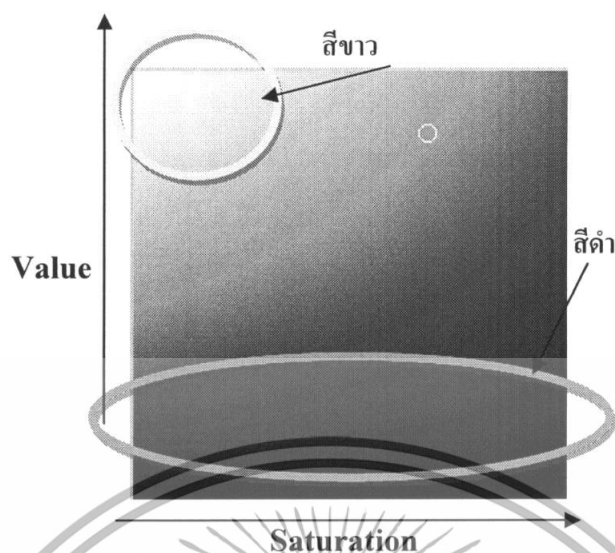
มีการพิจารณาช่วงสีในระบบปริภูมิสีแบบ HSV และทำการเปลี่ยนช่วงสีที่กำหนดนั้นให้เป็นสีที่กำหนดเอง โดยมีการกำหนดค่าสีดังนี้



รูปที่ 5.5 แสดงช่วงสีของสีต่างๆ ในปริภูมิสี HSV

- สีน้ำตาล มีค่าของ Hue อยู่ระหว่าง 12-36 เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่มีค่า RGB = (128,60,0)
- สีเหลือง มีค่าของ Hue อยู่ระหว่าง 54-72 เปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่มีค่า RGB = (255,255,0)
- สีเขียวพื้น มีค่าของ Hue อยู่ระหว่าง 72-124 เปลี่ยนเป็นสีเทาที่มีค่า RGB = (80,80,80)
- สีเขียวของลูกสนูกเกอร์ มีค่าของ Hue อยู่ระหว่าง 124-180 เปลี่ยนเป็นสีเขียวที่กำหนดให้มีค่า RGB = (0,255,0)
- สีน้ำเงิน มีค่าของ Hue อยู่ระหว่าง 190-260 เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินที่มีค่า RGB = (0,0,255)
- สีชมพู มีค่าของ Hue อยู่ระหว่าง 300-340 เปลี่ยนเป็นสีชมพูที่มีค่า RGB = (255, 0,150)
- สีแดง มีค่าของ Hue อยู่ระหว่าง 340-360 เปลี่ยนเป็นสีแดงที่มีค่า RGB=(255,0,0)
- ส่วนลูกสีดำและสีขาวนั้น ไม่ได้ถูกพิจารณาที่ค่า Hue เนื่องจากไม่มีช่วงของค่าสี แต่มีการพิจารณาค่าของสีจากค่า Saturation (ค่าความเข้มของสี) และค่า Value (ค่าความสว่าง)
  - สีขาว ต้องมีค่า value มากๆ และมีค่า Saturation น้อยๆ จากการทดลองได้ค่า V = 70 - 100% และ S=0-22% เปลี่ยนเป็นสีขาวที่มีค่า RGB=(255,255,255)
  - สีดำ ต้องมีค่า value น้อย และมีค่า Saturation น้อยๆ จากการทดลองได้ค่า V = 0 - 27% และ S = 0 - 32% เปลี่ยนเป็นสีขาวที่มีค่า RGB=(0,0,0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 แสดงระดับสีของค่า S และ V

#### 5.4 แปลงข้อมูลจุดสีที่อยู่ในช่วงให้เป็นสีที่กำหนดใหม่ในระบบปริภูมิ RGB

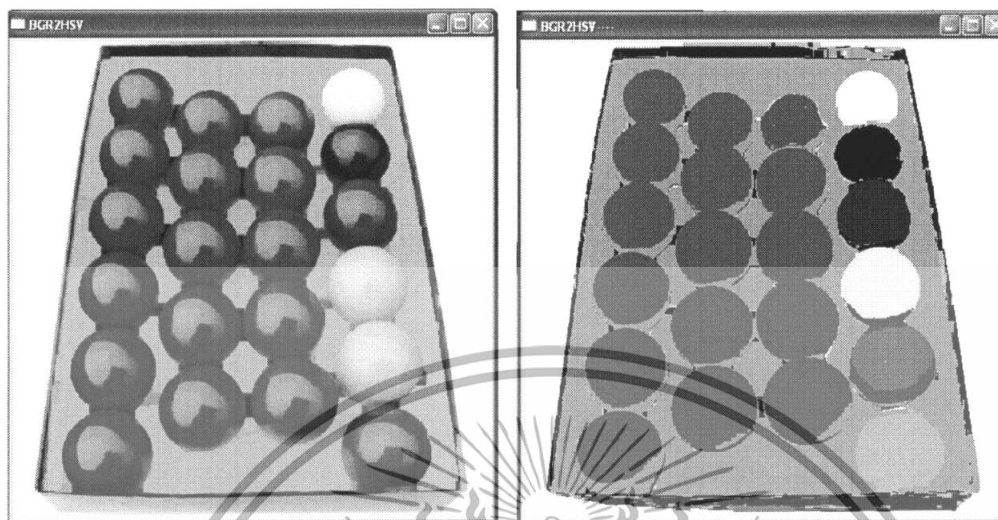
หลังจากการพิจารณาตัดช่วงสีจากการเปลี่ยนระบบปริภูมิใหม่ให้เป็นแบบ HSV แล้วมีการเปลี่ยนค่าสีใหม่เป็นแบบ RGB ในช่วงที่เรากำหนด

สีลูกต่างๆถูกเปลี่ยนเป็นค่าสีที่กำหนดขึ้นเองใหม่ โดยมีการเปลี่ยนสีเขียวของพื้นสีพื้นที่ไม่ได้ใช้ในการพิจารณาให้เป็นสีเทา และสีของลูกบอลถูกเปลี่ยนสีให้เป็นสีเดียวกันทั้งลูก ทำให้ง่ายต่อการพิจารณาสี



รูปที่ 5.7 แสดงภาพของตัวอย่างหลังการแปลงข้อมูลจุดสีในระบบปริภูมิ RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 แสดงภาพเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีจากภาพต้นแบบเป็นช่วงสีที่กำหนดเอง

### 5.5 ตรวจจับลูกสนุกเกอร์ (Detect balls)

เป็นขั้นตอนในการตรวจหาลูกบอลทั้งหมดที่มีอยู่ในภาพ ตำแหน่งพิกัดจุดกึ่งกลางของลูกสนุกเกอร์แต่ละลูก และสีของลูกสนุกเกอร์แต่ละลูก เมื่อมีภาพเข้ามาในระบบ ระบบจะทำการนับลูกที่อยู่บนภาพและเก็บผลลัพธ์ที่จำนวนลูก ตำแหน่งและสีลงไฟล์



รูปที่ 5.9 แสดงภาพของตัวอย่างภาพก่อนและหลังจากการนับลูกสนุกเกอร์

จากรูป 5.9 วัตถุที่เป็นลูกสนุกเกอร์จะถูกนับ ส่วนวัตถุอื่นๆจะไม่ถูกนับด้วยโดยการพิจารณาเงื่อนไขของลักษณะของลูกสนุกเกอร์ ซึ่งต้องมีความกว้างและความยาวเท่าๆกัน และเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกสนุกเกอร์ที่ได้กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

imageDBFile - Notepad
File Edit Format View Help
Image Info, Order as : oder moveOrder Ball ^
#----- Begin image data -----#
image NO. : 1
image move order : 1
> 0 : 771,367
> 1 : 1224,108
> 2 : 1338,109
> 3 : 1269,141
> 4 : 1383,153
> 5 : 1998,210
> 6 : 1365,510
> 7 : -
> 8 : -
> 9 : -
> 10 : -
> 11 : -
> 12 : -
> 13 : -
> 14 : -
> 15 : -
> 16 : -
> 17 : 1677,394
> 18 : -
> 19 : 2337,359
> 20 : -
> 21 : -

```

รูปที่ 5.10 แสดงภาพผลการนับลูกสนุกเกอร์ที่ได้รับการเขียนข้อมูลลงไฟล์แล้ว

จากรูปเป็นข้อมูลของลูกที่ถูกเก็บลงไฟล์ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของลูกแต่ละลูกที่อยู่บนโต๊ะและลูกนำมาเก็บไว้ตามลำดับสีดังภาพ

ลำดับที่ 0 คือ ลูกสีขาว

ลำดับที่ 1-15 คือ ลูกสีแดง

ลำดับที่ 16 คือ ลูกสีเหลือง

ลำดับที่ 17 คือ ลูกสีเขียว

ลำดับที่ 18 คือ ลูกสีน้ำตาล

ลำดับที่ 19 คือ ลูกสีน้ำเงิน

ลำดับที่ 20 คือ ลูกสีชมพู

ลำดับที่ 21 คือ ลูกสีดำ

ค่า image NO. คือค่าของลำดับภาพที่รับเข้ามา

ค่า image move order คือค่าของลำดับภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของลูกใดๆในภาพ ซึ่งค่าที่ได้กล่าวมานั้น โปรแกรมที่ทำการทดสอบจะจัดเก็บตำแหน่งของภาพที่มีการ

เคลื่อนไหวเท่านั้น



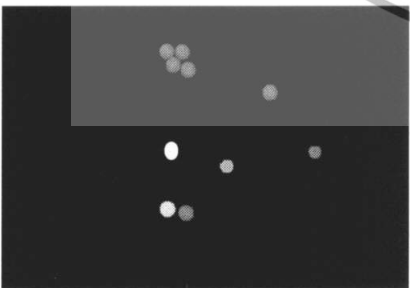
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.6 ตรวจสอบการเคลื่อนไหว (Check movement)

### 5.6.1 ผลของการทดสอบโปรแกรม

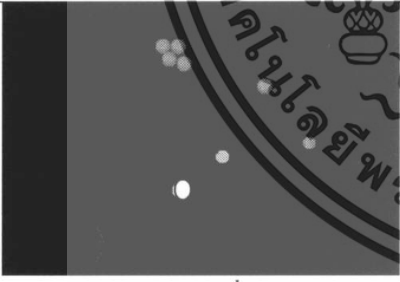
การทดสอบโปรแกรมบนเบื้องต้นได้มาการนำภาพนิ่งซึ่งได้จำลองการเคลื่อนไหวมาประมวลผล โดยตั้งชื่อภาพเป็นลำดับเรียงกัน และทำการเรียกภาพที่มีลำดับถัดไปมาใช้ในการพิจารณาคะแนนซึ่งมีผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงลำดับภาพจำลองการเล่นสนุกเกอร์ตามกติกาและการวิเคราะห์ภาพการเล่น

รูปภาพ และลำดับของรูป	เหตุการณ์	ผลการวิเคราะห์ภาพ
 <p>ลำดับของรูปที่ 1-8</p>	รูปที่ 1-8 นั้นเป็นรูปเดียวกัน ซึ่งไม่มีที่เคลื่อนไหวของลูกใดเลย	- ยังไม่มีการเริ่มเล่นของฝ่ายใด - ฝ่ายการเล่นถูกกำหนดเป็นผู้เล่นคนแรกและกำหนด status : 0 (ไม่มีการขยับ)
 <p>ลำดับของรูปที่ 9-12</p>	เป็นรูปที่ลูกขาวเริ่มขยับแต่ยังไม่มีการเล่นลูกอื่น	- เริ่มการเล่นโดยฝ่ายผู้เล่นแรก - status : 1 (ลูกขาวเริ่มขยับแต่ยังไม่มีการเล่นลูกอื่น) - มีการเก็บ turn ของลูกขาว
 <p>ลำดับของรูปที่ 13-14</p>	เป็นรูปที่ลูกขาวเริ่มชนลูกแดงและลูกแดงเริ่มขยับ	- status : 2 (ลูกขาวทำให้ลูกอื่นขยับ) - มีการเก็บลูกที่ขยับนอกจากลูกขาวเป็นลำดับแรกเพื่อใช้ในการพิจารณาลำดับการเล่น ซึ่งการเล่นที่ถูกต้องตามกติกานั้นต้องเป็นการชนลูกที่อยู่ในที่ขยวแทงเป็นลำดับแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

รูปภาพ และลำดับของรูป	เหตุการณ์	ผลการวิเคราะห์ภาพ
 <p>ลำดับของรูปที่ 15</p>	เป็นรูปที่ลูกแดงหายไป หนึ่งลูก	-status : 2 (ลูกขาวทำให้ลูกอื่น ขยับ) - มีการเก็บลูกที่หายไปทั้งหมด ในการเล่น(ลงหลุม)
 <p>ลำดับของรูปที่ 16-25</p>	เป็นรูปที่ลูกทุกลูกหยุด นิ่ง	-status : 3 (ลูกทุกลูกหยุดนิ่งอีก ครั้งหลังจากการแทง) - มีการกำหนดระยะเวลาที่ลูก หยุดนิ่ง เพื่อการเปลี่ยนสถานะ ไปที่การเริ่มต้นการแทงใหม่ status : 0 - ผลการเล่นในเทียวงแห่งนี้ ผู้เล่น ได้คะแนน 1 เต็ม และผู้เล่น ปัจจุบันยังคงเป็นผู้เล่นคนเดิม
 <p>ลำดับของรูปที่ 26 –28</p>	เป็นรูปที่ลูกทุกลูกขาว ขยับไปเรื่อยๆจนลูก เขียวและทำให้ลูกเขียว มีการเคลื่อนที่	- status : 1 (ลูกขาวเริ่มขยับแต่ ยังไม่มีกรชนลูกอื่น) เป็นการ เริ่มเทียวงใหม่
 <p>ลำดับของรูปที่ 29-33</p>	หลังจากการชนกันของ ลูกแล้วลูกหายไปสอง ลูกคือลูกสีเขียว และลูก สีน้ำเงิน โดยที่ลูกเขียว หายไปก่อน 1 ภาพ	-status : 2 (ลูกขาวทำให้ลูกอื่น ขยับ) -มีการเก็บลูกที่หายไปสองลูก คือลูกสีเขียว และลูกสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

	<p>ไม่มีการเคลื่อนไหวของลูกที่อยู่ในภาพ</p>	<p>-status : 3 (ลูกทุกลูกหยุดนิ่งอีกครั้งหลังจากการแทง)</p> <p>-ผลการเล่นในเที่ยวแทงนี้ ผู้เล่นได้คะแนนเสียคะแนนไป 4 แต้ม และมีการเปลี่ยนฝ่ายผู้เล่นใหม่</p> <p>-หลังจากการทำฟาวล์มีการตรวจสอบการวางสนุกเกอร์</p> <p>- มีการกำหนดระยะเวลาที่ลูกหยุดนิ่ง เพื่อการเปลี่ยนสถานะไปที่การเริ่มต้นการแทงใหม่</p> <p>status : 0</p>
	<p>มีการนำลูกสีที่ลงหลุมกลับมาตั้งใหม่</p>	<p>-status : 0 (ยังไม่มีการเล่นของลูกแทง) แม้ว่าจะมีจำนวนลูกเพิ่มขึ้นก็ไม่นำมาพิจารณา</p> <p>- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง โดยการเพิ่มลูกเข้ามาหลังจากการทำฟาวล์มีการตรวจสอบการวางสนุกเกอร์อีกครั้ง</p> <p>- จากรูปเมื่อพิจารณาเส้นทางการยิงลูกในเที่ยวแทงแล้วลูกในเที่ยวแทงไม่ถูกบังจึงไม่มีการให้ลูกฟรีบอล</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

c:\Documents and Settings\Buppanachat\Desktop\pear_project\peartest V6 first collide c...
image order 1 : read this image information and built new object completly
image order 1 : write this image object completly
order : 1 , status : 0
image order 2 : read this image information and built new object completly
order : 2 , status : 0
image order 3 : read this image information and built new object completly
order : 3 , status : 0
image order 4 : read this image information and built new object completly
order : 4 , status : 0
image order 5 : read this image information and built new object completly
order : 5 , status : 0
image order 6 : read this image information and built new object completly
order : 6 , status : 0
image order 7 : read this image information and built new object completly
order : 7 , status : 0
image order 8 : read this image information and built new object completly
order : 8 , status : 0
image order 9 : read this image information and built new object completly
#new Turn : 11
image order 9 : write this image object completly
order : 9 , status : 1
image order 10 : read this image information and built new object completly
image order 10 : write this image object completly
order : 10 , status : 1
image order 11 : read this image information and built new object completly
image order 11 : write this image object completly
order : 11 , status : 1
image order 12 : read this image information and built new object completly
image order 12 : write this image object completly
order : 12 , status : 1
image order 13 : read this image information and built new object completly
image order 13 : write this image object completly
order : 13 , status : 2
image order 14 : read this image information and built new object completly
image order 14 : write this image object completly
order : 14 , status : 2
image order 15 : read this image information and built new object completly
add 1 pointPlayer
image order 15 : write this image object completly
order : 15 , status : 2
image order 16 : read this image information and built new object completly
order : 16 , status : 3
image order 17 : read this image information and built new object completly
image order 17 : read this image information and built new object completly
order : 17 , status : 3
image order 18 : read this image information and built new object completly
image order 18 : read this image information and built new object completly
order : 18 , status : 3
image order 19 : read this image information and built new object completly
image order 19 : read this image information and built new object completly
order : 19 , status : 3
image order 20 : read this image information and built new object completly
image order 20 : read this image information and built new object completly
order : 20 , status : 3

```

รูปที่ 5.11 แสดงภาพของการทดสอบโปรแกรมกับชุดภาพที่รับเข้ามา

รูปที่ 5.11 นั้นแสดงการคิดคะแนน โดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวจากภาพที่รับเข้ามา จากไฟล์วีดีโอที่ละภาพและกำหนด state (สถานะ) การทำงานให้แต่ละภาพ ซึ่งตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมที่มีหน้าต่างที่เป็น GUI อย่างสวยงามเป็นดังภาพนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 แสดงภาพของการทดสอบโปรแกรมที่สมบูรณ์แล้วกับภาพวิดีโอที่รับเข้ามา

รูปที่ 5.12 จะแสดงผลคะแนนการเล่นในส่วนของเกมการเล่น ฝ่ายของผู้เล่น เวลาที่ผ่านไปในการเล่น ภาพฉายระหว่างกรคิดคะแนน เหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในเกมการเล่น การพาวล์ที่เกิดขึ้นแต่ละครั้ง

## 5.7 สถิติการเล่น (Statistic)

### 5.7.1 ผลของการแสดงผลในตารางการเล่น

ซึ่งมีตารางแสดงผลการเล่นอยู่ 2 ตารางด้วยกัน ดังภาพซึ่งตารางแสดงภาพตารางสถิติการเล่นจะประกอบด้วยผลการคะแนนการเล่นในแต่ละครั้ง เปรกสูงสุดที่ผู้เล่นสามารถทำได้ และตารางแสดงภาพตารางสถิติการเล่นแบบฝึกหัด ประกอบด้วยชุดแบบฝึกหัดที่เลือก จำนวนครั้งในการทำแบบฝึกหัด คะแนนที่ได้ และเวลาที่ใช้ไปในการเล่น ดังภาพ

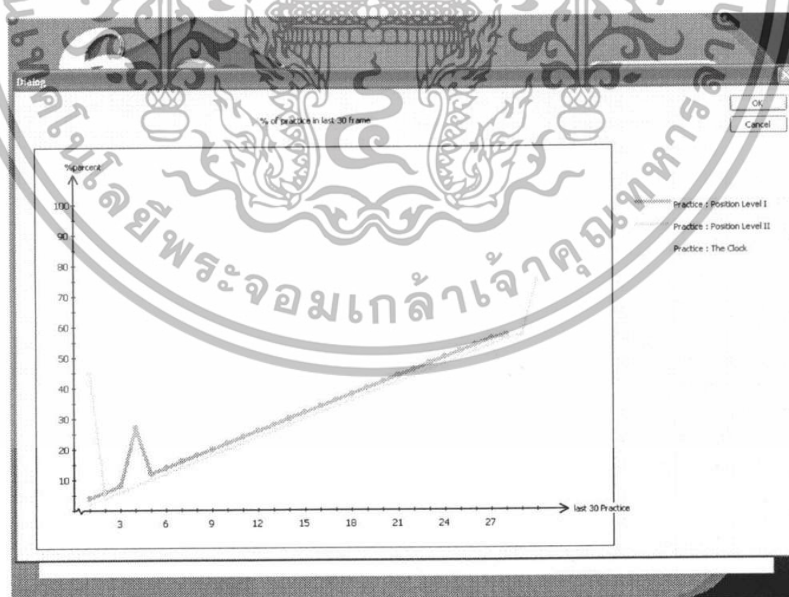
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

START TIME	PRACTICE N...	SCORE(%)	PERCENT PLAYING	USAGE TIME
2007-11-22 23:51:56	1	1	50	23
2007-11-22 23:52:00	1	2	34	34

รูปที่ 5.13 แสดงภาพตารางสถิติการเล่นของแบบฝึกหัด

#### 5.7.2 ผลของการแสดงกราฟการเล่น

ซึ่งมีกราฟแสดงผลการเล่นอยู่ 2 กราฟด้วยกันซึ่งจะแสดงความก้าวหน้าในการเล่นใน 30 ครั้งของการเล่นหลังสุดทั้งในส่วนของการเล่น และแบบฝึกหัดที่จะเพิ่มเติมของกราฟเมื่อทำแบบฝึกหัดที่แตกต่างกันออกไป

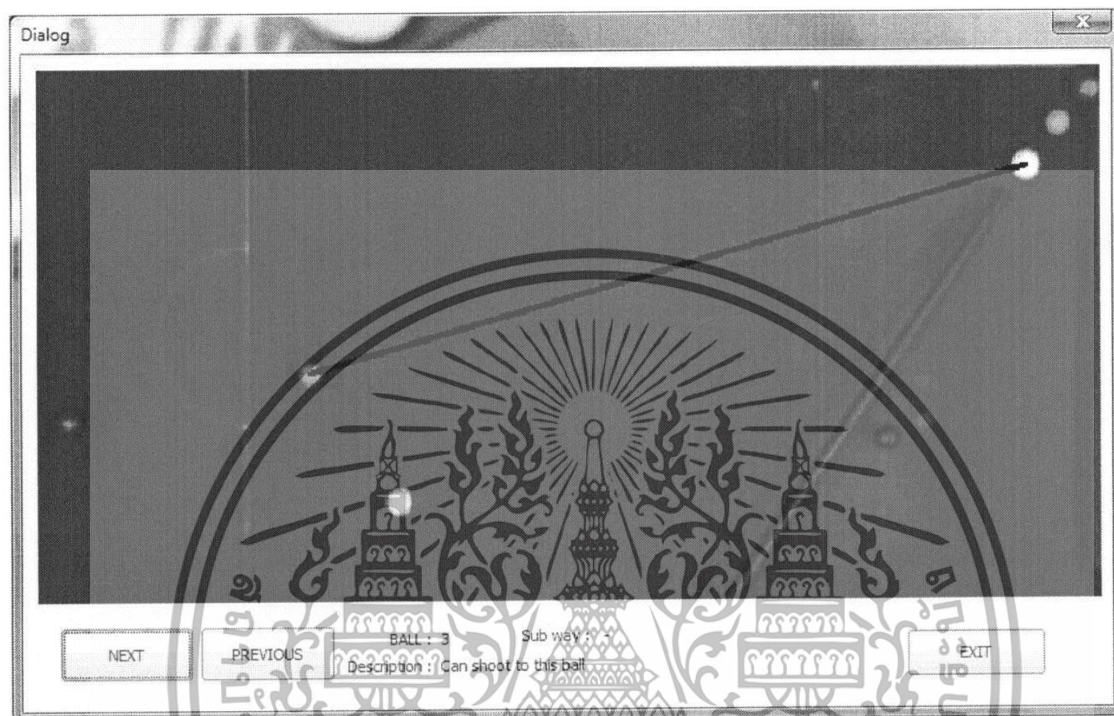


รูปที่ 5.14 แสดงภาพกราฟแสดงความก้าวหน้าการเล่นของแบบฝึกหัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.8 การวิเคราะห์เส้นทางการแทง

คือการสำรวจเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการแทงในแต่ละเที่ยวแทง โดยแสดงผลออกมาเป็นภาพซึ่งแสดงเส้นทางการแทงเมื่อกดปุ่ม analysis ในส่วนของการเล่นเกมและการทำแบบฝึกหัด



รูปที่ 5.15 แสดงหน้าต่างของการวิเคราะห์เส้นทางการแทง

ในการวิเคราะห์เส้นทางการแทงสนุกเกอร์นั้นสามารถใช้ได้กับทั้งส่วนของการเล่นเกมทั่วไป และการทำแบบฝึกหัด ทำให้ผู้เล่นสามารถใช้เครื่องมือดังกล่าวนี้ในการวิเคราะห์เส้นทางการแทงที่ดีที่สุดได้ โดยโปรแกรมจะแสดงเส้นทางการแทงจากลูกใดๆที่สามารถแทงได้โดยมีลำดับการวิเคราะห์คือ เลือกวิเคราะห์เส้นทางของลูกที่อยู่ใกล้ลูกขาวมากที่สุดก่อนแล้วลูกที่อยู่ห่างออกไปจะถูกคิดเป็นลำดับถัดมา ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งการแทงแบบเส้นตรงและการแทงที่ต้องกระทบกับขอบโต๊ะก่อนจึงจะไปยังลูกเป้าหมาย โดยการกดที่ปุ่ม next เพื่อดูการวิเคราะห์เส้นทางการแทงถัดไป แล้ว previous เพื่อย้อนกลับไปดูเส้นทางเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6

## สรุปผลการวิจัย

### 6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในภาคการศึกษานี้ได้มีการพิจารณาในส่วนของส่วนคำนวณคะแนนและตรวจสอบกติกาเบื้องต้น (Point and rule checking module) โดยแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

#### 6.1.1 การให้คะแนน จะต้องเป็นไปตามลำดับเหตุการณ์ดังนี้

- ลูกที่โดนลูกแทง(ลูกขาว) ทำให้ขยับเป็นลูกแรกนั้นต้องเป็นลูกที่อยู่ในเที้ยวแทง
- ลูกที่ลงหลุม(หายไป) เป็นลูกแรกต้องเป็นลูกในเที้ยวแทงในกรณีที่เป็นเที้ยวแทงลูกแดง ลูกแดงลูกใดที่ลงถือว่าไม่ผิดกติกา แต่สำหรับลูกสีลูกสีที่ลงหลุมเป็นลูกแรก ไปนั้นต้องเป็นลูกเดียวกับที่ถูกลูกแทงทำให้ขยับเป็นลูกแรก

#### 6.1.2 การฟาวล์

- ลูกที่โดนลูกแทง(ลูกขาว) ทำให้ขยับเป็นลูกแรกนั้น ไม่ได้เป็นลูกที่อยู่ในเที้ยวแทง
- ลูกที่ลงหลุม(หายไป) ไม่ได้เป็นลูกเดียวกัน หรือลูกที่มีสีเหมือนกันในกรณีเป็นลูกแดงเป็นลูกในเที้ยวแทง
- ลูกขาวลงหลุม (หายไปโดยอาจลงหลุม หรือเป็นลูกตกโต๊ะ)
- ลูกขาวแทงไม่ถูกลูกใดเลย

#### 6.1.3 การพิจารณาลูกการให้ลูก ฟรีบอล (freeball) หลังจากการทำฟาวล์ของอีกฝ่าย

- เมื่อเกิดการทำฟาวล์ขึ้นและคู่ต่อสู้ได้ทำการวาง สนุกเกอร์ ไว้ ก็จะมี algorithm ในการพิจารณาการวาง สนุกเกอร์ ถ้าลูกในเที้ยวแทงทุกลูกถูกบังจริง ก็อนุญาตให้ผู้เล่นสามารถเลือกลูกสีใดก็ได้โดยไม่จำเป็นต้องเป็นลูกในเที้ยวแทง

นอกจากนั้นยังได้ทำส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็น GUI เพื่อให้ง่ายต่อการใช้โปรแกรม

### 6.2 สิ่งที่ได้พัฒนาทั้งหมดในภาคการศึกษานี้

สามารถสรุปสิ่งที่จะต้องทำการพัฒนาต่อในภาคการศึกษา 2/2550 ได้ดังนี้

#### 6.2.1 ติดต่อไฟล်วิดีโอเพื่อตัดภาพออกมาพิจารณา

#### 6.2.2 ทำ user interface เพื่อให้การใช้โปรแกรมเป็นไปอย่างสะดวกมากขึ้น

#### 6.2.3 พัฒนาโปรแกรมเก่าให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการพิจารณาคะแนนแบบที่ใกล้เคียงกับ Real time มากที่สุดซึ่งสามารถประมวลผลภาพ

#### 6.2.4 พัฒนาส่วนของการฝึกสอนขึ้นมา เพื่อเสริมสร้างทักษะให้กับผู้เล่นและสร้างจุดเด่นให้

ระบบ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.5 พัฒนาในส่วนของฐานข้อมูลที่จะใช้เก็บสถิติการการเล่น เพื่อให้ผู้เล่นนำวิเคราะห์การเล่นของตนเองได้

## 6.3 ปัญหาและอุปสรรค

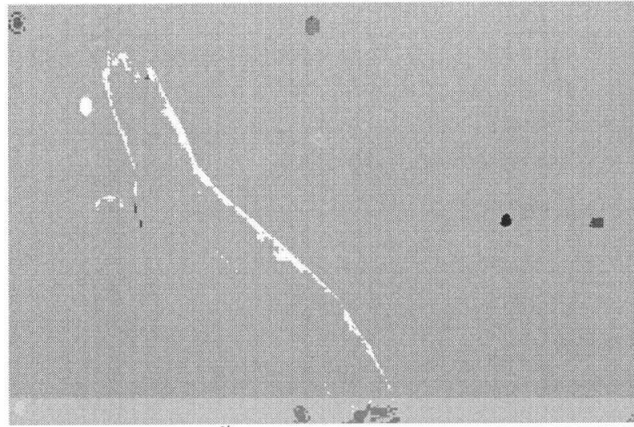
### 6.3.1 ปัญหาเรื่องเงา

ในการประมวลผลภาพการเล่นสนุกเกอร์เพื่อวิเคราะห์คะแนนและตรวจสอบกติกาจากภาพถ่ายมุมบนของโต๊ะจำลองนั้นพบว่า กรณีที่สีผิวของผู้เล่นบริเวณขอบของแขน และมือตรงกับช่วงสีของลูกบอล สีใดสีหนึ่งซึ่งมักตรงกับสีเหลืองและสีน้ำตาล และบริเวณดังกล่าวนั้นหลังจากผ่านการประมวลผลด้วยฟังก์ชันตรวจจับลูกบอลที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 5 แล้วพบว่าม็อดูลที่ใกล้เคียงกับลูกบอล ก็จะทำให้การระบุตำแหน่งของลูกบอลสีดังกล่าวมีความผิดพลาด ส่งผลให้การนับคะแนนและตรวจสอบกติกาผิดจากความจริงไปด้วย ดังรูปที่ 6.1 และรูปที่ 6.2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการแปลงช่วงสีสนใจไปเป็นสีที่ต้องการ พบว่าบริเวณที่มีปัญหาคือบริเวณขอบของแขนของผู้เล่นซึ่งมีสีอยู่ในช่วงเดียวกับสีของลูกบอลสีเหลืองทั้งสองปริภูมิ คือ ปริภูมิสี RGB และปริภูมิสี HSV นอกจากนี้บริเวณดังกล่าวยังมีขนาดรัศมีใกล้เคียงกับลูกบอลอีกด้วย ทำให้ผลการนับลูกผิดไปจากความเป็นจริง



รูปที่ 6.1 แสดงภาพก่อนผ่านขั้นตอนการแปลงช่วงสีสนใจไปเป็นสีที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 แสดงภาพหลังผ่านขั้นตอนการแปลงช่วงสีสนใจไปเป็นสีที่ต้องการ

แต่อย่างไรก็ตามปัญหานี้ก็ยากที่จะเกิดขึ้นกับการทดลองกับ โຕีสะสนุกเกอร์และอุปกรณ์มาตรฐานเนื่องจาก ลูกสนุกเกอร์ขนาดมาตรฐานนั้นมีขนาดใหญ่กว่าลูกบอลบน โຕีสะจำลองที่ใช้ทดลองมาก ดังนั้นถึงแม้ว่าขอบแขนของผู้เล่นจะมีช่วงสีตรงกันกับลูกบอลก็ตาม แต่ขนาดของบริเวณดังกล่าวก็น้อยเกินกว่าที่จะถูกตรวจพบว่าเป็นลูกบอลได้

### 6.3.2 ปัญหาเรื่องการ zoom (ขยาย) เข้าออกโดยอัตโนมัติของกล้อง

การถ่ายภาพวิดีโอในโครงการนี้ได้ใช้กล้องวิดีโอ HDD Handy Cam ของ JVC รุ่น G-Series พบว่าภาพที่ได้มีปัญหาระดับการโฟกัสไม่สม่ำเสมอเนื่องจากฟังก์ชันการซูมโดยอัตโนมัติของกล้อง ซึ่งไม่สามารถปรับตั้งใหม่ได้ ดังนั้นภาพเคลื่อนไหวที่ได้จึงมีปัญหาในช่วงเวลาที่กล้องทำการปรับระดับการโฟกัสเอง ส่งผลให้ภาพที่ได้ในขณะนั้นไม่คมชัดเพียงพอทำให้การนับและระบุตำแหน่งของลูกสนุกเกอร์ผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ. 2549. การประมวลผลภาพดิจิทัล. กรุงเทพฯ : แผนกตำราคณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- กิตติ ภัคดีวัฒนกุล และ พนิดา พานิชกุล. 2548. คัมภีร์การพัฒนาาระบบเชิงวัตถุด้วย UML และ  
JAVA. กรุงเทพฯ : เคทีพี.
- ยุทธนา ลีลาสวัสดิ์กุล. 2546. คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++.NET ฉบับสมบูรณ์.  
กรุงเทพฯ : อินโฟเพลส.
- ผ.ศ.อภิเนตร อุณากุล. 2550. OBJECT – ORIENTED ANALYSIS AND DESIGN. พิมพ์ครั้งที่ 2.  
กรุงเทพฯ :แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง
- ผ.ศ.อภิเนตร อุณากุล. 2546. Web Application Development Process and Methodology Using  
UML. กรุงเทพฯ : แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง
- Intel Corporation .Open Source Computer Vision Library Reference Manual, 2001. [Online].  
Available : <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>
- สมาคมกีฬาบิลเลียดแห่งประเทศไทย. เล่นให้ถูกวิธี . [Online].  
Available : <http://www.thailandsnooker.com/bsat/howtoplay.php>
- Gonzalez, Rafael C. and Richard E. Woods. Digital Image Processing. Addison-wesley  
Publishing Co.,Inc., 1993.
- Gonzalez, Rafael C. and Richard E. Woods. Digital Image Processing Using MATLAB.  
Addison-wesley Publishing Co.,Inc., 1993.
- Gady Agam , “Introduction to programming with OpenCV”,[Online]. Available :  
<http://www.cs.iit.edu/~agam/cs512/lect-notes/opencv-intro/opencv-intro.html>
- Intel, “Intel® Open Source Computer Vision Library”,[Online].  
Available : <http://vision.cis.udel.edu/opencv/>
- Experts Exchange . Database Zone. [Online].  
Available : <http://www.experts-exchange.com/Database/>
- FunctionX. Microsoft Visual C++ . [Online].  
Available : <http://www.functionx.com/visualc/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Université Claude Bernard Lyon 1 .**GUI and Video Acquisition Reference .**

[Online].Available : [http://www710.univ-lyon1.fr/~bouakaz/OpenCV.9.5/docs/ref/OpenCVRef\\_Highgui.htm#Video\\_I/O\\_functions](http://www710.univ-lyon1.fr/~bouakaz/OpenCV.9.5/docs/ref/OpenCVRef_Highgui.htm#Video_I/O_functions)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้