

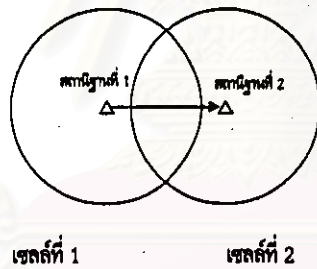
บทที่ 5

แบบจำลองและวิธีการจำลอง

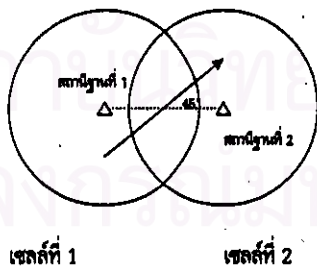
5.1 วิธีจำลองแบบ

แบบจำลองที่ใช้อ้างอิงกับระบบ GSM ในการทดสอบจะใช้เซลล์จำนวน 2 เซลล์ภายใต้การควบคุมของ BSC 1 ตัว โดยมี 3 เส้นทางคือ

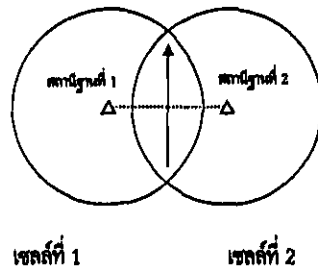
1. ให้โทรศัพท์เคลื่อนที่เริ่มเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงจากสถานีฐานที่ 1 ไปยังสถานีฐานที่ 2
 2. โทรศัพท์เคลื่อนที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงทำมุม 45 องศาตัดผ่านจุดกึ่งระหว่างเซลล์ทั้งสอง
 3. โทรศัพท์เคลื่อนที่เคลื่อนที่ตั้งฉากกับเส้นทางในข้อ 1. ณ ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างเซลล์ทั้งสอง
- ดังรูปที่ 5.1



(ก) แนวทางการเคลื่อนที่แบบที่ 1



(ข) แนวทางการเคลื่อนที่แบบที่ 2

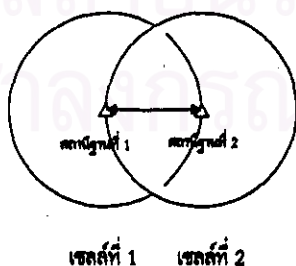


(ค) แนวการเคลื่อนที่แบบที่ 3

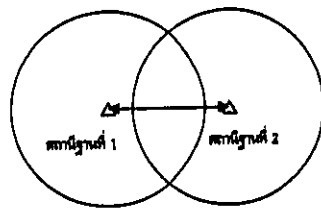
รูปที่ 5.1 แนวการเคลื่อนที่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบต่างๆ ที่ใช้ทดสอบ (ก) แนวการเคลื่อนที่แบบที่ 1 (ข) แนวการเคลื่อนที่แบบที่ 2 (ค) แนวการเคลื่อนที่แบบที่ 3

เนื่องจากในเส้นทางที่ 1 เป็นเส้นทางที่มีโอกาสเกิดแฮนด์โอเวอร์น้อยที่สุด ในขณะที่เส้นทางที่ 3 มีโอกาสเกิดแฮนด์โอเวอร์มากที่สุดเมื่อเทียบกับทั้ง 3 เส้นทาง โดยเส้นทางที่ 2 จะเป็นการทดสอบระหว่างเส้นทางที่ 1 และ 2 ขณะที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ เคลื่อนที่จะทำการวัดระดับความแรงสัญญาณของเซลล์ที่ใช้อยู่ และระดับความแรงของสัญญาณของเซลล์ข้างเคียงแล้วส่งให้ สถานีฐานที่ใช้งานอยู่ทุก 480 ms [4] เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการไปจัดลำดับตามระดับความแรงของสัญญาณที่ BSC โดยที่ BSC จะใช้ข้อมูลจำนวน 10 ชุดเพื่อหาค่าเฉลี่ย (window size = 10) [5] จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปพิจารณาเพื่อตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ในแต่ละกรณี พารามิเตอร์ที่ทำการเปลี่ยนแปลงเพื่อทดสอบ ได้แก่

1. แฮนด์โอเวอร์มาร์จิน (สำหรับขั้นตอนการตัดสินใจแบบ Conventional Algorithm และ หลักการของ Bayes) หรือ Handover Decision (สำหรับขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้ฟัซซีลอจิก)
2. ขนาด fading (มีค่าตั้งแต่ +/- 0 dB จนถึง +/- 7 dB) [1, 2, 13]
3. ความเร็วของโทรศัพท์เคลื่อนที่ (0.7 m/s [13], 30 km/h และ 50 km/h) สำหรับความเร็ว 30 km/h และ 50 km/h เป็นการทดสอบความเร็วของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในบริเวณชุมชนเมือง
4. ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน (1 เท่าของรัศมีเซลล์ 1.25 เท่าของรัศมีเซลล์ 1.5 เท่าของรัศมีเซลล์ 1.75 เท่าของรัศมีเซลล์) ดังแสดงในรูปที่ 5.2

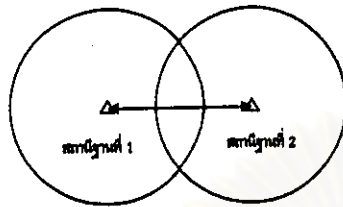


(ก) ระยะห่างระหว่างสถานีฐานเท่ากับ 1 เท่าของรัศมี



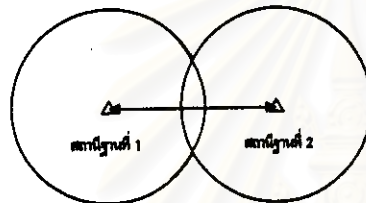
เซลล์ที่ 1 เซลล์ที่ 2

(ข) ระยะห่างระหว่างสถานีฐานเท่ากับ 1.25 เท่าของรัศมี



เซลล์ที่ 1 เซลล์ที่ 2

(ค) ระยะห่างระหว่างสถานีฐานเท่ากับ 1.50 เท่าของรัศมี



เซลล์ที่ 1 เซลล์ที่ 2

(ง) ระยะห่างระหว่างสถานีฐานเท่ากับ 1.75 เท่าของรัศมี

รูปที่ 5.2 ระยะห่างระหว่างสถานีฐานที่ 1 และ 2 (ก) ระยะห่างระหว่างสถานีฐานเท่ากับ 1 เท่าของรัศมีเซลล์ (ข) ระยะห่างระหว่างสถานีฐานเท่ากับ 1.25 เท่าของรัศมีเซลล์ (ค) ระยะห่างระหว่างสถานีฐานเท่ากับ 1.50 เท่าของรัศมีเซลล์ (ง) ระยะห่างระหว่างสถานีฐานเท่ากับ 1.75 เท่าของรัศมี

5. ทิศทางการเคลื่อนที่ ดังได้กล่าวแล้วข้างต้น

จะทำการทดสอบแต่ละกรณีจำนวน 30 ครั้งโดยแต่ละครั้งจะเปลี่ยนการสุ่มการกระจายของอาคาร และ fading ใหม่ โดยอาคารมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (Uniform Distribution) [13] ส่วน fading มีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) [1, 2, 13]

5.2 การนำเสนอผลการจำลองแบบ

การนำเสนอผลการจำลองแบบจะเปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์ และ lost calls ของแต่ละวิธี สำหรับการพิจารณา lost calls แบ่งเป็นกรณีต่างๆ ดังนี้

1. lost calls อันเนื่องมาจากการตั้งค่า Handover Margin สูงเกินไป lost calls กรณีนี้จะเกิดได้ทั้งในขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบ conventional และวิธีทางสถิติโดยใช้หลักการของ Bayes
2. lost calls อันเนื่องมาจากการตั้งค่า Handover Decision สูงเกินไปซึ่งจะเกิดในขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้พีชคณิต
3. lost calls อันเนื่องมาจากระดับความแรงของสัญญาณต่ำกว่าค่าเทรชโฮลด์ที่สามารถทนทานได้

และทำการเปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์และ lost calls สำหรับการปรับพารามิเตอร์ต่างๆ ของแต่ละวิธี

5.3 ข้อกำหนดของแบบจำลอง

5.3.1 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของ โทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ลักษณะการเคลื่อนที่จะเป็นการเดินด้วยความเร็ว 0.7 m/s [13] 30 km/h 50 km/h และ 100 km/h
2. ทิศทางของโทรศัพท์เคลื่อนที่มี 3 แนวตั้งได้กล่าวข้างต้น

5.3.2 แบบจำลองอาคาร

1. อาคารมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ ภายในบริเวณ 2 เซลล์ที่ใช้ในการทดสอบ
2. กำหนดให้ความสูงของอาคารมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (3 m + (0 - 30 m))
ความยาวของอาคารมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (30 m + (0 - 40 m))
ความกว้างของอาคารมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (10 m + (0 - 30 m))

5.3.3 แบบจำลองเซลล์และสถานีฐาน

1. เซลล์มีรัศมี 1 km จำนวน 2 เซลล์ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของตัวควบคุมสถานีฐาน (BSC) 1 ตัว
2. ระยะห่างระหว่างเซลล์ 1 km, 1.25 km, 1.5 km และ 2 km
3. แต่ละสถานีฐานจะใช้สายอากาศส่งสัญญาณแบบรอบทิศทาง (Omnidirectional Antenna)
4. กำลังในการส่งของสถานีฐานอยู่ระหว่าง 13 dBm - 43 dBm [3]
5. ระดับความแรงสัญญาณต่ำสุดของเซลล์ประชิดที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยอมรับได้คือ -110 dBm [3]

5.3.4 แบบจำลองการแพร่กระจายคลื่น

1. การแพร่กระจายของคลื่นใช้แบบจำลองตามการทดลองของ [13] ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้กับชุมชนเมือง ดังนี้

$$\text{การลดทอนเฉลี่ย} = K_1 + 10n \log_{10} R + FK_2$$

K_1 (ความสูญเสียกำลัง ณ ตำแหน่ง 1 เมตรจากสถานีฐาน) 30 dB

n (ดัชนีการสูญเสียกำลัง) 3.5

R (ระยะห่างระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีฐาน)

K_2 (ความสูญเสียกำลังเนื่องจากจำนวนชั้นของอาคารระหว่างภาคส่งกับภาครับ) 0.15 dB

F (จำนวนชั้นของอาคารระหว่าง โทรศัพท์เคลื่อนที่ และ สถานีฐาน)

fading จะมีการกระจายแบบสม่ำเสมอในช่วง ± 7 dB [14]

2. ความถี่ที่ใช้คือ 900 MHz

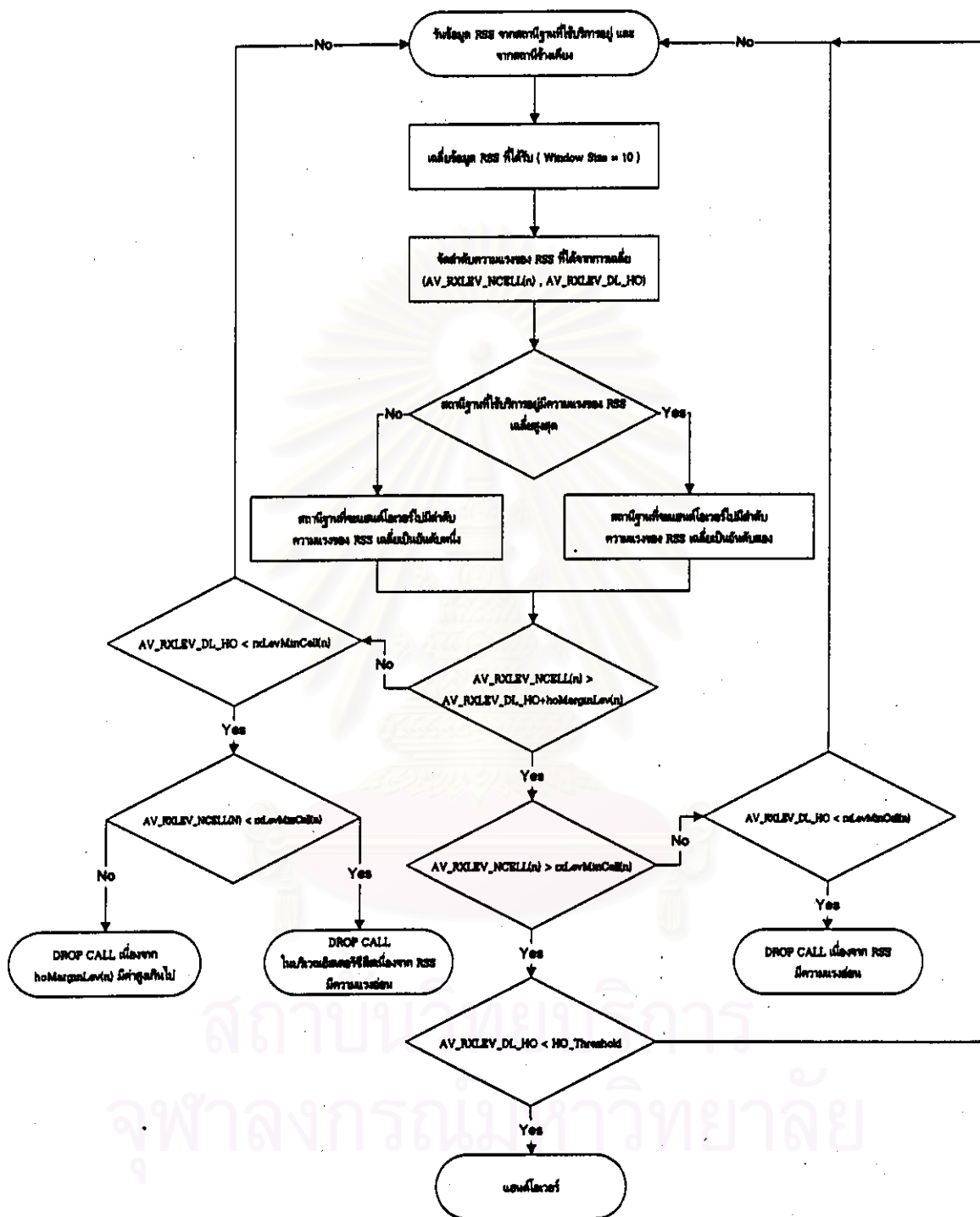
5.4 แบบจำลองการ Update Location

เนื่องจากการทดสอบใช้เพียง 2 สถานีฐานจึงทำการเปรียบเทียบระดับความแรงสัญญาณที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับโดยระดับความแรงจากสถานีฐานที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับมากที่สุดจะเป็นสถานีฐานที่โทรศัพท์เคลื่อนที่เริ่มให้บริการ

5.5 แบบจำลองการส่งข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านสถานีฐานไปยัง BSC

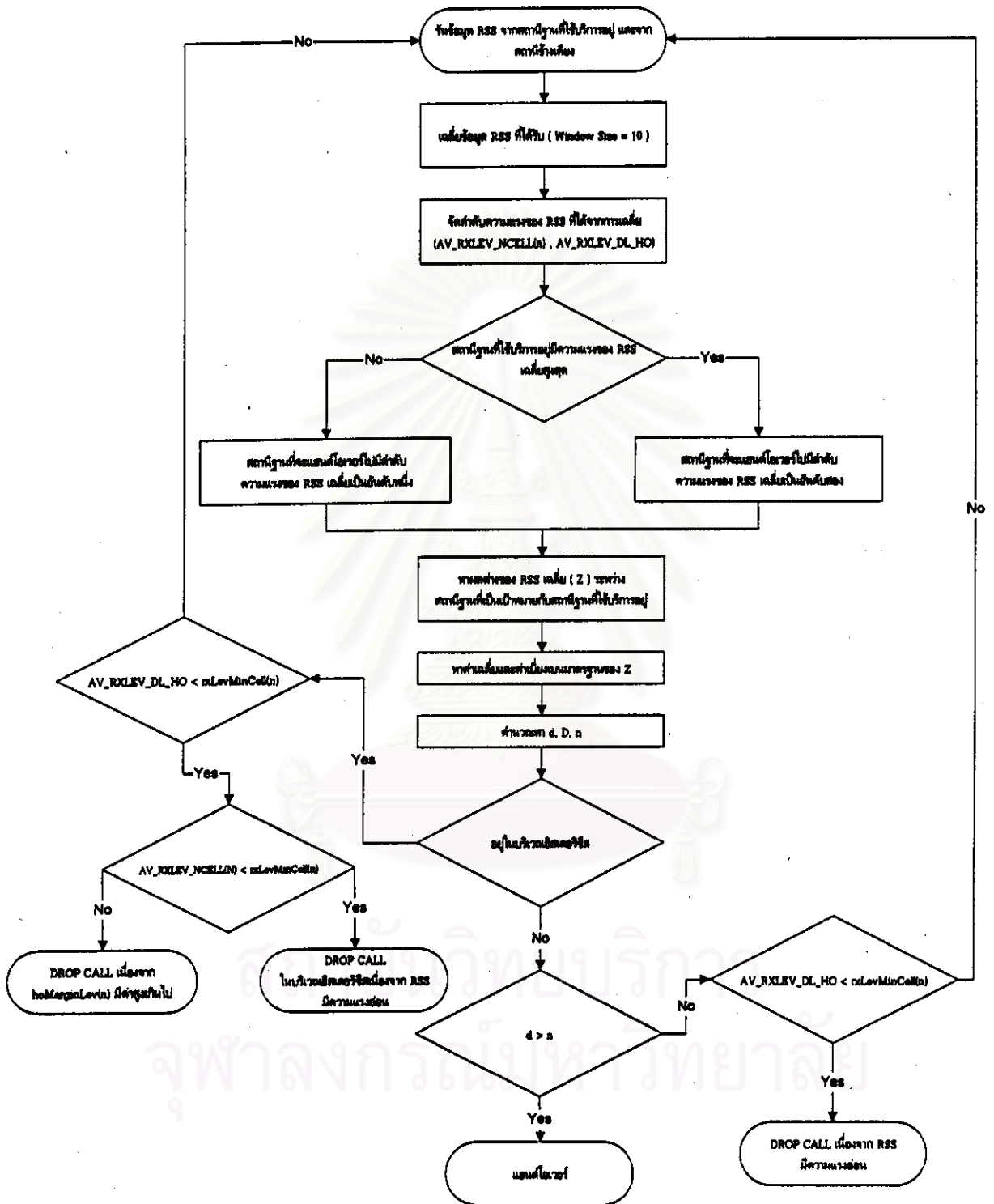
หลังจากทำการ Location Update โทรศัพท์เคลื่อนที่ จะทำการวัดระดับความแรงสัญญาณที่ได้รับจากสถานีฐานที่ใช้บริการและสถานีฐานข้างเคียงและเมื่อเวลาผ่านไปทุก 480 ms [4] โทรศัพท์เคลื่อนที่ จะทำการส่งข้อมูลดังกล่าวให้กับสถานีฐานเพื่อส่งผ่านไปยัง BSC เพื่อทำการจัดอันดับของระดับความแรงสัญญาณโดยที่ BSC จะใช้ 10 ตัวอย่างในการหาค่าเฉลี่ยของสัญญาณ

5.6 แบบจำลองการแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ Conventional Algorithm



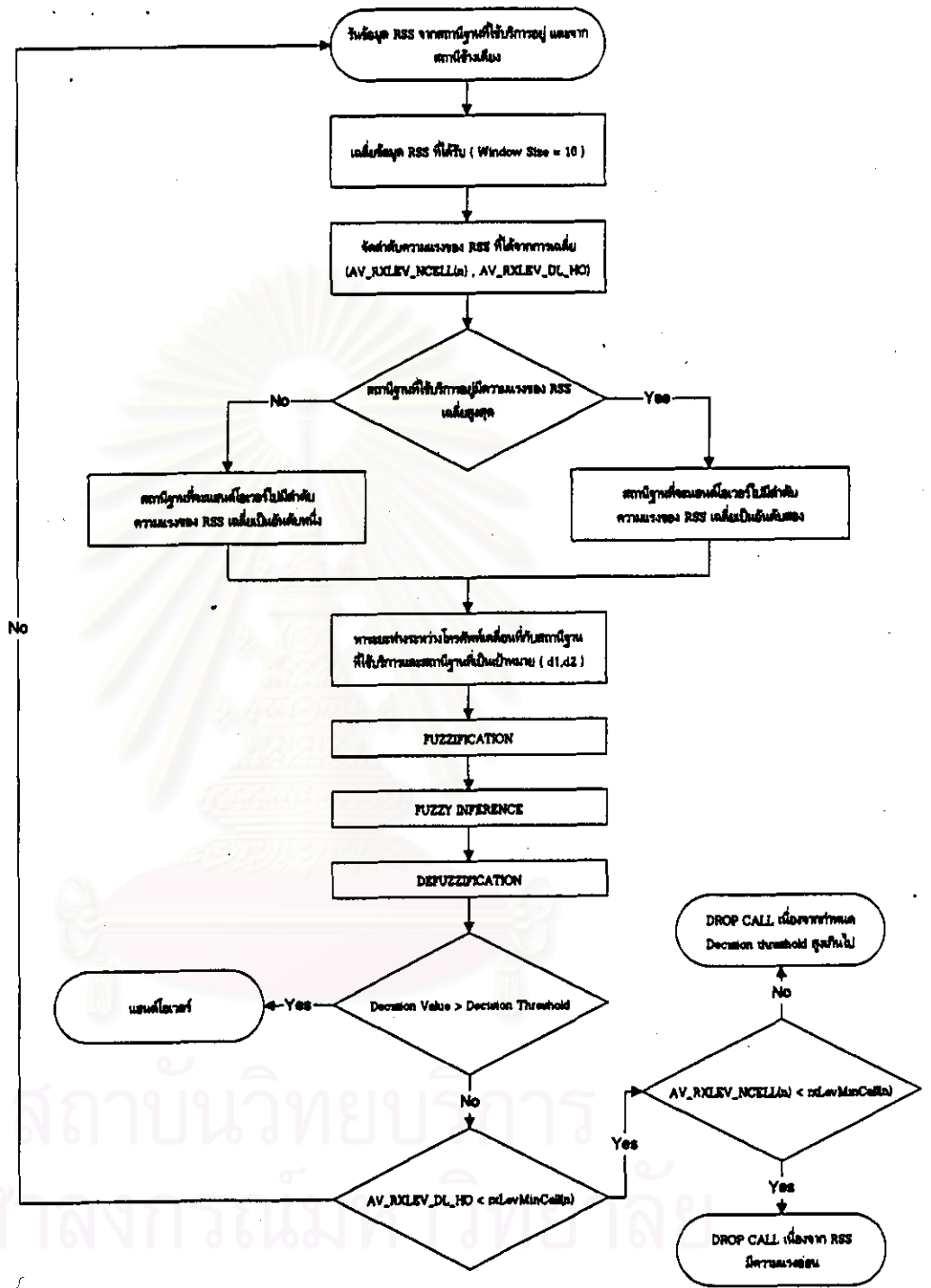
รูปที่ 5.3 อัลกอริทึมของขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบ conventional

5.7 แบบจำลองการแซนด์โอเวอร์โดยใช้หลักการของ Bayes



รูปที่ 5.4 อัลกอริทึมของขั้นตอนการตัดสินใจแซนด์โอเวอร์โดยใช้หลักการของ Bayes

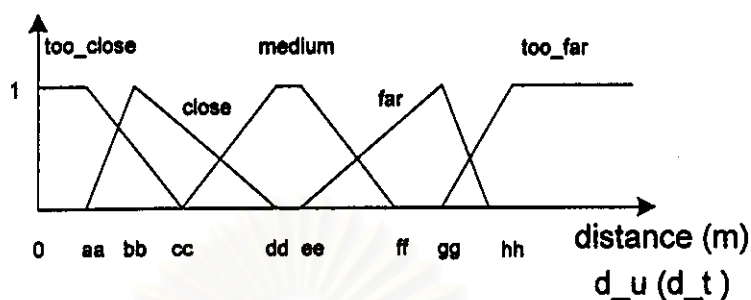
5.8 แบบจำลองการตัดสินใจโอเวอร์โดยใช้ฟัซซีลอจิก



รูปที่ 5.5 อัลกอริทึมของขั้นตอนการตัดสินใจตัดสินใจโอเวอร์โดยใช้ฟัซซีลอจิก

5.8.1 ค่าพารามิเตอร์ในการกำหนด membership function

membership function

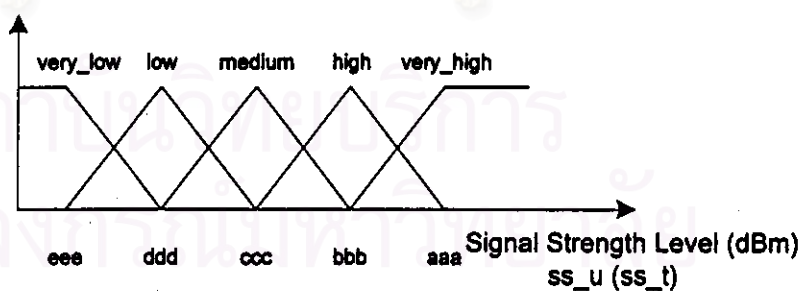


รูปที่ 5.6 membership function ของ d_u และ d_t

กำหนดให้

aa	=	0.2 * ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน
bb	=	0.3 * ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน
cc	=	0.4 * ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน
dd	=	0.48 * ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน
ee	=	0.52 * ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน
ff	=	0.6 * ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน
gg	=	0.7 * ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน
hh	=	0.8 * ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน

membership function



รูปที่ 5.7 membership function ของ ss_u และ ss_t

กำหนดให้

aaa	=	-70 dBm
bbb	=	-80 dBm
ccc	=	-90 dBm
ddd	=	-100 dBm
eee	=	-110 dBm

โดยการออกแบบค่าต่างๆ ข้างต้นพิจารณาจากแบบจำลองการแพร่กระจายของคลื่นตามหัวข้อ 5.3.4 (สามารถดูลักษณะการแพร่กระจายของคลื่นได้ในภาคผนวก) แล้วทำการทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยใช้วิธีกำหนดและเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์แล้วทดสอบผล (Trial and Error)

5.8.2 Fuzzy Inference ที่ใช้

จากพารามิเตอร์ d_u , d_t , ss_u , ss_t และ $HO_DECISION$ ในหัวข้อ 4.3 กำหนด Fuzzy Inference (รูปแบบดูได้จากหัวข้อ 4.3.2) ได้แสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 Fuzzy Inference กรณีต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ฟัซซีลอจิก (NO_HO : NH , WAIT : W , BECAREFUL : B , HO : H , SURE_HO : SH)

No.	d_u	d_t	ss_u	ss_t	$HO_DECISION$
1	too_close	too_far	very_high	very_low	NH1
2	too_close	too_far	very_high	very_low	NH2
3	too_close	too_far	high	very_low	NH3
4	too_close	too_far	high	very_low	NH4
5	close	far	high	med	NH5
6	close	medium	high	med	NH6
7	close	far	med	med	NH7
8	close	medium	med	med	NH8

No.	d_u	d_t	ss_u	ss_t	HO_DECISION
9	close	far	low	med	NH9
10	close	medium	low	med	NH10
11	close	far	high	low	NH11
12	close	medium	high	low	NH12
13	close	far	med	low	NH13
14	close	medium	med	low	NH14
15	close	far	low	low	NH15
16	close	medium	low	low	NH16
17	close	far	high	very_low	NH17
18	close	medium	high	very_low	NH18
19	close	far	med	very_low	NH19
20	close	medium	med	very_low	NH20
21	close	far	low	very_low	NH21
22	close	medium	low	very_low	NH22
23	medium	medium	med	high	NH23
24	medium	close	med	high	H1
25	medium	medium	low	high	H2
26	medium	close	low	high	H3
27	medium	medium	very_low	high	H4
28	medium	close	very_low	high	H5
29	medium	medium	med	med	NH24
30	medium	close	med	med	H6
31	medium	medium	low	med	H7
32	medium	close	low	med	H8
33	medium	medium	very_low	med	H9
34	medium	close	very_low	med	H10
35	medium	medium	med	low	NH25
36	medium	close	med	low	W1
37	medium	medium	low	low	W2

No.	d_u	d_t	ss_u	ss_t	HO_DECISION
38	medium	close	low	low	W3
39	medium	medium	very_low	low	W4
40	medium	close	very_low	low	W5
41	medium	medium	med	very_low	NH26
42	medium	close	med	very_low	NH27
43	medium	medium	low	very_low	NH28
44	medium	close	low	very_low	W6
45	medium	medium	very_low	very_low	W7
46	medium	close	very_low	very_low	W8
47	far	close	low	high	H11
48	far	too_close	low	high	H12
49	far	close	very_low	high	SH1
50	far	too_close	very_low	high	SH2
51	far	close	low	med	H13
52	far	too_close	low	med	H14
53	far	close	very_low	med	H15
54	far	too_close	very_low	med	H16
55	far	close	low	low	W9
56	far	too_close	low	low	B1
57	far	close	very_low	low	H17
58	far	too_close	very_low	low	H18
59	too_far	too_close	very_low	very_high	SH3
60	too_far	too_close	very_low	high	SH4
61	too_far	too_close	very_low	med	H19
62	far	medium	low	med	H20
63	far	far	low	med	W10
64	far	medium	very_low	med	SH5
65	far	far	very_low	med	H21
66	far	medium	low	low	B2

No.	d_u	d_t	ss_u	ss_t	HO_DECISION
67	far	far	low	low	W11
68	far	medium	very_low	low	B3
69	far	far	very_low	low	B4
70	far	medium	low	very_low	NH29
71	far	far	low	very_low	NH30
72	far	medium	very_low	very_low	W12
73	far	far	very_low	very_low	W13
74	too_far	close	very_low	high	SH6
75	too_far	close	very_low	med	H22
76	too_far	close	very_low	low	B5
77	too_far	close	very_low	very_low	W14
78	too_far	medium	very_low	high	SH7
79	too_far	medium	very_low	med	H23
80	too_far	medium	very_low	low	B6
81	too_far	medium	very_low	very_low	W15
82	too_far	far	very_low	high	SH8
83	too_far	far	very_low	med	H24
84	too_far	far	very_low	low	B7
85	too_far	far	very_low	very_low	W16

5.8.3 Defuzzification

ใช้วิธี Mean of Maximum ตามรายละเอียดในบทที่ 3 สมการที่ (3.21) นั่นคือ

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i H_i W_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i H_i}$$

โดย W_i คือ ค่าสูงสุดของฟังก์ชันใน HO_DECISION (Handover Decision) ดังนี้

ให้	W_1 : ค่าสูงสุดของฟังก์ชัน NO_HO	= 1
	W_2 : ค่าสูงสุดของฟังก์ชัน WAIT	= 2
	W_3 : ค่าสูงสุดของฟังก์ชัน BECAREFUL	= 3
	W_4 : ค่าสูงสุดของฟังก์ชัน HO	= 4
	W_5 : ค่าสูงสุดของฟังก์ชัน SURE_HO	= 5

α_i ($i = 1,2,3,4,5$ ซึ่งสอดคล้องกับฟังก์ชัน NO_HO, WAIT, BECAREFUL, HO และ SURE_HO ตามลำดับ) เป็นค่าที่ได้หลังจากผ่านขั้นตอน INFERENCE

H_i : กำหนดให้มีค่า = 1

ผลที่ได้คือค่า W (Handover Decision) ซึ่งถ้ามากกว่า 3 (เปลี่ยนแปลงได้เพื่อลดจำนวนแฮนด์โอเวอร์) ก็จะทำให้เกิดการแฮนด์โอเวอร์

5.9 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบแต่ละวิธี

5.9.1 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบ Conventional

ทำการทดสอบโดยใช้ระดับความแรงของสัญญาณที่โทรศัพท์เคลื่อนที่รับได้จำนวน 10 ตัวอย่าง (Window Size = 10) [5] และ Handover Margin = 5 dB [5] ซึ่งพารามิเตอร์ดังกล่าวใช้งานในโครงข่ายจริง (โครงข่ายของระบบ GSM ในประเทศไทย) ในการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงจากสถานีฐานที่ 1 ไปสถานีฐานที่ 2 จะได้จำนวนแฮนด์โอเวอร์ในช่วง 1 - 4 ครั้ง [2, 5] ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบในรูปที่ 6.9 และ 6.10 (กรณี 0.7 m/s ซึ่งถือว่าเป็นการเดินทาง จะมีจำนวนแฮนด์โอเวอร์มากกว่า 4 ครั้งกรณีขนาด fading มีค่าสูง)

5.9.2 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้หลักการของ Bayes

เนื่องจากในงานวิจัยของ B. Senadji [6] ไม่ได้แสดงผลการจำลองแบบไว้ จึงทำการทดสอบความสอดคล้องของเงื่อนไขสำหรับการแฮนด์โอเวอร์ [6] ทุกขั้นตอนย่อยตามรูปที่ 5.4 โดยตรวจสอบความถูกต้องก่อนกำหนดให้แฮนด์โอเวอร์ได้

5.10 การทดสอบเพื่อหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์

หาเวลาเฉลี่ยของการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์จำนวน 30 ครั้ง ของแต่ละวิธีซึ่งแยกตามวิธีต่างๆ ได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบ Conventional

จากรูปที่ 5.3 พิจารณาแต่ละรอบของการตัดสินใจโดยเริ่มนับเวลาตั้งแต่ขั้นตอน

"AV_RXLEV_NCELL(n) > AV_RXLEV_DL_HO+hoMarginLev(n)" จนถึงขั้นตอนแฮนด์โอเวอร์โดยมีขั้นตอนย่อยระหว่างขั้นตอนทั้งสองเป็นจริง จำนวน 30 รอบเพื่อหาค่าเฉลี่ย

2. ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้หลักการของ Bayes

จากรูปที่ 5.4 ในแต่ละรอบของการตัดสินใจจะเริ่มนับเวลาตั้งแต่ขั้นตอน

"หาผลต่างของ RSS เฉลี่ย (Z) ระหว่างสถานีที่เป็นเป้าหมายกับสถานีฐานที่ใช้บริการอยู่" จนถึงขั้นตอนแฮนด์โอเวอร์โดยมีขั้นตอนย่อยระหว่างขั้นตอนทั้งสองเป็นจริง จำนวน 30 รอบเพื่อหาค่าเฉลี่ย

3. ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ฟิชชิลอจิก

จากรูปที่ 5.5 ในแต่ละรอบของการตัดสินใจจะเริ่มนับเวลาตั้งแต่ขั้นตอน

"หาระยะห่างระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีฐานที่ใช้บริการและสถานีฐานที่เป็นเป้าหมาย (d1, d2)" จนถึงขั้นตอนแฮนด์โอเวอร์โดยมีขั้นตอนย่อยระหว่างขั้นตอนทั้งสองเป็นจริง จำนวน 30 รอบเพื่อหาค่าเฉลี่ย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย